Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

Entwickelt vom IPC-A-610 Development Team einschließlich Task Group (7-31b), Task Group Asia (7-31bCN) und Task Group Nordic (7-31bND) des Product Assurance Committee (7-30 und 7-30CN) des IPC

Übersetzung im Auftrag des FED Fachverbandes für Design, Leiterplatten- und Elektronikfertigung: Roman Meier
Redaktion: Michael Ihnenfeld, Dr. Thomas Ahrens, Rainer Taube, Joachim Schütt

Ersetzt:
IPC-A-610D - Februar 2005
IPC-A-610C - Januar 2000
IPC-A-610B - Dezember 1994
IPC-A-610 - August 1983

Die Anwender dieser Richtlinie sind aufgefordert, an der Entwicklung künftiger Versionen mitzuarbeiten.

Kontakt

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, Illinois
60015-1219
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105
## Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort ........................................................................ 1-1

1.1 Anwendungsbereich ................................................. 1-1

1.2 Zweck ......................................................................... 1-2

1.3 Klassifikation .............................................................. 1-2

1.4 Definition der Anforderungen ...................................... 1-3

1.4.1 Abnahmekriterien .................................................. 1-3

1.4.1.1 Anzustreben (Idealzustand) .............................. 1-3

1.4.1.2 Zulässig (Abnahmefähig) ................................. 1-3

1.4.1.3 Fehler (Nicht abnahmefähig) ......................... 1-3

1.4.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung) ............. 1-3

1.4.1.4 Prozessindikator .............................................. 1-4

1.4.1.4.1 Maßnahmen für den Prozessindikator- ......... 1-4

1.4.1.5 Kombinierte Zustände .................................... 1-4

1.4.1.6 Nicht spezifizierte Zustände ............................ 1-4

1.4.1.7 Sonderkonstruktionen ...................................... 1-4

1.5 Fachbegriffe & Definitionen ...................................... 1-4

1.5.1 Leiterplatten-Orientierung .................................... 1-4

1.5.1.1 *Primärseite ................................................. 1-4

1.5.1.2 *Sekundärseite .............................................. 1-5

1.5.1.3 Lot-Quellseite ............................................... 1-5

1.5.1.4 Lot-Zielseite .................................................. 1-5

1.5.2 *Kalte Lötzelle .................................................... 1-5

1.5.3 Elektrischer Isolationsabstand ................................ 1-5

1.5.4 Hochspannung ..................................................... 1-5

1.5.5 Intrusivlöten ........................................................ 1-5

1.5.6 *Ablegieren ........................................................ 1-5

1.5.7 Meniskus (Bauteil) ............................................. 1-5

1.5.8 *Nichtfunktionale Anschlussfläche ....................... 1-5

1.5.9 Pin-in-Paste ......................................................... 1-5

1.5.10 Leitungsdurchmesser ......................................... 1-5

1.5.11 Drahtüberwicklung ............................................ 1-5

1.5.12 Drahtüberlappung ............................................. 1-5

1.6 Beispiele und Illustrationen ...................................... 1-5

1.7 Inspektionsmethoden ............................................... 1-5

1.8 Überprüfung der Abmessungen .................................. 1-6

1.9 Vergrößerungshilfen ................................................ 1-6

1.10 Beleuchtung ............................................................. 1-6

2 Anwendbare Dokumente ............................................. 2-1

2.1 IPC Dokumente ........................................................ 2-1

2.2 Joint Industry Dokumente ........................................ 2-1

2.3 EOS/ESD Association Dokumente .......................... 2-2

2.4 Electronics Industries Alliance Dokumente ........... 2-2

2.5 International Electrotechnical Commission ......... 2-2

2.6 ASTM ....................................................................... 2-2

2.7 Technische Veröffentlichungen .................................. 2-2

3 Handhabung elektronischer Baugruppen ..................... 3-1

3.1 EOS/ESD-Vorbeugung ............................................. 3-2

