

## Creare fori ciechi a diverse profondità in ambito produttivo

Per molti anni si è cercato di eseguire fori ciechi con il laser nell'industria del Circuito Stampato (CS). Fino a poco tempo fa i processi erano adatti al massimo a piccoli lotti produttivi o prototipi. E' stato recentemente sviluppato un nuovo processo che permetterà alla foratura laser orientata alla produzione di diventare il sistema più economico per creare fori ciechi nei CS. Questo contributo tratta di un progetto che è stato realizzato per illustrare il nuovo metodo di produzione laser di microvia ciechi dentro i pad come interconnessioni per componenti elettronici BGA, QFP. Verranno illustrate tutte le tappe del processo, dal progetto CAM alla fabbricazione.

---

Sono stati definiti la terza rivoluzione del mondo del circuito stampato, tuttavia per qualcuno sono soltanto fori molto piccoli.

Qualcun altro è convinto che siano il futuro dell'industria del circuito stampato. I microvia, definiti come fori di diametro inferiore a  $150\mu\text{m}$ , sono una realtà.

L'affermazione di tecnologie Ball Grid Array, Chip on Board e Chip Scale Packaging ha obbligato i costruttori di circuiti stampati ad una continua rincorsa.

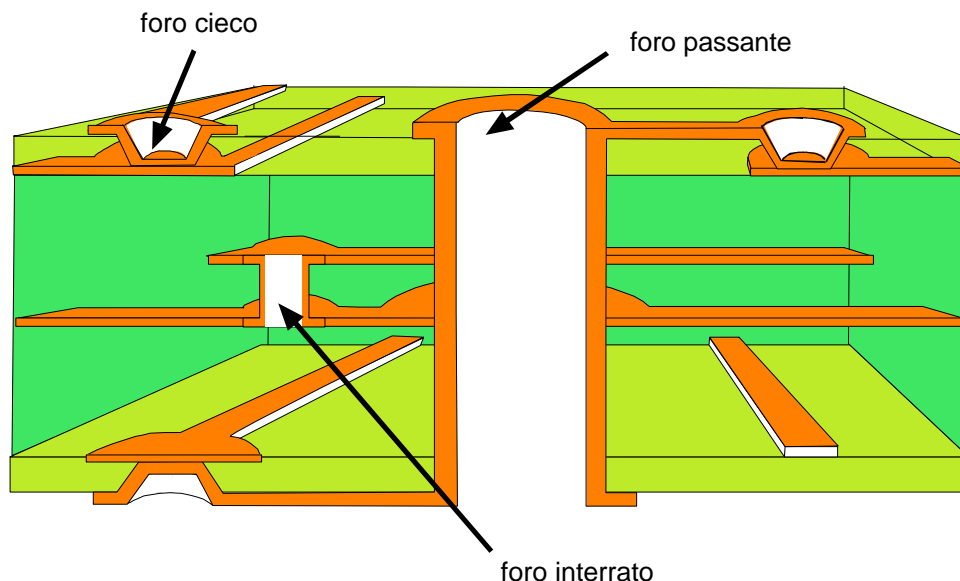
Ma non è certo finita.

I problemi da affrontare sono diversi:

- piastre che contengono più componenti
- componenti con passi più fini
- domanda crescente di interconnessioni

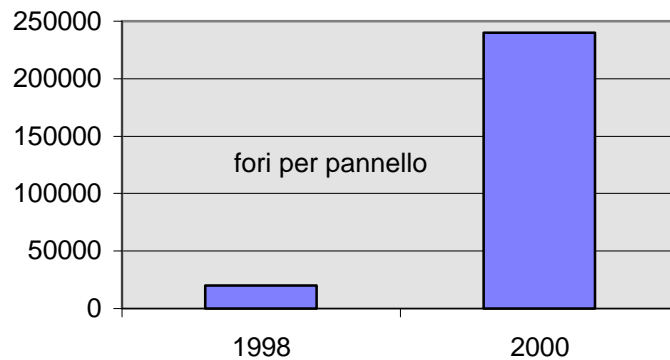
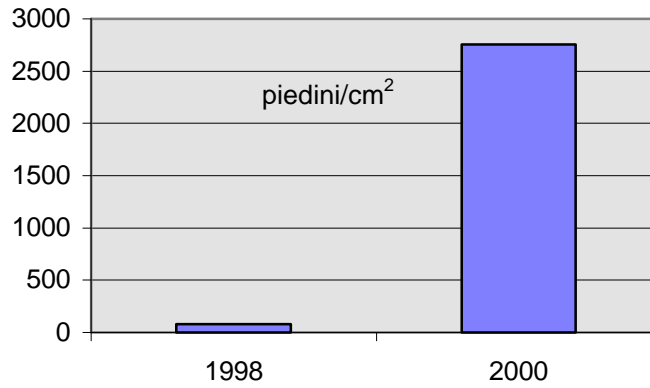
Anche le soluzioni possibili sono diverse:

- aggiungere strati al circuito
- aggiungere fori per interconnettere ulteriori strati
- introdurre piste più fini, ridurre lo spazio tra le piste
- aggiungere microvia passanti, ottenuti con foratura meccanica
- interconnettere con microvia interrati
- interconnettere con microvia ciechi



Oggi la microforatura è il più costoso dei processi di costruzione del circuito stampato ed il futuro presenterà fori in maggior numero e di diametri inferiori.

La crescita prevista della densità dei piedini e delle interconnessioni su asse Z è impressionante (fonte EE Times Sept.97):



I componenti BGA, richiedendo un elevato numero di interconnessioni, sono una vera sfida per il progettista.

Anche COB e CSP richiedono elevati numeri di I/O e di interconnessioni su asse Z.

La necessità di elevata precisione e stabilità porta pure a prendere in seria considerazione l'adozione di nuovi materiali.

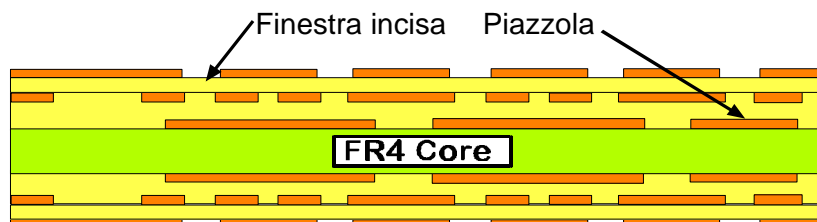
Uno dei vantaggi più evidenti dei microvia è la possibilità di piazzare il foro dentro la piazzola di montaggio superficiale (*via in pad*), che consente di guadagnare spazio prezioso.

Accade infatti che circuiti di elevata complessità non possano essere realizzati a causa della mancanza di superficie dove posizionare i fori (*via starvation*).

I sistemi che consentono di superare questo limite introducono microvia ciechi, che portano il segnale allo strato sottostante.

La tecnologia LaserVia™ sviluppata da MicroPak Labs ed implementata dalla Pluritec consente di introdurre fori ciechi a diverse profondità, che significa collegare i layer 1,2 e 3 ed i layer n, n-1 ed n-2.

Un circuito multistrato processabile con la tecnologia LaserVia™ è illustrato in figura:



La piastra è un circuito 6 strati composto da un laminato di FR4 all'interno e da 2 laminati in fibra di aramide non tessuta sui lati esterni.

I 3 laminati sono pressati insieme interponendo del prepreg rinforzato con fibra di aramide non tessuta.

Sui due strati esterni vengono incise delle aperture sul rame, in corrispondenza di queste finestre il laser viene attivato per rimuovere il dielettrico.

Il laser, di tipo CO2 eccitato in radiofrequenza, agisce in profondità' fino a quando incontra nuovamente il rame, dal quale viene riflesso.

La riflessione del raggio operata del rame assicura che i bordi della finestra incisa non vengano danneggiati e che la foratura sia limitata in profondità' esattamente fino allo strato prescelto, dove si e' posta una piazzola.

Il raggio laser e' di dimensioni superiori alle finestre incise sul rame e converge una quantità' di energia sufficiente ad eseguire il foro con un unico impulso.

Il sistema segue percorsi ottimizzati, calcolati a partire dal file Gerber, ed esegue una foratura continua del circuito, senza dover mai fermare gli assi.

Riassumendo, i requisiti del circuito sono :

- Finestre pre-incise sugli strati esterni (conformal mask)
- Materiale che non contenga fibra di vetro

I benefici che si ottengono sono :

- Interconnessioni fino al 3 layer sottostante
- Produttività' di 40000 fori al minuto \*

Questo valore impressionante di produttività' e' la caratteristica principale di una tecnologia orientata alla produzione su larga scala ma non e' l'unica.

Un altro aspetto rilevante e' la possibilità' di inserire la tecnologia all'interno di un processo produttivo esistente senza stravolgerlo ne' richiedere altri investimenti.

Vediamo quindi come sia possibile per una costruttore di circuiti stampati adottare la tecnologia LaserVia™.

Analizzeremo come esempio la costruzione del circuito 6 strati descritto sopra, eseguita dalla ditta Corona di Leini' (TO).

## 1. Design

Il materiale prescelto per gli strati esterni e' il Thermount® della Dupont, nella versione E210. Stabilite dimensioni e posizioni dei fori su ciascuna faccia esterna del circuito, si preparano i file Gerber che contengano le aperture corrispondenti.

Per ciascuno degli strati esterni si preparano 2 differenti pellicole, una contenente soltanto le finestre di foratura laser e una per l'aspetto finale dello strato.

Gli strati 2 e 5 contengono i pad forati, detti *ciambelle*, che permettono al laser di proseguire la sua opera fino al pad sottostante (layers 3 e 4).

Un apposito programma CAM analizza i file Gerber ed ottimizza il percorso di foratura, dosando l'energia in funzione del diametro e della profondità' del foro da eseguire, ovvero del volume di materiale che deve essere rimosso.

Un algoritmo calcola la quantità' di energia necessaria nel caso di file di fori molto ravvicinati (come, ad esempio, QFP a passo 0,5 mm)

## 2. Fotoincisione dei 3 laminati

il processo di fotoincisione e' del tutto analogo alla realizzazione di un *inner layer*, le difficoltà' sorgono quando si vogliono ottenere aperture di diametro inferiore a 0,10 mm (4 mils): in questo caso e' richiesto uno stretto controllo dei processi di stampa delle pellicole e di allineamento tra gli strati dell'*inner layer*.

## 3. Laminazione (pressatura)

Eventuali movimenti in pressatura non destano particolari preoccupazioni: le tolleranze richieste sono piuttosto strette per quanto riguarda l'allineamento tra gli strati 1-2 (6-5), perché le aperture devono essere centrate rispetto ai pad forati sottostanti affinché il laser possa operare correttamente ; la posizione del pad sul layer 3 (4) invece non è critica, purché esso rimanga sotto l'apertura della *ciambella*.

#### 4. Laser

Questo è il processo più rapido: in meno di 4 minuti il pannello è stato caricato, processato e scaricato automaticamente.

#### 5. Foratura meccanica

I fori meccanici passanti necessari per l'interconnessione vengono eseguiti secondo parametri tradizionali.

#### 6. Metallizzazione

Dopo un desmearing a permanganato di potassio e un microetch a persolfato per rimuovere eventuali residui di ossido nero sugli strati interni, il circuito passa in una linea verticale con electroless al Palladio e poi nel rame elettrolitico.

Le sezioni mostrano l'ottimo risultato.

#### 7. Soldermask

Viene utilizzato il processo standard.

#### 8. Finitura meccanica

I circuiti vengono ricavati dal pannello con fresatura standard.