Estabilidad y transformaciones de fase

MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS - CIENCIA DE MATERIALES

Curso especial: 1/2 materia
Docentes: Marcos Sade
Carga horaria: 8 horas semanales
Período: abril-mayo

1. Breve repaso de termodinámica de diagramas de fases (La finalidad esencial de revisar este tema es aunar criterios y convenciones utilizadas en las magnitudes que se usarán luego en el resto del curso)

Revisión termodinámica. Estabilidad, metaestabilidad y cinética de procesos. Repaso de conceptos termodinámicos. Potencial químico. Equilibrio en sistemas de varios componentes y varias fases. Diagramas de fases. Sistemas de un solo componente. Ecuación de Clausius-Clapeyron. Soluciones binarias, soluciones ideales. Soluciones regulares. Actividad, coeficiente de actividad. Diagramas de fases. Regla de las fases. Equilibrio de un sistema a T, p constantes. Regla de la palanca. Soluciones diluidas. Ejemplos: miscibilidad completa en el líquido y en el sólido; sistema eutéctico, peritéctico. Solidificación en equilibrio y fuera de equilibrio. Soluciones regulares. Efecto de Gibbs-Thomson. (Se sugiere revisar como mínimo el capítulo 1 de la referencia 1 y apéndice de referencia 4).

2. Movimiento de interfases

Revisión de interfases sólido vapor: energía libre interfacial, tensión superficial, dependencia de la energía libre con el plano cristalino. Movimiento de interfases y flujo atómico a través de las mismas. Velocidad de movimiento de la interfase. Límites para fuerza motriz mucho mayor y mucho menor que RT.
Clasificación de transiciones de fase: displacivas y difusivas. Migración de interfases. Crecimiento controlados por difusión y por la interfase. Ejemplo de precipitación en fases sólidas. Interfases coherentes, semicoherentes e incoherentes. Pérdida de coherencia por aumento de tamaño del precipitado.

3. Solidificación

Nucleación en metales puros. Nucleación homogénea y heterogénea. Flujo de calor e

inestabilidad de interfases en la solidificación. Crecimiento dendrítico en metales puros. Consecuencias del efecto Gibbs-Thomson (cuándo se lo puede despreciar y cuándo no). Solidificación de aleaciones. Ejemplo de sistemas binarios. Equilibrio en todo el sistema durante la solidificación. Equilibrio en el líquido pero no en el sólido. Sin difusión en el sólido y difusión permitida en el líquido. Solidificación dendrítica en aleaciones. Solidificación eutéctica.

4. Transformación vítrea

Transformación vítrea como un fenómeno cinético. Temperatura ficticia. Temperatura (T_g) e intervalo de transformación vítrea. Diagramas V-T, H-T.
Orden de la transformación vítrea: discontinuidad en las segundas derivadas de la energía libre. Estabilización. Variación de la temperatura ficticia durante la estabilización. Cálculo del cambio de entropía en un proceso de estabilización. Velocidad de enfriamiento crítica para obtener un vidrio. Diagramas TTT isotérmicos.

5. Transformaciones difusivas en sólidos

Precipitación de beta en alfa. Análisis global de interfases. Nucleación homogénea y heterogénea. Comparación con solidificación. Nucleación en borde de grano. Crecimiento de una segunda fase. Ejemplo de avance de frente plano incoherente. Crecimiento de precipitados con forma de placa y de aguja. Influencia del efecto Gibbs-Thomson. Crecimiento de precipitados en forma de placa. Mecanismo de ledges. Diagramas TTT, fracción de volumen transformado. Formación de fases de transición. Migración térmicamente activada de bordes de grano. Ejemplos: procesos de crecimiento de grano y de recristalización. Distinción entre procesos de nucleación y crecimiento, y descomposiciones espinodales. Contribuciones a los cambios de energía libre en la descomposición espinodal.

6. Introducción a transformaciones de fases no difusivas en sólidos

Introducción a transiciones martensíticas: características de la transformación no difusiva. Fuerza motriz de la transformación. Pseudoelasticidad. Modelo cristalográfico de la transformación. Propiedades de efecto memoria de forma. Estabilización de la martensita.

Bibliografía

Phase Transformations in Metals and Alloys, D.A. Porter and K.E. Easterling.

Difusión en metales, B.S. Bokshtein, Ed. MIR.

Diffusion in solids, P.G. Shewmon, Mc.Graw Hill Series.

Engineering materials 1 and 2: An introduction to their properties and applications, M. Ashby and R.H. Jones.

Stability of microstructure in metallic systems, J.W. Martin and R.D. Doherty.

Principios de Metalurgia Física, Reed and Hill.

Apuntes del curso "Defectos en el sólido", M. Ahlers (1989).

Point defects and diffusion, G.Flynn.

Defects and diffusion in solids, S. Mrowec.

Physical Metallurgy, P. Haasen.

Physical Metallurgy, V.1, R. Cahn.

Diffusion kinetics for atoms in crystals, J.R. Manning.

Physical ceramics: principles for ceramic science and engineering, Y.-M. Chiang, D.P. Birnie, W.D. Kingery.

Fundamentals of Inorganic Glasses, A. Varshneya, Academic Press, 1994.

Glasses and the vitreous state, J. Zarzycki, Cambridge Univ. Press, 1991.

El Vidrio, J.M. Fernández Navarro, Soc. Esp. de Cerám. & Vidrio, 1991.