

## IC 晶片散熱裝置同步封裝製程之模流分析

蘇芳儀<sup>1</sup>、蘇柏安<sup>1</sup>、蘇柏翰<sup>1</sup>、謝銘哲<sup>2</sup>、鍾朝旭<sup>1</sup>、朱力民<sup>1\*</sup>

### 摘要

本研究以模流分析軟體(moldflow)進行 IC 晶片散熱裝置同步封裝製程之模流分析，由模擬結果可得沖膠時間短，塑料流動快，IC 晶片散熱裝置內較快填滿，所以初期溫度分佈較低，較快被加熱到環境溫度，沖膠時間長，塑料流動慢，IC 晶片散熱裝置內較慢填滿，因此初期溫度分佈較高，但較慢被加熱到環境溫度。非注入處需花費約 1/4 期程完成充填，本研究 IC 晶片散熱裝置之上蓋設計可使塑料快速均勻分佈。IC 晶片散熱裝置內邊緣區域溫度分佈變化大於中心區域溫度分佈變化。在壓力方面，較長的沖膠時間致使塑料以較低的速率進行填充，以減少局部高壓區域的形成，使塑料能夠較均勻的分佈。沖膠完成需要有一定的時間，才可達到 IC 晶片散熱裝置內壓力平衡。沖膠時間合理設定可有效提升產品的一致性與性能，同時優化製程效率。

**關鍵字:** IC、晶片、封裝、散熱裝置、模流分析

---

<sup>1</sup>蘇芳儀，國立臺東大學綠能與資訊科技學系學生。E-mail: 11022101@gm.nttu.edu.tw

<sup>1</sup>蘇柏安，國立臺東大學綠能與資訊科技學系學生。E-mail: dces20527@gmail.com

<sup>1</sup>蘇柏翰，國立臺東大學綠能與資訊科技學系學生。E-mail: 11302204@gm.nttu.edu.tw

<sup>2</sup>謝銘哲，國立臺東專科學校動力機械科 副教授。E-mail: mjhsieh@ntc.edu.tw

<sup>1</sup>鍾朝旭，國立臺東大學綠能與資訊科技學系學生。E-mail: 11022115@gm.nttu.edu.tw

<sup>1</sup>朱力民(通訊作者)，國立臺東大學綠能與資訊科技學系教授。E-mail: lmchu@nttu.edu.tw

## Mold Flow Analysis for Synchronous Packaging Process of IC Chip Heat Dissipation Device

Fang-Yi Su<sup>1</sup>、Bo-An Su<sup>1</sup>、Bo-Han Su<sup>1</sup>、Ming-Jer Hsieh<sup>2</sup>、Chao-Hsu Chung<sup>1</sup>、  
Li-Ming Chu<sup>1\*</sup>

### Abstract

This study uses moldflow analysis software to analysis for synchronous packaging process of IC chip heat dissipation device. The simulation results revealed that when the injection time is short, the plastic flows quickly, and the IC chip heat dissipation device is filled quickly, so the initial temperature distribution is low and it is heated to the ambient temperature quickly. When the injection time is long, the plastic flows slowly, and the IC chip heat dissipation device is filled slowly, so the initial temperature distribution is high, but it is heated to the ambient temperature slowly. It takes about 1/4 of the process to complete the filling of the non-injected area. So the cover design of the IC chip heat dissipation device in this study can make the plastic quickly and evenly distributed. The temperature distribution variation in the edge area of the IC chip heat dissipation device is greater than that in the center area. In terms of pressure, a longer injection time causes the plastic to fill at a lower rate, reducing the formation of local high-pressure areas and making the plastic more evenly distribution. The injection completed must take a certain time to achieve pressure balance in the IC chip heat dissipation device. Reasonable setting of the injection time can effectively improve the consistency and performance of the product, while optimizing the process efficiency.

**Keywords:** IC、Chip、Packaging、Heat Dissipation Device、Mold flow analysis

---

<sup>1</sup> Fang-Yi Su, Student, Department of Green Energy and Information Technology, National Taitung University. E-mail: 11022101@gm.nttu.edu.tw

<sup>1</sup> Bo-An Su, Student, Department of Green Energy and Information Technology, National Taitung University. E-mail: dces20527@gmail.com

<sup>1</sup> Bo-Han Su, Student, Department of Green Energy and Information Technology, National Taitung University. E-mail: 11302204@gm.nttu.edu.tw

<sup>2</sup> Ming-Jer Hsieh, Associate Professor, Department of Power Mechanical Engineering, National Taitung Junior College. E-mail: mjhsieh@ntc.edu.tw

<sup>1</sup> Chao-Hsu Chung, Student, Department of Green Energy and Information Technology, National Taitung University. E-mail: 11022115@gm.nttu.edu.tw

<sup>1</sup> Li-Ming Chu (Corresponding Author), Professor, Department of Green Energy and Information Technology, National Taitung University. E-mail: [lmchu@nttu.edu.tw](mailto:lmchu@nttu.edu.tw)

## 壹、前言

由於大多數的電子商品趨向於輕薄化與高功能化，促使電子封裝內部晶片需處理快速且微小化發展。因此將會使電子元件熱通量急速增加，所以該如何有效的降低溫度，為近年來極為重視的問題。

如圖 1 及圖 2 所示，一般的半導體晶片，通常設置於一半導體基板上並於其上覆蓋有一散熱片，利用該散熱片與該半導體晶片相接觸，以將該半導體晶片運作時所產生的熱源利用增加散熱面積的方式傳導出去，以紓解半導體晶片熱量過多的問題。



圖 1 半導體基板



圖 2 散熱片

隨著半導體製程的持續進步，現有之半導體元件除了效能逐漸提升之外，其體積也逐步縮小，但是相對的，也造成現有半導體元件運作時所產生的熱量逐漸增加，為了提升散熱效率以避免半導體元件因溫度過高，導致效率下滑甚至是損壞，因此便有了半導體晶片之散熱片的存在。

然而散熱片與該半導體晶片逐漸微小化的情形下，造成鉚合或嵌合作業的不便，相對影響製程時間，提高其成本。現今 IC 產品趨向輕、薄、短、小，所以 IC 散熱片的設計也越來越小，這樣的方向會造成 IC 在封裝散熱片的時後產生許多的取件對位的作業時間太長與品質穩定的問題。IC 散熱片設計的方式都是搭配實體 IC 大小來設計 1 對 1 的產品，如需大量生產，無法有效率快速生產。

因此藉由該定位框架將該複數散熱片框圍於內，即可透過移動該定位框架至該半導體基板上時，連同被框圍於內之複數散熱片一併移動並與該半導體基板上之半導體晶片快速定位、結合，有別於習知一次僅能將一片散熱片放置於該半導體晶片上的結合動作，本製程具有縮短該半導體晶片結合散熱片製程時間的功效增進，不但能提升生產的效率，更進一步達到省時、節能的目的。

## 貳、文獻探討

1970 年代電腦逐漸普及以後，數值解析法也漸漸被提出。自 1980 年起，隨著理論的基礎日趨完善，數值的計算與電腦設備的快速發展，電腦輔助工程 CAE (Computer-Aided Engineer) 系統的功能和計算精度都有很大提高，各種基於產品 3D 建模的 CAE 系統應運而生，並已成為產品分析和產品優化的重要工具。為提昇產業的競爭力，及減少現場實際試誤的材料消耗與時間成本，使業者邁向更快速及更精密生產流程，使用 CAE 模流分析軟體，並進行產品設計分析，作為開模前模擬與測試的重要依據。

射出成型的加工分為三項變化階段，分別為塑化階段、充填階段、冷卻階段，充填即為射出形成，充填過程是利用壓力來推動塑料熔膠往前進，一般而言塑料在模穴

內充填的過程是趨向阻力最小的地方流動，單位時間內塑料流動的距離愈大即該區域的流動阻力相對較小，反之移動愈慢則該區域流動阻力愈大。塑料本身具有的黏度也是影響流動阻力的因素，塑料黏度對溫度與剪切率的影響較大，因此在熱傳速率、塑件肉厚、局部溫度高低，均對流動阻力大小有所影響。有許多研究針對塑膠射出的成型製程進行模流分析(林育均,2021;林晉賢,2023;顏伯諭,2022; Jansen et al.,1998;Kabanemi et al.,1998; Subramanian et al.,2005;Tantakom,1998)，藉由改變產品結構的設計與製程條件的選擇與控制，來找出最優的製程方法。

