

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 Interkonnect-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 Interkonnects . . | 15 |
| 2.1.1 Elektromagnetische Wellen als Signalträger | 16 |
| 2.1.2 Die Aspekt-Problematik elektrischer Interkonnects | 17 |
| 2.1.3 Vorteile optischer Interkonnects | 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 Interkonnects | 39 |
| 3.1 | Mathematische Modellierung | 40 |
| 3.1.1 | Rigorese 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 Phasenzonenlinsen 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 |