

Fehlerfreie Bauteil-Bestückung ist Voraussetzung für Serienfertigung

Wegen des zunehmenden Wettbewerbs sind die Industrie-Unternehmen gezwungen, ihren Innovationsvorsprung durch eine noch stärkere Integration von Software und Elektronik auszubauen. Spezialisierte Dienstleistungsunternehmen kennen die Trends in der Elektronik-Entwicklung und fertigen nach den aktuellsten Methoden.

BERND RICHTER UND ANDREAS FIEDLER

In vielen Märkten werden laut der VDE-Studie „IKT 2020“ künftig weit mehr als 50% aller neuen Produkte durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) entstehen. Für die traditionell mittelständisch strukturierten Branchen wie den Maschinen- und Anlagenbau stößt die Entwicklung und Produktion von Elektronikbauteilen allerdings zunehmend an Know-how- und Kostenhürden. Deshalb entschließen sich immer mehr Hersteller, diese Leistung entweder komplett oder in Teilen an spezialisierte Dienstleister zu übertragen und sich auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren.

Ansprüche an Qualität und Lieferfähigkeit steigen

Unternehmen mit einer eigenen Elektronik-Entwicklung und -Fertigung kennen die aktuellen Herausforderungen: Immer mehr Funktionen und Leistungen der Elektronik erfordern immer kleinere Bauformen und größere Packungsdichten. Die Ansprüche an Qualität, Technologie und schnelle Lieferfähigkeit wachsen permanent, bei gleichzeitigem Druck auf die Fertigungskosten. Die Hersteller erwarten von den Originalgeräteherstellern bei der Fertigung anspruchsvoller Baugruppen wie Multilayer-Boards mit BGA-(Ball-Grid-Array-)Bauteilen höchste Qualität zu niedrigsten Preisen. Um hier bestehen zu können, müssen neueste Fertigungstechniken (wie Selektivlötverfahren) verwendet werden, beste Einkaufspreise er-

Bernd Richter ist Vorstand und Andreas Fiedler Senior Key Account Manager bei der Ihlemann AG in 38112 Braunschweig, Tel. (05 31) 31 98-0, info@ihlemann.de

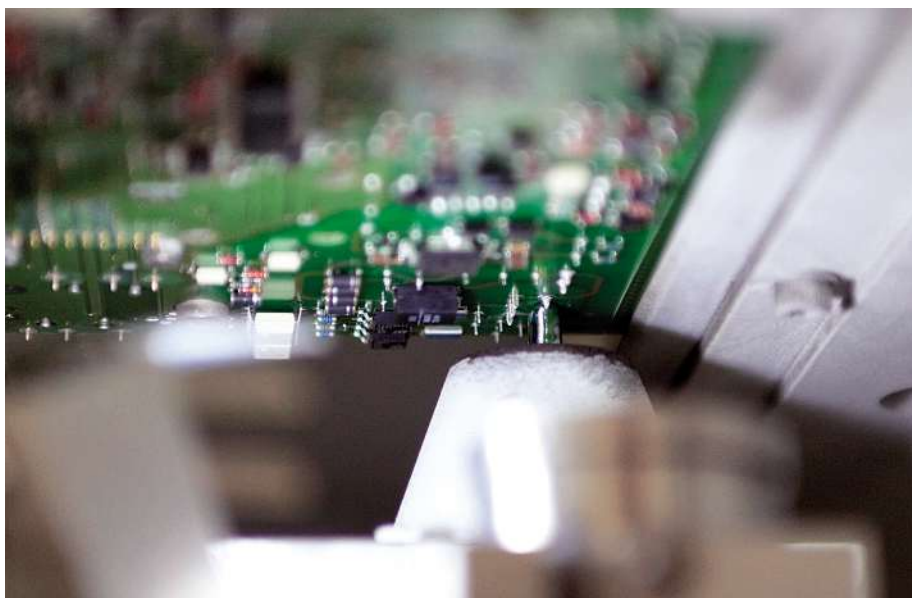


Bild: Ortgies

Mit dem automatisierten Selektivlöt (von unten) kann jede einzelne Lötstelle separat programmiert werden. So wird in der Serienfertigung eine höhere Qualität, Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit der Lötgergebnisse erreicht.

zielt werden und auch in der Serienfertigung eine fehlerfreie High-End-Bestückung garantiert sein.

Viele Hersteller nutzen schon die HDI-(High-Density-Interconnect-)Technik, um die Verdrahtungs- und Packungsdichte weiter zu erhöhen. Multilayer-Platinen in sehr hoher Qualität sind eine besondere Herausforderung für die Fertigung, denn sie erfordern hocheffiziente und präzise Fertigungsanlagen wie Fuji-NXT-Linien und sehr viel Know-how, um die engen Toleranzen einzuhalten (Bild 1). So verfügt ein BGA über bis zu 1500 Anschlüsse; ein typisches Mainboard ist mit 1700 oberflächenmontierbaren Bau-

elementen (SMD, Surface Mounted Device) bestückt, mit kleinsten Bauformen wie 0201 und einer Positioniergenauigkeit von nur 25 µm. Zusätzlich steigt die Vielfalt an Bauteilen pro Baugruppe kontinuierlich an, mit zum Beispiel 300 Rüstplätzen in einer Fertigungslinie.

Die immer komplexer werdenden Boards unterliegen einer hohen Innovationsrate mit häufigen und kurzfristigen Änderungen. Trotzdem erwarten die Hersteller eine schnellstmögliche Umsetzung und Lieferfähigkeit. Besonders beim Start eines neuen Produkts ist es für die OEM erfolgsentscheidend, wie schnell das Produkt am Markt ist.

Dort müssen die Abläufe stimmen – vom Angebot über die rasche Beschaffung der Bauteile bis zum ersten Prototypen. Auch beim Anlauf des Produkts gibt es noch kurzfristige Änderungen, etwa beim Design oder der Bestückungsliste. Die fehlerfreie Fertigung erfordert deshalb eine gute Abstimmung zwischen den Entwicklern und den Fertigungsexperten, weil Qualitätsmängel wie bei den beidseitig mit BGA-Bauteilen bestückten Boards zu sehr hohen Kosten führen und ein K.-o.-Kriterium sind.

Fertigungs-Dienstleister wie Ihlemann sind besser als die meisten OEM in der Lage, teure Investitionen in neue Technologien wie die Röntgenprüftechnik oder Selektivlötanlagen zu meistern, da sie ihre Anlagen besser auslasten und die Kosten auf viele Fertigungsaufträge verteilen können.

Selektivlötanlagen werden verwendet, wenn die Leiterplatten beidseitig mit SMD bestückt werden und zusätzlich bedrahtete Bauteile (THT, Through Hole Technology) verwendet werden. Weil das Reflowlöten, das gängige SMD-Lötverfahren, für bedrahtete Teile nicht in Frage kommt, müssten die Bauteile auf der Rückseite geklebt und im Wellenlötprozess verarbeitet werden. Dabei können sich nicht ausreichend fixierte Bauteile lösen und es besteht die Gefahr von weiteren Fehlern wie Lötbrücken. Deshalb werden Drahtteile häufig per Hand gelötet, was aber technische Nachteile hat, weil manuelle Lötvorgänge weniger genau und kaum reproduzierbar sind.

Das automatisierte Selektivlöten ist dafür eine ausgezeichnete Alternative. Jede einzelne Lötstelle kann separat programmiert werden, um diese in der Lötzeit oder in der Menge des Lötzinns selektiv zu steuern. So wird in der Serienfertigung eine höhere Qualität, Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit der Lötresultate erreicht.

Null-Fehler-Strategie erfordert verbesserte Prüfprozesse

Die Qualitätsprüfungen sind bei der Ihlemann AG Teil einer Null-Fehler-Strategie. Das Ziel ist eine möglichst große Testtiefe für 100% der Leiterplatten, um fertigungsbedingte Fehler auszuschließen. Dafür wird eine umfangreiche Prüftechnik eingesetzt. Um bereits frühzeitig vor der Bestückung Lötpastendruckfehler auf Leiterplatten zu erkennen, werden diese komplett durch die automatisierte optische Inspektion (AOI) bereits hinter den Siebdruckern überprüft (Bild 2). Dadurch können fehlerhafte Prints sofort entdeckt und teure Reparaturaktionen vermieden werden.



Bild 1: Auf High-End-SMD-Automaten (Multi-Modulbauweise) wird die SMD-Bestückung großer Serien realisiert.

