



IPC-A-610G 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 von der IPC-A-610 Task Group (7-31b) des Acceptability Subcommittee (7-31) des Product Assurance Committee (7-30) des IPC.

Übersetzt durch:

Tech.TransLat Roman Meier, Dipl.-Ing.
Roman Meier, www.techtranslat.de
Trainalytics GmbH, Dr. Thomas Ahrens,
www.trainalytics.de

Ersetzt:

IPC-A-610F WAM1 -
Februar 2016
IPC-A-610F - Juli 2014
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

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	1-1	1.11 Abnahmeanforderungen	1-7
1.1 Anwendungsbereich	1-2	1.12 Inspektionsmethoden	1-7
1.2 Zweck	1-3	1.12.1 Beleuchtung	1-7
1.3 Klassifizierung	1-3	1.12.2 Vergrößerungshilfen	1-8
1.4 Maßeinheiten und Anwendungen	1-3	2 Anwendbare Dokumente	2-1
1.4.1 Überprüfung der Abmessungen	1-3	2.1 IPC Dokumente	2-1
1.5 Definition der Anforderungen	1-3	2.2 Gemeinsame Industrie-Dokumente	2-1
1.5.1 Abnahmekriterien	1-4	2.3 Electrostatic Association Dokumente	2-2
1.5.1.1 Anzustreben (Idealzustand)	1-4	2.4 JEDEC	2-2
1.5.1.2 Zulässig (abnahmefähig)	1-4	2.5 Dokumente der Internationalen Elektrotechnischen Kommission	2-2
1.5.1.3 Fehler (nicht abnahmefähig)	1-4	2.6 ASTM	2-2
1.5.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung)	1-4	2.7 Militärische Richtlinien	2-2
1.5.1.4 Prozessindikator	1-4	3 Handhabung elektronischer Baugruppen	3-1
1.5.1.5 Kombinierte Zustände	1-4	3.1 EOS/ESD-Schutzmaßnahmen	3-2
1.5.1.6 Nicht festgelegte Zustände	1-5	3.1.1 Elektrische Überlast (EOS)	3-3
1.5.1.7 Sonderkonstruktionen	1-5	3.1.2 Elektrostatische Entladung (ESD)	3-4
1.6 Prozesskontrollmethoden	1-5	3.1.3 Warnkennzeichen	3-5
1.7 Rangordnung der Dokumente	1-5	3.1.4 Schutzmaterialien	3-6
1.7.1 Abschnittsbezugsnahme	1-5	3.2 EOS/ESD-sichere Arbeitsplätze/EPA	3-7
1.7.2 Anhänge	1-5	3.3 Handhabung	3-9
1.8 Fachbegriffe und Definitionen	1-5	3.3.1 Richtlinien	3-9
1.8.1 Leiterplatten-Orientierung	1-5	3.3.2 Physische Beschädigung	3-10
1.8.1.1 *Primärseite	1-5	3.3.3 Verunreinigung/Kontamination	3-10
1.8.1.2 *Sekundärseite	1-5	3.3.4 Elektronische Baugruppen	3-11
1.8.1.3 Lot-Quellseite	1-6	3.3.5 Nach dem Löten	3-11
1.8.1.4 Lot-Zielseite	1-6	3.3.6 Handschuhe und Fingerlinge	3-12
1.8.2 *Kalte Lötstelle	1-6	4 Montage- und Befestigungsteile	4-1
1.8.3 Durchmesser	1-6	4.1 Einbau von Montage- und Befestigungsteilen	4-2
1.8.4 Elektrischer Isolationsabstand	1-6	4.1.1 Elektrischer Isolationsabstand	4-2
1.8.5 Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD)	1-6	4.1.2 Beeinträchtigungen	4-3
1.8.6 Hochspannung	1-6	4.1.3 Bauteilmontage – Leistungsbauteile	4-4
1.8.7 Intrusivlöten	1-6	4.1.4 Kühlkörper	4-6
1.8.8 Verriegelungsmechanismus	1-6	4.1.4.1 Isolierkörper und wärmeleitende Verbindungsschichten	4-6
1.8.9 Meniskus (Bauteil)	1-6	4.1.4.2 Kontaktfläche	4-8
1.8.10 *Nichtfunktionale Anschlussfläche	1-6	4.1.5 Schraubverbindungen und sonstige gewindetragende Befestigungsteile	4-9
1.8.11 Pin-in-Paste	1-6	4.1.5.1 Drehmoment	4-11
1.8.12 Lotkugeln	1-6	4.1.5.2 Drähte	4-13
1.8.13 *Spannungs-/Zugentlastung	1-6		
1.8.14 Drahtüberlappung	1-7		
1.8.15 Drahtüberwicklung	1-7		
1.9 Anforderungskette	1-7		
1.10 Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter	1-7		

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

4.2 Gewindebolzen-Montage	4-15	6.1.2 Bördelflansch	6-7
4.3 Steckverbinder-Kontakte	4-16	6.1.3 Spreizflansch	6-8
4.3.1 Kontakte für Direktstecker-Buchsenleisten	4-16	6.1.4 Definierte Spalte	6-9
4.3.2 Einpress-Kontakte	4-17	6.1.5 Lötstellen	6-10
4.3.2.1 Löten	4-20	6.2 Isolierung	6-12
4.4 Kabelbaumsicherung	4-23	6.2.1 Beschädigungen	6-12
4.4.1 Allgemeines	4-23	6.2.1.1 Vor dem Löten	6-12
4.4.2 Garnbindung	4-26	6.2.1.2 Nach dem Löten	6-14
4.4.2.1 Beschädigung	4-27	6.2.2 Abstand der Isolierung	6-15
4.5 Kabelführung – Drähte und Kabelbäume	4-28	6.2.3 Isolierung	6-17
4.5.1 Drahtkreuzungen	4-28	6.2.3.1 Montage	6-17
4.5.2 Biegeradien	4-29	6.2.3.2 Beschädigungen	6-19
4.5.3 Koaxialkabel	4-30	6.3 Leiter	6-20
4.5.4 Abschluss nicht verwendeter Drähte	4-31	6.3.1 Verformungen	6-20
4.5.5 Bindestellen über Spleißen und Hülsen	4-32	6.3.2 Beschädigungen	6-21
5 Lötstellen	5-1	6.3.2.1 Litze	6-21
5.1 Abnahmekriterien für Lötstellen	5-3	6.3.2.2 Massivdraht	6-22
5.2 Lötstellenanomalien	5-4	6.3.3 Einzeldraht-Aufspreizung – Vor dem Löten	6-22
5.2.1 Freiliegendes Basismetall	5-4	6.3.4 Einzeldraht-Aufspreizung – Nach dem Löten	6-23
5.2.2 Nadellöcher/Ausbläser	5-6	6.3.5 Verzinnung	6-24
5.2.3 Reflow der Lotpaste	5-7	6.4 Serviceschleifen	6-26
5.2.4 Nichtbenetzung	5-8	6.5 Spannungs-/Zugentlastung	6-27
5.2.5 Kalte Lötstelle/Kolophonium-Verbindung	5-9	6.5.1 Drahtbündel	6-27
5.2.6 Entnetzung	5-9	6.5.2 Bauteilanschluss-/Drahtbiegung	6-28
5.2.7 Überschusslot	5-10	6.6 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung – Allgemeine Anforderungen	6-30
5.2.7.1 Lotkugeln	5-11	6.7 Lötstellen – Allgemeine Anforderungen	6-31
5.2.7.2 Brückenbildung	5-12	6.8 Turmlötstützpunkte und gerade Stifte	6-33
5.2.7.3 Spinnweben/Lotspritzer	5-13	6.8.1 Bauteilanschluss/Draht-Montage	6-33
5.2.8 Lotstörung	5-14	6.8.2 Lötverbindung	6-35
5.2.9 Risse im Lot	5-15	6.9 Gabelstützpunkte	6-36
5.2.10 Lotzapfen	5-16	6.9.1 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung – Zuführung von der Seite	6-36
5.2.11 Abgehobene Lötstelle bei bleifreiem Lot	5-17	6.9.2 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung – Fixierte Drähte	6-39
5.2.12 Warmriss/Schrumpfriss/Lunker bei bleifreiem Lot	5-18	6.9.3 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung – Zuführung von oben oder unten	6-40
5.2.13 Testnadel-Abdrücke und andere ähnliche Oberflächenzustände in Lötstellen	5-19	6.9.4 Lötverbindung	6-41
5.2.14 Teilweise sichtbare oder verdeckte Lötverbindungen	5-20	6.10 Geschlitzte Lötstützpunkte	6-44
6 Anschlüsse	6-1	6.10.1 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung	6-44
6.1 Genietete Verbindungen	6-3	6.10.2 Lötverbindung	6-45
6.1.1 Anschlüsse	6-3		
6.1.1.1 Ablösung zwischen Anschlussbasis und Anschlussfläche	6-3		
6.1.1.2 Turmlötstützpunkt	6-5		
6.1.1.3 Gabelstützpunkt	6-6		

