

Wie automatische Profiling-Systeme die Elektronikfertigung verbessern

Elektronische Baugruppen und ihre Herstellung werden zunehmend komplexer. Damit wird auch der Ruf nach solchen Systemen immer lauter, die sehr hohe Anforderungen und Erwartungen in der Fertigung erfüllen – sei es um die Qualität abzusichern bzw. die Kosten zu begrenzen. Thermische Profiling-Systeme, mit denen man traditionell optimale Temperaturverläufe für den Lötprozess definiert, haben in der Elektronikherstellung zu deutlichen Verbesserungen geführt.

Für die thermische Profilierung im Lötprozess werden an einer Baugruppe diverse Thermopaare angebracht und die Temperaturen an Baugruppe und Bauteilen per Messdatenlogger erfasst, gespeichert und ausgewertet. Solche Temperaturprofile zur Verifikation des Lötprozesses werden an SMT-Linien mit einem Test-Board und der Instrumentierung darauf regelmäßig vorgenommen.

Bedarf für automatisches Profiling

Bis vor kurzem war das manuelle Temperatur-Profiling die bevorzugte Kontrollmethode. Doch durch Weiterentwicklung und Innovationen der automatischen Profiling-Technik können jetzt mehr Überprüfungen im Lötprozess vorgenommen werden, dies hat höhere Prozessqualität und weniger arbeitsintensive manuelle Nacharbeit zur Folge. Der Bedarf für die wichtige regelmäßige Überwachung der Temperaturprofile war schon immer hoch. Mit der früheren Methode wurde das Temperaturprofil mit den am Board angebrachten Thermopaaren erfasst und von einem hinter dem Testboard im Ofen durchlaufenden temperaturgeschützten Datenlogger aufgezeichnet. Dieses manuelle Verfahren hat durchaus eine Berechtigung beim erstmaligen Setup des Lötovens, aber für ständig wiederkehrende Überwachung von Temperaturprofilen in sehr voluminösen Fertigungsumgebungen scheint sie nicht effektiv, obwohl hier zunehmend Fertigungskontrollen nötiger werden.

Weil man jedoch manuelle Systeme wegen des großen Aufwands nur in längeren Zeitabständen für Temperatur-Profiling einsetzen kann, mussten die Anwender darauf hoffen, dass sich zwischen diesen langen Abständen im Prozess keine ungünstigen Veränderungen ereigneten. Dieses Prinzip Hoffnung kann jedoch keinesfalls einen kontrollierten, garantierten Lötprozess mit optimalen Ergebnissen ersetzen, im Gegenteil. Doch nicht nur diese Prozesskontrolle war

unzuverlässig, bei jeder Messung mussten auch die laufenden Lötprozesse unterbrochen werden, um das aufwendige manuelle Temperatur-Profiling durchzuführen. Sollte sich also nach solch einem Messdurchgang ein Lötproblem ergeben, so wird dies erst bei der nachfolgenden Prüfung entdeckt und kann erst dann korrigiert werden, womit größere Probleme in der verfügbaren Produktionszeit sowie bei Baugruppendefekten zu erwarten sind.

Entwicklungen im automatischen Temperatur-Profiling

Zur Ablösung dieser ziemlich ineffizienten manuellen Methode wurde das SolderStar Automatic Profiling System (APS) entwickelt, es erschien zuerst



Reflow-Ofen: Die Stabilität der Prozessparameter je nach Position eines Boards im Ofen muss kontrolliert werden

als System APS-1000 mit dem die Stabilität der Prozessparameter in Reflow-Öfen kontrolliert wurde. Es handelte sich um einen soliden Testbehälter mit Thermopaaren, der an der gewünschten Position des Boards angebracht wurde. Obwohl das Gerät sehr robust und eine deutliche Verbesserung zum manuellen Verfahren war, gab es immer noch einige Nachteile: Die Reaktionszeit war zu langsam und zwischen einzelnen Temperaturzonen zeigten sich Konduktionsprobleme. Zudem war es in der Herstellung sehr anspruchsvoll und teuer, und nicht zuletzt zeigten sich Vertriebsprobleme in ausländischen Märkten. Die Abmessungen des Geräts waren groß und konnten zu unerwünschten Abschattungen am Board während des Ofendurchlaufs führen. Somit war dies trotz aller Verbesserungen keine ideale Lösung. In der Folge entwickelte man ein Gerät, das diese Nachteile nicht aufweist.

