



IPC-7711B/7721B DE



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

FED e. V. - Ihr Fachverband
für Design, Leiterplatten-
und Elektronikfertigung
Alte Jakobstraße 85/86
10179 Berlin
<http://www.fed.de>

Nacharbeit, Änderung und Reparatur von elektronischen 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 englisch-
sprachigen und einer
übersetzten Version
dieses Dokumentes hat
die englischsprachige
Version den Vorrang.

Entwickelt durch das Repairability Subcommittee (7-34) des Product Assurance Committee (7-30) des IPC

Ersetzt:

IPC-7711A/7721A -

Oktober 2003

IPC-R-700C -

Januar 1988

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

Kontakt:

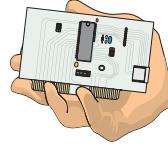
IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

Inhaltsverzeichnis

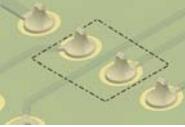
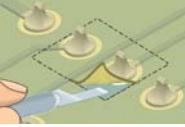
TEIL 1 Allgemeine Angaben und häufig angewendete Verfahren

1 Allgemein	1	1.8.7 Vorwärmen (Hilfsheizung)	6
1.1 Geltungsbereich	1	1.8.8 Handbohr- und Schleifgeräte	6
1.2 Aufgabe	1	1.8.9 Präzisions-Bohr-/Frässystem	6
1.2.1 Festlegung von Anforderungen	1	1.8.10 Lösen und Lösenpressvorrichtung	6
1.3 Hintergrund	1	1.8.11 Goldmetallisierungssystem	6
1.4 Begriffe und Definitionen	1	1.8.12 Werkzeuge und Zubehör	7
1.4.1 Produktklasse	2	1.8.13 Material	7
1.4.2 Arten von Leiterplatten	2	1.8.13.1 Lot	7
1.4.3 Fertigkeiten	2	1.8.13.2 Flussmittel	7
1.5 Anwendbarkeit, Kontrollen und Abnahmefähigkeit	2	1.8.13.3 Austausch von Leiterbahnen und Anschlussflächen	7
1.5.1 Konformitätsgrad	3	1.8.13.4 Epoxidharz und Farbstoffe	7
1.5.1.1 Konformitätsgrade	3	1.8.13.5 Klebstoffe	7
1.5.2 Konformität	3	1.8.13.6 Allgemein	7
1.6 Ausbildung	4	1.8.14 Ziele und Handlungsanweisungen	7
1.7 Grundüberlegungen	4	1.8.14.1 Zerstörungsfreier Ausbau von Bauteilen	8
1.8 Arbeitsstationen, Werkzeug, Material und Prozesse	5	1.8.14.1.1 Bauteile zur Oberflächenmontage	8
1.8.1 Kontrolle vor elektrostatischer Entladung (ESD) / elektrischer Überbeanspruchung (EOS)	5	1.8.14.1.2 Bauteile für Durchsteckmontage	8
1.8.2 Visuelle Systeme	5	1.8.14.1.3 Ausbau von Bauteilen nach der Lötbadmethode	8
1.8.3 Beleuchtung	5	1.8.14.2 Bauteilmontage	8
1.8.4 Abzug von Dämpfen	5	1.8.14.2.1 Vorbereitung der Anschlussfläche	8
1.8.5 Werkzeuge	5	1.8.14.2.2 Bauteile für Oberflächenmontage	8
1.8.6 Verfahren der Grundheizung	5	1.8.14.2.3 Bauteile für Durchsteckmontage	8
1.8.6.1 Konduktive Heizverfahren (Berührungsverfahren)	5	1.8.15 Reinigungsstation/Anlage	8
1.8.6.2 Konvektive (Heißgas-) und IR (Strahlungs-) Erwärmungsverfahren	6	1.8.16 Ausbau und Montage von Bauteilen	9
		1.8.17 Bereich für das Aufbringen des Schutzüberzugs (Conformal Coating Area)	9
		1.8.18 Verfahrensauswahl	9
		1.8.19 Zeit-Temperaturprofil (TTP)	9
		1.9 Bleifreiheit	10

Handhabung/Reinigung

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.1	Umgang mit elektronischen Baugruppen		N/A	N/A	N/A
2.2	Reinigung		N/A	N/A	N/A

