



積層製造複合加減法 SLM技術及應用實例

SLM Multi-Function Additive Manufacturing and Applications

王祥賓

金屬中心
精微成形研發處
模具與精微加工組

許富銓

金屬中心
精微成形研發處
模具與精微加工組
組長

林英傑

金屬中心
精微成形研發處
副處長

關鍵詞(Keywords)

- 積層製造 Additive Manufacturing, AM
- 選擇性雷射熔融 Selective Laser Melting, SLM
- 異型水路 Conformal Cooling Channels

摘要(Abstract)

複合積層製造技術結合了選擇性雷射熔融 (selective laser melting, SLM) (加法)及高速銑削加工(減法)之工法優點，利用高能量雷射熔融金屬粉末成液態，透過急速冷卻將材料融合堆疊成型，但為了克服金屬積層製造之層狀堆積結構所導致的成品尺寸精度不佳或表面粗糙度不佳等問題，進一步整合高速銑削加工技術進行表面精修，透

過加減法混合之複合加工製程，可提高積層製造金屬製品的表面品質與產業應用。

本文以 SLM 與銑削之複合 AM 創新製程技術，成功應用於模具異形水路，充分滿足塑膠射出成型產業對於減少成型週期時間之需求，也可促使積層製造技術切入新興產業鏈之契機。

Hybrid additive manufacturing combines the advantage of selective laser melting (additive manufacturing) and high speed milling (subtractive manufacturing) process. The technologies use high power laser to melt the metal powders into liquid state and deposits the layer in a short period of time. Issues of low accuracy in dimension and rougher surface roughness generated by SLM now can be improved by the additive manufacturing and high speed milling. Generally speaking, this hybrid



process with subtractive machining could improve the product quality and its application. In this research, an innovative process called hybrid AM processing is applied successfully in the plastic injection mold with conformal cooling channels. The result satisfies the short cycle time criteria during the plastic injection molding process. Besides, this AM methodology also increases the opportunity of merging the manufacturing process into the industry supply chain.

1. 前言

電影“不可能的任務”(Mission Impossible)中利用掃描及 3D 列印技術製造人臉面具，相信令人印象深刻，但在現實生活當中，這項技術也能實現於生活應用當中，自從經濟學人雜誌於 2011 年把 3D 列印(3D printing)或稱為積層製造(additive manufacturing, AM)視為第三波工業革命之後，積層製造已經成為一項顯學。積層製造技術，又稱快速成型技術，其主要分為快速原型(rapid prototyping, RP)技術與快速製造(rapid manufacturing, RM)兩大類，為近代革命性先進製造技術；源於美國，以 3D Systems 和 DTM 公司為代表的一批中小科技公司相繼研發出立體光固化成型(stereolithography apparatus, SLA)、選擇性雷射燒結(selective laser sintering, SLS)和熔融沉積造型(fused deposition modeling, FDM)等主流技術路線，經過 20 多年的沉澱和不斷完善已經日臻成熟，主要用以製造符合 3F 原則成品，形狀(form)與設

計一致、尺寸符合公差適合度(fit)、成品達使用功能(function)，與傳統的「減法式製造」不同，積層製造技術採用「加法式製造」，其原理是使用者透過電腦繪製零件的設計圖、或是掃描現有物件，接著積層製造設備將原材料層層堆疊起來，最終形成堅固物件。我國積層製造產業尚屬於萌芽階段，發展方向主要包括材料設計分析、試作試量產、量產、測試驗證及行銷推廣等項目，而目前主要缺口包括：粉末材料、材料積層製造製程、積層製品後處理技術。

加法製造、數位製造為 3D 列印技術核心要素，為了加速積層製造的生產效率，日本、德國等先進國家紛紛投入生產具備加減法混合的 AM 複合加工機，具備雷射積層製造、銑削、拋光、量測之功能，德國 Hameul Maschinenbau GmbH 生產製造 HSTM 1000，並獲得 2013 年德國 EMO 世界工具機展-複合加工機首獎(1st Prize for Hybrid Machine at EMO/2013)，隨著單機多功能 AM 複合加工機的問世，AM 複合製造技術將為成為全球製造供應鏈的少量多樣、快速生產客製化元件的重要研發技術。

2. 加減法 SLM 積層製造設備

日本 Sodick 公司於 2014 年 7 月 16 日宣佈開發出了使用選擇性雷射熔融技術(SLM)的金屬材料 3D 列印機台“OPM250L”(圖 1)，此機台採用複合式加工方法，利用雷射熔融金屬粉末堆疊成型，然後再透過高速銑削刀具進行高精度外形加工。

OPM250L 是一種全自動加工設備，在主要的

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】405 期・105 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