

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	7
<b>1. Einleitung . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>2. MOS-Techniken für die Systemintegration . . . . .</b>	<b>13</b>
2.1 Substratmaterialien für die MOS-Techniken . . . . .	14
2.2 Oxidation des dotierten Siliziums . . . . .	18
2.3 Fotolithografie und selektive Diffusion . . . . .	20
2.4 Ionenimplantation ersetzt Diffusion . . . . .	23
2.4.1 Beispiel aus der Kontakttechnologie . . . . .	27
2.4.2 Ionenimplantation zur Verschiebung der Transistor-Schwellenspannungen . . . . .	28
2.5 Vorteile der Silizium-Gate-Technologie für den Schaltungsentwurf . . . . .	34
2.6 CMOS-Silizium-Gate-Technologie als Basis der Systemintegration . . . . .	35
2.7 Parasitäre Bipolartransistoren in CMOS-Strukturen – Latch-up-Effekt . . . . .	41
2.8 Aktive Transistoren der CMOS-Technik . . . . .	44
2.9 Ähnliche Verkleinerung (Skalierung) der MOS-Strukturen . . . . .	44
<b>3. Schaltungselemente zur Integration analoger Funktionen . . . . .</b>	<b>50</b>
3.1 Der MOS-Transistor als analoges Schaltungselement . . . . .	50
3.1.1 Grundlagen zur analytischen Beschreibung des MOS-Transistor-Verhaltens . . . . .	53
3.1.2 Steilheit (Vorwärtsübertragungs-Verhältnis) . . . . .	55
3.1.3 Einfluß des Substrateffektes auf die Steilheit (Substratsteilheit) . . . . .	56
3.1.4 Differentieller Drain-Source-Leitwert . . . . .	57
3.1.5 Eingangswiderstand des MOS-Transistors . . . . .	58
3.1.6 Kleinsignal-Ersatzschaltbild für das Sättigungsgebiet . . . . .	59
3.1.7 Kanallängen-Reduktionsfaktor . . . . .	61
3.2 Kapazitäten in der MOS-Schaltungstechnik . . . . .	63
3.2.1 Spannungscharakteristik der MOS-Kapazität . . . . .	64
3.2.2 Integrierbare MOS-Kondensatoren . . . . .	66
3.2.3 Parasitäre Kapazitäten des MOS-Transistors . . . . .	69
3.2.4 Kapazitätskomponenten der Diffusionsgebiete . . . . .	73
3.3 Widerstände in der MOS-Technik . . . . .	76
3.4 MOS-Transistoren als Schalter . . . . .	78

<b>4. Grundsaltungen für den MOS-Operationsverstärker</b>	83
4.1 Inverter (Sourceschaltung des MOS-Transistors)	83
4.1.1 Inverter in Einkanal-MOS-Technik	84
4.1.2 Inverter in CMOS-Technik	94
4.1.3 Modifizierte Inverterstufen – Millereffekt	100
4.2 Spannungsfolger (Sourcefolger, Drainschaltung)	104
4.3 Konstantstromquellen-Schaltungen	107
4.3.1 Stromspiegel mit MOS-Transistoren	107
4.3.2 Beispiel einer CMOS-Konstant-Strom-/Spannungsquelle	109
4.4 Schaltungen zum Einstellen von Referenzspannungen	114
4.4.1 Spannungsteiler in n-Kanal-Technik	114
4.4.2 Spannungsteiler in CMOS-Technik	116
4.5 Differenzstufen	118
4.5.1 Beispiel einer Differenzstufe in n-Kanal-Technik	118
4.5.2 Kenngrößen der NMOS-Differenzstufe	123
4.5.3 Weitere Bauformen der Differenzstufe	126
4.5.4 CMOS-Differenzstufen	128
4.5.5 CMOS-Differenzstufe mit Stromspiegellast	129
4.6 Phasenumkehr- und -addierstufe der Einkanal-Technik	133
<b>5. Beispiele analoger Systemkomponenten</b>	140
5.1 Operationsverstärker in Enhancement/Depletion-Einkanal-Technik	141
5.2 CMOS-Operationsverstärker	146
5.3 Filter mit geschalteten Kondensatoren (SC-Filter)	149
5.4 Schneller 6-Bit-Parallel-A/D-Umsetzer	156
<b>6. Zusammenfassung</b>	162
Liste der verwendeten Formelzeichen	164
Literaturverzeichnis	167
Register	175