Entfernen von Schutzüberzügen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.3.1	Identifizierung und Entfernung von Schutzüberzügen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.2	Entfernen von Schutzüberzügen, Lösungsmittelmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.3	Entfernen von Schutzüberzügen, Abschälmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.4	Entfernen von Schutzüberzügen, thermische Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.5	Entfernen von Schutzüberzügen, Schleifen/Schaben		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.6	Entfernen von Schutzüberzügen, Mikrostrahlen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

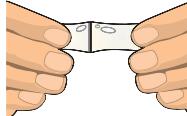
Auswechseln von Schutzüberzügen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.4.1	Auswechseln von Schutzüberzügen, Lötabdeckung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
2.4.2	Auswechseln von Schutzüberzügen, konturgetreue Schutzüberzüge/Kapselmaterial		R,F,W,C	Mittel	Hoch

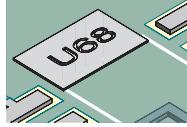
Aufbereitung

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.5	Trocknen und Vorwärmen		R,F,W,C	Mittel	Hoch

Mischen und Umgang mit Epoxidharzen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.6	Mischen und Umgang mit Epoxidharzen		R,F,W,C	Mittel	Hoch

Beschriftungen/Kennzeichnungen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.7.1	Beschriftung/Kennzeichnung, Stempeln/Prägen		R,F,W,C	Mittel	Hoch
2.7.2	Beschriftung/Kennzeichnung, manuelle Beschriftung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
2.7.3	Beschriftung/Kennzeichnung, Schablonieren		R,F,W,C	Mittel	Hoch

Wartung und Pflege von Lötkolbenspitzen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.8	Wartung und Pflege von Lötkolbenspitzen		N/A	N/A	N/A

Inhaltsverzeichnis

TEIL 2 Nacharbeit

3 Entfernen

3.1 Entlöten von Verbindungslöchern

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.1.1	Kontinuierliche Vakummethode	R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.2	Kontinuierliche Vakummethode – partiell gebogene Anschlussleiter	R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.3	Kontinuierliche Vakummethode – voll gebogene Anschlussleiter	R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.4	Richten voll gebogener Anschlussleiter	R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.5	Richten voll gebogener Anschlussleiter – Lotwanderung	R,F,W	Fortgeschritten	Hoch

3.2 Entfernen von Stiftmatrixgehäuse und Anschlässen

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.2.1	Lötbadmethode	R,F,W,C	Experte	Mittel

3.3 Entfernen von Chip-Bauteilen

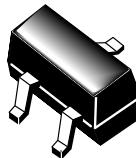
Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.3.1	gabelförmige Spitze	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.3.2	Pinzettenmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.3.3	Bodenanschluss – Heißluftmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch

3.4 Entfernen von Bauteilen ohne Anschlussleiter

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.4.1	Lötwickelmethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.4.2	Flussmittelmethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.4.3	Heißgas-(Luft-)Reflow-Methode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

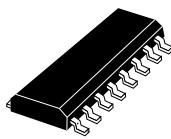
3.5 Entfernen von SOT

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.5.1	Flussmittelmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.5.2	Anwendung von Flussmittel – Pinzette	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.5.3	Heißluftbleistift	R,F,W,C	Mittel	Hoch



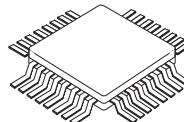
3.6 Entfernung von Gull Wing-Anschlüssen (zweiseitig)

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.6.1	Brückenfüllung	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.6.2	Lötwickelmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.6.3	Flussmittelmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.6.4	Brückenfüllung – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.6.5	Lötwickelmethode – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.6.6	Anwendung von Flussmittel – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch



3.7 Entfernung von Gull Wing-Anschlüssen (vierseitig)

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.7.1	Brückenfüllung – Vakuumgefäß	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.1.1	Brückenfüllung – Oberflächenspannung	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.7.2	Solder Lötwickelmethode – Vakuumgefäß	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.2.1	Lötwickelmethode – Oberflächenspannung	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.7.3	Flussmittelmethode – Vakuumgefäß	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.3.1	Flussmittelmethode – Oberflächenspannung	R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.7.4	Brückenfüllung – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.5	Lötwickelmethode – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.6	Anwendung von Flussmittel – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.7	Heißgas-(Luft-)Reflow-Methode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch



3.8 Entfernen von J-Anschlussleitern

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.8.1	Brückenfüllung – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.1.1	Brückenfüllung – Oberflächenspannung	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.2	Lötwickelmethode – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.2.1	Lötwickelmethode – Oberflächenspannung	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.3	Anwendung von Flussmittel – Pinzette	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.4	Nur fluxen und Spitze verzinnen	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.5	Heißgas-Reflow-Gerät	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

3.9 Entfernen von BGA/CSP

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.9.1	Heißgas-Reflow-Gerät	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.9.2	Vakuummethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel

3.10 Entfernen von PLCC-Sockeln

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.10.1	Brückenfüllung	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.10.2	Lötwickelmethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.10.3	Flussmittelmethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.10.4	Heißluftbleistiftmethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel

4 Vorbereitung von Anschlussflächen

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.1.1	Vorbereitung von SMD-Anschlussflächen – Einzelmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.1.2	Vorbereitung von SMD-Anschlussflächen – Kontinuierliche Methode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.1.3	Entfernung von Oberflächenlot – Litzenmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.2.1	Glätten von Anschlägen – mit Klingenspitze	R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.3.1	Verzinnen von SMD-Anschlussflächen – mit Klingenspitze	R,F,W,C	Mittel	Mittel
4.4.1	Reinigen von SMD-Anschlussflächen – mit Klingenspitze und Litze	R,F,W,C	Mittel	Hoch

5 Montage

5.1 Montage von Verbindungslöchern

Verfahren	Beschreibung	
	Montage entsprechend den Festlegungen in J-STD-001 und J-HDBK-001	

5.2 Montage von Stiftmatrixgehäuse und Anschlässen

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.2.1	Lötbadmethode mit Vorfüllung des durchmetallisierten Loches	R,F,W,C	Experte	Mittel

5.3 Chipmontage

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.3.1	Methode mit Lötpaste/Heißluftbleistift	R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.3.2	Punkt-Punkt-Methode	R,F,W,C	Mittel	Hoch

5.4 Montage von Bauteilen ohne Anschlussleiter

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.4.1	Heißgas-(Luft-)Reflow-Methode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

5.5 Montage Gull Wing-Anschlüsse

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.5.1	Methode für Mehrfachanschlussleiter – Anschlussleiteroberteil	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.5.2	Mehrfachanschlussleiter – Fußspitze	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.5.3	Punkt-Punkt-Methode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.5.4	Methode mit Lötpaste/Heißluftbleistift	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.5.5	Hakenspitze mit Drahtauflage	R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.5.6	Klingenspitze mit Draht	R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel

5.6 Montage von J-Anschlussleitern

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.6.1	Lötdrahtmethode	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.6.2	Punkt-Punkt-Methode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.6.3	Methode mit Lötpaste/Heißluftbleistift	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.6.4	Mehrachanschlussleiter	R,F,W,C	Mittel	Hoch

5.7 Montage von BGA/CSP

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.7.1	mit Lötdraht zum Vorfüllen der Anschlussflächen	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.2	mit Lötpaste zum Vorfüllen der Anschlussflächen	R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.3	BGA-Reballing-Methode – Methode mit Vorrichtung	R,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.4	BGA-Reballing-Methode – Papierträgermethode	R,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.5	BGA-Reballing-Methode – Methode mit Polyimidschablone	R,C	Fortgeschritten	Hoch

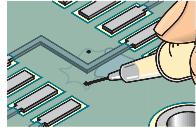
6 Beseitigen von Kurzschläüssen

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
6.1.1	J-Anschlussleitern – Abziehmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.2	J-Anschlussleitern – Respread-Methode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.2.1	J-Anschlussleitern – Litzenmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.3	Gull Wing-Anschlüsse – Abziehmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.4	Gull Wing-Anschlüsse – Respread-Methode	R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.4.1	Gull Wing-Anschlüsse – Litzenmethode	R,F,W,C	Mittel	Hoch

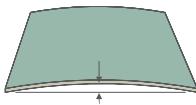
Inhaltsverzeichnis

TEIL 3 Änderung und Reparatur

Blasen und Delaminierung

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.1	Delaminierung/Reparatur von Blasen, Injektionsmethode		R	Fortgeschritten	Hoch

