Reflowprozesse optimieren

Kaum ein anderer Hersteller im Bereich der Lötchemie bietet ein so breites Produktspektrum wie der weltweit operierende amerikanische Hersteller AIM. Zum Programm gehören Lotpasten, Flussmittel, Reinmetalle und Legierungen in Barren- und Drahtform, Preforms, Adhäsive, Reinigungsmittel, Beschichtungsanoden sowie Legierungen auf Indium- und Goldbasis. Einige der innovativen Produkte im Bleifrei-Bereich werden von unterschiedlichen Lieferanten in Lizenz gefertigt.

Als Hersteller, der den Transformationsprozess vieler namhafter Unternehmen in die Bleifrei-Technologie schon seit den achtziger Jahren erfolgreich begleitet, verfügt AIM hier nicht nur über ein ausgereiftes Produktprogramm, sondern auch über hervorragendes Prozess-Know-how und entsprechende Support-Services in der bleifreien Reflowtechnologie.
Ein wichtiger Schlüssel beim erfolgreichen Umstieg in die Bleifrei-Technologie ist neben der Lötchemie eine exakte Bestimmung des thermischen Profils. Hier bietet das Offenbacher Vertriebshaus Peter Jordan mit den Thermo-Profilern von ECD hochpräzise Instrumente zur differenzierten thermischen Analyse und Dokumentation, die bei der genauen Abstimmung und Optimierung der Prozessparameter unschätzbare Dienste leisten.
Um das Reflow-Profiling für die Bleifrei-Technologie ranken sich viele Fragen. Sie reichen von „Warum überhaupt?" über „Wie macht man das eigentlich?" bis zu der Frage „Gibt es eine optimale Methode?" Die Antwort auf diese Fragen ist einfacher als es zunächst erscheinen mag, wenn man sich auf die wesentlichen Einflussgrößen thermischer Prozesse konzentriert – und zwar ganz unabhängig davon, ob es sich um einen hochmodernen Reflowofen oder ein älteres Modell handelt.

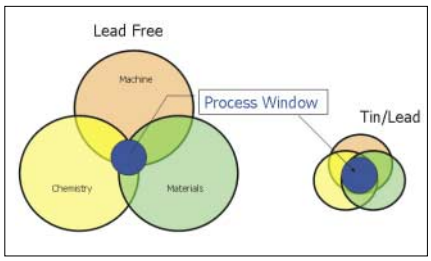

Bild 1: Das schwindende Prozessfenster der Bleifrei-Technologie lässt nur noch wenig Platz für Daumenregeln

Die Δ T-Problematik

Älteren Reflowöfen sagt man nach, dass sie unterschiedliche Areale einer Baugruppe mit unterschiedlichen Temperaturkurven behandeln, wobei nicht allein die Farbe und Oberflächenbeschaffenheit von Baugruppen und Bauteilen und die Art des Boardmaterials von Bedeutung sind.
Die Temperaturspanne zwischen höchster und geringster Temperatur auf einer Baugruppe zu einem gegebenen Zeitpunkt nennt man bekanntlich Δ T. Ein großes Δ T besagt, dass einige Bereiche auf einer Baugruppe mehr, andere weniger Hitze abbekommen. Damit führt ein großes Δ T zu ständiger Prozessunsicherheit und bietet immer wieder neue, unangenehme Überraschungen beim Löten wie z.B. Lotkugeln, schlechte Benetzung, zerstörte Bauteile oder dunkle Rückstände.
Bei modernen Reflowöfen mit Zwangskonvektion wird das Problem durch eine gleichmäßigere Wärmeverteilung weitgehend eliminiert. Aber auch hier können unterschiedliche Farbgebungen und Oberflächenstrukturen sowie unterschiedliche Bauteildichten auf einer Baugruppe zu thermischen Gefällen führen.
Auch wenn das Δ T von der Ofentechnik her in der Theorie zu vernachlässigen sein mag, sieht die Praxis trotz erheblicher Verbesserungen manchmal anders aus, erst recht, wenn es um die Bleifreitechnik geht. Die höheren Prozesstemperaturen stellen noch höhere Ansprüche an ein möglichst kleines Δ T.

Soaking als Lösung?

