

修士論文概要書

CD

2007年1月提出

学籍番号 3605A101 7

専門分野	機械工学	氏名	堀川 孝史	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				

研究 題目	静電インクジェット現象とその応用
----------	------------------

1. 研究目的

図1に示すような、液体を満たした絶縁性のキャピラリーチューブに電圧を印加することによってチューブ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た。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で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である。
- (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利用することができる。

この静電インクジェット現象を工学的に応用するために、染料および顔料インクを用いて、印字の微細化と高速化を目的とし、研究を行った。

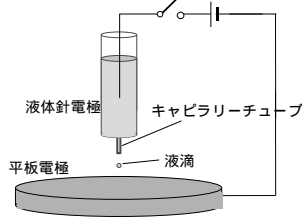


図1 静電インクジェット現象

2. 実験結果

(1) 印字の微細化

染料および顔料インクを用いた実験では、霧状滴下の領域を利用し、電極間にパルス電圧を印加することで、微小な液滴の滴下を制御し、実際に印字を行った。この際、昨年に比べいくつかの改善を行った。まずこれまで印字ではギャップを1.0 mm程度としてきたがこれを0.3 mmとし、液滴を滴下する写真紙もより薄いものを用いた。これによりチューブ先端から平板電極までの距離がより微小となり、液滴の飛散を抑え微小印字へとつながった。また平板電極の制御をより精密なものとし、液滴の吐出位置の誤差を数 μm 程度とした。これらの結果印字された文字を図2に示す。これより、外径150 μm 、内径15 μm のチューブを用いた印字では2032 dpi程度の印字が可能であることがわかった。また、1 mm以下の小さな印字に関しては、市販のインクジェットプリンタによる印刷よりも鮮明であった。

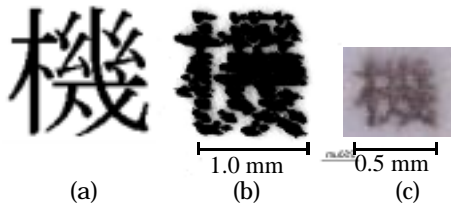


図2 印字結果

- 印字に用いた原型のビットマップ、64 \times 64 pixel
- 市販のインクジェットプリンタで印刷した結果
- チューブ内径15 μm 、ギャップ0.15 mm、オフセット電圧0.2 kV + パルス電圧0.4 kVにおける印字結果、2032 dpi

(2) 印字の高速化

静電インクジェット現象の問題点として印字速度が遅いことが挙げられる。そこで、2本のシリンジにノズルを取り付けそこからインクを吐出させることで印字の高速化を図るマルチノズル化の研究を行った。

このマルチノズルを実際に利用するには、パルス電圧を印加して、互いに液滴の吐出を制御することが必要である。このとき、2本のノズルは互いの電界の影響を受け、図3に示すように、互いに反発しあうように液滴は吐出され、描画したライン

に偏心量が生じてしまう。そのため、ノズルの両サイドに制御電極を設置し、ノズルの電界を安定させた。このとき液滴が鉛直下方向に吐出されている様子を図4に示す。ノズルには1.5 kVの電圧を印加している。また電界強度の計算もあわせて行い、鉛直下方向に安定した電界が形成されていることを確認した。これより、実験と計算の両面から、制御電極を設置することによって、マルチノズル化が可能であることを実証した。

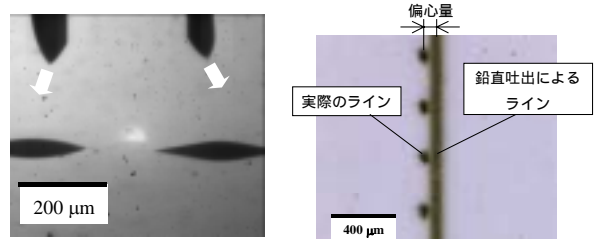


図3 ノズル先端の反発とラインの偏心量

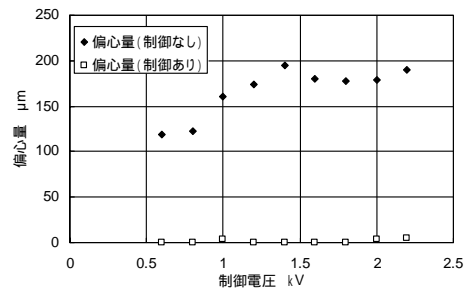


図4 制御電極の有無によるラインの偏心量の違い (gap 2.0 mm 印加電圧 2.0 kV)

さらに、マルチシリンジ型に比べ装置の小型化やコスト削減が可能となると考えられる単一のシリンジを用いたシングルシリンジ型の研究を行った。シングルシリンジ型ではこれまでのような導電性インクを用いた場合、各ノズルからの吐出の制御が不可能であるため、絶縁性インクを用いて実験を行い、基礎特性の把握、および吐出メカニズムの解明のための実験を行った。図5に示すように絶縁性インクを用い、電界をノズルの先端部分に集中させることで、絶縁性インクをそれぞれのノズルから任意に吐出できることを実証した。

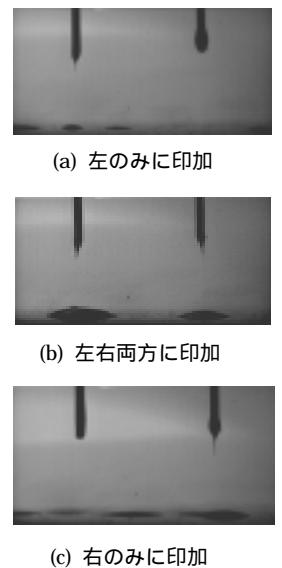


図5 シングルタンクによる吐出

発表論文

- 堀川, 梅津, 川本, 静電インクジェット現象を利用した電気回路パターン描画, ICIJ2006 (2006) pp.25-28.
- 梅津, 堀川, 田邊, 川本, 静電インクジェット現象を用いたマスクレス回路描画技術の開発, SEAD19 (2007) 発表予定.