



IPC-A-610E DE



Ihr Fachverband für Design,
Leiterplatten- und Elektronikfertigung e. V.

FED - Ihr Fachverband für
Design, Leiterplatten- und
Elektronikfertigung e. V.
Alte Jakobstraße 85/86
10179 Berlin
Tel (030) 834 90 59
Fax (030) 834 18 31

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-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
60015-1219
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort	1-1	2 Anwendbare Dokumente	2-1
1.1 Anwendungsbereich	1-1	2.1 IPC Dokumente	2-1
1.2 Zweck	1-2	2.2 Joint Industry Dokumente	2-1
1.3 Klassifikation	1-2	2.3 EOS/ESD Association Dokumente	2-2
1.4 Definition der Anforderungen	1-3	2.4 Electronics Industries Alliance Dokumente	2-2
1.4.1 Abnahmekriterien	1-3	2.5 International Electrotechnical Commission Dokumente	2-2
1.4.1.1 Anzustreben (Idealzustand)	1-3	2.6 ASTM	2-2
1.4.1.2 Zulässig (Abnahmefähig)	1-3	2.7 Technische Veröffentlichungen	2-2
1.4.1.3 Fehler (Nicht abnahmefähig)	1-3	3 Handhabung elektronischer Baugruppen	3-1
1.4.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung)	1-3	3.1 EOS/ESD-Vorbeugung	3-2
1.4.1.4 Prozessindikator	1-4	3.1.1 Elektrische Überlast (EOS)	3-3
1.4.1.4.1 Maßnahmen für den Prozessindikator- Zustand	1-4	3.1.2 Elektrostatische Entladung (ESD)	3-4
1.4.1.5 Kombinierte Zustände	1-4	3.1.3 Warnkennzeichen	3-5
1.4.1.6 Nicht spezifizierte Zustände	1-4	3.1.4 Schutzmaterialien	3-6
1.4.1.7 Sonderkonstruktionen	1-4	3.2 EOS/ESD-sichere Arbeitsplätze/EPA	3-7
1.5 Fachbegriffe & Definitionen	1-4	3.3 Handhabung	3-9
1.5.1 Leiterplatten-Orientierung	1-4	3.3.1 Richtlinien	3-9
1.5.1.1 *Primärseite	1-4	3.3.2 Physische Beschädigung	3-10
1.5.1.2 *Sekundärseite	1-5	3.3.3 Verunreinigung/Kontamination	3-10
1.5.1.3 Lot-Quellseite	1-5	3.3.4 Elektronische Baugruppen	3-10
1.5.1.4 Lot-Zielseite	1-5	3.3.5 Nach dem Löten	3-11
1.5.2 *Kalte Lötstelle	1-5	3.3.6 Handschuhe und Fingerlinge	3-12
1.5.3 Elektrischer Isolationsabstand	1-5	4 Montage- und Befestigungsteile	4-1
1.5.4 Hochspannung	1-5	4.1 Einbau von Montage- und Befestigungsteilen	4-2
1.5.5 Intrusivlöten	1-5	4.1.1 Elektrischer Isolationsabstand	4-2
1.5.6 *Ablegieren	1-5	4.1.2 Beeinträchtigungen	4-3
1.5.7 Meniskus (Bauteil)	1-5	4.1.3 Kühlkörper	4-3
1.5.8 *Nichtfunktionale Anschlussfläche	1-5	4.1.3.1 Isolierkörper und Wärmeleitpaste	4-3
1.5.9 Pin-in-Paste	1-5	4.1.3.2 Kontaktfläche	4-5
1.5.10 Leitungsdurchmesser	1-5	4.1.4 Schraubverbindungen	4-6
1.5.11 Drahtüberwicklung	1-5	4.1.4.1 Drehmoment	4-8
1.5.12 Drahtüberlappung	1-5	4.1.4.2 Drähte	4-9
1.6 Beispiele und Illustrationen	1-5	4.2 Gewindebolzen-Montage	4-11
1.7 Inspektionsmethoden	1-5		
1.8 Überprüfung der Abmessungen	1-6		
1.9 Vergrößerungshilfen	1-6		
1.10 Beleuchtung	1-6		

