

Eine alte Technologie aufgewärmt? Bleifreies Wellenlötten

Phase 1: Lötversuche an einem doppelseitigen Testboard

Zunehmend setzt sich die Erkenntnis durch, dass die Verbannung von Blei aus der Fertigung elektronischer Baugruppen nur noch eine Frage der Zeit ist, und dass der Erwerb eigener Erfahrungen mit bleifreier Löttechnik jetzt angesagt ist. Reflow-Lötversuche mit bleifreien Lotpasten sind einfacher in der Fertigung umzusetzen, als bleifreie Wellenlötversuche. In beiden Fällen ist die Maschinenteknik zu konsultieren, um die höheren Arbeitstemperaturen zum Lötten mit z. B. Zinn-Silber-Kupfer-Legierungen steuerungstechnisch und ohne Schäden an Lötanlage und Lötgut zu realisieren. Aber zum Wellenlötten muss der gesamte Lottiegel mit Inhalt ausgetauscht werden, um Verunreinigungen des Lotbades durch bleihaltige Rückstände zu vermeiden. Beim Wellenlötten wird die Legierung mit dem Inhalt des Lotbades festgelegt, während beim Reflowlötten mehr Spielraum für Flussmittel und Legierung durch die Erprobung unterschiedlicher Lotpasten bleibt.



Bild 1: Teilnehmerrunde Phase 1 „bleifrei Wellenlötten“

Um diesen Aufwand zu teilen, haben sechs Baugruppenfertiger aus dem Kreis des Hamburger Lötzirkels und ein Leiterplattenhersteller gemeinsam mit dem Fraunhofer ISIT (Institut für Siliziumtechnologie)

ein Projekt zum bleifreien Wellenlötten gestartet (Bild 1). Jeder der Teilnehmer kann auf langjährige Erfahrungen in der Flachbaugruppenfertigung zurückblicken. Das Thema „bleifrei“ führt sie zu einem gemeinsamen Engagement über Wettbewerbsgrenzen hinweg, was sich für jeden einzelnen auszahlt: Durch die Projektfragestellungen wird vorhandenes, teils vergrabenes Wissen zusammengetragen und aufgearbeitet und dadurch für jeden wieder nutzbar, d. h. hier werden durch „knowledge mining“ Synergien für die Fertigungstechnik gewonnen.

Bauelement	R = Rastermaß L = Bauteillänge (mm)	Anzahl (bei Vollbestückung) Abschnitt 1 / 2 / 3	Anmerkung
THT:			
DIN 96 gerade	R = 2,5	0 / 6 / 1	Ausrichtung längs und quer zur Transportrichtung
DIN 96 90° - Sn*	R = 2,5	2 / 2 / 0	
2,0mm Stiftleiste M22 12+12 – Au*	R = 2,0	0 / 0 / 2	
Stromschienen	R > 10	0 / 1 / 1	Quer
SMD: Lötseite			
R1206	L = 3,2	14 / 0 / 0	Abstände variiert von „Welle“ bis „Reflow“ **
R0805 – Sn*	L = 2,0	16 / 0 / 128	
R0603 – Sn*	L = 1,5	40 / 0 / 168	
SOD80	L = 3,5	0 / 0 / 30	
SOT23	L = 3,0	0 / 0 / 20	
PLCC44	R = 1	0 / 0 / 2	Ausrichtung diagonal zur Transportrichtung
QFP44	R = 1	0 / 0 / 2	
QFP44	R = 0,8	0 / 0 / 1	

* - Sn, - Au bedeutet bleifreie Oberfläche ** nach „Philips Guidelines for Footprint Design“