3.1.1 Elektrische Überlast (EOS) ................................ 3-3

3.1.2 Elektrostatische Entladung (ESD) ....................... 3-4

3.1.3 Warnkennzeichen ............................................. 3-5

3.1.4 Schutzmaterialien ............................................. 3-6

3.2 EOS/ESD-sichere Arbeitsplätze/EPA ..................... 3-7

3.3 Handhabung .............................................................. 3-9

3.3.1 Richtlinien ........................................................ 3-9

3.3.2 Physische Beschädigung ................................... 3-10

3.3.3 Verunreinigung/Kontamination ......................... 3-10

3.3.4 Elektronische Baugruppen ................................ 3-10

3.3.5 Nach dem Löten ............................................... 3-11

3.3.6 Handschuhe und Fingerlinge ............................ 3-12

4 montage- und Befestigungsteile .................................. 4-1

4.1 Einbau von montage- und Befestigungsteilen .......... 4-2

4.1.1 Elektrischer Isolationsabstand ........................... 4-2

4.1.2 Beeinträchtigungen ........................................... 4-3

4.1.3 Kühlkörper ........................................................ 4-3

4.1.3.1 Isolierkörper und Wärmeleitpaste ............... 4-3

4.1.3.2 Kontaktfläche ................................................ 4-5

4.1.4 Schraubverbindungen ....................................... 4-6

4.1.4.1 Drehmoment ............................................... 4-8

4.1.4.2 Drähte ......................................................... 4-9

4.2 Gewindebolzen-Montage ....................................... 4-11
## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<table>
<thead>
<tr>
<th>4.3 Steckverbinder-Kontakte</th>
<th>4-12</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>4.3.1 Kontakt für Direktstecker-Buchsenleisten</td>
<td>4-12</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3.2 Einpress-Kontakte</td>
<td>4-14</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3.2.1 Löten</td>
<td>4-16</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4 Kabelbaumsicherung</td>
<td>4-19</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.1 Allgemeines</td>
<td>4-19</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2 Kabelverschnürung</td>
<td>4-22</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.1 Kabelverschnürung - Beschädigung</td>
<td>4-23</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5 Kabelführung</td>
<td>4-24</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5.1 Leitungskreuzungen</td>
<td>4-24</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5.2 Biegeradien</td>
<td>4-25</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5.3 Koaxialkabel</td>
<td>4-26</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5.4 Abschluss nicht verwendeter Kabel</td>
<td>4-27</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5.5 Bindestellen über Spleifen und Hülsen</td>
<td>4-28</td>
</tr>
<tr>
<td>5 Lötstellen</td>
<td>5-1</td>
</tr>
<tr>
<td>5.1 Abnahmekriterien für Lötstellen</td>
<td>5-3</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2 Lötstellenanomalien</td>
<td>5-4</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.1 Frei liegendes Basismetall</td>
<td>5-4</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.2 Nadelöcher/Blaslöcher</td>
<td>5-6</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.3 Reflow der Lotpaste</td>
<td>5-7</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.4 Nichtbenetzung</td>
<td>5-8</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.5 Kalte Lötstelle/Kolophonium-Lötverbindung</td>
<td>5-9</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.6 Entnetzung</td>
<td>5-9</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.7 Überschusslot</td>
<td>5-10</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.7.1 Überschusslot - Lotkugeln/Lotfeinteilchen</td>
<td>5-10</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.7.2 Überschusslot - Brückenbildung</td>
<td>5-12</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.7.3 Überschusslot - Spinnweben/Lotspritzer</td>
<td>5-13</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.8 Lotstörung</td>
<td>5-14</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.9 Risse im Lot</td>
