

24. Yoğun Madde Fiziği Ankara Toplantısı



21 Aralık 2018

**Bilkent Üniversitesi
Mithat Çoruh Amfi**

ÖZETLER



**NANOMAGNETICS
INSTRUMENTS**



<http://fen.bilkent.edu.tr/~ymf/>

Yoğun Madde Fiziği Ankara Toplantıları
Bilkent Üniversitesi, Mithat Çoruh Amfisi
YMF-24 Program, 21 Aralık 2018, Cuma

08:30-09:00		<i>Fuaye</i>	KAYIT
09:00-09:05		<i>O. Gülseren (Bilkent)</i>	Açılış
Başkan		B. S. Kandemir (Ankara)	Konuşmacılar, lütfen önceden konuşmanızı yükleyiniz
09:05-09:35	Ç1	Coşkun Kocabaş (Manchester)	Grafen tabanlı elektro-optik aygıtlar
09:35-10:00	Ç2	Elif Yunt (Koç)	Kuantum ısı makinelerinde topolojik faz geçişi
10:00-10:15	S1	Burcu Savaşkan (KTÜ)	Üstten-çekirdeklenmiş-eritme-büyütme yöntemiyle üretilen iki çekirdekli silindirik YBCO süperiletkenlerinde tuzaklanan alan ve kaldırma kuvveti özelliklerinin araştırılması
10:15-10:30	S2	Merve Baksi (ODTÜ)	Altıgen BN ve altın tabanlı malzemeler arasındaki nanotribolojik özelliklerin ilk prensip hesapları ile incelenmesi
10:30-11:00		<i>Çay Arası (Fuaye)</i>	Posterlerin Görülmesi
Başkan		M. E. Taşgın (Hacettepe)	Konuşmacılar, lütfen önceden konuşmanızı yükleyiniz
11:00-11:25	Ç3	Semih Ener (Darmstadt)	Heusler alaşımları ve manyetik uygulamaları
11:25-11:40	S3	Vedat Karakaş (Boğaziçi)	Çok katmanlı nano disklerde manyetik solitonların evrimi
11:40-12:05	Ç4	Doğan Kaya (Çukurova)	Taramalı tünellemeli mikroskop ile nanoyapılar ve moleküllerin manipülasyonu
12:05-12:20	S4	Gözdenur Toraman (ODTÜ)	KNT/Polimer arayüzünün yoğunluk fonksiyoneli teorisi ve moleküler dinamik simülasyonları ile incelenmesi
12:20-13:45		<i>Öğle Arası</i>	Posterlerin Görülmesi
Başkan		M. Parlak (ODTÜ)	Konuşmacılar, lütfen önceden konuşmanızı yükleyiniz
13:45-14:10	Ç5	Barış Kınacı (İstanbul)	GaInNAs <i>nipi</i> tabanlı yüksek verimli güneş hücre yapısının geliştirilmesi
14:10-14:25	S5	Alp Deniz Yaman (Gazi)	Tavlama sıcaklığının mürekkepli baskı yöntemi ile üretilen gümüş elektrotların iletkenlikleri üzerine etkisi
14:25-14:50	Ç6	Muhammed Sayraç (Çankırı)	Femtosanilyeli lazerler ile doğrusal olmayan frekans dönüşümü ve uygulamaları
14:50-15:05	S6	M. Yağız Bakır (A. Menderes)	Farklı yüzeyler üzerinde küçük fosforen yongaların dinamiği
15:05-15:20	S7	Ceren Tayran (Gazi)	Phagrafen tipi Bor Nitrür yapısının atomik ve elektronik özellikleri
15:20-15:50		<i>Çay Arası (Fuaye)</i>	Posterlerin Görülmesi
Başkan		E. S. Taşçı (Hacettepe)	Konuşmacılar, lütfen önceden konuşmanızı yükleyiniz
15:50-16:15	Ç7	Ahmet Çiçek (Burdur)	Fononik kristaller ve akustik metalmalzemeler ile algılama, odaklama ve parçacık manipülasyon uygulamaları
16:15-16:30	S8	Hâldun Sevinçli (İYTE)	Grafen yüzeyinde yönlendirilmiş hidrojen çizgilerinin büyütülmesi: evrimsel algoritma ve yüksek işlem hacimli simülasyonlar
16:30-16:45	S9	U. Yiğit İnkaya (ODTÜ)	Grafenin çeşitli polimerlere aktarılması
16:45-17:10	S10	T. Serkan Kasırga (Bilkent)	Atomik incelikte geçiş metali kalkojenlerinin sentezlerinin gerçek zamanlı gözlemi ve elektronik özelliklerinin incelenmesi
17:10-17:20		<i>O. Gülseren (Bilkent)</i>	FMO Poster Ödülleri ve Kapanış

Teşekkür

1984 yılına uzanan bu bir günlük ulusal etkinliğimizi aynı düzeyde devam ettirebilmek adına, aldığımız değerli yardımlar için naçizane teşekkürlerimizi ifade etmek istiyoruz. Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümündeki genç meslektaşlarımızın önemli katkılarını öncelikle belirtmemiz gerekir; bilhassa toplantının web/afiş tasarım ve özet hesaplarını yöneten **Mustafa Kahraman**'a, özet kitapçığının dizgi ve düzelti işlerini gerçekleştiren **Tuğba Andaç**'a özverili çalışmaları için teşekkürlerimizi iletiyoruz. Toplantının kayıt ücretsiz kalmasını sağlayan Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümüne, logoları kitapçık ve web sayfamızda yer alan sponsor firmalarımıza, ve ayrıca özet kitapçığının basımını her yıl olduğu gibi bu yıl da üstlenen sayın **Mehmet Türken**'e maddi desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. En son olarak, kısa duyuru süresine karşın sözlü ve poster sunumlarıyla toplantının bilimsel derinliğini oluşturan, ve de yurt genelinden katılımda bulunan tüm yoğun madde fiziği camiamıza şükranlarımızı sunuyoruz.

YMF Bilim Kurulu

- Yasemin Şafak Asar (Gazi Üniversitesi)
- Alpan Bek (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
- Ceyhun Bulutay (Bilkent Üniversitesi)
- Mehmet Çakmak (Gazi Üniversitesi)
- S. Şebnem Çetin (Gazi Üniversitesi)
- İlker Dinçer (Ankara Üniversitesi)
- Eyüp Duman (Ankara Üniversitesi)
- Oğuz Gülseren (Bilkent Üniversitesi)
- Bekir Sıtkı Kandemir (Ankara Üniversitesi)
- Süleyman Özçelik (Gazi Üniversitesi)
- Mehmet Parlak (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
- Emre S. Taşçı (Hacettepe Üniversitesi)
- M. Emre Taşgın (Hacettepe Üniversitesi)

**Yoğun Madde Fiziği, Ankara Toplantıları
Geçmiş Toplantılar**

YMF 1	Katılmal Fiziği Toplantısı	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	7 Şubat 1984
YMF 2	II. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	1992
YMF 3	III. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri	<i>Ankara Üniversitesi</i>	1993
YMF 4	IV Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	30 Kasım 1994
YMF 5	Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri V	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	7 Mart 1997
YMF 6	Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri VI	<i>Gazi Üniversitesi</i>	28 Kasım 1997
YMF 7	Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri VII	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	30 Kasım 1998
YMF 8	8. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	9 Kasım 2001
YMF 9	9. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	20 Aralık 2002
YMF 10	10. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	14 Kasım 2003
YMF 11	11. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Gazi Üniversitesi</i>	3 Aralık 2004
YMF 12	12. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Ankara Üniversitesi</i>	18 Kasım 2005
YMF 13	13. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	3 Kasım 2006
YMF 14	14. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	2 Kasım 2007
YMF 15	15. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	7 Kasım 2008
YMF 16	16. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Gazi Üniversitesi</i>	6 Kasım 2009
YMF 17	17. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Ankara Üniversitesi</i>	5 Kasım 2010
YMF 18	18. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	25 Kasım 2011
YMF 19	19. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	20 Aralık 2013
YMF 20	20. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	26 Aralık 2014
YMF 21	21. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Gazi Üniversitesi</i>	25 Aralık 2015
YMF 22	22. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Ankara Üniversitesi</i>	16 Aralık 2016
YMF 23	23. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	22 Aralık 2017

ÇAĞRILI KONUŞMACILAR

Grafen Tabanlı Elektro-optik Aygıtlar

Coşkun Kocabaş¹

¹The University of Manchester, Department of Materials Engineering, Manchester, UK

Grafenin atomik kalınlığı, optik geçirgenliği, geniş bir spektrumda ışığı soğurması ile birlikte elektriksel olarak kontrol edilebiliyor olması yeni nesil optik aygıtlar için bir platform oluşturmaktadır. Fakat bu aygıtların görünür bölgede çalışması için çok yüksek yük yoğunluklarına ulaşılması gerekmektedir. Bu konusmada, farklı aygıt yapıları kullanılarak bu problemin nasıl aşılabileceği ve mikrodalga frekansından, görünür bölgeye kadar geniş bir alanda grafenin değişken optik özellikleri ve farklı aygıt uygulamaları anlatılacaktır.

Kuantum Isı Makinelerinde Topolojik Faz Geçişi

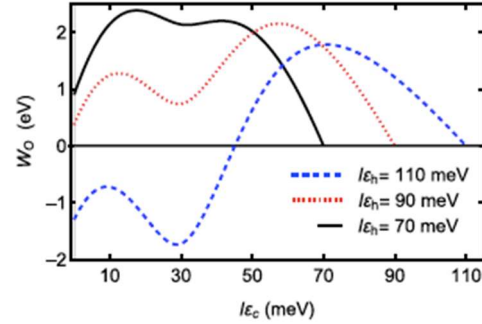
Mojde Fadaie¹, Elif Yunt¹, Özgür. E. Müstecaplıoğlu¹¹Koç Üniversitesi, Fizik Bölümü, 34450, Sarıyer, İstanbul, Türkiye

Bu çalışmamızda topolojik faz geçişlerinin, bir kuantum ısı makinesinin iş çıktısı ve verimine etkisini inceliyoruz [1]. Kuantum mekaniksel olarak betimlenen bir malzeme ile çalışan ısı makineleri, kuantum ısı makineleri olarak adlandırılır [2].

İki boyutlu bir topolojik yalıtkan olan, içsel spin-yörünge etkileşimi içeren, dış elektrik alana sokulan tek katman stanene, incelememizde ısı makinesinin çalışma malzemesi olarak göz önüne alınmaktadır. Stanenin önemli bir özelliği – grafen ile karşılaştırıldığında - oda sıcaklığında yüksek spin yörünge etkileşmesine sahip olmasıdır (~30 meV). Dolayısıyla da yitimsiz spin akımlarına yol açan kuantum spin Hall etkisinin oda sıcaklığında meydana gelebilmesine olanak sağlamaktadır. Stanenin sıradan ve topolojik fazları arasındaki oda sıcaklığındaki topolojik faz geçişleri, stanene katmanına dik uygulanan dış elektrik alan ile kontrol edilebilmektedir [3].

Böylece dış elektrik alan kontrol parametresi olarak kullanılarak, stanene topolojik faz geçişine uğrarken, iki farklı termodinamik çevrimdeki iş çıktıları ve verimler incelenmiştir. Göz önüne alınan çevrimler, adyabatik adımlar içeren Otto çevrimi ve adyabatik adımlar içermeyen Stirling [4] çevrimidir. Kuantum Otto çevrimi iki adyabatik ve iki izokorik süreçten meydana gelir. Stirling çevrimi ise iki izotermal ve iki izoelektrik adımdan meydana gelmektedir. Hem yüksek hem de düşük sıcaklıklar göz önüne alınmıştır. Yüksek sıcaklıkta ısı banyoları ($T_h=300$ K ve $T_c=150$ K) arasında çalışan kuantum Otto çevrimi için sonuçlar Şekil 1’de gösterilmiştir. Topolojik faz geçiş noktası, iş-elektrik potansiyel grafiğinde yerel minimum olarak kendini göstermektedir. Düşük

sıcaklıklarda ($T_h=40$ K ve $T_c=30$ K) gözönüne alınan Stirling çevrimi için ise topolojik faz geçiş noktasında iş maksimum olmaktadır. Gözönüne alınan elektrik potansiyeli değerleri 0-50 meV aralığındadır.



Şekil 1: Kuantum Otto Çevrimi- İşin (W_0) soğuk izokordaki elektrik potansiyele (ϵ_c) göre grafiği, seçilmiş farklı sıcak izokor elektrik potansiyelleri (ϵ_h) için gösterilmiştir.

Her iki tip çevrimde de topolojik faz geçişinin ($\epsilon_c=30$ meV) izleri açıkça vardır ve bir nevi ekstremum noktası olarak kendini göstermektedir. Sonuçlarımız germanen ve silisen gibi diğer tek katman topolojik yalıtkanlar için de geçerlidir. Ayrıca çalışmamız, topolojik faz geçişlerinin ısı makineleri kullanılarak incelenebileceğini göstermiştir. Yüksek sıcaklıklarda ve ulaşılabilir kontrol parametresi değerleri için elde edilen sonuçlarımız, önerdiğimiz topolojik kuantum ısı makinelerinin, deneysel olarak da nispeten rahatlıkla gerçekleştirilebilir olmasını mümkün kılmaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK Proje No: 117F097 ve EU-COST eylemi (CA16221) kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. M. Fadaie, E. Yunt, Ö. E. Müstecaplıoğlu, “Topological phase transition in quantum-heat-engine cycles”, Phys. Rev. E 98, 052124 (2018).
2. H. T. Quan, Y.-X. Liu, C.P. Sun and F. Nori, “Quantum thermodynamic cycles and quantum heat engines”, Phys. Rev. E 76, 031105 (2007).
3. M. Ezawa, “Monolayer topological insulators: Silicene, germanene, and stanene”, J. Phys. Soc. Jpn. 84, 121003 (2015)
4. Y.-H. Ma, S.-H. Su and C.-P. Sun, “Quantum thermodynamic cycle with quantum phase transition”, Phys. Rev. E 96, 022143 (2017)

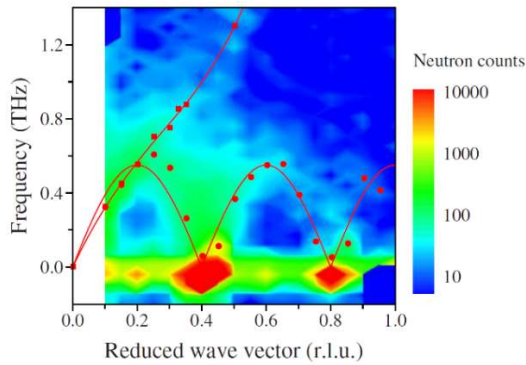
Heusler Alaşımaları ve Manyetik Uygulamaları

Semih Ener

¹*Funktionale Materialien, Institut für Materialwissenschaft, Technische Universität Darmstadt, D-64287 Darmstadt, Germany*

Heusler alaşımlarının gösterdikleri değişik işlevsellikleri ve ayarlanabilir bant yapıları, bu alaşımları gerek temel fiziksel özellikleri, gerekse teknolojik uygulamaları açısından çekici hale getirmektedir. Ayarlanabilir özellikleri sayesinde Heusler alaşımları neredeyse bir yüzyıldan fazla süredir hacimsel örneklerden, ince filmlere ve nano parçacıklara kadar çok çeşitli formlarda incelenmiştir [1].

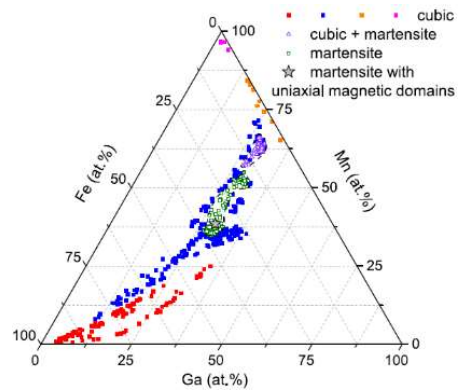
Çeşitli ısıl, elektronik ve yapısal özelliklerinin yanında manyetik özellikleri Heusler alaşımlarını çok işlevsel malzemeler arasında önemli bir yere koymaktadır. Heusler alaşımlarının çok işlevselliğine en güzel örneklerden biri gösterdikleri şekil hafıza özelliğidir. Ni-Mn-Ga alaşımları sıcaklık değişimine ve uygulanan manyetik alan değişimine bağlı olarak gösterdikleri şekil hafıza özellikleri nedeniyle ile Heusler alaşımlar arasında önemli bir yere sahiptirler. Bu konuşmanın ilk kısmında, stokiometrik ve stokiometrik olmayan Ni-Mn-Ga alaşımlarının örgü titreşimleri incelenecek [2,3] ve bu malzemelerin göstermiş oldukları yapısal geçişin doğası tartışılacaktır.



Şekil 1: $Ni_{50}Mn_{20}Ga_{21}$ tek kristalinin oda sıcaklığındaki düşük frekanslı örgü titreşimlerinin dağılım grafiği [3].

Sunumun ikinci kısmında, Heusler alaşımlarının bir diğer potansiyel uygulama

alanı olan sert manyetik özellikleri tartışılacaktır. Günümüz teknolojilerinde kullanılan kalıcı mıknatıslar temel olarak iki farklı gruba indirgenebilir: i) nadir yer elementi içeren pahalı yüksek performans mıknatısları ve ii) ucuz ama düşük performanslı hekzaferit mıknatıslar. Bu iki sistem arasında enerji yoğunluğuna sahip kritik elementler içermeyen yeni malzemeler bulunması hem teknolojik açıdan hem de çevresel faktörler açısından önemlidir. Demir temelli Heusler alaşımları nadir yer mıknatısları ile hekzaferit arasındaki boşluğu doldurma konusunda uygun adaylardır. Sert manyetik özellik gösteren demir temelli Heusler alaşımlarının bulunması çok geniş sistematik bir çalışma gerekmektedir (yüzlerce hacimsel örnek üretimi). Bu karmaşıklığın önüne geçebilmek için reaktif pota eritme yöntemi adı verilen bir yüksek verimli bir örnek hazırlama ve inceleme yöntemini ilk defa Heusler alaşımlarına uygulanmıştır. Bu yöntemin detaylarını referans [4]'te bulabilirsiniz. Reaktif pota eritme yöntemi ile üretilen Fe-Mn-Ga sistemlerinin sert manyetik özellikleri tartışılacaktır.



Şekil 2: Fe-Mn-Ga Heusler sisteminin oda sıcaklığındaki reaktif pota eritme yöntemi ile elde edilen faz diyagramı [4].

Kaynakça

1. Fr. Heusler, Verh. Dtsch. Phys. Ges. **12**, 219 (1903).
2. S. Ener et al., Physical Review B, **86** (2012), 144305
3. S. Ener et al., New Journal of Physics **15** (2013) 123016.
4. S. Ener et al., Journal of Alloys and Compounds **683** (2016) 198–204

Taramalı Tünellemeli Mikroskop ile Nanoyapılar ve Moleküllerin Manipülasyonu

Doğan Kaya^{1,2}

¹Çukurova Üniversitesi, Elektronik ve Otomasyon, 01160 Çukurova, Adana

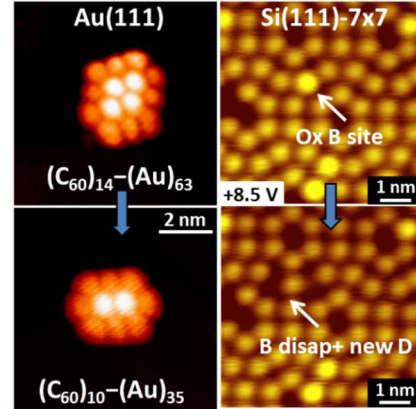
²University of Birmingham, Nanoscale Physics Research Laboratory, B15 2TT, Birmingham, UK

Taramalı Tünellemeli Mikroskop (TTM) önceleri sadece metal ve yarıiletken yüzeylerin yüksek atomik çözünürlükte yapısal özelliklerini belirlemede kullanılsada, günümüzde nano boyuttaki malzemelerin ve moleküllerin kimyasal yapılarını ortaya çıkartılmasında oldukça başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu nanoyapıların elektronik, optik ve kimyasal özelliklerini açığa çıkartmak nanoteknolojik uygulamalar için oldukça önem arz etmektedir. TTM nin en önemli yeteneklerinden biri ise manipülasyon tekniğidir. TTM mekanik, elektron, elektrik alan, elastik ve elastik olmayan tünelleme manipülasyon teknikleri ile atom ve molekülleri veya nano boyuttaki yapıları istenilen şekle, boyuta ve geometriye getirmede ayrıca elektronik özelliklerinin ve yüzey ile etkileşimlerini anlamada başarılı sonuçlar ortaya koymuştur.

Bu konuşmada, ilk olarak TTM'nin çalışma prensibi ile birlikte atom ve molekülleri görüntüleme başarısı ve en önemlisi atom/molekül/nanoyapıların manipülasyon tekniklerinden bahsedilecektir. Sonrasında yeni tarihli çalışmalardan Au(111) yüzeyinde oda sıcaklığında ve ultra-yüksek vakum altında üretilen $(C_{60})_m-(Au)_n$ hibrid [1] ve nano halkaların [2] üretimi sunulacaktır. Bu nano yapıların istenilen geometriye ve boyuta getirilmesi için TTM'nin sivri ucu kullanarak oda sıcaklığında [3] seçilen C_{60} molekülünün uzaklaştırılması ile kademeli olarak indirgenmesi mümkün olmuştur.

Yüzey sıcaklığının 110 K'e [4] inmesi moleküllerinin termal enerjisini azalttığı için

hibrid nano yapının geometrisi bozulmadan C_{60} moleküllerini manipüle edilebilmiştir.



Şekil 1: Hibrid $(C_{60})_m-(Au)_n$ nano yapıların Au(111) yüzeyinde TTM sivri ucu ile oda sıcaklığında mekanik manipülasyon yöntemi ile $(C_{60})_{14}-(Au)_{63}$ nanoyapıdan $(C_{60})_{10}-(Au)_{35}$ nanoyapıya indirgenmesi. Si(111)-7x7 yüzeye depozit edilmiş oksijen moleküllerinin oda sıcaklığında elektron enjekte yöntemi ile manipülasyonu.

Farklı olarak, Si(111)-7x7 yüzeyine depozit edilen Klorobenzen ve Oksijen molekülleri TTM altında siyah yada normalden daha parlak gözükmektedir. Bu moleküllerin lokal elektron enjekte manipülasyon yöntemi ile yüzeyden koparma sonucunda molekülün yüzeye bağlanma enerjileri ve transformasyon olasılıkları istatistiksel olarak hesaplanabilir. Lokal olmayan elektron enjekte yöntemi ile 30 nm yarı çapındaki bir dairesel alanda molekülleri yüzeyden koparmak mümkün olmaktadır.

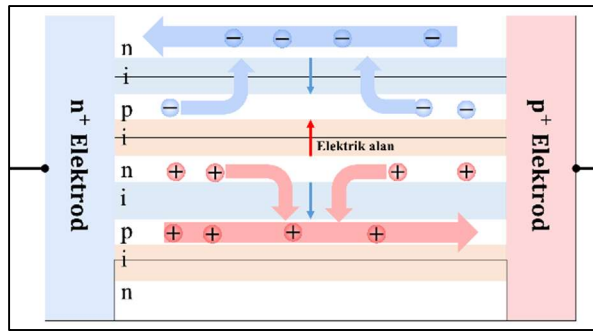
Kaynakça

1. Y.-C. Xie, L. Tang, Q. Guo, Cooperative Assembly of Magic Number C_{60} -Au Complexes, Physical Review Letters **111**, 186101 (2013).
2. Y.-C. Xie, M. Rokni Fard, D. Kaya, D. Bao, R.E. Palmer, S. Du, Q. Guo, Site-Specific Assembly of Fullerene Nanorings Guided by Two-Dimensional Gold Clusters, The Journal of Physical Chemistry C **120**, 10975 (2016).
3. D. Kaya, D.-L. Bao, R.E. Palmer, S. Du, Q. Guo, Tip-triggered Thermal Cascade Manipulation of Magic Number Gold-fullerene Clusters in the Scanning Tunneling Microscope, Nano Letters **17** (10), 6171 (2017).
4. D. Kaya, J. Gao, M.R. Fard, R.E. Palmer, Q. Guo, Controlled Manipulation of Magic Number Gold-Fullerene Clusters Using Scanning Tunneling Microscopy, Langmuir **34**, 8388 (2018).

GaInNAs *nipi* Tabanlı Yüksek Verimli Güneş Hücre Yapısının GeliştirilmesiBarış Kınacı¹¹*İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 34134, İstanbul, Türkiye*

Fotovoltaik detektörlerin çalışma prensibine dayalı olarak çalışan güneş hücreleri, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren bir aygıt olup, günümüzde fosil kaynaklara dayalı enerji üretimine rakip olan en önemli temiz enerji kaynağıdır. Fotovoltaik hücrelerde en önemli parametre verimdir ve fotovoltaik hücrelerin verimini sınırlayan pek çok etken bulunmaktadır. Güneş hücresinin verimliliğini sınırlayan en temel etken güneş hücresinin yapıldığı yarıiletkenin bant aralığıdır. Bant aralığından daha düşük enerjiye sahip fotonlar, soğurulmadan yarıiletkenin bant aralığından çok daha yüksek enerjiye sahip fotonların soğurulmasıyla oluşan elektron ve boşlukların fazla enerjisi sıcaklık olarak tüketilmektedir. Çok eklemli güneş hücresi yapılarının teorik olarak yüksek verimlere ulaşabileceği öngörülmektedir. Ancak çok eklemli güneş hücrelerinde öngörülen bu yüksek verime ulaşmayı engelleyen faktörler vardır. Üst üste büyütülen yarıiletkenlerin örgü sabitleri arasında farklılık büyük olduğunda ara yüzey pürüzlülüğü artar. Tabaka kalınlığı arttıkça, tabakalar arasında artan gerilme ile 2 boyutlu kusurlar oluşarak kristal kalitesinde bozulmaya neden olur. Ayrıca bu yapılarda, p-n eklemeleri seri bağlanmaktadır. Bu nedenle üst eklemde fotonların soğurulmasıyla oluşan boşluklar, ikinci eklemde n-bölgesine ilerlemelidir, fakat bu bölgede boşluklar azınlık taşıyıcı olup, rekombinasyon olasılıkları yüksektir. Benzer şekilde, alt eklemde foton soğurulması sonucunda oluşan elektronlar da azınlık taşıyıcı oldukları üst eklemde p-tipi bölgesine geçmelidir. Bu bölgede de elektronlar için rekombinasyon olasılığı yüksektir.

Bu çalışmada, çok eklemli güneş hücrelerinde verimi düşüren rekombinasyon kayıplarını önlemek için $Ga_{1-x}In_xAs_{1-y}N_y$ (seyreltik azotlu alaşım) alaşımına dayalı *nipi* (n tipi - katkısız - p tipi - katkısız) tabakası içeren yüksek verimli bir güneş hücre yapısı geliştirilmiştir. GaInNAs *nipi* yapısının şematik gösterimi Şekil 1’de verildi. *nipi* yapılar ardışık olarak n-tipi, asal, p-tipi, asal yarıiletkenlerin büyütülmesi ve dikey olarak n+ ve p+ seçici kontaktların oluşturulmasıyla elde edilir. Her bir katkılı tabakanın kalınlığı fotonların soğurulmasıyla oluşan taşıyıcıların difüzyon uzunluğundan kısadır. Böylece taşıyıcılar çoğunluk taşıyıcı olacakları tabakaya difüze olabilirken, rekombine olmadan n+ ve p+ kontaklara doğru yatay tabaka boyunca kontak bölgelerine sürüklenirler. $Ga_{1-x}In_xAs_{1-y}N_y$ *nipi* yapısının klasik çok eklemli güneş hücresi yapısına entegre edilmesi ile güneş hücre tasarımına yeni bir konsept kazandırılmış olup çalışma sonucu olarak GaInP/GaAs/*nipi* GaInNAs çok eklemli güneş hücre yapısı geliştirilmiştir.

