

應用於電子封裝打線(Wire Bonding)之鋁線 開發

計畫目標

1. 1.25 mil (31.75 μ m) 鋁矽(Al-1%Si)合金線之產品開發。
2. 1.00 mil (25.4 μ m) 鋁矽(Al-1%Si)合金線之產品開發。
3. 開發及建立極細線1.25mil或1mil鋁矽(Al-1%Si)合金線之抽線技術。

執行成果

1. 完成鋁線製造之上、下游工廠(包括鋁矽合金之熔煉、擠型等工廠)之垂直整合。
2. 完成鋁矽合金之熔煉開發,以往台灣並未有廠商開發熔煉Al-1%Si鋁矽合金錠之產品。
3. 完成鋁矽合金錠之擠型開發,以往台灣並未有廠商開發擠型Al-1%Si鋁矽合金錠至5mm或1mm之粗鋁線。
4. 完成自行開發設計之平行直筒式抽線機,以往台灣並未有廠商開發平行直筒式抽線機可將金屬線抽至1 mil (25.4 μ m)或1 mil (25.4 μ m)以下。
5. 完成開發將鋁矽(Al-1%Si)合金線抽線至1.25 mil (31.75 μ m)之產品。
6. 完成開發將鋁矽(Al-1%Si)合金線抽線至1.00 mil (25.4 μ m)之產品。

新產品 / 新技術 / 新設計 / 新材料簡介

1. Al-1%Si鋁矽合金錠。
2. 5 mm或1 mm之鋁矽(Al-1%Si)合金線。
3. 1.25 mil (31.75 μ m)之鋁矽(Al-1%Si)合金線。
4. 1.00 mil (25.4 μ m)之鋁矽(Al-1%Si)合金線。
5. 熔煉製作鋁矽(Al-1%Si)合金錠技術。
6. 擠型製作5 mm或1 mm鋁矽(Al-1%Si)合金線技術。
7. 極細線1.25 mil或1 mil鋁矽(Al-1%Si)合金線之抽線技術。
8. 衍生其它之極細線1.25 mil或1 mil金屬線之抽線技術。

技術合作單位及合作內容

無

成果應用領域

因應消費產品的要求,電子晶片封裝技術發展從1980年代以前,IC晶體與PCB的連接方式以插孔式(PTH)為主,電子晶片封裝產品多以DIP(Dual in Line Package)為主,腳數並不多,隨著腳數較多的PGA(Pin Grid Array)產品出現在市場上。1980年代以後在電子產品輕薄短小的要求中,表面粘著技術SMT(Surface Mounting Technology)應運而生,成為主要的封裝型態,產品以SOP(Small out-Line Package),SOJ(Small out-Line J-Lead),QFP(Quad Flat Package)等型態為主。1990年代SMT封裝技術的成熟的發展,更著重於小型化、窄腳距及散熱等問題點的改善,因此TSOP(Thin Sop),TQFP(Thin QFP)應聲而起。另一方面,高腳數的封裝發展,使QFP產品逐漸為BGA產品所取代。

電子晶片封裝的主要目的,就是藉由各類封裝材料從外部保護電子晶片以便使其粘著於PCB上,並達到訊號傳遞及散熱之功能。電子晶片封裝第一層次結構之連線是將晶片上的接點連接到導線架上之內引腳或基板之錫墊,藉而將晶片之電路訊號傳輸到外界。如圖1典型的電子晶片封裝(BGA)構造圖及圖2以鋁線做為打線接合之電子晶片封裝流程圖。

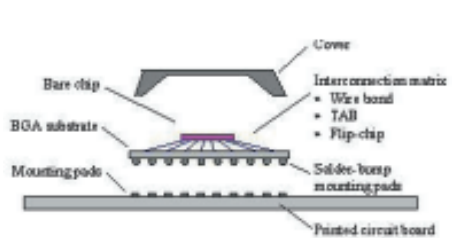


圖1 典型的電子晶片封裝(BGA)構造圖

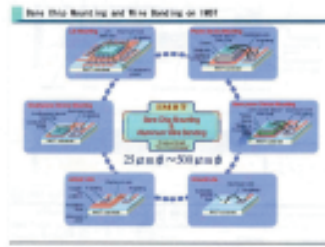


圖2 以鋁線做為打線接合應用的各種電子晶片封裝圖
資料來源:www.semi.sanyo.com.jp



圖1 萬沅產品-1.25 mil (31.75 μ m) 鋁線



圖2 萬沅產品-1.25 mil (31.75 μ m) 鋁線

電子晶片封裝第一層次結構之連線方式有打線接合(wire bonding)、捲帶自動接合(TAB)及覆晶接合(Flip-Chip Bonding)三種,其中打線接合技術被廣泛應用於PGA、SOP、QFP、BGA、CSP等電子晶片封裝製程,不論電子晶片封裝技術如何的演進,打線接合封裝為最常用之方式且最為普遍,甚至打線接合機台數目的多寡常被用來做為一家封裝廠產能規模的指標。打線接合所需之金屬線材(金線、鋁線、銅線)每年超過10億美元以上的產值,其年成長率每年亦達10%。

打線接合封裝之主要應用於消費性用之電子晶片如鐘錶、玩具、濾波器、電源供應器、電梯顯示器、家用或事務性電子產品之電晶體及二極體等如圖3、4及5。另一方面,由於金

線接合一般採用熱壓超高速方式，作業時需較高的溫度及會產生較多的熱量。針對新近發展的電子晶片直接上板(Chip on Board, COB)封裝產品，為了避免印刷電路板加熱，大多採用鋁線接合方式，因鋁線接合則以超音波打線為主，作業時不需太高的溫度及不會產生太多熱量。除此之外，甚至部份對溫度極敏感的晶片，例如指紋感應器及影像感應晶片，在封裝只能承受100℃以下溫度，不適用金線之熱壓超高速打線接合，就必須採用鋁線接合。因此價格較低廉的鋁線在電子封裝產業一直維持一定的市場需求，甚至在高階電子產品鋁線接合亦有逐漸增加之趨勢。



圖3 萬沅產品-1.00 mil (25.4 μm) 鋁線

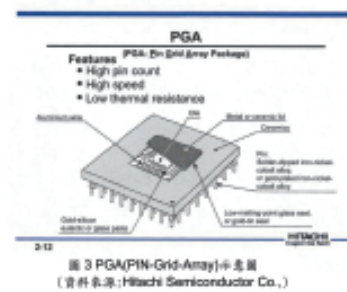


圖3 PGA(PIN-Grid-Array)示意圖 (資料來源: Hitachi Semiconductor Co.)

BONDING WITH LED CHIP

APPLICATION 1: SIDE OUTPUT (BONDING WITH UP JUNCTION LED)



APPLICATION 2: SOURCE OUTPUT (BONDING WITH PN JUNCTION LED)



圖5 鉗絲適用於LED晶片圖 (資料來源: www.oqta.com.tw)

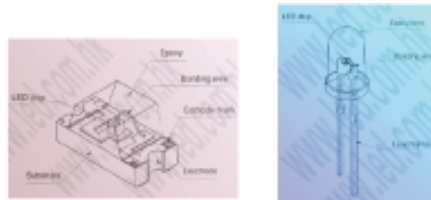


圖4 LED示意圖 (資料來源: www.led.com.hk)

專案執行重要心得

就以往本公司尚未執行本專案計畫之前而言，本公司之抽線研發，主要之重心是將採購所取得之線徑1mm之金屬線如銅線、銀線、金線等線材，經由抽線機在適當的條件下，將1mm之金屬線抽線至線徑0.03mm或0.03mm以下。

由於本公司之本業是PCB製造的其中一段加工製程-防焊加工，就環境和設備而言，從來沒有經歷自合金之熔煉、擠型加工、乃自抽線都要自己一手包辦。原本以為合金之熔煉及擠型加工，雖然有困難或可能有問題，但應該不致於太困難或無法解決。但經歷親自操作才發現與理論或想像有很大之距離，單是合金熔煉之重量及條件的尋找，就讓我們廢寢忘食及頭疼不已。更何況合金錠完成後之擠型，由於初期將合金錠擠型至粗鋁線時，常常一小段一小段就斷，而且無法連續，更遑論要進行後續之製程抽線。

這些既惱人又氣人的煩雜問題，索性團隊中部份研發人員，有熔煉及擠型加工之經驗、部份來自學界及廠商之協助，提供他們的寶貴意見及經驗，真可說是傾囊相授，使研發團隊受益良多。外加本公司全體研發人員的辛苦努力及經由無數次之實驗、失敗、改善及檢討，方能在短時間內，將合金之熔煉及擠型加工之問題，逐一解決。

但是更令人訝異的事，竟然是鋁矽(Al-1%Si)合金線的抽線，原本以為這是本公司最拿手與最有把握的技術，況且本公司已建立起部份金屬線如銅線、銀線、金線等線材之抽線加工技術，並擁有一名抽線經驗長達20年以上之工程師。就研發團隊而言，雖然不敢說抽線應該是很簡單的事，但普遍認為將鋁矽(Al-1%Si)合金線的抽線至1mil應該不致於太困難或有大問題才對。但實際在執行抽線作業時，才驚覺到鋁矽(Al-1%Si)合金線的抽線好像沒那麼想像的那麼簡單哩！

雖然在專案計畫執行前，就瞭解加入1%Si的鋁線，不論其化學及物理性質，其韌性、抗腐蝕性及抗拉強度，與純鋁比較時，均有較大的差異，但在抽線時，發現這些物理性質顯著的差異，在抽線過程造成極大的困難。甚至被研發團隊認為比以往所抽過的銅線、銀線、金線等線材還難抽。雖然如此，研發團隊還是將抽線困難或問題點，以無比的信心與毅力一項項的克服與解決。

儘管面臨諸多的困難與問題，但本公司還是從鋁線開發的專案計畫，開發出下列4項的新產品：

- (1) Al-1%Si鋁矽合金錠。
- (2) 5mm及1mm之鋁矽(Al-1%Si)合金線。
- (3) 1.25mil (31.75 μm)之鋁矽(Al-1%Si)合金線。
- (4) 1.00mil (25.4 μm)之鋁矽(Al-1%Si)合金線。

及開發出下列4項的新技術：

- (1) 熔煉製作鋁矽(Al-1%Si)合金錠技術。
- (2) 擠型製作5mm或1mm鋁矽(Al-1%Si)合金線技術。
- (3) 極細線1.25mil或1mil鋁矽(Al-1%Si)合金線之抽線技術。
- (4) 衍生其它之極細線1.25mil或1mil金屬線之抽線技術。

雖然本計畫尚有許許多多可改善的空間，但更從本計畫中學習到垂直整合相關廠商的重要性，及如何應用團隊之力量，解決問題與困難的方法。最重要的是需有努力向前、堅忍不拔、永遠不放棄的精神，方能完成本計畫，當然也要感謝董事長的支持與研發團隊眾志成城之決心與堅強之毅力。



圖4 萬沅產品-1.00 mil (25.4 μm) 鋁線