



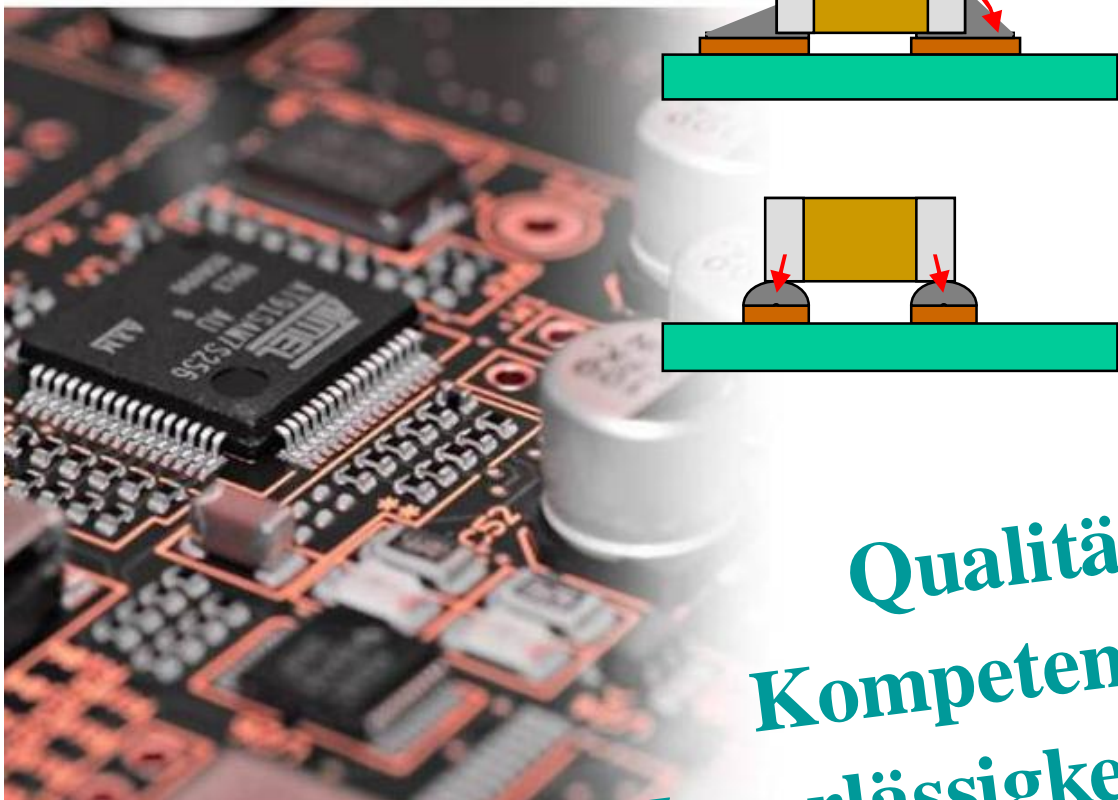
Rainer Taube

Seminar

bgt1

Baugruppentechologie

Strategien und Verfahren für die Fertigung
von zuverlässigen elektronischen Baugruppen



Qualität
Kompetenz
Zuverlässigkeit

Wer wird mit dem "bgt1"-Seminar angesprochen?

Mit der Fertigung der Baugruppe wird der Prozeß zur Entwicklung und Herstellung eines elektronischen Produktes abgeschlossen.

Bei der Bestückung der Leiterplatten zeigt sich, ob das CAD-Design, die Basismaterialien, die Bauteilgeometrien und die Montagetechniken optimal zusammenpassen.

Die Baugruppentechologie nimmt damit eine besondere Position ein. Einerseits muß sie die konstruktiven Anforderungen annehmen, die sich durch die elektrophysikalischen Vorgaben an die Schaltungsfunktion ergeben. Hohe Geschwindigkeiten für die Signalübertragung, extreme Anforderungen an die EMV-Stabilität und die Signalintegrität der Baugruppe führen zu dramatisch verkleinerten Bauteilgehäusen, deren Montage auf immer kleiner werdenden Lötflächen erfolgen muß.

Andererseits muß die Baugruppentechologie aber auch die Regeln und die Strategien mitgestalten, die zum Design von Leiterplatten führen, die kostengünstig herstellbar sind und die sich nach der Bestückung durch einen langfristige und zuverlässige Funktion auszeichnen.

Wenn der Leitsatz "**First time right**" Wirklichkeit werden soll, dann müssen die Anforderungen aus der Produktion von Baugruppen schon sehr früh berücksichtigt werden. Spätestens mit der Auswahl der elektronischen Bauteile (Pindichte, Pitch) werden die Verfahren festgelegt, mit denen die Produktion der Baugruppen sicher und zuverlässig durchgeführt werden kann.

Schaltungsdesigner, CAD-Designer/innen, CAM-Bearbeiter/innen, Leiterplattenhersteller und auch Baugruppenproduzenten sind in dem Ablauf für die Entwicklung einer elektronischen Baugruppe die Entscheidungsträger. Für sie ist dieses Seminar ideal.

"bgt1" vermittelt die richtigen Zusammenhänge und fördert damit das partnerschaftliche Miteinander auf der äußerst komplexen Entwicklungslinie "CAD - CAM - Leiterplatte - Baugruppe".

Die übersichtliche Darstellung der Themen ist ebenso interessant für alle, deren Aufgabe es ist, das Produkt "Baugruppe" führend oder beratend zu begleiten.

Technologische Kompetenz


Fertigungsbeispiel aus 2004

Offenheit für technologische Herausforderungen

Kantenstecker mit Rastermaß 0,5mm

Gleichzeitiger Reflowprozeß auf 3 Seiten

Kein automatisiertes Fertigungsverfahren bekannt

www.taube-electronic.de 18




Anforderungen Planung und Vorbereitung für die Bestückung einer elektronischen Baugruppe. Erarbeiten von Lösungen für besondere Anforderungen. Abstimmung des Montageprozesses auf die speziellen mechanischen Vorgaben der Bauteilanschlüsse und auf die oft sehr individuellen Geometrien der Bauteilanschlußflächen auf der Leiterplatte.


Bibliotheken als Informationsträger

Löttechnologie

1. Zur richtigen Gestaltung von Anschlußflächen ist ein fundamentales Verständnis für das Verhalten von Lot beim Aufschmelzen Voraussetzung. Insbesondere bei den immer kleiner werdenden Bauteilen 0603, 0402 und 0201.
2. Weiterhin spielt die Löttechnologie (Reflow-, Wellen- und Selektivlötung) eine entscheidende Rolle für die Gestaltung der Anschlußflächen.
3. Für die Qualität der Lötstelle ist die gute Benetzung im Lotspalt zwischen Anschlußfläche und Unterseite des Bauteilanschlusses entscheidend.




www.taube-electronic.de 39




Löttechnologie
Eigenschaften von Lötflächen. Einfluß der verschiedenen Löttechnologien auf die geometrische Gestaltung der Lötflächen. Lötprofile und das Verhalten von schmelzendem Lot bei den superminiaturisierten Anschlußflächen der Bauformen 0603, 0402 und 0201.

Basismaterialien



IPC-4101B	June 2006
Specification Sheet # IPC-4101B99 Reinforcement: 1: Woven Glass 2: N/A Resin System: Primary: Epoxy Secondary 1: Multifunctional epoxy Secondary 2: Modified Epoxy or Non-epoxy (max. wt. 5%) Flame Retardant Mechanism: Bromine, Ruthenium Failure (Df%): Contains inorganic fillers ID Reference: UL94: FR-499 Glass Transition (T_g): 150°C minimum UL Max. Operating Temp: AABUS	Keywords: (For Search Only) NOT Grade Requirement See Section 7 Epoxy / Woven Glass Lead-Free FR-4 High Decomposition Temperature Low Z-axis CTE
Specification Sheet # IPC-4101101 Reinforcement: 1: Woven Glass 2: N/A Resin System: Primary: Dicyclopentadiene Epoxy Secondary 1: Multifunctional epoxy Secondary 2: Modified Epoxy or Non-epoxy (max. wt. 5%) Flame Retardant Mechanism: Bromine, Ruthenium Failure (Df%): Contains inorganic fillers ID Reference: UL94: FR-4101 Glass Transition (T_g): 115°C minimum UL Max. Operating Temp: AABUS	Keywords: (For Search Only) NOT Grade Requirement See Section 7 Epoxy / Woven Glass Lead-Free FR-4 Low Z-axis CTE
Specification Sheet # IPC-4101121 Reinforcement: 1: Woven Glass 2: N/A Resin System: Primary: Dicyclopentadiene Epoxy Secondary 1: Multifunctional epoxy Secondary 2: Modified Epoxy or Non-epoxy (max. wt. 5%) Flame Retardant Mechanism: N/A Failure (Df%): UL94: FR-4121 ID Reference: UL94: FR-4121 Glass Transition (T_g): 115°C minimum UL Max. Operating Temp: AABUS	Keywords: (For Search Only) NOT Grade Requirement See Section 7 Epoxy / Woven Glass Lead-Free FR-4 Low Z-axis CTE
Specification Sheet # IPC-4101124 Reinforcement: 1: Woven Glass 2: N/A Resin System: Primary: Epoxy Secondary 1: Multifunctional epoxy Secondary 2: Modified Epoxy or Non-epoxy (max. wt. 5%) Flame Retardant Mechanism: Bromine, Ruthenium Failure (Df%): N/A ID Reference: UL94: FR-4124 Glass Transition (T_g): 150°C minimum UL Max. Operating Temp: AABUS	Keywords: (For Search Only) NOT Grade Requirement See Section 7 Epoxy / Woven Glass Lead-Free FR-4 Low Z-axis CTE High Decomposition Temperature
Specification Sheet # IPC-4101126 Reinforcement: 1: Woven Glass 2: N/A Resin System: Primary: Epoxy Secondary 1: Multifunctional epoxy Secondary 2: Modified Epoxy or Non-epoxy (max. wt. 5%) Flame Retardant Mechanism: Bromine, Ruthenium Failure (Df%): Contains inorganic fillers ID Reference: UL94: FR-4126 Glass Transition (T_g): 170°C minimum UL Max. Operating Temp: 150°C	Keywords: (For Search Only) NOT Grade Requirement See Section 7 Epoxy / Woven Glass Lead-Free FR-4 Low Z-axis CTE High Decomposition Temperature CAF Resistance
Specification Sheet # IPC-4101129 Reinforcement: 1: Woven Glass 2: N/A Resin System: Primary: Epoxy Secondary 1: Multifunctional epoxy Secondary 2: Modified Epoxy or Non-epoxy (max. wt. 5%) Flame Retardant Mechanism: Bromine, Ruthenium Failure (Df%): N/A ID Reference: UL94: FR-4129 Glass Transition (T_g): 170°C minimum UL Max. Operating Temp: 150°C	Keywords: (For Search Only) NOT Grade Requirement See Section 7 Epoxy / Woven Glass Lead-Free FR-4 Low Z-axis CTE High Decomposition Temperature




IPC-4101B

Specification for Base Materials for Rigid and Multilayer Printed Boards

IPC-4101B
June 2006
A standard developed by IPC

Supersedes IPC-4101A with Amendment 1
June 2002


3000 Lakeside Drive, Suite 2000, Broomfield, CO 80016-1216
Tel: 303.471.7100 Fax: 303.471.7105
www.ipc.org



www.taube-electronic.de 116


Basismaterial Der Einfluß des Lötprozesses auf den mechanischen Gefügeverbund des Basismaterials. Ursachen für den Abriß von Verbindungen an DK-Hülsen. Barrel Cracking. Thermische Schädigungen der Kupferverbindungen. Die Wirkung unterschiedlicher Materialausdehnungskoeffizienten auf die Stabilität und Zuverlässigkeit von Lötverbindungen.

Die Leiterplatte 2010 - Baugruppenfertigung



Risikofaktor Bauteile, MSL & Wärmebeständigkeit

- Dampfphasenlötung erfordert keine aufwändige Profilierung beim Löten aber:
- SMD-Elkos sind ein Risikofaktor in der Dampfphasenlötung, daher Entscheidung für die Lötung im Konvektionsreflowverfahren
- Maximale Temperatur durch BGA/MSL3 begrenzt auf 245°C
- Wegen des komplexen Bauteilmixes ist eine sorgfältige Profilierung erforderlich



www.taube-electronic.de

Wärmebeständigkeit

Die Ermittlung von möglichen Risikofaktoren für die Durchführung des Lötprozesses. Bestimmung des optimalen Lötprofils. Der Einfluß der individuellen Eigenschaften von elektronischen Bauteilen auf die richtige Auswahl des Lötverfahrens.


3


Chem. Zinn (imm. Sn/IPC-4554)

Chemisch Zinn = Immersion Sn / Immersion Tin

Trocknung und Wachstum der intermetallischen Phase sind gegenläufige Prozesse.

Zinnschichtdicke nach Lötprozessen:
1,2µm => 0,6µm => 0,3µm





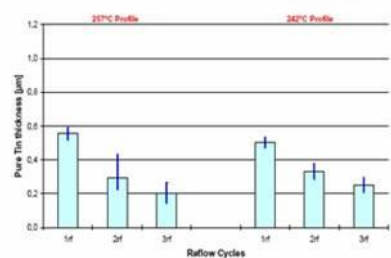



Fig. 5: Thickness determination with stripping coulometry of pure, unalloyed Tin after reflow cycling (1- 3 cycles), annealed with temperature / time curves shown in fig. 2 and fig. 3.



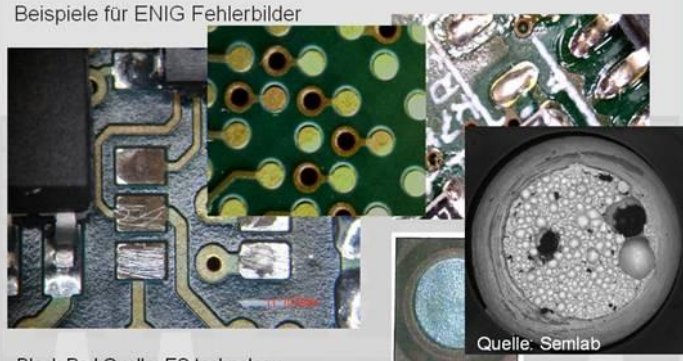
www.taube-electronic.de 148

Oberflächen von Leiterplatten

Qualität und Belastbarkeit der üblichen metallischen Oberflächen von Leiterplatten (Chem. Zinn, Chem. Nickel/Gold, Hot-Air-Leveling). Grenzen für die mehrfache Lötbarkeit von Oberflächen. Veränderung von Schichtdicken während des Lötvorgangs. Ausbildung intermetallischer Phasen. Aspekte der Langzeitstabilität.

Chem. Nickel Gold (ENIG/IPC-4552)


Beispiele für ENIG Fehlerbilder

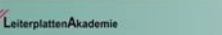


Black Pad Quelle: ES-technology

Quelle: Semlab

Brittle intermetallics





www.taube-electronic.de 151

Chemisch Nickel/Gold

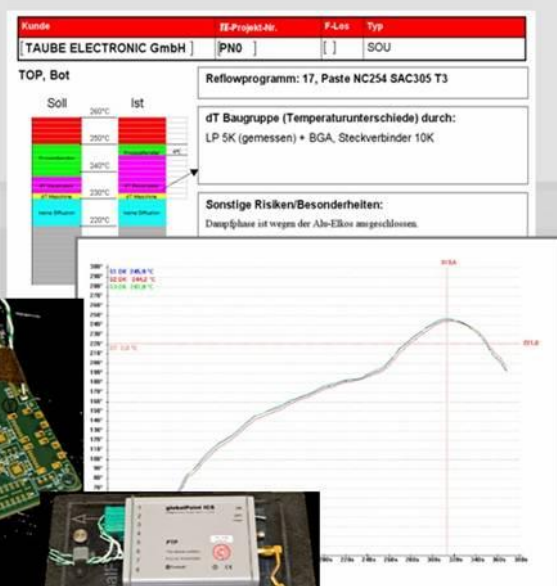
Aufbau der Chemisch Nickel/Gold-Schicht. Technische Eigenschaften und Lötbarkeit dieser Oberfläche. Mögliche Fehlerbilder und ihre Ursachen. Umweltbilanz des industriell durchgeführten Vergoldungsprozesses. Die Lagerfähigkeit unbestückter Leiterplatten.

