

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
1.1	Entwurfsautomatisierung in der Elektronik (EDA)	3
1.2	Hinweise zum Buch	4
1.3	Bedeutung der Entwurfsautomatisierung	6
1.4	Entwicklung der Entwurfsautomatisierung	7
1.5	Übersicht über den Entwurfsprozess.....	9
	1.5.1 Systemspezifikation (System Specification).....	9
	1.5.2 Architekturentwurf (Architectural Design).....	10
	1.5.3 Verhaltensentwurf (Functional Design)	10
	1.5.4 Logikentwurf (Logic Design)	10
	1.5.5 Layoutsynthese (Physical Design)	11
	1.5.6 Layoutverifikation (Layout Verification).....	12
	1.5.7 Herstellung (Fabrication)	13
	1.5.8 Verpackung, Test (Packaging, Testing)	13
1.6	Entwurfsstile	14
	1.6.1 Kundenspezifischer Entwurf	14
	1.6.2 Standardzellen-Entwurf	15
	1.6.3 Makrozellen-Entwurf	17
	1.6.4 Gate-Array-Entwurf	17
1.7	Layoutebenen	19
1.8	Entwurfsregeln	20
1.9	Layoutsynthese als Optimierungsproblem	21
1.10	Rechenkomplexität der Layoutsynthese	23
1.11	Einteilung von Entwurfsalgorithmen	25
1.12	Lösungsqualität von Entwurfsalgorithmen.....	27
1.13	Graphentheoretische Grundbegriffe	27
1.14	Häufig verwendete Layoutbegriffe	30
	Literatur zu Kapitel 1	34
2	Partitionierung.....	37
2.1	Einführung	37
2.2	Begriffsbestimmungen	38
2.3	Optimierungsziele	39
	2.3.1 Externe Verbindungen	39
	2.3.2 Bounded-Size-Partitionierung.....	40
2.4	Partitionierungsalgorithmen	40
	2.4.1 Kernighan-Lin (KL)-Algorithmus	41
	2.4.2 Erweiterungen des Kernighan-Lin-Algorithmus.....	45
	2.4.3 Fiduccia-Mattheyses (FM)-Algorithmus.....	46
	2.4.4 Simulated-Annealing (SA)-Algorithmus.....	54
	Aufgaben zu Kapitel 2	60
	Literatur zu Kapitel 2	60

3	Floorplanning.....	63
3.1	Einführung.....	63
3.2	Optimierungsziele.....	65
3.2.1	Fläche und Form des umschließenden Rechtecks.....	65
3.2.2	Gesamtverbindungslänge.....	65
3.2.3	Fläche und Gesamtverbindungslänge.....	66
3.2.4	Signalverzögerungen.....	66
3.3	Begriffsbestimmungen.....	66
3.4	Algorithmen für das Floorplanning.....	70
3.4.1	Floorplan-Sizing-Algorithmus.....	70
3.4.2	Cluster-Wachstums-Algorithmus (Cluster Growth).....	76
3.4.3	Weitere Algorithmen für das Floorplanning.....	80
3.5	Pinzuordnung (Pin Assignment).....	81
3.5.1	Problembeschreibung.....	81
3.5.2	Pinzuordnung mittels konzentrischer Kreise.....	82
3.5.3	Topologische Pinzuordnung.....	84
	Aufgaben zu Kapitel 3.....	86
	Literatur zu Kapitel 3.....	88
4	Platzierung.....	91
4.1	Einführung.....	91
4.2	Optimierungsziele.....	92
4.2.1	Gewichtete Gesamtverbindungslänge.....	93
4.2.2	Maximale Schnittanzahl.....	95
4.2.3	Lokale Verdrahtungsdichte.....	97
4.2.4	Signalverzögerungen.....	98
4.3	Platzierungsalgorithmen.....	99
4.3.1	Min-Cut-Platzierung.....	100
4.3.2	Min-Cut-Platzierung mit Anschlussfestlegung.....	104
4.3.3	Kräfteplatzierung (Force Directed Placement).....	106
4.3.4	Simulated Annealing.....	110
4.3.5	Quadratische Zuordnung (Quadratic Assignment).....	114
4.3.6	Weitere Platzierungsalgorithmen.....	117
	Aufgaben zu Kapitel 4.....	123
	Literatur zu Kapitel 4.....	124
5	Globalverdrahtung.....	129
5.1	Einführung.....	129
5.1.1	Allgemeines Verdrahtungsproblem.....	129
5.1.2	Globalverdrahtung.....	130
5.2	Begriffsbestimmungen.....	131
5.3	Optimierungsziele.....	135
5.3.1	Kundenspezifischer Entwurf.....	135
5.3.2	Standardzellen-Entwurf.....	136
5.3.3	Gate-Array-Entwurf.....	138
5.4	Abbildung von Verdrahtungsregionen.....	138
5.5	Ablauf der Globalverdrahtung.....	140
5.6	Algorithmen für die Globalverdrahtung.....	141
5.6.1	Steinerbaum-Verdrahtung.....	142

