

Bírálat

Balogh Judit

„Határfelületek és szennyezők nanostruktúrált anyagokban”

című

MTA doktori értekezéséről

Balogh Judit doktori értekezésében különböző nanokristályos anyagokon végzett kísérleti – alapvetően Mössbauer-spektroszkópiái – vizsgálatairól, és az ennek során az 1990-es évek közepe óta elért eredményeiről számol be. Ezen vizsgálatok vastartalmú, mágnességet mutató egyfázisú nanokristályos anyagokon, illetve különböző nanométeres skálájú kompozit anyagokon történtek. A munka fontos célja volt a határfelületi rétegek szerkezetének és az esetlegesen beépülő szennyező atomok hatásának a különválasztása a méretcsökkenésből származó effektusoktól. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a szemcseméret csökkenésével a nanokristályos anyagok egyre nehezebben különböztethetők meg az amorf anyagoktól. A Fe-atomok lokális környezetének vizsgálatára a legalkalmasabb módszer a Mössbauer-spektroszkópia. Jelölt az eredményeit ennek segítségével érte el. A megfigyelések magyarázatához felhasznált mások által végzett mérési eredményeket is: röntgendiffrakciós, elektronmikroszkópos valamint különböző mágneses illetve magnetotranszport mérések eredményeit.

A nanokristályos anyagok előállítása és vizsgálata napjainkban a tudományos és technológiai kutatások középpontjában áll, sok eredmény már gyakorlati hasznosításra is került. Az értekezés témája tehát fontos és időszerű. Az alkalmazott kísérleti technika korszerű, a mérések elvégzése és kiértékelése magas színvonalon történt.

A disszertáció formai szempontból megfelel az elvárásoknak. A – címoldalt és a tartalomjegyzéket nem számolva – 93 oldalas dolgozat szerkezete logikus, jól áttekinthető. Egy 3 oldalas bevezetést követően, a második fejezetben a Mössbauer-spektroszkópiára vonatkozó, az értekezés szempontjából legfontosabb ismereteket foglalja össze a Jelölt, 8 oldalon. Ezután az új eredményeket három fejezetre bontva tárgyalja. Először, a harmadik fejezetben, több különböző módszerrel előállított anyagnál a nanoszerkezetet jellemző tulajdonságokat (nanoszemcsék mérete, összetétele, a határréteg vastagsága) vizsgálja, több alfejezetben, összesen 31 oldalon. A negyedik fejezetben különböző multirétegekben létrejövő határrétegeket vizsgál, a rétegsorrend függvényében, 16 oldalon. Az ötödik fejezetben pedig ultravékony vasrétegek különleges mágneses tulajdonságait és azoknak a nanoszerkezeten alapuló értelmezését mutatja be, 29 oldalon. A hatodik fejezet az összefoglalás, az új tudományos eredményeket tartalmazó nyolc tézisponttal (3 oldal) és a tézisek alapjául szolgáló tizenhat közlemény felsorolásával (2 oldal). Az értekezést egy 1 oldalas köszönetnyilvánítás zárja. Az irodalomjegyzék nem az értekezés végén található, hanem a hivatkozások elosztva szerepelnek, az egyes fejezetek végén: a 2. fejezet végén 19, a 3. végén 95, a 4. végén 22 és az 5. fejezet végén 52 hivatkozás van felsorolva. Ez így számomra ugyan kicsit szokatlan, a hivatkozások kikeresése kicsit nehezebb, mintha a végén lennének felsorolva (ott is lehetne fejezetenként csoportosítani) de végül is elfogadható.

Több alfejezet végén van egy rövid összefoglalás, amit nagyon jónak találok. Annál is inkább értékesek ezek az összefoglalók, mivel nem egyszerűen a tézispontokban leírt eredmények ismételései, azoktól különböznek, más információt is tartalmaznak. De akkor már – ha szabad egy kukacoskodó megjegyzést tennem – kár, hogy nem történt ez meg egységesen, minden új eredményt bemutató alfejezet esetében. Volt valamilyen szempont, hogy mely alfejezetek végén legyen összefoglalás, vagy ez esetleges volt?

