

Reproduzierbare Prozesskontrolle erzeugt hohe Reparaturqualität

BGAs zuverlässig nacharbeiten

Gisbert Kropp, Evertec, Würthsee

Unbeliebt, aber nicht vermeidbar: das Nacharbeiten ausgefallener Baugruppen ist in der Elektronikfertigung fast nicht wegzudenken. Durch eine unsachgemäße Reparatur können aber Folgefehler entstehen, die die Qualität der Baugruppe beeinträchtigen. Abhilfe schafft hier ein automatisches Lötssystem, das durch die Kontrolle des Lötprozesses und stressarmes Löten ein schonendes Bearbeiten der Platine verspricht.

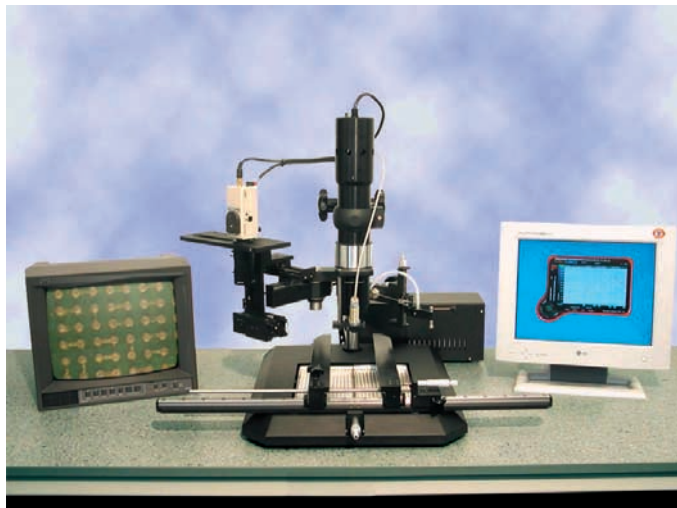


Bild 1.
Das IR-X400 ist das neue BGA/SMT-Rework-System für die prozesskontrollierte Nacharbeit aller BGA/SMT-Gehäuse. Die fokussierte Infrarot-Technik sorgt für eine gute Prozesskontrolle und Reproduzierbarkeit der Lötstellen

Die Integrationsdichte der Bauteile sowie der Baugruppen nimmt stetig zu. Dass damit kein rückläufiger Bedarf an Nacharbeit einhergeht sondern eher das Gegenteil, ist einleuchtend. Dem steht der Wunsch gegenüber, die Nacharbeit so prozesskontrolliert und qualitativ hochwertig wie in der Serienfertigung durchzuführen; denn noch immer resultieren sehr viele Reklamationen aus schlechter Nacharbeit. Fehler können zwar passieren, es ist jedoch wichtig, dass die Nacharbeit höchster Qualität entspricht. Das heißt, der Nacharbeitsprozess muss eine hohe Qualität erzeugen. Er muss so sicher durchgeführt werden, dass er nicht (optisch) inspiert beziehungsweise getestet werden muss. Diese Qualität muss von jeder angelernten Arbeitskraft ohne wochenlanges Training oder Kenntnisse der Löt-

technik erzielbar und immer wieder identisch reproduzierbar sein.

Die Variablen einer guten Reparatur

Für die Qualität des Nacharbeitsprozesses sind im Wesentlichen drei Variablen ausschlaggebend:

- Die „Chemie“ muss stimmen. Das heißt, was auch immer an Flussmitteln, Lotpaste etc. eingesetzt wird, diese Materialien müssen geeignet und in einwandfreiem Zustand sein,
- die Komponenten, also sowohl die Leiterplatte als auch Bauteil müssen gereinigt sein und
- das Rework-System muss das vorgegebene, für die jeweilige Aufgabe entwickelte Lötprofil exakt nachfahren und dieses muss in immer gleicher Form reproduzierbar sein.

Sind diese drei Punkte gewährleistet, so wird das gewünschte, gute Ergebnis erzielt.

Eine optische Inspektion ist kein Bestandteil einer erfolgreichen Nacharbeit. Sie kann maximal als

Bestätigung dienen und hat ihre Berechtigung bei der Entwicklung des Lötprofils. Bei der eigentlichen Reparatur muss man sich jedoch wie bereits beschrieben auf die Qualität und Reproduzierbarkeit des Prozesses verlassen können, da ansonsten weder das erforderliche Ergebnis noch eine vernünftige Produktivität beim Rework erreicht wird. Die Inspektion muss im Vorfeld des Reparaturprozesses erfolgen. Hier muss, wie in den ersten beiden Punkten beschrieben, sichergestellt werden, dass die Materialien (diese müssen inspiert werden!) in einem einwandfreien Zustand sind. Darüber hinaus muss das Rework-System über eine exakte, schnelle Regelung verfügen, um das vorgegebene beziehungsweise entwickelte Lötprofil so genau wie möglich beim Löt-/Entlötvorgang nachzufahren, um eine optimale Lötqualität zu erzielen; und das nicht nur einmal, sondern beliebig reproduzierbar für alle nachfolgenden Reparaturen des gleichen Bauteils. Nur so kann eine hohe Qualität beim Rework erzeugt werden. Eine optische Inspektion nach jedem Reparaturprozess geht davon aus, dass nicht in jedem Fall die drei genannten Punkte gewährleistet sind. Dies ist aber absolut notwendig, denn wie soll das erneute Rework einer als fehlerhaft inspierten Reparatur ein gutes Ergebnis bringen? Oder wie weit soll die Qualität der Reparatur vom jeweiligen Bediener und dessen Kenntnissen der Löttechnik und seiner Einschätzung, anstelle von vorgegebenen und festgeschriebenen Arbeitsanweisungen, abhängen?

Zum Einhalten der ersten beiden Punkte werden in der Regel bereits bei der Serienfertigung die entsprechenden Vorkehrungen getroffen, die man direkt in den Reparaturprozess übernehmen kann. Wie sieht es aber mit der prozesskontrollierten, reproduzierbaren Wärmeaufbringung, das heißt dem Löt-/Entlötprozess, aus? Hierzu erst einmal ein Rückblick in die Entwicklung moderner Rework-Systeme.

Die technische Entwicklung der Rework-Systeme

Seit Gründung im Jahre 1986 hat sich PDR (Evertec ist Corporate Partner dieses Unternehmens) ausschließlich auf die Entwicklung und Fertigung von BGA-/SMT-Rework-Systemen konzentriert. Ziel war es von Anfang an, die Qualität der Reparatur der hohen Güte der Serienfertigung anzugleichen, denn in diese wurde schon immer viel investiert. Dagegen wurde der Rework-Prozess damals, und er wird es teilweise auch heute noch, etwas stiefmütterlich behandelt. Was war deshalb naheliegender als sich den Reflow-Prozess der Serienfertigung zum Vorbild zu nehmen und in einem Reparatursystem nachzubilden. So entwickelte PDR ein Rework-System, das mit Heizungen von unten und oben arbeitete. Reparatursysteme mit Unterheizung waren bis dato unbekannt. Heute arbeiten nahezu alle professionellen Rework-Systeme mit der Kombination von Unterhitze zum spannungsfreien Aufheizen der Leiterplatte und Oberhitze zum schonenden, prozesskontrollierten Erwärmen des Bauteils. In den folgenden Jahren hat man die Unterheizung kontinuierlich vergrößert, um auch größere Platinen so stressfrei wie möglich aufzuwärmen. Aber man ist da-

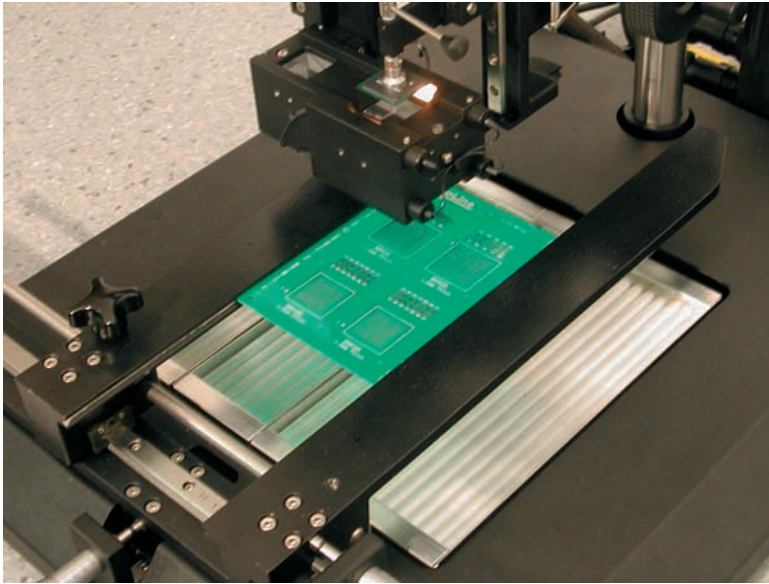


Bild 2.
Das Rework unterteilt sich in das Positionieren des Bauelements, ...

