

PCB 焊接強度與 IMC 觀念

作者：[工作熊](#) (2014.03.19)

文章摘要：在电路板的組裝焊接過程中，經常聽到 IMC 這個名詞，那究竟 IMC 是什麼東西？它在 PCB 焊接的過程當中又扮演了什麼樣的角色？它會影響到焊接後的強度嗎？那究竟 IMC 的厚度應該多少才比較合理呢？

寫在前面：

本文著作權屬於作者及【[電子製造，工作狂人](#)】所有，作者原則同意使用者可以無償非商業上的自由傳閱，但禁止謀利使用。如有任何商業行為需要授權者。

作者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。

如果你喜歡【[電子製造，工作狂人](#)】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。

在电路板的組裝焊接過程中，經常聽到 **IMC** 這個名詞，那究竟 IMC 是什麼東西？它在 PCB 焊接的過程當中又扮演了什麼樣的角色？它會影響到焊接後的強度嗎？那究竟 IMC 的厚度應該多少才比較合理呢？

下面是最近去上了一堂「白蓉生」老師關於 PCB 焊接強度與 IMC 的課程之後的心得整理。如果有疑問的朋友也歡迎到我的【[電子製造，工作狂人\(ResearchMFG\)](#)】部落格留言討論。



1. 何謂 IMC?

IMC 是【InterMetallic Compound】的縮寫簡稱，依據白蓉生老師的說法，中文應該翻譯成【**介面金屬共化物**】或【**介金屬**】。

IMC 是一種**化學分子式**，不是合金，也不是純金屬。

既然 IMC 是一種化學分子的組成，所以 IMC 的形成必須給予能量，這也就是為何錫膏在焊接過程中需要加熱的原因，而且錫膏的成份中只有純錫(Sn)才會與銅基地(OSP, I-Ag, I-Sn)或是鎳基地(ENIG)在強熱中發生擴散反應，並生成牢固的介面性 IMC。

2. 【合金(alloy)與【介面金屬共化物(Intermetallic Compound)】有何差別？

介面金屬化合物是**兩種**金屬元素以上用「**固定比例**」所形成的化合物，是一種「化學反應」後的結果，屬於純物質。比如說 Cu_6Sn_5 、 Ni_3Sn_4 、 AuSn_4 ...等這樣的物質。

而**合金(alloy)**則是兩種金屬以上的**混合物**，其比例並無固定，可以隨時調整，只是均勻的將不同的元素混合在一起就可以了。

所以你可以說男人與女人混在一起稱之為**合金**；而男女結合後所生下的小孩就稱為**化合物**。這樣比喻會不會被打啊！

3. 既然稱為【錫膏】，為何還有其他的金屬成份在裡面？

這是因為純錫的融點高達 232°C ，不易用於一般的 PCB 板組裝焊接，或者說目前的電子零件都無法達到這樣的高溫，所以必須以錫為主，然後加入其他合金焊料來降低其融點，以達到可以量產並節省能源的主要目的，其次要目的是可以改善焊點的韌度(Toughness)與強度(Strength)。

比如說加入少許的銀與銅作成 SAC305，其共熔點就降到 217°C。加入銅及鎳作成 SCNi，其共熔點就會變成 227°C。這是個很有趣的題目，為什麼原本兩個熔點都很高的金屬，以一定比率混在一起之後其共熔點反而會大大降低，有興趣的朋友可以先找[錫鉛的二元平衡金相圖](#)來參考一下。

4. 經常看到 IMC 中有 Cu_6Sn_5 、 Ni_3Sn_4 、 Cu_3Sn 、 AuSn_4 、 Ag_3Sn 與 PdSn_4 的化學式，請問這些化學式的形成與地點？

銅基地的表面處理 PCB，如 OSP(有機保焊膜), I-Ag(浸鍍銀), I-Sn(浸鍍錫), HASL(噴錫)與錫膏的焊接，在高熱的回焊爐中會形成良性 IMC 的 Cu_6Sn_5 ，隨著時間的老化或是回焊爐溫度過高，或 PCB 通過回焊爐過久，就會慢慢再形成劣性 IMC 的 Cu_3Sn 。

鎳基地的表面處理 PCB，如 ENIG, ENXG, 與 ENEPIG，經過高熱回焊爐與錫膏結合後會生成良性 IMC 的 Ni_3Sn_4 。

金(Au)、銀(Ag)、鈀(Pd)也會與錫(Sn)形成 AuSn_4 、跟 Ag_3Sn 與 PdSn_4 等化合物，但卻是遊走式的 IMC，對焊點的強度是有害而無利，焊墊上的金與銀的最大作用就是保護底鎳與底銅免於生鏽而已，金與銀越厚者，焊點強度就越弱，但也不能薄到無法全面覆蓋住底鎳及底銅，否則就無法保護底鎳或底銅了。

5. 各種 IMC 的強度為何？

- 再次提醒，**焊接是一種化學反應**。
- 以銅基地的焊墊為例，良好的焊接時會立即生成 η -phase (讀 Eta)良性的 Cu_6Sn_5 ，且還會隨著焊接熱量的累積與老化時間而長厚。
- 焊點在老化的過程中又會在原來的 Cu_6Sn_5 上長出惡性 ϵ -phase (讀 Epsilon)惡性的 Cu_3Sn 。總體而言銅基地的焊接強度比鎳基地來得好，可靠度也比較高。
- 鎳基地的化鎳浸金與電鍍鎳金之金較厚者，其焊點不但 IMC 較薄且更容易形成金脆，只有在 AuSn_4 游走後，鎳基地才會形成 Ni_3Sn_4 ，不過其強度原本就不如 Cu_6Sn_5 。

命名	分子式	含錫量 W%	出現經過	位置所在	顏色	結晶	性能	表面能
η -phase (Eta)	Cu_6Sn_5	60%	高溫熔錫沾焊到乾淨的銅面時生成	介於焊錫或純錫之間的介面	白色	球狀組織	良性 IMC 為焊接強度之必須	甚高
ϵ -phase (Epsilon)	Cu_3Sn	30%	焊接後經過高溫或長期老化逐漸生成	介於 Cu_6Sn_5 與銅面之間	灰色	柱狀結晶	惡性 IMC 將造成縮錫或不沾錫	較低，只有 Eta 的一半

6. IMC 的厚度是不是越厚越好？

會這麼問表示你沒有讀過書，白老師一直以農夫稱之，但現在高級知識份子當農夫者多得是，所以我個人是很尊敬農夫的，而且我老爸以前也是農夫啊，我小時候還耕過田呢。

白老師一直強調，**介面 IMC 只要有長出來且長得均勻就可以了**，因為 IMC 會隨著時間與熱量的累積而越長越厚，當 IMC 長得太厚時強度反而會變差，容易脆裂。這就有點像磚塊與磚塊之間的水泥一樣，適量的水泥可以將不同的磚塊結合在一起，但水泥太厚反而容易被推倒。

IMC 的生成速度基本上與時間的平方與溫度成正比。

延伸閱讀：

[零件掉落與鍍金厚度的關係](#)

[PCB 爆板的真因剖析與防止](#)

[浸金及電鍍金在電路板焊接中所扮演的角色](#)

[何謂「銅」基地與「鎳」基地電路板\(PCB\)？](#)

[SMT 與 Wave soldering 焊錫的中文翻譯與觀念澄清](#)