Şekil 1: GaInNAs *nipi* yapısının şematik gösterimi.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 115F419 kapsamında desteklenmiştir.

Femtosaniyeli Lazerler ile Doğrusal Olmayan Frekans Dönüşümü ve Uygulamaları

Muhammed Sayraç¹

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fizik Bölümü, 18100, Çankırı

Son 50 yılda lazer teknolojisi çok hızlı bir şekilde gelişmektedir. Lazerler günümüzde pek çok teknolojik ve bilimsel uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Farklı uygulamalar için farklı dalgalı boylarında çalışan lazerlere gereksinim duyulmaktadır. Küçük ölçekteki yapıların (biyolojik yapılar gibi) görüntülenmesi için 800nm-1400nm dalgalı boylarında çalışan lazerler az saçılma yaptığı ve daha yüksek çözünürlükte görüntü alabildiği için tercih edilmektedir. Lazerler geniş uygulama alanlarına sahip olmasına rağmen, tüm dalgalı boyu aralıkları direkt lazerler tarafından elde edilememektedir. Bu yüzden istenilen dalgalı boyları doğrusal olmayan frekans dönüşümü yardımıyla elde edilebilmektedir.

Doğrusal olmayan frekans dönüşümü; yüksek şiddete sahip lazer alanının madde içerisinde geçerken şiddetli ışığın madde ile atomik ve moleküler seviyede etkileşimi sonucu ortaya çıkar. Bu durumda ışık ortam içerisindeki atom ve molekülleri doğrusal olmayan bir salınım yapması için zorlar, yani ışık madde etkileşiminden çıkan ışık ek frekanslar içerir.

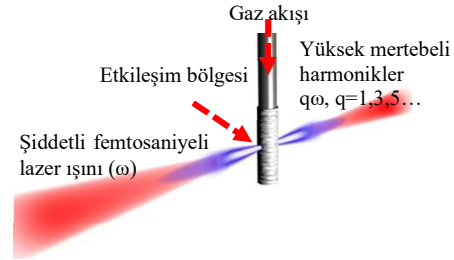
Kısa optik darbe üretilmesi ve kısa dalga boylarına ulaşılması lazer teknolojisinin önemli amaçlarından biridir. Kısa optik darbe üretilmesi optik periyot ile sınırlıdır. Yani 800nm dalgalı boyuna sahip bir lazerin periyodu 2.7femtosaniye ($1\text{fs}-10^{-15}\text{s}$) ile sınırlıdır. Daha kısa süreli optik darbeler üretebilmek için kısa dalgalı boylarına ulaşmak gereklidir. Örneğin, 80nm dalgalı boyu bir lazerin optik darbe periyodu 270attosaniye ($1\text{as}-10^{-18}\text{s}$) süresine kadar kısalabilir.

Kısa dalgalı boylarında lazer ışını elde edilebilmesinin bir yöntemi lineer olmayan kristal kullanmaktır. Örnek olarak ikinci ya da üçüncü harmonik kristali kullanılması gibi. Ancak bu tip kristallerin enerji dönüşümündeki verimliliği, üzerine gelen ışının soğurulması nedeniyle düşük dönüşüm mertebeleriyle sınırlıdır. Lineer olmayan kristallere alternatif olarak çok kısa dalgalı boylarına ulaşabilme imkânı sağlayan bir diğer yöntem ise yüksek

Kaynakça

1. M. Sayraç, High Harmonic Generation Optimization in Atomic and Molecular Gases, Texas A&M University Library, 2017, pp. 129.

meretveli harmonik üretimi (high harmonic generation) yöntemidir. Şiddetli bir lazer ışını düşük basınçlı gaz ortamına odaklandığı zaman, kuvvetli lineer olmayan etkileşimler başlangıçtaki lazer frekansının tek harmoniklerinin üretimine yol açmaktadır, Şekil 1. Bu fiziksel olay yüksek meretveli harmonik üretimi olarak adlandırılmaktadır. Elde edilen harmoniklerin dalgalı boyları mor ötesi (ultraviyole) bölgesinden X-ışını bölgesine kadar ulaşmaktadır.



Şekil 1: Yüksek meretveli harmonik üretiminin gösterimi

Bu çalışmada yüksek meretveli harmonik üretiminin farklı iyonizasyon potansiyellerine sahip olan iki gazın farklı oranlarda karışımıyla elde edilmesinden bahsedeceğiz. Farklı iyonizasyon potansiyelleri nedeniyle ilk olarak düşük iyonizasyon potansiyeline sahip olan gazın şiddetli lazer alanı ile etkileşimi sonucu harmonikler oluşur. İlk aşamada oluşan harmonikler tekrardan şiddetli lazer alanıyla birlikte yüksek iyonizasyon potansiyeline sahip olan gazı uyararak harmoniklerin oluşmasına yol açar. Bu gaz karışımının avantajı ilk etapta üretilen harmonikler ikinci gaz üzerine bir destekleyici etki gerçekleştirerek üretilen toplam harmonik sinyallerinin artmasına yol açmaktadır. Yapılan bu gaz karışımı yöntemiyle harmoniklerin şiddetleri yaklaşık olarak iki kata kadar artış göstermektedir. Bu çalışmada üretilen harmoniklerin şiddetlerinin artırılması, optime edilmesi ve ayrıca üretilen harmoniklerin teknoloji ve bilimsel alanlardaki uygulamalarından bahsedilecektir.

Fononik Kristaller ve Akustik Metamalzemeler ile Algılama, Odaklama ve Parçacık Manipülasyon Uygulamaları

Ahmet Çiçek¹, Nurettin Körözlü¹, Olgun Adem Kaya², Bülent Uluğ³

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Nanobilim ve Nanoteknoloji Bölümü, 15030, Burdur

²İnönü Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, 44280, Malatya

³Akdeniz Üniversitesi, Fizik Bölümü, 07058, Antalya

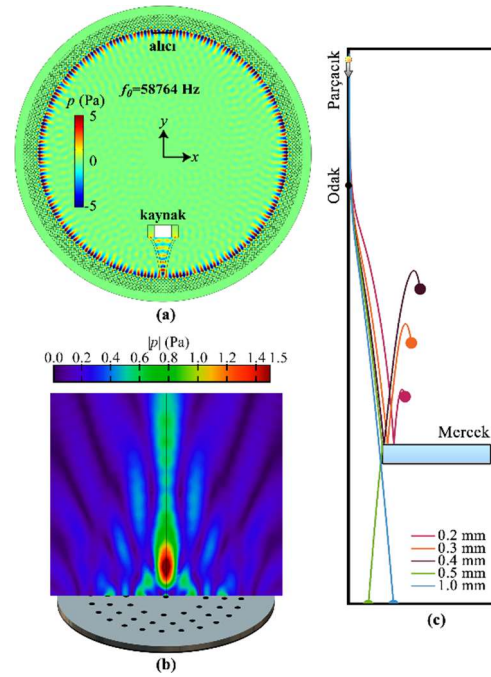
Fononik kristaller (FK), akustik özellikleri dalga boyu ölçeğinde periyodik olarak değişen yapay malzemelerdir ve metreden nanometre ölçeğine kadar geniş bir yelpazede uygulamaları vardır [1]. Günümüzde düzlemsel ve topolojik akustik malzeme uygulamaları ilgi çekmektedir. Dalga boyuna göre çok küçük birimler içeren akustik metamalzemelerin de negatif veya sıfıra yakın etkin kırılma indisi, ses yalıtımı, odaklama ve negatif kırılma gibi uygulamaları mevcuttur [2]. Ayrıca, son yıllarda akustik metayüzeyler ile uygulamada küçük hacimli yapıların geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır [3].

FK uygulamaları üzerine çalışmalarımız, interferometrik ve halka çınlaçlarına dayalı sıvı ve gaz algılayıcıları geliştirilmesine odaklanmıştır. 1 boyutlu (1B) ve 2 boyutlu (2B) FK halka çınlaçları ile havada metan ve karbon dioksit gibi gazların hassas algılanmasına yönelik sensörler geliştirilmiştir (Şekil 1a).

Çalışmalarımızda ayrıca elastik membran kaplı ince katı levhalardan oluşan akustik metamalzemeler kullanarak duyulabilir bölgede sesin kırınım limitinin altında odaklanması gösterilmiştir (Şekil 1b). Klasik Fresnel merceğine göre %75 daha küçük yarıçaplı akustik mercekle geliştirilmiştir [4].

Grubumuzda FK ve akustik metamalzemeler ile katı parçacıkların akustik ışınım kuvvetleri yardımıyla tuzaklanması, taşınması ve ayrıştırılması üzerine çalışmalar da

yürütülmektedir. Akustik Fresnel merceği kullanarak milimetre ölçekli katı parçacıkların boyutlarına göre ayrıştırılması gösterilmiştir (Şekil 1c) [5]. FK yüzey ve çizgisel kusur kipleri ile parçacık manipülasyonu çalışmalarımız devam etmektedir.



Şekil 1: (a) 2B FK halka çınlaçının rezonans frekansında FEM simülasyon sonucu, (b) membran kaplı akustik metamalzeme mercekle odaklama ve (c) akustik mercekle kullanarak parçacıkların boyutlarına göre ayrıştırılması.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 116F085, 116F312 ve 117F403 kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. M. Maldovan, "Sound and Heat Revolutions in Phononics", Nature **503**, 209-217 (2013).
2. S.A. Cummer, J. Christensen, A. Alù, "Controlling Sound with Acoustic Metamaterials", Nature Reviews Materials **1**, 16001 (2016).
3. Y. Li, B. Liang, Z. Gu, X. Zou, J. Cheng, "Reflected wavefront manipulation based on ultrathin planar acoustic metasurfaces", Scientific Reports **3**, 2546 (2013).
4. N. Korozlu, A. Cicek, "Compact acoustic lens composed of annular cavities covered by a membrane", Applied Physics Letters **113**, 183504 (2018).
5. N. Korozlu, O. A. Kaya, A. Cicek, B. Uluğ, "Acoustic Tamm states of three-dimensional solid-fluid phononic crystals", The Journal of the Acoustical Society of America **143**, 756-764 (2018).

SÖZLÜ SUNUMLAR

Üstten-Çekirdeklenmiş-Eritme-Büyütme (TSMG) Yöntemiyle Üretilen İki Çekirdekli Silindirik YBCO Süperiletkenlerinde Tuzaklanan Alan ve Kaldırma Kuvveti Özelliklerinin Araştırılması

Burcu Savaşkan¹, Akiyasu Yamamoto², S. Barış Güner³, Şükrü Çelik⁴, Kemal Öztürk⁵

¹Enerji Sistemleri Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.

²Uygulamalı Fizik Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Tokyo Üniversitesi, Tokyo, Japonya.

³Fizik Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye.

⁴Enerji Sistemleri Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Sinop Üniversitesi, Türkiye.

⁵Fizik Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.

Külçe süperiletken malzemelerin teknolojik uygulamalarda kullanımı için gerekli iki temel parametre: Manyetik Kaldırma Kuvveti (Akı çivileme) ve Tuzaklanan Manyetik Alan (Akı tuzaklama) dır. Tek veya çok çekirdekli (RE)Ba₂Cu₃O₇ yüksek sıcaklık süperiletkenleri (RE; bir nadir toprak elementi ya da itriyum) yüksek akı tuzaklama ve kararlı manyetik kaldırma kuvveti özellikleri nedeniyle teknolojik olarak önemli malzemelerdir ve günümüzde çok sayıda mühendislik uygulamalarında tercih edilmektedir. Bu çalışmada, iki çekirdekli silindirik Y–Ba–Cu–O süperiletken örneklerde, çekirdekler arası mesafenin (d) kaldırma kuvveti ve tuzaklanan manyetik alan üzerine etkisini araştırdık. 32 mm çapında, 7.5 mm yüksekliğinde silindirik YBCO örnekleri, üzerine farklı uzaklıklarda iki adet Nd123 çekirdeğin birbirine paralel yerleştirilmesi ile “Üstten-Çekirdeklenmiş-Eritme-Büyütme (TSMG)” yöntemiyle üretildi. İki çekirdek arası mesafe $d = 0, 1, 2, 10$ and 18 mm seçilerek; örnekler MS-0, MS-1, MS-2, MS-10 ve MS-18 olarak adlandırıldı. Üretilen örneklerin dikey manyetik kaldırma kuvveti, alan altında (FC) ve alansız soğutma (ZFC) rejimlerinde 77, 80 ve 83 K sıcaklıklarında ölçüldü. ZFC ölçümünde 77 K sıcaklığında, en yüksek maksimum kaldırma kuvveti MS-0 örneği için 19.41 N olarak elde edildi. Çekirdekler arası mesafenin artması ile kuvvette belirgin bir azalma gözlemlendi ve $d = 18$ mm olan MS-18 örneğinde 13.08 N olarak ölçüldü. Tuzaklanan manyetik alan ölçümleri Tokyo Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Uygulamalı Fizik Bölümü’nde düşük sıcaklık süperiletken solenoid magnet sistemi (5 T) kullanılarak sıvı azot ve düşük sıcaklıklarda FCM rejiminde ölçüldü. 77 K de 1 T manyetik alan uygulandığında, MS-1 örneği 0.78 T alan tuzaklarken, çekirdekler arası mesafenin artması ile tuzaklanan alanın MS-18 örneği için 0.62 T değerine düştüğü gözlemlendi.

Altıgensel BN ve Altın Tabanlı Malzemeler Arasındaki Nanotribolojik Özelliklerin İlk Prensip Hesapları ile İncelenmesi

Merve Baksi¹, Oğuz Gülseren², Hande Toffoli¹

¹*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara*

²*Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara*

Laboratuvar tekniklerindeki gelişmelerle birlikte, materyallerin boyutlarının küçülmesi, özelliklerinin de makroskopik boyuttakinden farklılaşmasına sebep olur. Bu kadar küçük boyutlarda, sürtünme kuvvetini tarif eden genel ve makroskopik Da Vinci-Amontons denklemleri geçerliliğini kaybeder [1]. Bu sebeple nanotribolojik özellikleri incelenmek istenen her arayüzün ayrıca incelenmesi gerekir. Bu anlamda çalışılan materyallerden iki boyutlu olanlar önemli bir yere sahiptir. Kendi aralarındaki etkileşimlerinin yanı sıra çeşitli yüzeylerle olan etkileşimleri de önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, a-BN/a-BN (altıgensel boron nitrat) ve a-BN/Au(111) yüzeyleri arasındaki nanotribolojik özellikler yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT) hesapları kullanılarak incelenmiştir. a-BN/Au(111) arayüzünün düşük sürtünmeli olması öngörülmesi için özellikle atomik kuvvet mikroskobu (AFM) deneylerinin modellenmesi açısından önem taşımaktadır [2]. Bu çalışmada, a-BN/Au(111) arayüzündeki sürtünme kuvvetleri, değişik düşey yükler altında çalışılmıştır. Buna ilave olarak, yüzeylerin uç etkilerini de gözlemleyebilmek için Au topakları ve a-BN etkileşim hesapları da yapılmıştır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 115F493 kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. Bhushan, B. (Ed.). (2017). Nanotribology and Nanomechanics: An Introduction. Springer.
2. Kawai, S. et al. (2016). Superlubricity of graphene nanoribbons on gold surfaces. Science 351, 957–961.

Çok Katmanlı Nano Disklerde Manyetik Solitonların Evrimi

Vedat Karakas¹, Aisha Gokce¹, Ali Taha Habiboglu¹, Sevdenur Arpacı¹, Kaan Ozbozduman¹, Ibrahim Cinar^{1,2}, Cenk Yanik³, Riccardo Tomasello⁴, Silvia Tacchi⁵, Giulio Siracusano⁶, Mario Carpentieri⁷, Giovanni Finocchio⁶, Thomas Hauet⁸, Ozhan Ozatay¹

¹ Physics Department, Bogazici University, İstanbul 34342, Turkey

² Physics Department, Karamanoglu Mehmetbey University, Karaman 70100, Turkey

³ Nanotechnology Research and Application Center, Sabanci University, İstanbul 34956, Turkey

⁴ Department of Engineering, Polo Scientifico Didattico di Terni, University of Perugia, Terni, Italy

⁵ Istituto Officina dei Materiali del CNR (CNR-IOM), Italy

⁶ Department of Mathematical and Computer Sciences, Physical Sciences and Earth Sciences, University of Messina, Messina, Italy

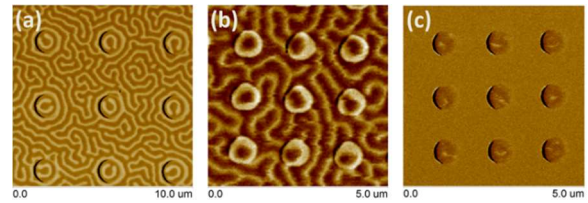
⁷ Department of Electrical and Information Engineering, Politecnico di Bari, I-70125 Bari, Italy

⁸ Institut Jean Lamour, UMR CNRS-Université de Lorraine, 54506 Vandoeuvre-lès Nancy, France

Spintronik nano-aygıtlar manyetik skyrmionlar, vorteksler, atnalı domenler gibi çok çeşitli manyetik yönelimlerin statik ve dinamik özelliklerinden yararlanarak manyetik hafıza, osilatör, sensör gibi uygulamalarla teknolojide yerini almaktadır [1,2]. Spin yörünge etkileşimi yüksek bir ağır metal ve ferromanyetik film arasındaki ara yüzeyde tetiklenen Dzyaloshinskii-Moriya etkileşimi (i-DMI) topolojik olarak kararlı manyetik skyrmion ve benzeri konfigürasyonların oluşumuna olanak sağlar ki bu yapılar son yıllarda bilim dünyasında heyecan yaratmıştır [2]. Bu çalışmada kararlı neel tipi skyrmionlar, atnalı domeni ve daha da önemlisi yakın zamanda keşfedilen radyal vorteks yapıları Pt(5nm)/Co20Fe60B20(1nm)/Ti(1nm) çoklu katmanlarında manyetik kuvvet mikroskobu (MKM) ile görüntülenerek tespit edilmiş, farklı yapılara olanak sağlayan koşullar değerlendirilmiştir [3].

Silikon alt taşlar üzerine 60 tekrarlı olacak şekilde büyütülen çoklu katmanlı yapı, elektron demet litografisi ve iyon aşındırması yöntemiyle çapları 300nm den 1200 nm ye kadar değişen diskler oluşturulmuştur. Aşındırma sonrası 45 tekrarlı sürekli film üstünde 15 tekrarlı çoklu katmanlı yapıdan oluşan dairesel diskler elde edilmiştir. Titreşen örnek manyetometresi (VSM) ölçümleri bu yapının düzleme dik anizotropiye sahip olduğunu göstermektedir. Brillouin ışık saçırması (BLS) tekniğiyle elde edilen DMI parametresi 1,5 mJ/m² olarak saptanmıştır. AC manyetik sıfırlama sonrasında ve 3T düzleme dik manyetik alan uygulanan aygıtlar üzerinde

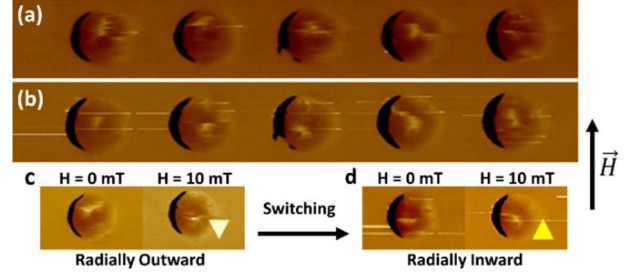
alınan MKM görüntüleri 1200 ve 500 nm disklerde sırasıyla kararlı atnalı (Şekil. 1a) ve Neel skyrmion (Şekil 1b) yapılarının oluştuğunu göstermektedir. Bu yapılar tekrar bir iyon aşındırması ile 15 tekrarlı nano diskler haline getirilmiştir. Bu sayede örneğin manyetik anisotropisinin düzleme dik doğrultudan düzlemiçi doğrultuya kaydırılmış ve diskler manyetik radyal vorteks oluşumlarına elverişli hale getirilmiştir. Şekil 1c'de bu tip diskler üzerinde alınan MKM görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1: a) 1200 nm, b) 500 nm, c) 300 nm çaplı aygıtların MKM görüntüleri.

Şekil 1c'de gözlemlenen yapıların radyal vorteks olup olmadığı manyetik alan koşullandırması altında incelenmiş ve şekil 2'de gösterilen MKM görüntülerinde açık kontrastlı manyetik yapıların uygulanan manyetik alanla hareket ettiği saptanmıştır. Aynı diklerin manyetik alan öncesi (Şekil 2a) ve sonrası (Şekil 2b) görüntülerinde alanla aynı yönde veya zıt yönde hareket ettikleri ve farkın radyal vortekslerin kiralitelerinin farklı olmasından kaynaklandığı saptanmıştır. Elde edilen verilerin simülasyon verileri ile karşılaştırılması sonucunda bu yapıların skyrmion benzeri radyal vorteks oldukları doğrulanmıştır.

Spintronik uygulamalar için umut vaat eden skyrmion bazlı yapıların oda sıcaklığında tespiti oldukça zor olduğundan bulgularımız literatüre katkı sağlamaktadır.



Şekil 2: 300 nm çapında disklerin MKM görüntüleri (a) alan yokken ve (b) gösterilen yönde 10 mT manyetik alan altında ; (c) ve (d) farklı kiralitelerin manyetik alana verilen tepkileri gösterilmiştir

KNT Polimer Arayüzünün Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi ve Moleküler Dinamik Simülasyonları ile İncelenmesi

Gözdenur Toraman¹, Elif Sert², Hasan Gülaşık³, Hande Üstünel², Ercan Gürses³

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mikro ve Nanoteknoloji Programı, 06800 Ankara/Türkiye

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800 Ankara/Türkiye

³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara/Türkiye

Günümüzde, özellikle havacılık endüstrisinde, metallerin yerini kompozit malzemeler almaktadır. Karbon fiber kompozitler, dayanıklılık ve hafiflik gibi özellikleri sebebiyle sadece havacılık ve uzay endüstrisinde değil otomotiv, inşaat gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Hâlihazırda kullanılan karbon fiberlerin çapı büyük çoğunlukla mikron düzeyindedir. Ancak son yıllarda, nanoteknolojinin gelişmesiyle birlikte bu karbon fiberlerin yerini karbon nanotüpler (KNT) almaya başlamıştır. 1991 yılında S. Iijima [1] tarafından keşfedilen KNTler kabaca rulo şeklinde sarılmış altıgen birleşimli karbon atomlarından oluşmuş grafen levha olarak tanımlanabilir. KNTler tıpkı ana malzemesi grafen gibi sağlam bir malzeme olup yüksek elastik modülüne ve ayarlanabilir elektronik özelliklere sahiptir. KNT/Polimer nanokompozitlerin deneysel açıdan test edilmesi, üretilmesi ve karışımlarının uygulanması bazı zorluklar içerdiğinden, nanotüplerin ve nanotüplerle güçlendirilmiş polimer kompozitlerin nümerik modellenmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle, KNT ve polimer arasındaki etkileşimin ve yük aktarımının doğru modellenmesi, polimerlerin mekanik özelliklerinin iyileştirilebilmesi için çok önemlidir. Bu amaç doğrultusunda, bu çalışmada KNT ve Polietereterketon (PEEK) polimerinin arayüz etkileşimleri Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi (YFT) ve Moleküler Dinamik (MD) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. 3.6 GPa seviyelerinde yüksek elastisite modülüne ve 370°C gibi yüksek erime sıcaklığına sahip olan (bu değer KNTler ile güçlendirildiğinde 390° C seviyelerine ulaşabilmektedir [2]) PEEK polimeri termoplastik bir malzeme olup, bu özellikleri sayesinde uzay araçları, nükleer reaktörler, petrol ve jeotermal kuyuları gibi zorlu koşullarda kullanıma uygundur. Çalışmamızda polimer uzunluğu, sıcaklık ve KNT'nin yapısal parametrelerine bağlı olarak PEEK polimerinin bağlanma enerjisinin değişimi incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 115M550 kapsamında desteklenmiştir.

Kaynakça

1. S. “Iijima Helical Microtubules of Graphitic Carbon”, Nature, **354**, 56-58 (1991)
2. J.A. Brydson, “Plastic Materials”, 7th Edition, Butterworth-Heinemann, 604-606 (1999)

Tavlama Sıcaklığının Mürekkepli Baskı Yöntemi İle Üretilen Gümüş Elektrotların İletkenlikleri Üzerine Etkisi

Alp Deniz Yaman^{1,2}, Nihan Akın Sönmez^{1,3}, Süleyman Özçelik^{1,4}

¹Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Teknikokullar, 06500, Ankara

²İleri Teknolojiler A.B.D., Gazi Üniversitesi, Teknikokullar, 06500, Ankara

³Elektrik ve Enerji Bölümü, Gazi Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, OSTİM-Ankara

⁴Fizik Bölümü, Gazi Üniversitesi, Teknikokullar,06500, Ankara

Mürekkepli baskı yöntemleri, özellikle elektro-optik aygıtlar için metal elektrot geliştirilmesinde ve ince filmlerin oluşturulmasında maliyet etkin bir teknik olarak, alışlagelmiş yöntemlere nazaran, daha çok gelecek vaat etmektedir. Bunun başlıca sebepleri olarak; vakum gerektirmemesi, düşük enerji sarfıyatı, sadece basılmak istenen desen için ham madde harcanması ve herhangi bir desenin basılabilmesi için maske ya da litografi gibi alışlagelmiş yöntemlere ihtiyaç duymaması, dolayısı ile de bu teknolojinin alışlagelmiş yöntemlere göre çok daha ekonomik, hızlı ve denenmesi planlanan yeni desen ve alttaşlara adaptasyonunun kolay olması gibi nedenler gösterilebilir. Ayrıca, esnek ve cam gibi amorf yüzeylerde ince metal özellikle gümüş elektrotların yüzey tutunma problemlerini de minimize eden mürekkepli baskı tekniği esnek-elektronik aygıtların geliştirilmesinde de öne çıkan bir tekniktir [1].

Bu çalışmada; sensor, güneş hücresi ve anten teknolojileri gibi iletken ince filmlerin büyük önem taşıdığı alanlarda kullanılabilen gümüş (Ag) ince filmlerin optimizasyonu çalışılmıştır. Cam alttaşlar üzerine farklı genişliklerde basılan ince film elektrotların, farklı sıcaklıklarda tavlama ile elde edilen numuneler, elektriksel ve morfolojik özellikler yönünden incelenerek en uygun genişlik ve tavlama sıcaklığı değerleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma için Sigma Aldric'ten temin edilen Ag nano-mürekkepler, PixDro LP50 inkjet printer sistemi ile kullanılarak yüksek iletkenlikte film sürekliliğine sahip Ag elektrotların geliştirilmesi başarılmıştır.

Teşekkür: Bu çalışma 2016K211220 nolu proje ile Kalınma Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça:

1. Rivadeneyra, Almudena, et al. "Design and characterization of a low thermal drift capacitive humidity sensor by inkjet-printing." *Sensors and Actuators B: Chemical* 195 (2014): 123-131.
2. Perelaer, Jolke, et al. "Inkjet-printed silver tracks: low temperature curing and thermal stability investigation." *Journal of Materials Chemistry* 18.27 (2008): 3209-3215.