就 IC 晶片散熱片專利分析分佈來看，有中華民國發明專利第 I221332 號，專利名稱-半導體封裝件(日月光半導體製造股份有限公司,2004)，其專利內容闡述一種半導體封裝件，包含：相互連接而可熱交換的一晶片模組及一散熱片、複數引接腳、複數連接該晶片模組及引接腳的鐸線，及一封裝膠體。每一引接腳具有一內引接腳段。每一內引接腳段具有一連接部、一遠離該連接部之鐸線部，及一連結該連結部與鐸線部的凸伸部。該散熱片可與該等引接腳之凸伸部連接，使得該散熱片可向上靠近該等連接部，藉此可使得灌膠製程時上下模流速度均勻，而使得該封裝膠體無孔洞產生。中華民國發明專利第 I246758 號，專利名稱-防止散熱片偏移之晶片封裝構造(日月光半導體製造股份有限公司,2006)，其專利內容闡述一種防止散熱片偏移之晶片封裝構造，其係主要包含有一基板、一晶片、一黏著劑及一散熱片，該晶片與該黏著劑係設置於該基板，該散熱片係具有一接合部，該接合部係具有一鎖合通孔，該黏著劑係黏著該散熱片之該接合部底面並填充於該鎖合通孔中，以構成一固定該散熱片之膠鎖機構，防止該散熱片偏移。中華民國發明專利第 I247401 號，專利名稱-散熱片(日月光半導體製造股份有限公司,2006)，其專利內容闡述一種適用於封裝製程的散熱片，此散熱片係由圓形頂部、複數個之支撐部以及連接並介於圓形頂部與支撐部之間的環型側翼所組成，而複數個開口係形成於每一支撐部的位置上，其範圍自圓形頂部邊緣延伸至支撐部的底部上緣。中華民國發明專利第 I248182 號，專利名稱-避免散熱片與鐸線接觸的封裝結構及其製程(日月光半導體製造股份有限公司,2006)，其專利內容闡述提供一種避免散熱片與鐸線接觸的封裝結構及其製程，係在晶片上方設置一間隔物以及一可撓性結構，使得進行封膠步驟而導致散熱片發生形變時，間隔物以及可撓性結構就可抵靠住散熱片而不致讓散熱片壓迫到下方的鐸線。中華民國發明專利第 I267179 號，專利名稱-散熱片與其應用(日月光半導體製造股份有限公司,2006)，其專利內容闡述一種適用於封裝製程的散熱片，此散熱片具有一圓形弧面板部，並且其圓形弧面板部的中央係高於或等於環狀凸起的高度；如此一來，當封膠模具內模穴的水平頂面下壓至散熱片上而使其產生變形時，圓形弧面板部就不會壓迫到下方的金屬線，而環狀凸起同樣也可發揮防止溢膠的功能。其專利內容闡述本創作係有關於半導體封裝，特別是指改良散熱效率的封裝。本創作半導體封裝結構包括一基材中央有一第一開口，一散熱片黏貼於基材之底部表面，散熱片之底部表面有溝渠凹痕，而溝渠凹痕包括多個凹洞與多個溝槽，晶片黏著於散熱片上表面，基板上黏著一絕緣加強支撐片，在基材、晶片、散熱片和絕緣加強支撐片間的空間以液態膠材料以充填囊封，預先成型的焊錫凸塊鎔接於基材之導電焊墊處。

由上所述皆針對單一 IC 晶片封裝製程，因此本研究提出 IC 晶片散熱裝置同步封裝製程的構想，一次製程，可封裝多個半導體晶片，縮短製程時間並提升生產的效率，達到迅速接單與快速出貨之目標，進而提升市場競爭力。並進行其模流分析，以找出操作之最佳參數。

### 參、研究方法

圖 3-5 為本研究所使用的封裝結構包含的主要元件，半導體晶片、封裝基板、封裝上蓋。封裝基板是一種用於支撐和連接封裝中各種電子元件的基礎結構；封裝上蓋則是覆蓋在封裝結構頂部的的外殼或蓋板，其作用是保護內部電子元件，提供機械支撐和防護，其設計和材料多取決於封裝的應用和需求；而塑料則用於填充封裝結構中的空隙，固定內部元件並提供額外的保護層，其材料特性對封裝的可靠性及熱機械性能有顯著影響。

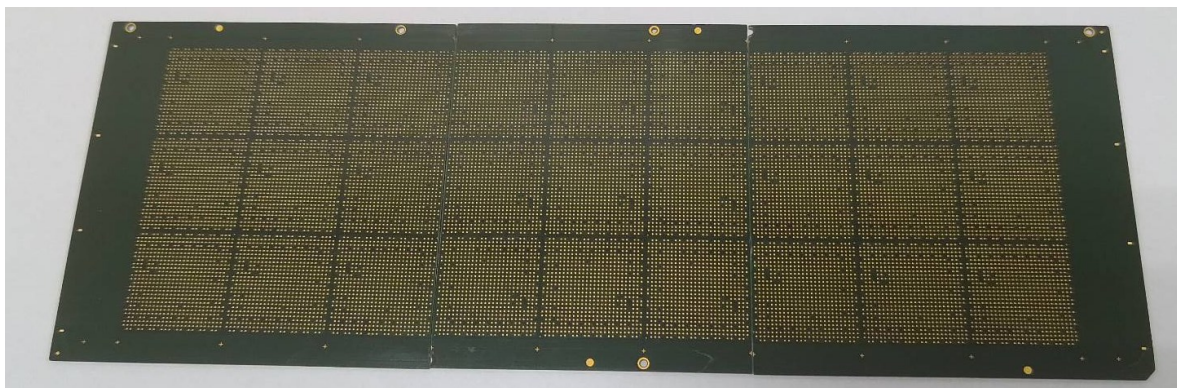


圖 3 半導體晶片底面



圖 4 半導體晶片正面

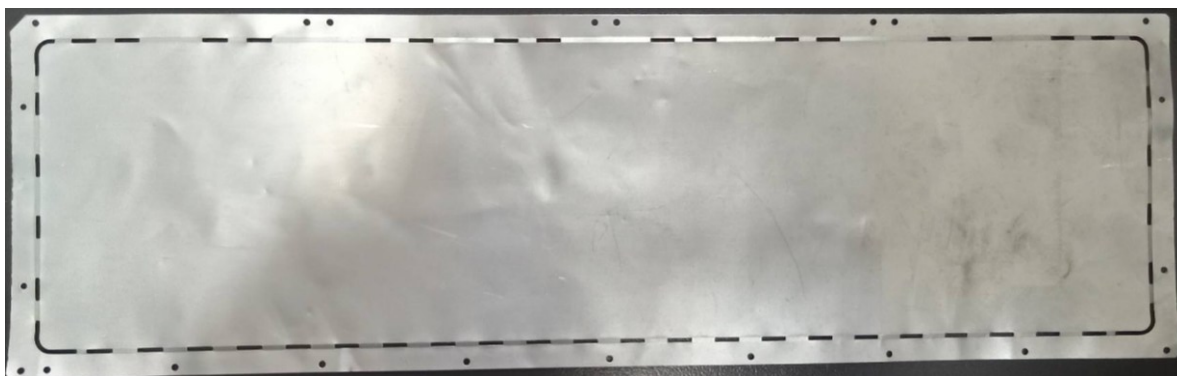


圖 5 上蓋

探討 IC 晶片散熱裝置內的數學模型時，因塑料會受到擠壓、速度變化、溫度變化等行為，在理論分析上可藉由連續、動量及能量方程式進行描述如下：

### 連續方程式

塑料在加工過程會產生相變化或流動變形的情況，但是其質量依然須符合質量守恆定律。此質量守恆定律可以密度在空間的連續方程式表示：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \bar{\nabla} \cdot (\rho \vec{V}) = 0 \quad (1)$$

