

WIE INNOVATIVE TECHNOLOGIEN DEN LÖTPROZESS ZUVERLÄSSIGER MACHEN

Heike Schlessmann, Marketing, SEHO Systems GmbH

Ziel im Qualitätsmanagement jeder Elektronikfertigung ist ein fehlerfreier Produktionsprozess, denn manuelle Nacharbeit ist nicht nur zeitintensiv und teuer, häufig ist sie auch nicht zulässig. Alle Prozessschritte müssen dabei reproduzierbar und vor allem vollständig rückverfolgbar sein. Die Automatisierung von Prozessschritten, Überwachungs- und Kontrollfunktionen sowie die automatische Erfassung und kontinuierliche Auswertung relevanter Prozess- und Maschinendaten sind ein wichtiger Schritt zur Sicherung der Produktionsqualität auf dem Weg zur Null-Fehler-Fertigung

Unter den automatisierten Lötprozessen gilt der Selektiv-Lötprozess als besonders anspruchsvoll. Aber auch der Wellen-Lötprozess steht, bedingt durch die wachsende Komplexität der Baugruppen, vor immer neuen Herausforderungen. Die variablen Parameter wie beispielsweise die Flussmittelmenge, Vorheiztemperatur oder die Benetzungszeit und Lottemperatur haben einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität einer Lötstelle.

TYPISCHE LÖTFEHLER

Lötbrücken sind eine der Hauptursachen für fehlerhafte Baugruppen und wie bei vielen typischen Lötfehlern, können unterschiedliche Faktoren hierfür die Ursache sein. Bei bleifreien Prozessen trägt das geringere spezifische Gewicht der Lotlegierung zu einem veränderten Fließverhalten bei. Aber auch ein ungenügender Flussmittelauftrag oder ein nicht ausreichender Vorheizprozess kann Lötbrücken verursachen.

Schlechte Lotdurchstiege sind häufig auf eine ungenügende Wärmebilanz zurückzuführen. Eine zu geringe Flussmittelmenge kann aber ebenfalls die Ursache für diesen Defekt sein.

Dies sind nur einige wenige Beispiele für mögliche Lötfehler. Oft stehen sie im Zusammenhang mit dem Flussmittelauftrag oder Wärmeeintrag beim Vorwärmen der Baugruppen oder während des Lötprozesses. Es ist also durchaus sinnvoll, diese Prozessschritte zu überwachen, zu kontrollieren und bestenfalls automatisch zu korrigieren.

DER FLUSSMITTELAUFTRAG: AUF DIE KORREKTE MENGE KOMMT ES AN

Das Flussmittel macht im Grunde genommen den nachfolgenden Lötprozess überhaupt erst möglich. Es löst die vorhandene Oxidschicht und verhindert eine erneute Oxidation, so dass eine Benetzung stattfinden kann. Es muss also ausreichend Flussmittel an die zu lötenden Stellen gebracht werden, um einen optimalen Lotdurchstieg zu erhalten. Andererseits sollen keine nennenswerten Rückstände auf der Leiterplatte verbleiben, da diese zu deutlichen Qualitätseinbußen, bis hin zum Ausfall des Produkts, führen können. Flussmittelüberwachungssysteme sind daher essentiell.

Neueste Systeme basieren auf einer Mengen- oder Volumenüberwachung während des Flussmittelauftrags, sowohl bei

