



IPC-7711C/7721C DE

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.

Nacharbeit, Änderung und Reparatur von elektronischen Baugruppen

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

Übersetzt durch:

Tech.TransLat Roman Meier, www.techtranslat.de

Ersetzt:

IPC-7711/7721 mit
Änderungen 1 und 2
Ausgabe B - November 2007
Änderung 1 - February 2013
Änderung 2 - März 2014
IPC-7711A/7721A -
Oktober 2003
IPC-R-700C -
Januar 1988

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

Kontakt:

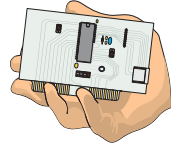

IPC

Inhaltsverzeichnis

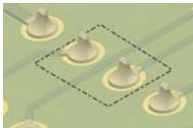

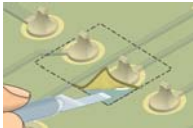



TEIL 1 Allgemeine Angaben und häufig angewendete Verfahren

| | | | |
|--|---|--|----|
| 1 Allgemein | 1 | 1.8.7 Vorwärmen (Hilfsheizung) | 6 |
| 1.1 Anwendungsbereich | 1 | 1.8.8 Handbohr- und Schleifgeräte | 6 |
| 1.2 Zweck | 1 | 1.8.9 Präzisions-Bohr-/Frässystem | 7 |
| 1.2.1 Definition von Anforderungen | 1 | 1.8.10 Lötösen und Lötösenpressvorrichtung | 7 |
| 1.3 Hintergrund | 1 | 1.8.11 Goldmetallisierungssystem | 7 |
| 1.4 Fachbegriffe und Definitionen | 1 | 1.8.12 Werkzeuge und Zubehör | 7 |
| 1.4.1 Produktklasse | 2 | 1.8.13 Materialien | 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 Ersatzleiterbahnen 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 | 8 |
| 1.6 Schulung | 4 | 1.8.14 Prozessziele und Leitfäden | 8 |
| 1.7 Grundüberlegungen | 4 | 1.8.14.1 Zerstörungsfreies Entfernen von Bauteilen | 8 |
| 1.8 Arbeitsstationen, Werkzeug, Materialien und Prozesse | 5 | 1.8.14.1.1 Bauteile zur Oberflächenmontage | 8 |
| 1.8.1 Kontrolle elektrostatischer Entladung (ESD) und elektrischer Überlastung (EOS) | 5 | 1.8.14.1.2 Bauteile für Durchsteckmontage | 8 |
| 1.8.2 Visuelle Systeme | 5 | 1.8.14.1.3 Entfernung von Bauteilen nach der Lötbadmethode | 8 |
| 1.8.3 Beleuchtung | 5 | 1.8.14.2 Bauteilmontage | 9 |
| 1.8.4 Schadstoffabsaugung | 5 | 1.8.14.2.1 Vorbereitung der Anschlussfläche | 9 |
| 1.8.5 Lötwerkzeuge | 5 | 1.8.14.2.2 Bauteile für die Oberflächenmontage | 9 |
| 1.8.6 Verfahren der primären Heizung | 5 | 1.8.14.2.3 Bauteile für die Durchsteckmontage | 10 |
| 1.8.6.1 Konduktive Heizverfahren (Berührungsverfahren) | 5 | 1.8.15 Reinigungsstation/Reinigungsanlage | 10 |
| 1.8.6.2 Konvektive (Heißgas-) und IR (Strahlungs-) Erwärmungsverfahren | 6 | 1.8.16 Entfernung und Montage von Bauteilen | 10 |
| | | 1.8.17 Schutzbeschichtete Bereiche | 10 |
| | | 1.8.18 Verfahrensauswahl | 10 |
| | | 1.8.19 Zeit-Temperaturprofil (TTP) | 11 |
| | | 1.9 Bleifrei-Technologie | 11 |



Handhabung/Reinigung

| Verfahren | Beschreibung | | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--------------------------------------|---|------------------|--------------|------------------|
| 2.1 | Umgang mit elektronischen Baugruppen |  | k. A. | k. A. | k. A. |
| 2.2 | Reinigung |  | k. A. | k. A. | k. A. |

