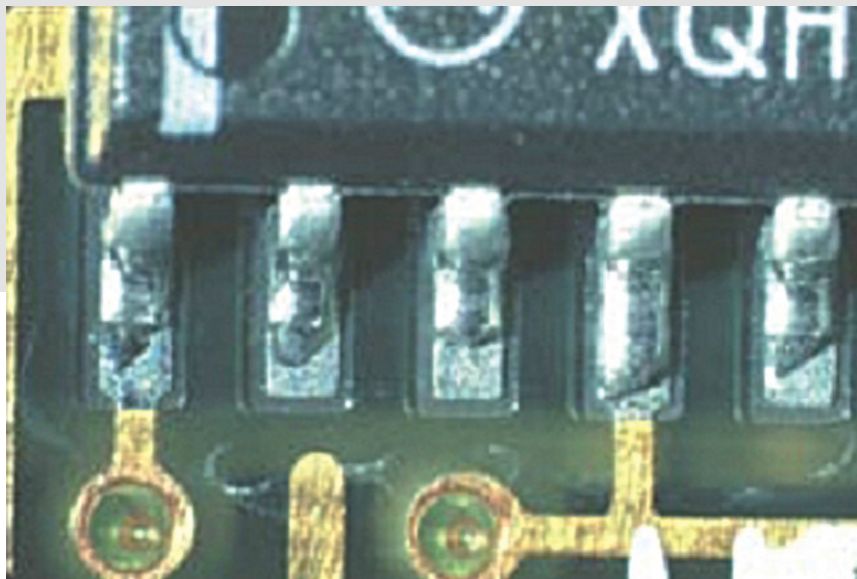


PRODUZIONE: DAL DOPPIA FACCIA AL MULTISTRATO

In seno a un processo di assemblaggio delle schede elettroniche, sia in ambito di tecnologia smt che th, emergono a volte dei problemi che rendono difficoltosa e, in taluni casi, addirittura impossibile la fase di saldatura.

Possiamo parlare di inconvenienti che possono essere direttamente o indirettamente correlati alla bare board. Gli inconvenienti però non si limitano solo a questo: anche una bonifica e uno stoccaggio dei cs male eseguiti possono essere fonti di guai all'atto della saldatura.



Dewetting su pcb finito in ENIG

Problemi di saldatura derivati dai cs

DI
F. CALDERONI

Quando si è in presenza di un progetto errato (ambito del Design for Manufacturing), la scelta del laminato di base può non essere corretta, la scelta del tipo di finitura superficiale può non essere conforme all'obiettivo desiderato oppure può non venire eseguita secondo le norme, o ancora la realizzazione del circuito stampato può avvenire al di fuori dagli standard di accettabilità; si tratta naturalmente di problemi che riguardano il cd in modo diretto. I problemi indiretti sono invece da ricercare a livello di imballaggio o di stoccaggio a magazzino, in particolare nel caso in cui siano eseguiti in modo improprio, quando il bake di condizionamento non sia eseguito o, se lo è, che questo sia stato condotto in base a parametri non idonei. Ciò in tutti i casi in cui si sia in presenza di un handling inaccurato.

I produttori di pcb non possono che marginalmente, e solo in alcuni casi, suggerire modifiche al design della scheda; modifiche che, in base all'esperienza e alle necessità produttive – è bene evidenziarlo – portano solo a dei benefici marginali. Frequentemente nel DfM non vengono rispettate le “design rules” tecnologiche per i pcb e l'ingegnerizzazione dei layout (Design for Fabrication), così come per il montaggio vero e proprio dei componenti (Design for Assembling) sono trascurati aspetti quali:

- rispetto delle distanze minime tra componenti, la loro disposizione e collocazione sulla scheda anche in funzione di un'eventuale depanelizzazione;
- dimensionamento dei pad di saldatura (regolati secondo lo standard che si rifà alle norme IPC-SM-782 “A Surface Mount Device Land Pattern Standard”) fondamentali

per gli assemblaggi lead free;

- dimensionamento delle masse termiche;
- ottimizzazione del layout in funzione del processo di saldatura;
- bilanciamento dei componenti tra top e bottom.