**TAUBE
ELECTRONIC**

Reflowprofil

so niedrig wie möglich
um Leiterplatten und Bauteile nicht zu überlasten



so hoch wie nötig
damit auch der Bauteilanschluß mit dem größten Wärmebedarf zuverlässig gelötet wird




Reflowprogramm: 17, Paste NC254 SAC305 T3

dT Baugruppe (Temperaturunterschiede) durch:
LP 5K (gemessen) + BGA, Steckverbinder 10K

Sonstige Risiken/Besonderheiten:
Dampfphase ist wegen der Abo-Ekko ausgeschlossen.



www.taube-electronic.de 201

Reflowprofile Die Ermittlung von Profilen für das Löten von bestückten Leiterplatten. Aufheizphasen und Peak-Temperaturen. Profile für verbleite + bleifreie Baugruppen. Grenzen der thermischen Belastbarkeit von Bauteilen mit unterschiedlicher Spezifikation. Verträgliche Wärmeeinträge auf Leiterplatten, Bauteile und Lötstellen.

**TAUBE
ELECTRONIC**

Durchstiegsprobleme



Massive Probleme beim Handlöten (hier Extremfall: 28 Lagen, 10 Planes)
Bereits im Design muß das Lötverfahren mit berücksichtigt werden.

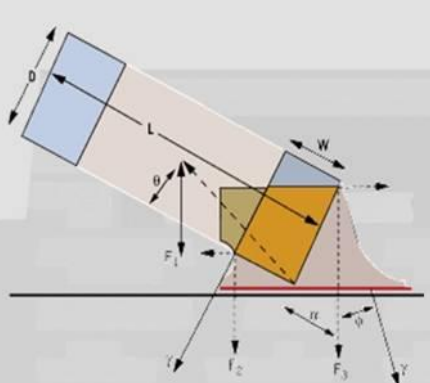



www.taube-electronic.de 205

Exotische Anforderungen
Löten von bedrahteten Bauteilen in DK-Bohrungen mit mehreren Anschlüssen an innere Powerplanes. Überprüfen des Durchstiegs des Lotes in der Hülse mit Hilfe der Röntgeninspektion, einem zerstörungsfreien Verfahren.


Bibliotheken als Informationsträger **TAUBE ELECTRONIC**

Kräfteverhältnisse beim Tombstoning

Tombstoning entsteht bei starkem Versatz zwischen dem Zentrum des Bauteilanschlusses und dem Zentrum der Anschlußfläche und zeitlich ungleicher Erwärmung der Bauteilanschlußflächen und wird verstärkt durch zu großes Lotvolumen

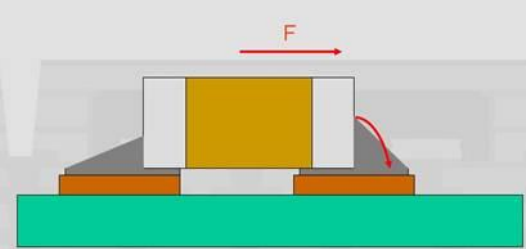
Quelle: SMT Sept. 2002 – Tombstoning Reduction Via Phased-reflow Soldering

 www.taube-electronic.de 45

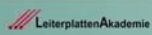
Physik des Lötens Die Wirkung von Spannungskräften auf die mechanische Ausrichtung von niedrigpoligen Bauteilen am Beispiel des Tombstonings. Der Einfluß der Padgeometrie auf die Zuverlässigkeit des Lötprozesses. Zusammenhänge zwischen der Bibliotheksarbeit am CAD-System und der Ausfallrate bei der Produktion elektronischer Baugruppen.

Bibliotheken als Informationsträger **TAUBE ELECTRONIC**

Verhalten vom Lot beim Aufschmelzen (Reflow)




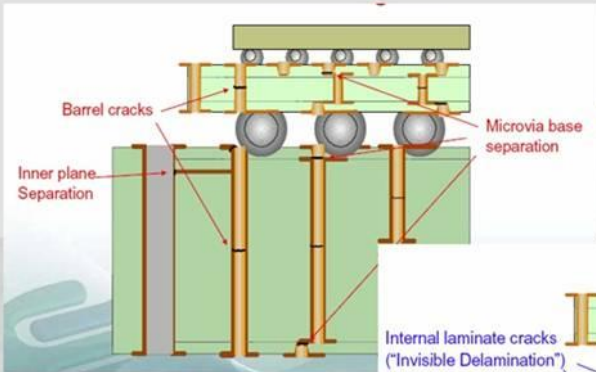
Folge: Bauteil nicht mittig, verdreht oder im schlimmsten Fall Tombstoning, insbesondere bei Bauteilen mit kleiner Masse!