Innovationsschritt zu noch effizienterer ASP

SolderStar entwickelte in einem nächsten Schritt das Profiling-System APS-2000 mit einem verbesserten Erfassungsprozess und beseitigte die Nachteile des Vorgängermodells. Das neue System misst erstmalig die Stabilität der Prozessparameter zusammen mit der exakten Erfassung der Board-Position im Reflow-Ofen. Mit diesem technologischen Durchbruch für die Fertigungsindustrie kann man nun für jede Baugruppe das am besten passende virtuelle Profil bestimmen. APS-2000 erfasst kontinuierlich die Position der Baugruppe und überwacht alle eventuellen Prozessänderungen am Produkt. Diese Änderungen zieht man heran, um mit einem mathematischen Modell das daraus resultierende PCB-Profil zu berechnen, das virtuelle Profil. Einzelne Prozessparameter lassen sich damit innerhalb der vorgegebenen Begrenzungen bestimmen und testen.

Auch dieses System mit seinen herausragenden Eigenschaften wurde natürlich über die Zeit weiterentwickelt, nochmals verbessert und hat damit die Aufmerksamkeit vieler Elektronikhersteller weltweit gefunden. Vor etwa zwei Jahren wurde das Konzept erneut überarbeitet und ein Re-Design durchgeführt. Das ursprüngliche APS basierte auf der gleichen Instrumentierung wie im Profiling-System eingesetzt. Die Erfahrung und weitere Entwicklungsarbeit zeigten jedoch, dass eine spezielle Instrumentierung für das System besser geeignet ist. Mit dem darauf-

hin neu entwickelten Messsystem für das APS-2000 konnte die Zahl der benötigten Thermopaare deutlich reduziert werden. Das wiederum ermöglichte geringere Abmessungen der Probe, beispielsweise beträgt der Durchmesser für einen Ofen mit 16 Zonen typisch nur noch 6 mm. Auch die Reaktionszeit ist nun sehr kurz, so dass eventuelle Maschinen- oder Prozessfehler rasch und einfach lokalisiert und beseitigt werden können. Die damit erzielbaren Einsparungen bei Zeitaufwand und Kosten sind enorm.

Diese Prozessprobleme erfaßt APS-2000:

- Falsche gesetzte Zonentemperatur – überprüft mit Referenz
- Falsch gesetzte Durchlaufgeschwindigkeit – überprüft mit Referenz
- Falsche Thermopaarsignale aus Ofenzonen
- Störungen an Ventilatoren
- Probleme mit dem Board-Transport
- Vom Bediener falsch geladene Ofeneinstellungen
- Überlast im Ofen-Durchsatz
- Thermisches Profil außerhalb der Prozessbedingungen

Diese Kombination von hilfreichen Anwendungsvorteilen sorgt dafür, daß Elektronikhersteller damit sowohl in puncto Equipment und Prozess beruhigt arbeiten als auch ihre Fertigungsprozesse fortlaufend optimieren können. Das ist auch der Grund, warum sich kürzlich beispielsweise zwei führende europäische Elektronikhersteller nach umfangreichen Evaluierungen für das APS-2000 entschieden haben.

