



Sehr geehrte Leser,

seit Gründung der Kuttig Electronic GmbH befassen wir uns intensiv mit der Frage:

„Wie können wir unseren Kunden fehlerfreie und qualitativ hochwertige Baugruppen liefern?“

Die Fertigungsprozesse sind leider nicht fehlerfrei. Das liegt zum Einen am menschlichen Faktor, aber zum Anderen auch an prozessbedingten Fehlern. So ist, um nur ein Beispiel zu nennen, der „Grabstein“ - Effekt (das einseitige Aufstellen von 2pol. SMD-Bauteilen im Reflow-Lötprozess) prozessbedingt und kann durch die uns zur Verfügung stehenden Mittel nicht ganz verhindert werden, da auch das Design der Leiterkarte eine große Rolle spielt.

Elektronische Baugruppen und Geräte, die mit modernen Fertigungstechnologien hergestellt werden, lassen sich durch die zunehmende Miniaturisierung und Komplexität mit konventionellen elektrischen Prüfverfahren nur noch eingeschränkt und mit hohem Aufwand prüfen. Aufwändig ist dabei sowohl die Prüfprogrammerstellung, die Prüfadaptererstellung als auch der Prüfdurchlauf. Funktionstests können wiederum nur am Ende der gesamten Fertigungskette durchgeführt werden. Fehler fallen somit erst ganz zum Schluss auf, wenn bereits alle Fertigungsschritte abgeschlossen sind. Für die Kleinserienfertigung haben wir daher nach neuen Prüfverfahren gesucht, die wirtschaftlich arbeiten und die Fertigungsteilschritte zeitnah prüfen.

Bei KUTTIG ELECTRONIC setzten wir deshalb auf das Prüfverfahren:


Automatische Optische Inspektion (AOI).

Nach intensiver Recherche wurden zwei AOI-Systeme der neuesten Generation in die engere Auswahl genommen und als Leihstellung für mehrere Wochen im Hause Kuttig getestet. Im Mai diesen Jahres haben wir uns dann für das AOI-System LaserVision4 von Schneider & Koch entschieden, welches, ergänzt um Loader und Unloader, einen vollautomatischen Testablauf ermöglicht.

Wir sind davon überzeugt, dass wir mit dieser Investition die Produktqualität Ihrer Baugruppen noch weiter verbessern können. Erfreulich ist auch, dass die Serienkosten sich durch das neue Prüfverfahren nicht erhöhen. Das Einzige was hinzukommt, ist die einmalige Erstellung eines AOI Prüfprogramms. Gerne stellen wir Ihnen die Möglichkeiten, die sich mit dem neuen AOI-System bieten, persönlich vor.

Viel Spaß beim Lesen.

Mit freundlichem Gruß aus Roetgen



Dipl.-Ing. Michael Kuttig



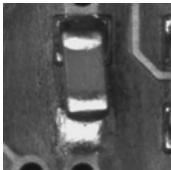


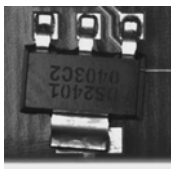
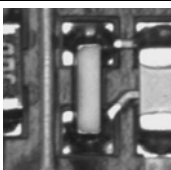
AOI – Automatische Optische Inspektion

Auftretende Probleme bei der Produktion bestückter Leiterplatten

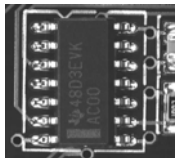
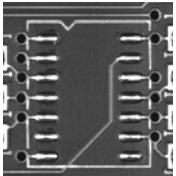
Die Produktion von elektronischen Flachbaugruppen ist ein in verschiedene Schritte unterteilter komplexer Prozess. Zahlreiche Parameter beeinflussen die jeweiligen Prozessschritte. Da wäre das Layout der Leiterplatten, die Pastendicke, die Qualität der Lotpaste, Koplanarität der IC-Pins und Leiterkarte, das Temperaturprofil im Lötoven und noch einige mehr zu nennen. Insgesamt zählt man über 70 verschiedene Parameter, welche die Qualität des Endproduktes beeinflussen können.

Am Ende der Fertigungskette steht in der Regel das Testen. Auftretende Qualitätsprobleme – beeinflusst durch die Vielzahl der Schritte in der Produktion – können sehr unterschiedliche Gründe haben.

