同軸電紡積層製造技術之研究

Coaxial Electrospinning Additive Manufacturing Technology

李昌周 賴豐文
林央正 王登彥
工研院
雷射與積層製造科技中心
雷射應用技術組
智動整合部

王紀 王煜
成功大學
化學工程學系

關鍵詞(Keywords)

- 靜電紡絲 Electrospinning
- 積層製造 Additive Manufacturing
- 熔融沉積成型 Fused Deposition Modeling

摘要(Abstract)

本文介紹將同軸靜電紡絲技術應用於積層製造，藉此列印出具有包覆性芯鞘形高分子線條之技術。利用有限元素分析法進行同軸紡口電場模擬，並以 PVA 材料在實驗設備上進行近場電紡，能夠列印出線寬落在數十至數百 μm 尺度範圍，並且具有包覆功能之線條，可藉此研究突破傳統積層造最小線寬的限制，擴大積層製造的應用領域。

This article describes the coaxial electrospinning technique used in additive manufacturing to obtain core-sheath polymer line. In this study, we use finite element analysis method to simulate electric field distribution near the coaxial spinning mouth, and use the PVA material in laboratory electrospinning equipment to obtain core-sheath line width in the range of tens to hundreds μm. With this study, we can overcome the width limitations of traditional additive manufacturing, and expand the application field.

1. 前言

積層製造是近年興起的一種快速成形技術，不同於傳統切削使用減法加工，本技術利用電腦

軟體進行設計、建模及切層，並透過加法原理，將各截面逐層堆疊再粘合出一個三維實體。其產品從早期用來輔助設計的模型製作、客製化產品功能驗證，演變到目前已經可以直接製造零組件或具備複雜機構的功能性產品，能夠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、醫療及珠寶飾品等諸多領域。

透過積層製造技術，即使不具有機械製造背景的人，都可以進入製產業，把各類產品甚至於自己創作出的創意物品「列印」出來，因此在歐美掀起一股製造者運動(maker movement)。2012 年美國國家科技委員會發布「先進製造業國家戰略計畫」，把積層製造列為重點發展技術，成本較低的個人化桌上型積層製造設備近年來更是蓬勃發展，其中以熔融沈積成型(fused deposition modeling, FDM)技術為大宗。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.公司為領導廠商。FDM 的特點在機械結構簡單、設計容易，製造、維護和材料成本也最低，材料在韌度、靜電消散、半透明度、生物相容性、抗紫外線性具備獨有的屬性，在生活、工業與醫療方面都受到廣泛應用。

在生醫領域，如圖 1 所示，人工組織的建構方式可歸納為噴墨、擠出與雷射輔助列印三種[1]。噴墨方式可以控制液滴的微細吐出量，有利於精細結構的成型，但此方法只能使用低黏度材料，才不會阻塞噴嘴。雷射輔助噴墨列印可以略微提高材料黏滯性，但此方式需要將生物列印的材料塗佈在特殊的能量吸收層，再透過雷射將材料推出，製程過於困難。擠出成型是將 FDM 技術延伸應用至生醫領域，可以成形高黏性材料，非常利於組織工程用的支架(scaffold)製作。但是目前擠出成型的噴嘴最小孔徑約 0.2 mm，其列印線寬也僅能達到 200 μm，噴嘴愈小，在列印過程愈容易造成阻塞，若要製作微小尺寸的產品有其限制。靜電紡絲透過電場輔助能夠成型微細纖維，將此技術整合到擠出成型，是一種縮小線寬的理想方法，更可透過同軸靜電紡絲進行異質材料的包覆列印，提供組織工程更廣泛的功能需求，本研究即以此為重點。

2. 電紡絲製程

電紡絲(electrospinning)是一個製備次微米高

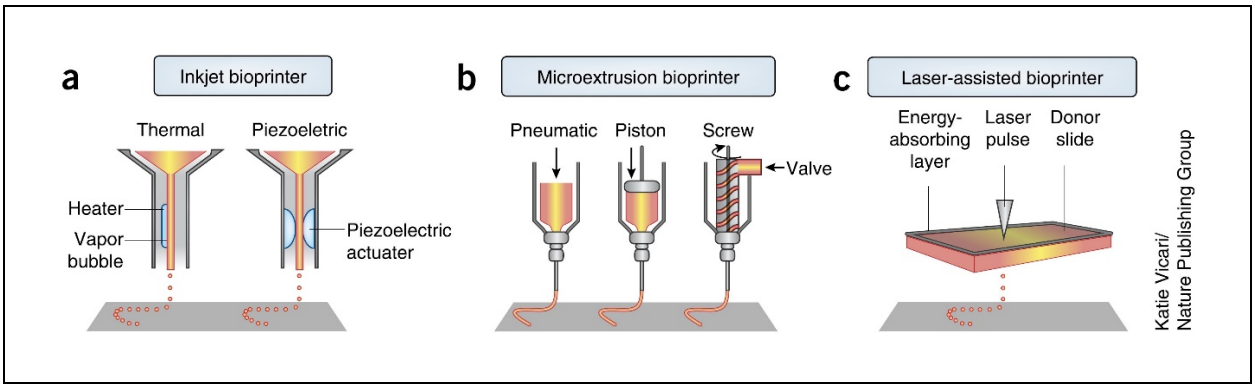

圖 1　噴墨、擠出與雷射輔助生物列印技術

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