式中  $\rho$  為塑膠料密度， $\vec{V}$  為塑膠料速度向量，可於直角座標中寫成：

$$\vec{V} = V_1 \vec{e}_1 + V_2 \vec{e}_2 + V_3 \vec{e}_3 \quad (2)$$

式中  $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$  為三個方向之單位向量， $\bar{\nabla}$  為一向量微分運算子，可在直角坐標系上表示如下：

$$\bar{\nabla} = \vec{e}_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \vec{e}_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \vec{e}_3 \frac{\partial}{\partial x_3} \quad (3)$$

在直角坐標系  $(x_1, x_2, x_3)$  中，可解連續方程式如下：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1} (\rho V_1) + \frac{\partial}{\partial x_2} (\rho V_2) + \frac{\partial}{\partial x_3} (\rho V_3) = 0 \quad (4)$$

### 動量方程式

描述塑料在加工過程中受力產生的動量變化或力平衡，由牛頓定律推導而得，可將向量縮寫形式可寫做如下：

$$\rho \left[ \frac{\partial V}{\partial t} + (V \times \bar{\nabla}) \cdot V \right] = -\bar{\nabla} P + \bar{\nabla} \times \tau + \rho f \quad (5)$$

式中  $P$  為流體壓力， $\tau$  為應力張量， $f$  為作用力，在此將黏滯造成之問題以予忽略，在直角坐標系  $(x_1, x_2, x_3)$  中可寫作三項方程式如下：

$$\rho \left[ \frac{\partial V_1}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_1}{\partial x_1} + V_2 \frac{\partial V_1}{\partial x_2} + V_3 \frac{\partial V_1}{\partial x_3} \right] = -\frac{\partial P}{\partial x_1} + \left[ \frac{\partial \tau_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{21}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{31}}{\partial x_3} \right] + \rho f_1 \quad (6)$$

$$\rho \left[ \frac{\partial V_2}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_2}{\partial x_1} + V_2 \frac{\partial V_2}{\partial x_2} + V_3 \frac{\partial V_2}{\partial x_3} \right] = -\frac{\partial P}{\partial x_2} + \left[ \frac{\partial \tau_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial x_3} \right] + \rho f_2 \quad (7)$$

$$\rho \left[ \frac{\partial V_3}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_3}{\partial x_1} + V_2 \frac{\partial V_3}{\partial x_2} + V_3 \frac{\partial V_3}{\partial x_3} \right] = -\frac{\partial P}{\partial x_3} + \left[ \frac{\partial \tau_{13}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial x_3} \right] + \rho f_3 \quad (8)$$

上述式中應力張量  $\tau$  可以矩陣形式表示如下：

$$\tau = \begin{bmatrix} \tau_{11} & \tau_{12} & \tau_{13} \\ \tau_{21} & \tau_{22} & \tau_{23} \\ \tau_{31} & \tau_{32} & \tau_{33} \end{bmatrix} \quad (9)$$

### 能量方程式

系統能量之間的轉換，需符合能量守恆之原則，於不可壓縮流體之方程式可表示如下：

$$\rho C_p \left[ \frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \bar{\nabla}) \cdot T \right] = -\bar{\nabla} \cdot \vec{q} + \eta \Phi_v \quad (10)$$

式中左半部  $T$  為溫度， $\eta$  為黏度， $C_p$  為流體之定壓比熱， $\vec{q}$  為熱通量之向量，右半部第一項  $-\vec{\nabla} \times \vec{q}$  為熱傳導(Conduction)項，第二項為黏滯散逸(Viscous Dissipation)項，若只考慮第一項熱傳導，則由 Fourier 熱傳導定律與溫度關係可表示如下：

$$\vec{q} = -k\vec{\nabla}T \quad (11)$$

式中  $k$  為熱傳導係數，能量方程式可表示如下：

$$\rho C_p \left[ \frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \vec{\nabla}) \cdot T \right] = k \times \vec{\nabla}^2 + \eta \Phi_v \quad (12)$$

上式為黏滯散逸係數，在直角坐標系( $x_1x_2x_3$ )中可表示如下：

$$\begin{aligned} \Phi_v = & 2 \left[ \left( \frac{\partial V_1}{\partial x_1} \right)^2 + \left( \frac{\partial V_2}{\partial x_2} \right)^2 + \left( \frac{\partial V_3}{\partial x_3} \right)^2 \right] + \left[ \frac{\partial V_2}{\partial x_1} + \frac{\partial V_1}{\partial x_2} \right]^2 + \left[ \frac{\partial V_3}{\partial x_2} + \frac{\partial V_2}{\partial x_3} \right]^2 + \left[ \frac{\partial V_1}{\partial x_3} + \frac{\partial V_3}{\partial x_1} \right]^2 \\ & - \frac{3}{2} \left[ \frac{\partial V_1}{\partial x_1} + \frac{\partial V_2}{\partial x_2} + \frac{\partial V_3}{\partial x_3} \right]^2 \end{aligned} \quad (13)$$

由 13 式可知牛頓流體黏滯加熱項與剪切率的平方為正比關係，當產品為厚度較小之薄塑件或射出速度較高時，會導致較高的黏滯加熱產生而使得塑料發生燒焦及劣化的情形。

## 肆、結果與討論

本研究針對 IC 封裝製程中的沖膠時間進行模擬分析，探討其對封裝製程的影響。沖膠時間作為封裝製程中的關鍵參數，直接影響塑料流動性、壓力分佈及固化過程，進而影響產品的穩定性與機械性能。本研究通過模擬技術，分析不同條件下晶片散熱裝置內部壓力與溫度分佈的變化，並量化研究其對材料流動行為。

### 一、沖膠時間比較

沖膠時間作為 IC 封裝製程中的重要參數，直接影響塑料在晶片散熱裝置中的流動行為與分佈狀態。本研究設定環境溫度(欲封裝之標的物)為  $160^\circ\text{C}$ ，沖膠初始溫度為  $85^\circ\text{C}$ ，填充的體積百分比為 100%，固化時間為 60 秒。圖 6 至圖 11 顯示，系統性調整沖膠時間為 1、5、10、15、20、30 秒，分析沖膠時間對封裝品質的影響。圖中顯示，沖膠時間越短，IC 晶片散熱裝置內越快填充完成，非注入處需花費 1/4 期程完成充填，本研究 IC 晶片散熱裝置之上蓋設計可使塑料均勻分佈。