A tézisek alapjául szolgáló 16 tudományos közlemény pontosan felénél a Jelölt az első szerző. Egy esetben pedig, éppen a legtöbbször (140-szer) hivatkozott cikknél, utolsó szerző. A közlemények rangos folyóiratokban jelentek meg, közöttük 1 Phys. Rev. Letters illetve 6 Phys. Rev. B. A 16 cikk összesített impaktfaktora 38.96, a rájuk kapott független hivatkozások száma 259. Megemlítem, hogy a Jelölt néhány további olyan cikken szerepel társszerzőként, amelyek a disszertáció témakörébe esnek, de azokat nem használta föl saját tézisei alapjául szolgáló közleményekként. Megjegyzem azt is, hogy a Jelöltnek összesen 89 angol nyelvű tudományos közleménye van, ezek összesített impaktfaktora 108, s a rájuk kapott független hivatkozások száma 816. (Az adatok az MTMT 2012. nov. 5-i állapota szerintiek.)

A nyolc tézispontból négy vonatkozik a 3. fejezetre, egy a 4. fejezetre és három az 5. fejezetre. A tézispontok mindegyikét elfogadhatónak tartom. A kapott hivatkozások száma alapján a legnagyobb hatású eredmények a 3. fejezetben tárgyalt, szonokémiai eljárással előállított vas-nitrid illetve kobalt-ferrit mintákra vonatkoznak (3. tézispont). Ezen anyagok jelentőségét az adja, hogy ígéretesek mágneses alkalmazások szempontjából, mint nagy mágneses momentummal rendelkező és oxigén környezetben is stabil anyagok. A Jelölt Mössbauer-mérésekkel megállapította, hogy az általa vizsgált vas-nitrid minta a röntgendiffrakciós mérésekkel összhangban alapvetően γ' -Fe₄N fázist tartalmazott, azonban emellett kis mennyiségben más fázisok, elsősorban amorf Fe₂O₃ is előfordult benne. Ezzel szemben a kobalt-ferrit mintában a Mössbauer-mérések nem utaltak a diffrakciós mérésekkel kimutatott spinel szerkezetű CoFe₂O₄ mellett más fázis jelenlétére. Ennek alapján a tömbi anyagtól eltérő mágneses viselkedés egyértelműen az amorf és a hőkezelés során kialakuló nanokristályos fázis néhány nanométeres szemcseméretével hozható összefüggésbe. Szintén kiemelendőnek tartom azt az eredményt, hogy a Jelölt Mössbauer-spektroszkópia segítségével nem szokványos mágneses viselkedést mutatott ki mind a FeAl multirétegek, mind a FeAl nanokristályos ötvözetek esetén, és ezt a 4 Fe- és 4 Al-szomszédokkal rendelkező Fe-atomokkal hozta összefüggésbe (5. tézispont). Végül, szintén említésre méltó eredmény, hogy Ag/Fe/B illetve Ag/B/Fe háromelemű multirétegek „eltetett határfelületeinek” vizsgálatával az irodalomban elsőként mutatta meg, hogy az egyes rétegeknek a növesztési irány szempontjából alsó, illetve felső határrétegei (Fe/B illetve B/Fe) különböznek egymástól az összetételükben (8. tézispont).

Mivel a dolgozat alapjául szolgáló cikkek már mind átmentek az adott területen szokásos szakmai referáláson, ami – nagy valószínűséggel – garantálja az eredmények jelentőségét és helyességét, ezért csupán néhány kérdéssel, megjegyzéssel térek ki az általam nem teljesen értett aspektusokra:

Kérdéseim, megjegyzéseim:

1) A Mössbauer-effektus alapjainak leírásánál a képletekben a mágneses teret a 4-6. oldalakon H jelöli, míg a 8. oldaltól kezdve általában B a jelölés. Mi ennek az oka?

