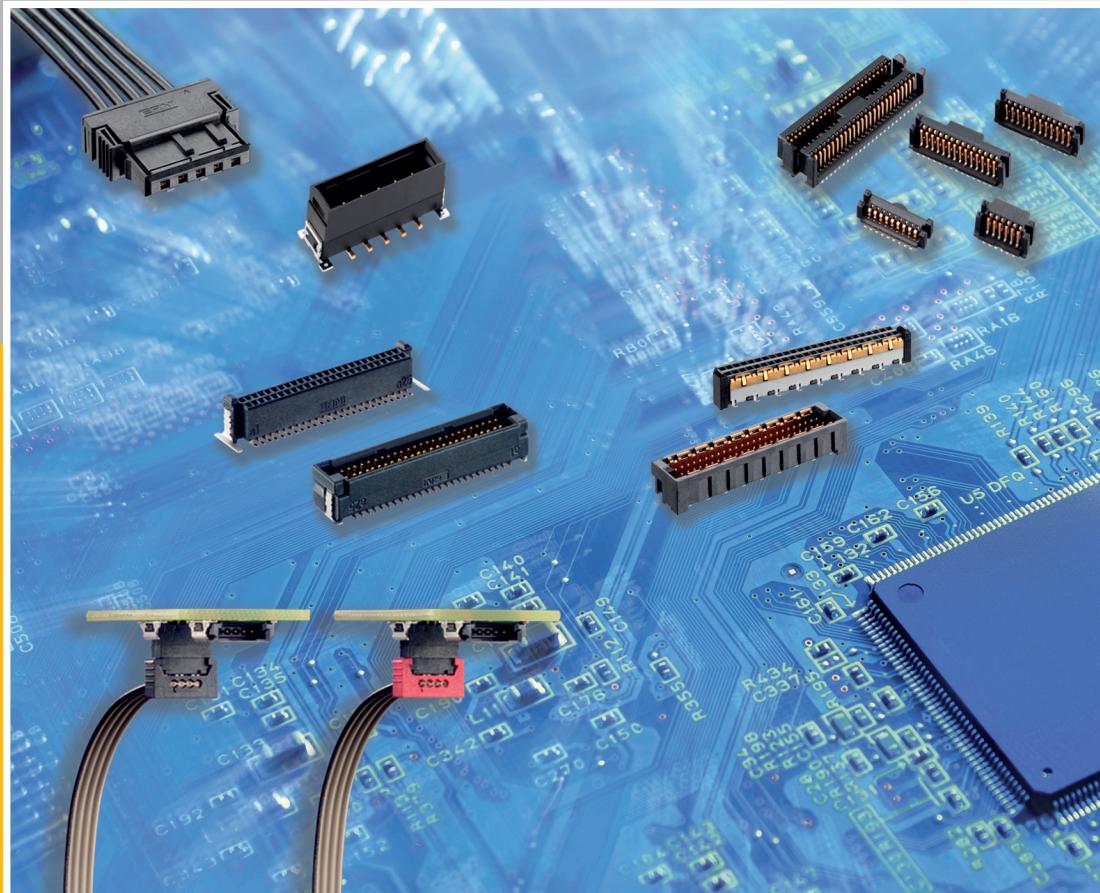


Helmut Katzier

Elektrische Steckverbinder

Technologien, Anwendungen und Anforderungen



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	15
2 Konstruktive Basiskomponenten	27
2.1 Der elektrische Kontakt.....	27
2.1.1 Prinzip des elektrischen Kontakts.....	28
2.1.1.1 Geschlossener Kontakt.....	28
2.1.1.2 Öffnender Kontakt	38
2.1.1.3 Schließender Kontakt.....	39
2.1.1.4 Offener Kontakt	39
2.1.1.5 Kontakttechnologien	40
2.1.2 Steck- und Ziehkräfte	46
2.1.3 Durchgangswiderstand	47
2.1.4 Herstellung von Kontaktobерflächen	48
2.1.5 Bauformen elektrischer Kontakte	49
2.2 Anschluss an die Übertragungsmedien	52
2.2.1 Kontaktierung an Schaltungsträgern.....	53
2.2.1.1 Leiterplatten.....	54
2.2.1.2 Lötverfahren.....	63
2.2.1.3 Reflowlöten	63
2.2.1.4 Wellenlöten	68
2.2.1.5 Einpresstechnologie	69
2.2.1.6 Pinraster bei hochpoligen Steckverbindern	73
2.2.2 Kabel.....	74
2.2.3 Kabeltypen.....	74
2.2.3.1 Leiter.....	77
2.2.3.2 Isolierung	78
2.2.3.3 Schirmung	79

2.2.4	Elektrische Eigenschaften von Kabel	80
2.2.4.1	Übertragungseigenschaften von Kabel	81
2.2.4.2	Twisted-Pair-Kabel.....	81
2.2.4.3	Kreiszylindrische Koaxialkabel	84
2.2.4.4	Kabelbäume	89
2.2.5	Anschlusstechnologien an Kabel	90
2.2.5.1	Wickeln	91
2.2.5.2	Löten	92
2.2.5.3	Schraubverbindungen.....	92
2.2.5.4	Federklemmen.....	94
2.2.5.5	Schweißen	94
2.2.5.6	Crimpen	94
2.2.5.7	Schneidklemmen.....	100
2.3	Gehäuse.....	103
2.3.1	Gehäusematerialien	103
2.3.1.1	Kunststoffgehäuse.....	103
2.3.1.2	Metallgehäuse	104
2.3.2	Oberflächen.....	104
2.3.3	Dichtungen.....	105
2.3.4	Schutzarten	105
2.3.5	Arretierung	107
2.3.6	Elektrische Schirmung.....	107
2.3.7	Vorzentrierung	110
2.3.8	Kodierung	111
2.3.9	MID-Technologie.....	111
3	Materialien und Werkstoffe	117
3.1	Metalle	118
3.1.1	Schmelztemperatur	119
3.1.2	Temperaturkoeffizient der Länge.....	119
3.1.3	Wärmeleitfähigkeit.....	119
3.1.4	Spezifische Wärmekapazität.....	120
3.1.5	Dichte.....	121
3.1.6	Elastizitätsmodul	122
3.1.7	Elastizitätsgrenze	125
3.1.8	Streckgrenzen	125
3.1.9	Dehnungsgrenze	125

3.1.10 Zugfestigkeit.....	126
3.1.11 Gleichmaßdehnung.....	126
3.1.12 Bruchdehnung.....	127
3.1.13 Federbiegegrenze	128
3.1.14 Biegeweichselfestigkeit	129
3.1.15 Umform- und Biegarkeit.....	129
3.1.16 Spannungsrelaxation.....	130
3.1.17 Härte	130
3.1.18 Elektrische Leitfähigkeit und spezifischer Widerstand.....	131
3.1.19 Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit	132
3.1.20 Schmelzspannung	132
3.1.21 Magnetische Eigenschaften	133
3.1.22 Kupfer.....	134
3.1.23 Gold	135
3.1.24 Palladium.....	137
3.1.25 Silber.....	138
3.1.26 Nickel.....	140
3.1.27 Zinn.....	141
3.1.28 Platin.....	142
3.1.29 Aluminium.....	144
3.1.30 Zink.....	144
3.1.31 Kupferlegierungen.....	145
3.2 Kunststoffe	146
3.2.1 Kennwerte für Kunststoffe.....	151
3.2.1.1 Glasübergangstemperatur	151
3.2.1.2 Schmelztemperatur	155
3.2.1.3 Betriebstemperatur	155
3.2.1.4 Wärmeformbeständigkeit	156
3.2.1.5 Ausdehnungskoeffizienten.....	157
3.2.1.6 Schwindung	157
3.2.1.7 Fließfähigkeit	160
3.2.1.8 Dichte.....	161
3.2.1.9 Bestimmung der mechanischen Kennwerte	161
3.2.1.10 Elastizitätsmodul.....	162
3.2.1.11 Streckspannung und Streckdehnung	163
3.2.1.12 Bruchspannung und Bruchdehnung.....	163
3.2.1.13 Spezifischer elektrischer Widerstand	166

3.2.1.14 Spannungsfestigkeit und Durchschlagsfestigkeit.....	166
3.2.1.15 Kriechstromfestigkeit.....	169
3.2.1.16 Oberflächenwiderstand	170
3.2.1.17 Relative Dielektrizitätskonstante	171
3.2.1.18 Dielektrischer Verlustfaktor	176
3.2.1.19 Wasseraufnahme	177
3.2.1.20 Brandbeständigkeit	178
3.2.1.21 Verarbeitungs- und Umwelteigenschaften	181
3.2.2 Liquid Crystalline Polymers (LCP)	182
3.2.3 Polyamide (PA)	184
3.2.4 Polybutylenterephthalat (PBT)	187
3.2.5 Polycarbonat (PC).....	188
3.2.6 Polyethylen (PE)	189
3.2.7 Polyetheretherketon (PEEK).....	190
3.2.8 Polyetherimid (PEI)	191
3.2.9 Polyethersulfon (PES)	193
3.2.10 Polyethylenterephthalat (PET).....	193
3.2.11 Perfluoralkoxylalkan (PFA)	194
3.2.12 Polymethylmethacrylat (PMMA)	195
3.2.13 Polyoxymethylen / Polyacetal (POM).....	196
3.2.14 Polypropylen (PP).....	197
3.2.15 Polyphenylenether (PPE) / Polyphenylenoxid (PPO)	198
3.2.16 Polyphenylensulfid (PPS)	199
3.2.17 Polystyrol (PS).....	200
3.2.18 Polysulfon (PSU)	201
3.2.19 Polytetrafluorethylen (PTFE).....	202
3.2.20 Polyvinylchlorid weich (PVC-P)	204
3.2.21 Polyvinylidenfluorid (PVDF).....	205
4 Elektrische Eigenschaften	206
4.1 Zeitbereich	210
4.1.1 Zeitkontinuierliche Darstellung.....	210
4.1.1.1 Signalintegrität.....	210
4.1.1.2 Powerintegrität	212
4.1.2 Zeitdiskrete Darstellung	213
4.1.2.1 Augendiagramme.....	213
4.1.3 Harmonische Darstellung	217

4.2	Frequenzbereich	218
4.2.1	Frequenzbänder.....	218
4.2.2	Streuparameter.....	219
4.3	Zusammenhang zwischen Frequenz und Zeitbereich	221
4.3.1	Bandbreite.....	224
4.4	Strom und Spannung	224
4.4.1	Kriechstromfestigkeit und Spannungsfestigkeit	225
4.5	Widerstände.....	226
4.5.1	Messung des Durchgangswiderstandes R_D	226
4.6	Impedanzen	230
4.6.1	Allgemeine Impedanz.....	231
4.6.2	Impedanzprofil.....	234
4.6.3	Impedanz bei einer Einzelleiterübertragung.....	235
4.6.4	Impedanz bei einer Zweileiterübertragung.....	237
4.6.4.1	Gegentaktbetrieb	237
4.6.4.2	Gleichtaktbetrieb.....	238
4.6.4.3	Zusammenhang zwischen Gleich- und Gegentaktbetrieb....	239
4.6.5	Messung der Impedanzen	240
4.6.5.1	Kalibrierung des Spannungssprunges.....	243
4.6.5.2	Messfassung.....	246
4.7	Reflexionen	247
4.7.1	Zeitbereich	247
4.7.2	Frequenzbereich.....	250
4.8	Transmission	252
4.8.1	Zeitbereich	252
4.8.2	Frequenzbereich.....	254
4.9	Übersprechen	256
4.9.1	Nahübersprechen	257
4.9.2	Zeitbereich	257
4.9.3	Frequenzbereich.....	260
4.9.4	Fernübersprechen.....	261
4.9.5	Zeitbereich	262
4.9.6	Frequenzbereich.....	263
4.10	Laufzeiten.....	264
4.10.1	Zeitbereich	265
4.11	Modenkonversion	266
4.12	Modenkonversion in Twisted-Pair-Kabeln	267

4.13	Skineffekt	274
4.14	Elektromagnetische Verträglichkeit	275
4.14.1	Physikalische Ursachen der Schirmung.....	277
4.14.2	Schirmfaktor und Schirmdämpfung	278
4.14.3	Koppelimpedanz	280
4.14.4	Schirmungsmaßnahmen in Steckverbindern	281
4.15	Intermodulation.....	282
5	Simulation.....	285
5.1	Genaugigkeit der Ergebnisse.....	287
5.2	Rechenalgorithmus.....	288
5.3	Diskretisierung.....	289
5.4	Randbedingungen.....	290
5.5	Quellen und Senken	291
5.6	Geometriedaten	293
5.7	Materialdaten	293
5.8	Beispiel: Simulation der Stromverteilung	293
5.9	Beispiel: Simulation des thermischen Verhaltens	295
5.10	Beispiel: Simulation der elektromagnetischen Verträglichkeit	296
5.11	Beispiel: mechanische Simulation	298
5.12	Beispiel: Moldflow Simulation	298
5.13	Simulationsmodelle für den Anwender	299
5.13.1	SPICE-Modelle für Steckverbinder	300
5.13.2	Touchstone®-Format	301
5.13.3	IBIS-Format	302
5.14	Checkliste zur Auswahl eines Simulators	302
6	Qualifizierung.....	307
6.1	Prüfmethoden.....	312
6.1.1	Vibration	312
6.1.2	Schock	313
6.1.3	Klima	314
6.1.4	Umwelteinflüsse	315
6.2	Testplan	316
7	Richtlinien, Normung, Standard und Patente	319
7.1	Normen	320
7.1.1	Kennzeichnung der Normen	323
7.1.2	Struktur der Normungsgremien.....	323

7.2	Standards und Spezifikationen	325
7.3	Richtlinien	327
7.4	Patente	328
8	Steckverbindertypen.....	333
8.1	Modulare Steckverbinderfamilien.....	333
8.2	Koaxiale Steckverbinder	334
8.2.1	Kopplungsmechanismen	336
8.2.2	Gehäuse	338
8.2.3	Innenleiter.....	339
8.2.4	Isolator	339
8.2.5	Dichtung	340
8.2.6	Kabelanschluss	341
8.2.7	Leiterplattenanschluss	341
8.2.8	Gehäuseanschluss	343
8.2.9	Bauformen	343
8.3	Gehäusesteckverbinder	350
8.4	Kundenspezifische Steckverbinder	351
8.5	Mezzanine-Steckverbinder.....	354
8.6	Baugruppen- und Rückwandsteckverbinder	355
8.7	High-Speed-Steckverbinder	360
8.8	RJ-Steckverbinder	363
8.9	Multifunktionale Steckverbinder	364
8.10	Kompatible Steckverbinder.....	365
8.11	D-SUB-Steckverbinder	366
9	Literatur	367
10	Abkürzungsverzeichnis	370
10.1	Formelzeichen und Symbole	370
10.2	Abkürzungen.....	379
	Stichwortverzeichnis	387
	Inserentenverzeichnis.....	394