

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Grundlagen	5
2.1 Tintenstrahldruckverfahren	5
2.1.1 Funktionsprinzip	6
2.1.2 Anforderungen	7
2.1.3 Suspensionsrheologie	11
2.1.4 Coffee stain effect	12
2.1.5 Auflösung und Linienbildung	14
2.2 Steuerbare Mikrowellendielelektrika	17
2.2.1 Dielektrische Werkstoffe	17
2.2.2 Ferroelektrika für Mikrowellenanwendungen	20
2.2.3 Barium-Strontium-Titanat	21
2.2.4 Steuerbare Mikrowellenbauteile auf Basis ferroelektrischer Schichten	24
3 Experimentelles Vorgehen	27
3.1 Tintenstrahldruck	27
3.1.1 Pulverherstellung	27
3.1.2 Tinten- und Dickschichtherstellung	30
3.2 Charakterisierungsmethoden	34
3.2.1 Strukturaufklärung und Partikelgrößenbestimmung	34
3.2.2 Fluidmechanische Charakterisierung	37
3.2.3 Trocknungsverhalten und Schichttopografie	40
3.2.4 Elektrische und dielektrische Charakterisierung	40
4 Tintenentwicklung	47
4.1 Ausgangspulver	47
4.2 Suspension	48
4.2.1 Partikelgröße	48
4.2.2 Stabilität	49
4.2.3 Fluidmechanische Eigenschaften	50
4.3 Tinten	51
4.3.1 Rheologie der Vorlösungen	52
4.3.2 Tinteneigenschaften	53
4.3.3 Druckbarkeit	55
4.3.4 Trocknungsverhalten	57
4.3.5 Optimierte Tintenzusammensetzung	61

5 Entwicklung partiell gedruckter Mikrowellenbauelemente	67
5.1 Undotierte BST-Dickschichten	67
5.1.1 Materialzusammensetzung	67
5.1.2 Mikrostruktur der gesinterten Schichten	68
5.1.3 Mikrowelleneigenschaften der gesinterten Schichten	71
5.2 Cu-F-kodotierte BST-Dickschichten	74
5.2.1 Ausgangspulver	74
5.2.2 Tinteneigenschaften	76
5.2.3 Mikrostruktur der gesinterten Schichten	78
5.2.4 Mikrowelleneigenschaften der gesinterten Schichten	80
5.3 Partiell gedruckte Mikrowellenphasenschieber	83
6 Entwicklung vollständig gedruckter Mikrowellenbauelemente	87
6.1 Komponentenentwurf	87
6.2 Elektrodendruck	89
6.3 Entwicklung einer Zusammensetzung für Kosinterprozesse	93
6.3.1 Auswahl des Additivsystems	93
6.3.2 Tinteneigenschaften	94
6.3.3 Mikrostruktur der gesinterten Schichten	94
6.3.4 Mikrowelleneigenschaften der gesinterten Schichten	96
6.4 Entwicklung von Mehrlagenstrukturen	98
6.4.1 Lithografisch strukturierte Mehrlagenvaraktoren	98
6.4.2 Vollständig gedruckte Mehrlagenvaraktoren	100
6.5 Vollständig gedruckte Mikrowellenphasenschieber	107
7 Zusammenfassung und Ausblick	113
Literaturverzeichnis	117
Abbildungsverzeichnis	129
Tabellenverzeichnis	133
Anhang	135
A1 Formelzeichen und Abkürzungen	137
A2 Verwendete Chemikalien und Geräte	141
A3 Berechnung der erzielbaren Linienbreite	143
A4 Fotolithografieprozess	145
A5 REM-Aufnahmen der Ausgangspulver	146
A6 Rheologische Charakterisierung	148
A7 Topografie der gedruckten Tropfen	149
A8 Ergebnisse der optischen Emissionsspektrometrie	153
A9 Mikrostruktur tintenstrahlgedruckter BST-Dickschichten	154
A10 Partiell gedruckter loaded-line Phasenschieber	157
A11 Partikelgrößenverteilung der Cu-F-kodotierten BST-Pulver und BST-Suspensionen	159
A12 Mikrowellencharakterisierung der Cu-F-kodotierten BST-Dickschichten	160
Eigene Publikationen	163
Lebenslauf	169