

3. félévi beszámoló

Olasz Dániel

Anyagtudomány és szilárdtest-fizika

Témavezető: Dr. Nguyen Quang Chinh (ELTE), Dr. Sáfrán György (EK MFA)

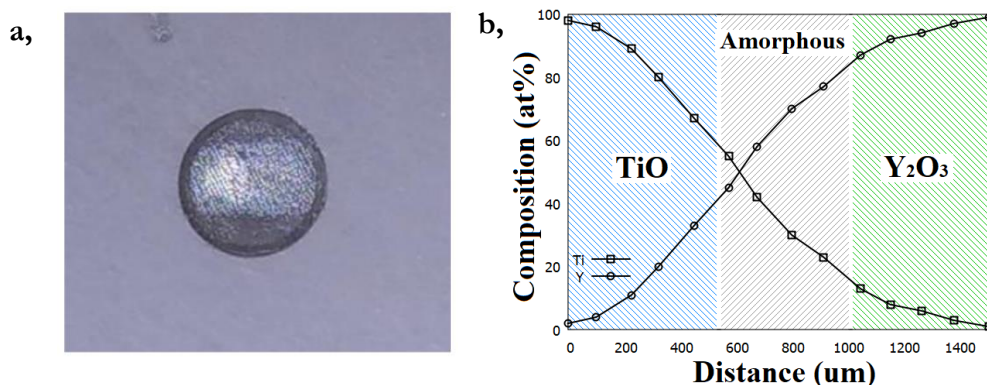
Microstructure and innovative behaviors of multicomponent thin films

A félév során az AlCu ill. az YTiO vékonyrétegek vizsgálatával foglalkoztunk:

1., Az AlCu rétegek kutatási eredményeiből 2 db publikáció született, melyek a rétegek nagy szilárdságára és a bennük indentálás hatására lezajló deformációs folyamatokra (indentációs mérethatás, deformációs sávok jelenléte) koncentráltak. További mikroszerkezeti vizsgálatokat végeztünk keresztmetszeti TEM lamellákon. Feltártuk a vékonyrétegek mikroszerkezetének evolúcióját a Cu ötvözőkoncentráció függvényében. Az eddigi adatok összegzésével a következő szemeszter során egy átfogó, az AlCu rétegekben tapasztalt deformációs mechanizmusok és a mikroszerkezet összefüggéseit elemző publikáció benyújtását tervezzük.

2., Az YTiO vékonyrétegek (1. ábra) korábban megkezdett kombinatorikus TEM szerkezetvizsgálata folytatódott. A teljes összetétel tartományban ($0 \leq x \leq 1$: $Y_xTi_{1-x}O_y$) különböző hőkezelési hőmérsékleteken (400, 600, 700, 800 °C) állítottuk elő és azonosítottuk a kialakult amorf és kristályos fázisokat.

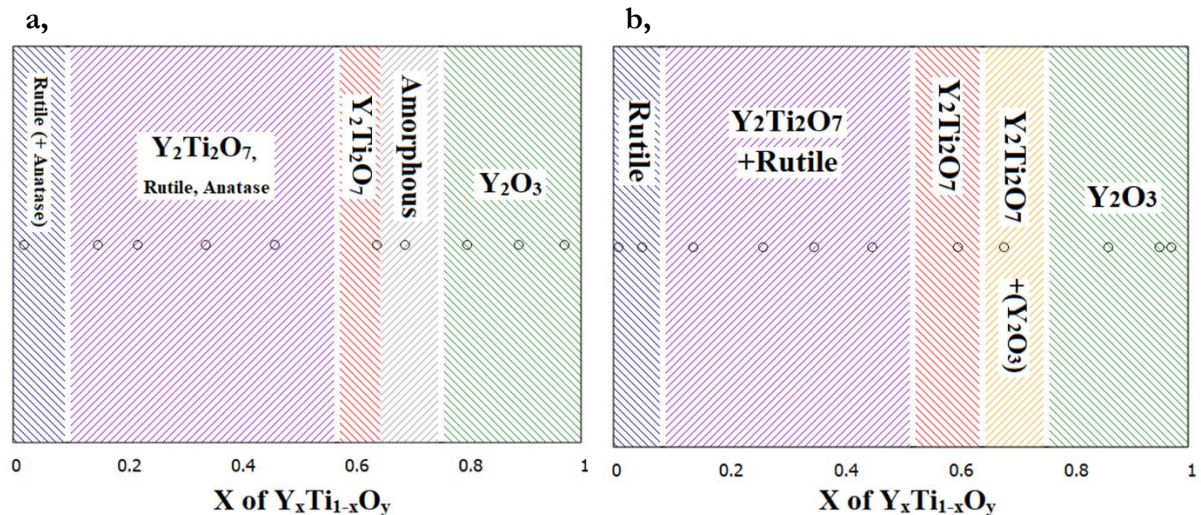
Kiemelendő, hogy kísérleteink során az YTiO rendszer piroklór szerkezetű $Y_2Ti_2O_7$ fázisát is sikerült előállítanunk, melyre manapság egyre nagyobb figyelem irányul kedvező fizikai-kémiai tulajdonságai és számos, a modern technológiákban lehetséges felhasználási területe miatt. Ez az anyag kiváló termikus és kémiai stabilitása mellett jó mechanikai, valamint nemlineáris optikai tulajdonságokkal rendelkezik. Nanoszemcsés formában alkalmazzák acél ötvözetek megerősítésére, sugárzással szembeni ellenállóképessége miatt ígéretes jelölt a hasadásos és fúziós reaktorok komponenseinek alapanyagaként. [1]



1. ábra: **a,** YTiO as deposited vékonyréteg TEM rácson. **b,** A kombinatorikus réteg Y/Ti koncentráció profilja, valamint az egyes amorf ill. kristályos fázisok megjelenési tartományai szobahőmérsékleten.

Az említett kristályos fázist általában (i) körülményes szol-gél technikákkal vagy (ii) nagy energiaigényű ($T_{\text{sintering}} > 1000$ °C) és hosszadalmas ($t \sim 10$ h) porkohászati eljárásokkal

állították elő. Mi a vizsgálati mintáinkat yttrium és titán DC magnetronos Ar/O atmoszférában történő reaktív porlasztásával állítottuk elő, melyeket 400, 600, 700, 800 °C-on hőkezeltünk 1 h-n át 10% O-He atmoszférában. A 2a. ábrán látható, hogy már a 700 °C-os hőkezelés hatására megjelenik a piroklór szerkezetű $Y_2Ti_2O_7$ fázis, melyet Fd-3m tércsoport és $a = 10.0896 \text{ \AA}$ rácsparaméter jellemez. 60/40 (Y/Ti at%) aránynál a piroklór fázis tisztán, yttrium- és titán-oxid fázisok jelenléte nélkül található meg. A 800 °C-os hőkezelés hatására (2b. ábra) az amorf tartomány megszűnik, a minta egésze kikristályosodik.



2. ábra: Az összetétel (x ; $Y_xTi_{1-x}O_y$) függvényében ábrázolt kristályos tartományok a, 700 °C b, 800 °C-os hőkezelés esetén. (az adott összetételnél történt mérést a fekete körök jelölik)

Méréseink többek között rámutattak, hogy a modern technológiákban nagyon ígéretes $Y_2Ti_2O_7$ piroklór szerkezetű yttrium-titanát vékonyréteg formában egy egyszerű, könnyen alkalmazható eljárással, a porkohászathoz képest lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten, már 700 °C-on is előállítható.

Tanulmányi tevékenység:

- Tömbi nanoszerkezetű anyagok (FIZ/1/040), érdemjegy: Jeles (5)
- Kísérleti módszerek a szilárdtest fizikában I. (FIZ/3/020), (beszámoló időpontjáig nem került sor vizsgára)
- Irányított kutatómunka – harmadik szemeszter (FIZ/KUT-S3), (beszámoló időpontjáig nem történt értékelés)

Oktatási tevékenység:

- Klasszikus fizika laboratórium (Fizika BSc hallgatóknak, optikai mérések, heti 4 óra)

Publikációs tevékenység:

- D. Olasz, G. Sáfrán, N. Szász, G. Huhn, N.Q. Chinh: Indentation size effect in exceptionally hard AlCu thin films; Materials Letters (2023) 330, 133409, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133409>

- N.Q. Chinh, D. Olasz, A.Q. Ahmed, G. Sáfrán, J. Lendvai, T.G. Langdon: Modification of the Hall-Petch relationship for submicron-grained fcc metals; Materials Science and Engineering A (2023) 862, 144419, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.144419>

- N.Q. Chinh, D. Olasz, A.Q. Ahmed, E.V. Bobruk, R.Z. Valiev: Review on grain size- and grain boundary phenomenon in unusual mechanical behavior of UFG Al alloys; Materials Transactions, benyújtott kézirat, 2023. jan. 30.

- D. Olasz, V. Kis, C. Ildikó, N. Miklós, S. György: Combinatorial investigation of the YTiO thin film system: efficient synthesis of the pyrochlore $Y_2Ti_2O_7$ structure; benyújtásra váró kézirat

- G. Sáfrán, P. Petrik, Z. Zolnai, J. Gubicza, M. Németh, G. Dobrik, N. Szász, D. Olasz, N.Q. Chinh, M. Serényi: A microcombinatorial approach to study the relationships between composition, structure and physical properties of binary films; Materials, tervezett benyújtási időpont: febr. 20

Szemináriumok:

- Indentációs méreteffektus és pop-in viselkedés nagyszilárdságú AlCu vékonyrétegekben, ELTE Anyagfizikai Tanszék, 2022.10.11.

- Indentációs méreteffektus és pop-in viselkedés nagyszilárdságú AlCu vékonyrétegekben, ELFT Vákuumfizikai, -technológiai és Alkalmazásai Szakcsoport az MTA MTA Felületkémiai és Nanoszerkezeti Munkabizottság a Magyar Vákuumtársaság és az MTA ELEktronikus Eszközök és Technológiák Tudományos Bizottság közös szemináriuma, 2022.10.25.

Irodalom:

[1] V. Chishkala et al., Materials 13, 5621, 2020

2023.01.31. Budapest



.....

Olasz Dániel