



IPC-A-610F DE

Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

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.

Entwickelt vom IPC-A-610 Development Team einschließlich Task Group (7-31B), Task Group Asia (7-31BCN), Task Group Nordic (7-31BND), Task Group German Language (7-31BDE) und Task Group India (7-31BIN) des Product Assurance Committee (7-30 und 7-30CN) des IPC.

Übersetzt durch:

FED e.V. Berlin
Tech.TransLat Roman Meier, Dipl.-Ing.
Roman Meier, www.techtranslat.de

Ersetzt:

IPC-A-610E - April 2010
IPC-A-610D - Februar 2005
IPC-A-610C - Januar 2000
IPC-A-610B - Dezember 1994
IPC-A-610A - März 1990
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
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

Inhaltsverzeichnis

<p>1 Vorwort 1-1</p> <p>1.1 Anwendungsbereich 1-2</p> <p>1.2 Zweck 1-3</p> <p>1.3 Fertigkeiten der Mitarbeiter 1-3</p> <p>1.4 Klassifizierung 1-3</p> <p>1.5 Definition der Anforderungen 1-3</p> <p>1.5.1 Abnahmekriterien 1-4</p> <p>1.5.1.1 Anzustreben (Idealzustand) 1-4</p> <p>1.5.1.2 Zulässig (abnahmefähig) 1-4</p> <p>1.5.1.3 Fehler (Nicht abnahmefähig) 1-4</p> <p>1.5.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung) 1-4</p> <p>1.5.1.4 Prozessindikator 1-4</p> <p>1.5.1.4.1 Verfahren der Prozesskontrolle 1-4</p> <p>1.5.1.5 Kombinierte Zustände 1-4</p> <p>1.5.1.6 Nicht spezifizierte Zustände 1-5</p> <p>1.5.1.7 Sonderkonstruktionen 1-5</p> <p>1.6 Fachbegriffe und Definitionen 1-5</p> <p>1.6.1 Leiterplatten-Orientierung 1-5</p> <p>1.6.1.1 *Primärseite 1-5</p> <p>1.6.1.2 *Sekundärseite 1-5</p> <p>1.6.1.3 *Lot-Quellseite 1-5</p> <p>1.6.1.4 *Lot-Zielseite 1-5</p> <p>1.6.2 *Kalte Lötstelle 1-5</p> <p>1.6.3 Elektrischer Isolationsabstand 1-5</p> <p>1.6.4 Fremdpartikel (FOD = Foreign Object Debris) 1-5</p> <p>1.6.5 Hochspannung 1-5</p> <p>1.6.6 Intrusivlöten 1-6</p> <p>1.6.7 Meniskus (Bauteil) 1-6</p> <p>1.6.8 *Nichtfunktionale Anschlussfläche 1-6</p> <p>1.6.9 Pin-in-Paste 1-6</p> <p>1.6.10 Lotkugeln 1-6</p> <p>1.6.11 Drahtdurchmesser 1-6</p> <p>1.6.12 Drahtüberwicklung 1-6</p> <p>1.6.13 Drahtüberlappung 1-6</p> <p>1.7 Beispiele und Abbildungen 1-6</p> <p>1.8 Inspektionsmethoden 1-6</p> <p>1.9 Überprüfung der Abmessungen 1-6</p> <p>1.10 Vergrößerungshilfen 1-6</p> <p>1.11 Beleuchtung 1-7</p>	<p>2 Anwendbare Dokumente 2-1</p> <p>2.1 IPC Dokumente 2-1</p> <p>2.2 Joint Industry Dokumente 2-1</p> <p>2.3 EOS/ESD Association Dokumente 2-2</p> <p>2.4 Electronic Industries Alliance Dokumente 2-2</p> <p>2.6 ASTM (American Society for Testing und Materials) 2-2</p> <p>2.7 Technische Veröffentlichungen 2-2</p> <p>3 Handhabung elektronischer Baugruppen 3-1</p> <p>3.1 EOS/ESD-Vorbeugung 3-2</p> <p>3.1.1 Elektrische Überlast (EOS) 3-3</p> <p>3.1.2 Elektrostatische Entladung (ESD) 3-4</p> <p>3.1.3 Warnkennzeichen 3-5</p> <p>3.1.4 Schutzmaterialien 3-6</p> <p>3.2 EOS/ESD-sichere Arbeitsplätze/EPA 3-7</p> <p>3.3 Handhabung 3-9</p> <p>3.3.1 Richtlinien 3-9</p> <p>3.3.2 Physische Beschädigung 3-10</p> <p>3.3.3 Verunreinigung/Kontamination 3-10</p> <p>3.3.4 Elektronische Baugruppen 3-11</p> <p>3.3.5 Nach dem Löten 3-11</p> <p>3.3.6 Handschuhe und Fingerlinge 3-12</p> <p>4 Montage- und Befestigungsteile 4-1</p> <p>4.1 Einbau von Montage- und Befestigungsteilen 4-2</p> <p>4.1.1 Elektrischer Isolationsabstand 4-2</p> <p>4.1.2 Beeinträchtigungen 4-3</p> <p>4.1.3 Bauteilmontage – Leistungsbauteile 4-4</p> <p>4.1.4 Kühlkörper 4-6</p> <p>4.1.4.1 Isolierkörper und wärmeleitendes Verbundmaterial 4-6</p> <p>4.1.4.2 Kontaktfläche 4-8</p> <p>4.1.5 Schraubverbindungen und sonstige gewindeträgende Befestigungsteile 4-11</p> <p>4.1.5.1 Drehmoment 4-11</p> <p>4.1.5.2 Drähte 4-13</p>
---	---

