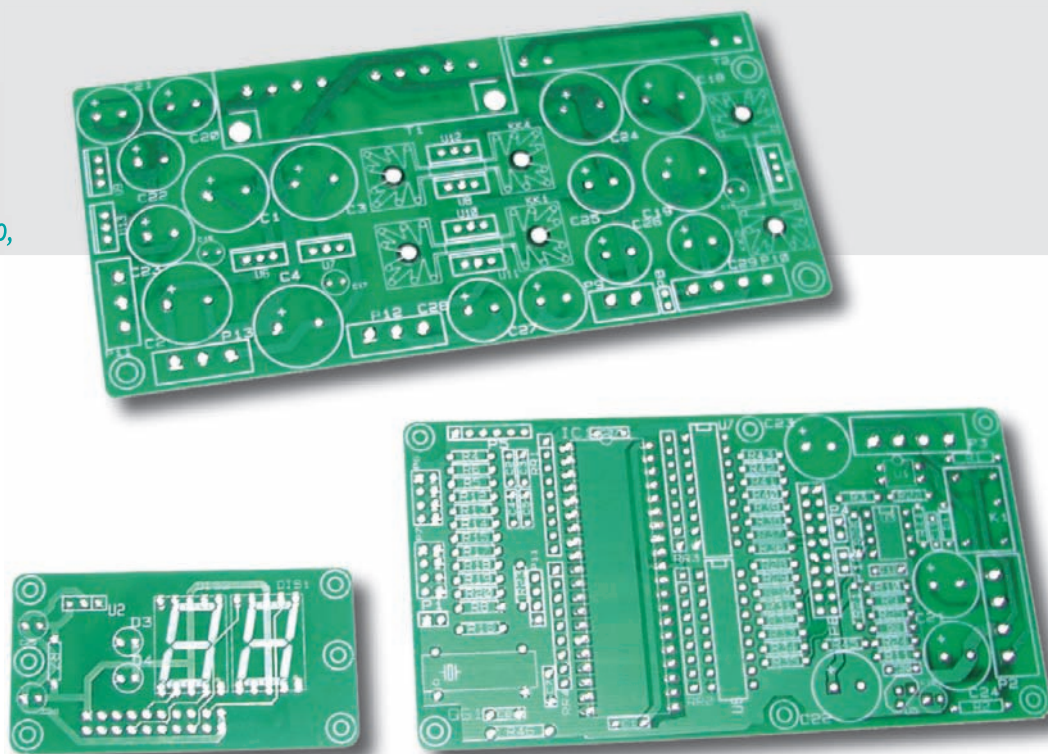


COME E QUANTO LA TECNOLOGIA DI PRODUZIONE DEL PCB
SI RIFLETTE A VALLE NEI PROCESSI DI SALDATURA

Le caratteristiche del circuito stampato, con le variabili che intervengono nel suo processo di fabbricazione, possono influenzare a valle i processi di saldatura che avvengono in assemblaggio.



Il circuito stampato, genesi del processo

DI
F. CALDERONI

L'evoluzione del circuito stampato ha avuto come direttrici di sviluppo lo sfruttamento dello spazio e l'impiego di componenti sempre più sofisticati. Piste e isolamenti si vanno sempre più miniaturizzando e con loro i fori di via; con le forature si è scesi a diametri di 0,25 mm e di 0,15 mm con la foratura laser. È stata impiegata la tecnologia a laminazione sequenziale per realizzare tanto i fori ciechi (cioè quelli non passanti, aperti su un solo lato) che quelli interrati (per la comunicazione dei soli layer interni).

La diminuzione dimensionale dei componenti accompagnata dall'au-

mento del numero dei terminali ha posto con maggiore enfasi l'accento sulla necessità di planarità delle piazzole, che direttamente introduce il tema della finitura superficiale.

Oltre alla richiesta per un'ottima planarità, ci sono diverse caratteristiche che il laminato deve possedere per essere idoneo a un processo qualitativamente elevato:

- alta stabilità dimensionale;
- Tg elevato;
- coefficiente di dilatazione termica molto basso;
- minima tendenza all'assorbimento di umidità.

CENNI DI TECNOLOGIA COSTRUTTIVA DI UN CS

È utile conoscere, per sommi capi, come procede il ciclo di produzione di un multistrato, perché aiuta a capirne il comportamento nelle seguenti fasi di assemblaggio. Alcune fasi sono ovviamente comuni ai più tradizionali circuiti doppia faccia.

