

BGA 枕頭效應(head-in-pillow)發生的可能原因

寫在前面：

這篇文章為整裡電路板組裝作業時 BGA 枕頭效應(head-in-pillow)焊錫不良發生的可能原因與探討。HIP 的形成原因很多，但最終歸納結論不外乎 PCB 或是 IC;載板不耐回焊時的高溫而發生變形所致的雙球效應。

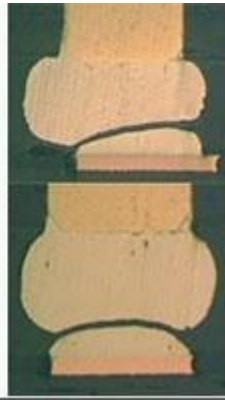
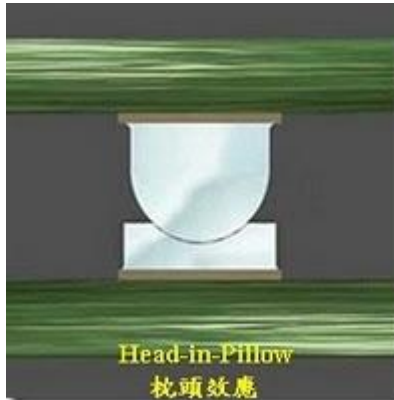
工作熊目前經營經營的【[電子製造·工作狂人\(ResearchMFG\)](#)】部落格，主要發表一些與電子產品製造、設計相關的文章，內容包括 SMT、HotBar、PCB、焊錫、塑膠射出、瓦楞包裝紙箱、Rubber keypad... 等的相關製程、設備介紹，還有一些與工程相關的信賴度試驗方法。

這篇文章可以作非商業上的自由傳閱，但版權屬於【電子製造·工作狂人】及工作熊本人所有。

如果你喜歡【[電子製造·工作狂人\(ResearchMFG\)](#)】部落格的文章，可以追蹤工作熊的 [Facebook 粉絲頁](#)，也可以在部落格內訂閱電子報，只要有新文章發表可以即時獲得通知。

工作熊的部落格網站經營需要租用「虛擬主機」與「網址」，費用支出基本上靠廣告與瀏覽量來支持，如果你覺得這篇文章的內容對你有所幫助，歡迎回到【[電子製造·工作狂人\(ResearchMFG\)](#)】部落格瀏覽一下自己有興趣的廣告，當然也歡迎你的捐獻贊助，讓本網站可以支撐更久，也算是給工作熊的一點鼓勵。

BGA 枕頭效應(head-in-pillow)發生的可能原因

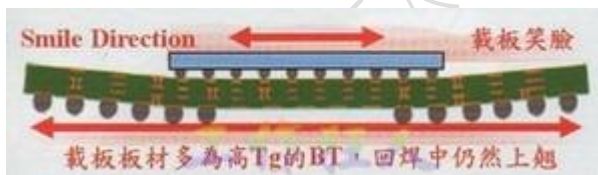


枕頭效應(Head-in-Pillow, HIP)最主要用來描述 BGA 的零件在回流(Reflow)的高溫過程中因為 BGA 載板或是電路板發生板翹(warpage)或是其他原因,使得 BGA 的錫球(ball)與印刷在電路板上的錫膏分開,當電路板的溫度漸漸冷卻低於焊錫的熔點後,錫球與錫膏也各自從的熔融狀態凝結

回常態, BGA 的載板與電路板的翹曲也慢慢的恢復,當錫球與錫膏又再次接觸後,就會形成類似枕頭形狀的虛焊或假焊的焊接。

HIP 檢測

按照上面的理論,枕頭效應(HIP)大部分都會發生在 BGA 零件的邊緣,因為翹曲最嚴重,如果是這樣,可以試著使用顯微鏡或是光纖內視鏡來觀察,但通常只能看到最外面的兩排錫球,再往內就很難辨認了,而且這樣觀察 BGA 的錫球還得確保其旁邊沒有高零件擋住視線,以現在電路板的高密度設計,執行起來真的限制很多。



另外,枕頭效應(HIP)一般也很難從現在的 X-Ray 檢查機發現出來,有些時候或許可以經由板內測試(ICT, In Circuit Test)及功能測試(FVT, Function Verification Test)檢測出來,因為這類機器通常使用針床的作業方式,需要添加額外的外界壓力於電路板,讓原本互相挨著的錫球與錫膏分開,但還是會有許多的不良品流到市場,通常這類不良品很快的就會被客戶發現有功能上的問題而遭到退貨,所以如何防治枕頭效應的發生實為 SMT 的重要課題。

目前比較可靠可以分析 HIP 不良現象的方法是使用染紅試驗(Red Dye Penetration),以及微切片分析(Cross Section),但這兩種方法都屬於破壞性檢測,所以非到必要不使用。

HIP 的發生的可能原因

枕頭效應雖然是在回流焊期間所發生的，但真正形成枕頭效應的原因則可以追溯到材料不良，而在電路板組裝工廠端則可以追溯到錫膏的印刷，貼件/貼片的準確度及回流爐的溫度設定...等。

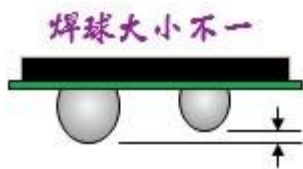
底下是幾個形成枕頭效應(HIP)缺點的可能原因：

1. BGA 封裝(Package)

如果同一個 BGA 的封裝有大小不一的焊球(solder ball)存在，較小的錫球就容易出現枕頭效應的缺點。

另外 BGA 封裝的載板耐溫不足時也容易在迴流焊的時候發生載板翹曲變形的問題，進而形成枕頭效應。

(warpage of substrate, inconsistent bump size)

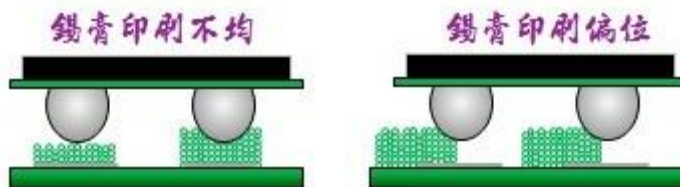


2. 錫膏印刷(Solder paste printing)

錫膏印刷於焊墊上面的錫膏量多寡不一，或是電路板上有所謂的導通孔在墊 (Vias-in-pad)，就會造成錫膏無法接觸到焊球的可能性，並形成枕頭效應。

另外如果錫膏印刷偏離電路板的焊墊太遠、錯位，這通常發生在多拼板的時候，當錫膏熔融時將無法提供足夠的焊錫形成橋接，就會有機會造成枕頭效應。

(insufficient solder paste volume, printing misalignment)



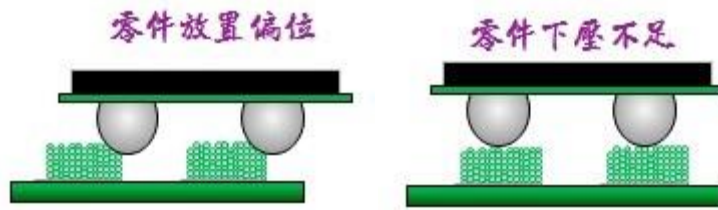
3. 貼片機的精度不足(Pick & Place)

貼片機如果精度不足或是置件時 XY 位置及角度沒有調好，也會發生 BGA 的焊球與焊墊錯位的問題。

另外，貼片機放置 IC 零件於電路板上時都會稍微下壓一定的 Z 軸距離，以確保 BGA 的焊球與電路板焊墊上的錫膏有效接觸，這樣在經過迴流焊時才能確保 BGA 焊球完美的焊接在電路板的焊墊。如果這個 Z 軸下壓的力量或形成不

足，也有機會讓部份焊球無法接觸到錫膏，而造成 HIP 的機會。

(Inaccurate XY placement, insufficient placement force)



4. 回流焊溫度(Reflow profile)

當迴流焊(reflow)的溫度或升溫速度沒有設好時，就容易發生沒有融錫或是發生電路板及 BGA 載板板彎或板翹...等問題，這些都會形成 HIP。可以參考 [BGA 同時空焊及短路可能的原因](#)一文，瞭解 BGA 載板與電路板因為 CTE 的差異過大，以及 TAL(Time Above Liquidous)過長，而造成的板彎板翹所形成的 BGA 空焊及短路的分析。

另外，要注意預熱區的溫度升溫如果太快的話容易驅使助焊劑過早揮發，這樣就容易形成焊錫氧化，造成潤濕不良。其次最高溫度(Peak Temperature)也最好不要調得過高及過久，建議最好參考一下零件的溫度及時間的建議。

(inadequate reflow profile that results in component & PCB warpage, Lifting of BGA bumps due to wetting force, Excessive Peak Temperature, too much TAL)



5. 焊球氧化(Solder ball Oxidization)

BGA 在 IC 封裝廠完成後都會使用探針來接觸焊球做功能測試，如果探針的潔淨度沒有處理的很好，有機會將污染物沾污於 BGA 的焊球而形成焊接不良。其次，如果 BGA 封裝未被妥善存放於溫濕度管控的環境內，也很有機會讓焊球氧化至影響焊錫的接合性。

延伸閱讀：

[影片：BGA 回流焊焊接過程](#)

[BGA 錫球缺點的幾種檢查方法](#)

[如何判斷 BGA 掉件是 SMT 工廠製程或是設計問題？](#)