

L'AOI visto sotto una luce diversa

Alcuni anni fa, l'industria di produzione di elettronica vedeva l'introduzione di una tecnologia di ispezione ottica automatica basata sul riconoscimento per paragone di immagine (*pattern matching*). Fino ad allora, l'obiettivo dell'ingegneria di processo era di automatizzare e velocizzare il rilevamento dei difetti di funzionamento delle schede prodotte.

Il limite di questo tipo d'ispezione era legato alla raccolta ed all'interpretazione dei dati a posteriori.

L'evoluzione della tecnologia e l'aumento della potenza di calcolo dei computer consente oggi di avere acquisizioni ed analisi delle immagini estremamente rapide, permettendo ai sistemi d'ispezione ottica automatica (AOI) di lavorare su logiche d'ispezione. Questa diversa filosofia d'ispezione comporta da un lato un'analisi quantitativa del prodotto ispezionato e dall'altra una elevata velocità di elaborazione delle informazioni acquisite.

La capacità di misurare ed archiviare i valori durante l'ispezione consente di creare degli storici statistici e migliorare la tracciabilità; in generale l'AOI costituisce uno strumento per un'analisi oggettiva del processo produttivo.

Partendo da questo concetto, risulta così riduttivo considerare l'AOI un sistema in grado di intercettare i *difetti sulla scheda*. Il sistema deve essenzialmente trovare i *difetti di processo*, andando ad evidenziare quando la qualità del processo stia deviando dalle condizioni iniziali.

Esistono sistemi di monitoraggio in tempo reale che sono in grado di fermare la linea oppure di lanciare un segnale di *warning* a fronte di uno o più eventi concomitanti: tramite questi è possibile intervenire prima che la deriva di processo diventi drastica e produca una difettosità di funzionamento sulla scheda. Questo costituisce un *feedback* immediato per l'operatore di linea.

L'analisi a posteriori dei dati raccolti permetterà poi al tecnologo di evidenziare i punti deboli della linea produttiva potendo pianificare le eventuali azioni correttive.

L'approccio tecnologico nell'ispezione ottica automatica è essenzialmente di due tipi (come mostrato in Figura 1): una fonte di luce con più telecamere oppure una telecamera con più fonti di luce. La soluzione "multi-telecamera" sfrutta la tecnica di illuminare l'oggetto da ispezionare con una luce ed acquisire, ad angoli diversi, la riflessione della luce.

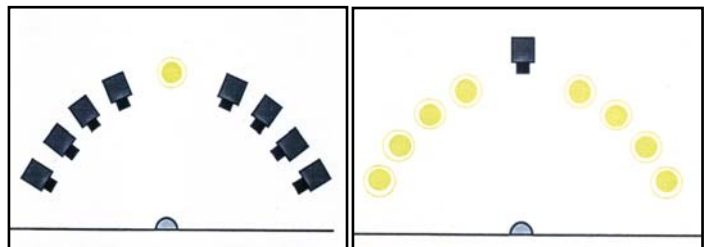


Figura 1

La soluzione "multi-illuminazione" permette invece di acquisire da un'unica angolazione i diversi riflessi di luce provenienti dalle diverse fonti di luce.

Supponendo di valutare un menisco di saldatura di un componente SMT, sebbene entrambe le suddette tecniche permettano di valutarne la forma, la soluzione di utilizzare una sola telecamera consente tuttavia di sgravare il PC dalla necessità di comporre le informazioni provenienti da più immagini differenti; l'effetto è quindi quello di diminuire il tempo di elaborazione della CPU.

La soluzione a telecamera singola porta ancora il vantaggio di una semplificazione dell'hardware e del software di gestione. Avendo una sola telecamera, risulta anche possibile illuminare la scheda in maniera circolare e concentrica all'asse della telecamera, con beneficio sulle problematiche dovute a zone d'ombra.

Esiste poi, sempre nel caso di telecamera singola, la possibilità di accendere in sequenza le luci, in modo da evidenziare separatamente le diverse inclinazioni del menisco di saldatura. Anche in que-

sto caso però il numero di acquisizioni d'immagine cresce (pari al numero di fonti di luce utilizzate). Volendo mantenere la caratteristica di acquisire l'immagine una volta sola, è necessario accendere le differenti luci contemporaneamente che, per essere distinguibili, dovranno essere di colori differenti.

In questo modo sarà possibile "colorare" le superficie riflettenti con colori diversi: ad ogni colore corrisponderà un angolo di inclinazione differente della superficie.

Un'acquisizione dell'immagine a 16 milioni di colori permette così di discriminare 16 milioni di angoli di inclinazione. A lato viene rappresentato il funzionamento di un sistema di illuminazione a colori ed il relativo effetto che produce sulla scheda.

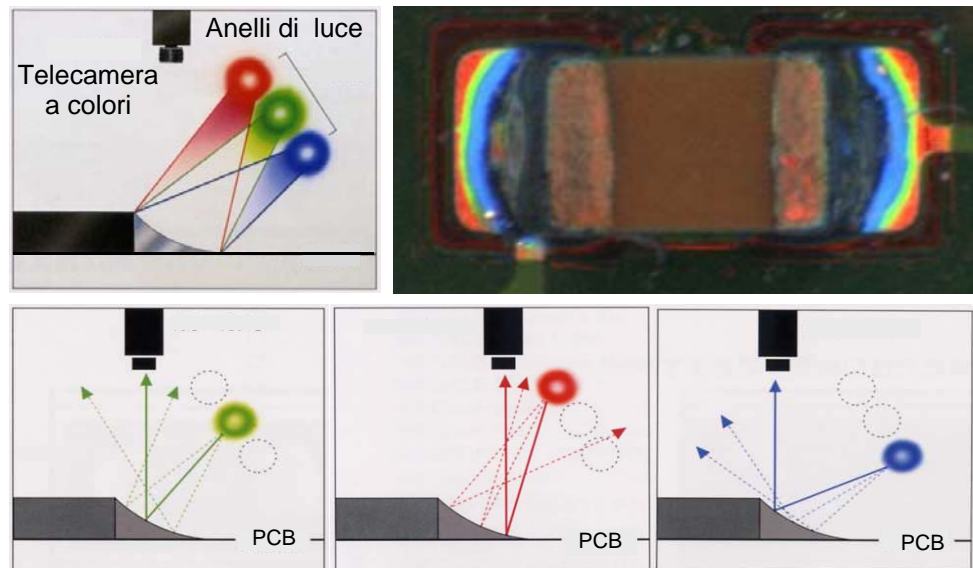


Figura 2

L'immagine sostanzialmente bidimensionale acquisisce una valenza tridimensionale con l'informazione del colore.

Una volta acquisita l'immagine così colorata, il software analizza l'immagine: algoritmi logici, interfacciati con i criteri di accettabilità (librerie d'ispezione), permettono di esaminare ciò che è stato "visto" dalla telecamera, controllando se i limiti impostati sono stati raggiunti o, eventualmente, superati.

L'insieme di queste logiche d'ispezione costituiscono, essenzialmente, un'emulazione del potere decisionale umano: le caratteristiche base di una saldatura vengono infatti tradotte in parametri e quindi misurate. A favore dell'ispezione automatica tuttavia rimane una oggettività ed una capacità di raccolta dati assolutamente impensabile in un controllo manuale.

Alcuni difetti sono particolarmente importanti, se considerati in base alla frequenza con cui si verificano. Probabilmente il 20% dei difetti hanno influenza sull'80% della fase produttiva. Un sistema visivo automatico sarà quindi tanto più efficiente quanto meglio potrà individuare queste difettosità.

Nella figura a lato si può vedere una distribuzione delle cause degli errori intercettati in una produzione *automotive*, utilizzando un'ispezione AOI posizionato su una linea dopo il forno. In questo punto del processo, i problemi di deposizione pasta, pin sollevati o blow hole sono stati evidenziati come problemi di bagnabilità (*wettability*). L'analisi dell'operatore in fase di riparazione ha poi portato ad associare il problema alle reali cause.

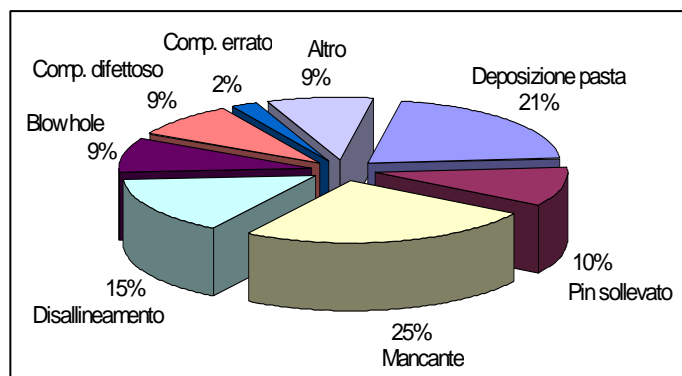


Figura 3

Le difettosità possono nascere durante diverse fasi della vita di una scheda e possono derivare dall'assemblaggio, dal test o dal periodo di vita dopo l'assemblaggio. Tipicamente la fase di assem-

blaggio contribuisce per circa il 75% del totale, e questa è la fase in cui deve operare un sistema d'ispezione ottica automatica.

L'utilizzo del colore nell'ispezione dei componenti costituisce di gran lunga un fattore determinante: la presenza del componente (25% di difettosità) e la sua posizione (15%) sono valutabili in maniera estremamente più efficiente e stabile, potendo facilmente distinguere tra il colore del PCB ed il colore dello stampato.

Tuttavia, dove il colore esprime il massimo delta di prestazione rispetto ad un controllo in scala di grigi, è nell'ispezione della saldatura; la risoluzione del colore permette di ricostruire in maniera fedele la forma del giunto e di valutarne non solo la presenza, ma anche la qualità (bagnabilità). Il giunto di saldatura costituisce una connessione elettrica ma contemporaneamente anche un ancoraggio meccanico: il sistema dovrà garantire che l'assemblaggio sia stato eseguito in maniera soddisfacente, secondo le normative IPC o in base alle aspettative del produttore; si potrà avere quindi una maggior garanzia di probabilità di sopravvivenza del prodotto sul campo.

Qui a lato (Fig. 4) è possibile vedere come l'effetto del colore renda estremamente semplice individuare un difetto di complanarità. La piazzola saldata correttamente (a sinistra) presenta negli angoli una colorazione rossa e quindi è piana; in prossimità dell'elettrodo è invece di colore blu (quindi inclinata). La piazzola sulla quale il componente non è saldato (a destra) presenta invece una situazione inversa: rossa in prossimità dell'elettrodo e blu-verde in corrispondenza degli angoli.

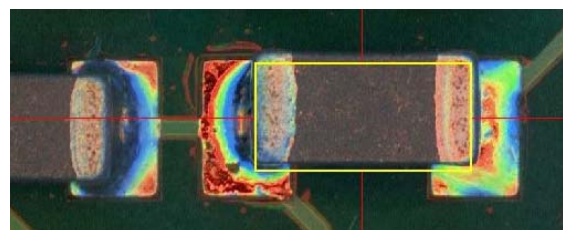


Figura 4

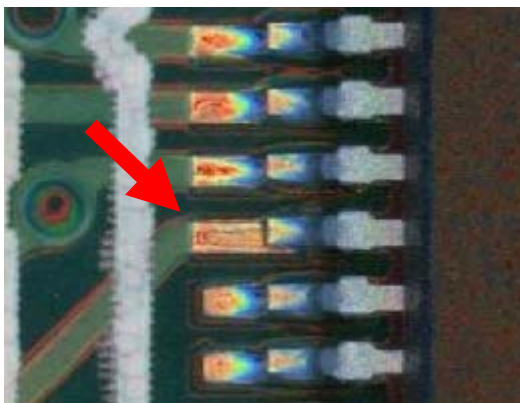


Figura 5

La totale mancanza di pasta è invece evidenziata nella Fig. 5, dove la piazzola presenta una colorazione uniforme rossa.

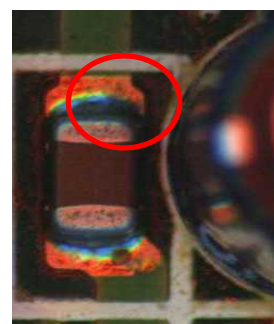
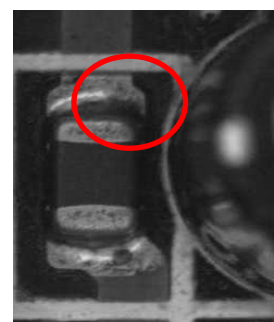


Figura 6

La **Figura 6** mostra come la presenza di un componente alto, come un connettore elettrolitico, non alteri sostanzialmente la disposizione dei colori sui giunti di saldatura. Uno dei vantaggi notevoli dell'ispezione basata sul colore è, infatti, la prerogativa di estrarre il colore e non la luminosità; il giunto di saldatura rimarrà quindi sostanzialmente blu anche se in ombra.

L'utilizzo della tecnologia del colore apporta quindi un sostanziale beneficio nell'ispezione automatica, soprattutto nell'analisi del giunto di saldatura, che costituisce senza dubbio la miglior "lente" per osservare la linea di produzione.