Weit verbreitet ist der Glaube, das Problem sei durch „Soaking" ein für allemal gelöst. Dabei schafft man eine nahezu gleichmäßige Temperaturverteilung der Baugruppe, bevor diese bis auf die Reflowtemperatur erwärmt wird. Die Baugruppe verweilt etwa für 90 s bei einer nahezu konstanten Temperatur von 150 °C und „saugt sich thermisch voll". Tatsächlich können auf diese Weise Tombstoning sowie thermische Schocks in gewissen Grenzen vermindert werden. Das „Soaking" ist jedoch im Grunde genommen ein unnötiges, zeit- und energieaufwändiges Verfahren zur Erreichung von vermeintlich größerer Prozesssicherheit. Denn die Vermutung, eine längere Verweilzeit führe zu einer wirklich homogenen Temperaturverteilung, hält der Realität oft nicht stand. Im Bleifrei-Prozess bedeutet Soaking im übrigen mehr Schaden als Nutzen, denn das Prozessfenster wird durch die höheren geforderten Temperaturen hier eher noch kleiner (**Bild 1**) und lässt kaum noch Raum für althergebrachte Daumenregeln.

Das Ramp-to-Spike-Profil

Der Aufwand, die Soaking-Phase überflüssig zu machen, lohnt sich also. Der Weg dazu besteht in der Veränderung des Profils zu einem im Idealfall linearen Ramp-to-Spike-Profil (RTS). Eine wichtige Voraussetzung zur Realisierung eines solchen Profils sind moderne Lotpasten, die auch in einem linearen Profil eine ausreichende Benetzungsaktivität aufweisen. Tatsächlich kann bei Prozessen mit RTS-Profil unter Verwendung geeigneter Lotpasten – wie z.B. Castin im Bleifrei-Bereich – sogar eine deutliche Verbesserung der Benetzung erreicht werden (**Bild 2**).
Das RTS-Profil ist durch einen nahezu linearen Verlauf bis zur Peakzone gekennzeichnet. Der Temperaturanstieg beträgt in dieser Phase, die 2/3 des gesamten Prozesses ausmachen sollte, 0,6 bis 1,8 °C/s. In dieser Phase des linearen Temperaturanstiegs erfolgen Vorheizen, Aktivieren des Flussmittels und das Verflüchtigen der volatilen Bestandteile. ▷

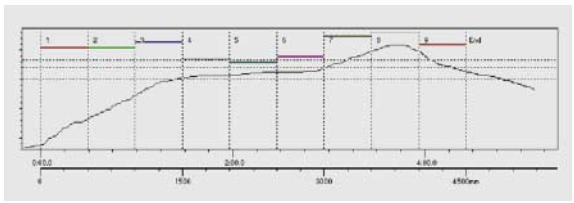

Bild 2: Ein Profil mit viel „Soaking" – vielfach anzutreffen, für Bleifrei-Prozesse jedoch ungeeignet

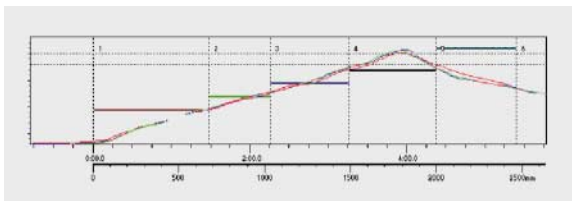

Bild 3: Das RTS-Profil führt im Idealfall linear zum Peak – die neue Generation moderner bleifreier Lotpasten kommt mit diesem Profil glänzend zurecht

all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG

Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!

Im darauffolgenden Temperaturbereich oberhalb des Liquidus bis zur Temperaturspitze bei 240 °C ±5 °C im Bleifrei-Prozess verbleibt die Baugruppe für 60 ±15 s, wobei diese Zeitspanne auch das Abkühlen nach Erreichen der Spitzentemperatur beinhaltet.
Dieses Profil wird bevorzugt mit wasserlöslichen Lotpasten sowie bei löttechnisch besonders anspruchsvollen Baugruppen eingesetzt. Die Probleme der Lötbarkeit werden reduziert, weil insbesondere die für RTS-Profile entwickelten Lotpasten ihre guten Flussmitteleigenschaften während des gesamten Vorheizprozesses beibehalten. Dadurch ist auch die bessere Benetzung gewährleistet.
Da der Temperaturanstieg beim RTS-Profil gut unter Kontrolle zu halten ist, lassen sich bekannte Lötprobleme sowie Temperaturschocks vermeiden. Das RTS-Profil erlaubt eine Erhöhung des Durchsatzes und führt darüber hinaus zu erheblichen Energieeinsparungen, da die Verweilzeit der Baugruppe in der ersten Hälfte des Reflowprozesses deutlich reduziert wird. Auch das Trouble Shooting von RTS-Prozessen ist vergleichsweise unproblematisch.

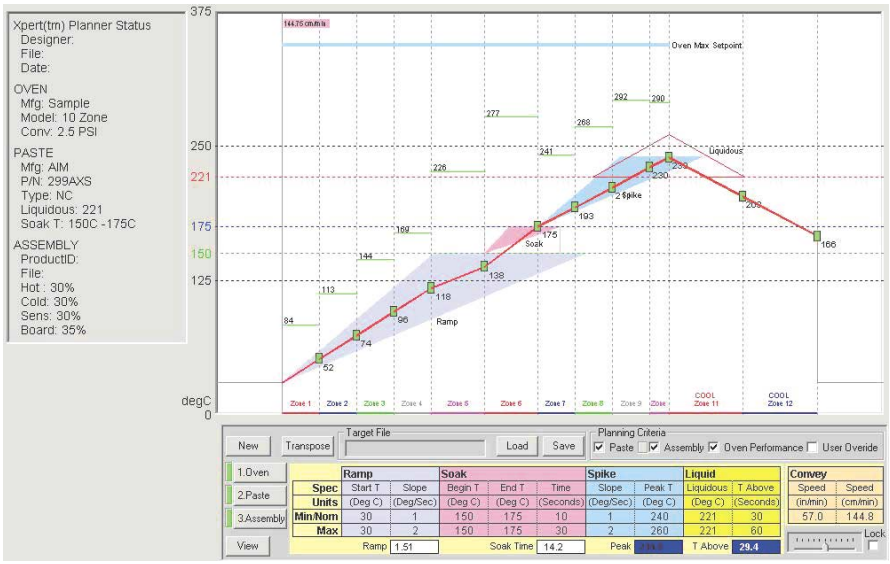

Bild 4: Beispiel eines mit der ECD-Software generierten Targetprofils für eine bleifreie Lotpaste mit einem Liquidus von 221 °C

Last but not least führt das RTS-Profil im allgemeinen zu helleren und glänzenderen Verbindungen. Der Einsatz des RTS-Profils ist auch nicht auf neue Reflow-Öfen beschränkt, sondern kann auch auf älteren Öfen gefahren werden, die jedoch gegebenenfalls nachgerüstet werden müssen, um die erforderlichen Temperaturen des Bleifrei-Prozesses erreichen zu können (**Bild 3**).

Das LSP-Profil

Bezüglich der gefürchteten fehlerhaften Lötstellen, also den Voids beim Verarbeiten von BGAs weisen beide der oben genannten Lötprofile kaum Unterschiede auf. Der Wechsel des Profils – gleiche Lotpaste immer vorausgesetzt – führt selten zu einer signifikanten Veränderung des Voidings. Um solche Probleme mit BGAs ▷

zu vermeiden, hat AIM ein optimiertes LSP-Profil (Low-Soak-Profile) entwickelt, das fehlerhafte Lötstellen bei den meisten BGAs zuverlässig vermeidet. Das LSP-Profil ist so ausgelegt, dass die Lösemittel noch vor der eigentlichen Reflowzone aus der Lotpaste ausgetrocknet werden. Das Profil ist ebenso einfach zu installieren wie die obengenannten Profile und kann mit nahezu jedem Typ von Reflowofen eingesetzt werden.

Heiße Jobs für coole Profiler

Neben der Nutzung von Profilen, die von Herstellern zur Verfügung gestellt werden, lassen sich Profile auch selbst im Trial-and-Error-Verfahren erstellen, was den Vorteil hat, dass spezifische Eigenheiten des jeweiligen Reflowofens besser berücksichtigt werden können. Wie der amerikanische Hersteller ECD beweist, ist so auch auf älteren Reflowmaschinen ein exaktes Profiling mit dem speziell dafür entwickelten modernen Equipment kein Problem.

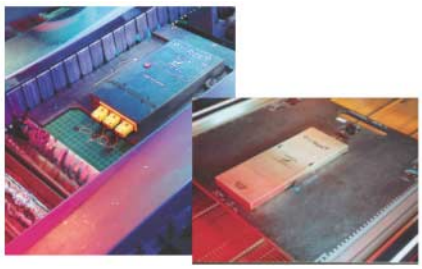

Bild 5: ECD-Profiler auf dem Weg zum Datensammeln in Wellenlötmaschine und Reflowofen

