

計畫名稱：半導體金線偏移觀察及轉注壓縮成型應用探討

Flow Visualization on Wire Sweep of IC Package

計畫編號：NSC 89-2216-E-002-011

執行期限：88/8/1-89/7/31

計畫主持人：楊申語博士 台大機械所

計畫參與人員：袁俊誠 台大機械所

一、中文摘要：

半導體封裝多以轉注成型將樹脂擠入模穴內。充填過程中流動樹脂會對金線產生拖曳力而導致金線偏移，甚至互相接觸，是造成缺陷的一大隱憂。目前研究多暫略金線存在，或簡化為二維，本研究針對三維金線，設計加裝透明觀察窗之轉注成型模，攝影記錄樹脂在模穴內的充填過程，並改變金線端點相對高度、膠口位置等變因，做一系列的流動觀察；本研究並以數值分析預測金線偏移，並以量測的結果印證。

本研究觀察發現，三維金線的存在會對流場產生相當的影響，金線數目愈多，影響越大。數值流場分析忽略金線的存在，會造成誤差。金線偏移量會隨著雷諾數增大而增加，對正方形模穴而言，澆口位置在邊角的交角比澆口在邊長中央可得到較小的金線偏移。金線一端上置型模座較兩端平置型偏移量小。

本研究同時探討在轉注成型的製程加上壓縮步驟的果效，試以改良目前傳統轉注成型，提昇因IC薄化與多角化後之可封裝性所產生的封裝問題。實驗發現在極慢壓縮速度，金線偏移確實大幅減小。

關鍵詞：封裝、金線偏移、流場觀察、轉注壓縮成型

Abstract

Transfer molding(TM) is the primary

process method for IC encapsulation with epoxy molding compound. During filling stage, the epoxy would exert drag force on wires and cause wire sweep. If the adjacent wires touch, short-circuit occur.

The wire sweep problem has been analyzed in many papers. However, most of them simplify the problem to 2-D analysis and even neglect the existence of wires when calculating the flow field during filling in the cavity. The objective of this study is to observe the flow pattern and wire sweep with flow visualization facility. A transparent window is mounted on the surface of the mold, and an CCD camera is used to capture the filling process. Related parameters including gate position, flow rate, die settings and wire position. In addition, numerical scheme is developed to predict the wire sweep, the results are verified with the experimental results.

The flow fields are apparently interfered by the existence of wires. This explains the cause of errors between numerical solution and experimental results. Wire sweep increases with flow rate. For square molds, gating at one corner reduces wire sweep as compared with gating in the center edge. Wire affected on standard raised dies are better than downset ones.

This study also investigates the effects

of adding compression to molding process. It has been found that the filling introduced by mold wall under slow compression speed reduces wire sweep.

Keywords : Package, Wire Sweep、flow visualization、transfer compression molding

二、計畫緣由與目的：

目前已經有相當多的相關文獻在探討金線偏移，從金線的材料、幾何形狀，環氧樹脂的黏滯係數、充填速度等，但大都是在做了相當簡化的假設下進行。因此，本實驗特別設計尺寸放大的透明觀察模具，觀察澆口位置、金線位置、金線幾何形狀等參數對流動型態與金線偏移的影響，如圖一所示，並以數值分析預測金線偏移，與實驗量測結果印證。

而且，當晶片愈來愈薄，融膠流道變薄，其流動阻力隨厚度減少而大幅提高。其解決方法之一是在充填時先將上下模壁的距離拉大，等短射填充至某一程度，壓縮模壁回復應有尺寸，也就是所謂的轉注充填壓縮成型(transfer charged compression molding)。薄件(如 CD)射出成型時曾使用類似的方法，並獲致改善流動型態與品質的成效。最後，並對轉注壓縮成型的可行性做初步的探討。

三、結果與討論：

由實驗和數值分析的結果，得到下面結論：

1. 金線對流場的影響

融膠在模穴內的流動情形，明顯受到金線存在的影響，如圖二所示。因此忽略金線存在，而先求整體流場的作法可能會產生相當的誤差。

2. 澆口位置的影響

在條件為牛頓流的假設下，金線的偏移

主要受融膠流速與流動的角度影響。以兩個不同的模具(圖三)在相同進膠速率(flow rate)，即相同充填時間下，澆口在交角要比在邊長中間得到低的金線偏移，參考表一。因為前者的流動型態，融膠流至中間金線時流速較小，且流動方向與金線成夾角較大。

3. 上升型模座與下置型模座比較

可能是因為上升型突起的模座相對模穴太小(高度 1/5，寬度 1/9.4)，如圖四示，並沒有造成兩者流動型態明顯的不同，但金線偏移卻有，參考表二。這是因為金線輪廓的不同。模座上升若能減小金線最高點到模座的高度，即可改善金線偏移。

