

## Két és háromalkotós ón-alapú forrasz- anyagok kristályosodása

*Sn-Ag, Sn-Cu, Sn-Ag-Cu, Sn-Ni, Sn-Bi*

Czél Györgyné, Kissné Svéda Mária, Rontó Viktória,  
Tranta Ferenc, Sycheva Anna



## Célok

Az Európai Unió által megfogalmazott irányelvek alapján 2006. július 1-től tilos ólomtartalmú forraszanyagokat használni elektronikai termékek gyártásában az Pb mérgező hatása miatt.

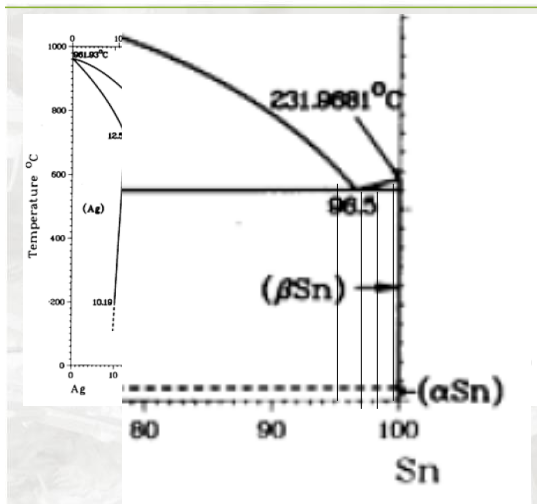
Milyen szempontokat kell figyelembe venni az új ötvözet keresésekor?

Ahhoz, hogy a gyártástechnológia gyökeres átalakítása nélkül történjen a váltás,

- az ötvözet olvadáspontja közel legyen a lecserélendő Sn-Pb ötvözetéhez,
- jó nedvesítő legyen az elektronikában használt bevonatokon,
- forraszthatósági tulajdonságai jók legyenek,
- szilárdsági tulajdonságai megfeleljenek az elvárásoknak,
- az új ötvözet ára elérhető legyen.



## Sn – Ag ötvözetek



Elkészült ötvözetek Ag tartalma:

- hipoeutektikus: 0,5 %Ag, 1,0 % Ag, 2 % Ag
- eutektikus: 3,5 % Ag
- hipereutektikus: 4%Ag

Kétféle Sn tisztasággal készültek a próbák:

- ipari 99,8 %Sn
- nagy tisztaságú: 99,998% Sn



## Ag ötvözés előnyei és hátrányai



### Előnyök:

- Csökkenti az olvadáspontot
- A nedvesítést növeli
  - a) az alacsonyabb likvidusz hőmérséklet
  - b) a határfelületi feszültség csökkenése
- A hőfárasztásnak jobban ellenáll az ötvözet
- Az Sn- Bi ötvözetnél jobb a szívóssága
- Csökkenti az electro-migrációt (a vezetékben tönkremenetelt okoz)

### Hátrányok:

- Nagy alakváltozási sebesség esetén kicsi a teljesítmény (Drop Shock)
- Kétszer annyiba kerül, mint az Pb tartalmú forrasz anyag
- Nagy a Cu kioldási aránya, ha nincs Cu a forrasz anyagban



Az ezüst biztosítja a mechanikai szilárdságot, de rosszabb az alakíthatósága, mint az ólomé.

Ha ólom nincs az ötvözetben, akkor az ezüst növeli a hő ciklusok okozta fáradással szembeni ellenállást.

Az Sn-Ag ötvözetben a hűtési sebességtől függően az Ag<sub>3</sub>Sn fázis morfológiája három különböző formát vehet fel:

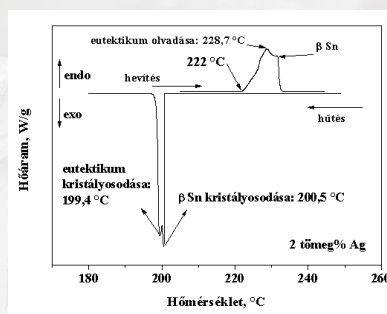
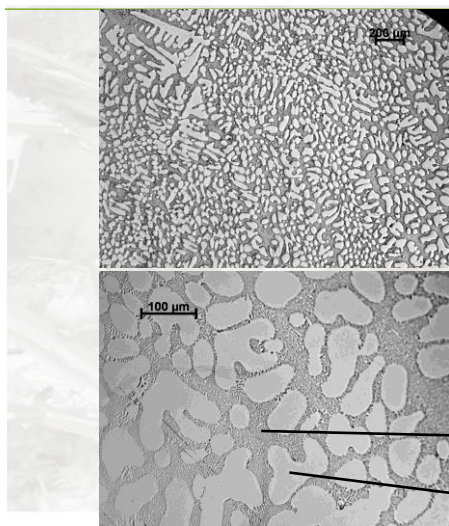
- gömb alakú (szferoiditos) - 0,2 °C/s-os hűtés esetén
- tű vagy fonál-szerű - 0,15 °C/s-os hűtési sebesség esetén
- lemez alakú - 0,02 °C/s-os hűtési sebesség esetén .

Az Ag<sub>3</sub>Sn fázis a mátrixot alkotó Sn-hoz képest törékeny.

Ha feszültség keletkezik a forrasztásban valamilyen külső erőhatás következtében, akkor a törékeny intermetallikus fázis jelenléte problémákat okozhat.



