

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Definitionen und Grundlagen</b>	<b>12</b>
2.1	Periodische Struktur . . . . .	12
2.2	Primäres Gitter und Einheitszelle . . . . .	13
2.2.1	Beispiele von primären Gittern . . . . .	14
2.3	Reziprokes Gitter . . . . .	15
2.3.1	Beispiele von reziproken Gittern . . . . .	17
2.4	Brillouin-Zone . . . . .	18
2.4.1	Beispiele von Brillouin-Zonen . . . . .	19
2.4.2	Nicht-reduzierbare Brillouin-Zone . . . . .	19
2.5	Geometrien, Materialparameter und Maxwell-Gleichungen . . .	20
2.5.1	Geometrie und Materialparameter . . . . .	21
2.5.2	Maxwell-Gleichungen . . . . .	24
<b>3</b>	<b>1D-periodische Struktur</b>	<b>27</b>
3.1	Mikrostreifenleitung mit geätzten kreisförmigen Aperturen . . .	27
3.1.1	Physikalische Vorgänge . . . . .	27
3.1.2	Entwurf und Dimensionierung der Anordnung . . . . .	31
3.1.3	Ergebnisse und deren messtechnische Verifikation . . . . .	32
3.1.3.1	Vorzugsrichtung der Abstrahlung . . . . .	37
3.1.4	Modellierung von physikalischen Vorgängen in Kristallen	41
3.1.4.1	Feldverteilung innerhalb der 1D-periodischen Struktur an der oberen und unteren Stoppbandgrenze . . . . .	41
3.1.4.2	Untersuchung der Gruppenlaufzeit in einer 1D-periodischen Struktur . . . . .	43

3.2	Berechnung dielektrischer Streifenwellenleiter mit 1D-periodischen Strukturen . . . . .	46
3.2.1	Ergebnisse und Messungen . . . . .	50
3.2.1.1	Einkopplungsanordnung und Messergebnisse	53
<b>4</b>	<b>2D-periodische Strukturen unendlicher Dicke und planare Antennenstrukturen</b>	<b>60</b>
4.1	Berechnung im Fall eines transversal elektrischen (TE) Feldes .	61
4.2	Vorgehensweise bei der Ermittlung der Ergebnisse . . . . .	67
4.2.1	Festlegung der verwendeten Anzahl der ebenen Wellen .	69
4.2.1.1	Konvergenzverhalten des Rechenverfahrens .	69
4.3	Ergebnisse für den TE-Fall: Das Dreiecksgitter . . . . .	71
4.3.1	Variation von $\epsilon_{r_h}$ . . . . .	71
4.3.2	Variation der Periode $a$ . . . . .	74
4.3.3	Variation des Radius $R_G$ . . . . .	76
4.3.4	Variation von $\epsilon_{r_a}$ . . . . .	77
4.3.5	Dreidimensionale Darstellung des Banddiagramms . .	79
4.4	Berechnung im Fall eines transversal magnetischen (TM) Feldes	80
4.5	Ergebnisse für den TM-Fall: Das Dreiecksgitter . . . . .	81
4.5.1	Variation von $\epsilon_{r_h}$ . . . . .	81
4.5.2	Variation der Periode $a$ . . . . .	81
4.5.3	Variation des Radius $R_G$ . . . . .	84
4.5.4	Variation von $\epsilon_{r_a}$ . . . . .	84
4.5.5	Dreidimensionale Darstellung des Banddiagramms . .	87
4.6	Vergleich zwischen TE- und TM-Polarisation in einem Dreiecksgitter . . . . .	88
4.7	Messtechnische Überprüfung der berechneten Ergebnisse für 2D-periodische Strukturen . . . . .	90
4.8	Anwendung kreisförmiger Aperturen als 2D-periodische Struktur in planaren Antennenstrukturen . . . . .	100
<b>5</b>	<b>2D-periodische Strukturen mit endlicher Dicke</b>	<b>108</b>
5.1	Berechnungsverfahren für den Fall $E_y = 0$ . . . . .	111
5.1.1	Herleitung der Beziehungen zwischen der $E_x$ -Komponente und der übrigen Feldstärkevektorkomponenten . .	112

5.1.2	$E_x$ -Komponente für die geführten Moden und die Bandstruktur . . . . .	113
5.1.3	Berechnung der Ausbreitungskonstante $\beta$ in $z$ -Richtung	115
5.1.3.1	Mittlere relative Permittivität . . . . .	115
5.1.3.2	Bestimmung von $\beta$ . . . . .	118
5.2	Berechnungsverfahren für den Fall $H_y = 0$ . . . . .	120
5.2.1	$H_x$ -Komponente für die geführten Moden und die Bandstruktur . . . . .	121
5.3	Implementierung der Rechenverfahren . . . . .	121
5.4	Ergebnisse der Berechnungsverfahren . . . . .	122
5.4.1	Vergleich mit der Superelementen-Methode . . . . .	122
5.5	Messtechnische Überprüfung der Rechenverfahren für 2D-periodische Strukturen mit endlicher Dicke . . . . .	128
5.6	Anwendung 2D-periodischer Strukturen mit endlicher Dicke . .	132
5.6.1	Modellierung von Streifenwellenleitern für integriert-optische Komponenten . . . . .	132
5.6.2	Modellierung von optischen Filtern am Beispiel eines Notchfilters . . . . .	137
5.6.2.1	Ermittlung der Resonanzfrequenzen der Hybridmoden eines Ringresonators . . . . .	139
5.6.2.2	Resonanzfrequenzen und deren messtechnische Überprüfung . . . . .	144
5.6.2.3	Messtechnische Charakterisierung des Notchfilters . . . . .	147
5.6.2.4	Notchfilter in 2D-periodischer Struktur endlicher Dicke . . . . .	149
5.6.3	2D-periodische Strukturen endlicher Dicke zur Unterdrückung des Parallel-Platten-Modus in planaren Strukturen am Beispiel der Koplanarleitung . . . . .	153
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>157</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>174</b>
A.1	Matrizen für primäres und reziprokes Gitter . . . . .	174
A.2	Folgerung aus $\text{div } \vec{B} = 0$ und $\text{div } \vec{D} = 0$ . . . . .	175

A.3	Herleitung der Gleichung (4.19) für den TE-Fall . . . . .	176
A.3.1	Orthogonalitätsbeziehung . . . . .	176
A.3.2	Herleitung der Gleichung (4.19) . . . . .	176
A.4	Berechnung periodischer Strukturen endlicher Dicke: Herleitung der Gleichungen für den Fall $E_y = 0$ . . . . .	180
A.5	Berechnung periodischer Strukturen endlicher Dicke: Herleitung der Gleichungen für den Fall $H_y = 0$ . . . . .	183
A.6	Elemente der Matrix M . . . . .	185
A.7	Einspeisung in den dielektrischen Wellenleiter . . . . .	186
A.7.1	Grundsätzliches zu der Schlitzantenne in Streifenleitungstechnik . . . . .	186
A.7.1.1	Aufbau und Funktionsprinzip . . . . .	186
A.7.1.2	Dimensionierung . . . . .	187
A.7.2	Richtdiagramme . . . . .	189
A.7.3	Dimensionierung des Wellenleiter-Tapers . . . . .	189
A.7.4	Realisierte Einkopplungsanordnungen . . . . .	194
A.7.5	Verluste im Übergangsbereich zum Wellenleiter . . . . .	198

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>200</b>
-----------------------------	------------