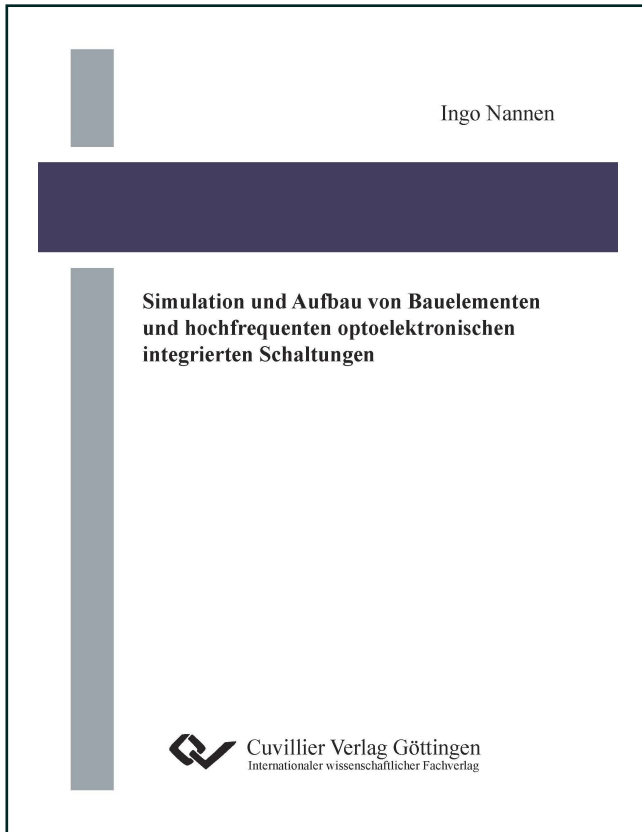




Ingo Nannen (Autor)

Simulation und Aufbau von Bauelementen und hochfrequenten optoelektronischen integrierten Schaltungen



Ingo Nannen

**Simulation und Aufbau von Bauelementen
und hochfrequenten optoelektronischen
integrierten Schaltungen**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6435>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Aufbau der Arbeit	3
2. Übersicht über die verwendeten Bauelemente	5
2.1. Heterostruktur-Feldeffekttransistor	6
2.1.1. Funktionsweise eines HFETs	6
2.1.2. Schichtaufbau eines HFETs	7
2.1.3. Kleinsignalersatzschaltbild eines HFETs	9
2.1.4. Großsignalmodell eines HFETs	13
2.2. Heterostruktur-Bipolartransistor	17
2.2.1. Funktionsweise eines HBTs	17
2.2.2. Schichtaufbau eines HBTs	18
2.2.3. Kleinsignalersatzschaltbild eines HBTs	20
2.2.4. Großsignalmodell eines HBTs	23
2.3. Photodioden	27
2.3.1. pn-Diode	27
2.3.2. pin-Diode	29
2.3.3. Kleinsignalersatzschaltbild einer pn-Diode und einer pin-Diode	30
3. Optische Datenübertragung	31
3.1. Optische Übertragungsstrecke	31
3.2. Phasenumtastung	32
3.3. Polarisationsmultiplex	34
3.4. synQPSK-Projekt	34
4. Untersuchte Schaltungskonzepte	37
4.1. Charakteristische Größen von Verstärkern	37
4.2. Transimpedanzverstärker	40
4.2.1. Die Eingangsstufe	41
4.2.2. Der Impedanzwandler	42
4.2.3. Der Differenzverstärker	42
4.3. Optische Empfänger auf Basis von TIA und Photodioden	44
5. Beschreibung der Messtechnik	47
5.1. Streuparametermesstechnik	47
5.2. Hochfrequenzmessplatz	48
5.3. Parameterextraktionsverfahren	49
5.3.1. OPEN- und SHORT-Messungen für den HFET	49



5.3.2.	Extraktion nach Dambrine und Berroth	51
5.3.3.	Charakteristische Hochfrequenzgrößen eines HFETs	53
5.3.4.	OPEN- und SHORT-Messungen für den HBT	54
5.3.5.	Charakteristische Hochfrequenzgrößen eines HBTs	55
5.4.	Aufbau des optisch-elektrischen Messplatzes	56
6.	Physikalische Simulationen der Bauelemente	61
6.1.	Grundlagen der physikalischen Simulation	62
6.2.	Grundgleichungen der physikalischen Simulation	63
6.3.	Modelle der physikalischen Simulationen	66
6.3.1.	Ladungsträgerstatistikmodelle	66
6.3.2.	Mobilitätsmodelle	67
6.3.3.	Ladungsträger Generations- und Rekombinationsmodell	69
6.3.4.	Stoßionisationsmodelle	71
6.3.5.	Simulation des Schottky-Kontakts	72
6.4.	Materialparameter der physikalischen Simulation	75
7.	Ergebnisse der physikalischen Simulation	79
7.1.	Simulationen einer pin-diode	79
7.2.	Simulationen eines Heterostrukturübergangs	84
7.3.	Simulationen eines HFETs	85
7.4.	Simulationen eines HBTs	89
8.	Entwicklungskonzepte der Transimpedanzverstärker	93
8.1.	Transimpedanzverstärker mit einzelnen Photodioden	93
8.2.	Transimpedanzverstärker mit balancierten pin-Dioden	96
9.	Realisierung der optischen Empfänger	109
9.1.	Prozess-Technologie eines HFETs	109
9.1.1.	Unterschiedliche HFET-Layouts	111
9.2.	Prozess-Technologie eines HBTs	113
9.3.	Prozess-Technologie einer pin-Diode	115
9.4.	Integrationskonzepte von Transistoren und Photodioden	117
9.4.1.	Integrationskonzept von HFET und pin-Diode	117
9.4.2.	Integrationskonzept von HBT und pn-Diode	119
9.5.	Layout eines Transimpedanzverstärker auf der Basis von HFETs	120
9.6.	Layout eines Transimpedanzverstärkers auf der Basis von HBTs	123
10.	Untersuchungen an Transimpedanzverstärkern	127
10.1.	Gleichstrommessungen der HFETs	127
10.1.1.	Optimierung des Schichtaufbaus	130
10.1.2.	Optimierung der Prozess-Technologie	132
10.1.3.	Optimierung des Schichtwiderstands	133
10.2.	Untersuchungen an Transimpedanzverstärkern mit HFET	135
10.2.1.	Hochfrequenzmessungen an HFET-Transimpedanzverstärkern	135
10.2.2.	Untersuchung der Verbindungsleitungen	138



10.2.3. Anpassung des <i>EEHEMT1</i> -Modells	141
10.2.4. Einfluss der Eingangsströme auf die Transimpedanz	142
10.2.5. Gleichstromverhalten des Transimpedanzverstärkers auf Basis der HFETs	143
10.2.6. Untersuchung des Feedbackwiderstands	146
10.2.7. Untersuchung der optischen Transimpedanz	148
10.3. Untersuchungen an Transimpedanzverstärkern mit HBTs	149
10.4. Vergleich der beiden Schaltungskonzepte	150
11. Zusammenfassung	153
A. Anhang	155
A.1. Wichtige Zweitor-Parameter	155
A.2. Zweitorgleichungen	155
Literaturverzeichnis	157
Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen	165
Verzeichnis der verwendeten Konstanten	165
Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen	165
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	174
Abbildungsverzeichnis	181
Tabellenverzeichnis	181
Danksagung	183