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>4.2 Gewindebolzen-Montage 4-15</p> <p>4.3 Steckverbinder-Kontakte 4-16</p> <p>4.3.1 Kontakte für Direktstecker-Buchsenleisten 4-16</p> <p>4.3.2 Einpress-Kontakte 4-17</p> <p>4.3.2.1 Löten 4-20</p> <p>4.4 Kabelbaumsicherung 4-23</p> <p>4.4.1 Allgemeines 4-23</p> <p>4.4.2 Kabelverschnürung 4-26</p> <p>4.4.2.1 Beschädigung 4-27</p> <p>4.5 Kabelführung – Drähte und Kabelbündel 4-28</p> <p>4.5.1 Leitungskreuzungen 4-28</p> <p>4.5.2 Biegeradien 4-29</p> <p>4.5.3 Koaxialkabel 4-30</p> <p>4.5.4 Abschluss nicht verwendeter Drähte 4-31</p> <p>4.5.5 Bindestellen über Spleißen und Hülsen 4-32</p> <p>5 Lötstellen 5-1</p> <p>5.1 Abnahmekriterien für Lötstellen 5-3</p> <p>5.2 Lötstellenanomalien 5-4</p> <p>5.2.1 Freiliegendes Basismetall 5-4</p> <p>5.2.2 Nadellöcher/Blaslöcher 5-6</p> <p>5.2.3 Reflow der Lotpaste 5-7</p> <p>5.2.4 Nichtbenetzung 5-8</p> <p>5.2.5 Kalte Lötstelle/Kolophonium-Lötverbindung 5-9</p> <p>5.2.6 Entnetzung 5-9</p> <p>5.2.7 Überschusslot 5-10</p> <p>5.2.7.1 Lotkugeln 5-11</p> <p>5.2.7.2 Brückenbildung 5-12</p> <p>5.2.7.3 Lotspinnweben/Lotspritzer 5-13</p> <p>5.2.8 Lotstörung 5-14</p> <p>5.2.9 Risse im Lot 5-15</p> <p>5.2.10 Lotzapfen 5-16</p> <p>5.2.11 Abgehobene Lötstelle bei bleifreiem Lot 5-17</p> <p>5.2.12 Warmriss/Schrumpfriss bei bleifreiem Lot 5-18</p> <p>5.2.13 Testnadel-Abdrücke und andere ähnliche Oberflächenstrukturen in Lötstellen 5-19</p> <p>6 Anschlüsse 6-1</p> <p>6.1 Nietverbindungen 6-2</p> <p>6.1.1 Anschlüsse 6-2</p> <p>6.1.1.1 Spalt zwischen Anschlussbasis und Anschlussfläche 6-2</p> <p>6.1.1.2 Turmlötstützpunkt 6-3</p> <p>6.1.1.3 Gabellötstützpunkt 6-4</p> <p>6.1.2 Bördelflansch 6-5</p>	<p>6.1.3 Spreizflansch 6-6</p> <p>6.1.4 Definierte Spalte 6-7</p> <p>6.1.5 Lötstellen 6-8</p> <p>6.2 Isolierung 6-10</p> <p>6.2.1 Beschädigungen 6-10</p> <p>6.2.1.1 Vor dem Löten 6-10</p> <p>6.2.1.2 Nach dem Löten 6-12</p> <p>6.2.2 Isolationsabstand 6-13</p> <p>6.2.3 Flexibler Schutzschlauch 6-15</p> <p>6.2.3.1 Montage 6-15</p> <p>6.2.3.2 Beschädigungen 6-17</p> <p>6.3 Leitungen 6-18</p> <p>6.3.1 Verformungen 6-18</p> <p>6.3.2 Beschädigung 6-19</p> <p>6.3.2.1 Litze 6-19</p> <p>6.3.2.2 Massivdraht 6-20</p> <p>6.3.3 Aufspreizung von Einzeldrähten – Vor dem Löten 6-20</p> <p>6.3.4 Aufspreizung von Einzeldrähten – Nach dem Löten 6-21</p> <p>6.3.5 Verzinnung 6-22</p> <p>6.4 Serviceschleifen 6-24</p> <p>6.5 Spannungs-/Zugentlastung 6-25</p> <p>6.5.1 Kabelbündel 6-25</p> <p>6.5.2 Bauteilanschluss-/Drahtformung 6-26</p> <p>6.6 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung – Allgemeine Anforderungen 6-28</p> <p>6.7 Lötstellen – Allgemeine Anforderungen 6-30</p> <p>6.8 Turmlötstützpunkte und gerade Stifte 6-31</p> <p>6.8.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-31</p> <p>6.8.2 Turmlötstützpunkt und gerade Anschlussstifte – Lötstellen 6-33</p> <p>6.9 Gabellötstützpunkte 6-34</p> <p>6.9.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung – Seitlich herangeführt 6-34</p> <p>6.9.2 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung – Fixierte Drähte 6-37</p> <p>6.9.3 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung – Zuführung von oben oder unten 6-38</p> <p>6.9.4 Lötstellen 6-39</p> <p>6.10 Geschlitzt 6-42</p> <p>6.10.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-42</p> <p>6.10.2 Lötstellen 6-43</p>
--	--

