

# Rilavorazione di CSP o di LLP – Cosa c'è di nuovo?

**I sempre più emergenti nuovi componenti rappresentano un nuovo tipo di problema, per quanto riguarda la rilavorazione, oppure si tratta della stessa sfida pur con un aspetto fisico diverso; ed inoltre, cosa succede quando i nuovi package sono abbinati alla saldatura lead-free (senza piombo)?**

A cura di S. Hawkins – Metcal European Product Manager -

Produrre di più riducendo i costi e le dimensioni del prodotto finale, uno degli slogan dell'industria, non è più un obiettivo per il futuro ma una necessità d'oggi. Come se non bastasse, la situazione sfavorevole ha accelerato la miniaturizzazione, con apparecchiature e processi elettronici utilizzati in produzione, che necessitano di evolvere reciprocamente. Parte di questa evoluzione includerà l'uso di componenti più funzionali, che occupano meno spazio e che "improvvisamente" sono diventati così di moda, quali LGA (Land Grid Array), LLP (Leadless Leadframe Package) e CSP (Chip Scale Package). Nei telefoni mobili, nei palmari e nelle macchine fotografiche digitali la scelta tende a ricadere su questi package - non solo per la loro dimensione e funzionalità, ma anche per i minori costi di fabbricazione.

I CSP sono caratterizzati dalla velocità, densità e producibilità richieste dagli OEM e dai CEM (Contract Electronics Manufacturer – Contoterzisti). Siccome i CSP possono essere montati usando i processi SMT e le attrezzature standard, essi permettono ai progettisti e ai fabbricanti di ottenere di più, con il minor sforzo possibile.

## **La rilavorazione non diminuirà**

Oggi i fabbricanti del settore elettronico sono più automatizzati che mai; la logica suggerisce che la necessità di rilavorazione dovrebbe diminuire. Di fatto, è vero il contrario. Le schede ad alta densità, in realtà, alzano i livelli di rilavorazione, poiché più giunti saldati significano, statisticamente, maggiori possibilità che ci siano difetti.

L'aspetto della rilavorazione in sé è cambiato. Una volta era il "segreto nascosto" dei CEM ed OEM, a lungo considerato un processo che erodeva i profitti: la corretta rilavorazione di una scheda costosa è spesso un elemento critico per i profitti, e permette risparmi cruciali, in termini di tempo di produzione e materiali. In quest'arena eccellono i CSP, poiché essi non richiedono sottoriempimento (underfilling), purché dotati di uno strato flessibile fra le palline di lega saldante ed il die, che permetta una rilavorazione più facile, a fronte di opportune apparecchiature e di operatori addestrati.

## Principi di base

Nel caso di rilavorazione di componenti SMT, package avanzati o 0201, i principi di base sono gli stessi. La chiave per un'efficace rilavorazione dei CSP si può trovare non nelle somiglianze, ma nelle differenze che pregiudicano o favoriscono il compito, e negli attrezzi necessari per portare a termine il lavoro, in modo rapido ed efficiente.

1. Stabilire il profilo termico
2. Rimuovere il componente guasto
3. Pulire e preparare le piazzole
4. Sostituire il componente usando flussante o crema saldante
5. Rifondere
6. Ispezionare

Il riscaldamento a convezione permette uno stretto controllo di processo, essenziale per stabilire un profilo termico ripetibile, che non surriscaldi il componente, né lo tenga troppo a lungo sopra il punto di rifusione.

La definizione del profilo ideale richiede esperienza e pazienza, sebbene i requisiti di base siano ben noti.

Rifusione standard:

Zona	Tempo Necessario (sec)	Target di Temperatura °C
Preriscaldamento	Da 60 a 90	Da 100 a 120
Passaggio allo stato liquido	Da 60 a 90	Da 155 a 175
Rifusione	Da 60 a 90	Da 200 a 220

Il processo di rifusione è particolarmente critico quando si opera su schede lead-free (senza piombo). Le maggiori temperature di processo (fino a 225°C) associate alla sensibilità termica del CSP possono essere problematiche, se non vi è la capacità di salire in temperatura con gradienti che evitino il danneggiamento del componente. Alcuni profili di rifusione lead-free si mantengono per appena 15 secondi al di sopra della temperatura specificata. L'aggiunta di un preriscaldatore controllabile ad un sistema di rilavorazione, è rivolta alle richieste dei processi futuri; ciò permette di evitare il temuto danneggiamento termico, quando si opera su package costosi, non in grado di sopportare un riscaldamento oltre i 240°C. I nuovi sistemi di rilavorazione impiegano quattro zone riscaldanti ed una di raffreddamento, anziché un sistema a tre zone, tipico dei modelli precedenti.