Die herkömmliche AOI mit nur einer Kamera für die SMD-Bestückung ist für komplexe Boards allerdings nicht mehr ausreichend. Es lässt sich nicht mehr fehlerfrei feststellen, ob die Bauteile richtig positioniert und richtig verlötet sind. Für die Prüfung bestückter Leiterplatten kommt deshalb eine hochwertigere AOI mit mehreren Kameras zum Einsatz. Bei kleinen Bauteilen ist sie besser in der Lage, die Lötunkte zu überprüfen und schwer erkennbare Bestückungsfehler aufzudecken. Zusätzliche Kameras betrachten das Bauteil von mehreren Seiten unter einem Winkel von 45°. So können auch Lötunkte oder Verdrahtungen verdeckter Bauteile kontrolliert werden, zum Beispiel unterhalb von Gehäusen, und Erkennungsfehler durch spiegelnde Flächen oder durch

blankes Lötzinn werden weitgehend vermieden.

Bei BGAs mit Anschlüssen an der Bauteilunterseite können die Lötstellen nur noch mittels Röntgen überprüft werden (Bild 3). Ein Röntgenbild zeigt die unterschiedliche Absorption der Röntgenstrahlung in unterschiedlichen Objektbereichen. Daher können im Röntgenbild Merkmale beobachtet werden, die einem Material- oder einem Dickenunterschied entsprechen. Mikroskopische Objektdetails mit wenigen Zehntelmillimetern können stark vergrößert abgebildet und aufgenommen werden. Wird die Röntgentechnik verwendet, werden Kurzschlüsse durch Ätz- oder Layoutfehler, Leiterbahnunterbrechungen, fehlerhafte Metallisierungen der Kontaktlöcher (Via-Löcher) oder Bestückungsfehler wie fehlende Lotfüllung, Poren, Blasen oder Lotbrücken erkannt.

Röntgentechnik sorgt für die Kontrolle von BGAs

Die Röntgenprüfung dient auch dazu, das Lötprofil für hochanspruchsvolle Boards zu optimieren. Besonders bei den unterschiedlichen BGA-Bauformen ist es sehr wichtig, dass gerade im Bereich der Balls unterhalb des Bauteils die exakten Löttemperaturen erreicht und eingehalten werden. Das Fachwissen der Mitarbeiter von Ihlemann im Einsatz der Röntgenuntersuchungen wird von Originalgeräteherstellern auch als zusätzlicher Service genutzt, um gemeinsam mit den Elektronikentwicklern mögliche Fehlerursachen zu finden und zu beseitigen.

Der Engpass bei kritischen Baugruppen durch die wieder anziehende Konjunktur wird noch zunehmen. Um die Verfügbarkeit wichtiger Baugruppen trotzdem sicherzu-



Bild 2: Bereits vor der Bestückung wird bei allen Leiterplatten eine zusätzliche automatisierte optische Inspektion (AOI) des Pastendrucks durchgeführt, um mögliche Lötprobleme frühzeitig zu erkennen.

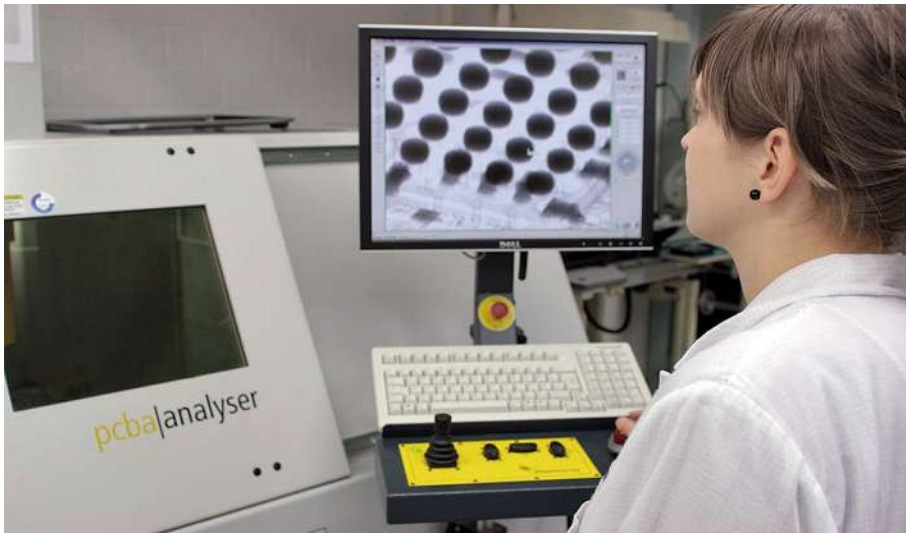


Bild 3: Für die Kontrolle von BGA-Lötungen und zur optimalen Einstellung des jeweiligen Lötprofils wird Röntgentechnik verwendet, weil Sichtkontrollen nicht möglich sind.



