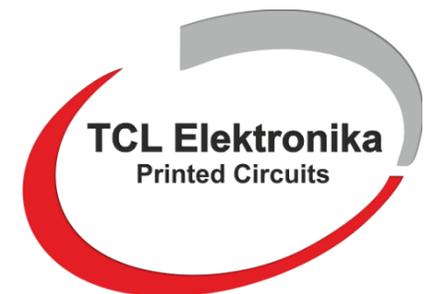


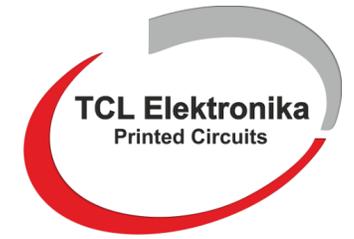


# TCL Elektronika Ceramic PCBs

---



# Introduzione a TCL Elektronika



Gruppo TCL fondato nel 1963, con oltre 50 milioni di PCB ai nostri clienti lo scorso anno disponiamo di impianti di produzione nel Regno Unito e in Asia, nonché di partner commerciali di produzione in tutta l'Asia e Europa. Forte attenzione alle tendenze nelle richieste dei clienti e alle nuove tecniche di produzione che utilizzano i materiali più recenti. La politica consolidata di TCL (Europa) Elektronika Kft. è fornire ai propri clienti prodotti che soddisfino le loro esigenze e aspettative in termini di qualità, servizio e prezzo, consegnati in conformità con le specifiche di qualità dell'azienda o come stabilito dal cliente. Nello specifico, prodotti per la crescente domanda di materiali resistenti alle alte temperature e PCB adatti ad applicazioni ad alta potenza. IMS - Insulated Metal Substrates

- Ceramica
- Heavy Copper
- DTE (Pedestal) technology



**IMS - Insulated Metal Substrates** - Più comunemente utilizzato per applicazioni LED. I materiali ad alte prestazioni possono essere utilizzati anche per prodotti ad alta potenza.



**Ceramic Substrates** - Conducibilità termica e MOT molto elevati.



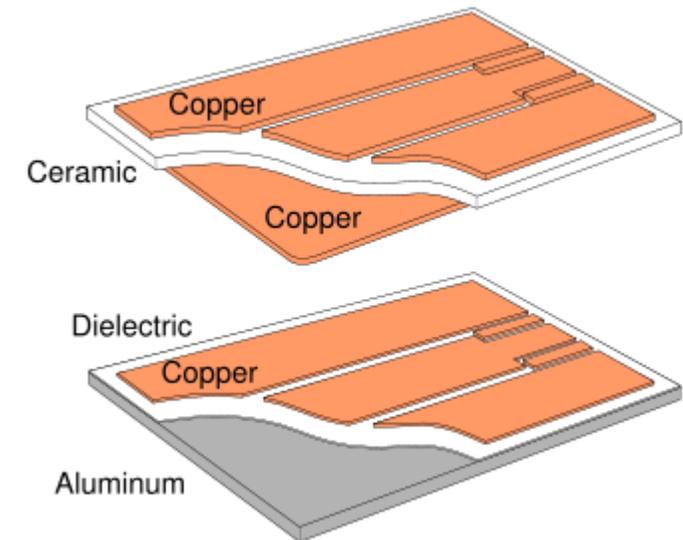
**Heavy Copper** - Consente una maggiore capacità di corrente per gestire potenze elevate.



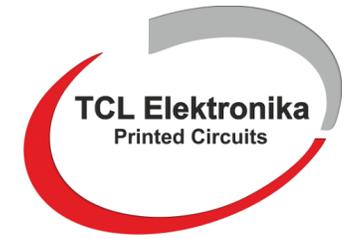
**Pedestal Technology** - Migliora le prestazioni termiche dell'IMS collegando il rame superficiale al metallo di base.

# Ceramica - Introduzione

- La limitazione principale dei PCB IMS deriva dal trasferimento termico attraverso lo strato dielettrico.
- Sebbene progettato per essere termicamente conduttivo, agisce come una barriera termica con limiti nelle sue prestazioni.
- L'uso di substrati ceramici come base per il PCB annulla questa limitazione poiché il substrato è a diretto contatto con le piste di rame e ha valori di conduttività termica compresi tra 24 e 180 W/mK, a seconda del materiale scelto.
- I substrati ceramici possono essere utilizzati in situazioni in cui non sono possibili dissipatori di calore esterni più grandi e la gestione termica è fondamentale.



# Ceramics - Advantages



**High Thermal Conductivity** - Efficace dissipazione del calore.



**High MOT (Maximum Operation Temperature)** - La ceramica può resistere a grandi sbalzi di temperatura.

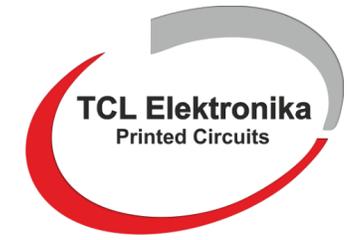


**Low CTE (Coefficient of Thermal Expansion)** - La ceramica non si espande/si contrae molto con i cambiamenti di temperatura. Questo è spesso un problema associato alla rottura dei componenti su altri substrati.



**Electrical Insulation** - L'elevata rigidità dielettrica consente un forte isolamento elettrico.

# Ceramica - Opzioni del substrato



**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alumina Oxide)** - Più comunemente 96%, questa è l'opzione più standard ed economica, con una conduttività termica di circa 24 W/mK. È disponibile anche un'opzione al 99,6%.

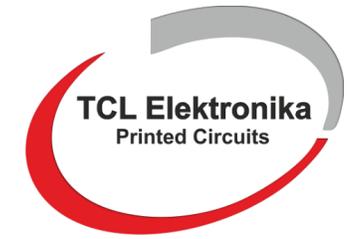


**AlN (Aluminium Nitride)** - Richiesto quando la conducibilità termica è il driver. Con un TC di circa 170 W/mK è l'opzione migliore per sistemi altamente esigenti.



**Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (Silicon Nitride)** - Più resistente agli urti rispetto ad altre opzioni di substrato, con una maggiore tenacità alla frattura e resistenza alla flessione. Adatto per applicazioni automobilistiche in cui l'affidabilità strutturale è fondamentale.

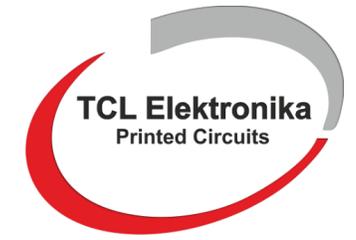
# Ceramica - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alumina Oxide)



Proprietà	Unit	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (96%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (99.6%)
Conduktività termica	W/mK	24	29
Temperatura operativa massima (MOT)	°C	>800	>800
Coefficiente di dilatazione termica (CTE)	x 10 <sup>-6</sup> /K	6.7	6.8
Costante dielettrica	-	9.8	9.9
Perdita di segnale	x 10 <sup>-3</sup>	0.2	0.2
Riflettività della luce	%	<b>70/85</b>	75
Calo di tensione	KV/mm	15	15
Resistenza alla rottura	Mpa	400	550

- Alto valore di Conducibilità Termica (24-29W/mK)
- Temperature di esercizio elevate - oltre 800°C
- CTE basso
- Adatto per applicazioni ad alta frequenza grazie alla bassa perdita di segnale
- Elevata riflettività della luce
- Possibilità di confezioni ermetiche con assorbimento d'acqua 0%.

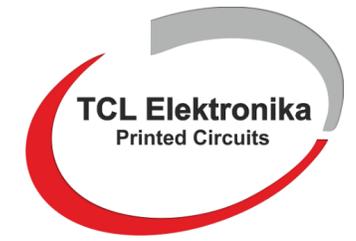
# Ceramica - AlN (Aluminium Nitride)



Proprietà	Unit	AlN
Conduktività termica	W/mK	<b>180</b>
Temperatura operativa massima (MOT)	°C	>800
Coefficiente di dilatazione termica (CTE)	$\times 10^{-6}/K$	4.6
Costante dielettrica	-	9
Perdita di segnale	$\times 10^{-3}$	0.2
Riflettività della luce	%	35
Calo di tensione	KV/mm	15
Resistenza alla rottura	Mpa	450

- Valori superiori di Conducibilità Termica (Fino a 170W/mK)
- Temperature di esercizio elevate - oltre 800°C
- CTE molto basso
- Adatto per applicazioni ad alta frequenza grazie alla bassa perdita di segnale
- Possibilità di confezioni ermetiche con assorbimento d'acqua 0%.

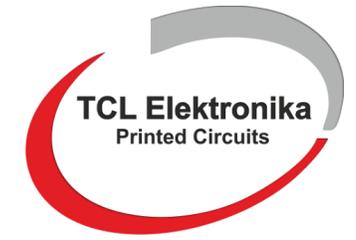
# Ceramica - Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (Silicone Nitride)



Proprietà	Unit	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>
Conduktività termica	W/mK	85
Temperatura operativa massima (MOT)	°C	>800
Coefficiente di dilatazione termica (CTE)	x 10 <sup>-6</sup> /K	<b>2.6</b>
Costante dielettrica	-	9
Perdita di segnale	x 10 <sup>-3</sup>	0.2
Riflettività della luce	%	-
Calo di tensione	KV/mm	15
Resistenza alla rottura	Mpa	<b>800</b>

- Il valore di conducibilità termica tra Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e AlN a 85-90 W/mK funziona a temperature estremamente elevate, ma in più ha temperature operative elevate - oltre 800°C
- CTE molto basso
- Elevata resistenza alla rottura: lo rende una soluzione più attraente per gli ambienti più difficili o con alti livelli di vibrazioni.
- Adatto per applicazioni ad alta frequenza grazie alla bassa perdita di segnale
- Possibilità di confezioni ermetiche con assorbimento d'acqua 0%.

# Ceramica - Specifiche materiali

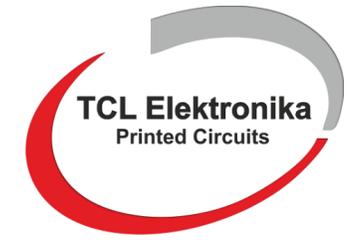


Proprietà	Unit	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (96%)	AlN	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>
Conduktività termica	W/mK	24	<b>180</b>	85
Temperatura operativa massima (MOT)	°C	>800	>800	>800
Coefficiente di dilatazione termica (CTE)	x 10 <sup>-6</sup> /K	6.7	4.6	<b>2.6</b>
Costante dielettrica	-	9.8	9	9
Perdita di segnale	x 10 <sup>-3</sup>	0.2	0.2	0.2
Riflettività della luce	%	<b>70/85</b>	35	-
Calo di tensione	KV/mm	≥15	≥15	≥15
Resistenza alla rottura	Mpa	400	450	<b>800</b>

Nella tabella sono evidenziati alcuni dei valori estremi che si adattano a ciascun materiale per diverse applicazioni:

- **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** ha una migliore **riflettività della luce**, rendendolo adatto ai prodotti LED.
- **L'AlN ha una conduttività termica superiore**, che lo rende adatto per applicazioni ad altissima potenza che richiedono il miglior substrato termico possibile.
- **SiN** ha un **CTE** molto basso. Insieme ad un'elevata **resistenza alla rottura**, può sopportare shock termici più forti.

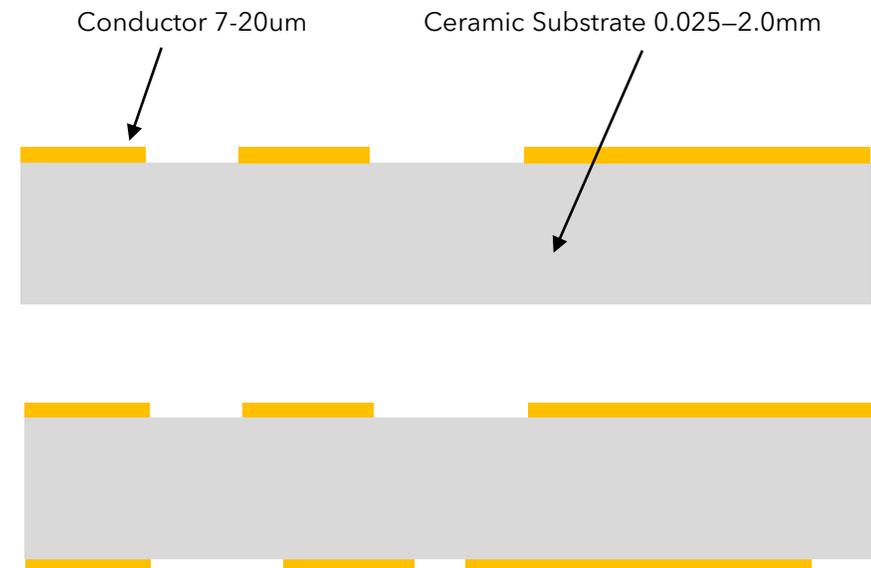
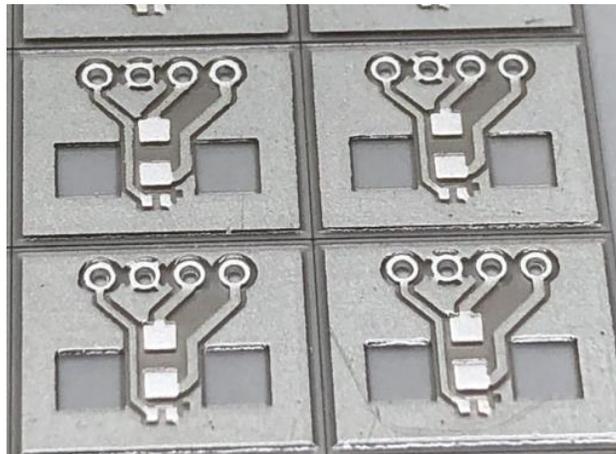
# Ceramica - Metodi di processo



	Thick Film	DPC	DBC	AMB
Tipo di substrato	Al2O3/AlN/SiN	Al2O3/AlN/SiN	Al2O3/AlN/SiN	AlN/SiN
Conduttore	Copper/Silver	Copper	Copper	Copper
Spessore del conduttore	7-20um	10-140um	140-350um	200-1000um
Livelli	3	2	2	2
Risoluzione del circuito	150um	10-50um	≥150um	≥150um
Possibili vie placcate	No	Yes - Plated and/or Filled	No	No
Gestione corrente	Poor	Good	Excellent	Excellent
Opzioni di finitura	ENIG/Silver	ENIG/ENEPIG/EPIG/Im Silver/ Im Tin/OSP	ENIG/ENEPIG/EPIG/Im Silver/ Im Tin/OSP	ENIG/ENEPIG/EPIG/Im Silver/ Im Tin/OSP
Costi	Low	Medium	High	High

# Ceramics - Spessore / film

- La tecnologia a film spesso prevede l'aggiunta di strati di conduttore (rame o argento) su un substrato ceramico tramite processi di serigrafia.
- Adatto per l'uso con substrati Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlN e zaffiro.
- Una soluzione economica con meno processi di produzione rispetto ad altri metodi.
- Con uno spessore del conduttore compreso tra 7 e 20  $\mu\text{m}$ , non è adatto all'elettronica di potenza che richiede un'elevata capacità di corrente.
- A causa dell'applicazione del conduttore, non è adatto anche per progetti che richiedono piste sottili e/o vie placcate/riempite.

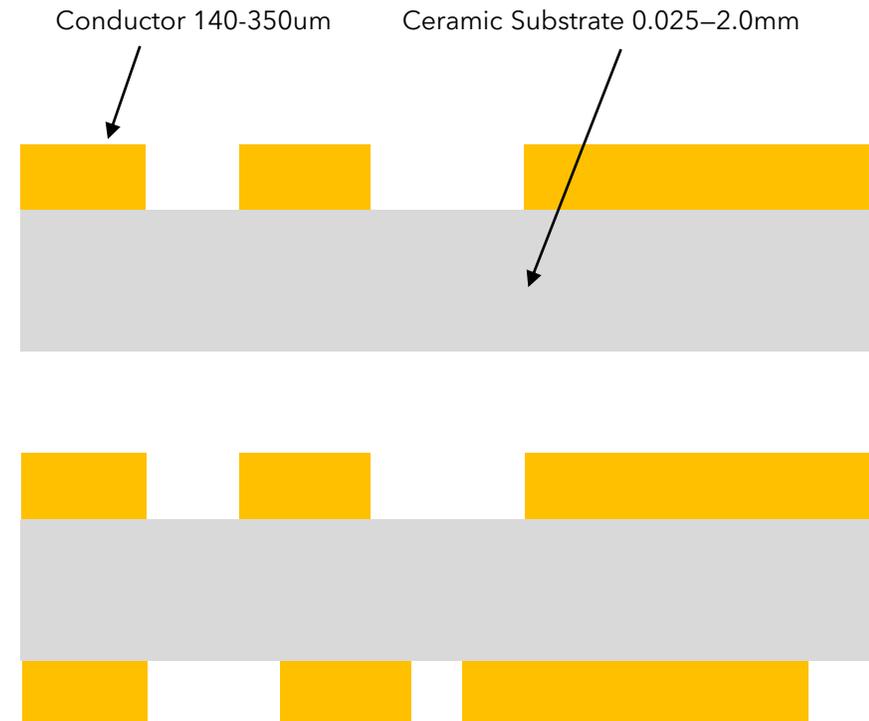


# Ceramica - DBC

- Il rame legato direttamente (DBC) viene utilizzato quando è richiesto uno spessore di rame elevato: 140um (4oz)-350um (10oz). Rame pesante.
- Il rame è legato al substrato ceramico su uno o entrambi i lati mediante un processo di ossidazione ad alta temperatura.
- Il rame ed il substrato vengono riscaldati in un'atmosfera di azoto contenente circa 30 ppm di ossigeno; in queste condizioni si forma un eutettico rame-ossigeno che si lega con successo sia al rame che agli ossidi utilizzati come substrati.
- Gli strati di rame possono quindi essere incisi utilizzando la tecnologia PCB standard per formare un circuito elettrico.
- La foratura laser viene quindi utilizzata per qualsiasi esigenza di foro passante e lavorazione del profilo.

## Svantaggi:

- Non adatto per progetti che richiedono PTH/Vias
- A causa del processo di ossidazione del legame, può verificarsi una leggera riduzione della conduttività termica creata da un vuoto tra gli strati di rame e ceramica.

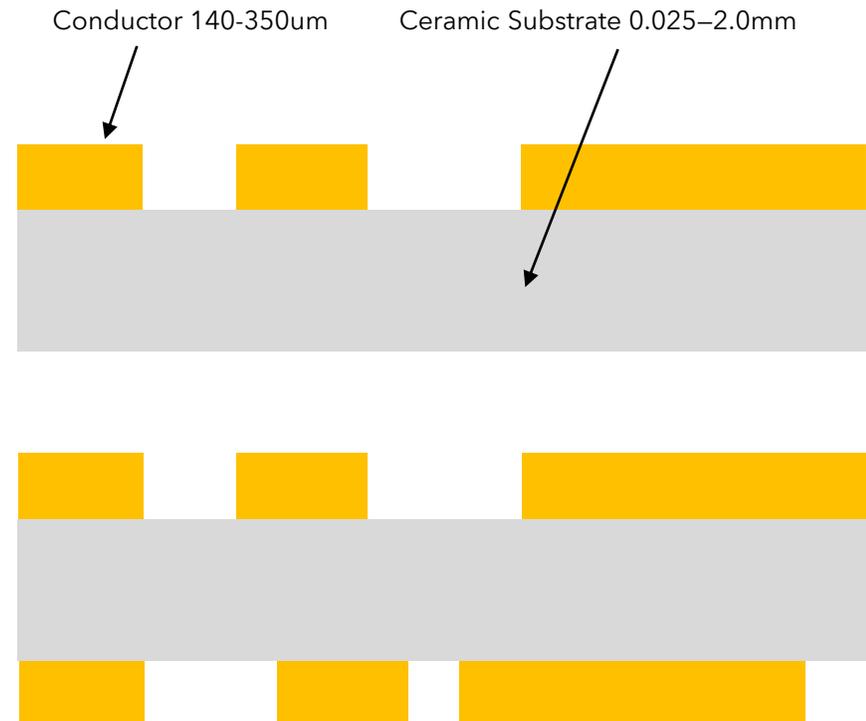
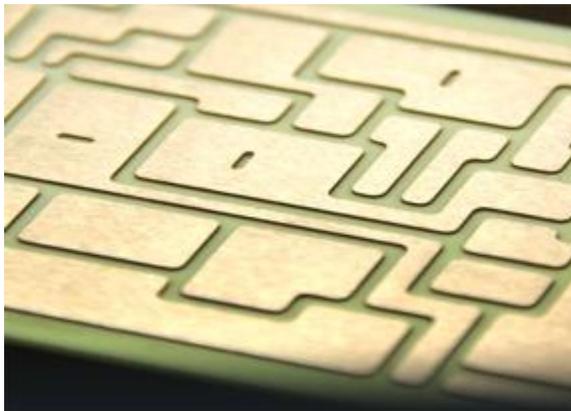


# Ceramica - DBC

## Applicazioni:

Le applicazioni principali sono moduli ad alta potenza, come IGBT, CPV o qualsiasi altro modulo di dispositivo con ampio gap di banda.

- IGBT
- Alimentatore switching ad alta frequenza
- Automotive
- Aerospace
- Componente della cella solare
- Alimentatore per telecomunicazioni
- Laser Systems

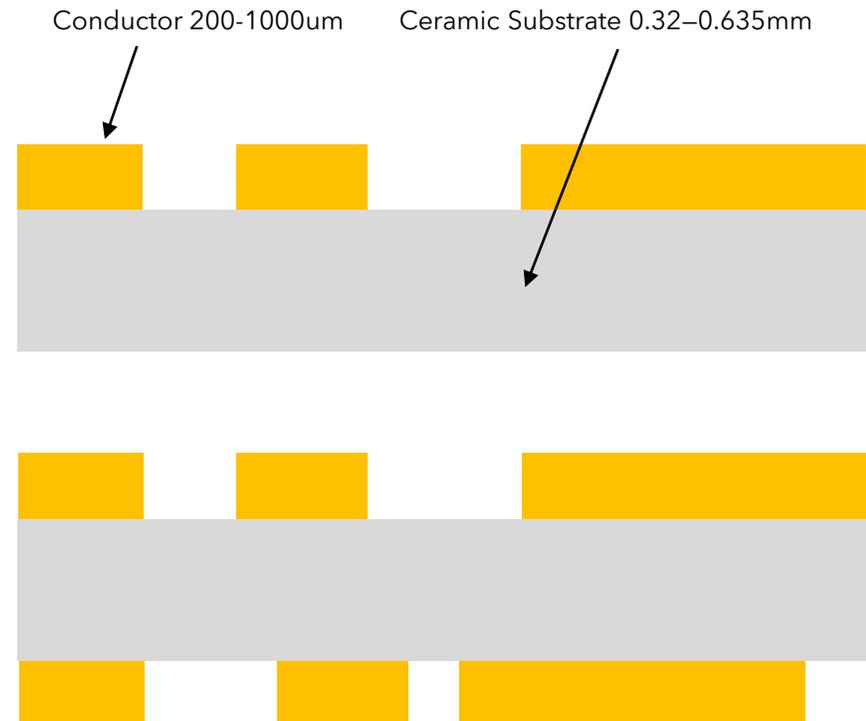


# Ceramica - AMB

- AMB (Active Metal Brazing) è un nuovo modo innovativo di produrre substrati ceramici.
- In un vuoto ad alta temperatura AMB consente di unire il rame direttamente alla base ceramica.
- Un substrato ad alta affidabilità con proprietà uniche di dissipazione del calore.
- La tecnologia di brasatura consente pesi di rame fino a 1000  $\mu\text{m}$  su substrati ceramici sottili.
- Ideale per applicazioni di elettronica di potenza

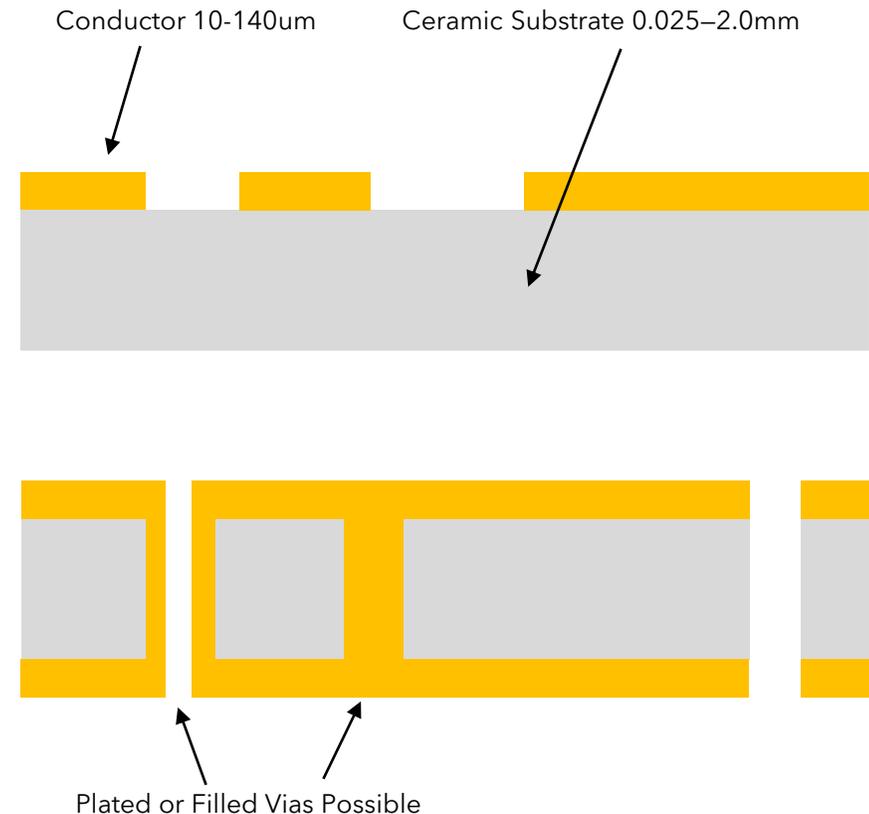
## **Svantaggi:**

- Non adatto per progetti che richiedono PTH/Vias



# Ceramica - DPC

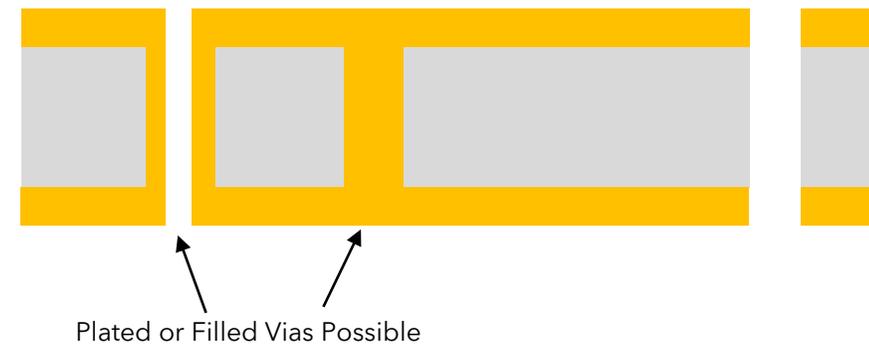
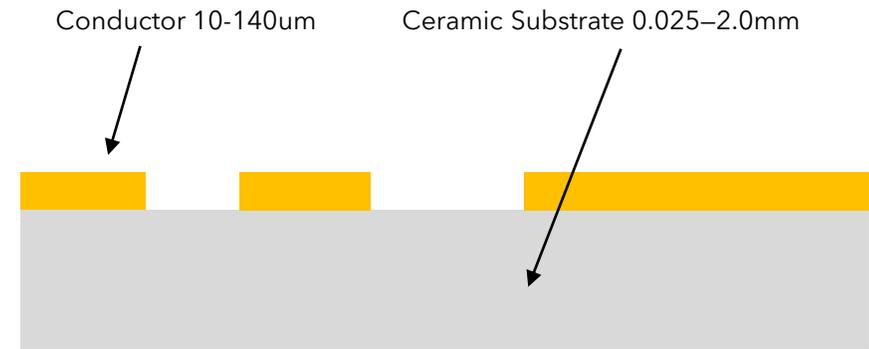
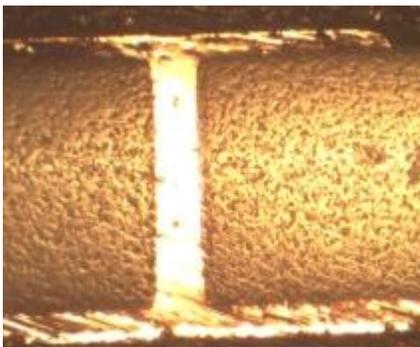
- Il Direct Plated Copper (DPC) è lo sviluppo più recente nel campo dei PCB con substrato ceramico.
- Implica l'impianto dello strato conduttore in rame sul substrato di rame in condizioni di temperatura e pressione elevate.
- L'aggiunta di un sottile strato di titanio funge da interfaccia di collegamento tra gli strati di rame e ceramica.
- In questa fase viene depositato uno strato molto sottile di rame che ricopre il substrato ceramico e gli eventuali fori preforati.
- La stampa e l'incisione delle tracce vengono quindi eseguite con il rame sottile che consente tracce molto fini e sottosquadri ridotti.
- I pannelli vengono poi placcati fino allo spessore di rame finale richiesto.
- Utilizzando questo metodo è possibile ottenere uno spessore del rame compreso tra 10 $\mu$ m ( $\approx$  1/3oz) e 140 $\mu$ m (4oz).
- Tuttavia, laddove sono richiesti rame e PATH più spessi, possiamo cercare di placcare fino a raggiungere 1.000  $\mu$ m Cu
- Utilizzando questa tecnologia sono possibili progetti con più pesi di rame.
- Consente inoltre la possibilità di via placcate o riempite. Cosa non possibile con la tecnologia Thick Film o DBC.



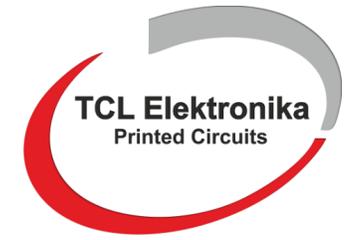
# Ceramica - DPC

## Applications:

- LED
- Substrati per celle solari a concentrazione
- Packaging per semiconduttori di potenza, incluso il controllo di motori automobilistici
- Elettronica per la gestione della potenza di automobili ibride ed elettriche
- Pacchetti per RF
- Dispositivi a microonde



# Ceramica - DPC vs DBC/AMB

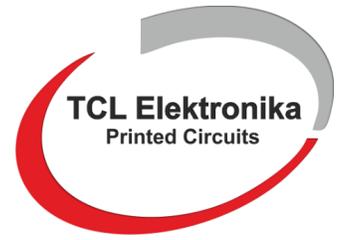


DBC/AMB e DPC presentano gli stessi vantaggi per le applicazioni ad alta potenza, grazie all'uso di un legame diretto tra il rame e il substrato ceramico, pertanto gli stessi attributi chiave per entrambi sono:

- Eccezionale conduttività termica
- Temperature di esercizio elevate
- Buona resistenza meccanica; forma meccanicamente stabile, buona adesione.
- Ottimo isolamento elettrico
- Conduttività termica molto buona
- Eccezionale stabilità del ciclo termico
- Buona diffusione del calore

Le differenze emergono quando si esaminano le considerazioni e le applicazioni di progettazione. DBC/AMB sono adatti a capacità di corrente elevate, tuttavia hanno una progettazione limitata del circuito. Il DPC consente tracce più sottili e connessioni a foro passante, ma può essere utilizzato nei casi in cui è richiesto rame pesante e più pesi di rame sullo stesso strato.

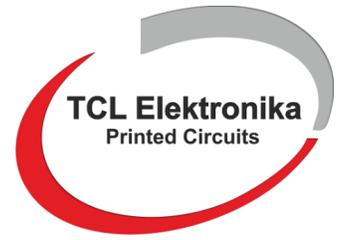
# Ceramica - Esempi



Below are some stack-up examples of Ceramic PCBs manufactured by the factory:

- DBC su Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da 0,38 mm con 2 strati di 300um Cu
- DPC su Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da 0,635 mm con 2 strati di Cu da 60um
- AMB su SiN da 0,32 mm con 2 strati di Cu da 300um
- DPC su Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da 2,0 mm con 2 strati di Cu da 35um
- DPC su AlN da 0,25 mm con 2 strati di Cu da 140um
- DPC su Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da 1,0 mm con pesi di rame multipli fino a 1.100 um Cu

# Grazie



Se hai domande o hai bisogno di ulteriori informazioni su uno qualsiasi dei contenuti presentati, contattaci utilizzando i dettagli di seguito:



**TCL Elektronika Office**

Email: [sales@tclelektronika.com](mailto:sales@tclelektronika.com)

**Claudio Cinieri (PCB Specialist)**

Email: [claudio.cinieri@tclelektronika.com](mailto:claudio.cinieri@tclelektronika.com)