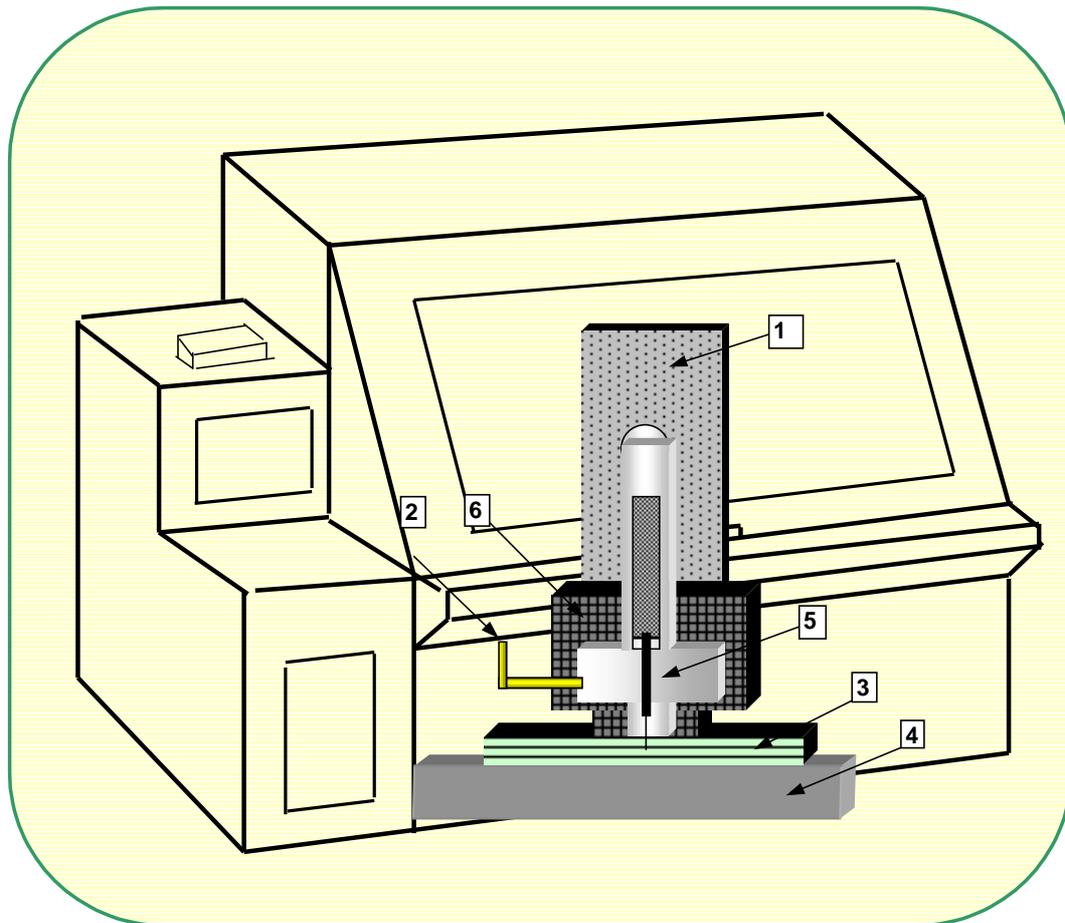


FORATURA

Appunti per il corso



- 1 - mandrino
- 2 - aspirazione
- 3 - pannello
- 4 - tavola
- 5 - punta
- 6 - premiprezzo

Tipologia dei difetti

Rottura punta :

run out eccessivo del mandrino
errata pressione del premi pezzo
macchina instabile
errato tipo di punta
chip load troppo alto
materiale in entrata errato
velocità di uscita troppo alta
profondità eccessiva (si fora la tavola)

Bave :

punta tenera
pressione premi pezzo bassa
materiale in entrata sottile
materiale in uscita tenero o irregolare
chip load alto

Residui:

umidità ambiente bassa (cariche statiche)
errato materiale in uscita
insufficiente pulizia pezzi
vuoto inadeguato
tipo di punta errato
pacco troppo alto
entrata eccessiva nel materiale in uscita

Delaminazione:

fragilità del laminato
chip load alto
pressione premi pezzo irregolare
RPM (vel. rotaz.) troppo alta
materiale in uscita irregolare o tenero

Alonature:

velocità di entrata alta
punta tenera
tempo di sosta in troppo alto
sequenza di foratura troppo lunga
spessore alto del vetro

Diametro foro:

punta errata
velocità errata
punta consumata
punta affilata troppe volte

Posizione fori:

instabilità mandrini
punta scheggiata
frequenza di risonanza durante la foratura
materiale in entrata rugoso
velocità entrata alta
velocità di taglio bassa
velocità di rotazione bassa
pacco alto
settaggio punta errato
cono punta lungo
punta troppo flessibile
macchina fuori registrazione
macchina instabile
materiale in entrata difettoso
vetro alto

Rugosità:

chip load alto
punta tenera
velocità entrata alta
velocità rotazione bassa
materiale in entrata o in uscita errato

Fuori uscita fibre:

velocità uscita bassa
chip load errato
punta consumata

Testa di chiodo:

punta tenera
chip load alto
velocità uscita bassa
punta affilata troppe volte
trascinamento resina tenera

Smearing:

- chip load basso
- tempo di sosta in alto
- velocità di ritorno bassa
- pacco alto
- velocità di rotazione alta
- velocità di entrata bassa
- materiale in uscita tenero
- punta tenera

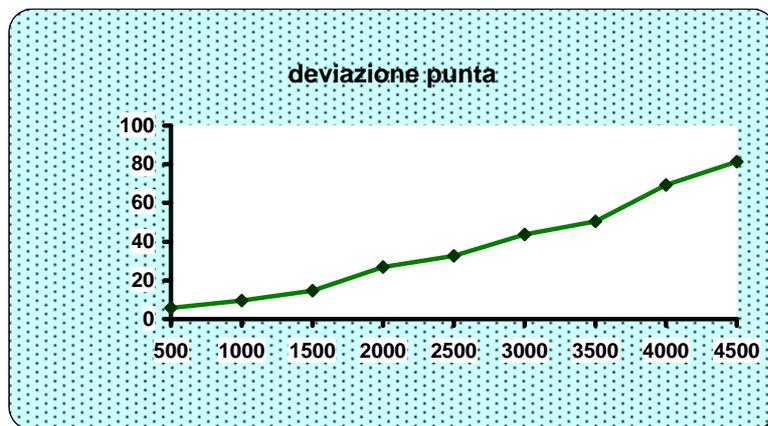
Outgassing:

- materiale stressato in pressa
- materiale difettoso
- materiale umido
- tipo di metallo punta errato

Deviazione punta:

- parametri errati
- materiale in entrata difettoso
- punta usurata
- eccessivo numero di colpi

La prova è stata effettuata con diametro punta 0,4 mm. pacco 3 e parametri normali di foratura. Numero giri mandrino 100k, entrata 2,7 m/m, uscita 15m/m, chip load 0,027mm. Aumentando il numero di battute, quindi con l'usura punta, aumenta la deviazione punta.



CARATTERISTICHE DEL PROCESSO DI FORATURA

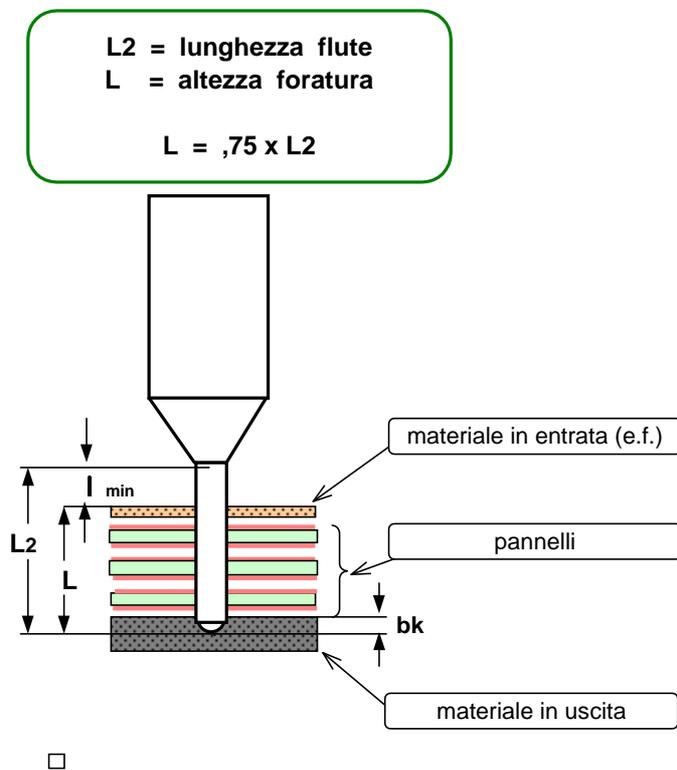
GOOD HOLE - si considera un buon foro quando presenta pareti lisce e uniformi prive di smearing, bave, residui di foratura o altro materiale estraneo.

AMBIENTE - la temperatura e l'umidità del reparto hanno effetto sulle prestazioni delle macchine.
Temp 20 °C +/- 2° U.R. 50 % +/- 5%.

L'umidità del reparto non deve scendere sotto il 45 % per evitare cariche statiche che favoriscono il trattenimento di residui nel foro.

RUN OUT - importante per una buona qualità del foro. Ammesso un valore pari a 12 micron misurato a 12 mm. sotto la faccia del mandrino.

DWELL (tempo di sosta in) - max 1 sec. l'aumento della temperatura è causa di smearing



pacco = (l.elica - (e.f.+Bk+l min))			
Dia	e.f.	Bk	l min
0,20	0,2	0,3	0,3
0,25	0,2	0,3	0,4
0,30	0,2	0,3	0,4
0,35	0,2	0,3	0,5
0,40	0,2	0,4	0,6
0,45	0,5	0,4	0,7
0,50	0,5	0,4	0,8
0,55	0,5	0,5	0,8
0,60	0,5	0,5	0,9
0,65	0,5	0,5	0,9
0,70	0,5	0,5	1,1
0,75	0,5	0,8	1,1
0,80	0,5	0,8	1,2
0,85	0,5	0,8	1,2
0,90	0,5	0,8	1,4
0,95	0,5	0,8	1,4
1,00	0,5	1	1,5
1,05	0,5	1	1,6
1,10	0,5	1	1,6
1,15	0,5	1	1,7
1,20	0,5	1	1,8
1,25	0,5	1	1,9

VELOCITÀ' DI USCITA - max 25 m/m per diametri oltre ,60 mm. al di sotto di questo valore sono consigliati valori più bassi per prevenire le rotture punta.

Accelerazione costante e nessuna scossa nel momento del ritorno sono importanti per piccoli diametri.

Una alta velocità di uscita può causare rotture a causa dell' alto frizionamento dell' utensile contro le pareti del foro.

Per diametri inferiori a ,6 mm. la velocità di uscita va ridotta per evitare rotture.

AVANZAMENTO è la profondità di penetrazione in millimetri della punta nel materiale.

$$S = \text{vel. entrata (metri / min)} \times 1000 / \text{N. giri mandrino}$$

L'avanzamento e la velocità di taglio sono determinanti per una foratura di qualità in quanto il calore prodotto durante la foratura è un fattore decisivo.

Avanzamento alto = riduzione tempi di foratura.

Consigliato un avanzamento pari al 6 - 9 % del diametro dell' utensile.

In ogni caso sotto i 0,35 mm. l' utensile si surriscalderebbe eccessivamente.

Per micro foratura è preferibile il sistema passo / passo.

VELOCITÀ' DI TAGLIO - è il percorso coperto da un angolo di taglio nella unità di tempo (metri / minuto).(**preferibile in ogni caso minore o eguale 200 metri / min**)

$$\text{Cutting speed} \quad CS = \text{RPM} * \text{Pi} * \text{Dia} / 1000$$

$$\text{RPM} = \text{N. giri mandrino}$$

$$\text{Pi} = 3,141$$

$$\text{Dia} = \text{Diametro punta in millimetri}$$

velocità di taglio bassa = riduzione del frizionamento della punta nel materiale (riduzione del calore)

Un metodo rapido per verificare se la velocità di taglio è eccessivamente elevata consiste nel controllare l' angolo di taglio della punta dopo l' uso.

Un arrotondamento eccessivo dello spigolo significa una velocità troppo alta.

VELOCITÀ' MANDRINO (N. giri)

$$_ \text{ velocità di taglio (metri/min) } * 1000 / \text{diametro punta (mm) } * 3,141$$

VELOCITÀ' ENTRATA (mm/min)

$$_ \text{ n. giri } * \text{ chip load (mm / rev) } / 1000$$

CHIP LOAD (micron per giro)

$$\text{Velocità di entrata (millimetri)} \times 1000 / \text{N. giri mandrino}$$

LE PUNTE

I circuiti stampati sono formati da un materiale composito formato da fibre di vetro-resina epossidica e rame.

Da un punto di vista meccanico le fibre di vetro sono dure e hanno potere abrasivo ma essendo molto fragili in natura formano un truciolo omogeneo che produce una bassa resistenza al taglio e quindi una bassa temperatura.

Il rame, al contrario, forma un truciolo che, scorrendo lungo il flute della punta per fuoriuscire, produce una alta temperatura logorando l' utensile.

Per questo motivo si rende necessario l' utilizzo di punte in metallo duro.

L' elemento principale che compone le lega con cui sono costruite le punte per circuiti stampati è il tungsteno 94% legato con cobalto 5.5%.

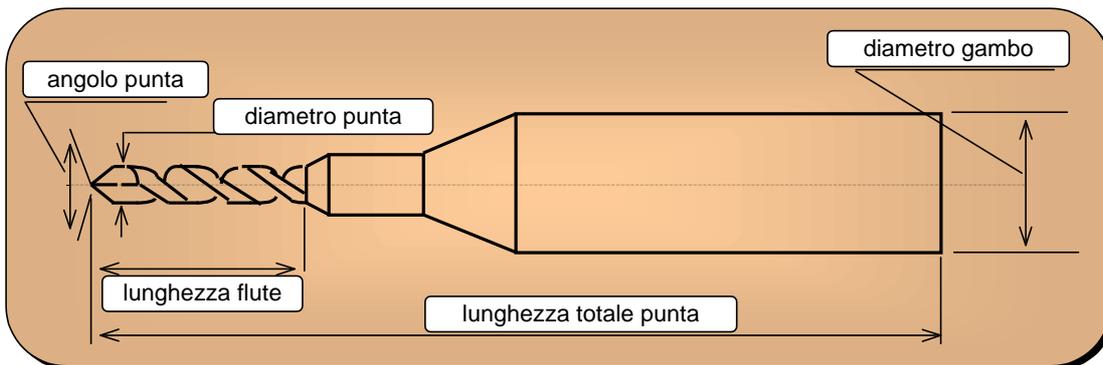
Queste due polveri vengono perfettamente miscelate e quindi pressate dopo di che vengono sottoposte ad un trattamento termico di circa 1400° - 1500°C.

Questo trattamento rende l' insieme molto compatto e con un alto grado di durezza.

Solo pochi tipi di tungsteno possono soddisfare le esigenze per la costruzione di punte.

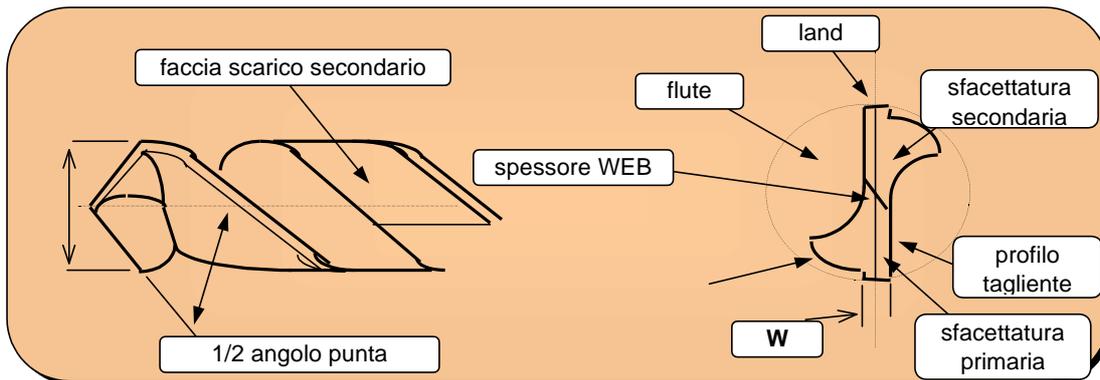
Le punte per circuiti stampati devono essere costruite con un materiale che sia estremamente resistente all' usura e poco sensibile alla rottura.

Altri due elementi vengono a volte aggiunti a questa lega e sono il titanio e il tantalio:



Lunghezza del flute

Un flute molto lungo riduce la rigidità della punta rendendola soggetta a rotture, un flute troppo corto è anche esso causa di rotture in quanto viene ridotta la sua funzione di espulsore dei residui e dei trucioli.

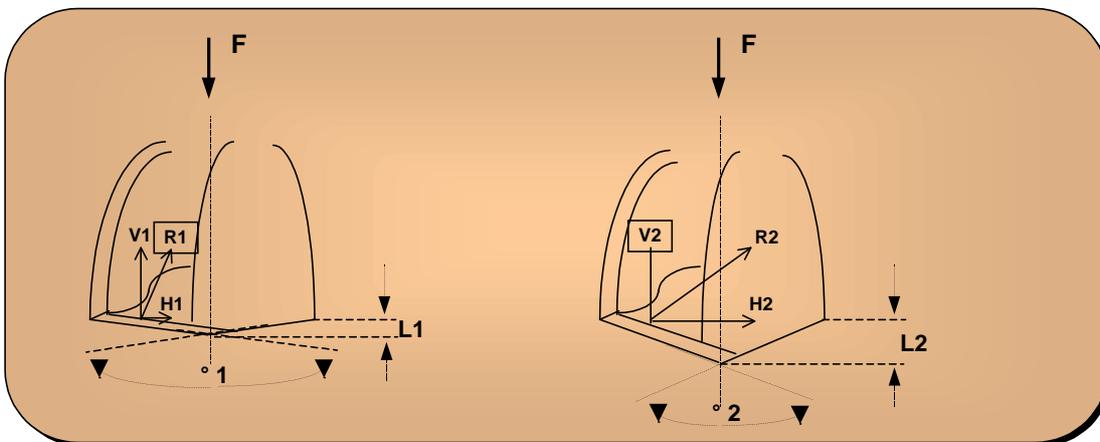


Angolo della punta

L'angolo della punta andrà ad influenzare l'espulsione del truciolo.

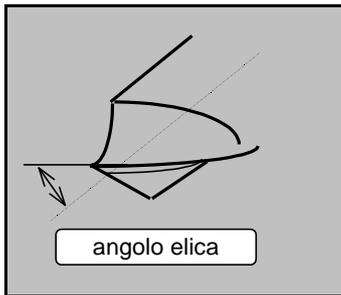
a - a parità di velocità di entrata, con un angolo piccolo si avrà una diminuzione della forza di taglio, ma aumenterà la torsione, con un angolo largo aumenterà la forza di taglio ma diminuirà la torsione. ($V_1 > V_2$, $H_1 < H_2$)

Quindi la resistenza al taglio è più piccola con angoli più grandi. ($R_1 < R_2$)



Lo spessore delle bave sarà più alto più piccolo è l'angolo della punta.

A parità di angolo le bave aumentano di spessore con l'aumento del diametro della punta, quindi all'aumentare del diametro si rende necessario un aumento dell'angolo per favorire inoltre la fuoriuscita dei residui.



Angolo dell' elica

L' angolo dell' elica è determinante per l' espulsione del truciolo.

Più piccolo è l' angolo dell' elica migliore sarà l'espulsione del truciolo, ma un angolo troppo piccolo può essere causa di rugosità e bave all' interno dei fori.

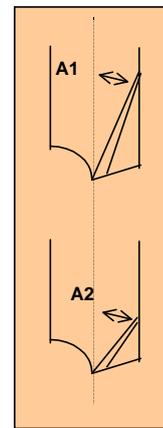
Per fori di piccolo diametro, normalmente sotto 0.5mm, l'angolo è di circa 30° mentre nei fori per micro foratura, inferiori a 0.3mm, varierà tra i 24° e i 28°:

Un grande angolo dell'elica migliora la fuoriuscita del truciolo ma anche la distanza che il truciolo deve percorrere.

Qualora non ci sia una buona condizione di vuoto il truciolo potrebbe rovinare le pareti del foro.

Con un angolo dell'elica grande il tagliente diventa più aggressivo e con ciò aumenta la qualità di taglio, ma nello stesso tempo diminuisce la forza di taglio.

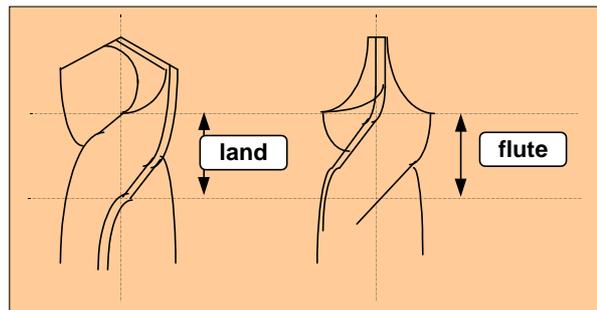
Un angolo grande dell'elica diminuisce anche la rigidità della punta favorendone la deflessione . questo è causa di cattivo posizionamento dei fori.



Ratio = flute / land (rapporto tra elica e area di scarico)

I valori W e ratio hanno molta importanza perché influenzano la rigidità della punta e lo scarico del truciolo.

Più grande è W più rigida è la punta, ma diminuendo il rapporto flute / land diminuisce l'efficienza dello scarico e quindi il truciolo potrebbe rovinare la parete del foro.

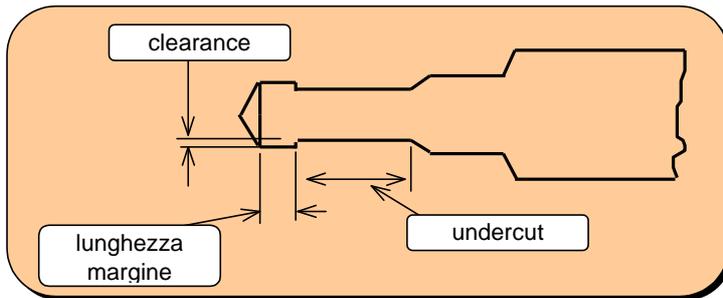


Punte a nuova geometria

Uno dei problemi che si presentano in fase di foratura è il formarsi del truciolo di rame (chip) attorno alla punta o tra il flute e l' anellino.

Questo è causa di cattiva finitura del foro, aumento della temperatura e cattivo posizionamento dei fori.

Un aiuto alla soluzione del problema ci è dato, oltre che dai corretti parametri, dalle punte a nuova geometria.



Si dice margine il profilo tagliente dell'utensile.

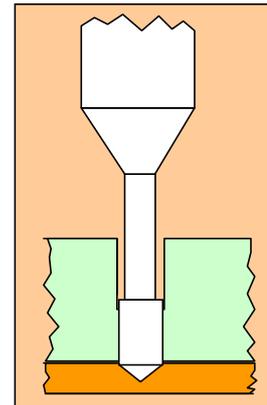
Si dice clearance quella parte dell'utensile recessa dal margine.

Se il margine è troppo grande esso produce smear all'interno del foro, ma se è troppo piccolo è soggetto a eccessivo deterioramento.

Una caratteristica molto importante delle punte undercut è la riduzione della area della punta a contatto con la parete del foro.

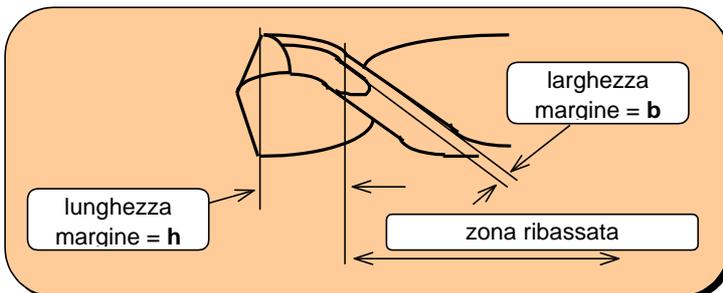
Questo sistema fa sì che diminuisca il frizionamento dell' utensile contro le pareti del foro diminuendo di conseguenza il calore prodotto che è causa di smearing.

Una lunghezza del margine troppo corta però riduce il numero delle possibili riaffilature (- 0,1 / - 0,15 mm ogni volta)



area dell' utensile a contatto della parete del foro

$$2 \times h \times b = \text{millimetri}$$



Con l' introduzione di questo nuovo tipo di geometria delle punte si sono avuti miglioramenti sia come precisione sia come dispersione degli errori di posizionamento

Va sottolineato che consentono anche una riduzione dei tempi di foratura.

Riaffilatura delle punte

Appena la punta viene utilizzata cambia la sua geometria.

I difetti più comuni per una punta che comincia a non espellere in modo regolare i residui e perde il suo potere di taglio sono :

Smear : (resina spalmata) questo tipo di difetto è abbastanza comune con punte riaffilate.

Lo smear è causato principalmente dall' aumento della temperatura dovuto a parametri errati o utensile difettoso.

Testa di chiodo : anche questo difetto si presenta in modo particolare con punte riaffilate.

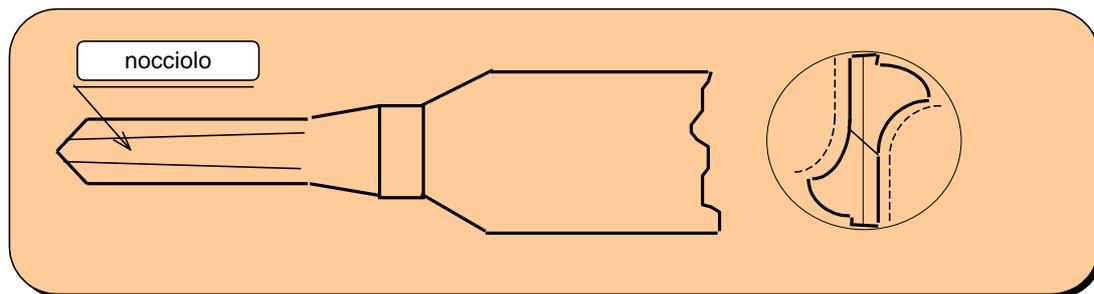
Quando in fase di riaffilatura non viene rimosso il materiale che si accumula sulla parete esterna della punta questa perde in parte il suo potere di taglio e quindi tenderà a tranciare il rame e non a forarlo.

Rugosità : anche in questo caso la punta riaffilata in modo non corretto tenderà a tranciare il materiale più che a tagliarlo e quindi si avrà un aumento della rugosità delle pareti del foro.

In fase di riaffilatura vanno rispettate regole precise:

- a) la parte di margine rovinata va completamente rimossa
- b) tutti i residui dei circuiti vanno rimossi dal flute e dal margine prima della riaffilatura (la finitura del flute favorisce l'espulsione del truciolo)
- c) la geometria della punta va ripristinata così come all'origine
- d) la finitura superficiale dei taglienti deve essere buona, una rugosità eccessiva dei taglienti creerebbe un aumento del calore e una loro abrasione.

Un' altro inconveniente della riaffilatura è dato dal fatto che più ci si allontana dalla estremità inferiore della punta più aumenta il nocciolo della stessa, cioè avremo un aumento del valore W (web) e questo provoca una diminuzione della forza di penetrazione della punta in quanto la zona centrale non è la più idonea al taglio.



Possibili difetti su punte riaffilate

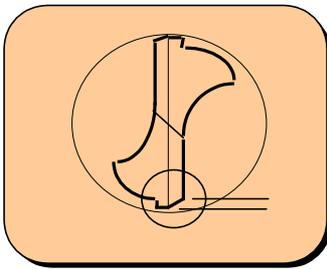
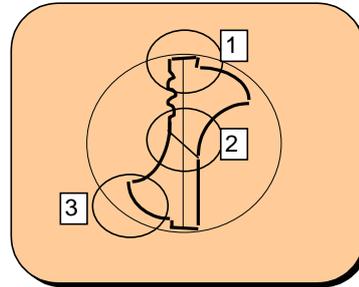
Scheggiatura

La scheggiatura, non eliminata in riaffilatura, nella posizione 1 è causa di taglio irregolare che produce riscaldamento.

L' aumento della temperatura dell' utensile ne provoca il veloce degrado.

Nella posizione 2 aumenta l' errore di posizionamento della punta.

La scheggiatura lungo il margine esterno della punta impedisce la corretta espulsione dei residui con conseguente aumento della temperatura.

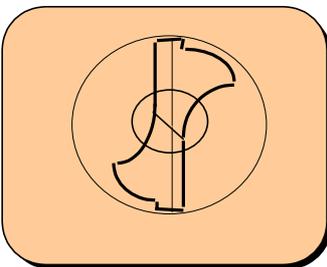
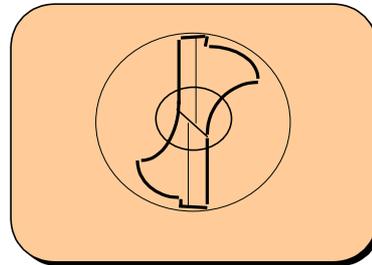


Arrotondamento della parte esterna del tagliente

Questa condizione peggiora la facoltà di taglio della punta con il risultato di un aumento della rugosità e della temperatura.

Sovrapposizione dei taglienti

Questo difetto crea difficoltà nel corretto posizionamento della punta e la possibilità di rottura della stessa.

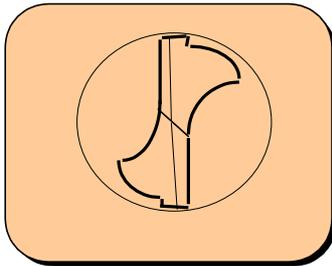
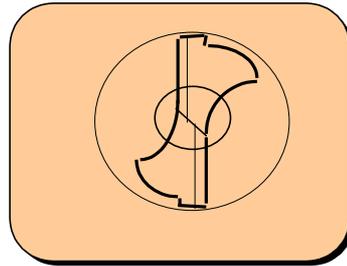


Riaffilatura scentrata

In questo caso si avranno due differenti tagli, difficoltà di centratura e possibili errori sul diametro atteso.

Intervallo tra i due taglienti

Diminuzione della durata della punta causa l'incremento del calore



Riaffilatura irregolare

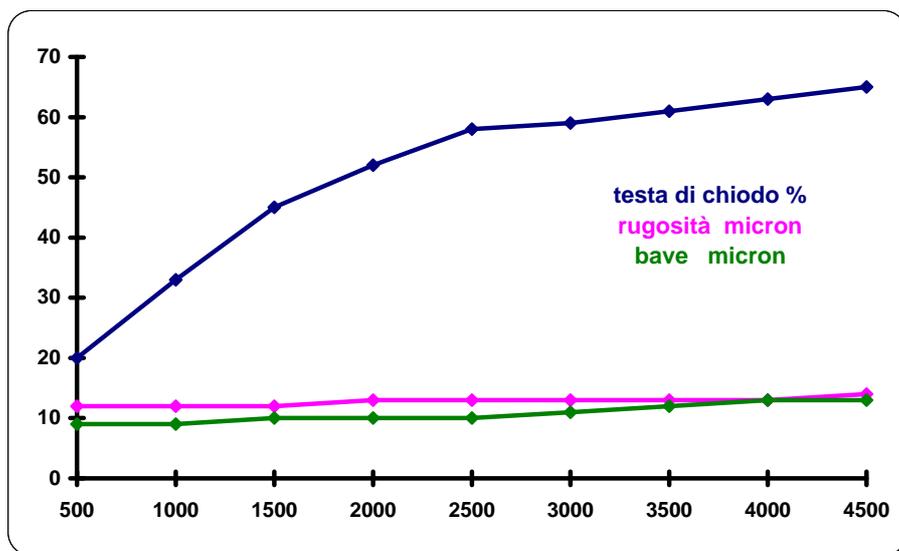
Diminuzione della durata della punta causa dell' incremento del calore prodotto.

Nella ricerca dei parametri va tenuto conto del numero di fori per utensile.

La tabella sottostante riporta i metri teorici che è possibile forare per diametro.

Dia.	metri		
0,30	da	1,5	a 2,5
0,35	da	1,8	a 2,6
0,40	da	2,0	a 3,0
0,45	da	2,1	a 3,3
0,50	da	2,8	a 3,8
0,65	da	2,3	a 4,1
0,80	da	3,7	a 5,7

Il grafico mostra come all'aumentare del numero di colpi corrisponda un aumento della testa di chiodo, mentre rimangono pressochè costanti bava e rugosità.



Calcolo dei parametri per circuiti multistrato

E' indispensabile, per una buona foratura, la ricerca di giusti parametri.

chip load alto

rottura punta
bave
delaminazione
testa di chiodo
rugosità

chip load basso

smearing

veloc uscita alta

rottura punta

veloc uscita bassa

fuoriuscita fibre
testa di chiodo
smearing

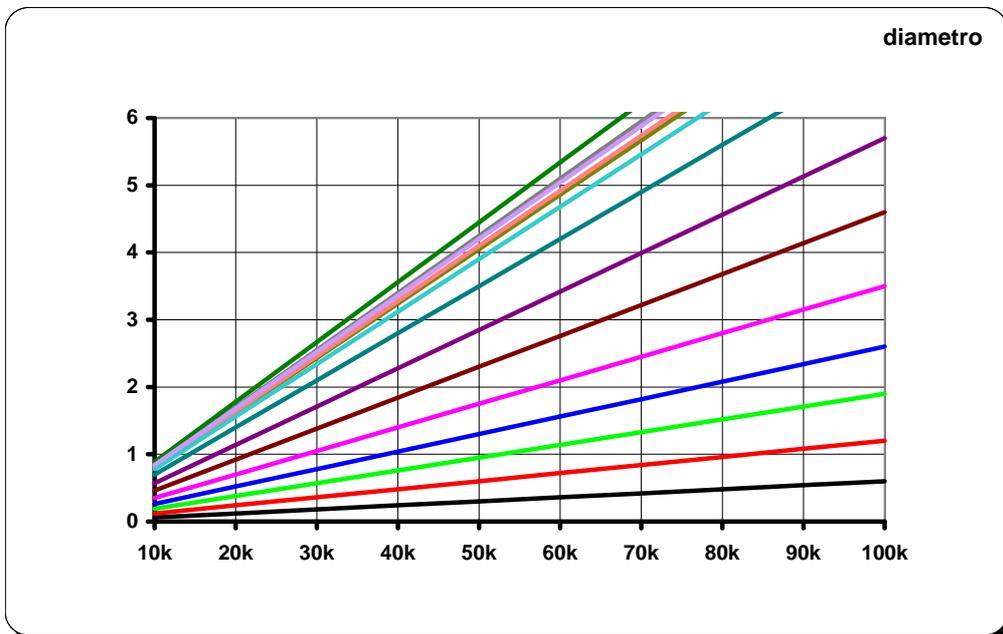
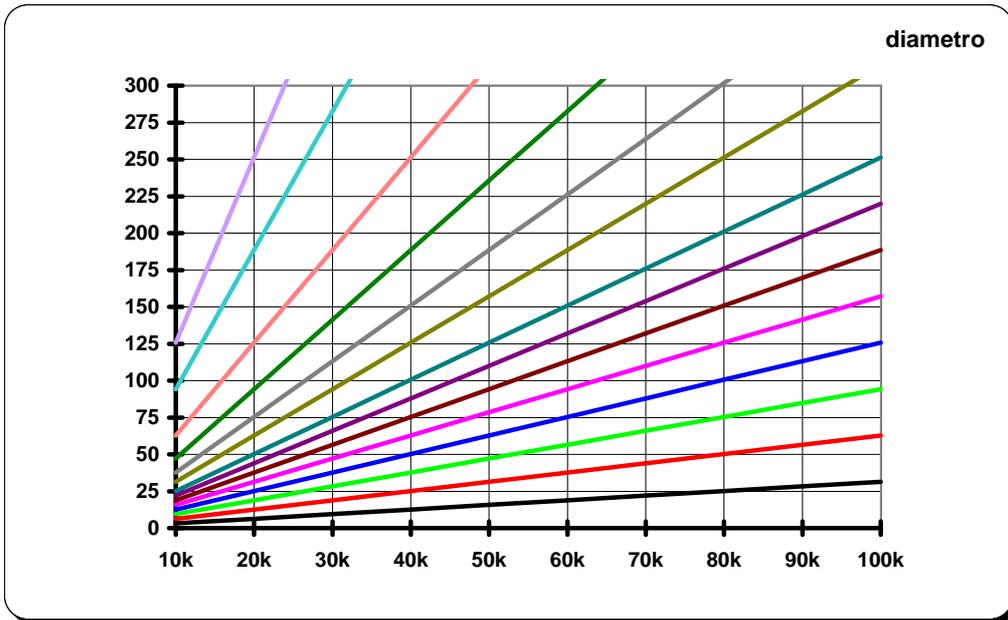
veloc entrata alta

alonature
posizione fori
rugosità

veloc entrata bassa

smearing

diametro diametro utensile in millimetri
c / l chip load
uscita velocità d' uscita in metri / minuto
entrata velocità d' entrata in metri / minuto
taglio velocità di taglio in metri / minuto
giri numero di giri del mandrino (x 1000)



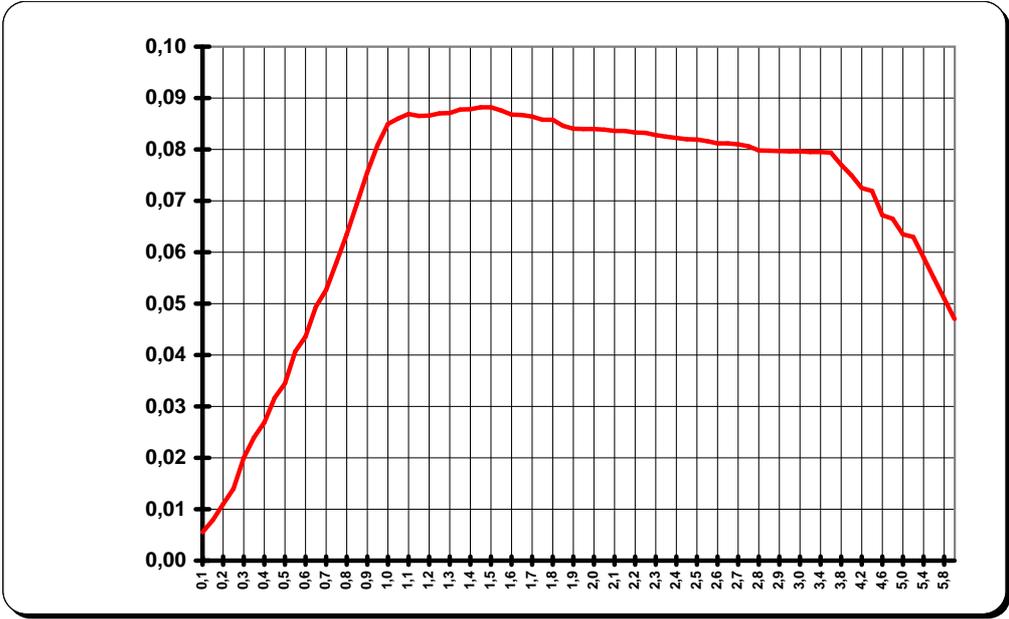
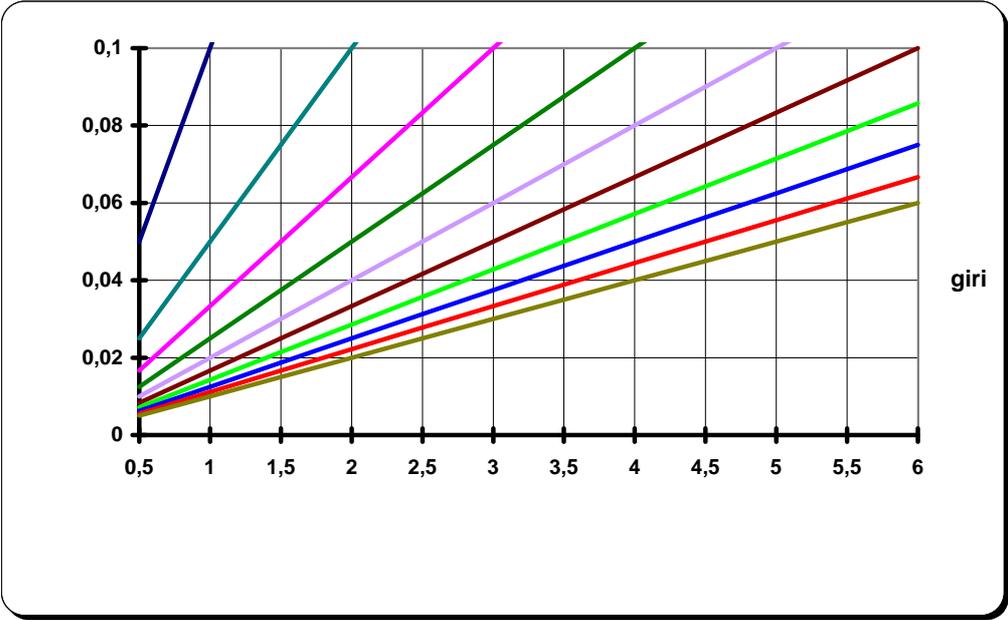


Tabella dei parametri per circuiti multistrato

dia	taglio	K giri	entrata	C / L	uscita
0,10	31,2	100	0,6	5,5	5
0,15	47,0	100	0,8	7,9	7
0,20	62,5	100	1,1	11,0	9
0,25	78,5	100	1,4	14,0	10
0,30	94,0	100	2,0	20,0	13
0,35	109,5	100	2,4	24,0	13
0,40	125,5	100	2,7	26,9	15
0,45	141,0	100	3,2	31,7	15
0,50	148,0	95	3,3	34,5	20
0,55	150,0	87	3,5	40,7	20
0,60	150,0	80	3,5	43,6	20
0,65	150,0	74	3,7	49,4	25
0,70	150,0	69	3,6	52,7	25
0,75	150,0	64	3,7	58,0	25
0,80	150,0	60	3,8	63,5	25
0,85	150,0	57	4,0	69,5	25
0,90	150,0	54	4,1	75,6	25
0,95	150,0	51	4,1	80,9	25
1,00	150,0	48	4,1	85,0	25
1,05	150,0	46	4,0	86,0	25
1,10	150,0	44	3,8	86,9	25
1,15	150,0	42	3,6	86,5	25
1,20	150,0	40	3,5	86,6	25
1,25	150,0	39	3,4	87,0	25
1,30	150,0	37	3,2	87,1	25
1,35	150,0	36	3,2	87,8	25
1,40	150,0	35	3,1	87,8	25
1,45	150,0	33	2,9	88,2	25
1,50	150,0	32	2,8	88,2	25
1,55	150,0	31	2,7	87,6	25
1,60	150,0	30	2,6	86,8	25
1,65	150,0	29	2,5	86,7	25
1,70	150,0	29	2,5	86,4	25
1,75	150,0	28	2,4	85,8	25
1,80	150,0	27	2,3	85,8	25
1,85	150,0	26	2,2	84,6	25
1,90	150,0	26	2,2	84,1	25

dia	taglio	K giri	entrata	C / L	uscita
1,95	150,0	25	2,1	84,0	25
2,00	155,0	25	2,1	84,0	25
2,05	160,0	25	2,1	83,9	25
2,10	160,0	25	2,1	83,6	25
2,15	165,0	25	2,1	83,6	25
2,20	170,0	25	2,1	83,3	25
2,25	170,0	25	2,1	83,3	25
2,30	175,0	25	2,1	82,8	25
2,35	180,0	25	2,1	82,5	25
2,40	185,0	25	2,1	82,3	25
2,45	190,0	25	2,1	82,0	25
2,50	195,0	25	2,0	81,9	25
2,55	200,0	25	2,0	81,6	25
2,60	200,0	25	2,0	81,2	25
2,65	205,0	25	2,0	81,2	25
2,70	205,0	25	2,0	81,0	25
2,75	210,0	25	2,0	80,6	25
2,80	215,0	25	2,0	79,8	25
2,85	220,0	25	2,0	79,8	25
2,90	225,0	25	2,0	79,7	25
2,95	230,0	25	2,0	79,7	25
3,00	235,0	25	2,0	79,6	25
3,20	245,0	25	2,0	79,5	25
3,40	260,0	25	2,0	79,5	25
3,60	280,0	25	2,0	79,4	25
3,80	290,0	25	1,9	77,0	25
4,00	310,0	25	1,9	75,0	25
4,20	325,0	25	1,8	72,5	25
4,40	335,0	25	1,8	71,9	25
4,60	350,0	25	1,7	67,2	25
4,80	365,0	25	1,7	66,5	25
5,00	380,0	25	1,6	63,5	25
5,20	395,0	25	1,6	63,0	25
5,40	410,0	25	1,5	59,0	25
5,60	425,0	25	1,4	55,0	25
5,80	440,0	25	1,3	51,0	25
6,00	455,0	25	1,2	47,0	25

Tecnologia Laser nella produzione di circuiti stampati

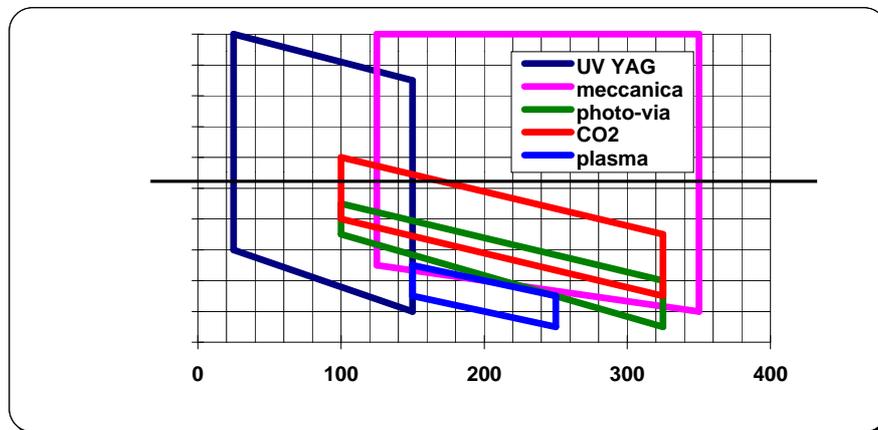
Si definiscono microvias fori con diametro \leq a 150 micron.

Questi fori rappresentano il maggior componente per un sistema ad alta densità di interconnessioni.

Con questa tecnologia è possibile inoltre ridurre le dimensioni e il peso dei circuiti stampati fino al 40%.

Le tecniche maggiormente usate per la foratura di microvias sono, foratura meccanica, incisione con gas plasma, foratura laser UV YAG, foratura laser a CO₂ e photo-imaging.

Tutti questi processi lavorano all'interno di certe regole quali la dimensione o il rapporto profondità / diametro.



Foratura meccanica

La foratura meccanica è stata per lungo tempo il metodo dominante per la formazione di fori nell'industria dei circuiti stampati.

Le ultime tecnologie in fatto di mandrini e materiali usati per le punte hanno fatto sì che aumentasse la capacità nell'eseguire fori sempre più piccoli.

Attualmente vengono prodotti fori di diametro 150 micron.

La foratura meccanica è compatibile con tutti i materiali e i processi.

Foratura con gas plasma

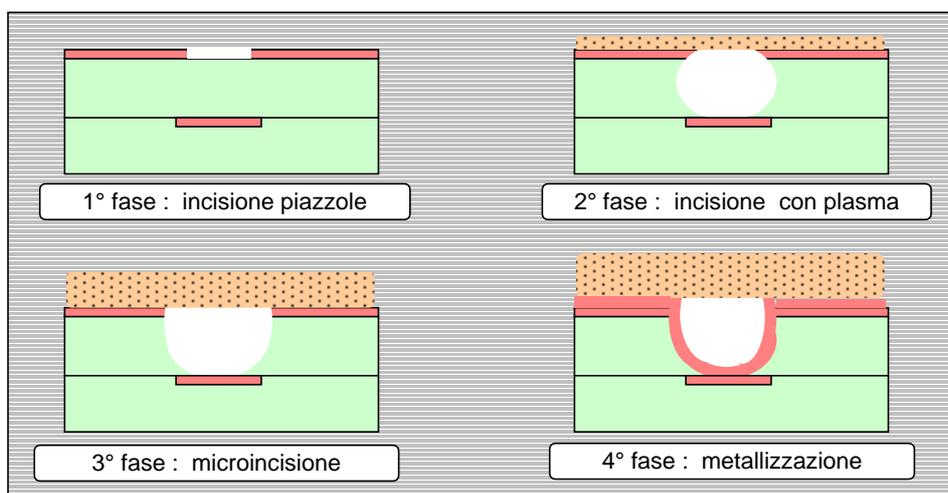
Questo sistema richiede un perfetto allineamento dell' immagine fotografica degli strati interni.

La prima operazione, per questa tecnologia, consiste nel incidere piccole piazzole sul rame in corrispondenza di dove dovranno essere praticati i fori.

Il pannello viene quindi posto in una camera ed esposto all' azione del gas plasma (carbonio tetrafluoride e ossigeno ad alta temperatura)

Il tempo di esposizione dipende dallo spessore e composizione del dielettrico.

L' incisione di tipo isotropico (in fisica; caratteristica di una sostanza in cui le proprietà vettoriali assumono valori identici qualunque sia la direzione nella quale vengono misurate. Nel caso del gas plasma, la sua azione di corrosione è uniforme in tutte le direzioni) alla fine lascerà un leggero bordo di rame che dovrà essere eliminato con una microincisione.



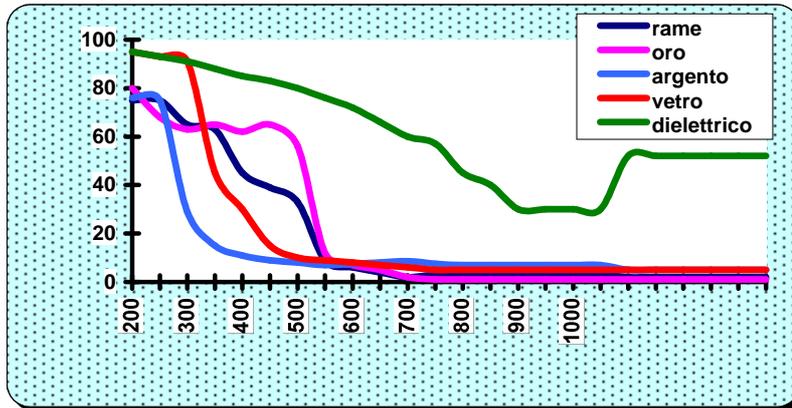
Una finestra iniziale di 75 micron consentirà alla fine di ottenere un foro di circa 150 micron di diametro.

Questo sistema è compatibile con resine pure, polimide, ma non con i classici compositi in FR4.

Il vantaggio consiste nel fatto di poter eseguire nello stesso momento tutti i fori via sui lati esterni.

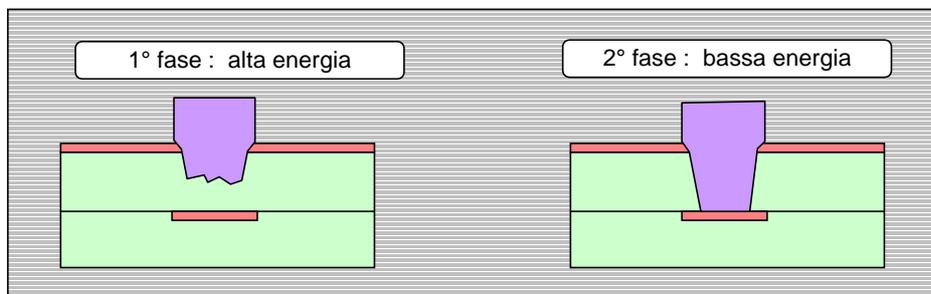
Foratura con UV YAG

Questa tecnologia opera nello spettro dei raggi ultravioletti a 355 nanometri.(radiazioni elettromagnetiche aventi frequenza superiore a quella massima dei raggi luminosi visibili. Hanno lunghezza d'onda compresa fra 4 e 400 nano-metri ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ metri}$)).



Con questo metodo non si ha la necessità di incidere preventivamente le piazzole sulla superficie del rame.

La prima fase consiste infatti nel perforare, con un raggio ad elevata energia, la superficie del rame e parte del dielettrico. La seconda fase utilizza un fascio laser a bassa energia in grado di perforare il dielettrico senza intaccare il rame dello strato interno.



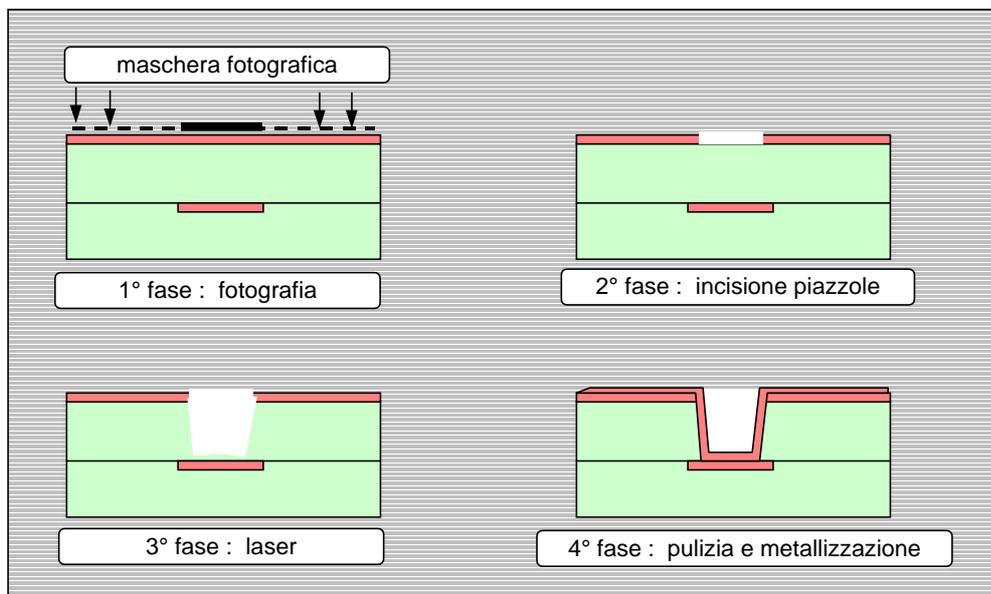
Così facendo la foratura si autocontrolla in profondità.

Automaticamente il materiale che compone il dielettrico viene polverizzato ed espulso dal foro lasciandolo perfettamente pulito.

Questo tipo di foratura è compatibile con tutti i tipi di materiale e processi e la sua piccola lunghezza d'onda consente di praticare fori via da 25 micron.

Foratura con CO2

Il metodo di foratura laser con CO2 lavora con lunghezza d'onda che può variare da 9300 nm a 10600 nm. Pertanto, data la sua lunghezza d'onda il sistema, come per il gas plasma necessita di incidere preventivamente delle piazzole.



La superficie del rame così incisa viene riconosciuta come " conformal mask ", attraverso la quale il raggio laser fonde il materiale che compone il dielettrico.

L' energia che viene riflessa dal rame lascia un sottile film all' interno del foro che, sommato ai residui del processo di riscaldamento del laser nei fori, necessita di una successiva pulizia.

Con questo processo, data la sua grande lunghezza d' onda, si possono praticare fori di diametro compreso tra i 75 e 100 micron.

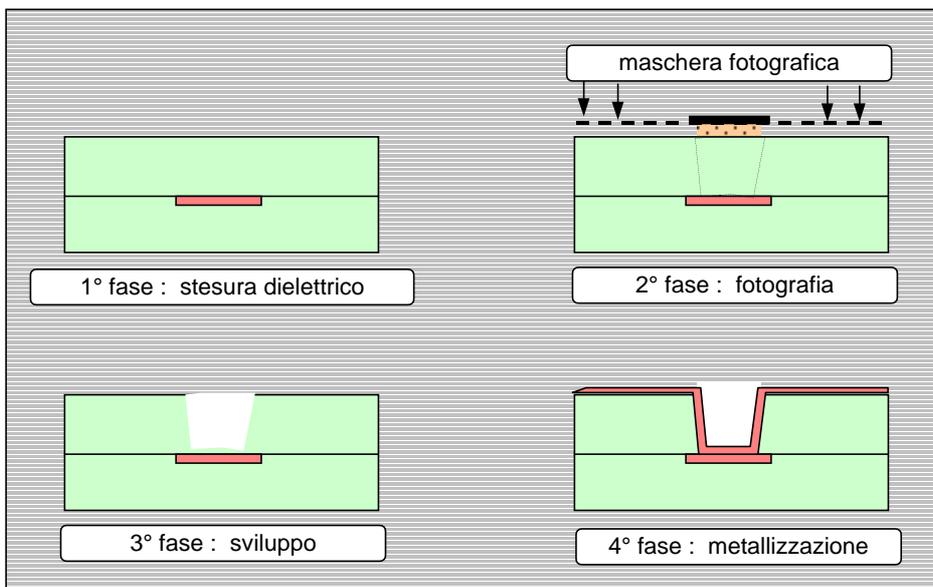
I pannelli possono essere anche privi di rame superficiale e quindi forati e successivamente metallizzati.

Photovias

Per molti anni materiali organici fotosensibili sono stati usati come solder mask o etch resists, ma solo da poco tempo sono stati usati come dielettrico permanente.

Uno strato di resina fotosensibile viene deposta sulla superficie del circuito e quindi impressionata con il film relativo alla posizione dei fori via.

La area dei fori, non esposta, viene quindi incisa e alla fine si passerà alla metallizzazione di tutto il pannello.



Difetti dei circuiti multistrati comunemente attribuiti al processo di foratura.

PINK RING

Una delaminazione del legame tra il materiale e la superficie ossidata del rame dello strato interno. Questo difetto appare normalmente attorno ai fori forati ma può anche presentarsi in altre zone lontane da questi. Questo succede quando l'acido attacca l'ossido nero attraverso una micro-delaminazione.

Il pink ring non è un difetto imputabile alla foratura anche se normalmente esso viene attribuito a questa.

CAUSE:

1. - Insufficiente legame tra l'ossido nero e il materiale di base.
2. - Il trattamento dell'ossido nero può essere stato influenzato da un calo del processo chimico del nero.

DISTACCO DELLE PIAZZOLE

CAUSE:

- 1.- Eccessivo calore generato durante il processo di foratura
- 2.- Numero colpi per punta, punte usate con parametri non corretti si deteriorano velocemente. Questo sarà causa di un eccessivo calore. (un numero di giri eccessivamente alto e una velocità di entrata bassa potranno spingere le piazzole verso il basso e tirarle verso l'alto in uscita.)
- 3.- Piazzola in posizione errata rispetto alla foratura.

BAVE

Distorsione del rame esterno. Le bave possono presentarsi sia in entrata che in uscita del pannello.

BAVE IN ENTRATA CAUSE:

- 1.- Mancanza del materiale in entrata. (usare sempre con chip load superiore a 0,038 mm "alluminio")
- 2.- Materiale in entrata troppo sottile in relazione ai parametri utilizzati.
- 3.- Residui interposti tra il materiale in entrata e il pannello.
- 4.- La dimensione della apertura del premipezzo è troppo larga in relazione al diametro.
- 5.- Materiale in entrata troppo tenero.

BAVE IN USCITA CAUSE:

- 1.- Residui intrappolati tra l'ultimo pannello e il materiale in uscita o tra i vari pannelli del pacco.
- 2.- Materiale in uscita troppo tenero.
- 3.- Truciolo impastato sul flute della punta.

DISALLINEAMENTO

Mis-registration è un fuori allineamento di uno o più starti rispetto agli altri o rispetto alla foratura.

CAUSE:

- 1.- Attrezzature fotografiche errate.
- 2.- Deformazioni del materiale durante la laminazione o l'incisione.
- 3.- Errato off-set della macchina di foratura.
- 4.- Il mandrino ha un valore di ran-out eccessivamente alto.
- 5.- Deviazione della punta in entrata o nel pacco da forare.

WEDGE VOIDS

Simile al pink ring ma a forma di cuneo, è un'aggressione del laminato alla base del rame interno alla giunzione con la parete metallizzata del foro.

CAUSE:

- 1.- trattamento dell'ossido nero
 - a. inadeguata copertura dell'ossido nero.
 - b. lavaggi inadeguati
 - c. maneggio dei pannelli non corretto
 - d. contaminazione superficiale del pannello
- 2.- laminazione
 - a. temperatura eccessiva del forno prima della laminazione
 - b. contaminazione nella zona di preparazione pacchi
 - c. pre-preg scaduto
 - d. parametri pressa, temperatura e/o pressione, non corrette.
 - e. eccessiva temperatura del forno dopo pressatura
- 3.- foratura
 - a. parametri errati
 - b. materiale in entrata/uscita errato
 - c. numero eccessivo di colpi per punta
 - d. pacco troppo alto
- 4.- premetallizzazione dei fori
 - a. tempo di permanenza nel desmear troppo alto (permanganato)
 - b. desmear troppo aggressivo
 - c. lavaggi inadeguati

FIBRE STRAPPATE

Questo fenomeno può essere notato quando la punta è perfettamente riaffilata o nuova ed è dovuto a quando il tagliente incontra le fibre poste normalmente a 45° rispetto alla sua direzione di taglio, questo inconveniente diminuisce con l'usura del tagliente, ma a questo modo si avrà un aumento dello smear.

SMEAR

La resina depositata sulla parete del rame interno in fase di foratura.

Vi sono due possibili tipi di smear, uno dovuto a sollecitazioni meccaniche, che si presenta come un leggero strato di resina con il colore della resina prima della lavorazione, l'altro dovuto al calore con colorazione chiara.

CAUSE:

- a - eccessiva velocità del mandrino
- b - eccessiva velocità di entrata dell'utensile nel materiale
- c - eccessiva profondità di entrata nel materiale in uscita
- d - punta fragile o scheggiata
- e - materiale difettoso
- f - processo di desmear non adeguato

TESTA DI CHIODO

Distorsione del rame dello strato interno in prossimità della parete del foro.

Il difetto si può presentare in due direzioni, la prima per il rame spinto verso il basso durante l'entrata dell'utensile e la seconda per il rame trascinato verso l'alto durante la risalita della punta.

Come per lo smear le cause possono essere di tipo meccanico o termico.

CAUSE:

a - velocità mandrino

b - velocità entrata

c - velocità uscita

d - materiale in entrata / uscita

e - elevata dilatazione del rame

f - punta impastata

Determinare il tipo di testa di chiodo se unidirezionale o bidirezionale.

Se unidirezionale ridurre la velocità di entrata o aumentare il numero di giri del mandrino, se bidirezionale ridurre il numero di giri o aumentare la velocità di entrata.

Con diametri piccolo è preferibile ridurre la velocità di uscita.

Controllare se la punta è impastata, questo può essere causato da alluminio appiccicoso o dalla geometria stessa del flute o dal materiale.