熔融沉積成型積層製造技術演進

Fused Deposition Modeling Additive Manufacturing Patent Analysis

王登彥
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
智動化系統部

林央正
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
智動化系統部

關鍵詞(Keywords)

- 積層製造　Additive Manufacturing
- 三維列印　Three-Dimensional Printing
- 熔融沉積技術　Fused Deposition Modeling

摘要(Abstract)

熔融沉積成型(Fused Deposition Modeling, FDM)技術，乃是將 ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)塑膠或 PLA (Polylactic Acid)生物可分解玉米材質等條狀膠條，經加熱熔化通過微細孔徑熱擠壓頭，擠壓沉積成型在列印底板上，透過切層軟體控制，層層堆積成 3D 物件。在 3D 列印技術中，FDM 的機械結構最簡單，設計也最容易，製造成本、維護成本和材料成本也最低，因此也是桌上型 3D 印表機中使用得最多的技術。為提升國內積層製造技術研發能力，本文將從 FDM 設備，FDM 噴印頭結構，FDM 列印環境控制等專利內容來逐一介紹 FDM 關鍵技術，使國內廠商對於 FDM 技術有更多的認識，開發出具有市場競爭力的產品，避免侵犯他國專利，以提高國內 FDM 設備自主力，強化國內廠商在國際的競爭力。

The fused deposition modeling (FDM) additive manufacturing technology is a technique that uses filament made of ABS plastic or biodegradable corn material (PLA, polylactic acid), which is heated to melt through a tiny aperture nozzle head, extruded and deposited on a print plate, and sliced by the slicing software. Then 3D objects can be built layer by layer. In 3D printing technology, FDM printers

have the characteristic of simple mechanical structure, easy designs, low manufacturing costs, low maintenance costs and low material costs, so a desktop 3D printer uses FDM technology most often. In order to promote the research and development ability of additive manufacturing technology, this article introduces the FDM equipment, FDM extrusion head structure and FDM print environmental control. Manufacturers will have more information about the FDM technology and have the ability to develop competitive products and to avoid infringement of FDM patents.

1. 前言

3D 積層製造技術採用加法原理，與傳統 CNC 的減法加工不同[1]，3D 積層製造技術省去了複雜零組件冗長的製作過程，除了可以輕鬆印刷出複雜的零件外，其一體成形的技術更突破傳統需以毛坯加工的麻煩程序，讓後期輔助加工量降低，亦能直接做出免組裝之活動工件，可減少繁瑣的組裝工作，其應用從早期的輔助設計的模型製作、客製化製作驗證產品功能，演變到目前零組件或具功能性產品的直接製造，廣泛地應用在機械業、模具業、玩具模型、航太、文化創意、汽(機)車、醫療、珠寶飾品等諸多領域。透過 3D 積層製造技術，無論是否具有機械製造背景的人，都可以導入該產業，把公仔、玩具、遙控汽車、自己想像的創意物品或研發的新產品“列印”出來。結合電子及電機零組件，製作出具有各種功能的產品，因此目前在歐美掀起一股製造者運動(Maker movement) [2]。

在積層製造技術發展過程以及早期的專利佈局，在 1980 年代美國 3D systems [3]、Stratasys [4]、德國 EOS [5]等公司分別創立，發展至今已成爲全球 3D 列印設備的領先公司。在 1984 年，Charles Hull 開始研發 3D 列印技術並自立門戶，創辦了世界上第一家 3D 列印技術公司，也是現在的 3D 市場領軍者之一 3D Systems 公司，擁有 SLA (光固化)的原始專利，且於 2012 年併購了 Corp Z 和 Vidar Systems。在 1988 年，Scott Crump 發明了 FDM 技術，並成立了現在的 Stratasys 公司，擁有 FDM 的原始專利，且收購了以色列的 Objet 公司，從而成爲全球最大的 3D 印表機製造商。

2. 熔融沉積技術(Fused Deposition Modeling, FDM)

熔融沉積原理如圖 1 所示，將熱塑性材料通過噴頭加熱熔化，噴頭底部有微細噴嘴，噴嘴直徑一般爲 0.2~0.6 mm，供材料以一定的壓力擠噴出來，同時噴頭在水平方向移動，而工作平台在垂直方向移動。這樣擠出的材料與前一層熔結在一起，一層沉積完成後，工作平台按預定的量下降一個層的厚度，再繼續熔融沉積，直至完成整個實體造型。因此如何設計熱擠壓頭使膠條不會斷料或阻塞，選擇強度強、後置處理容易的材料，控制積層的精度與速度成爲 FDM 開發技術的重點[6]。此技術由美國的 Scout Crump 所發明，1989 在美國明尼蘇達州創立 Stratasys Inc.公司，此公司爲該技術的領導廠商。FDM 的特點機械結構簡

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】383 期・104 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