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>4.3 Steckverbinder-Kontakte 4-12</p> <p>4.3.1 Kontakte für Direktstecker-Buchsenleisten 4-12</p> <p>4.3.2 Einpress-Kontakte 4-14</p> <p>4.3.2.1 Löten 4-16</p> <p>4.4 Kabelbaumsicherung 4-19</p> <p>4.4.1 Allgemeines 4-19</p> <p>4.4.2 Kabelverschnürung 4-22</p> <p>4.4.2.1 Kabelverschnürung - Beschädigung 4-23</p> <p>4.5 Kabelführung 4-24</p> <p>4.5.1 Leitungskreuzungen 4-24</p> <p>4.5.2 Biegeradien 4-25</p> <p>4.5.3 Koaxialkabel 4-26</p> <p>4.5.4 Abschluss nicht verwendeter Kabel 4-27</p> <p>4.5.5 Bindestellen über Spleißen und Hülsen 4-28</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 Überschusslot - Lotkugeln/Lotfeinteilchen 5-10</p> <p>5.2.7.2 Überschusslot - Brückenbildung 5-12</p> <p>5.2.7.3 Überschusslot - Spinnweben/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 (Fillet Lifting) bei bleifreiem Lot 5-17</p> <p>5.2.12 Schrumpfriss/Lunker bei bleifreiem Lot 5-18</p> <p>5.2.13 Testnadel-Abdrücke und andere ähnliche Oberflächenstrukturen bei 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 Anschluss-Basis - Spalt zur Anschlussfläche 6-2</p> <p>6.1.1.2 Anschlüsse - Turmlötstützpunkt 6-3</p> <p>6.1.1.3 Anschlüsse - 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 Spalten 6-7</p> <p>6.1.5 Verlötet 6-8</p>	<p>6.2 Isolierung 6-10</p> <p>6.2.1 Isolierung- Beschädigungen 6-10</p> <p>6.2.1.1 Isolierung- Beschädigung - Vor dem Löten 6-10</p> <p>6.2.1.2 Isolierung- Beschädigung - Nach dem Löten 6-12</p> <p>6.2.2 Isolationsabstand 6-13</p> <p>6.2.3 Isolierung - Flexibler Schutzschlauch 6-15</p> <p>6.2.3.1 Isolierung- Flexibler Schutzschlauch - Montage 6-15</p> <p>6.2.3.2 Isolierung- Flexibler Schutzschlauch - Beschädigungen 6-17</p> <p>6.3 Leitungen 6-18</p> <p>6.3.1 Leitungen - Verformungen 6-18</p> <p>6.3.2 Leitung - Beschädigung von Einzeldrähten 6-19</p> <p>6.3.3 Einzelleitung-Aufspreizung - Vor dem Löten 6-20</p> <p>6.3.4 Einzelleitung-Aufspreizung - Nach dem Löten 6-21</p> <p>6.3.5 Leitung - Verzinnung 6-22</p> <p>6.4 Serviceschleifen 6-24</p> <p>6.5 Anschlüsse - Spannungs/Zug -entlastung 6-25</p> <p>6.5.1 Kabelbündel 6-25</p> <p>6.5.2 Bauteilanschluss-/Drahtformung 6-26</p> <p>6.6 Anschlüsse - Bauteilanschluss/ Draht-Positionierung - Allgemeine Anforderungen 6-28</p> <p>6.7 Anschlüsse - Lötstellen - Allgemeine Anforderungen 6-30</p> <p>6.8 Anschlüsse - Turmlötstützpunkt und gerader Stift 6-31</p> <p>6.8.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-31</p> <p>6.8.2 Lötstellen 6-33</p> <p>6.9 Anschlüsse - Gabellötstützpunkt 6-34</p> <p>6.9.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung - Seitliche Zuführung 6-34</p> <p>6.9.2 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung - Zuführung von oben oder unten 6-37</p> <p>6.9.3 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung - Fixierte Drähte 6-38</p> <p>6.9.4 Lötstellen 6-39</p> <p>6.10 Anschlüsse - 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 Anschlüsse - 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 Anschlüsse - 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 Anschlüsse - Löthülse 6-50</p> <p>6.13.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-50</p> <p>6.13.2 Lötstellen 6-52</p> <p>6.14 Anschlüsse - Drähte mit AWG 30 oder dünner 6-54</p> <p>6.14.1 Bauteilanschluss/Draht-Positionierung 6-54</p> <p>6.15 Anschlüsse - Seriell verbunden 6-55</p> <p>6.16 Anschlüsse - 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 Horizontal 7-3</p> <p>7.1.1.2 Vertikal 7-5</p> <p>7.1.2 Anschlussformung 7-6</p> <p>7.1.2.1 Biegen 7-6</p> <p>7.1.2.2 Spannungs/Zug -entlastung 7-8</p> <p>7.1.2.3 Beschädigungen 7-10</p> <p>7.1.3 Anschlüsse kreuzen Leiterbahnen 7-11</p> <p>7.1.4 Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern 7-12</p> <p>7.1.5 DIP/SIP-Bauteile 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 7-8</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 Leistungsbauteile 7-23</p> <p>7.1.10 Leitfähige Gehäuse 7-24</p> <p>7.2 Bauteilsicherung 7-25</p> <p>7.2.1 Montageclips 7-25</p>	<p>7.2.2 Kleben 7-27</p> <p>7.2.2.1 Kleben - Nicht hochgesetzte Bauteile 7-28</p> <p>7.2.2.2 Kleben - Hochgesetzte Bauteile 7-31</p> <p>7.2.3 Drahtniederhalter 7-32</p> <p>7.3 Durchmetallisierte Löcher 7-33</p> <p>7.3.1 Axiale Drahtanschlüsse - Horizontal 7-33</p> <p>7.3.2 Axiale Drahtanschlüsse - Vertikal 7-35</p> <p>7.3.3 Drahtrestlänge 7-37</p> <p>7.3.4 Drahtumbiegung 7-38</p> <p>7.3.5 Lötstellen 7-40</p> <p>7.3.5.1 Vertikale Füllung (Lotdurchstieg) (A) 7-43</p> <p>7.3.5.2 Primärseite - Anschlussdraht-Hülse (B) 7-45</p> <p>7.3.5.3 Primärseite - Restrिंगbedeckung (C) 7-47</p> <p>7.3.5.4 Sekundärseite - Anschlussdraht-Hülse (D) 7-48</p> <p>7.3.5.5 Sekundärseite - Restrिंगbedeckung (E) 7-49</p> <p>7.3.5.6 Lötstellenzustand - Lot in der Drahtbiegung .. 7-50</p> <p>7.3.5.7 Lötstellenzustand - Lot berührt den Bauteilkörper 7-51</p> <p>7.3.5.8 Lötstellenzustand - Bauteil-Lackhose im Lot 7-52</p> <p>7.3.5.9 Kürzung der Drahtrestlänge nach dem Löten 7-53</p> <p>7.3.5.10 Isolierung beschichteter Drähte im Lot 7-54</p> <p>7.3.5.11 Verbindungslöcher ohne Anschlüsse (Vias) 7-55</p> <p>7.3.5.12 Leiterplatte auf Leiterplatte 7-56</p> <p>7.4 Nicht-metallisierte Löcher 7-59</p> <p>7.4.1 Axiale Drahtanschlüsse - Horizontal 7-59</p> <p>7.4.2 Axiale Drahtanschlüsse - Vertikal 7-60</p> <p>7.4.3 Drahtrestlänge 7-61</p> <p>7.4.4 Drahtumbiegung 7-62</p> <p>7.4.5 Lötstellen 7-64</p> <p>7.4.6 Kürzung der Drahtrestlänge nach dem Löten 7-66</p> <p>7.5 Drahtbrücken 7-67</p> <p>7.5.1 Drahtauswahl 7-67</p> <p>7.5.2 Drahtverlegung 7-68</p> <p>7.5.3 Drahtbefestigung mittels Kleber 7-70</p> <p>7.5.4 Durchmetallisierte Löcher 7-72</p> <p>7.5.4.1 Anschlüsse im Loch 7-72</p> <p>7.5.5 Umwickelte Befestigung 7-73</p> <p>7.5.6 Überlappungslötung 7-73</p>
---	---