 www.taube-electronic.de 44

Physik des Lötens Notwendige Maßnahmen für das problemlose Lötens von Bauteilen geringer Masse. Lösungen für das richtige Dimensionieren von Bauteilanschlußflächen. Die Mindestanforderungen an das richtige Plazieren von Komponenten in einem CAD-Layout.

Viele neue Fehlerbilder

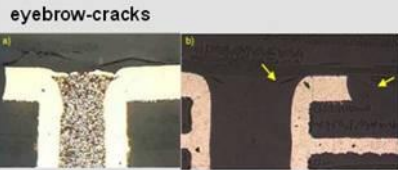




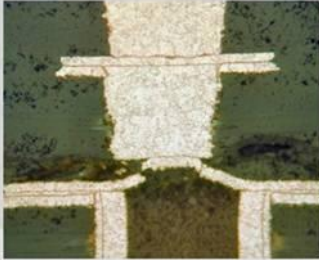
Barrel cracks

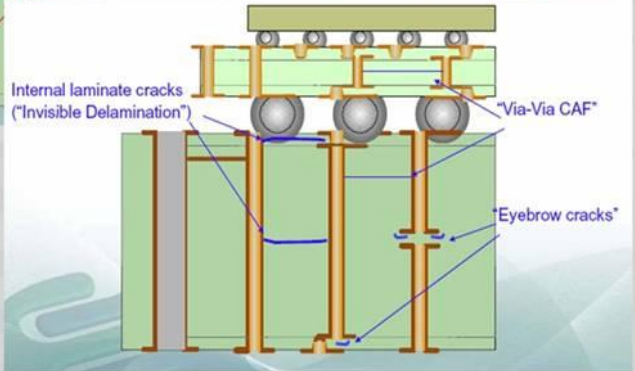
Inner plane Separation

Microvia base separation



eyebrow-cracks






Internal laminate cracks ("Invisible Delamination")

"Via-Via CAF"

"Eyebrow cracks"

Quellen: Knadle, Endicott IPC APEX 2009, Birch, PWB-Corp.




www.taube-electronic.de

163

Fehlerbilder Mängel durch unsachgemäß erstellte CAD-Layouts. Die Auswirkung von Vias in Lötflächen auf die Qualität einer Lötstelle. Die Folgen einer fehlenden Lötstoplackabdeckung zwischen SMD-Lötflächen und DK-Vias bei einem falschen Fan-Out. Elementare Regeln für die Positionierung der unterschiedlichsten Bauteile zueinander.

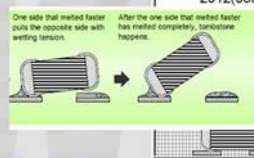

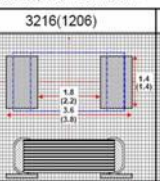
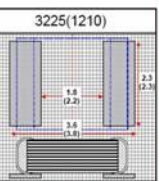
Tombstoning ECHU-Kondensatoren



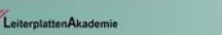
Spezielles Tombstoning-Risiko an ECHU-Kondensatoren durch die Anschlusskonstruktion

Hier wurde im Laufe der Produktion der Baureihe die Anschlusskonstruktion geändert (Verrundung), dadurch ergibt sich ein höheres Tombstoningrisiko auch an einem Bauteil mit relativ großer Masse

1 Please use the recommended size of land pattern shown below.

	2012(0805)	3216(1206)	3225(1210)
 <p style="font-size: x-small;">One side that melted faster pulls the opposite side with wetting tension.</p> <p style="font-size: x-small;">After the one side that melted faster has melted completely, tombstone happens.</p>			

Please click the button, when you refer to precaution of soldering. Basic precaution of soldering




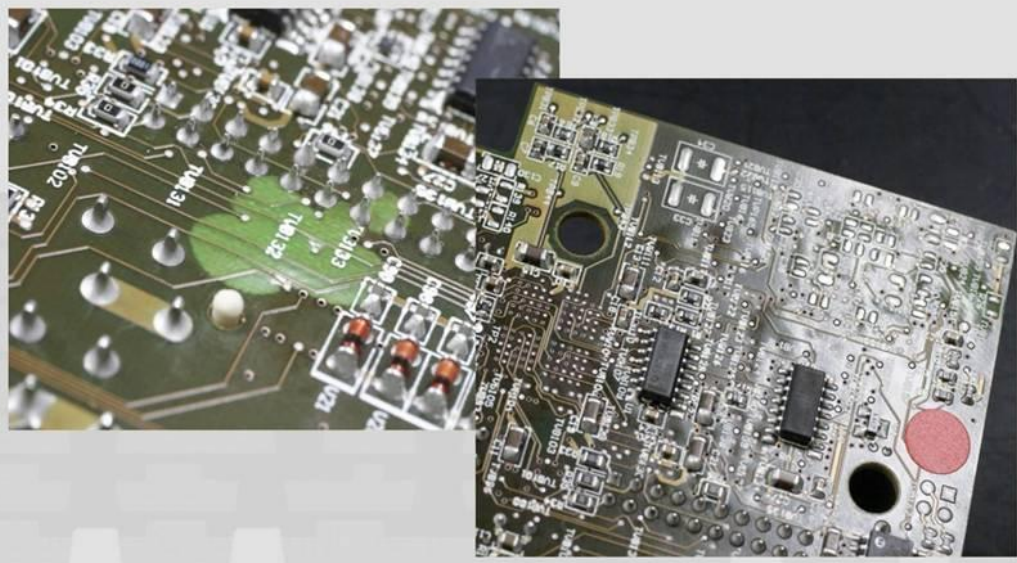
www.taube-electronic.de

52


Anschlußflächen
Geeignete und weniger geeignete Anschlußflächen an Bauteilen. Der Einfluß von Anschlußgeometrien auf die sichere Lötbarkeit von Bauteilen. Konsequenzen, die sich aus riskanten Anschlußkonstruktionen ergeben.

Ausgangspunkt






Beispiele für Delamination: Material Isola Duraver 117 Tg 170°C!!!



www.taube-electronic.de 118

Delamination Komplexe Fehlerbilder auf gelöteten Baugruppen. Ursachen und Folgen von großflächigen Delaminationen. Die Auswirkung der Forderung nach RoHs-kompatiblen Baugruppen auf die Eigenschaften der einzusetzenden Basismaterialien. Spezifikation von Hoch-Tg-Laminaten und Prepregs der Materialgruppe "FR4".

Untersuchungsergebnisse 2




Engelmaier/2007/Ausfallmechanismen:

Feuchtigkeitsinlagerung - insbesondere bei Hoch-Tg-Materialien - kann durch den doppelten Dampfdruck bei bleifreien Lötprozessen zu kohäsiven und adhäsiven Delaminationen führen, während mangelnde Temperaturfestigkeit vor allem zu kohäsiven Fehlern führt. Deshalb sollen die Leiterplatten vor der Verarbeitung getrocknet werden (105°C).

Die Hülstenstabilität kann durch die Spezifizierung einer größeren Kupferschichtdicke in der Hülse verbessert werden.

Non Functional Lands sollten bei PCBs für bleifreie Lötprozesse nicht entfernt werden, weil sie dazu beitragen können, die Spannungen in der Hülse bei thermischen Prozessen gleichmäßiger zu verteilen. Gleichzeitig dienen sie als Ankerpunkte zur Vermeidung von Harzrückzug.

Leiterplatten sollten in antistatischen gering ausgasenden Vakuumverpackungen transportiert und gelagert werden.



www.taube-electronic.de 124

Qualitätsanforderungen
 Die wichtigsten Schlußfolgerungen aus den Untersuchungen von Engelmaier zu den Ausfallmechanismen bei Baugruppen. Vorgaben für ein zuverlässiges Handling von Leiterplatten und Bauteilen. Empfehlungen für das fachgerechte Trocknen. MSL für Bauteile.

Ihr Referent



Rainer Taube ist Geschäftsführer und Inhaber der 1986 in Berlin gegründeten Firma TAUBE ELECTRONIC GmbH. Ausgehend von der CAD-Design-Dienstleistung wurde die Fertigung von Baugruppen mit Beginn der 90er-Jahre der neue Schwerpunkt für das Unternehmen.