4. 實驗與數值分析的比較

如圖五、圖六所示。

實驗與數值解兩者的誤差原因有三：

(1) 如結論 1 所述，數值分析流場時忽略金線存在。

(2) 數值分析中融膠為不可壓縮流的假設與實驗情況不合。ANSYS 模型建構無法反應實際金線。

(3) 實驗產生誤差，包括漏膠、金線邊界的黏著。

5. 後壓縮的應用

當壓縮速度慢的時候，是可以改善金線偏移，因為在流動觀察中，壓縮速度決定流場變化也決定了金線偏移，如圖七所示。若應用到實際生產時，除了模具要適當修改外，壓縮速度曲線也要配合黏度操作窗，以求最佳化，如圖八所示。

四、參考文獻：

1. L. T. Nguyen, "Wire bond behavior during molding operations of electronic packages," *Polym. Eng. Sci.*, vol. 28, 1988, p. 926.
2. L. T. Nguyen and F. J. Lim, "Wire sweep during molding of integrated circuits," in

40th ECTC, 1990, p. 777.

3. L. T. Nguyen,, A. Danker, N. Santhiran and C. R. Shervin, "Flow modeling of wire sweep during molding of integrated circuits," *ASME Winter Annual Meeting*, 1992, p. 27.

4. A. A. O. Tay, K. S. Yeo and J. H. Wu, "The effect of wirebond geometry and die setting on wire sweep," *IEEE Trans. Comp., Packaging, Manuf. Tech., Part B*, vol. 18-1, 1995, pp. 201-209.

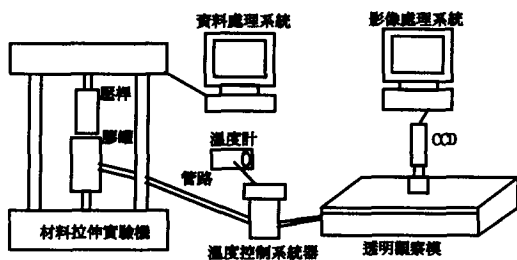
5. F. S. Sherman, *Viscous Flow*. New York: McGraw-Hill, 1990.

表一 金線平均偏移 (%) 數據

製程編號	膠口位置	模座	Re×10 ³	流量 flow rate (mm ³ /s)	金線長 (mm)	最大高度 (mm)	最大高度位置	M line(%)
S1	邊	下置	0.665	754	21.5	3.52	65.82	1.04
S2	邊	下置	2.0248	2261.9	21.5	3.64	66.99	2.70
S3	邊	下置	3.2554	3769.9	21.5	3.62	65.21	3.84
R1	角	下置		754	21.5	3.42	65.58	0.34
R2	角	下置		2261.9	21.5	3.46	65.09	1.77
R3	角	下置		3769.9	21.5	3.42	65.46	3.12

表二 金線平均偏移 (%) 數據

製程編號	膠口位置	模座	流量 flow rate (mm ³ /s)	金線長 (mm)	最大高度 (mm)	最大高度位置	M line(%)
R1	角	下置	2261.9	21.5	3.46	65.09	1.77
R2	角	下置	3769.9	21.5	3.42	65.46	3.12
R3	角	下置	7539.8	21.5	3.56	65.09	4.98
RC1	角	上置	2261.9	21.5	3.34	76.56	1.08
RC2	角	上置	3769.9	21.5	3.32	75.99	1.30
RC3	角	上置	7539.8	21.5	3.40	75.04	3.84



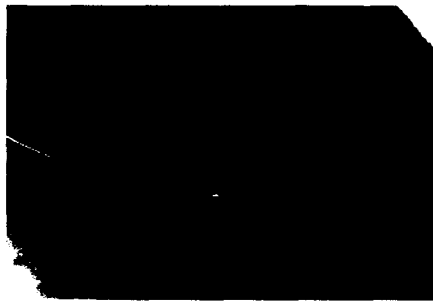
圖一 實驗設備示意圖



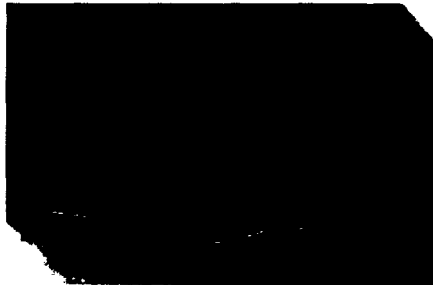
(a) t = 0 sec



(b) t = 1.75 sec

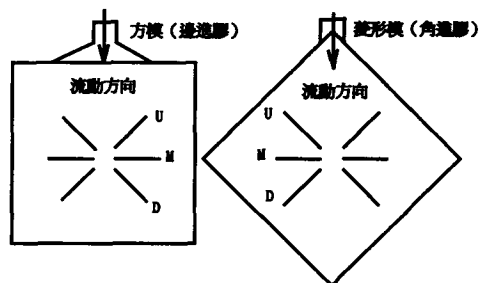


(c) t = 3.5 sec

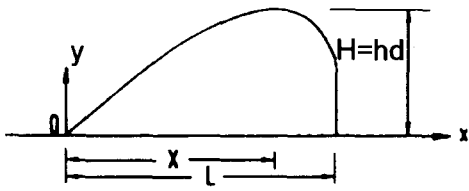


(d) t = 6.75 sec

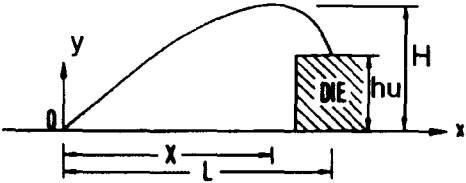
圖二 流動觀察圖



圖三 金線位置示意圖

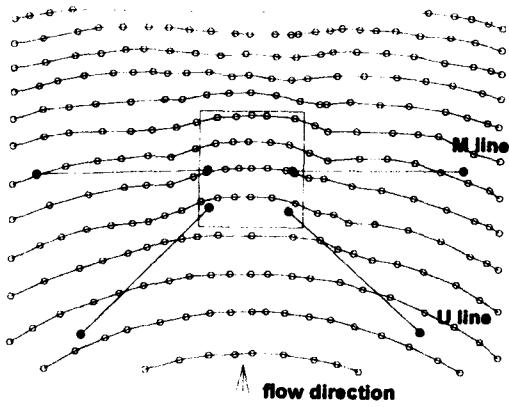


(a) 下置型模座

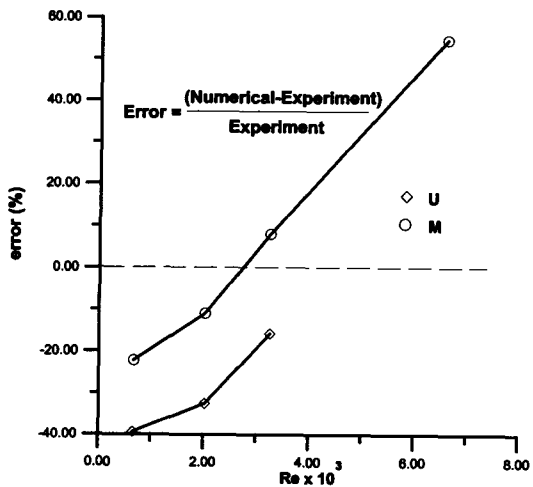


(b) 上置型模座

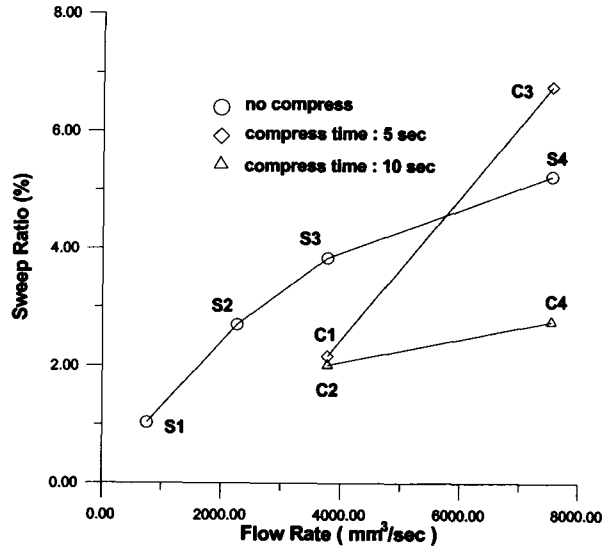
圖四 上置型及下置型模座圖



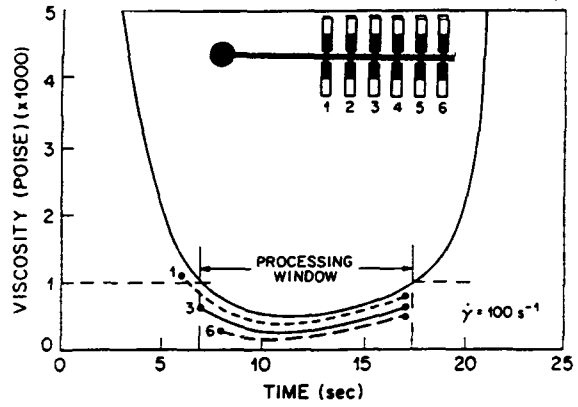
圖五 菱形模金線 U 及 M



圖六 實驗與數值的誤差



圖七 後壓縮及基本實驗結果



圖八 操作窗(Manzion 1990)