



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

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

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

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

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

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

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

8 Oberflächenmontierte Baugruppen	8-1	
8.1 Fixierungskleber	8-3	
8.1.1 Klebefestigung des Bauteils	8-3	
8.1.2 Mechanische Sicherung	8-4	
8.2 SMT Anschlüsse	8-6	
8.2.1 Kunststoff-Bauteile	8-6	
8.2.2 Beschädigungen	8-6	
8.2.3 Flachpressung	8-7	
8.3 SMT Lötverbindungen	8-7	
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	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 am Ende der Lötstelle (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 Grabsteineffekt (Tombstoning)	8-30	
8.3.2.9.10 Mittenanschlüsse	8-31	
8.3.2.9.10.1 Lotbreite der Seitenanschlüsse	8-31	
8.3.2.9.10.2 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 am Ende der Lötstelle (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 am Ende 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 am Ende der Lötstelle (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 am Ende der Lötstelle (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 am Ende der Lötstelle (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	

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

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

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

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

Vorwort

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

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 Lötkontaktmaske 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