## 2,0 % Ag - hypoeutektikus ötvözet



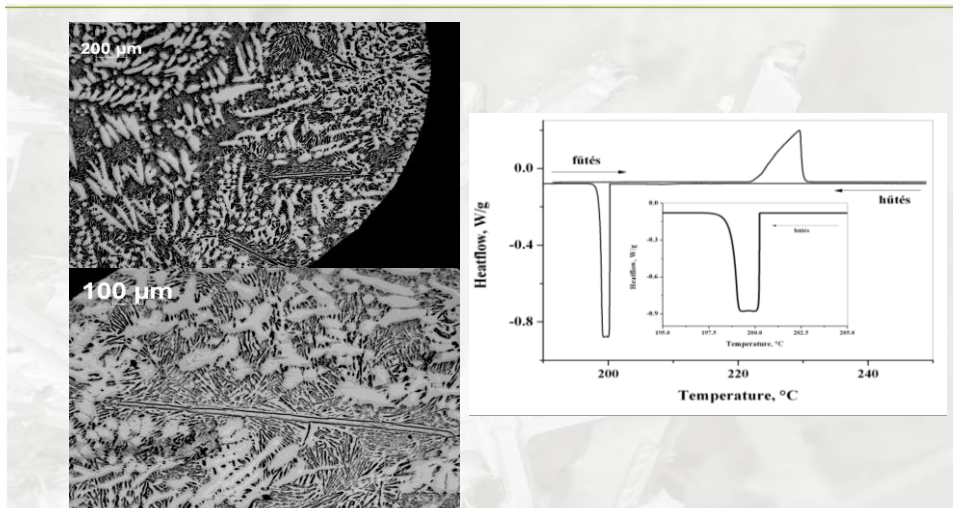
1 °C/perc-es fűtési – hűtési sebesség

eutektikum

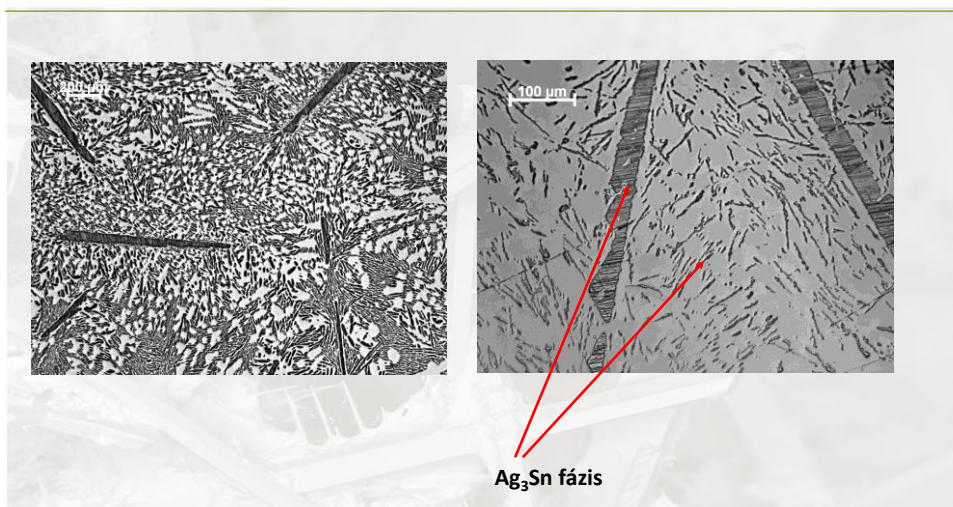
β-Sn



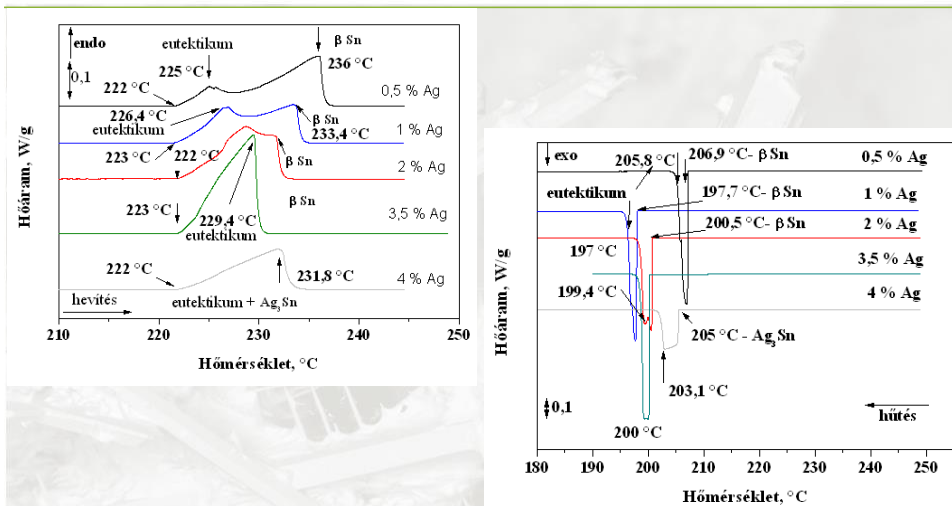
## 3,5 % Ag- eutektikus összetétel



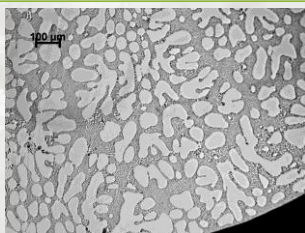
## 4,0 % Ag - hipereutektikus összetétel



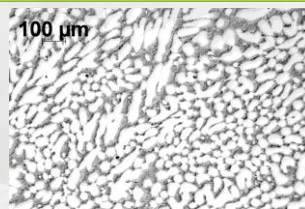
# Sn-Ag ötvözetek DSC vizsgálata



# Ipari Sn és nagy tisztaságú Sn felhasználása közti különbség



Ipari Sn-nal

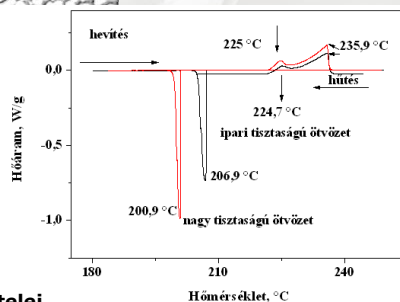


Nagy tisztaságú Sn-nal

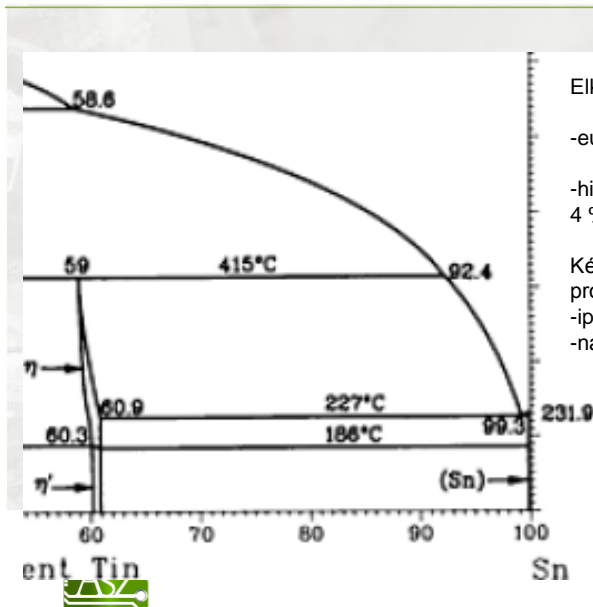
- A szövetszerkezet valamivel finomabb a nagyobb tisztaságú Sn felhasználásával készült darabokban.
- Az entalpiaváltozás értéke nagyobb a nagy tisztaságú Sn felhasználásával készült ötvözetekben.

