



**ELECTRONIC  
MATERIALS**

**ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS**

羅門哈斯電子材料

**CIRCUIT BOARD TECHNOLOGIES**

印刷線路板技術

**Technical Communications**

科技專刊

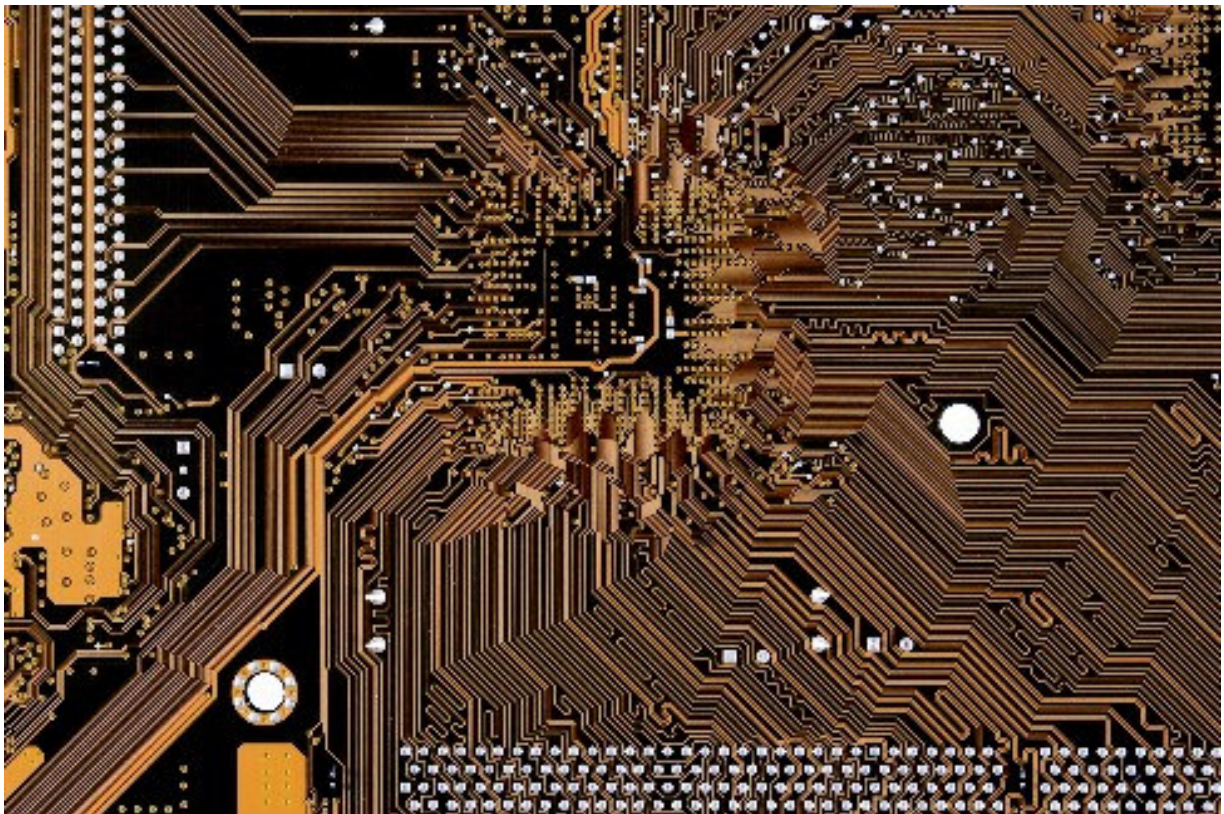
**Why Electroless Nickel Electroless Palladium Immersion Gold (ENEPIG)?**

**為什麼要使用化學電鍍鈀金?**

**September 2008**

**2008年9月**

本文同步發表於 PCB007 網站



## 爲什麼要使用化學電鍍鈀金？

### 前言

電子產品一直趨向體積細小及輕巧，同時包含更多功能而又有更快速的運作效率。爲了達到以上要求，電子封裝工業便發展出多樣化及先進的封裝技術及方法，使之能在同一塊線路版上增加積體電路(IC)的密度，數量及種類。

增加封裝及連接密度推動封裝方法從通孔技術(THT)到面裝配技術(SMT)的演化，它導致了更進一步的應用打線接合的方法(Wire bonding)。縮小了的連接線間距和應用晶片尺寸封裝技術(CSP)，使得裝置的密度增大，而多晶片組件(MCM)及系統級封裝技術(SiP)使得在同一晶片上嵌入更多功能從不可能變成現實。

至今，當半導體工業多年來從縮小線寬來致力於增進裝置的性能時，很少有涉及這樣的想法，也就是在一個電子系統中，裝置間應該通過包含這個系統的封裝來傳遞資訊。大量的 I/O 需求及訊號傳送質量已成爲半導體工業重要考慮的因素，無論在 IC 內部的連接或把裝置封裝在線路版上，爲了達到可靠的連接，封裝過程的要求及線路版最終表面處理技術同樣重要。

本文章描述影響連接可靠性的主要因素，尤其側重在打金線接合的應用中表面處理的性能。

### 表面處理打線接合的選擇

雖然電鍍鍍金能提供優良的打金線接合的性能，它有著三大不足之處，而每一不足之處都阻礙著它在領先領域中的應用。

- 較厚的金屬厚度要求使得生產成本上升。
- 在通常所用的厚的金屬情況下，由於容易產生脆弱的錫金金屬合金化合物(IMC)，焊點之可靠性便下降。而爲了增加焊點之可靠性，可在需要焊錫的地方使用不同的表面處理，然而卻會造成生產成本上升。
- 電鍍工藝要求使用導線連通每個線路，這樣就限制了封裝載板的最高線路密度。

因爲這些限制，使用化學鍍的優勢表露出來。化學鍍的技術包括化學鍍鍍金(ENIG)，化學鍍鍍化學鍍金(ENEG)及化學鍍鍍鈀浸金(ENEPIG)。

在這三種選擇中，ENIG 是基本上不用考慮的，因爲它不具備提供高可靠性打金線接合的工藝條件（儘管它被用在不重要的消費產品的應用中），而 ENEG 具有和電鍍鍍金同樣高的生產成本，在制程方面亦充滿了複雜性的挑戰。

當化學鍍鍍鈀浸金(ENEPIG)在 90 年代末出現時，但因爲 2000 年時，鈀金屬價格被炒賣到不合理的高位，使 ENEPIG 在市場上的接受延遲了。但是，ENEPIG 能夠解決很多新封裝的可靠性問題及能夠符合 ROHS 的要求，因此在近年再被市場關注。

除了在封裝可靠性的優勢上，ENEPIG 的成本則是另一優勢。當近年金價上升超過 US\$800/oz，要求厚金電鍍的電子產品便很難控制成本。而鈀金屬的價格(US\$300/oz)則相對於金價來說遠低於一半，所以用鈀代替金的優勢便顯露出來。

### 表面處理的比較

在現在的市場，適合用在線路板上細小引腳的 QFP/BGA 裝置，主要有 4 種無鉛表面處理

- 化學浸錫(Immersion Tin)
- 化學浸銀(Immersion Silver)
- 有機焊錫保護劑(OSP)
- 化學鍍鍍浸金(ENIG)

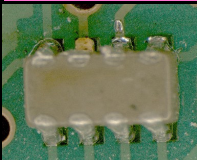
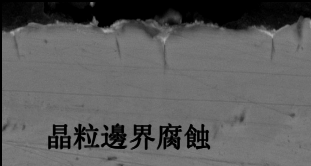
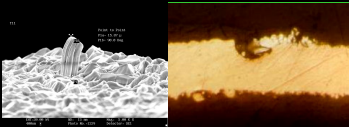
下表列舉出這4種表面處理跟ENEPIG的比較。在這4種表面處理中，沒有一種表面處理能滿足無鉛組裝工藝的所有需求，尤其是當考慮到多重再流焊能力、組裝前的耐儲時間及打線接合能力。相反，ENEPIG卻有優良耐儲時間，焊點可靠度，打線接合能力和能夠作爲按鍵觸碰表面，所以它的優勢便顯示出來。而且在置換金的沉積反應中，化學鍍鈀層會保護鍍層防止它被交置換金過度腐蝕。

表 1 - 不同表面處理性能之比較

特性	OSP	ENIG	ENEPIG	Immersion Silver	Immersion Tin
耐儲時間 Shelf life (在控制條件下)	< 12 月	> 12 月	> 12 月	< 12 月	3 - 6 月
錫焊面之接觸 Handling / Contact with Soldering Surfaces	一定要避免	最好避免	最好避免	一定要避免	一定要避免
表面裝貼面平正性 SMT Land Surface Planarity	平	平	平	平	平
多重再流焊 Multiple Reflow Cycles	好 → 良	良	良	好 → 良	好 → 良
使用不用清洗助焊劑 No Clean Flux Usage	PTH/via fill 要小心	無影響	無影響	無影響	無影響
焊點可靠度 Solder Joint Reliability	良	良 - 如能在生產上避 免 "black pad" 的出 現	良	小心介面之微細空隙	良
用在打金線接合 Gold Wire bonding	不可	不可	可	不可	不可
電氣探針測試 Electrical Test Probing	差, 除非表面有焊錫	可	可	可	可
封裝後之腐蝕 Corrosion Risk after Assembly	會	不會	不會	不會	會
觸碰表面之應用 Contact Surface Applications	不可	可	可	不可	不可
鍍層厚度 Total Coating Thickness (micron)	> 0.15	Au 0.08 - 0.13 Ni 3.0 - 6.0	焊接: Au 0.03 - 0.05 Pd 0.05 - 0.1 Ni 3.0 - 5.0 打線接合: Au 0.07 - 0.15 Pd 0.1 - 0.15 Ni 3.0 - 5.0	0.05 - 0.5 typical	1.0 - 1.1

當考慮到表面處理在不同組裝方法上的表現，ENEPIG 能夠對應和滿足多種不同組裝的要求。

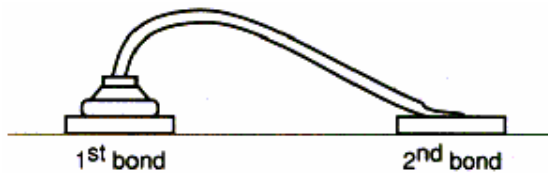
表 2 - 不同表面處理對不同組裝方法之表現

	Through Hole Technology	SMT / BGA	Press Fit	Wire Bond	Flip Chip / TAB
OSP	多重再流焊後有焊錫不完全孔的問題	 多重再流焊			
ENIG		 晶粒邊界腐蝕			
IAg		當厚度高時，介面之微細空隙便會出現“champagne voids”		只可打鋁線接合	
ISn		 錫鬚 電偶腐蝕			
ENEPIG					

優 表現 差

### 打金線接合可靠性的比較

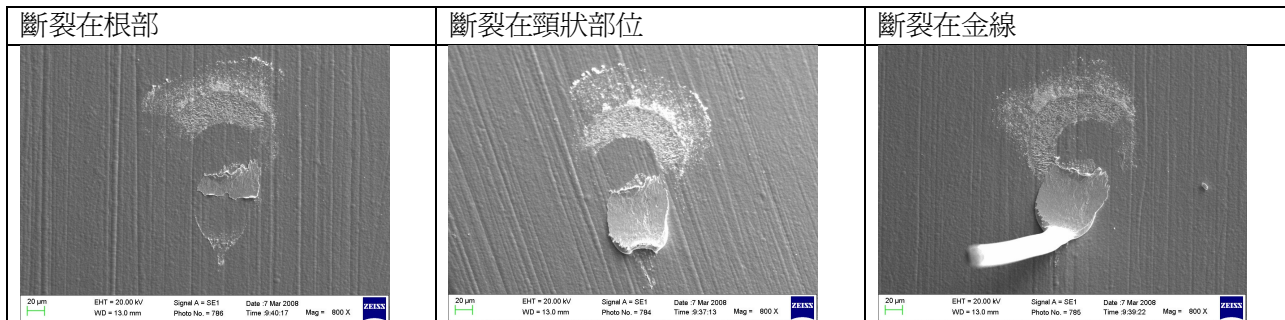
在相同打線接合的條件下(用第二焊點拉力測試 2<sup>nd</sup> bond pull test)，ENEPIG 顯現出跟電鍍鍍金相約的打金線接合可靠性。



可靠性測試		測試環境	結果	
			電鍍鍍金	ENEPIG
1	現狀	鍍之後	輕微地高於平均拉力 > 9g	平均拉力 > 8g
2	在打線接合後把樣本放在 150°C 烤箱烘烤 4 小時	加速老化打線接合	輕微地高於平均拉力 > 8.5g	平均拉力 > 8g

預處理測試		測試目的	結果	
			電鍍鍍金	ENEPIG
3	把樣本放在 150°C 烤箱烘烤 4 小時	加速老化 (仿真固晶粘合劑工序)	輕微地高於平均拉力 > 8.5g	平均拉力 > 8g
4	把樣本暴露於 85°C/85% 相對濕度下 12 小時	模擬一個不受控制的貯藏環境	輕微地高於平均拉力 > 8.5g	平均拉力 > 8g

在 ENEPIG 樣本抗拉力測試中，觀察到主要的打線接合失效模式是斷裂在金線及十分之少量的在頸狀部位。沒有金線不接合和接合點斷的情況發生。



如電子產品用在高溫操作的環境下，更會加強連接可靠的重要性。此測試結果顯示出ENEPIG能夠很好的代替電鍍鍍金。

### 結論 - 使用 ENEPIG 的好處

ENEPIG 最重要的優點是同時具有優良的錫焊可靠性及打線接合可靠性，優點細列舉如下：

1. 防止“黑鍍問題”的發生 - 沒有置換金攻擊鍍的表面做成晶粒邊界腐蝕現象
2. 化學鍍鈀會作為阻擋層，不會有銅遷移至金層的問題出現而引起焊錫性焊錫差
3. 化學鍍鈀層會完全溶解在焊料之中，在合金介面上不會有高磷層的出現。同時當化學鍍鈀溶解後會露出一層新的化學鍍鍍層用來生成良好的鍍錫合金
4. 能抵擋多次無鉛再流焊迴圈
5. 有優良的打金線結合性
6. 大體上說，總體的生產成本比電鍍鍍金及化學鍍鍍化學鍍金為低

Lam Leung, 高級工程師-亞洲區,研究發展及工程部,印刷線路版技術, 羅門哈斯電子材料亞洲有限公司(香港). 電子郵件: slleung@rohmmaas.com

羅門哈斯電子材料提供用於表面處理的各項技術，包括沉鎳金技術 (ENIG)、沉鎳鈀金技術 (ENEPIG), 電鎳金技術 (electrolytic nickel-gold) 與沉錫技術 (immersion tin) 等產品.