Einige Produktionsfehler und deren mögliche Ursachen (Beispiele) sind hier aufgeführt:

Produktionsfehler		Mögliche Ursachen
Schlechte Lötstelle		Qualität der Bauelemente-Pins und Leiterkarten-Pads, Sauberkeit der Siebdruck-Schablone, Qualität der Paste, Temperaturprofil im Lötprozess, Koplanarität von Bauteil und Leiterkarte, Größe und Form der Pads
Lötbrücke		Leiterplatten-Layout, Versatz der Siebdruck-Schablone zur Leiterplatte, Qualität der Lotpaste
„Grabstein“-Effekt (tombstone)		Leiterplatten-Layout, Qualität der Bauelemente-Anschlüsse, Temperaturprofil im Lötoven
Bauteilversatz		Falsch erkannte Fiducials, Fehler im Bestückungsprogramm, Leiterkarten-Layout (zu große Pads, Bauteil schwimmt auf und fließt)
Seitlich liegendes Bauteil (billboard)		Verdrehen des Bauteils im Gurt bei der Aufnahme durch die Vakuumnadel



Verpoltes Bauteil		Programm- oder Rüstfehler, Springer im Gurt, Verdreher in der Stange, Fehler bei der Handbestückung
Falsches Bauteil		Programm- oder Rüstfehler, Unsaubere Stangenware, Fehler bei der Handbestückung
Fehlendes Bauteil		Programm- oder Rüstfehler, Qualität der Lotpaste, Fehler bei der Handbestückung
Defektes Bauteil		Schlechte Lieferqualität, Falsche Handhabung/Lagerung, Zu hohe Löttemperatur

Fakt ist, dass diese Fehler mehr oder weniger oft auftreten und daher müssen während und nach der Fertigung die Baugruppen überprüft werden.

Prüfmethoden

Häufig wird – speziell bei geringen Stückzahlen – erst die fertige Baugruppe getestet. Eine dabei typische Prüfstrategie ist der elektrische Test (ICT oder Funktionstest) in Kombination mit manueller Inspektion. Jede dieser Prüfmethoden hat aber Ihre Vor- und Nachteile.

Der Vorteil der **manuellen Inspektion** liegt im fehlenden Rüstaufwand und darin, dass bereits teilgefertigte Baugruppen inspiziert werden können. Der große Nachteil ist aber, dass der statistische Fehlerschlupf bei ca. 15 - 35% liegt, hervorgerufen durch auftretende Konzentrationsschwierigkeiten oder Ermüdungserscheinungen.

Mit dem **ICT** (In Circuit Test) können zwar teilfertige Baugruppen getestet werden, aber die hohen Rüstkosten, wie z.B. das Erstellen eines Nadeladapters, machen es für die Kleinserienfertigung unrentabel, zumal jede Änderung der Leiterkarte einen neuen Adapter nach sich zieht. Diesen Nachteil kann man zwar durch den Einsatz eines „**Flying Probe**“ Testers abmildern, aber hier ist die Erstellung des Prüfprogramms enorm aufwendig. Voraussetzung ist auch, dass die gesamten Design-Daten, also nicht nur die Gerberdaten, von einem aktuellen EDA-System vorliegen müssen. Ein weiterer Nachteil ist, dass Lötstellen nur auf ihre elektrische Verbindung hin überprüft werden. Eine qualitative Aussage über die Pastenmenge, Meniskusbildung, Haltbarkeit usw. wird nicht getroffen. Die klassische „Kalte Lötstelle“ wird nur erkannt, wenn sie während des Tests offen ist.

Hier ein kurzer Vergleich von Fehlern, die zum Einen nur durch den elektrischen Test und zum Anderen nur optisch erkannt werden können:

Nur elektrisch erkennbare Fehler	Nur optisch erkennbare Fehler
Elektrisch defekte Bauteile	Mechanische Bauteildefekte (z.B. verbogene Pins)
Fehlende, nur elektrisch prüfbare, Bauteile (z.B. Layout-Spulen, Layout-Antennen)	Fehlende, elektrisch nicht prüfbare Bauteile (z.B. parallele Kondensatoren, Steckverb.)



