

Az értekezés témája a mikrométer alatti periódussal rendelkező, váltakozva mágneses és nemmágneses vékonyrétegekből álló struktúrák elektrokémiai úton való előállítás, az óriás mágneses ellenállás (azaz a dolgozatban is használt, elterjedt angol rövidítéssel GMR) jelenség vizsgálata céljából. Maga a GMR a szilárdtestkutatás egyik sikertörténete: a jelenség egyfelől hamar talált fontos gyakorlati alkalmazásokat, ugyanakkor felfedezőit nemrégiben Nobel-díjjal is jutalmazták. A témaválasztás tehát nagyon szerencsésnek mondható, a téma fontos és korszerű. Az értekezésben összefoglalt munka ugyanakkor kivételes és példamutató abból a szempontból, hogy nem elégszik meg a nanométeres skálán modulált szerkezetek létrehozásával, mint azt a témakör számos közleményében láthatjuk. Célkitűzése az elektrokémiai fémleválasztás részfolyamatainak felderítése és megértése, a rétegleválasztás körülményeinek és paramétereinek a réteg szerkezetére és mágneses tulajdonságaira gyakorolt hatásának tisztázása. Ez azért is új és tiszteletre méltó törekvés, mert számos szakirodalmi példában szerint az elektrokémiai technika csak egyszerű anyagelőállítási segédeszközként jelenik meg, felületes elektrokémiai ismeretekkel, de gyakran ilyen ismeretek teljes hiányával alkalmazva. A fémes bevonatok elektrokémiai készítése ugyanakkor a kémián belül sem alapos elméleti tisztázottságával tűnik ki, hiszen a galvánfürdők összetétele, a galvánbevonatok készítésének egyéb körülményei is finoman szólva heurisztikus alapokon nyugodtak. Ezért is fontos és tiszteletre méltó vállalkozás a dolgozatban összefoglalt munka, az előállítási paraméterek – szerkezeti tulajdonságok – mágneses és transzporttulajdonságok okozati lánc földerítése. Ehhez fizikai-kémiai és szilárdtestfizikai tudás egyaránt szükséges, és a munka egyik legnagyobb erényének tartom, hogy ezen tudományterületek egyenrangú együttműködése létrejött, létrejöhetett (amiben biztosan része van a csillebérci kutatóhely hagyományainak is, hiszen a KFKI mindig fontos terepe volt az eltérő tudományterületek gyümölcsöző – ma úgy mondanánk: szinergetikus együttműködésének.)

Maga a dolgozat kb. száz oldalon foglalja össze a nagyrészt az elmúlt évtizedben végzett munkát. A bevezető után megfogalmazott célkitűzések szerint három nagyobb részre tagozódik: az elektrokémiai úton leválasztott multirétegek előállításával és fizikai tulajdonságainak és összetételi változásainak vizsgálatával, végül a két vagy többkomponensű ötvözetekkel. A disszertáció technikai kivitele igényes, elütés gyakorlatilag nincs benne (hosszas keresés után egyetlen egyet találtam a 12. oldal közepén), az ábrák világosak és informatívak. Apró kifogás érheti a tartalomjegyzék oldalszámainak elcsúszását, és a lapok fejlécében talán szerencsésebb lett volna az aktuális fejezetcím feltüntetése a kevésbé informatív szerző-cím megoldás helyett. Maga a szöveg világos és

jól olvasható, bár utalásai időnként kriptikusak (pl. 57. oldal: *igaz, ebben a TEM vizsgálat egyes vonásai is szerepet játszhattak*). Többször megfigyelhető az is, hogy Szerző egy problémát világosan körvonalaz, de az olvasó a megfogalmazódó kérdésre csak később kap választ (ilyen például a komponensek mélységprofiljában jelentkező minimumok kérdése, amire Szerző kb. tíz oldallal később tér vissza). Mindez, érzésem szerint, ravasz trükk a figyelem ébren tartására – ugyanerre lehet példa, hogy a bírálóban mindvégig meglévő kérdésre (miszerint miért nem használta a munka a GDOES módszert) csak az utolsó oldal utolsó bekezdésében kapunk választ.

A munkával kapcsolatos kérdéseim a következők.

1. A mélységprofil-analítika szerint (a 66. oldaltól) a szokásos porlasztás mellett a mélyebben fekvő – tehát korábban levált – rétegek az elmosódottabbak. (68. oldal: *...a nagy porlasztási mélységben lévő Pd réteg elmosódott jellege kizárólag a nagy porlasztási mélység következménye volt.*) Ugyanakkor később (pl. a 82. oldalon) is említi Szerző, hogy a porlasztási front planáris marad. Máshol (a 83. oldal, 51. ábra) kifejti Szerző, hogy a rétegek leválása során a felületi egyenetlenség nő (ezért is hasznos eszköz az általa kitalált fordított porlasztásos technika). Ha ez így van, akkor viszont a 66. oldalon látható profiloknál az elsőnek elmosódottabbnak, a mélyebbeknek egyre élesebbnek kellene lenniük – éppen fordítva, mint ahogy megjelennek.
2. Az alkalmazott porlasztási módszer nyilván akkor ideális, ha a porlasztás sebessége a porlasztási mélységtől függetlenül laterálisan egyenletes, és a sebesség a mélységgel arányos. Talán hasznos lenne, ha ettől az ideális esettől megfigyelt eltérésekre Szerző a védés során röviden kitérne, tisztázná a látszólagos ellentmondásokat.
3. Többször felmerül a munka során, hogy az anyagtranszport nem pusztán diffúzív (azaz a folyamat sebessége nagyobb, mint az pusztán diffúzióval magyarázható lenne). Itt is, a móltörtökben a mélység függvényében megjelenő, már említett minimumok esetében is felmerül, hogy a kialakuló sűrűséggradiens konvekciót kelthet. Ennek ellenőrzése kontrollált hidrodinamika mellett (forgókorongon vagy elektrolit-jet alkalmazásával) kézenfekvőnek tűnik. A dolgozatban máshol (24. oldal) történik is utalás jól kevert oldatra, áramló reaktorra. Itt miért maradt el a hipotézis kézenfekvő ellenőrzése?
4. Valamennyi mérés vizes oldatban történt. Nemvizes oldószerekben, esetleg ionos folyadékokban olyan leválasztásokra is lehetőség nyílik, amelyek vizes oldatban az oldószer bomlása miatt nem kivitelezhetők. Várható valamilyen előny a nemvizes elektrolitok használatától?
5. További kérdés: a a galvanosztatikus impulzusokkal történő leválasztás során csak leválasztási pulzus és 'üresjárat' szerepelt, ellenkező irányú, tehát visszaoldó, áramimpulzus nem? Naívan

arra gondolhatnánk, hogy a kristálynövekedés és a nukleáció relatív sebessége így további paraméterekkel kontrollálhatóbb lenne.

6. A vákuumpárolási eljárásoknál a rezgőkvarcos rétegvastagság mérés alapfelszerelés. A dolgozat említést tesz az elektrokémiai kvarckristály-mikromérleg alkalmazásáról, de elég röviden elintézi azzal, hogy nem sikerült kvantitatív adatokat kapni. Kérdés: nem lett volna érdemes nagyobb erőfeszítést kifejteni ebben az irányban? – hiszen a porlasztásos mélységprofil-kísérletek is rengeteg energiát és találékonytságot igényeltek...
7. A 38. oldalon leírt kettős exponenciális illesztés talán kimaradhatott volna. (Az exponenciálisok hirhedten korreláltak, és a kapott időállandó azonosítása a kettősréteg töltési folyamataival is problematikus.)

A felsorolt kérdések a dolgozat alapvető érényeit nem érintik. Szép és alapos munka, kiterjedt fizikai-kémiai és szilárdtestfizikai ismeretek birtokában végrehajtott preparatív és elemző kísérletek, az esetek túlnyomó többségében megnyugtató elméleti értelmezéssel, kitűnő publikációs és idézettségi adatokkal. A tézispontokat hiteles, új eredményeknek ismerem el. Javaslom a disszertáció nyilvános vitáját, és sikeres védés esetén a doktori fokozat odaítélését.

Zamárdi, 2013. július 3.

Nyikos Lajos