Farklı Yüzeyler Üzerinde Küçük Fosforen Yongaların Dinamiği

M. Yağız Bakır¹, Taylan Görkan¹, H. Duygu Sengun¹, Ethem Aktürk^{1,2}, Salim Çıracı³¹Adnan Menderes Üniversitesi, Fizik Bölümü, 09010, Aydın²Adnan Menderes Üniversitesi, Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, 09010, Aydın³Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Siyah fosforen yapısının 2014 yılında Tomanek ve ekibi tarafından iki boyut da, fosforen olarak adlandırılmaktadır, kararlı olduğu ve kendine has fiziksel özelliklere sahip olduğunun gösterilmesi ile bilimsel çalışmaların ilgi odağı olmuştur[1]. Fosforenin silisen benzeri bir yapıya sahip olduğunun belirlenmesi bu konuda yapılan çalışmaların ivmelenmesine neden olmuştur. Bilindiği üzere boyut etkisi fiziksel sistemlerin elektronik, manyetik ve katalitik özelliklerini değiştirmektedir. Boyut etkisinin özelliklere etkisini belirlemek için literatürde daha önce detaylı olarak incelenmemiş silisen benzeri yapıya sahip mavi ve siyah fosforen yapılarından elde edilen farklı büyüklük ve geometrik biçime sahip sıfır boyutlu yongalarının özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisi yardımıyla incelenmiştir. Bu yongaların yapısal ve elektronik özellikleri belirlendikten sonra seçilen grafin ve fosforen yüzeyleri ile etkileşimleri ele alınmıştır. Etkileşmelerin fiziksel adsorpsiyon skalasında olduğu belirlendikten sonra seçilen model yongaların farklı yüzeyler üzerindeki dönme ve öteleme dinamiği incelenmiştir. Bu incelemede ki esas amaç elde edilen verilerin nanomotorların yapımında kullanılacak [2,3] veya sürtünme kuvvetini azaltabilecek yeni nanomalzemelerin (ki bu durum da biyomedikal ve mühendislikte bir çok uygulaması olabilecek bir teknoloji) [4] ve bu konularda yapılacak diğer çalışmalara katkıda bulunmasını sağlamaktır.

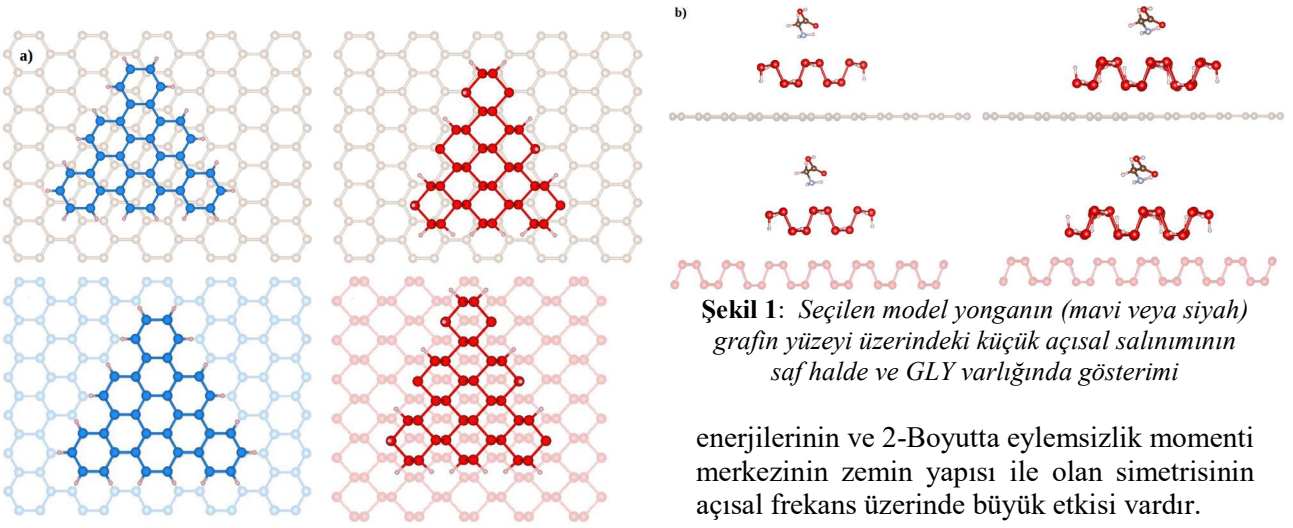
Hesaplamalar sonucunda boyut ve geometrik şeklin yongaların elektronik özelliklerinde etkin olduğu bulunmuştur. Farklı büyüklükte yongalar seçilerek atom sayısına bağlı HOMO-LUMO aralığının nasıl değiştiği belirlenmiştir. Elektronik özellikleri belirlenen yongalardan seçilen model yongaların mavi ve siyah fosforen, grafin ve MoS2 yüzeyler ile etkileşmesi detaylıca incelendiğinde yongaların dinamik özelliklerinin yüzeye bağımlılık

gösterdiği bulunmuştur. Özellikle aynı geometrik şekle ve büyüklüğe sahip yongaların dönme dinamiğinin yüzeye etkileşmeye bağımlılığı net bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Bu veriler ışığında biyolojik uygulamalarda bu sistemin kullanılabilmesi için yüzey+yonga ile glisin (GLY) aminoasitinin etkileşmesi incelenerek aminoasitin küçük dönme salınımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar yongalar ile aminoasitin etkileşmesinin salınım frekansını değiştirdiği bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda elde edilen verilerin bir kısmı gösterilmiştir.

	Moment of Inertia (kgm ²)	Kappa (kg m ² /s ²)	Angular Frequency (rad/s)	Linear Frequency (THz)	Binding Enerji (eV)
Graphene+Blue	5.554 x 10 ⁻⁴³	0.85 x 10 ⁻¹⁸	1.237 x 10 ¹²	0.197	-3.068
Graphene+Black	4.863 x 10 ⁻⁴³	2.07 x 10 ⁻¹⁸	2.063 x 10 ¹²	0.328	-2.911
Blue+Blue	5.554 x 10 ⁻⁴³	13.53x 10 ⁻¹⁸	4.94 x 10 ¹²	0.785	-2.530
Black+Black	4.863 x 10 ⁻⁴³	6.96 x 10 ⁻¹⁸	3.783 x 10 ¹²	0.601	-3.124
Graphene +33 zz Black P. + Glycine	3.888 x 10 ⁻⁴³	1.59 x 10 ⁻¹⁸	2.022 x 10 ¹²	0.321	-0.264
Black P. + 33zz Black P. + Glycine	3.885 x 10 ⁻⁴³	4.44x 10 ⁻¹⁸	3.380 x 10 ¹²	0.538	-0.213
Graphene +36 ac Black P. + Glycine	4.883 x 10 ⁻⁴³	1.84 x 10 ⁻¹⁸	1.941 x 10 ¹²	0.308	-0.324
Black P. + 36ac Black P. + Glycine	4.886 x 10 ⁻⁴³	7.36 x 10 ⁻¹⁸	3.881 x 10 ¹²	0.617	-0.277

Tablo 1: Farklı yüzeyler üzerinde model yongaların saf ve aminoasit varlığında salınım frekans değerleri gösterilmiştir.

Frekans değerleri incelendiğinde, atom sayısı farklı geometrik şekli aynı olan yongaların frekansları ile büyüklük ile ters orantılı değişmektedir. Bunun nedeni atom sayısı arttıkça yonga, yüzey ile daha fazla bağ yapmakta bu da periyodunu arttırdığı için frekansını düşürmektedir. Bir diğer konu yonga ile aynı atom uzay simetrisine sahip zeminlerin frekansı arttırması altındaki minimum değere sahip bölgenin uzak komşu atomlarının da alt tabaka atomlar ile aynı değer uzaklığa sahip olması bu da dönmeler de atom üzerinde kuvvetli bağ oluşumunu engellemektedir. Genel olarak özetleyecek olursak bağlanma



Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 119F059 kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. M. Akhtar, G. Anderson, R. Zhao, A. Alrugi, J.E. Mroczkowska, G. Sumanasekera, J. B. Jasinski "Recent advances in synthesis, properties, and applications of phosphorene", npj 2D Materials and Applications, (2017).
2. O. Üzengi Aktürk, E. Aktürk, H.H. Gürel, S. Çıracı "Tunable dynamics of a flake on graphene: Libration frequency", Physical Review B 95 125413(2017).
3. R.A van Delden, M.K.J. ter Wiel, M.M Pollard, J. Vicario, N.Koumera, B. L. Feriga, "Unidirectional molecular motor on a gold surface", nature vol. 427(7063) 1337-1340(2005)
4. D.Mandelli, I. Leven, O.Hod, H.Urbakh "Sliding friction of graphene/hexagonal-boron nitrate heterojunctions: a route to robust superlubricity", scientific reports, (2018).

Phagrafen Tipi Bor Nitrür Yapısının Atomik ve Elektronik Özellikleri

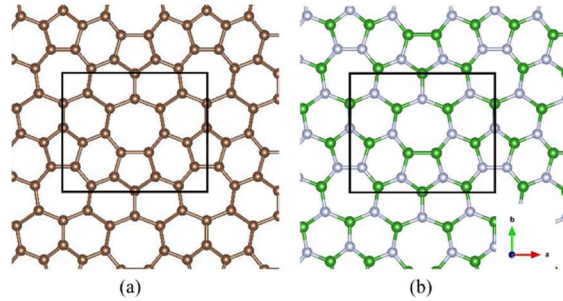
Ceren Tayran

Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Grafen karbon atomlarının tek düzlemde bal peteği örgüsü şeklinde dizilmesiyle oluşan iki boyutlu bir malzemedir. Grafen, benzersiz elektronik, mekanik ve optik özellikler sergilemektedir [1,2]. Elektronik olarak en kritik özelliği doğrusal dispersiyonlu Dirac konilerine sahip olmasıdır. Grafenin teknolojik alanlarda başarılı olması yeni iki boyutlu malzemeler aranmasına ilham olmuştur. Bunlar, silicene, germanene, iki boyutlu boron nitrid (BN), tek katmanlı molibden disülfür (MoS_2) gibi malzemelerdir [3-5]. Grafen benzeri iki boyutlu malzemeler, bileşime ve fazlara bağlı olarak yarıiletken, yalıtkan, metal veya süper iletken ve paramagnetic, diamagnetic, anti-ferromanyetik veya ferromanyetik olabilir.

Yeni önerilen karbon allotroplarından biri de phagrafen'dir. [6]. Bu malzemenin yapısında, karbon atomlarından oluşmuş çift pentagon, altı altıgen ve çift heptagon bulunur. Kusurlu bir grafen olarak düşünülebilir. Grafene göre daha az enerjilik olmasına rağmen diğer karbon bazlı allotroplara göre daha kararlıdır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, phagrafenin, dışarıdan uygulanan gerilmeye karşı dayanıklı ve ayarlanabilir Fermi hızlarına sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yöne bağlı Dirac konileri izlenmiştir.

Çalışmamızda phagrafen üzerinde yoğunlaşarak, bu yapının yalnızca Karbon atomlarından oluşmayıp Bor ve Azot atomlarının düzenlenmesiyle de oluşabileceği yapı çalışıldı (Şekil 1(a) ve (b)). Bu iki yapının atomik, elektronik ve kararlılık özellikleri yoğunluk fonksiyoneli kullanılarak tartışıldı.



Şekil 1: a) Karbon atomlu phagrafen ve b) Phagrafen tipi Bor Nitrürün atomik yapısı

Kaynakça

1. K. I. Bolotin, F. Ghahari, M. D. Shulman, H. L. Stormer, P. Kim, "Observation of the fractional quantum Hall effect in graphene", *Nature* **462**, 196–199 (2009).
2. J. Wang, S. Deng, Z. Liu, Z. Liu, "The rare two-dimensional materials with Dirac cones", *National Science Review* **2**, 22–39 (2015).
3. S. Cahangirov, M. Topsakal, E. Aktürk, H. Şahin, S. Ciraci, "Two- and One-Dimensional Honeycomb Structures of Silicon and Germanium", *Physical Review Letters* **102**, 236804 (2009).
4. N. Alem, R. Erni, C. Kisielowski, M.D. Rossell, W. Gannett, A. Zettl, "Atomically thin hexagonal boron nitride probed by ultrahigh-resolution transmission electron microscopy", *Physical Review B* **80**, 155425 (2009).
5. B. Radisavljevic, A. Radenovic, J. Brivio, V. Giacometti, A. Kis, "Single-Layer MoS_2 Transistors", *Nature Nanotechnology*, **6**, 147–150 (2011).
6. Z. Wang, X-F Zhou, X. Zhang, Q. Zhu, H. Dong, M. Zhao, A. R. Oganov, "Phagraphene: A Low-Energy Graphene Allotrope Composed of 5–6–7 Carbon Rings with Distorted Dirac Cones", *Nano Letters* **15**, 6182–6186 (2015).

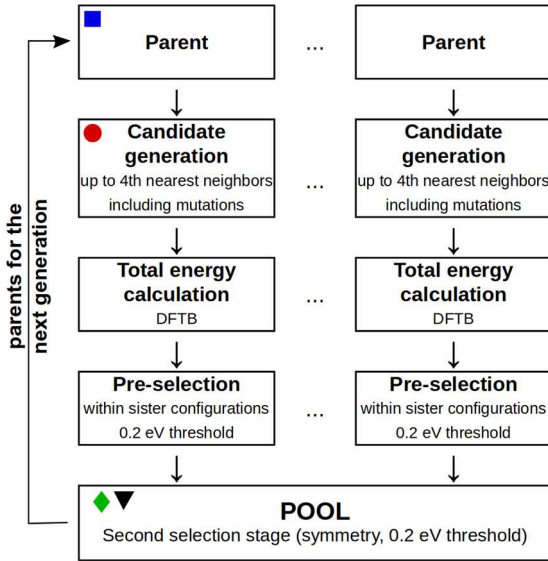
Grafen Yüzeyinde Yönlendirilmiş Hidrojen Çizgilerinin Büyütülmesi: Evrimsel Algoritma ve Yüksek İşlem Hacimli Simülasyonlar

Hâldun Sevinçli¹

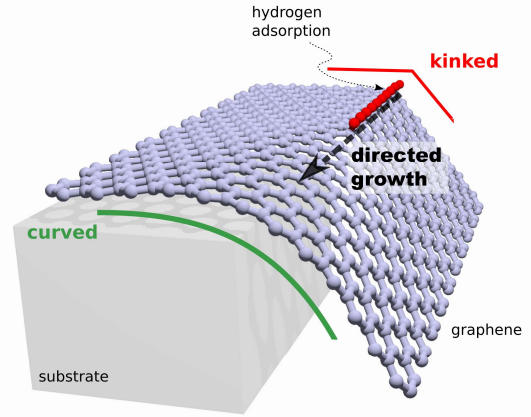
¹*İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, 35430, İzmir*

Grafenin fiziksel özelliklerini değiştirmek için ilk akla gelen yöntemlerden birisi yüzeyi hidrojenlemektir. Yüzeyin tamamen hidrojenlenmesi sıfır bant aralığına sahip grafeni yarı-iletken bir malzeme haline getirir. Bunun yanında, grafenin bant aralığını istenen aralığa getirmek için, nano-ölçekli yüzey kırışıklıklarının hidrojenlenmesi, hidrojen çizgilerinden süper-örgüler oluşturmak gibi yöntemler teorik çalışmalarda önerilmiştir. Ne var ki, bunların gerçekleştirilebilmesi için gerekli koşullar tam olarak bilinmemektedir.

Bu çalışmada,¹ evrimsel bir algoritma çerçevesinde yüksek işlem hacimli simülasyonlar yapılmıştır. Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi Tabanlı Sıkı Bağlanma yöntemi (DFTB) kullanılarak düz ve eğri grafenin hidrojenlenmesi, hidrojen sayısına göre nesiller halinde incelenmiştir (Şekil 1). Nesiller arası geçişlerde önceki nesle ait bireyler arasında bir *seçilim kuralı* yanında bir de *mutasyon* mekanizması eklenmiştir. Bu sayede *çeşitliliğin* artması ve en düşük enerjili konfigürasyona ulaşmanın kolaylaşması hedeflenmiştir (Video için bkz Ref. 2).



Şekil 1: Evrimsel algoritma. Bir önceki nesle üye bireylerden yeni nesil için adaylar türetilir. Aday türetme aşamasında bir mutasyon mekanizması ile çeşitlilik artırılır. Geometri optimizasyonu ve toplam enerji hesaplamaları sonrasında bir ön seçim, ön seçilimi geçen bireylerin oluşturduğu havuzda ise ikinci seçim kuralları uygulanarak yeni neslin bireyleri belirlenmiş olur. Bir sonraki nesle geçilir.



Şekil 2: Hidrojen atomlarının eğrilik yarıçapının minimum olduğu çizgi üzerinde adsorpsiyonu.

Bu çerçevede gerçekleştirilen yaklaşık 6000 hesaplama sonucunda, düzlemsel grafende hidrojenlerin öbikleşmek yerine “armchair” yönünde çizgisel bir geometri tercih ettikleri görülmüştür. Altaş ile etkileşme sonucu eğrilik kazanan grafene bir hidrojen atomunun bağlanma enerjisinin eğrilik yarıçapının minimum olduğu hat üzerinde maksimum

olduğu; hidrojen atomlarının bu hat üzerinde bir çizgi oluşturacak şekilde sıralamayı tercih edecekleri gösterilmiştir (Şekil 2). Çizgi oluşumu, grafenin eğrilikle artan kimyasal reaktivitesinin yanında, hidrojenlenme ile oluşan dirsekli geometrinin sp^3 bağ açılarıyla uyumlu olması ile de ilgilidir. Çizgisel hidrojen adsorpsiyonu sayesinde iki-boyutlu yapı üzerinde sonlu bant aralığına sahip bir-boyutlu nano-şeritler oluşturmak mümkün olabilecektir.³

Teşekkür: Bu çalışmada ULAKBİM Yüksek Başarılı Hesaplama Merkezi'nin kaynakları kullanılmıştır.

Kaynakça

1. G. Ozbal, J. T. Falkenberg, M. Brandbyge, R. T. Senger, H. Sevinçli, “Directed Growth of Hydrogen Lines on Graphene: High Throughput Simulations Powered by Evolutionary Algorithm”, *Phys. Rev. Materials* **2**, 073406 (2018).
2. <http://hsevinclilab.iyte.edu.tr/DirectedGrowth/evolution.avi>
3. J. T. Rasmussen, T. Gunst, P. Bøggild, A.-P. Jauho, and M. Brandbyge, “Electronic and transport properties of kinked graphene” *Beilstein J. Nanotechnol.* **4**, 103 (2013)

Grafenin Çeşitli Polimerlere Aktarılması

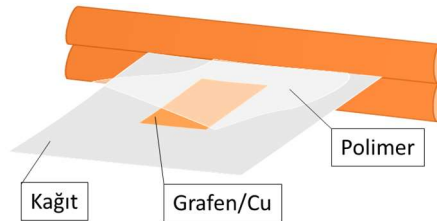
Uğur Yiğit İnkaya¹, Ahmet Oral¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Yoğunluğu elektrik alan etkisi ile değiştirilebilen yüksek mobiliteli yük taşıyıcıları [1], optik geçirgenliği [2] ve elastikliği [3], grafeni esnek ve saydam elektrotların imalatı için uygun bir malzeme yapar.

Grafen üretim yöntemlerinin arasında, kimyasal buhar biriktirme (KBB) en yaygın metottur. Bu yöntem, hidrokarbonların metal katalizör üzerinde yaklaşık 1000°C'lik sıcaklıkta ayrışması yoluyla grafen sentezini içerir. Grafen bu şekilde sentezlendikten sonra, uygulama için katalizörden hedef alttaşa aktarılır. Esnek alttaşlara aktarım için laminasyon işlemi kolayca uygulanabilir [4].

Biz KBB ile sentezlenmiş grafeni yaygın kullanımda olan ticari polimerik malzemelerin üzerine aktardık. Grafen, atmosferik basınçlı KBB (ABKBB) ile argon, metan ve hidrojen gazları kullanılarak 1000°C'de 20 µm kalınlığındaki bakır folyo katalizör üzerinde sentezlendi. Laminasyon makinesi kullanılarak uygulanan ısı ve/veya basıncın etkisinden dolayı polimerlerin viskoelastik özelliklerinin değişimi grafenin aktarımını mümkün kıldı (Şekil 1). Oluşan laminanttan uygun ebatlarda dörtgen biçimli numuneler kesildikten sonra bakır katmanı sulu FeCl₃ çözeltisiyle aşındırılarak van der Pauw ve Hall etkisi ölçümleri için hazır hale getirildi. Numunelerin köşelerindeki elektriksel kontaklar, bakır katmanının aşındırmadan kısmen korunmasıyla veya gümüş boya kullanılarak oluşturuldu. Böylece polimerik alttaşların üzerine aktarılan grafenin levha direnci, taşıyıcı yük tipi ve yoğunluğu, Hall katsayısı, ve mobilitesi ölçüldü.



Şekil 1: Grafen taşıyan bakır folyonun polimer ile laminasyonu

Kaynakça

1. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, A. A. Firsov, , “Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films”, Science **306**, 5696 (2004).
2. R. R. Nair, P. Blake, A. N. Grigorenko, K. S. Novoselov, T. J. Booth, T. Stauber, N. M. R. Peres, A. K. Geim, “Fine Structure Constant Defines Visual Transparency of Graphene”, Science **320**, 1308 (2008).
3. C. Lee, X. Wei, J. W. Kysar, J. Hone, “Measurement of the Elastic Properties and Intrinsic Strength of Monolayer Graphene”, Science, **321**, 385-388 (2008).
4. L. G. P. Martins, Y. Song, T. Zeng, M. S. Dresselhaus, J. Kong, P. T. Araujo, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, **110**, 44 (2013).

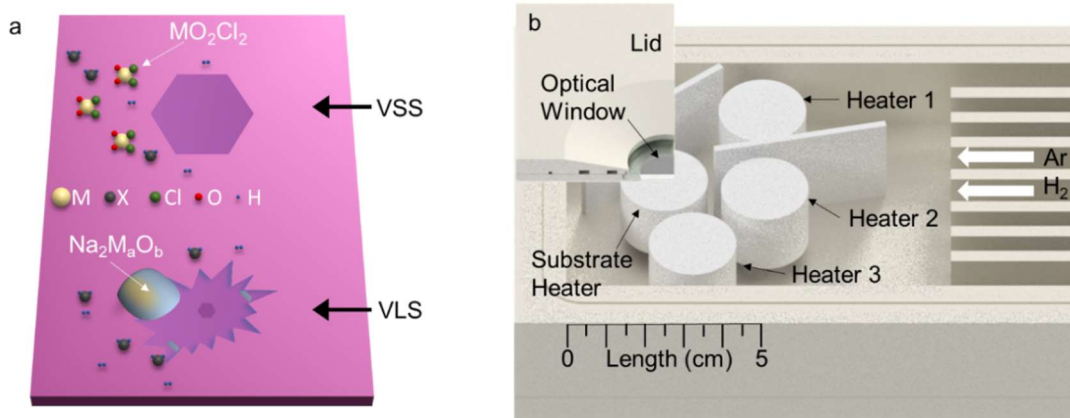
Atomik İncelikte Geçiş Metali Kalkojenlerinin Sentezlerinin Gerçek Zamanlı Gözlemi ve Elektronik Özelliklerinin İncelenmesi

Hamid Reza Rasouli¹, Naveed Mehmood¹, Onur Çakıroğlu², T. Serkan Kasırga^{1,2}

¹UNAM – Institute of Materials Science and Nanotechnology, Bilkent University, Ankara 06800, Turkey

²Department of Physics, Bilkent University, Ankara 06800, Turkey

İki boyutlu (2B) katmanlardan oluşan geçiş metali (GMK) gösterdikleri sıradışı özellikler ve barındırdıkları potansiyel sebebi ile yoğun madde fiziğinin sıcak konularından biri haline geldi. Bu malzemelerde tek katman sınırında gözlemlenen sıradışı özelliklerin daha kolay erişilebilir ve geniş alan uygulamalarda kullanılabilir hale gelmeleri için geniş alanlarda yüksek kaliteli filmlerin sentezine olanak verecek yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle kimyasal buhar biriktirme (KBB) yöntemi yüksek kaliteli filmlerin geniş alan sentezine olanak vermesinden ötürü 2B malzeme çalışmaları için önemlidir. Ancak, KBB yöntemi her ne kadar yaygın olarak kullanılsa da 2B kristallerin büyüme mekanizmaları tam olarak net değildir. Zira konvansiyonel olarak kullanılan istiridy fırınlarında büyüme ile ilgili gözlem yapmak mümkün değildir. Bu nedenle büyüme mekanizmaları ancak büyüme yarıda kesilerek veya dolaylı yöntemlerle araştırılmaktadır. Tam olarak bir anlayışın geliştirilebilmesi için gerçek zamanlı gözlem ve büyütme parametrelerinin kontrolüne izin verecek bir sistem gereklidir. Bu konuşmanın ilk kısmında özel-yapım bir KBB fırınının 2B GMK'lerin büyüme mekanizmalarının araştırılmasında nasıl kullanılabileceğini WSe₂, MoSe₂ ve katmanlı VO_x kristallerinin sentezleri üzerinden göstereceğiz. Bu sayede buhar-katı-katı (BKK) [1] ve buhar-sıvı-katı (BSK) [2] mekanizmaların görsel olarak gözlemleyerek, sıvı ara bileşiklerin büyütmenin şekillendirilmesinde nasıl kullanılabileceğini ve H₂'in büyütme üzerindeki etkisini gösterdik. Ayrıca MoSe₂/WSe₂ heteroyapılarının oluşumunu aydınlattık. Konuşmanın ikinci kısmı ise bu yöntemle büyütülen nispeten daha az çalışılmış NbS₂ ve ilk defa grubumuz tarafından büyütülen VO_x kristallerinin elektronik özelliklerinde bahsedeceğiz.



Şekil 1: a) NaCl destekli büyütmede BKK ve BSK büyütme mekanizmalarının gösterimi, b) Yapılan özel-üretim KBB fırınının şematik gösterimi.

Kaynakça:

1. J. Zhou, J. Lin, "A library of atomically thin metal chalcogenides", Nature **556**, 355-359 (2018).
2. S. Li, Y. "Vapour-liquid-solid growth of monolayer MoS₂ nanoribbons", Nature Materials **17**, 535-542 (2018).
3. H.R. Rasouli, "Real time optical observation and control of atomically thin transition metal dichalcogenide synthesis", 2D Materials (incelemede).

POSTER SUNUMLARI

InGaN/GaN Yapılar için Raman Analizi

Ahmet Kürşat Bilgili¹, Mustafa Kemal Öztürk¹, Süleyman Özçelik², Ekmel Özbay³

¹Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü, Beşevler 06500 Ankara

²Gazi Üniversitesi Fotonik Araştırma Merkezi, Beşevler, 06500 Ankara

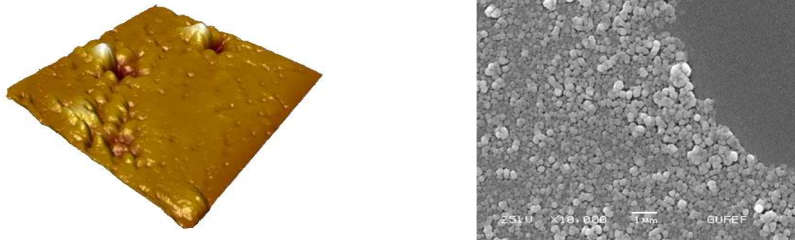
³Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümü, Bilkent, 06600 Ankara

Raman saçılması, ışık moleküler titreşimlerle etkileştiği zaman oluşur. Bu daha çok bilinen kızılötesi soğurma spektroskopisi ile benzerdir ancak farklı kuralları vardır. Raman etkisinin oluşabilmesi için titreşim sırasında bir moleküler polarizite değişimi gerekir. Raman spektrumunda kızılötesinde bulunmayan bazı titreşimler görürüz. Bunun nedeni farklı seçim kurallarıdır.

Raman spektrumunu elde etmenin ilk adımı numuneyi lazer gibi monokromatik bir ışıkla aydınlatmaktır. Saçılan birçok fotonun enerjisi değişmez. Buna Rayleigh saçılması denir. 10 milyonda bir foton enerji kaybeder ya da kazanır(Raman saçılması). Bu Raman kaymasının oluşmasının sebebi fotonların moleküler titreşimlerle enerji alışverişinde bulunmasıdır. Enerji kaybedilmesi durumuna STOKES, enerji kazanılması durumuna ANTI-STOKES denir.

