

Inhaltsverzeichnis

<u>1 Einführung und Überblick</u>	1
1.1 Die Notwendigkeit für Schichttechnik	1
1.2 Überblick über die Herstellung von Schichtbauteilen	3
1.2.1 Bauformen	3
1.2.2 Herstellung von Dickschichtschaltungen	5
1.2.3 Herstellung von Dünnschichtschaltungen	6
1.2.4 Hybridierung der Schaltung	7
<u>2 Kennzeichen der Schichtbauteile</u>	8
2.1 Ohmwiderstände	8
2.1.1 Flächenwiderstand und Leistungsbelastung	8
2.1.2 Leitungsmechanismen	12
2.1.3 Temperaturkoeffizient (TK)	16
2.1.4 Spannungskoeffizient	17
2.1.5 Rauschzahl	18
2.2 Kondensatoren	20
2.3 Spulen	23
2.4 Verteilte RC-Bauteile	24
<u>3 Substrate</u>	25
3.1 Kenngrößen für Substrate	25
3.1.1 Rauigkeit der Oberfläche	25
3.1.2 Wölbung der festen Substrate	27
3.1.3 Porenarme Oberfläche	27
3.1.4 Thermischer Ausdehnungskoeffizient	27
3.1.5 Thermische Leitfähigkeit	27
3.1.6 Resistenz gegen Ätzmittel	28
3.1.7 Chemische Stabilität	28
3.1.8 Verlustfaktor des Substrates als Dielektrikum	29

3.2 Substratreinigung	29
3.3 Bearbeitung von Substraten	30
4 Dickschichttechnik	32
4.1 Das Verfahren	32
4.2 Siebe	34
4.3 Maskenherstellung	35
4.3.1 Herstellung des Originals	35
4.3.2 Verkleinerung auf Reduktionskamera	35
4.3.3 Filme	37
4.3.4 Übertrag der Struktur auf eine Maske	38
4.3.4.1 Emulsionssiebe	38
4.3.4.2 Metallmasken	39
4.4 Pasten	40
4.4.1 Bestandteile von Pasten und deren Aufgaben	40
4.4.2 Viskosität von Pasten	40
4.4.3 Messung der Haftfestigkeit	42
4.4.3.1 Test mit Klebestreifen	42
4.4.3.2 Senkrechtes oder waagrechtes Abreißen	42
4.4.3.3 Schältest und Schertest	43
4.4.4 Pasten für Leiterbahnen	44
4.4.5 Widerstandspasten	45
4.4.6 Dielektrische Pasten	47
4.4.6.1 NDK-Pasten	47
4.4.6.2 HDK-Pasten	48
4.4.6.3 NPO-Pasten	48
4.4.6.4 Ausbeute bei der Herstellung von Kondensatoren	49
4.4.7 Lotpasten	50
4.4.8 Umhüllungspasten	50
4.4.9 Pasten für elektro-optische Anzeigen	50
4.4.10 Pasten für steuerbare Widerstände	51
4.4.11 Einige Sonderpasten	51
5 Dünnschichttechnik	53
5.1 Vakuumanlagen	53
5.1.1 Einheiten und Grundgesetze	53
5.1.2 Vakuumpumpen	57
5.1.2.1 Vorpumpen	57
5.1.2.2 Hoch- und Ultrahochvakuum-pumpen (HV- und UHV-Pumpen)	57

5.1.3	Druckmeßgeräte	61
5.1.3.1	Pirani-Röhre	61
5.1.3.2	Ionisationsmanometer nach Bayard-Alpert	61
5.1.3.3	Massenspektrometer	62
5.2	Aufdampfen von Schichten	64
5.2.1	Verfahren zur Verdampfung	64
5.2.1.1	Widerstandsbeheizte Schiffchen	64
5.2.1.2	Flashverdampfung	65
5.2.1.3	Verdampfen mit Elektronenstrahlkanone	65
5.2.2	Verdampfbare Materialien und deren Eigenschaften	66
5.2.3	Dicke der aufgedampften Schicht	68
5.2.3.1	Berechnung der Schichtdicke	68
5.2.3.2	Messung der Schichtdicke	71
5.2.4	Aufgedampfte elektrische Bauteile	73
5.2.4.1	Leiterbahnen	73
5.2.4.2	Widerstände	73
5.2.4.3	Dielektrika	74
5.3	Aufstäuben von Schichten	75
5.3.1	Sputtervorgang	75
5.3.2	Erzeugung des Plasmas	77
5.3.3	Sputterausbeute und Sputtergeschwindigkeit	78
5.3.4	Sputtern mit Vorspannung am Substrat	81
5.3.5	Sputtern mit Hochfrequenz	82
5.3.6	Sputtern mit einem Magnetron	86
5.3.7	Sputter-Ätzen	87
5.3.8	Aufgestäubte Schichten für Widerstände	87
5.3.8.1	Ta-Nitrid- und Ta-Oxinitrid-Widerstände	87
5.3.8.2	Die Kennzeichen von Oxinitrid-Schichten	91
5.3.8.3	Widerstände aus Ta-Al-Schichten	95
5.3.9	Dielektrische Schichten aus Ta	97
5.3.9.1	Herstellung des Dielektrikums	97
5.3.9.2	Kondensatoren aus Ta-Schichten	100
5.3.10	Methoden zur Analyse von Schichten	105
5.3.11	Herstellung von Strukturen	105
5.3.11.1	Photolithographie	105
5.3.11.2	Ätzen	107
5.4	Chemische Abscheidung von Schichten	110
5.4.1	Elektrolytische Abscheidung	111
5.4.2	Stromloses Abscheiden	111

5.5 Alterung von Bauteilen	112
5.6 Prozeßfolgen bei der Herstellung von Widerständen und Kondensatoren auf einem Substrat	120
5.6.1 Herstellung von Widerständen und Kondensatoren auf einem Substrat nach dem Bell-Verfahren	120
5.6.2 Mehrschichtverfahren	121
5.6.3 Herstellung von Widerständen und Kondensatoren aus einer Schicht	123
5.6.4 Herstellprozeß für RC-Leitungen	124
<u>6 Bonden</u>	126
6.1 Löten	126
6.1.1 Tauchlöten	127
6.1.2 Reflow Soldering	128
6.2 Thermokompression und Punktschweißen	128
6.3 Ultraschallbonden	129
6.4 Kleben	130
6.5 Umhüllung von Schaltungen	131
<u>7 Abgleich von Bauteilen</u>	132
7.1 Abgleich von Dickschichtwiderständen durch Sandstrahlen	132
7.2 Laser-Abgleich von Schichtwiderständen	132
7.3 Abgleich von Ta-Schichtwiderständen durch Anodisieren	133
<u>8 Dünnschichttransistoren</u>	134
8.1 Wirkungsweise	134
8.2 Materialien und ihr Einfluß auf die Parameter	140
8.3 Herstellungsverfahren	142
<u>Literaturverzeichnis</u>	145
<u>Sachverzeichnis</u>	152