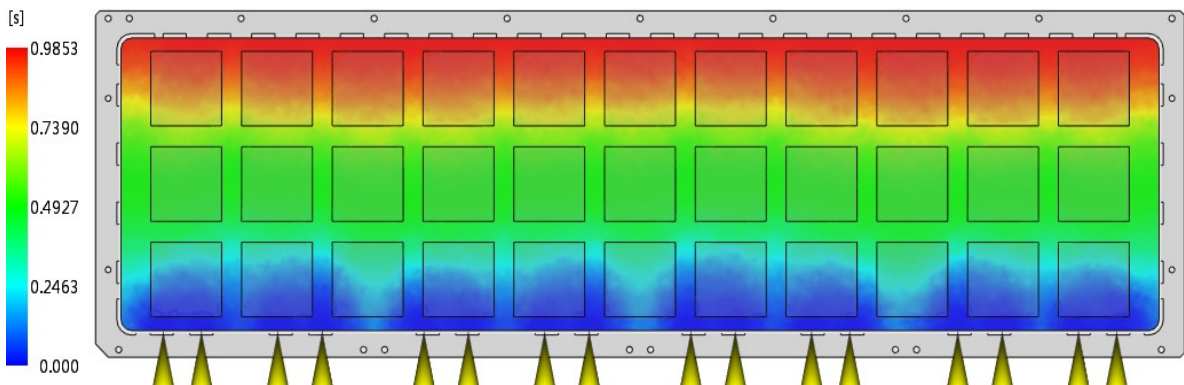


圖 6 沖膠時間 1 秒填充圖

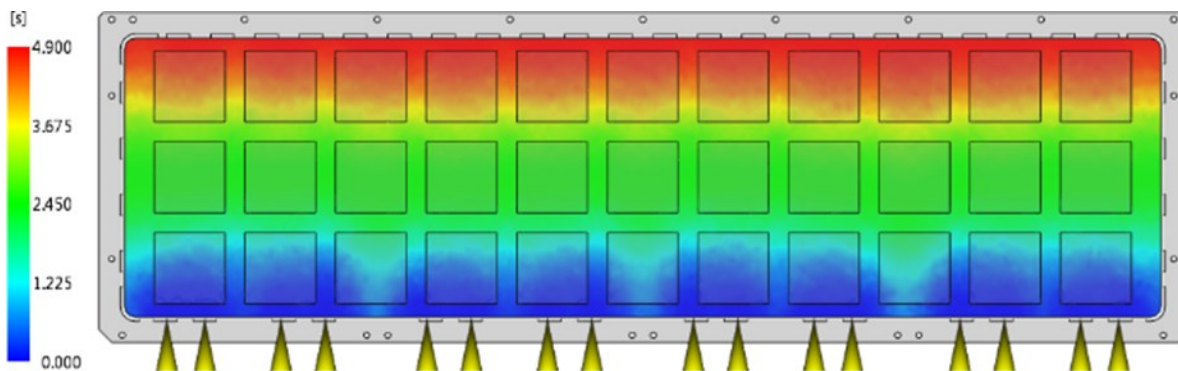


圖 7 沖膠時間 5 秒填充圖

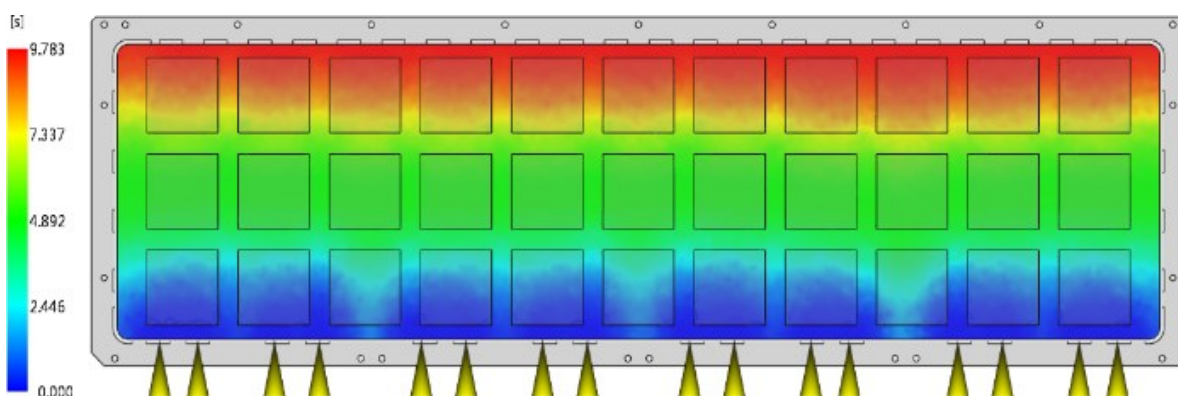


圖 8 沖膠時間 10 秒填充圖

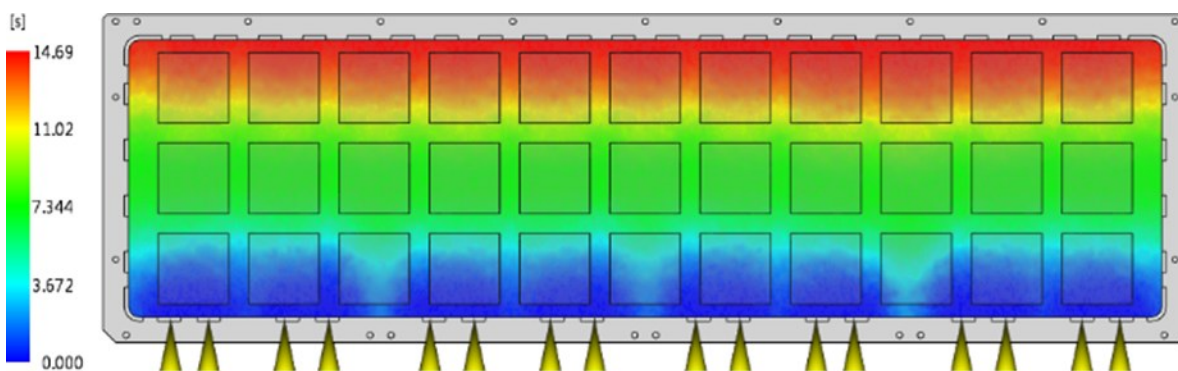


圖 9 沖膠時間 15 秒填充圖

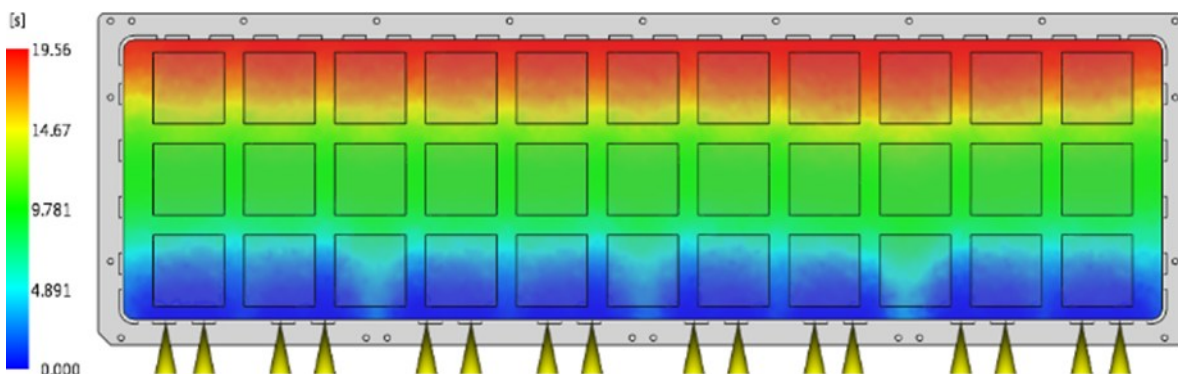


圖 10 沖膠時間 20 秒填充圖

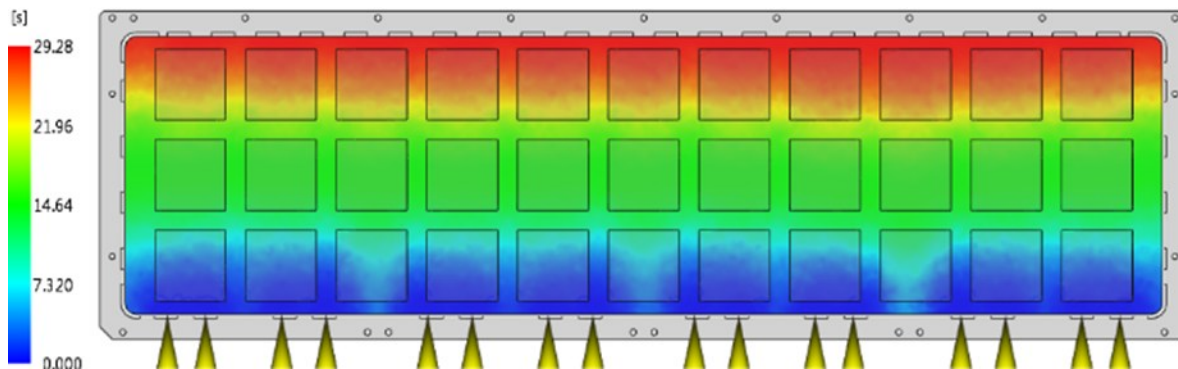


圖 11 沖膠時間 30 秒填充圖

圖 12 至圖 17 顯示沖膠時間在 1 秒時之 IC 晶片散熱裝置內溫度分佈與沖膠時間的變化圖。圖中顯示，射入區域因溫度低於顯示溫度刻度，所以呈現白色狀態。本研究設定環境溫度為 160°C，塑料初始溫度為 85°C。所以圖中也顯示，沖膠時間短，塑料流動快，IC 晶片散熱裝置內較快填滿，所以溫度分佈較低、但較快被加熱到 160°C，沖膠時間長，塑料流動慢，IC 晶片散熱裝置內較慢填滿，所以溫度分佈較高，但較久被加熱到 160°C。

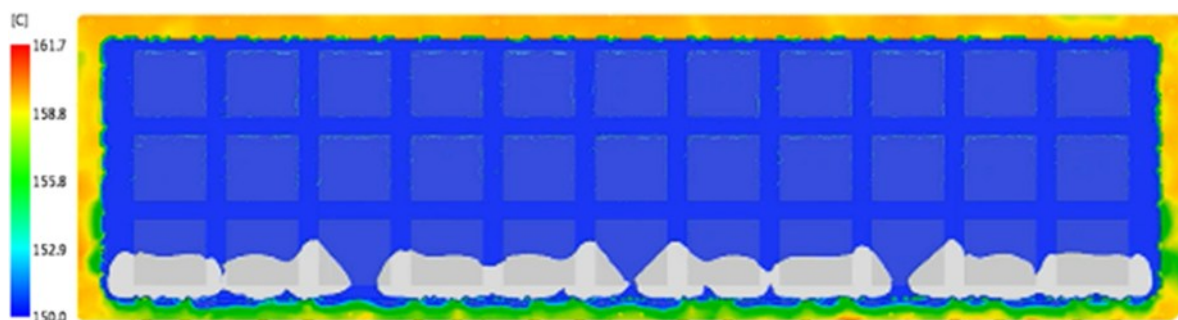


圖 12 沖膠時間 1 秒溫度變化

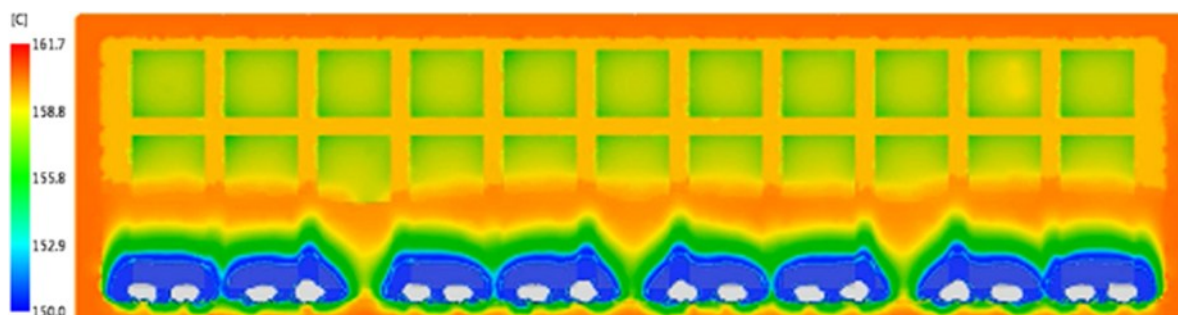


圖 13 沖膠時間 5 秒溫度變化

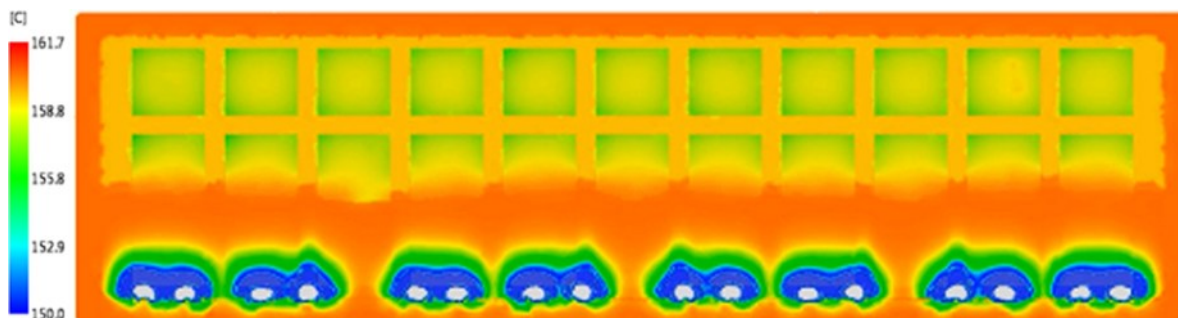


圖 14 沖膠時間 10 秒溫度變化

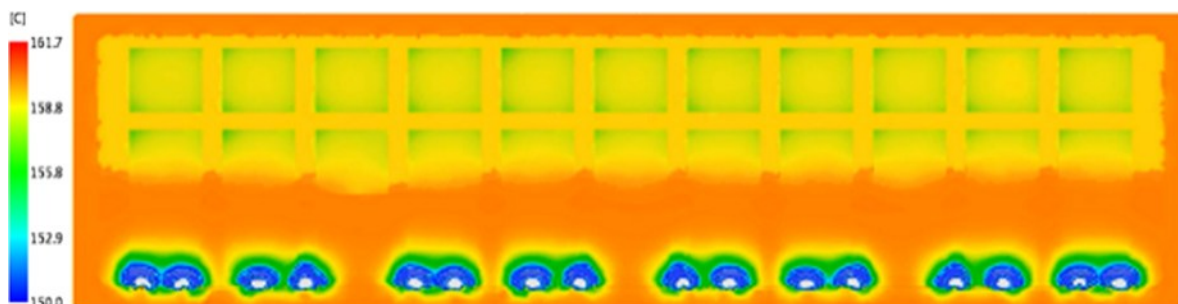


圖 15 沖膠時間 15 秒溫度變化

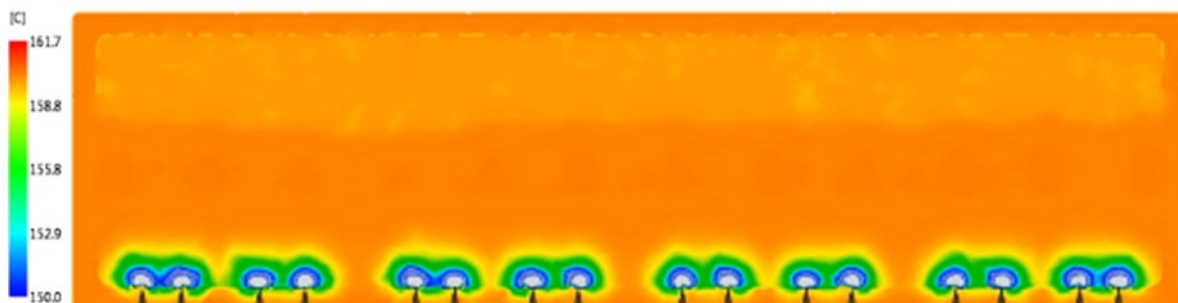


圖 16 沖膠時間 20 秒溫度變化



圖 17 沖膠時間 30 秒溫度變化

溫度量測點如圖 18 之 IC 晶片散熱裝置內的三個中心測量點，黑色-N193890、紅色-N199185、藍色-N194398 所示，及圖 19 之 IC 晶片散熱裝置內的三個邊緣測量點，黑色-N336054、紅色-N196124、藍色-N200231 所示，藉由溫度數據進行分析。

圖 20 至圖 25 顯示，短沖膠時間(在第 1 秒)條件下，IC 晶片散熱裝置內三個中心測量點間的溫度差異較大，最高可達 7.2°C；而隨著沖膠時間增加至 20 秒，IC 晶片散熱裝置內的三個中心測量點間的溫度差異逐漸減小至 0.3 °C 以內，表示 IC 晶片散

