

Testen von elektronischen Flachbaugruppen in der Praxis

Das Testen von elektronischen Flachbaugruppen ist zu einem notwendigen Übel geworden, da es bis heute nicht möglich ist, fehlerfrei zu fertigen. Drei Testmethoden helfen, Fehler ziemlich genau zu erkennen und auch punktgenau anzuzeigen, um sie dann zu beseitigen. Vorab noch ein paar leider sehr negative Erkenntnisse, die aber leider Gültigkeit haben. Nachdem wir bereits über 50 % der europäischen Dienstleister mit unseren Testsystemen versorgt haben, ist natürlich der Incircuit- bzw. der Funktionstest ein Muss. Bedauerlicherweise sind viele Produzenten, welche mit Dienstleistern arbeiten nicht bereit, noch Testsysteme für die Wareneingangsinspektion anzuschaffen und verlassen sich voll auf ihre Dienstleister. Von allen hergestellten Flachbaugruppen werden ca. 20 % nicht getestet und auch nicht inspiziert. Weitere 25 % werden wenigstens durch eine visuelle Kontrolle durch den Menschen, aber auch durch AOI (Automatische optische Inspektionssysteme) geprüft. Weitere etwa 25 % werden mehr schlecht als recht funktionsgetestet in der Hoffnung, dass die Funktion vorhanden ist und ggf. sehr aufwendig repariert. Nur 30 % aller Baugruppen werden wirklich nach den heutigen Möglichkeiten und auch im Rahmen der Produkthaftung getestet. Das zeigt, dass im Bereich Testen von Flachbaugruppen noch viel zu tun ist.

Optimale Ergebnisse liefert die Kombination aus Incircuittest, der Funktionstest und Boundary Scan Test. AOI-Tests sind nach unserer Erfahrung nicht wirtschaftlich, denn neben der relativ hohen Investition des AOI-Testers muss noch eine Person zur Seite stehen, die die erkannten Fehler interpretiert. Der Grund dafür liegt darin, dass die verwendeten Kameras noch zu stark rauschen, dass die Software noch nicht ausgereift ist und die Beleuchtung weit hinter den Aufgaben zurücksteht. Wir sind jedoch zuversichtlich, dass in 3-5 Jahren das AOI-Konzept so weit entwickelt wird, dass es wirklich eine wirtschaftliche Bereicherung des Tests von Flachbaugruppen wird. Der erste Test, der Incircuittest, prüft die typischen Fertigungsfehler wie Kontaktierungsfehler, Löt Kurzschlüsse, SMD-Lötfehler sowie Bestückungsfehler und fehlende Bauteile. Polarisierete Bauelemente lassen sich mit dem AOI-System leider noch nicht ohne Einschränkungen erkennen. Darin hat der Incircuittest wesentliche Vorteile. Nachdem beim AOI-Test bei den wenigsten Geräten ein umfassender elektromechanischer Test vorliegt, bieten sie gegenüber dem klassischen Incircuittest keinerlei Vorteil, denn selbst die Lötfehlererkennung erreicht bei weitem nicht 70-80 %. Der Incircuittest legt für jedes einzelne Bauteil die Betriebsspannung an und prüft dann möglichst zerstörungsfrei die Bauteile. Erfahrungsgemäß liegt die Testspannung beim Incircuittest zwischen 500 mV und 1 V. Nachdem wir aber feststellen mussten, dass manche Bauteile besonders aus dem asiatischen Raum bereits bei 0,5 V zerstört werden, haben wir unseren Incircuittest schon vor 6 Jahren auf 200 mV Signalgröße reduziert. Das schont die Produkte enorm und verhindert eine Zerstörung. Zu den Parametern, welche im Incircuittest nicht oder nur eingeschränkt getestet werden können gehören Varistoren (Hochspannungsschutz), die bei der entsprechenden Spannung zünden und bereits einiges an Zerstörung hervorrufen können. Varistoren auf Zinkoxidbasis können anhand der Kapazität auf ihre Spannung geprüft werden. Befinden sich aber Kapazitäten parallel, die das 50- oder 100-fache überschreiten, ist auch diese Messung nicht