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

6.11 Gestanzt/Gelocht	6-46	7.3.4	Bauteilanschluss/Draht-Umbiegung (Clinch)	7-36
6.11.1 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung	6-46	7.3.5	Lötverbindung	7-38
6.11.2 Lötverbindung	6-48	7.3.5.1	Lotdurchstieg (vertikale Füllung) (A)	7-41
6.12 Hakenanschlüsse	6-49	7.3.5.2	Lot-Zielseite – Bauteilanschluss zur Hülse (B)	7-43
6.12.1 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung	6-49	7.3.5.3	Lot-Zielseite – Restringbedeckung (C)	7-45
6.12.2 Lötverbindung	6-51	7.3.5.4	Lot-Quellseite – Bauteilanschluss zur Hülse (D)	7-46
6.13 Löthülsen	6-52	7.3.5.5	Lot-Quellseite – Restringbedeckung (E)	7-47
6.13.1 Bauteilanschluss/Draht-Zuführung	6-52	7.3.5.6	Zustand der Lötverbindung – Lot in der Bauteilanschlussbiegung	7-48
6.13.2 Lötverbindung	6-54	7.3.5.7	Zustand der Lötverbindung – Lot berührt den Körper eines Durchsteckmontage-Bauteils	7-49
6.14 Drähte der Stärke AWG 30 und dünner – Bauteilanschluss/Draht-Zuführung	6-56	7.3.5.8	Zustand der Lötverbindung – Bauteil-Lackmeniskus im Lot	7-50
6.15 Seriell verbunden	6-57	7.3.5.9	Kürzung des Drahtüberstands nach dem Löten	7-52
6.16 Kantenclips – Position	6-58	7.3.5.10	Isolierung beschichteter Drähte im Lot	7-53
7 Durchsteckmontage-Technologie	7-1	7.3.5.11	Verbindungslöcher ohne Bauteilanschlüsse – Vias	7-54
7.1 Bauteilmontage	7-2	7.3.5.12	Leiterplatte auf Leiterplatte	7-55
7.1.1 Orientierung	7-2	7.4 Nicht-metallisierte Löcher	7-58	
7.1.1.1 Orientierung – Horizontal	7-3	7.4.1	Axiale Bauteilanschlüsse – Horizontal	7-58
7.1.1.2 Orientierung – Vertikal	7-5	7.4.2	Axiale Bauteilanschlüsse – Vertikal	7-59
7.1.2 Bauteilanschlussformung	7-6	7.4.3	Bauteilanschluss/Draht-Restlänge	7-60
7.1.2.1 Biegeradius	7-6	7.4.4	Bauteilanschluss/Draht-Umbiegung (Clinch)	7-61
7.1.2.2 Abstand zwischen Versiegelung/Schweißstelle und Biegung	7-7	7.4.5	Lötverbindung	7-63
7.1.2.3 Spannungs-/Zugentlastung	7-8	7.4.6	Kürzung der Bauteilanschluss-Restlänge nach dem Löten	7-65
7.1.2.4 Beschädigungen	7-10	7.5 Drahtbrücken	7-66	
7.1.3 Bauteilanschlüsse kreuzen Leiterbahnen	7-11	7.5.1	Drahtauswahl	7-66
7.1.4 Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern	7-12	7.5.2	Drahtverlegung	7-67
7.1.5 DIP/SIP-Bauteile und -Sockel	7-13	7.5.3	Drahtbefestigung mittels Kleber	7-69
7.1.6 Radiale Bauteilanschlüsse – Vertikal	7-15	7.5.4	Metallisierte Löcher	7-71
7.1.6.1 Abstandshalter	7-16	7.5.4.1	Metallisierte Löcher – Anschluss im Loch	7-71
7.1.7 Radiale Bauteilanschlüsse – Horizontal	7-18	7.5.5	Befestigung mit Wicklung	7-72
7.1.8 Steckverbinder	7-19	7.5.6	Überlappungslötung	7-73
7.1.8.1 Rechter Winkel	7-21	8 Oberflächenmontierte Baugruppen	8-1	
7.1.8.2 Gerade Stiftstecker mit Kragen und gerade Buchsen-Steckverbinder	7-22	8.1 Fixierungskleber	8-3	
7.1.9 Leitfähige Gehäuse	7-23	8.1.1	Klebebefestigung des Bauteils	8-3
7.2 Bauteilsicherung	7-23	8.1.2	Mechanische Sicherung	8-4
7.2.1 Montageclips	7-23	8.2 SMT-Bauteilanschlüsse	8-6	
7.2.2 Befestigung durch Kleben	7-25	8.2.1	Kunststoff-Bauteile	8-6
7.2.2.1 Kleben – Nicht-hochgesetzte Bauteile	7-26	8.2.2	Beschädigungen	8-6
7.2.2.2 Kleben – Hochgesetzte Bauteile	7-29	8.2.3	Flachpressung	8-7
7.2.3 Sonstige Bauteile	7-30			
7.3 Metallisierte Löcher	7-31			
7.3.1 Axiale Bauteilanschlüsse – Horizontal	7-31			
7.3.2 Axiale Bauteilanschlüsse – Vertikal	7-33			
7.3.3 Bauteilanschluss/Draht-Restlänge	7-35			