Verpolte, nur elektrisch prüfbare, Bauteile (z.B. Sonderspulen ohne Polungskerbe)	Verpolte mechanische Bauelemente (z.B. verpolte Steckverbinder oder IC-Sockel)
Falsche, elektrisch prüfbare, Bauteile (z.B. illegale Nachbauten)	Falsche Bauelemente-Typen (z.B. falscher Lieferant, PCB-Revision, Zugriffsgeschw.)
Alle nicht einsehbaren Fehler (z.B. Kurzschluss in der PCB, BGA-Lötstellen)	Fehlbestückung von SMD- oder THT-Bauteilen (z.B. falsche Höhe oder Lage)
	Zu „magere“ Lötstellen mit elektrischem Kontakt

Es wurde festgestellt, dass ca. 25 –30% aller Fehler elektrisch nicht erkennbar sind. Dies, und die Tatsache, dass der statistische Fehlerschlupf bei manueller Inspektion sehr hoch ist, sowie eine höhere Produktqualität und Effektivität zu erreichen, waren die Hauptgründe für die Anschaffung des neuen AOI-Systems.

AOI in der Fertigung

Das AOI-System ist unabhängig von der Strukturgröße, der Baugruppe und vom elektrischen Zugang schnell und einfach einsetzbar. Sie sind nicht auf die elektrische Kontaktierung angewiesen und erlauben Prüfungen, die bisher mit elektronischen Methoden nicht realisierbar waren. Außerdem wird die bisher übliche manuelle Sichtkontrolle fast überflüssig. Nachgeprüft werden nur noch die Bauteile, die von oben nicht einsehbar sind, wie z.B. die Polung und Wert von bedrahteten SIL Widerstandsnetzwerken.

Besonders geeignet sind die optischen Prüfverfahren zur Kontrolle des Fertigungsprozesses. Dadurch lassen sich Fehler frühzeitig erkennen und beseitigen. Die elektrische Prüfung kann somit auf die elektrische Funktion der Baugruppe, den s.g. Funktionstest, reduziert werden. Unser System ist konzipiert für die Kontrolle des Bestückungs- und Lötprozesses, sowohl für die konventionelle Bestückung bedrahteter Bauteile (THT), als auch für SMD-Bauteile.

Fertigungsfehler, wie fehlende oder falsch eingebaute Bauteile, sowie offene Lötstellen und Kurzschlüsse, lassen sich mit vertretbarem Programmieraufwand zuverlässig erkennen. Die Flexibilität ist auch gegeben, da nur das Prüfprogramm angepasst werden muss.

Wir bieten mit unserer Anschaffung ein automatisches optisches Inspektionssystem an, das drei unterschiedliche Prüfverfahren kombiniert und so eine besonders hohe Fehlerabdeckung und eine geringe Pseudofehlerrate erreicht.



Abb.1: LaserVision4: System mit integriertem Förderband und Barcodescanner für die Linienintegration.

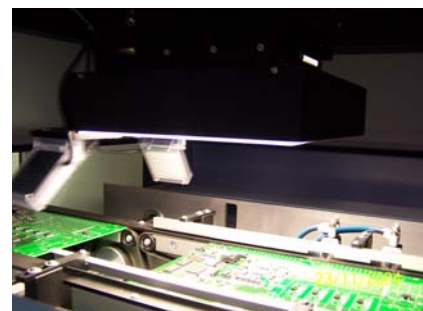


Abb.2: LaserVision4: Kamerakopf mit Schräglichtbeleuchtung



Was kann kontrolliert werden?

- Prüfung auf Anwesenheit und/oder Abwesenheit (Variantenstückliste) von THT- und SMD-Bauteilen
- Polarität von THT- und SMD-Bauteilen
- Exakte Bauteillage (Versatz, Winkel)
- Beschriftung des Bauteils
- Lötstellenprüfung (SMD und THT) inkl. Bewertung der Lotmenge und Meniskusbildung
- Kurzschlussstest (Lötbrücken)
- Mechanische Bauteildefekte (z.B. Verbogene Pins)
- Koplanarität und Bauteilhöhenmessung
- Barcodeerfassung der S/N über Kamera
- Variantenunterstützung

