

**Diplomarbeit**  
im Studiengang Nachrichtentechnik/Kommunikationstechnik der



Thema:

***Untersuchung der Performanz von Dünnschichten  
im HF-Bereich bis 10 GHz in Abhängigkeit vom  
Trägermaterial und von der Dicke der BCB-Schicht***

angefertigt von:

**Abderazak Ziri**

angefertigt am:



**Fraunhofer** Institut  
Zuverlässigkeit und  
Mikrointegration

Leiter:

**Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. H. Reichl**

Betreuer FhG IZM Berlin: Dipl.-Ing. Kai Zoschke

Betreuer HTW Berlin: Prof. Dr. J. Meißner

2. Juni 2009

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Herstellung der Proben</b> .....	<b>3</b>
2.1	Grundprozesse der Dünnschichttechnik.....	3
2.1.1	Sputtern .....	3
2.1.2	Fotolithografie .....	4
2.1.3	Ätzen .....	5
2.2	Testlayout .....	6
2.2.1	Basismaterial .....	6
2.2.2	Dünnschichtaufbau .....	6
2.2.3	Dünnschichtspule .....	7
2.3	Gesamtprozessablauf .....	9
<b>3</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>12</b>
3.1	S-Parameter .....	12
3.2	Maxwellsche Gleichungen .....	16
3.3	Moden.....	17
3.3.1	TEM-Wellen.....	17
3.3.2	Quasi-TEM-Wellen.....	18
3.4	Koplanare Wellenleiter.....	19
3.4.1	Charakterisierung einer CPW-Leitung.....	20
<b>4</b>	<b>Simulationswerkzeuge</b> .....	<b>24</b>
4.1	CST Microwave Studio .....	24
4.1.1	Graphische Benutzeroberfläche .....	25
4.1.2	Modellierung der Struktur .....	26
4.1.3	Gitter.....	27
4.1.4	Ports.....	28
4.1.5	Simulator .....	29
4.1.6	Randbedingungen.....	30
4.2	Advanced Design System (ADS) .....	31
4.2.1	Graphische Benutzeroberfläche .....	31
4.2.2	Simulation .....	34
4.2.3	Parameterextraktion .....	34
<b>5</b>	<b>Untersuchung der Referenzstrukturen</b> .....	<b>35</b>
5.1	Auswahl der Strukturen .....	35
5.2	Verlustmechanismen in der Leitungsstruktur.....	36
5.2.1	Verluste in der Kupferschicht .....	37
5.2.2	Verluste im Siliziumsubstrat .....	40
5.3	Messtechnische Charakterisierung der Leitungsstrukturen.....	42
5.3.1	Mess- bzw. Simulationsergebnisse der Dämpfung der Referenzstrukturen .....	43
5.3.2	Diskussion der Ergebnisse .....	45
5.4	Modellierung und Extraktion mit ADS .....	48
5.4.1	Modellierung mit ADS.....	48
5.4.2	Anleitung zur Durchführung der Parameterextraktion mit ADS .....	50

5.4.3	Mess- bzw. Simulationsergebnisse der Extraktion der Referenzstrukturen.....	54
5.4.4	Diskussion der Ergebnisse .....	54
<b>6</b>	<b>Untersuchung der Dünndfilmsspulen .....</b>	<b>56</b>
6.1	Entwurfsparameter der Dünndfilmsspule .....	56
6.2	Bestimmung der Performanzparameter einer Dünndfilmsspule .....	57
6.2.1	Bestimmung der Induktivität einer Dünndfilmsspule.....	57
6.2.2	Bestimmung des Güte-Faktors einer Dünndfilmsspule .....	60
6.3	Modellierung der Dünndfilmsspule .....	61
6.4	Messtechnische Charakterisierung der Dünndfilmsspulen .....	63
6.4.1	Ergebnisse der S-Parametermessung der Dünndfilmsspulen .....	64
6.4.2	Diskussion der Ergebnisse .....	69
6.5	Parameterextraktion der Dünndfilmsspule mit ADS .....	70
6.5.1	Vorüberlegungen zur Extraktion mit ADS.....	70
6.5.2	Ergebnisse der Parameterextraktion.....	71
<b>7</b>	<b>Weiterführende Überlegungen zur Verbesserung der Performanz einer Dünndfilmsspule auf Siliziumsubstrat .....</b>	<b>74</b>
7.1	Virtuelles Testlayout.....	74
7.2	Darstellung und Auswertung der Ergebnisse .....	75
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>77</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>80</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>84</b>

**ANHANG A: Extrahierte Parameter der Dünndfilmsspulen**

**ANHANG B: Graphische Darstellung der Extraktionsergebnisse**