熱裝置內的溫度分佈趨於均勻。所以沖膠時間對 IC 晶片散熱裝置內的中心區域溫度分佈具有顯著影響。

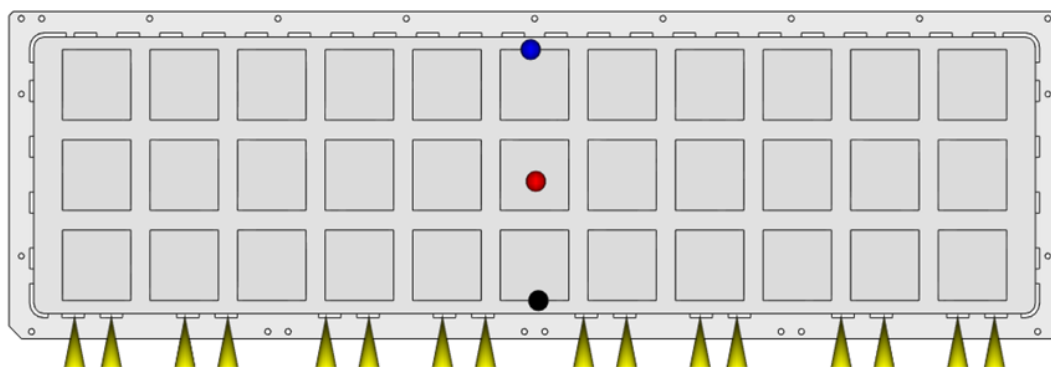


圖 18 中心測量點(座標:黑-N193890;紅-N199185;藍-N194398)

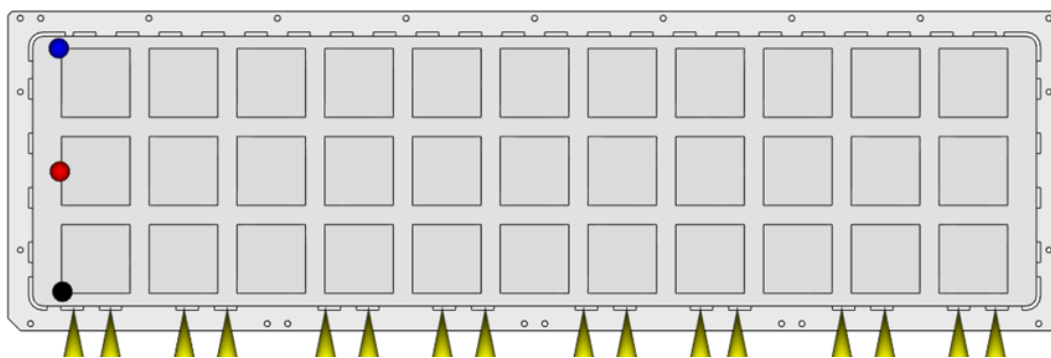


圖 19 邊緣測量點(座標:黑-N336054;紅-N196124;藍-N200231)

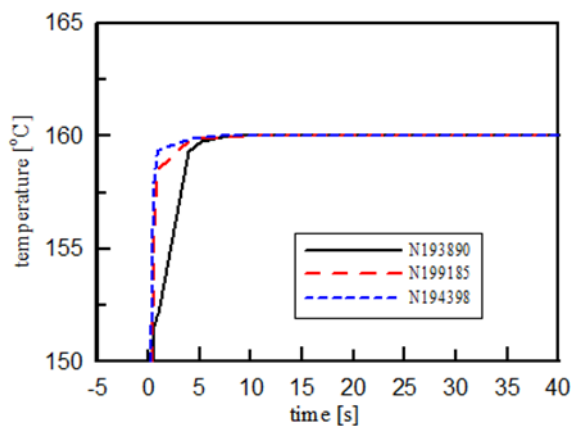


圖 20 中心區域沖膠時間 1 秒

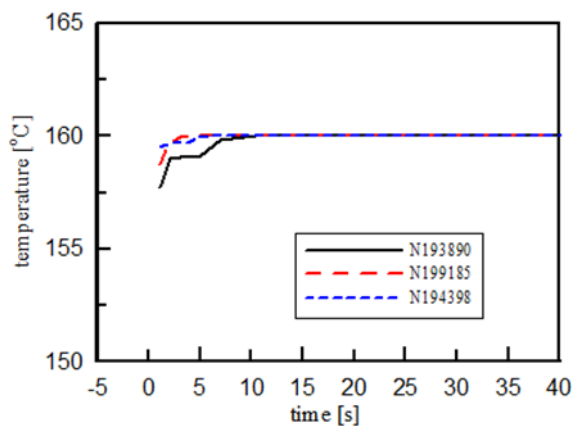


圖 21 中心區域沖膠時間 5 秒

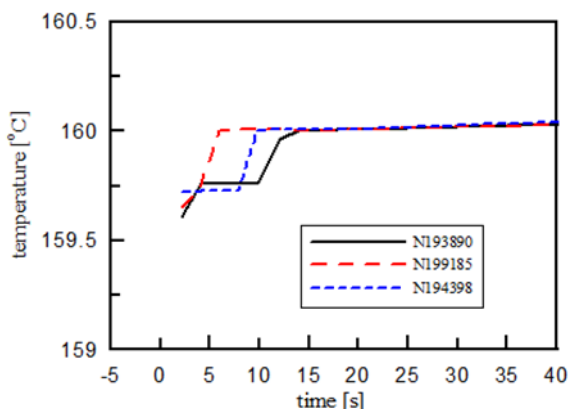


圖 22 中心區域沖膠時間 10 秒

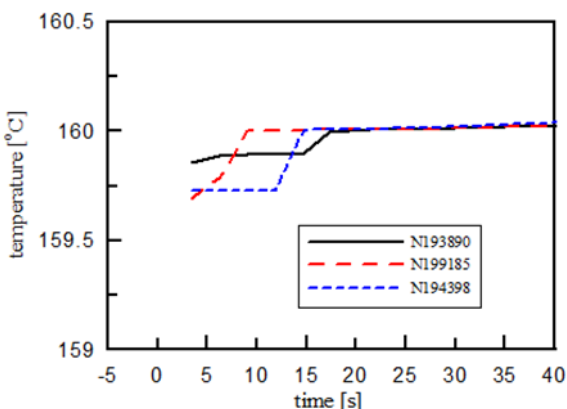


圖 23 中心區域沖膠時間 15 秒

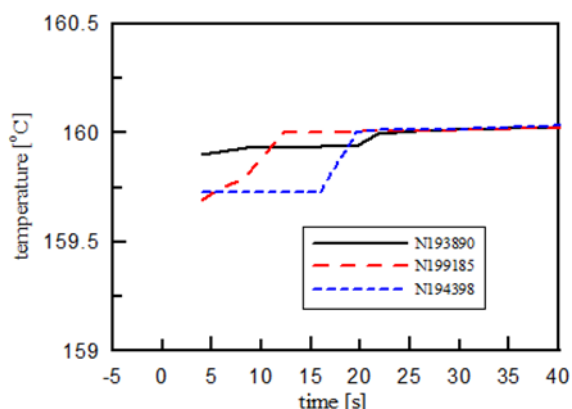


圖 24 中心區域沖膠時間 20 秒

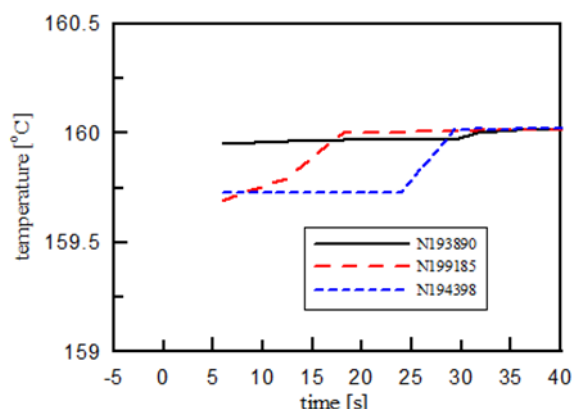


圖 25 中心區域沖膠時間 30 秒

圖 26 至圖 31 顯示，短沖膠時間(在第 1 秒)條件下，IC 晶片散熱裝置內三個邊緣測量點間的溫度差異較大，最高可達 21°C；而隨著沖膠時間增加至 20 秒，IC 晶片散熱裝置內三個邊緣測量點間的溫度差異逐漸減小至 3°C 以內，表示 IC 晶片散熱裝置內溫度分佈趨於均勻。所以沖膠時間對 IC 晶片散熱裝置內邊緣區域溫度分佈具有顯著影響。但 IC 晶片散熱裝置內邊緣區域溫度分佈變化大於中心區域溫度分佈變化

