

Bírálati vélemény Péter László
„ELEKTROKÉMIAI ÚTON LEVÁLASZTOTT FÉMES NANOSZERKEZETEK”
című akadémiai doktori értekezéséről

Péter László 128 oldalon összefoglalt értekezése az anyagtudomány és az elektrokémia olyan összekapcsolásáról szól, amelyben a klasszikus homogén, stabil fázisú rendszerek helyett metastabil állapotú és a nanométer tartományba eső tagoltságú fémek, ötvözetek elektrokémiai leválasztásával és ezen anyagok komponens-eloszlásainak meghatározásával, illetve változásaik feltérképezésével foglalkozik. A nanostrukturált anyagok fejlesztése, vizsgálata - különleges tulajdonságaik és technológiai alkalmazásaik jelentősége miatt - az anyagtudományi kutatások homlokterében állnak. A benyújtott értekezés témaválasztása tehát időszerű és fontos, eredményei az anyagtudomány, az elektrokémia és a metallurgia terén kutatók, valamint ipari szakemberek számára is széleskörű érdeklődésre tarthatnak számot.

Az áttekinthetően megszerkesztett disszertáció kellően tagolt. A I. bevezető részben a tartalom e három oldalról történő megközelítése indoklásának áttekintését követően – kissé váratlanul – a magnetotranszport jelenségek elméletével találja szembe magát a gyanútlan olvasó. Később világossá válik, hogy a disszertáció részeinek egységbe kovácsolója valóban az elektrokémia, és alkalmazása multikomponensű – többretegű vagy ötvözetek – leválasztására bizonyos minták esetén szoros kapcsolatban áll mágneses ellenállásukkal. A „Mágneses nanoszerkezetek leválasztásának járulékos elektrokémiai problémái” címet viselő alfejezet pozitív példa arra, hogy az irodalmi összefoglaló nem szükséges rossz, nem feltétlenül az előzmények kényszerből összevágott fejezete, hanem logikus felvezetője a munkának, melyből a tervezett vizsgálatok szükségessége és köre világosan következik. Az itt leírt előzményekből kiindulva a jelölt kísérleti eredményeit az alábbi három pontban megfogalmazott célok köré csoportosította:

1. Az elektrokémiai leválasztással létrehozott mágneses/nemmágneses multirétegek előállítása és fizikai tulajdonságainak vizsgálata
2. Az elektrokémiai leválasztással létrehozott multirétegek összetételi változásának vizsgálata
3. Az egyenáramú elektrokémiai leválasztással előállított ötvözetek vizsgálata.

A III. pontban röviden, de precízen bemutatja a kutatómunkában alkalmazott módszereket, melyek kiterjedtek mind az elektrokémiai, mind az anyagtudományi, mind a mágneses tulajdonságok vizsgálatára, illetve technikákra.

Az értekezés súlyponti része a kísérleti eredmények 88 oldalban összefoglalt bemutatása, mely a célok megjelölésénél megfogalmazott hármas tagozódást követve a disszertáció IV-VI. fejezetét alkotja. Számomra nem szokványos a VII. Az eredmények gyakorlati hasznosításának lehetőségei és a további kutatási irányok, illetve a VIII. Az új eredmények összefoglalása című fejezetek sorrendje: logikusabbnak tartanám, ha a kitekintés a jelen eredményeinek rögzítését, summázását követné. A következtetések levonása céljából a jelölt 66, általában a szokottnál kisebb méretű ábrát mutat be, melyek némelyikének (pl. 63. ábra) csekély felbontása idéző jelek között, de szó szerint is „szemet szúr”.

Az értekezés háttérét 24 saját közlemény adja, melyek döntően az elektrokémia, de a továbbiak esetén is az adott szakterület legrangosabb nemzetközi folyóirataiban jelentek meg. A jelölt további publikációs listája is impozáns. A mű háttereként további 157 irodalmat használ és dolgoz fel.

A jelölt a munka legfontosabb eredményeit – a korábbi csoportosításnak megfelelően – összesen 14 tézispontban foglalja össze, melyek közül új tudományos eredményként az alábbiakat fogadom el:

I. Co/Cu multirétegek egyfűrdős rendszerből impulzus módszerrel történő leválasztása esetén a pozitívabb leválási potenciállal rendelkező nemmágneses fém ionjainak jelenléte befolyásolhatja a már leválasztott kevésbé nemes mágneses réteg viselkedését. A körülmények helytelen megválasztása esetén a mágneses réteg oldódik, a nemesebb réteg pedig vastagszik, mely cementálódás önmagában is multiréteget eredményezhet.

A leválasztás körülményeinek meghatározásához egy a nemesebb fém leválasztására használt potenciosztatikus impulzus áram – idő függvénye elemzésén alapuló optimálási módszert javasol.

Az elektrokémiai fűrdőkben alkalmazott adalékanyagok hatását egységesen ezeknek a kristálméret és a szerkezeti rendezettség csökkenését eredményező inhibícióval értelmezi.

Nagy érdességű vagy megfelelő kristálytani illeszkedést nem biztosító hordozó felületén csak bizonyos rétegvastagság elérése után indul meg a réteges növekedés

A nemmágneses réteg túlzottan csökkentett vastagsága a várt óriás mágneses ellenállás helyett anizotrop mágneses ellenállást eredményez.

Megmutatta, hogy a szemcsehatáron kialakuló szegregáció a mágneses ellenállás szuperparamágneses járulékát kedvezőtlenül befolyásolja.

II. Co-Ni-Cu multirétegek komponens-eloszlásával kapcsolatban fontos következtetéseket vont le a hagyományos és fordított porlasztási irányban végrehajtott mélységprofil-analízis összehasonlításában.

Megfelelő mintakészítési módszert dolgozott ki a fordított porlasztási irányban történő vizsgálat megvalósításához.

Co/Cu multirétegekre kimutatta a felületi érdesség komponens-eloszlásra gyakorolt hatását, és módszert dolgozott ki a mélységprofil-analitikai paramétereknek az atomerő-mikroszkóppal kapott eredményekből történő kiszámítására.

III. Igazolta a fordított irányú mélységprofil-analízis előnyét a Ni/Fe/Co ötvözetek esetén is, mely eljárás lehetővé tette a preferáltan leváló komponens móltörtjének minimumgörbe szerinti változása felderítését.

Kimutatta, hogy két preferáltan leváló, kis mennyiségben jelen lévő komponens esetén ezek móltörtjének fluktuációja korrelál.

Kérdéseim, felvetéseim a disszertáció tartalmát illetően:

A dolgozatban érintett fémek legtöbbje a hidrogén standard potenciáljánál negatívabb standard potenciálú. Befolyásolja-e ez az áramhatásfokot?

Ciklikus voltammetria és az impulzusteknika útján nyert eredmények függenek a potenciálváltoztatás sebességétől, illetve az impulzus időtartamától. Hogyan optimalizálható ez a hatás? A 16. ábrán pl. 0.76 s időt alkalmaz a különböző potenciálok felvett kronoamperometriás görbék összehasonlításánál.

Utal az EQCM mérések nem kielégítő pontosságára, mivel az egy impulzus időtartama (és nem hossza, ld. T jelentése a 35. oldalon) alatt átmenő töltésből származóan kicsiny a tömegváltozás. Hogyan módosul ez többszörösen alkalmazott impulzus esetén?

Lehet-e hatása a vizsgált rendszerek esetében specifikus anionadszorpciónak?

Mi γ jelentése és jelentősége a 69. oldalon definiált képletekben: σ az oldatfázis móltörtjét jelenti, γ a szilárd fázisban érvényes móltörtek móltörtje? Mint fizikokémikust, engem ez az illékony elegyek folyadék – gőz egyensúlyainak összetételviszonyára emlékeztet, különösképpen a 39-40. ábra jellege és „referenciavonala” tükrében.

A 45. ábra szerint γ a mélységprofil-analízis során a Ni-Co rétegnél minimumon megy keresztül, mely az integrális összetételre vonatkozó 13. egyenletből nem következhet. Kérdésem, hogy az integrál elé kiemelt $1/d$ nem az egységnyi rétegvastagságra normáló tényező, mert akkor inkább a $\gamma - l$ függvénykapcsolat analitikus megadására lenne szükség?

Kérem, foglalja össze a védésen, milyen mértékben alapozott az atomerő mikroszkóp segítségével kapott eredményekre!

A 19. egyenlet szerint γ -ának az idő négyzetgyöke szerinti függéséből származó meredekség állandó. A 65. ábrán ettől eltérő tendencia mutatkozik.

A disszertáció formai oldalát tekintve a dolgozat stílusa gördülékeny, megfogalmazásai szakszerűek, néhol már-már kifinomult precízésre törekvők. Néhány szóhasználatról (a „rácsfeszültség levezetése” a 47. oldalon, „szulfácionon túl” a „kívül” értelemben a 88. oldalon vagy a „normális együttleválás” a 109. oldalon) és esetenként az összetett szavak központosításától eltekintve a dolgozat nyelvi-nyelvtani szempontból messzemenően gondos munkát tükröz.

Összefoglalva megállapítom, hogy a célkitűzésben vázolt felvetésekre a dolgozat elolvasása után maradéktalanul választ kapunk. A kísérletek gondosan megtervezettek, célratorók, és ezek eredményei alapján a levont következtetések logikusak.

A munka fő érdemei között kell számon tartani, hogy feltárta az egyensúlyi vagy a stacionárius körülményektől távol végbemenő fémleválasztási folyamatok általános szabályszerűségeit, hogy megvalósította és sikerrel használta a fordított irányú porlasztáson alapuló mélységprofil-analízist, mindezzel lehetővé válik a többkomponensű fémrétegek nanoszerkezetének optimalálása, mágneses és magnetotranszport tulajdonságainak tudatos alakítása. Péter László jelentősen gyarapította a vonatkozó elektrokémiai ismereteket, és értékes, hasznosítható eredményekkel járult hozzá a tudományterület fejlődéséhez.

Mindezek alapján Péter László akadémiai doktori értekezését a fokozat megszerzésére alkalmasnak ítélem, a nyilvános vita kitűzését fenntartás nélkül javaslom.

Szeged, 2013. február 6.

Visy Csaba
a kémiai tudomány doktora