

Dielektrische und magnetische Materialeigenschaften

von

Dr. Ernst Feldtkeller

*Leiter der Abteilung Materialphysik
im Forschungslaboratorium der Siemens AG
und Privatdozent für Werkstoffe der
Elektrotechnik an der Technischen
Universität München*



Bibliographisches Institut/Mannheim/Wien/Zürich
B.I.-Wissenschaftsverlag

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Zeichen und Einheiten	9
Symbole und Naturkonstanten	11
1. Größen zur Beschreibung des Materialverhaltens in elektrischen und magnetischen Feldern	21
1.1 Elektrische Zustandsgrößen	22
1.2 Magnetische Zustandsgrößen und ihre Beziehungen zu den elektrischen Größen	27
1.3 Pauschale und mikroskopische Zustandsgrößen	33
1.4 Materialgrößen zur Charakterisierung hystereseffreier Materialien	37
1.5 Materialgrößen zur pauschalen Charakterisierung hysteresebehafteter Materialien	43
1.6 Zusätzliche Größen für inhomogene Materialien	56
1.7 Innere und totale Energie	62
Tafeln zu Kapitel 1	65
2. Dielektrische und magnetische Materialien	72
2.1 Die Struktur fester Materialien	72
2.2 Dielektrische Materialeinteilung	81
2.3 Atomistische Einführung in das dielektrische Materialverhalten	86
2.3.1 Polarisierbarkeiten	87
2.3.2 Lokale Umgebungsfeldstärke. Zustandekommen großer Suszeptibilitäten und der spontanen Polarisation	90
2.3.3 Temperaturabhängigkeit der elektrischen Suszeptibilität in festen Materialien	93
2.3.4 Temperaturabhängigkeit der spontanen Polarisation und der Gitterstruktur in ferroelektrischen Materialien	102

2.4	Technisch wichtige dielektrische Materialien	108
2.4.1	Anorganische Isolationsmaterialien	109
2.4.2	Organische Isolationsmaterialien	111
2.4.3	Kondensatormaterialien	113
2.4.4	Materialien für piezoelektrische und elektrooptische Bauelemente.	117
2.5	Magnetische Materialeinteilung ".	121
2.6	Atomistische Einführung in das magnetische Materialverhalten.	124
2.6.1	Magnetisches Moment der Atome und Ionen	124
2.6.2	Austauschkopplungen.	126
2.6.3	Temperaturabhängigkeit der Suszeptibilität im paramagnetischen Zustand: Curie-Weiss-Gesetz	129
2.6.4	Temperaturabhängigkeit der spontanen Magnetisierung.	131
2.7	Technisch wichtige magnetische Materialien	134
2.7.1	Weichmagnetische Metalle mit großer Sättigungsmagnetisierung.	135
2.7.2	Weichmagnetische Metalle mit großer Anfangspermeabilität.	137
2.7.3	Weichmagnetische Ferrite und Granate.	138
2.7.4	Magnetische Materialien für nichtlineare Anwendungen. Rechteckschleife.	142
2.7.5	Hartmagnetische Materialien.	146
	Tafeln zu Kapitel 2.	150
3.	Gleichgewichtsbetrachtungen: Quasistatisches Verhalten der Polarisierungen.	166
3.1	Gleichgewichtsbetrachtungen und Beobachtungsmethoden für die mikroelektrische Polarisation in ferroelektrischen Materialien.	166
3.1.1	Einflüsse auf die mikroelektrische Polarisation	167
3.1.2	Ferroelektrische Domänenwände und Domänenkonfigurationen.	169
3.1.3	Methoden zur Beobachtung ferroelektrischer Domänen.	173

3.1.4 Die mikroelektrische Polarisation in quasistatischen Umpolarisierungsprozessen.	174
3.2 Gleichgewichtsbetrachtungen und Beobachtungsmethoden für die mikromagnetische Polarisation.	175
3.2.1 Mikromagnetische Energiebeiträge und Gleichgewichtsbedingungen.	176
3.2.2 Magnetische Domänenwände und Domänenkonfigurationen.	189
3.2.3 Methoden zur Beobachtung magnetischer Domänen.	200
3.2.4. Die mikromagnetische Polarisation in quasistatischen Umpolarisierungsprozessen.	204
3.3 Gleichgewichtsbetrachtungen für die pauschalen Polarisierungen.	209
3.3.1 Hysteresesebeitrag zur komplexen Permittivität und Permeabilität.	210
3.3.2 Scherungseinfluß auf die komplexe Permeabilität.	216
3.3.3 Magnetischer Kreis: Dimensionierung von Dauermagneten.	222
Tafel zu Kapitel 3.	229
Literaturverzeichnis.	230
Register.	233