

Importanza del controllo dell'umidità

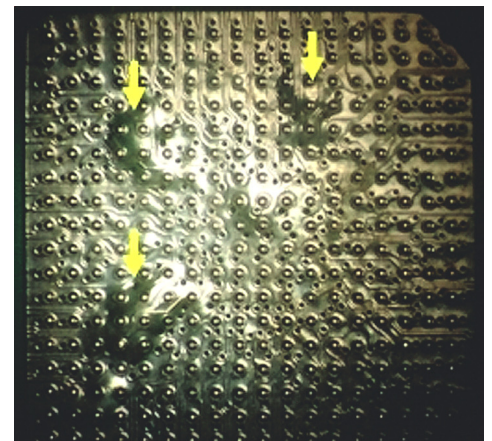
I componenti sensibili all'umidità, Moisture Sensitive Devices, dispongono di una vita limitata che va dal momento della rimozione dall'imballo Dry Pack fino al momento di esposizione alla temperatura di rifusione. Saldando componenti MSD che abbiano superato il tempo di Floor Life si corre il rischio che vengano immediatamente danneggiati o siano soggetti a danneggiamento nel tempo.

di A. Plano, Iteco - www.iteco.it

L'umidità è un parassita invisibile che può causare gravi lesioni ai componenti elettronici, se questi non sono maneggiati e immagazzinati secondo le norme. I componenti elettronici, inclusi iLED, come pure i circuiti stampati (PCB), tolti dalla confezione protettiva originale, assorbono umidità dall'ambiente e all'atto della saldatura mediante reflow, l'alta temperatura causa del vapore al loro interno. Vapore sotto pressione che espandendosi velocemente cerca una via di fuga verso l'esterno sviluppando forze interne tali da provocare rigonfiamenti (popcorn) con conseguenti micro fenditure nel corpo del componente, delaminazioni interne tra chip e corpo plastico, interruzione delle interconnessioni elettriche tra il chip e il lead-frame oltre a potenziali corrosioni nel tempo provocate dall'umidità che entra dalle micro fessure. Nei PCB gli effetti si manifestano invece sotto forma di delaminazioni esterne "sbollature" e separazione delle laminazioni di piani interni (vedi **Fig. 1 e 2**).

I componenti sensibili all'umidità, MSDs (Moisture Sensitive Devices), dispongono di una vita limitata (Floor Life) che corrisponde al massimo tempo accettabile dal momento di rimozione dall'imballo dry pack fino al momento di esposizione alla temperatura di "reflow". Questa durata viene riportata sulla norma in base al livello di sensibilità MSL (Moisture Sensitivity Level) definito per ogni tipo di componente (vedi **Tab. 1**).

Saldando dei componenti MSDs che hanno superato il tempo di Floor Life si corre il rischio che essi vengano irrimediabilmente danneggiati con effetto immediato o in maniera latente nel tempo. È importante rimarcare che il danno non riguarda mai un solo componente, ma in alcuni casi tutta la confezione (vassoio o bobina) di un intero lotto di produzione inavvertitamente rimasti esposti in ambiente oltre il tempo consentito.



**Fig. 1 BGA
Popcorn delaminazione**

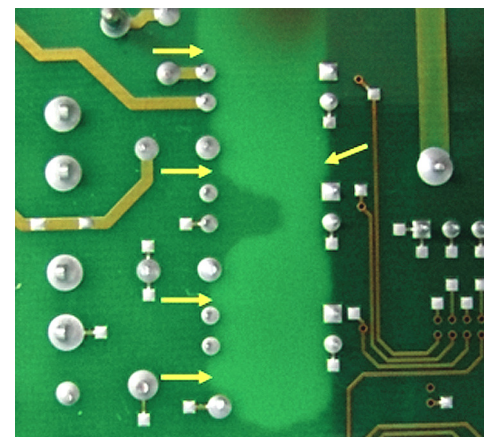


Fig. 2 Delaminazione superficiale (sbollamento)

Normalmente, i componenti MSDs vengono spediti dal costruttore confezionati dentro un imballo standard definito Dry-Pack che è composto da busta barriera (MBB), dessicanti (bustine di argilla, silica gel) e cartina indicatrice di umidità HIC. Sovente il Dry-Pack viene sigillato sotto vuoto. Scopo di questo imballo è garantire al suo interno un'umidità uguale o inferiore al 5% per 12 mesi, a partire dalla data di sigillatura. Una volta aperta la confezione inizia il conteggio a scalare

Tabella 1 - Livello di Sensibilità all'umidità (MSL) & Floor Life - fuori dalla busta Moisture Barrier Bag

Livello MSL	Tempo	Condizioni
1	illimitato	≤ 30°C - 85% rH
2	1 anno	≤ 30°C - 60% rH
2a	4 settimane	≤ 30°C - 60% rH
3	168 ore (1 settimana)	≤ 30°C - 60% rH
4	72 ore	≤ 30°C - 60% rH
5	48 ore	≤ 30°C - 60% rH
5a	24 ore	≤ 30°C - 60% rH
6	Bake obbligatorio prima dell' uso. Dopo il bake deve essere sottoposto a reflow entro il limite di tempo specificato sull'etichetta	≤ 30°C - 60% rH

della Floor Life del contenuto. Tutte le informazioni riguardanti il contenuto (MSL, Floor Life, data di sigillatura, Baking, ecc.) sono normalmente riportate su etichette come questa (vedi Fig. 3).

Normative o standards

La normativa *IPC/JEDEC J-STD-020D.1* identifica i livelli di classificazione dei componenti SMDs, non ermetici, sensibili all'umidità. Viene utilizzata dal produttore del componente per stabilire livello "MSL" e per tracciare un profilo termico quindi le temperature massime a cui sottoporre quei componenti durante saldatura reflow.

La normativa *IPC/JEDEC J-STD-033B.1* è invece destinata agli assemblatori di schede e definisce i metodi standard per l'imballo, la conservazione, la spedizione e l'uso dei componenti MSDs.

Entrambe le normative riferiscono ai medesimi livelli di sensibilità MSL. Ogni livello è espresso numericamente, più è alto il livello più il dispositivo è vulnerabile. Il livello MSL-1 identifica i componenti che sono immuni da danni causati dall'umidità e il livello MSL-5a identifica i componenti più sensibili. Vi è poi il livello MSL-6, relativo ai componenti estremamente sensibili all'umidità per cui l'assemblatore deve sempre fare il bake e montarli entro il tempo (breve) indicato dal costruttore.

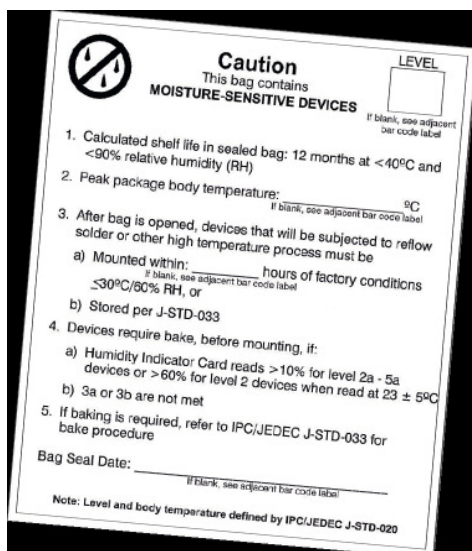


Fig. 3
Etichetta
'Moisture
Sensitive
Caution'

Impatto Pb Free

Con l'avvento dei processi di saldatura Pb Free è aumentato notevolmente il rischio derivato da una impropria gestione dei MSDs. Con l'innalzamento della temperatura di rifusione, aumenta anche la temperatura dell'acqua (moisture) eventualmente presente all'interno del componente determinando così una maggiore pressione del vapore sviluppato. Viene dichiarato che la temperatura di reflow per Pb Free, nel caso di presenza moisture, sviluppa una pressione sino a tre volte superiore a quella riscontrata saldando con profilo termico SnPb.

Capita infatti che i costruttori attribuiscono al componente un MSL meno severo nel caso in cui essendo dichiarato Pb Free, venga saldato invece con processo di reflow SnPb.

Non tutti i componenti classificati MSL-1 (F-L illimitata) sono da considerare esenti da rischi, è opportuno ridurre l'esposizione all'umidità di tutti i componenti, non fosse altro che per evitare ossidazioni dei terminali e quindi problemi di saldabilità.

Le soluzioni

Fermare l'orologio

Evitare che l'esposizione dei MSDs all'umidità ambientale superi il tempo di "Floor Life" stabilito dal relativo MSL.

Per soddisfare questa condizione, i MSD rimossi dal Dry-Pack originale, in attesa di montaggio o di eventuale risigillatura in dry-pack, devono essere stoccati in ambiente con valore di RH uguale o inferiore al 5% (stop the clock) ove magari, per alcuni tipi di packages avviene anche il recupero parziale dell'asciugatura (Fig. 4 Dry Cabinet a 3 ante).

Ripartire indietro l'orologio

Una volta superato il tempo limite di esposizione occorre ripristinare la "Floor Life" rimuovendo l'umidità che è stata assorbita dal componente. Per questo scopo si utilizza un processo di essiccazione (bake) le cui modalità dipendono da: spessore, dimensione del package, livello MSL e sono descritte nella Tabella 1 della Norma IPC/J-STD-033B.1. Tenere presente che il ricondizionamento dei MSDs (bake) deve essere considerato sempre



come l'ultima soluzione da perseguire.

Le Tabella 4-1 definisce tre principali temperature a cui effettuare il bake: 40 °C, 90 °C e 125 °C.

Il trattamento in forno ad alta temperatura (90-125 °C) può avvenire solo se i componenti sono contenuti in appositi vassoi resistenti alla temperatura. Il bake ad alta temperatura favorisce inoltre l'ossidazione dei terminali compromettendo di conseguenza la saldabilità.

Una corretta ed attenta gestione dei MSDs nel rispetto dei tempi di Floor Life acconsentiti, con uno stoccaggio, nella fase di "stop the clock", entro armadi deumidificatori (Dry-Cabinet), può evitare di eseguire bake ad alta temperatura.

Quando si rende indispensabile sottoporre i MSDs a bake, è suggeribile l'adozione di dry cabinet muniti della funzione di bake a 40 °C, con < 5% RH, in tal modo anche i componenti confezionati in nastro possono venir asciugati senza danneggiare i nastri e stressare i componenti, contenendo tra l'altro il processo di ossidazione dei terminali.

La registrazione degli eventi

Effettuare una tracciatura dell'umidità e della temperatura presente negli armadi deumidificatori (<5% RH) nei punti chiave delle linee di produzione (Pick and Place o dovunque i componenti sono esposti ad umidità ambiente) è utile per valutare la Floor Life rimanente dei componenti MSDs e a tempo scaduto sottoporli a bake.

Per far questo servono strumenti con funzioni di datalogger in grado di fornire lo storico dell'umidità / temperatura a cui i componenti MSDs presenti in reparto sono stati esposti.



Fig. 5 Termoigrometro con funzione di datalogger

Monitoraggio e rintracciabilità automatici

Alcune grosse aziende hanno sviluppato sistemi di controllo automatizzati che consentono ai costruttori di elettronica di gestire, rintracciare ed usare correttamente i propri componenti MSDs.

Questi sistemi utilizzano per la raccolta dati moderne tecnologie a radiofrequenza RFID: ogni vassoio o bobina viene seguita dal momento in cui è rimossa dall'imballo dry-pack fino al momento della saldatura.

In tempo reale si può conoscere la posizione fisica, la rimanente "Floor Life" dei componenti MSDs, la situazione in magazzino, sulle linee di produzione, dentro i forni e gli armadi di stoccaggio. È sicuramente un sistema costoso che però elimina la necessità di complicate registrazioni manuali, di una accurata formazione del personale, e soprattutto elimina gli errori associati al controllo manuale dell'umidità.

CIRCUITI STAMPATI (Moisture Sensitive PCB)

I circuiti stampati sono molto igroscopici ed in funzione delle loro caratteristiche costruttive (tipo di laminati, numero di layers, quantit di fori, spessore, ecc), se non protetti, sono in grado di assorbire una quantit di umidità tale da comprometterne l'incolumità allorché sottoposti alle temperature dei processi di saldatura in particolare quella del reflow.

I difetti che potrebbero conseguire sono le delaminazioni esterne del solder mask "sbollatura" ed altre delaminazioni più insidiose, di non facile individuazione, quali la separazione ed interruzione dei piani interni.

Con l'avvento dei processi *Pb Free* sono stati messi a punto laminati che oltre ad essere RoHS compliant sono in grado di performare meglio (CTE-xyz, Tg, Td, T288, ecc.) quando sottoposti alle maggiori temperature di reflow. Buona parte di questi laminati sono però più igroscopici rispetto ai laminati standard; ciò significa che per prevenirne l'assorbimento diventa importante controllare il tempo di stoccaggio (shelf life), curare il tipo di imballo, mantenere l'ambiente controllato in particolare l'umidità che deve essere bassa. L'esperienza acquisita in questi ultimi anni di saldatura *Pb Free* ha evidenziato quanto il problema della delaminazione esterna "sbollatura" o interna è stato vissuto un po da tutti gli assemblatori, così pure notevoli sono stati i danni anche economici che gli stessi hanno subito a causa dei suddetti problemi.

Imballi tipo Dry-Pack, procedure di asciugatura (Bake) dei PCB prima di processarli stanno diventando oramai una prassi indispensabile per evitare i suddetti difetti, specialmente per quei PCB destinati a stare sullo scaffale per un lungo tempo, ben oltre a quello garantito dagli stessi costruttori di PCB. Lo stoccaggio dei PCB in dry room o dry box con una RH ≤ 10% è un'altra pratica adottata da diversi assemblatori EMS.

Proprio per venire incontro alle richieste dell'industria dell'assemblaggio elettronico, e poter far fronte alle problematiche inerenti alla gestione, imballo, stoccaggio, uso e bake dei PCB, l'Associazione IPC sta lavorando una Standard la IPC-1601 che probabilmente verrà approvata e messa a disposizione entro la meta del 2010.

Esistono comunque già, norme quali la IPC/J-STD-001-HDBK che indicano procedure e parametri per l'esecuzione dei cicli di bake mediante forni a circolazione di aria calda. Un'altra importante pratica per prevenire difetti causati dalla moisture intrappolata nelle schede (PBA) soggette a rilavorazioni (Rework) e quella di eseguire, mediante forno ad aria calda, un appropriato ciclo di bake a tali schede prima di sottoporle a rework, previsto da IPC/J-STD-033 e IPC-7711.

Fig. 6 Forno per bake di PCB



SAHARA - FORNI PER BAKING



La regolazione della temperatura avviene tramite controllo elettronico estremamente preciso.

Si può lavorare in 4 modalità:

SetPoint: Si imposta la temperatura, il forno la raggiunge e vi si stabilizza.

Countdown: il forno raggiunge la temperatura di Set Point e vi rimane per un tempo impostabile da pochi minuti fino a 999 ore. Al termine si spegne.

Accensione programmata: utile quando si desidera accendere il forno ad una data e ora ben precise (ad. esempio alle 6.30 del lunedì mattina dopo la pausa del week-end)

Profilo termico: si possono impostare su PC e poi scaricare sul controllo digitale fino a 10 programmi da 100 passi ciascuno. In ogni singolo passo si possono impostare tutti questi dati: la temperatura di setpoint, il gradiente di temperatura per raggiungerla e la durata.

Forni a ventilazione forzata per applicazioni termostatiche di precisione, principalmente utilizzate per:

Ricondizionamento (Bake) dei componenti MSD per l'azzeramento della Floor Life.

Ricondizionamento (Bake) dei PCBs (Printed Circuit Boards) prima dell'assemblaggio.

Ricondizionamento (Bake) dei PBAs (Printed Boards Assembled) prima della rilavorazione

Pre riscaldamento dei PCBs e PBA prima della saldatura o riparazione (per ridurre il delta termico)

Specifiche tecniche:

Struttura esterna: acciaio, verniciato epossidica.

Camera interna: acciaio inox AISI304

Elementi riscaldanti: precamera, non a contatto con la camera interna

Isolamento termico: fibra minerale naturale

Ripiani grigliati: acciaio cromato regolabili

Scambiatore d'aria: (camino di sfiato) regolazione manuale del flusso

Range di temperatura: + 40 ... + 280 °C

Controllo elettronico: comprensivo di regolatore PID, datalogger integrato, timer multifunzione, profili termici.

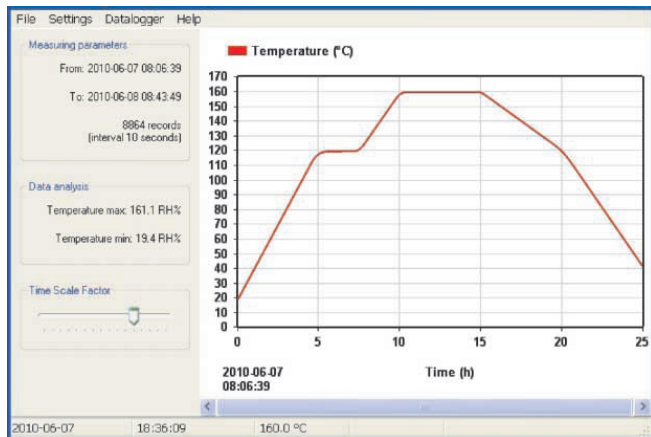
Interfaccia PC: USB

Precisione del display: + / - 1 °C

Termostato di sicurezza: regolabile con allarme visivo

Datalogger 21'600 camp. 1, 5, 10, 15, 30 sec

1, 5, 10 15, 30 min.



Il controllo digitale è munito di un orologio interno dotato di backup e memorizza i programmi e i valori campionati su eeprom per cui eventuali interruzioni di corrente non bloccano il regolare funzionamento della macchina.

Un cavetto USB speciale e il software PIDManager per impostare i profili termici e analizzare i dati su PC sono inclusi.

Codice	Volume Interno lit.	Ripiani in dotaz.	Dimensioni Int. (LxPxH)	Dimensioni Ext. (LxPxH)	Potenza W	Peso kg
8107.103	40	1	348x312x367	686x515x575	800/230V	35
8107.105	60	2	408x372x422	746x570x605	1200/230V	40
8107.107	80	2	458x372x472	796x570x680	1200/230V	45
8107.109	120	2	498x477x512	836x680x720	1600/230V	50
8107.111	250	2	593x522x797	956x730x1025	2500/230V	90
8107.113	400	2	693x607x980	901x815x1487	3200/230V	140
8107.115	700	3	693x607x1470	901x815x1977	6000/400V	180

8107.150	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.40 (numero max. 7)
8107.152	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.60 (numero max. 7)
8107.154	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.80 (numero max. 7)
8107.156	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.120 (numero max. 9)
8107.158	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.250 (numero max. 11)
8107.160	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.400 (numero max. 11)
8107.162	Ripiano supplementare grigliato per forno	lt.700 (numero max. 11)

GHIBLI-II ARMADI DEUMIDIFICATORI

Gli armadi deumidificatori GHIBLI II servono a creare un ambiente secco dove immagazzinare i componenti MSD (Moisture Sensitive Devices). Conformi alle norme IPC/JEDEC J-STD-033B.1, sono dissipativi, di utilizzo immediato (nessun tasto da premere) ed ogni armadio include un termoigrometro portatile (DryLogger 9265.300 con funzione datalogger).

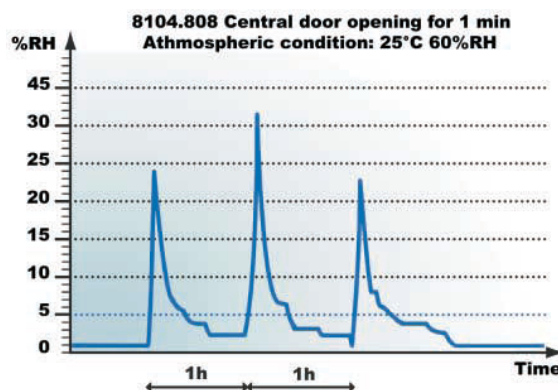


Specifiche Tecniche

Range di umidità:	5% RH garantito, tipico 2%RH
Colore:	antracite
Alimentazione:	230Vac
Struttura:	acciaio 1 mm con verniciatura dissipativa
Porte:	magnetiche a chiusura ermetica e vetro dissipativo
Ruote:	4 ruote dissipative da 3", due con freno
Cavo di terra:	lungo 940 mm
Vernice ESD:	1 kOhm - 1 GOhm

Vantaggi del GHIBLI II

- **Facile uso:** L'operatore non deve impostare niente. Una volta collegato l'armadio alla rete elettrica esso si porterà automaticamente al di sotto del 5% RH (5% RH è il valore garantito all'interno dell'armadio, ma si raggiungono facilmente valori del 2%).
- **Sicurezza in caso di errore del sensore:**
- I moduli deumidificatori presenti nell'armadio lavorano in continuo e non sono controllati da nessun sensore. In questo modo non si corrono pericoli dovuti a malfunzionamenti o derive degli igrometri.
- **Facile calibrazione:** Dentro l'armadio vi è un igrometro portatile (DryLogger 9265.300) visibile attraverso il vetro della porta superiore. Lo si può mandare a calibrare in ogni momento senza problemi: l'armadio continuerà a lavorare al meglio.
- Lo strumento portatile DryLogger consente di misurare l'umidità e la temperatura in diversi punti all'interno dell'armadio ed è dotato di datalogger per visualizzare e analizzare i dati su PC. Progettato per misurare con precisione a bassi valori di umidità, può essere usato anche per applicazioni al di fuori dell'armadio.
- **Struttura modulare:** I moduli deumidificatori possono essere estratti dall'armadio in pochi minuti utilizzando solo un cacciavite. Ciò consente una facile riparazione e una vita dell'armadio superiore ai 20 anni, lunga quanto la struttura metallica. E' un prodotto a basso impatto ambientale.
- Pratiche ed eleganti maniglie magnetiche con serratura ad ogni porta. La parte frontale dell'armadio è piatta.



- 2 anni di garanzia

Analisi dei dati

Con lo strumento portatile DryLogger ed il software LogManager forniti insieme ad ogni armadio potete determinare gli intervalli di tempo e le percentuali in cui i componenti MSD sono stati esposti ad umidità superiori al 5%RH o 10%RH, dati che consentono di calcolare la Floor Life (La "Floor Life" è il tempo rimanente da quando si estrae il componente MSD dalla busta barriera, o dal baking, fino al processo di saldatura).

Un altro esempio di analisi dei dati è il grafico dell'apertura/chiusura porte.

	8104.800 Ghibli-II 200 lit	8104.804 Ghibli-II 400 lit	8104.808 Ghibli-II 650 lit	8104.812 Ghibli-II 1200 lit	8104.830 Ghibli-II 600 lit Baking 40 °C	8104.832 Ghibli-II 1200 lit Baking 40 °C
Capacità lit.	200 lit.	400 lit.	650 lit.	1280 lit.	600 lit.	1180 lit.
Dimensioni est. mm	600x672x610	600x672x1255	600x672x1805	1200x672x1805	600x672x18055	1200x672x1805
Vassoi	2	3	5	5	5	5
Dimensione vassoi	555x530x20	555x530x20	555x530x20	1155x530x20	555x530x20	1155x530x20
Consumo medio con Baking	28 W	56 W	56 W	56 W	56 W 456 W	56 W 856 W
Consumo mass. con baking	210 W	420 W	420 W	420 W	420 W 1220 W	420 W 2020 W

Indicatore di Umidità/Temperatura con allarme e datalogger

Visualizza contemporaneamente l'umidità, la temperatura e l'ora su un ampio display, e avvisa con un allarme quando vengono superati i limiti HIGH e LOW di RH/T impostati.

Il datalogger ha una capacità di 30000 valori e lo strumento è fornito con il software necessario per analizzare i dati.

Umidità: 5 a 95%RH	risoluzione: 0.1%RH
precisione: ±2.5%RH (a 25°C, 10%RH~35%RH, 80%RH~90%RH)	±2%RH (a 25°C, 35%RH~80%RH)
	±5%RH (a 25°C, <10%RH, >90%RH)
Temperatura: -20°C a +60°C	risoluzione: 0.1°C
precisione: ±1°C (-5°C~40°C), oppure ±2°C	
LED Display: 214x120mm	
Memoria: 30000 samples	
Interfaccia: USB	
Dimensioni / peso	260 x 178 x 47mm - 1 kg



8105.103 Indicatore da parete umidità / temperatura - allarme e datalogger