

Bírálat

Balogh Judit

Határfelületek és szennyezők nanostrukturált anyagokban

c. doktori értekezéséről

Az akadémiai doktori értekezés alapvető célja a nanoskálájú mérettel jellemezhető ferromágneses anyagok vizsgálata, tulajdonságaik mélyebb megértése. Ezek az anyagok – és általában is a csak egyszerűbben nanoanyagok címszóval jellemzett anyagok, és azok előállítási technológiája – jelenleg a kutatások első vonalában helyezkednek el. Ezt a felfokozott érdeklődést egyrészt az ezen anyagok viselkedésében tapasztalható számtalan, a bulk anyagokétól eltérő tulajdonság, másrészt a rendkívül széles, nagyon ígéretes, és viharos gyorsasággal fejlődő gyakorlati alkalmazások jelentik. Ez az érdeklődés természetes módon indokolja a témaválasztást. Ugyanis az anyagok fizikai viselkedésének a megértése az alapja annak, hogy az alkalmazások szempontjából ígéretes anyagjellemzőket jobban kihasználhassuk. A kutatás témájának választott, különféle vas alapú, nanoszemcsés anyagokon az eredmények gondos analízise alapján leszűrt következtetések új információkat nyújthatnak ezen speciális anyagcsalád szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggésekről, hozzájárulva ezzel az anyagok megbízható alkalmazhatóságának kísérleti igazolásához, és újabb, jobb tulajdonságú anyagcsaládok létrehozásához. Ugyanakkor a szilárdtestfizikai ismereteink is jelentősen bővülnek ezeken a kutatásokon keresztül. Tehát a jelölt témaválasztása kétséget kizáróan korszerű és indokolt.

Balogh Judit a munkájában a nanostrukturált anyagok különleges mágneses tulajdonságainak vizsgálatára helyezi a fő hangsúlyt, amit az indokol, hogy a méretskála csökkenése hatással van az alapvető mágneses jellemzőkre és a tömbi anyagokban nem tapasztalható jelenségekre vezethet. A méret csökkenésével a felület vagy a határrétegek anyagi tulajdonságai is befolyásolják a mágneses viselkedést. Vizsgálatai elvégzéshez alapvető módszerként a Mössbauer spektroszkópiát alkalmazta. Ez a mérés technika jelenti igazából az összekötő kapcsot az értekezés fejezetei között. Erre a vonalra felfűzve válik egységessé a dolgozat, ez teszi lehetővé az egyébként igencsak különböző technológiával (mechanikai őrléssel, amorf ötvözetek hőkezelésével, kémiai módszerrel, illetve termikus párologtatással) kialakított nanoszerkezetű ferromágneses anyagok tárgyalását. A másik közös szál pedig a határfelületek szerepének vizsgálata: mint az értekezés címe is utal rá, a határfelületek meghatározó szereppel bírnak, függetlenül attól, hogy nanoméretű szemcsék, avagy nanomikron vastagságú rétegek képezik a kutatás tárgyát.

A disszertáció 87 oldal terjedelmű, amelyet követnek a tézisek, és az azok alapjául szolgáló publikációk, összesen 16. Ezek jelentős része magas impakt faktorral bíró folyóiratokban jelent meg. Az irodalmi hivatkozások összesen 188 tételt tartalmaznak; a hivatkozások igen gondosan vannak összeválogatva, és bőségesen elegendő alapot szolgáltatnak a munka irodalmi hátterének bemutatásához. A munka egyik nagy érdemének (természetesen a saját eredmények ismertetésén túl) tartom ezt a gondos, és szinte minden részletre kiterjedő válogatást, aminek alapján igen jól nyomon követhetők a vizsgált jelenségek. A disszertáció maga bevezetésből, továbbá három nagy fejezetből és összefoglalásból áll. Magas esztétikai kivitelű, igényesen összeállított, jól olvasható munka. Formai kritikai észrevétel szinte nem is tehető.

