

光渦同軸干渉光を利用したレーザー描画露光法による フォトリソストへの回折限界を超えた曲線パターンの形成

Formation of curve pattern beyond diffraction limit on photoresist by laser drawing exposure method using coaxial interference pattern of optical vortices

○(M1) 膝附拓也¹, 坂本盛嗣¹, 野田浩平¹, 佐々木友之¹, 川月喜弘², 後藤耕平³, 小野浩司¹

1. 長岡技科大, 2. 兵庫県立大, 3. 日産化学(株)

○(M1) T. Hizatsuki¹, M. Sakamoto¹, K. Noda¹, T. Sasaki¹, N. Kawatsuki², K. Goto³ and H. Ono¹

1. Nagaoka University of Technology, 2. University of Hyogo, 3. Nissan Chemical CORPORATION, LTD

E-mail: s163200@stn.nagaokaut.ac.jp

フォトリソグラフィは、金属構造の微細加工を要する電子・光デバイス開発において必要不可欠な技術である。フォトリソグラフィにおけるレーザー描画露光法では、描画プロセスを計算機上で設定することで任意の感光パターンをレジストに加工できるが、感光パターンの空間分解能が光の回折限界に制約されてしまうため微細化に制限がある。このレーザー描画露光法での光の回折限界の問題を克服できれば、解像度と柔軟性の両面で優れたフォトリソグラフィが実現できる。そこで我々は先の研究で、光渦の同軸干渉光を利用して、ガウシアン光を用いた従来の手法よりも微細な感光処理を可能とする新しいレーザー描画露光法を提案した[1]。この手法は、光渦の同軸干渉光の中心暗線部分を用いることで、回折限界よりも微細な構造の形成を可能とする。更に、露光エネルギーを増大させることで、原理上は無限小の細線加工ができるという特徴を有する。先の報告では本手法を用いて、回折限界以下の線幅の直線パターンの金属構造を形成することに成功した。今回我々は、任意の感光パターンの形成に向けて、光渦同軸干渉光を用いた回折限界以下の線幅の曲線パターン描画について実験的検証を行ったので報告する。

光学系を Fig. 1 に示す。光源には He-Cd レーザー(325nm)を用い、軸対称半波長板(AHP)及び偏光子の組み合わせにより発生させた $\ell = \pm 1$ の光渦同軸干渉光を、回転ステージの上に設置したネガ型レジスト膜へと照射した。このとき、光渦同軸干渉光の暗線部分がステージの回転円の接線方向を向くようにし、その状態で回転ステージを動作させることで円弧状のパターンの描画を行った。また、描く円弧の半径は回転ステージをマウントしている X-Y ステージを動作させることで設定した。

半径 2mm の円弧パターンを描画し、現像を行ったレジストの顕微鏡画像を Fig. 2 に示す。光渦同軸干渉光の中心暗線部分によって形成される未露光領域の線幅を干渉顕微鏡で測定したところ、約 $2.2\mu\text{m}$ であった。本実験条件である、ビームの波長 $\lambda = 325\text{nm}$, 集光レンズ $f=150\text{mm}$, 集光前のビームの直径 $D=4\text{mm}$ から今回用いた光学系における回折限界のビーム径を算出すると、約 $15\mu\text{m}$ となる。従って、光渦同軸干渉光を用いた描画露光法により、回折限界よりも十分微細な円弧状のレジストパターンを形成することに成功した。

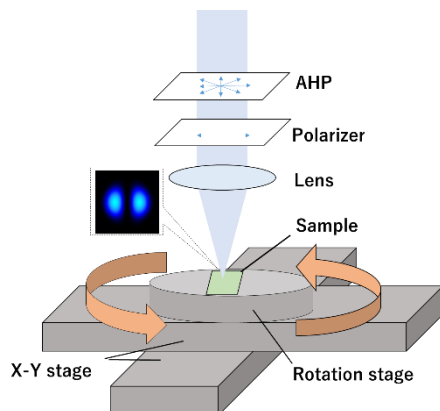


Fig.1 Schematic illustration of drawing system.

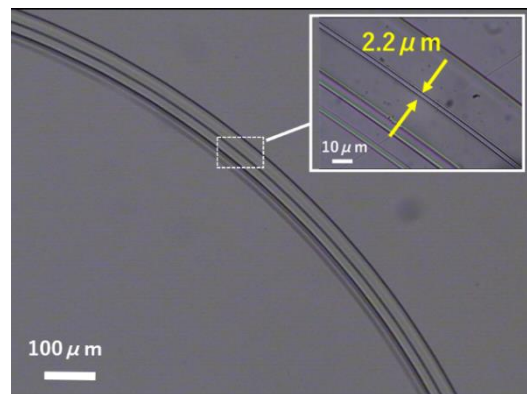


Fig.2 Microscope image of fabricated photoresist structure.

[1] M.Sakamoto et al., Appl. Phys. Lett.**112**, 021106 (2018).