

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Der Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor	4
2.1	Grundlagen des SiGe-HBTs	5
2.2	Beschreibung des ATMEL-SiGe1-Prozesses	9
2.3	Modellieren der SiGe-Heterobipolartransistoren	11
3	Konzentrierte passive Strukturen	15
3.1	Kapazitäten auf dem ATMEL-Prozess	15
3.2	Spulen und Koppler	16
3.2.1	Spulen auf dem ATMEL-Prozess	17
3.2.2	Gekoppelte Spulen im ATMEL-Prozess	21
3.2.3	Spulen auf dielektrischen Schichten	25
4	Verteilte passive Strukturen	29
4.1	Hochfrequenzleitungen	29
4.1.1	Koplanarleitungen	31
4.1.2	Mikrostreifenleitungen	34
4.1.3	Triplate-Leitungen	37
4.2	Antennen auf Waferebene	40
4.2.1	Patchantennen	41
4.2.2	Schlitzantennen	44
4.2.3	Schleifenantennen	47

5	Oszillatoren	50
5.1	Einführung	50
5.2	Grundlagen des Oszillatorentwurfes	51
5.3	Entwurf eines differentiellen Oszillators	53
5.3.1	Messungen und Simulationen des 24 GHz-Oszillators	57
5.3.2	24 GHz-Oszillator mit Puffer-Verstärker	60
5.3.3	Realisierter 32 GHz-Oszillator mit und ohne Puffer-Verstärker	62
6	Integrationstechnologien	65
6.1	Zwischenebenenisolatoren und Membranen auf Polymerbasis	66
6.1.1	Grundlagen und Eigenschaften von BCB	67
6.1.2	Bearbeitung von photosensitivem BCB	71
6.2	Siliziumätzen	74
6.3	Integrationstechnologie für Schleifenantennen	78
6.4	Integrationstechnologie für Patchantennen	82
6.5	Übergang vom integrierten Schaltkreis zum Substrat	84
6.6	Bestimmung der abgestrahlten Leistung	86
7	Aufbauten mit den Modulen mit BCB-Membrane	89
7.1	Stabilität und Zuverlässigkeit der Membranen	89
7.2	Verkapselung der Module mit Membranen	90
	Zusammenfassung	93
	Anhang	95
A.1	Korrektur von Anschluss-Parasitäten	95
A.2	Die Parameter des MEXTRAM-Modells	98
A.3	Aufteilung der MEXTRAM-Parameter bei der Extraktion	100
A.4	Gleichungen des Kapazitätsmodells	101
A.5	Spulenbibliothek auf dem ATMEL-Prozess	102
A.6	Algorithmus zum Charakterisieren der Leitungen	103
A.7	Reduzierung der Prozessschritte	105
A.8	Prozessfluss der Schleifenantennen	106
A.9	Prozessfluss der Patchantennen	109

A.10 Versuchsaufbau zum Auslenken der Membranen	111
A.11 Versuchsaufbau für die Temperaturzyklen	112
A.12 Fernfeldmessungen an den Schleifenantennen	113
A.13 Röntgendiffraktometriemessungen an BCB-Membranen	116
A.14 Doppler Sensoren bei 24 GHz und 32 GHz	117
Verwendete Formelzeichen	122
Literaturverzeichnis	126
Veröffentlichungen als Erstautor	137
Veröffentlichungen als Koautor	139
Danksagung	141
Lebenslauf	142