Gönderilen fotonların enerjisindeki değişim molekülün titreşim frekansına bağlıdır. Titreşim çok hızlıysa (yüksek frekans) hafif atomlar kuvvetli bağlarla bağlı demektir, bu durumda enerji değişimi önemlidir. Eğer titreşim yavaşsa (düşük frekans), ağır atomlar zayıf bağlarla bağlıdır. Bu durumda enerji değişimi küçüktür. Numunelerin her biri ayrı ayrı 785 nm dalga boyuna sahip lazer ile 60 s taranmıştır. Çalışmamızın önceki bölümlerindeki XRD analizine benzer olarak malzemenin kimliği şiddetten, bireysel bant değişimlerinden kristalite, numunenin pozisyonuna göre spektrumdaki değişimlerden ise kompozisyon ve stres belirlenebilir. Bu çalışmada sadece malzemenin kimliği Raman spektroskopisi ile doğrulanmıştır. Diğer parametreler XRD analizi ile belirlenmiştir.

Raman spektroskopik verileri mevcut çalışmada InGaN/GaN yapısı hakkında önemli bilgiler sunmuştur. InGaN/GaN/Al₂O₃ yapısının Raman spektrumu 1340 cm⁻¹ civarında keskin bir pik vermiştir. Bu pik InGaN/GaN yapısının üzerine büyütüldüğü Safir (Al₂O₃) yapısıyla veri tabanında örtüşmektedir. Bu titreşim Al₂O₃'ün bağ gerilmesinden kaynaklanmaktadır. 425 cm⁻¹ civarında GaN'ın Ga-N bağından kaynaklanan bir pik daha vardır. Sırasıyla, 570 cm⁻¹'de InGaN ve 1075 cm⁻¹ civarında zamanla oluşan beyaz pas pikleri de görülebilir. Örnek A'da beyaz pas pikinin şiddeti, örnek B ve C'ye nazaran daha azdır. Bunun nedeni numunelerin oksit tabakalarını gidermek için kimyasal işleme tabii tutulmalarıdır. Örnek A 15 dakika, örnek C, 5 dakika kimyasal temizleme işlemine tabii tutulurken, örnek B herhangi bir kimyasal temizleme işlemine sokulmamıştır. Bu yüzden örnek B'deki beyaz pas piki en şiddetlisidir. Bu beyaz paslar AFM ve SEM görüntülerinde net olarak seçilebilir. Şekil.1'de AFM görüntülerinde beyaz bölgeler beyaz pas görüntüleridir. Yine şekil.1'de SEM x10.000 görüntülerinde bu beyaz paslar net olarak görüntülenmiştir. Beyaz pasın kimyasal bileşiminde Zn(çinko) ve C(karbon) bulunmaktadır. Havanın içinde de (özellikle eksoz dumanının çok olduğu bölgelerde) Bu tür bir pasın numunelerin üzerinde oluşması doğaldır.



Şekil 1: Numune A için AFM ve SEM görüntüleri.

Si_{1-x}Ge_xC₄ Alaşımlarının Yapısal, Elektronik, Elastik, Dinamik ve Optiksel Özelliklerinin Ab-Initio Metodla İncelenmesi

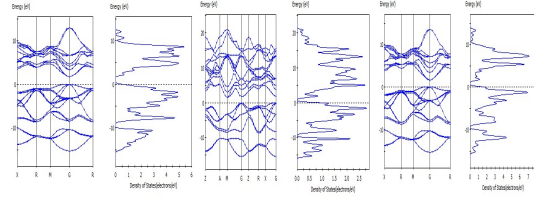
A. Gültekin¹, E. Sever¹, U. Özdemir², M. Kemal Öztürk¹

¹ Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü 06500, Ankara

² T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 06510, Ankara

Yarıiletken cihazlara olan talebin her geçen gün artması, özellikle de optoelektronik cihazlarda ve ışık yayın diyotlarda (LEDs, Light Emitting Diodes) ve lazer diyotlarda (LDs, Laser Diodes) görünür bölgedeki mavi ve yeşil dalga boylarında sıklıkla kullanılmaları, araştırmaların II-VI ve III-V grubu bileşikleri üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur [1]. GeC ve SiC alaşımları yarı iletken karakter gösterdiklerinden dolayı, endüstride oldukça önemli bileşiklerdir. Bu çalışma da Yoğunluk Fonksiyoneline dayalı bir program olan CASTEP (Cambridge Tequential Total Energy Package) [1-4] kodu kullanılarak, Si, Ge ve C 'un norm conserving psedopotansiyelleri; Perdew, Burke ve Ernzerhof tarafından parametrize edilen GGA yaklaşımı ve Troullier–Martins simülasyonunu kullanılarak üretildi[5]. Si_{1-x}Ge_xC₄ Alaşımlarının yapısal özellikleri; optik özellikleri, elektronik özellikleri, elastik sabitleri ve bu sabitlere bağlı olarak, Bulk modülü, young modülü, shear modülü, Poisson oranı, sıkıştırılabilirlik ve B/G oranı, hesaplanmıştır. X bileşenleri için, kromer-kronig bağıntıları kullanılarak Dielektrik sabitleri ve Dielektrik sabitlerine bağlı olarak kırılma indisi, soğurma katsayısı, enerji kayıp fonksiyonu hesaplandı. Bunların dışında elastik sabitleri, elastik sabitleri kullanılarak, Bulk modülü, young modülü, shear modülü, Poisson oranı, sıkıştırılabilirlik ve B/G oranı hesaplandı. Üçlü alaşımların bu özellikleri, ikili bileşiklerin özellikleri kullanılarak bulundu. Tüm alaşımlar direkt bant geçişine sahip,

yarıiletken özellik göstermektedirler. Şekil 1' de gösterildi. Soğurma katsayısının, Dielektrik fonksiyonun imajiner kısmının ve sönüm katsayısının yükselmeye başladığı değerlerin, yasak bant aralığına yakın olduğu görüldü. Kırılma indisi ile dielektrik sabitinin reel kısmının ve Dielektrik fonksiyonun imajiner kısmı ile sönüm katsayısının benzer özellikler gösterdiği görülmektedir. Elastik sabitleri (x=0.25), (x=0.50) ve (x=0.750) değerleri için hesaplandı ve mekanik denge koşullarını sağladığı görüldü ve elastik sabitleri tablo 1'de gösterildi.



Şekil 1: Si_{1-x}Ge_xC₄ band yapısı ve durum yoğunluğu fonksiyonu

Alaşımların adı	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₃₃	C ₄₄	C ₆₆
Si _{0.25} Ge _{0.75} C ₄	335	109			209	
Si _{0.5} Ge _{0.5} C ₄	453	20	115	350	214	119
Si _{0.75} Ge _{0.25} C ₄	367	120			228	

Tablo 1: Si_{1-x}Ge_xC₄ için hesaplanan elastik sabitleri

Kaynakça:

1. R. Gunshor, A.Nurmikko, Mater. Res. Bull.15 (1995).
2. C. Verie // J. Crystal Growth 184 (1998) 1061.
3. Waag A et al 1998 J. Cryst. Growth 184/185 1
4. C. Verie, J. Cryst. Growth 184/185, 1061 (1998)
5. K. Maruyama, K. Suto, and J.-I. Nishizawa, J. Cryst. Growth 214/215, 104 (2000).
6. M. Androulidaki, N. T. Pelekanos, K. Tsagaraki, E. Dimakis, E. Iliopoulos

Yüksek Voltaj ve Düşük Kaçak Akım İçin ALD ile Pasive Edilmiş MIS HEMT Üretimi

Deniz Gülcü^{2,5}, Adem Tataroğlu⁵, Ekmel Özbay^{1,2,3,4}

¹*AB Mikro Nano - Aselsan Bilkent Mikro Nano Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş. Bilkent University, 06800 Ankara, Turkey*

²*Nanotechnology Research Center, Bilkent University, 06800 Ankara, Turkey*

³*Department of Electrical and Electronics Engineering, Bilkent University, 06800 Ankara, Turkey*

⁴*Department of Physics, Bilkent University, 06800 Ankara, Turkey*

⁵*Department of Advanced Technologies, Gazi University, 06500 Ankara, Turkey*

AlGaIn/GaN çoklu epitaksiyel yapısı, yüksek elektron mobiliteli transistörlerde (HEMT); yüksek çıkış gücü, yüksek frekans, yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılır. Elektriksel olarak; yüksek kırılma gerilimi, yüksek iki boyutlu elektron gazı (2DEG) yoğunluğu ve yüksek elektron doyum hızı gibi üstünlükler sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde iletişim, uydu ve radar uygulamalarında AlGaIn/GaN HEMT yapısı oldukça önemlidir[1,2]. Transistör, çoklu epitaksiyel yapısının ara yüzeyde oluşturduğu 2DEG' in kontrol edilmesiyle çalışmaktadır. İki omik kontakta oluşan akaç ve kaynak arasına Schottky bir kontak yerleştirilerek (kapı) elektronların akışı kontrol edilmektedir. 2DEG sayesinde, elektronların hareketi sırasında yapıyla olan etkileşimleri oldukça azalacaktır[2]. Ancak üstün özelliklerinin yanı sıra aygıt performansını olumsuz etkileyen parametreler bulunmaktadır. Bunların temel sebeplerinden biri akım kaçaklarıdır.

Bu çalışma kapsamında; akım kaçaklarının azaltılmasına yönelik olarak Atomik Tabaka Biriktirme (Atomic Layer Deposition – ALD) yöntemi ile Al₂O₃ ara pasivasyon katmanı kaplaması yapılmıştır[3]. Farklı kalınlıklarda kaplanan Al₂O₃ ile akım kaçaklarının minimum seviyeye indirilerek, yüksek gerilim ile çalışan, aygıt performansının iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'nde (NANOTAM) yapılmaktadır.

Kaynakça

1. U. K. Mishra, P. Parikh, and Y.-F. Wu, “AlGaIn/GaN HEMTs—An overview of device operation and applications,” IEEE, vol. 90, no. 6, pp. 1022–1031, Jun. 2002
2. P. Kordos, P. Kúdela, D. Gregušová, and D. Donoval, “The performance of AlGaIn/GaN heterostructure field-effect transistors,” Semicond. Sci. Technol., vol. 21, no. 12, pp. 1592–1596, Dec. 2006
3. R. Lossy, H. Gargouri and M. Arens, J. Wurfl “Gallium nitride MIS-HEMT using atomic layer deposited Al₂O₃ as gate dielectric” Journal of Vacuum Science & Technology A Vacuum Surfaces and Films Jan. 2013

The Annealing Effect of Iron-based Superconductors

D. Farisoğulları^{1,2}, F. Karadağ¹, Y. Takano², A. Ekicibil¹

¹Department of Physics, Faculty of Sciences and Letters, Cukurova University, 01330, Adana, Turkey

²WPI-MANA, National Institute for Materials Science, 1-2-3 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-0047, Japan

In this work, $\text{Fe}_{1+d}\text{Te}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ ($d = 0.05$) polycrystals have been synthesized by using solid state reaction, in order to investigate the effect of Sulfur annealing in the amount of excess iron. For this purpose, the physical properties of the sample have been investigated by Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS), X-ray diffraction (XRD) and magnetic techniques. The superconducting single phase is obtained in the as-grown crystals [1,2]. The superconducting transition temperature is observed at about 12.4 K in $\text{Fe}_{1+d}\text{Te}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ $d= 0.05$. After sulfur annealing the temperature ranging between 100⁰ and 300°C for 3 hours, the XRD results show that the S-annealing samples have tetragonal structure, with hexagonal structure. We found that the S-annealed sample show a definitive trace of superconductivity. The diamagnetic signal is enhanced and superconducting transition temperature reach up to 11.5,13.2 13.8 K for increasing the annealing temperature in $\text{Fe}_{1+d}\text{Te}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ $d= 0.05$, respectively. The improvement in superconductivity has been attributed to the removal of excess Fe, which is inevitably incorporated in the as-grown crystals, by the annealing [3].

Acknowledge: This work was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) [Grant No:1059B141600647].

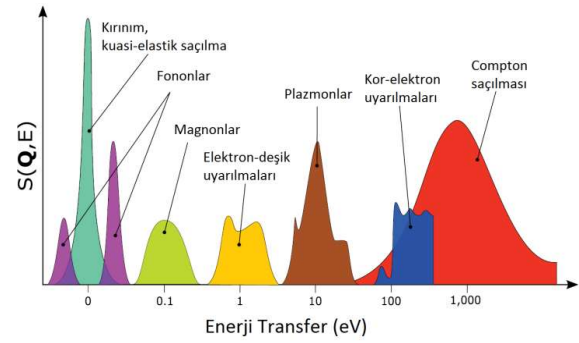
References

1. Y. Koshika, T. Usui, S. Adachi, T. Watanabe, K. Sakano, S. Simayi and M. Yoshizawa “Effects of Annealing under Tellurium Vapor for $\text{Fe}_{1.03}\text{Te}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$ Single Crystals” Journal of the Physical Society of Japan 82 (2013) 023703.
2. C. Dong, H. Wang, Z. Li, J. Chen, H. Q. Yuan and M. Fang “Revised phase diagram for the $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$ system with fewer excess Fe atoms” Physical Review 84, 224506 (2011).
3. K. Deguchi, A. Yamashita, T. Yamaki, H. Hara, S. Demura, S. J. Denholme, M. Fujioka, H. Okazaki, H. Takeya, T. Yamaguchi and Y. Takano “Excess iron deintercalation induced superconductivity in $\text{Fe}(\text{Te}, \text{Se})$ and $\text{Fe}(\text{Te}, \text{S})$ via sulfur annealing” Journal of applied physics 115, 053909 (2014).

Sinkrotron Işınımı Kaynaklı Elastik Olmayan X-ışını Saçılmaları

Didem Ketenoğlu¹, Georg Spiekermann², Manuel Harder³, Hasan Yavaş⁴¹Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği, 06100, Ankara²University of Potsdam, Institute of Earth and Environmental Science, Potsdam³Photon Science at DESY, Hamburg⁴SLAC National Accelerator Laboratory, California

Rezonans ve rezonans olmayan elastik olmayan X-ışını saçılma spektroskopisi (**RIXS**, **XRS**) malzemede farklı temel uyarılmaların (fonon, magnon, kor elektron uyarılmaları vb.) araştırılmasında kullanılan, modern sinkrotron kaynaklarına dayalı yöntemlerdir. Her iki teknik de malzemelerin yığın özelliklerini çalışmaya olanak sağladığından, yüksek sıcaklık-basınç gibi sıradışı koşullarda bulunan örneklerin ve sıvı fazda gerçekleşen kimyasal ve biyolojik reaksiyonların gerçek koşullar altında incelenmesini mümkün kılar. **RIXS**, malzemede fonon, magnon vb. düşük enerji transferli uyarılmaların momentum çözünürlüklü olarak ölçümüne olanak sağlayarak, yüksek sıcaklık süperiletkenlerdeki bir çok soruya cevap sağlamaktadır [1]. Bu düşük enerjili uyarılmaların gözlenebilmesi ancak yüksek enerji çözünürlüğüne sahip spektrometreler ile mümkündür. 9 keV' lik X-ışını enerjisinde çalışan RIXS spektrometresi için küresel eğik quartz analizör üretilerek, şimdiye kadarki en yüksek enerji çözünürlük değeri elde edilmiştir ve üretilen quartz analizör ile Berilyum tek kristalindeki fonon uyarılmaları gözlenmiştir [2].



Şekil 1: Temel uyarılmalar

XRS ise, sert X-ışınları (~ 10 keV) ile yumuşak X-ışınları bölgesindeki (~ 50-1000 eV) kor elektron uyarılmalarını (Oksijen K-, Karbon K-soğurma enerjileri vb.) vakum ortamı gerektirmeden ölçmeye imkan verdiğinden, sıra dışı koşullardaki örnek ortamları için alternatifi olan X-ışını soğurma spektroskopisine göre tercih edilir [3]. Lityum iyon pilinin sıvı elektrolit ortamı XRS tekniği ile birlikte akış hücresi kullanılarak ilk defa incelenmiştir ve kullanılan yöntem farklı molariteler için 0.02 eV kadar düşük enerji değişimlerini gözlemeye olanak sağlamıştır [4].

Teşekkür: Bu çalışmalar, TÜBİTAK-2219 “Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı” ve TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) tarafından “SESAME (Orta Doğu Sinkrotron Işınımı Deneysel Bilim ve Uygulamaları Uluslararası Merkezi) Faaliyetleri” kapsamında desteklenmiştir.

Kaynakça

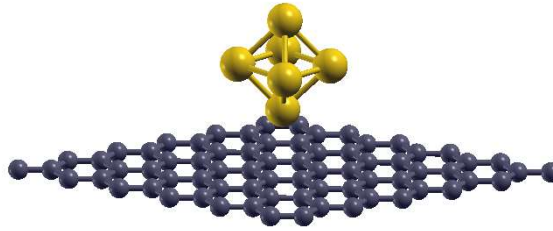
1. L. J.P. Ament *et al.*, “Resonant Inelastic X-ray Scattering Studies of Elementary Excitations”, *Rev. Mod. Phys.* **83**, 705 (2011).
2. D. Ketenoglu *et al.*, “Resonant inelastic X-ray scattering spectrometer with 25 meV resolution at the Cu K-edge”, *Journal of Synchrotron Radiation* **22**, 961 (2015).
3. U. Bergmann *et al.*, “Bulk-sensitive XAS characterization of light elements: from X-ray Raman scattering to X-ray Raman spectroscopy”, *Microchemical Journal* **71**, 221 (2002).
4. D. Ketenoglu *et al.*, “X-ray Raman spectroscopy of lithium-ion battery electrolyte solutions in a flow cell”, *J. Synchrotron Radiation* **25**, 537 (2018).

Grafen ve Altın Yapıları Arasındaki Sürtünmenin Yük Yoğunluğu Fonksiyoneli Teorisi Kullanılarak İncelenmesi

Duygu Gizem Şentürk¹, Hande Toffoli¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mikro ve Nanoteknoloji Bölümü, 06800, Ankara

Birbiri üzerinde göreceli olarak hareket ettirilen yüzeyler arasındaki mekanik ve elektronik etkileşimler sonucu sistemden enerji kaybına sebep olan sürtünme kuvvetinin nano ölçekteki karakterizasyonu ve bağlı olduğu etmenlerin incelenmesi deneysel olarak Sürtünme Kuvveti Mikroskobu (SKM) kullanılarak mümkün olmaktadır. Atomik Kuvvet ve Tarayıcı İğne Mikroskoplarının bir çeşidi olan SKM'lerde prob ucu ve incelenen yüzey arasındaki etkileşimin yük yoğunluğu fonksiyoneli teorisi (density functional theory, DFT) kullanılarak atomik düzeylerde anlaşılabilmesi ise hem pek çok türde materyalin araştırılabilmesi bağlamında yarattığı esneklik hem de deneysel açıdan test edilmesi zor olan sistemlerin incelenmesini kolaylaştırması sebebiyle DFT gibi nümerik hesaplama metodlarının nanotriboloji alanında önemli bir yer edinmesini sağlamıştır.



Şekil 1: Tek katmanlı grafen üzerine yerleştirilmiş Au₆Nanotopak yapısı

Bu çalışmamızda altın ve grafen yüzeyleri arasındaki yanal manipülasyona bağlı sürtünme davranışının özellikleri araştırılmıştır. Bu doğrultuda tek altın atomu, farklı geometrik yapılardaki altın nanotopakları (Şekil 1) ve yüzey merkezli kübik kristal (fcc) bir yapıya sahip olan altının (100), (110) ve (111) arayüzleri ele alınmış, bahsi geçen yapılar ile tek katmanlı grafen arasındaki sürtünme kuvvetinin büyüklüğü çeşitli atomik konfigürasyonlarda birbirleri ile karşılaştırmalı olarak hesaplanmıştır. Yapılan DFT hesaplamaları “Quantum Espresso” programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 115F493 kapsamında desteklenmektedir.

2 Boyutlu Mo₂C ve Sc₂C MXene Bileşiklerinin Yapısal, Elektronik ve Termoelektrik Özelliklerinin Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi ile İncelenmesi

Emre Bölen¹, Engin Deligöz¹, Hacı Özışık¹

¹Aksaray Üniversitesi, Fizik Bölümü, 68100, Aksaray

“MXene” 2 Boyutlu malzemelerin yeni ailelerinden biri olup gösterdiği sıradışı özelliklerinden dolayı araştırmacıların yoğun bir şekilde dikkatini çekmektedir [1,2]. MXene bileşikler genel olarak MAX fazından A elementinin kimyasal yöntemlerle sökülmesi ile elde edilir. MAX fazlarının kimyasal formülleri M_{n+1}AX_n şeklindedir. Burada M bir erken geçiş metali, A periyodik cetvelin IIIA veya IVA grubundan bir element ve X ise C veya N'dir [3].

MXene yapılarının yüksek elektriksel iletkenlikleri ve göreceli büyük seebeck katsayıları göstermesinden dolayı termoelektrik malzemeler için umut verici birer aday oldukları daha önce belirtilmiştir [4-6]. Termoelektrik malzemeler termal ve elektrik enerjisi arasında bir dönüşüm sağladığı için geniş bir araştırma sahasını meşgul etmektedir. Termoelektrik malzemelerin etkisi boyutsuz olan ZT değeri ile ölçülebilir. Genellikle ZT değeri 1 den büyük olan malzemelerin termoelektrik özellik gösterdiği düşünülür. ZT değeri [7]

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} T$$

ile verilir. Burada T sıcaklık, S Seebeck katsayısı, σ ve κ sırasıyla elektronik ve termal iletkenliklerdir. Buradan anlaşılacağı üzere yüksek termoelektrik performans gösteren malzemeler yüksek seebeck katsayısı ve elektriksel iletkenlikle ve düşük termal iletkenlik ile karakterize edilir.

Bu çalışmada Mo₂C ve Sc₂C MXene bileşiklerinin yapısal, elektronik ve termoelektrik özellikleri düzlem dalga pseudo potansiyel yaklaşımı kullanılarak VASP (The Vienna Ab initio Simulation Package) [8-10] paketi ile ve termoelektrik özellikleri Boltzman teorisinin uygulanması ile Medea-VASP [11] paketi kullanılarak hesaplanarak literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır [4-6].

Kaynakça

1. M. Naguib, M. Kurtoglu, V. Presser, J. Lu, J. Niu, M. Heon, L. Hultman, Y. Gogotsi, M. W. Barsoum “Two-Dimensional Nanocrystal Produced by Exfoliation of Ti₃AlC₂”, *Advanced Materials*, **23**, 20185-2192, (2011)
2. M. Naguib, O Mashtalir, V. Presser, J. Lu, L. Hultman, Y. Gogotsi, M. W. Barsoum “ Two-Dimensional Transition Metal Carbides”, *Acs Nano*, **2**, 1-5 (2012)
3. M. W. Barsoum “The MN+1AXN phases: A new class solids: Thermodynamically stable nanolaminates” , *Progress in Solids State Chemistry* **28**, 201-281, (2000)
4. S.Sarı Kurt, D.Çakır, M.Keçeli and Cem Sevik, “ Influence of functionalization on thermal transport and thermoelectric properties of MXene monolayers”, *Nanoscale* **10**, 8859-8868 (2018).
5. H. Kim, B.Anasori, Y. Gogotsi, H. N. Alshareef “Thermoelectric properties of Two-Dimensional Molybdenum Based MXenes”, *Chemistry of Materials*, **29**, 6472-6479, (2017)
6. S. Kumar and U. Schwingenschlögl, “ Thermoelectric performance of functionalize Sc₂C MXenes” *Physical Review B* **94**, 035405, (2016)
7. G.J. Snyder, E.S. Toberer, “ Complex thermoelectric materials”, *Nature Materials*, **7**, 105-14 (2008).
8. G. Kresse, J. Hafner, “ Ab initio molecular Dynamics for liquid metals” *Physical Review B* **47** 558 (1993).
9. G. Kresse, J. Furthmuller, “Efficiency of ab-initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set “*Computational Material Science* **6** (1996).
10. G. Kresse, J. Furthmuller, “Efficient iterative schemes for ab initio total-energy calculations using a plane-wave basis set” *Physical Review B* **54** 11169 (1996).
11. Material Designs Inc. Medea® VASP (2015). Available: at <http://www.materialsdesign.com/medea/medea-vasp>.

Al / CdZnO / p-Si (MYY) Yapılarının Voltaja Bağlı R_s ve N_{ss} Profillerinin Empedans Ölçümleri ile İncelenmesi

Esra Erbilen Tanrıkulu¹

¹Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Bu çalışmada, (CdZnO) aratabakasına sahip Al/p-Si (MYY) yapıların elektriksel özellikleri oda sıcaklığında, geniş bir frekans ve voltaj aralığında gerçekleştirilen empedans (kapasitans- voltaj (C-V) ve iletkenlik-voltaj (G/ω -V)) ölçümleri ile incelendi. Deneysel sonuçlar, hem kapasitans hem de iletkenlik değerlerinin, ideal metal-yalıtkan / oksit-yarı iletken (MYY veya MOY) tipi yapılar gibi tersinim, tükenim ve birikim bölgelerine sahip olduğunu ve frekansın ve voltajın güçlü bir fonksiyonu olarak bulunduğunu göstermektedir. Seri direncin (R_s) voltaja bağımlı profili, her frekans için Nicollian ve Brews [1] tarafından geliştirilen empedans yöntemi ile elde edilmiştir. Nicollian-Brews metoduna göre gerçek R_s değeri, yeterince yüksek frekans sınırında güçlü birikim bölgesine karşılık gelir. Bu nedenle R_i -V grafiği çizildi ve bu grafiğe göre direnç değerleri artan frekansla artmakta ve birikim bölgesinde hemen hemen frekanstan bağımsız sabit bir değer almaktadır. R_s birikim bölgesinde (3 V değerinde), 1 kHz ve 1MHz frekans değerleri için sırasıyla 113 Ω ve 38.5 Ω değerlerini almıştır. Ayrıca, arayüzey durumların enerji dağılımı profili (N_{ss}), düşük-yüksek frekans kapasitans yöntemi kullanılarak hesaplandı. N_{ss} -V grafiğine göre N_{ss} değeri dış elektrik alan altında bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Bu değişim tuzaklardaki yüzey yüklerinin konumlarının uygulanan elektrik alanla yeniden yapılandırılması ve yeniden düzenlenmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, N_{ss} -V grafiği yaklaşık 1.4 V civarında bir pik göstermiştir. N_{ss} 'in bu pikli yapısı literatürde de gözlenmiştir [2-3]. Elde edilen deneysel sonuçlara göre, R_s yalnızca birikim bölgesinde baskın iken N_{ss} ise tükenim bölgesinde baskındır.

Kaynakça

1. E.H. Nicollian, J.R. Brews, “Metal-Oxide-Semiconductor (MOS)Physics and Technology” (Wiley, New York, 1982)
2. S. Demirezen, A. Kaya, Ö. Vural, Ş. Altındal, “The effect of Mo-doped PVC+TCNQ interfacial layer on the electrical properties of Au/PVC+TCNQ/p-Si structures at room temperature”, *Materials Science in Semiconductor Processing* **33**, 140-148 (2015).
3. A. Kaya, H.G. Çetinkaya, Ş. Altındal, İ. Uslu, “A comparative study on the electrical parameters of Au/n-Si Schottky diodes with and without interfacial (Ca1.9Pr0.1Co4Ox) layer”, *International Journal of Modern Physics B* **30**, 1650090 (2016).

