

Mehr Erfolg durch Miniaturisierung



Die Anforderungen an den Funktionsumfang von Elektronik steigen immer weiter. In der Consumerelektronik begegnet uns dieser Trend jeden Tag. Doch auch medizinische und industrielle Baugruppen sollen immer mehr leisten ohne dabei mehr Raum zu beanspruchen. Um diese Verdichtung von Funktionen sicher zu beherrschen, muss die gesamte Wertschöpfungskette angepasst sein.

Es gibt verschiedene Gründe warum Elektronikentwickler die Integrationsdichte einer Baugruppe erhöhen wollen. Es soll Fläche, Raum oder Gewicht gespart werden, z. B. weil ein Gehäuse kleiner und handlicher werden muss. Ein anderer Grund können funktionale Vorteile sein, verkürzte Signalwege, größere räumliche Abstände zwischen störenden Schaltungsteilen oder Ver-

gleichbares. Einer der wohl häufigsten Beweggründe ist die Erhöhung der Funktionsanzahl. Auch im Umfeld industrieller oder medizinischer Anwendungen erwarten Kunden mittlerweile immer mehr Features, der Einsatz von Smart Devices verändert die Art wie wir Technik sehen und nutzen.

Miniaturisierung

Im Grunde lassen sich diese Entwicklungen gemeinsam unter dem Begriff „Miniaturisierung“ zusammenfassen. Interessant ist, dass viele Firmen im ersten Moment vor dem Begriff zurückschrecken. „Ist für uns kein Thema“ heißt es dann oft. Dabei ist die Erkenntnis wichtig, dass Miniaturisierung nicht zwingend Mikro und Nano bedeutet. Wer auf einer Europakarte (160 x 100 mm) durch zusätzliche Funk-

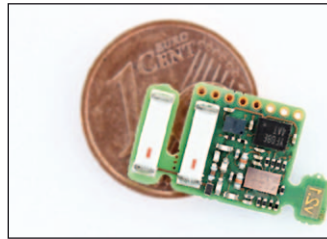


Bild 1:
Funktionsdemonstrator eines aktiven Augenimplantats im Projekt MikroAug (12x12mm)

tionen 30 % mehr Bauteile unterbringen muss, betreibt definitiv Miniaturisierung.

Mit der Miniaturisierung steigen auch die Anforderungen an die Prozesse. Das beginnt in der Entwicklungsphase. Das Leiterplattenlayout bestimmt nicht nur die Integrationsdichte, es beeinflusst auch maßgeblich die späteren Fertigungsprozesse. In der Produktion wird eine stabile Prozessführung absolut unverzichtbar. Und nicht zuletzt muss die Fertigung auch technisch in der Lage sein einen hohen Grad an Miniaturisierung umsetzen zu können.

Entwicklung stellt die Weichen

In der Entwicklungsphase wird gemeinsam mit dem Kunden entschieden welche Anforderungen an das Produkt bestehen. Daraus können dann die möglichen bzw.

notwendigen Technologien abgeleitet werden.

Zweipolige Bauteile bis zur Baugröße 01005, ICs in Wafer-Level-CSP Bauform mit Pitch 0,3 mm, Flip-Chips oder Package-on-Package (PoP) sind technologische Lösungen für höchste Miniaturisierung bei Binder Elektronik. Damit lassen sich selbst extreme Anforderungen wie im bmb+f-Projekt Mikroaug, Entwicklung eines aktiven Augenimplantats, realisieren.

Ganz entscheidend ist an dieser Stelle aber auch eine intelligente Abschätzung ob der Sinnhaftigkeit einzelner Maßnahmen, getreu dem KISS-Prinzip („keep it simple stupid“). Jede Entscheidung bezüglich Bauform oder Bestückungstechnologie wird bei Binder Elektronik genau auf ihre Auswirkung hinsichtlich dem Gesamt-Miniaturisierungsgrad untersucht. Ein typisches Beispiel ist die Baugröße der Zweipoler. Meist wird die Fläche einer Baugruppe weitestgehend von großen Bauteilen wie Mikrocontrollern, Speichern, Funkmodulen oder der Spannungsversorgung bestimmt. In so einem Fall kann häufig eine größere Bauform bei zweipoligen Chip-Bauteilen gewählt werden als ursprünglich geplant, da die kleineren Bauformen keinen Vorteil in der

