



具微特徵結構之 大面積熱壓印 快速模具製程開發

Manufacturing Process
for a Large-Area Hot Embossing Rapid Tooling
with Micro-Sized Structures

郭啟全

明志科技大學
機械工程系
教授

吳敏詳

明志科技大學
機械工程系
研究生

關鍵詞(Keywords)

- 熱壓印模具 Hot Embossing Mold
- 微尺寸結構 Micro-Sized Structure
- 製造成本 Manufacturing Cost

摘要(Abstract)

本研究旨在提出一個製作具有微尺寸結構之大面積熱壓印模具技術，此技術的優點包括製程簡單、低製造成本與製作時間短。本研究研製之大面積熱壓印模具尺寸為 250 mm× 350 mm，運用本研究所提出之方法，如與運用傳統方法來研製大面積熱壓印模具，可以節省製造成本約為 61.3%。本研究提出之製程具有顯著工業應用價

值，因為本研究所研製之大面積熱壓印模具可以搭配熱壓印製程，應用於新 3C 產品表面咬花紋之試作。

The aim of this study was to propose a cost-efficient method for fabricating a large-area hot embossing mold with micro-sized structures is proposed. The advantages of this method include simple manufacturing processes, low manufacturing cost, and short processing time. A large-area hot embossing mold with an area of 250 mm× 350 mm was fabricated. Cost savings of about 61.3% were achieved. The manufacturing processes developed in this work has important industrial applications because a new 3C product with a surface texture can now be fabricated with a large-area epoxy resin mold hot embossing molding.



1. 前言

人類社會已進入一個以新技術革命為標誌的嶄新時代，科學技術的迅猛發展，加速了產品的更新，高質感的產品將有更大幅度的需求與成長，例如：3C 產品、電腦週邊、交通器材、文具用品以及運動休閒用品為了增加質感，因此產品外觀均具有咬花(surface texture) [1]。目前德國利用雷射[2-7]、日本利用精密電腦數值控制(computer numerical control, CNC)工具機[8]直接在模具表面以及一般業者運用化學蝕刻(chemical etching) [9]或珠擊方法(shot blasting) [10]，製作各式各樣咬花紋。然而，這一些技術仍有許多挑戰以及瓶頸尚待克服：(a)製作成本高：雷射與精密五軸 CNC 工具機硬體昂貴；雷射加工後有融渣(debris)需移除，進而增加製作成本；精密 CNC 工具機需使用微細與特殊刀具來加工，進而增加製作成本，此外受限於刀具直徑，咬花紋微特徵結構尺寸小於 50 μm 無法加工；(b)設計變更不易：鋼模一但加工完成，模具修改不容易，甚至整套模具需重新製作，增加研發成本，以及(c)運用珠擊與化學蝕刻所製作之咬花尺寸無法精確控制，以及蝕刻廢液處理問題不符合綠色製造技術。現代產品之發展趨勢為少量多樣，為了減少具有咬花紋之新產品模具開發成本、降低模具製作風險以及加速模具研發速度，即便成一個重要研究方向。本研究主要目的係以低成本與環保方式，開發具咬花紋微結構之大面積精密快速模具，並運用微熱壓印製程進行試產(pilot run)，提升快速模具之工業價值。

2. 實驗方法與步驟

本研究所使用材料包括 6061 鋁塊材、矽膠主劑(KE-1310ST, Shin Etsu)、硬化劑(CAT-1310S, shin etsu)、離型劑、金屬樹脂(70-3810R, epoxies)、以及聚丙烯(polypropylene, PP) (TP423L, semi plastic)。本研究所使用設備包括金相顯微鏡(M835, Microtech)、真空注塑機(F-600, Feiling)、白光干涉儀(7502, Chroma Inc.)、洛氏硬度試驗機(Rockwell) (DRH-M, Matsuzawa)、維克氏硬度試驗機(Vickers) (MV-1, Matsuzawa)、三次元座標量測儀 (LH 600, Wenzel)以及微熱壓印機台。

圖 1 大面積微特徵結構金屬樹脂模具製作流程示意圖，本研究流程主要含六大部分：(a)選用鋁材為製作單元模具之材料，運用洛氏硬度試驗機以及維克氏硬度試驗機於材料上製作微結構，以利評估可行性。洛氏硬度試驗機使用之壓痕器為直徑 1/16"鋼球，硬度記號 HRF、HRB、HRG 試驗之荷重分別為 60 kg、100 kg 以及 150 kg，試驗時先施以基準荷重 10 kg，接續再施以荷重 50 kg、90 kg、140 kg，經過荷重施加 30 秒後，移除荷重。維克氏硬度試驗機使用之壓痕器為 136°鑽石正方錐，試驗荷重分別有 1 kg、5 kg、10 kg、20 kg、30 kg 以及 50 kg。圖 2 為製作單元模具之設計圖，製作單元模具微結構之基準，寬度與深度分別為 835 μm 與 90 μm ，間距為 4 mm。(b)運用矽膠翻製單元矽膠模具：當單元模具製作完成後，運用矽膠翻製單元矽膠模具，並量測其微結構之尺寸精度，單元矽膠模具長度與寬度分別 70 mm 與 50 mm。(c)重複製作單元矽膠模具：由於大面積矽膠模具係由 25 塊單元矽膠模具所構成，

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】393 期・104 年 12 月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw