

Optimierte Entfeuchtung unter Bleifrei-Aspekten

Kampf den Micro Cracks

Die Absorption von Feuchtigkeit in Kunststoffkomponenten aus der Luft ist ein altbekanntes Problem für die Betreiber von SMT-Fertigungslinien. Lagerung und störungsfreie Verarbeitung der hydrophilen Materialien benötigen effektives und exaktes Prozesscontrolling.

Die Lagerung und Entfeuchtung nicht-hermetischer Gehäuse aus feuchteabsorbierenden Stoffen werden seit vielen Jahren zur Vermeidung von Micro Cracks diskutiert. Bereits seit fünf Jahren klassifizieren die internationalen IPC-JEDEC Normen 020 und 033A acht Feuchtigkeitsgrade bzw. Lagerzeiten. Sie bieten der Qualitätssicherung von SMT-Fertigungsstrecken verbindliche Richtlinien für die Lagerung und Entfeuchtung der hochempfindlichen Bauteile.

Eine Analyse der Gewichtszunahme (IPC-JEDEC-Norm 020) legt die geschätzte Lagerzeit fest, die Gewichtsverlustanalyse wiederum errechnet die erforderliche Trocknungszeit, um die überschüssige Feuchte im Bauteil zu eliminieren. J-STD-033 definiert detailliert Trocknungstemperaturen und -zeiten.

Der Sicherheitsbereich für den Lötprozess liegt bei 30 % Feuchtigkeitsaufnahme bzw. bei 0,1 % im Verhältnis zum Gewicht des Bauteils (Bild 1).

Löten ohne Blei

Ab Juli 2006 wird das Thema Bauteillagerung noch mehr an Bedeutung gewinnen. Mit diesem Datum tritt ein Gesetz in Kraft, welches die Inhaltsstoffe der Lötpaste neu regelt. Blei und Halogene dürfen dann nicht mehr enthalten sein. Nachteil für den Anwender: Die bleifreie Lötpaste kann nur mit höheren Prozesstemperaturen verarbeitet werden (ca. 245 bis 260 °C). Die Schmelztemperaturen bleihaltiger Lotpasten liegen je nach Verfahren und Material durchschnittlich bei ca. 220 °C. Für die Qualitätssicherung bedeutet das, dass die Feuchtigkeit in den aktiven Halbleiterbauteilen während des Lötprozesses

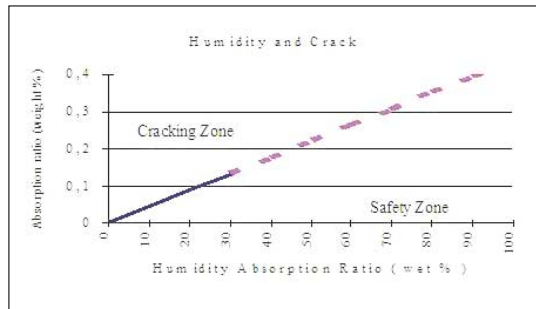


Bild 1: Feuchtigkeitsabsorptionsrate im Verhältnis zum Gewicht des Bauteils: Der Sicherheitsbereich für den Lötprozess liegt bei 30 % Feuchtigkeitsaufnahme bzw. bei 0,1 % Gewichtszunahme

mit höheren Temperaturen noch schneller und explosionsartiger die Package Peak Temperatur (PPT) überschreitet und in die Gasphase übergeht.

So stehen wir mit der Bleifrei-Umstellung wieder am Anfang des Prozessengineerings und müssen uns die Frage stellen, wie die Fertigungsmaschinen auf die Bauteileigenschaften und Leiterplattenmaterialien eingestellt werden können, um den veränderten Anforderung gerecht zu werden.

Micro Cracks und die Folgen

Das Phänomen der Micro Cracks oder das so genannte Popcorning tritt während der Produktion von IC-Bauteilen, die Feuchtigkeit enthalten, sehr häufig auf. Zwar hat der vermehrte Gebrauch von Finepitch-SMDs und BGAs schon länger die Aufmerksamkeit auf diesen Störungsmechanismus gelenkt, aber das Thema wird immer noch nicht ernst genug genommen.

Nicht alle Micro Cracks sind mit bloßem Auge erkennbar. Die betroffenen ICs werden weiterverarbeitet. Durch Delaminationen und Risse im Gehäuse dringen ungehindert Feuchte

oder andere Verunreinigungen in den Halbleiterbaustein ein. Über einen längeren Zeitraum sind Korrosion der Leiterplatten sowie Leiterbahnbruch und andere Störfälle wie z. B. komplette Systemausfälle zu beobachten – in der Regel verbunden mit negativem Feedback des Kunden.

Von den Störmechanismen sind alle jeweiligen Verarbeitungsprozesse unabhängig vom Lötverfahren betroffen.

Eine Beschädigung der ICs braucht nicht sichtbar zu sein, wie Bild 2 zeigt. Eine effektive Qualitätssicherung sollte daher ständig die Einwirkung und Höhe der Löttemperaturen überwachen und verschiedene Prüfmechanismen, wie Sicht- und Schallprüfung sowie elektrische Prüfungen einschalten.

Die häufigsten Fehlerquellen sind innere Abtrennungen (Delamination) des Kunststoffes von der Gussform, auch mit Brüchen der Gussform. Eine Ablösung von Kabelrahmen sowie die Beschädigung der Drahtklebestelle und interne Risse, die nicht bis zur Oberfläche durchgehen, gehören ebenfalls zu den oft zu beobachtenden Folgen des Lötens. Manchmal sind die Risse sogar an der Oberfläche zu sehen und im

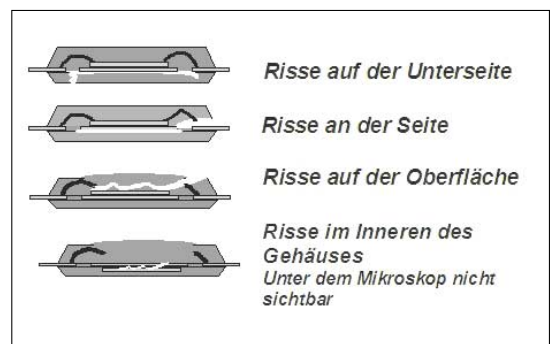


Bild 2: Feuchtigkeit und Risse in der Verpackung eines SOP-Bauteils (Quelle: Nikkei Electronics 24.12.1990)

AUTOR
 Quoc Thai Hoang, Manager,
 Hoang-PVM GmbH

KOMPAKT

Die feuchtigkeitsarme Lagerung von Halbleiterbauteilen gemäß IPC-JEDEC J-STD-020C wird mit dem Einsatz von bleifreien Loten interessanter denn je. Wie entstehen Micro Cracks und wie lässt sich das Popcorning auf einfache Art und Weise vermeiden?

schlimmsten Fall bricht das Bauteil noch während des Lötprozesses auf. Man spricht auch von Popcorning.

Die richtige Lagerung

Für den richtigen Umgang bei der Lagerung sorgt IPC/JEDEC J-STD-033A. Diese IPC-Norm legt ihr Hauptaugenmerk auf die Verpackung und die Vermeidung von Absorption der Feuchtigkeit aus der Raumluft. Trocknungsmittel oder das Trocknen im Ofen sollten nur dann zum Einsatz kommen, wenn das Bauteil der Feuchtigkeit zu lange ausgesetzt war.

- ▶ Moisture Barriere Bag (MBB): Ein MBB ist ein feuchtigkeitsbeständiger Beutel, in dem die Bauteile mit Hilfe eines Trocknungsmittels und einer Feuchtigkeitsindikatorkarte gelagert wer-

den. Er ist vor allem für den Transport und die Langzeitlagerung von IC-Bauteilen geeignet. Eine Feuchtigkeitssperre sorgt dafür, dass keine weitere Luftfeuchtigkeit eindringen kann. Das Handling der MBBs ist arbeitsintensiv und zeitaufwändig.

- ▶ Trocknen im Ofen (Backen): Das Trocknen im Ofen ist nicht unproblematisch. Mankos sind der sehr hohe Stromverbrauch, Oxidationsrisiken und Lötbarkeitsprobleme. Außerdem ist für jedes spezifische Bauteil jeweils nur ein Backzyklus zulässig.
- ▶ Langzeitig-Backprozedur (bei 50 °C und 60 % r. F. und bis zu 7 Tage Trocknung): Die Trocknung über sieben Tage hat den Vorteil einer schonenden Trocknung, ist aber durch die sehr lange Unterbrechung für den Produktionsablauf ungünstig.
- ▶ Kurzzeitige Backprozedur (bei ca. 140 °C und 60 % r. F. und über 6 Stunden Trocknung): Vorteil des kurzzeitigen Backprozesses ist der schnelle Trocknungszeitraum; nachteilig sind die hohen Betriebskosten, Oxidation der Drähte und damit Beeinträchtigung der Lötbarkeit und daraus resultierend Reduktion der Lebensdauer des Bauteils.
- ▶ Stickstofftrockenlagerschrank: Die Lagerung mit Stickstoff hat den großen Vorteil, dass die Bauteile in geschützter Atmosphäre gelagert werden. Allerdings ist der Einsatz von Stickstoff aufwändig, er produziert hohe Betriebskosten, ist wartungsintensiv und eine sehr niedrige Feuchte ist nur schwer zu gewährleisten.
- ▶ Lufttrocknungsschränke: Seit einigen Jahren gibt es Schaltschränke, die mit dem Trocknungsmitteln Zeolit oder Silikagel entfeuchten. Ihre Betriebskosten sind niedriger und sie sind wartungs-

frei, weil sich das Trocknungsmittel durch Wärmeaustausch selbst regeneriert. Ihre Leistung ist von der Art und Menge des verwendeten Trocknungsmittels, der Effizienz des Regenerationssystems und der Abdichtung des Schrankes abhängig. In der Regel kann 1 % r. F. bei geschlossenen Türen aufrechterhalten werden.

Schlussbemerkung

Wenn man sich die Geschichte der Bauteil-lagerung insbesondere für Flachbaugruppen anschaut, gilt es einige Fakten über den Einsatz und die Anwendung von Trockenlagerschränken zu beachten. In Japan werden Trockenlagerschränke seit etwa 16 Jahren in Produktionslinien, in den USA seit acht Jahren und in Europa seit etwa vier Jahren eingesetzt.

Wir befassen uns also seit vier Jahren mit dem Thema Popcorn-Effekt und versuchen seit 1999 die notwendigen IPC-Normen einzuführen. Leider investieren nur wenige Firmen in das QS-Management. Bis jetzt hat die Fertigungsindustrie mehr Zeit und Geld in die Hightech-Prozesstechnologie gesteckt, wie z. B. in Bestückung, Siebdruck, Lötten, etc., und dieses Thema außer Acht gelassen oder konventionelle Verpackung und Lagerung angewendet.

Dennoch sind Bauteilelagerungssysteme nur ein Teil des gesamten Prozesses. Andere Fragestellungen benötigen ebenfalls innovative Antworten: Wie wird z. B. die Bleifreiumstellung logistisch gelöst? Wie soll die Lagerhaltung aussehen? Wie steht es um den Verbrauch bzw. Auslauf bestimmter Bauteile?

BERECHNUNG DER TROCKENLAGERZEIT

Faustformel nach den Maßgaben der IPC-JEDEC-Norm 020C zur Berechnung der Trockenlagerzeit:

T_1 = Lagerungszeit (h): Zeit, die man braucht, um die Bauteile in der Kammer zu lagern.

T_0 = Offenzeit: Zeit, in der die Komponenten der normalen Atmosphäre ausgesetzt waren, nach Ablauf der zugelassenen Garantiezeit.

k = Lagerungsfaktor (IPC-Norm 5)

$$T_1 (h) = T_0 \cdot k (30 \text{ °C}/60 \text{ \% r. F.})$$

Hoang-PVM Kennziffer 407
 Fax +49/2 11/4 05 71 09
www.hoang-pvm-engineering.com