

# Ispezione ottica per il controllo del cc

*Con un'unica scansione, utilizzando un sistema AOI appositamente equipaggiato, è possibile verificare in automatico lo spessore dello strato di conformal coating*

di Alberto Ghirelli (Seica)

**U**na delle necessità sempre più diffuse nel processo di produzione di circuiti stampati dell'industria elettronica è la protezione degli stessi, al termine dell'assemblaggio, ispezione e collaudo, dagli ambienti con condizioni di lavoro "difficili", ovvero che presentano alta umidità, sbalzi estremi di temperatura e contaminazione da polveri e sostanze chimiche. Sin dagli anni '60 il trattamento di conformal coating o rivestimento protettivo è stato proposto come soluzione a questi problemi.

Il processo di "rivestimento" prevede in genere la dispensazione di un film protettivo di aspetto e consistenza "plastica" trasparente che aderisce perfettamente alla scheda assemblata, con uno spessore che solitamente varia in funzione delle esigenze e del materiale utilizzato.

Questa tecnica ha visto le prime applicazioni in ambito militare ed aereo-

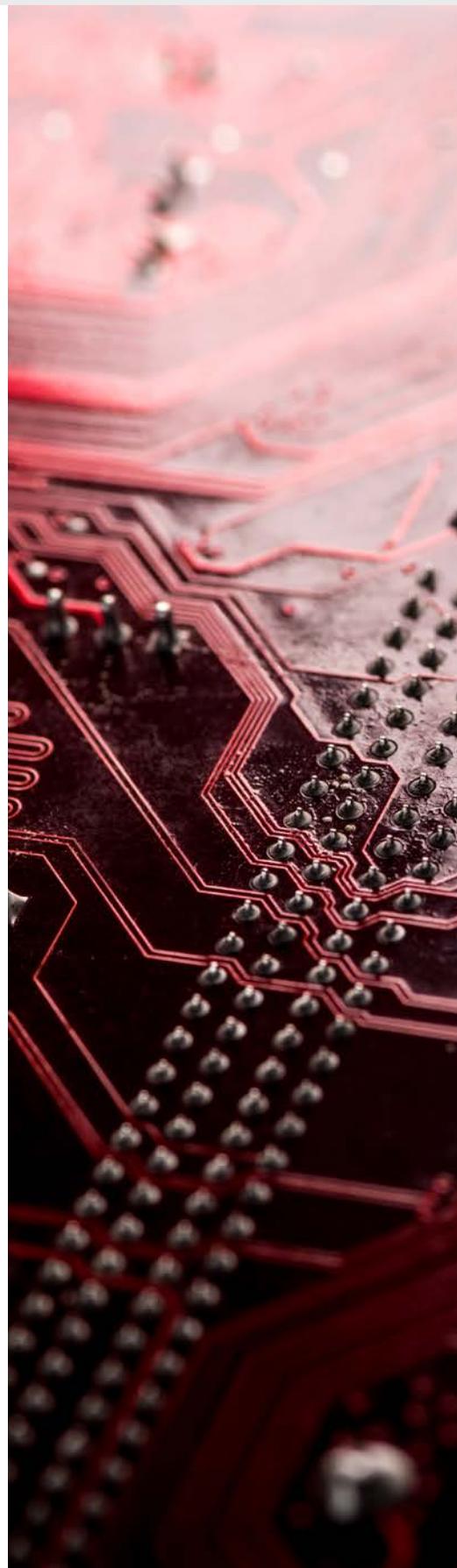
nautico, notoriamente ambienti dove viene richiesta una altissima affidabilità, ma oggi è ampiamente diffusa in molti altri contesti produttivi, poiché l'esigenza di proteggere i circuiti stampati assemblati si è estesa ed è diventata parte dei processi industriali.

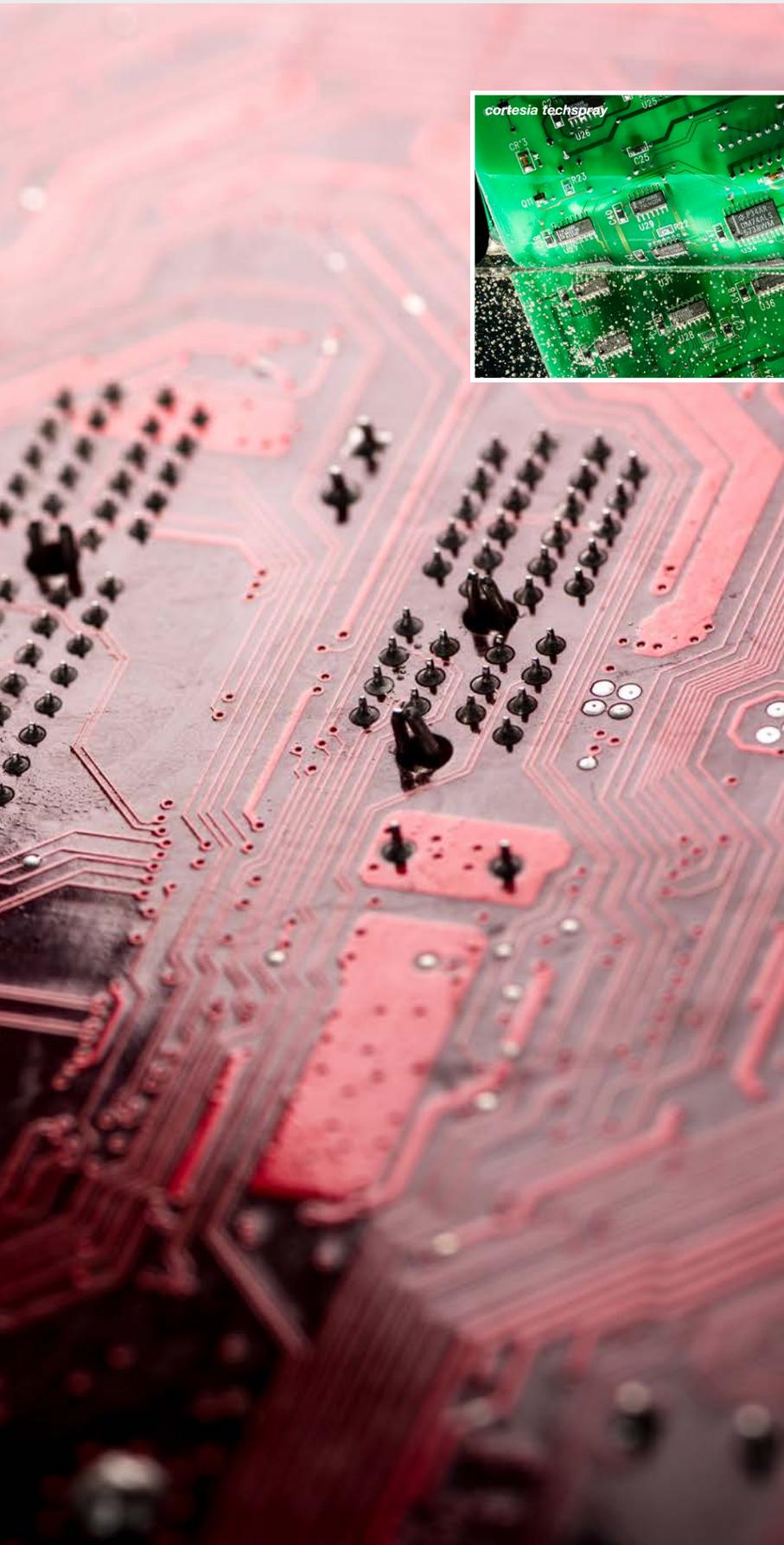
Il controllo qualità di questo processo protettivo è fondamentale per assicurare la corretta applicazione dei rivestimenti ed il rispetto degli standard richiesti, onde evitare difetti dei circuiti stampati.

La proprietà principale per garantire la qualità di una verniciatura è lo spessore dello strato di rivestimento protettivo. Misurare questo spessore è una sfida, poiché i suoi valori tipici sono nel range 30-300  $\mu\text{m}$ .

## Spessore del coating

Le tecniche per misurare lo spessore del coating presenti sul mercato so-





no molte. La tecnologia più accurata per valutare lo spessore è la visione al microscopio di una sezione di PCB “tagliato”. Questo metodo di misura è distruttivo e quindi non è applicabile ai processi in serie.

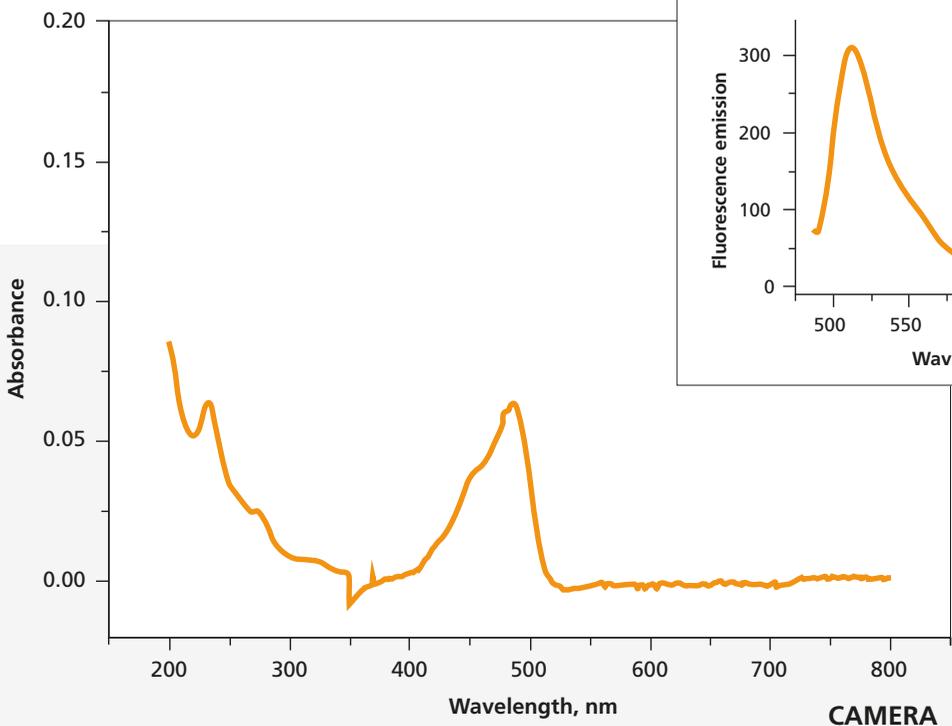
La maggior parte dei metodi non distruttivi prevedono di ispezionare aree molto piccole. Si veda ad esempio l'interferometria a luce bianca, i probe a pressione e i metodi che si basano sulle correnti parassite.

Se si vuole verificare l'intera superficie del PCB bisogna ripetere il test molte volte, con un processo molto lungo e incompatibile con le tempistiche di produzione.

### Ispezione ottica automatica per conformal coating

Un metodo efficace per misurare in modo rapido ampie aree del circuito stampato è l'ispezione ottica automatica (AOI) o l'ispezione del conformal coating (CCI). Sfortunatamente i metodi classici che usano sorgenti luminose visibili e sistemi di telecamere 3D non funzionano bene per la misurazione dello spessore, poichè, nella maggior parte dei casi, lo strato di conformal coating è trasparente.

La triangolazione laser presenta invece una risoluzione troppo bassa. Per ovviare a questo problema molte miscele di conformal coating contengono un tracciante fluorescente agli UV



2

**2. Assorbimento su lunghezza d'onda del tracciante**

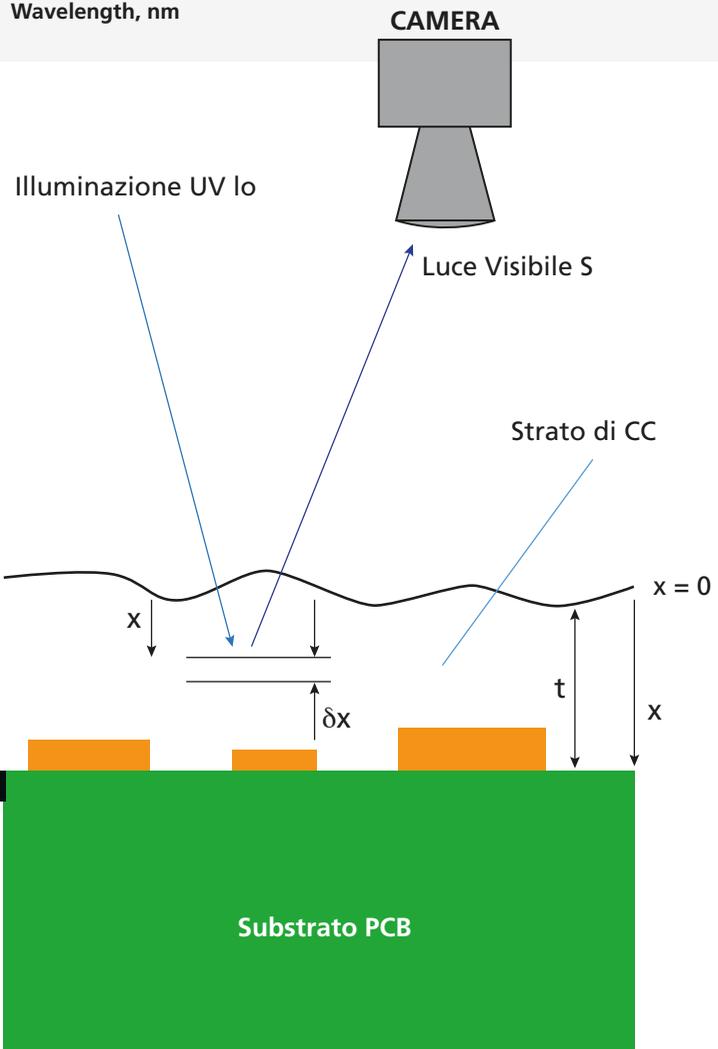
**3. Modello utilizzato per la misurazione dello spessore del conformal coating**

che può essere rilevato facilmente dalle telecamere (vedi Fig. 2).

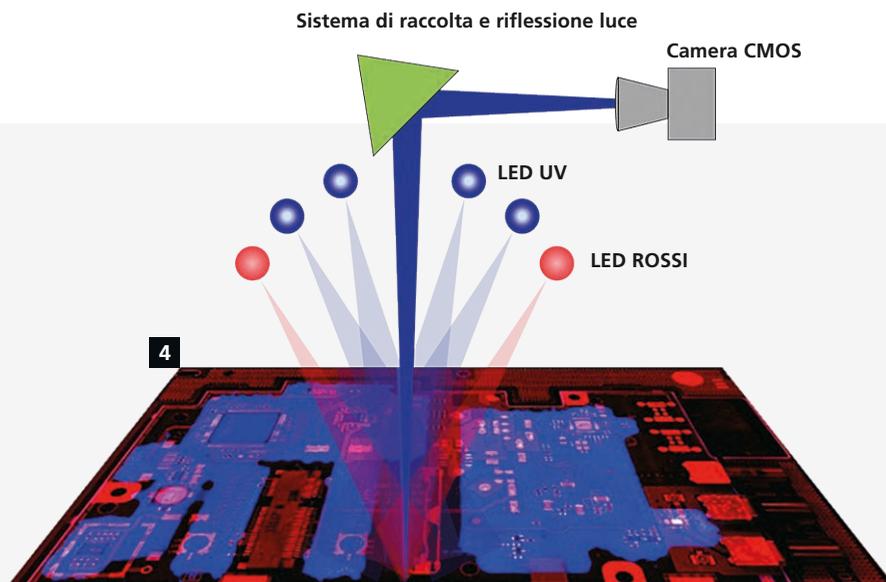
Poiché l'intensità di questa luce dipende dalla quantità di molecole di tracciante "diffuse" in ogni posizione, si deduce che sia quindi direttamente correlata con lo spessore dello strato di rivestimento in ciascuna posizione, visto che a maggior spessore corrisponde una maggior quantità di tracciante e viceversa.

**Misurare lo spessore attraverso la fluorescenza**

Analizziamo il principio di funzionamento di un sistema AOI dotato di luci UV.



3



4. Principio di funzionamento del sistema CCI

5. Caratteristiche di illuminazione delle strisce LED

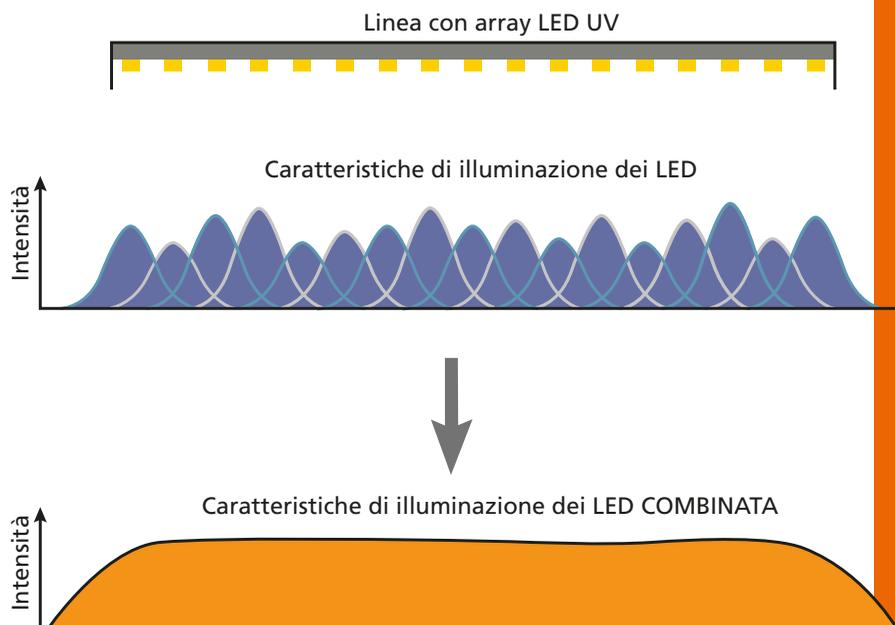
L'ipotesi di base riguardo alla misurazione dello spessore attraverso la fluorescenza ultravioletta si basa sul fatto che i traccianti fluorescenti sono distribuiti in modo abbastanza uniforme e presentano un comportamento costante nella fluorescenza.

In sostanza, si accetta l'assunto che strati di uguale spessore emettono luce con la stessa intensità se vengono sollecitati con la stessa potenza ultravioletta. Per realizzare questa ispezione, la luce visibile emessa dalla superficie del pcb viene catturata da una telecamera, che ne misura l'intensità utilizzando un modello per le misure che si basa sulla geometria illustrata in Fig. 3.

$$S = \frac{CI_0}{c \alpha} (1 - e^{-ct\alpha})$$

Si può dimostrare che vale la relazione, dove:

■ S = intensità luce riflessa

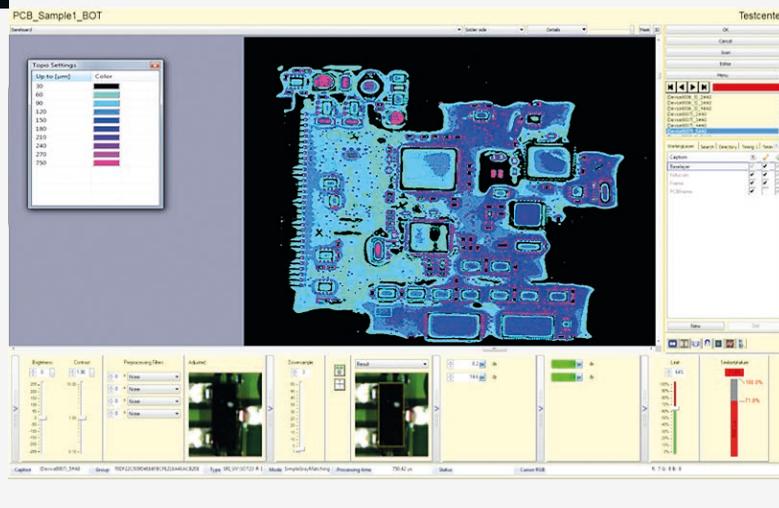


- C = costante
- $I_0$  = intensità luce emessa
- c = concentrazione di tracciante
- $\alpha$  = assorbività
- t = spessore dello strato di conformal coating

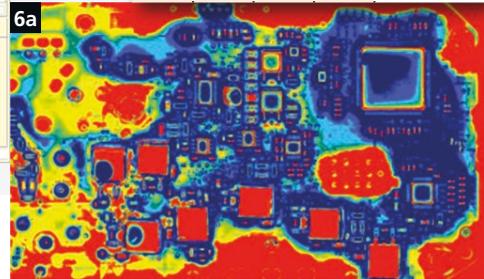
Molti di questi parametri non sono noti e per rapidamente eliminare la loro variabilità risulta molto efficace eseguire una calibrazione. L'idea è quella di utilizzare un metodo di misura verificato dello spessore per ese-

5

6



Low	High	Low (mm)	High (mm)	Color
0	2	0,00	0,02	Red
2	60	0,04	0,04	Yellow
60	80	0,04	0,06	Light Green
80	100	0,10	0,08	Green
100	120	0,00	0,12	Dark Green
120	160	0,00	0,24	Blue
160	200	0,00	0,36	Dark Blue
200	255	0,00	0,48	Very Dark Blue



## 6. Interfaccia grafica

### 6a. Aree con differente spessore di coating

quire la calibrazione al fine di costruire una curva di corrispondenza intensità-spessore.

La linea di sistemi Dragonfly Next proposta da Seica sfrutta vantaggiosamente il principio appena descritto.

Attraverso la combinazione di un software, di una tecnologia scanner con prestazioni specifiche ed avanzate e di un opportuno strumento di misura per la calibrazione, permette di verificare in modo efficiente e veloce lo spessore del conformal coating sull'intera area del PCB.

La tecnologia scanner utilizza (vedi Fig. 4) un sistema ottico particolare che permette di acquisire un'immagine telecentrica dove tutti i componenti sul circuito stampato sono riprodotti in modo perpendicolare mostrandone solo il lato superiore.

Il sistema ottico è montato su una slitta con telecamera RGB lineare mentre l'area è illuminata da strisce

LED, anch'esse montate sulla slitta. La slitta si muove sul circuito stampato, che è posizionato su un convogliatore che si trova al di sotto dello scanner.

Il maggiore vantaggio di questo sistema consiste nel tempo di acquisizione relativamente basso rispetto ad un sistema complesso di telecamere che dovrebbe essere spostato sull'intera area (vedi Fig. 5).

Per facilitare la calibrazione ad uno spessore specifico i sistemi Dragonfly supportano un'interfaccia (vedi Fig. 6) che permette di utilizzare diversi modelli per la misurazione dello spessore basati sia sulla corrente parassita che sull'interferometria a luce bianca.

Per ogni lotto di materiale l'utente dei sistemi Dragonfly Next (vedi Fig. 7) può misurare con precisione alcune posizioni di test predefinite che sono analizzate automaticamente ed usate per adattare il modello di fluorescenza della misura calibrazione).

Queste caratteristiche fanno sì che il sistema Dragonfly si presenti come una macchina di ispezione ottica in grado di verificare la presenza del conformal coating sulle schede elet-

troniche in modo compatibile con le tempistiche di produzione.

Assicurano un esame rapido e completo del deposito di vernice con la combinazione di illuminazione a LED multicolore, illuminazione a LED UV e telecamera; questa tipologia di scansione garantisce il totale rilevamento dei guasti con risultati oggettivi e riproducibili.