2 tömeg% Ag tartalmú ötvözet

0,5% Ag tartalmú ötvözetek DSC felvételei



## Sn – Cu ötvözetek



Elkészült ötvözetek **Cu** tartalma:

- eutektikus: 0,7 % Cu
- hipereutektikus: 1,0 % Cu, 2 % Cu  
4 % Cu

Kétféle Sn tisztasággal készültek a próbák:

- ipari 99,8 %Sn
- nagy tisztaságú: 99,998% Sn



## Cu ötvözés előnyei és hátrányai



### Előnyei

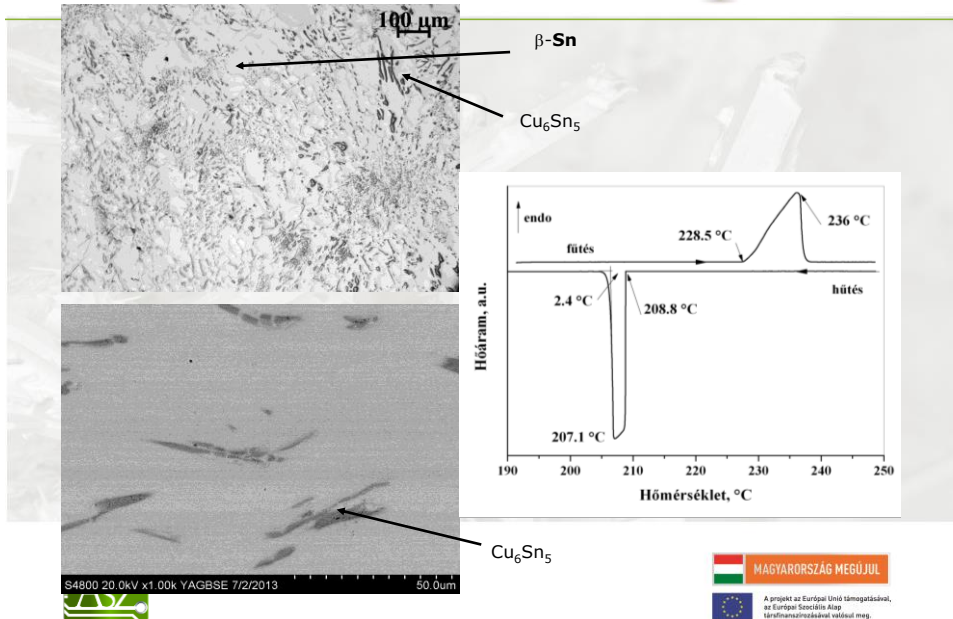
- olcsó;
  - kevesebb réz oldódik ki a forrasztása során;
  - stabil intermetallikus réteg jön létre;
- a forrasztó kádat kevésbé korrodálja

### Hátrányai

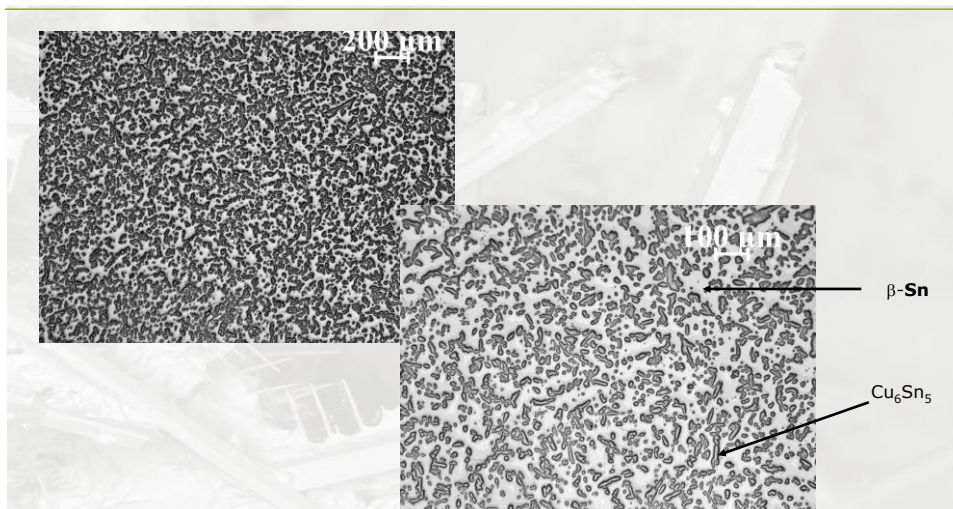
- Magasabb olvadáspont, emiatt nem minden típusú hullámforrasztáshoz megfelelő;
  - rossz nedvesítés;
  - alacsony hőállóságú;
- nyomokban Ni, P és Ge elemekkel növelhető az oxidációval szembeni ellenállása, de ezek az elemek rosszul reagálnak a forrasztási felületen lévő más elemekkel. Több hátrány okoznak, mint amennyi előnyük van. Sokkal bonyolultabb az összetélt ellenőrzés alatt tartani, ha Ge is van a rendszerben.



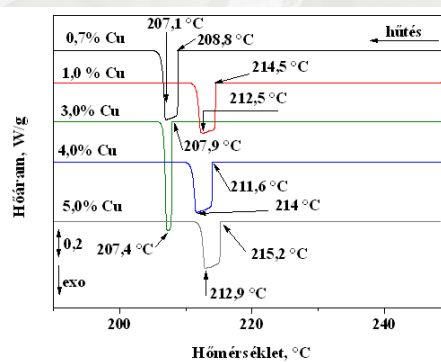
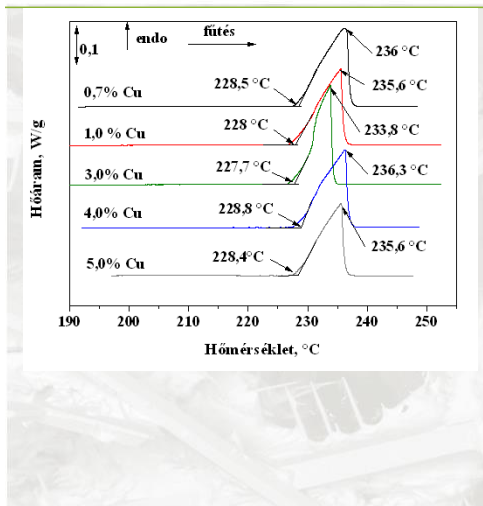
## 0,7 % Cu - eutektikus ötvözet