SolderStar APS ist ein System, das uneingeschränkt rund um die Uhr für Überwachung und Profiling aller in einem Konvektions-Reflow-Ofen gelöteten Baugruppen einsetzbar ist. Das System ist so konzipiert, daß sich damit präzise die Anforderungen von Reflow-Öfen und Lötprozessen für jeden Anwender erfüllen lassen. Das System misst kontinuierlich die Zonentemperaturen am Produkt sowie die Transportgeschwindigkeit und vergleicht diese Messungen mit vorher spezifizierten Prozessreferenzen. Jede Messung wird fortlaufend mit den betreffenden Referenzen verglichen und somit eventuelle Abweichungen sofort erkannt und evaluiert. Sollten die Differenzen zwischen der aktuellen Messung und der Referenz die von Anwendern definierten Limits überschreiten, wird über die standardisierte SMEMA [1]-Schnittstelle in der Lötanlage jeglicher weiterer Einlauf von

Lotgut umgehend gestoppt, um die Produktion von fehlerhaft gelöteten Baugruppen zu unterbinden.

Spezielle Temperaturfühler sind entlang der Zonen auf beiden Seiten der Maschine angebracht, sie messen in Echtzeit die tatsächliche Temperatur am Produkt. Zusätzlich überwacht das System die Durchlaufgeschwindigkeit sowie die Position jeder Baugruppe im Prozess. Die Temperaturfühler mit ihren geringen Abmessungen sind ziemlich nahe der PCB angebracht, womit eine wesentlich präzisere Messung in der Umgebung der Baugruppe während des Lötvorgangs stattfindet. Die geringen Abmessungen reduzieren zudem mögliche Abschattungen am Board.

Warum unabhängig vom Ofen messen?

Sowohl die Temperaturen am Produkt als auch die Transportgeschwindigkeit werden unabhängig vom Ofen erfasst. Dafür gibt es zwei gewichtige Gründe:

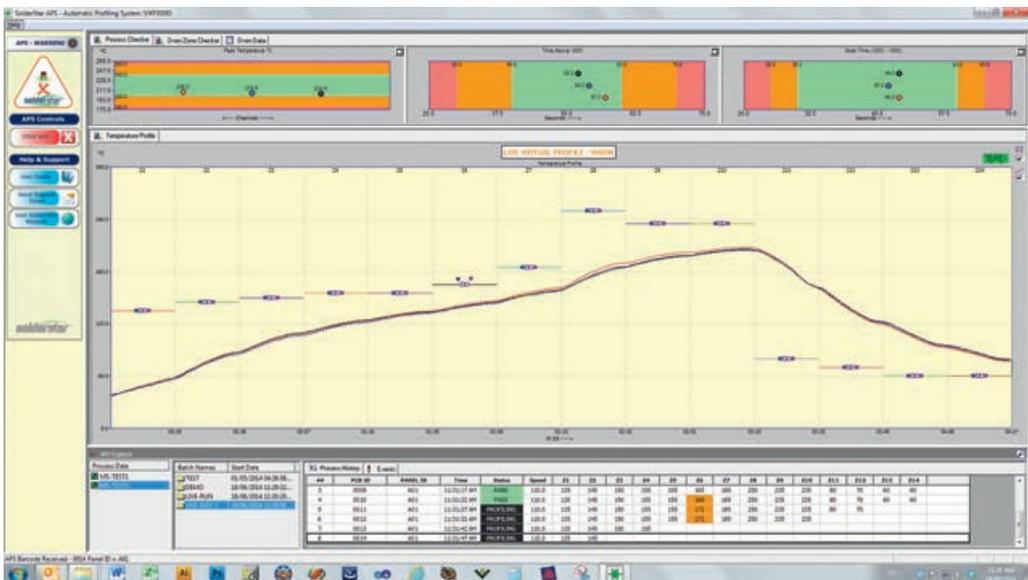
- Mögliche Ofenstörungen – Probleme in Heizelementen oder Gebläse
- Mögliche Bedienerfehler – für eine Baugruppe wurden die falschen Ofeneinstellungen geladen

Warum Temperaturmessungen direkt am Produkt?

