

## レーザアブレーションによる 透明導電性膜の配線描画

五十嵐 亮太

Ryota IGARASHI

電子情報学専攻修士課程 2年

### 1. はじめに

私は、2019年3月9～12日に東京工業大学大岡山キャンパスで開催された「2019年第66回応用物理学会春季学術演会」に参加し、11日に「レーザアブレーションによる透明導電性膜の配線描画 (Patterning of Transparent Conductive Films by the Laser Ablation Method)」というテーマでポスター発表を行った。

### 2. 研究背景

液晶ディスプレイ等では、微細な画素を2次元的に配列させ、個々の画素に異なる電圧を印加して画像を構成する方法が取られる。そのためにはマイクロメートルオーダーの配線パターンを形成する必要がある。フォトリソグラフィやドライエッチング等の大型で高価な装置を利用する微細加工技術が用いられる。このような大型装置を利用せずに、簡便な方法で微細なパターンを形成することが、試作加工や多品種少量生産向けの技術として求められる。そこで私は、レーザアブレーション技術を利用して、このような微細加工を実現することを目標として研究を行った。

### 3. 実験結果

光源には、時間幅8 ns のパルスを1秒間に2000回放出する波長527 nm のレーザを使用した。そして、焦点付近に厚さ200 nm の透明導電膜 (ITO) をコートしたガラス基板を置き、電動ステージにより5～20 mm/s で駆動した。焦点距離20 mm のレンズを通して80  $\mu$ J のパルスを照射すると、図1に示すように、焦点位置 ( $\Delta z=0 \mu$ m) ではアブレーション

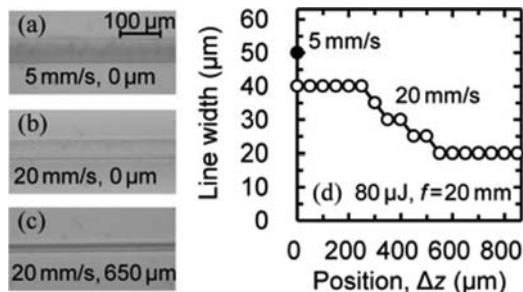


図1 (a)–(c) アブレーション痕の顕微鏡写真。基板を焦点距離20 mm のレンズの焦点位置から移動させた。(d) アブレーション痕幅の位置依存性。

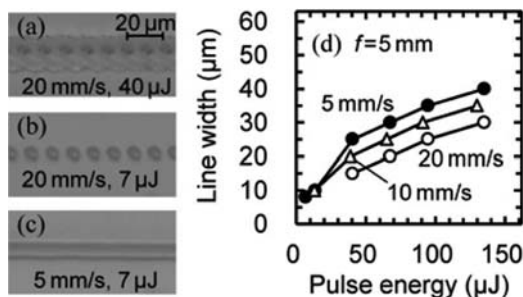


図2 (a)–(c) 焦点距離5 mm のレンズでのアブレーション痕の顕微鏡写真。(d) アブレーション痕幅のパルスエネルギー依存性。

痕が40  $\mu$ m 以上の幅になったが、焦点から600  $\mu$ m 程度レンズに近い位置では20  $\mu$ m 程度まで細くなった。焦点距離5 mm のレンズに変えて焦点位置で照射すると、図2のように直径10  $\mu$ m 以下のアブレーション痕が形成されるため、20 mm/s では連続した線とならなかったが、5 mm/s では幅8  $\mu$ m の線状となった。

### 4. 液晶ディスプレイの作製

アブレーションによって、ITO ガラス基板に画素を二次元配列させ、図3に示すような液晶ディスプレイを作製した。基板には0.8 mm 角の画素を1 mm 周期で20画素配列させ、2枚の基板間に30  $\mu$ m の隙間を作り、カイラルピッチ5  $\mu$ m のコレステリック液晶を封入することで作製した。作製したディスプレイの特定の電極に電圧を印加すると、対応する画素部分の液晶を制御することに成功した。

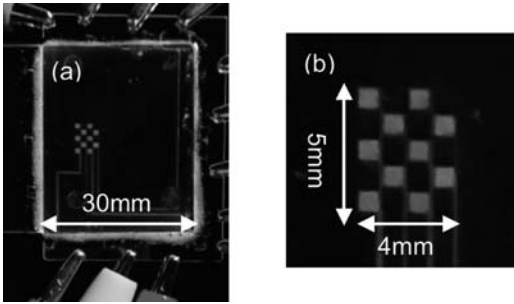


図3 (a) 作製した液晶ディスプレイ. (b) 拡大写真.

## 5. プリント基板への応用と考察

この微細加工技術を、厚さ  $35\ \mu\text{m}$  の銅がコート

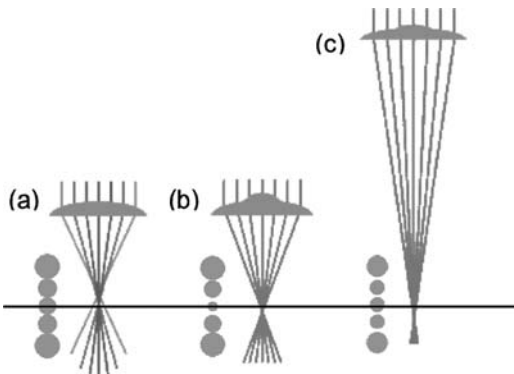


図4 ビームの集光性. (a) 通常のレンズ. (b) 非球面レンズ. (c) 焦点距離が長い非球面レンズ.

されたプリント基板でも行うことを検討している. ITO ガラスと比べて、膜厚が100倍以上厚いことや、高い反射率と熱伝導率を有する為、図4に示すように、レンズの収差と焦点距離を考慮する必要がある. 非球面レンズを使うことで、ビームを一点に集光することができ、焦点距離が長いレンズを使うことで、焦点深度が向上する. これによって、より微細で深いアブレーションが行えると考えている.

## 6. まとめ

レーザアブレーション技術によって、簡便に配線パターンを形成できることを示した. 照射対象によって適切な加工条件を見つけ出すことで、汎用的な微細加工が可能であり、このことは多品種少量生産等の技術として活用できる.

## 7. おわりに

発表を通して様々な質問や意見を頂いた. また、他大学や企業の研究者の発表を聞くなどの貴重な経験ができた. これらの経験は今後の研究活動に活かしていきたいと思う.

最後になりましたが、今回の発表にあたりご指導をいただきました斉藤光徳教授をはじめ、斉藤研究室の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます.