

Test- und Prüfverfahren in der Elektronikfertigung

Vom Arbeitsprinzip bis Design-for-Test-Regeln

Bearbeitet von
Mario Berger

1. Auflage 2012. Buch. 250 S. Kartoniert
ISBN 978 3 8007 3233 3
Format (B x L): 17,0 x 24,0 cm

Zu [Leseprobe](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](#) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

Widmung..... 7

Danksagung 7

1 Motivation 15

2 Die Fehlermatrix 21

2.1 Fehlerarten 21

2.2 Bauteilfehler 23

2.2.1 Defektes Bauteil (Gehäuse) 24

2.2.2 Verbogener Bauteilanschluss/Lifted Lead 24

2.2.3 Fehlender Bauteilanschluss 25

2.2.4 Fehlerhafter Bauteilkennwert 26

2.3 Bestückfehler..... 26

2.3.1 Fehlbestücktes Bauteil/falsche Beschriftung 27

2.3.2 Falsch positioniertes Bauteil/Versatz 27

2.3.3 Verpoltes Bauteil 29

2.3.4 Fehlendes Bauteil 29

2.3.5 Zu viel bestücktes Bauteil..... 29

2.4 Lötfehler..... 29

2.4.1 Grabsteineffekt/Tombstone 30

2.4.2 Benetzungsfehler 31

2.4.3 Unzureichende Füllhöhe 32

2.4.4 Lunker..... 32

2.4.5 Black Pad 33

2.4.6 Kurzschluss 33

2.4.7 Unzureichende Lötverbindung 34

2.5 Abbildung des Anwendungsfalls 35

2.6 Ist der Fehler detektierbar? 37

2.7 Handhabung der Fehlermatrix..... 37

2.8 Bewertung einer Teststrategie..... 39

3 Optische Testverfahren..... 41

4	Manuelle Optische Inspektion/Sichtkontrolle	43
4.1	Funktionsweise.....	43
4.1.1	BGA-Inspektion.....	44
4.1.2	PC-unterstützter Bildvergleich.....	46
4.2	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	47
4.3	Aufbau in der Praxis/Varianten	48
4.4	Qualität der Fehleraussage.....	49
4.5	Design-for-Test-Regel(n).....	49
4.6	Wohin geht die Entwicklung?.....	50
4.7	Fehlermatrix	50
4.8	Zusammenfassung (oder Highlights).....	52
5	Automatische Optische Inspektion	53
5.1	Entstehungsgeschichte	53
5.2	Funktionsweise.....	55
5.2.1	Optischer Bildaufnehmer	55
5.2.2	Softwarealgorithmen.....	67
5.2.3	Reparaturkonzept/Pseudofehler.....	74
5.2.4	Statistik.....	75
5.3	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	75
5.4	Aufbau in der Praxis/Varianten	76
5.4.1	Die Integration in den Fertigungsprozess	78
5.5	Qualität der Fehleraussage.....	81
5.6	Design-for-Test-Regeln	82
5.6.1	Stabiler Produktionsprozess	82
5.6.2	Freiraum bei Schrägblickkameras	82
5.6.3	Lötstopplack	82
5.6.4	Bestückungsdruck	83
5.6.5	Passmarken	83
5.6.6	Padgeometrie	84
5.7	Wohin geht die Entwicklung?.....	85
5.8	Fehlermatrix	85
5.9	Zusammenfassung (oder Highlights).....	87

6	Röntgeninspektion	89
6.1	Entstehungsgeschichte	89
6.2	Funktionsweise	90
6.2.1	Röntgenröhren	94
6.2.2	Detektoren	96
6.2.3	Besonderheiten bei bleifreien Lötstellen	97
6.2.4	Strahlenschutz für Bediener und Bauteile	98
6.3	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	99
6.3.1	Laminographie/Tomosynthese	99
6.3.2	Computertomographie	101
6.3.3	CT-Anwendungen in der Elektronik	103
6.4	Aufbau in der Praxis/Varianten	105
6.4.1	Programmierung von Inspektionsabläufen	106
6.4.2	Halbautomatische Offline-Inspektion	106
6.4.3	Vollautomatische Inline-Inspektion	107
6.4.4	Vollautomatische Offline-Inspektion	107
6.5	Qualität der Fehleraussage	108
6.5.1	Verbesserte Fehlererkennung durch Schrägdurchstrahlung	110
6.6	Design-for-Test-Regeln	112
6.6.1	Referenzmarken	112
6.6.2	BGA Pad-Design	113
6.6.3	Stark absorbierende Bauteile	113
6.7	Fehlermatrix	114
6.8	Zusammenfassung (oder Highlights)	116
7	Elektrische Testverfahren	117
8	Funktionstest	119
8.1	Funktionsweise	120
8.1.1	Die Schaltmatrix	122
8.1.2	Der Prüfadapter	123
8.1.3	Der Kommunikationsbus	124
8.1.4	Die Steuersoftware	125
8.2	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	126
8.3	Aufbau in der Praxis/Varianten	127
8.4	Qualität der Fehleraussage	129
8.5	Design-for-Test-Regeln	130
8.6	Wohin geht die Entwicklung?	130

8.7	Fehlermatrix	130
8.8	Zusammenfassung (oder Highlights).....	133
9	In-Circuit-Test	135
9.1	Entstehungsgeschichte	136
9.2	Funktionsweise.....	136
9.2.1	Elektromechanischer Teil oder Der Nadelbettadapter.....	136
9.2.2	Elektrischer Teil bzw. die Messtechnik.....	143
9.3	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	156
9.4	Aufbau in der Praxis/Varianten	157
9.4.1	Starrnadeladapter.....	158
9.4.2	Zweistufiger Adapter.....	160
9.4.3	Vakuumadapter vs. Niederhalter	160
9.5	Qualität der Fehleraussage.....	161
9.6	Design-for-Test-Regeln	162
9.6.1	Die wichtige!	162
9.6.2	Größe und Lage der Testpunkte.....	162
9.6.3	Pins von THT-Bauelementen als Testpunkt	163
9.6.4	Anzahl der Testpunkte	163
9.6.5	Kraftverteilung der Testpunkte.....	164
9.6.6	Führungsbohrungen.....	164
9.6.7	Vakuumadapter	164
9.6.8	Sonden für vektorlosen Test	165
9.6.9	Redesign.....	165
9.6.10	Elektrische Aspekte.....	165
9.7	Wohin geht die Entwicklung?.....	166
9.8	Fehlermatrix	167
9.9	Zusammenfassung (oder Highlights).....	169
10	Flying-Probe-Test	171
10.1	Entstehungsgeschichte	171
10.2	Funktionsweise.....	173
10.2.1	Elektromechanischer Teil	173
10.2.2	Elektrischer Teil bzw. die Messtechnik.....	178
10.3	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	181
10.4	Aufbau in der Praxis/Varianten	182
10.5	Qualität der Fehleraussage.....	185
10.6	Design-for-Test-Regeln	185

10.6.1	Die wichtige Regel!	186
10.6.2	Größe und Lage der Testpunkte	186
10.6.3	Testpunkte am Rand einer Leiterplatte	186
10.6.4	Die Leiterbahn als Testpunkt	186
10.6.5	Der Bauteilanschluss als Testpunkt	187
10.6.6	Setzen der Referenzmarken	187
10.6.7	Sonden für vektorlosen Test	188
10.7	Wohin geht die Entwicklung?	188
10.8	Fehlermatrix	189
10.9	Zusammenfassung (oder Highlights)	191
11	Boundary-Scan-Test	193
11.1	Entstehungsgeschichte	193
11.2	Funktionsweise	195
11.2.1	Der Boundary Scan Standard IEEE 1149.1	195
11.2.2	Das Testen von Baugruppen mit dem statischen, digitalen Verbindungstest	205
11.3	Was ist machbar? Und wo liegen die Grenzen?	208
11.4	Aufbau in der Praxis/Varianten	209
11.5	Qualität der Fehleraussage	211
11.6	Design-for-Test-Regeln	211
11.6.1	Compliance Pattern	212
11.6.2	Testbusabschluss	212
11.6.3	Flexible Scankette	213
11.6.4	Access = Success	213
11.6.5	Schnelle Flash Programmierung	215
11.7	Wohin geht die Entwicklung?	216
11.7.1	Der Standard IEEE 1149.4	216
11.7.2	Der Standard IEEE 1149.6	216
11.7.3	Emulationstest	217
11.8	Fehlermatrix	217
11.9	Zusammenfassung (oder Highlights)	219
12	Kombination der Testverfahren	221
12.1	Automatische Optische Inspektion + Röntgeninspektion	223
12.2	Optisch + Elektrisch	223
12.2.1	Automatische Optische Inspektion + Funktionstest	224
12.2.2	Röntgeninspektion + Funktionstest	224
12.2.3	Automatische Optische Inspektion + In-Circuit-Test	224
12.2.4	Röntgeninspektion + In-Circuit-Test	225

- 12.2.5 Automatische Optische Inspektion/Röntgeninspektion + Flying-Probe-Test 225
- 12.2.6 Automatische Optische Inspektion + Boundary-Scan-Test 226
- 12.2.7 Röntgeninspektion + Boundary-Scan-Test 227
- 12.3 Elektrisch + Elektrisch 228
- 12.3.1 Funktionstest + In-Circuit-Test/Flying-Probe-Test 228
- 12.3.2 Funktionstest + Boundary-Scan-Test 229
- 12.3.3 In-Circuit-Test + Boundary-Scan-Test. 230
- 12.3.4 Flying-Probe-Test + Boundary-Scan-Test. 231
- 12.4 Ausblick 232
-
- 13 Beispielbaugruppe 233**
- 13.1 Schritt 1 – Analyse. 233
- 13.2 Schritt 2 – Tauglichkeit zu jedem Testverfahren ermitteln 235
- 13.3 Schritt 3 – Bewertung der Einzelergebnisse 237
- 13.4 Schritt 4 – Zusammenstellung einer Teststrategie 238
- 13.5 Schritt 5 – Bewertung der Teststrategien 242
- 13.6 Resümee. 243
-
- Literaturverzeichnis. 245**
-
- Stichwortverzeichnis 247**