靜電紡絲之積層製造技術

Electrospinning Additive Manufacturing Technology

王登彥
工研院雷射中心
雷射應用技術組
智動整合部

林央正
工研院雷射中心
雷射應用技術組
智動整合部

賴豐文
工研院雷射中心
雷射應用技術組
智動整合部

李昌周
工研院雷射中心
雷射應用技術組
智動整合部

關鍵詞(Keywords)

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

摘要(Abstract)

本文介紹將電紡絲技術應用於積層製造技術上，可將高分子材料列印至更微小圖案化線寬，利用有限元素分析法對不同的電紡噴頭尺寸、工作距離與收集板大小，進行電場模擬分析，模擬結果顯示，改變針徑對於針底到收集板之間的電場影響程度最大，針徑越小，電場強度越大。當針徑上升時，電場最大值的位置會往收集板方向移動，而改變針長則不會影響電場最大值位置。若改變收集板大小，對於針底至收集板之間的電場並沒有明顯影響，其原因為針底到收集板間工作距離甚短(約 3 mm)，使得針底電場不會受到收集板外側之金屬影響，本研究依據電紡噴頭電場模擬結果，固定靜電噴頭尺寸，將探討操作電壓、流量、收集板移動速度等因素對產物線寬的影響，並進行網格狀圖案化電紡積層製造列印。

Electrospinning technology was used to print polymer materialswith a fine diameter. Finite element analysis method was used to simulate the electric field distribution on different electrical spinning needle size, working distance, and the collector size. The simulation results show that needle diameter significantly affects the electric field between the needle end to the collector. When the

needle diameter is smaller, the electric field is larger. As the needle diameter increases, the position of the maximum electric field moves toward the collector. The simulation results also show that the needle length does not affect the position of the maximum electric field, and the size of the collector does not change the electric field distribution between the needle end and the collector. When the working distance between the needle end and the collector approximates 3 mm, the electric field of the needle end is unaffected outside of the collector. The electric field simulation results for the electrospinning needle show that the diameter is affected by the operating voltage, flow, and collector moving speed. Finally, all the parameters were used as patterning additive manufacturing.

1. 前言

積層製造技術，也被稱為 3D 列印，利用電腦軟體設計並建立模型後，再將模型分割成逐層的截面，再以逐層堆疊累積的方式將各層截面粘合起來，製造出一個實體。不同於傳統所用減法加工的製造方式，積層製造利用加法的概念，採用材料疊加的方式製作物件，這種技術能夠克服工具機無法完成的複雜幾何圖形，又可快速地做出無形狀限制的原型，因此受到市場青睞，更以一體成形的技術突破傳統需要的麻煩程序，此方法可製作任意形狀的產品，迎合市場對於客制化產品的需求，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、醫療及珠寶飾品等諸多領域。

熔融沉積成型技術(fused deposition modeling, FDM)為積層製造技術一種，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，此公司為該技術的領導廠商。FDM 的特點機械結構簡單，設計也最容易，製造成本、維護成本和材料成本也最低，因此是桌上型 3D 印表機中使用得最多的技術，FDM 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，適合航空、汽車、醫療與組織工程支架製作。目前市面上桌上型熔融沉積技術印表機噴嘴孔徑 0.4 mm，列印線寬約為 400 μm，工業級的噴嘴為 0.2 mm，其列印線寬可到 200 μm，雖然噴嘴孔徑愈小可列印愈小線寬，但噴嘴愈小，在列印過程容易造成噴嘴阻塞，因此若要製作尺寸更微小的產品有其限制。

2. 靜電紡絲

靜電紡絲技術於 1934 年由 Formhals 等提出[1]，是一種利用高分子聚合物溶液或熔體在強電場作用下將射流(jet)飛射出來，可用來製備微米到次微米直徑結構的加工技術。1964 年由 Taylor 等學者發現將高分子聚合物溶液裝入容器內導入高電壓，當高分子聚合體溶液流出針尖時，會因表面張力的支撐而在針尖末端形成半圓球狀的液滴，同時因高壓靜電的導入，針尖與收集器間產

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】395 期・105 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