

SR 光リソグラフィーによる三次元微細構造の製法開発 (1)

Development of a fabrication method of 3-dimensional micro structure utilizing synchrotron radiation lithography. (1)

池側 麻衣^a, 北村 治雄^a, 池田 弘幸^b, 杉山 進^b
 Mai Ikegawa^a, Haruo Kitamura^a, Hiroyuki Ikeda^b, Susumu Sugiyama^b

^a宮川化成工業株式会社, ^b立命館大学 SR センター

^aMiyagawa kasei industry, Co., Ltd, ^bThe SR Center, Ritsumeikan University

複雑な形状を有する微細構造物を得るため、三工程に分けて露光を行う。第一工程では、PCT法(Plane-pattern to Cross section Transfer の略)を利用して、傾斜角のある土台を形成させる。第二工程では、接触露光法により半月模様を土台の上面に形成させる。第三工程では、同様の手法で×模様を土台の上面に形成させる。本報では、良好な表面状態を保った、寸法精度の高い土台を得る。

In order to produce micro structure with complicated shape, PMMA sheet is exposed in 3 processes. First, base-structure with tilt angle is formed utilizing PCT technique. Then, crescent marking is fabricated on base-structure by contact exposure method. Finally, X-mark is patterned in the same way. In this report, base-structure with keeping on good surface condition and high dimensional accuracy is obtained as a primary step.

Keywords: fabricated 3-dimensional structure with complicated shape

背景と研究目的

微細構造物は半導体を中心とした電子機器だけでなく、医療やバイオ分野などで幅広く使用されている。このような微細構造物は高い寸法精度を要求することから、加工手法としては一般的に機械加工が採用されている。

しかしながら、この手法では時間効率が悪く、サンプルを同時に大量生産することに不向きであった。そこで、高い指向性を持つSR放射光を用いたX線リソグラフィーを利用して、三次元構造体の加工を施すことに注目した。これによりマイクロオーダーの構造物が大量生産できると期待される。

本研究では、複雑な形状を有する25個の土台サンプルを同時に作製した。そして、露光技術により土台上面に2種の模様を施すことで、従来の機械加工では困難な微細パターンニング技術を確認した。本報では、初期段階として、土台サンプルを作製し、表面状態と寸法精度から次段階への有用性が可能か検討を行った。

実験

3mm厚のPMMA板を用いて、PCT法により傾斜付き土台を同時に25個(5列×5列 ピッチ3mm)作製した。PCT法とは、Fig. 1.で示すように、マスクを固定し、PMMA板をZ軸方向に往復運動させながら露光させた後、PMMA板を90°回転させて同軸方向に往復運動させる露光法である¹⁾。露光後は2時間または5時間かけて現像を行った。評価方法としては、顕微鏡を使用し、寸法、形状、及び表面状態を確認した。なお、現像液は2-(2-n-ブトキシエトキシ)エタノール60%、モルホリン20%、2-アミノエタノール5%、純水15%の混合液を使用し、現像温度は40°Cとした。

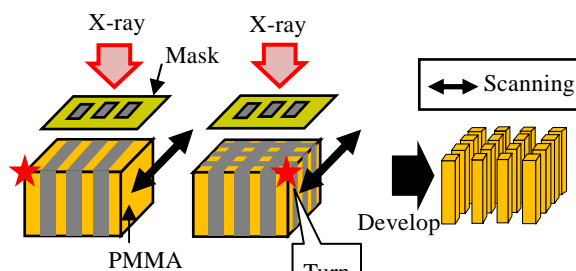


Fig. 1. PCT technique.

結果および考察

Fig. 2.に現像後の土台のマイクロスコープ写真を示す。その結果、上面幅 $96\mu\text{m}$ 、高さ $215\mu\text{m}$ 、傾斜角 82 度を有する土台が得られた。マスクの線幅は $93\mu\text{m}$ であることから、理想に近いパターンが形成されていることがわかった。

しかしながら、現像後、PMMA 板を 2 週間放置すると、**Fig. 3.**に示すように、土台底部分にヒビが発生していることが判明した。これは、切断された PMMA 鎖がもたらした残留ひずみによるものと推察する。そこで、現像時間を延長することで、切断された PMMA 鎖を除去した。さらに、現像後の PMMA 板に熱処理を行い、残留ひずみを除去した。

Fig. 4.に改善後の PMMA 板の顕微鏡観察結果を示す。その結果、現像後数か月放置してもヒビの発生はなく、良好な表面状態が得られた。

今後

次報では、本研究で得られた土台の先端に、**Fig. 5.**に示す半月模様と×模様を形成して、微細構造物を得る。その微細構造物をマスターとして電鍍入れ子を製作し、射出成形への導入検討を行う予定である。

文献

[1] H.Ueno and S.Sugiyama, Proc. HARMST'01 (2001) 15

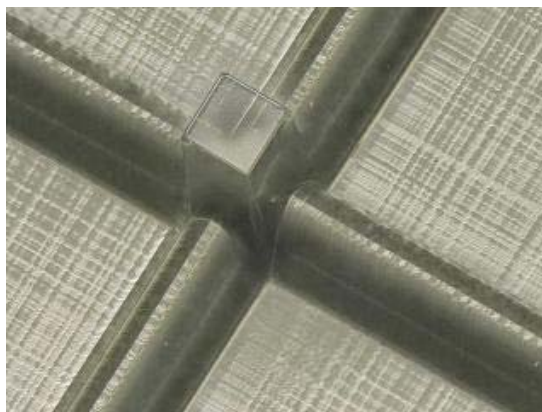


Fig. 2. Photograph of base-structure.

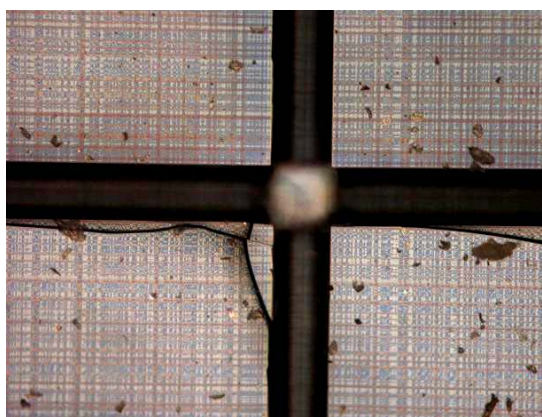


Fig. 3. Photograph of PMMA surface before improvement.

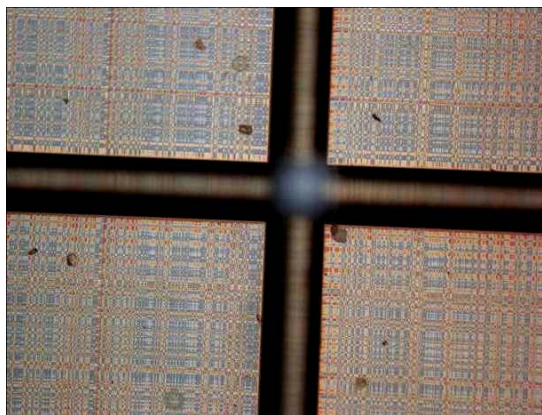


Fig. 4. Photograph of PMMA surface after improvement.

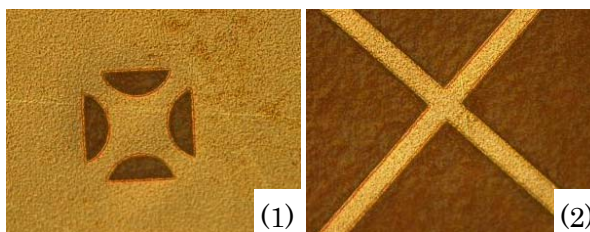


Fig. 5. Photograph of (1) crescent marking and (2) X-mark.