Dem ISO9001-Zertifikat von 1997 folgte 2002 die Zertifizierung der Mitarbeiter gemäß der IPC-A-610. Im gleichen Jahr wurde der Firma TAUBE ELECTRONIC GmbH bereits der renommierte

Preis "Baugruppenfertiger des Jahres" verliehen, eine Auszeichnung, die im Folgejahr sogar noch ein zweites Mal an das Unternehmen vergeben wurde.

Rainer Taube ist seit langen Jahren erfolgreich in der Aus- und Weiterbildung aktiv. Er ist Referent für Seminare, Konferenzvorträge und Workshops zum Thema Baugruppenfertigung.

Rainer Taube ist zertifizierter Master IPC Trainer für die IPC-A-610. Er ist im FED-Vorstand zuständig für den Fachbereich "Baugruppen", arbeitet mit in der FED-/VdL-Projektgruppe "Design" und in der Normung bei DKE682/IEC TC91.

Die LeiterplattenAkademie

Die Sicherung des Standortes Deutschland in Europa und der Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit setzt eine systematische und kontinuierliche Qualifikation der Mitarbeiter/innen eines Unternehmens voraus.

Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Industriegesellschaft und ihre technologische Kompetenz am Weltmarkt wird (auch) durch die Qualität ihrer Elektronikprodukte bestimmt. Das erfordert eine fachlich sehr hochwertige Aus- und Weiterbildung.

Die zentrale Aufgabe der LeiterplattenAkademie ist, das Fachwissen aus den Bereichen der Schaltungsentwicklung, des CAD-Designs, der CAM-Bearbeitung, der Leiterplattentechnologie und der Baugruppenproduktion in Seminaren, Workshops und Tutorials zu vermitteln.

Seminare und Teilnahmegebühren

Das Tagesseminar "**bgt1**" wird als freies Seminar durchgeführt, kann für Konferenzen gebucht werden und steht auch als InHouse-Seminar zur Verfügung.

Freies Seminar

Die Durchführung liegt bei der LeiterplattenAkademie. Die Termine werden via Mailing, eMail, Internet oder Presseveröffentlichungen mitgeteilt. Die Veranstaltungsorte liegen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Teilnahmegebühr beträgt 520 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, das Teilnahmezertifikat, das Mittagessen und die Getränke.

Konferenz-Seminar

Wenn Sie "**bgt1**" auf Ihrer Konferenz anbieten möchten, dann sprechen Sie bitte unsere Seminarleitung an.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

"**bgt1**" wird auch firmenintern referiert. Sie sparen Reise- und Übernachtungskosten, vor allem jedoch Zeit.

Für pauschal 2.900 € zzgl. MwSt. liefern wir Ihnen unsere Referenten "frei Haus". Eine individuelle Themengestaltung mit firmentypischen Schwerpunkten ist selbstverständlich möglich. Bitte stimmen Sie sich mit uns ab.

Sofern Sie oder ein anderer Mitarbeiter Ihres Unternehmens ein Seminar vorab in Augenschein nehmen möchten, erstatten wir Ihnen die Teilnahmegebühr bei Buchung einer InHouse-Veranstaltung innerhalb von drei Monaten nach dem Seminartermin.

Wir bieten Ihnen 15% Rabatt für InHouse-Seminare in den Monaten Juli und August.



LeiterplattenAkademie

Die LeiterplattenAkademie

Die LA - LeiterplattenAkademie GmbH ist eine Schulungs- und Weiterbildungseinrichtung für die Fachbereiche

Schaltungsentwicklung

CAD-Design

CAM-Bearbeitung

Leiterplattentechnologie

Baugruppenproduktion

Die Akademie versteht sich als Partner für öffentliche Einrichtungen und Unternehmen der Wirtschaft, die in vergleichbaren Feldern engagiert sind.



LA - LeiterplattenAkademie GmbH
Krefelder Straße 18
10555 Berlin

Telefon	(030) 34 35 18 99
Telefax	(030) 34 35 19 02
eMail	info@leiterplattenakademie.de
URL	www.leiterplattenakademie.de