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>8 Oberflächenmontierte Baugruppen 8-1</p> <p>8.1 Fixierungskleber 8-3</p> <p>8.1.1 Fixierungskleber - Klebefestigung des Bauteils 8-3</p> <p>8.1.2 Fixierungskleber - Mechanische Sicherung 8-4</p> <p>8.2 SMT Anschlussdrähte 8-7</p> <p>8.2.1 Beschädigungen 8-7</p> <p>8.2.2 Flachpressung 8-7</p> <p>8.3 SMT Lötverbindungen 8-8</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 (J) 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 der Lötstelle an der Stirnfläche (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 3 Anschlüsse 8-31</p> <p>8.3.2.10.1 3 Anschlüsse - Lötstellenbreite 8-31</p> <p>8.3.2.10.2 3 Anschlüsse - 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 der Lötstelle an der Stirnfläche (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 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 der Lötstelle am Ende (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 der Lötstelle am Ende (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 Maximaler Seitenüberhang (A) 8-77</p> <p>8.3.8.2 Maximaler Spitzenüberhang (B) 8-78</p> <p>8.3.8.3 Minimale Breite der Lötstelle am Ende (C) 8-78</p> <p>8.3.8.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D) 8-79</p> <p>8.3.8.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E) 8-79</p> <p>8.3.8.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F) 8-80</p> <p>8.3.8.7 Lotspaltdicke (G) 8-80</p> <p>8.3.9 Flache Lötflächen-Anschlüsse 8-81</p> <p>8.3.10 Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite 8-82</p> <p>8.3.11 Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse 8-83</p> <p>8.3.12 Oberflächenmontierte Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen 8-85</p> <p>8.3.12.1 Ausrichtung 8-86</p> <p>8.3.12.2 Lotkugelabstand 8-86</p> <p>8.3.12.3 Lötstellen 8-87</p> <p>8.3.12.4 Poren 8-89</p> <p>8.3.12.5 Unterfüllung/Fixierung 8-89</p> <p>8.3.12.6 Gehäusestapel (Package-on-Package) 8-90</p> <p>8.3.13 Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC) 8-92</p> <p>8.3.14 Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen an Wärmesenken 8-94</p> <p>8.3.15 Verbindungen mit abgeflachten Stiften 8-96</p> <p>8.3.15.1 Maximaler Anschlussüberhang - Quadratische Löt-Anschlussfläche 8-96</p> <p>8.3.15.2 Maximaler Anschlussüberhang - Runde Löt-Anschlussfläche 8-97</p> <p>8.3.15.3 Maximale Höhe der Lötstelle 8-97</p>	<p>8.4 Spezielle SMT-Anschlüsse 8-98</p> <p>8.5 Steckverbinder für Oberflächenmontage 8-99</p> <p>8.6 Drahtbrücken 8-100</p> <p>8.6.1 Drahtbrücken - SMT 8-101</p> <p>8.6.1.1 Chip-Bauteile und Bauteile mit zylindrischen Endkappen 8-101</p> <p>8.6.1.2 Gullwing 8-102</p> <p>8.6.1.3 „J“-förmige Anschlüsse 8-103</p> <p>8.6.1.4 Einbuchtungen 8-103</p> <p>8.6.1.5 Leiterplatten-Anschlussfläche 8-104</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 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-Buchsenleisten 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 9-12</p>
--	---

