

INHALT

Kapitel I. Allgemeine Grundlagen

1.1 Kristalle	17
Einteilung der festen Stoffe	17
Die grundlegenden Bindungsarten	21
Energie und Stabilität des Kristalls	27
1.2 Verhalten der Elektronen im Kristall	35
Das Bändermodell und elektrische Eigenschaften	35
Lokalisierte Elektronen; Zusammenfassung der Hauptergebnisse der Atomtheorie	42
1.3 Magnetische Eigenschaften	56
Elementare magnetische Momente	56
Die Übergangselemente und der Ursprung des Paramagnetismus	61
Ferromagnetismus, Antiferromagnetismus und Ferrimagnetismus	67
1.4 Allgemeine Charakteristik der behandelten magnetischen Oxide	78
Literatur	85

Kapitel II. Kristallchemie der ferrimagnetischen Oxide

2.1 Grundrisse der Struktur	87
Allgemeine Bemerkungen, Eigene und nicht-eigene Ferrimagnetika	87
Die grundlegenden Strukturtypen der magnetischen Oxide und ihre gegenseitigen Beziehungen	92
2.2 Das Kristallfeld	115
Die Spaltung der Elektronenniveaus durch das Kristallfeld; das mittelstarke Feld .	117
Stabilisierungsenergie; relative Stabilität der oktaedrischen und tetraedrischen Koordination	126
Weitere Wirkungen des Kristallfeldes	132
2.3 Die Kristallenergie und die Kationenverteilung in Spinellen	140
Präferenzenergie	140
Gleichgewichtsverteilung der Kationen; gemischte Spinelle	149
2.4 Änderung der Symmetrie infolge des Jahn-Teller-Effekts	152
Allgemeines über den Jahn-Teller-Effekt	152
Änderung der makroskopischen Symmetrie	156
Lokale Verzerrungen; dynamischer J.-T.-Effekt	163
2.5 Anordnung der Kationen; nicht-eigene Ferrimagnetika	172
Literatur	180

Kapitel III. Ferrimagnetismus

3.1 Die Néel-Theorie des kollinearen Ferrimagnetismus	185
Problemstellung	185
Die Lösung für zwei Untergitter	190
Größere Anzahl von Untergittern	207
Die Konstanten des Molekularfeldes	212
Die Gültigkeitsgrenzen der Néelschen Theorie	215
3.2 Experimentelle Bestätigung der Theorie	220
Spinelle und Granate	220
Weitere Strukturen	237
3.3 Nichtkollineare Spinkonfigurationen	244
Notwendigkeit der Verallgemeinerung des Néel-Modells	244
Yafet-Kittel-Dreieck-Anordnung	246
Das Kaplan-Kriterium lokaler Stabilität; Anwendung auf Spinelle	254
Spiralstrukturen	261
3.4 Beschaffenheit der Austauschwechselwirkungen	266
Indirekter Austausch höheren Grades (Superaustausch)	270
Physikalische Interpretation der Superaustausch-Wechselwirkung	275
Zener-Mechanismus des „Doppelaustausches (double exchange)“	282
Einfluß der Elektronenstruktur von Kationen auf die Austauschwechselwirkungen	287
Vergleich mit dem Experiment	293
Der schwache Ferromagnetismus	303
3.5 Einfluß der magnetischen „Verdünnung“ auf die Austauschwechselwirkungen und den Ferrimagnetismus	307
Literatur	318

Kapitel IV. Anisotropie

4.1 Makroskopische Beschreibung	324
Die Energie des ferromagnetischen Kristalls und die Arten der magnetischen Anisotropie	325
Die Folgen des Vorhandenseins einer Anisotropie für den magnetischen Zustand eines ferromagnetischen Kristalls; die Domänenstruktur	337
4.2 Die Kristallanisotropie	346
Übersicht der Versuchsdaten	346
Ursprung der magnetischen Kristallanisotropie	349
Das Einionenmodell; der Ursprung der magnetokristallinen Anisotropie der Ferrite	356
Beitrag von Ionen Seltener Erden zur Anisotropie der Granate	372
4.3 Die Magnetostraktion	380
Mikrophysikalischer Ursprung; die Volumen- und Gestaltmagnetostraktion	380
Magnetostraktion als Folge mikroskopischer Spannungen	385
Einfluß der Elektronenstruktur der Kationen; Vergleich mit dem Experiment	389
4.4 Induzierte Anisotropie	397
Ursprung der induzierten Anisotropie	399
Relaxation induzierter Anisotropie	409
Übersicht über experimentelle Ergebnisse und ihre Interpretation	422
4.5 Austauschanisotropie	433
Literatur	436

Kapitel V. Ferromagnetische Resonanz

5.1 Entstehung der ferromagnetischen Resonanz	441
5.2 Klassische Theorie	447
Suszeptibilitätstensor	447
Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen im gyrotropen Medium; der Faradaysche und Cotton-Moutonsche Effekt	454
Ein kleines Ellipsoid	461
Ferromagnetische Resonanz als Problem der Eigenschwingungen; unvollständig gesättigter Kristall	467
Polykristalline Proben	480
5.3 Ferrimagnetische Resonanz	486
Resonanzfrequenzen von Systemen mit Untergittern	486
Das Verhalten in der Umgebung des Kompensationspunktes; antiferromagnetische Resonanz	495
Der spektroskopische Aufspaltungsfaktor	500
Resonanz in Ferriten Seltener Erden mit Granatstruktur	504
5.4 Inhomogene Präzession	509
Magnetostatische Moden	510
Ebene Präzessionsmoden; Spinwellen	514
Spinwellen in Linearkette	517
5.5 Die Relaxation und die Breite der Resonanzkurve	522
Ferromagnetische Relaxation und ihre physikalische Deutung	523
Schnell relaxierende Ionen	529
Zweimagnonenstreuung	541
Mehr magnonenprozesse; Eigenbreite von Yttrium-Eisen-Granat	547
5.6 Nichtlineare Effekte	549
Resonanz im senkrechten Hochfrequenzfeld	551
Resonanz im Parallelfeld	557
Literatur	562

Kapitel VI. Magnetisierungsvorgänge

6.1 Magnetisierungskurve.	567
Elementare Magnetisierungsvorgänge	568
Jungfräuliche Kurve	576
Der Ummagnetisierungsprozeß	584
6.2 Dynamik der Magnetisierungsvorgänge	590
Frequenzabhängigkeit der Drehprozesse; natürliche ferromagnetische Resonanz	590
Die Dynamik der Blochwand	597
Die Impulsummagnetisierung	605
6.3 Einfluß der induzierten Anisotropie auf die Magnetisierungsvorgänge	616
Die Stabilisierung der Domänenstruktur	617
Der Perminvareffekt und die Entstehung der rechteckigen Hystereseschleife	624
Die magnetische Nachwirkung.	634
Die Relaxation der Stabilisierungsenergie der Blochwand	639

6.4 Polykristalline Ferritwerkstoffe	662
Bedingungen für die Erreichung hoher Permeabilität	663
Die Frequenzabhängigkeit der Permeabilität und die magnetischen Verluste	671
Ferrite als Werkstoffe für Dauermagnete	680
Ferrite mit rechteckiger Hystereseschleife	685
Literatur	691

Kapitel VII. Elektrische Eigenschaften

7.1 Die elektrische Leitfähigkeit	696
Einige Grundbegriffe und experimentelle Tatsachen	696
Verweys Mechanismus des Wertigkeitsaustausches	705
Die Frage der Ionenwertigkeit	716
Physikalische Gründe für die Lokalisierung der Elektronen — Gültigkeitsgrenzen des Bändermodells	726
7.2 Die elektrischen Spektren	742
7.3 Beziehung der elektrischen Leitfähigkeit zu magnetischen und anderen physikalischen Eigenschaften	752
Transporteffekte und magnetischer Zustand	752
Die mit kristallographischen Umwandlungen und der Anordnung der Ionenvalezen zusammenhängenden Erscheinungen	758
Literatur	765
Index	770