

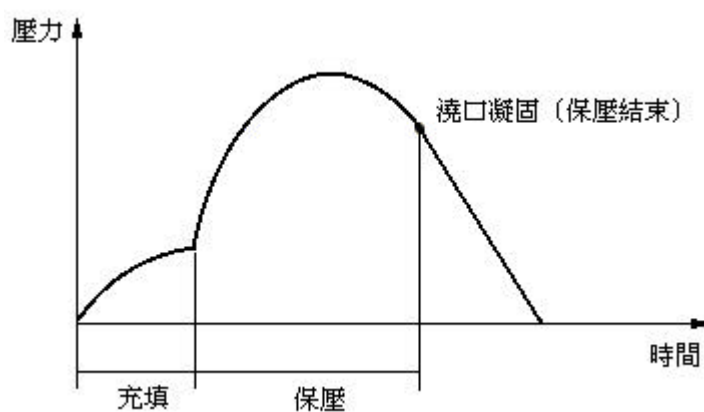
## 第六章 保壓、收縮、翹曲

### 【進深探討】

#### 6-1 保壓

##### 6-1.1 何謂保壓

保壓乃是在充填之後，為了避免收縮，因此射出成型機依然繼續射料保持壓力直至澆口冷卻，致使融膠和壓力無法傳遞至模穴為止。



##### 6-1.2 保壓系統設計目標

使成品在冷卻後有正確的規格。

##### 6-1.3 保壓常見問題

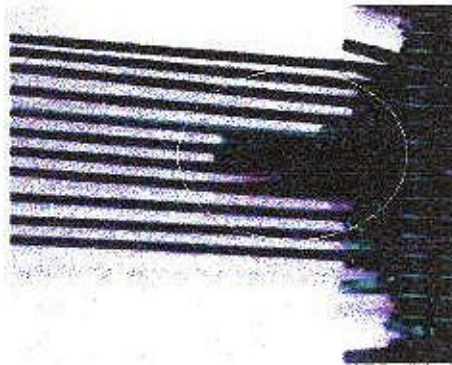
(a) 壓力不夠，致使收縮大。



(b) 壓力過大，產生毛邊或頂出點。



(c) 保壓時間不足，澆口尚未凝固，使得尺寸收縮變動大，並造成融膠回流。



(d) 澆口太早凝固使得保壓時間不足，則尺寸變動收縮大。

#### 6-1.4 保壓問題的處理

(a) 選擇多進點位置

藉由多進點選擇，可控制保壓壓力的作用點。

(b) 改變流道尺寸

由於壓力降與流道尺寸有極大關係，因此它也是重要工具。

(c) 局部尺寸調整

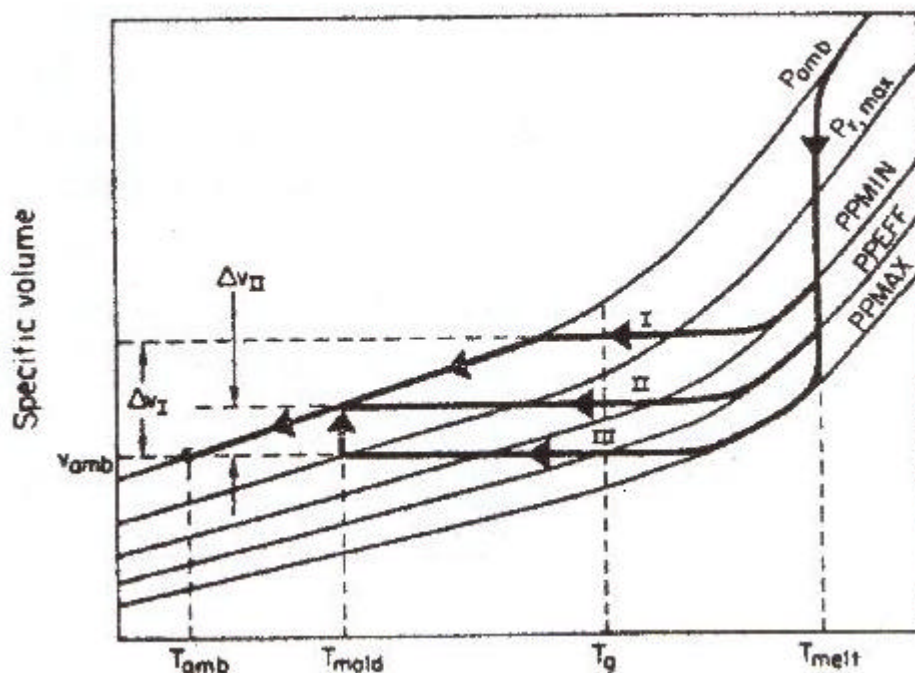
為了使保壓壓力的均勻性，局部的尺寸調整也是必需的，例如細長的溝槽，有時就必須因壓力難以傳遞而需調尺寸，但要在不影響功能之下進行。

(d) 澆口尺寸決定

對射出壓縮成型而言，利用澆口凝固後再加壓縮是最簡單的方式，儘量減少澆口厚度以短澆口凝固時間可有效改善保壓回流之影響。澆口凝固時間隨澆口厚度之平方倍增加。可知澆口厚度對澆口凝固時間影響甚大，所以經由澆口的適當設計來減少殘留應力，再利用壓縮來減少收縮及改善表面狀況，仍可得到不錯的產品品質。

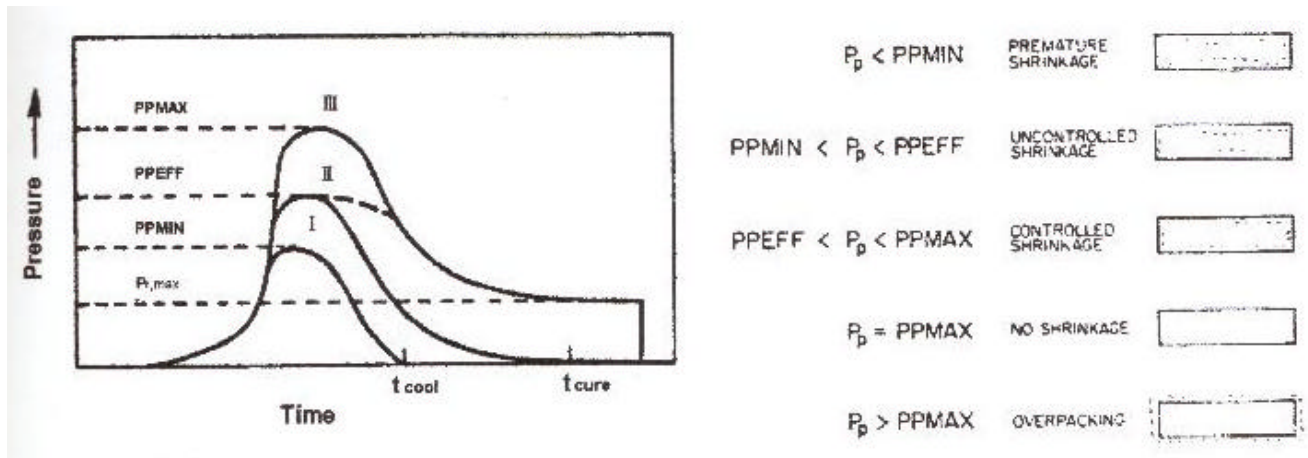
6-1.5 保壓能力控制

到了近來精密射出成型技術日趨重要，傳統射出成型為了減少收縮，加大保



壓壓力的做法往往帶來額外的分子定向及殘留應力，是故最好找尋其他保壓方法以克服。大體來看保壓過程所關係的收縮控制能力，我們可以從下圖來察。當脫

模時，若



(一) 成品溫度仍高於  $T_g$ ，則會造成成品嚴重收縮，若成品各部分溫度不均勻則會翹曲而難以符合尺寸要求，此時保壓步驟不能發揮能力，而使成品沒有辦法複製模穴形狀。

(二) 成品溫度低於  $T_g$ ，此時可分下面幾種情況：

(1)  $PPMIN < P_p < PPEff$

此時的收縮仍不能為我們所控制，成品依然不能符合形狀尺寸要求

(2)  $PPEff < P_p < PPMAX$

可以有均勻且固定收縮，使得成品外型可以為人力所控制，若是脫模時成品整體溫度各處相差甚小更佳。

(3)  $P_p = PPMAX$

到達脫模溫度前壓力將成品體積壓至與到達常溫時相同，如此便沒有收縮現象。這種方式目前多用於精密射出成型，因為要求尺寸的

絕對精準。

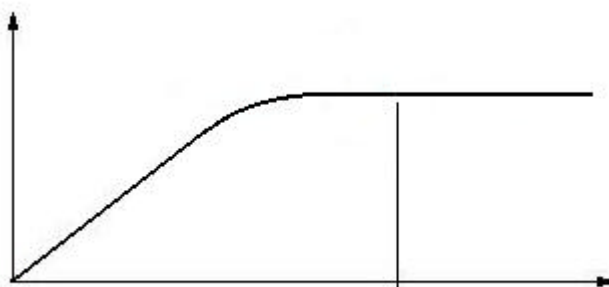
(4)  $P_p > P_{PMax}$

過度保壓，成品在脫模後會膨脹。

#### 6-1.6 澆口是否凝固可用下列方式觀察

##### (a) 重量分佈

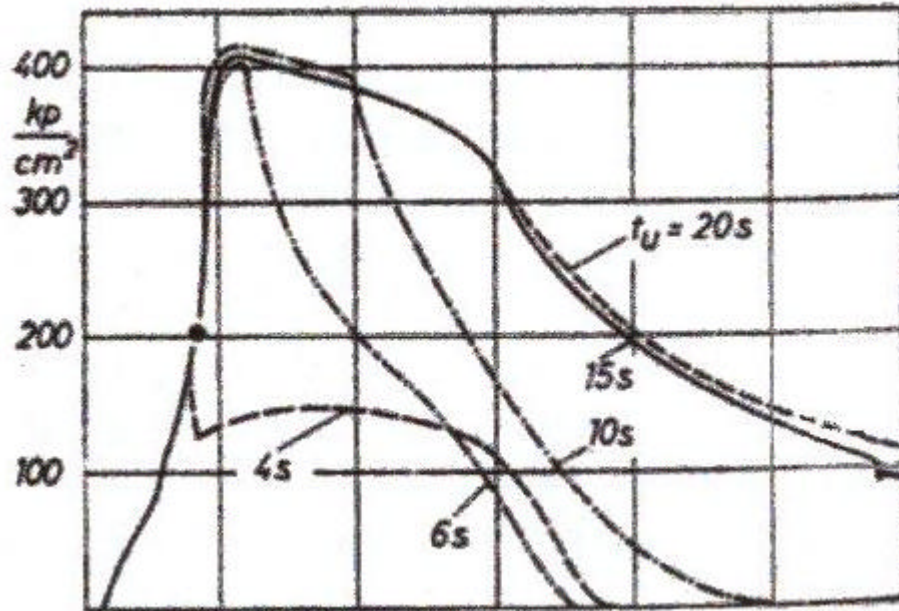
在射出成型裡，保壓階段持續到澆口凝固結束，澆口凝固後，融膠即無法流入模穴，所以即使延長射膠時間，只要在澆口凝固之後，射出件之重量即維持一定。因此由不同射膠時間之重量分佈情形即可得知澆口凝固時間。射膠時間一段之後重量即趨於定值，所以該點為澆口凝固時間，此一方法最為簡單也較常採用，但較浪費時間，且需要測試不少次。



##### (b) 模穴壓力

此一方法須在模穴由澆口附近裝設一壓力感測器，以量測模穴壓力之變化。當射膠時間大於澆口凝固時間時，不會有回流模穴壓力因冷卻而緩慢地降低，壓力降也較為不均勻。如射膠時間小於澆口凝固時間，則射膠結束時，由於模穴內有較高之壓力所以會造成回流，此時壓力曲線會急劇下

降。由小至大逐步地改變射膠時間，當壓力曲線不再急劇下降時，該點即為澆口凝固時間，此方式，壓力感測器應儘量靠近澆口。



## 6-2 收縮

一個製品的精度誤差主要由收縮及翹曲兩種因素決定，收縮會造成製品的尺寸誤差，而翹曲則會對製品的外型產生扭曲變形，唯有對收縮及翹曲兩種誤差控制得宜，才能對製品的尺寸、外型精度加以提昇。

造成翹曲的主要原因為，當零件於模穴內冷卻收縮時，因受限於模具的拘束而產生不同程度的拉、壓應力，以拉、壓應力在零件脫模穴後相互影響，導致翹曲的主因。

### 6-2.1 收縮的狀況

塑膠的收縮是由於該材料體積的改變所造成。當塑膠從模具中由融溶狀冷卻到固體狀，很有可能就會造成收縮。

#### (a) 均勻收縮

這部分的收縮我們可以想成是目標尺寸呈幾何的減少，這樣一來，收縮會成一致性，沒有變形，也沒有改變形狀，只是比目標尺寸還要小一點。

#### (b) 非均勻收縮

另一種的收縮情形，倘若不是整體均勻的收縮，也就是整體呈幾何減少，反而是不確定性的收縮，在材料上不同點的線收縮率都不太一樣的，就會造成該現象，而翹曲也就是由不均勻收縮所造成。

### 6-2.2 收縮的成因

造成收縮有許多的因素有：

#### (a) 保壓的時間長短和壓力大小：

壓力大小和時間長短對於在模具中的材料影響甚大，而壓力的大小跟機械的設計，材料的黏性，以及模具中的幾何形狀有關。甚至壓力還會影響射入時候率快慢，射入的速率也是跟收縮有關係的。雖然很複雜，但是我們可以將收縮分兩個地方來分析：

##### (1) shrinkage near the gate：

在澆口的充壓，除壓比起其他地方來說容易多了，且保壓，時間與收縮

之間的關係也比較容易判斷。倘若我們以一個大的壓力值來保壓，直到完全冷卻為止，那麼在 gate 附近的收縮將會比在末梢流處還要少。這是因為壓力使收縮減少的緣故。我們必須要小心一點，如果澆口處沒有一直保壓到冷卻為止，那麼融膠將會回流，如此一來，在澆口處的收縮就會比其他地方還要多了。

(2) shrinkage at the end of flow :