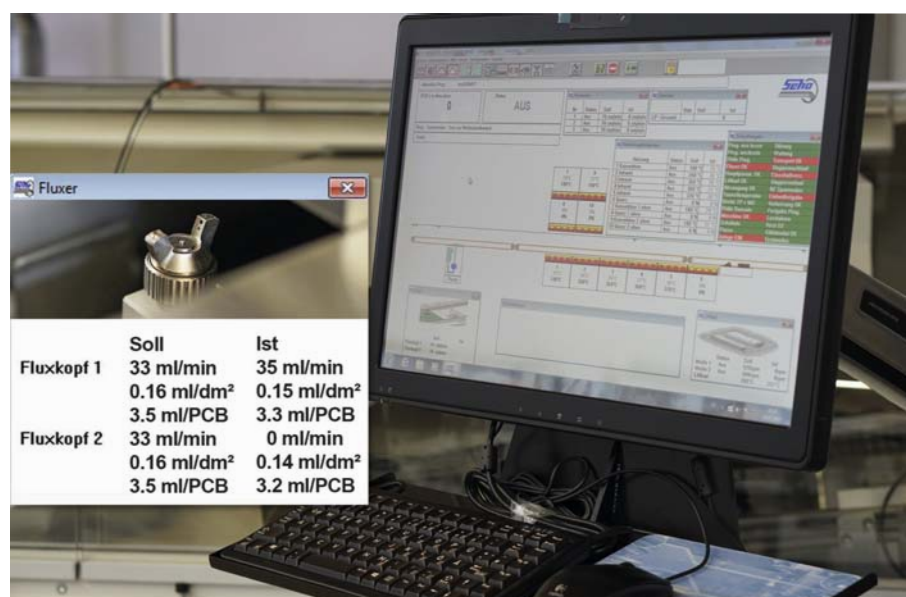


Bild 1: Automatische Flussmittelmengenmessung im konventionellen Wellenlötprozess. Alle Bilder SEHO Systems GmbH.



Bild 2: Die automatische Düsenhöhenverstellung garantiert eine sichere Benetzung, auch bei der Bearbeitung von anspruchsvollen Baugruppen in Lötmasken.

Selektivprozessen als auch bei konventionellen Wellenlötprozessen und garantieren konstante Prozessbedingungen ohne Einfluss auf die Taktzeit. Während des Prozesses wird hier die tatsächlich aufgetragene Flussmittelmenge gemessen. Stellt das System eine Abweichung zum voreingestellten Sollwert fest, wird eine Fehlermeldung ausgegeben und gegebenenfalls der Einlauf für nachfolgende Baugruppen gesperrt.

ÜBERWACHUNG DES VORHEIZPROZESSES

Die Überwachung der Vorheizung ist erforderlich, um definierte Temperaturprofile zu erhalten, die wiederum für die Aktivierung des Flussmittels notwendig sind.

Neue Pulsar-Strahlersysteme, die sich durch eine sehr schnelle Reaktionsfähigkeit auszeichnen, sorgen zum einen für eine hohe Energieeffizienz, zum anderen aber auch dafür, dass sich ein großer Baugruppenmix und hohe Produktionsvolumen nicht länger ausschließen. Bei der Bearbeitung von verschiedenen Produkten mit unterschiedlichen thermischen Anforderungen, die verschiedene Parametereinstellungen im Hinblick auf die Heizleistung erfordern, ist keine Wartezeit zwischen den Produktgruppen erforderlich. Durch die Schaltung einzelner Strahler anstelle von ganzen Segmenten sind kürzeste Baugruppenabstände realisierbar. In der Praxis bedeutet dies, dass jeder einzelne Strahler unterhalb eines Produktes mit den individuell hierfür benötigten Einstellungen betrieben wird. Zum Erreichen dieses individuellen Einstellwertes ist kein zusätzlicher Abstand zwischen verschiedenen Produkten erforderlich. Speziell in konventionellen

Wellenlötprozessen ein absoluter Pluspunkt: Die Wellenlötanlage erreicht dadurch eine enorme Flexibilität.

Abhängig von der thermischen Masse der zu bearbeitenden Baugruppen kann die Wärme der Atmosphäre innerhalb der Maschine aber einen großen Einfluss auf das Temperaturprofil haben. So könnte bei-

