

Dipl.-Ing. Eckhard Braß, Unterhaching

Untersuchung der lokalen und globalen Herstell- genauigkeit integrierter Halbleiterbauelemente

Reihe **9**: Elektronik

Nr. **255**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Schlüsselfunktion der Halbleiterindustrie	1
1.2	Der Wettbewerbsfaktor Produktqualität	2
1.3	Arten von Parameterschwankungen im Herstellprozeß	4
1.4	Die Notwendigkeit statistischer Schaltungssimulationen	5
1.5	Das Simulationsprogramm GAME	8
1.6	Ziel der Arbeit	10
2	Statistische Grundlagen	11
2.1	Modellverteilungen und Lagegrößen	11
2.2	Schätzung von Lageparametern	13
2.3	Statistische Meßdatenaufbereitung	14
2.3.1	Test auf Normalverteilung von Kolmogoroff-Smirnow	15
2.3.2	Test auf Ausreißer nach Grubbs	16
2.3.3	Meßdatenaufbereitung mit dem Programm Checker	16
2.4	Das allgemeine Fehlerfortpflanzungsgesetz	17
2.5	Erzeugung korrelierter, normalverteilter Zufallszahlen	17
2.6	Lineare Regression	19
3	Die automatisierte Meßumgebung	20
3.1	Aufbau des Extraktionssystems	20
3.2	Maßnahmen zur Steigerung der Meßgenauigkeit	22
4	Untersuchung von MOS-Transistoren	24
4.1	Stand der Forschung	24
4.2	Teststruktur für MOS-Transistoren	24
4.3	Berechnung des statistischen Stromfehlers	25
4.4	Messung der lokalen und globalen Stromfehler	26
4.5	Verteilung der lokalen und globalen Stromfehler	30

4.6	Das Faustformelverfahren	32
4.6.1	Motivation	32
4.6.2	Beschreibung des Verfahrens	32
4.6.3	Verifikation des Faustformelverfahrens	36
4.6.4	Extraktionsergebnisse	38
4.6.5	Beschreibung des Gesamtsystems	43
4.6.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	44
4.7	Parameterextraktion durch YIELD-Iteration	45
4.7.1	Motivation	45
4.7.2	Beschreibung des Verfahrens	45
4.7.3	Aufbau des Extraktionsprogrammes	46
4.7.4	Verifikation der YIELD-Iteration	49
4.7.5	Extraktionsergebnisse	50
4.7.6	Beschreibung des Gesamtsystems	53
4.7.7	Zusammenfassung der Ergebnisse	53
4.8	Extraktion durch Parameter-Optimierung	54
4.8.1	Motivation	54
4.8.2	Beschreibung des Gesamtsystems	54
4.8.3	Aufbau einer SUCCESS-Steuerdatei	56
4.8.4	Aufbau einer HSPICE-Steuerdatei	58
4.8.5	Verifikation des Optimierungsverfahrens	60
4.8.6	Extraktionsergebnisse	62
4.8.7	Zusammenfassung der Ergebnisse	67
4.9	Diskussion der MOSFET-Extraktionsergebnisse	68
4.9.1	Korrelationen der statistischen Parameter	68
4.9.2	Einfluß des Transistorabstandes auf die Selbstähnlichkeit	72
4.9.3	Untersuchung kleiner und großer Transistoren	74
4.9.4	Temperaturabhängigkeit der statistischen Parameter	75
4.9.5	Vorteile des EKV-MOSFET-Modelles	78

4.10	Zusammenstellung der statistischen Parameter	81
5	Untersuchung von Widerständen	85
5.1	Stand der Forschung	85
5.2	Teststruktur für integrierte Widerstände	85
5.3	Parametervariationen von Polysilizium-Widerständen	86
5.4	Untersuchung implantierter Widerstände	89
5.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	92
6	Untersuchung von Kondensatoren	93
6.1	Stand der Forschung	93
6.2	Teststruktur für integrierte Kondensatoren	93
6.3	Extraktionsergebnisse	97
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	99
7	Vergleich von Simulation und Meßergebnissen	100
7.1	Untersuchung einer Komparatorschaltung	100
7.2	Untersuchung von A/D-Wandlerzellen	104
8	Zusammenfassung und Ausblick	115
	Dimensionierungen	117
	Literatur	121