

修士論文概要書

CD

2007年1月提出

学籍番号 3605A026 - 9

専門分野	機械工学	氏名	太田 智道	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				
研究 題目	静電液滴吐出を利用した三次元造形と成膜				

1. 研究目的

近年、インクジェット技術はプリンタでの利用が進んでいると同時に、微細な液滴を精密に吐出できるという特徴から、精密加工技術として注目されている。インクジェット技術は、ピエゾや熱を利用した方式が主流であるが、数～10数 mPa・s 程度の低粘度インクしか扱えず工業製品への応用が制限される。これに対してわれわれは、液体を満たした絶縁性のノズルに電圧を印加することによりノズルの先端から液滴を吐出させる静電インクジェット現象の研究を行っている。この静電インクジェット現象にはピエゾや熱を利用した方式にはない以下のような利点がある。

- (1) 印加する電圧の大きさによって、ノズルから吐出させるインクを液滴状や、霧状に変化させることが可能
- (2) 通常用いられている液体よりも大幅に粘度の高い液体を吐出することが可能

2. 実験方法

本研究では静電インクジェット現象を工学的に応用するために、図1のような実験装置を用い、基礎特性実験、積層、成膜を行った。なお、基板は導電性基板と絶縁性基板への吐出を行い、サスペンションは成形性と強度の観点からセラミックサスペンションを用いた。



図1 静電インクジェット現象

3. 実験結果

(1) 基礎特性

印加電圧と吐出形態の関係の調査を目的とし、電極間ギャップ、印加電圧を変化させた場合の描かれるラインの比較を行い、AFMで形状を測定した。絶縁性基板においては印加電圧が高くなったが、両基板ともほぼ同様の吐出傾向が得られた。液滴吐出が始まる印加電圧で大きな液滴状の吐出が見られ (mode 1)、徐々に印加電圧を上げていくと微細な吐出に変化した (mode 2)。さらに印加電圧を上げるとドット径は大きくなり、吐出されなくなった。また、mode 1で吐出されたドットは図2のように縁が形成された。mode 2での吐出においてはギャップが小さいときには mode 1 同様、縁が形成され、ギャップが大きいときは

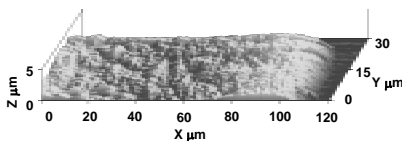


図2 ドット形状 (mode 1)

は図3のように縁は形成されず、全体的に均一な高さとなった。以上より、3次元造形には、ギャップを小さくとり、mode 2での吐出が始まる電圧を印加する条件が適しており、成膜にはギャップを大きくとり、高電圧を印加する条件が適していると考えられる。

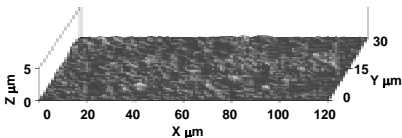


図3 ドット形状(mode 2, ギャップ大)

(2) 積層

積層特性の把握を目的に、印加電圧 1.4 kV、ギャップ 0.5 mm で積層させたときの滴下回数による高さやライン幅の変化を導電性基板にて測定した。レーザー変位計で測定した結果、滴下回数に対する高さは線形性を示し、ライン幅は一定となっていることから静電インクジェットによる三次元造形の可能性が示された。

しかし、三次元造形を行う際、滴下された液滴にテーラーコーンが引き寄せられ、鉛直下方に滴下されないことがある。そこで、滴下された液滴の影響を調べるために、ギャップ 0.5 mm、印加電圧 1.25 kV で液滴を隣接させて吐出を行う際の様相を高速度カメラで観察した。液滴の吐出の様子をそれぞれ図4, 5に示す。図5よりテーラーコーンが鉛直真下に滴下されていない様子が分かる。また、このときのチューブ先端付近の電界強度を計算した結果を図6, 7に示す。計算結果より、テーラーコーンと基板間で形成される電界が滴下された液滴の存在により大きく変化し、電界強度に偏りを生じさせていることが分かる。このため、テーラーコーンが滴下された液滴に引き寄せられ、液滴が鉛直真下に吐出されないと考えられる。

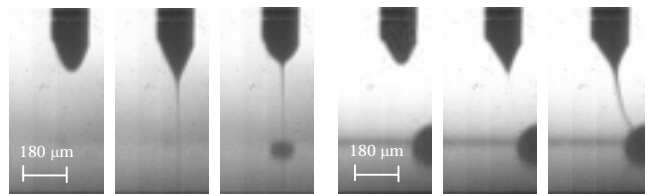


図4 滴下した液滴の影響なし

図5 滴下した液滴の影響あり

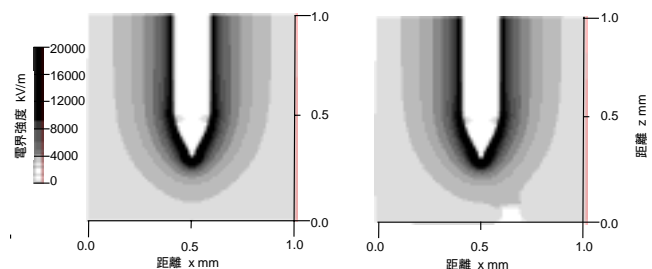


図6 電界強度 (図4に対応)

図7 電界強度 (図5に対応)

(3) 成膜

成膜を行う際、基板へ十分に液滴が塗布されないことがある。そこで、滴下回数を増やすことにより、塗布した際の充填率を向上させることが出来るのではないかと考え、ギャップ 1.5 mm、印加電圧 2.3 kV で、滴下回数による充填率と高さの関係を AFM で測定した。滴下回数に比例して充填率が増加しているのに対し、高さの増加が小さいことから、充填率を上げるために、複数回塗布することは有効であると考えられる。

発表論文

1. 太田, 神山, 川本, オフセット輪転機に生じる印刷縞の発生メカニズム, DD2006 (2006) pp.236.
2. 川本, 神山, 太田, オフセット輪転機に生じる印刷縞の発生メカニズム, 機械学会論文集 C (投稿中).