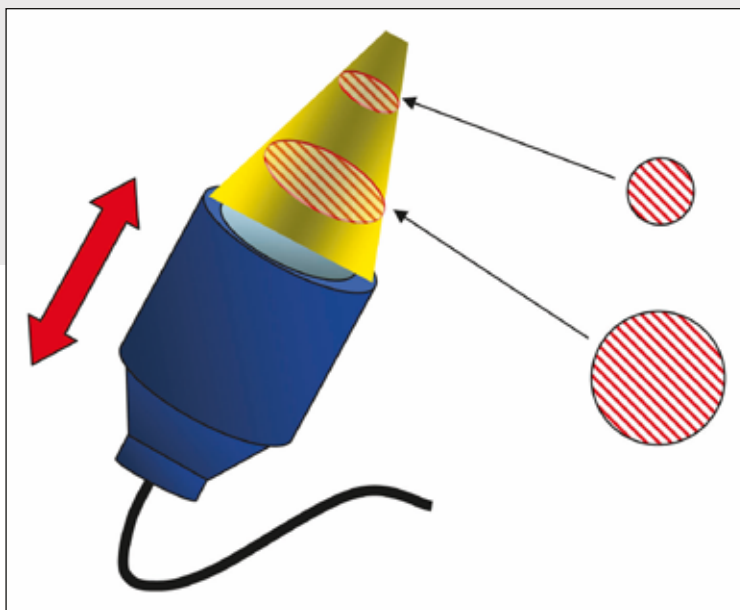


Tutte le soluzioni in commercio che permettono di evitare o ridurre la saldatura manuale presentano vantaggi e svantaggi e per questo motivo vanno valutate attentamente. Tra questa va assumendo un ruolo fondamentale la saldatura laser, anche se un utilizzo consapevole richiede di avere una visione completa del proprio processo produttivo.



Focalizzazione: un fascio conico permette di regolare lo spot controllando la posizione dell'ottica

Il laser nella saldatura selettiva

DI A. RAGA

Le motivazioni che hanno spinto negli ultimi anni allo sviluppo e al miglioramento di sistemi di saldatura selettiva con l'utilizzo di tecnologia laser sono molteplici. Da un lato, la sempre più vasta gamma di apparecchi elettronici in commercio e la corsa alla miniaturizzazione e all'integrazione dei componenti elettronici, dall'altro le sempre più restrittive direttive ambientali hanno contribuito alla rapida crescita di questo settore.

Risulta evidente come sia sempre più importante avere a disposizione sistemi di saldatura puntuali, in grado di raggiungere anche i punti più critici dei circuiti elettronici e di utilizzare leghe Lead-Free sempre meno aggressive in modo da poter completare le saldature su componenti di ti-

po tradizionale senza interferire con i componenti adiacenti.

TECNOLOGIE A CONFRONTO

La saldatura selettiva con l'utilizzo della tecnologia laser nasce con l'obiettivo di risolvere tutti quei problemi produttivi che negli anni si sono venuti a creare con l'utilizzo delle tecnologie tradizionali.

La saldatura manuale, ad esempio, pur non utilizzando temperature di lavoro elevate, risulta legata alla capacità e all'esperienza dell'operatore e risulta, nella maggior parte dei casi, poco proficua.

La tecnologia a onda, sia con l'utilizzo di maschere sia con l'utilizzo di

miniwave, prevede restrizioni nel layout della scheda e richiede investimenti cospicui nella progettazione e nella realizzazione dei pallet. Anche l'utilizzo del punto colla non è applicabile per tutti i componenti e richiede ulteriori fasi produttive come la dispensazione e il curing. L'utilizzo dei pre-form implica problemi di reperimento e di posizionamento.

La saldatura pin-in-paste permette di rifondere contemporaneamente sia i componenti tradizionali sia quelli a montaggio superficiale, ma la differenza e la distribuzione delle diverse masse termiche sui circuiti possono dare luogo a risultati qualitativamente differenti tra i vari componenti.

La saldatura selettiva laser si pone dunque come soluzione in grado di

soddisfare le richieste di produzione mista SMT e TH in termini di qualità, ripetibilità e flessibilità.

Una spinta importante e fondamentale per lo sviluppo di questa tecnologia è stata data dall'utilizzo di nuove e più performanti sorgenti laser.

