

一列アレイを積層した正方形断面光ファイバマトリックスの露光特性

Exposure Characteristics of a Squared Optical Fiber Matrix Stacked with Linear Arrays

東京電機大院工, °堀内敏行, 渡辺 潤, 岩崎順哉, 小林宏史

Tokyo Denki Univ., °Toshiyuki Horiuchi, Jun Watanabe, Jun-ya Iwasaki, and Hiroshi Kobayashi

E-mail: horiuchi@cck.dendai.ac.jp

1. はじめに

2次元コードマークを簡便安価に転写するため、先端を正方形化した光ファイバのマトリックスを形成し、各光ファイバに発光ダイオード(LED)から光を供給して遮光面を縮小レンズでレジスト面上に投影露光する装置を開発中である。これまでに直径1mmのプラスチック光ファイバの先端20mmを正方形穴内で加熱して正方形化する方法を開発した^{1,2)}。また、10×10マトリックスを製作して1/10縮小投影露光でコードマークを転写し、市販のマークリーダーでエラーなく読み取れることを確認した³⁾。さらに、マーク寸法を縮小するため、直径0.5mmの光ファイバをスリット状の穴内に一列に並べて先端を同時に正方形化成形する技術を開発した⁴⁾。ここでは、同時成形したときの光漏洩と、その一列光ファイバアレイを積層して露光するときの漏洩の影響を検討した。

2. 正方形化によるクラッドの損傷

円形断面光ファイバの先端を、正方形穴を持つ治具内で加熱すると、径方向に膨張して正方形化される一方、軸方向に収縮して端面が後退する。このとき、加熱治具に接するクラッドはコアから剥がれたり、表面が荒れたりし、正方形化部で光の漏洩が起こる。直径0.5mmの光ファイバを一本ずつ成形する場合、光ファイバ射出光の強度は、成形前の平均65.6%となった。

一方、光ファイバ10本をスリット状の穴内に一列に並べて先端を同時に正方形化すると射出光の強度は、成形前の平均79.6%となった。同時成形するとファイバが相互に押し付けられる側壁は損傷されず、加熱治具に接する側壁のみ損傷されるため、光漏洩が減ると考えられる。10本並べて同時に正方形化成形したときのアレイ方向のファイバ断面辺長のばらつきは±15μm程度であった。また、約1μm厚のポジ型i線レジストに1/10縮小投影転写した穴パターンの寸法ばらつきは±3μmであった。

3. 積層光ファイバによるパターン形成

光ファイバをマトリックス化する際に、横一列の同時成形光ファイバアレイを上下面に反射膜や接着剤を付けずにそのまま押し付けて重ねれば、横方向とはほぼ同じファイバ間隔で密に配列できる。上下面の加熱損傷が軽微で光漏洩がマーク転写に影響しなければ、これが可能と考え、光ファイバ10本のアレイを3段に重ねたマトリックスを製作して露光実験を行った。光ファイバに互い違いにLED光を入れて、市松模様のパターンを露光時間3.6sで転写した結果をFig. 1に示す。漏洩光は暗部の転写状況にほとんど影響を与えないことが分かった。

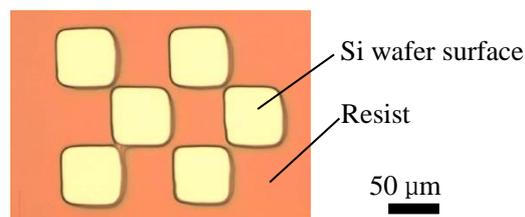


Fig. 1 Patterns printed using the new optical fiber matrix stacked with linear arrays.

4. むすび

横一列に同時成形した光ファイバアレイをそのまま積層してマトリックス化しても、良好にパターンを転写できる見通しを得た。

本研究の一部はジェイアイエンジニアリングとの共同研究費、および科研費基盤研究C 17K05021により行った。

- 1) J. Iwasaki, T. Horiuchi, Review of Sci. Instru. **83**, 045445, (2012).
- 2) J. Iwasaki, T. Horiuchi, J. Photopolymer Sci. & Technol. **25**, 461-465 (2012).
- 3) J. Watanabe, K. Kato, J. Iwasaki, T. Horiuchi, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 06FP11 (2015).
- 4) T. Horiuchi, J. Watanabe, Y. Suzuki, J. Iwasaki, Proc. SPIE, **10232**, 102320D-8 (2017).