

Bírálat

Nyáry Anna

„Atomic processes in resistive switching devices: from fluctuations to reversible atomic rearrangements”

című Phd fokozat megszerzésére benyújtott értekezéséről.

Az atomi méretű kapcsolók, amelyekkel a dolgozat foglalkozik rendkívüli lehetőséggel bíró nanotechnológiai eszközök, amelyek memória és számítási funkciókat is képesek lehetnek biztosítani. A dolgozatban használt ezüst vezető csatorna nagyobb stabilitása szobahőmérsékleti méréseket is lehetővé teszi, a memrisztor eszközökben is jó alkalmazható, ugyanakkor reaktivitása nehezíti a kontaktusok nanotechnológiai kialakítását. A dolgozat aktuális, a gyakorlati alkalmazások szempontjából is fontos kérdésekkel foglalkozik, mivel a méretcsökkenés a memrisztor eszközök esetén is az egyatomos hibákon alapuló kapcsolók megjelenéséhez vezet.

A dolgozat 120 oldalas terjedelemmel négy fejezetre bontva mutatja be az elvégzett munkát. A dolgozat felépítése és tagolása megfelel a doktori dolgozattal szemben támasztott követelményeknek. A szöveg jól olvasható, nagyon kevés elütést tartalmaz. A dolgozat a szakirodalmat megfelelő mértékben és formában hivatkozza. A szerző a szövegben világosan elhatárolja a saját munkáját a kutatócsoport többi tagjának munkájától.

Az első fejezet a motivációkat fogalmazza meg és röviden áttekinti a szerző által alkalmazott különböző kísérleti és elméleti módszereket. Egyes folyóiratok grafikus kivonatot is kérnek a cikk bemutatására. Ez a doktori dolgozatoknál még nem követelmény, de örömmel nyugtáztam, hogy a jelölt egyetlen ábrán remekül összegezte a dolgozatban érintett fő területeket.

A második fejezet az atomi kapcsolók és memrisztorok rövid áttekintő bemutatásáról szól. Ez nagyon hasznos a területen kevésbé jártas olvasó számára is, de természetesen önmagában nem elegendő a terület áttekintésére. Az egyik nehézség a használt rövidítések visszafejtése, amiből a dolgozat szerencsére viszonylag keveset használ, de talán célszerű lett volna a rövidítésjegyzéket a dolgozat elejére tenni és egy kicsit kibővíteni.

A harmadik fejezet az ezüst alapú atomi kapcsolók vizsgálatára vonatkozó eredményeket mutatja be, amelyek az első két tézispont és publikáció alapját képezik. A fejezet egy irodalmi áttekintéssel kezdődik, taglalva a törőkontaktusos mérés technikát, a kvantumozott vezetési effektusokat és az atomi kapcsolásra vonatkozó elméleti modelleket. A kísérleti módszerek ismertetése során a 3.2. ábrán blokkvázlatszerűen mutatja be a mérőelrendezés elemeit.

- Sajnos az ábra alapján nem világos, hogy az analóg oldalon pontosan hogy is néz ki az elrendezés, hová kapcsolódik a V_{drive} feszültség az áramkörben, hogy kapcsolódik az áramerősítő a mért áramkörhöz és hol van a rendszer földpotenciálra kötve, illetve árnyékolva. Kérem, hogy ezt részletesebben ismertesse, különös tekintettel arra, hogy hasonló elrendezést használ a zajmérés során is.

A továbbiakban négy különböző módon preparált kontaktusra vonatkozó méréseket eredményét mutatja be, illetve ismerteti az általa optimalizált nanofabrikált törőkontaktus előállításának módszerét. A bemetszett vezetéket alkalmazó mechanikailag kontrollált törőkontaktus mérését alacsony hőmérsékleten végezte el, a többi esetben a mérések szobahőmérsékleten történtek.

- Milyen hatása lehet a mérési eredményekre a mérés hőmérsékletének, befolyásolhatta-e ez az összehasonlítások eredményét?
- Van-e különbség a törőkontaktusos kísérletek esetében az első tézispontban szereplő bemetszett vezetékes és a második tézispontban szereplő nanofabrikált törőkontaktusok viselkedése között?

