



雷射積層製造光引擎技術

Optical Engine for Laser Additive Manufacturing

黃偉欽 吳秉翰

吳誌賢 林敬智

莊傳勝

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
積層創新部

林得耀

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
副經理

關鍵詞(Keywords)

- 積層製造 Additive Manufacturing, AM
- 光引擎 Optical Engine
- 雷射 Laser
- 選擇性雷射熔融 Selective Laser Melting

摘要(Abstract)

積層製造(additive manufacturing, AM)技術近年來備受矚目，可以用來快速滿足具足夠強度的功能性產品成型需求，然而，可用來成型金屬產品的選擇性熔融技術(selective laser melting, SLM)，若要達成緻密度的需求，通常僅能侷限於某些最佳參數。雖然能夠達成高強度且均勻的材料特性，

但不易針對特定部位任意調控材料的顯微結構及其對應的機械性質。工研院所開發的光引擎技術，可動態調控積層製造製程中凝固溫度歷程，進而改變材料內部的顯微結構及機械性質。光引擎的原理是利用複合光束的概念，透過調整延伸光形的能量分布，動態改變凝固過程的溫度變化，來達到選擇性調控材料特性的目的及最佳的產品需求。雷射積層製造搭配光引擎技術，能讓產品設計不僅符合複雜外型及尺寸精度，更能滿足各部位結構所需最佳的硬度、韌性等機械性質，進而創造更好的使用效能與產品壽命，藉此大幅提升醫療、航太及汽車產業的產品差異化及價值。

Additive manufacturing (AM) has drawn much attention in recent years. It can rapidly produce functional product for design evaluation. However, the cooling rate of a selective laser melting (SLM)



production is restricted by a present optimized parameter for a good dense product. The head room for locally manipulating material property in a process is marginal. In this study, we invent an Optical Engine for locally controlling material microstructure in a SLM process. It develops an innovative method to control and adjust thermal history of the solidification process to gain desired material micro-structure and consequently improving the mechanical quality. By using thermal dynamic principles of solidification process, process parameters can be applied locally for specific materials requirement according to designed characteristics. It utilizes a technique of complex laser beam shape of adaptive irradiation profile to permit local control of material characteristics as desired. This technology could be useful for industrial application of medical implant, aerospace and automobile industries.

1. 前言

在傳統的製造方法中，材料製程所帶來的熱應力及材料結構變化，對於產品的機械性質與使用壽命有著顯著的關聯性。材料科學中，控制材料凝固成型前後的溫度變化過程是最常用來改變材料結構的方法之一，凝固前的預熱溫度、凝固時的冷卻曲線，以及凝固後的回火、退火等熱處理過程，是決定材料結晶結構的主要因素[1]。對於高階的航太及醫療產品應用來說，材料結構更是影

響產品優劣的主要關鍵，對應各種使用環境的需求，最佳的產品設計須滿足不同的機械性質。舉例來說，理想的醫材產品設計，在最容易因磨耗問題而損壞關節的特定位置，需要較佳的硬度及磨耗特性，但在主要承受應力的結構位置，則需要較佳的韌性，來防止因跌倒等劇烈應力變化時的碎裂問題。如圖 1 所示，對於航太所需的渦輪葉片來說，在高溫與劇烈溫度變化的嚴苛使用環境下，單晶結構與等方向性結晶結構的葉片，其產品性能及使用壽命為等方向結晶結構葉片的千倍以上，然而在容易磨損的輪軸部位，特定大小的等方向結晶結構才是滿足材料磨耗與腐蝕特性的最佳結構，最佳的材料結構對於產品的重要性可見一斑。然而，受限於傳統材料製程的方法，通常無法隨心所欲的調控各部位的結晶結構以及機械特性，因此只能透過組零件或是鍍膜的方式來滿足產品的最佳特性，無法一體成型所需的最佳結構，因此造成了產品的製程工序增加、製造成本提高，各項大大小小的零件因使用壽命不佳而衍伸的修復與備品問題，進而降低產業的生產競爭力，以及相關資源與能源的浪費等問題。

粉末床式積層製造技術(powder bed fusion, PBF)，與直接能量沉積技術(direct energy deposition, DED)為金屬積層製造技術的重要技術關鍵。其中使用雷射熔融粉末的選擇性雷射熔融技術，為目前銷售與使用最廣泛的金屬積層製造技術，可應用許多合金材料，製作高精度及複雜結構的金屬產品。選擇性雷射熔融技術有別於傳統金屬製造方法，利用局部加熱熔融的方式，可逐層將金屬材料凝固成型所需之 3D 結構[2]，例如輕量化、及複雜內部流道等複雜結構皆可透過此方

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】407期・106年2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