<td>5-15</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.10 Lotzapanien</td>
<td>5-16</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.11 Abgehobene Lötstelle (Fillet Lifting)bei bleifreiem Lot</td>
<td>5-17</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.12 Schrumpfriss/Lunker bei bleifreiem Lot</td>
<td>5-18</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.13 Testnadel-Abdrücke und andere ähnliche Oberflächenstrukturen bei Lötstellen</td>
<td>5-19</td>
</tr>
<tr>
<td>6 Anschlüsse</td>
<td>6-1</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1 Nietverbindungen</td>
<td>6-2</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.1 Anschlüsse</td>
<td>6-2</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.1.1 Anschluss-Basis - Spalt zur Anschlussfläche</td>
<td>6-2</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.1.2 Anschlüsse - Turmlötstützpunkt</td>
<td>6-3</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.1.3 Anschlüsse - Gabellötstützpunkt</td>
<td>6-4</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.2 Bördelflansch</td>
<td>6-5</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.3 Spreizflansch</td>
<td>6-6</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.4 Definierte Spalten</td>
<td>6-7</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1.5 Verlötet</td>
<td>6-8</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2 Isolierung</td>
<td>6-10</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.1 Isolierung - Beschädigungen</td>
<td>6-10</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.1.1 Isolierung - Beschädigungen - Vor dem Löten</td>
<td>6-10</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.1.2 Isolierung - Beschädigungen - Nach dem Löten</td>
<td>6-12</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.2 Isolationsabstand</td>
<td>6-13</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.3 Isolierung - Flexibler Schutzschlauch</td>
<td>6-15</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.3.1 Isolierung - Flexibler Schutzschlauch - Montage</td>
<td>6-15</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.3.2 Isolierung - Flexibler Schutzschlauch - Beschädigungen</td>
<td>6-17</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3 Leitungen</td>
<td>6-18</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.1 Leitungen - Verformungen</td>
<td>6-18</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.2 Leitung - Beschädigung von Einzeldrähten</td>
<td>6-19</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.3 Einzelleitung-Aufspreizung - Vor dem Löten</td>
<td>6-20</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.4 Einzelleitung-Aufspreizung - Nach dem Löten</td>
<td>6-21</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.5 Leitung - Verzinnung</td>
<td>6-22</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4 Serviceschleifen</td>
<td>6-24</td>
</tr>
<tr>
<td>6.5 Anschlüsse - Spannungs/Zug -entlastung</td>
<td>6-25</td>
</tr>
<tr>
<td>6.5.1 Kabelbündel</td>
<td>6-25</td>
</tr>
<tr>
<td>6.5.2 Bauteilanschluss-/Drahtformung</td>
<td>6-26</td>
</tr>
<tr>
<td>6.6 Anschlüsse - Bauteilanschluss/ Draht-Positionierung - Allgemeine Anforderungen</td>
<td>6-28</td>
</tr>
<tr>
<td>6.7 Anschlüsse - Lötstellen - Allgemeine Anforderungen</td>
<td>6-30</td>
</tr>
<tr>
<td>6.8 Anschlüsse - Turmlötstützpunkt und gerader Stift</td>
<td>6-31</td>
</tr>
<tr>
<td>6.8.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung</td>
<td>6-31</td>
</tr>
<tr>
<td>6.8.2 Lötstellen</td>
<td>6-33</td>
</tr>
<tr>
<td>6.9 Anschlüsse - Gabellötstützpunkt</td>
<td>6-34</td>
</tr>
<tr>
<td>6.9.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung - Seitliche Zuführung</td>
<td>6-34</td>
</tr>
<tr>
<td>6.9.2 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung - Zuführung von oben oder unten</td>
<td>6-37</td>
</tr>
<tr>
<td>6.9.3 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung - Fixierte Drähte</td>
<td>6-38</td>
</tr>
<tr>
<td>6.9.4 Lötstellen</td>
<td>6-39</td>
</tr>
<tr>
<td>6.10 Anschlüsse - Geschlitzt</td>
<td>6-42</td>
</tr>
<tr>
<td>6.10.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung</td>
<td>6-42</td>
</tr>
<tr>
<td>6.10.2 Lötstellen</td>
<td>6-43</td>
</tr>
</tbody>
</table>
7 Durchsteckmontage-Technologie .................................................. 7-1

7.1 Bauteilmontage ........................................................................ 7-2
7.1.1 Orientierung ....................................................................... 7-2
7.1.1.1 Horizontal .................................................................. 7-3
7.1.1.2 Vertikal ..................................................................... 7-5
7.1.2 Anschlusssformung ................................................................. 7-6
7.1.2.1 Biegen ...................................................................... 7-6
7.1.2.2 Spannungs/Zug -entlastung ........................................... 7-8
7.1.2.3 Beschädigungen ............................................................... 7-10
7.1.3 Anschlüsse kreuzen Leiterbahnen ..................................... 7-11
7.1.4 Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern ...................... 7-12
7.1.5 DIP/SIP-Bauteile und -Sockel ............................................. 7-13
7.1.6 Radiale Anschlüsse - Vertikal ............................................. 7-15
7.1.6.1 Abstandshalter ............................................................. 7-16
7.1.7 Radiale Anschlüsse - Horizontal ....................................... 7-8
7.1.8 Steckverbinder .................................................................. 7-19
7.1.8.1 Rechter Winkel ............................................................. 7-21
7.1.8.2 Gerade Stiftstecker mit Kragen und gerade Buchsen-Steckverbinder .................................................. 7-22
7.1.9 Leistungsbauteile .................................................................. 7-23
7.1.10 Leitfähige Gehäuse ............................................................... 7-24

7.2 Bauteilsicherung ...................................................................... 7-25
7.2.1 Montageclips ..................................................................... 7-25
7.2.2 Kleben .............................................................................. 7-27
7.2.2.1 Kleben - Nicht hochgesetzte Bauteile ..................... 7-28
7.2.2.2 Kleben - Hochgesetzte Bauteile ............................... 7-31
7.2.3 Drahtniederhalter ................................................................. 7-32

7.3 Durchmetallisierter Löcher ...................................................... 7-33
7.3.1 Axiale Drahtanschlüsse - Horizontal ................................. 7-33
7.3.2 Axiale Drahtanschlüsse - Vertikal ...................................... 7-35
7.3.3 Drahtlänge ........................................................................ 7-37
7.3.4 Drahtumbiegung ................................................................. 7-38
7.3.5 Lötstellen ......................................................................... 7-40
7.3.5.1 Vertikale Füllung (Lotdurchstieg) (A) ........................... 7-43
7.3.5.2 Primärseite - Anschlussdraht-Hülse (B) ...................... 7-45
7.3.5.3 Primärseite - Restringbedeckung (C) ............................ 7-47
7.3.5.4 Sekundärseite - Anschlussdraht-Hülse (D) ............... 7-48
7.3.5.5 Sekundärseite - Restringbedeckung (E) ....................... 7-49
7.3.5.6 Lötstellenzustand - Lot in der Drahtbiegung .......... 7-50
7.3.5.7 Lötstellenzustand - Lot berührt den Bauteilkörper .......... 7-51
7.3.5.8 Lötstellenzustand - Bauteil-Lackhose im Lot ............ 7-52
7.3.5.9 Kürzung der Drahtlänge nach dem Löten .................... 7-53
7.3.5.10 Isolierung beschichteter Drähte im Lot ..................... 7-54
7.3.5.11 Verbindungslöcher ohne Anschlüsse (Vias) .............. 7-55
7.3.5.12 Leiterplatte auf Leiterplatte ......................................... 7-56

7.4 Nicht-metallisierter Löcher ....................................................... 7-59
7.4.1 Axiale Drahtanschlüsse - Horizontal ................................. 7-59
7.4.2 Axiale Drahtanschlüsse - Vertikal ...................................... 7-60
7.4.3 Drahtlänge ........................................................................ 7-61
7.4.4 Drahtumbiegung ................................................................. 7-62
7.4.5 Lötstellen ......................................................................... 7-64
7.4.6 Kürzung der Drahtlänge nach dem Löten ......................... 7-66

7.5 Drahtbrücken ........................................................................... 7-67
7.5.1 Drahtauswahl ..................................................................... 7-67
7.5.2 Drahtverlegung .................................................................. 7-68
7.5.3 Drahtbefestigung mittels Kleber ....................................... 7-70
7.5.4 Durchmetallisierter Löcher .................................................. 7-72
7.5.4.1 Anschlüsse im Loch ..................................................... 7-72
7.5.5 Umwickelte Befestigung ....................................................... 7-73
7.5.6 Überlappungslötung ............................................................ 7-73
Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

8 Oberflächenmontierte Baugruppen ...................................... 8-1

8.1 Fixierungskleber ................................................................ 8-3
  8.1.1 Fixierungskleber - Klebebefestigung des Bauteils ......... 8-3
  8.1.2 Fixierungskleber - Mechanische Sicherung ................. 8-4

8.2 SMT Anschlussdrähte ..................................................... 8-7
  8.2.1 Beschädigungen ...................................................... 8-7
  8.2.2 Flachpressung .......................................................... 8-7

8.3 SMT Lötverbindungen ..................................................... 8-8
  8.3.1 Chip-Bauteile - Nur Unterseitenanschlüsse .......... 8-8
    8.3.1.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-9
    8.3.1.2 Endüberhang (B) ............................................. 8-10
    8.3.1.3 Breite am Ende der Lötstelle (C) ............... 8-11
    8.3.1.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) .......... 8-12
    8.3.1.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) ............ 8-13
    8.3.1.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) ........ 8-13
    8.3.1.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-14
    8.3.1.8 Endüberlappung (J) ......................................... 8-14

  8.3.2 Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen - Anschlüsse auf 1, 3 oder 5 Seiten 8-15
    8.3.2.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-16
    8.3.2.2 Endüberhang (B) ............................................. 8-18
    8.3.2.3 Breite der Lötstelle an der Stirnfläche (C) .... 8-19
    8.3.2.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) .......... 8-21
    8.3.2.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) ............ 8-22
    8.3.2.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) ........ 8-23
    8.3.2.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-24
    8.3.2.8 Endüberlappung (J) ......................................... 8-25
    8.3.2.9 Anschlussvarianten ......................................... 8-26
    8.3.2.9.1 Montage in Seitenlage (Billboarding) ........ 8-26
    8.3.2.9.2 Montage in Rückenlage ............................. 8-28
    8.3.2.9.3 Gestapelte Bauteile ..................................... 8-29
    8.3.2.9.4 Grabstein(effekt (Tombstoning)) .............. 8-30
    8.3.2.10 3 Anschlüsse .................................................. 8-31
    8.3.2.10.1 3 Anschlüsse - Lötstellenbreite ............. 8-31
    8.3.2.10.2 3 Anschlüsse - Minimale Höhe der Lötstelle ... 8-32

  8.3.3 Zylindrische Endkappen-Anschlüsse .......................... 8-33
    8.3.3.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-34
    8.3.3.2 Endüberhang (B) ............................................. 8-35
    8.3.3.3 Breite der Lötstelle an der Stirnfläche (C) .... 8-36
    8.3.3.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) .......... 8-37
    8.3.3.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) ............ 8-38
    8.3.3.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) ........ 8-39
    8.3.3.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-40
    8.3.3.8 Endüberlappung (J) ......................................... 8-41

8.3.4 Anschlussflächen in Einbuchtungen ............................ 8-42
  8.3.4.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-43
  8.3.4.2 Endüberhang (B) ............................................. 8-44
  8.3.4.3 Minimale Breite der Lötstelle (C) ............ 8-44
  8.3.4.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) .... 8-45
  8.3.4.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) ............ 8-45
  8.3.4.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) ........ 8-46
  8.3.4.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-46

8.3.5 Flache Gullwing-Anschlüsse ................................. 8-47
  8.3.5.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-47
  8.3.5.2 Spitzenüberhang (B) ......................................... 8-51
  8.3.5.3 Minimale Breite der Lötstelle am Ende (C) .... 8-52
  8.3.5.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) .... 8-54
  8.3.5.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E) ..... 8-56
  8.3.5.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F) ..... 8-57
  8.3.5.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-58
  8.3.5.8 Koplanarität .................................................. 8-59

8.3.6 Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse .... 8-60
  8.3.6.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-61
  8.3.6.2 Spitzenüberhang (B) ......................................... 8-62
  8.3.6.3 Minimale Breite der Lötstelle am Ende (C) .... 8-62
  8.3.6.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) .... 8-63
  8.3.6.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E) ..... 8-64
  8.3.6.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F) ..... 8-65
  8.3.6.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-66
  8.3.6.8 Minimale Höhe der Lötstelle an der Seite (Q) .... 8-66
  8.3.6.9 Koplanarität .................................................. 8-67

8.3.7 „J“-Anschlüsse .......................................................... 8-68
  8.3.7.1 Seitenüberhang (A) .......................................... 8-68
  8.3.7.2 Spitzenüberhang (B) ......................................... 8-70
  8.3.7.3 Breite der Lötstelle am Ende (C) ................ 8-70
  8.3.7.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) .......... 8-72
  8.3.7.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E) ..... 8-73
  8.3.7.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F) ..... 8-74
  8.3.7.7 Lotspaltdicke (G) ............................................ 8-76
  8.3.7.8 Koplanarität .................................................. 8-76
8.3.8 Stoßlötstellen/I-Anschlüsse .......................................................... 8-77
  8.3.8.1 Maximaler Seitenüberhang (A) ............................................. 8-77
  8.3.8.2 Maximaler Spitzenüberhang (B) ......................................... 8-78
  8.3.8.3 Minimale Breite der Lötstelle am Ende (C) ....................... 8-78
  8.3.8.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) .................... 8-79
  8.3.8.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) ...................................... 8-79
  8.3.8.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) ....................................... 8-80
  8.3.8.7 Lotspaltdicke (G) .......................................................... 8-80

8.3.9 Flache Lötfahnen-Anschlüsse .................................................... 8-81

8.3.10 Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite .................. 8-82

8.3.11 Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse ........................ 8-83

8.3.12 Oberflächenmontierte Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen .... 8-85
  8.3.12.1 Ausrichtung ............................................................. 8-86
  8.3.12.2 Lotkugelabstand ....................................................... 8-86
  8.3.12.3 Lötstellen ............................................................... 8-87
  8.3.12.4 Poren ........................................................................ 8-89
  8.3.12.5 Unterfüllung/Fixierung ................................................ 8-89
  8.3.12.6 Gehäusetapel (Package-on-Package) .................................. 8-90

8.3.13 Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC) .................................. 8-92

8.3.14 Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen an Wärmesenken ....................... 8-94

8.3.15 Verbindungen mit abgeflachten Stiften ...................................... 8-96
  8.3.15.1 Maximaler Anschlussüberhang - Quadratische Löt-Anschlussfläche ... 8-96
  8.3.15.2 Maximaler Anschlussüberhang - Runde Löt-Anschlussfläche .......... 8-97
  8.3.15.3 Maximale Höhe der Lötstelle ......................................... 8-97

8.4 Spezielle SMT-Anschlüsse ................................................................. 8-98

8.5 Steckverbinder für Oberflächenmontage ........................................... 8-99

8.6 Drahtbrücken ................................................................................... 8-100
  8.6.1 Drahtbrücken - SMT ................................................................ 8-101
  8.6.1.1 Chip-Bauteile und Bauteile mit zylindrischen Endkappen .......... 8-101
  8.6.1.2 Gullwing ................................................................. 8-102
  8.6.1.3 „J“-förmige Anschlüsse ................................................. 8-103
  8.6.1.4 Einbuchtungen ............................................................ 8-103
  8.6.1.5 Leiterplatten-Anschlussfläche ........................................... 8-104

9 Bauteilbeschädigungen .................................................................... 9-1

9.1 Verlust der Metallisierung ................................................................ 9-2

9.2 Chipwiderstand - Widerstandselement .......................................... 9-3

9.3 Bauteile mit/ohne Anschlussbeine .................................................... 9-4

9.4 Keramische Chipkondensatoren ..................................................... 9-8

9.5 Steckverbinder .................................................................................. 9-10

9.6 Relais ............................................................................................... 9-13

9.7 Beschädigungen an Transformatorenkernen .................................... 9-13

9.8 Steckverbinder, Griffe, Auszugshebel, Verriegelungen ....................... 9-14

9.9 Kontakte in Direktstecker-Buchsenleisten .................................... 9-15

9.10 Einpress-Steckerstifte ..................................................................... 9-16

9.11 Steckerstifte in Rückwandverdrahtungsplatten (Backplane) .......... 9-17

9.12 Kühlkörper ....................................................................................... 9-12
Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

