

Anyagtudomány

Kedd 13:30 Kémia Nagyelőadó

- 1. Balogh Zoltán (DE TTK)**
- 2. Budai Judit (SZTE TTK)**
- 3. Csákó Tamás (SZTE TTK)**
- 4. Égerházi László (SZTE TTK)**
- 5. Henits Péter – Hóbor Sándor (ELTE TTK)**
- 6. Ispánovity Péter Dusán (ELTE TTK)**
 - 7. Nagy Livia (ELTE TTK)**
 - 8. Németh Péter (ELTE TTK)**
 - 9. Szilasi Szabolcs (DE TTK)**

Barkhausen-zaj mérések: berendezésfejlesztés és mágneses alakmemória ötvözet vizsgálata

BALOGH ZOLTÁN, fizikus szakos hallgató (2004 őszi)
Debreceni Egyetem, Debrecen

Témavezetők: BEKE DEZSŐ, tanszékvezető egyetemi tanár,
DARÓCZI LAJOS, egyetemi adjunktus,
DE Szilárdtest Fizika Tanszék

TDK-munkám során a Ni_2MnGa mágneses alakmemória ötvözetben keletkező mágneses eredetű jeleket vizsgáltam. Ezeket két csoportba Barkhausen-jelek (külső mágneses gerjesztés hatására alakul ki) és mágneses emissziós jelekre oszthatjuk (nem mágneses gerjesztés esetén keletkezik).

A mérési adatokat saját fejlesztésű mérőrendszerrel gyűjtöttem be, majd az irodalomban szokásos kétszer logaritmikus eljárás általunk korrigált változatával értékeltem ki.

Az irodalomból már ismert exponensű anyagokon végzett sikeres tesztmérések után a mágneses alakmemória anyagokon végeztem méréseket. Ennek során ausztenit állapotú mintán vettem fel Barkhausen-jeleket, a martenzit állapotú mintán vettem fel Barkhausen-jeleket valamint vizsgáltam a fázisátalakulás közben keletkező mágneses emissziós jeleket. Tudomásom szerint kristálytani átalakulás közben keletkező mágneses jelekkel foglalkozó mérési eredményeket eddig még nem publikáltak.

A két különböző fázisban keletkező Barkhausen-jelek egymástól nagy eltérést mutatnak mind az amplitúdó, mind az időtartam spektrumokban (exponens, levágás). A mintageometriából eredő okok miatt az univerzális exponensek értékeit nem tudtam meghatározni.

Lézeres technikával épített szén vékonyrétegek vizsgálata spektroszkópiai ellipszometriával

BUDAI JUDIT, fizikushallgató (2004 tavasz)
Szegedi Tudományegyetem, Szeged

Témavezető: TÓTH ZSOLT tudományos főmunkatárs
SZTE-MTA Lézerfizikai Tanszéki Kutatócsoport

Az ellipszometria optikai elven működő roncsolás-mentes vizsgálati módszer, mellyel alapvetően törésmutatót és rétegvastagságot lehet meghatározni. A mintáról reflektált fény polarizációs állapotát vizsgálja és a fény polarizációs állapotában a reflexió során bekövetkezett változásokat detektálja, melyeket két szöggel Ψ -vel és Δ -val jellemezünk. A mért Ψ és Δ hullámhosszfüggéséből egy illesztési folyamat során kapjuk meg a keresett tulajdonságokat: a minta szerkezetére egy kezdeti modellt alkotunk, és ezt hangoljuk úgy, hogy a modelltől számított ellipszometriai szögek a lehető legjobban megközelítsék a mért adatokat.

A szén különböző módosulatai (gyémánt, grafit, üvegszerű szén) igen eltérő tulajdonságokat mutatnak, a hidrogénezett amorf szén filmek hidrogéntartalmuktól függően e széles tartományban változtatják tulajdonságaikat. Dolgozatomban gyémánt, grafit, üvegszerű szén és szén vékonyrétegek spektroszkópiai ellipszometriás vizsgálatát mutatom be. A réteget impulzus üzemű lézeres vékonyréteg építési technikával hoztuk létre különböző nyomású hidrogén atmoszférában. A kísérletek célja az volt, hogy az ellipszometriai mérésekkel nyomonkövessék, hogy hogyan változik a különböző hidrogénnyomások mellett épített rétegek vastagsága, törésmutatója, porozitása.

Az ellipszometriai kiértékelés során a gyémánt törésmutatóját összevettem az irodalmi adatokkal, a grafit kettőtörését modelleztem, törésmutatóit és az üvegszerű szén törésmutatóit meghatároztam. A rétegek diszperzióját többféle modellel jellemeztem. Először a dielektrikumok leírására alkalmas Cauchy-féle modellt alkalmaztam, majd az amorf anyagok jellemzésére kidolgozott Tauc-Lorentz modellt. Végül a minták porozitását az effektív közeg modell segítségével vizsgáltam.

A rétegek tulajdonságai lényegesen megváltoznak ~ 1 Pa fölött. A hidrogén nyomás növelésével a törésmutató csökken, a porozitás nő. Míg kis nyomásokon a céltárgyról kiinduló plazma határozott irányultsággal bír, addig a nagyobb nyomású hidrogén atmoszférában a plazma részecskéi a hidrogén molekulákon szóródnak, veszítenek energiájukból, így a réteg kevésbé lesz tömör. A hidrogén beépülésével a rétegek szerkezete megváltozik, vastagságuk nő, viszont 25 Pa nyomás felett a plazma részecskék szóródása olyan nagy lesz, hogy a rétegek vastagsága drasztikusan csökken.

Bór-karbid vékonyrétegek építése nano- és szub-pikoszekundum impulzusidejű lézerekkel keltett plazmából

CSÁKÓ TAMÁS, informatikus fizikus szakos hallgató (2004 ősz)
Szegedi Tudományegyetem, Szeged

Témavezető: SZÖRÉNYI TAMÁS, tudományos főmunkatárs
MTA-SZTE Lézerfizikai Kutatócsoport

Bór-karbid vékonyrétegek előállítása meglehetősen nehéz feladat. Az impulzus lézerekkel keltett plazmából történő rétegépítés (PLD) sem problémamentes. Az eddigi eredmények szerint a filmek kémiai összetétele nem követi pontosan a target összetételét. A tradicionális, néhány 10 ns impulzusidejű excimer lézerek használata esetén megjelenő nagyszámú csepp elrontja a réteg morfológiáját. Dolgozatomban azt vizsgálom, hogy mennyiben küszöbölhetők ki ezek a problémák az impulzushossz rövidítésével.

A réteget B_4C kerámia target vákuumban történő ablációjával állítottam elő. A tradicionális KrF excimer lézer, illetve a 248 nm-en 700 fs-os impulzusokat szolgáltató hibrid festék/excimer lézerrendszer nyalábját 45° -os szögben fókuszáltam a target felszínére. A kísérletek során mind a target felületére jutó energiát, mind az ablált terület nagyságát szisztematikusan változtattam. A ns-os lézer esetén az impulzusszám*energiasűrűség szorzatot állandónak tartva 180 ± 20 nm-es, míg a szub-ps-os esetben, 2000 és 7000 között változó számú impulzussal, néhány 10-től néhány 100 nm-ig változó vastagságú réteget készítettem.

A filmek atomi-erő mikroszkópos vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a szub-ps-os lézerekkel épített filmek – a KrF excimer lézerekkel készítettékkel szemben – gyakorlatilag cseppmentesek. Az RMS-sel definiált felületi érdességben nagyságrendi különbség mutatkozik a rövidebb impulzus javára.

Legfontosabb eredményem annak a bizonyítása, hogy a szub-ps-os impulzusok használata esetén nem a szokásosan használt és elfogadott energiasűrűség (vagy teljesítménysűrűség) az a paraméter, amely meghatározza a filmek épülési sebességét és tulajdonságait. A meghatározó paraméter az ablált terület (a lézerfolt) nagysága.

Inverz geometriájú impulzslézeres vékonyréteg-építéssel növesztett szén-nitrid rétegek

ÉGERHÁZI LÁSZLÓ, fizikus szakos hallgató (2004 ősz)
Szegedi Tudományegyetem, Szeged

Témavezetők: GERETOVSKY ZSOLT, egyetemi adjunktus,
SZTE, Optikai és Kvanteelektronikai Tanszék

SZÖRÉNYI TAMÁS, tudományos főmunkatárs,
MTA-SZTE Lézerfizikai Kutatócsoport

Dolgozatomban az impulzslézerrel keltett plazmából történő vékonyréteg-építés (PLD) egy olyan újfajta geometriáját mutatom be, melynek alapötlete és első kísérleti megvalósítása is kutatócsoportunktól származik. Ezt az új elrendezést, amelyben a bevonandó szubsztrát nem a targettel szemben, hanem annak síkjában helyezkedik el, inverz geometriájú impulzslézeres vékonyréteg-építésnek, az angol szaknyelvben IPLD-nek (Inverse Pulsed Laser Deposition) neveztük el. [1,2]

0,5–50 Pa nyomástartományon készült szén-nitrid filmek növekedésebbesség-eloszlásainak vizsgálatával megalkottam az IPLD-filmek épülésének ún. kétmechanizmus-modelljét. A gravitációs erő ellenében növesztett IPLD-filmek előállításával bebizonyítottam, hogy a filmépülésben nincs szerepe a gravitációnak, és igazoltam a technika kiváló reprodukálhatóságát is. A kémiai analízis alátámasztja az IPLD-filmek épülésének modelljét, s rámutat arra is, hogy megfelelő háttérgáznyomáson az IPLD-geometria tömör és kémiai összetételét tekintve homogén filmet eredményez.

Az IPLD-filmek felületi simaságának meghatározásához atomerő-mikroszkópos felvételeket készítettünk. Eredményeink értelmében az 5 Pa nyomáson készült IPLD-filmek RMS-értéke átlagosan 3 nm, és a lézerfoltához közeli tartományban sem éri el a 10 nm-t. A nagy felbontású AFM-felvételek azt mutatták, hogy a film szorosan egymásba préselődött, nagyjából 100 nm átmérőjű, 4–6 nm átlagos magasságú szemcsékből áll. A hagyományos és az új eljárással készült filmek összehasonlításához szimultán módon építettem szén-nitrid PLD- és IPLD-filmeket. Optikai és atomerő-mikroszkópos felvételeim meggyőzően igazolják, hogy a megdöbbentően sima IPLD-filmek akár egy nagyságrenddel is simábbak, mint a hagyományos impulzslézeres vékonyréteg-építési eljárással készült rétegek.

Hivatkozások:

[1] L. Égerházi, Zs. Geretovszky and T. Szörényi: Thin Solid Films, Thickness distribution of carbon nitride films grown by inverse pulsed laser deposition, in press (2004)

[2] L. Égerházi, Zs. Geretovszky and T. Szörényi: Carbon nitride films by inverse pulsed laser deposition, Junior EUROMAT 2004, 6-9. September 2004, Lausanne, P77/I05

Cu₆₀Zr₂₂Ti₁₈ amorf ötvözet mikroszerkezetének, termikus és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata

HENITS PÉTER és HÓBOR SÁNDOR, fizikushallgatók (2004 ősz)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezetők: KOVÁCS ZSOLT, tanársegéd,
RÉVÉSZ ÁDÁM, tanársegéd,
ELTE Általános Fizika Tanszék

Napjainkban egyre több olyan réz alapú többkomponensű amorf rendszer ismeretes, amely kiváló üvegtépezési tulajdonságával (GFA) és termikus stabilitásával felhívja figyelmünket erre a területre. Ezen anyagok iránti érdeklődést különösen magas szakítószilárdságuk, hajlékonyságuk, valamint a kopással és korrózióval szembeni ellenállásuk vívta ki.

TDK munkánk során az ebbe a családba tartozó, Cu₆₀Zr₂₂Ti₁₈ amorf szalaggal foglalkoztunk. A minta termikus tulajdonságait DSC segítségével vizsgáltuk. Először több, különböző sebességű (5K/min–80K/min) lineáris felfűtést végeztünk, hogy megtudjuk, hogyan zajlik az amorf szerkezet átkristályosodása. Ennek eredményeként láthatóvá vált az üvegátalakulást követő túlhűtött folyadék, majd a két csúcsból álló kristályosodási fázis. A felszabaduló entalpia az első és második lépcsőre 20 J/g-nak illetve 26 J/g-nak adódott.

A folyamatok aktivációs energiáját az ún. Kissinger analízis alapján határoztuk meg. Ennek magas értéke is az ötvözet kitűnő termikus stabilitást bizonyította.

A kristallizációs mechanizmus megértéséhez, az üvegátalakulási hőmérséklet környezetében a mintákat 5-től 420 percig tartó előzetes hőkezelésnek tettük ki, majd a DSC-ben állandó sebességű felfűtésével vizsgáltuk a fellépő termikus effektusokat.

Az ötvözet mikroszerkezeti tulajdonságait röntgendiffrakció segítségével, a különböző ideig hőkezelt minták vizsgálatával térképeztük fel.