TECNOLOGIA LASER

Il laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) viene inventato agli inizi degli anni '60. Anche se la paternità dell'invenzione è dubbia, si può constatare che lo sviluppo di questa tecnologia non si è arrestato ed è utilizzata in diversi settori produttivi.

Le caratteristiche fondamentali che differenziano la radiazione laser da altre fonti luminose sono la direzionalità, la monocromaticità, la brillantezza e la coerenza. La sorgente laser infatti permette di emettere la radiazione in un'unica direzione, a una frequenza nota e stabile e con un'ener-

gia emessa molto superiore rispetto ad altre fonti tradizionali.

Le caratteristiche principali che contraddistinguono una sorgente laser sono la potenza, la lunghezza d'onda, il tipo di irradiazione e l'ottica utilizzata per il trasferimento del fascio.

Combinazioni differenti di questi parametri rendono il laser applicabile a settori tra loro differenti come il medicale, l'elettronico e l'industriale.

Ciò che ha permesso di integrare la tecnologia laser nella saldatura selettiva è stato il miglioramento di alcuni aspetti che sono fondamentali per il processo di saldatura.

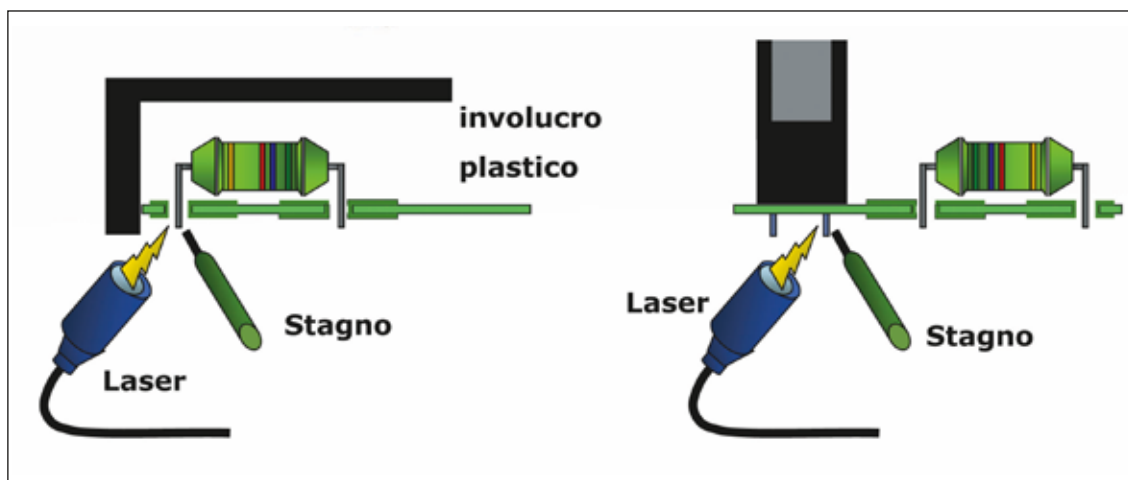
Il controllo della potenza della sorgente e la costanza di erogazione sono necessari per poter disporre di un processo stabile e ripetitivo.

La caratterizzazione della curva di potenza rende la sorgente laser sfruttabile per tutto il range di lavoro disponibile. L'utilizzo di ottiche sviluppate per la saldatura presentano fasci perfettamente conici. Questo aspetto è di fondamentale im-