A queste semplici regole di progettazione non bisogna dimenticare di aggiungere l'inserimento e il dimensionamento dei test point atti a garantire la copertura di test elettrico desiderata (Design for Testability), aspetto quest'ultimo che travalica l'assemblaggio vero e proprio ma che, se trascurato, comporta comunque seri problemi.

IL LAMINATO DI BASE

Il laminato di base dei pcb ha assunto un ruolo ancora più importante con l'avvento delle saldature

lead free; sebbene per una parte dei cs non sia necessario, ma auspicabile, sarebbe opportuno utilizzare laminati con valore di Tg medio o alto (Glass Transition, almeno superiore ai 150 °C) e con un basso Cte in asse Z (Coefficient in Thermal Expansion, al di sotto delle 50 ppm). Un materiale non idoneo può causare difetti riscontrabili anche a distanza di diverso tempo dall'entrata in funzione dell'apparecchiatura di cui la scheda fa parte. Infatti si possono generare delle micro fratture della metallizzazione del foro (Barrel Cracking) dovute ai diversi coefficienti di espan-

sione termica del rame e della resina epossidica normalmente impiegata come isolante e in cui sono affogate le fibre di vetro.

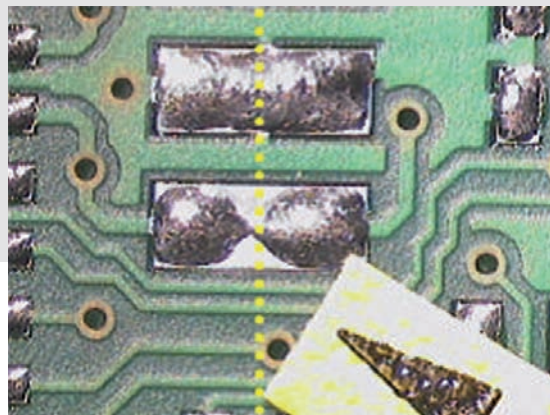
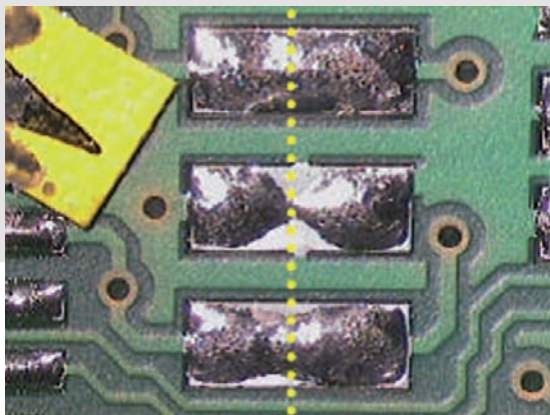
Gli sbalzi termici repentini, con la conseguente dilatazione della scheda, dovuti ai diversi stati in cui si trova l'apparecchiatura appena avviata rispetto a quando è a regime, mettono in evidenza i difetti latenti che si traducono in queste microfratture.

Si possono manifestare anche dilatazioni a più lenta evoluzione nel tempo, dovute alle diverse temperature delle stagioni.

La giusta scelta del materiale di ba-

se non deve e non può essere fatta dal costruttore di pcb, bensì dal progettista. Infatti solo lui conosce tutti i parametri elettrici e meccanici necessari alla specifica scheda. Deve essere una scelta ben ponderata e accurata in quanto i materiali con alto Tg, oltre ad avere un costo maggiore diretto, impongono al produttore di circuiti una serie di accorgimenti che ne fanno sensibilmente lievitare il costo. Chiaramente il costruttore deve poi rispettare i parametri imposti dal progettista e utilizzare esclusivamente materiali che ne soddisfino i requisiti, dando un riscontro oggettivo al cliente.