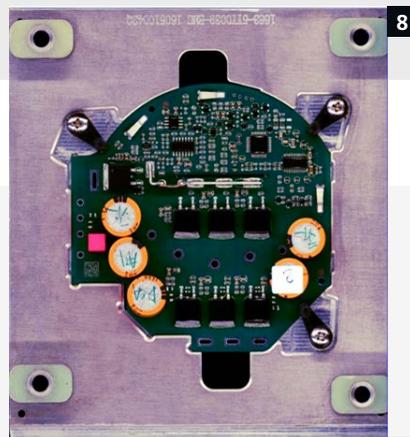
I risultati del test vengono visualizzati nella Repair Station per assicurare la riparazione documentata del componente. Ciò si traduce in risparmio di tempo e costi, nonché in un significativo aumento della qualità.

I sistemi Dragonfly Next non solo possono essere utili per la verifica dello spessore del conformal coating, ma possono essere utilizzati nel controllo del processo produttivo. È possibile infatti evidenziare con questi sistemi problematiche della fase produttiva quali un ugello bloccato o un cambio di materiale.

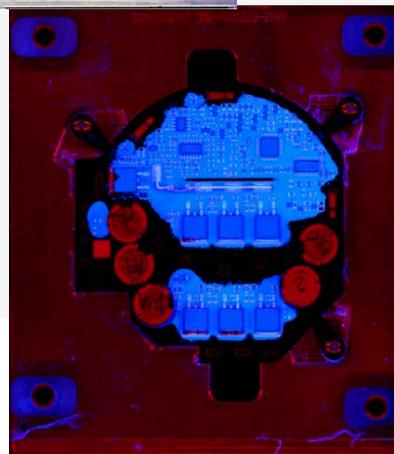
Tra le caratteristiche principali dei sistemi troviamo:



7



8



9

- la possibilità di adattarsi alle varie linee di produzione, utilizzando diverse configurazioni;
- la possibilità di eseguire il controllo in contemporanea di entrambi i lati del PCB;
- la capacità di associare i risultati di ispezione alla singola scheda attraverso l'utilizzo di un barcode;
- la velocità di ispezione superiore ai tradizionali sistemi con telecamera;
- la generazione del programma può essere fatta in pochi minuti;
- la creazione del programma può essere effettuata anche offline, attraverso una programming station, senza quindi interrompere la produzione;
- il debug del programma di ispezione è intuitivo e non richiede una conoscenza approfondita del processo;
- utilizzando un sistema motorizzato, è possibile ispezionare la parte laterale dei componenti, per assicurare la presenza del conformal coating anche su aree normalmente non ispezionabili con sistemi AOI;

**7. Sistema Dragonfly Next di Seica**

8. ???  
 ???

9. ???  
 ?????????????????????

■ manutenzione ordinaria molto semplice, è sufficiente tenere pulito il vetro esterno dello scanner.

Di seguito due esempi concreti di ispezione del conformal coating ottenuti con illuminazione LED a luce bianca (Fig. 8) e con illuminazione UV e a LED (Fig. 9) utilizzando il sistema Dragonfly Next.

Nelle figure 8 e 9 è mostrato un PCB che presenta componenti through-hole ed SMD.

Nell'area che contiene i componenti SMD è stata applicata una vernice per il conformal coating.

La pellicola di rivestimento protettivo contiene un tracciante ultravioletto, chiaramente visibile nella Fig. 9, con illuminazione fluorescente di colore blu chiaro. Il circuito stampato è stato illuminato con LED ultra-

violetti e LED rossi, i primi attivano il tracciante ricettivo ultravioletto presente nella vernice per il conformal coating mentre i secondi evidenziano le strutture del circuito stampato per facilitare l'orientamento dell'utente sull'immagine.

Le varianti d'intensità viste nell'immagine sono direttamente correlate con le varianti dello spessore dello strato protettivo del circuito stampato. Si possono notare alcune aree non correttamente coperte, così come alcuni "splash" oltre le aree definite ed alcuni schizzi in aree che non andrebbero verniciate.

Possiamo quindi affermare che il CCI (Conformal Coating Inspection), con l'ausilio di un modello per analizzare l'intensità di fluorescenza della luce ultravioletta proiettata sui PCB e con un'opportuna calibrazione, risulta essere un metodo efficace, affidabile e veloce per verificare la qualità e l'omogeneità del rivestimento del deposito di vernice.

© RIPRODUZIONE RISERVATA