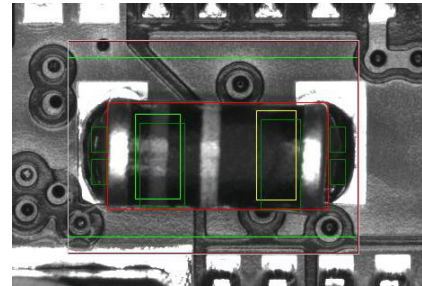


Abb.3: AOI-Model Bauform MELF

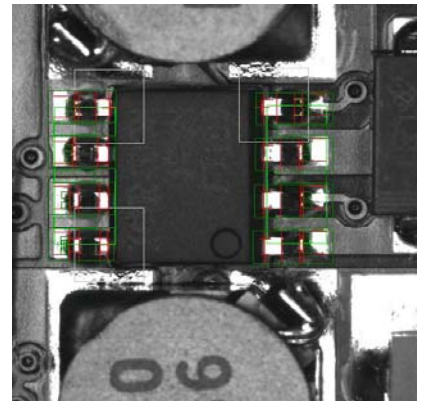


Abb.4: AOI-Model SO8

Die Fertigungskontrolle von Flachbaugruppen mit einem AOI-System ermöglicht, auf wirtschaftliche Weise Aussagen zur Qualität der Produkte zu erhalten.

Mit wachsender Komplexität und Bauelementedichte der elektronischen Baugruppen gewinnt die automatische optische Inspektion (AOI) an Bedeutung. Sie nimmt mehr und mehr eine Schlüsselfunktion ein, in einer auf höhere Qualität und Effizienz ausgerichteten Elektronikfertigung.

Die bevorstehende Einführung bleifreier Lote verschärft noch die Forderung nach einer zuverlässigeren Kontrolle, da nach jetziger Erfahrung die neuen Lote andere Oberflächen als die herkömmlichen bleihaltigen Lote aufweisen und in der Einführungsphase erst noch ausreichende Prozess- und Materialerfahrungen gesammelt werden müssen.

Wo liegen die Grenzen?

Abschließend sei aber auch erwähnt, dass die AOI kein „Allheilmittel“ ist. Es gibt auch Grenzen, die weiter oben zum Teil schon angedeutet wurden. Da es sich um ein System mit „Topdown“ Kameras handelt, wird vorausgesetzt, dass die zu prüfenden Stellen von oben einsehbar sind. Das kann unter Umständen (z.B. bei Kühlkörpern oder Abschirmblechen) nicht gegeben sein. Aber der Vorteil liegt ja darin, dass die AOI-Prüfung bereits als Zwischenprüfung möglichst zeitnah erfolgt, so dass die Prüfung der SMD-Bestückung sofort nach dem Reflowprozess erfolgt. In diesem Stadium sind in der Regel alle Lötstellen von



oben einzusehen. Das hat auch den Vorteil, dass man hierdurch viel schneller auf Probleme im SMD-Bereich reagieren kann, ohne abwarten zu müssen, bis die gesamte Baugruppe bestückt ist.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass im Prüfprogramm alle gewünschten Prüfschritte auch aufgeführt sind. Bei Standardbauteilen ist das einfach, da vorgefertigte Prüfmakros aufgerufen werden. Bei Sonderbauteilen, besonders bei der Vielzahl von elektromechanischen Bauteilen wie z.B. Stecker, Trafos, Spulen usw. existieren keine vorgefertigten Prüfmakros, so dass diese erst erstellt werden müssen. Hierbei ist es dem Programmierer überlassen, auf welche Details er prüft. Stellt man später fest, dass eine Besonderheit übersehen wurde, kann diese im Prüfprogramm ergänzt werden und bei allen folgenden Baugruppen wird dieses Detail in Zukunft mit geprüft. Es handelt sich somit um ein lernendes System.

Resumé

Obwohl AOI nicht alle Fehler finden kann, sehen wir es doch als Quantensprung in der Fertigungsqualität an. Klar, dass man am besten alle Prüfverfahren hintereinander schalten müsste, aber das ist in der Kleinserienfertigung unbezahlbar. Die AOI kombiniert die Vorteile der geringen Rüstkosten, hohen Testabdeckung und zeitnahen Prüfung der Teilschritte.

Der Vorteil für unsere Kunden liegt klar in der höheren Anlieferqualität, welches zu sinkenden Inbetriebnahme- und Servicekosten führt. Auch die Kunden, die von uns bereits vorgetestete Baugruppen geliefert bekommen, profitieren von AOI, da die AOI, wie oben ausgeführt, Fehler finden kann, die andere Tests, wie z.B. Funktionstests, nicht finden können.

