



Vom 4. bis 8. August organisierte der Fachkreis bleifreie Elektronik im Rahmen seiner Löt-kampagne eine Testreihe mit vier verschiedenen Bleifreilötlösungen und einem Referenzlot auf verschiedenen Leiterplattenoberflächen. Die Fragestellung lautete: Können Bleilötlösungen ohne Änderung der Lötparameter durch bleifreie Lote ersetzt werden?

Drei Argumente beschreiben die Begründungslage für das kostenintensive Vorhaben der Blei-Elimination in den Elektronikprodukten:

- ▶ **Umweltschutz:** Vermeidung des toxischen Bleis in den industriellen Arbeitsprozessen und als Risikoelement für die Biosphäre beim Endverbleib von Produkten und Abfällen,
- ▶ **Marketing:** Die hohe Attraktivität „grüner“ Produkte für den Endabnehmer sowie
- ▶ **Verbreiterung der Technologiebasis.**

Das einzigartige Eigenschaftsprofil des SnPb-Eutektikums bezüglich der Elektronikanwendungen hatte bisher zu einer Vernachlässigung der anderen interessanten Sn-Basislegierungen geführt. Da eine „Drop-in“-Legierung nicht existent ist, werden voraussichtlich mehrere der Sn-Basis-Systeme mit ihrem breiter gestreuten Eigenschaftsspektrum zum Einsatz kommen.

Die Vorschriften

Es ist allgemein bekannt, dass die EU-Richtlinie ROHS (Restrictions of Hazardous Substances, in Kraft gesetzt am 13.02.2003) für die Elektronikprodukte – mit wenigen Ausnahmen – die Bleifreiheit fordert. Das bedeutet, vor wenigen Jahren auch für viele Branchen-Insider unvorstellbar, dass das seit Jahrzehnten bewährte Lot Sn-37Pb, in der Summe seiner technischen Eigenschaften, dazu Verfügbarkeit und Preis, in gleichwertiger Weise durch bleifreie Lote ersetzt werden muss.

Gundolf Reichelt, Manfred Fehrenbach, Stefan Penzenstadler

Leiterplatten bleifrei selektiv gelötet

Doch zwischenzeitlich sind Forschungsprojekte durchgeführt worden, die sowohl in der Lotauswahl als auch den möglichen und sinnvollen Lötprozessbedingungen einige grundsätzliche Klarheit gebracht haben. Außerdem haben viele Firmen eigene Untersuchungen angestellt, wie z.B. auch Mitglieder des Fachkreises „BFE Blei-Freie-Elektronik“ seit seiner Gründung im Jahre 2000.

Die EU-Richtlinie legt für den spätesten Lieferbeginn der bleifreien Elektronik an den Endabnehmer den 1.7.2006 bzw. für den Lieferauslauf den herkömmlichen, mit SnPb-Lötprozessen gefertigten Produkte den 30.06.2006 fest.

Dieser Termin lässt wenig Zeit für die Bleifrei-Umstellung, da man die Lötprozesse umgestalten, die Lotmaterialien qualifizieren, Bauelemente und Leiterplatten anpassen bzw. in angepasster Form beziehen, logistische Optimierungen durchführen, Entwicklungsgrundlagen geeignet modifizieren, die Mitarbeiter einweisen und schulen und die umgestellten Produkte und Fertigungsprozesse freigeben muss – Aufgaben, die je nach Größe des Hauses, Produktionsvolumen, Kundenspezifikationen usw. sehr unter-

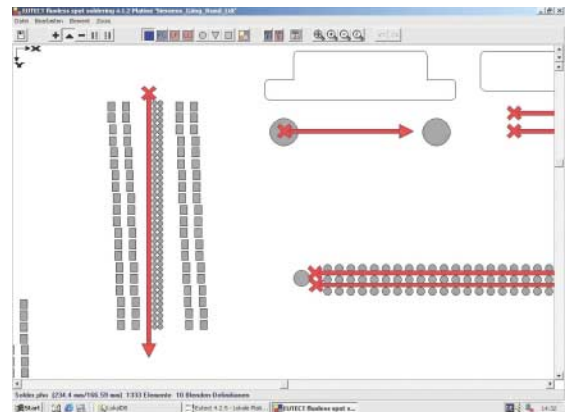


Bild 2: Gerberdaten-Grafik mit den Flux- bzw. Löt-punkten

schiedliche Größenordnungen annehmen können. In vielen Fällen ist ein Bleifreivorlauf erforderlich, um Zwischenlagerzeiten, Absatzstockungen usw. zu berücksichtigen.

Die Lötanlage

Nach dem Motto: „Es ist uns nicht der Mühe wert, die Dinge halb zu tun“, wurden in nur drei heißen August-Tagen die fünf Favoriten-Lötlösungen im Testdurchlauf gelötet. Als Selektiv-Lötanlage wurde der Typ LW1-S150 von Eutect (Bild 1) auf Grund seiner Flexibilität und Prozessstabilität ausgewählt. Damit konnte über die gesamte Löt-kampagne mit einer Prozesseinstellung und Gesamtparametrisierung das aus heutiger Sicht typische Bleifreispektrum problemlos abgefahren werden. Dies wurde durch den modularen Aufbau dieser Anlagen sowie durch Möglichkeit der Programmierung in System- oder Windowsumgebung anhand der aus der Leiterplattenfertigung vorhandenen Gerberdaten ermöglicht.

Das aus diesen Daten generierte Programm kann in allen relevanten Parametern frei verändert werden, wodurch eine optimale Einstellung für die Löt-kampagne erreicht werden konnte. Der Flussmittelauftrag erfolgte mittels Injekt-Düse über die selben Grundparameter.

Die neuen Lote

Die Auswahl der Lote stellt die derzeit anwendungsrelevantesten bleifreien Elektronik-Legierungen dar (Tabelle 1). Mit der Erprobung dieser Lote wird die Skala



Bild 1: Selektivlötanlage von Eutect

der aus heutiger Sicht für die Flow-Verfahren ernsthaft in Betracht kommenden bleifreien Lote vollständig abgesteckt.

Die vom Fachkreis BFE bisher durchgeführten vier Wellenlötaktionen mit diesen Loten lieferten folgende Ergebnisse:

- ▶ Baugruppen bis zu mittleren Schwierigkeitsgraden lassen sich mit folgenden typischen Parametern fehlerarm löten: Badtemperatur 260 °C, Vorwärmtemperatur 140 °C, Transportgeschwindigkeit 1 bis 1,5 m/min, Kontaktzeit ≥3 s.
- ▶ Das Lötfehler-Niveau ist für alle genannten bleifreien deutlich höher als für SnPb.
- ▶ Die bleifreien Lote erscheinen bezüglich der Lotbrücken-Häufigkeit nicht sehr unterschiedlich, wohl jedoch bei den Nichtlötungen. Für den Selektivlötprozess lässt sich daraus ableiten, dass eine Lottemperatur von 260 °C am Düsenaustritt ausreichend hoch sein sollte, zumindest ein vernünftiger Ausgangswert für eine Optimierungsreihe ist.

Es wurde so vorgegangen, dass zuerst eine Programmierung des Prozesses für SnPb ermittelt wurde, mit der praktisch fehlerfrei gelötet werden konnte. Diese Einstellung wurde für die bleifreien Lote übernommen, was nahezu ohne Programmänderungen ebenfalls zu nahezu fehlerfreien Lötergebnissen führte.

Die Leiterplatte

Die verwendete Baugruppe mit doppelseitigem Layout ist keine Selektivbaugruppe im klassischen Sinn. Dennoch bietet sie aber für die Versuchsreihe ideale Voraussetzungen zur Ermittlung von möglichen, auftretenden Prozessfehlern (Lötbrücken, mangelnder Lotdurchstieg, etc.). Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen wärmeempfindlichen Kunststoffen und kritischen Lötflächen der Bauelemente sorgen für ein eingeschränktes Prozessfenster.

Mehrfachnutzen – warum?

Die Fertigung eines Mehrfachnutzens (Bild 3) mit verschiedenen Lotlegierungen bietet dem Anwender die Möglichkeit von Verarbeitung, Beurteilung, über metallurgische Untersuchungen bis hin

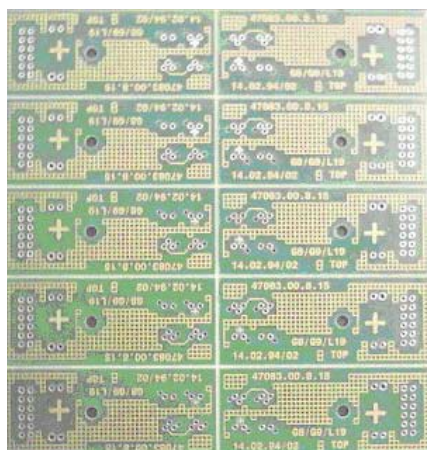


Bild 3: Die Nutzenleiterplatte

zu Zuverlässigkeitsuntersuchungen, das komplette bleifrei verfügbare Legierungsspektrum im direkten Vergleich zu SnPb zu betrachten.

Verschiedene Oberflächen – warum?

Um Verhalten und Auswirkungen der Lotlegierungen auf unterschiedliche Oberflächenfinishs zu untersuchen, wurden die Versuchsblötungen auf allen marktüblichen bleifreien Oberflächen (chemisch Zinn, Ni/Au, OSP, chemisch Silber) einer HAL-Sn100C (SnCuNi)-Oberfläche sowie einer Referenz-SnPb-Oberfläche durchgeführt. Die Zielsetzung „Verarbeitung mehrerer Lote auf einem Mehrfachnutzen“ wurde durch

Tests in zwei unterschiedlichen Temperaturbereichen (250 °C und 270 °C) erweitert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Kampagne aus Sicht der Firma Zollner sind überaus positiv. Der modulare Aufbau mit kurzen Tiegelwechsel- und Aufheizzeiten kombiniert mit der sehr guten Prozessstabilität der Eutect-Lötmaschine ermöglichten einen objektiven Vergleich der einzelnen Legierungen.

Nach Programmierung und kurzer Optimierungszeit an der SnPb-Baugruppe wurde mit einem Parametersatz die komplette Kampagne abgefahren. Auf eine Optimierung bei den bleifreien Legierungen während der Versuche wurde bewusst verzichtet, um die Auswirkungen einer direkten Umstellung von SnPb nach bleifrei zu evaluieren (Bild 4).

Fazit

Bleifreie Lote sind praxisgerecht einsetzbar. Eine Temperaturerhöhung ist bei selektiven Lötprozessen nicht zwingend notwendig. Für den Einsatz bleifreier Lote muss eine Programmoptimierung durchgeführt werden (Zeitfaktor beachten). Der Vorteil einer Selektivlötmaschine, auf jede einzelne Lötstelle individuell (selektiv) reagieren zu können, lässt ein hohes Verbesserungspotential bei Lötfehlern zu. Prozessverständnis, Parametrierung, Prozessstabilität des eingesetzten Equip-

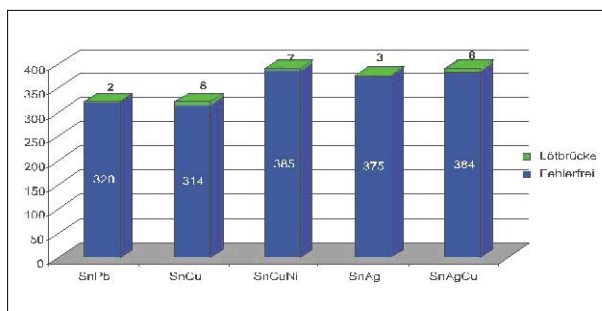


Bild 4: Ergebnisse der Fehlerrate für verschiedene Legierungen

	Lotwerkstoffe	??	??	Kostenfaktor	Bisher angenommene Haupteinsatzgebiete
1	Sn63Pb37 Referenzlot	Eutektisch	183 °C	1	
2	Sn-3,5Ag	Eutektisch	221 °C	3,2	KFZ-El., Anwendungen mit erhöhter Betriebstemperatur bis etwa 150 °C; denkbar auch für breitbandigen Einsatz
3	Sn-3,8Ag0,7Cu	Etwa eutektisch	217 °C	3,1	Lot für breitbandigen Einsatz, vor allem beim Reflow-Prozess
4	Sn-0,7Cu	Eutektisch	227 °C	1,4	Flow-Verfahren
5	Sn-0,7Cu0,1Ni	Etwa eutektisch	227 °C	1,4	Flow-Verfahren mit verbesserten Eigenschaften, bewährt bei der LP-Fertigung als bleifreies Heißverzinnungsverfahren wegen des geringeren Cu-Leaching, verglichen mit Sn-0,7Cu

Tabelle 1: Die eingesetzten Legierungen von Balver Zinn (www.balverzinn.com) im Vergleich

ments sowie die Umsetzung innovativer Ideen wird in der bleifreien Zukunft einen noch höheren Stellenwert einnehmen als dies bisher der Fall war.

Fax +49/70 72/9 28 90 92
www.eutect.de
productronic 404

Dr.-Ing. Gundolf Reichelt (reichelt@aol.com), Dipl.-Ing. (FH) Manfred Fehrenbach, Geschäftsführer Eutect, Dipl.-Ing. Stefan Penzenstadler, Zollner (www.zollner.de), Zandt.