In der Regel kontrolliert der Ofen selbst die Temperatur in jeder Zone. Die Messdaten dafür werden nahe

an den Heizelementen abgenommen und nicht als Temperatur direkt am Produkt, die wiederum von der Ofenkonvektion abhängig ist. Für das APS-2000 hingegen werden die speziellen Temperaturfühler möglichst direkt am vorbeilaufenden Produkt beidseitig der Transportmechanik installiert. Diese Sensoren messen ziemlich genau die realen Temperaturen, die auf das Lotgut einwirken und verursachen nur noch sehr geringe Abschattungen. Sobald eine Baugruppe in den Reflow-Ofen einläuft, wird ihre Fortbewegung lückenlos verfolgt und die Temperaturen am Board aufgezeichnet, welche die Sensoren in dieser Zone erfassen.

Verlässt ein Board den Ofen wird umgehend das durchgeführte Temperaturprofil anhand der Echtzeitmessungen berechnet und der Referenz gegenüber gestellt. Damit ist eine sofortige, sehr genaue Gut/Schlecht-Aussage über den Lötvorgang möglich – diese wird zur leichten Kontrolle ebenfalls erfasst. Somit stehen für jede einzelne Baugruppe eine lückenlose Aufzeichnung der Prozess-Durchlaufgeschwindigkeit, der einzelnen Zonentemperaturen und das daraus berechnete Profil zur Verfügung. Damit ist eine zu 100 % uneingeschränkte Traceability für den Lötprozess als jederzeit aufrufbarer Nachweis vorhanden.



Temperaturprofil: Das APS-2000 erfasst im Ofen per Sensoren direkt am vorbeilaufenden Produkt beidseitig die realen Temperaturen, die auf das Lotgut einwirken

Traceability, Barcode und SMEMA-Integration

Ist eine Fertigung durchgängig mit Barcodesystem ausgerüstet, lässt sich das APS-2000 in das ERP-System (Enterprise Resource Planning) des Herstellers integrieren, um die Daten aus der Fertigung der Baugruppen automatisch darunter abzulegen. Über diese Barcode-Integration können die Profile in der Datenbank den jeweiligen Baugruppen eindeutig zugeordnet werden, womit volle Rückverfolgbarkeit im Prozess sichergestellt ist. Über die SMEMA-Anbindung kann das APS-System auch unmittelbar in den Fertigungsfluss am Lötöfen zur Kontrolle eingreifen. Diese ERP-Einbindung sowie die Steuerung des Lötöfens sind in der hochvoluminösen Elektronikfertigung zwei unverzichtbare Eigenschaften.

Zusätzlich lassen sich damit auch noch Produktwechsel in der Linie genau überwachen: Das Barcodesystem liest den Code einer Baugruppe aus und gibt diese Daten automatisch in das APS-2000 ein. Damit kann die Art der Baugruppe vom APS exakt bestimmt und gleichzeitig kontrolliert werden, ob die Ofeneinstellungen dafür korrekt sind. Sollte das nicht der Fall sein, wird das Board noch im Ofeneinlauf zurückgehalten und der Maschinenbediener sofort informiert. Sobald dann für die betreffende Baugruppe die richtigen Ofeneinstellungen eingegeben sind, wartet das

APS die Zeitspanne ab, bis alle Temperaturparameter stabil sind und gibt dann den Lötöfen für den weiteren Prozess wieder frei. Über den Barcode lassen sich die virtuellen (aus den Daten berechneten) Profile sowie alle Ofenwerte für jede Baugruppe erfassen und jederzeit später für die Rückverfolgbarkeit der Produktionsbedingungen aufrufen.

In folgenden Schritten bestimmt das APS-2000 Temperaturprofile in Echtzeit:

- Erfassen des tatsächlichen Temperaturprofils einer Baugruppe mittels Testboard und manuellem Profiling-System (zur Eingabe in die APS-Software steht damit ein thermisches Modell des Ofens sowie von Bauteilen und Board bereit)
- Das APS-2000 analysiert und erfasst den ‚guten‘ Zustand des Reflow-Ofens
- Das APS misst in Echtzeit alle Veränderungen im Prozessablauf. Die Daten aus den ersten beiden Schritten zieht man dann zur Kalkulation des Profils heran. Auch die Prozessparameter werden berechnet und gegen die spezifizierten Limits verglichen und getestet

Die Vorteile des APS-2000 im Überblick:

- Kontinuierliche Überwachung von Reflow-Prozessen rund um die Uhr, ohne ständig wiederkehrendes manuelles Profiling



- Klares und leicht verständliches Systemkonzept – erst Prozess erlernen und dann testen
- Einfach zu installieren und zu betreiben
- Vom Anwender vorgegebene Prozesslimits ermöglichen einen unmittelbaren Stopp im Lötprozess, wenn Abweichungen über den Referenzwerten liegen
- Automatische Verfolgung und Überwachung von Lötprozessen mit der lückenlosen Traceability für alle Baugruppen

Warum ein APS in der Fertigung einsetzen?

Das System SolderStar APS-2000 offeriert Elektronikherstellern alle nötigen Funktionen für ein effizientes thermisches Profiling ohne Zeitverluste. Damit lassen sich Prozessprobleme umgehend dann erkennen und somit leicht korrigieren, wenn sie auftreten. Damit ist sichergestellt, dass Ausfallzeiten, Ausschuss und der Zeitaufwand für Nacharbeiten äußerst gering sind, gleichzeitig sichert man damit Qualität und Zuverlässigkeit der Baugruppen sowie die Traceability der Fertigung ab.

Der ununterbrochene Betrieb des APS-2000 vermeidet einen ‚blind‘ durchgeführten Lötprozess. Für jede Baugruppe wird das thermische Profil erfasst und dieses entspricht uneingeschränkt den spezifizierten Daten. Als maßgeschneiderte Lösung trifft das System gezielt die Anforderungen aller Anwender, wobei sich die Fertigungskosten aufgrund von reduzierten Ausfallzeiten sowie geringerer Rework-Aufwendungen deutlich reduzieren lassen.

Die Software von SolderStar enthält einen speziellen Algorithmus zur Berechnung des thermischen Profils jeder Baugruppe. Herangezogen wird zur Kalkulation das Referenzprofil, gewonnen zu Fertigungsbeginn mit einem herkömmlichen Profiling-System zusammen mit den Echtzeitdaten aus dem Prozess. Dieser Algorithmus wurde zusammen mit einer führenden mathematischen Kapazität optimiert, um noch genauere Ergebnisse über den Lötprozess zu erzielen.

Das APS-2000 prüft die Temperaturprofile aller Boards, analysiert die Profile automatisch und kontrolliert die Parameter der Fertigung in Relation zu den Produktlimits. Die Software verfolgt zudem auch noch genau den Weg der Baugruppe durch den

Ofen und ermöglicht somit höchstmögliche Genauigkeit in der Berechnung des Temperaturprofils einer Baugruppe.

Diese neue Evolution des SolderStar APS soll bei großen, international tätigen Elektronikherstellern bemerkenswert großen Anklang gefunden haben. Die fortlaufende Weiterentwicklung der Systeme sowie neue und verbesserte Funktionen stellen einen wertvollen Nutzen für die global wie auch eher lokal agierende Elektronikfertigung dar – und das in ihrer gesamten Breite.

-dir/fan-

www.solderstar.com

Erläuterungen

SMEMA – Surface Mount Equipment Manufacturers Association: eine internationale, gemeinnützige Normungsorganisation



photocad
precision works.


SMD-SCHABLONEN




BASIC PLUS




ADVANCED




PERFORMANCE



www.photocad.de