

Dietmar Fey

Optik in der Rechentechnik

Photonisches VLSI und optische Netzwerke

Technische Universität Darmstadt
FACHBEREICH INFORMATIK

B I B L I O T H E K

Inventar-Nr.: 1102-00549

Sachgebiete: _____

Standort: _____



Teubner

B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden

Inhalt

1	Motivation und Stand der Technik.....	9
1.1	Motivation	10
1.2	Entwicklung mikroelektronischer Schaltkreise	11
1.2.1	Von SSI zu VLSI	11
1.2.2	Die Verbindungskrise in der VLSI-Technik	13
1.3	Optische Verbindungen für die Rechentechnik	16
1.3.1	Optische Verbindungen zwischen Baugruppen	17
1.3.2	Optische Verbindungen auf Leiterplatten	20
1.3.3	Optische Verbindungen zwischen integrierten Schaltkreisen	23
1.4	Optische Digital-/Analogrechner	26
1.5	Stand der Technik	27
1.5.1	Optoelektronische Schaltkreise	28
1.5.2	Optische Verbindungstechnik	33
1.5.3	Optoelektronische Architekturen	34
1.5.4	Entwurfswerkzeuge für 3-D OE-VLSI	40
1.6	Optische Netzwerke	40
1.7	Kapitelübersicht	42
2	Einführung in die Technologie der Optik für die	44
	Rechentechnik	44
2.1	Grundlagen der VLSI-Technik	44
2.2	Grundlagen des CMOS-Schaltungsentwurfs	52
2.2.1	N- und P-Kanal-Transistoren	52
2.3	Passive optische Bauelemente zur Lichtwegeführung und -ablenkung	54
2.3.1	Diffraktive optische Elemente	55
2.3.2	Computergenerierte Elemente	57
2.3.3	Holographisch optische Elemente	63
2.3.4	Refraktive Strukturen	66
2.4	Basiselemente von OE-VLSI-Schaltkreisen	69
2.4.1	Physikalische Grundlagen: Absorption, spontane und stimulierte Emission	70
2.4.2	Optische Detektoren	70
2.4.3	Optische Sender	85
2.5	Integrationstechniken	94
2.5.1	Gesteckte Optik	95
2.5.2	Planare Optik	96
2.5.3	Faserfelder	99
3	Allgemeine Leistungsanalyse von 3-D OE-VLSI-Architekturen	102
3.1	Abstraktes Architekturmodell für 3-D OE-VLSI-Systeme	103
3.2	Mathematische Formeln für die parametrisierte Leistungsanalyse	106

4	Architekturbeispiele für effiziente 3-D OE-VLSI-Schaltkreise	113
4.1	Ein optoelektronischer superskalärer 3-D Prozessor für Ganzzahlarithmetik	114
4.1.1	Vorzeichenbehaftete Zahlendarstellung	115
4.1.2	Addition und Subtraktion	116
4.1.3	Realisierung der Multiplikation	117
4.1.4	Realisierung der Division	118
4.1.5	Rückkonvertierung einer SD-Zahl ins 2er-Komplement	120
4.1.6	Abbildung auf eine optoelektronische 3-D Architektur	121
4.1.7	Abschätzung der Rechenleistung	128
4.1.8	Erste Realisierung und Simulationsergebnisse	132
4.2	Optoelektronische 3-D Prozessoren für Festpunktarithmetik	134
4.2.1	CORDIC und Bitalgorithmen	136
4.2.2	Der verallgemeinerte CORDIC	140
4.2.3	Bitalgorithmen	142
4.2.4	Abbildung auf eine 3-D OE-VLSI-Architektur	146
4.3	Optisch rekonfigurierbare Hardware	154
4.3.1	Prinzipielle Vorteile optischer Verbindungen für dynamisch rekonfigurierbare Hardware	156
4.3.2	Beispiele für optoelektronisch rekonfigurierbare Hardware	159
4.3.3	OptoRAP – ein Konzept für eine dynamische rekonfigurierbare optoelektronische Parallelarchitektur	161
4.3.4	Mit OptoRAP emulierbare Architekturen	163
4.4	Ein optoelektronischer paralleler Bildverarbeitungsprozessor für Binärbilder	165
4.4.1	Die Operationen des Bildverarbeitungsprozessors	167
4.4.2	Architektur des Prozessorelements	176
4.4.3	Simulation und Logiksynthese des optischen Bildverarbeitungsprozessors	182
5	Optische Netzwerke.....	191
5.1	Physikalische Grundlagen optischer Netzwerke	192
5.2	Optischer Wellenlängenmultiplex	198
5.3	Komponenten eines optischen WDM-Netzwerkes	200
5.4	Architekturen optischer Netze	207
5.5	Routing-Verfahren in WDM-Ring-Netzen	211
	Literaturverzeichnis	215
	Index	226