Bor Katkılı Çift Boşluklu Grafen Tabakalarda Hidrojen Depolama Özellikleri

Esra Eroğlu¹, Sezgin Aydın², Mehmet Şimşek²¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, 06500, Ankara, Türkiye²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara, Türkiye

Hidrojen, sahip olduğu özellikleri ve çevre dostu olması nedeniyle uzun süredir araştırmacılar arasında geleceğin yakıtı olarak görülmektedir. Hidrojen teknolojisine olan ilgi bu sayede günbegün artmaktadır[1,2].

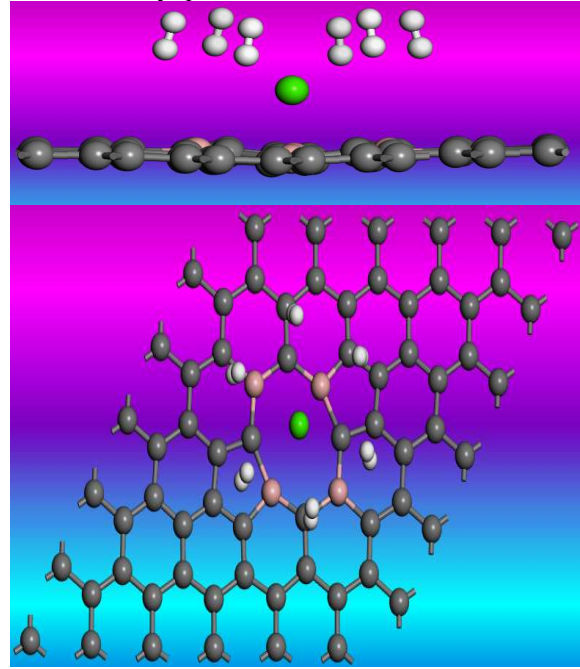
Bu çalışmada, ilk önce, yüksek hidrojen depolama kapasitesine sahip olduğu bilinen çift boşluklu grafen (ÇBG) yapısı incelendi[1]. Daha sonra ÇBG tabakanın boşluk atomları ve boşluk atomlarının 1. komşulukları farklı sayı ve konumlarda bor atomu ile dekore edildi. Bor katkılamanın hidrojen depolama üzerindeki etkileri araştırıldı. Daha sonra ÇBG tabaka ve bor dekore edilmiş ÇBG tabakalara hidrojen depolamada çok sayıda (metal başına 6H₂ molekülü[1]) hidrojen tutma özelliğine sahip olan Ca metali tutturuldu.

Tablo 1: Hesaplanmış metal başına (1-4H₂) bağlanma enerjisi değerleri (eV)

Yapı	1H ₂	2H ₂	3H ₂	4H ₂
ÇBG	0.38	0.39	0.36	0.35
1B_c	0.30	0.35	0.32	0.34
2B_e	0.33	0.34	0.36	0.34
3B_d	0.28	0.35	0.34	0.33
4B	0.47	0.40	0.38	0.34

Yapıya tutturulan Ca metaline farklı sayılarda hidrojen molekülü depolandı. Tüm hesaplamalar yoğunluk fonksiyonel teorisi kapsamında, ilk-prensipler yaklaşımıyla, GGA-

PBE fonksiyonelleri ile DMol³ programı kullanılarak yapıldı.



Şekil 1: 4B-Ca-6H₂ sisteminin yandan ve üstten görünüşü

Her bir yapı için geometri optimizasyonu yapılarak, yapıların yapısal, elektronik ve mekanik özellikleri incelendi. Elde edilen sonuçlara ve analizlere göre (Tablo1) ÇBG tabakalı sistemlere bor katkılı olarak sistemlerin hidrojen depolama kapasitesinin artırılabilirliği gözlemlendi.

Teşekkür: Tüm hesaplamalar Gazi Üniversitesi'nde yüksek performanslı bilgi işlem merkezi (HPCC) tarafından gerçekleştirildi.

Kaynakça

1. K.M. Fair, X. Y. Cui, L. Li, C. C. Shieh, R. K. Zheng, Z. W. Liu, B. Delley, M. J. Ford, S.P. Ringer, C. Stampfl "Hydrogen adsorption capacity of adatoms on double carbon vacancies of graphene: A trend study from first principles." Phys. Rev. B 87, 014102 (2013).
2. G. Kim, S. H. Jhi, N. Park, S. G. Louie, M. L. Cohen "Optimization of metal dispersion in doped graphitic materials for hydrogen storage" Phys. Rev. B 78, 085408 (2008).

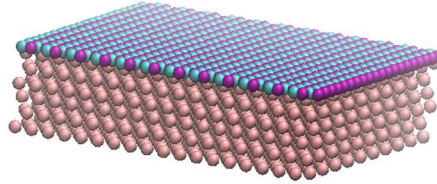
Altıgensel Boron – Azot ve Altın Arayüzlerinin Tribolojik İncelenmesi

Gizem Özcan¹, Hande Toffoli¹

¹Ortaođu Teknik Üniversitesi, Fizik, Dumlupınar Bulvarı No:1, 06800, Ankara

Birbiriyle temas halinde olan cisimler arasında meydana gelen sürtünmeye bağlı kayıplar eddüstriyel uygulamalarda fazlasıyla maliyete sebep olmaktadır. Özellikle günümüzde ivmelenerek gelişen nanoteknolojik uygulamaların endüstriye entegre olmasıyla nanotriboloji, yani nanoboyuttaki parçacıklar arasındaki sürtünmeyi inceleyen bilim dalı, daha da önem kazanmıştır. Atomik kuvvet mikroskoplarından modifiye edilerek tasarlanmış sürtünme kuvveti mikroskoplarıyla (friction force microscopy -- FFM) yapılan deneysel ölçümlerde büyük güçlükler bulunmaktadır. Dolayısıyla nano boyuttaki sistemlerin tribolojik özelliklerinin atomistik boyutta, teorik yöntemlerle incelenmesi son derece önemlidir.

Grafen, altıgensel boron nitrat (h-BN) ve MoS₂ gibi materyaller uzun yıllardır kayganlaştırıcı madde olarak kullanılmaktadır [1]. Birbirleriyle olan arayüzleri çok kez incelenmiş, son derece düşük sürtünme katsayılarına sahip oldukları görülmüştür. Ancak bu materyallerin FFM kaplamaları olabilecek malzemelerle ile olan etkileşimleri sınırlı sayıda çalışmada incelenmiştir. Bu çalışmada, h-BN ve Au yüzeyleri arasındaki sürtünme kuvvetlerinin düşey yük, sıcaklık, çekme hızı gibi parametrelere göre davranışları incelenmiştir. Moleküler dinamik metodu ve LAMMPS [2] yazılımı kullanarak yapılan hesaplarda BN-BN, Au-Au ve Au-BN etkileşimleri sırasıyla BNC.tersoff [3], Embedded Atom Model [4] ve Lennard-Jones potansiyelleri ile modellenmiştir.



Şekil 1: h-BN ve altı katmanlı altın (111) arayüzü.

Kaynakça

1. Tran Khac, B.-C., DelRio, F. W., & Chung, K.-H. (2018). Interfacial Strength and Surface Damage Characteristics of Atomically Thin h-BN, MoS₂, and Graphene. ACS Applied Materials & Interfaces, 10(10), 9164–9177. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b00001>
2. S. Plimpton, Fast Parallel Algorithms for Short-Range Molecular Dynamics, J Comp Phys, 117, 1-19 (1995).
3. A.Kinaci, J. B. Haskins, C. Sevik, T. Cain, Physical Review B 86, 115410 (2012) Thermal conductivity of BN-C nanostructures
4. Foiles et al, Phys Rev B, 33, 7983 (1986)

Sol Jel Yöntemi ile Elde Edilen ZnO:Eu Filmlerinin SEM, XRD ve DRS Analizi

Gonca İlgü Büyük¹, Saliha Ilıcan²

¹Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 26470, Eskişehir

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 26470, Eskişehir

Çinko oksit (ZnO) hekzagonal wurtzite yapıya, geniş bant aralığına ve n-tipi iletkenliğe sahip bir yarıiletkenidir. Çok çeşitli formlarda kolayca elde edilebilir ve çok sayıda farklı metotla başarılı bir şekilde üretimi gerçekleştirilebilir. Literatüde In, Al, Sn, Cd gibi elementler ile katkılı ZnO filmleri ile ilgili çok fazla sayıda çalışma olmasına rağmen, Eu, Er, La, ve Ce gibi nadir toprak elementleri (NTE) ile katkılı ZnO filmleri ile çok fazla sayıda çalışma bulunmamaktadır [1-3].

Bu çalışmada, Eu katkılı ZnO (ZnO:Eu; 0, %0,2, %0,4, %0,6, %0,8, %1) filmleri sol jel metodu kullanılarak spin kaplama tekniği ile p-Si altaşlar üzerine büyütülmüştür. Elde edilen filmlerin morfolojik, yapısal ve optik karakterizasyonları sırasıyla, yüksek çözünürlüklü alan emisyonlu taramalı elektron mikroskopu (FE-SEM), X-ışınları kırınım (XRD) cihazı ve entegre küre ataçmanlı UV-vis spektrofotometresi kullanılarak araştırılmıştır. Filmlerinin SEM fotoğrafları çekilmiş ve bu fotoğraflar ImageJ programı ile analiz edilmiştir. ZnO:Eu filmlerinin p-Si altaşlar üzerine homojen ve boşluksuz kaplandığı, yüzeyin nanoparçacıklardan oluştuğu gözlenmiştir. Filmlerin XRD spektrumlarından, bütün filmlerin hekzagonal wurtzite yapıda zinksit fazda kristallendiği ve (002) tercihli yönelime sahip olduğu belirlenmiştir. Diffüz reflektans spektrumlarından (DRS) yararlanılarak, hem diferansiyel reflektans hem de Kubelka-Munk teorisi yardımıyla, elde edilen ZnO:Eu filmlerinin absorpsiyon sınırları belirlenmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu 1501F032 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça

1. P. Chaudhary, P. Singh, V. Kumar, "Synthesis and characterization of pure ZnO and La-doped ZnO(Zn_{0.98}La_{0.02}O) films via novel sol-gel screen- printing method", Optik **158**, 376–381 (2018).
2. S. Ghosh, U. M. Kumar K., B. N. S. Bhaktha, "Heat-treatment controlled structural and optical properties of sol-gel fabricated Eu:ZnO thin films" Optical Materials **64**, 288-294 (2017).
3. S. Ilıcan, "Structural, Optical and Electrical Properties of Erbium-Doped ZnO Thin Films Prepared by Spin Coating Method", J. Nanoelectron. Optoelectron. **11**, 465-471 (2016).

The Dislocation and Correlation Lengths's Determination of the Ti, Si, Au and ZnO Layers on Ge with the Help of the Peak Profile

H. Celal Dervişoğlu², Özlem Bayal², Semih Doğruer^{1,2}, M. Kemal Öztürk^{1,2}, Süleyman Özçelik^{1,2}

¹Department of Physics, Gazi University, 06500 Ankara, Turkey

²Photonics Research Center, Gazi University, 06500 Ankara, Turkey

With the sputtering system over the Ge substrate magnified as 500 nm Si Ti, Au and ZnO containing random scattering epitaxial layer dislocations of XRD peak profiles were analyzed. The most intensive part of the peak point behavior conforms to the Gaussian function. Although the tail of the left and right XRD peaks comlien with q^{-3} law. q^{-3} decay can be seen in the outdoor detector with omega XRD curve typical for random dislocations. All profile fitting with limited random dislocation scattering. Both dislocations densities about 10^{10} cm⁻² order of edge and 10^3 nm correlation lengths are obtained. Experimental equations in Kragner method has been used for dislocation and correlation calculation. Iteration step has been taken in an average of $9,0 \times 10^6$ for a good fit.

Metal-Yarıiletken Doğrultucu Kontaklarda Akım İletimini Etkileyen Etkenler

Hayati Altan^{1,2}, Metin Özer²

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 06500, Ankara

²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Uzun yıllardan beri yarıiletken teknolojisinde bilinen ve kullanılan Metal-Yarıiletken (MS) kontakların, basit doğrultucu özellik göstermesi, elektronik sanayinde bu yapıların birçok kullanım alanı oluşturmuştur. Micro-elektronik, opto-elektronik alanlarda; sensör, entegre devre, foto-voltaik, güneş pili ve diğer elektronik devre üretimlerinde yoğun olarak kullanılır hale gelmiştir. Ancak çok fazla alanda kullanılır hale gelmesine rağmen, bazı temel özellikleri henüz tam olarak anlayamamıştır. Bu yapıların farklı hazırlama metotları ile üretilmesi, üretimde farklı yarıiletken ve metal malzeme kullanımı, metal ile yarıiletken arasında metal-oksit, polimer ve organik polimer kullanılarak farklı arayüzeylerin oluşturulması akım iletim mekanizmasını ve kapasite özelliklerini ve dolayısıyla elektronik parametrelerini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bu yapıların temel fiziksel özelliklerini açıklayabilmek için, birçok araştırmacı tarafından bu alanda yoğun çalışmalar devam etmektedir.

Bu çalışmada, yüksek sıcaklıklara ve sert doğal şartlarına dayanabilen ve üzerinde çok fazla çalışılmamış olan, geniş enerji band aralığına sahip, n tipi-6H-SiC yarıiletken alttaş üzerinde polimer arayüzey tabaka oluşturularak MS tipi doğrultucu kontak hazırlandı ve farklı sıcaklıklar için akım-gerilim, kapasite-gerilim ölçümleri yapıldı.

Akım-gerilim ölçümlerinden elde edilen veriler kullanılarak, farklı akım iletim mekanizmalarının olabileceği düşüncesi ile; Termiyonik emisyon, Norde ve Cheung-Cheung metotları kullanımı ile temel elektronik parametreler hesaplandı. Parametrelerin birbiriyle uyumlu olduğu görüldü. Gauss dağılım fonksiyonu kullanılarak elde edilen bulgular, akım iletiminin, 1,5 mm çaplı doğrultucu kontaklarda, çok sayıda farklı engel yüksekliğine sahip küçük arayüzey bölgeleri olabileceğini gösterdi.

Teşekkür: Bu çalışmadaki numunelerin hazırlanmasında emeği geçen, Düzce Üniversitesi Fizik Bölümünden Assoc. Prof. Dr. Özge Tüzün Özmen ve Muzaffer Şağban'a çok teşekkür ediyoruz.

Kaynakça

1. R. T. Tung, Mater. Sci. Eng. R., **35**, 1 (2001).
2. M. Benamara, M. Anani, B. Akkal et al., J. Alloys and Compounds, **603**, 197-201 (2014).
3. T. Güzel, A.K. Bilgili, M. Özer, Superlattices and Microstructures, **124**, 30-40 (2018)

İki Boyutlu AsP Yapılarının Elektronik ve Manyetik Özelliklerine Tek Atom Katkısının Etkisinin İncelenmesi

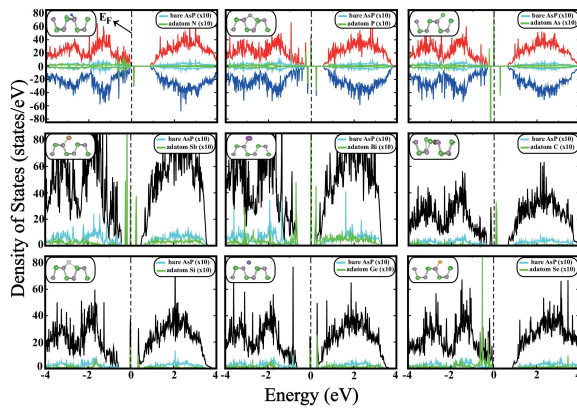
İlkay Özdemir¹, H. Duygu Özyayın¹, Handan Arkın², Ethem Aktürk^{1,3}

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Fizik Bölümü, 09010, Aydın

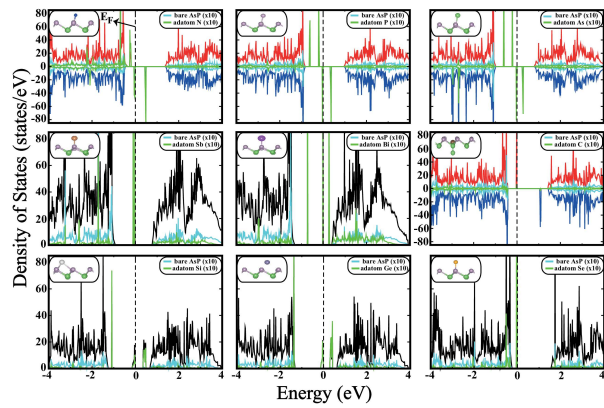
²Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06100, Aydın

³Adnan Menderes Üniversitesi, Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, 09010, Aydın

2014 yılında fosforenin sentezlenmesinden sonra, iki boyutlu fosforen yapıları bilimsel çalışmaların ve teknolojik uygulamaların ilgi odağı haline gelmiştir [1]. Fosforen ile aynı gruba sahip grup-5A elementlerinin de benzer özelliklere sahip olduğunun gösterilmesiyle birlikte bu ilgi daha da artmıştır. Sahip olduğu tüm avantajların yanısıra birkaç katmanlı siyah fosforen, ortam koşullarında hızlı çözülmeye sebep olan yüksek reaktivite özelliğine sahiptir. Öte yandan, katmanlı gri arsenik kendine has özellikleri ile bu dezavantajı avantaja çevirmektedir. Bu sebepten, bu çalışmamızda, siyah fosforen ve gri arsenik yapılarını bileştirmenin, yalnız arsenik ve fosforen yapılarına kıyasla elektronik ve yapısal zenginliklere yol açabileceğini düşünerek, arsenik fosforen (AsP) yapılarına, nokta kusurlardan biri olarak bilinen yabancı atom adsorpsiyon işleminin etkilerini araştırdık. Bunun için, ilk adım olarak AsP yapılarından “asymmetric washboard” ve “buckled” fazlarının yalnız hallerini inceleyip, sonrasında bu fazların optimize olmuş birim hücrelerinden kurulan süper hücreler üzerinde tek atom adsorpsiyon etkilerini inceledik. Sonuçta, yabancı atomların AsP yüzeylerine tutunduğunu ve enerji aralığının çeşitli bölgelerinde yerel durumlar oluşturduklarını gördük. Ayrıca yabancı atomların AsP fazlarının bant yapılarını etkilediği ve böylece elektronik ve manyetik özelliklerine de etki ettikleri sonucuna ulaştık. Grup-5A elementleri (N, P, As, Bi, Sb), Sb haricinde, hem “buckled” hem de “asymmetric washboard” fazda, yalnız hali manyetik olmayan AsP’ye manyetiklik kazandırmaktadır. C atomu “buckled” fazda manyetikliğe yol açarken, “asymmetric washboard” AsP’de, C atomu ve diğer grup-4A elementlerinin varlığında manyetiklik elde edilmedi. Elde ettiğimiz sonuçlara dayanarak, iki boyutlu tek katmanlı AsP fazlarının elektronik ve manyetik özelliklerinin, tek atom adsorpsiyon işlemi ile modifiye edilebileceği ve çeşitli uygulama alanlarında kullanılabilirliği düşünülmektedir.



Şekil 1: Tek atom adsorpsiyon işleminin “asymmetric washboard” AsP elektronik özelliklerine etkisi



Şekil 2: Tek atom adsorpsiyon işleminin “buckled” AsP elektronik özelliklerine etkisi

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 116F103 kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. Akhtar, M., Anderson, G., Zhao, R., Alruqi, A., Mroczkowska, J.E., Sumanasekera, G., Jasinski, J.B. 2017. “Recent advances in synthesis, properties, and applications of phosphorene” npj 2D Materials and Applications, 1, 5.

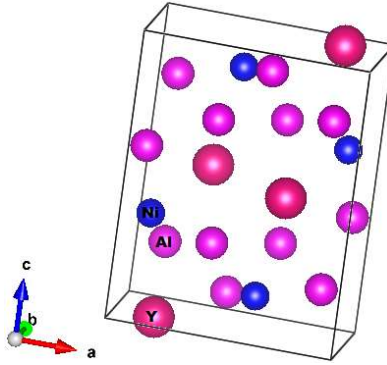
YNiAl₃ Bileşiğinin Mekanik ve Elektronik Özellikleri

Mehtap Altay¹, Hacı Özışık¹, Engin Deligöz¹, Havva Boğaz Özışık¹

¹Aksaray Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 68000, Aksaray

Nadir toprak metalinin olduğu çok sayıda R–Ni–Al üçlü bileşik bulunmaktadır ve bunlar bilinen 17 farklı yapı tipine sahiptirler [1-2].

Bu çalışmada, YNiAl₃ bileşiğinin temel durum mekanik ve elektronik özellikleri ortorombik Pnma (62) kristal yapıda incelendi [1]. Hesaplamalar DFT-GGA dahilinde elektron iyon etkileşimi için PAW düzlem dalga metodu ve elektron-elektron etkileşimi için ise Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) [3] değiş-tokuş ve korelasyon terimi temel alınarak VASP paket programında yapıldı [4-5]. Hesaplamalarda 6x11x4 Monkhorst-Pack [6] k-grid ve 500 eV [7] kesilim enerjisi kullanıldı. Enerji minimizasyonu sonucu elde edilen YNiAl₃ örgü parametrelerinin deneysel veriler ile uyumlu olduğu görüldü. Temel durum örgü parametreleri kullanılarak Birinci Brillouin Bölgesi yüksek simetri noktaları boyunca elektronik band yapısı elde edildi ve metalik karakter sergilediği görüldü. Elastik sabitler “zor-zorlama” yöntemi [8] temelinde hesaplandı ve mekanik kararlılık şartlarını sağladığı görüldü. Elastik sabitleri kullanılarak polikristal Bulk modülü (B), Kayma modülü (G), Young modülü (E), Poisson oranı (ν) ve Evrensel Anizotropi faktörü (A^U) hesaplandı. Sonuç olarak; YNiAl₃ katısının mekanik olarak kararlı, metalik bir malzeme olduğu görüldü.



Şekil 1: YNiAl₃ bileşiğinin kristal görünümü

Kaynakça

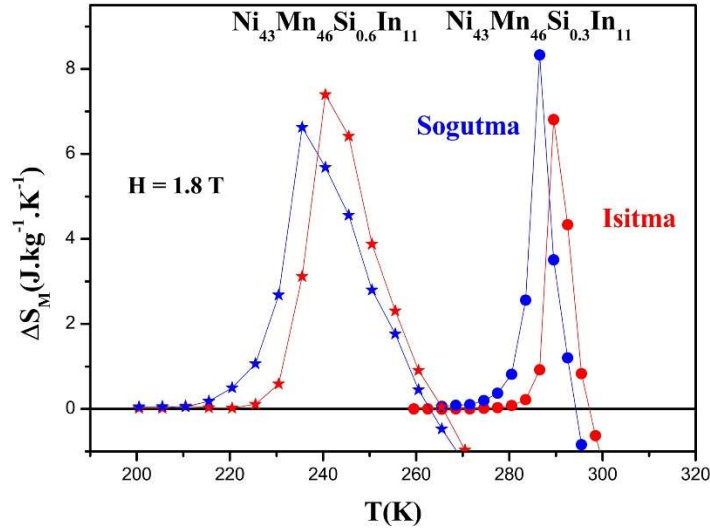
1. S. Pukas, O. Matselko and R. Gladyshevskii, Chemistry of Metals Alloys, **2010**, 3, 35-41.
2. W.J. Golumbskie, R. Arroyave, D. Shin, Z.-K. Liu, Acta Materialia 54 (2006) 2291–2304.
3. J. P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Phys. Rev.Lett., **1996**, 77, 3865.
4. G. Kresse, J. Furthmüller, Phys. Rev. B, **1996**, 54:11169.
5. G. Kresse, D. Joubert. Phys. Rev. B, **1999**, 59:1758.
6. J. Monkhorst, J.D. Pack, Phys. Rev. B 13 (1976) 5188-5192.
7. P.E. Blöchl, Phys. Rev. B 50 (1994) 17953.
8. Y. Le Page, P. Saxe, “Symmetry-general least-squares extraction of elastic data for strained materials from ab initio calculations of stress”, Phys. Rev. B 65, 104104 (2002).

Manyetik Olmayan Si Elementi Katkılanmasının Ni-Mn-In Alaşımlarında, Manyetokalorik Özelliklere Olan Etkisinin İncelenmesi

M. M. Cicek¹, S. Saritas¹, E. Kavak¹, I. Ozutemiz¹, Y. Elerman¹, I. Dincer¹

¹Ankara Üniversitesi- Fizik Mühendisliği, 06100 Ankara

Ni-Mn-X (x= In, Sn, Sb) Heusler alaşımları çevre dostu bir soğutma teknolojisi olan manyetik soğutucularda kullanılabilen, üstün manyetokalorik özelliklere sahip malzemelerdir [1, 2, 3]. Ni-Mn-In Metamanyetik Heusler alaşımları belirli kompozisyonlarında, yapısal ve manyetik faz geçişi gösteren malzemelerdir. Bu alaşımlarda, yüksek sıcaklık fazı olan kübik austenite fazı ferromanyetik düzenlenime sahip olup, düşük sıcaklık fazı olan martensite fazı manyetik olmayan düzenlenime sahip olmaktadır. Yapılan teorik çalışmada manyetik düzenlenimin kaynağı olan değiş-tokuş etkileşmelerinin manyetik olmayan element katkıları ile değişebileceği öngörülmüştür. Bu çalışmada, $Ni_{43}Mn_{46-x}Si_xIn_{11}$ (x= 0.3, 0.6) Heusler alaşımlarında Mn yerine yapılan Si elementi katkısının yapısal, manyetik ve manyetokalorik özellikler üzerine etkilerini incelenmiştir. Manyetik alana bağlı mıknatıslanma değişimleri M(H) Titreşimli Örnek Manyetometresi (VSM) ile incelenmiştir. M(H) ölçümleri malzemelerin sıcaklığının ısıtma ve soğuma yönünde alınmış olup her ölçüm sıcaklığından önce malzemelerin sıcaklığı düşük sıcaklık martensite faza getirilmiştir. Bu ölçümlere bağlı olarak Si element katkıları katkılanmasının manyetokalorik özellikleri belirten ters manyetik entropi değişimine ($|\Delta S_M|$) olan etkisi ısıtma soğuma yönünde Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Alaşımların $|\Delta S_M|$ değerlerinin ısıtma ve soğutma yönünde sıcaklığa bağlı değişimi

Kaynakça

1. V. K. Sharma, et al. , *J. Phys. D: Appl. Phys.* 44 145002 (2011).
2. A.K. Pathak, et al. , *J. Magn. Magn. Mater.* 321 963 (2009).
3. V.K. Sharma, M.K. Chattopadhyay, A. Khandelwal, S.B. Roy, *Phys. Rev. B* 82 (2010) 172411.

CdSe_xTe_{1-x} İnce Filmlerin Yapısal ve Optik Özelliklerinin İncelenmesi

M. Demir^{1,3}, H. H. Güllü², M. Terlemezoğlu^{1,3}, Ç. Doğru^{1,3}, M. Parlak^{1,3}

¹Fizik Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), 06800, Ankara, Türkiye

²Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Atılım Üniversitesi, 06836, Ankara, Türkiye

³Güneş Araştırmaları ve Uygulamaları Merkezi (GÜNAM), ODTÜ, 06800, Ankara, Türkiye

Bu çalışma kapsamında, CdSe_xTe_{1-x} alaşımının x içerisine bağlı olarak oluşturulan ince filmlerin yapısal ve optik özelliklerinin araştırılması planlanmıştır. Çalışmamızda filmler iki ayrı CdSe ve CdTe kaynağı kullanılarak ısı ve elektron demetiyle buharlaştırma (e-beam deposition) metodları kullanılarak üretilmiştir.