用一個高壓的壓力可以快速的充填整個模具，也就是說，高壓下的融膠會流得比低壓下的融膠快。而我們也要小心不可以太大的壓力保壓，否則模具可能會爆開。

(b) 溫度：

溫度是一個很大的因素，當融膠從融熔狀冷卻下來時，會形成固體，也就是熱漲冷縮的原理。因此，射入時候的膠溫，模具的溫度，以及冷卻速率都很重要。這就是溫度的重要性。

### 6-2.3 如何防治

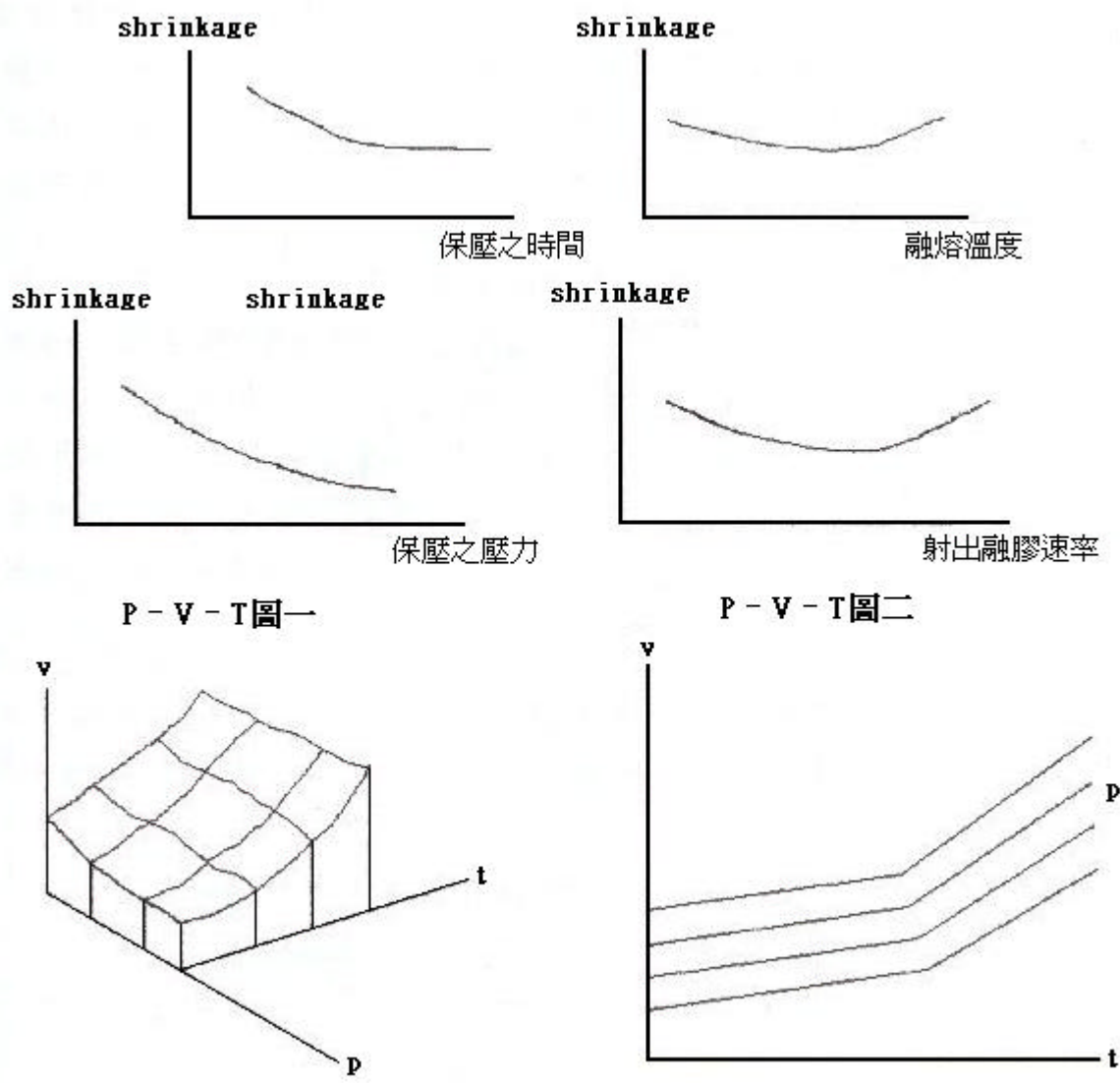
我們在收縮的防治上必須考慮許多的因素，舉凡材料的選擇，模具外壁的厚度，澆口位置和澆流道的尺寸變化，壓力與溫度的控制，冷卻系統的設計，以及整個系統的情況與分析。