Con la laminazione del Dry-film viene stesa una pellicola fotosensibile su entrambe le superfici di rame del substrato (inner layer), previa una loro preparazione che ha lo scopo di rimuovere eventua-

li ossidazioni così da favorire l'adesione del film.

Segue l'esposizione fotografica che ha l'obiettivo di impressionare (polimerizzare) il film fotosensibile con l'immagine (artwork) del circuito che si vuole ottenere.

A questo punto si sviluppa il film rimuovendo la parte non impressionata per azione chimica. Sempre con aggressione chimica si asporta quella parte di rame non protetto dal film polimerizzato, azione questa che mette a nudo il layout del circuito; un'azione chimica chiamata strippaggio asporta la protezione di film polimerizzato da sopra le piste. Il rame subisce a questo punto l'operazione di annerimento, un trattamento superficiale che ne favorisce la completa adesione al pre-preg, cioè all'FR4 non ancora polimerizzato. Il pre-preg viene interposto tra gli strati interni del multilayer per isolarli elettricamente. Impilati e registrati i vari layer intercalati col pre-preg vengono pressati a caldo non prima di aver chiuso la pila con i due fogli di rame (copper foil), uno per parte, che costituiranno le due facce esterne del multilayer.

A questo punto i quadrotti entrano nelle foratrici, macchine cnc che hanno il compito di produrre i fori di via, i fori per i componenti th e, eventualmente, i fori meccanici.

Il passo successivo è quello di rendere conduttiva la parete del foro, operazione che viene eseguita mediante processi chimici che depongono, a seconda dei casi, carbone, grafite, polimeri conduttivi o



metalli come il palladio (nel tempo è stata un po' abbandonata la tecnologia del "rame chimico").

Con lo stesso procedimento di sviluppo fotografico utilizzato per creare i circuiti sulle facce interne, ma con esposizione in negativo, polimerizzando cioè le parti che andranno rimosse in seguito, si procede a creare il layout sulle facce esterne del circuito stampato.

Con processo elettrolitico si accresce lo spessore di rame di tutte le zone non protette e in particolare all'interno dei fori deve essere portato ad uno spessore superiore ai 20 μ .

Lo scopo di questo passo del processo è di creare i collegamenti elettrici tra i vari livelli del multi-

strato e di conferire lo spessore al pattern conduttivo in accordo con le richieste del cliente.

Modulo per il test elettrico



Segue una deposizione galvanica in cui si ricopre con stagno (che ha la funzione di etching resist) il pattern prima di procedere all'incisione per ricavare l'isolamento tra le piste e le piazzole, alla cui conclusione si rimuove la protezione di stagno lasciando scoperta la superficie del rame del layout.

Questa superficie viene pulita e preparata a ricevere il solder mask, una "vernice" che viene depositata su tutta la superficie del circuit

Particolare test elettrico



to stampato creando una copertura uniforme. Il solder mask, attualmente utilizzato, è fotosensibile e nuovamente con processo fotografico si polimerizzano tutte le parti che non dovranno essere scoperte; l'attacco chimico rimuove le parti non polimerizzate come le piazzole di saldatura.

Il solder resist è una resina che viene applicata durante la produzione dei circuiti stampati con lo scopo di delimitare le aree da saldare. Oltre che proteggere le piste, migliora anche l'isolamento elettrico e riduce la possibilità di formazione dei cortocircuiti.

Non reagisce chimicamente con i solventi e gli acidi presenti nei flussanti né con le sostanze eventualmente utilizzate per il successivo lavaggio, possiede una buona resistenza termica nei confronti degli elementi di preriscaldamento e delle leghe in fusione; aderisce saldamente su tutta la superficie dello stampato dove è depositato e si presenta come una pellicola compatta.

Su alcuni circuiti è richiesta una simbologia, su uno o entrambi i lati, che identifichi i componenti o particolari zone.

Questa operazione è condotta per stesura serigrafica di una vernice usualmente bianca (ma esistono altri metodi di deposito), poi polimerizzata in forno.

In accordo con le richieste del cliente si procede poi a coprire le superfici di rame con un'opportuna finitura superficiale per preservarle dall'ossidazione e renderle saldabili a tempo debito.

LA FINITURA MECCANICA

A questo punto il circuito stampato è elettricamente completo e si procede alle operazioni di finitura meccanica per conferire forme e caratteristiche di handling richieste dal cliente; si creano cave, bordi e forature mediante operazioni di tranciatura, fresatura, bisellatura e scoring.