## 1 % Cu – hipereutektikus ötvözet



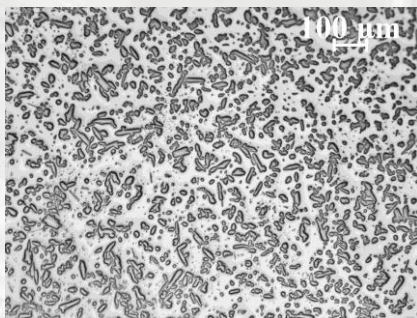
## Sn–Cu ötvözetek DSC vizsgálata



## Ipari Sn és nagy tisztaságú Sn felhasználása közti különbség



ipari Sn-nal



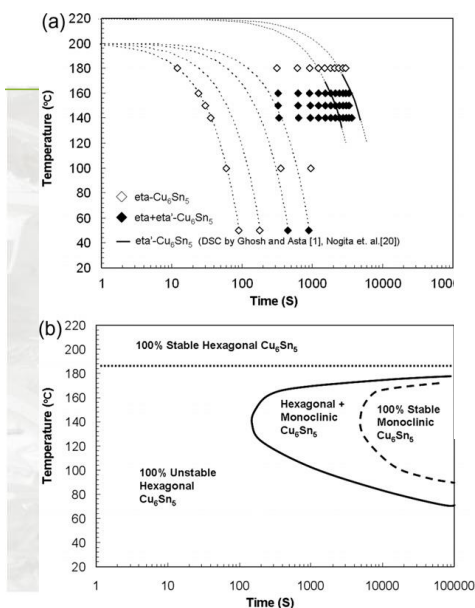
nagy tisztaságú Sn-nal



3 % Cu tartalmú ötvözet, 100X







Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
SciVerse ScienceDirect

Scripta Materialia 65 (2011) 922–925



[www.elsevier.com/locate/scriptamat](http://www.elsevier.com/locate/scriptamat)

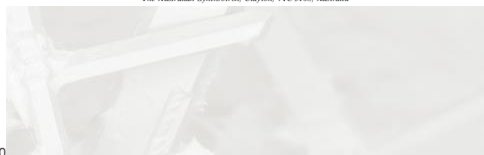
### Kinetics of the $\eta$ - $\eta'$ transformation in Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>

K. Nogita,<sup>a,\*</sup> C.M. Gourlay,<sup>b</sup> S.D. McDonald,<sup>b</sup> Y.Q. Wu,<sup>c</sup> J. Read<sup>b</sup> and Q.F. Gu<sup>c</sup>

<sup>a</sup>School of Mechanical and Mining Engineering, The University of Queensland, Brisbane, QLD 4072, Australia

<sup>b</sup>Department of Materials, Imperial College, London SW7 2AZ, UK

<sup>c</sup>The Australian Synchrotron, Clayton, VIC 3168, Australia



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

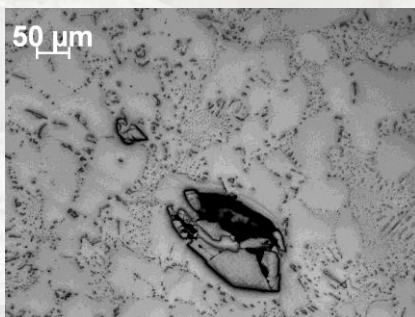
A projekt az Európai Unió támogatásával,  
az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósult meg.

## Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> vegyület fázis

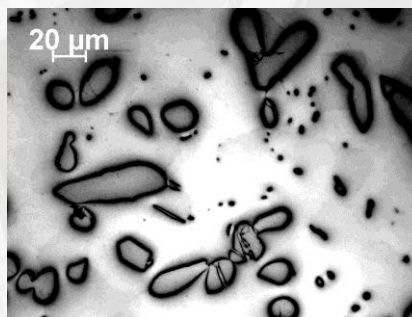


1°C/min sebességgel hevített és hűtött minták.

1 tömeg% Cu



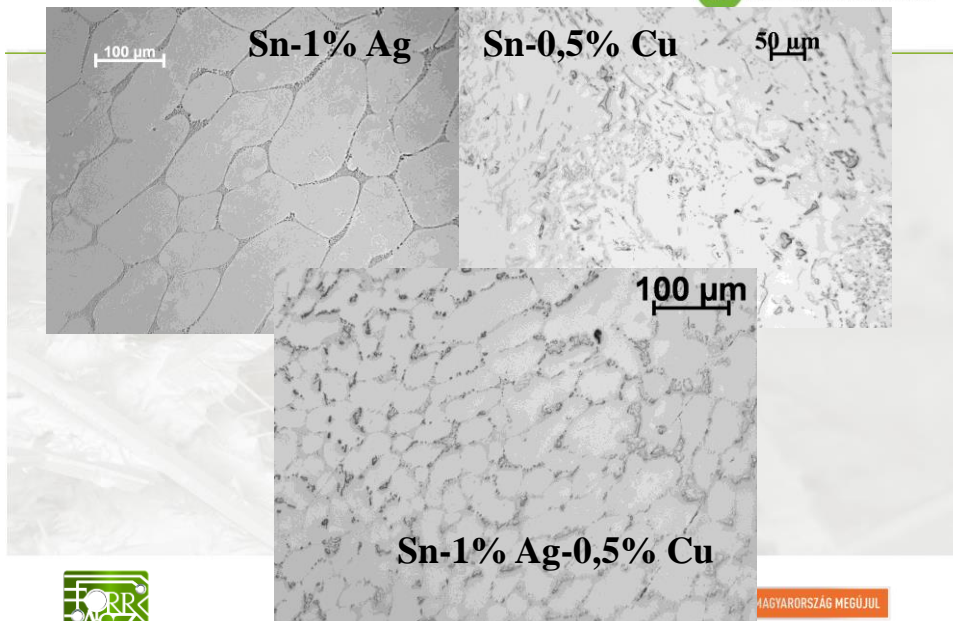
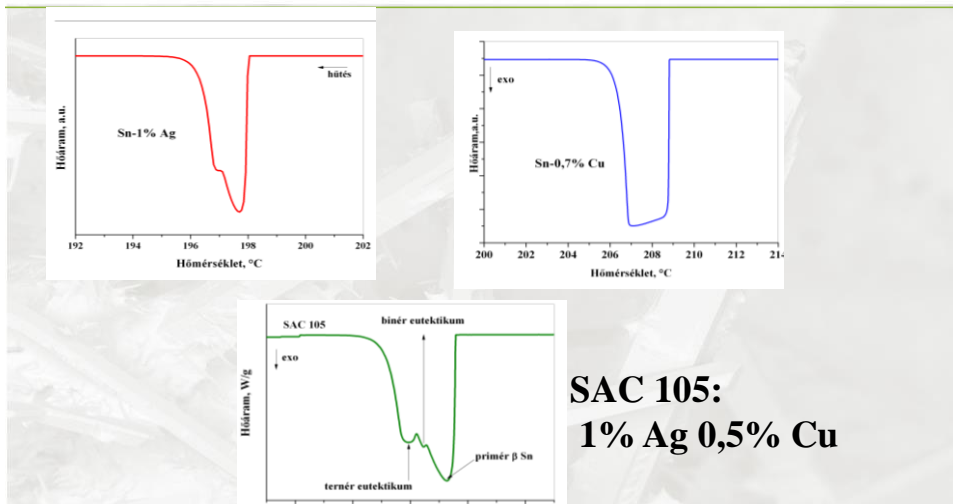
5 tömeg% Cu



