



Tim Maiwald (Autor)

**Integrierte Hochfrequenzschaltungen in SiGe
BiCMOS-Technologien für die breitbandige
Datenübertragung im D-Band**

Integrierte Hochfrequenzschaltungen
in SiGe BiCMOS-Technologien für die
breitbandige Datenübertragung im D-Band

Tim Maiwald

 Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8912>

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

Kurzfassung	III
Abstract	V
1. Einleitung	1
1.1. Überblick zum Stand der Technik	3
1.2. Motivation, Einordnung und Aufbau der Arbeit	8
2. Voraussetzungen für den Entwurf von Kommunikationssystemen über 100 GHz	13
2.1. Grundlegende Nachrichtentechnische Hintergründe und Herausforderungen	13
2.2. Spezielle Herausforderungen drahtloser Systeme über 100 GHz	19
2.2.1. Herausforderungen breitbandiger Systeme mit Beam-Steering	21
2.2.2. Übersicht möglicher Architekturen für Sender- und Empfänger über 100 GHz	24
2.2.3. Zusammenfassung und Fazit	26
2.3. Einführende Betrachtungen zum Entwurf integrierter Schaltungen über 100 GHz mit Infineons SiGe BiCMOS-Technologien	27
2.3.1. High-Speed-Transistoren	29
2.3.2. Passive HF-Komponenten	30
3. Systematischer Entwurf passiver Komponenten für breitbandige Schaltungen im D-Band	33
3.1. Designautomatisierung passiver HF-Komponenten	34
3.1.1. Umsetzung Skript-basierter Layoutbeschreibung von HF-Strukturen	34
3.1.2. Integration in Design-Umgebungen und -Abläufe	36
3.1.3. Fazit und Ausblick zur Designautomatisierung	39
3.2. Entwurf breitbandiger Schaltungen mittels Mikrostreifenleitungen	39
3.2.1. Parameterbestimmung von Hochfrequenz (HF)-Leitungsmodellen	40
3.3. Entwurf breitbandiger Schaltungskomponenten basierend auf gekoppelten Leitungen	44
3.3.1. Uniforme, gekoppelte Leitungen in inhomogenem Medium	46
3.4. Beispiele für die Implementierung integrierter Komponenten mit gekoppelten Leitungen	49
3.4.1. Entwurf integrierter Marchand-Baluns	50

3.4.2.	Entwurf integrierter Lange-Koppler	53
3.4.3.	Diskussion der Ergebnisse	55
4.	Entwurf eines Empfänger-Front-Ends für ein dual-polarisiertes Antenna-In-Package-System	57
4.1.	Systemkonzept und Vorbetrachtung	57
4.2.	Entwurf eines rauscharmen und breitbandigen D-Band Verstärkers	59
4.2.1.	Vorbetrachtungen	59
4.2.2.	Schaltungsentwurf	62
4.2.3.	Ergebnisse und Auswertung	67
4.3.	Entwurf eines breitbandigen und rauscharmen D-Band Abwärtsmischers	71
4.3.1.	Vorbetrachtungen	71
4.3.2.	Schaltungsentwurf	74
4.3.3.	Ergebnisse und Auswertung	76
4.4.	Aufbau des dual polarisierten D-Band Empfängers	79
4.4.1.	Frequenzvervielfacher	80
4.4.2.	Ansteuerung und digitale Konfigurationsschnittstellen	81
4.4.3.	Ergebnisse der Wafer-Prober-Messungen	83
4.4.4.	Packaging und Demonstratoraufbau	85
4.4.5.	Fazit	86
5.	Komponentenentwurf breitbandiger D-Band Modulatoren und Sender	91
5.1.	Entwurf eines breitbandigen und Koppler-basierten Phasenschiebers	91
5.1.1.	Vorbetrachtung	91
5.1.2.	Schaltungsentwurf	92
5.1.3.	Ergebnisse und Auswertung	93
5.2.	Entwurf eines breitbandigen D-Band Leistungsverstärkers	96
5.2.1.	Vorbetrachtung	96
5.2.2.	Schaltungsentwurf	98
5.2.3.	Ergebnisse und Auswertung	100
5.3.	Entwurf eines Vektoradditions-basierten 16-QAM RF-DACs	103
5.3.1.	Vorbetrachtung zu Modulatoren und RF-DACs	103
5.3.2.	Vektoraddition als Konzept für Modulationen höherer Ordnung	105
5.3.3.	Passive Komponenten für Vektoroperationen	106
5.3.4.	Schaltungen für Quaternary-Phase-Shift-Keying (QPSK)-Modulation und Synchronisation	107
5.3.5.	Messungen	110
5.3.6.	Auswertung und Ergebnisse	112
5.3.7.	Einordnung und Ausblick	114
6.	Zusammenfassung und Ausblick	117
A.	Appendix Kapitel 3	121
A.1.	Extraktion von Mikrostreifenleitungsparametern	121

A.2. Parameter symmetrisch gekoppelter Leitungen	121
A.3. Beispiel für die Layout-Parametrisierung eines Lange-Kopplers	122
B. Appendix Kapitel 5	125
B.1. Python-Skript des Anpassnetzwerks für den vorgestellten Leistungs- stärker	125
B.2. RF-DAC	126

Abkürzungsverzeichnis	129
Literatur	131
Tabellen und Abbildungen	151
Danksagung	157
Eigene Veröffentlichungen	159