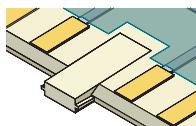
Verwölbungen und Verwindungen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.2	Reparatur von Verwölbungen und Verwindungen		R,W	Fortgeschritten	Mittel

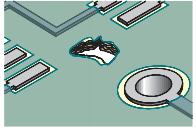
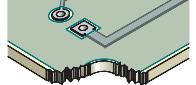
Reparatur von Löchern

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.3.1	Reparatur von Löchern, Epoxidharzmethode		R,W	Fortgeschritten	Hoch
3.3.2	Reparatur von Löchern, Transplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch

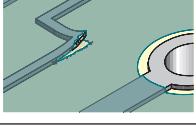
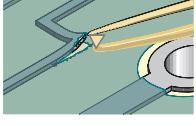
Reparatur von Kerben und Nuten

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.4.1	Reparatur von Kerben und Nuten, Epoxidharzmethode		R,W	Fortgeschritten	Hoch
3.4.2	Reparatur von Kerben und Nuten, Transplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch

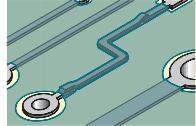
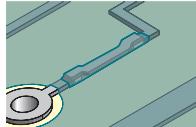
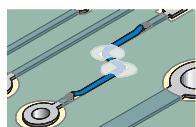
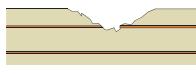
Reparatur von Basismaterial

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.5.1	Reparatur von Basismaterial, Epoxidharzmethode		R,W	Fortgeschritten	Hoch
3.5.2	Reparatur von Basismaterial, Flächentransplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch
3.5.3	Reparatur von Basismaterial, Kantentransplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch

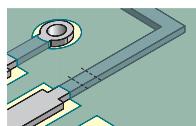
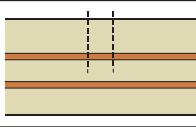
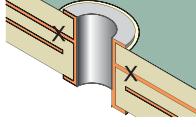
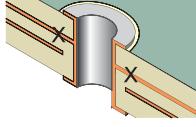
Abgehobene Leiterbahnen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.1.1	Reparatur von abgehobenen Leiterbahnen, Eingießen in Epoxidharz		R,F	Mittel	Mittel
4.1.2	Reparatur von abgehobenen Leiterbahnen, Filmbondmethode		R,F	Mittel	Hoch

Reparatur von Leiterbahnen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.2.1	Reparatur von Leiterbahnen, Folienbrücken, Epoxidharzmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Mittel
4.2.2	Reparatur von Leiterbahnen, Folienbrücken, Klebefoliemethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.2.3	Reparatur von Leiterbahnen, Schweißmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.2.4	Reparatur von Leiterbahnen, Oberflächendrahtmethode		R,F,C	Mittel	Mittel
4.2.5	Reparatur von Leiterbahnen, Plattendurchgangsdrahtmethode		R	Fortgeschritten	Mittel
4.2.6	Reparatur/Änderung von Leiterbahnen, Leitpastenmethode		R,F,C	Experte	Mittel
4.2.7	Reparatur von Leiterbahnen, Innenlagenmethode		R,F	Experte	Hoch

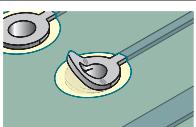
Leiterbahnschnitt

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.3.1	Leiterbahnschnitt, Oberflächenleiterbahnen		R,F	Fortgeschritten	Hoch
4.3.2	Leiterbahnschnitt, Innenlagen-Leiterbahnen		R,F	Fortgeschritten	Hoch
4.3.3	Beseitigen von Innenlagenanschlüssen an metallisierten Löchern, Durchbohrmethode		R,F	Fortgeschritten	Hoch
4.3.4	Beseitigen von Innenlagenanschlüssen an metallisierten Löchern, Speichertrennmethode		R,F	Fortgeschritten	Hoch

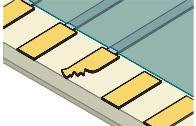
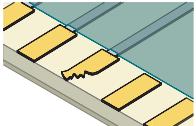
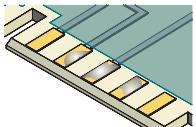
Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.4.1	Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen, Epoxidharzmethode		R,F	Fortgeschritten	Mittel
4.4.2	Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen, Filmbondmethode		R,F	Fortgeschritten	Mittel