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>10 Leiterplatten und Baugruppen 10-1</p> <p>10.1 Bereiche vergoldeter Kontaktflächen 10-2</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 Oberflächen-Gewebestruktur/ Gewebeaustritt 10-9</p> <p>10.2.4 Hofbildung und Kantendelaminierung 10-10</p> <p>10.2.5 Verbrennungen 10-12</p> <p>10.2.6 Wölbung und Verwindung 10-13</p> <p>10.2.7 Vereinzlung 10-14</p> <p>10.3 Leiterbahnen/Anschlussflächen 10-16</p> <p>10.3.1 Reduzierung der Querschnittsfläche 10-16</p> <p>10.3.2 Abgehobene Pads/Anschlussflächen 10-17</p> <p>10.3.3 Mechanische Beschädigungen 10-19</p> <p>10.4 Flexible und Starr-flexible Leiterplatten 10-20</p> <p>10.4.1 Beschädigungen 10-20</p> <p>10.4.2 Delaminierung 10-22</p> <p>10.4.3 Verfärbung 10-23</p> <p>10.4.4 Lotunterwanderung 10-24</p> <p>10.4.5 Lötmontage 10-25</p> <p>10.5 Kennzeichnung 10-26</p> <p>10.5.1 Geätzt (Einschließlich Handdruck) 10-28</p> <p>10.5.2 Siebdruck 10-30</p> <p>10.5.3 Stempeldruck 10-31</p> <p>10.5.4 Laser 10-32</p> <p>10.5.5 Etiketten 10-34</p> <p>10.5.5.1 Barcode 10-34</p> <p>10.5.5.2 Lesbarkeit 10-34</p> <p>10.5.5.3 Haftvermögen und Beschädigung 10-35</p> <p>10.5.5.4 Position 10-35</p> <p>10.5.6 Verwendung von, mittels Funksignalen lesbarer, Kennzeichnungen (RFID- Transponder) 10-36</p> <p>10.6 Reinheit 10-37</p> <p>10.6.1 Flussmittelrückstände 10-38</p>	<p>10.6.2 Fremdpartikel 10-39</p> <p>10.6.3 Chloride, Carbonate und weiße Rückstände 10-40</p> <p>10.6.4 Flussmittelrückstände - Prozess ohne Reinigung (No-Clean) - Erscheinungsformen 10-42</p> <p>10.6.5 Oberflächen-Korrosionserscheinungen 10-43</p> <p>10.7 Lötstoppsmasken 10-44</p> <p>10.7.1 Faltenbildung/Rissbildung 10-45</p> <p>10.7.2 Fehlstellen, Blasen, Kratzer 10-47</p> <p>10.7.3 Beschädigungen 10-48</p> <p>10.7.4 Verfärbung 10-49</p> <p>10.8 Schutzbeschichtungen (Conformal Coating) 10-49</p> <p>10.8.1 Allgemeines 10-49</p> <p>10.8.2 Abdeckung 10-50</p> <p>10.8.3 Dicke 10-52</p> <p>10.9 Verguss 10-53</p> <p>11 Einzelverdrahtungen 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, 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>11.2 Bauteilmontage - Spannungs/Zug -entlastung bei der Leitungszuführung zu Steckverbindern 11-15</p> <p>12 Hochspannung 12-1</p>
---	--