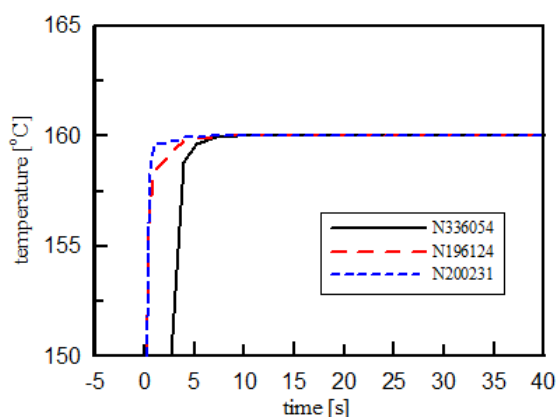


圖 26 邊緣區域沖膠時間 1 秒

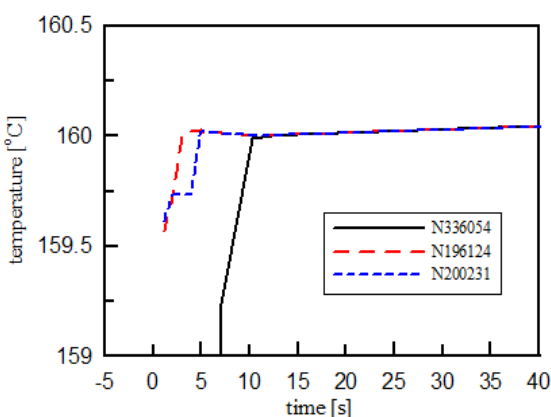


圖 27 邊緣區域沖膠時間 5 秒

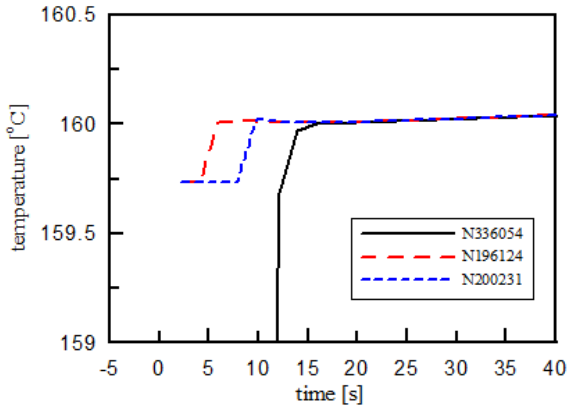


圖 28 邊緣區域沖膠時間 10 秒

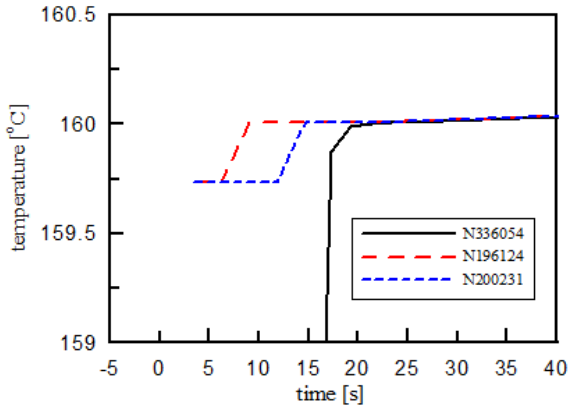


圖 29 邊緣區域沖膠時間 15 秒

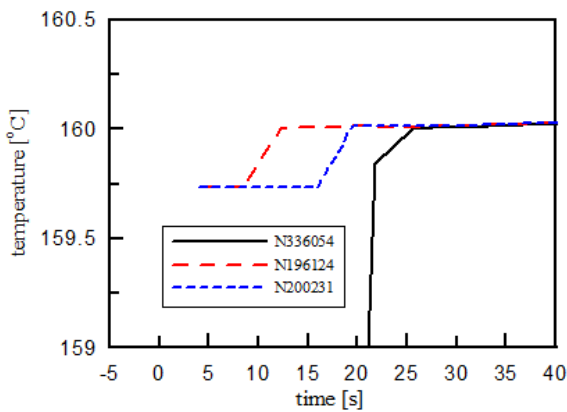


圖 30 邊緣區域沖膠時 20 秒

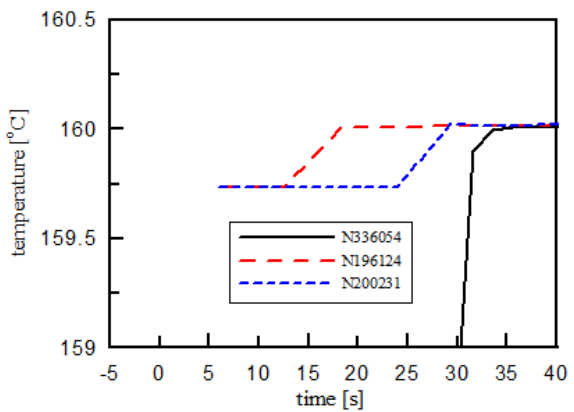


圖 31 邊緣區域沖膠時間 30 秒

圖 32 至圖 35 顯示，沖膠完成時之 IC 晶片散熱裝置內壓力分佈與沖膠時間的變化圖、各圖之壓力刻度範圍不同。圖 32 顯示，因沖膠完成時間較短，所以射入區域壓力較大，短時間內 IC 晶片散熱裝置內壓力無法平衡，圖 33 和圖 34 也有相似的趨勢，圖 35 顯示，因沖膠完成時間較長，所以射入區域壓力較小，在一定的時間內 IC 晶片散熱裝置內壓力達平衡。

