

CONTAMINAZIONE IONICA PCB

UNA NUOVA VISIONE SECONDO GLI STD IPC

Nel mercato delle apparecchiature elettroniche, il tema della contaminazione ionica delle schede (PCBA) e ancor prima dei circuiti stampati che ne sono il supporto (PCB), non è certamente materia sconosciuta, ma con l'ultima revisione della J-STD 001, le commissioni tecniche della Association Connecting Electronics Industries (IPC) hanno suggerito a riguardo un punto di vista nuovo per valutare la qualità dei dispositivi che nascono da tali oggetti.

Ma andiamo per gradi.

Circa il 15% delle anomalie sulle schede elettroniche si verificano a causa di contaminazione presente sulle stesse dovuta a residui di lavorazione: il valore di contaminazione rappresenta l'insieme degli agenti inquinanti rimanenti delle lavorazioni produttive presenti su un sistema elettronico. Tale residuo può essere di tipo ionico o non ionico: quello ionico si compone di atomi o molecole/particelle, che possono sciogliersi sotto forma ionica in una soluzione acqua/alcool e diventare conduttive (in determinate condizioni ambientali e/o di utilizzo delle schede), e quindi suscettibili di creare dei difetti di affidabilità nel funzionamento futuro del sistema se presenti in eccesso.

Quello non ionico è dato da elementi privi di proprietà conduttive in ogni forma, le quali pur rimanendo sulla scheda dopo la produzione e l'assemblaggio non generano problemi funzionali.

Questo fa sì che in termini di affidabilità dei dispositivi elettronici si sia posta maggiore attenzione al contenuto residuo ionico dei PCBA e dei PCB loro integrati piuttosto che di altri residui.

I composti ionici che possono essere presenti durante la produzione di PCB e PCBA includono:

- **Sali generici**
- **Acidi organici e inorganici**
- **Etanolammine**
- **Attivatori dei flussanti**
- **Agenti chimici derivati da processi di placcatura dei metalli (solo per i pcb)**
- **Sudore umano**

L'insieme di questi genera il contenuto ionico residuo complessivo di un circuito stampato o di una scheda elettronica, ma ognuno di essi in base alla propria quantità induce controindicazioni specifiche più o meno gravi e non generali.





Contaminazione Ionica su pcba (photo by TechSpray)

Quando i produttori di PCB/PCBA non riescono a rimuovere i residui ionici in eccesso (e ciò avviene per una serie di ragioni non solo legate alla cattiva produzione dell'oggetto ma anche alla sua progettazione, come ben identificano gli std IPC serie 2200), possono verificarsi i seguenti problemi:

Corrosione: la corrosione è un fenomeno di elettrolisi che insorge in presenza di residui ionici e umidità, che si trasformano in un elettrolito ove gli ioni sono più o meno mobili in funzione della loro natura, del grado di umidità e del campo elettronico a cui sono sottoposti. La mobilità di questi ioni induce una corrente elettrica sotto l'effetto di tali campi, generando una reazione elettrolitica con consumo/trasformazione dei metalli presenti. E' pure possibile osservare una reazione spontanea, senza la presenza di campi elettrici, se due diversi metalli vengono a contatto con l'elettrolito di cui sopra: in questo caso è l'instaurarsi di una cellula elettrochimica funzionante come una pila a generare la corrosione dei metalli.

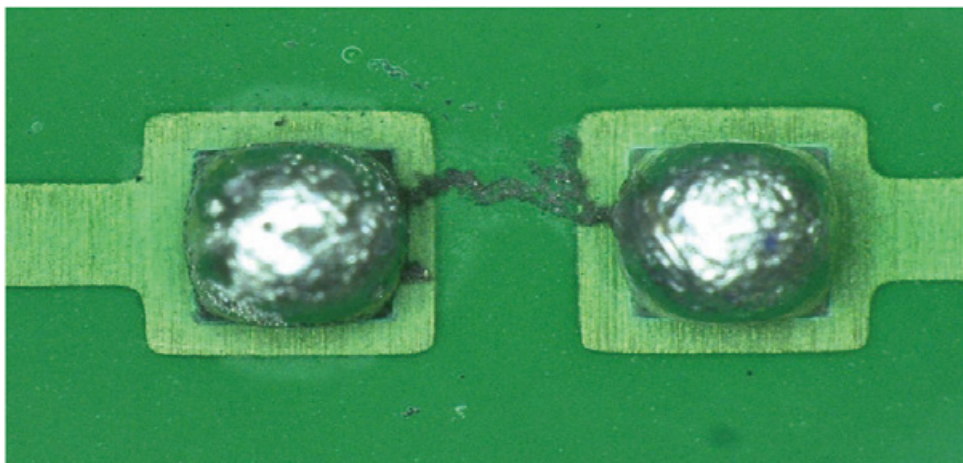
In ambo i casi, parte dei conduttori metallici della scheda verranno fortemente indeboliti in termini conduttivi in un tempo più breve del normale a causa proprio della presenza di tali residui che "sfaldandosi" a contatto con l'umidità ambientale sulle parti metalliche (ma non solo) generano la loro corrosione e nel medio/breve periodo la conseguente interruzione del funzionamento (per mancanza o discontinuità di conducibilità elettrica). Ad esempio la presenza di residui secchi di acidi dovuti alla lavorazione dei pcb possono innescare appunto la corrosione del rame di cui si compongono i tratti conduttivi del pcb stesso.



Conductors corrosion on PCB (photo by EDN)

Crescita dendritica: in presenza di ioni presenti fra i conduttori metallici (quelli esposti all'ambiente anche parzialmente) e di determinate situazioni di campo elettrico avviene una crescita dendritica (in pratica si generano scaglie di metallo conduttivo) per polarizzazione degli ioni stessi, che può portare alla cortocircuitazione dei conduttori stessi dell'apparato (ponte elettrico). L'effetto dei campi elettrici tra i conduttori stessi influisce sulla posizione dei residui, dando costruzioni a forma di lampo. Questi depositi funzionano poi come ponti salini conduttori che facilitano le correnti di fuga e quindi le corrosioni e le perdite di isolamento fra le parti metalliche coinvolte.

Per fare un esempio le dendriti possono apparire più rapidamente quando i residui dei flussanti utilizzati in saldatura sono eccessivi o quando i loro agenti alcalini non siano completamente disattivati.



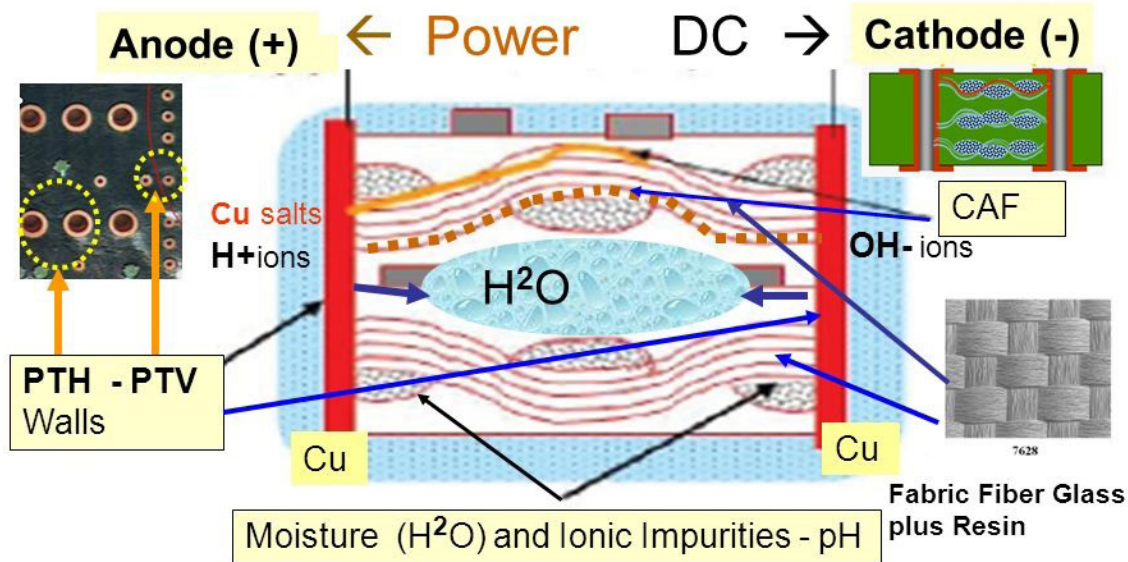
Crescita dendritica su pcca (photo by Tamura Corporation)

Perdita di isolamento/Conducibilità residua: la presenza di residui ionici superficiali tra i conduttori può anche non sfociare nelle crescite dendritiche, ma permettere altresì una conducibilità elettrica seppur limitata fra parti metalliche che dovrebbero invece risultare perfettamente isolate (resistenza elettrica infinita). Tali perdite di isolamento o fonti di bassa conducibilità elettrica che dir si voglia, non saranno necessariamente dei difetti visibili da rilevare, o facilmente valutabili nel funzionamento dei sistemi, ma certamente portano a dispersioni elettriche in funzionamento spiegabili facilmente solo mediante misurazione della contaminazione ionica o, meno facilmente, tramite la misura della resistenza d'isolamento superficiale.

Migrazione elettrochimica: la migrazione elettrochimica come per la crescita dendritica, è fonte di guasti intermittenti o di corto circuiti. A differenza delle dendriti (che sono superficiali), la migrazione elettrochimica porta allo sviluppo di conduttori ionici anche attraverso il materiale dielettrico. In pratica poiché i dendriti si formano da ioni conduttivi, gli stessi possono dirigere le correnti in modo contrario rispetto al design previsto dal PCB generando appunto una migrazione elettrochimica (si pensi alle anomalie CAF). La crescita dendritica e la migrazione elettrochimica sono strettamente correlate tra loro e tendono ad avvenire nel contempo.

Conductive Anodic Filament **CAF**

Bad Drilling, Bad Hole Metallization, PTH Voids, Laminate Blistering, ecc, together with **Moisture** and DC Power, easy to have CAF Formation



CAF formation

Per garantire che i residui ionici non riducano la durata del PCB o ne compromettano l'assemblaggio/saldatura, è tipico per le aziende produttrici di circuiti stampati applicare processi di pulizia (lavaggi specifici dedicati) come step standard del processo di produzione. Eventuali test di valutazione della contaminazione ionica residua dopo tali lavaggi, non sono invece così usuali: gli stessi quando attuati, consentono ai produttori di determinare se utilizzano tecniche di pulizia adeguate, o se il pcb sia stato progettato e realizzato con una specifica del committente che tenga conto di tali aspetti, e quale sia lo stato del pcb all'atto della spedizione (quanto meno in termini quantitativi, raramente qualitativi).

In **Alba PCB Group** è attiva una procedura specifica che prevede tali test sia in termini di controllo di processo su pattern standard che per il controllo dei lotti prodotti, anche nel caso di PCB provenienti da regioni extra cee.

È abbastanza diffuso fra questi test il così detto ROSE (resistivity of solvent extract): in pratica il prodotto da valutare viene immerso in un liquido "solvente" (soluzione di 75% di alcol isopropilico puro e 25% acqua demineralizzata con max 18 Mohm-cm nominal resistivity) a temperatura 25°C per 60 minuti; così facendo il PCB rilascia i propri inquinanti ionici nella soluzione e né aumenta la conducibilità elettrica. Questa viene poi misurata mediante strumentazione adeguata identificando una contaminazione ionica in termini di contenuto in microgrammi di sali equivalenti. Riproporzionando poi il valore misurato rispetto alla dimensione dell'oggetto sottoposto a test, si ritrova il valore di contaminazione in termini di NaCl equivalenti su cm². Detto test viene tipicamente eseguito mediante un apparato unico detto Ionografo Dinamico e normato dallo std IPC TM650 2.3.26.

In Alba PCB Group si utilizza uno Ionografo di ultima generazione che permette la valutazione in un tempo ridotto: l'apparato adotta infatti un sistema di movimentazione forzata della soluzione senza riconversione della soluzione durante il tempo della misura (limite del sistema dinamico classico che necessita poi di integrare i risultati), il che permette la concentrazione salina della soluzione in minor tempo (suggerito 15min).

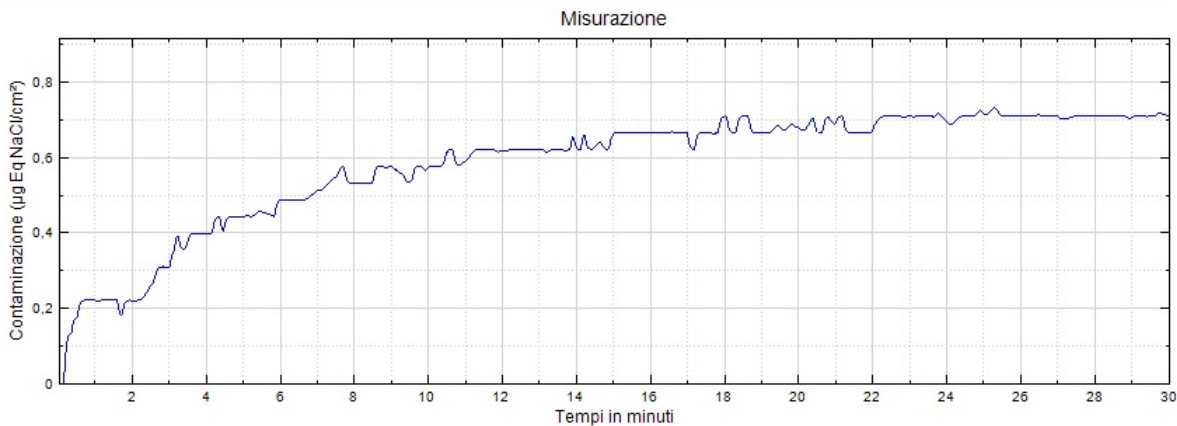


Grafico di controllo contaminazione ionica mediante Ionografo dinamico 30 minuti adottato in Alba

Stessa cosa viene indicata come mandatoria dallo std per i PCBA, per i quali il lavaggio pur essendo possibile è stato via via abbandonato nell'ottica di utilizzo di prodotti per la saldatura di tipo No Clean.

In passato i team tecnici della IPC indicava nella J-STD 001 che il test ROSE applicato alle schede elettroniche con limite max a 1.56 µg/NaCl equivalence/cm² era qualificante per un processo atto ad ottenere un apparato di adeguata affidabilità, senza valutare la tipologia e quantità dei singoli contaminanti presenti. Nulla era indicato per i PCB privi di componenti se non il medesimo valore ma verificato prima della stesura del solder resist (cfr IPC 6012 3.9.1), ridotto a 0.75 µg/NaCl equivalence/cm² nel caso di prodotti per il mercato automobilistico.

Gli esperti di affidabilità sostengono che circa il 15 per cento dei guasti del PCBA è dovuto alla contaminazione del PCB nudo e che solo il 2 per cento stimato dei PCB contaminati viene rispedito al produttore per la pulizia. Ciò è in gran parte a causa di un malinteso di base sulla correlazione tra contaminanti dei PCB, dei PCBA e guasti del prodotto. Per tale motivo il Gruppo Alba Elettronica adotta in generale il valore di 1.0 max a prodotto finito per i propri PCB in assenza di diversa specifica del committente, pur misurando mediamente valori ben inferiori. Tali rilevazioni vengono eseguite settimanalmente sul processo produttivo interno per meglio monitorare eventuali derive dei sistemi di lavaggio e pulizia dei pcb adottati.

Arriviamo al punto (la nuova normativa in discussione)

Con l'uscita della nuova revisione della J-STD 001G questo punto di vista viene superato. Certamente la misurazione del contenuto ionico residuo complessivo è ancora un buon indicatore del livello di pulizia del PCB e PCBA (per tal motivo il Gruppo Alba Elettronica continuerà ad eseguire regolarmente tale tipo di test sui propri PCB con Ionografo Dinamico), ma non è più questo valore ad attestare inequivocabilmente che ciò sia o possa essere o meno un problema.

Un Test di **cromatografia ionica** potrebbe al contrario dare maggiori indicazioni delle componenti e rela-

tive anomalie potenziali, ma visti i costi viene difficilmente applicato, se non nei casi di anomalie gravi già presenti (quando magari è tardi in termini di intervento): in pratica detto test prevede metodi di estrazione in una soluzione a media temperatura simili al test ROSE, sottoponendo però la soluzione estratta a una verifica cromatografica (e non di conduttività) che fornisce informazioni sullo spettro specifico di ogni sostanza presente nella soluzione stessa permettendone una parziale identificazione.

La materia è in fase di grossa discussione da parte delle varie commissioni della IPC e certamente vi saranno degli importanti risvolti nel prossimo futuro: il gruppo Alba è a vs disposizione per ogni chiarimento vi sia necessario.



ALBA
ELETTRONICA

AAB
T E C H

Q-PRINT DE
THE PCB COMPANY

AB
TECHNOLOGIES

mypcbshop