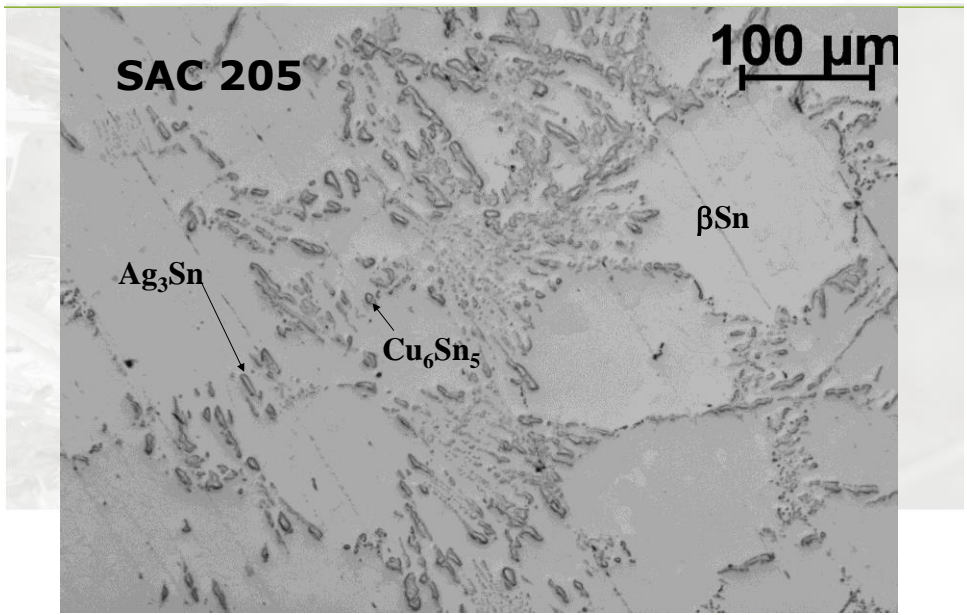
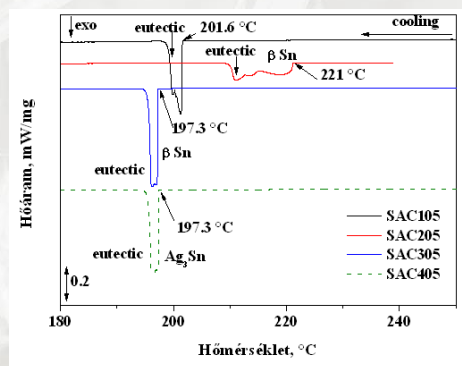
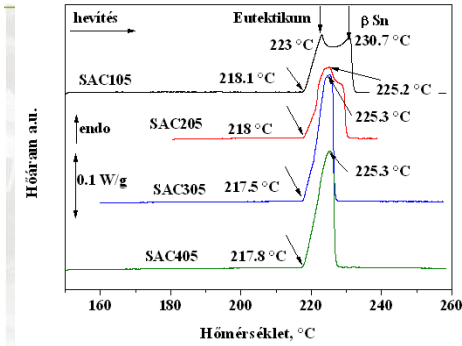
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával,  
az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósult meg.

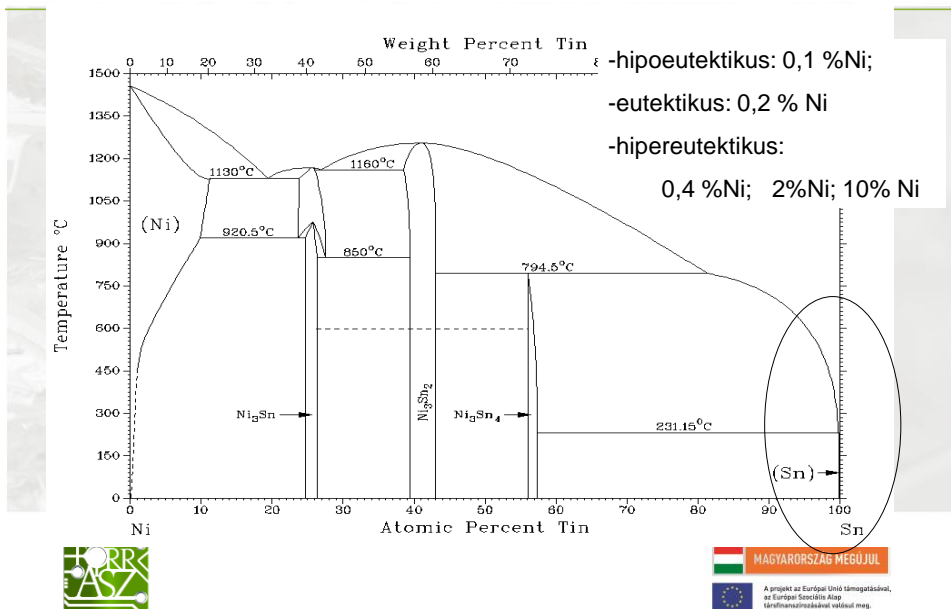
# Sn-Ag-Cu ötvözetek



# SAC 105-405



## Sn – Ni ötvözetek



## Ni ötvözés előnyei és hátrányai



### Előnyei

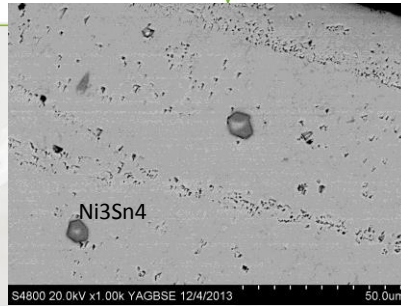
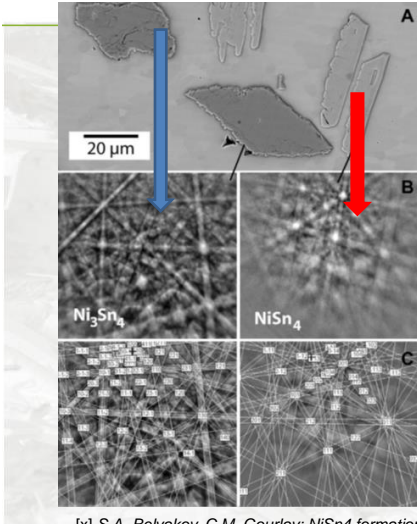
- hullámforrasztásra is alkalmas;
- jó folyási képesség;
- nem hagy anyagfelesleget forrasztáskor;
- hőfáradással szembeni ellenállása és kúszószilárdsága jobb, mint az ón-ólom ötvözeteknek;
- alacsonyabb az agresszivitása a rozsdamentes acél és egyéb forrasztanyagokkal szemben, mint a ón-ezüst-réz ötvözeteknek;
- kb. 20%-kal olcsóbb az ezüst tartalmú forrasztanyagoknál

### Hátrányai

- intermetallikus réteg az ón / szubsztrát határán.

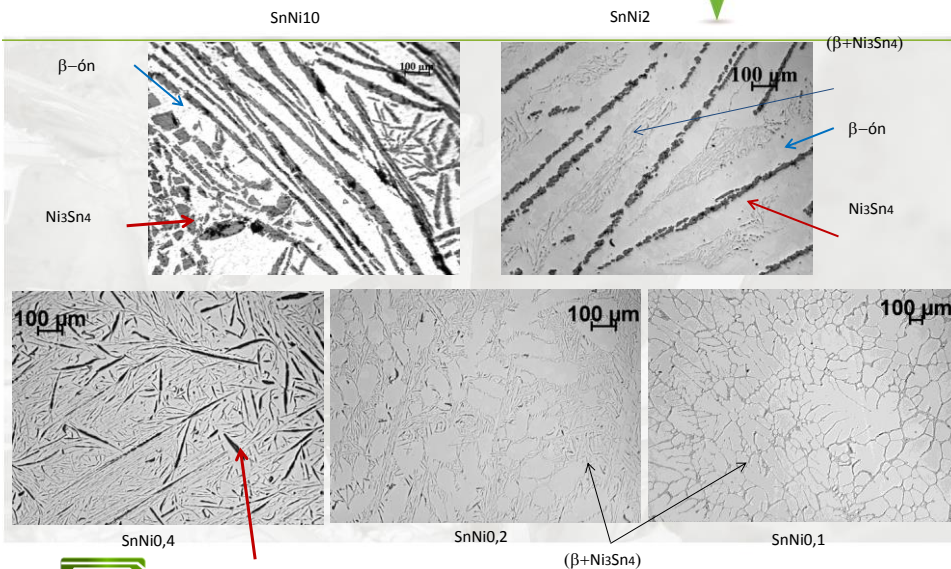


**Az Sn-0.4Ni ötvözet BSE-SEM felvétele (hűlési sebesség 1 K/min)**

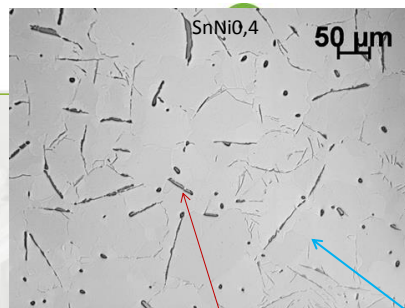
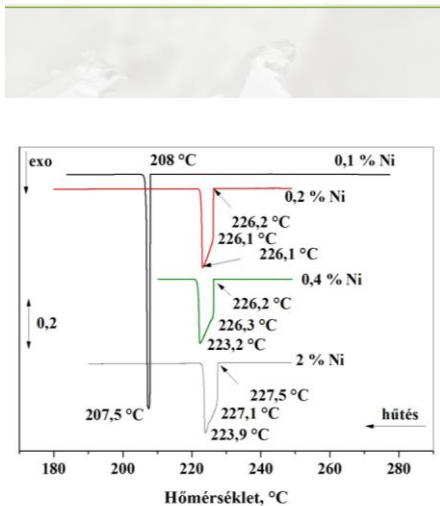
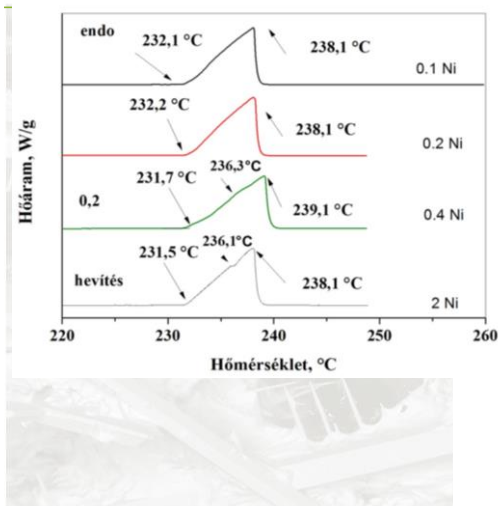


- A) BSE-SEM felv.: Sn-0.37Ni ötvözet (hűlési sebesség 0.5 K/s)
- B) EBSD: Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> és a NiSn<sub>4</sub> fázisok Kikuchi vonalai
- C) Indexelt Kikuchi vonalak Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> és-NiSn<sub>4</sub> fázisoknál [x]

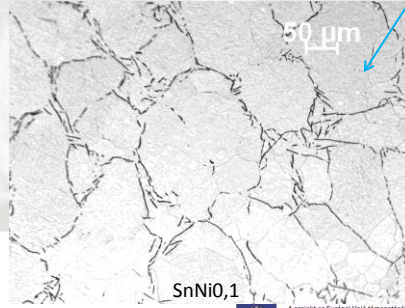
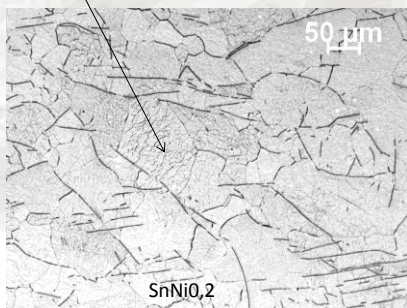
[x] S.A. Belyakov, C.M. Gourlay: NiSn<sub>4</sub> formation during the solidification of Sn-Ni alloys *Intermetallics* 25 (2012) 48e59



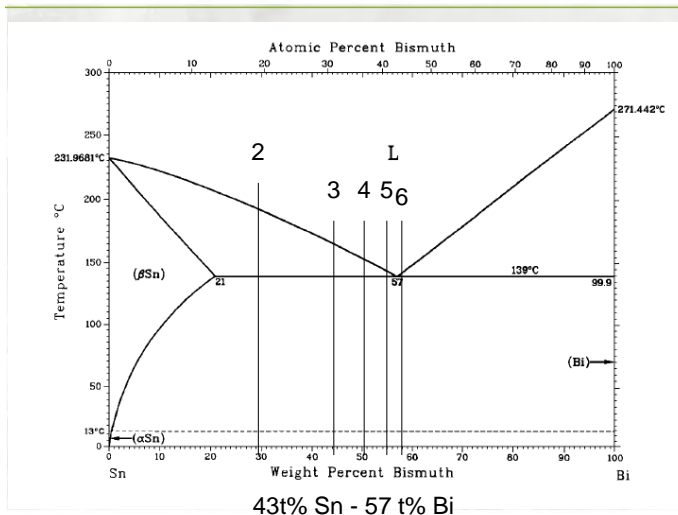
# Ötvözetek DSC vizsgálata



β-ón (β+Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>) Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 1 °C/min fűtési – hűtési sebesség Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> (β+Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>) β-ón



## Sn-Bi ötvözetek



Vizsgált összetételek:  
Hypoeutektikus – 30%,  
45%, 50%, 55%

Eutektikus – 58%



## Bi ötvözés előnyei és hátrányai



### Előnyök:

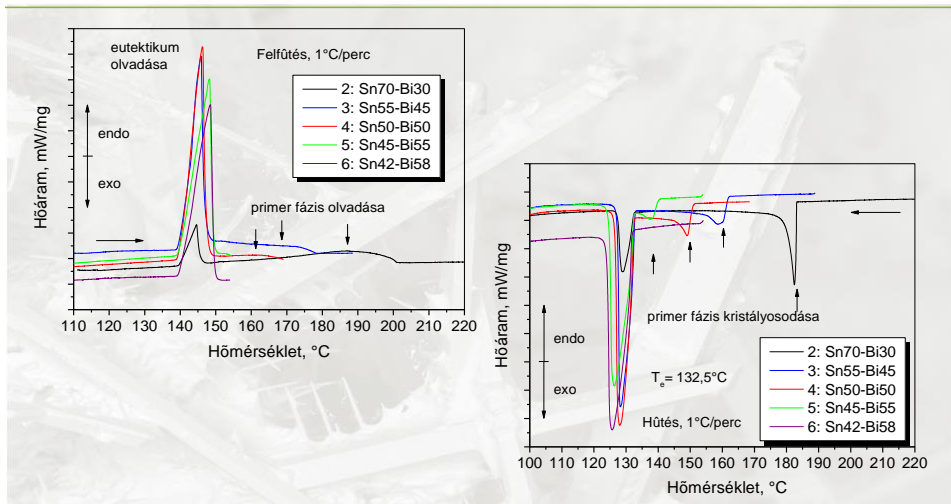
- az Sn-40t%Bi összetételű ötvözet szakítószilárdsága ~ 74 MPa, kétszer akkora, mint az Sn-3,5t%Ag és az Sn-40t%Pb ötvözeteké;

### Hátrányok:

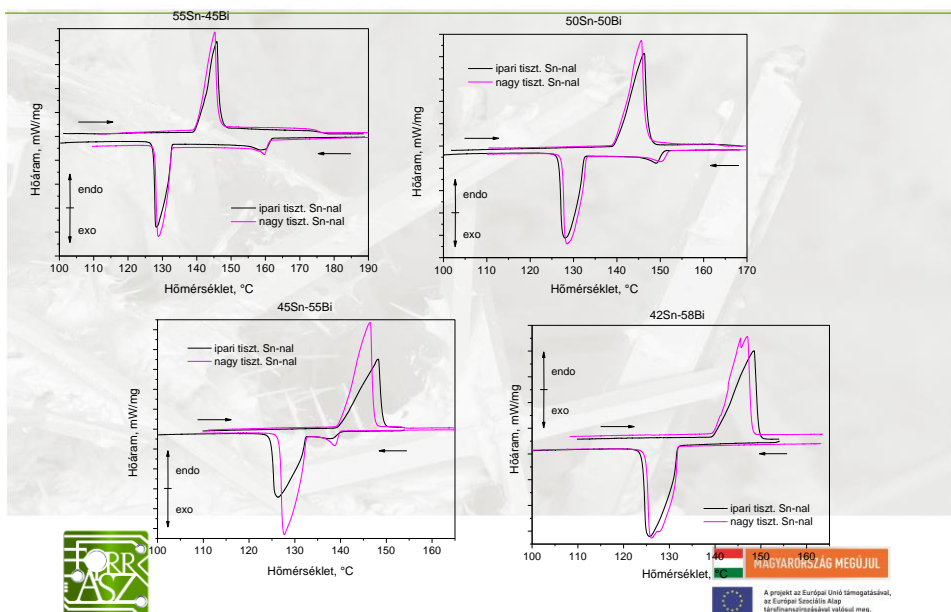
- az eutektikus 63Sn-37Pb ötvözet jobb nedvesítő, mint az eutektikus 43Sn-57Bi ötvözet, de még az utóbbi is jó ( $\alpha < 45^\circ$ );
- azonos geometriájú próbák esetén az eutektikus Sn-Bi ötvözet érzékenyebb a húzás sebességére, az Sn-Pb ötvözet azonban bizonyos körülmények között jobban nyúlik;
- kis alakítási sebességeknél hasonló volt a két ötvözet élettartama 25°C és 70°C-on, nagyobb sebességeknél az Sn-Bi ötvözeté rövidebb.



## DSC vizsgálat



## Ipari és nagy tisztaságú Sn ötvözetek összehasonlítása





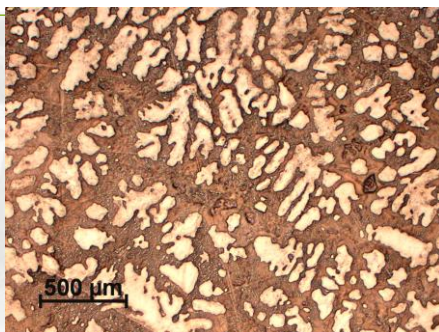
A különböző összetételű Sn-Bi ötvözetek megszilárdulási hőmérséklet tartománya és időtartama.

Lehülési sebesség: 1°C/perc (ipari tisztaságú/nagy tisztaságú Sn-nal)

Minta név	Összetétel	Megszilárdulási hőmérséklet tartomány, °C	Kristályosodási idő, s
SB2	70Sn – 30Bi	55,6 / 58,3	57 / 58,8
SB3	55Sn – 45Bi	34,7 / 33,3	35,9 / 34,8
SB4	50Sn – 50Bi	24,2 / 24,6	26,0 / 25,9
SB5	45Sn – 55Bi	15,2 / 13	16,1 / 15,1
SB6	42Sn – 58Bi *	7,7 / 7	8,6 / 7,8

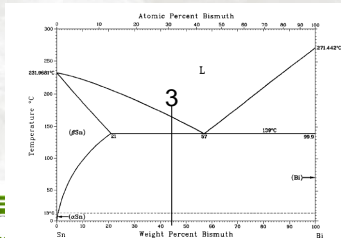
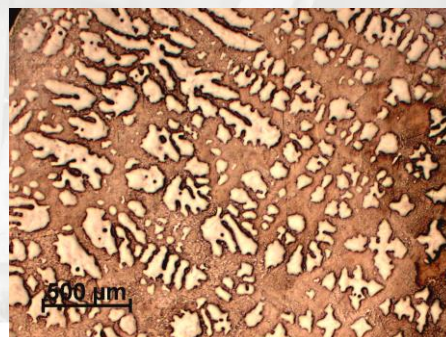


## Sn – Bi 3

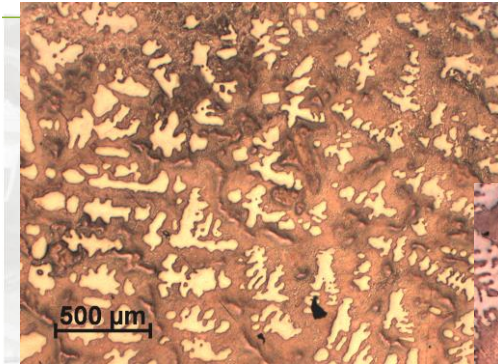


ipari tisztaságú Sn-nal

nagy tisztaságú Sn-nal

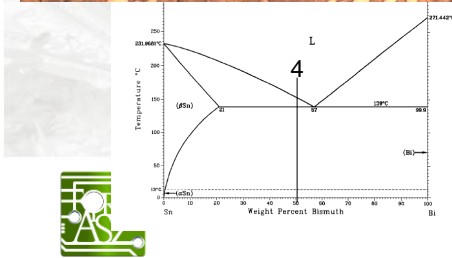
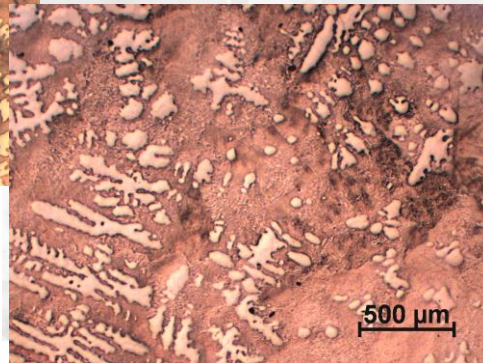


# Sn – Bi 4

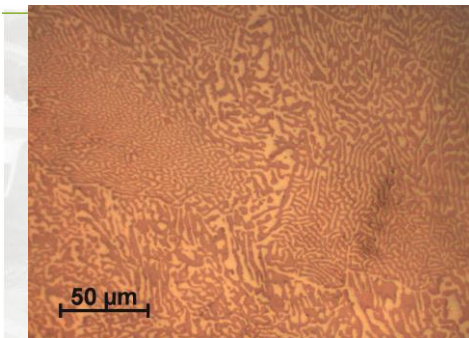


ipari tisztaságú Sn-nal

nagy tisztaságú Sn-nal

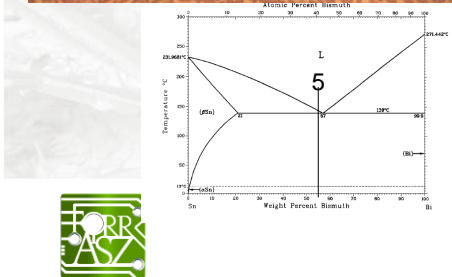
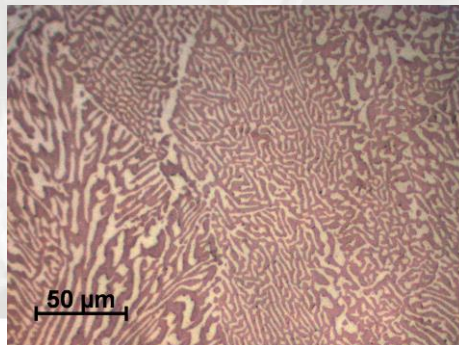


# Sn – Bi 5



ipari tisztaságú Sn-nal

nagy tisztaságú Sn-nal



# Sn – Bi 6



ipari tisztaságú Sn-nal

nagy tisztaságú Sn-nal

**MAGYARORSZÁG MEGÜJÜL**

A projekt az Európai Unió támogatásával,  
az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósult meg.

# SEM-EDS elemzés

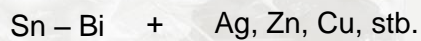
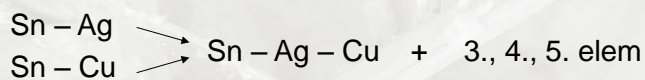


Atomic percent (%)		
Spectrum	Sn	Bi
1	-	100.00
2	100.00	-
-----		
<b>Mean value: 100.00 100.00</b>		

**MAGYARORSZÁG MEGÜJÜL**

A projekt az Európai Unió támogatásával,  
az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósult meg.

## Hogyan tovább?



**Köszönöm a megtisztelő figyelmet!**

"A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"