Bei Erstellung eines Reflow-Profils sollte bereits klar sein, welche lötchemischen Produkte – Flussmittel, Lotpasten etc. – zum Einsatz kommen, da der thermische Prozess stets auch von der eingesetzten Lötchemie abhängt und beim Wechsel der Lötchemie andere thermische Prozessparameter gefahren werden müssen.
Zu den Temperatur-Profilern, die seit langem Standards in der Industrie setzen, gehört der drahtlos funktionierende M.O.L.E. (Multichannel Occurent Logger Evaluator), der die Temperaturinformation über Thermokoppler von sechs beliebigen Punkten einer durch den Reflowofen laufenden Baugruppe registriert. Nach einer voreinstellbaren Zeit schaltet sich der Profiler aus und stellt seine Messergebnisse über einen PC zur Verfügung.
Mit einer speziellen Software können alle Daten – auch in graphischer, SPC-geeigneter Form – dargestellt werden. Die Auswertung beinhaltet die an verschiedenen Punkten der Baugruppe erreichten Temperaturen, die an den jeweiligen Punkten erreichten Temperaturveränderungsraten (Grad pro Sekunde), die Verweilzeiten bei verschiedenen Temperaturen, Durchschnittswerte, Standardabweichungen und vieles mehr (**Bild 4**). Mit einem speziellen Programm können virtuell Parameter verändert und der daraus resultierende Einfluss auf das Profil simuliert werden.
Das als „Spion" mit der zu verlötenden Baugruppe durch den Reflowofen geschickte M.O.L.E. (**Bild 5**) ist ultraflach und so temperaturbeständig, dass es Temperaturen bis weit über 1 000 °C standhält. Sein Einfluss auf die Temperaturverteilung ist selbstverständlich vernachlässigbar.
Ein zuverlässiges Profiling ist nicht nur beim Wechsel auf ein neues Reflow-System nötig, sondern auch bei der Optimierung bestehender Prozesse. Ein Beispiel ist die beschriebene Veränderung des Reflow-Prozesses von einem Prozess mit „Soaking" zum eher linearen RTS-Prozess, der – wie bereits erwähnt – viele Vorteile und im Hinblick auf die Bleifrei-Technologie die besten Voraussetzungen bietet.

Schlussbemerkung

Als Repräsentant eines der bedeutendsten Hersteller in der Lötchemie und des wohl weltweit führenden Anbieters von Profiling-Systemen bietet Peter Jordan Know-how aus einer Hand, wenn es um die Prozessoptimierung des Reflow-Lötens geht. Bleifreie Noclean-Lötchemikalien mit großem Prozessfenster erschließen dabei auch bei älterem Reflow-Equipment oft überraschende Optimierungsmöglichkeiten, zu denen der hierfür erforderliche Zeitaufwand in keinem Verhältnis steht. (hb)

AIM – seit 68 Jahren im Geschäft

Das im Jahre 1936 gegründete Unternehmen AIM (American Iron and Metal) (**Bild 6**) befasst sich bereits seit den achtziger Jahren intensiv mit dem bleifreien Lötprozess und begleitet seitdem weltweit viele namhafte Unternehmen bei der Transformation ins Bleifrei-Zeitalter. Neben bleifreien Noclean-Lotpasten liefert man bleifreies Lot in Draht- und Barrenform, bleifreie Preforms und Spheres – auch mit Beschichtung und bzw. oder Flussmittelfüllung – sowie eine darauf abgestimmte Palette von Flussmitteln als Pasten, Puder oder in flüssiger Form. Selbstverständlich entsprechen alle Produkte den Bellcore- und IPC-Anforderungen. Ein besonderes Spezialgebiet sind unterschiedliche Legierungen.
Obwohl AIM mit seinem Jahresumsatz von über 300 Mio. US-$ zu den ganz Großen in seinem Bereich gehört, zählt das in dritter Generation von einer Familie geführte Unternehmen Markt- und Kundennähe sowie konsequente Serviceorientierung zu seinen wichtigsten Erfolgsfaktoren. Nicht nur große Hersteller, sondern auch kleine und kleinste Elektronik-Unternehmen gehören seit vielen Jahren zum festen Kundenstamm.
Für seine innovativen Produkte ist AIM in den letzten Jahren mit vier SMT Vision-Awards ausgezeichnet worden. 4 % des jährlichen Gewinns steckt AIM in die Forschung und Entwicklung. Produktionsanlagen in Kanada, USA, Mexiko, Europa, Asien, Südamerika und Australien sorgen zusammen mit den weltweiten Servicebüros und Distributoren für eine fundierte technische Unterstützung bis in jeden Winkel der Erde. Die gleichbleibend hohe Qualität in allen Produktionsstätten wird durch die Einhaltung der weltweit gültigen AIM Standards auf Basis der Qualitätszertifizierungssysteme – ISO 9001, ISO 9002 und QS 9000 – sowie durch einheitliches Equipment und weltweit konforme Ausbildungsrichtlinien erreicht.
In Deutschland erfolgen Vertrieb und Service für die AIM-Produkte seit Ende letzten Jahres durch das Offenbacher Vertriebshaus Peter Jordan.

Bild 6: AIM-Präsenzen in USA (oben), Kanada (Mitte) und Mexiko (unten)

Fax +49/69/89 00 81 95
www.peterjordan.de
www.aimsoldering.com
www.ecd.com
productronic **400**