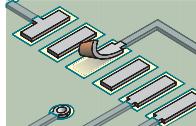
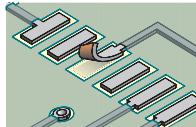
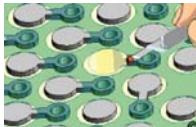
Reparatur von Anschlussflächen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.5.1	Reparatur von Anschlussflächen, Epoxidharzmethode		R,F	Fortgeschritten	Mittel
4.5.2	Reparatur von Anschlussflächen, Filmbondmethode		R,F	Fortgeschritten	Hoch

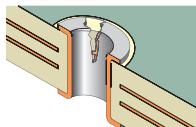
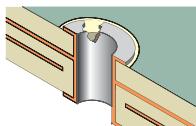
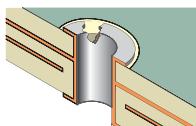
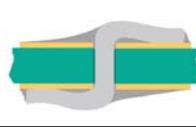
Reparatur von Randkontakte

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.6.1	Reparatur von Randkontakte, Epoxidharzmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel
4.6.2	Reparatur von Randkontakte, Filmbondmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
4.6.3	Reparatur von Randkontakte, Galvanomethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

Reparatur von SMD-Anschlussflächen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.7.1	Reparatur von SMD-Anschlussflächen, Epoxidharzmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Mittel
4.7.2	Reparatur von SMD-Anschlussflächen, Filmbondmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.7.3	SMD, Reparatur von BGA-Anschlussflächen, Filmbondmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch

Reparatur von metallisierten Löchern

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.1	Reparatur von metallisierten Löchern ohne Innenlagen-Verbindung		R,F,W	Mittel	Hoch
5.2	Reparatur von metallisierten Löchern, Doppelwandmethode		R,F,W	Fortgeschritten	Mittel
5.3	Reparatur von metallisierten Löchern mit Innenlagen-Verbindung		R	Experte	Mittel
5.4	Reparatur von metallisierten Löchern ohne Innenlagen-Verbindung, Methode mit angehefteter Überbrückung		R,F,W	Mittel	Mittel

Brücken

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
6.1	Überbrückungen		R,F,W,C	Mittel	N/A
6.2.1	Überbrückung, BGA-Bauteile, Methode mit Folienbrücke		R,F	Experte	Mittel
6.2.2	Überbrückung, BGA-Bauteile, Plattendurchgangsmethode		R,F	Experte	Hoch

Hinzufügen von Bauteilen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
6.3	Ändern und Hinzufügen von Bauteilen		R,F,W,C	Fortgeschritten	N/A

Reparatur flexibler Leiterbahnen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
7.1.1	Reparatur flexibler Leiterbahnen		F	Experte	Mittel

8 Drähte**8.1 Spleißen**

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
8.1.1	Flechtspleißen		N/A	Mittel	Niedrig
8.1.2	Wickelspleißen		N/A	Mittel	Niedrig
8.1.3	Hakenspleißen		N/A	Mittel	Niedrig
8.1.4	Überlapspleißen		N/A	Mittel	Niedrig

Allgemeine Angaben und häufig angewendete Verfahren

1 Allgemein

1.1 Geltungsbereich Das Handbuch beinhaltet Beschreibungen von Verfahren zu Reparaturen und Nacharbeit von Baugruppen von gedruckten Leiterplatten. Es enthält zusammenfassend alle Informationen des Unterausschusses Reparaturfähigkeit (7-34) des Ausschusses für Produktsicherung des IPC. Diese Ausgabe berücksichtigt in besonderem Maße den Einsatz bleifreier Verfahren sowie ergänzende Abnahmekriterien für bestimmte Arbeitsabläufe, z. B. Reparaturen, für die ansonsten keine veröffentlichten Kriterien vorliegen.

Dieses Handbuch schränkt in keiner Weise die maximal zulässige Zahl von Nacharbeitsgängen, Änderungen oder Reparaturen von bestückten Leiterplatten ein.