A mikroszerkezetben történő változások pontosabb leírását transzmissziós elektronmikroszkóppal elvégzett mérések adták. Az így mért párkorrelációs függvényre elméleti görbét is sikerült illesztenünk.

Fontos, hogy értsük, milyen kapcsolat áll fenn a mechanikai és termikus tulajdonságok, és a mikroszerkezet között. Ezért megmértük az eltérő mértékben kristályos állapotok mikroeménységét. Mind ez, mind a Young modulus, már kis hőkezelés hatására hirtelen ugrást szenvedett, míg a további hőkezelések már nem eredményeztek jelentős változásokat.

A nyírófeszültség valószínűségi sűrűségfüggvénye monodiszperz diszlokáció rendszerekben külső nyírófeszültség mellett

ISPÁNOVITY PÉTER DUSÁN, fizikushallgató (2004 ősz)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezető: GROMA ISTVÁN, egyetemi docens,
ELTE Általános Fizika Tanszék

A diszlokációelmélet a kristályos anyagok számos makroszkopikus tulajdonságát magyarázta meg sikerrel, azonban továbbra is vannak nyitott kérdések, így pl. a plasztikus deformáció méreteffektusai a mikronos skálán, ill. a diszlokációk mintázatképződése.

Új kutatási irányt jelent a területen a stochasztikus diszlokáció dinamika, melynek alapjait ismertetjük a dolgozat bevezetésében. A modellben kulcsszerepet játszik a nyírófeszültség valószínűségi sűrűségfüggvénye az anyagon belül, melynek analitikus alakja külső nyírófeszültség hiányában már ismert. A továbblépést éppen a külső feszültség bevezetése jelenti, melynek során módosul a sűrűségfüggvény. A dolgozatban e megváltozott függvény alakját határoztuk meg.

Az említett sűrűségfüggvény egzakt egyenlettel definiálható, majd átalakításokkal a Fourier-transzformáltjára egy sort kapunk, melyben a különböző rendű sűrűségfüggvények szerepelnek, így ezekre közelítések alkalmazhatók, és az egyenletben szereplő nem analitikus integrálok elvégezhetők. Az eredeti függvény alakját a módosított variancia módszerrel határoztuk meg.

Végeredményként megállapítottuk, hogy a sűrűségfüggvény $\frac{1}{|\tau|^3}$ -ös egyensúlyi

aszimptotikus alakjához hozzáadódik egy, a külső feszültséggel arányos, $\frac{1}{\tau|\tau|^3}$ azaz a

feszültség negyedik hatványával arányos antiszimmetrikus tag (τ a nyírófeszültséget jelöli). A kapott eredményt numerikus úton meghatározott sűrűségfüggvényeken ellenőriztük, ez által igazoltuk az alkalmazott közelítéseket.

Golyósmalomban őrlött Al-Mg ötvözet mikroszerkezete, termikus és mechanikai tulajdonságai

NAGY LÍVIA, matematika-fizika tanári szakos hallgató
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezető: RÉVÉSZ ÁDÁM, doktorandusz
ELTE Általános Fizika Tanszék

Az anyagtudományban az elmúlt évtizedben egyre inkább előtérbe került a nemegyensúlyi szerkezetek vizsgálata, amelyek közé elsősorban a nanokristályos és amorf anyagok tartoznak. Ilyen anyagok létrehozásának egyik módja az általunk is alkalmazott nagy deformáción alapuló mechanikus ötvözés. Kísérletünk célja az alumínium stabilitásának, ill. tulajdonságainak javítása volt magnézium ötvöző hozzáadásával. A mikroszerkezeti tulajdonságokat röntgendiffrakcióval, a morfológiát pásztázó elektron mikroszkóppal tanulmányoztuk. Az őrlés eredményeként az alumíniumba oldható magnézium mennyisége az egyensúlyi fázisdiagramnak megfelelő érték többszörösére nőtt, aminek következtében a tulajdonságok javulását várhattuk. Az őrlés hatására a szemcsék jelentősen felaprózódtak, a rácshibák sűrűsége drasztikusan megnőtt. A termikus vizsgálatokat pásztázó kaloriméterrel végeztük. Egyenletes fűtési sebességnél a mért görbék két exoterm csúcsot mutattak, melyeket a fűtés során felszabadult entalpiának feleltethetünk meg. Ezáltal a metastabil nanokristályos szerkezet átalakult az energiaminimumnak megfelelő stabilabb polikristályos állapotba. Az őrlési idő növelésével a tárolt entalpia nagysága monoton nőtt. Megmutattuk, hogy ez két, lényegében független folyamatnak tulajdonítható: a diszlokációk rugalmas energiájának, ill. a szemcsehatárbeli atomok többletenergiájának. Ezek alapján meghatároztuk a szemcsék fajlagos felületi energiáját, ami azt mutatta, hogy a golyós őrlés nagyszögű szemcsehatárokat hoz létre. A mechanikai tulajdonságokat dinamikus keménységmérővel vizsgáltuk. Azt tapasztaltuk, hogy a Young-modulusz, ill. a keménység a beoldott magnézium koncentrációjának növekedésével és a szemcseméret csökkenésével nőtt.

