

Magnetotransport Properties of Graphene with Magnetic Defects

Nga T. Do

IBS Center for Quantum Nanoscience, Seoul, Korea

Department of Physics, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Viện cơ học và tin học ứng dụng, VAST

Tương tác spin-quỹ đạo (spin-orbit coupling, SOC) là một hiệu ứng đóng vai trò quan trọng trong việc điều khiển bậc tự do của các điện tử. Các điện tử này thường được sử dụng cho quá trình vận chuyển thông tin của các thiết bị spin điện tử hai chiều (2-dimensional spintronic devices) thế hệ mới. Khả năng điều chỉnh SOC trong vật liệu spin điện tử, đặc biệt là trong vật liệu hai chiều như graphene, trở nên cực kỳ quan trọng để hiện thực hóa các thiết bị lượng tử cách tân (innovative quantum devices). Tuy nhiên, việc điều chỉnh SOC vào các thiết bị có graphene làm nền vẫn là một nhiệm vụ không hề nhỏ, và vẫn luôn có các khó khăn trong việc kiểm soát hiện tượng để ứng dụng cho quy mô công nghiệp.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào sự ảnh hưởng qua lại của lớp graphene và Platinum (Pt) bằng cách chèn một lớp màng Cobalt (Co) thật mỏng vào giữa hai lớp. Khi độ dày của Co tăng từ 0.05 nm tới 2.5 nm trong cấu trúc Pt/Gr/SiO₂/Si(100), các trạng thái điện trở từ (magnetoresistance properties) khác nhau đã được quan sát thấy trong vùng nhiệt độ 77-300 K. Graphene nhiều lớp được chuẩn bị bằng phương pháp lắng đọng hơi hóa học (CVD) với kích thước lớn như một wafer. Để tạo các màng mỏng Co và Pt, chúng tôi sử dụng kỹ thuật lắng đọng epitaxy chùm phân tử ở chân không siêu cao (UHV-MBE) với áp suất nền khoảng 2×10^{-10} torr. Đối với các phép đo điện dẫn, 3-nm-Pt Hall bar được chuẩn bị bằng cách sử dụng kỹ thuật in-situ shadow mask trong cùng buồng UHV-MBE. Việc này giúp cho các thiết bị của chúng tôi được chế tạo trong điều kiện sạch nhất, tránh những tạp chất ngoài ý muốn.

Magnetotransport Properties of Graphene with Magnetic Defects

Nga T. Do

IBS Center for Quantum Nanoscience, Seoul, Korea

Department of Physics, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Viện cơ học và tin học ứng dụng, VAST

Spin-orbit coupling (SOC) is a crucial effect that plays a key role in manipulating the degree of freedom of electrons to be used for the information process of next-generation 2D spintronic devices. The tunability of SOC in spintronic materials, especially in 2D materials such as graphene, becomes very important for realizing innovative quantum devices.[1] However, tuning SOC in graphene-based heterostructures has remained a non-trivial task, and difficulties in controlling this phenomenon at industrial scale.

In this work, we focused on the interplay between Gr and Pt layers by inserting an ultrathin Co defect. As the Co thickness increases from 0.05 to 2.5 nm in Pt/Gr/SiO₂/Si(100) perpendicular stacks, different magnetoresistance behaviors have been observed in the intermediate temperature range (77-300K). The Co films were prepared on the wafer-scale CVD-grown multilayer, and covered with a 3-nm-thick Pt using the UHV-Molecular Beam Epitaxy (MBE) film deposition technique. For the transport measurement, Pt-Hall bar devices were also prepared using the in-situ shadow mask system in the same UHV-MBE chamber. Our results showed that the quantum interference effect could be observed even at 77 K for the samples with a magnetic defect thickness of less than 0.2 nm. Notably, for the sample with 0.05-nm-thick Co, the WL-WAL crossover was clearly shown in the perpendicular MR measured at 77 K. To understand more physical insights of the magnetic defect effects at the Pt/Gr interfaces, a theoretical analysis was performed using the modified Hikami-Larkin-Nagaoka (HLN) equation.[2] The interface properties were carefully analyzed for microstructural characterization of the heterostructures using AFM and HR-TEM.

Our results provide further insights into the transport phenomena and highlight the defect engineering of 2D-material with other ferromagnetic materials to manipulate and develop highly effective spintronic devices with new functionalities.

[References]

[1]. D. Pesin, D. & A. MacDonald, Spintronics and pseudospintronics in graphene and topological insulators, *Nature Mater.* **11**, 409–416 (2012)

[2]. Shinobu Hikami, Anatoly I. Larkin, & Yosuke Nagaoka, Spin-Orbit Interaction and Magnetoresistance in the Two Dimensional Random System, *Prog. Theor. Phys.* **63**, 707-710 (1980).