5.6.2	Globalverdrahtung im Verbindungsgraphen	146
5.6.3	Wegsuche mit dem Dijkstra-Algorithmus	150
	Aufgaben zu Kapitel 5	155
	Literatur zu Kapitel 5	156
6	Feinverdrahtung	159
6.1	Einführung	159
6.2	Begriffsbestimmungen	159
6.3	Horizontaler und vertikaler Verträglichkeitsgraph	163
6.3.1	Horizontale Verträglichkeitsdarstellung	163
6.3.2	Vertikale Verträglichkeitsdarstellung	164
6.4	Optimierungsziele	167
6.5	Algorithmen für die Kanalverdrahtung	167
6.5.1	Left-Edge-Algorithmus	167
6.5.2	Dogleg-Left-Edge-Algorithmus	169
6.5.3	Greedy-Kanalverdrahter (Greedy Channel Router)	172
6.6	Switchbox-Verdrahtung	176
6.6.1	Problembeschreibung	176
6.6.2	Algorithmen für die Switchbox-Verdrahtung	177
6.7	OTC-Verdrahtung	178
6.7.1	Problembeschreibung	178
6.7.2	Algorithmen für die OTC-Verdrahtung	180
	Aufgaben zu Kapitel 6	182
	Literatur zu Kapitel 6	183
7	Flächenverdrahtung	187
7.1	Einführung	187
7.2	Begriffsbestimmungen	189
7.3	Festlegung der Netzreihenfolge	191
7.4	Manhattan- und euklidische Metrik	193
7.5	Verdrahtung der Versorgungsnetze	194
7.6	Optimierungsziele	196
7.7	Sequentielle Verdrahtungsalgorithmen	197
7.7.1	Rasterverdrahtung nach Lee	197
7.7.2	Rasterverdrahtung mit Wegwichtung	203
7.7.3	Linienverdrahtung	207
7.8	Quasiparallele Verdrahtung	211
7.8.1	Hierarchische Verdrahtung	211
7.8.2	Rip-Up and Reroute	212
7.9	Dreidimensionale Verdrahtung	215
7.9.1	Rasterverdrahtung	216
7.9.2	Mehrstufen-Verdrahtung	217
7.9.3	Planarverdrahtung	217
7.9.4	Turmverdrahtung	218
7.10	X-Verdrahtung	220
7.10.1	Oktilineare Steinerbäume	220
7.10.2	Oktilineare Wegsuche	222
	Aufgaben zu Kapitel 7	223
	Literatur zu Kapitel 7	225

8	Kompaktierung	229
8.1	Einführung	229
8.2	Begriffsbestimmungen	230
8.3	Symbolisches Layout	232
8.4	Kompaktierungsalgorithmen	233
	8.4.1 Schnittkompaktierung	233
	8.4.2 Abstandsgraph-Kompaktierung	236
	Aufgaben zu Kapitel 8	242
	Literatur zu Kapitel 8	243
A	Lösungen zu den Aufgaben	247
	Kapitel 2. Partitionierung	247
	Kapitel 3. Floorplanning	249
	Kapitel 4. Platzierung	251
	Kapitel 5. Globalverdrahtung	253
	Kapitel 6. Feinverdrahtung	254
	Kapitel 7. Flächenverdrahtung	257
	Kapitel 8. Kompaktierung	259
B	Begriffe, Symbole, Datenformate	263
B.1	Layoutabkürzungen und -begriffe (Auswahl).....	263
B.2	Symbole von Bauelementen und Zellen (Auswahl)	266
B.3	Layoutbeispiele von CMOS-Standardzellen.....	269
B.4	Layout-Datenformate	270
	Sachwortverzeichnis	271