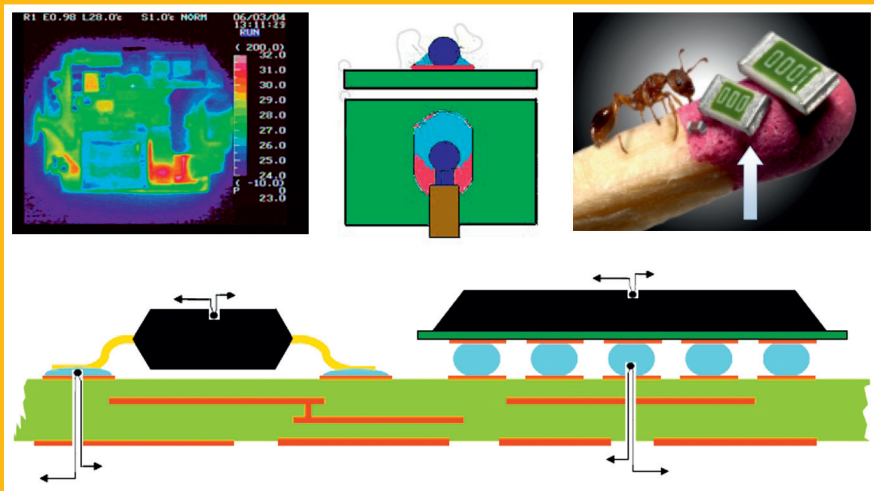


Erfassung von Lötprofilen

Methodik, Fehlerquellen, Messtoleranzen



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	11
2 Grundlegendes	12
3 Auswirkungen auf Maschinen und Werkzeuge	14
3.1 Reflowanlagen	14
3.2 Schwalllötanlagen	15
3.3 Selektivlötanlagen	17
3.4 Reparaturstationen	19
3.4.1 Handlötgeräte	19
3.4.2 Heißgasgeräte	20
3.4.3 Lasersysteme	20
4 Unterstützung des Lötprozesses, Aktivierung der Lötstelle	22
4.1 Flussmittel und Pasten	22
4.2 Pasten	23
4.3 Lunker	23
5 Leiterplatten	25
5.1 Temperaturunterschiede	26
5.2 Thermischer Ausdehnungskoeffizient CTE	27
5.3 Hilfsmaterialien	29
5.4 Bauteile	29
5.4.1 Temperaturanstieg	31
5.4.2 Temperatursprung	31
5.4.3 Maximaltemperatur	32
5.4.4 Verweildauer bei gegebener Temperatur	32
5.4.5 Abkühlungsgeschwindigkeit	32
6 Lot	34

7	Gründe für Temperaturprofilmessungen	36
7.1	Beschaffung einer Lötanlage	37
7.2	Prozessfehler	38
7.3	Kristallstruktur der Lötstelle	38
7.4	Flussmittel	39
7.5	Kolophonium	41
7.6	Zusammenwirken von Produktionsschritten	43
8	Temperaturmessgeräte	45
8.1	Thermoelemente (TE)	45
8.2	Pyrometer	46
8.3	Flüssigkristallthermometer	47
8.4	Metallwiderstandsthermometer	47
8.5	Ausdehnungssensoren	48
8.6	PTC- und NTC-Widerstände	49
8.7	Gasthermometer	50
8.8	Temperaturmessfarben	50
8.9	Temperaturmessstreifen	51
8.10	Temperaturmesswachse (Crayons)	51
8.11	Thermische Photographie	53
9	Wissenswertes über Thermoelemente	54
9.1	Drahtmaterial	54
9.1.1	Eisen-Constantan (Typ J)	55
9.1.2	Chromel-Alumel (Typ K)	55
9.1.3	Kupfer-Constantan (Typ T)	55
9.2	Verbindung der Drähte	55
10	Anwendung und Messgenauigkeit von Thermoelementen	57
10.1	Messpunkt	57
10.2	Gesetz des Zwischenmetalls	57
10.3	Messgenauigkeit von Thermoelementen	58
10.4	Linearisierung	58
10.5	Kaltstelle oder Referenzstelle (Cold Junction)	59
10.6	Weitere Messunsicherheiten	60
10.6.1	Lage des Messpunktes	60
10.6.2	Qualität des Thermoelments	61
10.6.3	Galvanische Reaktionen	63
10.6.4	Induzierte Spannungen	63
10.6.5	Wärmeabsorption durch das mitlaufende Instrument	64

10.6.6	Wärmeabsorption durch die Drahtmasse	64
10.6.7	Drahtimpedanz	65
10.6.8	Wahl des Drahtdurchmessers	65
10.6.9	Reaktionsgeschwindigkeit des Thermoelements	66
10.6.10	Empfehlungen.	66
11	Wärmeleitung in der Baugruppe.	67
11.1	Anfangstemperatur	67
11.2	Der Lötprozess.	68
11.2.1	Profil für das Schwalllöten	68
11.2.2	Profil für das Reflowlöten, Peaktemperatur	70
11.2.2.1	MSD (Moisture Sensitive Device)	70
11.2.3	Selektivlöten	72
11.2.4	Handlöten	73
12	Vorteile der Thermoelemente	76
12.1	Sicherheitshinweis für die Verwendung von Thermoelementen	76
12.2	Positionierung des Messfühlers	77
12.2.1	Schwalllöten	77
12.2.2	Reflowlöten.	78
12.2.3	Die Wahl der Leiterplatte	79
12.2.4	Anbringen der Thermoelemente	80
12.2.4.1	Hochtemperaturlot	81
12.2.4.2	Kleber	82
12.2.4.3	Klebeband.	83
12.2.4.4	Mechanische Befestigungsarten	84
13	Verifizierung.	87
13.1	Sonderfall BGA?	88
13.2	Messwiederholung.	90
14	Hinweise zur Fehlerrechnung	92
14.1	Anzahl der Messungen	93
14.2	Auswertung der Messungen.	93
15	Glossar der Fachwörter	95
16	Beispiele für die Farbcodierung von Thermoelementen	98
17	Webseiten	100
18	Literatur.	101
19	Stichwortverzeichnis	102
20	Anzeigenteil	xxx