



Jörg Nolte

Rework: Qualität fest im Blick

Reparatur- und Nacharbeiten an elektronischen Baugruppen sind für Fertigungsleiter moderner Produktionsstätten nach wie vor ein Muss. Diese Tatsache können auch die seit Jahren steigende Produktionsqualität hochgenauer Fertigungsanlagen und die etablierten Verfahren zur Qualitätssicherung nicht vollständig kompensieren. Umso wichtiger ist es, auch die Verfahren der Nacharbeit zuverlässiger und sicherer zu gestalten. Endgültig vorbei jedoch scheint die Zeit, in der mit einer umgebauten Heißklebepistole SMD-Komponenten aus hochintegrierten Schaltungen ohne Rücksicht auf Verluste entfernt wurden.

Reproduzierbare Reworkqualität steht in der Rangliste der Verantwortlichen weit oben, frei nach dem Motto: Wenn schon reparieren, dann richtig: sicher, schnell und kostengünstig.

Das Heißluftgebläse aus dem Baumarkt also verwenden zum Löten nur noch die Unverbesserlichen. Wer sich nach hochwertigen, schonenden und Prozesssicherheit gewährenden Arbeitsmitteln umsieht, findet einige wenige Systeme, die diese

Kriterien erfüllen. Sie haben sich für die Nacharbeit hochpoliger SMDs – insbesondere seit der Marktdurchdringung von BGA-Komponenten – in den letzten Jahren am Markt etabliert.

Beobachtet man den Markt für solche Rework-Systeme genauer, stellt man fest, dass die Herausforderung, ein dem Produktionsprozess ebenbürtiges Lötresultat bei der Reparatur zu erzielen, zu allerhand Anstrengung in den Entwicklungsabteilungen der Hersteller geführt hat.

Die Anforderungen der Anwender sind hoch.

- ▶ Die Reparaturlötung soll einem definierbaren Temperaturprofil folgen.
- ▶ Die Qualität des Prozesses soll gleichbleibend hoch und wiederholbar sein.
- ▶ Und das Lötresultat sowie die Anlagenparameter sollen auch ohne die Präsenz von hochspezialisierten Fachkräften dokumentierbar sein.

Mit diesen Forderungen lassen sich die Qualitätsrichtlinien einhalten und die eigene Produktionssicherheit gewährleisten.

Neben vollautomatischen Systemen mit teilweise komplexen Programmabläufen setzen viele Hersteller auf semiautomatische Lösungen, die neben der Prozesssicherheit auch die für den Anwender wichtige Flexibilität erhalten sollen. Es zeichnet sich ab, dass der Kunde nach Geräten sucht, die ein gutes Lötresultat liefern und einfach zu bedienen sind. Der technologi-

sche Aufwand an Hardware, Software oder Wartung darf dabei nicht ins Gigantische wachsen.

Herausforderung: Technologien

Dabei bleibt der ursprüngliche Wettstreit der Technologien zunächst erhalten. Der Wärmetransfer in die Baugruppe unterscheidet sich selbstverständlich, je nach dem ob Strahlungsquellen oder Heißluftquellen zur Erzeugung der Prozesswärme eingesetzt werden. Bei einigen Heißluftsystemen bleiben die Probleme eines gleichförmigen Wärmeeintrags in die Baugruppe, der Platzbedarf der Düsen sowie die störende Wirkung entweichender Heißluft offene Fragestellungen.

Im Hause Ersa zählt man seit Jahren erfolgreich auf die Verwendung von Infrarot – Wärmestrahlern im lang- und mittelwelligen Infrarotspektrum. Deshalb hat man nun einen entscheidenden Schritt in Richtung Prozesssicherheit gemacht, der nur möglich war, weil diese Technologie beibehalten und weiter optimiert wurde. Das Schlagwort heißt *Reflow-Process-Control (RPC)*.