REINHARDT System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen-Obermühlhausen Tel. 08196/934100 und 7001, Fax 08196/7005 und 1414
E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de <http://www.reinhardt-testsystem.de>

möglich. Die Abblockkondensatoren, die heute jedes IC benötigt, haben typisch eine Größe von 100 nF, bei ca. 30 ICs wären dies ca. $3 \mu\text{F}$. Auf diesem parallelen Zweig befindet sich auch noch ein Lade- und ein Filterelektrolytkondensator, so dass mehrere hundert μF parallel liegen und die Messung der einzelnen hundert nF nicht möglich ist. Wir haben als Option die Möglichkeit, mit Hilfe von Hochfrequenz Lötfehler bei Beam Lead ICs oder Ball Grid ICs zu erkennen und sie punktgenau anzuzeigen. Eine Einschränkung ist jedoch, nachdem wir ein Hochfrequenzsignal mit 200 mV einprägen, dass Massen nicht messbar sind, denn es ist leider nicht möglich, Hochfrequenz von Masse nach Masse einzuprägen. Das trifft auch auf die Betriebsspannung zu, die abgeblockt ist, damit keine Hochfrequenz eingespeist werden kann. Für diesen Zweck platzieren wir einen Fühlstift, der überprüft, ob der Kondensator mechanisch bestückt ist oder nicht. Bei Pinkontaktfehlern wird über ein Fadenkreuz der Pin angezeigt, welcher ggf. abgebrochen oder verklemmt ist oder keinen Kontakt macht. So kann man diese Stifte, die in Hülsen stecken, gezielt austauschen und dann den weiteren Test angehen. Im nachfolgenden Kurzschlussstest ist erfahrungsgemäß bei SMD und bedrahteter Technik eine Fehlerrate von leicht über 50 % an Lötfehlern zu erwarten. Mit einem von uns entwickelten Werkzeug kann über eine Suchprobe der Kurzschluss punktgenau ermittelt werden. Der anschließende SMD-Lötfehlertest ermöglicht die Erkennung von Lötfehlern bei Ball Grid Arrays und Beam Lead Lötdefekten. Eine weitere Testmöglichkeit ist der Polaritätstest. Wir haben durch unsere engen Verbindungen mit unseren Kunden herausgefunden, dass bis zu 2,6 % aller Aluminium-Elektrolytkondensatoren falsch bedruckt sind oder dass der Schrumpfschlauch falsch herum aufgebracht wurde, dass nicht größere Defekte entstehen, dass bei Aluminium-Elektrolytkondensatoren bei Quellimpedanzen von über 2Ω verwendet werden und dass die Elektrolytkondensatoren trotz fehlerhaftem Einbau Tage, Monate oder sogar Jahre funktionieren, bevor sie zum Exitus kommen. Bei Quellimpedanzen von unter 1Ω ist die Explosion des Aluminium-Elektrolytkondensatoren nahezu garantiert. Tantal-Kondensatoren haben eine Rate von 0,4 % durch Fehlbedruckung und reagieren sofort mit Heißwerden oder ähnlichem. Es ist so möglich, eine Bestückungssicherheit von etwas über 90 % zu erhalten, denn Dioden, Zenerdioden oder Optokoppler werden ebenfalls auf Polarität überprüft. Ist dieser Test erfolgreich, kann je nach dem ein Boundary Scan Test erfolgen, der den oft sehr dicht bestückten digitalen Teil der Baugruppe, prüft, so dass Kurzschlüsse und Unterbrechungen erkannt werden, die wegen der hohen Dichte im Rahmen des Incircuittests ggf. nicht angeschlossen werden können. Dabei handelt es sich jedoch um bestenfalls 35 %, die durch diesen Boundary Scan Test erkannt werden und das Produkt sicherer machen. Wir stellen immer wieder fest, dass Hersteller für Boundary Scan Test ohne Außenbeschaltung bereits 100 % Testsicherheit garantieren, was wohl viel zu hochgegriffen ist. Selbst diese Unternehmen kamen zu der Erkenntnis, dass das nicht möglich ist und haben die Möglichkeit geschaffen, auch Adapter zu verwenden und die nach außen gehenden Schnittstellen zu prüfen, um mit dieser Methode ebenfalls 100 % Funktionssicherheit zu garantieren. Solche Angaben sind sehr vorsichtig zu behandeln, denn selbst mit den besten Testmethoden und Testgeräten ist es nicht möglich, mehr als 95-96 % an Fehlern zu erkennen. Nach erfolgreichem Incircuit- und Boundary Scan Test erfolgt das Flashen von Prozessoren mit den entsprechenden Programmen, was bei

REINHARDT System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen-Obermühlhausen Tel. 08196/934100 und 7001, Fax 08196/7005 und 1414
E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de <http://www.reinhardt-testsystem.de>

unseren Testsystemen selbstverständlich ist und dann der nachfolgende Funktionstest. Der Funktionstest wird mit Hilfe von Matrixkanälen auf Relaisbasis (Reedschalter) mit einer Spannungsfestigkeit von 200 V durchgeführt. Wir verwenden keine Halbleiterrelais, da diese Probleme mit der Spannungsfestigkeit und vor allem zu hohe Kapazitäten erwarten lassen. Diese Matrixkanäle sind zu Stimulieinheiten verschaltet oder zu weiteren Matrixkanälen, die zu verschiedenen Messeinheiten führen. Üblicherweise besitzt ein typisches Funktionstestsystem heute ca. 300-600 Messkanäle, welche von den Kontaktierungsnadeln (Prüfstiften) kontaktiert werden, die über WireWrapDrähte mit den Adaptersteckern und von dort aus direkt oder über Flachbandkabel mit dem eigentlichen Tester verbunden werden. Nachdem es von größtem Interesse ist, die Messeinheiten mit einem Eingangswiderstand von 100 M Ω oder größer zu haben, ist natürlich der kapazitive und induktive Anteil ein starker Faktor, der je nach Testsystem und Kabellänge Resonanzfrequenzen hat zwischen 1 MHz und 10 MHz. Das bedeutet, dass Signale verschliffen oder so stark reduziert werden, dass eine Messung nicht mehr möglich ist. Deshalb ist es von größtem Interesse, die Kapazitäten, die Induktivitäten und die Eingangsimpedanzen eines Testsystems zu kennen. Es gibt Baugruppen, die sehr hochimpedant konstruiert werden und bei denen das standardmäßige Messverfahren eine so starke Verfälschung bedeutet, dass es besser nicht angewendet wird.

Messmodule innerhalb des Adapters

Wir haben eine Reihe von Stimuli- und Messmodulen in der Größe eines Daumennagels entwickelt, die dadurch in der Lage sind, Impedanz- und Frequenzprobleme zu reduzieren. Ein Modul hat einen Eingangswiderstand von größer als 1 T Ω und eine Kapazität von 3 pF. Der Ausgang dieses Moduls liegt bei 30 Ω , so dass es trotz Impedanz der Messeinheit ein sicheres Signal zuführt. Dieses Modul wird an einem gefederten Kontaktstift fixiert, der auch die Signalverbindung herstellt, um Kapazitäten, Impedanzen und Induktivitäten auf einem absoluten Minimum zu halten. Ein anderes Modul ist besonders interessant für die Messung bis 20 MHz, wobei für eine sichere Messung hochimpedante Signale bis 20 MHz auf 30 Ω Impedanz reduziert werden. Ein Spitzenspannungsmodul dient als Gleichrichter von Spikes von Digitalschaltungen und Schaltnetzgeräten direkt an der Messung und führt diese Signale gebuffert der Messeinheit zu. Auch Frequenzteiler bis 5 GHz können auf diese Weise eingebaut werden, um auch hohe Frequenzen zu prüfen. Eine Reihe von Relais, die direkt an den gefederten Kontaktstift angeschaltet werden, garantiert die geringe kapazitive und induktive Belastung. Eine andere Reihe von Modulen beinhaltet einen digitalen Sinusgenerator, der in 1 Hz-Schritten von 0 Hz bis 65 kHz programmiert werden kann. Von diesem Modul können so viele wie nötig eingesetzt werden. Ein Digital-zu-Analog-Konverter mit Spannungen von 12 Bit von 0-5 V und Strömen von 0-20 mA aktiviert im Funktionsbereich Signale über kürzeste Anbindung. Generatoren bis 30 MHz und 3 vorgewählten Frequenzen stehen ebenfalls zur Verfügung. Die Probleme, die einfach durch Matrix und Eingangsimpedanzen entstehen, können damit nahezu verlustfrei gemessen werden. Eine weitere Notwendigkeit im Funktionstest ist das Zuschalten externer Quellen wie Generatoren, Rechteck, Sinus, Puls, AC/DC-Quellen und Lasten über 2 COM-Busse, Ethernet-Bus, I²C und GPIB-Bus. Das Einbinden von Programmern ist in unserer Software Standard ebenso wie das Nutzen von

REINHARDT System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen-Obermühlhausen Tel. 08196/934100 und 7001, Fax 08196/7005 und 1414
E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de <http://www.reinhardt-testsystem.de>

EXE-Files für besondere Stimulierungsaufgaben. Unsere neue Multifunktionskarte beinhaltet zwei I²C-Busse, die auch in Spannungen programmierbar sind. Außerdem besitzt sie einen USB-Bus, einen COM-Bus, einen RS485-Bus, zwei RS232-Schnittstellen, einen Pulsgenerator zwischen 0 und 4 MHz mit beliebiger Pulsbreite sowie zwei 8Bit-Stimulibussysteme und Empfangsbussysteme und den SPI-Bus. Eine standardmäßige Statistik erlaubt beim Fertigstellen des Incircuit- bzw. des Funktionstestprogramms, die Grenzwerte optimal zu justieren und so die erhaltenen Daten über eine optionale ODBC-Schnittstelle mit Datenbanksystemen zu korrespondieren und alle ermessenen Daten zu übergeben. So kann man sie zu jedem Zeitpunkt auch noch nach Jahrzehnten aufrufen, um Qualitätsmängel beim Test zu dokumentieren.

REINHARDT System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen-Obermühlhausen Tel. 08196/934100 und 7001, Fax 08196/7005 und 1414
E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de <http://www.reinhardt-testsystem.de>