La tranciatura offre buoni risultati di ripetibilità e tolleranza, è una soluzione che richiede la creazione di uno stampo per cui si adatta a produzioni di serie con volumi di una certa consistenza.

La gestione della fresatura è più flessibile e offre una buona precisione essendo eseguita con macchine a controllo numerico.

La bisellatura è l'operazione con cui si smussa il bordo dei circuiti mentre lo scoring è l'operazione di pre-incisione con cui si incide con taglio a V il profilo dei vari circuiti formanti un pannello per facilitarne la singolarizzazione, oppure per separare le schede dallo sfrido utilizzato per il trasporto

in fase di assemblaggio; rimozione dello sfrido e singolarizzazione sono operazioni usualmente condotte a fine ciclo produttivo.

TEST E CONTROLLO

Tutti i circuiti stampati vengono testati elettricamente controllando ogni singola net, testandone la continuità tra il punto d'inizio e le varie terminazioni. Per ogni coppia di net viene inoltre testato l'isolamento. Allo scopi si utilizzano sia sistemi di test elettrico a sonde mobili che a letto d'aghi.

I circuiti che passano il test elettrico sono poi controllati visivamente per verificare le caratteristiche di finitura superficiale, meccaniche e di cosmesi, come ad esempio la qualità di stesura del solder resist.

FINITURE SUPERFICIALI

L'introduzione e il perfezionamento dei flussanti no-clean ha condotto all'abolizione del lavaggio perché questa famiglia di flussanti non lascia, dopo la saldatura, residui corrosivi o conduttivi. In altre parole diminuisce drasticamente la contaminazione ionica superficiale, sebbene diminuisca anche la capacità decappante del flussante. È ormai parte dei ricordi il come con la colofonia si saldasse quasi di tutto e in qualsiasi condizione di processo.



Macchina per foratura meccanica

La ricerca tecnologica ha lavorato per migliorare i metodi per garantire sulla distanza la saldabilità delle piazzole.

Il rame, componente fondamentale di ogni circuito stampato, possiede di base un'ottima saldabilità che sul pratico è resa critica dall'elevata affinità all'ossidazione.

Le piazzole devono allora essere protette per favorire, durante il processo di saldatura, la bagnabilità da parte della lega.

La finitura SnPb è stata ed è ancora utilizzata, ove permesso, con ottimi risultati per decenni.

L'applicazione della RoHS ha imposto alcuni cambiamenti e fatto ritornare in auge altri tipi di finiture. Attualmente le più utilizzate sono: hasl (lead free e non),

l'oro chimico (enig), la passivazione (osp). Il processo chiamato "hot air solder levelling" (hasl),

Esposizione del
modulo Bacher Faps

deposita, tramite una vera e propria operazione di saldatura, una lega metallica.

Il circuito stampato viene immerso nel bagno di lega fusa e all'uscita passato sotto una coppia di lame di aria calda che, rimuovendo il residuo in eccesso, tendono a uniformare il deposito rimasto.

L'altezza di questa finitura superficiale non supera in genere i 20 μm , non è mai completamente piana, ma oggi consente ugualmente di piazzare componenti smt dal passo di 0,5 mm.

L'utilizzo della finitura in oro chimico (enig) permette di ottenere depositi di elevata planarità con minor problemi legati alla crescita intermetallica in quanto risulta molto più lenta della precedente. Usualmente lo spessore del nichel non supera i 4-7 μm e quello dell'oro 0,05-0,07 μm .

Le controindicazioni sono date dall'eventuale presenza del fosforo che, anche solo in quantità modesta, può generare problemi in fase di assemblaggio dei componenti.

Una finitura superficiale alternativa è l'osp o passivazione organica del rame. Si tratta di un rivestimento protettivo ottenuto mediante deposizione di materiale organico monomolecolare o resinoso.

È un rivestimento la cui efficacia dura solo alcuni mesi (sei o poco più) per cui è da controllare con attenzione la rotazione dei cs a magazzino. Il rivestimento osp è rimosso dall'azione del flussante ed è eliminato durante la fase di saldatura.