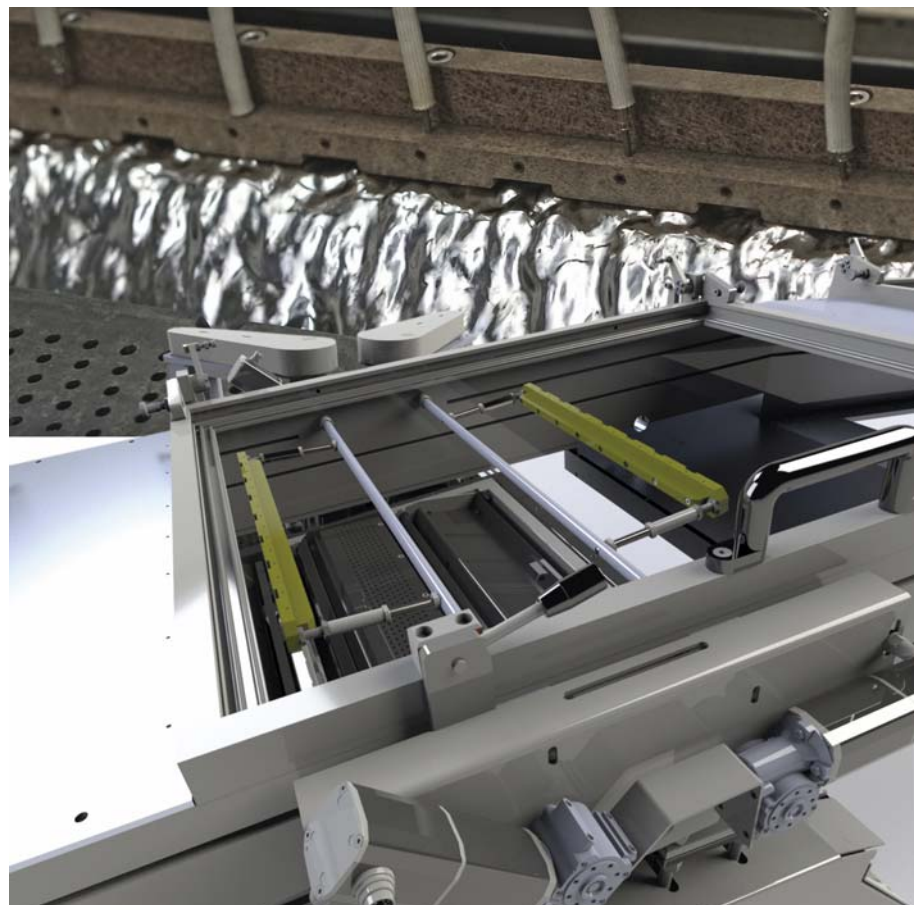


Bild 3: Die automatische Wellenlötanlage von SEHO sichert zuverlässige Prozesse.

spielsweise eine massearme Baugruppe zu stark aufgeheizt werden, wenn sie nach einer großen Serie von massereichen Baugruppen mit entsprechend hoher Heizleistungseinstellung die Anlage durchläuft, da sich die Temperatur im Tunnel zwangsläufig im Vollastbetrieb aufheizt.

Um ein reproduzierbares Temperaturprofil zu erreichen, erfassen daher zusätzliche Temperatursensoren in der Wellenlötanlage kontinuierlich den Zustand der Atmosphäre und messen den Einfluss auf die Leiterplatte. Mit dieser zusätzlichen Regelung führt eine hohe Temperatur innerhalb der Anlage zu einer Absenkung der Strahlungsleistung für das in diesem Bereich laufende Produkt. Dadurch wird die für das jeweilige Produkt resultierende Vorwärmtemperatur unabhängig vom Anlagenzustand sehr konstant gehalten.

MAXIMALE KONTROLLE FÜR DEN LÖTBEREICH

Dem Lötbereich – Herzstück des Prozesses – sollte spezielle Aufmerksamkeit gewidmet werden, da viele Variable das Lötresultat beeinflussen können. Hierzu gehören beispielsweise die Temperatur der Lotlegierung und das Lotniveau im Tiegel, die daher permanent überwacht und automatisch geregelt werden müssen.

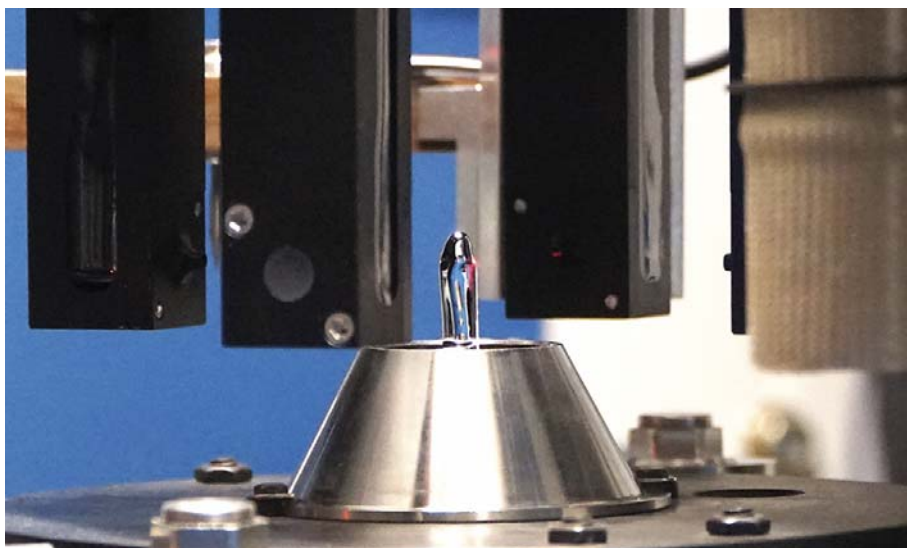


Bild 4: SEHO Kreuzsensor: Werkzeugvermessung und automatische Wellenhöhenregelung im Miniwellen-Lötprozess.