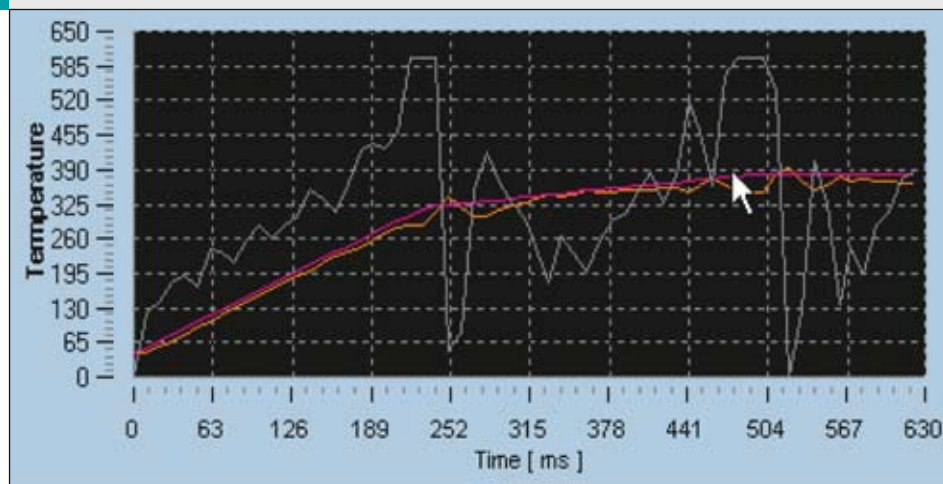
portanza perché consente, muovendo l'ottica, di essere sempre focalizzati correttamente sul giunto da saldare senza avere fasci ovalizzati. Ottiche dedicate hanno la peculiarità di presentare spot molto concentrati e uniformi.

L'uniformità della radiazione luminosa è una caratteristica da non sottovalutare per poter trasferire la corretta quantità di energia sul giunto che deve essere saldato. Ottiche non collimate correttamente, oppure mal posizionate, possono generare uno spot non regolare e non perfettamente a fuoco in tutta la sua area.

L'utilizzo della tecnologia laser per la saldatura selettiva consente di effettuare un riscaldamento puntuale. Si possono evitare in questo modo elevati stress termici e possono essere dunque saldati anche quei componenti più sensibili alle alte temperature. Trasferendo il calore e l'energia tramite un fascio si elimina completamente ogni contatto meccanico; i componenti non necessitano quin-



Vantaggi del Laser: riscaldamento puntuale, saldatura di componenti in spazi angusti, passo ridotto, vicinanza con involucri plastici



Possibilità di scegliere e controllare un profilo di temperatura per ogni giunto

di di fissaggio e, per lo stesso motivo, si riducono usura e manutenzioni delle parti coinvolte. Utilizzando fasci molto stretti è possibile saldare in spazi angusti, oppure saldare componenti fine pitch.

Avendo a disposizione ottiche motorizzate risulta poi possibile ottimizzare la superficie di riscaldamento per ogni singolo giunto di saldatura. Un aspetto da non sottovalutare inoltre è il ridotto consumo di energia elettrica e la totale assenza di tempi di warm-up.

PARAMETRI DI PROCESSO

Nel processo di saldatura selettiva mediante tecnologia laser – come per le altre tecnologie – intervengono molteplici variabili quali la geometria delle piazzole o la dimensione della corona circolare che possono influire sulla formazione del giunto di saldatura. In particolare risultano importanti i rapporti dimensionali tra la corona e il foro passante.

Se la proporzione non risulta ottimale – ad esempio il foro risulta

essere troppo grande oppure troppo stretto rispetto al diametro del pin – si possono avere problemi nella risalita dello stagno sul lato componenti.

Se il pin risulta troppo lungo, oppure troppo corto, si possono verificare problemi di scarsa adesione sia sul pin che sulla piazzola. Oltre alle variabili fisiche e geometriche dei circuiti stampati e dei componenti bisogna oltretutto tenere in importante considerazione i parametri di saldatura che vengono applicati durante il processo. Il controllo del profilo termico associato a ciascun giunto permette di poter ottimizzare i parametri di saldatura soprattutto in quei casi in cui ad esempio le piazzole sono raccordate a piani di massa, il circuito presenta un numero elevato di layer e quando i componenti da saldare presentano una grande massa termica.

L'utilizzo di strumenti di rilettura della temperatura, come ad esempio pirometri ottici in grado di rilevare la temperatura esattamente sul giunto da saldare con tempi di risposta inferiori ai 10 ms, permettono di carat-

terizzare in maniera univoca il profilo termico per ogni singolo giunto di saldatura.

Questa caratteristica è basilare per eliminare quei problemi propri delle saldature quali la formazione di void o le saldature fredde.

L'utilizzo di un pirometro consente inoltre di velocizzare considerevolmente la creazione dei programmi e si rivela uno strumento fondamentale per quegli operatori che hanno poca dimestichezza o esperienza con i profili di saldatura. L'acquisizione della temperatura sul giunto e la possibilità di salvare il profilo termico diventano poi molto utili in tutti in quei casi in cui bisogna garantire una tracciabilità completa di processo.

