

INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort	9
1.	Entwicklung der Miniaturisierung in der Elektronik (G. Ripka)	11
2.	Konstruktions- und Fertigungsgrundlagen der Hybridschaltungen (G. Ripka)	16
2.1.	Einteilung und Aufbau der Hybridschaltungen	16
2.1.1.	Vergleich der Dünn- und Dickschichtschaltungen, ökonomische Aspekte	18
2.2.	Substrate	21
2.3.	Schichtmaterialien (Überblick)	24
2.3.1.	Schichten für Leiterbahnen	24
2.3.1.1.	Leiterbahnschichten in der Dünnschichttechnologie	25
2.3.1.2.	Leiterbahnschichten in der Dickschichttechnologie	27
2.3.2.	Widerstandsschichten	32
2.3.2.1.	Dünnschichtwiderstände	34
2.3.2.2.	Dickschichtwiderstände	42
2.3.3.	Dielektrische Schichten für Kondensatoren	50
2.3.3.1.	Dünnschichtkondensatoren	52
2.3.3.2.	Dickschichtkondensatoren	59
2.3.4.	Schichtmaterialien für besondere Anwendungen in Dickschichtschaltungen	67
2.4.	Anfertigung der Layoutzeichnungen und Fotolithografie	73
2.4.1.	Anfertigung der Layoutzeichnungen	73
2.4.2.	Anfertigung der Fotos	80
2.5.	Maskenverfahren	86
2.5.1.	Maskentechnologie integrierter Dünnschichtschaltungen	86
2.5.2.	Maskentechnologie integrierter Dickschichtschaltungen	103
2.6.	Beschichtungsverfahren	111
2.6.1.	Beschichtungsverfahren für integrierte Dünnschichtschaltungen	111
2.6.1.1.	Vakuumbedampfung	112
2.6.1.2.	Katodenzerstäubung	126
2.6.1.3.	Ionische Schichtabscheidung	134
2.6.1.4.	Anodische Oxydation (Eloxalverfahren)	137
2.6.1.5.	Polymerisation	139
2.6.1.6.	Chemische Abscheidung aus der Dampfphase	142
2.6.1.7.	Galvanisierung (elektrolytische Abscheidung)	143
2.6.2.	Beschichtungsverfahren für integrierte Dickschichtschaltungen	144

2.6.2.1.	Siebdruck	144
2.6.2.2.	Einbrennen	151
2.7.	Abgleichverfahren	157
2.8.	Technologie der Montage und Verkappung	172
2.8.1.	Montageverfahren	172
2.8.2.	Anschlußarmaturen	181
2.8.3.	Verkappung	183
2.9.	Zusammenfassung der Fertigungstechnologie integrierter Schaltungen auf Isoliersubstrat	195
2.9.1.	Fertigungstechnologie der Dünnschichtschaltungen	195
2.9.2.	Fertigungstechnologie der Dickschichtschaltungen	195
3.	Hybridelemente (G. Ripka)	198
3.1.	Passive Hybridbauelemente	198
3.2.	Aktive Hybridbauelemente	207
4.	Entwurf integrierter Schichtbauelemente (I. Hajdú)	223
4.1.	Dimensionierung der Schichtwiderstände	223
4.1.1.	Leistung, thermisches Verhalten und Stabilität	224
4.1.2.	Nennwert des Widerstandes, Anzahl der gleichwertigen Quadrate	229
4.1.3.	Bestimmung der geometrischen Abmessungen der Schichtwiderstände	240
4.1.4.	Abschätzung der Genauigkeit und Einfluß der Fertigungstoleranzen auf die Dimensionierung	241
4.2.	Entwurf der Schichtkondensatoren	242
4.2.1.	Kondensatoren mit sich kreuzenden Elektroden	244
4.2.2.	Kondensatoren mit kleinem Elektrodenwiderstand	245
4.2.3.	Ungepolte Formen der Kondensatoren	246
4.2.4.	Kondensatoren, die einen Abgleich gestatten	247
4.2.5.	Interdigitale Anordnung (Kammstrukturen)	247
4.2.6.	Abschätzung der Genauigkeit	248
4.3.	Dimensionierung der Schichtinduktivitäten	249
4.4.	Entwurf der Verdrahtungen	252
4.5.	Berücksichtigung der Restriktionen beim Entwurf integrierter Strukturen	252
4.5.1.	Induktivität gerader Leiterbahnen	252
4.5.2.	Kapazität paralleler Leiterbahnen	254
4.5.3.	Der Skin-Effekt	255
5.	Entwurf des Layouts (G. Ripka, I. Hajdú)	257
5.1.	Wahl der Abmessungen des Substrats	257
5.2.	Gestaltung der Anschlußflächen auf der Substratfläche	258
5.3.	Gestaltung der Leiterbahnen	260
5.4.	Gestaltung der Widerstandsnetzwerke	265
5.5.	Gestaltung der Kontaktflächen für Hybridelemente	268
5.6.	Gestaltung der Positioniermarken und der Schaltungskennzeichnung auf dem Substrat	272

6.	Rechnergestützte Verfahren des Schaltkreisentwurfs, der Dokumentation und der Fertigungsunterlagen (G. Ripka)	273
6.1.	Überblick über die in der Entwicklung und Fertigung von integrierten Schichtschaltungen eingesetzten rechnergestützten Verfahren	273
6.2.	Rechnergestützter Schaltungsentwurf	276
6.3.	Rechnergestützte Dimensionierung der Schichtbauelemente bei Hybridschaltungen	280
6.4.	Rechnergestützter Entwurf des Layouts	287
6.4.1.	Anordnung der Bauelemente	287
6.4.2.	Entwurf des Leiterbahnnetzes	288
6.5.	Rechnergestützte Herstellung der Vorlagemuster und Fotos	290
6.6.	Herstellung der Dokumentation der Hybridschaltungen mit Hilfe des Rechenautomaten	291
6.7.	Rechnergestützte Prüfung	292
6.8.	Interaktive Programmsysteme zur Dimensionierung der Hybridschaltungen	293
6.8.1.	Dimensionierungs- und Dokumentationsprogrammsystem für integrierte Dickschichtschaltungen DSS-76	294
6.8.2.	Interaktives Dimensionierungssystem ISYS	298
7.	Dimensionierungsbeispiele (G. Ripka)	304
7.1.	Dimensionierungsbeispiel einer integrierten Dickschichtschaltung	304
7.2.	Dimensionierungsbeispiel einer integrierten Dünnschichtschaltung	325
8.	Schaltungsbeispiele (I. Hajdú)	331
	Literaturverzeichnis	351
	Sachverzeichnis	359