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>6.11 Gestanzt/Gelocht 6-44</p> <p>6.11.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-44</p> <p>6.11.2 Lötstellen 6-46</p> <p>6.12 Hakenanschlüsse 6-47</p> <p>6.12.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-47</p> <p>6.12.2 Lötstellen 6-49</p> <p>6.13 Löthülsen 6-50</p> <p>6.13.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-50</p> <p>6.13.2 Lötstellen 6-52</p> <p>6.14 Drähte mit AWG 30 oder dünner – Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-54</p> <p>6.15 Seriell verbunden 6-55</p> <p>6.16 Kantenclips – Position 6-56</p> <p>7 Durchsteckmontage-Technologie 7-1</p> <p>7.1 Bauteilmontage 7-2</p> <p>7.1.1 Orientierung 7-2</p> <p>7.1.1.1 Orientierung – Horizontal 7-3</p> <p>7.1.1.2 Orientierung – Vertikal 7-5</p> <p>7.1.2 Anschlussformung 7-6</p> <p>7.1.2.1 Biegeradius 7-6</p> <p>7.1.2.2 Abstand zwischen Versiegelung/Schweißstelle und Biegung 7-7</p> <p>7.1.2.3 Spannungs-/Zugentlastung 7-8</p> <p>7.1.2.4 Beschädigungen 7-10</p> <p>7.1.3 Bauteilanschlüsse kreuzen Leiterbahnen 7-11</p> <p>7.1.4 Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern 7-12</p> <p>7.1.5 DIP/SIP-Bauteil und – Sockel 7-13</p> <p>7.1.6 Radiale Anschlüsse – Vertikal 7-15</p> <p>7.1.6.1 Abstandshalter 7-16</p> <p>7.1.7 Radiale Anschlüsse – Horizontal 7-18</p> <p>7.1.8 Steckverbinder 7-19</p> <p>7.1.8.1 Rechter Winkel 7-21</p> <p>7.1.8.2 Gerade Stiftstecker mit Kragen und gerade Buchsen-Steckverbinder 7-22</p> <p>7.1.9 Leitfähige Gehäuse 7-23</p> <p>7.2 Bauteilsicherung 7-23</p> <p>7.2.1 Montageclips 7-23</p> <p>7.2.2 Befestigung durch Kleben 7-25</p>	<p>7.2.2.1 Kleben – Nicht hochgesetzte Bauteile 7-26</p> <p>7.2.2.2 Kleben – Hochgesetzte Bauteile 7-29</p> <p>7.2.3 Sonstige 7-30</p> <p>7.3 Durchmetallisierte Löcher 7-31</p> <p>7.3.1 Axiale Drahtanschlüsse – Horizontal 7-31</p> <p>7.3.2 Axiale Drahtanschlüsse – Vertikal 7-33</p> <p>7.3.3 Drahtrestlänge 7-35</p> <p>7.3.4 Drahtumbiegung 7-36</p> <p>7.3.5 Lötstellen 7-38</p> <p>7.3.5.1 Vertikale Füllung (Lotdurchstieg) (A) 7-41</p> <p>7.3.5.2 Lot-Zielseite – Anschlussdraht zu Lochhülse (B) 7-43</p> <p>7.3.5.3 Lot-Zielseite – Restringbedeckung (C) 7-45</p> <p>7.3.5.4 Lot-Quellseite – Anschlussdraht zu Lochhülse (D) 7-46</p> <p>7.3.5.5 Lot-Quellseite – Restringbedeckung (E) 7-47</p> <p>7.3.5.6 Lötstellenzustand – Lot in der Drahtbiegung 7-48</p> <p>7.3.5.7 Lötstellenzustand – Lot berührt den Bauteilkörper 7-49</p> <p>7.3.5.8 Lötstellenzustand – Bauteil-Lackmeniskus im Lot 7-50</p> <p>7.3.5.9 Kürzung der Drahtrestlänge nach dem Löten 7-52</p> <p>7.3.5.10 Isolierung beschichteter Drähte im Lot 7-53</p> <p>7.3.5.11 Verbindungslöcher ohne Anschlüsse (Vias) 7-54</p> <p>7.3.5.12 Leiterplatte auf Leiterplatte 7-55</p> <p>7.4 Nicht-metallisierte Löcher 7-58</p> <p>7.4.1 Axiale Drahtanschlüsse – Horizontal 7-58</p> <p>7.4.2 Axiale Drahtanschlüsse – Vertikal 7-59</p> <p>7.4.3 Drahtrestlänge 7-60</p> <p>7.4.4 Drahtumbiegung 7-61</p> <p>7.4.5 Lötstellen 7-63</p> <p>7.4.6 Kürzung der Drahtrestlänge nach dem Löten 7-65</p> <p>7.5 Drahtbrücken 7-66</p> <p>7.5.1 Drahtauswahl 7-66</p> <p>7.5.2 Drahtverlegung 7-67</p> <p>7.5.3 Drahtbefestigung mittels Kleber 7-69</p> <p>7.5.4 Durchmetallisierte Löcher 7-71</p> <p>7.5.4.1 Durchmetallisierte Löcher – Anschlüsse im Loch 7-71</p> <p>7.5.5 Befestigung mit Wicklung 7-72</p> <p>7.5.6 Überlappungslötung 7-73</p>
--	---