A szerző a bevezetésben kellő részletességgel, de nem túlbonyolítva bemutatja a Mössbauer spektroszkópiát és annak alkalmazását a nanofizikai kutatásokban. Ez fontos része a műnek, mert erre a mérésre épül az egész értekezés. Az értekezés lényegi részét tartalmazó három további fejezetben pedig – a vizsgált minták főbb tulajdonságai szerint csoportosítva, úgyis, mint nanoszemcsék, multirétegek, illetve ultravékony vasrétegek – ismerteti kutatási eredményeit. Ehhez a szerkesztésmódhoz kapcsolódik az értekezéssel szemben megfogalmazott legfőbb kritikai észrevételem: nem különül el megfelelően az irodalmi adatokra támaszkodó tudásanyag és a saját eredmények bemutatása. Az ebben a három fejezetben szereplő összes hivatkozás is kizárólag mások munkájának eredményére hivatkozik. (Megjegyzendő azért, hogy ezek között akadnak a jelölt saját munkái is, de ezek aztán később nem szerepelnek a tézisek alapjául szolgáló közlemények között.) Eme állításra a legjobb példa a 3.1.3. fejezet. (Másutt is megfigyelhető ez, de nem ennyire markánsan.) Itt a Fe-B fémközi ötvözetek mechanikai örlése és ötvözése során fellépő jelenségek igen jól, és részletesen le vannak írva, bőséges irodalmi hivatkozással alátámasztva. Ez egyébként az értekezés erőssége is, ha a munkát úgy tekintjük, mint ismeretek forrását a szóban forgó anyagok viselkedéséről. Ugyanakkor a jelölt saját eredményei, következtetései (amik pedig a munka érdemi részét kellene, hogy képezzék) meglehetősen elnagyolva jelennek meg, szinte csak mintegy odavetve az alfejezet végére. Természetesen ezzel nem a saját eredményeket akarom alábecsülni, mert akit érdekel, utánanézhethet a jelölt eredményeinek a tézisek alapjául szolgáló közlemények között. De talán szerencsésebb lett volna, ha a jelölt nagyobb hangsúlyt fektet az értekezésben a saját eredményeinek részletesebb kifejtésére, ahelyett, hogy ezt egybemossa a már másoktól ismert tudásanyaggal, az olvasóra bízva, hogy bogozza szét a kettőt. Ezt a kritikai észrevételemet azért gyengíti, de nem nullázza le teljesen, hogy a munkát záró, Összefoglalás c. fejezetben (ami szóról-szóra megegyezik a tézisekkel) szépen, és az itt elvárható részletességgel összegzi a szerző a saját eredményeit. A szerkesztésmóddal összefüggő másik megjegyzésem, hogy mintegy a fentiekkel ellentétes módon, az 5. fejezet bevezetésében látszólag saját kutatási eredmények is szerepelnek (60. oldal, második bekezdés: ...azt tapasztaltuk.....vizsgáltuk....kimutattuk.....), amik aztán később nem köszönnek vissza az eredmények összegzésekor.

A fentiek nem mondanak ellent annak, hogy a dolgozatban vázolt munkát értékesnek és fontosnak tartom, alapvetően üdvözlendő a mágneses kutatások szerény hazai palettáján. Nagyra értékelem, hogy számos összefüggést tár fel a vizsgált anyagok különféle tulajdonságai között, és azokat igen alaposan, több oldalról is értelmezi és magyarázza. Az értekezés igen sok, értékes és jól feldolgozott eredményt tartalmaz. Szép példája annak, hogy egy régóta és sikeresen alkalmazott méréstechnikára alapozva sok új és értékes eredmény érhető el.

A tézisekben megfogalmazott eredményeket új tudományos eredménynek ismerem el. Az abban foglaltakat bizonyítottanak látom a dolgozat és a hozzá csatolt publikációk alapján.

Néhány további kritikai észrevételt, illetve kérdést szeretnék fűzni a munkához:

18. oldal, 1. bekezdés: „Az illesztett és a mért görbe között a statisztikus hibánál nagyobb eltérés csak a spektrum közepén jelentkezik, ahol egy kis mennyiségű, oxidfázisból vagy nagy Cr tartalmú ötvözetből származó, paramágneses komponens is megjelenik.” Mire lehet ezt az állítás alapozni?

21. oldal, ábrák: Miért van az Ag-Fe (3.3. ábra) és miért nincs a B-Fe (3.4. ábra) multirétegben oxid szennyezés?

23. oldal, 2. bekezdés: „A 2 napos őrlés hatására a spektrum jellege nem változik, de az abszorpciós vonalak jelentősen kiszélesednek...” A. 3.5. ábrán valóban látható a spektrumvonalak kiszélesedése, de hogy az valóban jelentős-e, és mely vonalakra vonatkozik, nem állapítható meg az ábra alapján. Nem lehetne az állítást jobban kvantitatívvá tenni?

26. oldal: „.....fontos volt, hogy a minták hőmérséklete az őrlés folyamán egyforma legyen. Ezért egy ún. bolygó-malmos berendezést használtunk.....” Hogyan lehet önmagában egy bolygó-malmos berendezéssel állandó hőmérsékletet biztosítani?

31. oldal: A 4% -s fázis jelenlétének kimutatása nehezen követhető a 3.1 táblázat alapján.

32. oldal: „A minták szobahőmérsékleti mágnesezési görbéi szuperparamágneses jellegűek. Az amorf ... minta görbéje lineárisan növekedett.....” Ez a tézisekben egy fontos állítás lesz majd. Kár, hogy nincs bemutatva a megfelelő mágnesezési görbe, aminek alapján ezt a következtetést a jelölt levonta.

33. oldal, 1. bekezdés: Hogyan lehet a mért spektrumok összehasonlítása alapján megállapítani az említett 3 és 5 nm közötti szemcseméretet?

Általános megjegyzés a 3. fejezethez: Több esetben is említi a szerző, hogy elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján történt több paraméter meghatározása. Megítélésem szerint is valóban nagyon fontosak az elektronmikroszkópos vizsgálatok, amikor valamilyen módon strukturált anyagok tanulmányozásáról van szó. Ennek ellenére ebben a fejezetben egyetlen elektronmikroszkópos felvétel sem szerepel. Mi ennek az oka?

A multirétegek mintakészítése fejezetben (4.2) az olvasható, hogy a párologtatás során alkalmazott technika miatt akár 10%-os vastagságkülönbségek is kialakulhatnak. Ez eléggé nagy különbség. Kezelte-e a jelölt valamilyen módon ezt a problémát az eredmények kiértékelése során?

50. oldal, 4.3 alfejezet eredményeinek összegzése: „... megállapíthatjuk, hogy a Fe-B-Ag multi-hármasrétegek vizsgálata”. Ugyanakkor ebben a fejezetben egyáltalán nem szerepelnek hármasrétegek!

A 4.9. ábra nehezen érthető.

5.1 ábra: Hogyan lehet eldönteni, hogy az ábrán belül mely területek felelnek meg a különböző rétegvastagságoknak? 5.1 (b) ábra: Hogyan lehet önmagában erről az ábráról megállapítani, hogy a Fe rétegek epitaxiálisan nőnek az Ag rétegekre, adott orientációval?

73. oldal: Az 5.2 fejezet bevezetésében nem ártott volna megadni, hogyan is készültek az ebben a fejezetben tárgyalt minták.

A fenti kritikai észrevételeim nem olyan súlyúak, hogy érdemben befolyásolnák az értekezés alapvetően nagyon pozitív megítélését.

Összefoglalva tehát megállapítható, hogy Balogh Judit a benyújtott akadémiai doktori értekezéssel, a hozzácsatolt téziszfüzettel és a nagyszámú, idegen nyelvű, nívós folyóiratban való publikációval igazolta jelentős hozzájárulását a szilárdtestfizika eredményeinek gazdagításához. Ezért a doktori cím megadására szóló kérelem elfogadását és az akadémiai doktori értekezés védésének kitűzését javaslom.

Sikeres védés esetén javaslom az Akadémia doktora cím odaítélését.

Budapest, 2012. november 8.

Vértesy Gábor
az MTA doktora