SALDATRICI SELETTIVE LASER FIREFLY

SEICA, forte di un'esperienza maturata nella movimentazione assi e negli azionamenti sui sistemi Flying Probe propone con la linea dei sistemi di saldatura selettiva FireFly, un perfetto esempio di integrazione tra software, meccanica e tecnologia laser. Sulle saldatrici FireFly è possibile programmare, per ogni singolo giunto, un determinato profilo termico.

Questo è composto da tre fasi ed è caratterizzato dall'andamento della temperatura nell'unità di tempo.

Nella prima fase vengono impostati valore di temperatura e tempo sufficienti a riscaldare la superficie della piazzola e del pin. Segue una fase in cui si imposta una temperatura superiore a quella della pri-

ma fase, che permette la fusione dello stagno erogato automaticamente sul giunto. Il tempo della seconda fase è proporzionale alla velocità e alla quantità del filo di stagno erogato. In questa fase si assiste alla creazione del giunto di saldatura. Una volta terminata l'erogazione del filo di stagno si entra nella terza fase che servirà a migliorare bagnabilità e risalita per completare correttamente il giunto di saldatura.

Il controllo del profilo della temperatura viene effettuato tramite il pirometro che, in base alla temperatura letta e al profilo termico impostato per il singolo giunto, comanda l'erogazione della potenza della sorgente laser facendo in modo che il profilo di temperatura reale corrisponda a quello teorico.

Per poter sfruttare in maniera efficace i vantaggi della tecnologia laser sulle saldatrici selettive FireFly, tutti gli elementi operativi sono stati inseriti all'interno di una testa saldante in grado di ruotare di 180°.

Questo consente di raggiungere sempre il punto da saldare e, nel caso, di effettuare rotazioni durante la saldatura per migliorare la bagnabilità, soprattutto sui giunti di grandi dimensioni.

L'ottica della sorgente laser da 60 watt di potenza è collegata alla testa di saldatura tramite una fibra ottica ed è montata su un motore che le permette di adattare la dimensione del fascio in base alle dimensioni del giunto.

L'erogazione dello stagno sul giunto di saldatura è garantita da un motore e da un sensore che in ogni istante rileva la presenza dello sta-

gno nell'ugello di erogazione e, di conseguenza, controlla la quantità di filo erogata sul giunto. Essendo le dimensioni dei componenti elettronici e dei circuiti molto vari, sul sistema di saldatura si possono utilizzare rocchetti di stagno da 500 g con diametri compresi tra 0,5 e 1 mm.

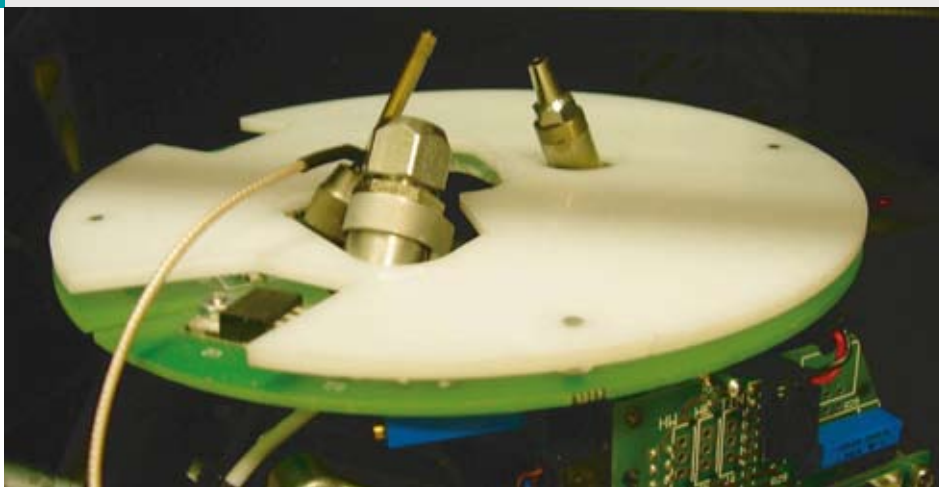
Per definizione la saldatura selettiva nasce per il completamento dei circuiti elettronici. Questo implica che il circuito stampato, prima di essere completato, possa subire stress meccanici e termici che inficiano sulla sua planarità. L'utilizzo della tecnologia laser prevede che il fascio del laser sia sempre perfettamente focalizzato sul giunto di saldatura. Se la scheda non è perfettamente in piano la focalizzazione può non essere garantita.

Per questo motivo sulla testa di saldatura trova spazio un sensore per il rilevamento della planarità della scheda che comunica le correzioni necessarie alla testa di saldatura per garantire la giusta focalizzazione.

Come su qualsiasi sistema dedicato alla produzione, il controllo dell'efficienza e della operatività dei vari componenti è necessario per assicurare un processo stabile e ripetitivo nel tempo. Va considerato, inoltre, che i tempi dovuti al cambio di produzione e di manutenzione devono essere i più brevi possibili in modo da non incidere negativamente sulla produttività del sistema.



Sistema Firefly T 60



Particolare della testa saldante

I sistemi di saldatura selettiva FireFly sono equipaggiati di un sistema in grado di verificare a intervalli regolari l'efficienza del laser e del pirometro. Questa operazione consente di ridurre e ottimizzare i tempi di intervento manutentivo e di evitare fermi macchina non necessari.

La presenza di una telecamera posta al centro della testa di saldatura, oltre a svolgere funzioni quali riconoscimento dei fiducial e di memorizzazione dei video di saldatura, consente di monitorare in ogni istante il sistema durante la fase produttiva.

SOFTWARE DI GESTIONE

Ogni sistema creato e realizzato per la produzione deve possedere un'interfaccia software in grado di consentire l'utilizzo dei sistemi anche da parte di operatori poco esperti. Il software del sistema riveste dunque un'importanza notevole nell'economia di gestione di un sistema. Questo aspetto nell'utilizzo della tecnologia laser viene ulterior-

mente amplificato sia per la scarsa conoscenza della tecnologia laser sia per il numero di parametri che vanno gestiti.

Tra le funzioni fondamentali che un software deve possedere vi è la possibilità di generare, estrapolando i dati e le dimensioni geometriche dei giunti da saldare dai dati CAD/CAM, un programma completo di saldatura.

VIVA, il software di gestione delle saldatrici Laser Firefly, partendo dai dati CAD/CAM o dai dati inseriti manualmente dall'operatore, grazie a una macro messa a punto per la saldatura, è in grado di generare in automatico i parametri adatti.

L'esperienza quotidiana ci insegna come sia la finitura superficiale dei circuiti sia le leghe utilizzate incidano in maniera determinante sui risultati di saldatura. L'utilizzo di leghe Lead-Free con flussanti sviluppati appositamente per la tecnologia laser e l'utilizzo di finiture a base stagno sono una garanzia per ottenere i risultati sperati. Per questo motivo il software VIVA è in grado di gestire le caratte-

ristiche del PCB come il colore, la finitura superficiale e la composizione dello stagno da utilizzare per creare parametri di saldatura e, quindi, profili termici adatti a ogni tipo di scheda e componente.

Un altro aspetto che non può essere trascurato è quello relativo alla tracciabilità di processo. Un processo controllato nel tempo fornisce immediatamente un'indicazione precisa sulla stabilità della produzione e, di conseguenza, sulla qualità e la ripetitività dei risultati e permette di rilevare anche le più piccole derive di produzione.

Il software VIVA consente il salvataggio, per ogni giunto di saldatura, dei profili termici utilizzati, delle effettive temperature rilevate e del video della saldatura. In questo modo permette, in qualsiasi momento, di effettuare verifiche a campione sulla produzione effettuata e di investigare nel modo più dettagliato possibile errori di produzione e potere quindi apportare le giuste modifiche.

L'automatizzazione di una parte di processo così critica come quella della saldatura e, più in particolare, quella della ripresa e del completamento diventa sempre di più un'esigenza per ottenere la massima ripetibilità nei risultati e una ovvia riduzione e ottimizzazione dei costi.

L'impegno di Seica nello sviluppo dei sistemi di saldatura selettiva e nel miglioramento della tecnologia laser è sfociato nella linea di sistemi FireFly, in grado di rispondere alle esigenze di qualità e produttività di cui oggi il mercato ha bisogno.

Autore: Alessio Raga, Seica - www.seica.it