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>8 Oberflächenmontierte Baugruppen 8-1</p> <p>8.1 Fixierkleber 8-3</p> <p>8.1.1 Klebefestigung des Bauteils 8-3</p> <p>8.1.2 Mechanische Sicherung 8-4</p> <p>8.2 SMT Anschlüsse 8-6</p> <p>8.2.1 Kunststoff-Bauteile 8-6</p> <p>8.2.2 Beschädigungen 8-6</p> <p>8.2.3 Flachpressung 8-7</p> <p>8.3 SMT Lötverbindungen 8-7</p> <p>8.3.1 Chip-Bauteile – Nur Unterseitenanschlüsse 8-8</p> <p>8.3.1.1 Seitenüberhang (A) 8-9</p> <p>8.3.1.2 Endüberhang (B) 8-10</p> <p>8.3.1.3 Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-11</p> <p>8.3.1.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-12</p> <p>8.3.1.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) 8-13</p> <p>8.3.1.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-13</p> <p>8.3.1.7 Lotspaltdicke (G) 8-14</p> <p>8.3.1.8 Endüberlappung 8-14</p> <p>8.3.2 Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen – Anschlüsse auf 1, 3 oder 5 Seiten 8-15</p> <p>8.3.2.1 Seitenüberhang (A) 8-16</p> <p>8.3.2.2 Endüberhang (B) 8-18</p> <p>8.3.2.3 Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-19</p> <p>8.3.2.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-21</p> <p>8.3.2.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) 8-22</p> <p>8.3.2.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-23</p> <p>8.3.2.7 Lotspaltdicke (G) 8-24</p> <p>8.3.2.8 Endüberlappung (J) 8-25</p> <p>8.3.2.9 Anschlussvarianten 8-26</p> <p>8.3.2.9.1 Montage in Seitenlage (Billboarding) 8-26</p> <p>8.3.2.9.2 Montage in Rückenlage 8-28</p> <p>8.3.2.9.3 Gestapelte Bauteile 8-29</p> <p>8.3.2.9.4 Grabsteineffekt (Tombstoning) 8-30</p> <p>8.3.2.10 Mittenanschlüsse 8-31</p> <p>8.3.2.10.1 Lotbreite der Seitenanschlüsse 8-31</p> <p>8.3.2.10.2 Minimale Höhe der Lötstelle 8-32</p> <p>8.3.3 Zylindrische Endkappen-Anschlüsse 8-33</p> <p>8.3.3.1 Seitenüberhang (A) 8-34</p> <p>8.3.3.2 Endüberhang (B) 8-35</p> <p>8.3.3.3 Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-36</p> <p>8.3.3.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-37</p> <p>8.3.3.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) 8-38</p> <p>8.3.3.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-39</p> <p>8.3.3.7 Lotspaltdicke (G) 8-40</p> <p>8.3.3.8 Endüberlappung (J) 8-41</p>	<p>8.3.4 Anschlussflächen in Einbuchtungen 8-42</p> <p>8.3.4.1 Seitenüberhang (A) 8-43</p> <p>8.3.4.2 Endüberhang (B) 8-44</p> <p>8.3.4.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-44</p> <p>8.3.4.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-45</p> <p>8.3.4.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) 8-45</p> <p>8.3.4.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-46</p> <p>8.3.4.7 Lotspaltdicke (G) 8-46</p> <p>8.3.5 Flache Gullwing-Anschlüsse 8-47</p> <p>8.3.5.1 Seitenüberhang (A) 8-47</p> <p>8.3.5.2 Spitzenüberhang (B) 8-51</p> <p>8.3.5.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-52</p> <p>8.3.5.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-54</p> <p>8.3.5.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E) 8-56</p> <p>8.3.5.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F) 8-57</p> <p>8.3.5.7 Lotspaltdicke (G) 8-58</p> <p>8.3.5.8 Koplanarität 8-59</p> <p>8.3.6 Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse 8-60</p> <p>8.3.6.1 Seitenüberhang (A) 8-61</p> <p>8.3.6.2 Spitzenüberhang (B) 8-62</p> <p>8.3.6.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-62</p> <p>8.3.6.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-63</p> <p>8.3.6.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E) 8-64</p> <p>8.3.6.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F) 8-65</p> <p>8.3.6.7 Lotspaltdicke (G) 8-66</p> <p>8.3.6.8 Minimale Höhe der Lötstelle an der Seite (Q) 8-66</p> <p>8.3.6.9 Koplanarität 8-67</p> <p>8.3.7 „J“-Anschlüsse 8-68</p> <p>8.3.7.1 Seitenüberhang (A) 8-68</p> <p>8.3.7.2 Spitzenüberhang (B) 8-70</p> <p>8.3.7.3 Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-70</p> <p>8.3.7.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-72</p> <p>8.3.7.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E) 8-73</p> <p>8.3.7.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F) 8-74</p> <p>8.3.7.7 Lotspaltdicke (G) 8-76</p> <p>8.3.7.8 Koplanarität 8-76</p>
--	---

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>8.3.8 Stoßlötstellen/I-Anschlüsse 8-77</p> <p>8.3.8.1 Modifizierte Durchsteckmontage-Anschlüsse (zur Verwendung mit Stoßlötstellen in SMT) 8-77</p> <p>8.3.8.2 Anschlüsse in Solder-Charge-Technologie 8-78</p> <p>8.3.8.3 Maximaler Seitenüberhang (A) 8-79</p> <p>8.3.8.4 Maximaler Spitzenüberhang (B) 8-80</p> <p>8.3.8.5 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-81</p> <p>8.3.8.6 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-82</p> <p>8.3.8.7 Maximale Höhe der Lötstelle (E) 8-82</p> <p>8.3.8.8 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-83</p> <p>8.3.8.9 Lotspaltdicke (G) 8-84</p> <p>8.3.9 Flache Löffahnen-Anschlüsse 8-85</p> <p>8.3.10 Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite 8-86</p> <p>8.3.11 Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse 8-87</p> <p>8.3.12 Oberflächenmontierte Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen 8-89</p> <p>8.3.12.1 Ausrichtung 8-90</p> <p>8.3.12.2 Lotkugelabstand 8-90</p> <p>8.3.12.3 Lötstellen 8-91</p> <p>8.3.12.4 Poren 8-93</p> <p>8.3.12.5 Unterfüllung/Fixierung 8-93</p> <p>8.3.12.6 Gehäusestapel (Package-on-Package) 8-94</p> <p>8.3.13 Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BIC) ... 8-96</p> <p>8.3.14 Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen in Wärmesenken 8-98</p> <p>8.3.15 Verbindungen mit abgeflachten Stiften 8-100</p> <p>8.3.15.1 Maximaler Anschlussüberhang – Quadratische Löt-Anschlussfläche 8-100</p> <p>8.3.15.2 Maximaler Anschlussüberhang – Runde Löt-Anschlussfläche 8-101</p> <p>8.3.15.3 Maximale Höhe der Lötstelle 8-101</p> <p>8.3.16 P-förmige Anschlüsse 8-102</p> <p>8.3.16.1 Maximaler Seitenüberhang (A) 8-103</p> <p>8.3.16.2 Maximaler Spitzenüberhang (B) 8-103</p>	<p>8.3.16.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C) 8-104</p> <p>8.3.16.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-104</p> <p>8.3.16.5 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-105</p> <p>8.4 Spezielle SMT-Anschlüsse 8-106</p> <p>8.5 Steckverbinder für Oberflächenmontage 8-107</p> <p>8.6 Drahtbrücken 8-108</p> <p>8.6.1 SMT 8-109</p> <p>8.6.1.1 Chip-Bauteile und Bauteile mit zylindrischen Endkappen 8-109</p> <p>8.6.1.2 Gullwing 8-110</p> <p>8.6.1.3 „J“-förmige Anschlüsse 8-111</p> <p>8.6.1.4 Anschlussflächen in Einbuchtungen (Castellations) 8-111</p> <p>8.6.1.5 Anschlussfläche 8-112</p> <p>9 Bauteilbeschädigungen 9-1</p> <p>9.1 Verlust der Metallisierung 9-2</p> <p>9.2 Chipwiderstand – Widerstandselement 9-3</p> <p>9.3 Bauteile mit/ohne Anschlussbeine(n) 9-4</p> <p>9.4 Keramische Chipkondensatoren 9-8</p> <p>9.5 Steckverbinder 9-10</p> <p>9.6 Relais 9-13</p> <p>9.7 Beschädigungen an Transformatorenkernen 9-13</p> <p>9.8 Steckverbinder, Griffe, Auszugshebel, Verriegelungen 9-14</p> <p>9.9 Kontakte in Direktstecker-Buchsenlisten 9-15</p> <p>9.10 Einpress-Steckerstifte 9-16</p> <p>9.11 Steckerstifte in Rückwandverdrahtungsplatten (Backplane) 9-17</p> <p>9.12 Kühlkörper 9-18</p> <p>9.13 Gewindetragende Teile 9-19</p>
---	--

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>10 Leiterplatten und Baugruppen 10-1</p> <p>10.1 Lotfreie Kontaktbereiche 10-2</p> <p>10.1.1 Verunreinigung/Kontamination 10-2</p> <p>10.1.2 Beschädigung 10-4</p> <p>10.2 Laminatzustände 10-4</p> <p>10.2.1 Fleckenbildung und Gewebezerrüttung 10-5</p> <p>10.2.2 Blasenbildung und Delaminierung 10-7</p> <p>10.2.3 Gewebestruktur/Gewebeaustritt 10-9</p> <p>10.2.4 Hofbildung 10-10</p> <p>10.2.5 Kantendelaminierung, Kerben und Gewebezerrüttung 10-12</p> <p>10.2.6 Verbrennungen 10-14</p> <p>10.2.7 Wölbung und Verwindung 10-15</p> <p>10.2.8 Vereinzeln 10-16</p> <p>10.3 Leiterbahnen/Anschlussflächen 10-18</p> <p>10.3.1 Reduzierung 10-18</p> <p>10.3.2 Abhebung 10-19</p> <p>10.3.3 Mechanische Beschädigungen 10-21</p> <p>10.4 Flexible und Starr-flexible Leiterplatten 10-22</p> <p>10.4.1 Beschädigungen 10-22</p> <p>10.4.2 Delaminierung/Blasenbildung 10-24</p> <p>10.4.2.1 Flexibler Bereich 10-24</p> <p>10.4.2.2 Übergang Flex-Versteifung 10-25</p> <p>10.4.3 Lotunterwanderung 10-26</p> <p>10.4.4 Lötmontage 10-27</p> <p>10.5 Kennzeichnung 10-28</p> <p>10.5.1 Geätzt (Einschließlich Handdruck) 10-30</p> <p>10.5.2 Siebdruck 10-31</p> <p>10.5.3 Stempeldruck 10-33</p> <p>10.5.4 Laser 10-34</p> <p>10.5.5 Etiketten 10-35</p> <p>10.5.5.1 Barcode/Data-Matrix 10-35</p> <p>10.5.5.2 Lesbarkeit 10-36</p> <p>10.5.5.3 Etiketten – Haftvermögen und Beschädigung 10-37</p> <p>10.5.5.4 Position 10-37</p> <p>10.5.6 Mittels Funksignalen lesbare Kennzeichnungen (RFID-Transponder) 10-38</p>	<p>10.6 Reinheit 10-39</p> <p>10.6.1 Flussmittelrückstände 10-40</p> <p>10.6.2 Ablagerungen von Fremdkörpern (FOD) 10-41</p> <p>10.6.3 Chloride, Carbonate und weiße Rückstände 10-42</p> <p>10.6.4 Prozess ohne Reinigung (No-Clean) – Erscheinungsformen 10-44</p> <p>10.6.5 Oberflächen-Korrosionserscheinungen 10-45</p> <p>10.7 Beschichtung durch Lötstoppsmasken 10-46</p> <p>10.7.1 Faltenbildung/Rissbildung 10-47</p> <p>10.7.2 Hohlräume/Rissbildung 10-49</p> <p>10.7.3 Beschädigungen 10-50</p> <p>10.7.4 Verfärbung 10-51</p> <p>10.8 Schutzbeschichtung (Conformal Coating) 10-51</p> <p>10.8.1 Allgemeines 10-51</p> <p>10.8.2 Abdeckung 10-52</p> <p>10.8.3 Dicke 10-54</p> <p>10.8.4 Elektrische Isolierbeschichtung 10-55</p> <p>10.8.4.1 Abdeckung 10-55</p> <p>10.8.4.2 Dicke 10-55</p> <p>10.9 Verguss 10-56</p> <p>11 Diskrete Verdrahtung 11-1</p> <p>11.1 Lötfreie Wickelverbindung 11-2</p> <p>11.1.1 Windungszahl 11-3</p> <p>11.1.2 Windungsabstand 11-4</p> <p>11.1.3 Wicklungsauslauf und Wicklung mit Isolierung 11-5</p> <p>11.1.4 Überlappungen durch abgehobene Windungen 11-7</p> <p>11.1.5 Anordnung der Verbindungen 11-8</p> <p>11.1.6 Drahtzuführung 11-10</p> <p>11.1.7 Leitungsspiel 11-11</p> <p>11.1.8 Drahtmetallisierung 11-12</p> <p>11.1.9 Beschädigungen an der Isolierung 11-13</p> <p>11.1.10 Beschädigungen an Draht und Anschlusspfosten 11-14</p> <p>12 Hochspannung 12-1</p> <p>Anhang A A-1</p>
--	--