Bilder: Origies

Bild 4: Sollen erstmals in größerem Umfang elektronische Komponenten eingesetzt werden, fehlt häufig das Know-how für deren Entwicklung, Fertigung und Testumgebung. Spezialisten wie die Ihlemann AG sorgen für die professionelle Begleitung von der Idee bis zum fertigen Produkt.

stellen, wächst die Bedeutung eines vorausschauenden Materialmanagements und einer eigenen weltweiten Beschaffung. Als spezialisierter größerer Dienstleister kann Ihlemann mit einem Beschaffungsvolumen für Bauteile von über 20 Mio. Euro pro Jahr und dem direkten Marktzugang bessere Einkaufsbedingungen erzielen. Und bei knappen Ressourcen sind die Möglichkeiten besser als bei kleineren Originalgeräteherstellern.

Durch eine Tochterfirma verfügt Ihlemann über Präsenzen in China und Taiwan und beschafft dort neben Leiterplatten auch

Bauteile wie Drehteile, Plastikteile, Spritzgussteile oder lässt dort ausgesuchte Komponenten wie Gehäuseteile, Steckverbinder oder komplette Kabelsätze fertigen. Die Qualität wird ebenfalls dort gesichert.

Wenn in Geräten, Maschinen oder Anlagen erstmals in größerem Umfang Elektronik und Software integriert werden sollen, fehlt vor allem mittelständischen Unternehmen meist das notwendige Know-how für die Entwicklung und die Fertigung (Bild 4). Unternehmen, die in diesem Bereich keine oder nur geringe Erfahrungen haben, nutzen zunehmend das Know-how spezialisierter

Dienstleistungspartner. Vor allem in wirtschaftlich unsicheren Zeiten scheuen sich viele Unternehmen zu Recht, in den Aufbau neuer Bereiche zu investieren. Deshalb ist die Zusammenarbeit mit einem finanziell soliden Partner sicher eine sehr gute Alternative.

Sieben Gründe sprechen für externes Fertigungs-Know-how

Als häufigste Gründe, warum sich Unternehmen auf ihre eigenen Kernkompetenzen konzentrieren sollten, werden genannt:

- ▶ Die Zeit von der Idee bis zur fertigen Elektronikkomponente kann durch einen erfahrenen Dienstleister deutlich verkürzt werden, weil hier Spezialisten, eine moderne technische Ausstattung und effiziente Arbeitsabläufe bereits verfügbar sind.
- ▶ Die Kosten für die Entwicklung und Fertigung sind durch die über Jahre verbesserten Verfahren und laufenden Investitionen deutlich niedriger.
- ▶ Spezialisierte größere Dienstleister erzielen bessere Einkaufsbedingungen. Ihlemann belegt dies mit einem Beschaffungsvolumen für Bauteile von über 20 Mio. Euro pro Jahr und den direkten Marktzugang durch eigene Präsenzen in Asien.
- ▶ Ein Fertigungs-Dienstleister achtet bereits in der Layoutphase einer elektronischen Komponente auf die fertigungsgerechte Entwicklung (Design for Manufacturing). So werden frühzeitig zeit- und kostenaufwendige Korrekturen vermieden.
- ▶ Ein Dienstleister mit vielen Kunden kann eine moderne und aufwendige Ausstattung auch für kleine Stückzahlen nutzen, inklusive der Bestückung mit BGA-Bauteilen oder des Einsatzes kleinster Bauformen wie 0201.

▶ Damit verbunden sind Testverfahren mit modernen AOI- und Röntgenanlagen, die sich erst bei einem größeren Fertigungsvolumen rechnen.

▶ Die Amortisation einer eigenen Elektronikfertigung oder -entwicklung dauert meistens viel zu lange. Zusätzlich ist die Finanzierung solcher (und nicht fest planbarer) Investitionen gegenwärtig besonders schwierig.

Die Praxis zeigt, dass es bei Produkten mit innovativen Elektronik- und Softwarekomponenten häufig Änderungen, Mengen- und Technologieentwicklungen gibt, die mit einem externen Partner schneller und flexibler gelöst werden können. Für junge Unternehmen kommen Aspekte wie Planungs- und Finanzierungssicherheit durch einen finanziell soliden Partner hinzu. **MM**