1.2 Aufgabe Das Handbuch beschreibt die Prozessvoraussetzungen, Werkzeuge, Material und Methoden für die Durchführung von Änderungen, Nacharbeit, Reparatur, Revision oder Wiederherstellung elektronischer Produkte. Das Handbuch orientiert sich weitgehend an den Definitionen der Produktklassen in den Dokumenten der IPC, z. B. J-STD-001 und IPC-A-610, es ist jedoch für elektronische Geräte jeglicher Art gültig. Wird das Handbuch als verbindliches Dokument für die Durchführung von Änderungen, Nacharbeit, Reparatur, Revision oder Wiederherstellung von Produkten vereinbart, sind die festgelegten Arbeitsabläufe verbindlich.

Für die Durchführung spezieller Reparaturen und Nacharbeiten werden durch IPC die üblichsten Ausrüstungen, Geräte und Prozesse angegeben. Es ist jedoch möglich, die gleichen Arbeiten mit Hilfe anderer Ausrüstungen und Geräte durchzuführen. Werden andere Ausrüstungen und Geräte verwendet, liegt die Entscheidung über Qualität und Beschaffenheit der bearbeiteten Baugruppe in der Verantwortung des Anwenders.

1.2.1 Festlegung von Anforderungen Das Handbuch erfüllt eine Anleitungsfunction. Es bestehen keine speziellen Anforderungen oder Kriterien. Diese sind getrennt in den Vertragsunterlagen oder in anderweitiger Dokumentation durch den Anwender festzulegen. Formulierungen, bei denen Hilfsverben, z. B. "müssen", "sollen" oder Verben im Imperativ/Infinitiv verwendet werden, heben Punkte von besonderer Bedeutung hervor. Werden diese dringenden Empfehlungen nicht eingehalten, besteht die Gefahr, dass der Endanwender mit dem Ergebnis nicht zufrieden ist und weiterer Schaden die Folge sein kann.

1.3 Hintergrund Die modernen elektronischen Baugruppen sind von höherer Komplexität und kleineren Abmessungen als je zuvor. Dennoch lassen sie sich bei Anwendung geeigneter Methoden erfolgreich verändern, nacharbeiten und Instand setzen. Es ist das Anliegen dieses Handbuchs, Anwenden bei Reparatur, Nacharbeit und technischen Veränderungen an elektronischen Baugruppen bei gleichzeitiger Sicherung möglichst geringer Auswirkungen auf Endfunktion und Zuverlässigkeit zu unterstützen. Die in diesem Handbuch enthaltenen Verfahren und Methoden wurden von Baugruppenherstellern, Herstellern von gedruckten Leiterplatten und Anwendern erhoben, die die Notwendigkeit der Dokumentierung der häufigsten Methoden für Nacharbeit, Reparatur und technischen Änderungen erkannt haben. Diese Methoden haben sich durch Tests und ausgedehnte Feldfunktionalität im Allgemeinen als für die jeweils genannte Produktklasse geeignet erwiesen. Die in diesem Handbuch erfassten Verfahren und Methoden wurden von zahlreichen kommerziellen und militärischen Einrichtungen zur Verfügung gestellt, deren Aufzählung den Rahmen dieses Handbuchs übersteigt. Bei Bedarf hat der Unterausschusses Reparaturfähigkeit Änderungen von Methoden und Verfahren berücksichtigt, um aktuellen Entwicklungen Rechnung zu tragen.

1.4 Begriffe und Definitionen Mit Stern (*) gekennzeichnete Definitionen sind IPC-T-50 entnommen und gelten für dieses Handbuch.

PCA (Printed Circuit Assembly) – Leiterplattenbaugruppe

***Nacharbeit** – Nachbearbeitung nichtkonformer Artikel mit originaler oder gleichwertiger Verarbeitung auf eine Weise, welche die vollständige Übereinstimmung des Artikels mit den entsprechenden Zeichnungen oder Spezifikationen sichert.

***Änderung** – Überarbeitung der Funktionsfähigkeit eines Produktes zur Einhaltung neuer Abnahmekriterien. Änderungen sind im Allgemeinen zur Berücksichtigung von Konstruktionsänderungen erforderlich, die in Zeichnungen, durch Änderungsaufträge usw. erfolgen. Änderungen sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung und bei ausführlicher Darlegung in den geltenden Unterlagen durchzuführen.

***Reparatur** – Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit eines defekten Artikels auf eine Weise, welche die vollständige Übereinstimmung des Artikels mit den entsprechenden Zeichnungen oder Spezifikationen sichert.