Reverzibilis Curie-hőmérséklet relaxáció vizsgálata Cr adalékolt FeNiSiB fémüvegeken

NÉMETH PÉTER, V. fizikus, fizika tanár szakos hallgató (2004 ősz)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezetők: BÖHÖNYEY ANDRÁS, egyetemi adjunktus,
ELTE Szilárdtest Fizika Tanszék

A szilárd anyagokat két nagy csoportba oszthatjuk. A kristályos anyagokra, ahol a szabályos rend jól leírható, pontos fogalmaink és modelljeink vannak. A másik nagy csoport az amorf anyagok, amelyek leírása lényegesen bonyolultabb. Ezen belül is külön említést érdemelnek az amorf fémek, vagy fémüvegek, amelyek vizsgálata viszonylag új terület a szilárdtestfizikában. A fémüvegek szerkezetének speciális, dinamikus vizsgálati módszere a reverzibilis relaxáció, amely atomisztikus mozgások feltérképezésére alkalmas. Ez jól kiegészíti a diffrakciós és lokális szerkezetvizsgálati módszereket.

Jelen dolgozatban mi a Curie-hőmérséklet reverzibilis változását vizsgáltuk, egy saját építésű mérőberendezéssel, 7 és 11 százalékban Cr adalékolt FeNiSiB mintákon. A Cr adalékolás jelentősen, akár 100K-el is befolyásolja a Curie-hőmérsékletet, a reverzibilis relaxációban viszont nem volt ismert a hatása.

A mérési adatok kiértékelésének elméleti háttérét kétnívós rendszerek, aktivációs-energia spektrum modellje szolgáltatta. Méréseink, illetve más DSC-vel kapott eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a reverzibilis Curie-pont relaxációban a pozitív effektusokért (Curie-hőmérséklet nő) a Fe-Ni rendeződés a felelős, míg a negatív járulékot a Cr atomok adják. A reverzibilis Curie-pont változás mintegy 1K nagyságú. Ezen vizsgálatok és eredmények elősegítik továbbá az amorf szerkezetek leírását és megértését.

Mikroalkatrészek létrehozása és PMMA film olvadásának vizsgálata

SZILASI SZABOLCS, Fizika szakos hallgató (2004 ősz)
Debreceni Egyetem, Debrecen

Témavezetők: RAJTA ISTVÁN, tudományos munkatárs,
MTA Atommagkutató Intézet, Elektronikus Gyorsítók Osztálya

DARUKA ISTVÁN, egyetemi adjunktus,
DE Elméleti Fizika Tanszék

A protonnyalábos mikromegmunkálás (PBM) az egyetlen olyan mikromegmunkálási technológia, amely képes magas, nagy oldalarányú 3 dimenziós struktúrákat gyors, maszk nélküli (direkt írásos) módon mikronos vagy az alatti méretben előállítani. [1]

Ezzel a módszerrel kísérleti jelleggel fogaskerekeket és fogasléceket hoztunk létre vékony PMMA fólia besugárzásával. Az eredmények kiértékeléséhez optikai és elektronmikroszkópos vizsgálatokat végeztünk.

Az olvadás vizsgálata során makronyaláb segítségével meghatározott dózissal és intenzitásokkal vékony PMMA fóliákat sugároztunk be, majd azokon optikai mikroszkópos és interferenciás vizsgálatokat végeztünk. Az utóbbival az optikai mikroszkópos vizsgálatoknál részletesebb, és azzal egyező eredményeket kaptunk. Az általunk kivitelezett modellszámítás jó egyezést mutat a kísérleti eredményekkel.

Hivatkozások:

[1] Frank Watt, „Focused high energy proton beam micromachining: A perspective view”, Nucl. Instr. and Meth. B 158 (1999) 165-172