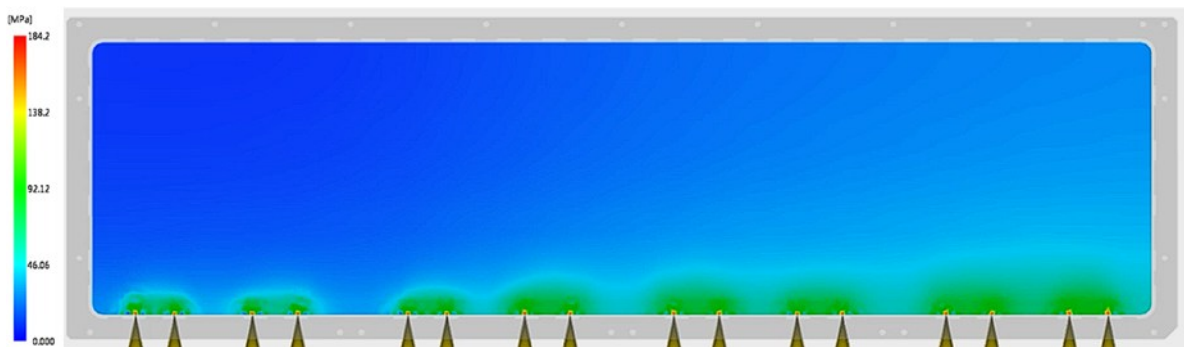


圖 32 沖膠時間 1 秒填充完成時壓力分佈

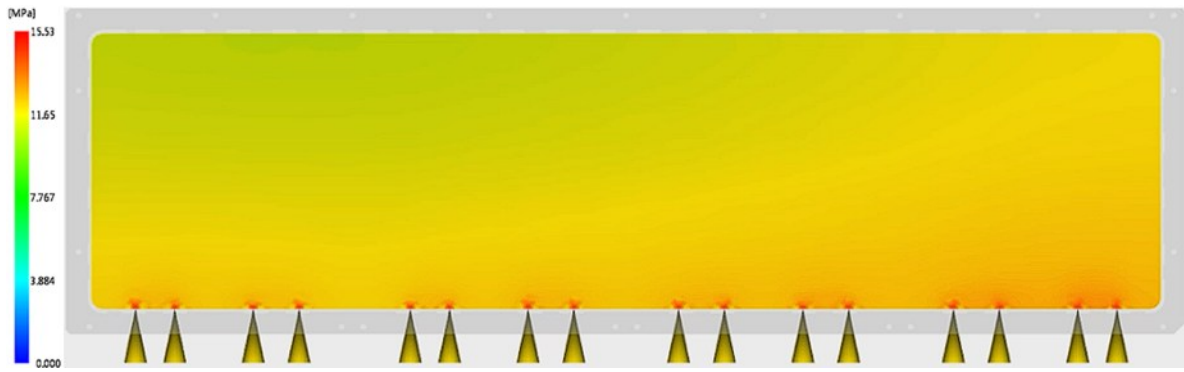


圖 33 沖膠時間 10 秒填充完成時壓力分佈

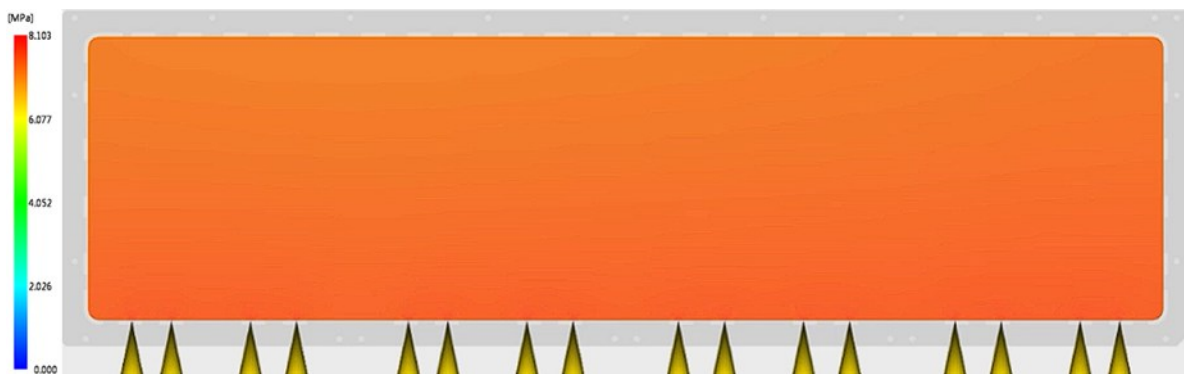


圖 34 沖膠時間 15 秒填充完成時壓力分佈

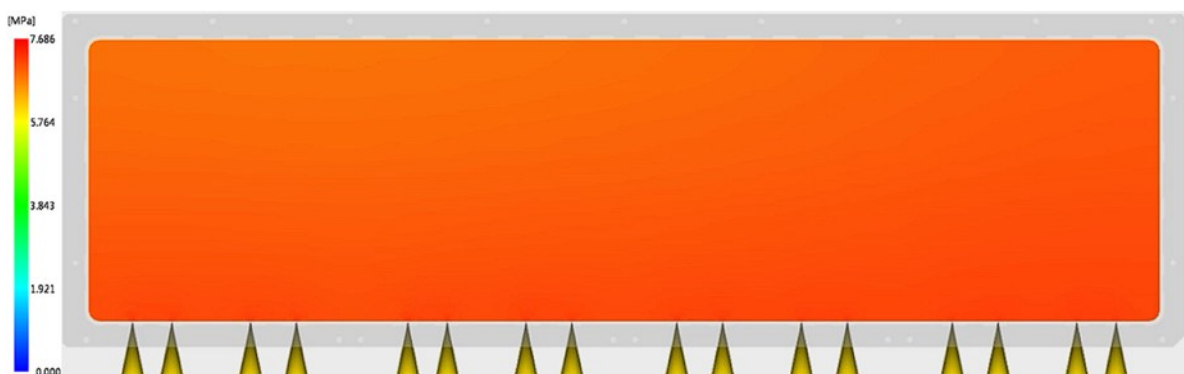


圖 35 沖膠時間 20 秒填充完成時壓力分佈

## 伍、結論

本研究以模流分析軟體(moldflow)進行 IC 晶片散熱裝置同步封裝製程之模流分析，綜合以上模擬結果可作以下總結：

1. 沖膠時間越短，IC 晶片散熱裝置內越快填充完成，非注入處需花費約 1/4 期程完成填充，本研究 IC 晶片散熱裝置之上蓋設計可使塑料快速均勻分佈。
2. 沖膠時間短，塑料流動快，IC 晶片散熱裝置內較快填滿，所以初期溫度分佈較低，但較快被加熱到 160°C，沖膠時間長，塑料流動慢，IC 晶片散熱裝置內較慢填滿，因此初期溫度分佈較高，但較慢被加熱到 160°C。
3. 短沖膠時間(在第 1 秒)條件下，IC 晶片散熱裝置內三個中心測量點間的溫度差異較大，最高可達 7.2°C，三個邊緣測量點間的溫度差異較大，最高可達 21°C；而隨著沖膠時間增加至 20 秒，IC 晶片散熱裝置內三個中心測量點間的溫度差異逐漸減小至 0.3 °C 以內，三個邊緣測量點間的溫度差異逐漸減小至 3 °C 以內，所以 IC 晶片散熱裝置內邊緣區域溫度分佈變化大於中心區域溫度分佈變化。
4. 在壓力方面，較長的沖膠時間致使塑料以較低的速率進行填充，以減少局部高壓區域的形成，使塑料能夠較均勻的分佈。沖膠完成需要有一定的時間，才可達到 IC 晶片散熱裝置內壓力平衡。本研究案例沖膠壓力為 2MPa，沖膠時間須至少 20 秒才能達到壓力平衡。
5. 沖膠時間合理設定可有效提升產品的一致性與性能，同時優化製程效率。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 日月光半導體製造股份有限公司(2004)。半導體封裝件。中華民國發明專利第I221332號。
- 日月光半導體製造股份有限公司(2006)。防止散熱片偏移之晶片封裝構造。中華民國發明專利第I246758號。
- 日月光半導體製造股份有限公司(2006)。散熱片。中華民國發明專利第I247401號。
- 日月光半導體製造股份有限公司(2006)。避免散熱片與錫線接觸的封裝結構及其製程。中華民國發明專利第I248182號。
- 日月光半導體製造股份有限公司(2006)。散熱片與其應用。中華民國發明專利第I267179號。
- 林育均(2021)。運動鏡框成型條件優化之研究(碩士論文)。台南市：南台科技大學。
- 林晉賢(2023)。塑膠射出成型的模流分析與快速置換模仁的研發(碩士論文)。高雄市國立高雄科技大學。
- 顏伯諭(2022)。光學塑膠元件射出成型製程模流分析之多目標加工參數優化設計與驗證(碩士論文)。嘉義市：國立嘉義大學。

### 二、外文部分

- Jansen, K. M. B., Van Dijk, D. J., & Husselman, M. H. (1998). Effect of processing conditions on shrinkage in injection molding. *Polymer Engineering & Science*, 38(5), 838–846. 10.1002/pen.10249
- Kabanemi, K. K., Vaillancourt, H., Wang, H., & Salloum, G. (1998). Residual stresses, shrinkage, and warpage of complex injection molded products: Numerical simulation and experimental validation. *Polymer Engineering & Science*, 38(1), 21–37. 10.1002/pen.10162
- Subramanian, N. R., Tingyu (Leon), L., & Seng, Y. A. (2005). Optimizing warpage analysis for an optical housing. *Mechatronics (Oxford)*, 15(1), 111–127. 10.1016/j.mechatronics.2004.05.004
- Tantakom, P. (1998). *Processing strategies for thin wall injection molding* Available from Dissertations & Theses Europe Full Text: Science & Technology <https://www.proquest.com/docview/304433172>