Entfernung von Beschichtungen

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 2.3.1 | Entfernung von Beschichtungen, Identifizierung von Schutzbeschichtungen (Conformal Coatings) |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 2.3.2 | Entfernung von Beschichtungen, Lösungsmittelmethode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 2.3.3 | Entfernung von Beschichtungen, Abschälmethode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 2.3.4 | Entfernung von Beschichtungen, thermische Methode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 2.3.5 | Entfernung von Beschichtungen, Schleifen/Schaben |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 2.3.6 | Entfernung von Beschichtungen, Mikrostrahl-Methode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |

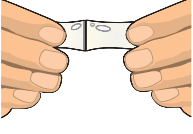
Ersetzen von Beschichtungen

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|--------------|------------------|
| 2.4.1 | Ersetzen von Beschichtungen und Lötstopplacken |  | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 2.4.2 | Ersetzen von Beschichtungen, Schutzbeschichtungen/Kapselmaterial |  | R,F,W,C | Mittel | Hoch |


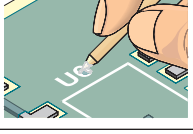
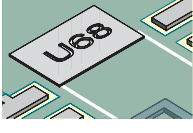
Aufbereitung

| 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 |

Beschriftung/Kennzeichnung

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|--------------|------------------|
| 2.7.1 | Beschriftung/Kennzeichnung, Stempeln |  | 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 Lötspitzen

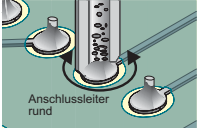
| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|-----------------------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| 2.8 | Wartung und Pflege von Lötspitzen | | k. A. | k. A. | k. A. |

Inhaltsverzeichnis

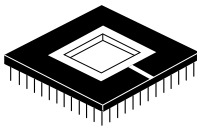
TEIL 2 Nacharbeit

3 Entfernen

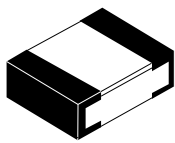
3.1 Entlöten von Verbindungslöchern

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|-----------------|------------------|
| 3.1.1 | Kontinuierliche Vakuummethode | | R,F,W | Mittel | Hoch |
| 3.1.2 | Kontinuierliche Vakuummethode – partiell gebogene Anschlussleiter | | R,F,W | Mittel | Hoch |
| 3.1.3 | Kontinuierliche Vakuummethode – 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 |

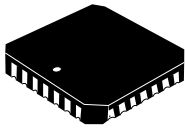
3.2 Entfernen von Stiftmatrix-Bauteilen und -Sockeln

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---------------|--|------------------|--------------|------------------|
| 3.2.1 | Lötbadmethode | | R,F,W,C | Experte | Hoch |

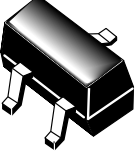
3.3 Entfernen von Chip-Bauteilen

| 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 | Heißluftmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |

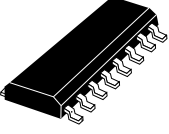
3.4 Entfernen von Bauteilen ohne Anschlussleiter

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

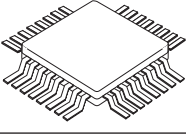
3.5 Entfernen von SOTs

| 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 | HeißluftlötKolben | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |

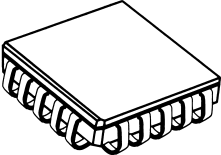
3.6 Entfernung von Gullwing-Anschlüssen (zweiseitig)

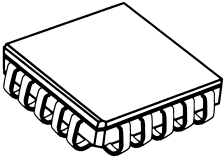
| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--------------------------------------|---|------------------|-----------------|------------------|
| 3.6.1 | Brückenfüllung | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 3.6.2 | Lötwickelmethode | | R,F,W,C | Mittel | 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 Gullwing-Anschlüssen (vierseitig)