Az elméleti modell esetében a hatékonyra tett szimulációs módszerrel sikerül leírni a megfigyelt gyenge frekvenciafüggést. Hasonló modelleket eredményesen alkalmaznak például az atomi diffúziós ugrások leírására vagy a nanomágneses részecskék mágneses fluktuációinak jellemzésére. A dolgozatban megállapítja, hogy sok lényeges fizikai folyamatot nem tartalmaz a modell, ezért kvantitatívabb egyezés nem várható.

- Lenne-e lehetőség a modell kiterjesztésére a kapcsolási folyamat több részletének megragadásával, például a potenciális energiatérkép feszültségfüggésének figyelembevételével?

A negyedik fejezet az ellenálláskapcsolókban fellépő zajok jellemzésével foglalkozik, amelyen a harmadik tézispont alapul. A cikk még nem került benyújtásra, de a doktori iskola szabályzata szerint ez megengedhető, habár az elővétel jegyzőkönyve szerint a cikk beküldése a védés idejére már várható lett volna. A cikk előzetes változatát a doktori hivatalon keresztül a szerzőtől megkaptam azzal a tájékoztatással, hogy a szövegezésen a többi társszerző még dolgozik. Remélem, hogy ezeket az értékes eredményeket a szerzők hamarosan publikálni fogják.

A zajmérést a nanolitográfiával létrehozott keresztaszal eszközökön végezte. A fejezet irodalmi áttekintése bemutatja a zajspektrum komponenseit és a lehetséges technikákat az eszközzaj csökkentésére. A zajméréstechnika önmagában is nehéz, hiszen ki kell zárni illetve korrigálni a különböző külső és instrumentális zajforrásokat egy széles frekvencia tartományban. A mérés során figyelemmel kell lenni a ciklusonként és az eszközök közti variabilitásra is. A jelölt sikeresen megoldotta ezeket a feladatokat, eljutva a zajból kinyerhető információkig, feltárva például a kapcsolást megelőző „prekursor zaj” megjelenését és kidolgozott egy zajsökkentési eljárást is.

- Az előző fejezetben a kapcsolat leírására használt egyszerű modellt ki lehetne-e terjeszteni a zaj modellezésére?

A dolgozat eredményeit bemutató ábrák vélhetően a komplex mérési metódus miatt elég nehezen követhetőek, egy ábra akár öt részből áll össze és féloldalas magyarázatokkal lett ellátva. Talán szerencsésebb lett volna az eredmények kicsit fokozatosabb bemutatása, a feldolgozás egyes részeinek önálló szemléltetése a dolgozatban. Nehéz persze megítélni, hogy egy részletesebb kifejtés mennyire növelte volna meg a terjedelmet.

A zajmérés alapján sikerült részletesebben feltárni a memrisztor hálózatban végbemenő folyamatokat. Fontos megállapítás, hogy az eszköz reprodukálható kapcsolási folyamat során zajtulajdonságok szempontjából nagyon különböző viselkedést mutathat, ami a nemlineáris tartományban a tényleges kapcsolásnál kisebb feszültségekkel is módosítható.

- Nem teljesen világos, hogy a javasolt kapcsolási küszöbérték stratégia a zajmentesítésre a gyakorlatban hogy valósítható meg az eszköz tényleges alkalmazása során amennyiben a ciklus alkalmazása utáni állapot is véletlenszerűen lehet alacsony vagy magas zajú, ha jól értelmezem az eredményeket.

A dolgozat alátámasztja a megfogalmazott tézispontokat, amelyeket új eredményeknek ismerek el. A jelölt jelentős kísérleti, adatelemzési munkát végzett. A kapott eredmények összehasonlításával és az elméleti modellezés révén fizikailag releváns következtetésekre jutott.

Javaslom a dolgozat védeésre bocsátását és sikeres védeés esetén a fokozat megítélését.

Debrecen, 2024. 04. 26.



.....
Dr. Szabó István