Un profilo lead-free tipico ha temperature di picco comprese fra 225°C e 235°C, con tempi medi attorno ai 20 secondi nella zona di rifusione; questo richiede un eccellente controllo della temperatura e del profilo.

Zona	Tempo Necessario (sec)	Target di Temperatura °C
Preriscaldamento	100	Da 130 a 140
Passaggio allo stato liquido	90	Da 140 a 170
Durata della Rampa	100	Da 170 a 225
Rifusione	Da 15 a 25	Da 225 a 235



Temperatura del componente 225°C e delta T non superiore a 5°C, attraverso il package.

I componenti sul lato inferiore non dovrebbero essere soggetti a più di 200°C, per evitare lo spostamento dalla sede

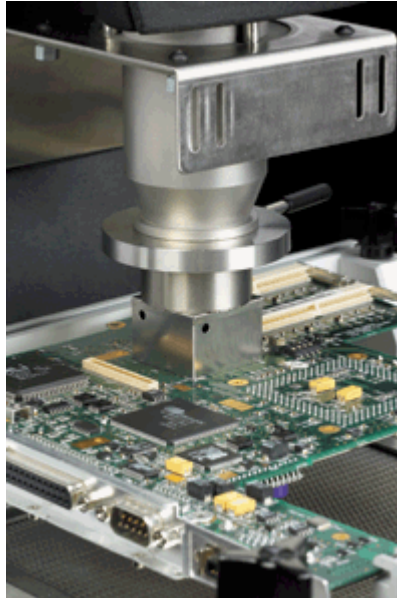
E' essenziale il controllo indipendente dei riscaldatori superiori ed inferiori, per proteggere i package sensibili dal maggior calore tipico dei processi lead-free. Nel momento in cui le queste leghe diventeranno le più utilizzate, il loop chiuso, i parametri di tempo, temperatura e flusso d'aria, potranno aiutare gli operatori a adattare i loro processi. Inoltre, un miglior controllo di processo garantisce ripetitività, un aspetto particolarmente critico per aziende globali con sedi dislocate ovunque.

Nel caso di sistema di saldatura a rifusione, che riscaldi entrambi i lati di una scheda a supporto stampato, la temperatura necessaria per saldare il giunto è riferita alla quantità di calore applicata su entrambi i lati. Mentre è possibile raggiungere una specifica temperatura del giunto saldato, attraverso un certo numero di tentativi di riscaldamento, una combinazione errata può comportare basse rese e risultati catastrofici, incluso l'imbarcamento della scheda, dovuto ad un eccesso di calore sul lato superiore, che spesso crea ponti sugli spigoli dei package BGA e CSP.

Un imbarcamento anche minimo, ad esempio un BGA sollevato di appena 0,1mm (5 mil) attraverso il dispositivo, è sufficiente a provocare aperture dei circuiti. Sebbene non vi siano apparentemente difetti, il giunto sarà costantemente sottoposto a stress, appena la scheda ritorna alla sua sagoma normale, mettendo in forse l'affidabilità a lungo termine.

## Convezione e Flusso d'aria

Per la rilavorazione di CSP sono preferiti i sistemi a convezione, con basso flusso d'aria, poiché i CSP sono normalmente montati su schede ad alta densità. Fino a quando i livelli di flusso d'aria sono al disotto di 15 l/min, e si usa un ugello per rifusione a bassa velocità, questi sistemi riducono il rischio di spostamento dei componenti adiacenti, che alterano l'allineamento creando ulteriore attività di rilavorazione.



*Il nuovo Sistema per la Rilavorazione di Package Array modello APR-5000 di Metcal, adotta il riscaldamento a convezione forzata con basso flusso d'aria; è dotato di una testa di rifusione brevettata e motorizzata, in grado di fornire temperatura uniforme, assicurando una rifusione sicura e simultanea del componente da rimuovere, senza alterare la posizione dei dispositivi adiacenti.*

La rimozione del componente avviene generalmente per mezzo di una pipetta a vuoto. Occorre prestare attenzione, poiché un'eccessiva pressione esercitata sulla pipetta può causare il collassamento della lega saldante, facendola aderire al PCB e rendendone lenta e difficoltosa la pulizia.

## Pulizia

La treccia di rame additivata con flussante rappresenta il metodo migliore per la rimozione della lega saldante residua; tale treccia permette all'operatore di ottenere piazzole piane (preferibili quando bisogna applicare la crema saldante per il nuovo componente). Questo processo deve essere utilizzato per i package LLP.

Se si preferiscono le piazzole a cupola, il flussante dovrebbe essere applicato usando una punta ad onda saldante, per la pulizia del sito. Questo processo può essere usato solo quando la geometria della piazzola è uniforme, altrimenti le altezze dei giunti di saldatura saranno differenti fra di loro. Si tratta di un metodo affidabile e poco dannoso per la rimozione dei residui di lega saldante; a questo scopo sono disponibili apposite punte di saldatura a forma di zoccolo.

Allo scopo di prevenire il danneggiamento termico, e velocizzare il processo di pulizia, molte aziende che si occupano di rilavorazione si stanno spostando dai saldatori manuali "tradizionali" verso saldatori che controllano automaticamente la potenza erogata, mentre mantengono inalterata la temperatura della punta (come ad esempio il principio di

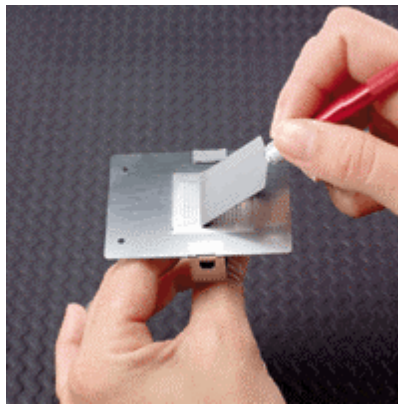
funzionamento Metcal Smart-Heat); ciò elimina la necessità di regolare costantemente i parametri di riscaldamento.

Sono graditi saldatori che aumentano il controllo di processo, riducono la variabilità dovuta all'operatore e permettono la ripetitività dei lavori fra aziende differenti; poiché l'industria si sposta nella direzione della fabbricazione remota, ciò aumenta enormemente la necessità di tool trasparenti, che eliminino l'improvvisazione all'interno della rilavorazione.

### **Deposizione di Materiale – Un Nuovo Approccio**

Nel caso si operi su package array, per il riattacco si possono usare il flussante (metodo di trasferimento per immersione) o la crema saldante. Il tipo di dispositivo e/o la composizione della pallina di lega saldante determineranno quale sia il metodo da usare. Con entrambi i metodi, gli operatori devono prestare molta attenzione alla deposizione del materiale, poiché la precisione di quest'operazione influenza direttamente la resa e la dimensione di un giunto. Mentre, nel caso di un convenzionale componente SMT, un difetto indotto dalla rilavorazione può essere facilmente corretto con il ritocco, con i package array, un solo giunto saldato difettoso richiede di ripartire da capo con l'intero processo.

Si usano ancora le lamine, per applicare la crema saldante al PCB stesso, sebbene questo metodo tradizionale di deposizione della crema saldante crei problemi, dovuti alla planarità e al posizionamento della lamina, oltre che alle limitazioni d'accesso derivanti dalla notevole vicinanza coi componenti adiacenti.



*Nuovi prodotti, quali le Lamine per Serigrafia Componenti di Metcal, riducono il tempo ed i costi richiesti per eseguire il compito quando si usa una lamina tradizionale e possono aumentare la produttività dell'utente.*

Serigrafare all'interno di un PCB completamente popolato di componenti può essere difficoltoso, a causa delle dimensioni e della densità di packaging. Per semplificare questo problema, è stato sviluppato un metodo che permette di applicare lo spessore standard di crema saldante usato in fase d'assemblaggio al package stesso, controllando il volume di lega saldante nel processo di rilavorazione. Una lamina, appositamente progettata, è utilizzata per applicare la crema saldante in quantità e con sagome simili a quanto avviene su una macchina di serigrafia in linea, durante il processo di fabbricazione originale.

La deposizione diretta include la serigrafia della crema saldante sul componente, prima che questo sia prelevato dalla testina di montaggio. Questo processo non è solo semplice, ma anche rapido da eseguire e può aumentare di cinque volte la produttività. Questo metodo è ideale per componenti piccoli e per aree di lavoro ristrette.

Per package con palline di lega saldante, le palline stesse possono essere usate per l'allineamento. Quando si lavora con LGA, si usa il bordo esterno del componente per registrarlo rispetto al telaio di serigrafia. La serigrafia diretta è particolarmente utile nel caso di LGA aventi dimensioni di piazzola differenti sullo stesso componente; il metodo permette agli operatori di serigrafare quantità diverse di lega saldante, mantenendo una altezza uniforme su tutta la parte inferiore del dispositivo. Occorre tener presente che, su questi dispositivi, la pulizia del fluxante e delle piazzole col metodo a striscio non può essere eseguita.

## **Sostituzione**

L'utilizzo di un sistema di visione ad ottica separata aiuta effettivamente gli operatori a raggiungere rese di processo più alte e qualità migliore. Il componente è allineato, montato con la pipetta per la presa sotto vuoto e rifuso con aria calda o gas. Si usa il profilo termico appositamente sviluppato per rimuovere il componente; in tal modo il nuovo dispositivo non è danneggiato durante il riattacco, anche se possono essere necessari leggeri aggiustamenti, in funzione del tipo di crema o di fluxante.

La capacità di posizionamento automatico, e gli efficaci sistemi di visione dei sistemi di rilavorazione più recenti, migliorano molto la precisione. E' necessario il controllo micrometrico degli assi X e Y, mentre le macchine più avanzate incorporano il controllo motorizzato per l'asse Z; ciò permette di posizionare i componenti all'altezza esatta richiesta, senza spingere troppo sulla crema di stagno. La precisione di 0,025mm (1 mil) è ideale per il posizionamento preciso e ripetibile di CSP e LLP.

## **Ispezione**

I giunti saldati dei componenti provvisti di terminali possono essere ispezionati con successo utilizzando un sistema a basso ingrandimento. Con i CSP ed altri package array, l'ispezione dell'integrità delle palline di lega saldante richiede invece sistemi d'ispezione a raggi X e/o ottici, adatti per vedere sotto ai componenti.

L'ispezione a raggi X mette in luce certi guasti, quali i vuoti, i corti ed i ponti; tuttavia problemi altrettanto seri quali le aperture (open), la frattura dei giunti ed i giunti saldati parzialmente, oltre a problemi relativi al processo come i giunti non saldati, saldature fredde e la contaminazione, non sono rilevabili così facilmente con i raggi X.

I sistemi d'ispezione ottica, utilizzando un meccanismo di tipo endoscopico, localizzano questi guasti grazie ad ottiche e software dedicati, permettendo di rilevare il 90% degli errori, ed eliminando la necessità di ispezioni a raggi X, costose e che richiedono molto tempo, oltre che un approfondito training del personale. Per le aziende che già utilizzano i raggi X, un sistema ottico può rappresentare il primo stadio di un processo d'ispezione completo.

Vi sono alcuni requisiti per un'ispezione ottica efficace. Con alte densità di package, qualsiasi sistema deve essere in grado di manovrare fra i componenti in spazi ridotti a 1,1mm (43 mil). Per un'ispezione ottica completa, i sistemi devono essere in grado di "vedere" sotto i package array con altezze di standoff (la distanza compresa fra la parte inferiore del componente e la superficie del PCB) fino a 0,05mm (2 mil), nel caso dei micro-SMD.




*Il sistema d'ispezione ottica di Metcal richiede appena una distanza di 1,1mm (43 mil) fra i componenti, per eseguire ispezioni ottimali.*

## Conclusioni

La popolarità dei CSP, LLP ed altri package array continua a crescere, poiché i dispositivi diventano più piccoli, meno costosi e più complessi. Nonostante l'automazione, le operazioni di rilavorazione restano una parte integrante di una fabbricazione elettronica efficace. La rilavorazione di package array, in particolare i CSP, è una sfida, soprattutto alla luce delle tendenze dell'industria che includono maggiori densità sulle schede, stabilimenti di produzione remoti, controllo di processo ripetibile e maggior attenzione al controllo dei costi inerenti il processo di rilavorazione.

Una rilavorazione efficace richiede di adattare i processi esistenti, e le relative apparecchiature, alle realtà di giunti saldati nascosti e di componenti sensibili alla temperatura. Sistemi di visione migliori, profili di temperatura più precisi, ripetitività di posizionamento e di processo, devono diventare standard per ogni sistema di rilavorazione; ciò è particolarmente vero, non "se" ma "quando" dobbiamo prendere in considerazione questi nuovi package.

**Per domande, i lettori possono prendere contatto con:**

Metcal una Azienda OK International Strada Statale 11 - N.28 20010 Vittuone (Milano) Italia	
	+39 02 90 25 161
<b>F:</b>	+39 02 90 11 11 47
<b>e-mail:</b>	info@metcal.it
<b>Website:</b>	<a href="http://www.metcal.it">www.metcal.it</a> <a href="http://www.okinternational.it">www.okinternational.it</a>