

Bírálat

Halbritter András

„Elektrontranszport atomi méretskálán”

című

MTA doktori értekezéséről

Halbritter András doktori értekezésében atomi méretű elektronikai rendszerek létrehozásáról, azok kísérleti vizsgálatairól, és az ennek során az elmúlt 11 évben elért eredményeiről számol be. A vizsgált rendszerekben az áram néhány vagy akár egyetlen atomon vagy molekulán keresztül folyik. Ezek – a molekuláris elektronika területére eső – vizsgálatok napjainkban kiemelt fontosságúak, a tudományos és technológiai kutatások középpontjában állnak. Az értekezés témája tehát fontos és időszerű. Az alkalmazott kísérleti technika korszerű, a mérések elvégzése és kiértékelése magas színvonalon történt.

Az összesen 121 oldalas értekezés szerkezete logikus, jól áttekinthető. A fogalmazás világos, jól érthető, kifejezetten élvezetes olvasmány. Egy 2 oldalas rövid bevezetést követően, a második fejezetben a kutatási területet ismerteti a Jelölt, 25 oldalon, összefoglalva a megértés szempontjából legfontosabb alapvető tudnivalókat. Ezután egy nagyon fontos rész következik, a 3. fejezet, amelyben a Jelölt ismerteti a saját fejlesztésű mérőrendszereket, amelyek lehetővé tették a különböző kísérletek elvégzését. Ennek terjedelme 9 oldal. Ezután következnek a saját eredmények összesen 59 oldalon, 8 fejezetre bontva, a különböző témaköröknek megfelelően: kvantuminterferencia-jelenségek vizsgálata (7 o.); palládium nanokontaktusok kölcsönhatása hidrogénmolekulákkal (4 o.); óriás negatív differenciális vezetőképesség jelensége atomi méretű kontaktusokban (7 o.); atomi és molekuláris kontaktusok vizsgálata subgap-módszerrel (6 o.); atomláncok kölcsönhatása molekulákkal (14 o.); vezetőképesség-görbék vizsgálata korrelációanalízissel (11 o.); ezüstszulfid memrisztorok vizsgálata (7 o.); spinpolarizáció mérése atomi méretskálán (3 o.). Az egyes fejezetek végén a rövid összefoglalások jól kiemelik a lényegét. A 12. fejezet foglalja össze 4 oldalon az eredményeket, 7 tézispontba foglalva, a Jelölt által fejlesztett mérőrendszerrel elvégezhető vizsgálati módszerek szerinti csoportosításnak megfelelően. Az értekezést egy másfél oldalas köszönetnyilvánítás, majd két függelék zárja. Az A. Függelék a Jelölt saját publikációit tartalmazza, külön a tézispontokhoz kapcsolódóakat (17 darab) és a tézispontokhoz nem kapcsolódóakat (19 darab). A B. Függelék egy 143 tételből álló irodalomjegyzék, amely jól mutatja a Jelölt tájékozottságát a molekuláris elektronika és a nanométeres skálájú elektrontranszport területén. Külön pozitívként említem, hogy az ábrák elsőpró többségén – kivéve az irodalomból más szerzőktől átvett angol nyelvű ábrákat – magyarul vannak a szövegek.

A Jelölt szerteágazó területeken ért el eredményeket, melyeket az köt össze, hogy mindegyik atomi méretskálán lejátszódó transzportjelenségekre vonatkozik. A tézispontok mindegyikét elfogadhatónak tartom. A tézisek alapjául szolgáló 17 tudományos közleményből a Jelölt 5 esetben első és 4 esetben utolsó szerző. A közlemények rangos folyóiratokban jelentek meg, közöttük 3 Phys. Rev. Letters illetve 5 Phys. Rev. B. A 17 cikkre kapott független hivatkozások száma 231. Megjegyzem, hogy a Jelöltnek összesen 36 angol nyelvű tudományos közleménye van, ezek összesített impaktfaktora 155,6, a rájuk

kapott független hivatkozások száma 376, a Jelölt Hirsch-indexe 11. (Az adatok az MTMT 2015. ápr. 28-i állapota szerintiek.)

A Jelölt legfontosabb eredményeinek a következőket tartom:

- a) Kifejlesztett atomi méretű kontaktusok létrehozására és vizsgálatára alkalmas mérőrendszereket. Itt jegyzem meg, hogy szakmai vezetésével létrejött egy nanofizikai kutatólaboratórium, amelynek munkájába sok hallgató illetve fiatal kutató kapcsolódott be.
- b) A molekuláris elektronika terén újszerű statisztikai kiértékelési módszereket vezetett be, amelyeket azóta számos kutatólaboratóriumban alkalmaznak.
- c) Legtöbbet hivatkozott eredménye: Pd-H₂ kontaktuson végzett mérésekkel megmutatta, hogy annak viselkedése különbözik a Pt-H₂ kontaktusétól. Rámutatott, hogy a különbség oka az, hogy míg a platina csak a felületén köti meg a hidrogént, a nagyobb rácsállandójú palládium elektródába a hidrogén disszociált formában be tud oldódni.
- d) Megmutatta, hogy megfelelő módszerekkel készíthetők olyan ezüstsulfid memrisztorok, melyek lényegesen kisebbek a jelenlegi félvezető eszközöknél, ugyanakkor hasonló gyors működést tesznek lehetővé.
- e) Elsőként demonstrálta, hogy Andrejev-spektroszkópiával tömbi szinten nem látható, lokális spinpolarizáció is detektálható. A módszert elsőként alkalmazta spindiffúziós hossz mérésére.

Megjegyzéseim, kérdéseim:

- 1) A 2.7. ábráról ugyan van szó a szövegben, de explicit hivatkozás az ábrára hiányzik.
- 2) A 48. oldalon több utalás történik a 2.8./a ábrára, pedig a 2.8. ábrának nincs is a) része.
- 3) Mi az oka, hogy az 5.1. ábra (a) és (b) részén látható, a Pd + H rendszerre vonatkozó vezetőképesség-hisztogramok 1·G₀ körüli része észrevehetően különbözik egymástól? Ugyanott, milyen atomi konfigurációnak felel meg a kb. 2,2·G₀-nál megjelenő csúcs?
- 4) Történtek-e DFT-számolások platina-hidrogén illetve palládium-hidrogén kontaktusokra? Itt jegyzem meg, hogy kvantumkémikusoktól azt tanultam, hogy a DFT-módszert nem illik *ab initio* módszernek hívni, hanem inkább elsőelvű (*first principles*) módszernek ...
- 5) Hogyan viszonyul az ezüstsulfid memrisztor más típusú (pl. titándioxidos) memrisztorokhoz a kapcsolási idő és a méret szempontjából?
- 6) Léteznek-e memóriával rendelkező más passzív áramköri elemek is (kapacitás, induktivitás)? Ha igen, lehet-e ezeknek a memrisztorokéhoz hasonló jelentősége?
- 7) Jelenleg milyen fázisban van a kombinált alacsony hőmérsékleti STM–AFM mérőrendszer fejlesztése?

Elírás, helyesírási csak kevés van a szövegben. Néhány példa:

- 7.o., 9.o., 27.o. stb: differenciálisvezetőképesség → differenciális vezetőképesség (ahogyan a 6. fejezet címében is szerepel)
- 16.o.: értékekehez → értékekéhez
- 20.o.: hiszogram → hisztogram
- 39.o.: alacsonyhőmérsékleten → alacsony hőmérsékleten
- 59.o.: differenciálisvezetőképesség-görbét → differenciális vezetőképesség-görbét

Összefoglalva: Halbritter András színvonalas doktori munkát végzett, jelentős eredeti tudományos eredményekkel gyarapította a tudomány szakot, és hozzájárult a tudomány továbbfejlődéséhez. Doktori értekezése hiteles adatokat tartalmaz. A tézispontokban felsorolt eredményeket elfogadom. A doktori munka tudományos eredményeit elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez, a doktori mű elfogadását és a nyilvános vita kitűzését javaslom.

Budapest, 2015. 05. 05.



Kürti Jenő
egyetemi tanár
az MTA doktora
ELTE, Biológiai Fizika Tanszék