

2019/2020 I. Félévi munkabeszámoló

Gulyás Gábor

Anyagtudomány doktori program

Témavezető: Nguyen Quang Chinnh -ELTE

és Varga Lajos Károly – Wigner Fizikai Kutatóközpont

Dolgozat címe:

Nagyentrópiás fémhabok magashőmérsékletű termoelektromos generátor alkalmazásra

High entropy alloy foam for high temperature thermopower generator

Bevezetés:

A nagyentrópiás, többkomponensű szilárd oldatban az összetevők közel azonos koncentrációban vannak jelen, ahol sok ötvöző megnöveli az úgynevezett konfigurációs entrópiát, ami stabilizálja szilárd állapotban is az olvadéállapotra jellemző oldatszerkezetet. Az anyag atomi szinten nincs egyensúlyi helyzetben, ami komponensek eltérő atomsugarára és a köztük lévő vegyületképzési hajlamra vezethető vissza. Ez a nemegyensúlyi szilárd oldat konfiguráció magas hőmérsékletig (700-800 °C-ig) fenntartható, így magas hőmérsékleti szerkezeti anyag állítható elő, amely ugyanakkor korrózió- és kopásálló. Munkám szempontjából a magas hőmérsékleti stabilitás és a korrózióval szembeni rezisztencia ezeknek az anyagoknak a legfontosabb kihasználható tulajdonsága.

A jelenleg használatos Bi-Te vagy Pb-Se-Te bázisú termoelektromos anyagok ugyanis nem rendelkeznek ezekkel a kedvező jellemzőkkel. Munkám célja olyan, többrétegű szerkezet előállítása nagyentrópiás ötvözetből, mely Seebeck együtthatója eléri, vagy meghaladja a 10 mikrovolt/Kelvin értéket.

Aktuális félévben elvégzett munka:

Jelen munkaszakaszban a téma alapos megismerése, fejlődésének, technológiájának és lehetőségeinek feltérképezése volt.

A termoelektromos anyagok közvetlenül a hőből termelnek energiát azért, hogy a hőmérsékleti különbségeket elektromos feszültséggé alakítsák át. Ezeknek az anyagoknak jó elektromos vezetőképességgel ( $\sigma$ ) és alacsony hővezető képességgel ( $\kappa$ ) kell rendelkezniük, hogy jó termoelektromos anyagok lehessenek. Az alacsony hővezető képesség biztosítja, hogy ha az egyik oldal melegszik, a másik oldal hideg marad, ami elősegíti a nagy feszültség előállítását hőmérsékleti gradiens mentén. Az anyag elektronáramának nagyságát az anyag közötti hőmérsékleti különbség függvényében a Seebeck-együttható (S) adja meg. Egy adott anyag hatékonyságát a hőelektromos teljesítmény előállítására az „érdemi mutató” szabályozza:

$$zT = \frac{S^2 \cdot \sigma}{\kappa} (1.)$$

Az 1. képlet értelmében hővezetőképesség ( $\kappa$ ) csökkentése szükséges, amit az anyag szerkezetének pórusossá, hab-szerűvé tételével szeretnék elérni. A hővezetőképesség ily módon való csökkentésének több módja is lehetséges.

1. Az ún. „yeast” azaz élesztő technológia. Ebben az esetben az alapanyaghoz olyan komponenseket adalékolnak, amelyek magasabb hőmérsékleten gáz felszabadításával bomlanak, így téve lyukacsos szerkezetűvé az anyagot.
2. A másik módszer az ún. molekula imprinting , ahol szerkezetirányító (templát) molekulával kitöltik a későbbi pórusoknak megfelelő anyagot, majd a szilárd anyag létrejötte után ezeket a szerves molekulákat kioldják a szerkezetből, így a helyükön pórusok maradnak vissza.
3. A harmadik módszer, portechológiai eljárás. Ebben az esetben az ötvözetet első lépésben elporlasztják, ahol néhány tíz mikrométeres porok keletkeznek. A következő lépésben a kompaktálás alatt adnak formát az anyagnak, majd magas nyomáson, az olvadáspont kelvinben mért értékének a felénél nagyobb hőmérsékleten szinterelik. A szinterelés alatt a kompaktáláskor keletkezett pórusos szerkezet szinte teljesen eltűnik, ezért nekem a technológiát úgy kell átalakítanom, hogy a kellő mechanikai szilárdságot elérjem, de a pórusos szerkezet megmaradjon.

A módszert az utóbbi időben integrálták 3D fémnyomtatásos techológiába, ami további távlatokat nyit a portechológiával készített ötvözeteknek. Ebben az esetben nem korlátozó tényező a kompaktáláshoz szükséges prégép teljesítménye, és az elkészíthető alkatrészek nagyságát is csupán a mosóberendezés (köztes folyamat a nyomtatás és a szinterelés között) és szinterelő kemence mérete szabályozza.

A későbbiekben a harmadik pontban ismertetett technológiával szeretnék dolgozni, mert ez vihető át a legköltséghatékonyabban a gyártásba.

A félév során a Wigner Fizikai kutatóközpontban található fémporlasztót kezdtük el felújítani, amely alkalmas lesz az általam készített ötvözetek elporlasztásra, illeszkedve a portechológiai gyártási folyamat első lépésébe.

Az előzőekben ismertetett porkohászati technológiákat és pórusos anyag előállítási módszereket segítette elő a félévben teljesített Tömbi nanoszerkezetű anyagok című kurzus, melyet Gubicza Jenő előadásban hallgattam.

Készítettem egy kísérleti tervet a következő félévre vonatkozólag, amikor már mintákat szeretnék előállítani. Az ehhez szükséges porlasztó berendezés remélhetőleg a második félévben elkészül, és az ötvözetek alapanyagai is megérkeznek.

Tanulmányi tevékenység:

Tömbi nanoszerkezetű anyagok kurzus Gubicza Jenő előadásában

Tömbi fémüvegek kurzus Révész Ádám előadásában

Konferenciák, szemináriumok:

Az ELTE anyagfizikai tanszékének szemináriumok rendszeres látogatója vagyok

A Wigner Fizikai Kutatóközpont szemináriumainak alkalmi látogatója vagyok

## Publikációk:

Varga Lajos Károllyal közösen elkezdtünk írni egy magyar nyelvű cikket, amely a nagyentrópiás ötvözeteket és a termoelektromos anyagokat mutatja be. A cikk kiváló alapja lesz a doktori értekezésem bevezetésének. A cikket a Fizikai Szemle folyóiratban szeretnénk publikálni.

Budapest 2020-01-22

Gulyás Gábor