

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung in die Thematik	1
1.1 Informationstechnik im öffentlichen Bewusstsein	1
1.2 Informationstechnologie im Wandel der Zeit	3
1.2.1 Historische Anfänge	3
1.2.2 Das Jahrhundert der elektrischen Technologie	3
1.2.3 Renaissance optischer Technologie	5
1.2.4 Gegenwärtiger Stand der Informationstechnologie	6
1.3 Informationstechnologie im Umbruch	7
1.3.1 Konvergenz von Rechentechnik und Telekommunikationstechnik	7
1.3.2 Technologische Prognosen und Herausforderungen	8
1.3.3 Die Interkonnekt-Krise	9
1.3.4 Integrierte photonische Systeme	10
1.3.5 Neue Rechenarchitekturkonzepte	11
1.4 Zielsetzung und Gegenstand dieser Arbeit	12
2 Physikalische und technologische Grundlagen	15
2.1 Physikalische Eigenschaften optischer und elektrischer Interkonnekts . .	15
2.1.1 Elektromagnetische Wellen als Signalträger	16
2.1.2 Die Aspekt-Problematik elektrischer Interkonnekts	17
2.1.3 Vorteile optischer Interkonnekts	18
2.2 Planar-integrierte photonische Systemtechnik	19

2.2.1	Planar-Integration klassischer Freiraumoptik	19
2.2.2	Planar-integrierte photonische Mikrosysteme	20
2.2.3	Klassifikation und Herstellung passiver Optik	21
2.2.4	Integration weiterer Mikrokomponenten	24
2.3	Lithografische Justierverfahren	25
2.3.1	Stand der Technik beim Rückseitenalignment	26
2.3.2	Direktes optisches Rückseitenalignment	27
2.3.3	Praktische Umsetzung des neuen direkten Verfahrens	28
2.4	Optoelektronische Bauteile für planar-integrierte Mikrosysteme	29
2.4.1	Detektoren	29
2.4.2	Modulatoren	31
2.4.3	Lichtquellen	32
2.4.4	2D-Planar-Integration	36
3	Theorie planar-integrierter freiraumoptischer Interkonnekte	39
3.1	Mathematische Modellierung	40
3.1.1	Rigorose Theorie der Freiraumlichtausbreitung	40
3.1.2	Paraxiale Theorie der Freiraumlichtausbreitung	42
3.1.3	Modellierung optischer Komponenten	44
3.1.4	Modellierung realer Lichtquellen	46
3.1.5	Erkenntnisse aus der wellenoptischen Modellierung	48
3.1.6	Optische Systembeschreibung im Strahlenmodell	51
3.2	Entwurf diffraktiver Komponenten	54
3.2.1	Stufige Phasenzenzlinsen zur optischen Abbildung	54
3.2.2	Kontrolle optischer Aberrationen	57
3.2.3	Strahlablenkende Elemente	60
3.2.4	Beugungsgitter zur Strahlteilung	62
3.3	Entwurf integrierter Systeme	67

3.3.1	Umkehrbarkeit optischer Multipunkt-Interkonnekt-Schemata	68
3.3.2	Optische Abbildung mit beliebigem Abbildungsmaßstab	71
3.3.3	Leistungskriterien freiraumoptischer Interkonnekts	74
3.3.4	Einzelkanal- und Multikanalabbildungssysteme	78
3.3.5	Ansätze zum Entwurf fehlertoleranter Systeme	81
4	Optische Interkonnekts für Multiprozessor-Computersysteme	85
4.1	Lösung der Latenzproblematik	85
4.2	Faser-freiraumoptische Kopplung in planar-integrierten Systemen	87
4.3	Entwurf eines planar-integrierten Netzwerk-Moduls	89
4.4	Aufbau und experimentelle Charakterisierung des Moduls	91
5	Optische Interkonnekts mit Vektor-Matrix-Topologie	95
5.1	Bedeutung für die Kommunikations- und Rechentechnik	95
5.2	Konzeption eines planar-integrierten Demonstrators	98
5.3	Entwurf des optischen Systems	101
5.4	Aufbau und experimentelle Charakterisierung des Demonstrators	104
6	Zusammenfassung und Ausblick	109
A	Experimentelle Systemparameter	113
	Quellenverzeichnis	115