

Global Player sichert Maschinenverfügbarkeit und hohe Qualität

Mit dem AOI Kamera-system alles im Blick

Flex zählt weltweit zu den absolut führenden Unternehmen für Produktdesign und -herstellung. Beim Ausbau seiner Produktion setzt der Global Player seit 38 Jahren auf die Unterstützung durch Systemlieferant Ersa. Jüngst machte sich eine komplette Versaflow 3/45 Selektivlinie mit automatischer Hub- und Senkstation sowie automatischer optischer Inspektionseinheit (AOI) auf die Reise nach Zalaegerszeg in Ungarn. Vielen bekannt als beliebte Urlaubsregion nicht weit vom Plattensee, findet man dort auch eine echte Hochburg der Elektronikfertigung.



Ständig steigende Anforderungen an die Maschinenverfügbarkeit und insbesondere die Qualitätssicherung der fertig gelöteten Produkte, wie sie schon lange im Reflowlöten bekannt sind, kommen verstärkt auch im Selektivbereich zum Einsatz. Was höchste Flexibilität – kombiniert mit hoher Maschinenverfügbarkeit, schnellen Taktzeiten und einer minimalen Fehlerrate – angeht, führt kein Weg an der Versaflow vorbei. Doch wie lässt sich dokumentieren, dass die genannten Eigenschaften tatsächlich konstant vorhanden sind? Um auch hier eine zuverlässige Lösung anbieten zu können, hat der Systemlieferant das AOI (automatische optische Inspektion) unter der Bezeichnung Versaeye im Produktportfolio, das jetzt auch bei Flex in Ungarn zum Einsatz kommt. Auf den ersten Blick sticht ins Auge, dass das AOI direkt ins Maschinengehäuse integriert ist. Das vereinfacht die Prozessverriegelung erheblich, da bei einem durchgängigen Maschinengehäuse zwischen Lötten und Inspizieren zu keiner Zeit eine Leiterplatte vertauscht werden kann.

Gute Lötstellen, schlechte Lötstellen

Grundsätzlich ist das AOI ein Kamerasystem, das anhand von vordefinierten Prüfmustern gute von schlechten Lötstellen zuverlässig unterscheiden soll. Wichtig ist dabei, das System bestmöglich vor äußeren Einflüssen zu schützen. Idealerweise dringt in das Kamerasystem von außen kein Licht ein – oder zumindest nur konstantes Licht. Naheliegender, dass ein Platz in Fensternähe zu vermeiden ist. Schließlich herrschen beim Sonnenaufgang ganz andere Lichtbedingungen als beispielsweise nachts.

Zur Zuverlässigkeit des Systems gehört auch eine regelmäßige Wartung. So kann durch einen kurzen Blick des technischen Personals auf das Kamerasystem eine Aussage über eine eventuelle Verschmutzung getroffen werden, die das Inspektionsprogramm beeinträchtigen würde. Vor Inbetriebnahme und Programmerstellung gehört unter anderem die mechanische Funktionsprüfung der x-, y- und z-Achse. Bei der THT-Inspektion reicht es in der Regel, in einer fixen x/y-Ebene zu inspizieren, da sich alle Lötstellen auf der Leiterplattenunterseite befinden. Allerdings kann es vorkommen, dass Leiterplatten zum Beispiel in einem Rahmenträger produziert oder eine Polarität in einer anderen z-Höhe überprüft werden muss. Daher gibt es die Möglichkeit, den gesamten Kamerakopf zehntelmilli-



Kristzian Kuzma bei der Programmerstellung an der Versaflow 3/45.

metergenau zu positionieren. Die optische Sichtprüfung kontrolliert das telezentrische Objektiv, die drei Beleuchtungsringe und die acht Seitenkameras. Alles wird durch eine Glasscheibe vor Verschmutzung geschützt.

Beim AOI ist es wichtig, für einen buchstäblich glasklaren Durchblick zu sorgen. Dabei ist allerdings das Herzstück, das telezentrische Objektiv, nur mit Druckluft zu reinigen, damit die spezielle Oberflächenbeschichtung nicht beschädigt wird. Die Glasscheibe wird nach dem Reinigen mit reinem Alkohol noch einmal einer Sichtprüfung unterzogen, um sicherzustellen, dass keine Lotkugeln, Flussmittelreste, Staub oder Papierfasern zurückgeblieben sind.

Das telezentrische Objektiv ist ein herausstechendes Merkmal des AOI. Es sorgt dafür, dass es zu keinen Parallaxen kommt, also einer scheinbaren Änderung der Bauteil-Position auf der Leiterplatte. Die-



Inbetriebnahme und Reinigung des Versaeye AOI.



Sichtprüfung der Glasscheibe – glasklarer Durchblick.



THT-Linie mit Versaflow 3/45 im Zusammenspiel mit dem AOI.

Der Parallax-Effekt wird umso größer, je weiter entfernt das Bauteil vom Mittelpunkt Richtung Randbereich positioniert ist. Der Bildausschnitt, in diesem Fall „Field of View“ (FoV) genannt, kann dank der telezentrischen Optik komplett ausgenutzt werden, ohne dass es zu den beschriebenen Verschiebungen kommt. Davon profitiert der Versaeye Bediener, da auf Basis dieser Information so viele Bauteile wie möglich mit einem FoV inspiziert werden. Die Bildgröße eines einzelnen FoV liegt dann bei ungefähr 38,5x38,5 mm. Bei erstmaliger Programmerstellung mit Festlegung der Fokusebene zeigt sich oft, dass verschiedene Bediener einen unterschiedlichen z-Wert für den Fokuspunkt eintragen. Das liegt an der unterschiedlichen Sehstärke der jeweiligen Personen. Daher ist es sinnvoll, die Fokusebene durch einen Autofokus des Kamerasystems bestimmen zu lassen. Um einen neuen Bediener für Versaeye an dieser Stelle zu

begeistern – es wird komplett ohne Koordinaten programmiert. Selbstverständlich ist es auch möglich, ein Programm auf die Schnelle mit der Option CAD-Import zu erstellen. Dies ist allerdings nur für ein Inspektionsprogramm mit SMT-Bauteilen zu empfehlen, da Informationen wie etwa Rotationswinkel und Spiegelung keine Bedeutung für eine THT-Lötstelle haben. Hier sind Informationen wie Pad- und Lochgröße wichtig, die aber in den Koordinaten der CAD-Datei nicht auftauchen.