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

8.3 SMT-Lötverbindungen	8-7	8.3.5 Flache Gullwing-Anschlüsse	8-47
8.3.1 Chip-Bauteile – Nur Unterseitenanschlüsse	8-8	8.3.5.1 Seitenüberhang (A)	8-47
8.3.1.1 Seitenüberhang (A)	8-9	8.3.5.2 Spitzenüberhang (B)	8-51
8.3.1.2 Endüberhang (B)	8-10	8.3.5.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-52
8.3.1.3 Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-11	8.3.5.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-54
8.3.1.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-12	8.3.5.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)	8-56
8.3.1.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E)	8-13	8.3.5.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)	8-57
8.3.1.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F)	8-13	8.3.5.7 Lotspaltdicke (G)	8-58
8.3.1.7 Lotspaltdicke (G)	8-14	8.3.5.8 Koplanarität	8-59
8.3.1.8 Endüberlappung (J)	8-14	8.3.6 Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse	8-60
8.3.2 Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen – Anschlüsse an 1, 2, 3 oder 5 Seiten	8-15	8.3.6.1 Seitenüberhang (A)	8-61
8.3.2.1 Seitenüberhang (A)	8-16	8.3.6.2 Spitzenüberhang (B)	8-62
8.3.2.2 Endüberhang (B)	8-18	8.3.6.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-62
8.3.2.3 Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-19	8.3.6.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-63
8.3.2.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-21	8.3.6.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)	8-64
8.3.2.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E)	8-22	8.3.6.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)	8-65
8.3.2.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F)	8-23	8.3.6.7 Lotspaltdicke (G)	8-66
8.3.2.7 Lotspaltdicke (G)	8-24	8.3.6.8 Minimale Höhe der Lötstelle an der Seite (Q)	8-66
8.3.2.8 Endüberlappung (J)	8-25	8.3.6.9 Koplanarität	8-67
8.3.2.9 Anschlussvarianten	8-26	8.3.7 „J“-Anschlüsse	8-68
8.3.2.9.1 Montage in Seitenlage (Billboarding)	8-26	8.3.7.1 Seitenüberhang (A)	8-68
8.3.2.9.2 Montage in Rückenlage	8-28	8.3.7.2 Spitzenüberhang (B)	8-70
8.3.2.9.3 Gestapelte Bauteile	8-29	8.3.7.3 Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-70
8.3.2.9.4 Grabsteineffekt (Tombstoning)	8-30	8.3.7.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-72
8.3.2.10 Mittenanschlüsse	8-31	8.3.7.5 Maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)	8-73
8.3.2.10.1 Lotbreite der Seitenanschlüsse	8-31	8.3.7.6 Minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)	8-74
8.3.2.10.2 Minimale Höhe der Seitenanschluss- Lötstelle	8-32	8.3.7.7 Lotspaltdicke (G)	8-76
8.3.3 Zylindrische Endkappen-Anschlüsse	8-33	8.3.7.8 Koplanarität	8-76
8.3.3.1 Seitenüberhang (A)	8-34	8.3.8 Stoßlötstellen/I-Anschlüsse	8-77
8.3.3.2 Endüberhang (B)	8-35	8.3.8.1 Modifizierte Anschlüsse der Durchsteckmontage-Technologie	8-77
8.3.3.3 Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-36	8.3.8.1.1 Maximaler Seitenüberhang (A)	8-78
8.3.3.4 Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-37	8.3.8.1.2 Spitzenüberhang (B)	8-78
8.3.3.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E)	8-38	8.3.8.1.3 Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-79
8.3.3.6 Minimale Höhe der Lötstelle (F)	8-39	8.3.8.1.4 Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-79
8.3.3.7 Lotspaltdicke (G)	8-40	8.3.8.1.5 Maximale Höhe der Lötstelle (E)	8-79
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		

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

8.3.8.1.6	Minimale Höhe der Lötstelle (F)	8-80	8.6 Drahtbrücken	8-108
8.3.8.1.7	Lotspaltdicke (G)	8-80	8.6.1 SMT	8-109
8.3.8.2	Anschlüsse in Solder-Charge- Technologie	8-81	8.6.1.1 Chip-Bauteile und Bauteile mit zylindrischen Endkappen	8-109
8.3.8.2.1	Maximaler Seitenüberhang (A)	8-82	8.6.1.2 Gullwing	8-110
8.3.8.2.2	Maximaler Spitzenüberhang (B)	8-82	8.6.1.3 J-förmige Anschlüsse	8-111
8.3.8.2.3	Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-83	8.6.1.4 Anschlussflächen in Einbuchtungen (Castellations)	8-111
8.3.8.2.4	Minimale Höhe der Lötstelle (F)	8-83	8.6.1.5 Leiterplatten-Anschlussfläche	8-112
8.3.9	Flache Anschlussfahnen und flache, nicht-geformte Anschlüsse	8-84	9 Bauteilbeschädigungen	9-1
8.3.10	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	8-86	9.1 Verlust der Metallisierung	9-2
8.3.11	Nach innen geformte, L-förmige Band- Anschlüsse	8-87	9.2 Chipwiderstand – Widerstandselement	9-3
8.3.12	Oberflächenmontierte Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen	8-89	9.3 Bauteile mit/ohne Anschlussbeine(n)	9-4
8.3.12.1	Ausrichtung	8-90	9.4 Keramische Chipkondensatoren	9-8
8.3.12.2	Lotkugelabstand	8-90	9.5 Steckverbinder	9-10
8.3.12.3	Lötverbindungen	8-91	9.6 Relais	9-13
8.3.12.4	Fehlstellen/Poren	8-93	9.7 Magnetische Bauteile	9-13
8.3.12.5	Unterfüllung/Fixierung	8-93	9.8 Steckverbinder, Griffe, Auszugshebel, Verriegelungen	9-14
8.3.12.6	Gehäusestapel (Package-on-Package)	8-94	9.9 Kontakte für Direktstecker-Buchsenleisten	9-15
8.3.13	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC)	8-96	9.10 Einpress-Steckerstifte	9-16
8.3.14	Bauteile mit unterseitigen Anschlüssen an wärmeableitenden Flächen	8-98	9.11 Steckerstifte in Rückwandverdrahtungsplatten (Backplane)	9-17
8.3.15	Verbindungen mit abgeflachten Stiften	8-100	9.12 Kühlkörper	9-18
8.3.15.1	Maximaler Anschlussüberhang – Quadratische Löt-Anschlussfläche	8-100	9.13 Gewindetragende Teile	9-19
8.3.15.2	Maximaler Anschlussüberhang – Runde Löt-Anschlussfläche	8-101	10 Leiterplatten und Baugruppen	10-1
8.3.15.3	Maximale Höhe der Lötstelle	8-101	10.1 Lotfreie Kontaktbereiche	10-2
8.3.16	P-förmige Verbindungen	8-102	10.1.1 Verunreinigung	10-2
8.3.16.1	Maximaler Seitenüberhang (A)	8-103	10.1.2 Beschädigung	10-4
8.3.16.2	Maximaler Spitzenüberhang (B)	8-103	10.2 Laminatzustände	10-4
8.3.16.3	Minimale Breite am Ende der Lötstelle (C)	8-104	10.2.1 Fleckenbildung und Gewebezerrüttung	10-5
8.3.16.4	Minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D)	8-104	10.2.2 Blasenbildung und Delaminierung	10-7
8.3.16.5	Minimale Höhe der Lötstelle (F)	8-105	10.2.3 Oberflächen-Gewebestruktur/ Gewebeaustritt	10-9
8.4	Spezielle SMT-Anschlüsse	8-106	10.2.4 Hofbildung	10-10
8.5	Steckverbinder für Oberflächenmontage	8-107	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 Abgehoben	10-19
			10.3.3 Mechanische Beschädigungen	10-21