No wetting su hasl con spessore scarso

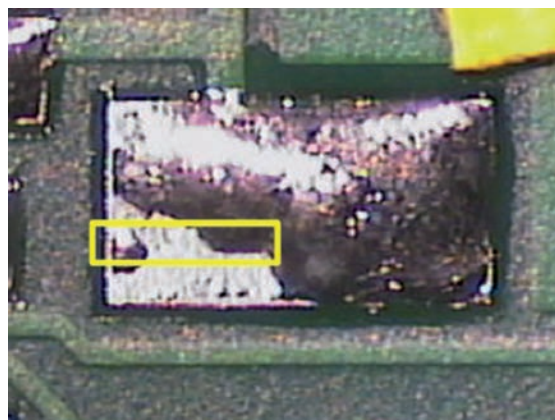


LA FINITURA SUPERFICIALE

Così come per il laminato, la scelta della finitura superficiale risulta determinante per un assemblaggio conforme e privo di problemi. Come per il laminato, questa scelta deve essere fatta dal progettista, in questo caso coadiuvato dal produttore di pcb, e dall'assemblatore (sia nel caso di produzione interna, ma soprattutto se si tratta di un terzista).

Le variabili che intervengono sono effettivamente molte, dal tipo di pcb (mono faccia, doppia faccia o multistrato), al tipo di componenti presenti sulla scheda e alla loro distribuzione (pth, smd un lato, smd due lati); intervengono poi i processi di saldatura, reflow oppure onda, tempo tra le eventuali varie fasi di saldatura (alcuni oem hanno delocalizzato i processi di th e di assemblaggio manuale in paesi a basso costo della manodopera, estendendo in modo

Problema derivante da finitura HASL con spessore errato



considerevole il tempo tra la fase di smt e le successive). Nel gioco rientra anche la capacità tecnologica dell'assemblatore (tipo di forno e sua capacità termica, possibilità o meno di lavorare in atmosfera inerte) e la sua esperienza diretta sul tipo di finitura prescelta (possibilità di profilare ogni scheda e validazione del processo per ogni singola finitura), tempo di magazzino medio delle schede prima dell'assemblaggio e condizioni dello stoccaggio (temperatura dello stoccaggio e umidità relativa).

Nell'esecuzione delle finiture superficiali le responsabilità del produttore di pcb vanno ben oltre il rispetto della scelta del tipo di finitura. Un'esecuzione di questa non a norma porta all'insorgere di seri problemi per tutto il processo di assemblaggio se non, come detto in apertura, a una vera e propria impossibilità di eseguire la saldatura. In una finitura di tipo Hasl, ad esempio, in cui lo spessore del deposito risulti insufficiente, da subito emergerebbe l'impossibilità di condurre a buon fine la saldatura della scheda, indipendentemente dai tempi di stoccaggio, a causa dell'affioramento del rame in superficie, effetto favorito della crescita dei composti intermetallici tra rame e stagno. Lo stesso risultato negativo sarebbe generato dalla presenza di inquinanti nella lega o da uno sbilanciamento nelle sue componenti.

Una finitura superficiale di tipo Enig (oro chimico), per citare un

trattamento di tipo chimico tra i più utilizzati, con depositi insufficienti di Ni o di Au, o una elevata porosità dell'oro, porterebbero a difetti quali *black pad* e *over plating*, tutti difficilmente risolvibili dall'assemblatore finale e comunque se anche tali al prezzo di costi elevati; in generale sono problemi che potrebbero anche comportare la rottamazione delle schede assemblate.

Ne risulta che la scelta della finitura superficiale è complessa e deve coinvolgere necessariamente più funzioni che dalla progettazione arrivano al processo produttivo. Indipendentemente dai possibili problemi che possono intervenire, le finiture ad oggi disponibili Hasl, Enig, Osp, immersion Tin, immersion Ag, se opportunamente scelte, garantiscono la copertura di tutte le necessità produttive con ottimi risultati finali.

DOVE NASCONO ALTRE DIFETTOSITÀ

I pcb possono avere anche altri difetti che portano poi a problemi in saldatura; un insufficiente deposito di rame all'interno del foro, sotto i 18 μ per circuiti di classe 2 (suddivisione dettata dalle norme IPC) e 20 μ per quelli di classe 3, può causare nel processo di saldatura dei componenti tradizionali il fenomeno dell'outgassing, con il caratteristico effetto popcorn delle saldature.

From pcb the welding issues



Within a process of pcb assembly, both in smt and TH technology, problems sometimes arise that make the soldering phase tricky, if not impossible in some cases. Such hitches can be directly or indirectly linked to the bare board.

They are not limited only to this though: a badly carried out cleaning and stocking operation of the PCBs can also be the cause of trouble when it comes to soldering.

Anche la contaminazione ionica della superficie dei circuiti, in particolare delle aree saldabili, può rendere la successiva saldatura non conforme; questa contaminazione deriva da più fattori legati al processo di realizzazione del pcb (ad esempio il flussante utilizzato nel processo di Hasl non rimosso completamente) o anche da un handling poco curato. Gli effetti più probabili di una elevata contaminazione ionica sono la scarsa bagnabilità delle aree saldabili (non wetting) o il ritiro della lega fusa (dewetting). Un altro fattore di rischio deriva dal solder mask, la cui non corretta deposizione, cioè il mancato rispetto delle condizioni di accettabilità indicate nella norma IPC A-600, o la presenza di residui non perfettamente rimossi in fase di sviluppo (coating fotografico), quantunque non visibili ad occhio nudo, non permettono una corretta deposizione della finitura superficiale e, di conseguenza, in cascata, della successiva saldatura del componente.

STOCCAGGIO E BONIFICA: FONTI DI GUAI?

Questa serie di esempi rappresentano una parte dei difetti che incidono direttamente sulla saldabilità del pcb; indirettamente si possono identificare lo stoccaggio e la bonifica delle schede che, se non correttamente eseguiti (o se proprio non eseguiti), introducono comun-

que grossi problemi nella fase di saldatura. I circuiti stampati devono essere considerati a tutti gli effetti come dei componenti "moisture sensitive" (sensibili all'umidità) poiché il materiale di base, comunemente FR4, è molto igroscopico e tende a inglobare umidità. Ne consegue che la vaporizzazione dell'umidità dovuta ai bruschi innalzamenti di temperatura dei processi di reflow, genera delle forti tensioni (effetto "pentola a pressione") all'interno del laminato, situazione questa che, nel caso di pcb multilayer, porta alla delaminazione (distacco) degli strati interni. È bene ricordare che, con l'aumentare del valore della Tg aumenta, in molti casi, l'assorbimento dell'umidità e che quest'ultima fa calare il valore del Tg nel tempo.

Considerando come esempio un laminato FR4, immagazzinandolo in modo improprio in un ambiente umido subisce, in circa un mese, una riduzione del valore del Tg di circa 10 °C. La fase di stoccaggio risulta quindi molto critica e delicata, i circuiti stampati andrebbero immagazzinati a una temperatura compresa tra i 20 ed i 22 °C e, per quanto sopra esposto, con una umidità relativa non superiore al 50%. L'eliminazione dell'umidità inglobata, attraverso il trattamento di bonifica o baking, consente il recupero dei pcb e riporta il Tg al suo valore iniziale. Il processo che consente l'eliminazione dell'umidità inglobata deve essere condotto in modo graduale, per non

incorrere in stress termici, mettendo i circuiti stampati in forno a una temperatura superiore ai 100 °C (senza raggiungere il valore della Tg) per un tempo variabile che dipende dallo spessore della scheda e dal tipo di finitura superficiale; indicativamente il tempo di permanenza deve essere compreso tra le 3 e le 6 ore facendo attenzione alla fase di raffreddamento che deve avvenire, anche in questo caso, molto lentamente e possibilmente in forno.

CONCLUSIONI

Concludendo questa piccola dissertazione possiamo dire che i problemi a cui si trova di fronte l'assemblatore delle schede, arrivano, a volte, anche da molto lontano; è quindi fondamentale che tutte le parti della filiera produttiva interagiscano tra loro per definire di comune accordo la soluzione tecnica più adeguata. Tecnometal, come produttore di circuiti stampati, suggerisce di seguire le linee guida indicate dalle norme internazionali IPC, le stesse prese a riferimento per la propria produzione a garanzia che vengano rispettati gli standard tecnico-qualitativi assicurati ai propri clienti.

per saperne di più:

Tecnometal

Tel. 02 90.96.99.35

Fax 02 90.96.98.54

www-tecnometal-pcb.com