

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Kurzfassung	ii
Abstract	iii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Eigene Arbeit	4
Thermischer Diffusionsprozess	5
Numerische Analysewerkzeuge	6
MMI-Effekte in GI-Komponenten	6
Leistungsteilung in MM- und SM-Leistungsteilern	7
Prozessinversion	8
1.3 Stand der Forschung	9
1.4 Gliederung der Arbeit	13
2 Physikalische und mathematische Grundlagen	14
2.1 Thermische Diffusion	14
2.1.1 Analytische Lösung der Diffusionsgleichung	15
2.1.2 Fertigungsprozess	17
Metallische Beschichtung des Substrats	19
Maskenstrukturierung mittels Lithographie	20
Thermische Diffusion	21
Nachbehandlung des Glases	23
2.2 Optische Signalübertragung	25
2.2.1 Fundamentale Gleichungen	25
2.2.2 Sinusförmige Zeitabhängigkeit	27
2.2.3 Verhalten elektromagnetischer Wellen an Grenzflächen	29

Inhaltsverzeichnis

2.2.4	Wellenausbreitung in optischen Medien	33
	Stufenindexfasern	33
2.2.5	Multimodeinterferenzeffekte	39
2.3	Finite Differenzen Beam Propagation Methode (FD-BPM) . .	43
2.3.1	Wellengleichungen	45
2.3.2	FD-Formulierung	50
	ADI-Methode	55
2.3.3	Randbedingungen	57
2.3.4	Padé-Operatoren	58
	Multistep-Methode	60
2.4	Finite-Differenzen-Modenlöser	63
3	Simulation und Ergebnisse	65
3.1	Multimodeinterferenzeffekte in Gradientenindex-Wellenleitern	65
3.1.1	Messreihe	68
3.2	Leistungsteilung in GI-basierten MMI-Kopplern mit multimode Ein- und Ausgangswellenleitern	73
3.2.1	Bestimmung der Koppelbereichslänge	73
	Transversale Eindringtiefe w_e des Grundmodes . .	75
	Maximaler Brechungsindex n_e	75
	Wellenlänge λ	75
3.2.2	Effiziente Leistungsteilung in Multimode-MMI-Kopplern	78
3.2.3	Leistungssteiler höherer Ordnungen	80
3.3	Leistungsteilung in GI-basierten MMI-Kopplern mit singlemode Ein- und Ausgangswellenleitern	82
	Aspekte der Modellierung	83
	Transversale Bildqualität	88
	Elementarer 1×2 SM-MMI-basierter Leistungssteiler . .	89
3.4	Optimierungsansätze bei der FEM-Berechnung	93
	Fehlerbetrachtung durch die Bauteilskalierung . .	94
3.5	Semianalytische Brechzahlmodellierung	96
3.5.1	Approximation der analytischen Lösung	96
3.5.2	Gradientenabstiegsverfahren	97
3.5.3	Gauß-Newton-Verfahren	101
3.5.4	Modellierung dreidimensionaler MMI-basierter Wellen- leiterkomponenten	104

Inhaltsverzeichnis

3.6	Parameter-Estimation und Benchmarking	106
3.6.1	Feature-Extraktion	106
3.6.2	Parameter-Kompression	109
3.6.3	Parameter-Estimation	111
3.6.4	Benchmarking	115
4	Zusammenfassung und Ausblick	120
	Literaturverzeichnis	123
	Symbolverzeichnis	136
	Abbildungsverzeichnis	137
	Tabellenverzeichnis	139