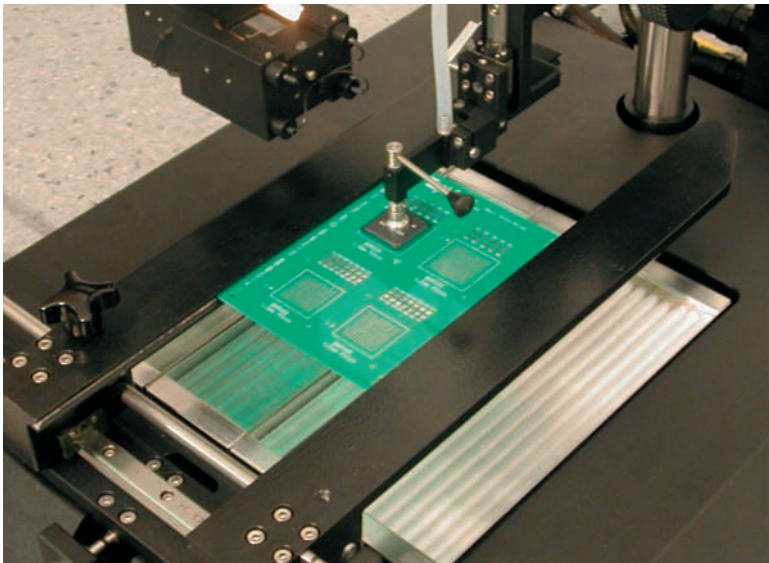


Bild 3.
... das Platzieren des Bauteils und ...

mals noch einen Schritt weiter gegangen und hat von Anfang an Systeme mit fokussierter Infrarot-Technik für die Oberheizung entwickelt. Diese bietet neben einer Reihe weiterer technischer und ökonomischer Vorteile, auf die noch näher eingegangen wird, die schnellste Reaktionszeit für die Wärmeerbringung aller heute verfügbaren Techniken, um ein vorgegebenes Lötprofil so exakt wie möglich nachzufahren. Als Folge ergibt sich daraus ein hochwertiger Lötprozess sowie eine exakte Reproduzierbarkeit und das sind genau die beiden Punkte, die für ein gutes Lötresultat ausschlaggebend sind. Mit der fokussierten Infrarot-Technik kann die Energieaufbringung in Bruchteilen einer Sekunde exakt auf das erforderliche Maß geändert werden. Ein Überhitzen des Bauelements wird damit ausgeschlossen. Die vorgegebene Lötprofilkurve wird mit Hilfe eines geschlossenen Regelkreises exakt eingehalten, das heißt, das Ist-Profil entspricht dem vorgegebenen Soll-Profil. Keine exakte Prozesskontrolle bedeutet dagegen Stress für die Leiterplatte, Stress für das Bauelement und Stress für die Lötverbindungen. Daraus entstandene Fehler müssen das zweite Mal, wie-

der ohne Prozesssicherheit, nachgelötet werden. Dies erhöht den Stress weiter und lässt die Qualität weiter sinken.

Anforderungen an Rework-Systeme

Neben den bereits beschriebenen Forderungen nach exakter Prozesskontrolle und Reproduzierbarkeit werden heute weitere Forderungen und Wünsche an ein professionelles, prozesskontrolliertes Rework-System gestellt:

- Es sollen alle SMT-Bauteile wie beispielsweise BGAs, Flip-Chips und QFPs aber auch SMT-Sockel und Stecker, Abschirmbleche etc. mit einem System bearbeitet werden können,
- es muss ein exaktes Positionieren und Platzieren des Bauteils möglich sein,
- es muss ein genaues und homogenes Aufbringen der Energie gewährleistet sein,
- das Bearbeiten aller Baugruppen (enge Bestückung, tief liegende Bauteile, kleine Bauteile dürfen nicht verschoben werden, große Metallflächen usw.) muss gegeben sein,

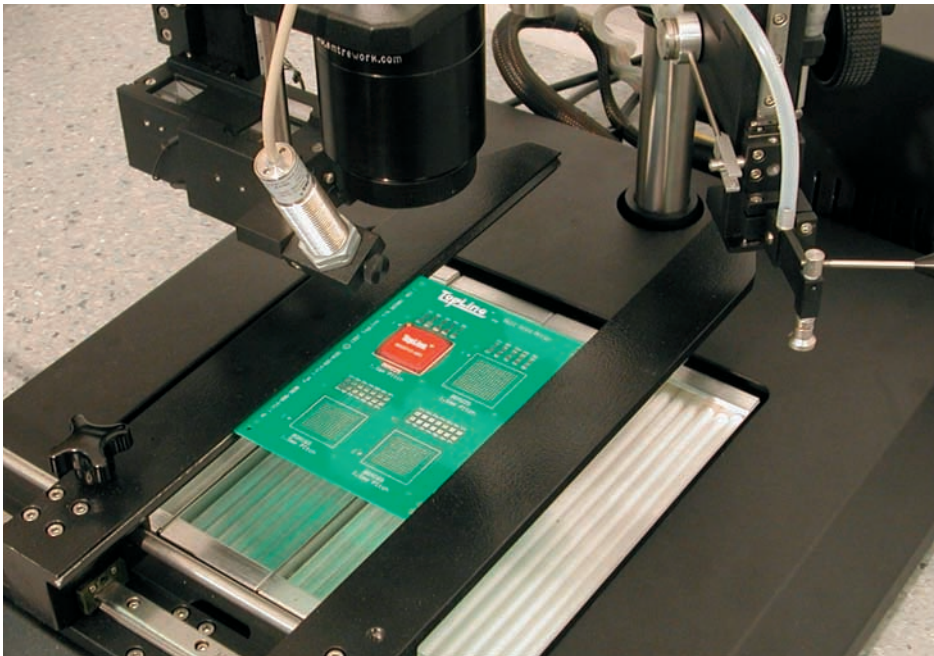


Bild 4. ... das Löten mit fokussiertem Infrarotlicht

- das System muss sicher in der Handhabung und seine Funktion leicht erlernbar sein,
- Lötprofile müssen einfach und komfortabel erstellt werden können,
- es muss flexibel und modular konfigurierbar sein, damit es auf die Anforderungen zugeschnitten und trotzdem jederzeit erweitert werden kann sowie
- eine zukunftssichere Investition auch bei neuen Gehäusen, bleifreien Lötens usw. gewährleisten. Mit modernen Rework-Systemen wie dem IR-X400 von PDR (Bild 1), können alle genannten Anforderungen erfüllt werden.

Der Reparatur-Prozess

Der Rework-Prozess besteht aus den drei Hauptkomponenten:

- Bauteil-Positionierung,
- Bauteil-Platzierung und
- dem Lötvorgang.

Zur Bauteil-Positionierung (Bild 2) wird das Bauteil mit Hilfe eines Vakuum-Pick-Ups aufgenommen und mit diesem über der Leiterplatte grob positioniert. Anschließend wird zwischen Bauteil und Leiterplatte ein sogenanntes Split-Prisma geführt. Dieses Prisma fügt das Bild der Platinenoberseite und Bauteilunterseite zusammen und stellt es über eine CCTV-Kamera auf einem Monitor dar. Durch die Theta-Verstellung des Pick-Ups sowie der xy-Mikrometerversetzung des Leiterplattenhalters wird ein punktgenaues Positionieren für Fine-Pitch-Komponenten erzielt. Der Einsatz des Split-Prismas wird im Wesentlichen bei Array-Gehäusen notwendig, kann jedoch auch für andere SMT-Bauteile wie beispielsweise QFPs eingesetzt werden. Jedoch können diese auch alternativ nur über das Kamerabild positioniert werden.

Das Platzieren (Bild 3) erfolgt nach dem Positionieren durch das Absetzen des Bauteils mit dem

Vakuum-Pick-Up, wobei über ein „Mikromovement“ Geschwindigkeit und Abstand sehr präzise gewählt werden können. Das zur Aufnahme notwendige Vakuum wird vom System erzeugt, das als Versorgung lediglich einen 220-V-Anschluss benötigt. Selbstverständlich werden Bauteil und Leiterplatte zwischen dem Platzieren und dem Lötvorgang nicht mehr bewegt, um jegliche Ungenauigkeit zu vermeiden.

Nach der Bauteilplatzierung wird der fokussierte Strahl der Oberhitze auf die Größe des Bauteils eingestellt. Dies erfolgt einfach durch Drehen am Linsensystem. Umbauten sind dafür nicht notwendig und die Produktivität wird dadurch



Bild 5. Die Bedienoberfläche des Reparatursystems beruht auf Windows. Mit ihr ist es auch möglich, Änderungen am Lötprofil durch Drag&Drop vorzunehmen

erhöht. Ein großer Arbeitsabstand der Oberhitze zur Platine stellt sicher, dass auch tief liegende Bauteile problemlos zugänglich sind. Ebenfalls spielt die Bestückungsdichte keine Rolle beim Ein- oder Auslöten einzelner Bauelemente, da weder sperrige Aufsätze benutzt werden noch kleine, eventuell aufgeschmolzene Bauele-

mente verschoben werden können, weil das Rework-System ohne jede Luftbewegung auskommt.

Als nächster und entscheidender Schritt folgt das Löten (Bild 4). Dazu wird ein Profil, das für die entsprechende Anwendung entwickelt und in der auf Windows basierenden Software abgespeichert ist, vom Bediener aufgerufen und gestartet. Der Name der Leiterplatte sowie des Bauteils werden für das entsprechende Profil am PC-Bildschirm angezeigt. Der Löt-/Entlötvorgang läuft dann geregelt und prozesskontrolliert ab, indem kontinuierlich die Bauteiltemperatur gemessen, angezeigt und als Eingangsgröße in den geschlossenen Regelkreis eingespeist wird. Damit wird sichergestellt, dass das Ist-Profil dem Soll-Profil folgt, und zwar mit einer Genauigkeit, wie sie nur durch die schnelle Steuerung der verwendeten fokussierten IR-Technik für die Oberhitze möglich ist.

Das verwendete Profil ist durch die auf Windows basierende Software einfach zu erstellen. Als Basis für die zu entwickelnden Profile können entweder in der Software vorhandene Standard-Profile oder die Prozessdaten aus der Serienfertigung übernommen werden. Hierbei gibt es keine Einschränkungen in bezug auf die Anzahl der Profil-Zonen, Starttemperatur sowie der Zeit-/Temperatureinstellungen innerhalb der Zonen. Änderungen werden einfach durch Überschreiben der entsprechenden Werte oder mit Drag&Drop in der Graphik vorgenommen (Bild 5). Die erstellten Profile können gegen unberechtigte Eingriffe gesichert werden und Arbeitsanweisungen können für eine einfache Bedienung in Text und Ton integriert werden.

Fazit

Die fokussierte Infrarot-Technik (keine Infrarot-Flächenstrahler) ist eine sehr gute Möglichkeit für den Rework-Prozess. Sie ermöglicht sehr kurze Reaktionszeiten zum Steuern der Oberhitze, um so die Ist-Temperatur exakt dem Soll-Profil nachzufahren. Reproduzierbarkeit und eine hohe Ausbeute sind das Resultat. Da bei dieser Technik auch kein Umrüsten für unterschiedliche Bauteile anfällt, wird zusätzlich der Baugruppen-Durchsatz und damit die Produktivität gesteigert. Dort wo der Durchsatz weniger von Bedeutung ist, ergibt sich in jedem Fall eine Kostenreduzierung durch den Wegfall von Anschaffungen von zusätzlichem Zubehör und man umgeht Ausfallzeiten, die gegebenenfalls durch Lieferzeiten für dieses Zubehör entstehen können. Bedingt durch die Prozesskontrolle und Reproduzierbarkeit sowie die einfache Bedienung des Systems können komplexe Reparaturen von angelegten Arbeitskräften durchgeführt werden. Denn das qualitative Ergebnis ist nicht von den Lötkenntnissen oder einer optischen Inspektion abhängig, sondern wird beim Verwenden der fokussierten Infrarot-Technik sowie der entsprechend sorgfältigen Vorbereitung von Lötstelle und Material reproduzierbar erzeugt.

www.evertec.de