Sollten Sie weitere Fragen zum Thema AOI haben, sprechen Sie uns doch bitte an.

Weitere Infos zu LaserVision4 finden Sie auf der Webseite des Herstellers: <http://www.prsuk.de>



Abb.5: LaserVision4 mit automatischer Zufuhr wie bei Kuttig im Einsatz

Kurz notiert

RoHS: Der Stichtag 1.7.2006 als Pflicht zur Bleiablösung rückt näher. Viele Begriffe der Richtlinie, wie z.B. "Neu in Verkehr bringen", werden in den Fachgremien immer noch diskutiert. Interessante Informationen rund um diese Thema liefert der FED auf der Webseite <http://www.fed.de>. Insbesondere finden Sie unter: Aktuelles --> November 2004 [Bundesumweltamt: "Neu in Verkehr bringen" gemäß RoHS betrifft alte und neue Produkte](#) ein Artikel zu, oben genannten Thema mit zusätzlichen interessanten Links.



Neue Ausbildungsplätze: Ab August 2005 werden wir wieder zwei neue AZUBIS einstellen. Da sich die Ausbildungsberufe geändert haben, werden wir nicht mehr wie bisher „Industrie Elektroniker – Produktionstechnik“ ausbilden, sondern "Elektroniker für Geräte und Systeme". Die Stellen wurden in der Presse bereits ausgeschrieben und das Bewerbungsverfahren läuft.

Weitere Infos finden Sie auf der Webseite der IHK: <http://www.ihk-aachen.de>

Neubau in Planung: Entgegen der allgemeinen Tendenz, Arbeitsplätze in Billiglohnländer zu verlagern, investieren wir in den Standort Deutschland. Auf Grund eines intensivierten Vertriebs, ständiger Qualitätssteigerungen und harter Kostenkontrolle verzeichnen wir trotz stagnierender Wirtschaft einen weiter steigenden Auftragseingang. Besonders erfreulich ist die Zunahme des Auftragsentwicklungsgeschäfts und des „Full Service“ - Geschäfts (von der Materiallogistik bis zum Produktversand). Da wir am aktuellen Standort keine Erweiterungsmöglichkeit mehr haben, haben wir uns entschieden, ein neues Betriebsgebäude mit ca. 1500m² Nutzfläche im Gewerbegebiet Roetgen, ca. 200m Luftlinie entfernt, zu planen. Wir freuen uns, das wir einen Investor von der Leistungsfähigkeit der Kuttig Electronic GmbH überzeugen konnten, der uns das Gebäude finanziert. Der Baubeginn wird Anfang 2005 sein.

Allgemein

Ihre Ansprechpartner:

◆ Geschäftsführung:	Dipl.-Ing. Michael Kuttig	☎ -0	✉ kuttig@kuttig.de
◆ Vertrieb:	Ralf Ortmanns	☎ -81	✉ ortmanns@kuttig.de
◆ Entwicklung:	Dipl.-Ing. Tom Fiedler	☎ -80	✉ fiedler@kuttig.de
◆ Arbeitsvorbereitung:	Andreas Söhngen	☎ -21	✉ soehngen@kuttig.de
◆ Auftragsabwicklung:	Ralph Bock	☎ -60	✉ bock@kuttig.de
◆ Materialwirtschaft:	Ind.-Mstr. Herbert Schröder	☎ -20	✉ schroeder@kuttig.de

Kuttig Electronic GmbH
Am Münsterwald 9
52159 Roetgen

☎ 02471/92090-0
☎ 02471/92090-90
🌐 <http://www.kuttig.de>

✉ info@kuttig.de

Soll Ihnen die KUTTIG-NEWS in Zukunft per Email automatisch zugesandt werden, oder evtl. einem interessierten Kollegen, mailen Sie uns bitte die Email-Adresse unter mailing@kuttig.de und dem Betreff: „KUTTIG-NEWS ANMELDEN“ . Möchten Sie die KUTTIG-NEWS in Zukunft nicht mehr erhalten, schicken Sie uns bitte eine Email unter Angabe Ihrer Email-Adresse auf mailing@kuttig.de und dem Betreff: „KUTTIG-NEWS ABMELDEN“

Die KUTTIG-NEWS ist eine Publikation der Kuttig Electronic GmbH und erscheint in unregelmäßigen Abständen. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, sind nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet.