X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZINTERELÉSEL ELŐÁLLÍTOTT POLIKRISTÁLYOS YBCO SZUPRAVEZETŐ GYÁRTÁSA ÉS VIZSGÁLATA NAGYOBB FLUXUS BEFOGÁSA CÉLJÁBÓL.

Kósa János – Bernáth Mihály

Abstract

Three engineers at the Faculty of Mechanical Engineering and Automation of Kecskemét College have produced polycrystal YBCO samples of high temperature superconductors. The composition of their material is $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (123 phase). They measured levitation force of a melt textured YBCO bulk and electric parameters of superconductors.

Összefoglaló

A Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Karán kísérleteket végzünk polikristályos szupravezetők optimális gyártásának meghatározására. Eddigi munkánk során kizárólag 123 fázisra ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$) tervezett szupravezetőket hoztunk létre szintereléssel a vizsgálatok céljára. Az általunk szükségesnek tartott méréseket ezeken a mintákon elvégeztük, és elkezdtük a nagyobb pinning centrumokkal rendelkező polikristályos szupravezető minták kísérleti gyártását. Ezek a minták nagyobb lebegtető erőt hoznak létre a tisztán 123 fázisra tervezett szupravezetőkhez viszonyítva. Célunk az volt, hogy főiskolánkon mi is tudjunk reprodukálni lebegtető erővel rendelkező polikristályos szupravezető mintákat.

1. Bevezetés

18 év telt el az oxid-szupravezetők felfedezése óta, melyek már a folyékony nitrogén hőmérsékletén szupravezetőkre jellemző hatást mutatnak. Egy ilyen nemideális II-es típusú szupravezető felett egy permanens mágnes minden további nélkül lebeg. A lebegést gyakran a Meissner-Ochsenfeld effektus következményeként értelmezik, azaz a mágneses erővonalak kiszorulnak a szupravezetőből.

Ez viszont csak kisebb mágneses térben az alsó kritikus indukció értékéig igaz. Ennél nagyobb mágneses tereknél az úgynevezett kevert állapot jön létre, azaz a mágneses tér behatol a szupravezetőbe. Ez a felső kritikus indukció értékéig tart. E fölött az anyag normál állapotba kerül.

A korábban említett nemideális II-es típus abban különbözik az ideális II-es típustól, hogy az anyagba szándékosan bevitt inhomogenitások - diszlokációk, szemcsehatárok (egy szóval rögzítő centrumok) -, melyet más szóval pinning centrumoknak nevezünk, megakadályozzák a fluxusok mozgását, amelyek disszipatív jellegűek és a szupravezető állapot megszűnését idézhetik elő.

Egy ideális II-es típusnál a kritikus áramsűrűség gyakorlatilag nulla, míg a nemideális II-es típusnál nagy értéket vehet fel. Az 1-es ábrán a II-es típusú szupravezető fázis diagramját láthatjuk.

1. ábra

II-es típusú szupravezetők fázisdiagramja

2. A minták összetételének meghatározása

A gyártás során 8 db mintát készítettünk 4 különböző összetétellel.

1-es összetétel

Az első mintát, eltérve a tiszta $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ anyagban lévő 1:2:3 sztöchiometriától 1:1,05:1,4 fémion arányokkal hoztuk létre. Erre azért volt szükség, hogy a végtermékben, az 123 fázisban alakuljanak ki a rögzítő centrumok 211 (Y_2BaCuO_5) fázis formájában. Az anyaghoz még hozzáadtunk 0,05 súlyszázaléknyi Pt port a keletkező zöld fázis (211 fázis) finom eloszlása érdekében.

2-es összetétel

A második minta összetételét 1:1,6:2,4 fémion arányokkal terveztük meg, mely szintén tartalmazott 0,05 súlyszázaléknyi Pt-át.

3-as összetétel

A harmadik minta 1:2:3 sztöchiometriával tiszta szupravezető fázisra lett tervezve, melyhez szintén hozzákevertünk 0,05 súlyszázaléknyi Pt port.

4-es összetétel

Összetétele megegyezett a harmadik mintáéval, de nem tartalmazott Pt-át.

Összetételenként két-két mintát készítettünk, az egyiket hőkezelés után vizsgáltuk, a másikat a hőkezelés után ismételten porítottuk, sajtoltuk és újra hőkezeltük. A sajtolási nyomás minden minta esetében 0,6 GPa volt. Az egyszeresen hőkezelt minták átmérője 18 mm-re, magassága 12 mm-re adódott, míg a kétszeresen hőkezelt minták átmérője 18 mm-es, míg magasságuk 7 mm-es lett. A hőkezelés maximális hőmérséklete 1060C°-ot ért el, melyet 1000C°-ig gyors hűtés majd lassú hűtés követett.

Mérések során egy légmagos tekercsbe helyezve vizsgáltuk az így készített minták induktivitást befolyásoló hatását, valamint a lebegtető erő nagyságát.

3. Mérési eredmények

3.1. Egyszeresen hőkezelt minták

Megvizsgáltuk az egyszeresen hőkezelt minták lebegtető erejét, és azt tapasztaltuk, hogy az alig mérhető, jelentéktelen volt. Megmértük az induktivitás értékeit is, amelyet a 1. táblázatban foglaltunk össze és a 2. ábrán diagramban mutatunk be. A méréshez használt tekercs induktivitása légmagos állapotban 11,53 mH volt.

1. táblázat

Minta sorszáma	Induktivitás értéke (mH)
1	8,15
2	8,5
3	8,38
4	8,54

2. ábra

Egyszeresen hőkezelt minták

3.2. Kétszeresen hőkezelt minták

A 2. táblázat és a 3. ábra a hőkezelt, majd porított és újra hőkezelt minták mért induktivitásának értékeit mutatják.

2. táblázat

Minta sorszáma	Induktivitás értéke (mH)
1	9,03
2	8,95
3	9,01
4	9,62

3. ábra
Kétszeresen hőkezelt minták

A 3-as és 4-es minta egyforma összetételű, csak a 4-esben nincs Pt. Ez eredményezheti az induktivitás növekedését. A 2-es, 3-as, 4-es minta lebegtető ereje nem számottevő. Az 1-es minta lebegtető ereje várakozáson felülinek adódott, hiszen a 8,7 g tömegű szupravezető egy 40 g tömegű mágnessel stabilan lebegtetett, míg egy 35 g tömegű mágnessel volt képes függve megtartani.

4. Összefoglalás

1. A zöld (211) fázis keletkezése legnagyobb mértékben az 1-es összetételű mintáknál történt meg. Egyértelműen a hőkezelt, porított, majd újra hőkezelt minták mutatták a nagyobb lebegtető erőt, melyet mérési eredmények is alátámasztottak. Kimondottan jónak tekinthető, hogy az 1-es minta a saját tömegének négyszeres értékét tudta függve megtartani.
2. A 2-es és 3-as ábra összevetéséből láthatjuk, hogy a pinning centrumok nagyobb száma az induktivitás értékét növeli.
3. Tömörebb állapotban jobban érvényesül a fluxus rögzítésének ténye, tehát egy jó szupravezetőnek viszonylag nagyobb sűrűséggel kell rendelkeznie.

Irodalom

- [1] Tunstall, D.P., Webster, W.J.: Supercond.Sci.Technol. 4(1991) 406.
- [2] Haruhiko Suzuki, Masaaki Takashige Sei-ichi Tanuma: Mágneses lebegő vonat modellje (Fordította Bánkúti József) Fizikai Szemle 1994. március.
- [3] Charles P. Poole: Handbook of Superconductivity

Kósa János, doktorandusz
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Tel:+36-76/516-427
E-mail: kosa.janos@gamf.kefo.hu

Dr. Bernáth Mihály
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Tel:+36-76/516-374
E-mail: bernath.mihaly@gamf.kefo.hu