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

10.4 Flexible und starr-flexible Leiterplatten	10-22	10.7.2 Fehlstellen, Blasen, Kratzer	10-49
10.4.1 Beschädigungen	10-22	10.7.3 Beschädigungen	10-50
10.4.2 Delaminierung/Blasenbildung	10-24	10.7.4 Verfärbung	10-51
10.4.2.1 Flexibler Bereich	10-24		
10.4.2.2 Übergang Flex zu Versteifung	10-25	10.8 Schutzbeschichtung (Conformal Coating)	10-51
10.4.3 Lotunterwanderung	10-26	10.8.1 Allgemeines	10-51
10.4.4 Lötmontage	10-27	10.8.2 Abdeckung	10-52
		10.8.3 Dicke	10-54
10.5 Kennzeichnung	10-28	10.8.4 Elektrische Isolierbeschichtung	10-55
10.5.1 Geätzt (Einschließlich Handdruck)	10-30	10.8.4.1 Abdeckung	10-55
10.5.2 Siebdruck	10-31	10.8.4.2 Dicke	10-55
10.5.3 Stempeldruck	10-33		
10.5.4 Laser	10-34	10.9 Verguss	10-56
10.5.5 Etiketten	10-35		
10.5.5.1 Barcode/Data-Matrix	10-35	11 Diskrete Verdrahtung	11-1
10.5.5.2 Lesbarkeit	10-36		
10.5.5.3 Etiketten – Haftvermögen und Beschädigung	10-37	11.1 Lötfreie Wickelverbindung	11-2
10.5.5.4 Position	10-37	11.1.1 Windungszahl	11-3
10.5.6 Mittels Funksignalen lesbare Kennzeichnungen (RFID-Transponder)	10-38	11.1.2 Windungsabstand	11-4
		11.1.3 Wicklungsauslauf und Wicklung mit Isolierung	11-5
10.6 Reinheit	10-39	11.1.4 Überlappungen durch abgehobene Windungen	11-7
10.6.1 Flussmittelrückstände	10-40	11.1.5 Anordnung der Verbindungen	11-8
10.6.2 Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD) ...	10-41	11.1.6 Drahtzuführung	11-10
10.6.3 Chloride, Carbonate und weiße Rückstände	10-42	11.1.7 Leitungsspiel	11-11
10.6.4 Flussmittelrückstände – Prozess ohne Reinigung (No-Clean) – Erscheinungsformen	10-44	11.1.8 Drahtmetallisierung	11-12
10.6.5 Oberflächen-Korrosionserscheinungen	10-45	11.1.9 Beschädigungen an der Isolierung	11-13
		11.1.10 Beschädigungen an Leitern und Anschlusspfosten	11-14
10.7 Beschichtung durch Lötstoppmasken	10-46		
10.7.1 Faltenbildung/Rissbildung	10-47	12 Hochspannung	12-1
		ANHANG A Elektrischer Leiterbahnabstand	A-1

1 Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

1 Allgemeines

Folgende Themen werden in diesem Abschnitt behandelt:

1.1 Anwendungsbereich	1-2	1.8 Fachbegriffe und Definitionen	1-5
1.2 Zweck	1-3	1.8.1 Leiterplatten-Orientierung	1-5
1.3 Klassifizierung	1-3	1.8.1.1 *Primärseite	1-5
1.4 Maßeinheiten und Anwendungen	1-3	1.8.1.2 *Sekundärseite	1-5
1.4.1 Überprüfung der Abmessungen	1-3	1.8.1.3 Lot-Quelleseite	1-6
1.5 Definition der Anforderungen	1-3	1.8.1.4 Lot-Zielseite	1-6
1.5.1 Abnahmekriterien	1-4	1.8.2 *Kalte Lötstelle	1-6
1.5.1.1 Anzustreben (Idealzustand)	1-4	1.8.3 Durchmesser	1-6
1.5.1.2 Zulässig (abnahmefähig)	1-4	1.8.4 Elektrischer Isolationsabstand	1-6
1.5.1.3 Fehler (nicht abnahmefähig)	1-4	1.8.5 Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD)	1-6
1.5.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung)	1-4	1.8.6 Hochspannung	1-6
1.5.1.4 Prozessindikator	1-4	1.8.7 Intrusivlöten	1-6
1.5.1.5 Kombinierte Zustände	1-4	1.8.8 Verriegelungsmechanismus	1-6
1.5.1.6 Nicht festgelegte Zustände	1-5	1.8.9 Meniskus (Bauteil)	1-6
1.5.1.7 Sonderkonstruktionen	1-5	1.8.10 *Nichtfunktionale Anschlussfläche	1-6
1.6 Prozesskontrollmethoden	1-5	1.8.11 Pin-in-Paste	1-6
1.7 Rangordnung der Dokumente	1-5	1.8.12 Lotkugeln	1-6
1.7.1 Abschnittsbezugnahme	1-5	1.8.13 *Spannungs-/Zugentlastung	1-6
1.7.2 Anhänge	1-5	1.8.14 Drahtüberlappung	1-7
		1.8.15 Drahtüberwicklung	1-7
		1.9 Anforderungskette	1-7
		1.10 Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter	1-7
		1.11 Abnahmeanforderungen	1-7
		1.12 Inspektionsmethoden	1-7
		1.12.1 Beleuchtung	1-7
		1.12.2 Vergrößerungshilfen	1-8

1 Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen

1 Allgemeines (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 Schlifffbildern.

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 Anforderungen 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 Anschlusspfosten gewickelten Leiters impliziert/autorisiert/fordert nicht, dass alle Anschlüsse/Leiter im Uhrzeigersinn gewickelt werden sollen.

Die Anwender dieser Richtlinie sollten die anwendbaren Anforderungen dieses Dokuments verstehen und wissen, wie sie anzuwenden sind, siehe 1.3.

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.

IPC-AJ-820 ist ein unterstützendes Dokument, das Informationen bezüglich der Zielsetzungen des Inhalts dieser Spezifikation enthält 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 beeinflussen, jedoch in der Regel nicht durch visuelle Bewertungsmethoden erkennbar sind.

Die Erläuterungen in IPC-AJ-820 sollten bei der Entscheidung helfen, wie mit Fehlern umzugehen ist und was mit Prozessen bei Prozessindikatoren geschehen soll. Weiterhin sollen sie Fragen zur Nutzung und 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.

Tabelle 1-1 Zusammenfassung weiterführender Dokumente

Anwendungsbereich	Spezifikation	Beschreibung
Designrichtlinie	IPC-2220-FAM 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-FAM 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.
Richtlinie für Anforderungen an den Prozess	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 Merkmale der Leiterplatte und/oder Baugruppe. Gibt Hinweise zum erwünschten Zustand der Produkte, die über die Minimalanforderungen an die Merkmale in den Endprodukt-Richtlinien hinausgehen. Es stellt eine Reihe abweichender Zustände vor (Prozessindikator oder Fehler), um den Bedienern und Prüfern die Erkennung notwendiger Prozesskorrekturen zu ermöglichen.
Schulungsprogramme (optional)		Dokumentierte Schulungsanforderungen zum Lehren und Lernen von Verfahrensregeln und -techniken für die Einführung von Abnahmeanforderungen, die in Endprodukt-Richtlinien, Abnahme-Richtlinien oder in der Kundendokumentationen enthalten sind.
Nacharbeit und Reparatur	IPC-7711/7721	Dieses Dokument enthält Prozessbeschreibungen zur Entfernung und zum Ersatz von Beschichtungen und Bauteilen, zur Reparatur des Lötstopplacks sowie zur Änderung/Reparatur von Laminatmaterial, Leiterbahnen und metallisierten Löchern.