

Enhanced Carrier Transport along Edges of Graphene Devices

Jungseok Chae,^{†,§} Suyong Jung,^{‡,§} Sungjong Woo,^{||} Hongwoo Baek,[†] Jeonghoon Ha,[†]
Young Jae Song,^{‡,§,⊥} Young-Woo Son,^{||} Nikolai B. Zhitenev,[‡] Joseph A. Stroscio,[‡] and Young Kuk^{†,*}

[†]Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 151-747, Korea

[‡]Center for Nanoscale Science and Technology, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 20899, United States

[§]Maryland NanoCenter, University of Maryland, College Park, Maryland 20742, United States

^{||}Korea Institute for Advanced Study, Seoul 130-722, Korea

[⊥]Department of Nano Science and Technology, SKKU Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 440-746, Korea

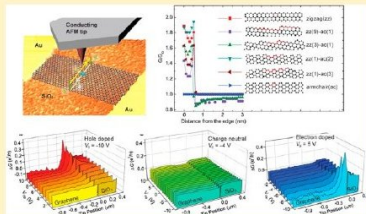


Magyarkuti András

Nanofizika szeminárium - JC

2012. Március 29.

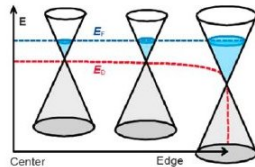
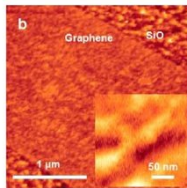
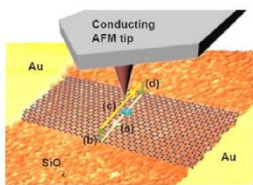
ABSTRACT: The relation between macroscopic charge transport properties and microscopic carrier distribution is one of the central issues in the physics and future applications of graphene devices (GDs). We find strong conductance enhancement at the edges of GDs using scanning gate microscopy. This result is explained by our theoretical model of the opening of an additional conduction channel localized at the edges by depleting accumulated charge by the tip.



KEYWORDS: Graphene, edge, edge state, scanning gate microscopy

- ▶ Az áram jelentős részéhez a grafén csík szélén lokalizált állapotok járulnak hozzá
- ▶ Kérdés: hogyan befolyásolja a grafén csík szélének geometriai és elektromos struktúrája a transzportot?
- ▶ Kísérleti nehézség: a minta szélén és a tömbön keresztül folyó áramok megkülönböztetése

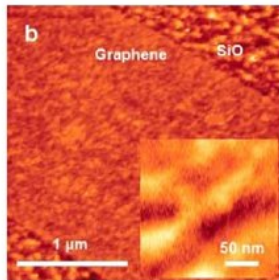
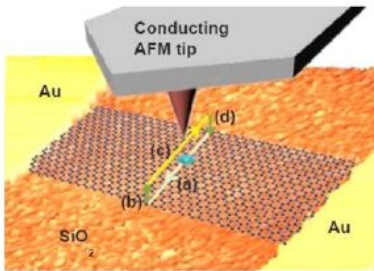
- ▶ Minta: grafén csík Si/SiO₂ szubsztráton
- ▶ SGM-el vizsgálva a grafén csík széle mentén vezetőképesség növekedést tapasztaltak, függ: töltéshordozók elöljelétől, a tű feszültségének polaritásától.



- ▶ A jelenség magyarázata: a grafén csík szélénél lokalizált vezetési csatorna nyílik meg, a töltéshordozó felhalmozódásnak és emiatt a lokális Dirac pont eltolódásnak köszönhetően.
- ▶ A kísérleti megfigyelések sikeresen magyarázhatóak elektrosztatikus modellen alapuló számolásokkal.

SGM - Scanning Gate Microscope

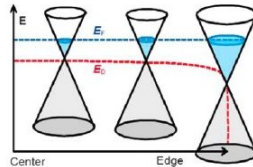
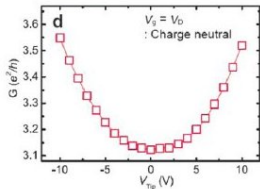
SGM technika:



- ▶ AFM tű feszültségét változtatva hangoljuk a Fermi szintet és a töltéshordozó sűrűséget a tű alatti területen
- ▶ A tűt mozgatva mérjük a vezetőképesség változását → hogyan járul hozzá a minta lokális elektromos struktúrája a minta makroszkópikus transzportjához.
- ▶ AFM kép: a grafén felületén leváló rétegek vannak
- ▶ Először mindig egy AFM linescan, majd SGM mérés a felvett profilon, ugyanabban az irányban!

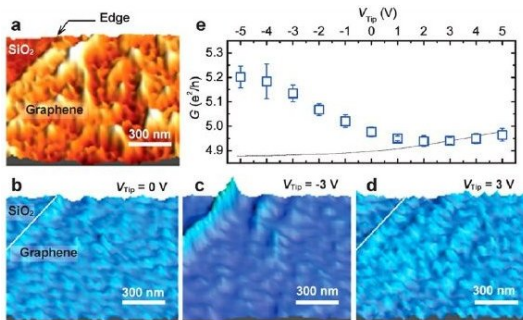
Tömbi transzport vizsgálata

AFM tű a grafén szalag közepénél:



- ▶ Back-gate feszültséggel hangoljuk a minta Fermi szintjét → töltésemleges pont.
- ▶ AFM tűre adott feszültség → lokális töltéshordozók indukálódnak → nő a vezetőképesség.

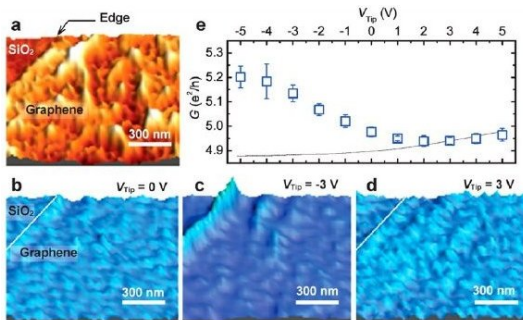
Transzport a grafén csík szélénél



- ▶ Back-gate feszültség → elektron dópolt
- ▶ Negatív tőfeszültség esetén 10x akkora SGM jel.

Transzport a grafén csík szélénél

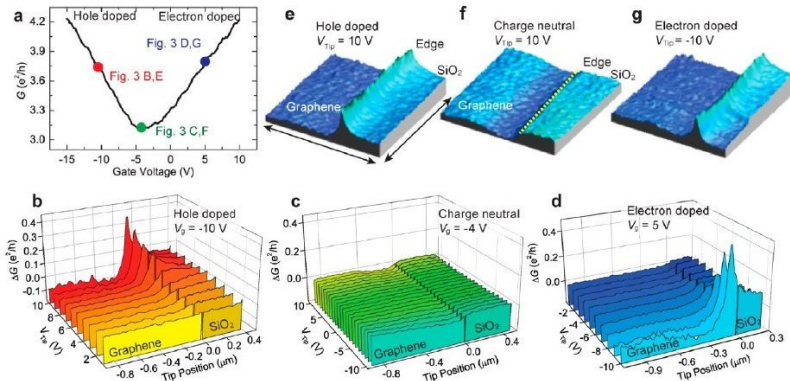
- ▶ Tű a tömbi rész felett → G csökken.
- ▶ Tű a minta szélén → G nő.



- ▶ Következtetés: a minta szélén megfigyelt vezetőképesség növekedést nem a tű által indukált töltések okozzák, ahogyan azt a tömbnél láttuk, hanem a grafén csík szélének elektromos struktúrája.

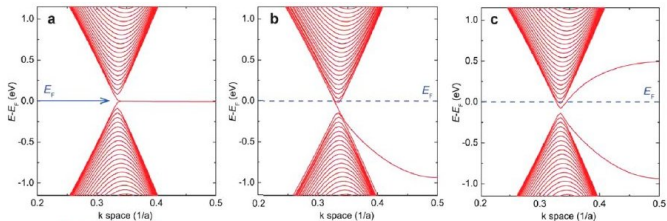
Töltéshordozó sűrűség/előjel hatása

- ▶ Minta makroszkópikus vezetőképessége a Back-gate feszültség függvényében: (a)

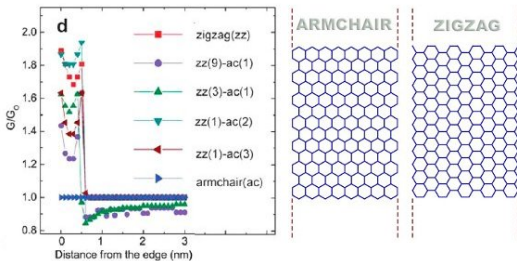


- ▶ Töltésemleges pont: nincs különbség a grafén csík közepe és széle között
- ▶ elektron dópolt: negatív tőfeszültség esetén a grafén csík szélén megnő a vezetőképesség
- ▶ lyuk dópolt: pozitív tőfeszültség esetén a grafén csík szélén megnő a vezetőképesség

- ▶ Töltés semleges: flatband jön létre a Fermi szinten (a)
- ▶ elektron dópolt: a grafén csík szélén lokalizált állapotok miatt a Dirac pont eltolódik \rightarrow a sávok lehajlanak (b)
- ▶ elektron dópolt + túfeszültség: a degenerált sávok felhasadnak, az egyik metszi a Fermi szintet \rightarrow egy új vezetési csatorna nyílik (c)



- ▶ A létrejövő vezetőképesség növekedés nem függ a grafén csík szélének részletes atomi konfigurációjától
- ▶ Kivétel: Tökéletes armchair konfigurációjú szél esetén nincs vezetőképesség növekedés, mivel ebben az esetben nem alakul ki flatband a Fermi szinten, ezért az elektronok a széltől távolabb lokalizálódnak.



Köszönöm a figyelmet!