2) A 3.12 ábra aláírása szerint „a spektrumok mellett a 0,5% relatív transzmisszióknak megfelelő amplitúdók” jelölését kellene látni, de ezek mintha hiányoznának az ábráról.

3) A 4.5 és 4.6 ábrákon pontosan mit jelent az „*y skála*”?

4) Nyilván az én hibám, de bevallom nem teljesen értem a fizikai mechanizmusát, hogyan alakul ki az aszimmetria a Fe-B-Ag multi-hármasrétegeknél a kétféle határréteg Fe és B koncentrációjában. A 4.3 ábrán látható kétféle rétegsorrend nyilván azért nem szimmetrikus, mert nem egyensúlyi folyamatról van szó, a párologtatás iránya megbontja a szimmetriát. A naiv kép bennem az, hogy nem mindegy, hogy B-atomokat párologtatok a Fe felületére vagy fordítva. Jól gondolom? Kaphatnék az aszimmetriára vezető folyamatról egy kicsit részletesebb, de ha lehet szemléletes magyarázatot? (Megjegyzem a 4.9 ábra nem erről szól.)

5) A Jelölt állítása szerint a Fe-Al multirétegekben a mágneses Fe-síkokat elválasztó nem-mágneses határréteg összetétele feltehetően Fe_2Al_5 . Mivel indokolható ez az összetételre vonatkozó feltevés? Van-e lehetőség ennek valamilyen kísérleti igazolására?

6) Több helyen is szerepel a „rendetlenedés” kifejezés, ami kissé szokatlan, de végül is elfogadható a „rendezetlenné válás” szinonimájaként...

Elírások, apró helyesírási hibák:

Elírás, helyesírási hiba viszonylag kevés van a szövegben. Mindazonáltal rögtön a címben meglep a „nanostruktúrált” szó, azt hiszem helyesen „nanostrukturált” (mint a kultúra – kulturált esetében). Megjegyzem, ebben az értekezésben is megjelenik az egybeírás-különírás problémája, amiben szerepe van a magyar és az angol helyesírás közötti különbségnek. Itt szeretném megemlíteni a remélhetőleg rövidesen elkészülő *Magyar fizikai helyesírási szótárt*, amely Sólyom Jenő és Mártonfi Attila, valamint az MTA Fizikai Osztálya sok tagjának a munkája. Ennek a szótárnak egyik célja éppen az, hogy majd iránymutató legyen az értekezések írói számára.

- téziszfüzet (tf) 2. o.: „BEVEZTÉS” → „BEVEZETÉS”
- tf. 2.o.: „folyadék állapotból” → „folyadékállapotból”
- tf. 3.o.: „kutató csoportokban” → „kutatócsoportokban”
- tf. 5.o. tetején: „nagyvákumban” → „nagyvákuumban”
- tf. 5.o.: „kvázi kétdimenziós” → „kvázi-kétdimenziós”
- tf. 9.o (tetején): „vákuum párologtatás” → „vákuumpárologtatás”
- tf. 9.o (7. tézispont 7. sor): „mutirétegekben” → „multirétegekben”

- Tartalomjegyzék illetve 93. o.: „Köszönetnyilvánítás” → „Köszönetnyilvánítás”
- 8.o. (alulról 6. sor): „Larmour” → „Larmor”
- 9.o.: „több fázisú” → „többfázisú”
- 12.o.: „szemcseméret eloszlás” → „szemcseméret-eloszlás”
- 13.o.: „nanoszemcsék határréteg vastagságának” → „nanoszemcsék határréteg-vastagságának”
- 48.o.: „keveredésű hő” → „keveredési hő”

Ezek a megjegyzéseim azonban nem befolyásolják a Jelölt tudományos eredményeinek értékelését.

Összefoglalva: Balogh Judit színvonalas doktori munkát végzett; a PhD fokozat 1996-ban történt megszerzését követően 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, 2012-11-26.

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