

家庭用プリンターに対するインク粘度調整用ヒーター搭載の試み

Attempt to install a heater for adjusting ink viscosity in a household printer

森 真柊¹, 高橋 啓太¹, 齊藤 衛¹, 杉本 雅明¹

Masyu MORI¹, Keita TAKAHASHI¹, Mamoru SAITO¹, Masaaki SUGIMOTO¹

¹エレファンテック株式会社

¹Elephantech Inc.

【要約】

家庭用プリンターに使用されるインクは、プリントヘッドに対して適切な粘度に調整されている。当然、高粘度のインクをセットしてもそのままでは印刷できない。例えば、PEDOT インクは一般的にグラフィック用インクより粘度が高いため、今までは専用のプリンターを使用する必要があった。しかし、加温によってインク粘度を下げられるならば印刷出来る可能性がある。そこで今回は、家庭用プリンターのインクカートリッジ部にヒーターを設置する改造を施した。これにより、インク粘度をコントロールすることが可能になるため、高粘度のインクも使用できるようになる。

この改造により、家庭や研究機関の実験室環境でも、PEDOT をはじめとした様々なインクをセットしての印刷や試作が可能になる。例えば、透明な電気回路を形成して LED を実装することや、タッチセンサーなどの試作もできるようになる。本検討では、その可能性を調査した。

キーワード: 家庭用プリンター, 機能性印刷

【Abstract】

The inks used in household printers are adjusted to an appropriate viscosity for the print head. Naturally, even if high viscosity inks are set, they cannot be printed as is. For example, PEDOT ink is generally more viscous than graphic inks, so until now it has had to be used in a special printer. However, if the viscosity of the ink can be lowered by heating it, there is a possibility that it can be printed. Therefore, this time, a heater was installed in the ink cartridge section of the home printer. This makes it possible to control the ink viscosity, so that high viscosity ink can be used.

This modification allows for printing and prototyping of various inks, including PEDOT, in a laboratory environment at home or in a research institute. For example, it will be possible to form transparent electrical circuits and implement LEDs, as well as prototype touch sensors and other devices. In this study, we investigated the possibilities.

Keywords: Household printer, functional printing

1. はじめに

家庭用プリンターによく用いられるグラフィック用インクの溶媒は概して水ベースとなり、粘度が低い傾向にある。対して、グラフィック用ではない機能性材料インクは溶媒が溶剤ベースのものが多く、グラフィック用インクに比べて粘度が高い傾向にある。また、家庭用プリンターのプリントヘッドは水ベースの低めの粘度に最適化されているため、粘度の高い機能性インクは吐出が困難である。しかし、熊沢(1974)⁽¹⁾、飴山(1982)⁽²⁾、田中ら(1983)⁽³⁾のように、インクジェットヘッドあるいはその近傍の流路を加温することで、インクの粘性をコントロールし印刷する手法は確立されている。同様の改造を家庭用のインクジェットプリンターに施すことによって、粘度の高いインクを吐出することができるようにする試みを行った。本改造が成功すれば、家庭や研究機関の実験室環境でも、幅広い機能性材料の印刷が可能になる。

2. 改造手順

プリンターは EPSON 製 PX-S170T を使用した。モノクロインクのみインクジェットプリンターで A4 サイズまで印刷できる機種である。インクの交換は、カートリッジ

交換ではなく、ボトルにより補充を行う。選定理由は、ボトル補充であるためインクの変更が容易にできること、インクの経路がわかりやすいこと、ヘッド周りのスペースが広めで改造しやすいことである。

まずはプリンターの構造を把握した。筐体のプラスチックカバーを取り外し、プリントヘッド(以下「ヘッド」)を露出させていく。クリーニング時にインクを回収するボックスから始め、側面のパネルを外していき、筐体上面の蓋状のパネルまで取り外す。(図 1)



図 1. 蓋状のパネルまで取り外した状態

特殊ネジなどは使用されておらず、市販のドライバーで取り外し可能であった。シール等で隠されたネジは存在しなかった。ヘッドがベルトによって稼働することが確認できるが、この機構では重量物をヘッドキャリッジに搭載するとモーターが脱調してしまう恐れがある。インク加温機構の重量をなるべく減らすため、インク加熱用ヒーターの制御機器等は、できる限りプリンター外に設置することにした。

