

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der wichtigsten verwendeten Symbole	IX
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung dieser Arbeit	2
1.2 Aufbau dieser Arbeit	3
2 Verfahren der Fehlertoleranz	4
2.1 Fehlerklassen und Zuverlässigkeitssteigerung	4
2.2 Fehlermodelle für VLSI-Schaltkreise	7
2.2.1 Fehlermodelle auf Gatterebene	7
2.2.2 Fehlermodelle auf Modulebene	8
2.3 Klassifikation der Defekte nach ihrem zeitlichen Verhalten	9
2.4 Bewertungsmaße für fehlertolerante Schaltungen	10
2.4.1 Verfügbarkeit	11
2.4.2 Ausbeute	13
2.4.3 Abschätzung von Ausbeute und Verfügbarkeit	14
2.5 Modulare Redundanz	16
2.6 Codierungstechniken	19
2.6.1 Grundidee und Klassifizierung von Codes	19
2.6.2 Anforderungen an die Codes	22
2.6.3 Codes und vollständig selbstprüfende Schaltungen	22
2.6.4 Binäre Codes	25
2.6.4.1 n -aus- m -Codes	25
2.6.4.2 Parity-Check-Codes	26
2.6.4.3 Hamming-Codes	27
2.6.4.4 Berger-Codes	29
2.6.5 Arithmetische Codes	30
2.6.5.1 Übersicht über arithmetische Codes	30
2.6.5.2 Nichtsystematische AN -Codes	31
2.6.5.3 Systematische AN -Codes	32
2.6.5.4 Residuen-Codes	33

2.6.6	Verfahren der Modularen Redundanz als Sonderfälle der Codes	41
2.6.7	Vergleichende Bewertung von Codes	42
2.7	Rekonfiguration	43
2.7.1	Grundidee	43
2.7.2	Klassifikationsschema für Rekonfigurationsschemata	44
2.7.3	Beispiele für Rekonfigurationsschemata	45
2.7.3.1	Zeilen-/Spalten-Elimination	46
2.7.3.2	Direkte Rekonfiguration	46
2.7.3.3	Interstitial Redundancy	46
2.7.3.4	Diogenes-Ansatz	48
2.7.4	Zusammenfassung zur Rekonfiguration	49
2.8	Kombination von Rekonfiguration und Fehlererkennung	50
2.9	Zusammenfassung der Eigenschaften der Fehlertoleranztechniken	51
3	Entwurfsverfahren für anwendungsspezifische Array-Prozessoren	52
3.1	Grundkonzept des Entwurfsverfahrens	52
3.2	Algorithmendarstellung und Abhängigkeitsgraph	53
3.3	Manipulationen der Algorithmenrepräsentation	54
3.4	Ableitung der Architektur	56
3.5	Beispiel	58
4	Ein neuer Ansatz zum Entwurf fehlertoleranter Systeme	60
4.1	Formulierung des Entwurfsproblems	60
4.2	Synthese fehlertoleranter Graphen	66
4.2.1	Erweiterung um Codes	66
4.2.2	Erweiterung um Rekonfiguration	67
4.3	Abschätzung der Verfügbarkeit	67
4.3.1	Ableiten des Funktionsfähigkeitsmodells	68
4.3.2	Auswertung des Funktionsfähigkeitsmodells	68
4.4	Eigenschaften zu entwerfender Systeme	69
5	Synthese von durch Codes geschützten Datenpfaden	71
5.1	Definition der Codes	71

5.2	Umsetzung in durch Codes geschützte Datenpfade	72
6	Synthese rekonfigurierbarer Abhängigkeits- und Signalflußgraphen	76
6.1	Möglichkeiten zur Definition der Rekonfigurationsschemata	76
6.2	Zustandsbasierte Definition der Rekonfigurationsschemata	77
6.3	Synthesealgorithmus	82
6.4	Komplexität der Algorithmen	85
7	Verfahren zur Zuverlässigkeitsabschätzung	87
7.1	Ableiten des Funktionsfähigkeitsmodells	87
7.1.1	Ableiten des Funktionsfähigkeitsmodells von mit Codes geschützten Datenpfaden	88
7.1.2	Ableiten des Funktionsfähigkeitsmodells rekonfigurierbarer Anordnungen	90
7.2	Auswertung des Funktionsfähigkeitsmodells	93
8	Implementierung	95
8.1	Die Entwurfsumgebung	95
8.2	Implementierte Programme	96
9	Diskussion des Verfahrens und Beispiele	101
9.1	Dreifach modulare Redundanz	101
9.2	Rekonfiguration eines zweidimensionalen Arrays	101
9.3	Vergleich verschiedener Fehlertoleranztechniken	104
9.4	Lower-Upper-Dekomposition	105
9.5	Bewertung des Verfahrens und Ausblick	109
10	Zusammenfassung	111
A	Formale Beschreibung des Entwurfsverfahrens	113
A.1	Formale Darstellung von Schaltkreisen, Abhängigkeits- und Signalflußgraphen .	113
A.2	Im Entwurfsverfahren verwendete Abbildungen	114
A.3	Formale Darstellung der Rekonfiguration	116
A.4	Entwurf fehlertoleranter Graphen	117
A.5	Definition der Codes	117
A.6	Definition der Rekonfigurationsschemata	118

A.7	Ableiten eines Funktionsfähigkeitsmodells	119
A.8	Auswertung eines Funktionsfähigkeitsmodells	119
B	Operationen und Prüfsymbolberechnung für verschiedene Codes	120
B.1	Operationen	120
B.2	Prüfsymbolberechnung beim Paritätscode	121
B.3	Prüfsymbolberechnung bei Berger-Codes	122
B.4	Prüfsymbolberechnung bei Residuen-Codes	123
C	Beispiele für Rekonfigurationsschemata	125
C.1	Zeilen- oder Spalten-Elemination	125
C.2	Zweidimensionale Rekonfiguration mit nur einem Ersatzelement	125
C.3	Definition eines Rekonfigurationsschemas zur Abbildung	126
D	Darstellung der Codes in der Datenbasis	127
	Literaturverzeichnis	131