Positives Bild der Leiterplatte

Aus diesem Grund gibt es ein einfaches Vorgehen zur Programmiererstellung. Für die Inspektion sind zwei unterschiedliche Methoden der Bildverarbeitung möglich. Die erste Möglichkeit ist „Pattern Matching“. Hier wird ein Positivbeispiel eines Bildes eingelesen, bei >



Außenansicht von Flex in Zalaegerszeg in Ungarn.

Frage an Krisztian Kuzma, Chefsingenieur für die neue Produktionslinie mit dem integrierten AOI und zuständig für den reibungslosen Ablauf:

Nach der fünftägigen AOI-Schulung könnt ihr jetzt alles (AOI, Offline-Programmierung, Reparaturarbeitsplatz) selbständig bedienen – wie empfindet ihr die Bedienung?

Nach meiner Erfahrung ist die Hardware robust, einfach zu warten und scheint Fehler leicht zu erkennen. Ich denke, es wird uns in Zukunft sehr weiterhelfen. Die Software sieht intuitiv aus, was sich bei der Programmierung bestätigt. Ich verstehe, wie das System funktioniert – nur den Prozess des Debuggings finde ich aktuell noch kompliziert. Das wird sich mit zunehmender Erfahrung legen. Hilfreich ist auch, dass wir bei späteren Fragen zur Leiterplatte jederzeit Zugriff auf alle Daten haben.

jeder weiteren Leiterplatte wird dann nach exakt diesem Bild gesucht. Wird das eingelernte Bild gefunden, ist das Inspektionsergebnis „good“. Das funktioniert zuverlässig bei SMD-Baugruppen, hat bei THT-Lötstellen aber einen gravierenden Nachteil: SMD-Bauteile haben von der Geometrie und den Maßen stets den gleichen Körper. Bei einer THT-Lötstelle hingegen kann sich der Pin je nach Lochdurchmesser frei bewegen und ist im Normalfall nicht mittig zentriert. Daher gibt es noch die zweite Möglichkeit der Bildverarbeitung – das sogenannte „Histogramm“, bei dem in einem durch den Bediener bestimmten Inspektionsbereich nach farbigen Pixeln gesucht wird. Die Toleranzgrenzen zur Bildverarbeitung können beim Histogramm eng gesetzt werden und basieren dadurch nicht auf eingelernten Bildern, sondern auf einer zustandsorientierten Entscheidung. Sind in einem definierten Inspektionsbereich genügend Pixel im gewählten Toleranzbereich vorhanden, wird das Ergebnis als „good“ gespeichert. Unabhängig davon, in welcher Richtung sich der Pin befindet. Bemerkenswert beim Histogramm ist die 24-Bit-Farbtiefe, die ein detailgetreues Bild wiedergibt und dadurch eine äußerst differenzierte Inspektion ermöglicht.

Offline-Erstellung eines AOI-Inspektionsprogramms

Das Inspektionsprogramm wird erstmals an einer nicht bestückten und ungelöteten Leiterplatte erstellt. Hier sind alle notwendigen Informationen wie Pad- und Lochgröße direkt zu sehen. Nachdem alle Toleranzgrößen zum Klassieren der Gut- bzw. Schlechteile in das Programm eingegeben sind, wird es Zeit für einen ersten Inspektionsdurchgang mit einer fertig bestückten und gelöteten Leiterplatte. Im Normalfall werden schon hier ohne langwieriges Auffinden und Nacharbeiten der Prüfmuster die Fehler von den guten Lötstellen zuverlässig unterschieden. Das spart Zeit und Nerven. Die Programmiererstellung erfolgt direkt an der Anlage. Aus der Praxis ist bekannt, dass bei hohem Produktionsdruck nicht so viel Zeit an der Anlage verbracht werden kann. Daher kann ein komplettes AOI-Inspektionsprogramm offline, ganz ohne Anlage erstellt werden. Damit wird zu keiner Zeit die Produktion verzögert.

Über eine mögliche MES-Anbindung des Kunden werden die „good“ und „NG“-Ergebnisse der Inspektion dorthin gesendet und sind dann zur Nachverfolgung und auch für Folgeprozesse einsehbar. In jedem Fall ist aber eine Rückverfolgbarkeit über den Reparaturarbeitsplatz möglich. Durch einen Handscanner wird der DataMatrix-Code (DMC) in die Software eingelesen und direkt das zugehörige Ergebnis aus der Datenbank abgerufen. Über ein „good“ freut sich der Bediener am meisten, aber auch ein NG (not good) ist einfach nachvollziehbar. Mit Hilfe eines Fadenkreuzes wird dem Bediener die Position des vermeintlichen Fehlers gezeigt. Dann kann direkt durch die spezielle Ansicht der acht Seitenkameras eine 360°-Rundumsicht eingesehen werden. Ohne Begutachtung der Leiterplatte per Lupe ist der Fehler zuverlässig lokalisiert.

www.ersa.de; www.flex.com



Foto: Ersä

Autor Marcel Buck ist Applikations- und Prozessingenieur bei der Ersä GmbH.