

Transformación eutéctica del sistema Pb-Sn Clase 5 de junio, 2009

[http://www.engr.sjsu.edu/~sgleixner/PRIME/Nanomaterials/Class%205 6/Class%206_phases.pdf](http://www.engr.sjsu.edu/~sgleixner/PRIME/Nanomaterials/Class%205%206/Class%206_phases.pdf)

Diagrama Pb-Sn y Transformación Eutéctica

http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/def_en/kap_2/basics/b2_2_1.html

- El Pb puro y el Sn puro presentan diferentes estructuras cristalinas: cúbica de caras centradas y tetragonal, respectivamente. Por lo anterior, las aleaciones Pb-Sn no pueden mostrar solubilidad total al estado sólido.
- Se llama α la solución sólida de sustitución de Sn disuelto en Pb, y β a la solución sólida sustitucional de Sn disuelto en Pb.
- Así, cuando, por ejemplo a 120°C y bajo condiciones de equilibrio, se agrega Sn, llegará un momento que la fase α se saturará y aparecerá una segunda fase saturada, β saturada. De esta manera se entra a un campo bifásico ($\alpha + \beta$).
- A mayores temperaturas, el diagrama binario de fases al equilibrio Pb-Sn presenta una transformación de fase llamada EUTECTICA.

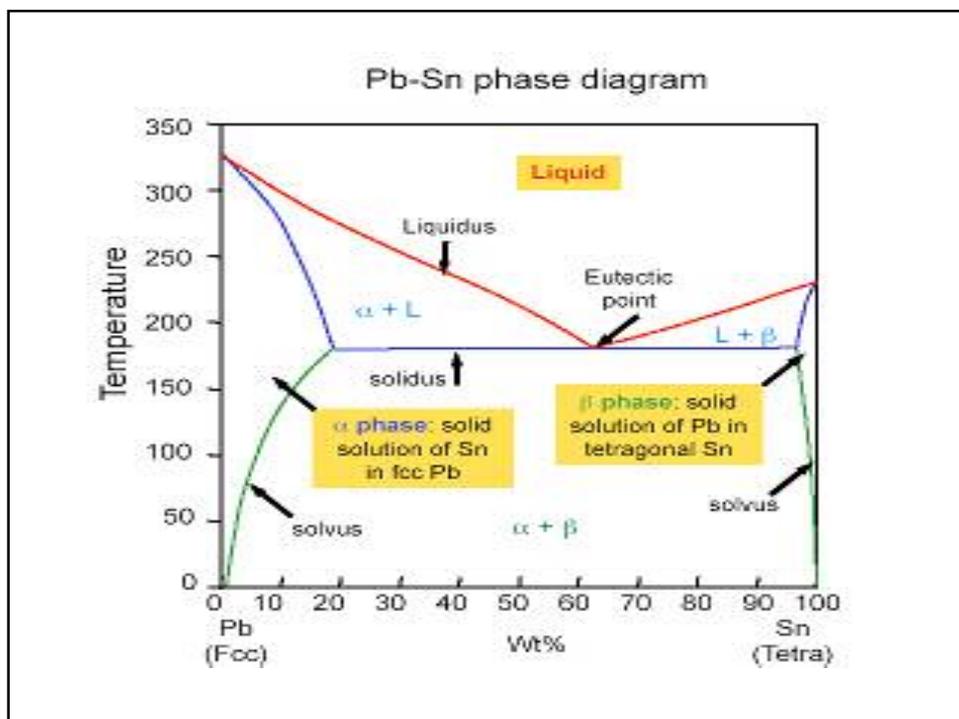
Definición de la Transformación Eutéctica

$$L \rightleftharpoons \alpha + \beta,$$

para la temperatura eutéctica, T_E ,
y para la composición eutéctica, W_E .

(Hay que considerar la definición completa).

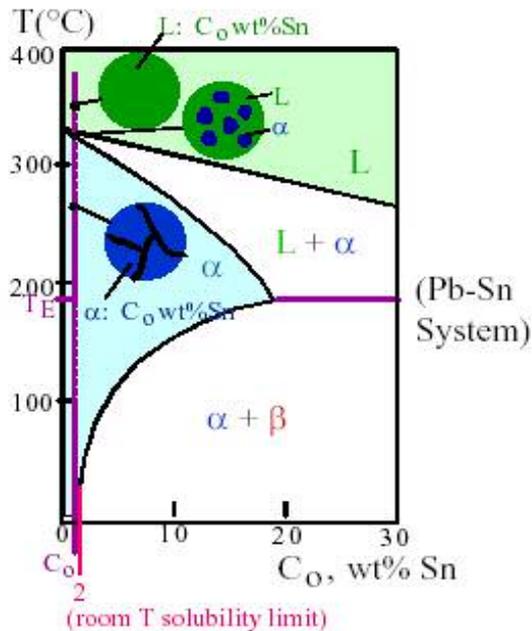
Es una transformación invariante: no hay grados de libertad en términos de las variables intensivas.



Evolución microestructural durante el enfriamiento lento de una aleación

Pb-2%p.Sn.

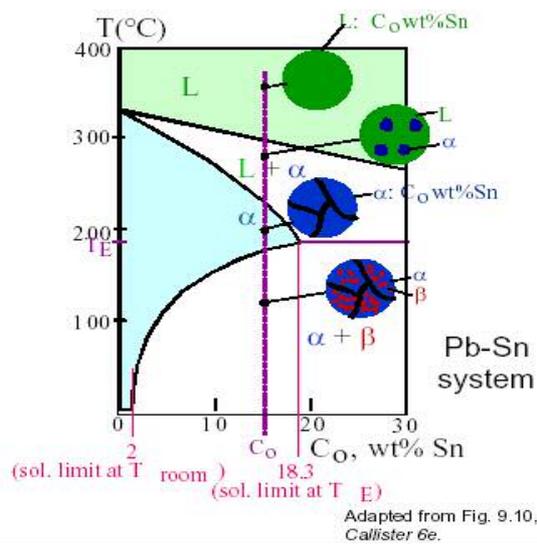
En este caso no interviene la transformación eutéctica.



Evolución microestructural durante el enfriamiento lento de una aleación

Pb-15%p.Sn.

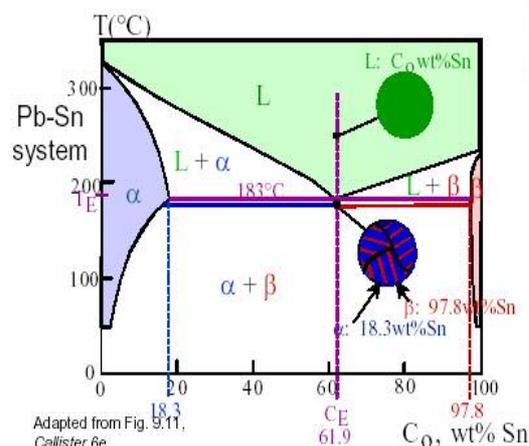
En este caso no interviene la transformación eutéctica.



Evolución microestructural durante el enfriamiento lento de una aleación Pb-61,9%p.Sn.

Esta aleación de composición eutéctica presenta, a la temperatura eutéctica, la transformación eutéctica (ver definición).

El producto eutéctico presenta una morfología laminar (perlítica).



Micrograph of Pb-Sn eutectic microstructure



160 μm

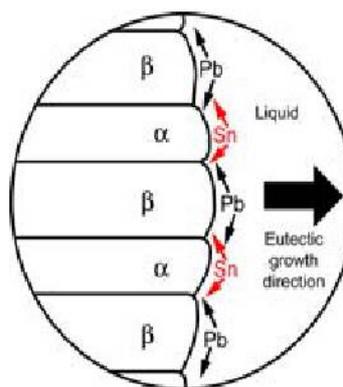
Adapted from Fig. 9.12, Callister 6e. (Fig. 9.12 from *Metals Handbook*, Vol. 9, 9th ed., *Metallography and Microstructures*, American Society for Metals, Materials Park, OH, 1985.)

El producto eutéctico bifásico de baja temperatura con morfología de láminas alternadas (perlita)

Fase inicial: líquido de composición eutéctica.

Durante la transformación, al sacar calor: la fase α , rica en Pb, debe recibir más Pb y liberar Sn, mientras que la fase β , rica en Sn, debe captar más Sn y liberar Pb.

Esta es una forma de minimizar las distancias de difusión del Pb y del Sn en sistemas donde la nucleación es difícil.



W.D. Callister, *Materials Science and Engineering An Introduction 5/e*, (John Wiley and Sons, New York, 2000).

Caso aleación hipoeutéctica (18,3-61,9%p.Sn).
Al enfriar, antes de la transformación eutéctica, se produce la formación de α primario.

A $T_{E+\epsilon}$:

$$W_{\alpha} = 18,3\%p.Sn \text{ y}$$

$$W_L = 61,9\%p.Sn.$$

$$X_{\alpha} = 50\%p. \text{ y}$$

$$X_L = 50\%p.$$

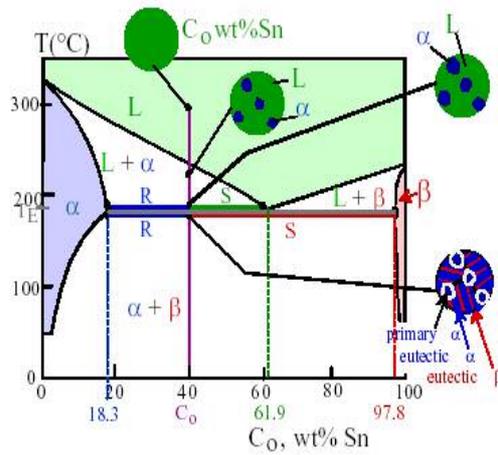
A T_E :

$$W_{\alpha} = 18,3\%p.Sn \text{ y}$$

$$W_{\beta} = 97,8\%p.Sn.$$

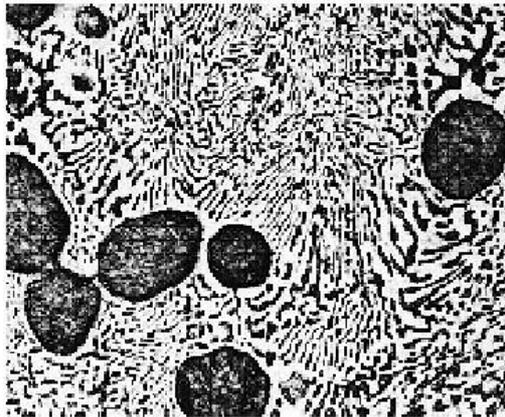
$$X_{\alpha} = 73\%p. \text{ y}$$

$$X_{\beta} = 27\%p.Sn$$



Adapted from Fig. 4.19 Callister 6e.

Micrografía de una aleación hipoeutéctica Pb-50%p.Sn:
 α primaria y eutéctica ($\alpha + \beta$) laminar.



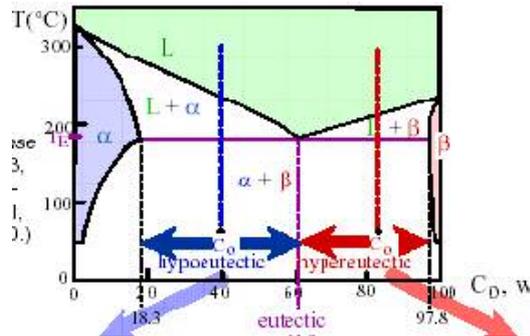
W.D. Callister, *Materials Science and Engineering An Introduction* 5/e, (John Wiley and Sons, New York, 2000).

Enfriamiento de aleaciones hipoeutéticas e hipereutéticas

- A baja temperatura:

-Aleación hipoeutética: fase α primaria más eutético $\alpha+\beta$.

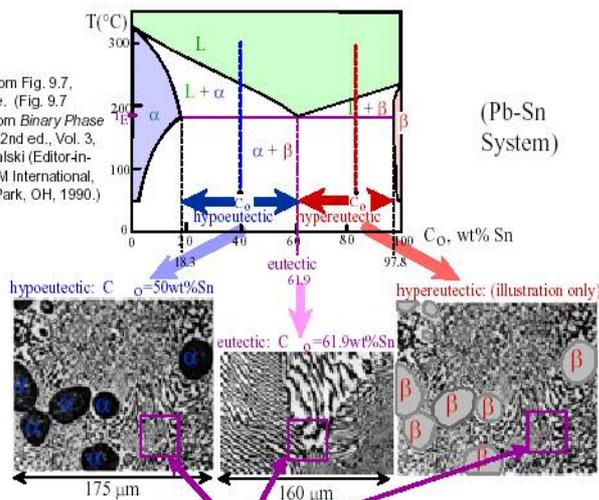
-Aleación hipereutética: fase β primaria más eutético $\alpha+\beta$.



Microestructuras de aleaciones hipoeutéticas e hipereutéticas enfriadas lentamente

Adapted from Fig. 9.7, Callister 6e. (Fig. 9.7 adapted from *Binary Phase Diagrams*, 2nd ed., Vol. 3, T.B. Massalski (Editor-in-Chief), ASM International, Materials Park, OH, 1990.)

(Pb-Sn System)



(Figs. 9.12 and 9.15 from *Metals Handbook*, 9th ed., Vol. 9, *Metallography and Microstructures*, American Society for Metals, Materials Park, OH, 1985.)

Adapted from Fig. 9.15, Callister 6e.

Adapted from Fig. 9.12, Callister 6e.

Adapted from Fig. 9.15, Callister 6e. (Illustration only)