Ein Großteil der Wellenlötanlagen in Elektronikfertigungen wird mit einer oder zwei Löt Düsen betrieben, die einen turbulenten Wellenfluss erzeugen. Hiermit lässt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Produkte bearbeiten. An seine Grenzen kann dieses Konzept jedoch stoßen, wenn anspruchsvolle Baugruppen in Lötmasken verarbeitet werden. Je nach Maskenstärke und Größe der Maskenausschnitte ist eine sichere und reproduzierbare Benetzung aller Lötstellen nicht immer gewährleistet. Zusätzlich können geringe Abstände zwischen den abgedeckten SMD-Bauelementen und den Pins der zu lötenden THT-Bauteile zur Herausforderung werden. Unvollständige Lötstellen oder auch Lötbrücken, wenn zum Beispiel der Lotabriss nicht sauber erfolgen kann, sind klassische Fehler beim Löten von anspruchsvollen Baugruppen mit Lötmasken. Für diese Anwendungen sind also neue Lösungen gefragt.

Ein innovativer Ansatz ist für diese Applikationen eine automatische Düsenhöhenverstellung, die die Taktzeit der Wellenlötanlage nicht beeinflusst. Hierbei sind die Löt Düsen - einzeln programmiert - über eine Distanz von 20 mm in der Höhe verstellbar, um produktabhängig den optimalen Abstand zwischen Leiterplatte und Löt Düse einzustellen. Die automatische Düsenhöhenverstellung bietet zusätzliche Prozesssicherheit und eine Verbesserung der Produktqualität, da alle Lötstellen sicher benetzt werden und ein definierter Lotabriss möglich ist.

Besonders prozessrelevant ist natürlich auch die stabile Höhe der Lötwellen. Schlechte Lotdurchstiege oder fehlende bzw. unzureichende Benetzung können Folge einer unregelmäßigen Wellenhöhe sein. In konventionellen Wellenlötprozessen war es bisher ohne Unterbrechung des

Produktionsprozesses und den Einsatz externer Messinstrumente nicht möglich, die Wellenhöhe zu messen. Das Ergebnis ist hier jedoch lediglich eine Momentaufnahme, die keine Rückschlüsse auf erforderliche Parameteränderungen und keinen Automatismus für eine Nachregelung bietet.

Mit dem Fokus auf diesen Aspekt hat SEHO eine automatische Wellenhöhenkorrektur entwickelt, die im Lötbereich der MWS 2300 integriert werden kann. Das System basiert auf einer Kontaktmessung, die sowohl bei laminaren als auch bei turbulenten Lötwellen zuverlässige Ergebnisse und Prozesse sichert.

Zur Bestimmung des Idealzustands der Lötwellenhöhe wird eine Referenzmessung durchgeführt und die gemessenen Werte sowie die eingestellten Anlagenparameter im System hinterlegt. In einem individuell programmierbaren Zeitraster werden im Produktionsmodus der Anlage

automatisch Messungen der Wellenhöhe durchgeführt, indem eine Leiste mit Sensorkontakten auf die Lötwellenoberfläche abgesenkt wird.

Innerhalb einstellbarer Toleranzen wird die Wellenhöhe basierend auf den Messergebnissen und einem mathematischen Modell automatisch nachgeregelt, indem die Parameter entsprechend verändert werden.

Bewegen sich die erforderlichen Einstellungen außerhalb des definierten Toleranzbereichs, errechnet das System eine Empfehlung, jedoch entscheidet der Maschinenbediener oder der Prozessverantwortliche, ob die Parameteranpassungen zur Regelung der Wellenhöhe übernommen werden, oder ob zunächst die Ursache gegebenenfalls an anderer Stelle zu suchen ist. Alle Messergebnisse und nachgeregelt Parameter werden für eine vollständige Nachvollziehbarkeit des Prozesses protokolliert, so dass gleichzeitig auch ein Qualitätsnachweis für die hergestellten Produkte zur Verfügung steht.

Die Vorteile liegen hier auf der Hand: Die frühzeitige Erkennung von Prozessabweichungen ermöglicht die schnelle Analyse und Behebung der Ursache, sichert die Produktqualität und senkt nachhaltig die Fertigungskosten durch die Vermeidung von Nacharbeit.

Im Selektivlötprozess, wo naturgemäß mit sehr kleinen Löt Düsengeometrien gearbeitet wird, ist die Wellenhöhe natürlich ebenfalls ein kritischer Faktor.

Bei Multidüsen-Prozessen ist die Wellenhöhenüberwachung mit Wirbelstromsensor ein effektives Kontrollwerkzeug. Basierend auf dem Prinzip der kommunizierenden Röhren, einer indirekten Messung, entsteht hierbei sowohl an den Löt Düsen als auch am Messtrichter die gleiche Höhe und wird über das Signal des Wirbel-



Bild 5: Null-Fehler-Fertigung: PowerVision AOI-System integriert im Selektivlötprozess.

stromsensors konstant geregelt.

Das einfachste Verfahren bei Miniwellen-Prozessen besteht in der Verwendung einer Messnadel, die mit der Spitze eine Kontaktmessung zur Lötwellenoberfläche ausführt. Alternativ kann die Wellenhöhe mit einem Lasermesssystem automatisch geregelt werden. Die Messung findet hierbei simultan zum Produktionsprozess statt, so dass die Taktzeit nicht beeinflusst wird.

Besonders effektiv ist der von SEHO entwickelte Kreuzsensor, der gleich mehrere Funktionen übernimmt. Zum einen wird hiermit die Wellenhöhe in Miniwellen-Lötprozessen präzise geregelt. Gleichzeitig dient der Kreuzsensor aber auch zur automatischen Werkzeugvermessung: Durchmesser, Höhe und Einbaulage der Löt Düse werden automatisch geprüft und somit potenzielle Bedienfehler ausgeschlossen.

Im Hinblick auf die Stabilität der Wellenhöhe bietet auch die neue LongLife Miniwellen-Löt Düse einen besonderen Vorteil. Bedingt durch das spezielle Herstellungsverfahren verfügt diese Löt Düse über eine sehr gleichmäßige Düsenwandung. Hierdurch wird die Wellenhöhe konstant stabil gehalten, so dass insgesamt eine höhere Prozessstabilität und geringere Lötfehlerraten gewährleistet sind. Bei schlecht aktivierten Düsen kann sich der Mittelpunkt verschieben, wodurch Lötbrücken entstehen oder SMD-Bauteile abgeschwemmt werden können. Aufgrund ihrer

Materialeigenschaften ist die LongLife-Löt Düse dagegen nahezu durchgängig perfekt aktiviert.

Zusätzliche automatische Überwachungsfunktionen, speziell bei Selektivlötanlagen, tragen dazu bei, potenzielle Lötfehler zu vermeiden. Hierzu gehören zum Beispiel die automatische Korrektur der x, y und z-Werte bei Baugruppen mit Versatz oder Durchbiegung, oder ein intelligentes Tool-Management, bei dem über Sensoren und Software überwacht wird, dass nur Produkte zur Bearbeitung eingelassen werden, für die die Anlage entsprechend gerüstet ist. Auch die kontinuierliche automatische Überwachung der Stickstoff-Eingangsqualität sowie der für den Prozess erforderlichen Stickstoffmenge trägt zur Sicherung reproduzierbarer Ergebnisse entscheidend bei.

GESICHERTE ERGEBNISSE

100% Prozesskontrolle sichert das THT-AOI-System PowerVision von SEHO, das je nach Anforderung als Modul vor einer Lötanlage in die Fertigungslinie integriert werden kann und auf Bestückbandebene mit einer automatischen Bestückkontrolle ausgestattet ist, so dass fehlerhaft bestückte Baugruppen gar nicht erst gelötet werden. Im Rücktransport, d.h. im unteren Anlagenbereich, kann eine automatische Lötstelleninspektion integriert werden, die gelötete Baugruppen auf typische Lötfehler

wie beispielsweise unvollständige Lötstellen, Menisken oder Lotperlen kontrolliert. Applikationsabhängig kann das AOI-System aber auch direkt in eine Selektiv-Lötanlage von SEHO integriert werden, was im Hinblick auf die Gesamtproduktionslinie enorme Vorteile bietet. Generell ist die volle Integration des Systems und der Prüfergebnisse in die Hard- und Softwarearchitektur der SEHO-Lötanlagen gewährleistet und die Auswertung von Trend- und Serienfehlermeldungen ermöglicht eine frühzeitige Prozessoptimierung, wodurch die Effizienz der Fertigungslinie deutlich gesteigert wird. Dies betrifft besonders die Bauteilebestückung und den Lötprozess, aber auch Designfehler werden schnell sichtbar.

FAZIT

Automatische Kontrollfunktionen können Elektronikhersteller effektiv dabei unterstützen, ihre Fertigungsprozesse nachhaltig stabil und kosteneffizient zu gestalten. Die Basis bilden eine kontinuierliche Erfassung von Maschinen- und Prozessdaten, der bidirektionaler Datenaustausch zwischen den Anlagen, die Möglichkeit der Steuerung durch übergeordnete Systeme und natürlich clevere Ideen der Anlagenhersteller.

■ www.seho.de