

Peter Haasen

Physikalische Metallkunde



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1974

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht	9
2. Experimentelle Methoden zur physikalischen Untersuchung von Metallen	11
2.1 Mikroskopie der Oberfläche	11
2.2 Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM)	15
2.3 Diffuse Röntgenstreuung	24
2.4 Feldionenmikroskopie (FIM)	28
2.5 Thermische Analyse	30
2.6 Mechanische Untersuchungsmethoden	32
2.7 Untersuchung der Anelastizität	36
2.8 Mößbauer-Effekt	38
2.9 Stereographische Projektion	41
3. Gefüge und Phase, Korn- und Phasengrenzen	45
3.1 Definitionen und Abgrenzungen	45
3.2 Struktur von Korngrenzen	48
3.3 Energie von Korngrenzen und ihre Messung	53
3.4 Phasengrenzflächen	57
4. Erstarrung von Schmelzen	59
4.1 Homogene Keimbildung	59
4.2 Heterogene Keimbildung	61
4.3 Kristallwachstum	62
4.4 Einkristallzucht und Versetzungsentstehung	64
4.5 Verteilung gelöster Fremdatome bei der Erstarrung	66
4.6 Eutektische Erstarrung	77
5. Thermodynamik von Legierungen	82
5.1 Gleichgewichtsbedingungen	82
5.2 Statistische Thermodynamik von idealen und regulären binären Lösungen	85
5.3 Messung von Mischungsenergien und Aktivitäten	88
5.4 Erweiterte Lösungsmodelle	91

5.5 Herleitung binärer Zustandsdiagramme aus einem Lösungsmodell	92
5.6 Freie Energien bei allgemeinen binären Zustandsdiagrammen	96
5.7 Ternäre Zustandsdiagramme	101
6. Strukturen metallischer Phasen und ihre physikalische Begründung	107
6.1 Zwei wichtige binäre Systeme	107
6.2 Strukturen reiner Metalle und elastische Instabilitäten	115
6.3 Hume-Rothery-Phasen und Elektronen in Legierungen .	124
6.4 Atomgrößen-bedingte Legierungsphasen	135
6.5 Verbindungen normaler Valenz	142
7. Geordnete Atomverteilungen	143
7.1 Überstrukturen, insbesondere lang-periodische	143
7.2 Unvollständige Ordnung, Ordnungsgrade	147
7.3 Ordnungsdomänen und ihre Grenzen	154
7.4 Ordnungskinetik	159
8. Diffusion	165
8.1 Isotherme Diffusion mit konstantem Diffusionskoeffizienten	165
8.2 Atomare Mechanismen der Diffusion	167
8.3 Diffusion mit konzentrationsabhängigem D	175
8.4 Diffusion in Grenzflächen und Versetzungen	184
8.5 Elektro- und Thermotransport	189
8.6 Oxidation von Metallen	192
9. Ausscheidungsvorgänge	196
9.1 Keimbildung von Ausscheidungen	197
9.2 Zeitgesetze des Wachstums von Ausscheidungen	205
9.3 Ostwald-Reifung	208
9.4 Spinodale Entmischung	210
9.5 Diskontinuierliche und eutektoide Entmischung	215
9.6 Z—T—U-Diagramme	218
10. Atomare Gitterbaufehler, insbesondere nach Abschrecken und Bestrahlung	221
10.1 Messung der Leerstellenkonzentration im Gleichgewicht	221
10.2 Abschrecken und Ausheilen von Nichtgleichgewichts-Leerstellen	225
10.3 Effekte der Bestrahlung mit energiereichen Teilchen . .	230
10.4 Erholungsstufen nach Bestrahlung	233
10.5 Bestrahlungsschädigung von Reaktorwerkstoffen . . .	235

11. Linienhafte Gitterbaufehler: Versetzungen	238
11.1 Topologische Eigenschaften von Versetzungen	238
11.2 Elastizitätstheorie der Versetzungen	245
11.3 Versetzungen in Kristallen	254
11.4 Versetzungsdynamik	261
12. Plastische Verformung und Verfestigung, Verformungsgefüge und Bruch.	264
12.0 Kristallographie der Abgleitung	264
12.1 Abgleitung und Versetzungsbewegung	268
12.2 Fließspannung und Verfestigung.	271
12.3 Dynamische Erholung: Quergleitung und Klettern	276
12.4 Verformung des Vielkristalls, Verformungstextur	280
12.5 Korngrenzgleitung und Superplastizität	287
12.6 Wechselverformung und Ermüdung	291
12.7 Bruch nach geringer Zugverformung („Sprödbbruch“)	296
13. Martensitische Umwandlungen	302
13.1 Mechanische Zwillingbildung	302
13.2 Charakterisierung martensitischer Umwandlungen	305
13.3 Kristallographie martensitischer Umwandlungen	308
13.4 Die martensitische Phasengrenzfläche	313
13.5 Keimbildung von Martensit.	316
13.6 Stahlhärtung	318
14. Legierungshärtung	322
14.1 Mischkristallhärtung	322
14.2 Versetzungsverankerung und -losreißen.	332
14.3 Ausscheidungshärtung	336
14.4 Dispersionshärtung und Faserverstärkung	341
15. Rekristallisation	344
15.1 Definitionen	344
15.2 Primäre Rekristallisation	345
15.3 Kornwachstum	351
15.4 Rekristallisationstexturen	361
15.5 Sekundäre Rekristallisation (Kornvergrößerung).	363
Literatur	366
Sachverzeichnis	374