İkili buharlaştırma sisteminde ısı buharlaştırma ile üretilen CdSe ve elektron demetiyle buharlaştırılan CdTe filmler üst üste istiflenerek, CdSe_xTe_{1-x} ince filmler x=0.0, x=1.0 ve x=0.5 değerleri için üretilmiştir. Üretim sonrası farklı sıcaklıklarda yapılan tavlama işlemine göre yapısal ve optik özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Filmlerin içerdiği bileşen kompozisyonu EDS (Enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi) ölçümleriyle saptanmıştır. Her film üretimden sonra 200, 300 ve 400°C'de 30 dakika ısıtılıp yapısal özelliklerindeki değişim X-ışını Kırınımı (XRD) ölçümleriyle incelenmiştir. Üretim sonrası yapılan ısı işlemin kristal yapıyı iyileştirdiği görülerek gerekli koşullar optimize edilmiştir. Filmlerin optik özellikleri UV/VIS/NIR spektrofotometresiyle belirlenmiştir.

Halojenlenmiş Tiyofen, Furan ve Prol Moleküllerinin Elektronik Özellikleri

Merve Nurhan Güney¹, Mehmet Bahat²

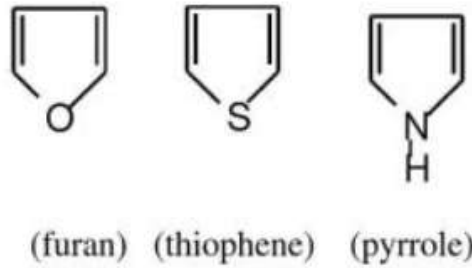
¹Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, 065000, Ankara

²Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 065000, Ankara

Tiyofen, furan ve prol molekülleri beş atomlu heterosiklik organik moleküllerdir (C_4H_4X , $X=S, O, NH$). Bilim, sanayi ve teknolojide yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2]. Kullanım alanlarından bazıları: ilaç sanayi, tarım, parfüm, sensör, pil vb. özellikle tiyofen ve türevi moleküller son zamanlarda organik moleküller elektronikte kullanılmaktadır. Dolayısıyla ilgili moleküllerin ve türevlerinin fiziksel özelliklerini hesaplamak önemlidir.

Bu çalışmada F ve Cl ile halojenlenmiş bazı tiyofen, furan ve prol moleküllerinin yapısal, elektronik ve çizgisel olmayan optik özellikleri hesaplanmıştır. Hesaplanan büyükler: elektronik dipol moment, moleküler orbital enerjileri, optik özelliklerinden polarizebilite ve hiperpolarizebilitedir. Hesaplamalarda kuantum mekanik hesaplama metodlarından Yoğunluk Fonksiyonu Teorisi'nin varyant'larından B3LYP metodu aug-cc-pVDZ temel seti ile kullanılmıştır.

Halojenlenmiş tiyofen, furan ve prol moleküllerinin B3LYP / aug-cc-pVDZ modeli ile hesaplanan orbital enerjileri ve polarizebilite değerleri arasında bir korelasyon olup olmadığı araştırılmış ve Flor katkılı furan molekülünde bir korelasyon bulunmuştur.



Şekil 1: Tiyofen, furan ve prol molekülleri

Kaynakça

1. Novak I. M., Ab initio thermochemistry of some halofurans and halothiophenes// J. Org. Chem. -2001.-P. 9041-9042.
2. Bhardwaj V. et al. Pyrrole: a resourceful small molecule in key medicinal hetero-aromatics // RCS Adv. 2015.-P. 15233-15266.

Değişken Kimyasal Kompozisyona Sahip İki Boyutlu Ga_{1-x}Al_xN Alaşımlarının Karakterizasyonu

Muammer Kanlı¹, Abdüllatif Önen¹, Aybey Moğulkoç², Engin Durgun¹

¹UNAM-Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi ve Malzeme Bilimleri ve Nanoteknoloji Enstitüsü,
Bilkent Üniversitesi, 06800, Ankara, Türkiye

²Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara

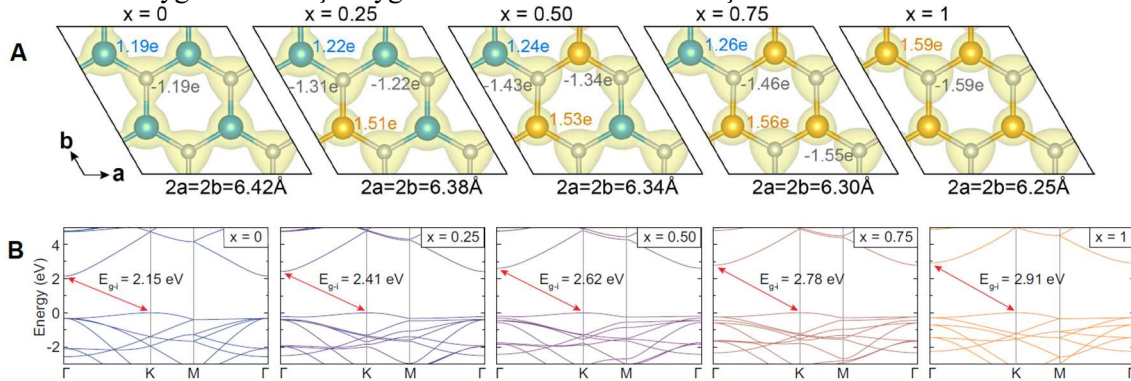
Geleneksel üç boyutlu yarı-iletkenlerde alaşımlama tekniğinden yararlanılarak malzemenin sahip olduğu temel özellikler değiştirilebilmektedir [1]. Teknik olarak bu yaklaşım iki boyutlu (2B) sistemlerde de kullanılabilir. Diğer yandan yeni 2B alaşımlar tasarlamak ve imal etmek için öncelikle atomik yapı ve kararlılık analiz çalışmalarının yapılmasına gerek duyulmaktadır.

Grup III-nitrat yarı-iletkenlerinden olan GaN ve AlN malzemeleri geniş bant aralığına ve istisnai özelliklere sahiptir. 2B olarak realize edilmiş olmalarını takiben yoğun şekilde çalışılmaktadır [2]. Yapısal benzerlikleri ve örgü eşleşmelerine rağmen GaN/AlN alaşımları henüz incelenmemiştir.

Yoğunluk fonksiyonları teorisi temel alınarak yapılan bu çalışmada [3] Ga_{1-x}Al_xN alaşımlarının iki boyutlu ve altıgen örgü şeklindeki düzenli yapısı incelenmiştir. Burada x (= 0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1) alaşımdaki alüminyum içeriğini temsil eder.

Öncelikle GaN ve AlN sistemlerinden başlanarak Ga_{1-x}Al_xN alaşımlarının optimize yapıları bulunmuş, ardından kohesiv ve yerdeğiştirme enerjileri hesaplanmıştır. Daha sonra bu alaşımların yapısal, mekanik, elektronik, termal ve optik özelliklerinin Al içeriğine bağlı olarak gösterdiği değişim analiz edilmiştir. Ayrıca faz ayrışım analizi yapılarak üçlü alaşımların termodinamik olarak kararlı oldukları ve GaN veya AlN altyapılara ayrışma/öbekleşme yapmayacakları gösterilmiştir. Phonon analizi ve, moleküler dinamik (MD) hesapları da, elde edilen alaşımların kararlı yapıları olduklarını teyit etmektedir.

Ga_{1-x}Al_xN alaşımlarının kararlı yapıları ve ayarlanabilir elektronik özellikleri bu sistemleri 2B yarı-iletken cihaz uygulamaları için uygun bir malzeme olarak öne çıkarmaktadır.



Şekil 1: a) Ga_{1-x}Al_xN alaşımları optimize atomik yapıları ve yük dağılımları (üst panel). Ga, Al ve N atomları sırasıyla mavi, turuncu ve gri olarak gösterilmiştir. b) Alaşımların elektronik bant yapıları. Bant aralıkları kırmızı oklarla gösterilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 117F241 kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. C. Schnohr, Appl. Phys. Rev. 2, 031304 (2015).
2. D. Kecik, A. Onen, M. Konuk, E. Gurbuz, F. Ersan, S. Cahangirov, E. Akturk, E. Durgun, and S. Ciraci, Appl. Phys. Rev. 5, 011105 (2018).
3. M. Kanlı, A. Onen, A. Mogulkoç, and E. Durgun (değerlendirme aşamasında).

Yığık InAs, GaAs, InSb ve GaSb Malzemelerinde g-çarpanı Hesapları

Mustafa Kahraman¹, Ceyhun Bulutay¹

¹Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Kendiliğinden bir araya gelen kuantum nokta (KN) tabanlı kuantum bilgisayarlaraya yönelik araştırmalar, 2000'li yılların başındaki ikinci kuantum devriminden sonra oldukça hız kazandı. KN tabanlı kuantum bilgisayarların gerçekleşmesinde oldukça önemli olan, InGaAs KN'sinde hapsedilmiş tek elektronun, spin-rezonansı (ESR) 2008'de gösterilmiş olup, bu deney tekrarlanamamıştır. Bu deneyinin tekrar edilememesinin nedeni, KN elektronunun g-çarpanının teorik olarak iyi anlaşılmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu KN'lerde atomistik elektronik yapı hesaplarıyla g-çarpanlarını anlamak, öncelikle KN'yi meydana getiren yığık (bulk) malzemelerde anlamaktan geçmektedir. Yığık malzemelerde g-çarpanı hesabı Roth ve arkadaşları [2, 3] tarafından **k.p** yöntemi çerçevesinde hesaplanmıştır. Burada, yığık InAs, GaAs, InSb ve GaSb için g-çarpanı hesaplarını yarı-deneysel potansiyel yöntemi kullanarak hesaplamaktayız.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 116F075 kapsamında desteklenmektedir.

Kaynakça

1. J. P. Dowling ve G. J. Milburn, “Quantum technology: the second quantum revolution”, Phil. Trans. R. Soc. Lond., A361, 1655-74 (2003).
2. L. M. Roth, “g Factor and donor spin-lattice relaxation for electrons in germanium and silicon”, Phys. Rev. 118, 1534 (1960).
3. L. M. Roth, B. Lax ve S. Zwerling, “Theory of optical magneto-absorption effects in semiconductors”, Phys. Rev., 114, 90 (1959).

2-[(2E)-2-(4-chloro-2-fluorobenzylidene)hydrazinyl]pyridine

Nefise Dilek Özçelik¹, Raziye Çatak Çelik¹, Tuncay Tunç²

¹Aksaray Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 68100, Aksaray

²Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD, 68100, Aksaray

Hidrazonlar bir aldehit ile bir ketonun bir hidrazin ile yoğunlaştırılması ile oluşmaktadır. Hidrazonlar bu reaksiyonda yüksek molekül ağırlıkları ve çoğu çözücü içerisinde düşük çözünürlükleri nedeniyle oksimlerden daha verimlidir. Geçiş metal iyonları ile kolayca kararlı kompleksler oluşturdukları için metal komplekslerinin sentezlenmesinde de hidrazonlardan yararlanılır. Bu nedenle hidrazonlar ve bunların metal komplekslerine kimya, biyoloji ve analitik kimyada olan ilgi oldukça artmıştır. Bir azometin ve bir protona sahip olan hidrazonlar, yeni ilaçların gelişimi için bileşiklerde oldukça önemlidir[1]. Ayrıca hidrazonlar antibakteriyel, antiviral, antitümoral, antimantar ve antikanser aktivite göstermesinden dolayı farmakolojik uygulamalarda yoğun olarak incelenmektedir[2-6].

Bu çalışmada bir Schiff bazı ligandı olan 2-[(2E)-2-(4-chloro-2-fluorobenzylidene)hydrazinyl] pyridine, $C_{12}H_9N_3FCl$ sentezlendi ve Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi Yapısal Analiz Laboratuvarında bulunan Bruker Smart Breeze tek kristal difraktometresinde Bruker APEX-II CCD dedektör ile 0,71073 Å dalgaboylu $MoK\alpha$ X-ışınımı kullanılarak toplandı. X-ışını kırınım yöntemi ile bileşiğin kristal yapısı karakterize edildi. Bu bileşiğe ait birim hücre parametreleri $a = 5,4814(7)$ Å, $b = 18,720(3)$ Å, $c = 11,2405(15)$ Å ve $\beta = 100,430(8)^\circ$ olarak elde edildi. Kristalin monoklinik sistemde ve $P 2_1/c$ uzay grubunda kristalleştiği görüldü.

Kaynakça

1. H.K. Fun, K.V. Sujith, P.S. Patil, B. Kalluraya, S. Chantrapomma, “N'-[(E)-1-Phenylethylidene] benzohydrazide”, *Acta Cryst.*, **E64**, 1961-1962 (2008).
2. K.K. Bedia, O. Elcin, U. Seda, K. Fatma, S. Nathaly, R. Selvim, A. Dimoglo, “Synthesis and characterization of novel hydrazide-hydrazones and the study of their structure-antituberculosis activity”, *Eur J Med Chem.*, **41(11)**, 1253-1261 (2006).
3. S.G. Küçükgülzel, S. Rollas, I. Küçükgülzel, M. Kiraz, “Synthesis and antimycobacterial activity of some coupling products from 4-aminobenzoic acid hydrazones”, *Eur J Med Chem.*, **34(12)**, 1093-1100 (1999).
4. R. Maccari, R. Ottana, M.G. Vigorita, “In vitro advanced antimycobacterial screening of isoniazid-related hydrazones, hydrazides and cyanoboranes”, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **14**, 2509-2513 (2009).
5. V. Raparti, T. Chitre, K. Bothara, V. Kumar, S. Dangre, C. Khachane, S. Gore, B. Deshmane, “Novel 4-(morpholin-4-yl)-N'-(arylidene)benzohydrazides: synthesis, antimycobacterial activity and QSAR investigations.”, *Eur. J. Med. Chem.*, **44(10)**, 3954-3960 (2009).
6. J. Easmon, G. Purstinger, K.S. Thies, G. Heinisch, J. Hofmann, “Synthesis, structure-activity relationships, and antitumor studies of 2-benzoxazolyl hydrazones derived from alpha-(N)-acyl heteroaromatics.”, *J Med Chem.*, **49(21)**, 6343-6350 (2006).

Katı Azotta Bulunan ϵ , δ_{LOC} ve δ Fazlarının Anharmonik Self Enerji Kullanılarak Titreşimlerin Raman Frekanslarının ve Band Genişliğinin Sıcaklığa Bağlı Olarak Hesaplanması

Ö. Akay^{1,2}, H. Yurtseven¹

¹Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik grup, Piri Reis Üniversitesi, 34940, İstanbul-Türkiye

²Fizik bölümü, ODTÜ, 06531, Ankara-Türkiye

ν_1, ν_2 ve ν_{22} vibronlarının, Raman frekans değişimleri ve bantgenişlikleri sıcaklığa bağlı olarak, unharmonik self enerjileri kullanılarak, katı nitrogenin ϵ , δ_{loc} ve δ faz geçişlerinde hesaplanmıştır. Bu hesaplama, literatürden elde edilen deneysel anharmonik serbest enerji ve frekans datalarının fit edilmesi ile elde edilmiştir. Sonuçlarımıza göre, anharmonik serbest enerji modeli katı nitrogenin vibronlarının sıcaklığa bağlı bant aralığını ve Raman frekanslarını, faz geçişlerindeki (ϵ - δ_{loc} – δ) deneysel davranışlarını açıklayabilmektedir.

Kaynakça

1. F.D.Medina,W.B. Daniels,” Raman spectrum of solid Nitrogen at high pressures and Low temperatures”,The Journal of Chemical Physics,**64** ,150 (1976).
2. H.Yurtseven and M.Kurt, “Band-width of the Raman stretching modes as a function of Pressures in Solid Nitrogen” Trends App. Spectrosc. **19** , 2243 (2013).

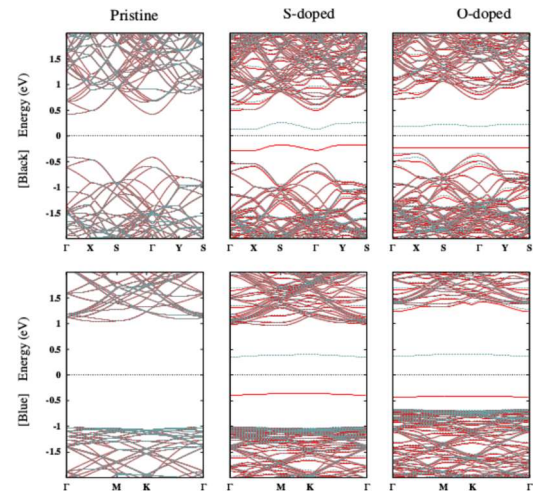
Kükürt ve Oksijen Katkılamalı Siyah ve Mavi Fosforen Tabakalarının Elektronik ve Manyetik Özellikleri

Savaş Ağduk^{1,2}, Hatice Kökten¹

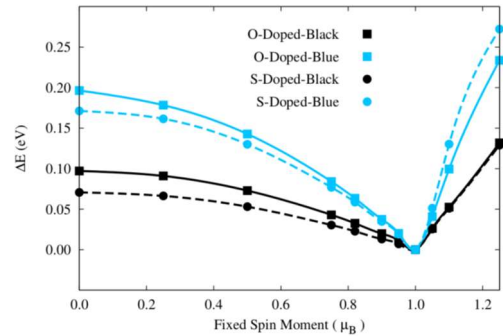
¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

²Karabük Üniversitesi, Fizik Bölümü, 78050, Karabük

Bu çalışmada siyah ve mavi fosforen tabakaları için yer değişimli kükürt ve oksijen katkılamasının yapı üzerindeki elektronik ve manyetik özelliklere etkisi yoğunluk fonksiyoneli teorisi kullanılarak simüle edildi. Hesaplamalarımız orijinal elektronik band aralığının (Şekil 1.) katkılama sonrası oluşan safsızlık durumları sayesinde küçüldüğünü göstermektedir. Ancak bu safsızlık durumları özellikle mavi fosforen tabakaları üzerinde son derece lokalize bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Öte yandan normalde manyetik olmayan fosforen tabakaları katkılama sonrası manyetik hale gelmiştir. Çalışmadaki her bir sistem için manyetik moment büyüklüğü $1 \mu_B$ olarak hesaplanmıştır. Bu durum normalde saf fosforen tabakasında çiftlenmiş halde bulunan elektron spinlerinin katkılama sonrası ayrıştığını göstermektedir. Farklı büyüklükte sabit manyetik momentler üzerinden hesaplanan toplam enerji hesapları (Şekil 2.) katkılanmış mavi fosforen tabakaları üzerindeki manyetizmanın katkılanmış siyah fosforen tabakaları ile karşılaştırıldığında daha kararlı olduğunu göstermektedir. Manyetik momentin ana kaynağı ise katkı atomuna (kükürt veya oksijen) komşu olan fakat katkı atomu ile bağ yapmayan fosfor atomu olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda ayrıca katkılama atomunun tetiklediği yük transferi, Voronoi hesabının yanı sıra grafik yöntemlerle de incelenmiş, oluşan spin dağılımları da buna göre belirlenmiştir.



Şekil 1: Saf, S ve O katkılanmış fosforen tabakaları için elektronik band dağılım grafikleri. Kırmızı renkle gösterilen bandlar yukarı spin durumlarını yeşil renkle gösterilen bandlar aşağı spin durumlarını göstermektedir.



Şekil 2: Kohn-Sham toplam enerjisinin sabit manyetizma değerine karşı değişimi

Teşekkür: Bu çalışmada sunulan hesapların bir kısmı ULAKBIM yüksek başarılı hesaplama altyapısı olarak hizmet veren TRUBA kümeleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı TRUBA'ya teşekkür ederiz

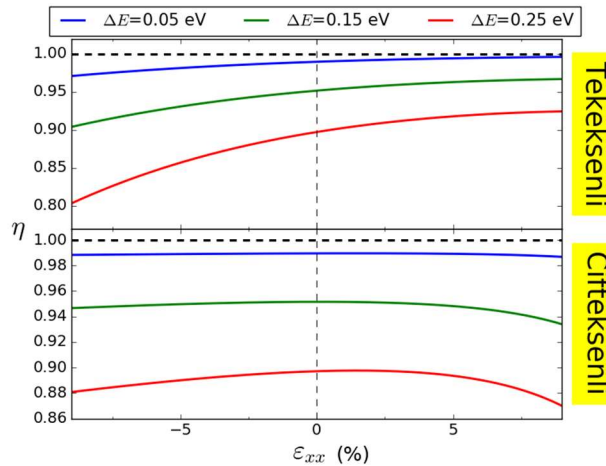
Gerinme Altındaki Geçiş Metali Dikalkojenitlerinde Çiftrenklilik ve Berry Eğriliğinin Gelişmiş İki Bant $k.p$ Hamiltonyeniyle İncelenmesi

Shahnaz Aas¹, Ceyhun Bulutay¹

¹Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Geçiş metali dikalkojenitleri (GMD), doğrudan geçişli bant aralıkları sayesinde optoelektronik uygulamalar için cazip olanaklar sağlayan iki boyutlu bir malzeme sınıfını oluşturmaktadır. Çok yakın zaman önce yayımlanan çalışmamızda tek tabaka GMD'lerinde iki bant $k.p$ Hamiltonyeni kullanarak gerinmenin fotoişma ve çiftrenklilik (dichroism) üzerine etkilerini araştırdık [1]. Söz konusu çalışmadaki elektronik yapı [2], K (K') vadi kenarlarında geçerli olsa da, tüm vadi geneli için bir yaklaşıma dönüşmektedir. Bilhassa, iletim-değerlik bantları arasında simetri ve eşyönlülük varsayımlarına dayanmaktadır. Öte yandan GMD'lerde elektron-deşik asimetrisi manyetoışınım deneyleriyle gösterilmiştir [3,4]. Ayrıca, enerji-momentum dağılım bağıntısı, üçgensel bükülme [5] ve özellikle değerlik bandı için kübik davranışlara da sahiptir [6].

Bu çalışmada yukardaki etkilerin adım adım eklenerek çiftrenklilik (η) ve Berry eğriliğine yaptıkları katkı incelenmektedir. Önceki çalışmamızın paralelinde, örneğin Şekil 1'de MoS_2 için gösterildiği gibi, tek ve çiftkesenli gerinme altındaki davranışları da karşılaştırılmaktadır.



Şekil 1: Tek ve çiftkesenli gerinmenin MoS_2 'deki çiftrenklilik üzerine etkisi. Elektron-deşik asimetrisi, üçgensel bükülme ve değerlik bandının kübik dağılımı dikkate alınarak K vadisi kenarına göre ($K - M$) yönündeki üç farklı enerji noktasındaki (ΔE) davranışlar gösterilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü tarafından desteklenmektedir.

Kaynakça

1. S. Aas, C. Bulutay "Strain dependence of photoluminescence and circular dichroism in transition metal dichalcogenides: a $k.p$ analysis", *Optics Express* **26**, 28672–28681 (2018).
2. S. Fang, S. Carr, M. A. Cazalilla, and E. Kaxiras, "Electronic structure theory of strained two-dimensional materials with hexagonal symmetry", *Physical Review B* **98**, 075106 (2018).
3. D. MacNeill, C. Heikes, K. F. Mak, Z. Anderson, A. Kormnyos, V. Zlyomi, J. Park, and D. C. Ralph, "Breaking of Valley Degeneracy by Magnetic Field in Monolayer MoSe_2 ", *Physical Review Letters*, **114**, 037401, (2015).
4. Y. Li, J. Ludwig, T. Low, A. Chernikov, X. Cui, G. Arefe, Y. D. Kim, A. M. van der Zande, A. Rigosi, H. M. Hill, S. H. Kim, J. Hone, Z. Li, D. Smirnov, and T. F. Heinz, "Valley Splitting and Polarization by the Zeeman Effect in Monolayer MoSe_2 " *Physical Review Letters*, **113**, 266804, (2014).
5. Y. J. Zhang, T. Oka, R. Suzuki, J. T. Ye, and Y. Iwasa, "Electrically Switchable Chiral Light-Emitting Transistor," *Science*, **344**, 725–728, (2014).
6. A. Kormanyos, V. Zlyomi, N. D. Drummond, P. Rakyta, G. Burkard, and V. I. Fal'ko "Monolayer MoS_2 : Trigonal warping, the Γ valley, and spin-orbit coupling effects," *Physical Review B*, **88**, 045416 (2013).

Quartzda α - β Faz Geçişi İçin Kübik Terimli Ortalama Alan Modeli

S. Ateş^{1,2}, H. Yurtseven¹

¹*Fizik Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531 Ankara-Türkiye*

²*Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Başkent Üniversitesi, 06790 Ankara- Türkiye*

Termodinamik nicelikler sıcaklığın bir fonksiyonu olarak quartzda α - β faz geçişi için Landau ortalama alan modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Gibbs serbest enerjisini düzen parametresi (Q) cinsinden kübik terim (Q^3) ile seriye açarak, ilgili termodinamik değerlerin sıcaklık bağımlılığı quartzda α - β faz geçişi için artık ısı sığasının (ΔC_p) literatürden alınan deneysel verilere uydurulması ile tahmin edilmiştir.

Sonuçlarımız Landau ortalama alan modelinin quartzda birinci derece α - β faz geçişini açıklamak için uygun olduğunu göstermektedir.

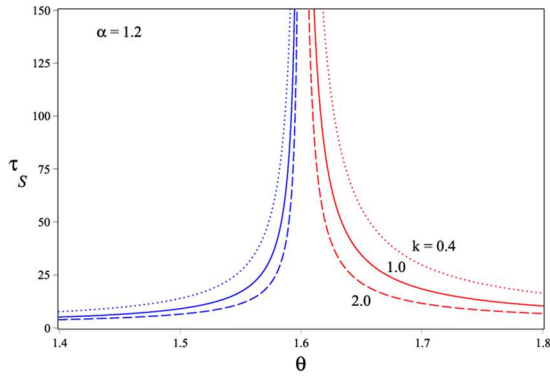
Spin-1 Ising Sisteminde Manyetizasyon ve Kuadrupol Moment Durulma Sürelerinin Yol Olasılık Metodu ile Hesaplanması

Songül Özüm¹, Rıza Erdem²

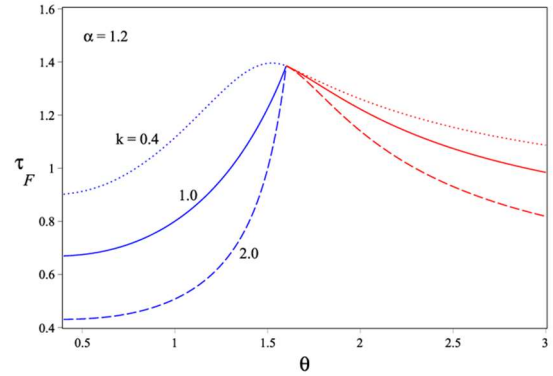
¹Hitit Üniversitesi, Alaca Avni Çelik MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, 19600 Çorum

²Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 07058 Antalya

Bu çalışmada, bilinear (J) ve bikuadratik (K) etkileşme Hamiltonyenli spin-1 Ising sistemi [1] için durulma (dinlenme veya gevşeme olarak ta adlandırılır) süreleri denge-dışı istatistik mekaniğe yaklaşımlardan yol olasılık metodu (PPM) kullanılarak hesaplandı. Birçok çalışmada [2, 3] PPM ile elde edilen ve dinamik denklemler olarak adlandırılan diferansiyel denklem sistemi lineer forma dönüştürüldü. Lineer denklem sisteminin çözümü sonucu iki zaman sabiti (τ_S, τ_F) türetilti. Bunlar sırasıyla dipol (mıknatıslanma) ve kuadrupol düzen parametrelerinin denge durumlarına doğru üstel azalma şeklindeki gelişimini (durulma) karakterize etmektedir. $\alpha = J/K = 1.2$ için τ_S ve τ_F 'nin indirgenmiş sıcaklıkla (θ) değişimi özellikle kritik sıcaklık civarındaki davranışı farklı hız sabiti değerleri (k) dikkate alınarak incelendi. τ_S süresinin ikinci-derece faz geçiş sıcaklığının (θ_c) her iki tarafında hızlı bir artışa paralel olarak sonsuza doğru iraksadığı gözlemlendi (Şekil 1). Bu davranışa literatürde “kritik yavaşlama” adı verilir. Diğer taraftan, τ_F zamanının θ_c sıcaklığında sivri uç (kasp) şeklinde bir süreksizlik sergilediği tespit edildi (Şekil 2). k sabitindeki artışın (yukarıdaki davranışları etkilememekle birlikte) sadece düzenli ve düzensiz faz bölgelerindeki durulma sürecini hızlandırdığı görüldü. Sonuçlar, Onsager teorisine dayalı tersinmez termodinamik (ORT) kullanılarak elde edilenlerle [4] karşılaştırıldı ve aralarında tam bir uyumun olduğu anlaşıldı.



