

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Integrierte Schaltungen	11
1.1 Begriffserklärungen	13
1.2 Technologien integrierter Schaltungen	15
1.2.1 Bipolare Technologien	21
1.2.1.1 Analoge Schaltungen	23
1.2.1.2 RTL	26
1.2.1.3 DTL	26
1.2.1.4 DCTL	27
1.2.1.5 TTL	28
1.2.1.6 ECL	30
1.2.1.7 I ² L	32
1.2.2 MOS-Technologien	33
1.2.2.1 PMOS	35
1.2.2.2 NMOS	38
1.2.2.3 CMOS	39
1.2.2.4 MOS für hohe Ströme und Spannungen	46
1.2.3 Mischtechnologien	49
1.2.4 Grundmaterial Galliumarsenid	51
1.3 Entwurf und Fertigung	53
1.3.1 Schaltungsentwurf	53
1.3.2 Maskenerstellung	54
1.3.3 Scheibenfertigung	55
1.3.4 Montage	57
1.4 Rechner für den IC-Entwurf	57
1.4.1 Personal Computer	57
1.4.2 Workstations	59
1.4.3 Großrechner	59
1.4.4 Terminals	61
2 Rechnergestützte Schaltungsentwicklung	63
2.1 Simulation	64
2.1.1 Analogsimulation	64
2.1.2 Digitalsimulation	69
2.1.3 Mischsimulation	73
2.1.4 Schaltplaneingabe	75
2.1.5 Ergebnisdarstellung	79
2.2 Zusätzliche Software-Werkzeuge	80
2.2.1 Sensitivity	80
2.2.2 Optimierung	82
2.2.3 Fourieranalyse	83

2.2.4	Temperaturberechnungen	86
2.3	Beispiele weitverbreiteter Simulationsprogramme	86
2.3.1	Analogprogramme	86
2.3.1.1	SPICE	86
2.3.1.2	NAP2	91
2.3.1.3	DOMOS/DEMONA	93
2.3.1.4	Sonstige Analogprogramme	95
2.3.2	Digitalprogramme	97
2.3.2.1	DISIM	97
2.3.2.2	HILO	102
2.3.2.3	L	104
2.3.2.4	CADAT	105
2.3.2.5	QuickSim	105
2.3.2.6	Digi64 / ROSIMON	107
2.3.2.7	RTS	112
2.3.2.8	Sonstige Digitalprogramme	117
2.3.3	Sonstige Simulationsprogramme	117
2.3.3.1	ViewSim A/D	118
2.3.3.2	MIXsim	119
2.3.3.3	SPLICE	121
2.3.3.4	SABER	122
2.3.3.5	DINAP	123
2.3.3.6	SCAR	125
2.3.3.7	SwitCap	125
3	Computerhilfe für das Layout	127
3.1	Zeichenprogramme	132
3.2	Automatisches Layout	136
3.2.1	Lee-Algorithmus	142
3.2.2	Channel Router	149
3.2.3	Pattern Router	149
3.2.4	Line Probe Router	150
3.3	Layoutkontrolle	152
3.3.1	Geometrie-Überprüfung	153
3.3.2	Funktions-Überprüfung	154
3.3.3	Leistungs-Überprüfung	154
3.4	Datenübergabe	155
3.4.1	CIF	155
3.4.2	BIF	156
3.4.3	EDIF	161
3.4.4	IGES	162
3.4.5	GDS2	163
3.4.6	VHDL	163
3.5	Umsetzen des Layouts in Hardware	163
4	Test mit Rechnerhilfe	165
4.1	Testmustergenerierung und Fehlersimulation	168
4.2	Berücksichtigung der Testbarkeit beim Entwurf	180
4.2.1	Mitintegrierter Testgenerator	180
4.2.2	Prüfbus	180
4.2.3	Scan-Register	181
4.2.4	Preload und Reset	181

4.2.5	Blocktest	182
4.3	Testsysteme	182
5	Physikalische Berechnungen und Modelle	187
5.1	Grundlagen	187
5.1.1	Grundgesetze	188
5.1.2	Passive Bauelemente	189
5.1.2.1	Widerstände	190
5.1.2.2	Kondensatoren	195
5.1.2.3	Spulen	200
5.1.2.4	Leitungen	202
5.1.2.5	Dioden	203
5.1.3	Modellierung von bipolaren Transistoren	212
5.1.3.1	Ebers-Moll-Modell	215
5.1.3.2	Ladungssteuerungsmodell	221
5.1.3.3	Gummel-Poon-Modell	224
5.1.3.4	Ciacoletto-Modell	229
5.1.3.5	Linville-Modell	231
5.1.3.6	Spice-Bipolarmodell	233
5.1.4	Modellierung von JFETs	237
5.1.5	Modellierung von MOSFETs	241
5.1.5.1	Domos-Modell	245
5.1.5.2	Spice-MOS-Modelle	247
5.2	Modellbibliotheken	252
5.3	Makromodelle	255
5.3.1	Verstärkermodelle	256
5.3.2	Gattermodelle	259
5.3.3	Baugruppenmodelle	262
5.3.4	Silizium Compiler	267
5.4	Simulationsprogramme auf physikalischer Ebene	270
6	Komplette CAD-Systeme	271
6.1	Übergreifende Systeme	274
6.2	VLSI-Systeme	274
6.3	Entwicklungssysteme für Gate Arrays	276
6.4	Entwicklungssysteme für programmierbare Logik	278
7	Gruppen integrierter Bauelemente	279
7.1	Vollständig kundenspezifische ICs	282
7.2	Sonstige ASICs	283
7.2.1	Gate Arrays	284
7.2.1.1	Standard-Arrays	294
7.2.1.2	Technologische Weiterentwicklungen	297
7.2.1.3	System-Weiterentwicklungen	301
7.2.2	Analoge Arrays	304
7.2.2.1	Maskenprogrammierbare Filter	307
7.2.2.2	Transistorarrays	309
7.2.3	Standardzellen	311
7.3	Standardbausteine	323
7.3.1	Analoge Standard-ICs	324
7.3.2	Digitale Standard-ICs	325
7.4	Programmierbare Bausteine	328

7.4.1	Programmierbare Speicher	329
7.4.1.1	PROM	330
7.4.1.2	EPROM	332
7.4.1.3	EEPROM	334
7.4.1.4	Programmiergeräte	336
7.4.2	Programmierbare Logik	337
7.4.2.1	PLD	340
7.4.2.2	EPLD	348
7.4.2.3	EEPLD	350
7.4.2.4	LCA	351
7.4.2.5	Programmiergeräte	355
7.4.2.6	Programmiersoftware	357
8	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen	369
8.1	Hardware-Kosten	376
8.2	Software-Kosten	380
8.3	Bausteinspezifische Kosten	383
8.4	Zeitbedarf	389
8.5	Kostenvergleiche	390
9	Technologietransfer auf dem Gebiet des IC-CADs	397
9.1	Entscheidungshilfen bei der Systemwahl	397
9.2	Systembezogene Fortbildung	401
9.3	Staatliche Förderung	404
10	Literaturhinweise	407