比較基本與比較好理解的情況是，在壓力與溫度的變化，那我們該如何來討論溫度與壓力的關係？在這兩個東西的分析上，比較普遍採用的是用 P-V-T 圖來分



析，這是一個三維的圖形，X-Y-Z 的座標軸。或是二維的圖形，X-Y 直線座標軸。

我們有了 P-V-T 圖的輔助分析之後，還需要考慮冷卻系統首重三大目標：第一. 在最短時間內帶走熱量，第二. 內應力必須在容許的範圍內(內應力：造成翹曲的因素)，第三. 系統穩定。這三個就是冷卻系統的目標。基本上並無法非常詳盡的說出防止收縮的方法，因為造成收縮有許多原因，而其中最重要也最基本的幾個就是壓力，溫度與冷卻的速率。從大處來著眼注意，我們將獲得比較簡單的分析方法。



### 6-3 什麼是翹曲

翹曲就是當材料因為某些原因而造成收縮不均勻的時候，產生的內應力大於材料本身的剛性時，會發生的現象。



#### 6-3.1 發生翹曲有什麼不好

因為要是材料在製造過程發生了收縮或翹曲的話，便會影響到材料的精度，以至於與所要求的尺寸不合。

#### 6-3.2 什麼情形會產生翹曲

通常是發生在當收縮不均勻的時候，譬如當不同層中溫度不均的時候，在模具中不同點流向若是不同，在模具裡不同的點冷卻速率不同的時候，在收縮時的面積改變的大小不一樣，這些原因都會導致收縮不均勻而引起翹曲。收縮不均勻的情形大致上可分為四點說明：

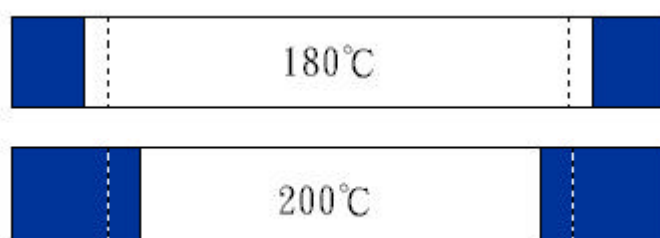
##### (a) 尺寸不同：

尺寸不同或厚度不同造成厚薄處收縮不均，產生收縮不均勻。



(b) 融膠溫度不同：

溫度高者，其收縮量大；反之溫度低收縮小，使上下材料收縮量不同，造成收縮不均。



(c) 流向(對非結晶材料)：

塑膠在流動方向會產生分子定向，因分子定向之方向之收縮量較大；反之無分子定向之方向收縮量小，造成收縮不均勻。

(d) 冷卻速率不同(對結晶材料)：

冷卻速度慢者，其融膠有時間去收縮，而使收縮量大；反之冷卻速度快者，其融膠無時間完全收縮而造成收縮不均勻。

### 6-3.3 如何防止翹曲的發生

簡單說來就是要使材料不發生收縮或是使材料收縮時能非常的平均，才不會導致翹曲的發生。譬如：

(a) 使收縮不容易產生：

改變流道的大小和澆口位置，使收不易生進而影響翹曲的生成。

(b) 有平均的收縮防止翹曲發生：

改變冷卻系統，讓收縮不均的情況不易生成。

(c) 本質上的防止翹曲：

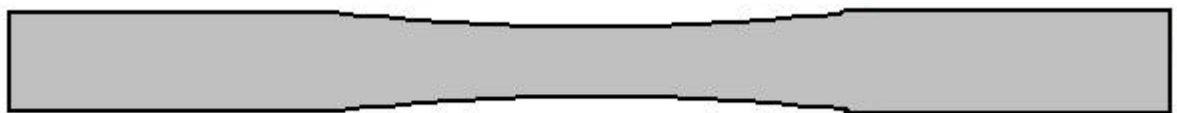
材料的慎選，只要能選取剛性較大的材料，使內應力小於剛性即可，其中若是矩形的話，其剛性= $(\text{長邊} \times \text{高}) / 12$

(d) 預先算好翹曲生成的地方：

如此剛好能正負相消，使材料維持精確度，依所使用的材料不同，其模穴將會有不同的設計型態。



以 PS 及 PE 塑膠材料而言，需分別設計成以下形狀。



(PS)



(PE)

原因：

PS 為非結晶型塑膠材料，邊緣冷卻較快，將會使得邊緣較中心收縮大。將模具設計成中間凹陷，待冷卻後將可得一平整的平面。

PE 為結晶型材料。冷卻越快速，收縮越小。中心部位最慢冷卻，因此收縮量將比邊緣大。故將模具設計成中間凸起，待冷卻後將可得一平整的平面。若使用以上的方法便可以使翹曲不容易發生，進而使材料合乎所求。

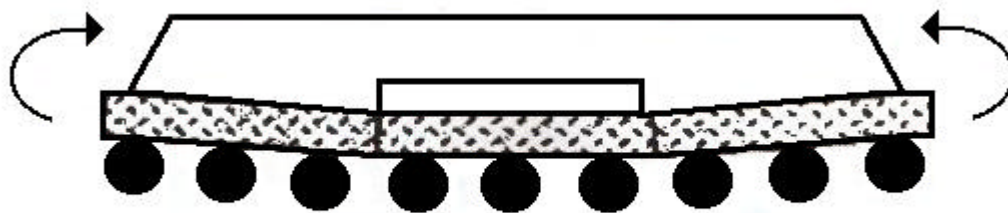
## 6-4 半導體封裝方面

### 6-4.1 半導體封裝，其主要目的為：

1. 保護晶片，避免與空氣接觸及水氣之侵害。
2. 提供晶片散熱通路。避免晶片溫度過高。
3. 提供晶片與電路板間傳遞訊號與電源的接腳。
4. 提供晶片夠機械強度，使易脆之晶片可進行後續處理。

### 6-4.2 封裝過程中的翹曲問題

PBGA 不同於其它 SMT 封裝，對 PBGA 來說平面度格外重要。由於 PBGA 植球過程中，必須以高溫來熔化錫球，使錫球與基板上的銅箔接著，因封裝的各種材料熱膨脹係數不同，及結構體幾何上不對稱，使在加熱過程中極易造成封裝體翹曲，使陣列排之錫球與下方電路板上接腳之密合發生困難，降低良率，是 PBGA 封裝上的一大問題。



PBGA翹曲示意圖

翹曲的防治：

1. 減少收縮不均產生的內應力

在塑膠材料內添加碳纖維或改變成品的形狀則可增加塑膠成品之剛性。

2. 加強結構剛度(EI)

內應力的產生是由於收縮不均勻，故使融膠收縮均勻則可減少內應力。

#### 6-4.3 PBGA 外型改變對翹曲結果影響分析

在方形 EMC 之頂部加肋條時，可分為環繞、對角、十字三種。三種肋型均可有效降低基材底部翹曲量，改善效果為方形環繞>方形對角>方形十字，圓形 EMC 及其加肋形式在受熱時翹曲量大於方形原型，肋條對於 EMC 翹曲影響不大，方形 EMC 之肋條材料改為純銅，翹曲形式改變趨於一致，圓形 EMC 之肋條材料改變則無大影響；加肋對改變方形 EMC 之翹曲形式以及應力分佈型態有明顯影響。

#### 半導體封膠形狀對金線偏移及翹曲防止的影響

在今日半導體封裝趨向輕薄短小的現況，金線間距愈來愈小，而金線偏移

的控制便成為另一個重大的問題，而現今研究中，主要以各種不同寬厚的肋以環繞肋、對角肋及十字肋配置加在原本平直的封裝體上，藉加肋封裝形狀來減少熱翹曲及金線偏移。而在三種肋配置改進方法中，以環繞熱翹曲是體積最小且翹曲量最少的外型設計，且藉由流動觀察中可以發現因加肋有溝的模穴在相同的雷諾數及充填時間下之金線偏移量都小於原型模穴，所以可稱得上是最佳的改良方式。

## 製作群

組長：R90522701 郭家豪

組員：R90522722 吳汶彥

R90522523 洪文琦