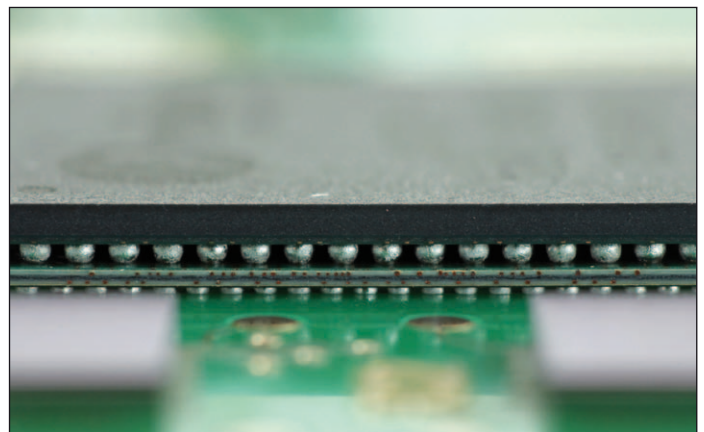


Bild 2: Package on Package auf AVT-Testboard

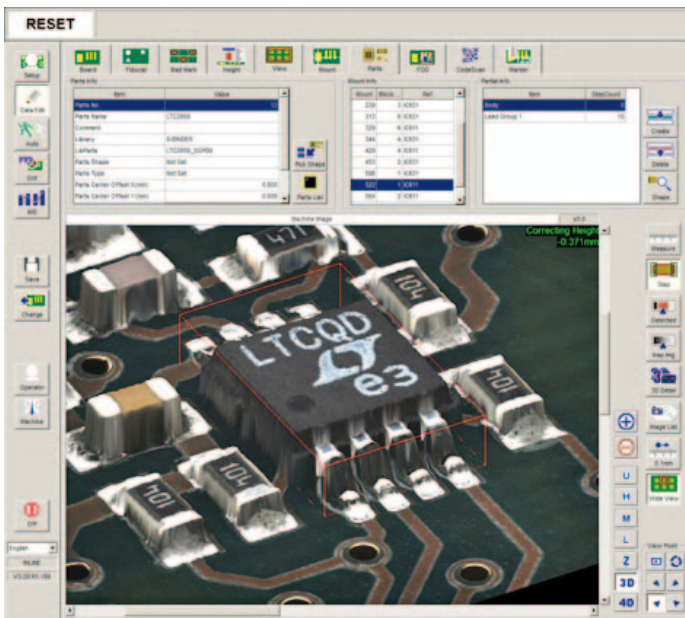


Bild 3: Moderne AOIs erreichen mit der Kombination von 2D- und 3D-Inspektionen eine hohe Prüftiefe und Genauigkeit

Gesamtfläche bringen. Die größere Bauform ist dafür einfacher in der Verarbeitung und bietet Vorteile bezüglich der Rework-Fähigkeit.

Ebenso kann der Verzicht auf kleinste BGA-Kugel-Abstände, wie sie bei WLCSP vorkommen können, durchaus zwei Signallagen der Leiterplatte weniger bedeuten und so deutlich Kosten sparen. Daher sollten Maßnahmen zur Miniaturisierung stets mit Bedacht eingesetzt werden.

Bestückung ist nicht alles

Die offensichtlichste Anforderung an den Fertigungsprozess einer miniaturisierten Elektronik, ist ein leistungsfähiger Bestückungsautomat. Moderne Anlagen erreichen dabei Genauigkeiten von $\pm 20 \mu\text{m}$ auch bei voller Seriengeschwindigkeit. Binder Elektronik hat eine Anlage darüber hinaus auch noch mit einer Dip-Station ausrüsten lassen um Flip-Chips oder PoP-Komponenten direkt bestücken zu können. Allerdings reicht ein optimierter Bestückungsprozess nicht aus. Für optimale Ergebnisse muss auch der Rest der Prozesskette optimal eingestellt sein.

Beim Pastenauftrag setzt man, je nach Anwendung, auf einen Jet-Print- oder einen klassischen Schablonendruck-Prozess. Beide Verfahren haben ihre Vorteile und

können im Zweifelsfall sogar kombiniert werden. Damit vermeidet man teure Stufenschablonen. Bei den Schablonen wird auf angepasste Stärken mit chemischer Behandlung für ein optimiertes Auslöse- und Transferverhalten gesetzt.

Ist ein stabiler Reflow-Prozess in der SMD-Fertigung ohnehin obligatorisch, stellt vor allem eine zuverlässige optische Inspektion miniaturisierter Baugruppen eine Herausforderung dar. Hier wird auf eine Kombination aus manueller und automatisch optischer Inspektion (AOI) gesetzt. Für Prototypen und Kleinserien stellt die manuelle Sichtkontrolle häufig die wirtschaftlichere Variante dar. Das speziell geschulte Personal kann selbst komplexe Baugruppen zuverlässig inspizieren. Dafür werden hochwertige Sichtgeräte mit 8-12facher Vergrößerung eingesetzt. So lassen sich teilweise auch Lötstellen beurteilen, die ein AOI gar nicht erfassen kann.