Şekil 1: τ_S 'nin θ ile değişimi.



Şekil 2: τ_F 'nin θ ile değişimi.

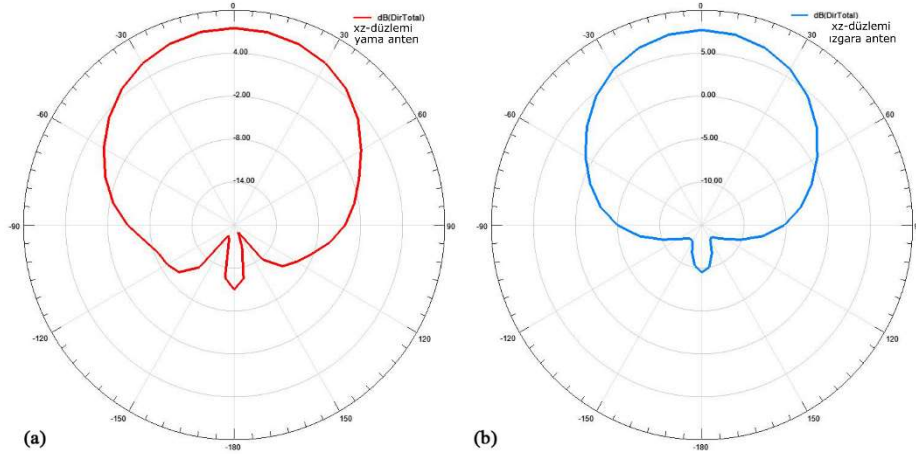
Kaynakça

1. M. Tanaka, I. Mannari, “Phase Transitions of a Solvable Spin-One System with Bilinear and Biquadratic Interactions”, *Journal of the Physical Society of Japan* **41**, 741 (1976).
2. M. Keskin, M. Ari, P.H.E. Meijer, “Stable, metastable and unstable solutions of a spin-1 Ising system obtained by the molecular-field approximation and the path probability method”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **157**, 1000 (1989).
3. M. Keskin, R. Erdem, “Dynamic Behavior of a Spin-1 Ising Model. I. Relaxation of Order Parameters and the "Flatness" Property of Metastable States”, *Journal of Statistical Physics* **89**, 1035 (1997).
4. R. Erdem, M. Keskin, “Dynamics of a spin-1 Ising system in the neighbourhood of equilibrium states”, *Physical Review E* **64**, 026102 (2001).

Mikroşerit Yama Antenlerin Metalik Izgaralar ile Saydamlaştırılması

Yasemin Demirhan¹, Fulya Bağcı¹, Barış Akaoglu¹¹Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, Beşevler, 06100 Ankara

Uydular (örneğin CubeSat), güneş panelleri, dokunmatik ekranlar, giyilebilir cihazlar gibi pek çok sivil ve askeri uygulamada gereksinim duyulan saydam antenler gelecek kablosuz iletişim sistemlerinin temel yapı taşlarından biri olacaktır. Optiksel saydam antenlerin yüksek optiksel geçirgenliklerinin yanında mikrodalga bölgesinde iletkenliklerinin de yüksek olması istenilen bir özelliktir [1]. Bu amaçla uygulanan yöntemlerden biri mikroşerit yama antenlerin metalik ızgara şeklinde tasarlanmasıdır. Bu çalışmada 3 GHz frekansta çalışan iki adet mikroşerit yama anten tasarlanmıştır. Antenlerden biri konvensiyonel mikroşerit yama anten olup diğer antenin optiksel saydam olması için yama kısmı, 30 μm genişlikte 1,2 mm periyodiklikte bakır ızgaralar olacak şekilde tasarlanmıştır. Alttaş olarak elastik ve saydam olan akrilik ($\epsilon_r=2,8$, kayıp tanjantı=0,009) kullanılmıştır. Böylece görünür bölgede %95 optiksel geçirgenlik sağlanmıştır. Her iki antenin alttaş ve yama boyutları karşılaştırma yapılabilmesi için aynı tutulmuş ve antenler çeyrek dalga dönüşümlü iletim hattı ile beslenmiştir. Tasarımlar üç boyutlu tam-dalga bir sonlu elemanlar çözümleyicisi olan Ansys HFSS kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optiksel saydam ızgara anten yüksek optiksel geçirgenliğinin yanında geri dönüş kaybı, voltaj duran-dalga oranı, kazanç, yönlülük ve verimlilik bakımından konvensiyonel mikroşerit yama antenle karşılaştırılabilir özelliklere sahiptir. Tasarlanan mikroşerit yama anten ve mikroşerit ızgara antenin xz -düzlemindeki yönlülüğünün ışına örüntüsü Şekil 1'de verilmiştir. Saydam alttaş ve toprak düzlemi arasına güneş panelleri konulduğunda ızgara antenler hem kablosuz iletişim sağlamakta hem de güneşten gelen ışığı soğurabilmektedir [2].



Şekil 1: (a) Mikroşerit yama anten ve (b) ızgara antenin xz -düzlemindeki yönlülüğünün ışına örüntüsü.

Teşekkür: Bu çalışma Ankara Üniversitesi tarafından Proje No: 17B0443006 kapsamında desteklenmektedir.

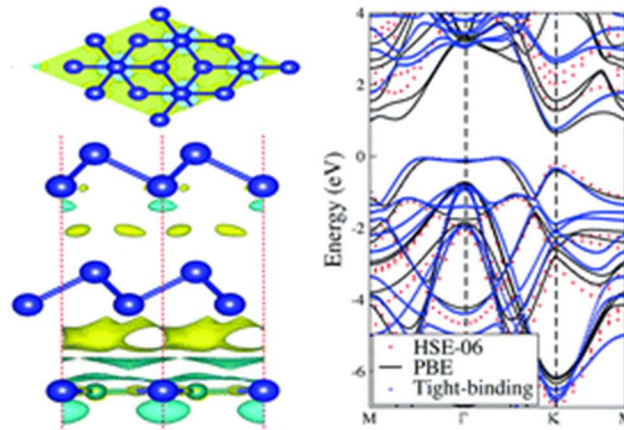
Kaynakça

1. S. H. Kang, C. W. Jung, "Transparent patch antenna using metal mesh", IEEE Transactions on Antennas and Propagation **66**, 4, 2095–2100 (2018).
2. T. Yasin, "Optically transparent multifunctional patch antennas integrated with solar cells for small satellites", 25th AIAA/USU Conference on Small Satellites 54 (2011).

Bor Fosfid/Mavi Fosforen Heteroyapının Elektronik ve Optik Özellikleri

Y. Moğulkoç¹, M. Modarresi^{2,3}, A. Moğulkoç⁴, B. Alkan¹¹Fizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 06100, Türkiye²Department of Physics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran³Laboratory of Organic Electronics, Department of Science and Technology, Campus Norrköping, Linköping University, SE-60174 Norrköping, Sweden⁴Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 06100, Türkiye

van der Waals (vdW) heteroyapıları, gelecekteki olası optoelektronik cihazlar için gelecek vaat eden yapılar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, ilginç fiziksel özellikleri ile vdW hetero yapıları üzerine yapılan son çalışmaların verdiği motivasyonla, yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT) ve tight-binding (TB) yaklaşımı çerçevesinde bor fosfid/mavi fosforen heteroyapının elektronik ve optik özellikleri araştırılmıştır. Tight-binding yaklaşımına ait hamiltoniyenin hopping parametreleri DFT sonuçlarına ait elektronik bant yapılarından elde edilen fitler alınmıştır. Yapılan hesaplamalarda, enerji bant aralığının değişimi ve enerji-bant diagramlarının karakteristiği, elektrostatik potansiyel altında ve stacking parametreleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Yapılara ait dinamik kararlılıklar fonon spektrumu ile kesinleştirilmiştir. Çalışmamızda; iki tabakalı bor fosfid/mavi fosforen üç katmanlı heteroyapısının, doğrudan bir bant aralığı ile yarı iletken olduğunu ve heterobilayerlerin daha yüksek bant aralığı değerleri ile doğrudan bant boşluğuna sahip olduğunu gösterdik. Ayrıca, çalışmamızda heteroyapıların DFT hesaplamalarının bir parçası olarak tek tabaka bor fosfidin optik özellikleri analiz edilmiştir. Heteroyapıların hem görünür bölgede hem de UV bölgede optik soğurmaya sahip olması nedeniyle gelecekte optoelektronik malzeme uygulamaları arasında değerli olacağı görüşündeyiz.



Şekil 1: ABA stack için yük yoğunluğu ve elektronik bant yapısı.

Teşekkür: Bu çalışmada yapılan nümerik hesaplamalar Ankara Üniversitesi BAP-AYP Proje No: 17A0443001 kapsamındaki yüksek performanslı bilgisayar sisteminde gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

1. Y. Mogulkoc, M. Modarresi, A. Mogulkoc, ve B. Alkan, “Electronic and optical properties of boron phosphide/blue phosphorus heterostructures”, Phys. Chem. Chem. Phys., **20**, 12053-12060 (2018).

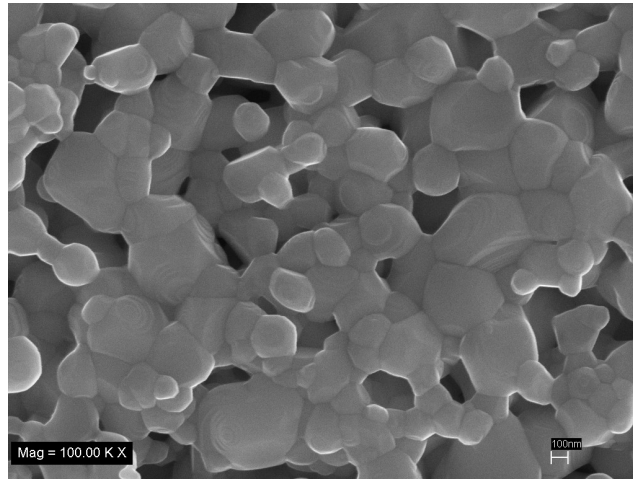
Manyetokalorik Etki Gösteren $La_{0.67}Sr_{0.33}MnO_3$ Perovskit Bileşiğine Yapılan Ba Katkısıyla Değişen Yapısal ve Manyetik Özelliklerin İncelenmesi

Pınar Baykara¹, Yusuf Samancıoğlu²

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, 48000, Muğla

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Optisyenlik, 48706, Muğla

Bu çalışmada ideal durumdaki $LaMnO_3$ peroksit manganit bileşiğinde La^{+3} yerine Sr^{+2} ve/veya Ba^{+2} elementi yer değiştirmesi yapılarak manyetik ve yapısal özelliklerindeki değişim gözlemlenmiştir. $La_{0.67}(Sr_xBa_{0.33-x})MnO_3$, ($x=0.0-0.15-0.18$) bileşikleri sol-jel metodu kullanılarak üretilmiş ve $1000^\circ C$ 'de 24 saat ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Manyetik özelliklerin belirlenmesinde manyetik özellik ölçüm sisteminden (MPMS) yararlanılmıştır. A-bölgesine yapılan Sr^{+2} ve/veya Ba^{+2} elementi katkılarlarıyla yığın olarak üretilen $La_{0.67}(Sr_xBa_{0.33-x})MnO_3$, ($x=0.0-0.15-0.18$) bileşiklerinin manyetik özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Manyetik ölçümler sonucunda Curie geçiş sıcaklıkları (T_C) tespit edilmiştir. Bileşiklerin T_C geçiş sıcaklıkları sırasıyla 370K, 352K ve 358K olarak bulunmuştur. Yüzey morfolojisinin ve parçacık boyutu dağılımının belirlenmesinde taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve örnek kompozisyon değerlerini belirlemek için sisteme entegre enerji yayılım spektrometresi (EDS) kullanılmıştır. Ba katkısıyla parçacık boyutunda küçülme gözlenmiştir. Ayrıca, X-ışınları toz kırınım deseninden örneklerin istenen yapıda olduğu perovskit yapıyı sağladığı gözlenmiştir.



Şekil 1: $x=0$ için $La_{0.67}Sr_{0.33}MnO_3$ örneğinin 100.000 büyütmedeki SEM görüntüsü.

Teşekkür: Bu çalışma NANO SET REAKTÖR SİTEMLERİ tarafından desteklenmektedir.

RF Magnetron Kopartma Tekniği ile Hazırlanan LiCoO₂ İnce Filmlerin Optik, Elektrokromik ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi

Buğrahan Erbar¹, Özlem Duyar Coşkun¹

¹ *İnce Film Hazırlama ve Karakterizasyon Laboratuvarı, Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği, TR-06800, Ankara, Türkiye*

Elektrokromik malzemeler, malzeme üzerine uygulanan bir gerilim ile optik özelliklerinin değiştirilerek tersinir, renklenme/şeffaşılaşma süreçlerinin elde edilebildiği malzemelerdir.

Elektrokromik malzemeler akıllı camlar, aynalar, kaplamalar ve sensörlerde kullanılabilir. Ticari pazar payının en büyük elemanı akıllı camlardır. Akıllı camlar, camlar üstüne kaplanan 5-6 katmandan oluşan, binalarda kullanılan enerji tasarrufunu %40 oranına kadar arttırabileceği öngörülen uygulamaları içermektedir.

Yeniden kullanılabilir bataryalarda katot malzemesi olarak kullanılan LiCoO₂ kararlı, yapısal olarak kolay bozunmayan, kolay ulaşılabilir ve maliyeti düşük bir malzemedir. Yapılan çalışmalar, LiCoO₂ ince filmlerin üzerine bir gerilim uygulandığı zaman optik özelliklerinin değiştiğini ve elektrokromik olarak renkleidiğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada LiCoO₂ ince filmler, %99 saflık oranına sahip LiCoO₂ hedef kullanılarak, oda sıcaklığında, Argon ve Oksijen atmosferinde, RF Magnetron Sputter tekniği ile cam ve bükülebilir camlar üzerinde büyütülmüştür. Sputter gücünün 125 Watt olarak seçildiği deneyde 20 mTorr Argon ve Argon miktarının %25'i Oksijen gazı olacak şekilde gaz geçişi sağlanarak 30 dakika boyunca büyütme yapılmıştır.

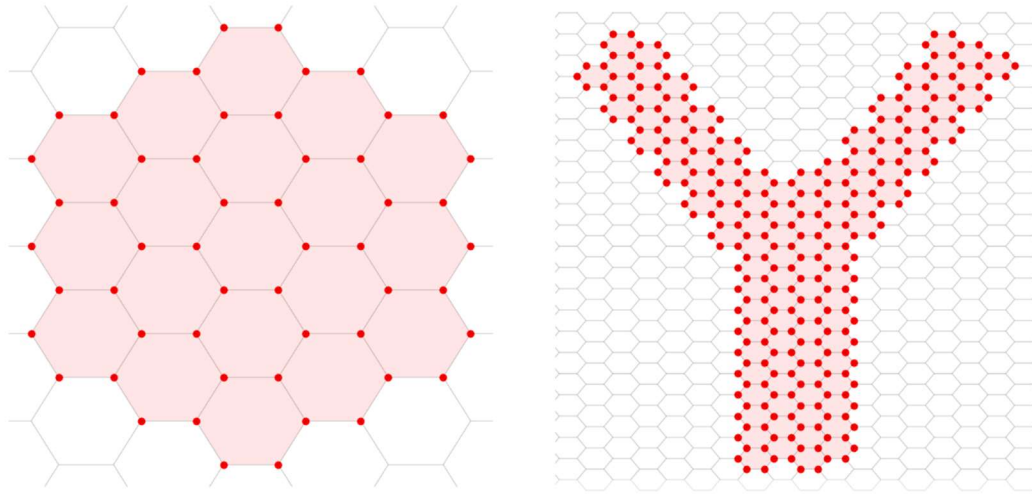
Hazırlanan örnekler 350 – 1100 nm dalga boyu aralığında Aquila nkd-8000e fotospektrometre ile optik geçirgenlikleri ve yansıtmaları ölçülmüştür. Stylus Profilometre ile filmlerin kalınlık bilgisi elde edilmiştir. LiCoO₂ ince filmlerin X-ışınları kırınımı yöntemi(XRD) ile yapısal analizlerinin yapılmıştır. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile yapısal özellikleri ve yüzey topoğrafyaları incelenmiştir. CH Instruments marka, CH-6005D model elektrokimyasal analizör kullanılarak çevrimsel voltametri (CV) ve kronoamperometri (CA) ölçümleri alınarak büyütülen filmlerin elektrokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu çevrimler sırasında filmlerin renkli ve şeffaf durumlardaki optik soğurma ölçümleri Hitachi Diode Array U-0080D model spektrofotometre ile 350-1100 nm dalgaboyu aralığında alınmıştır.

Bölgesel Manyetik Alanlar Altında Grafen Pullarının ve Bağlantılarının Elektronik Ve Taşınım Özellikleri

Fırat Yalçın¹, Hande Toffoli¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik, 06800, Ankara

İki boyutlu bir periyodik potansiyel ve bu iki boyuta dik bir manyetik alanın etkisi altındaki elektronlar uzun yıllardır farklı araştırmalara konu olmuştur¹. Bu problemde, örü sabiti ve manyetik uzunluk ölçeklerinin etkileşimi enerji seviyelerinde oldukça bilinen Hofstadter kelebeği² adındaki fraktal yapıya yol açmaktadır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar genellikle sabit manyetik alanlar veren ölçüler(Landau ölçüsü, simetrik ölçü) kullanılarak yapılmıştır. Probleme uygun bir ölçü belirlenirken aranan tek şart, vektör potansiyelin kapalı döngü integralinin bu döngünün çevresini oluşturduğu alandan geçen manyetik akıya eşit olmasıdır. Bu da bize büyük bir ölçü serbestisi sunmaktadır. Bu sayede, sıkı-bağlanım(tight-binding) metodunda sadece belirli atom ve komşuları arasında sıfırdan farklı bir vektör potansiyel çizgi integrali belirleyerek her türlü bölgesel manyetik alanı oluşturabiliriz. Bu çalışmada, farklı büyüklük ve şekildeki(altıgensel ve Y biçimli) grafen pulları ve bağlantıları, lokalize manyetik alanların, bu yapıların elektronik özellikleri üzerindeki etkileri sıkı-bağlanım metodu kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 1: 6x6 Grafen pulu ve Y biçimli bağlantısı

Kaynakça

1. R. Peierls, Z. Phys. 80, 763 (1933); W. Kohn, Phys. Rev. 115, 1460 (1959); J. B. Sokoloff, Phys. Rep. 126, 189 (1985)
2. D. Hofstadter, Phys. Rev. B 14, 2239 (1976)

Li₂A₁₂H₁₂ ve Benzer Yapıların Enerji Depolama Özelliklerinin İncelenmesiRaşid Göksun¹¹Gazi Üniversitesi, Fizik, 06200, ANKARA

Bu çalışmada (B₁₀H₁₀²⁻) ve (B₁₂H₁₂²⁻) anyonlarını içeren bor-hidrojen bileşiklerinden tetrahidroboratın karakteristik özellikleri yoğunluk fonksiyonu teorisi yardımı ile incelenmiştir. Özel olarak bu çalışma kapsamında AB₁₀H₁₀(A=2Li,Mg) bileşiğinin hidrojen depolama özelliği araştırılmış Li₂B₁₀H₁₀ ve MgB₁₀H₁₀ arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 1: Li₂B₁₀H₁₀ ve MgB₁₀H₁₀ bileşiklerine ait bazı parametreler.

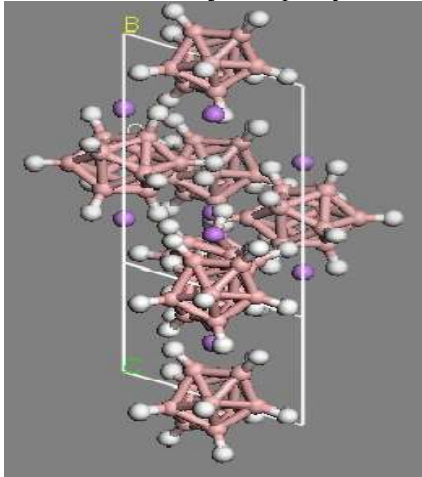
(GGA-PBE)	Li ₂ B ₁₀ H ₁₀	MgB ₁₀ H ₁₀
a(A ⁰)	7,052	7,079
b(A ⁰)	7,052	7,111
c(A ⁰)	14,967	14,794
V(A ³)	644,490	655,547
E _{coh} (eV)	-110,705	-106,272
Simetri grupları	P6 ₄ 22(D6-5)	P2(C2-1)

Tablo 2: Li₂B₁₀H₁₀, MgB₁₀H₁₀ ve Li₂B₁₂H₁₂ bileşiklerine ait kütlece hidrojen yüzdeleri.

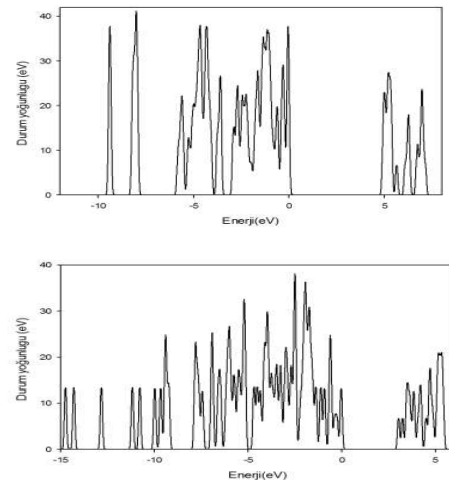
Li ₂ B ₁₀ H ₁₀	MgB ₁₀ H ₁₀	Li ₂ B ₁₂ H ₁₂
%7.63	%7.07	%7.77

Çalışmanın başlangıcında Li₂B₁₀H₁₀ ve MgB₁₀H₁₀ bileşiklerinin E_{kes}=544.0 eV ve k-nokta=4x4x2 alınarak geometrik optimizasyonları, durum yoğunlukları ve band yapılarının analizi Castep paket programı sonuçları kullanılarak yapıldı. Başlangıç için atomik koordinatlar [1] den alınmıştır.

Hesaplamalar yapılırken GGA yaklaşımı PBE korelasyon metodu kullanılmıştır. Geometrik optimizasyon sonucunda oluşan örgü parametreleri ve oluşum enerjisi değerleri **Tablo 1**'de gösterilmiştir. Elde edilen verilerin literatürdeki değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir. **Şekil 1**'de Li₂B₁₀H₁₀ bileşiğinin kristal yapısı verilmiştir. P6₄22 simetri grubunda olan Li₂B₁₀H₁₀ hegzagonal yapıdadır. MgB₁₀H₁₀ ise monoklinik yapıda olup, P2 simetri grubundadır. **Şekil 2**'de ise Li₂B₁₀H₁₀ ve MgB₁₀H₁₀ bileşiklerinin durum yoğunluğu grafikleri verilmiştir. **Tablo 1**'deki sonuçlara dayanarak MgB₁₀H₁₀ bileşiğinin Li₂B₁₀H₁₀ bileşiğiyle benzer bir yapıda olduğu düşünülebilir. **Tablo 2**'de ise Li₂B₁₀H₁₀, MgB₁₀H₁₀ ve Li₂B₁₂H₁₂ bileşiklerine ait kütlece hidrojen yüzdeleri verilmiştir. T abloya göre Li₂B₁₀H₁₀, MgB₁₀H₁₀ bileşiğine göre kütlece daha fazla hidrojen içerir. Castep paket programıyla Li₂B₁₀H₁₀ ve MgB₁₀H₁₀ bileşiklerinin band aralıkları da hesaplanmıştır. Li₂B₁₀H₁₀'nun band aralığı=4.925 eV ve MgB₁₀H₁₀'nun band aralığı=2.881 eV'tur. Durum yoğunluğu sonuçlarından görüleceği gibi her iki bileşik te yarıiletken özelliklidir. Bu sonuçlara dayanarak Li₂B₁₀H₁₀, Li₂B₁₂H₁₂ ve MgB₁₀H₁₀ bileşiklerinin umut vadeden bir hidrojen depolayıcısı olabileceği öne sürülebilir.



Şekil 1: Li₂B₁₀H₁₀ bileşiğinin kristal yapısı.



Şekil 2: Sırasıyla Li₂B₁₀H₁₀ ve MgB₁₀H₁₀ bileşiklerinin durum yoğunluğu grafikleri.

Kaynakça

1. Structural Behavior of Li₂B₁₀H₁₀, Hui Wu, Wan Si Tang, Vitalie Stavila, Wei Zhou, John J. Rush, and Terrence J. Udovic The Journal of Physical Chemistry C 2015 119 (12), 6481-6487

Manyetik Soğutucular İçin Ni-Tabanlı Heusler Alaşımlarının Tasarlanması ve Geliştirilmesi

Sedanur Toraman¹, Amdulla O. Mekhrabov¹, M. Vedat Akdeniz¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

Manyetik soğutma, daha yüksek soğutma verimi ve çevre dostu olması sebebiyle malzeme araştırma komunitelerince giderek artan bir ilgi çekmektedir. Verimli bir manyetik soğutucu elde etmek için uzun yıllar boyunca birçok malzeme geliştirilmiştir. Günümüzde Heusler alaşımları, özellikle tam Heusler alaşımları, bu malzemeler arasında en ilgi çeken malzemelerdir. Tam Heusler alaşımları, L₂₁-tipi kristal yapıya sahip manyetik üçlü intermetalik bileşiklerdir. Tipik olarak, bu alaşımlar düşük sıcaklıkta bir martensitik dönüşüm (austenite ↔ martensite), bir manyetik dönüşüm (paramanyetik ↔ ferromanyetik) ve nispeten yüksek sıcaklıkta atomik düzen dönüşümlerini (düzen ↔ düzen ve düzen ↔ düzensizlik) geçirmektedir. Heusler alaşımlarında en çok çalışılan sistemler tam Ni-Mn tabanlı Heusler alaşımlarıdır. Ni-Mn-Ga alaşımındaki ferromanyetik şekil hafıza etkisinin (FSME) ve dev manyetokalorik etkisinin (MCE) keşfinden sonra, Ni-Mn tabanlı Heusler alaşımları benzersiz manyetik ve yapısal özelliklerinden dolayı büyük ilgi görmüştür [1-4].

Bu çalışmada Ni₅₁Mn₃₄In₁₅ alaşımının yapısal ve manyetik analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda, ısıtılma işlem süreçlerinin Ni-zengin Ni₅₁Mn₃₄In₁₅ Heusler alaşımının yapısal ve manyetik özelliklerine etkisi XRD, SEM, EDS ve VSM teknikleri ile analiz edilmiştir. L₂₁ tipi düzenli kristal yapı ham döküm alaşımında tespit edilemese de uygun bir ısıtılma işlem prosesi uygulandıktan sonra Ni₅₁Mn₃₄In₁₅ Heusler alaşımında kararlı L₂₁ tipi düzenli yapının oluşumu başarılmıştır, ki bu da manyetokalorik uygulamalar için en çok istenen yapıdır. Manyetokalorik etkiyi (MCE) belirlemek için, manyetik alan bağımlı mıknatıslanma ölçümlerinden manyetik entropi değişimleri (ΔS_M) hesaplanmıştır. Maksimum ΔS_M değerlerinin $\Delta H=18$ kOe manyetik alan değişiminde ham döküm, 24 saat yaşlandırılmış ve 48 saat yaşlandırılmış Ni₅₁Mn₃₄In₁₅ alaşımı için sırasıyla, 4.8 J/kg·K, 5.6 J/kg·K ve 12.8 J/kg·K 271 K, 294 K ve 305 K'de ulaştığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, geniş sıcaklık aralıklarında pozitif işaretli büyük manyetik entropi değişimleri gözlemlenmiştir ve bu pozitif ΔS_M değerleri, bu alaşımın martensitik dönüşüm sıcaklığı (T_M) etrafında ters MCE sergilediğini göstermektedir. Buna ek olarak, manyetokalorik malzemenin bağıl soğutma gücü (RCP) manyetik entropi değişimine göre hesaplanmıştır. Hesaplamaların sonuçları, ısıtılma işlem proselerinin uygulanmasının Ni₅₁Mn₃₄In₁₅ Heusler alaşımının RCP parametresinin büyüklüğünü artırdığını göstermektedir.

Kaynakça

1. Y. Kulkarni, "A review on magnetic refrigeration at room temperature", International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology **4**, 12 (2015).
2. K. Ullakko, J. K. Huang, C. Kantner, R. C. O'Handley, "Large magnetic-field-induced strains in Ni₂MnGa single crystals", Applied Physics Letters **69**, 1966 (1998).
3. T. Krenke, M. Acet, E. F. Wassermann, X. Moya, L. Manosa, A. Planes, "Ferromagnetism in the austenitic and martensitic states of Ni-Mn-In alloys", Physical Review B **73**, 174413 (2016).
4. Jr K. A. Gschneidner, V. K. Pecharsky, A. O. Tsokol, "Recent developments in magnetokalorik materials", Institute of Physics Publishing, **68**, 479-539 (2005).

Süperiletken Teller İçin Eklem Üretim Tekniklerinin Avantajları ve Dezavantajları

Canan Aksoy¹, Burcu Savaşkan², Ezgi Taylan Koparan³, Barış Güner⁴

¹*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Of Teknoloji Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Müh. 61830, Of, Trabzon*

²*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Of Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Müh, 61830, Of, Trabzon*

³*Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Ereğli, 67300, Zonguldak*

⁴*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fizik Bölümü, 53100, Rize*

Süperiletken tellerden geçen kararlı akımlar büyük ölçüde süperiletken teller arasındaki eklemelerin kalitesine bağlıdır. Yüksek manyetik alan gerektiren teknolojik uygulamalarda kullanılan süperiletken tellerin birleştirilmesinde kullanılan eklem yönteminin süperiletken özellikleri destekleyici nitelikte olması gerekir. Çalışmamızda mevcut kullanılan süperiletken lehim yöntemlerine karşı alternatif kullanılabilir soğuk baskılama, nokta eritme ve lehimleme gibi bazı eklem yöntemlerinin avantajlarını ve dezavantajlarını araştırdık. Bunun için eklemelerin mikro yapı ve manyetik özellikleri araştırıldı. Araştırmamız sonucunda, akım taşıma kapasitesi en yüksek olan nokta eritme tekniği ile yapılan eklemeler olmasına rağmen, üretimin aynı ölçüde tekrarlanabilme riski olmasından dolayı lehimleme tekniğinin daha avantajlı olduğu sonucuna varıldı.

Katıhal Fiziği Araştırmalarında Yeni Nesil Yüksek Teknoloji Araçlar: X-ışını Dalgaboylu Serbest Elektron Lazerleri

Bora Ketenoğlu¹

¹Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara

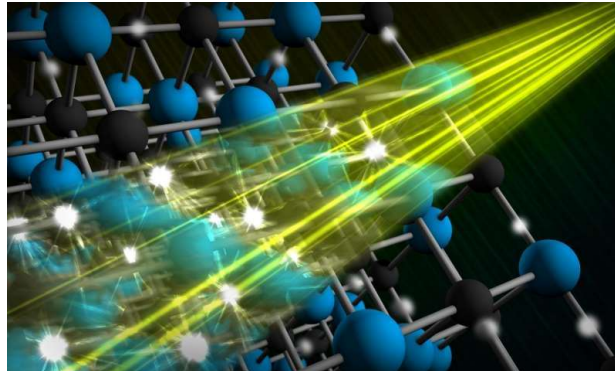
Fizik ve biyoloji başta olmak üzere, günümüz doğa bilimleri araştırmalarında hızlandırıcılara dayalı üçüncü ve dördüncü nesil ışınım kaynakları, önde gelen ülkeler arasında ilk sırada yer almaktadır. Dairesel hızlandırıcılara dayalı üçüncü nesil sinkrotron ışınımı kaynaklarının tarihsel olarak evrimini takiben, doğrusal hızlandırıcılara dayalı dördüncü nesil serbest elektron lazerleri ile malzeme bilimi, nanoteknoloji, tıp, biyoloji, çevre bilimleri, enerji, uzay araştırmaları vb. disiplinlerarası bilimsel araştırmaların yanısıra, sanayi ve teknolojiye yönelik pek çok uygulamalar yapılmaktadır.

Geleneksel ışık kaynakları ile kıyaslandığında, serbest elektron lazerlerini üstün kılan özellikler: monokromatik, koherent, femtosaniye atma uzunluklu, yüksek pik parlaklıklı, ayarlanabilir dalgaboylu, belirli bir zaman yapılı (cw yada atmalı), doğrusal/helisel polarize ve yönlü fotonlar olarak özetlenebilir.

Dördüncü nesil ışınım kaynaklarına Dünya'dan bir örnek olarak, Almanya'nın Hamburg şehrinde çalışmakta olan European XFEL tesisi, 17.5 GeV enerjili süperiletken doğrusal elektron hızlandırıcısına dayalı bir X-ışını dalgaboylu serbest elektron lazeri tesisidir. Yaklaşık olarak ışık hızına kadar hızlandırılan elektron paketçikleri, salındırıcı adı verilen periyodik manyetik alan bölgesine girdiklerinde, yatay düzlemde sinüsoidal bir yörüngeye zorlanarak foton yayarlar ve salındırıcı boyunca belirli bir güç değerinde doyuma ulaştıktan sonra, foton hatları ile deney istasyonlarına yönlendirilirler.

European XFEL tesisinin SASE1 ve SASE2 adı verilen 0.5-4 Å dalgaboyu aralıklı iki deney hattında sırasıyla, SPB/SFX, FXE, MID ve HED deneyleri yapılmaktadır. 4-47 Å dalgaboyu aralıklı SASE3 deney hattı ise, SQS ve SCS deneylerine olanak sağlamaktadır.

Sunumda, X-ışını dalgaboylu serbest elektron lazerleri ile yapılan katıhal fiziği araştırmalarına ve bu araştırmaların bilimsel çıktıklarına örnekler verilecektir.



Şekil 1: X-ışını dalgaboylu serbest elektron lazerinin, katı bir malzemenin atomik örgüsünü titreştirerek elektronlarını uyarmasının temsili gösterimi (Görsel: SLAC National Accelerator Laboratory)

InGaN Güneş Hücresinin Analitik Güneş Hücre Modeli ile Yapısal Analizi

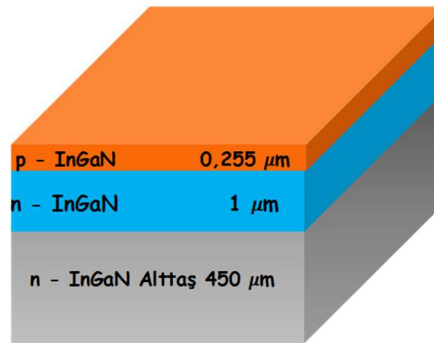
Tuğçe Ataşer¹, Mustafa Kemal Öztürk^{1,2}, Süleyman Özçelik^{1,2}

¹Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara

²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Ankara

Son zamanlarda III-Nitürler gibi doğrudan bant aralığına sahip malzemeler yüksek güç ve sıcaklık ve yüksek radyasyon şartları altında çalışan nano-elektronik ve nano-optoelektronik cihazlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu malzemeler arasında InGaN geniş yasak enerji aralığına (0,7-3,42 eV) sahip olduklarından güneş hücrelerin tasarımında ve büyütülmesinde tercih edilmektedir [1]. Bu malzemelerin hücrelerde kullanımı ile güneşten fotonlar daha çok soğrulduğundan, geleneksel III-V grubu güneş hücrelerine göre yüksek verimli güneş hücreleri elde edilmektedir [2].

Bu çalışmada, tek eklemli InGaN güneş hücresi tasarımı ile hücre üzerinde sıcaklığın verim değeri üzerindeki etkisi araştırıldı. Tek eklemli InGaN güneş hücresinin kalınlık ve İndiyum optimizasyonu yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre Şekil 1’de görülen tek eklemli InGaN güneş hücresi tasarlandı. Tasarlanan güneş hücresinin elektriksel parametrelerinin hesaplanmasında analitik güneş hücre modeli kullanıldı. Bu modelleme hem azınlık hem de çoğunluk taşıyıcıları ve Poisson denklemlerine dayanan süreklilik denklemlerini ve akım denklemlerinin çözümünü içermektedir [3]. Bu hesaplamalar için yüksek veri hassasiyetine sahip fortran program dili kullanıldı. Öncelikli olarak, tasarlanan güneş hücresinin tabakaları biçimleyen her bir örgüdeki alaşımın elektriksel özelliğinin tanımlanmasında kullanılan yasak enerji aralığına bağlı soğurma katsayıları teorik olarak hesaplandı. Buna bağlı olarak, AM1.5G güneş spektrumu ve 1-güneş altında, 300-400 K sıcaklıkları arasında tek eklemli InGaN güneş hücresinin elektriksel özellikleri (kısa devre akım yoğunluğu (J), açık devre voltajı (V_{oc}) ve fotovoltaik dönüşüm verimliliği (η)) teorik olarak hesaplandı [3].



Şekil 1: Tek-eklemli InGaN güneş hücresi

Oda sıcaklığında tek eklemli InGaN güneş hücresinin elektriksel parametreleri, kısa devre akım yoğunluğu 34,69 mA/cm², açık devre voltajı 0,9468 V ve fotovoltaik dönüşüm verimliliği %27,88 olarak bulundu. Bulunan sonuçlara göre, InGaN güneş hücresinin sıcaklığı arttıkça daralan yasak enerji aralığına bağlı olarak, kısa devre akım yoğunluğu artarken, açık devre voltajı azalmaktadır. Buna bağlı olarak da tek eklemli InGaN güneş hücresinin verim değeri azalmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda, iki veya daha fazla eklemli InGaN tabanlı güneş hücre yapılarının tasarlanması ile hücre performans değerlerinin artırılabilceği değerlendirilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma 2016K121220 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça

1. L. Hsu and W. Walukiewicz “Modeling of InGaN/Si tandem solar cells”, Journal of Applied Physics, **104**, 024507, 2008.
2. O. Jania, I. Ferguson, C. Honsberg, and Sarah Kurtz, “Design and characterization of GaN/InGaN solar cells”, Applied Physics Letter, **91**, 132117, 2007.
3. Luis Castafier and Santiago Silvestre Universidad Politecnica de Cataluiia, “Modelling Photovoltaic Systems using PSpice”, John Wiley&Sons, Barcelona, Spain, 2002.

MOCVD Yöntemiyle Safir Alttaşı Üzerine Büyütülen $Al_xGa_{1-x}N/GaN$ HEMT Yapısının Yapısal, Optiksel ve Elektriksel Özelliklerinin İncelenmesi

Ömer Akpınar^{1,2}, A. Kürşat Bilgili¹, M. Kemal Öztürk^{1,2}, Süleyman Özçelik^{1,2}, Ekmel Özbay³

¹*Department of Physics, Gazi University, 06500 Ankara, Turkey*

²*Photonics Research Center, Gazi University, 06500 Ankara, Turkey*

³*Nanotechnology Research Center, Bilkent University, 06800 Ankara, Turkey*

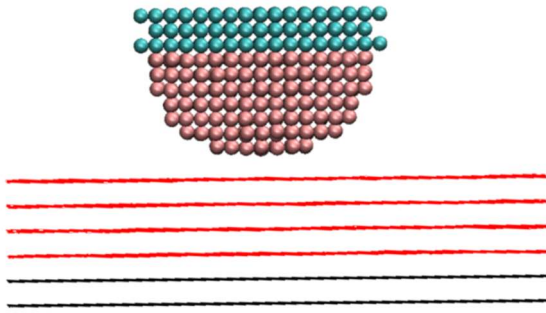
Bu çalışmada $Al_xGa_{1-x}N/GaN$ yüksek elektron mobiliteli transistör (HEMT) yapısı c- yönelimli safir alttaşı üzerine Metal Organik Kimyasal Buhar Biriktirme (MOCVD) yöntemiyle büyütüldü. Büyütülen yapının yapısal, optik, morfolojik ve elektriksel karakterizasyonları sırasıyla X- Işını Kırınımı (XRD), Fotoluminesans (PL), Ultraviyole (UV-Vis), Atomik Kuvvet Mikroskopisi (AFM) ve Hall -Özdirenç ölçümleri ile belirlendi. XRD tekniği ile simetrik ve asimetrik düzlemlerde 2θ , tam genişlikteki yarı yükseklik (FWHM), örgü parametreleri, parçacık boyutu, zorlama, gerilme ve dislokasyon değerleri hesaplandı. PL ölçüm sonucundan 3,24 eV GaN'ın doğrudan bant aralığı belirlendi. UV-Vis'de ise AlGaN tabakasının iletiminin 360 nm'de başladığı görüldü. Hall-özdirenç ölçümlerinde HEMT yapısının taşıyıcı yoğunluğunun sıcaklıktan etkilenmediği ve mobilite değerinin yüksek olduğu hesaplandı. Oda sıcaklığında elde edilen taşıyıcı yoğunluğu ve mobilite değerinin sırasıyla $5,82 \times 10^{15} \text{ 1/cm}^3$ ve $1198 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ olarak elde edilirken, en düşük sıcaklık noktasında (25 K) ise $5,19 \times 10^{15} \text{ 1/cm}^3$ ve $6579 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 'dir.

Moleküler Dinamiği Modellemesi Kullanılarak Grafit ve Altın Kaplamalı Yanal Kuvvet Mikroskobunun Nanoölçek Düzeyde Olan Davranış Biçiminin İncelenmesi

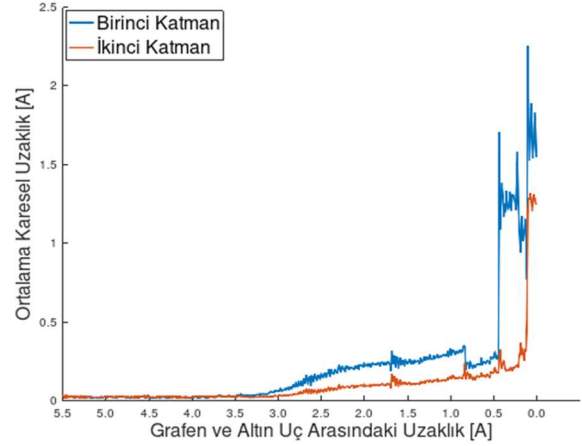
Cem Maden¹, Hande Toffoli¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Sanayi alanında maddeler arasında sürtünme göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir enerji kaybına yol açmaktadır. Özellikle nanoteknolojik ilerlemelerin ivmelenerek artmasıyla nanometre boyutundaki malzemelerin tribolojik özelliklerinin incelenmesi hızla önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, grafit yüzeyi ile Au kaplamalı bir yanal kuvvet mikroskobu (YKM) ucu arasındaki sürtünme, Moleküler Dinamiği (MD) teorisi ile incelenmiştir.



Şekil 1: 2 katmanı sabitlenmiş 6 katmanlı grafit (siyah ve kırmızı renklerle gösterilmiştir) ve küre şeklinde oluşturulmuş altın atomlarının yandan görünüşü.



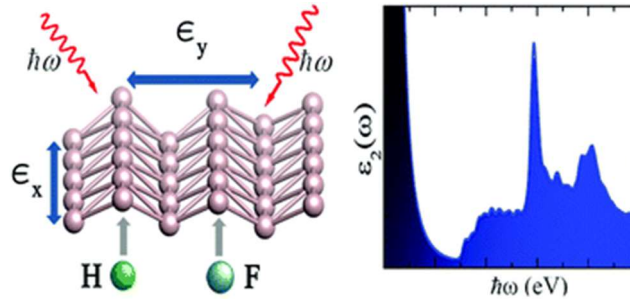
Şekil 2: Altın ucun grafene olan yaklaşması sırasında grafitin ilk iki katmanının tepkisi gösterilmiştir.

İncelemeler iki bölümde yapılmıştır. Öncelikle YKM'nun çok katmanlı grafit üzerindeki belli bir noktaya yaklaşırken karşılaştığı tepki hesaplanmış, daha sonra da yana doğru çekildiği zaman karşılaştığı tepki modellenmiştir. Her iki davranış da farklı hızlara, farklı sıcaklık ve çekme hızlarına göre modellenmiştir. Hesaplarımızda C Airebo potansiyeli [3.0], Au atomları EAM modeli, C-Au etkileşmesi ise van der Waals etkileşmesi ile tarif edilmiştir.

Borofenin Optik Özelliklerine Zorlamanın ve Fonksiyonelleştirmenin Etkisi

A. Moğulkoç¹, Y. Moğulkoç², D. Kecik^{3,4}, E. Durgun³¹Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 06100, Türkiye²Fizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 06100, Türkiye³UNAM – Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, 06800, Türkiye⁴Fizik Bölümü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, 06800, Türkiye

İki boyutlu malzemeler gösterdikleri ilginç elektronik ve optik özellikleri nedeniyle günümüz yoğun madde fiziğinin önde gelen araştırma alanları arasındadır. Grafenin keşfiyle birlikte, farklı yapıların iki boyutlu kristalleri üzerine gerçekleştirilen deneysel ve teorik çalışmaların sayısı hızla artmaktadır. Atomik kalınlıktaki bor tabakasının (borofen) senteziyle birlikte, grup III elementlerine ait iki boyutlu malzemelerin oluşturduğu aileye bir yapı daha eklenmiştir. Borofen birçok polimorfa sahip olmakla birlikte, gösterdiği metalik karakter hem farklı iki-boyutlu hem de bulk bor allotropuna göre değişim göstermektedir. Bu çalışmada dikkate alınan (buckled) üçgen borofen, düzlem dışı buruşuk (corrugated) kristal yapısı nedeniyle izotropik olmayan çeşitli fiziksel özellikler göstermektedir. Sahip olduğu kendine özgü özellikleri sebebiyle borofene duyulan ilgi zaman içerisinde artış göstermiştir. Bu özelliklerin anlaşılması ve modifiye edilmesi borofenin ileri teknoloji uygulamalarında yer alması bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, (buckled) borofene ait optoelektronik özelliklerin değişimi zorlama ve fonksiyonelleştirme aracılığıyla ab-initio yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Malzemenin optik tepkisinin, yapıya sıkıştırıcı/gerici (compressive/tensile) zorlama (strain) uygulamak ve yapının yüzeyini hidrojen ve flor atomları kaplamak suretiyle ayarlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Dahası, optik özelliklerdeki bu değişimlerin, elektronik band yapısındaki yapısal deformasyonlar ve modifikasyonlar ile ilişkilendirilebileceği gösterilmiştir. Bu çalışmada sunulduğu üzere, borofenin optik tepkisinin bu şekilde ayarlanabilir olması yapının optoelektronik cihazlardaki muhtemel uygulamaları için önemli bir aşama olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1: Borofenin optik özelliklerine zorlamanın ve fonksiyonelleştirmenin etkisi[1]

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından Proje No: 115F088 kapsamında desteklenmektedir. Nümerik hesaplamalar Ankara Üniversitesi BAP-AYP Proje No: 17A0443001 kapsamındaki yüksek performanslı bilgisayar sisteminde gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

1. A. Mogulkoc, Y. Mogulkoc, D. Kecik ve E. Durgun, “The effect of strain and functionalization on the optical properties of borophene”, Phys. Chem. Chem. Phys., **20**, 21043-21050 (2018).

DİZİN

Soyad	Ad	Kurum Adı	Özet Sayfa No
Aas	S.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P24-46
Ağduk	S.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Karabük Üniversitesi</i>	P23-45
Akaoğlu	B.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P27-49
Akay	Ö.	<i>Piri Reis Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P22-44
Akdeniz	M. V.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P33-55
Akpınar	Ö.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P37-59
Aksoy	C.	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>	P34-56
Aktürk	E.	<i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	S6-15/16, P14-36
Alkan	B.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P28-50
Altan	H.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P13-35
Altay	M.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P15-37
Arkın	H.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P14-36
Arpacı	S.	<i>Boğaziçi Üniversitesi</i>	S3-11/12
Ataşer	T.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P36-58
Ateş	S.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Başkent Üniversitesi</i>	P25-47
Aydın	S.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P9-31
Bağcı	F.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P27-49
Bahat	M.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P18-40
Bakır	M. Y.	<i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	S6-15/16
Baksi	M.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S2-10
Bayal	Ö.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P12-34
Baykara	P.	<i>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi</i>	P29-51
Bilgili	A. K.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P1-23, P37-59
Bölen	E.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P7-29
Bulutay	C.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P20-42, P24-46
Büyük	G. İ.	<i>Eskişehir Teknik Üniversitesi</i>	P11-33
Carpentieri	M.	<i>Politecnico di Bari</i>	S3-11/12
Cınar	İ.	<i>Boğaziçi Üniversitesi, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi</i>	S3-11/12
Cicek	M. M.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P16-38
Coşkun	Ö. D.	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	P30-52
Çakıroğlu	O.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	S10-21
Çelik	R. Ç.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P21-43
Çelik	Ş.	<i>Sinop Üniversitesi</i>	S1-9
Çıracı	S.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	S6-15/16
Çiçek	A.	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi</i>	Ç7-7
Deligöz	E.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P7-29, P15-37
Demir	M.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P17-39
Demirhan	Y.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P27-49
Dervişoğlu	H. C.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P12-34
Dincer	I.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P16-38
Doğru	Ç.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P17-39
Doğruer	S.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P12-34
Durgun	E.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P19-41, P39-61
Elerman	Y.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P16-38
Ener	S.	<i>Technische Universität Darmstadt</i>	Ç3-3
Erbar	B.	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>	P30-52
Erdem	R.	<i>Akdeniz Üniversitesi</i>	P26-48
Eroğlu	E.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P9-31
Fadaie	M.	<i>Koç Üniversitesi</i>	Ç2-2
Farisoğulları	D.	<i>Çukurova Üniversitesi</i>	P4-26
Finocchio	G.	<i>University of Messina</i>	S3-11/12

Gokce	A.	<i>Boğaziçi Üniversitesi</i>	S3-11/12
Göksun	R.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P32-54
Görkan	T.	<i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	S6-15/16
Gülaşık	H.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S4-13
Güllü	D.	<i>Bilkent Üniversitesi, Gazi Üniversitesi</i>	P3-25
Güllü	H. H.	<i>Atılım Üniversitesi</i>	P17-39
Gülseren	O.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	S2-10
Gültekin	A.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P2-24
Güner	B.	<i>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi</i>	P34-56
Güner	S. B.	<i>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi</i>	S1-9
Güney	M. N.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P18-40
Gürses	E.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S4-13
Habiboglu	A. T.	<i>Boğaziçi Üniversitesi</i>	S3-11/12
Harder	M.	<i>Photon Science at DESY</i>	P5-27
Hauet	T.	<i>UMR CNRS-Université de Lorraine</i>	S3-11/12
Ilıcan	S.	<i>Eskişehir Teknik Üniversitesi</i>	P11-33
İnkaya	U. Y.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S9-20/21
Kahraman	M.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P20-42
Karadağ	F.	<i>Çukurova Üniversitesi</i>	P4-26
Karakas	V.	<i>Boğaziçi Üniversitesi</i>	S3-11/12
Kanlı	M.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P19-41
Kaya	D.	<i>Çukurova Üniversitesi, University of Birmingham</i>	Ç4-4
Kaya	O. A.	<i>İnönü Üniversitesi</i>	Ç7-7
Kasırğa	T. S.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	S11-21
Kavak	E.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P16-38
Kecik	D.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P39-61
Ketenoglu	B.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P35-57
Ketenoglu	D.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P5-27
Kınacı	B.	<i>İstanbul Üniversitesi</i>	Ç5-5
Kocabaş	C.	<i>University of Manchester</i>	Ç1-1
Koparan	E. T.	<i>Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi</i>	P34-56
Kökten	H.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P23-45
Körözlü	N.	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi</i>	Ç7-7
Maden	C.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P38-60
Mekhrabov	A. O.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P33-55
Modarresi	M.	<i>Ferdowski University of Mashhad</i>	P28-50
Moğulkoç	A.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P19-41, P28-50, P39-61
Moğulkoç	Y.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P28-50, P39-61
Müstecaplıoğlu	Ö. E.	<i>Koç Üniversitesi</i>	Ç2-2
Oral	A.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S9-20
Ozatay	O.	<i>Boğaziçi Üniversitesi</i>	S3-11/12
Ozbozduman	K.	<i>Boğaziçi Üniversitesi</i>	S3-11/12
Oztemiz	I.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P16-38
Önen	A.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P19-41
Özaydın	H. D.	<i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	P14-36
Özbay	E.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	P1-23, P3-25, P37-59
Özcan	G.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P10-32
Özçelik	N. D.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P21-43
Özçelik	S.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	S5-14, P1-23, P12-34, P36-58, P37-59
Özdemir	İ.	<i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	P14-36
Özdemir	U.	<i>T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı</i>	P2-24
Özer	M.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P13-35

Özişik	H.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P7-29, P15-37
Özişik	H. B.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P15-37
Öztürk	K.	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>	S1-9
Öztürk	M. K.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P1-23, P2-24, P12-34, P36-58, P37-59
Özüm	S.	<i>Hitit Üniversitesi</i>	P26-48
Parlak	M.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P17-39
Rasouli	H. R.	<i>Bilkent Üniversitesi</i>	S10-21
Samancıoğlu	Y.	<i>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi</i>	P29-51
Saritas	S.	<i>Ankara Üniversitesi</i>	P16-38
Savaşkan	B.	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>	S1-9, P34-56
Sayraç	M.	<i>Çankırı Karatekin Üniversitesi</i>	Ç6-6
Sengun	H. D.	<i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	S6-15/16
Sert	E.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S4-13
Sever	E.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P2-24
Sevinçli	H.	<i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>	S8-18/19
Siracusano	C.	<i>University of Messina</i>	S3-11/12
Sönmez	N. A.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	S5-14
Spiekermann	G.	<i>University of Potsdam</i>	P5-27
Şentürk	D. G.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P6-28
Şimşek	M.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P9-31
Tacchi	S.	<i>Istituto Officina dei Materiali del CNR</i>	S3-11/12
Takano	Y.	<i>WPI-MANA National Institute for Materials Science</i>	P4-26
Tanrikulu	E. E.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P8-30
Tataroğlu	A.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	P3-25
Tunç	T.	<i>Aksaray Üniversitesi</i>	P21-43
Tayran	C.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	S7-17
Terlemezoğlu	M.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P17-39
Toffoli	H.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S2-10, P6-28, P10-32, P31-53, P38-60
Tomasello	R.	<i>University of Perugia</i>	S3-11/12
Toraman	G.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S4-13
Toraman	S.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P33-55
Uluğ	B.	<i>Akdeniz Üniversitesi</i>	Ç7-7
Üstünel	H.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	S4-13
Yalçın	F.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P31-53
Yamamoto	A.	<i>Tokyo Üniversitesi</i>	S1-9
Yaman	A. D.	<i>Gazi Üniversitesi</i>	S5-14
Yanık	C.	<i>Sabancı Üniversitesi</i>	S3-11/12
Yavaş	H.	<i>SLAC National Accelerator Laboratory</i>	P5-27
Yunt	E.	<i>Koç Üniversitesi</i>	Ç2-2
Yurtseven	H.	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>	P25-47
Yurtseven	H.	<i>Piri Reis Üniversitesi</i>	P22-44