Vorwort

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 Drahtüberlappung

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.

Dieses Dokument präsentiert Abnahmeanforderungen für die Herstellung elektrischer und elektronischer Baugruppen. In der Vergangenheit enthielten Richtlinien für elektronische Baugruppen umfassende Anleitungen hinsichtlich Grundlagen und Techniken. Um die Empfehlungen und Forderungen dieses Dokumentes 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 dienen weder dem Zweck, Prozesse zur Baugruppenfertigung zu definieren, noch der Autorisierung von Reparaturen oder Änderungen an Kundenprodukten. Beispiel: Die Existenz von Kriterien für Klebeverbindungen von Komponenten impliziert/autorisiert/fordert nicht die Verwendung von Klebeverbindungen. Die Darstellung eines im Uhrzeigersinn um einen Anschlussposten gewickelten Drahtes impliziert/autorisiert/fordert nicht, dass alle Drähte/Leitungen im Uhrzeigersinn gewickelt werden sollen.

Die Anwender dieser Richtlinie sollten die anwendbaren Anforderungen dieses Dokumentes 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, die außerhalb des Anwendungsbereichs von IPC J-STD-001 liegen und Handhabung, mechanische und andere Verarbeitungsanforderungen definieren. Tabelle 1-1 ist eine Zusammenfassung weiterführender Dokumente.

1 Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

Vorwort (Fortsetzung)

Tabelle 1-1 Zusammenfassung weiterführender Dokumente

Anwendungsbereich	Spezifikation	Beschreibung
Designrichtlinie	IPC-2220-Serie IPC-7351 IPC-CM-C770	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.
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 Fehler) 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 zur Fehlerbedingung erklärt oder erweitert. Zusätzlich werden Informationen zu Prozessen gegeben, um ein besseres Verständnis der Prozesse zu erreichen, die das Verhalten unter Betriebsbedingungen bestimmen, jedoch in der Regel nicht durch visuelle Bewertungsmethoden erkennbar sind.

Die Erläuterungen in IPC-AJ-820 sollen bei der Entscheidung helfen, was bei Eintritt einer Fehlerbedingung oder im Falle von Prozessen, für die eine Prozessindikatorbedingung ermittelt wurde, geschehen soll. Weiterhin sollen sie Fragen zur Klärung der Nutzung und der Anwendung definierter Inhalte dieser Spezifikation beantworten. Vertraglicher Bezug auf IPC-A-610 impliziert nicht zusätzlich den Inhalt von IPC-AJ-820, außer wenn in der Vertragsdokumentation spezifisch darauf Bezug genommen wird.

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.

Die Illustrationen dieses Dokuments zeigen spezifische Kriterien entsprechend der jeweiligen Seitenüberschrift. Jeder Illustration folgt eine kurze Beschreibung. Es ist nicht das Ziel dieses Dokumentes, mögliche zulässige Bestückungsverfahren für Bauteile oder bestimmte geeignete Flussmittel bzw. Lote, die für die Herstellung elektrischer Verbindungen eingesetzt werden, auszuschließen. Allerdings **müssen** mittels der angewandten Methoden Lötverbindungen erzeugt werden, die den in diesem Dokument beschriebenen Abnahmekriterien entsprechen.

Bei Abweichungen haben die schriftliche Beschreibung 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: