

Wolfgang Stöbel

Fourieroptik

Eine Einführung

Mit 83 Abbildungen,
47 Übungsaufgaben und Lösungen

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York

London Paris Tokyo

Hong Kong Barcelona

Budapest

Inhaltsverzeichnis

1	Lineare physikalische Systeme	1
1.1	Ziel und Zweck der Systemtheorie	2
1.2	Eigenschaften linearer Systeme	4
1.3	Aufbau der Antwort	7
1.3.1	Die Stoßantwort	8
1.3.2	Die Übertragungsfunktion	18
1.3.3	Die Spektraldarstellung der Antwort	26
1.4	Übungsaufgaben	34
2	Fraunhoferbeugung	35
2.1	Historische Entwicklung der Theorie der Lichtbeugung	36
2.2	Fraunhoferbeugung als Fouriertransformierte der Transmission	38
2.3	Die Linse als Fouriertransformator	43
2.4	Die von einer monochromatischen Welle transportierte Energie	49
2.5	Experimentelle Anordnungen zur Fraunhoferbeugung	53
2.6	Verschieben von Objekt und Lichtquelle	57
2.7	Einfache, häufig benutzte beugende Objekte	61
2.7.1	Rechteckblende	61
2.7.2	Spalte	63
2.7.3	Kreisblende	67
2.7.4	Doppel- und Dreifachspalt	71
2.7.5	Gitter	73
2.8	Übungsaufgaben	86
3	Partiell kohärentes Licht	89
3.1	Zeitlich partiell kohärentes Licht	89
3.1.1	Qualitative Beschreibung: Die zeitliche Kohärenzbedingung	90
3.1.2	Quantitative Beschreibung: Die zeitliche Kohärenzfunktion	92
3.1.3	Die Kohärenzfunktionen einiger thermischer Lichtquellen	97
3.1.4	Fraunhoferbeugung bei zeitlich partiell kohärenter Beleuchtung	104
3.1.5	Das Fourierspektrometer	108

3.2	Räumlich partiell kohärentes Licht	113
3.2.1	Qualitative Beschreibung: Die räumliche Kohärenzbedingung	113
3.2.2	Quantitative Beschreibung: Die räumliche Kohärenzfunktion	116
3.2.3	Die Kohärenzfunktionen einiger einfacher Lichtquellen	120
3.2.4	Fraunhoferbeugung bei räumlich partiell kohärenter Beleuchtung	124
3.2.5	Michelsons Sterninterferometer	126
3.3	Elementarbündel im Phasenraum	129
3.4	Kohärenz zweiter Ordnung	132
3.4.1	Intensitätskorrelationen	132
3.4.2	Das Sterninterferometer von Hanbury Brown und Twiss	136
3.5	Übungsaufgaben	137
4	Optische Abbildung	141
4.1	Abbildung bei ideal kohärenter Beleuchtung	141
4.1.1	Ideale Linsen	142
4.1.2	Reale Linsen	148
4.2	Abbildung bei total inkohärenter Beleuchtung	151
4.3	Vergleich: kohärente und inkohärente Beleuchtung	156
4.4	Übungsaufgaben	163
5	Räumliche Filterung	165
5.1	Die Linse als Tiefpaß	165
5.2	Das Dunkelfeldverfahren	167
5.3	Das Foucaultsche Schneidverfahren und die Schlierenmethode	170
5.4	Zernikes Phasenkontrastverfahren	174
5.5	Phasendemodulation in Optik und Nachrichtentechnik	177
5.6	Bildverarbeitung	181
5.6.1	Vervielfältigung des Objekts	181
5.6.2	Betonung von Kanten	187
5.6.3	Ausfiltern von Bilddetails	189
5.7	Übungsaufgaben	194
6	Mustererkennung durch Korrelation	195
6.1	Einfache optische Korrelatoren	195
6.1.1	Korrelation mit Masken	195
6.1.2	Der Schattenwurfkorrelator	198
6.2	Korrelation mit Raumfiltern	199
6.3	Fourierholographie	202
6.4	Vander-Lugt-Filter	209
6.5	Computererzeugte Hologramme	212
6.6	Übungsaufgaben	221

A Anhang	223
A.1 Verallgemeinerte Funktionen	223
A.1.1 Einführung	223
A.1.2 Summe und Produkte von Distributionen	226
A.1.3 Verschiebung und Streckung von Distributionen	231
A.1.4 Ableitungen von Distributionen	233
A.2 Die Fouriertransformation	234
A.2.1 Fouriertransformation von Distributionen	234
A.2.2 Verschiebung, Streckung und Differentiation	237
A.2.3 Periodische Distributionen	239
A.3 Verwendete Symbole und mathematische Operationen	242
A.3.1 Physikalische Größen	242
A.3.2 Funktionen	244
A.3.3 Mathematische Operationen	245
Ergänzende und weiterführende Literatur	249
Lösungen zu den Übungsaufgaben	251
Namen- und Sachverzeichnis	263