Vorwort

Folgende Themen werden in diesem Abschnitt behandelt:

1.1 Anwendungsbereich	1-2	1.6.1.2 *Sekundärseite	1-5
1.2 Zweck	1-3	1.6.1.3 *Lot-Quelleite	1-5
1.3 Fertigkeiten der Mitarbeiter	1-3	1.6.1.4 *Lot-Zielseite	1-5
1.4 Klassifizierung	1-3	1.6.2 *Kalte Lötstelle	1-5
1.5 Definition der Anforderungen	1-3	1.6.3 Elektrischer Isolationsabstand	1-5
1.5.1 Abnahmekriterien	1-4	1.6.4 Fremdpartikel (FOD = Foreign Object Debris)	1-5
1.5.1.1 Anzustreben (Idealzustand)	1-4	1.6.5 Hochspannung	1-5
1.5.1.2 Zulässig (abnahmefähig)	1-4	1.6.6 Intrusivlöten	1-6
1.5.1.3 Fehler (Nicht abnahmefähig)	1-4	1.6.7 Meniskus (Bauteil)	1-6
1.5.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung)	1-4	1.6.8 *Nichtfunktionale Anschlussfläche	1-6
1.5.1.4 Prozessindikator	1-4	1.6.9 Pin-in-Paste	1-6
1.5.1.4.1 Verfahren der Prozesskontrolle	1-4	1.6.10 Lotkugeln	1-6
1.5.1.5 Kombinierte Zustände	1-4	1.6.11 Drahtdurchmesser	1-6
1.5.1.6 Nicht spezifizierte Zustände	1-5	1.6.12 Drahtüberwicklung	1-6
1.5.1.7 Sonderkonstruktionen	1-5	1.6.13 Drahtüberlappung	1-6
1.6 Fachbegriffe und Definitionen	1-5	1.7 Beispiele und Abbildungen	1-6
1.6.1 Leiterplatten-Orientierung	1-5	1.8 Inspektionsmethoden	1-6
1.6.1.1 *Primärseite	1-5	1.9 Überprüfung der Abmessungen	1-6
		1.10 Vergrößerungshilfen	1-6
		1.11 Beleuchtung	1-7

1 Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

Vorwort (Fortsetzung)

1.1 Anwendungsbereich Diese Richtlinie ist eine Zusammenstellung von Abnahmekriterien für die visuelle Inspektion elektronischer Baugruppen. Diese Richtlinie enthält keine Kriterien zur Bewertung von Schliffbildern.

Dieses Dokument präsentiert Abnahmeanforderungen für die Herstellung elektrischer und elektronischer Baugruppen. Früher enthielten Richtlinien für elektronische Baugruppen umfassende Anleitungen zu Grundlagen und Techniken. Um die Empfehlungen und Forderungen dieses Dokuments besser zu verstehen, kann man es in Verbindung mit IPC-HDBK-001, IPC-AJ-820 und IPC J-STD-001 verwenden.

Die Kriterien dieser Richtlinie sollen weder Prozesse zur Baugruppenfertigung definieren, noch Reparaturen oder Änderungen an Kundenprodukten autorisieren. Beispiel: Die Existenz von Kriterien für Klebeverbindungen von Komponenten impliziert/autorisiert/fordert nicht die Verwendung von Klebeverbindungen. Die Darstellung eines im Uhrzeigersinn um einen Anschlusspfosten gewickelten Drahtes impliziert/autorisiert/fordert nicht, dass alle Drähte/Anschlüsse im Uhrzeigersinn gewickelt werden sollen.

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.

IPC-A-610 enthält Kriterien zu Handhabung, mechanischen und anderen Verarbeitungsanforderungen. Diese liegen außerhalb des Anwendungsbereichs von IPC J-STD-001. Tabelle 1-1 ist eine Zusammenfassung weiterführender Dokumente.

Tabelle 1-1 Zusammenfassung weiterführender Dokumente

Anwendungsbereich	Spezifikation	Beschreibung
Designrichtlinie	IPC-2220 (Serie) IPC-7351 IPC-CM-770	Designanforderungen mit drei Komplexitätsgraden (Stufe A, B oder C), die auf feinere Geometrien, größere Dichte und mehr Prozessschritte zur Fertigung des Produktes hinweisen. Richtlinien für Bauteile und Montageprozesse als Hilfe für das Design der unbestückten Leiterplatte und der Baugruppe. Die Leiterplattenprozesse konzentrieren sich auf SMD-Anschlussflächen, die Montage beinhaltet Grundlagen der Durchsteck- und SMD-Technik, die in den Designprozess und die Dokumentation gewöhnlich einbezogen werden.
Anforderungen an die Leiterplatte	IPC-6010 (Serie) IPC-A-600	Dokumentation zu Anforderungen und Abnahmekriterien für starre, starr-flexible, flexible und andere Arten von Substraten.
Endprodukt-Dokumentation	IPC-D-325	Dokumentation, die leiterplattenspezifische Anforderungen an das Endprodukt gemäß Kunden-Design oder Anforderungen an die Montage des Endproduktes enthält. Details können, müssen sich aber nicht, auf Industriespezifikationen oder Ausführungsnormen bzw. auf Anwendervorgaben oder interne Normen beziehen.
Endprodukt-Richtlinie	J-STD-001	Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen mit Darstellungen der Minimalanforderungen der Abnahmekriterien für Endprodukte. Enthalten sind ferner Methoden für die Bewertung (Testmethoden), Anforderungen an die Testhäufigkeit und Hinweise zu Anforderungen an die Prozesskontrolle.
Abnahme-Richtlinie	IPC-A-610	Dokument mit bildhafter Darstellung zur Erläuterung der unterschiedlichen Charakteristika der Leiterplatte und/oder Baugruppe. Gibt Hinweise zum erwünschten Zustand der Produkte, die über das Minimum der in den Endproduktnormen genannten Annahmekennwerte hinausgehen. Stellt eine Reihe abweichender (Prozessindikator oder unzulässiger) Zustände vor, um den Prozesstechnologen die Prozessbeurteilung zu erleichtern und Korrekturhinweise zu geben.
Trainingsprogramme (optional)		Dokumentierte Trainingsanforderungen zum Lehren und Lernen von Verfahrensregeln und -techniken für die Einführung von Abnahmeanforderungen, die in Endprodukt-Richtlinien, Abnahme-Richtlinien oder in Anwenderdokumentationen enthalten sind.
Nacharbeit und Reparatur	IPC-7711/ 7721	Dieses Dokument enthält Prozessbeschreibungen zur Entfernung und zum Ersatz von Beschichtungen, Bauteilen, zur Reparatur der Lötstopmmaske sowie zur Veränderung/Reparatur des Laminatmaterials, von Leiterbahnen und durchmetallisierten Löchern.

IPC-AJ-820 ist ein unterstützendes Dokument, welches Informationen bezüglich der Zielsetzungen des Inhalts dieser Spezifikation bereit stellt und das technische Grundprinzip der Übergänge der Grenzen von der Zielwert- bis