10 Leiterplatten und Baugruppen ........................................ 10-1
10.1 Bereiche vergoldeter Kontaktoberflächen ...... 10-2
10.2 Laminatzustände .................................................. 10-4
10.2.1 Fleckenbildung und Gewebezerrüttung ........ 10-5
10.2.2 Blasenbildung und Delaminierung .............. 10-7
10.2.3 Oberflächen-Gewebe(Truktur/ Gewebeaustritt .................................................. 10-9
10.2.4 Hofbildung und Kantendelaminierung .......... 10-10
10.2.5 Verbrennungen ............................................ 10-12
10.2.6 Wölbung und Verwindung ...................... 10-13
10.2.7 Vereinzelung ................................................ 10-14
10.3 Leiterbahnen/Anschlussflächen ...................... 10-16
10.3.1 Reduzierung der Querschnittsfläche .......... 10-16
10.3.2 Abgehobene Pads/Anschlussflächen .......... 10-17
10.3.3 Mechanische Beschädigungen ............ 10-19
10.4 Flexible und Starr-flexible Leiterplatten .......... 10-20
10.4.1 Beschädigungen .......................................... 10-20
10.4.2 Delaminierung ............................................ 10-22
10.4.3 Verfärbung ................................................... 10-23
10.4.4 Lotunterwanderung ...................................... 10-24
10.4.5 Lötmontage ................................................. 10-25
10.5 Kennzeichnung ................................................... 10-26
10.5.1 Geätzt (Einschließlich Handdruck) .......... 10-28
10.5.2 Siebdruck .................................................. 10-30
10.5.3 Stempeldruck ............................................. 10-31
10.5.4 Laser ............................................................ 10-32
10.5.5 Etiketten .................................................. 10-34
10.5.5.1 Barcode .................................................. 10-34
10.5.5.2 Lesbarkeit ................................................ 10-34
10.5.5.3 Haftvermögen und Beschädigung .......... 10-35
10.5.5.4 Position .................................................. 10-35
10.5.6 Verwendung von, mittels Funksignalen lesbarer, Kennzeichnungen (RFID-Transponder) ........... 10-36
10.6 Reinheit ............................................................. 10-37
10.6.1 Flussmittelrückstände .................................. 10-38
10.6.2 Fremdpartikel .............................................. 10-39
10.6.3 Chloride, Carbonate und weiße Rückstände .................................................. 10-40
10.6.4 Flussmittelrückstände - Prozess ohne Reinigung (No-Clean) - Erscheinungsformen ...................... 10-42
10.6.5 Oberflächen-Korrosionserseheinungen .......... 10-43
10.7 Lötstoppmasken .............................................. 10-44
10.7.1 Faltenbildung/Rissbildung ...................... 10-45
10.7.2 Fehlstellen, Blasen, Kratzer ........ 10-47
10.7.3 Beschädigungen .......................................... 10-48
10.7.4 Verfärbung ................................................. 10-49
10.8 Schutzbeschichtungen (Conformal Coating) .................................................. 10-49
10.8.1 Allgemeines .............................................. 10-49
10.8.2 Abdeckung ................................................. 10-50
10.8.3 Dicke ............................................................ 10-52
10.9 Verguss .......................................................... 10-53
11 Einzelverdrahtungen ............................................. 11-1
11.1 Lötfreie Wickelverbindung .................................. 11-2
11.1.1 Windungszahl ............................................. 11-3
11.1.2 Windungsabstand ...................................... 11-4
11.1.3 Wicklungsauflauf, Wicklung mit Isolierungen .... 11-5
11.1.4 Überlappungen durch abgehobene Windungen .................................................. 11-7
11.1.5 Anordnung der Verbindungen ............ 11-8
11.1.6 Drahtzuführung .......................................... 11-10
11.1.7 Leitungsspiel ............................................. 11-11
11.1.8 Drahtmetallisierung ..................................... 11-12
11.1.9 Beschädigungen an der Isolierung .......... 11-13
11.1.10 Beschädigungen an Draht und Anschlusspfosten .................................................. 11-14
11.2 Bauteilmontage - Spannungs/Zug-entlastung bei der Leitungszuführung zu Steckverbindern .............. 11-15
12 Hochspannung .................................................... 12-1
Folgende Themen werden in diesem Abschnitt behandelt:

1.1 Anwendungsbereich

1.2 Zweck

1.3 Klassifizierung

1.4 Definition der Anforderungen

1.4.1 Abnahmekriterien

1.4.1.1 Anzustreben (Idealzustand)

1.4.1.2 Zulässig (Abnahmefähig)

1.4.1.3 Fehler (Nicht abnahmefähig)

1.4.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung)

1.4.1.4 Prozessindikator

1.4.1.4.1 Maßnahmen für den Prozessindikator-Zustand

1.4.1.5 Kombinierte Zustände

1.4.1.6 Nicht spezifizierte Zustände

1.4.1.7 Sonderkonstruktionen

1.5 Fachbegriffe & Definitionen

1.5.1 Leiterplatten-Orientierung

1.5.1.1 *Primärseite

1.5.1.2 *Sekundärseite

1.5.1.3 Lot-Quellseite

1.5.1.4 Lot-Zielseite

1.5.2 *Kalte Lötstelle

1.5.3 Elektrischer Isolationsabstand

1.5.4 Hochspannung

1.5.5 Intrusivlöten

1.5.6 *Ablegieren

1.5.7 Meniskus (Bauteil)

1.5.8 *Nichtfunktionale Anschlussfläche

1.5.9 Pin-in-Paste

1.5.10 Leitungsdurchmesser

1.5.11 Drahtüberwicklung

1.5.12 Drahtüberlappendung

1.6 Beispiele und Illustrationen

1.7 Inspektionsmethoden

1.8 Überprüfung der Abmessungen

1.9 Vergrößerungshilfen

1.10 Beleuchtung

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

Im Falle eines Konfliktes zwischen der englischsprachigen und einer übersetzten Version dieses Dokumentes hat die englischsprachige Version den Vorrang.

1.1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie ist eine Zusammenstellung von Abnahmekriterien für die visuelle Inspektion elektronischer Baugruppen.


Die Anwender dieser Richtlinie sollten die anwendbaren Anforderungen dieses Dokuments verstehen und wissen, wie sie anzuwenden sind.

Nachweise über dieses Fachwissen sollten aufbewahrt werden. Wenn keine Nachweise vorhanden sind, sollte das Unternehmen die Fachkenntnisse des Personals regelmäßig überprüfen, um sicherzustellen, dass die visuellen Abnahmekriterien richtig angewendet werden.

1 Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

Vorwort (Fortsetzung)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Tabelle 1-1 Zusammenfassung weiterführender Dokumente</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Anwendungsbereich</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>Designrichtlinie</td>
</tr>
<tr>
<td>Endprodukt-Dokumentation</td>
</tr>
<tr>
<td>Endprodukt-Richtlinie</td>
</tr>
<tr>
<td>Trainingsprogramme</td>
</tr>
</tbody>
</table>


1.2 Zweck

Die visuellen Vorgaben dieses Dokuments zur Sichtprüfung stellen die Anforderungen vorhandener IPC-Dokumente sowie weiterer anwendbarer Spezifikationen dar. Wenn der Anwender den Inhalt dieses Dokuments seiner Qualitätskontrolle zugrundelegen will, sollte die Baugruppe bzw. das Produkt den Anforderungen anderer IPC-Dokumente wie IPC-7351, der IPC-2220-Serie, der IPC-6010-Serie und IPC-A-600 entsprechen. Wenn die Baugruppe nicht diesen oder vergleichbaren Anforderungen entspricht, müssen die Akzeptanzkriterien zwischen Kunden und Lieferanten vereinbart werden.


Bei Abweichungen haben die schriftliche Besprechung oder schriftliche Kriterien stets Vorrang vor den Illustrationen.

1.3 Klassifizierung

Die Entscheidung zur Annahme oder Rückweisung muss auf anwendbaren Dokumenten wie Verträgen, Zeichnungen, Spezifikationen, Richtlinien und Referenzdokumenten beruhen. Die in diesem Dokument festgelegten Kriterien beziehen sich auf die folgenden drei Produktklassen: