

Günter Gottstein

Physikalische Grundlagen der Materialkunde

3. Auflage

Mit 476 Abbildungen und 28 Tabellen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Gefüge und Mikrostruktur	1
2	Der atomistische Aufbau der Festkörper	11
2.1	Atomare Bindung	11
2.2	Kristallstruktur	19
2.2.1	Kristallsysteme und Raumgitter	19
2.2.2	Kristallstrukturen von Metallen	23
2.2.3	Kristallstruktur keramischer Werkstoffe	29
2.2.4	Kristallstruktur polymerer Werkstoffe	31
2.3	Indizierung kristallographischer Ebenen und Richtungen	32
2.4	Kristallographische Orientierungen	39
2.4.1	Definition einer kristallographischen Orientierung	39
2.4.2	Darstellung von Orientierungen: Stereographische Projektion	43
2.5	Verfahren zur Struktur- und Orientierungsbestimmung	46
2.5.1	Das Braggsche Gesetz	46
2.5.2	Röntgenmethoden	49
2.5.3	Elektronenmikroskopie	55
2.5.4	Kristallographische Texturen	55
3	Kristallbaufehler	65
3.1	Überblick	65
3.2	Punktfehler	66
3.2.1	Typen von Punktfehlern	66
3.2.2	Thermodynamik der Punktdefekte	67
3.2.3	Experimenteller Nachweis von Punktdefekten	70
3.3	Versetzungen	73
3.3.1	Geometrie der Versetzungen	73
3.3.2	Nachweis von Versetzungen	80
3.4	Korngrenzen	83
3.4.1	Grundbegriffe und Definitionen	83

3.4.2	Struktur der Korngrenzen	87
3.5	Phasengrenzflächen	100
3.5.1	Klassifizierung der Phasengrenzen	100
3.5.2	Phänomenologische Beschreibung der Phasengrenzfläche	101
4	Legierungen	107
4.1	Konstitutionslehre	107
4.2	Thermodynamik der Legierungen	119
4.3	Mischkristalle	126
4.4	Intermetallische Phasen	133
4.4.1	Überblick	133
4.4.2	Geordnete Substitutionsmischkristalle	134
4.4.3	Wertigkeitsbestimmte Phasen	143
4.4.4	Phasen hoher Raumerfüllung	145
4.4.5	Phasen maximaler Elektronendichte (Hume-Rothery- Phasen)	150
4.5	Mehrstoffsysteme	152
5	Diffusion	155
5.1	Phänomenologie und Gesetzmäßigkeiten	155
5.2	Die Diffusionskonstante	162
5.3	Atomistik der Festkörperdiffusion	165
5.4	Korrelationseffekte	177
5.5	Chemische Diffusion	179
5.6	Thermodynamischer Faktor	183
5.7	Diffusion über Grenzflächen	187
5.8	Diffusion in Nichtmetallen: Ionenleitfähigkeit	192
6	Mechanische Eigenschaften	197
6.1	Grundlagen der Elastizität	197
6.2	Die Fließkurve	202
6.3	Mechanismen der plastischen Verformung	210
6.3.1	Kristallographische Gleitung durch Versetzungsbewegung	210
6.3.2	Mechanische Zwillingsbildung	220
6.4	Die kritische Schubspannung	227
6.4.1	Das Schmid'sche Schubspannungsgesetz	227
6.4.2	Versetzungsmodell der kritischen Schubspannung	230
6.4.2.1	Elastische Eigenschaften der Versetzungen	230
6.4.2.2	Wechselwirkung von Versetzungen	235
6.4.3	Thermisch aktivierte Versetzungsbewegung	239
6.5	Verformung und Verfestigung von kfz-Einkristallen	242
6.5.1	Geometrie der Verformung	242
6.5.2	Versetzungsmodele der Verformungsverfestigung	246
6.5.3	Versetzungsaufspaltung	254

6.6	Festigkeit und Verformung von Vielkristallen	257
6.7	Mechanismen der Festigkeitssteigerung	265
6.7.1	Mischkristallhärtung	265
6.7.2	Dispersionshärtung	270
6.7.3	Ausscheidungshärtung	273
6.8	Zeitabhängige Verformung	278
6.8.1	Dehnungsgeschwindigkeitsempfindlichkeit der Fließspannung: Superplastizität	278
6.8.2	Kriechen	281
6.8.3	Anelastizität und Viskoelastizität	288
7	Erholung, Rekristallisation, Kornvergrößerung	303
7.1	Phänomenologie und Begriffe	303
7.2	Die energetischen Ursachen der Rekristallisation	308
7.3	Verformungsstruktur	312
7.4	Erholung	317
7.5	Keimbildung	323
7.6	Korngrenzenbewegung	327
7.7	Kinetik der primären Rekristallisation	330
7.8	Das Rekristallisationsdiagramm	336
7.9	Rekristallisation in homogenen Legierungen	338
7.10	Rekristallisation in mehrphasigen Legierungen	339
7.11	Kornvergrößerung	343
7.12	Unstetige Kornvergrößerung (Sekundäre Rekristallisation) ...	348
7.13	Dynamische Rekristallisation	349
7.14	Rekristallisationstexturen	355
7.15	Rekristallisation in nichtmetallischen Werkstoffen	355
8	Erstarrung von Schmelzen	359
8.1	Zustand der Schmelze	359
8.2	Keimbildung in der Schmelze	362
8.3	Kristallwachstum	369
8.3.1	Gestalt des Kristalls	369
8.3.2	Atomistik des Kristallwachstums	371
8.3.3	Kristallwachstum in der Schmelze	371
8.3.3.1	Erstarrung reiner Metalle	371
8.3.3.2	Erstarrung von Legierungen	376
8.3.3.3	Erstarrung eutektischer Legierungen	378
8.4	Gefüge des Gußstücks	381
8.5	Fehler des Gußgefüges	382
8.6	Schnelle Erstarrung von Metallen und Legierungen	385
8.7	Erstarrung von Nichtmetallen: Gläser und Hochpolymere	387

9	Umwandlungen im festen Zustand	391
9.1	Reine Metalle	391
9.2	Legierungen	393
9.2.1	Umwandlungen mit Konzentrationsänderung	393
9.2.1.1	Fallunterscheidungen	393
9.2.1.2	Thermodynamik der Entmischung	393
9.2.1.3	Keimbildung und spinodale Entmischung	398
9.2.1.4	Metastabile Phasen	403
9.2.1.5	Aushärtung	405
9.2.1.6	Wachstumskinetik von Ausscheidungen	410
9.2.1.7	Eutektoide Entmischung und diskontinuierliche Ausscheidung	413
9.2.2	Martensitische Umwandlungen	416
9.2.3	Anwendungen	421
9.2.3.1	ZTU-Schaubild	421
9.2.3.2	Technologische Bedeutung der Martensitumwandlung: Einige Beispiele	421
10	Physikalische Eigenschaften	425
10.1	Elektronentheoretische Grundlagen der Festkörpereigenschaften	425
10.2	Mechanische und thermische Eigenschaften	431
10.3	Wärmeleitfähigkeit	439
10.4	Elektrische Eigenschaften	442
10.4.1	Leiter, Halbleiter und Nichtleiter	442
10.4.2	Leitfähigkeit in Metallen	446
10.4.3	Deutung der Leitfähigkeitsphänomene	453
10.4.4	Supraleitung	455
10.5	Magnetische Eigenschaften	460
10.5.1	Dia- und Paramagnetismus	460
10.5.2	Ferromagnetismus	462
10.6	Optische Eigenschaften	469
10.6.1	Licht	469
10.6.2	Reflexion metallischer Oberflächen	470
10.6.3	Isolatoren	472
10.6.3.1	Farbe	472
10.6.3.2	Absorption	473
10.6.3.3	Photoleitfähigkeit	473
10.6.3.4	Luminiszenz	474
10.6.4	Anwendungen	475
	Literatur	477
	Weiterführende Literatur	485
	Stichwortverzeichnis	489