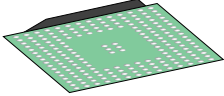
| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 3.7.1 | Brückenfüllung – Quad-Vakuumpitze | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.7.1.1 | Brückenfüllung – Oberflächenspannung | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 3.7.2 | Lötwickelmethode – Quad-Vakuumpitze | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.7.2.1 | Lötwickelmethode – Oberflächenspannung | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 3.7.3 | Flussmittelmethode – Quad-Vakuumpitze | | 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-Anschlüssen

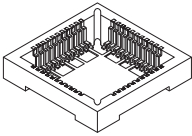
| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 3.8.1 | Brückenfüllung – Pinzette | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.8.1.1 | Brückenfüllung – Oberflächenspannung | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.8.2 | Lötwickelmethode – Pinzette | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.8.2.1 | Lötwickelmethode – Oberflächenspannung | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--------------------------------------|---|------------------|-----------------|------------------|
| 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-System | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |

3.9 Entfernen von BGAs/CSPs

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|-----------------|------------------|
| 3.9.1 | Heißgas-Reflow-System | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.9.1.2 | Fokussiertes IR-Reflow-System (mit integrierter Unterheizung) | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 3.9.2 | Vakuummethode | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Mittel |

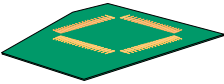
3.10 Entfernen von PLCC-Sockeln

| 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 | HeißluftlötKolben-Methode | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Mittel |

3.11.1 Entfernen von Bauteilen mit Unterseitenanschlüssen

| Verfahren | Beschreibung | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|-----------------|------------------|--------------|------------------|
| 3.11.1 | Heißluftmethode | R,F,C | Experte | Mittel |

4 Vorbereitung von Anschlussflächen

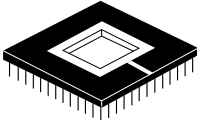
| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|--------------|------------------|
| 4.1.1 | Vorbereitung von SMD-Anschlussflächen – Einzelmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 4.1.2 | Vorbereitung von SMD-Anschlussflächen – Kontinuierliche Methode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 4.1.3 | Entfernung von Oberflächenlot – Lötsauglitzmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 4.2.1 | Glätten von Anschlussflächen – 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 Lötsauglitz | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |

5 Montage

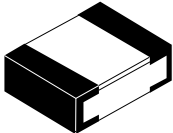
5.1 Montage von Verbindungslochern

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

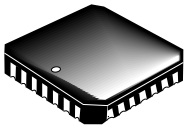
5.2 Montage von Stiftmatrix-Bauteilen und -Sockeln

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|--------------|------------------|
| 5.2.1 | Lötbadmethode mit Vorfüllung der durchmetallisierten Löcher | | R,F,W,C | Experte | Hoch |

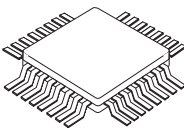
5.3 Chipmontage

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|--------------|------------------|
| 5.3.1 | Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 5.3.2 | Punkt-zu-Punkt-Methode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |

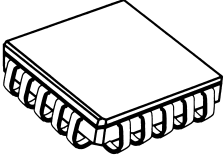
5.4 Montage von Bauteilen ohne Anschlussleiter

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

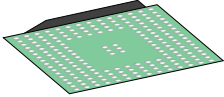
5.5 Montage Gullwing-Anschlüsse

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 5.5.1 | Ziehlöten – Auf den Anschlüssen | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.5.2 | Ziehlöten – Vor den Anschlüssen | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.5.3 | Punkt-für-Punkt-Methode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 5.5.4 | Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.5.5 | Hakenspitze mit Lotdrahtauflage | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 5.5.6 | Klingenspitze mit Lotdraht | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Mittel |
| 5.5.7 | selbstklebende Schablone, Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Mittel |

5.6 Montage von J-Anschlüssen

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 5.6.1 | Lötdrahtmethode | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.6.2 | Punkt-zu-Punkt-Methode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 5.6.3 | Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.6.4 | Mehrfachanschlüsse | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |

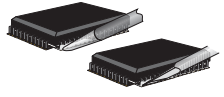
5.7 Montage von BGAs/CSPs

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|-----------------|------------------|
| 5.7.1 | mit Lötendraht zum Vorfüllen der Anschlussflächen | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.7.1.2 | Fokussiertes IR-Reflow-System (mit integrierter Unterheizung) | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.7.2 | mit Lotpaste zum Vorfüllen der Anschlussflächen | | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 5.7.2.1 | Stay-in-Place-Schablone | | R,F,C | Fortgeschritten | Mittel |
| 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 |
| 5.7.6 | BGA-Reballing-Methode – Polyimid-Lotkugel-Schablonenträger | | R,C | Fortgeschritten | Hoch |

5.8.1.1 Bauteil mit Unterseitenanschlüssen

| Verfahren | Beschreibung | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|------------------|--------------|------------------|
| 5.8.1.1 | Montage mit Vorbeloten und Platzierung | R,F,C | Experte | Mittel |
| 5.8.1.2 | Montage mit Vorbeloten und Platzierung mit Stay-in-Place-Schablone | R,F,C | Experte | Mittel |
| 5.8.1.3 | Montage Manuelles Vorbeloten plus Lothügel am Mittenanschluss | R,F,C | Experte | Mittel |

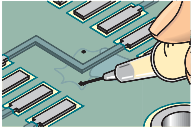
6 Beseitigen von Kurzschlüssen

| Verfahren | Beschreibung |  | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|--------------|------------------|
| 6.1.1 | J-Anschlüsse – Abziehmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 6.1.2 | J-Anschlüsse – Umverteilungs-Methode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 6.1.2.1 | J-Anschlüsse – Lötsauglitzmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 6.1.3 | Gullwing-Anschlüsse – Abziehmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 6.1.4 | Gullwing-Anschlüsse – Umverteilungs-Methode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |
| 6.1.4.1 | Gullwing-Anschlüsse – Lötsauglitzmethode | | R,F,W,C | Mittel | Hoch |

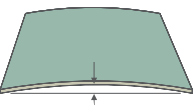
Inhaltsverzeichnis

TEIL 3 Änderung und Reparatur

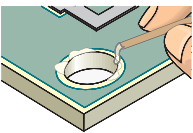
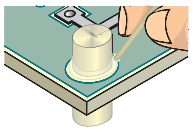
Blasen und Delaminierung

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 3.1 | Reparatur von Delaminierungen/ Blasenbildungen, Injektionsmethode |  | R | Fortgeschritten | Hoch |


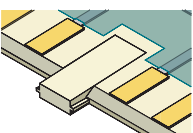
Verwölbungen und Verwindungen

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

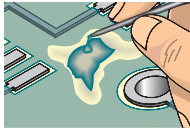
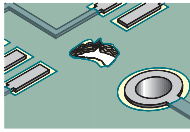
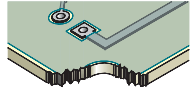
Reparatur von Löchern

| 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 |

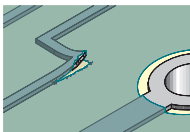
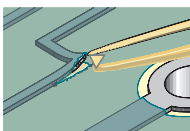
Reparatur von Kerben und Nuten

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

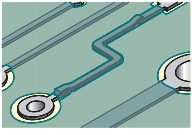
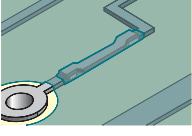
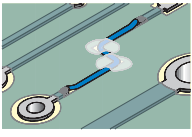

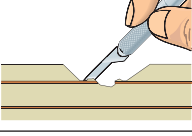

Reparatur von Basismaterial

| 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, Kantenimplantationsmethode |  | R,W | Experte | Hoch |

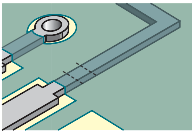
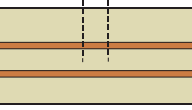
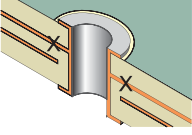
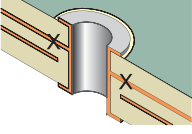
Abgehobene Leiterbahnen

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|--|------------------|--------------|------------------|
| 4.1.1 | Reparatur von abgehobenen Leiterbahnen, Versiegeln in Epoxidharz |  | R,F | Mittel | Mittel |
| 4.1.2 | Reparatur von abgehobenen Leiterbahnen, Filmklebemethode |  | R,F | Mittel | Hoch |

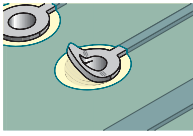

Reparatur von Leiterbahnen

| 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, Filmklebemethode |  | 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, Leiterplatten-Durchgangsdrahtmethode |  | 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 |

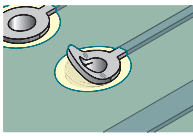
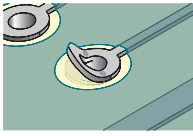
Leiterbahnschnitt

| 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 |

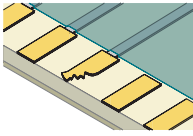
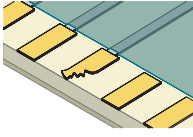
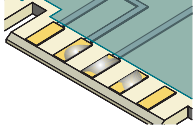
Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen

| 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, Filmklebemethode |  | R,F | Fortgeschritten | Mittel |

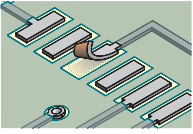
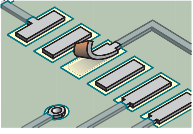

Reparatur von Anschlussflächen

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

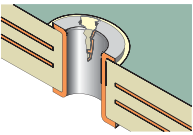
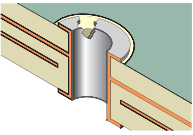
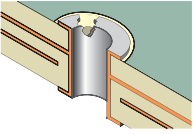
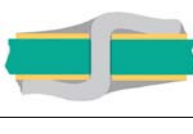
Reparatur von Randkontakten

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|--|---|------------------|-----------------|------------------|
| 4.6.1 | Reparatur von Randkontakten, Epoxidharzmethode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Mittel |
| 4.6.2 | Reparatur von Randkontakten, Filmklebemethode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 4.6.3 | Reparatur von Randkontakten, Galvanomethode |  | R,F,W,C | Fortgeschritten | Hoch |

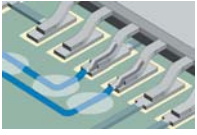
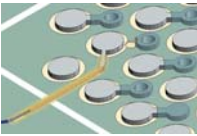

Reparatur von SMD-Anschlussflächen

| 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, Filmklebemethode |  | R,F,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 4.7.3 | SMD, Reparatur von BGA-Anschlussflächen, Filmklebemethode |  | R,F,C | Fortgeschritten | Hoch |
| 4.7.4 | Reparatur von SMD BGA-Anschlussflächen mit integriertem Verbindungsloch, Filmklebemethode | | R,F | Experte | Mittel |
| 4.7.4.1 | Reparatur von SMD-Anschlussflächen mit integriertem Verbindungsloch, Filmklebemethode – kein Leiterknicken | | R,F | Experte | Mittel |
| 4.7.5 | Reparatur von SMD BGA-Anschlussflächen mit integriertem Verbindungsloch, Leiterrängerungs-Filmklebemethode | | R,F,C | Experte | 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 geclinchter Drahtbrücke |  | R,F,W | Mittel | Mittel |

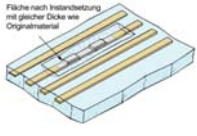
Brücken

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---|---|------------------|--------------|------------------|
| 6.1 | Drahtbrücken |  | R,F,W,C | Mittel | k. A. |
| 6.2.1 | Drahtbrücken, BGA-Bauteile, Methode mit Folienbrücke |  | R,F | Experte | Mittel |
| 6.2.2 | Folienbrücken, BGA-Bauteile, Leiterplatten-Durchführungsmethode |  | 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 | k. A. |

Reparatur flexibler Leiterbahnen

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|----------------------------------|---|------------------|--------------|------------------|
| 7.1.1 | Reparatur flexibler Leiterbahnen |  Fläche nach Instandsetzung mit gleicher Dicke wie Originalmaterial | F | Experte | Mittel |

8 Drähte**8.1 Spleißen**

| Verfahren | Beschreibung | Illustration | Leiterplattentyp | Fertigkeiten | Konformitätsgrad |
|-----------|---------------------|---|------------------|--------------|------------------|
| 8.1.1 | Vermaschter Spleiß |  | k. A. | Mittel | Niedrig |
| 8.1.2 | Gewickelter Spleiß | | k. A. | Mittel | Niedrig |
| 8.1.3 | Ringösen-Spleiß | | k. A. | Mittel | Niedrig |
| 8.1.4 | Überlappungs-Spleiß | | k. A. | Mittel | Niedrig |

Allgemeine Angaben und häufig angewendete Verfahren

1.1 Anwendungsbereich Diese Dokument beinhaltet Verfahren zur Reparatur und Nacharbeit von Leiterplatten-Baugruppen. Es enthält zusammenfassend alle Informationen des Repairability Subcommittee (7-34) [Unterausschuss Reparaturfähigkeit] des Product Assurance Committee [Ausschuss 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 Dokument schränkt in keiner Weise die maximal zulässige Zahl von Nacharbeitsgängen, Änderungen oder Reparaturen von Leiterplatten-Baugruppen ein.

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

Für die Durchführung spezieller Reparaturen und Nacharbeiten hat der IPC die gängigsten Geräte und Prozesse angegeben. Es ist jedoch möglich, die gleichen Reparaturen oder Nacharbeiten mit Hilfe anderer Geräte und Prozesse durchzuführen. Werden alternative Geräte oder Prozesse verwendet, ist der Anwender dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die Geräte/Prozesse die Baugruppe nicht beschädigen und den Zielen von Abschnitt 1.5.1.1 (Konformitätsgrade) entsprechen.

1.2.1 Definition von Anforderungen Dieses Dokument ist als Anleitung konzipiert. Es bestehen keine speziellen Anforderungen oder Kriterien. Diese sind getrennt in den Vertragsunterlagen oder in anderweitiger Dokumentation durch den Anwender festzulegen. Formulierungen, die Begriffe wie „müssen“ oder „sollen“ verwenden, heben Punkte von besonderer Wichtigkeit hervor. Werden diese dringenden Empfehlungen nicht eingehalten, besteht die Gefahr, dass der Endanwender mit dem Ergebnis nicht zufrieden ist und weiterer Schaden verursacht werden kann.

Pfeile in den Nacharbeitsverfahren zeigen nach oben oder unten und geben die Art der durchgeführten Nacharbeit an.

Ein aufwärts gerichteter Pfeil bedeutet das Entfernen, ein abwärts gerichteter Pfeil bedeutet das Montieren/Bestücken einer Komponente.

1.3 Hintergrund Moderne elektronische Baugruppen sind komplexer und kompakter als je zuvor. Dennoch lassen sie sich bei Anwendung geeigneter Methoden erfolgreich nacharbeiten, reparieren und verändern. Dieses Handbuch unterstützt Anwender bei der Nacharbeit, Reparatur und Veränderung elektronischer Baugruppen und sichert zugleich möglichst geringe Auswirkungen auf die Endfunktion und Zuverlässigkeit. Die in diesem Dokument enthaltenen Verfahren und Methoden wurden von Baugruppen-Herstellern, Leiterplatten-Herstellern und Anwendern erhoben, die die Notwendigkeit der Dokumentierung der gängigsten Methoden für Nacharbeit, Reparatur und technische Änderung erkannt haben. Diese Methoden haben sich durch Tests und ausgedehnte Feldfunktionalität im Allgemeinen als für die jeweilige Produktklasse geeignet erwiesen. Die in diesem Handbuch erfassten Verfahren und Methoden wurden von zahlreichen zivilen und militärischen Einrichtungen zur Verfügung gestellt, deren Aufzählung den Rahmen dieses Handbuches übersteigt. Bei Bedarf hat das Repairability Subcommittee [Unterausschuss Reparaturfähigkeit] Methoden und Verfahren weiterentwickelt, um aktuellen Entwicklungen Rechnung zu tragen.

1.4 Fachbegriffe und Definitionen Folgende Definitionen gelten für dieses Dokument.

PCA (Printed Circuit Assembly) – Leiterplattenbaugruppe

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

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 Beschreibung in den geltenden Unterlagen durchzuführen.

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