そのままヘッド部の分解に取り掛かる。上蓋を外し、中のインクタンクを取り出す。(図 2, 3)

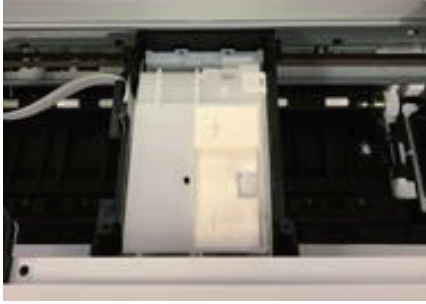


図 2. ヘッド上部のインクタンク



図 3. 取り外したインクタンク

タンク側面に取り付けられたパネルは着脱が容易で、インク経路に近く、薄いフィルム越しにインクを温められる構造であり、加温効率が良さそうなので、このパネルをヒーター設置のベースとして利用することにした。

次にヒーターを制作した。温度制御は、ヒーター部に熱電対を設置し、温度調節器で指定温度を維持することにした。ヒーター及び熱電対は、タンクとパネル間の隙間に設置するため、薄いことが求められる。ヒーターは弊社製品である P-Flex[®]を用いて、15Ω でパネルと同サイズにて制作した。熱電対は佐藤商事の K 熱サーモカップルシート L を使用し、温度調節器は Panasonic 製 KT4R を使用した。

取り付けの順番としては、パネルにヒーター、熱電対、温度ムラ防止の銅テープの順で貼り付けた(図 4,5)。熱電対はヘッドに近い側に貼り付け、同様にタンク側もヒーター側のフィルム面に銅テープを貼り付けた。加熱の際、パネルが膨張して両者間に隙間ができてしまったため、CPU 用の熱伝導グリスを厚めに塗ってからパネルを元の位置にはめ込むことで対策した(図 6)。

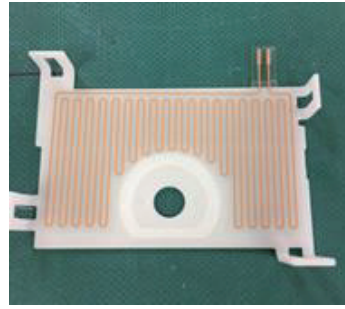


図 4. ヒーターの貼り付け状態

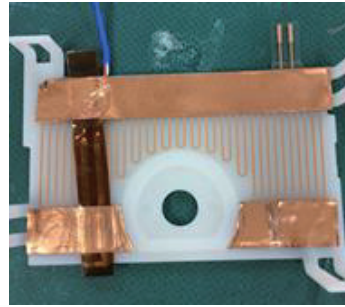


図 5. 熱電対と銅テープの貼り付け状態

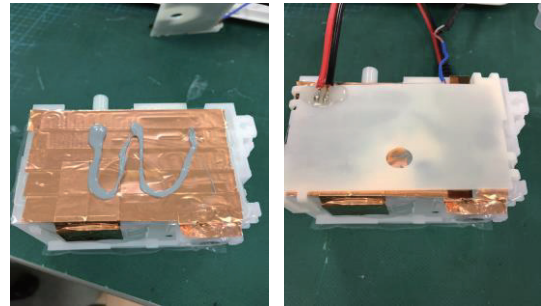


図 6. 熱伝導グリスを塗ったヒーター部

ヘッド上蓋は、ケーブル類が干渉するため取り付けられないこととした。温度調節器用に筐体を作り、それぞれを結線した。ヒーター部が取り外せるよう、コネクタ等で外せるようにした。ケーブル類は左右から逃すと、筐体カバーに引っかかって不調をきたすので、ケーブルをしっかり保持するようにヘッド上方からガイドする対策を施した。最後に、ケーブル等の巻き込みがないように留意しながら、戻せる筐体カバーを戻した。



図 7. 筐体カバーを戻した改造機

3. 実験

実験用インクは Heraeus 社の Clevios PJet(Oled)を使用した。水性 PEDOT/PSS インクで、選定理由は粘度が $9\text{mPa}\cdot\text{s}$ 程度と、PEDOT/PSS インクの中でも比較的良かったからである。

事前に、家庭用インクジェットプリンターがどの程度の粘度のインクに調整されているか計測した。純正の黒色インクは、ブルックフィールド社製デジタル粘度計 LV1M で測定したところ、約 $4\text{mPa}\cdot\text{s}$ (25°C) であることがわかった。

・実験 1

まず初めに、実験用インクの吐出を常温で下記の手順で試行した。

結果は、印刷できなかった。

- 1-1 インクを通常のインクと同じ手順で充填する
- 1-2 ノズルクリーニングを更に行う
- 1-3 ノズルチェックパターンを数枚印刷する
- 1-4 ベタとグラデーションパターンを印刷する

・実験 2

次に、実験用インクを本改造のもと加温することでインクの粘度を下げ、吐出することに挑戦した。

実験用インクは常温で粘度が $9\text{mPa}\cdot\text{s}$ 前後だが、 65°C で粘度が $4\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以下になるとのデータが有る。そこで、ヒーターの温度を 65°C に設定し、インクの温度が設定温度になるまで十分に待ってから、実験 1-2 から 1-4 までのプロセスを実行した。結果として、本改造を施した効果により、インクの粘度を下げる事ができたと考えられ、印刷が可能になることが図 8,9 のように示された。

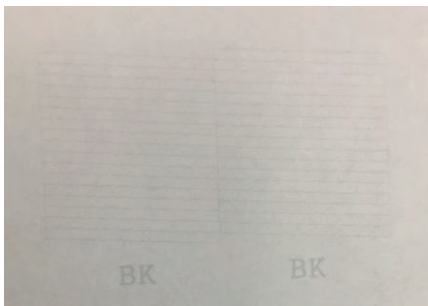


図 8. ノズルチェックパターン

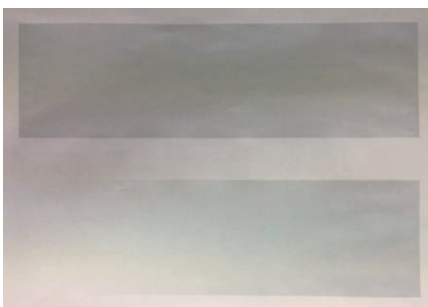


図 9. ベタとグラデーションパターン

その後、より高い温度 80°C でも印刷が可能であることを確認したが、ヒーターの温度を常温に戻し、翌日にヒーターのスイッチを入れて再度印刷に挑戦したものの、ヘッドが詰まり印刷が不可能になってしまった。ヘッドを分解したところ、ゲル状に変化したインクが流路に蓄積し、詰まりの原因になっていた。



図 10. インク流路内の分解後の様子

・実験 3

実験用インクのゲル化の原因がヘッド内部の接着剤との接触かどうか検証した。ヘッド内部に使用されていた接着剤を削って実験用インクと共に攪拌した物と、何もしていない実験用インクを、それぞれ金属皿に入れて室温で 20 時間放置し、状態の変化を見た。結果としては変化がなく、接着剤の影響ではないと考えた。

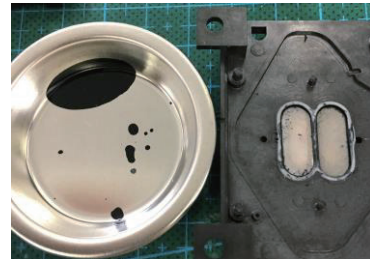


図 11. マテコン試験の様子

5. まとめ

本検討では、家庭用インクジェットプリンターであっても、温度によるインク粘度の調整を行えば、粘度が高いインクを吐出できることを示せた。一方で、連続的に安定して機能性インクをプリンターで印刷するには、ヘッド詰まりを起こさないようにする工夫が、その原因究明とともに必要であることもわかった。この結果を発展させて、簡単に家庭用プリンターで幅広い粘度のインクの吐出が可能になれば、UV インクや PEDOT/PSS インクなどを家庭でも手軽に印刷できるようになる。現在では制作に高価な機材が必要なフルカラーの 3D 造形物や透明タッチセンサーアレイなどが、個人の卓上で印刷できる未来がくるかもしれない。

参考文献

1. 東京芝浦電気株式会社, 熊沢幸芳, インクジェット用記録ヘッド, 特開昭 49-101473, 1974-09-25
2. コニカ株式会社, 田中康彦, 木村 凱昭, インクジェット記録装置, 特開昭 58-155960, 1983-09-16
3. 株式会社リコー, 飴山 実, インクジェット記録装置, 特開昭 58-212953, 1983-12-10