Dahinter verbirgt sich zunächst die so einfache wie naheliegende Überlegung, sich für den Reparaturvorgang das zu Nutze zu machen, worauf man im Handlöten seit Jahrzehnten vertraut – die Beobachtung▷

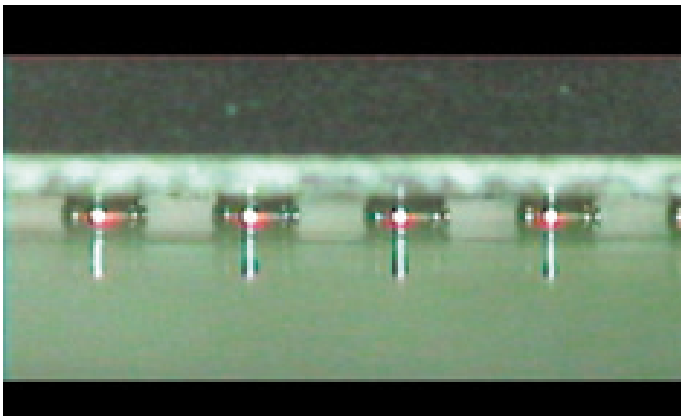
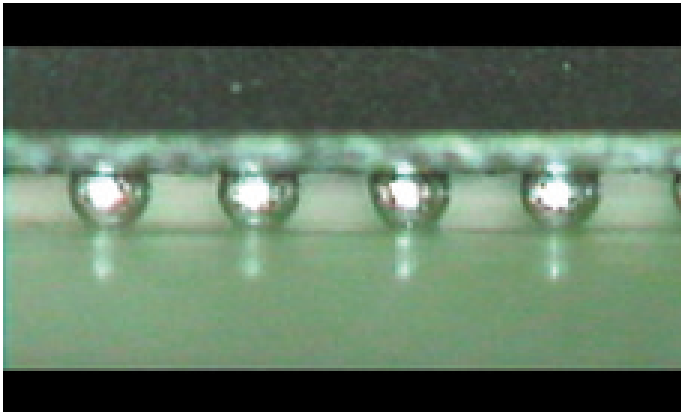


Bild 1: Echtzeitaufnahmen eines BGA während des Reflowprozesses mit RPC 550 A (links: ungeschmolzen, rechts: geschmolzen)

der Lötstelle und des Lötergebnisses während des Lötvorgangs. Möchte man die Lötstelle bei SMD-Komponenten, insbesondere BGAs und deren Derivate beobachten, bedarf es allerdings einiger Voraussetzungen.

Zunächst darf die Sicht auf die Komponente bzw. die Lötstelle nicht durch Konstruktionselemente des Rework-Systems, wie z.B. Heißluftdüsen, verdeckt werden. Weiterhin muss bei den heutigen Rastermaßen der beobachtete Bereich optisch vergrößert werden, um erkennen zu können wann sich die Lötverbindung ausbildet. Diese Forderung beinhaltet, dass eine ausreichende Beleuchtung des relevanten Baugruppenausschnitts gewährleistet ist.

Wärmestrahlende Systeme gewähren freie Sicht, da sie ohne bauteilumschließende Düsen auskommen und sich ein komfortabler Arbeitsabstand zwischen Platine und Strahlungsquelle ergibt.

Verwendet man zur Bilderfassung eine hochauflösende Zoomkamera, die in drei Richtungen schwenkbar ist und über ein integriertes LED-Ringlicht verfügt, lässt sich in fast allen Fällen ein aussagefähiger Bildbereich finden.

„Wer misst, misst Mist?“

Die Temperaturerfassung an der Lötstelle ist traditionell ein Schwachpunkt beim Repara-

turlöten. Denn die Temperatur kann im praktischen Reparaturablauf meist nicht direkt an der Lötstelle erfasst werden. Kontaktierende Temperatursensoren, wie Thermoelemente, liefern oft nicht den Messwert, der für die Ausbildung einer Lötverbindung von Bedeutung ist. Eine berührungslose Temperaturmessung am Bauteil hingegen ist zumindest bei düsengebundenen Systemen nicht möglich. Und generell fehlte bisher der Gedanke, aus einem berührungslos erfassten Messwert die tatsächliche Temperatur an der Lötstelle zu ermitteln. Diese Lücke wird nun innerhalb des RPC-Konzepts geschlossen.

Abgleich visueller und sensorischer Informationen

Dank der intensiven Aktivitäten der Ersa GmbH auf dem Gebiet der visuellen Lötstelleninspektion fließen die Erkenntnisse über die Ausbildung verdeckter Lötstellen bei BGAs und CSPs direkt in die Prozessgestaltung für das Reparaturlöten ein. Eine Information, die zur Verfügung steht, ist also das Kamerabild der Lötstelle oder deren unmittelbarer Umgebung (Bild 1). Die zweite Information ist die Oberflächentemperatur, die der Temperatursensor erfasst. Weiterhin kann in der Regel die Schmelztemperatur des verwendeten Lotes als bekannt vorausgesetzt werden. Bei dem häufig eingesetzten 63Sn-37Pb-Lot liegt sie beispielsweise bei 183 °C. Bei Zinn-Silber-Legierungen, die in der bleifreien Zukunft der Löttechnik von Interesse sein werden, kann sie leicht im Bereich von 215 °C bis 220 °C liegen. Die Schmelztemperatur wird am Rework-System je nach verwendetem Lot frei eingestellt.

Im Moment der Lotschmelze, die optisch wahrgenommen wird, kann der Anwender die angezeigte Temperatur über einen Tastendruck auf die tatsächliche Schmelztemperatur an der Lötstelle abgleichen. Damit stellt er sicher, dass an der Lötstelle eine ausreichend hohe Temperatur zur Ausbildung einer dauerhaften Lötverbin-

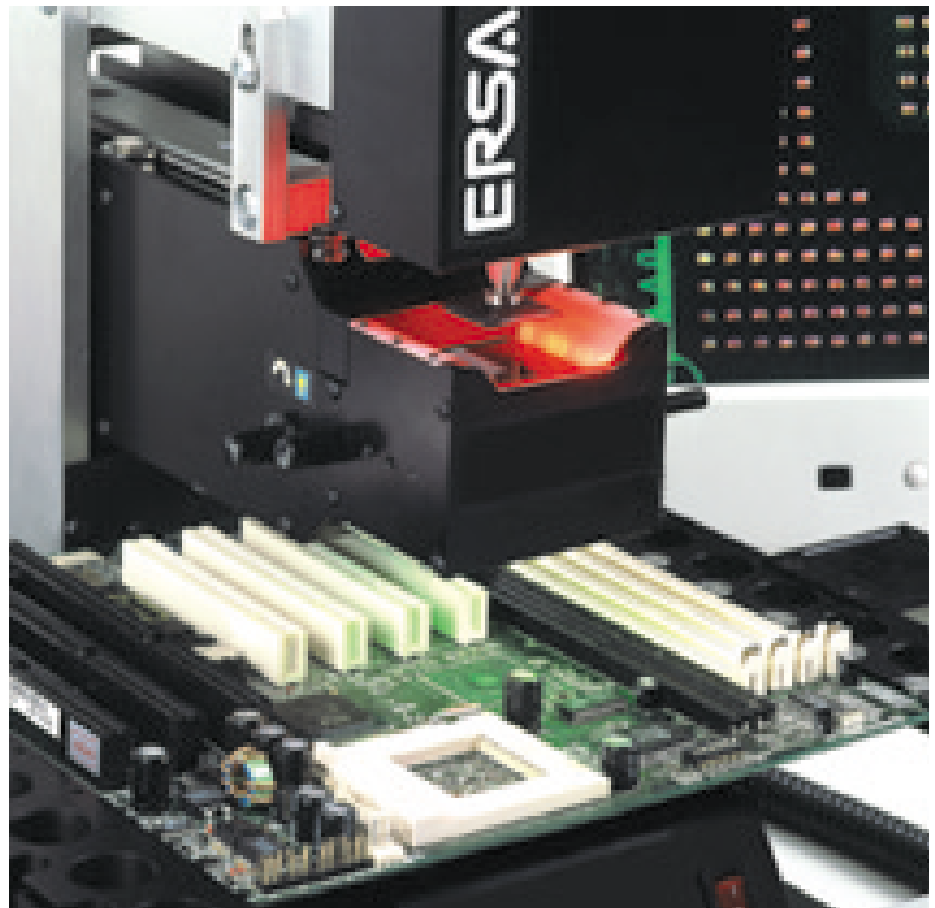


Bild 2: Ersa PL 500/550 A: Präzises Plazieren ($\pm 10 \mu\text{m}$ genau) leicht gemacht

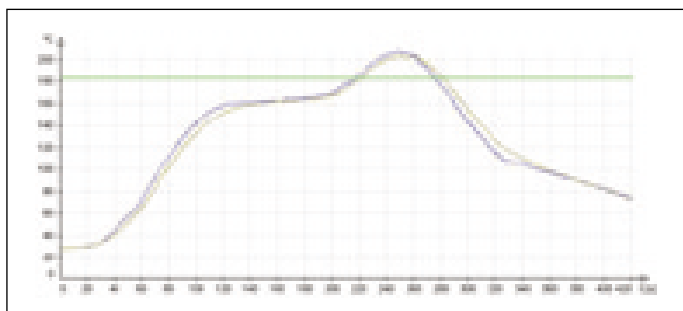


Bild 3: Ersä PL 550 A Reflow-Temperaturprofil

derung erreicht wurde. Außerdem ist gewährleistet, dass das System eine gleichartige Baugruppe nun in der gleichen Weise behandeln wird; die Grundlage für reproduzierbare Lötresultate ist geschaffen.

Der Bediener kann, unterstützt durch diese Sensor- und Kamertechnik, sehr schnell die optimalen Prozessparameter des Systems für jede neue Reparaturaufgabe ermitteln. Dieses Verfahren eignet sich sowohl für die Bearbeitung vieler gleicher Baugruppen, als auch bei häufigem Baugruppenwechsel im Reparaturbetrieb.

Beim Entlöten kommt eine weitere technische Raffinesse zum Tragen: Mit einer aufgesetzten Vakuumpipette wird das zu entlötende Bauteil durch Federkraft im Moment der Lotschmelze automatisch von der Platine abgehoben. Im gleichen Augenblick erfolgt ein Abgleich der vom Sensor erfassten Temperatur mit der Schmelztemperatur an der Lötstelle. Das System „kennt“ nun die tatsächliche Temperatur an der Lötverbindung und kann diese Information für den Lötvorgang nutzen. Die Baugruppe ist eingemessen, und jede weitere gleichartige Baugruppe lässt sich in gleicher Weise bearbeiten. Dieses für den Anwender hilfreiche Verfahren stellt ge-

genüber dem Stand der Technik eine Neuerung dar und wurde daher zum Patent angemeldet.

Gespeicherte Wiederholbarkeit

Ein einmal eingestelltes und gespeichertes Temperaturprofil wird an den gleichen Baugruppen in der gleichen Arbeitsposition zu reproduzierbaren Lötresultaten führen. Eine PC-Software erlaubt es schließlich, diese Informationen baugruppenspezifisch zu archivieren. Sämtliche Prozessparameter werden zusammen mit den erreichten Bauteiltemperaturen abgespeichert, und durch einen einfachen Download der Prozessparameter ist das Gerät innerhalb von Sekunden auf eine Löt Aufgabe eingerichtet.

Die gespeicherten tatsächlichen Temperaturwerte während des Lötvorgangs genügen der Forderung nach vollständiger Dokumentation der Arbeitsabläufe und runden das System ab.

Systemlösungen

Basierend auf der RPC-Konzeption ist im Hause Ersä eine ganze Produktfamilie entstanden. Deren jüngstes Mitglied, das IR 550 A Rework-System, vereint leistungsfähige Strahlertechnologie und berührungslose Temperaturerfassung in prozessorgeordneten Temperaturverläufen. Für die visuelle Kontrolle der Lötstelle stehen Geräte mit moderner Motorzoom-Kameratechnik und leistungsfähigen LED-

Lichtquellen zur Verfügung. Daneben ergänzt die bewährte Plazierungstechnik die Rework-Systeme in hervorragender Weise. Intuitiv einfach zu erlernende Bedienung und die hohe Präzision bei der Plazierung im Mikrometer-Bereich widersprechen sich durchaus nicht (**Bild 2**). Das bestehende einfache Plazieren von Bauelementen fußt wiederum auf hochwertiger Kamertechnik, verbunden mit kontrastreicher LED-Beleuchtung.

Die Systeme können, modular erweiterbar, kundenspezifisch zusammengestellt werden. Für jeden Anwender bietet sich eine Lösung: Vom Einsteigerpaket bis zur High-End-Kombination, die präzise Plazierung, optische Prozesskontrolle und geregelte Hochleistungslötung beinhaltet.

Zusammenfassung

Trotz aller Bemühungen der Hersteller wird man auch künftig nicht vollständig auf die Reparatur elektronischer Baugruppen verzichten können. Ersä behält den Vorsatz fest im Blick, Lösungen anzubieten, die den Wünschen nach reproduzierbar hoher Reparaturqualität in der Elektronikfertigung, in kurzer Zeit und zu geringen Kosten, gerecht werden. Im Rahmen des RPC-Konzepts steht dem Anwender ein in vieler Hinsicht einzigartiges Geräteprogramm zur Verfügung.

Fax 0 93 42/80 03 20

www.ersa.de

productronic 415

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nolte ist Produktmanager für Lötwerkzeuge bei der ERSA GmbH in Wertheim.