

# LCOS 型空間光位相変調器を用いたワンショット 3D レーザ加工の検討

## One-shot 3D laser microfabrication using spatial light modulator based on LCOS

santec 株式会社<sup>1</sup>, 分子科学研究所<sup>2</sup>

○堀田雄二<sup>1</sup>, 音羽亮平<sup>1</sup>, 西立野将史<sup>1</sup>, 桜井康樹<sup>1</sup>, 鄭麗和<sup>2</sup>, 山本浩史<sup>2</sup>, 平等拓範<sup>2</sup>

santec Corporation<sup>1</sup>, Institute for Molecular Science<sup>2</sup>

Yuji Hotta<sup>1</sup>, Ryohei Otowa<sup>1</sup>, Masashi Nishitaten<sup>1</sup>, Yasuki Sakurai<sup>1</sup>, Lihe Zheng<sup>2</sup>, Hiroshi Yamamoto<sup>2</sup>, Takunori Taira<sup>2</sup>

E-mail: [hotta@santec-net.co.jp](mailto:hotta@santec-net.co.jp)

### 1. はじめに

レーザ加工で用いられるレーザ照射位置の可変方法は、2 軸のガルバノミラーを用いてレーザスポット光を一筆書で描画する方法が主流である。この方法は、加工面積に比例してレーザ光を往復させる必要があるため、特に微細で大面積な加工を行う場合描画時間を要するという課題があった。今回、LCOS 型 (Liquid Crystal On Silicon) 空間光位相変調器 (SLM) を用いて描画した加工像を被加工面に結像させることでワンショットで 3 次元レーザ加工を行う方法について検討したので報告する。

### 2. 実験

Fig. 1 に実験で用いた光学構成を示す。顕微鏡ユニットの被写体側に SLM を配置し、SLM 上に描画した加工像が対物面側で結像される光学構成をとっている。描画した像に忠実な 3D 加工を実現するためには、SLM の変調面に入射されるレーザビーム強度が面内で均一であることが重要であり、例えばガウス分布のような空間的に強度分布を持つようなレーザ光はワンショットの 3D 加工には適さない。今回は、異なった形状のマイクロレンズが空間的にランダム配置された特殊なマイクロレンズアレイを拡散板 (DF) として用いている。レーザ光源 (LS) として波長 532 nm の YAG マイクロチップレーザを用い<sup>[1][2]</sup>、SLM は WXGA+解像度 (1440 x 1050 画素) のものを用いた。なお、諧調度は 10 bit、画素サイズと画素ピッチはそれぞれ 10  $\mu\text{m}$ 、10.4  $\mu\text{m}$  である。SLM と PBS をクロスニコル配置で設置し、光強度変調された SLM 像が被加工面に結像される。顕微鏡ユニット倍率は 20 倍で、SLM の 1 画素が 0.5  $\mu\text{m}$  に相当する倍率とした。なお、厚み方向 (Fig.1、Z 方向) はレーザ光を 10 bit 分解能で空間変調することで高精度な加工を実現する。

### 3. 実験結果

今回、被加工物として低コストで大面積な半導体素子の実現が期待されている有機電界効果トランジスタ薄膜<sup>[3]</sup>を用いた。レーザの加工条件は出力 1.25 mJ、パルス幅 130 ps、繰り返し周波数 50 Hz である。SLM 像は線幅 10 画素 (加工面で 5.2  $\mu\text{m}$  に相当) の格子パターン (Fig. 2) であり、露光時間 5 秒ワンショット加工することで線幅 5  $\mu\text{m}$  の格子状加工パターン (Fig. 3) を確認した。光学系、レーザ加工条件の最適化により、サブ  $\mu\text{m}$  の加工も可能であると考えている。

### 4. 参考文献

- [1] R. Bhandari, T. Taira: Optics Express **19**(20) 19135 (2011)
- [2] R. Bhandari, T. Taira: Optical Engineering **52**(07) 076102 (2013)
- [3] H. Yamamoto, M. Nakano, M. Suda, Y. Iwasa, M. Kawasaki and R. Kato: Nature Commun. **4**, 2379/1–2379/7 (2013)

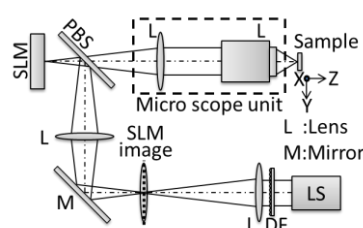


Fig.1 Laser processing system

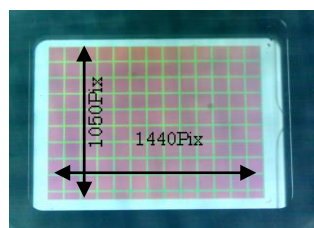


Fig.2 SLM display pattern

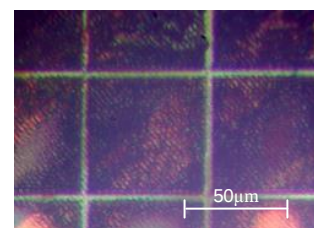


Fig.3 Processing pattern