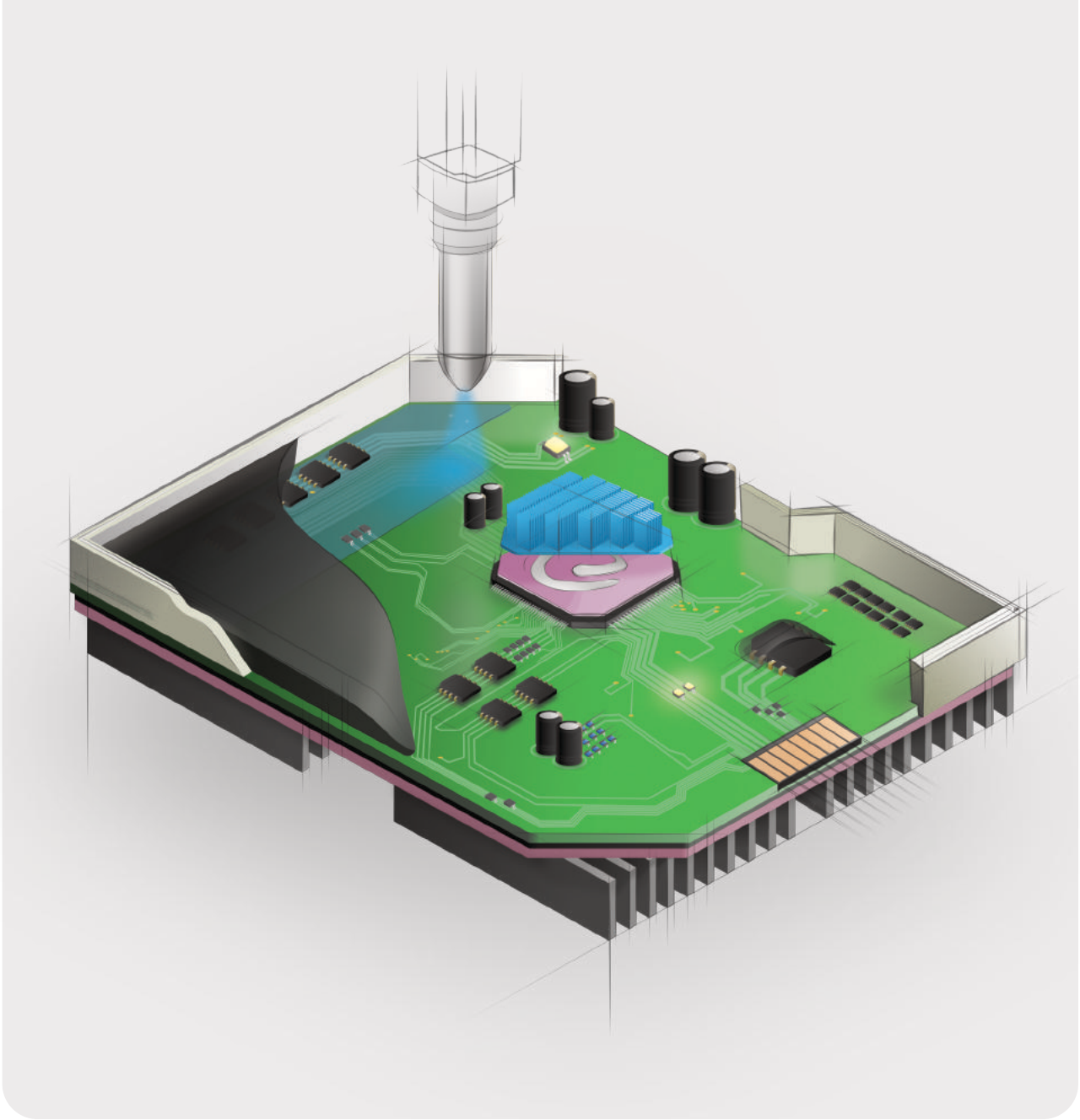


www.mascherpa.it

ELETTRONICA

Conformal Coating

DOW HUNTSMAN ELECTROLUBE

MASCHERPA 120°

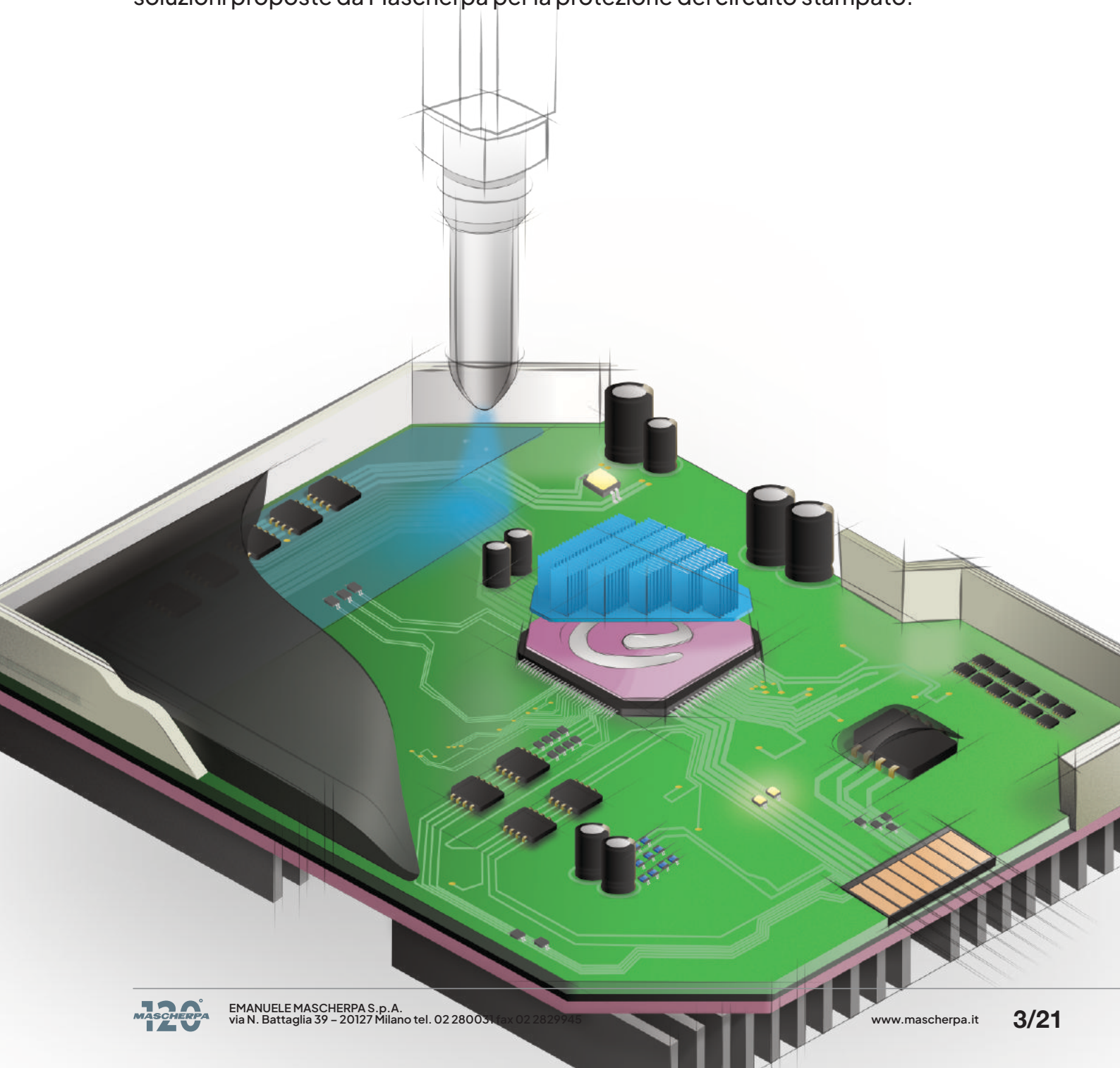
SOMMARIO

Introduzione	3
Problemi di affidabilità	4
Soluzioni durature	4
Conducibilità termica	5
Conformal coating: cos'è e tipologie	5
Cos’è conformal coating	5
Vantaggi	6
Tipi di conformal coating	6
Conformal coating acrilico	6
Conformal coating poliuretanico	6
Conformal coating ibrido	7
Conformal coating in silicone	7
Conformal coating a base d'acqua	7
Conformal coating a polimerizzazione UV	8
Conformal coating bicomponenti (2K)	8
Modalità di applicazione	9
Rivestimento a mano	10
Rivestimento a macchina	11
Problemi d’applicazione	12
Meccanismi di polimerizzazione	13
Standard e normative	15
Norme rilevanti	15
Considerazioni ambientali e regolamenti	16
Le nostre soluzioni di conformal coating	17
Settori industriali di applicazione	18
E-Mobility	18
Lighting	18
Energia	19
Prodotti di consumo	19
Elettrodomestici	19
Perché scegliere Mascherpa	20

INTRODUZIONE

Con questo documento ci proponiamo di fare una panoramica dettagliata sul complesso mondo dei conformal coating e delle sfide che il mercato ci pone in merito all'affidabilità dei dispositivi elettronici.

Partendo dai problemi più comuni che si possono riscontrare nei processi produttivi di assemblaggio dei circuiti stampati (PCB), andremo ad approfondire le soluzioni che offre il mercato dei conformal coating, le modalità di applicazione, gli standard e le normative vigenti, ed infine le soluzioni proposte da Mascherpa per la protezione del circuito stampato.



PROBLEMI DI AFFIDABILITÀ

La protezione del circuito stampato è l'obiettivo di ogni produttore. La giusta protezione permette di allungare la durata dei PCB.

Esistono però diverse problematiche da affrontare:

Umidità e condensa. L'umidità può provocare cortocircuiti e corrosione nei componenti del PCB, soprattutto in ambienti ad alta umidità o in presenza di condensa.

Polvere e particolato. La polvere e altri particolati possono interferire con i componenti elettronici, riducendo l'efficienza del raffreddamento e potenzialmente causando cortocircuiti.

Sostanze chimiche e corrosivi. In ambienti industriali o in presenza di sostanze chimiche volatili, i PCB sono a rischio di corrosione chimica.

Shock termici e variazioni di temperatura. I rapidi cambiamenti di temperatura possono causare stress meccanici sui materiali dei PCB, portando a crepe o deformazioni.

Vibrazioni e impatti fisici. Ambienti di lavoro che possono sottoporre la PCB a sollecitazioni fisiche come vibrazioni o urti potrebbero causare il danneggiamento della componentistica elettronica o delle saldature.

Correnti residue nei PCB. Le correnti residue (rischio di correnti parassite o fenomeni di elettromigrazione) possono causare malfunzionamenti o danneggiare i componenti sensibili.

SOLUZIONI DURATURE

La soluzione principale a questi problemi è l'applicazione del conformal coating.

L'applicazione di un sottilissimo film polimerico sui circuiti stampati assicura protezione da umidità, sfridi, condensa, agenti chimici, contaminanti, intemperie, corrosione, abrasioni e urti. Migliora, inoltre, la resistenza alle vibrazioni.

Rispetto ai problemi visti prima:

Umidità e condensa. Il conformal coating crea una barriera impermeabile che impedisce all'umidità di raggiungere componenti e tracce, proteggendo i materiali sensibili e prevenendo la corrosione elettrica.

Polvere e particolato. Il rivestimento conforme protegge dall'accumulo di polvere e sporco, mantenendo le prestazioni ottimali del PCB nel tempo.

CONDUCIBILITÀ TERMICA

Sostanze chimiche e corrosive. Il conformal coating protegge efficacemente contro gli attacchi di agenti chimici aggressivi, preservando l'integrità dei componenti e delle tracce metalliche.

Shock termici e variazioni di temperatura. Il conformal coating contribuisce alla stabilità meccanica della PCB grazie all'assorbimento delle dilatazioni termiche dovute agli shock termici a cui viene sottoposta.

Vibrazioni e impatti fisici. Sebbene il conformal coating non possa fornire una protezione completa contro impatti fisici diretti, esso contribuisce a mitigare i danni causati da vibrazioni, assicurando una maggiore adesione dei componenti al PCB e riducendo il rischio di distacco.

Correnti residue nei PCB. Il conformal coating isola elettricamente le tracce e i componenti, riducendo il rischio di correnti parassite o fenomeni di elettromigrazione che possono compromettere il funzionamento del PCB.

Miniaturizzazione (interferenze elettroniche). Il conformal coating può aiutare a ridurre le interferenze elettroniche isolando fisicamente i componenti, contribuendo così alla stabilità e affidabilità del segnale.

Quando parliamo di conducibilità termica, il primo e ricorrente parametro che incontreremo è il Trasferimento di Calore. Partendo dalla Capacità Termica possiamo dire che il tasso di flusso di calore (Q), è la quantità di calore che viene trasferita per unità di tempo, in un materiale, di solito misurata in Watt. Il calore è il flusso di energia termica guidato dal non-equilibrio termico. Il coefficiente di trasferimento del calore (h) viene misurato in W/m^2K e - parametricamente - in W/mK.

Questo parametro influisce su ogni aspetto della progettazione delle batterie, della progettazione degli involucri, del BMS, del powertrain e della progettazione complessiva. Il parametro W/mK è mostrato in ogni scheda tecnica di qualsiasi prodotto termoconduttivo.

CONFORMAL COATING: COS'È E TIPOLOGIE

In questa sezione entriamo nel dettaglio di cos'è il conformal coating, i principali vantaggi e le diverse tipologie di conformal coating.

Cos'è conformal coating

Una vernice protettiva o conformal coating è un sottile film polimerico applicato a un circuito stampato (PCB) al fine di proteggere la scheda e i suoi componenti dall'ambiente e prevenire la corrosione. Il film viene generalmente applicato in spessori di 25-250 µm e "si conforma" alla forma della scheda e dei suoi componenti. È progettato per coprire e proteggere i giunti di saldatura, i componenti elettronici, le tracce esposte e altre aree metallizzate dalla corrosione e dagli agenti esterni, prolungando in definitiva la durata del PCB.

Vantaggi

Un circuito stampato di nuova fabbricazione funzionerà bene, ma le prestazioni possono rapidamente deteriorarsi a causa di fattori esterni nel suo ambiente operativo come umidità, sostanze chimiche, ambiente salino e temperature estreme.

Una vernice protettiva può essere utilizzata in tali ambienti per proteggere i circuiti stampati e i loro componenti e, in definitiva, prevenire la corrosione e i guasti. La protezione fornita consente ai progettisti di soddisfare le esigenze di miniaturizzazione e affidabilità.

Tipi di conformal coating

I conformal coating possono essere classificati in base alla loro chimica di base; ogni opzione ha le sue proprietà benefiche per i diversi ambienti in cui il PCB dovrà operare.

Le tipologie di conformal coating sono:

- Conformal coating acrilico
- Conformal coating poliuretanico
- Conformal coating ibrido
- Conformal coating in silicone
- Conformal coating a base d'acqua
- Conformal coating a polimerizzazione UV
- Conformal coating 2K

I materiali più utilizzati sono storicamente quelli a base di solventi, i cui vantaggi includono:

- Facilità di lavorazione e applicazione
- Semplice regolazione della viscosità
- Adattabilità a una serie di metodi di applicazione
- Applicazione e polimerizzazione su misura

Conformal coating acrilico

Le vernici acriliche combinano un prezzo ragionevole con una buona protezione ambientale; mantengono la trasparenza e resistono all'imbrunimento e all'idrolisi in caso di esposizione prolungata all'esterno. Hanno tuttavia una limitata resistenza ai solventi, che li rende adatti alla rilavorazione ma non alle applicazioni in cui la resistenza chimica è importante.

- Offrono un'eccellente protezione dall'umidità e dalla nebbia salina
- Sono facili da applicare e rimuovere e si asciugano rapidamente a temperatura ambiente grazie alla semplice evaporazione del solvente
- Hanno una buona gamma di temperature di esercizio
- Hanno un'eccellente adesione a un'ampia varietà di substrati

Conformal coating poliuretanico

A differenza degli acrilici, i Conformal coating poliuretanici offrono un'eccellente resistenza chimica e una protezione superiore in ambienti difficili. Mantengono la

flessibilità anche a temperature molto basse. Come gli acrilici, sono anche molto versatili e coprono un'ampia gamma di temperature di esercizio.

- Buona flessibilità, soprattutto alle basse temperature
- Eccellente resistenza chimica
- I rivestimenti in poliuretano possono essere rimossi con prodotti specifici
- Ottima resistenza all'abrasione

Conformal coating ibrido

I rivestimenti ibridi sono quelli in cui viene utilizzata una miscela di sostanze chimiche di base. Questi possono dare origine a una serie di opzioni di rivestimento diverse, in grado di soddisfare i requisiti di applicazioni specifiche.

La gamma di rivestimenti conformi solitamente è costituita da resine di base acriliche o poliuretaniche modificate con silicone per migliorare le proprietà della resina alle alte temperature. Questi rivestimenti presentano un'ampia gamma di vantaggi rispetto ai materiali standard e, essendo a base di solventi, offrono anche tutti i vantaggi della facilità di applicazione.

- Intervallo di temperatura di esercizio estremamente ampio
- Facile da applicare
- Elevata resistenza chimica
- Può essere rilavorato con prodotti specifici
- Buona protezione in un'ampia gamma di ambienti

Conformal coating in silicone

In generale, i siliconi sono i conformal coating più resistenti alle alte/basse temperature o alle fluttuazioni termiche, grazie alla loro natura più flessibile. Questi rivestimenti offrono un'ampia gamma di protezione in ambienti difficili e con rapida variazione di temperatura. Tuttavia, sono meno resistenti all'umidità e ai gas corrosivi rispetto ad altre tecnologie di rivestimento.

- Buona protezione a tutto tondo
- Flessibile
- Ampi intervalli di temperatura operativa
- Normalmente approvati da molti standard del settore (es. IEC 61086, IPC-CC-830, MIL, UL)
- Facilità di lavorazione e rilavorazione

Conformal coating a base d'acqua

I conformal coating a base d'acqua polimerizzano per evaporazione dell'acqua dal sistema. Sono opzioni a basso contenuto di COV, in quanto sostituiscono la maggior parte del solvente nel sistema con l'acqua. Questo migliora la sicurezza dell'operatore e riduce drasticamente le emissioni di solvente.

- Riduzione dell'uso di solventi; miglioramento della sicurezza dell'operatore e dell'ambiente
- Prodotti sicuri
- Possono essere applicati con attrezzature standard; sono disponibili versioni a immersione e a spruzzo

- Possono offrire un buon livello di resistenza chimica

Conformal coating a polimerizzazione UV

Anche i rivestimenti conformali a polimerizzazione UV sono un altro esempio di rivestimenti ibridi. In questo caso, spesso vengono utilizzati diversi tipi di chimica per produrre un sistema a doppia polimerizzazione, evitando così problemi di aree oscurate dalla luce UV durante l'indurimento. I rivestimenti a polimerizzazione UV offrono i tempi di polimerizzazione più rapidi, con rivestimenti che polimerizzano in pochi secondi sotto la luce UV. Questo è estremamente vantaggioso per le applicazioni ad alta produttività e le aree in ombra si polimerizzano con il sistema di polimerizzazione secondaria nel corso del tempo.

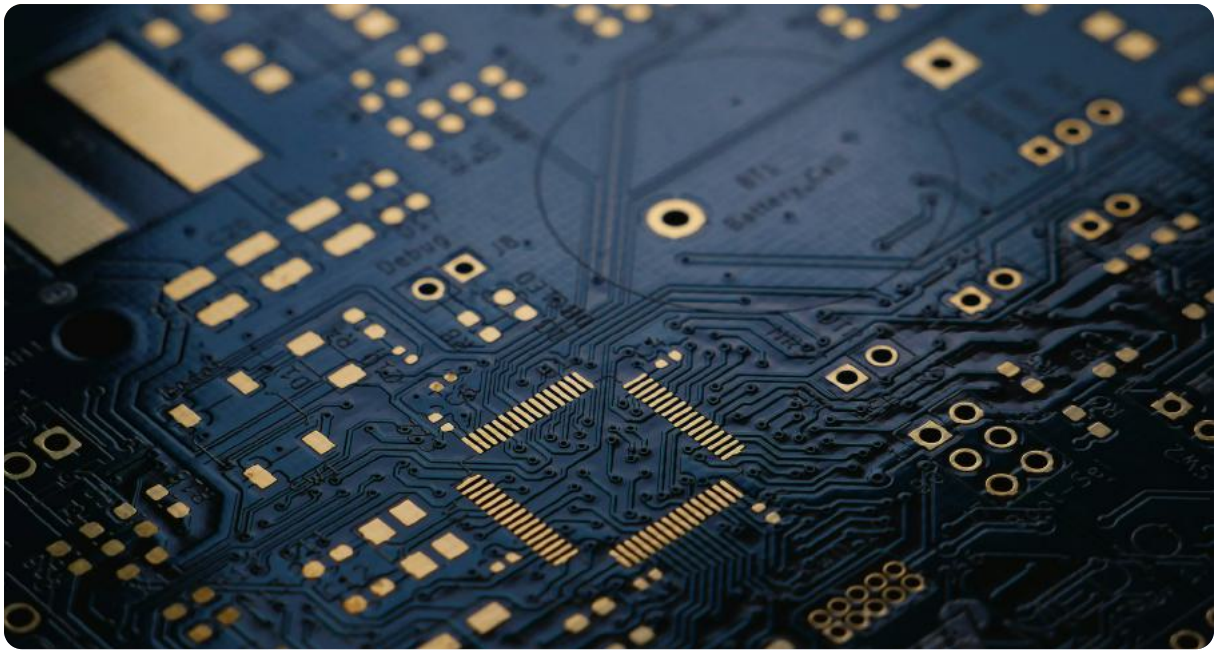
Grazie alla loro struttura altamente reticolata, una volta polimerizzati, possono essere difficili da rimuovere ma offrono un'eccellente resistenza chimica.

- Tempi di processo estremamente rapidi
- Sistema secondario di polimerizzazione con umidità utilizzato per favorire la polimerizzazione delle zone d'ombra
- Buona protezione in una serie di ambienti
- Eccellente resistenza chimica

Conformal coating bicomponenti (2K)

I conformal coating bicomponenti 2K sono tecnologie ibride che combinano le migliori proprietà delle resine incapsulanti con quelle di un rivestimento conforme. Questi materiali offrono una protezione tra le migliori disponibili, pur mantenendo la lavorabilità e l'economicità di un rivestimento conforme (rispetto a una resina).

- Prestazioni elevate
- Elevati livelli di protezione in una vasta gamma di ambienti
- Applicazione più spessa rispetto ai rivestimenti monocomponente
- Eccellente protezione chimica e dall'umidità



MODALITÀ DI APPLICAZIONE

Solitamente le tecniche di applicazione del conformal coating sulle schede elettroniche sono 3:

Selettiva - La tecnica di applicazione selettiva viene realizzata con macchine specifiche utilizzando valvole spray, drop jet o liquid dispense su PCB. Permette di definire le aree da proteggere con precisione, sono processi affidabili, ripetibili e non influenzabili dall'operatore.

Manuale (pennello o spray) - L'applicazione avviene con pennello o spray manuale con aerografi specifici, sui PCB. L'applicazione spray manuale richiede la protezione delle aree da non ricoprire con dispositivi specifici di schermatura. Entrambi i processi sono lunghi e onerosi, influenzabili dall'operatore; idonei per piccoli volumi produttivi, sono soluzioni economiche.

Immersione dei PCB - È veloce, ma non è facile mantenere uno spessore di deposito costante. La scheda deve essere progettata per questa tecnica. Anche in questo caso richiede la protezione delle aree da non ricoprire con dispositivi specifici di schermatura.

Spesso ci si concentra su quale conformal coating è la scelta migliore in base alle esigenze di protezione della scheda elettronica PCB. Tuttavia, l'applicazione del conformal coating è altrettanto importante, se non di più, della scelta del materiale giusto per la vostra applicazione. Anche il miglior rivestimento conforme, se applicato male, fornirà livelli di protezione inadeguati.

Ciò è dovuto a una serie di fattori:

- lo spessore del rivestimento applicato
- il livello di copertura raggiunto
- la capacità del rivestimento di aderire alla scheda e ai suoi componenti.

È quindi importante scegliere il metodo di applicazione corretto per il rivestimento scelto.

Come abbiamo visto prima, i principali metodi sono 3. Ma entrando nel dettaglio delle singole applicazioni, possiamo identificare cinque metodi di applicazione dei conformal coating:

- Rivestimento a mano
  - tramite pennello (Brush Coating),
  - aerosol (Aerosol Coating),
  - pistola a spruzzo (Atomised Spray Coating);
- Rivestimento a macchina
  - a immersione (automated Dip coating)
  - selettivo (Selective Coating Machine).

Per evitare contaminazioni, in qualsiasi metodo di applicazione, si consiglia di pulire il PCB prima del rivestimento in modo di non intrappolare al di sotto del rivestimento alcun contaminante che potrebbe compromettere nel tempo le prestazioni del PCB, e di assicurarsi che lo spazio di lavoro sia pulito e ben ventilato.

Rivestimento a mano

Rivestimento a pennello (Brush Coating)

Come regola generale, è sconsigliato l'uso del metodo di verniciatura a pennello, in quanto anche con un tecnico esperto c'è un elevato rischio di applicazione eccessiva del rivestimento. Inoltre il pennello potrebbe perdere setole andando a contaminare il rivestimento.

Il conformal coating viene applicato con un pennello su aree specifiche del circuito stampato. È un metodo a basso costo, ma richiede molta manodopera ed è molto variabile a seconda della competenza e della costanza dell'operatore. Ciò detto, può essere una tecnica utile per riparare o ritoccare le schede elettroniche.

Rivestimento per aerosol (Aerosol Coating)

Il conformal coating per aerosol è uno dei metodi di applicazione più convenienti per la produzione su piccola scala o la prototipazione. L'applicazione deve sempre avvenire in un'area ben ventilata, ma in cui i contaminanti esterni possano essere ridotti al minimo. Se possibile, si consiglia di utilizzare una cabina di verniciatura specializzata.

La maggior parte degli aerosol è pronta all'uso ed è progettata per eliminare alcuni dei potenziali problemi che si possono incontrare con le pistole a spruzzo.

I punti importanti da ricordare quando si vernicia con l'aerosol:

- Non agitare troppo la bomboletta prima dell'uso per non aggiungere bolle alla miscela che possono essere trasferite alla tavola.
- La tavola deve trovarsi ad un angolo di 45° rispetto alla bomboletta (ad esempio, se la tavola è piatta, la bomboletta deve trovarsi a 45°) e a circa 20–30 cm di distanza dalla bomboletta.
- Spruzzare la tavola con un movimento continuo e costante a Z, ricoprendola in modo uniforme.

La tavola deve poi essere ruotata di 90° e il rivestimento deve essere applicato di nuovo con lo stesso movimento. La tavola andrà ruotata ripetendo il processo fino a quando non si è fatto il giro completo di 360°. In questo modo si ottiene un rivestimento uniforme, garantendo la penetrazione del rivestimento da diverse angolazioni.

Per facilitare questo processo è possibile utilizzare una tavola rotante.

Rivestimento a spruzzo atomizzato (Atomised Spray Coating)

vl conformal coating possono essere applicati anche con una pistola a spruzzo

atomizzata. La tecnica è simile a quella della spruzzatura manuale con aerosol, ma può essere un modo molto più rapido ed efficiente di applicare il rivestimento.

Con questo metodo, la ventilazione è un aspetto fondamentale e si consiglia di utilizzare una cabina di verniciatura professionale. Una ventilazione non corretta o un errato rapporto aria/materiale sulla pistola possono causare problemi come la formazione di ragnatele o la fioritura.

Una volta ottenuta la giusta miscela di aria, materiale e solvente, il metodo di applicazione è molto simile a quello degli aerosol: un angolo di 45° dalla tavola, una distanza di 20–30 cm e un movimento costante a Z, girando la tavola dopo ogni passaggio completo e ripetendo il processo fino a quando non ha ruotato di 360°.

Come per gli altri metodi di verniciatura manuale, è importante assicurarsi che la vernice non sia troppo spessa; controllare il TDS del prodotto per assicurarsi che i livelli siano corretti.

Rivestimento a macchina

Se avete un budget un po' più elevato, di solito consigliamo di eseguire l'applicazione a macchina, in modo da eliminare alcuni dei problemi riscontrati con i metodi manuali già menzionati e ottenere un livello di precisione maggiore.

Esistono due metodi principali: immersione e selettivo.

Rivestimento per immersione

Il primo di questi metodi è l'immersione, in cui la tavola viene lentamente immersa nel rivestimento. Si tratta di un processo lento, in quanto il solvente evapora man mano che il pannello viene sollevato, per cui un prelievo troppo rapido può causare striature nel rivestimento. Sebbene l'immersione garantisca il rivestimento completo del pannello, può essere un processo laborioso, poiché oltre al tempo necessario per immergere ogni pannello, è necessario mascherare i contatti o altre aree che non si desidera rivestire. Questa mascheratura dovrà essere rimossa una volta che la scheda immersa si sarà asciugata e può essere utilizzata una sola volta, quindi è una tecnica piuttosto dispendiosa e può aggiungere costi al processo sia in termini di tempo impiegato per la mascheratura che di costi del materiale. Inoltre, il solvente può evaporare dalla vasca di immersione, rendendo necessario il controllo periodico della viscosità e l'eventuale aggiunta di solvente per ripristinare i parametri di viscosità iniziali.

Detto questo, esistono dei rivestimenti fluorurati che hanno una resistenza del film molto bassa, il che significa che è possibile rivestire l'intera scheda senza dover mascherare connessioni che altrimenti andrebbero protette, in quanto il rivestimento verrà rimosso semplicemente all'atto dell'inserimento del connettore alla connessione rivestita.

Rivestimento selettivo

Infine, arriviamo al rivestimento selettivo a macchina. Questo è di gran lunga il

metodo più efficiente per rivestire un PCB, anche se può essere il più costoso se non si possiede già l'attrezzatura necessaria.

Il rivestimento selettivo consente all'utente di "selezionare" le aree della scheda da rivestire, lo spessore richiesto per il rivestimento e lasciare che la macchina lo applichi in maniera automatica.

Alcuni ulteriori elementi da considerare sono l'altezza dell'applicatore, la velocità di erogazione e il tempo ciclo. È inoltre importante pianificare in anticipo quali aree del pannello devono essere rivestite e quali no.

Lo svantaggio di questo metodo è che richiede un operatore adeguatamente preparato alla gestione dell'impianto. La programmazione può richiedere molto tempo e tempi di inattività della macchina, il che può limitare l'attrattiva di questo metodo dove la produzione prevede bassi volumi.

Problemi d'applicazione

Indipendentemente dal metodo e dal prodotto adottato, i rischi di "errori" sono costantemente presenti, specialmente lungo i bordi dei componenti passivi o dei pin di montaggio attraverso fori (PTH). Difetti nel rivestimento protettivo compromettono l'affidabilità della scheda elettronica accorciando la durata del ciclo di vita di un dispositivo elettronico.

I difetti dei rivestimenti conformi più comuni sono i seguenti:

- Bagnatura (Dewetting)
- Delaminazione (Delamination)
- Bolle d'aria (Air bubbles)
- Fisheyes
- Buccia d'arancia (Orange peel)
- Crepe/incrinature (Cracking/crazing)

Bagnatura

Causata dalla bassa tensione superficiale del substrato dovuta per esempio a contaminazioni come residui di flussante, oli di processo, oli per stampi e impronte digitali. La pulizia accurata del substrato prima dell'applicazione del rivestimento risolve generalmente questo problema.

Delaminazione

Un'area del rivestimento perde l'adesione al substrato e può sollevarsi dalla superficie. È spesso causata da una superficie contaminata. Una pulizia adeguata può risolvere il problema. Un'altra causa è il tempo di aderenza insufficiente tra le mani. Il solvente non ha avuto il tempo necessario per evaporare prima della mano successiva.

Bolle d'aria

L'aria può essere introdotta nel rivestimento durante la miscelazione o nel

processo di spruzzatura. Anche l'applicazione a pennello può introdurre bolle d'aria nel rivestimento quando il tempo di presa tra una mano e l'altra è insufficiente.

La maggior parte delle bolle è causata dal solvente intrappolato che vaporizza attraverso gli strati di rivestimento. Questo avviene principalmente quando lo strato di vernice è troppo spesso e la vernice viene sottoposta a polimerizzazione accelerata (a caldo) troppo rapidamente.

Fisheyes

Piccola area circolare, evidenziata da un "cratere" al centro, solitamente visibile durante l'applicazione a spruzzo o poco dopo. Questo fenomeno può essere causato dall'olio o dall'acqua intrappolati nel sistema dell'aria del dosatore ed è comunemente osservato quando il sistema centralizzato di aria compressa, impiegato nel processo, non è dotato di un adeguato sistema di filtraggio.

Buccia d'arancia

Ha esattamente l'aspetto che il termine implica: un aspetto irregolare e a chiazze. Quando si utilizza un sistema a spruzzo, se la pressione dell'aria è troppo bassa, l'atomizzazione non uniforme produce una struttura simile a quella della buccia d'arancia. Se si utilizza un diluente nel sistema di spruzzatura per ridurre la viscosità, una scelta errata del diluente può far evaporare troppo rapidamente il rivestimento, impedendogli di avere il tempo necessario per livellarsi correttamente. Un'altra causa è l'applicazione di un numero eccessivo di mani.

Crepe/incrinature

Dette anche crazing, di solito sono causate da uno spessore eccessivo del film o da un tempo insufficiente tra una mano e l'altra. Se la polimerizzazione avviene con un'accelerazione termica, l'esposizione del film umido a temperature troppo elevate può portare a crepe e screpolature. È sempre auspicabile un tasso di evaporazione graduale, quindi potrebbe essere necessaria una temperatura più bassa per un periodo di tempo più lungo. Alcuni rivestimenti raccomandano una polimerizzazione accelerata in due fasi, in cui si richiede una temperatura più bassa per un breve periodo di tempo, seguita da un periodo di aumento della temperatura. In questo modo i solventi più volatili evaporano più lentamente, mentre quelli più lenti vengono eliminati alla temperatura più alta.

MECCANISMI DI POLIMERIZZAZIONE

La polimerizzazione, sebbene non sia un criterio primario nella scelta di un conformal coating, ha un impatto diretto sulla produttività. Alcuni meccanismi sono relativamente semplici, mentre altri sono molto complessi e lasciano spazio a errori se utilizzati in un processo non controllato.

I meccanismi di polimerizzazioni sono:

- Meccanismo di polimerizzazione per evaporazione
- Polimerizzazione con umidità

- Polimerizzazione a caldo
- Polimerizzazione UV

Polimerizzazione per evaporazione

Il supporto liquido evapora, lasciando solo la resina di rivestimento. L'umidità influisce sui parametri di applicazione, sia che il supporto liquido sia a base di solvente che a base di acqua. I sistemi a solvente tendono a essere facili da lavorare e a fornire una copertura costante grazie a una buona bagnatura e a tempi di polimerizzazione rapidi. Tuttavia, i solventi sono spesso infiammabili e tossici, quindi è necessaria un'adeguata ventilazione e metodi di estrazione dei fumi. L'uso dell'acqua come vettore può eliminare il problema dell'infiammabilità e della tossicità, anche se questi rivestimenti tendono a richiedere tempi di polimerizzazione molto più lunghi e possono essere molto sensibili all'umidità ambientale.

Polimerizzazione con umidità

Si trova principalmente nei sistemi siliconici e in alcuni sistemi uretanici. Questi materiali reagiscono con l'umidità ambientale per formare il rivestimento polimerico.

Polimerizzazione a caldo

La polimerizzazione a caldo provoca la polimerizzazione del sistema o ne accelera l'indurimento. Ciò può essere vantaggioso quando i tempi di polimerizzazione ottenuti da evaporazione di solvente o per effetto dell'umidità sono considerati troppo lenti o non sufficienti a raggiungere il massimo delle prestazioni del rivestimento. Tuttavia, la sensibilità termica delle schede e dei componenti deve essere presa in considerazione quando si polimerizza ad alte temperature.

Polimerizzazione UV

I rivestimenti polimerizzati con luce ultravioletta offrono produzioni molto rapide. Si tratta di sistemi solidi al 100%, senza solventi di supporto. Nella maggior parte dei rivestimenti a polimerizzazione UV, è presente un meccanismo di polimerizzazione secondario (per effetto di umidità o calore) che permette al rivestimento conforme di polimerizzare anche nelle zone d'ombra della PCB (es. sotto i componenti) dove la luce UV non è riuscita a raggiungere il rivestimento. I rivestimenti a polimerizzazione UV sono più difficili da riparare e rilavorare e richiedono lampade specifiche per spettro di emissione luminosa ed intensità, e una protezione dalle radiazioni UV per i lavoratori.

Rimozione

A volte è necessario rimuovere un conformal coating dal circuito stampato per sostituire i componenti danneggiati o eseguire altre procedure di rilavorazione. I metodi e i materiali utilizzati per rimuovere i rivestimenti sono determinati sia dalla chimica del rivestimento sia dalle dimensioni dell'area.

I principali metodi utilizzati sono:
- Rimozione con solvente
- Termico
- Rimozione meccanica
    - Micropallinatura
    - Smerigliatura

Rimozione con solvente

La maggior parte dei rivestimenti conformi può essere rimossa con solvente; tuttavia, è necessario determinare se il solvente danneggia le parti o i componenti elettronici presenti sul circuito stampato. I rivestimenti acrilici sono i più sensibili ai solventi, quindi si rimuovono più facilmente. Gli epossidici, gli uretanici e i siliconici sono invece i meno sensibili. Il parilene non può essere rimosso con un solvente ma solo meccanicamente.

Termico

Una tecnica comune di rimozione del rivestimento consiste nel bruciarlo con un saldatore durante la rilavorazione della scheda. Questo metodo funziona bene con la maggior parte dei rivestimenti conformi.

Rimozione meccanica

Alcuni rivestimenti conformi possono essere eliminati dal circuito stampato solo mediante azione meccanica (rivestimenti epossidici o UV). Due metodi di rimozione meccanica sono:

- **Micropallinatura**

  La micropallinatura rimuove il rivestimento conforme utilizzando una miscela concentrata di abrasivo morbido e aria compressa per abradere il rivestimento. Il processo può essere utilizzato per rimuovere piccole aree del conformal coating. È il metodo più comunemente utilizzato per la rimozione di rivestimenti parilenici ed epossidici.

- **Smerigliatura**

  In questo metodo, il conformal coating viene rimosso abradendo il circuito stampato. Questo metodo è più efficace con i rivestimenti conformali più duri, come il parilene, l'epossidico e il poliuretano. Questo metodo viene utilizzato solo come ultima risorsa, poiché può causare gravi danni.

STANDARD E NORMATIVE

Gli standard di rivestimento conforme, sono una serie di specifiche e test che un rivestimento deve superare per essere considerato per l'uso in determinati ambienti come, per esempio, applicazioni militari o automobilistiche.

Norme rilevanti

MIL: Standard militare per materiali di rivestimento, inattivo per nuovi progetti dal 1998 ma ancora richiesto per applicazioni militari.

Def Stan 59/47: Standard del Ministero della Difesa britannico per i rivestimenti utilizzati in elettronica avanzata.

IEC 61086: Standard internazionale che si basa sull'autocertificazione del fornitore

per i rivestimenti conformi.

IPC-CC-830B: Specifica attiva, correlata a MIL, per rivestimenti conformi senza richiesta di laboratorio di prova indipendente.

UL94V0 e UL746E: Norme degli Underwriters Laboratories per valutare l'infiammabilità e le proprietà elettriche dei rivestimenti conformi.

Tutti questi test richiedono che dei campioni siano rivestiti con il rivestimento conforme in questione e sono soggetti a una varietà di condizioni di temperatura e umidità per valutare le proprietà del materiale.

Considerazioni ambientali e regolamenti

Bisogna tenere sempre in considerazione l'impatto ambientale dei rivestimenti che si vanno ad applicare sui circuiti stampati. Ci sono norme specifiche che tengo in considerazione questo punto.

Impatto Ambientale dei COV: I composti organici volatili (COV) nei conformal coating contribuiscono all'inquinamento atmosferico, effetti negativi sull'ambiente e problemi di salute.

Definizioni di COV

- EPA (Environmental Protection Agency): Esclude alcuni composti dal concetto di COV in base alla loro reattività fotochimica.

La Direttiva UE sulle Emissioni di Solventi adotta come metodo di identificazione dei COV il "punto di ebollizione", considerato più semplice rispetto alla "pressione di vapore".

Regolamenti Ambientali

- REACH (Registrazione, Valutazione, Autorizzazione e Restrizione delle Sostanze Chimiche): Sistema europeo per la gestione delle sostanze chimiche.
- RoHS (Restriction of Hazardous Substances): Regolamentazione che limita l'uso di sostanze pericolose nei dispositivi elettronici.

LE NOSTRE SOLUZIONI DI CONFORMAL COATING

La gamma Mascherpa di conformal coating comprende un'ampia varietà di soluzioni quali acriliche, siliconiche, poliuretaniche, epossidiche e ibride. Tra queste vi sono opzioni ecocompatibili, con o senza solvente, con reticolazione a temperatura ambiente, a caldo o mediante raggi UV.

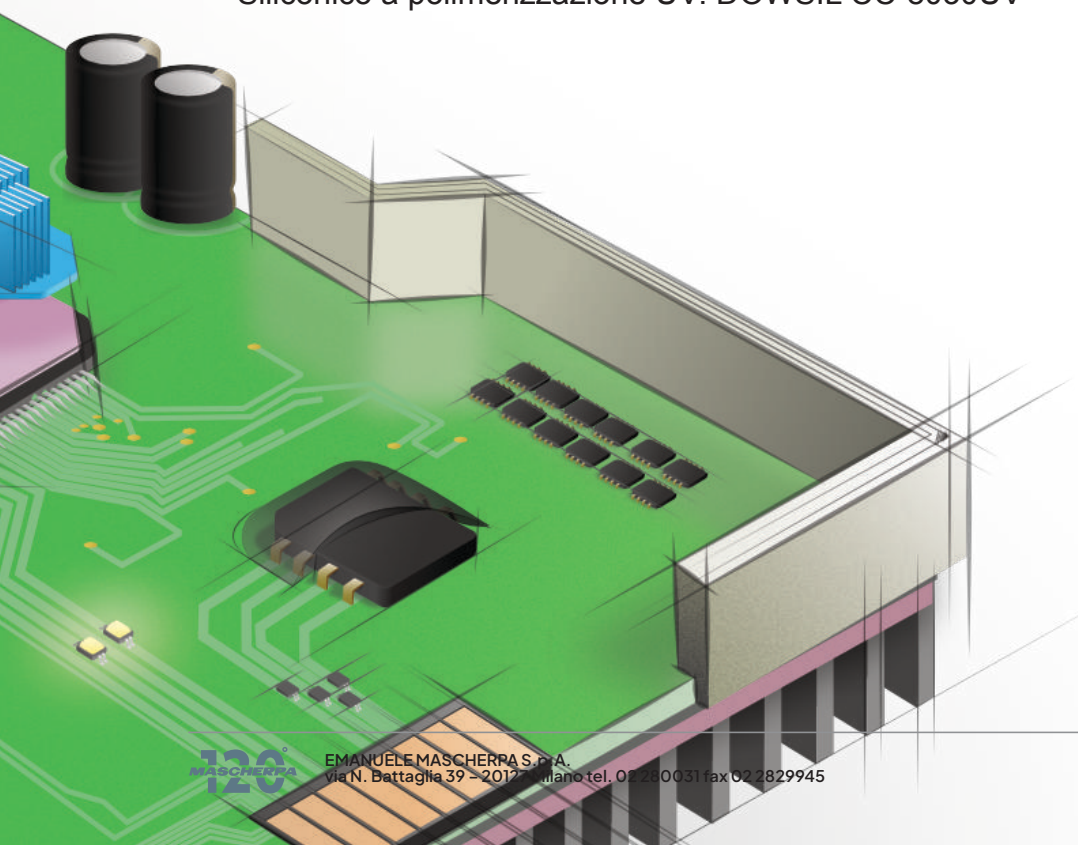
Le principali soluzioni che proponiamo al mercato sono:

Electrolube

- Acrilici: AFA, AFA-F, AFA-S, APL, HPA
- Ibridi: DCA, DCB, DCR
- Poliuretanici: PUC
- Fluorurati: FPC
- Uretanico a polimerizzazione UV: UVCL

DOW CHEMICAL con il brand DOWSIL

- Siliconici elastoplastici: DOWSIL 1-2577, DOWSIL 1-2577LV, DOWSIL 1-2620, DOWSIL 1-2620LV, DOWSIL CC-3122
- Siliconici elastomerici: DOWSIL 3-1953, DOWSIL 3-1965, DOWSIL SE9187L, DOWSIL 3-1944
- Siliconico a polimerizzazione UV: DOWSIL CC-8030UV



SETTORI INDUSTRIALI DI APPLICAZIONE

L'uso dei rivestimenti conformi è particolarmente importante nelle applicazioni automobilistiche, militari, aerospaziali, marine, di illuminazione, industriali e di energia alternativa.

Tuttavia, grazie alla rapida espansione dell'industria elettronica, i conformal coating si sono ampiamente diffusi anche nell'industria dell'elettronica domestica e mobile, fornendo la necessaria combinazione di elevate prestazioni e affidabilità in una vasta gamma di dispositivi elettronici. Entriamo nel dettaglio delle soluzioni per i principali settori industriali.

E-Mobility

- Nel dinamico panorama dell'emobility, la protezione affidabile dei circuiti elettronici e dei PCB (Printed Circuit Board) riveste un ruolo fondamentale per garantire l'affidabilità e la sicurezza dei veicoli elettrici (EV) e delle relative infrastrutture di ricarica. In questo contesto, i conformal coating emergono come una soluzione innovativa e indispensabile, offrendo una barriera protettiva contro una vasta gamma di rischi ambientali. Esaminiamo come l'applicazione di conformal coating risolve in modo efficace i problemi di protezione dei circuiti elettronici e dei PCB in diverse parti critiche dei veicoli elettrici e delle stazioni di ricarica EV.

- **ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) - Sensori:** I conformal coating forniscono una protezione affidabile ai PCB che ospitano sensori critici per garantire la sicurezza stradale in condizioni ambientali variabili.

- **EV Battery - Battery Management System (BMS):** La protezione dei PCB del sistema di gestione della batteria con conformal coating assicura l'affidabilità e la durata delle batterie degli EV, mitigando il rischio di danni causati da umidità e contaminanti.

- **Powertrain - Inverter/Convertitori, Motore Elettrico, Caricatore a Bordo:** I conformal coating proteggono i PCB all'interno del powertrain dagli effetti dannosi di umidità, vibrazioni e contaminanti, garantendo un funzionamento ottimale e una maggiore durata nel tempo.

- **Sistema Termico - Compressore Elettrico:** La protezione dei PCB del sistema termico con conformal coating preserva l'efficienza e la sicurezza del sistema anche in condizioni ambientali estreme.

- **Stazioni di Ricarica EV - Esposizione agli Agenti Atmosferici:** L'applicazione di conformal coating sui circuiti elettronici delle stazioni di ricarica protegge i componenti critici dagli agenti atmosferici e dalla corrosione, garantendo un funzionamento sicuro e affidabile.

Lighting

I delicati componenti elettronici e PCB di fari e lampade LED devono essere protetti da agenti esterni. Il mercato richiede rivestimenti che possano essere applicati anche

sopra ai LED, senza doverne inficiare l’emissione luminosa e la temperatura di colore.

I conformal coating in silicone sono in grado di fornire questa protezione, oltre a garantire un'eccellente adesione al LED senza stressarlo meccanicamente.

Energia

Le fonti rinnovabili, come l'idroelettrico, il solare, l'eolico e il geotermico, stanno diventando sempre più importanti nel panorama energetico globale. I dispositivi elettronici utilizzati in queste fonti devono resistere a condizioni ambientali estreme, come umidità, temperature variabili e vibrazioni, per garantire un funzionamento affidabile e duraturo.

I conformal coating e le resine incapsulanti sono materiali essenziali per la protezione degli apparati elettronici nell'industria energetica.. Questi materiali garantiscono la durabilità e l'efficienza degli apparecchi esposti a condizioni ambientali difficili, come l'umidità, le vibrazioni, e le temperature estreme, riducendo la necessità di manutenzione e migliorando le prestazioni complessive.

Prodotti di consumo

Le tecnologie elettroniche si sono evolute rapidamente, passando da dispositivi desktop a dispositivi portatili come smartphone e tablet, influenzando lo stile di vita moderno.

Le nuove tecnologie presentano sfide aggiuntive per i progettisti, come la gestione termica, la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la durata dei componenti. I conformal coating offrono protezione contro umidità, vibrazioni e urti, migliorando l'affidabilità e le prestazioni dei dispositivi elettronici.

Elettrodomestici

I conformal coating rappresentano un fondamentale strumento di protezione nell'ambito degli elettrodomestici, offrendo una difesa affidabile contro gli elementi esterni e garantendo la durata e l'affidabilità dei prodotti. Questi sottili rivestimenti protettivi offrono una protezione sia ambientale che meccanica per i circuiti e i componenti.

I conformal coating presentano una serie di vantaggi significativi. Innanzitutto, migliorano l'affidabilità in ambienti umidi, essenziali per elettrodomestici come frigoriferi e lavatrici. Proteggono i circuiti stampati e altri componenti da particelle ambientali, umidità e contaminanti, prevenendo cortocircuiti e corrosione dei conduttori e delle giunzioni di saldatura. Inoltre, forniscono protezione dall'abrasione e dai solventi, garantendo una maggiore durata nel tempo.

Questi rivestimenti non solo proteggono, ma anche ottimizzano le prestazioni dei circuiti, riducendo le sollecitazioni e proteggendo la resistenza dell'isolamento. Inoltre, consentono una progettazione più compatta, riducendo la distanza tra i conduttori sui PCB.

Le applicazioni dei conformal coating sono molteplici e includono sigillature per piani di cottura, espositori per supermercati, apparecchiature per cucine commerciali e molto altro ancora.

L'uso dei rivestimenti conformi è particolarmente importante nelle applicazioni automobilistiche, militari, aerospaziali, marine, di illuminazione, industriali e di energia alternativa.

Tuttavia, grazie alla rapida espansione dell'industria elettronica, i conformal coating si sono ampiamente diffusi anche nell'industria dell'elettronica domestica e mobile, fornendo la necessaria combinazione di elevate prestazioni e affidabilità in una vasta gamma di dispositivi elettronici. Entriamo nel dettaglio delle soluzioni per i principali settori industriali.

PERCHÉ SCEGLIERE MASCHERPA

Mascherpa è il principale fornitore di materiali per l'industria dell'assemblaggio e della protezione di componenti elettronici. Le nostre soluzioni avanzate includono una gamma di prodotti quali resine da incapsulaggio, conformal coating per la protezione di schede elettroniche, rivestimenti per la schermatura da interferenze elettromagnetiche (EMI), materiali per la dissipazione termica, adesivi e sigillanti per l'assemblaggio e il fissaggio di componenti, che facilitano l'interconnessione elettrica, forniscono integrità strutturale, offrono protezione da agenti esterni e trasferiscono il calore per prestazioni sempre più affidabili. Siamo orgogliosi di distribuire prodotti che migliorano le tecnologie elettroniche di oggi e consentono i progressi di domani.

- Le aziende innovative scelgono di collaborare con Mascherpa per l'ampiezza del nostro portafoglio di soluzioni, per l'elevata competenza tecnica e per la comprensione delle nuove sfide del mercato.

- Indipendentemente dalla tua sfida, possiamo aiutarti a trovare la soluzione migliore ritagliata su misura alle tue necessità produttive, tecniche ed economiche, e a supportarti durante l'intero ciclo di vita del tuo progetto con un team di assistenza tecnica e commerciale.

MASCHERPA

mascherpa.it/elettronica

mascherpa.it

La nostra pluriennale esperienza nel risolvere problemi di lubrificazione, adesione, sigillatura e protezione delle superfici, unita alla fondamentale attività di ricerca e sviluppo delle aziende che noi rappresentiamo, sono al vostro servizio. Contattateci, vi aiuteremo a dar vita alle vostre idee. Per conoscere tutte le gamme di prodotti e tecnologie trattate dalla nostra società e per avere maggiori informazioni, vi invitiamo a visitare il nostro sito

BroChim 03.2012.1

EMANUELE MASCHERPA S.p.A.
via N. Battaglia 39 – 20127 Milano tel. 02 280031 fax 02 2829945