Tabelle 1: Liste der verwendeten Bauelemente

Für die Lötversuche wurde am ISIT ein mischbestückter Nutzen entwickelt, der aus drei Karten im Europaformat mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden hinsichtlich Durchkontaktierungen und SMD-Anordnungen auf der Lötseite besteht (siehe Tabelle 1: Stückliste Phase 1). Je dreißig

doppelseitige Nutzen aus FR4 wurden chemisch mit den Endschichten Nickel-Gold, Zinn, sowie Silber versehen. Am ISIT wurde eine Vitronics Soltech „alpha wave“ mit einem neuen Tiegel und einer 5-Loch Wörthmanndüse ausgerüstet und mit 200 kg Sn-3,5%Ag gefüllt. Mittels Schaumfluxer wurde alkoholbasiertes Flussmittel aufgetragen; die Vorwärmtemperatur betrug 130°C, das Lotbad wurde auf 245°C sowie auf 265°C eingeregelt. Bei Fa. ERSA in Wertheim wurden Lötversuche an einem System EWS 330 N-Wave sowohl an Luft als auch unter Schutzgas (Stickstoff mit weniger als 200 ppm Restsauerstoff) durchgeführt. Es wurden alkoholbasierte, halbwässrige sowie wasserbasierte Flussmitteltypen verwendet und mittels Sprühdüsen aufgebracht.

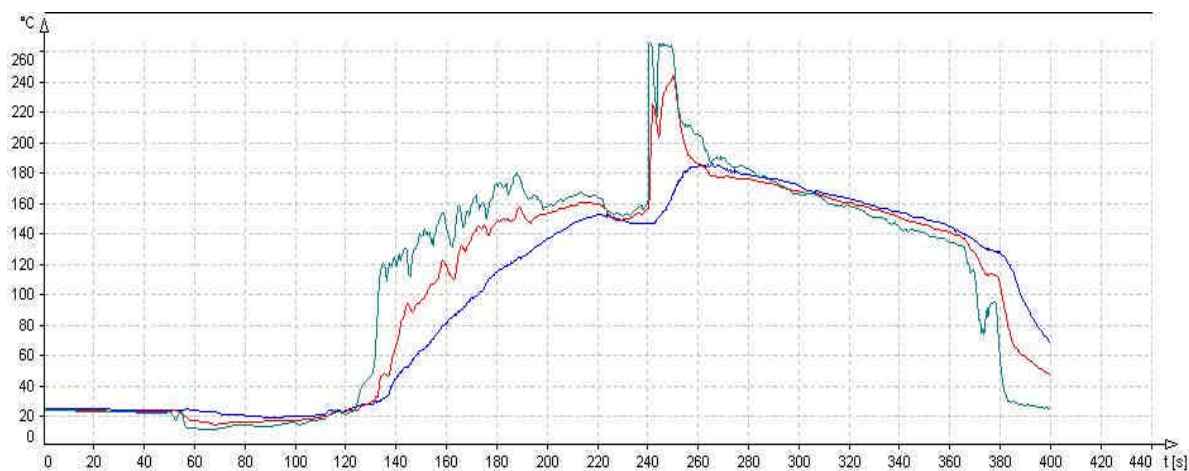


Bild 3: Temperatur-Zeit-Profil gemessen mit Messfühlern am bestückten Testboard;
türkis = Unterseite, frei hängend; rot = Unterseite, mit Kapton-Tape bedeckt; blau: Oberseite, mit Kapton-Tape bedeckt

Wichtige Ergebnisse aus der Phase 1 des Projekts sind in der Zusammenfassung:

- An beiden Lötssystemen wird bei hoher Vorwärmtemperatur (150°C, siehe Bild 3) und langer Kontaktzeit in der Hauptwelle (ca. 5 s) selbst an den Stromschienen mit ihrem hohen Wärmebedarf ein vollständiger Lotdurchstieg erreicht.
- Die Lötung an Luft führt auf der Lötseite stets zu starker Brückenbildung, ein Zeichen dafür, dass keines der verwendeten Flussmittel in der Hauptwelle noch aktiv ist.
- Unter Schutzgas werden die Lötstellen einwandfrei, bis auf einzelne Brücken an den 0603-Widerständen im „Reflow-Abstand“. Alle Lötstellen sind von der Benetzung her einwandfrei und erfüllen die Anforderungen gemäß IPC-A-610C.
- Die Oberfläche vieler Lötstellen ist zwar glänzend, aber strukturiert. Querschliffe zeigen hier eine ausgeprägt dendritische Erstarrung. Die eutektische Restschmelze zieht sich dann durch den Volumenschwund beim Übergang flüssig-fest in die Räume zwischen den dendritisch erstarrten Kristallen zurück und hinterlässt an der Oberfläche Mikrolunker.

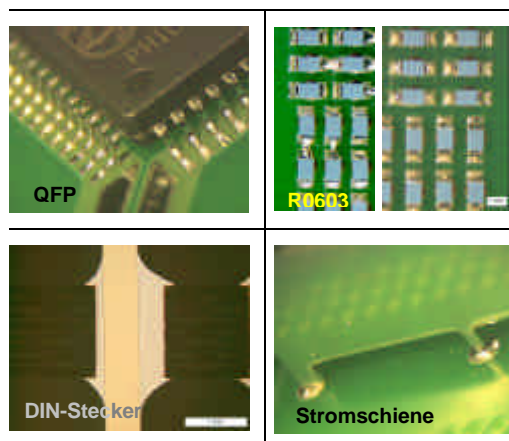


Bild 2: Inspektion an QFP, R0603 (2 Abstände), Stromschiene und Querschliff an DIN-Stecker

- Störend wirken die Lötperlen, unter Stickstoff mehr als an Luft. Im Querschleif fällt ferner der starke Abtrag der Kupfermetallisierung von 8-12 µm im Lotbad auf.
- Die angewandten Temperaturprofile (Beispiel siehe Bild 3) haben keine merklichen Schäden am Leiterplattenmaterial (Standard FR4) oder am Lötstopp hinterlassen. Auch nach mehrfachem Durchlauf eines Temperaturmessboards durch das System treten keine Verfärbungen oder andere Unregelmäßigkeiten auf.

Ohne das Stichwort „bleifrei“ würde das Wellenlöten als eingefahrene Fertigungstechnologie mit langjährigem Erfahrungshintergrund wohl kaum so intensiv betrachtet werden wie hier im Moment geschehen. Schließlich geht der Trend eindeutig hin zu reiner Oberflächenmontage und Reflow-Löttechnik. Aber Festigkeit der Lötverbindungen in Durchkontaktierung, Wirtschaftlichkeit sowie die Notwendigkeit zur Pflege „alter“ Produkte sind genügend starke Gründe dafür, eine bewährte Technologie unter modernen Gesichtspunkten neu zu analysieren und an die aktuellen Gegebenheiten optimal anzupassen.

Das Projekt wird derzeit mit einer zweiten Phase in einem erweiterten Teilnehmerkreis mit Lötversuchen an einer Multilayer-Version des Testboards fortgeführt.

Dieses Gemeinschaftsprojekt wurde von der Aktionsgruppe bleifrei im „Hamburger Lötzirkel“ getragen: In der Phase 1 des Projekts die Firmen Andus electronic GmbH, Berlin; Dräger Electronics GmbH, Lübeck; Industrie-Elektronik Nord GmbH, Lübeck; Jungheinrich AG, Norderstedt; KID System GmbH, Buxtehude; Kuhnke GmbH, Malente; Mair Elektronik GmbH, Neufahrn bei München; in der Phase 2 zusätzlich die Firmen EZL GmbH, Limburg; Hella KG Hueck & Co., Lippstadt; Miele & Cie., Gütersloh; Still GmbH, Hamburg. Ermöglicht wurden die Leistungen durch Vorarbeiten im ISIT, gefördert durch das Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr des Bundeslandes Schleswig-Holstein im Projekt „Elektronische Baugruppe der Zukunft“.

Für die Bereitstellung der Löttechnologie zur gemeinschaftlichen Durchführung sei den folgenden Firmen herzlich gedankt: Vitronics-Soltech, NL-Oosterhout; Ingenieurbüro Wörthmann, Ellerstadt; sowie ERSA Löttechnik GmbH, Wertheim.

Dank gebührt ebenfalls den folgenden Firmen für die kostenlose Bereitstellung von Materialien: Harting Electronics GmbH & Co. KG, Espelkamp; microtech GmbH electronic, Teltow; Philips Semiconductors, Hamburg; BCcomponents GmbH, Heide; KOA Europe GmbH, Dägeling; Murata Europe Management GmbH, Nürnberg; Würth Elektronik GmbH, Rot am See; Rösnick Vertriebs GmbH, Bedburg; Cobar Europe BV, NL-Breda; Interflux Electronics N.V., B-Gent; Circuit Chemical Products GmbH, Schrobenhausen.