2D- und 3D-Prüfungen

Das AOI kommt für Serienbaugruppen zum Einsatz und setzt dabei auf eine Kombination aus 2D- und 3D-Prüfungen. Um in Hinblick auf Miniaturisierung gerüstet zu sein, orderte Binder Elektronik sein AOI mit 7 statt $12 \mu\text{m}$ Linse. Durch die höhere Auflösung

erhöht sich die Zuverlässigkeit der Inspektion an kleinsten Bauteilen, weil mehr Pixel pro Fläche zur Bewertung vorliegen. Mit der 3D-Funktionalität lassen sich z. B. Lötmenisken vermessen, Grabsteineffekte oder Lifted Leads erkennen und BGAs, Steckverbinder oder PoP-Bauteile in Hinblick auf Verkippungen bewerten. Die hohe Genauigkeit des AOI ermöglicht eine sichere Inspektion auch kleinster Bauteile.

Allzu hohe Packungsdichten können allerdings zu Einschränkungen führen, da das AOI unter Umständen nicht mehr alle Bauteile von allen Seiten einwandfrei bewerten kann. Hier gilt es, wie oben erwähnt, bereits in der Layout-Phase die Fertigung zu berücksichtigen.

Röntgenprüfung

Um Bauteile mit verdeckten Kontakten zuverlässig zu inspizieren wird auf Röntgenprüfung gesetzt. Mittels Röntgen lassen sich offene Lötstellen und Kurzschlussbrücken auch bei kleinsten Strukturen erkennen. Ätz- oder Layoutfehler, Lagenverschiebungen und ähnliche Leiterplattenprobleme lassen sich ebenfalls mit Röntgen feststellen. Nicht zuletzt ist die Röntgenprüfung eine gute Möglichkeit um die Echtheit von Bauteilen zu überprüfen. Besonders im Bereich abgekündigter Bauteile ohne Ersatz sind „counterfeit parts“, also gefälschte Bauteile, immer noch ein Problem.

Selbst wenn die gesamte Prozesskette der Fertigung optimal auf miniaturisierte Bauteile angepasst ist, bleibt das Rework als Königsdisziplin. In der Industrie werden Baugruppen häufig repariert um den hohen Wert beim Ausfall eines Bauteils nicht komplett ersetzen zu müssen. Wenn es korrekt durchgeführt wird, ist eine reparierte Baugruppe meist genauso zuverlässig wie die Originalbestückung.

Rework

Beim Rework kleiner oder komplexer Bauteile kommt es auf

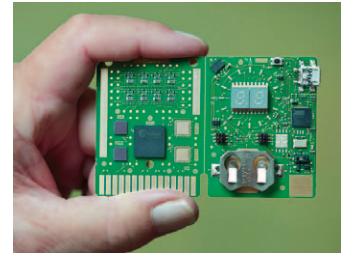


Bild 4: AVT-Testboard mit dem Binder seine internen Prozesse für 01005, FlipChip und PoP qualifizierte

angepasste Prozesse und qualifiziertes Personal an. Mittels spezieller Rework-Arbeitsplätze lassen sich selbst Bauteile mit verdeckten Kontakten wie BGAs schonend entlöten und auch wieder bestücken ohne die gesamte Baugruppe unnötigem thermischen Stress auszusetzen. Binder Elektronik bietet für BGAs den kompletten Service, kann neben der Reparatur also auch BGAs mit neuen Kugeln versehen. Dafür steht eine Printing und Balling Station von Wagenbrett zur Verfügung. So können z. B. Module mit individuellen Schaltungsteilen entworfen werden, die dann wiederum als BGA auf unterschiedlichen Baugruppen zum Einsatz kommen können.

Fazit

Die Anwendungsfälle für Miniaturisierungs-Projekte sind zahlreich. Von großen Industriesteuerungen, die schrumpfen sollen, über Medizingeräte mit erweiterten Funktionen bis zu neuartigen kleinsten Sensor-Auswertungen direkt an der Messstelle, die Möglichkeiten sind endlos.

Um die Miniaturisierung als Wettbewerbsvorteil nutzen zu können, sollte man genau abwägen welcher Grad der Verkleinerung bzw. Packungsdichte sinnvoll ist. Wird die Entwicklung dann noch mit dem Herstellungsprozess abgestimmt, stehen die Erfolgchancen für Ihre miniaturisierte Baugruppe sehr gut.

► Binder Elektronik Fertigung
www.binder-elektronik.de