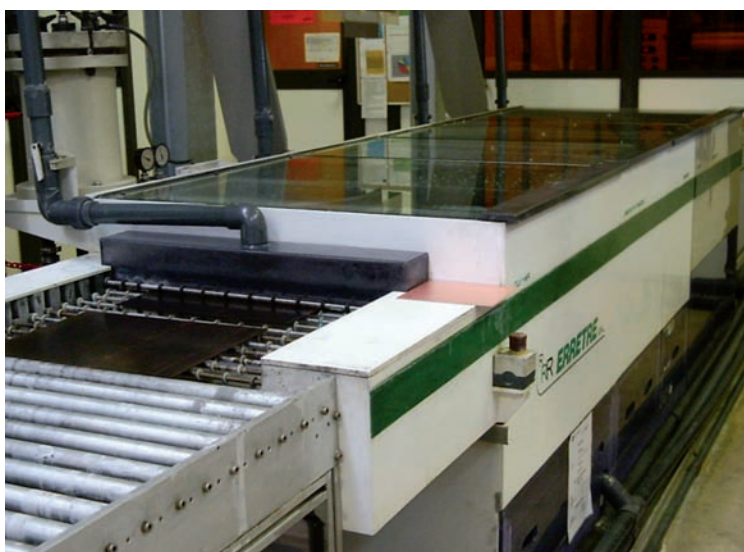
UNA FINESTRA SUL FUTURO

Per seguire la riduzione dimensionale dei componenti e l'aumento del loro numero per unità di superficie si è arrivati a piste e spaziature della larghezza di 100 micron nei prodotti a più alto contenuto tecnologico, con esasperazioni in alcuni casi spinte ai 50 micron.

Di conseguenza anche la tecnologia della creazione dei microvia ha subito una forte impennata, in particolare con la loro produzione mediante laser.

Alcuni costruttori di circuiti stampati sono dell'idea che per contenere i costi di produzione, riducendo al contempo le dimensioni del substrato, sia preferibile la strada della riduzione dimensionale dei fori di via piuttosto che delle dimensioni delle piste.

La tendenza evolutiva del circuito stampato prevalida il confine

Il processo di
metallizzazione

PCB: analysis of the process



Productive characteristics and factors of pcbs have a strong impact on the subsequent processes, especially on the soldering phases.

Soldering presupposes the handling of a number of variables (of the process and materials), the control of which is fundamental for a successful outcome. Furthermore, it takes place on the client's premises or, more frequently, at the client's contractor. Should problems arise, distinguishing the cause is all the more awkward the greater the distance between the pcb producer and the plant where the boards are assembled.

Tecnometal has established a customer service with the task of increasing efficiency of problem-solving communications, in order to guarantee the highest quality of the finished product.

classico dell'elemento di supporto e di interconnessione dei componenti che ospita sulle sue due superfici, arrivando ad ospitare al suo interno, nel caso dei multistrato, i componenti passivi quali resistori, capacità e induttanze. Nella terminologia tecnica anglosassone sono chiamati Embedded Passive Components (epc).

L'elevata integrazione non è stata dettata solamente dalla necessità di ridurre dimensionalmente i dispositivi, ma anche dalla volontà di aumentarne le prestazioni in termini di capacità e velocità di risposta.

Questo ha comportato un'impennata nell'aumento delle frequenze in gioco che ha obbligato i progettisti di circuiti stampati ad adottare la soluzione dell'impedenza controllata, pena il decadimento delle prestazioni elettroniche.

L'IMPORTANZA DEL SERVIZIO

Come si evince dall'analisi, caratteristiche e fattori produttivi dei circuiti stampati hanno un profondo impatto sulle successive lavorazioni a valle, in particolare sulle fasi di saldatura.

La saldatura presuppone la gestione di diverse variabili (di processo e materiali), il cui controllo

è fondamentale per la sua conduzione a buon fine; inoltre essa ha luogo presso il cliente o più frequentemente presso il suo terziario. In caso di problemi il discriminare la causa risulta disagiata, e lo è quanta più distanza intercorre tra il produttore di cs e il plant presso cui vengono assemblate le schede.

Tecnometal ha istituito un servizio di assistenza al cliente che ha il compito di aumentare l'efficienza della comunicazione finalizzata alla risoluzione di eventuali problemi, esattamente come se si trattasse di un tutt'uno tra le due fabbriche.

L'esperienza accumulata di concerto con la continua formazione tecnica, consentono di trovare dei criteri oggettivi direttamente legati alla variabile saldabilità e condivisi da entrambe le parti, che permettano di stabilire con una sufficiente certezza la bontà del circuito stampato prodotto e di rintracciare in modo univoco le cause di un eventuale

problema nell'eventualità di difettosità rilevata.

Autore: Fabio Calderoni, Responsabile Qualità e Processi, Tecnometal

per saperne di più:

Tecnometal

Tel. 02 90.96.99.35

Fax 02 90.96.98.54

www.tecnometal.it