

İki Boyutlu Manyetik Heteroyapılar

Yeşim Moğulkoç

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara

Yüksek performanslı ve enerji verimli cihazların üretilmesine olanak tanıyan iki boyutlu (2D) heteroyapılar, farklı malzemelerin bir arada kullanılması ile farklı özelliklerin kombinasyonunu mümkün kılmaktadır. İki boyutlu manyetik heteroyapıların özellikleri de arayüz yapısı, tek katmanların manyetik özellikleri ve katmanlar arasındaki çeşitli etkileşimlere bağlıdır. Yüksek spin polarizasyonu ve ayarlanabilir manyetik özellikleri olan iki boyutlu manyetik heteroyapılar, manyetik sensörler, spin valfleri ve manyetik bellek cihazları dahil olmak üzere çeşitli uygulama alanlarına sahiptir.

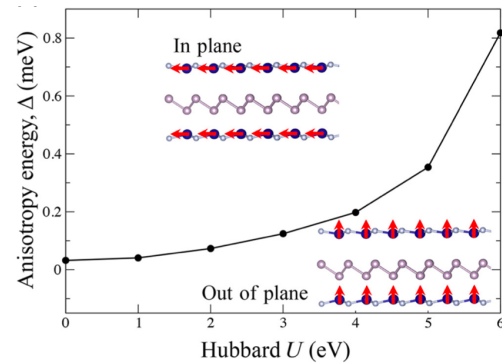
İki boyutlu manyetik heteroyapılar, manyetik ve/veya manyetik olmayan malzemelerin atomik ölçekte birleştirilmesiyle oluşturulan malzemelerdir. Yüksek hassasiyet ve yüksek performanslı manyetik cihazlar geliştirilmesini sağlayan 2D manyetik heteroyapılar, spintronik gibi potansiyel uygulamaları olan önemli malzemelerdendir. 2D manyetik heteroyapıların bir örneği, manyetik bir yarıiletken olan CrI_3 ve iki boyutlu bir yarıiletken olan WSe_2 'nin birleştirilmesiyle oluşturulabilen $\text{CrI}_3/\text{WSe}_2$ heteroyapısıdır. Bu heteroyapı, manyetik alanı kontrol edebilen, polarize edilebilir ışık yayma özelliğine sahiptir. Ayrıca, bu heteroyapılar manyetik hafızalı cihazlar, manyetik sensörler ve manyetik veri depolama gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilirler. Diğer 2D manyetik heteroyapı örnekleri arasında $\text{Fe}_3\text{GeTe}_2/\text{MoS}_2$, CrI_3/BP gibi malzemeler yer alır. [1-4]

Bu konuşmada, FM/NM/FM heteroyapısındaki CrN/P/CrN bileşiğinin elektronik ve spin-bağımlı transport özellikleri anlatılacaktır. İlgili sistemin spin valf verimliliği incelenmiştir ve bu heteroyapıya ait manyetik direnç yaklaşık %12 olarak hesaplanmıştır. [4] Çalışmalar kapsamında, güçlü elektron korelasyonlarının etkisi de Hubbard terimi ile dikkate alınmıştır. (Şekil 1)

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından TÜBİTAK-1001 (No.119F361) ve FLAG-ERA JTC-2021 (No.221N400) projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Kaynakça

1. Gibertini, M., Koperski, M., Morpurgo, A. F., & Novoselov, K. S. (2019). Magnetic 2D materials and heterostructures. *Nature Nanotechnology*, 14(5), 408-419. <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0438-6>.
2. Gong, C., Zhang, X., Wang, H., Wang, Y., & Zhang, S. (2019). Two-dimensional magnetic materials: Preparation, properties and applications. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 135, 1-51. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2018.11.002>.
3. Jiao, L., Zhang, Z., Wang, X., Duan, X., & Wang, E. (2018). Two-dimensional van der Waals magnetic heterostructures. *Nature Communications*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06183-3>.
4. Modarresi, M., Mogulkoc, A., Mogulkoc, Y., & Rudenko, A. N. (2019). Lateral spin valve based on the two-dimensional Cr N/P/Cr N heterostructure. *Physical Review Applied*, 11(6), 064015. <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.11.064015>.



Şekil 1: Hubbard terimine bağlı anizotropi enerji değişimi

Manyetik heteroyapı çalışmalarına örnek olarak ayrıca bu sunum kapsamında NM/FM/NM magnetik üç tabakalı heteroyapıları da anlatılacaktır. Bu heteroyapıların istiflenmeleri analiz edilmiştir, bu yapıların elektronik ve manyetik özelliklerinin katmanlar arası mesafeye direkt olarak bağlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.