

SR 光リソグラフィーによる三次元微細構造の製法開発 (2)

Development of a fabrication method of 3-dimensional micro structure utilizing synchrotron radiation lithography. (2)

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、全行程終了後、高い寸法精度を有する微細構造物を得る。

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, micro structure with high dimensional accuracy is obtained after the complete process cycle.

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立した。本報では、まず、予め×模様を露光したサンプルに、アライメントの困難な半月模様を露光し、位置がずれていないことを確認した。ここで、半月模様を使用する目的は、半月模様を形成するマスクはほとんど金で覆われており、位置合わせが困難なためである。その後、前報で作製したマ

クロな土台構造物に、**Fig. 1**に示す、半月模様と×模様を順番に形成させた。

実験

(1)位置合わせ改善

GAP距離を0mmまたは2mmに設定し、真空下あるいはHeガス雰囲気下にて、×模様の上に半月模様を露光し、現像を行った。ここで、GAP距離とはマスクとPMMA板間の距離を指す。評価方法としては、マイクロスコープを使用し、位置ずれを確認した。

(2)土台上面に2種の模様を形成

前報で作製した土台に半月模様のマスクを合わせる。露光後、×模様のマスクを合わせて再び露光させる。その後は、2時間かけて現像を行った。評価方法としては、マイクロスコープを使用し、寸法及び形状を確認した。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℃とした。

結果および考察

Fig. 2. (1)に×印を露光後、GAP 距離 2mm にて半月を露光したサンプルのマイクロソープ写真を示す。その結果、半月模様は重力方向に位置がずれていることがわかった。これは、固定治具の緩みによるもの、または、SR 光照射により発生した熱が分散しきれないために発生したものと考えられる。そこで、固定治具を補強し、GAP 距離を 0mm (接触露光)に設定し、He ガス雰囲気下にて露光を行った。

Fig. 2. (2)に対策後のサンプルのマイクロソープ写真を示す。その結果、位置ずれは解消した。以上の改善を元に、土台先端に 2 種の模様を形成させた。

Fig. 3.に全工程を終了した微細構造物のマイクロソープ写真を示す。その結果、2 種の模様は土台上面(幅 $93\mu\text{m}$)に綺麗に形成されており、理想に近い構造物が得られた。しかしながら、高さ寸法に関しては $114\mu\text{m}$ と最終目標である $215\mu\text{m}$ には達していない。これは、高さ寸法を大きくする程、土台が撓み易くなり、位置合わせが困難なものとなったため、高さ寸法を小さく設定し直している。

Fig. 4.に傾斜角約 45 度で撮影した側面形状のマイクロソープ写真を示す。その結果、半月部位の底面は、SR 光の進行方向に対して直交性はなく、なだらかなもので、理想の形状に近いパターンが形成されていた。これは、攪拌条件や現像時間によるものと推察する。

今後の課題

微細構造物の高さ寸法に関してミクロンオーダーでの制御が可能か検討を試みる。その後、作製した微細構造物をマスターとして電鋳入れ子を製作し、射出成形への導入検討を行う予定である。

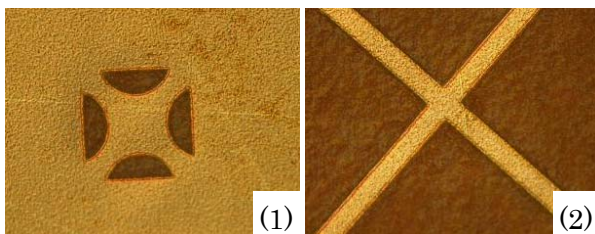


Fig. 1. Photograph of (1) crescent marking and (2) X-mark.

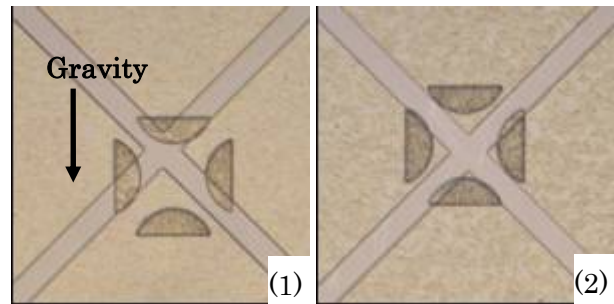


Fig. 2. Photograph of aligned pattern.

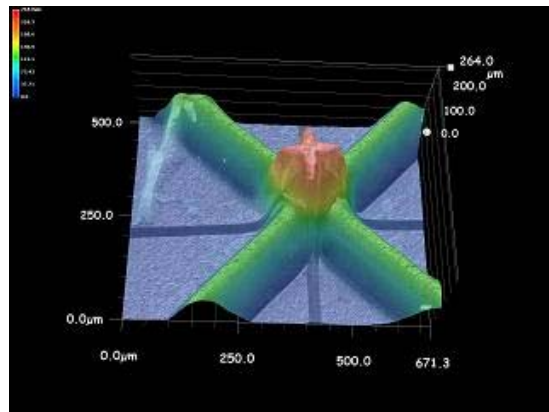


Fig. 3. Photograph of fabricated 3-dimensional structure with complicated shape.

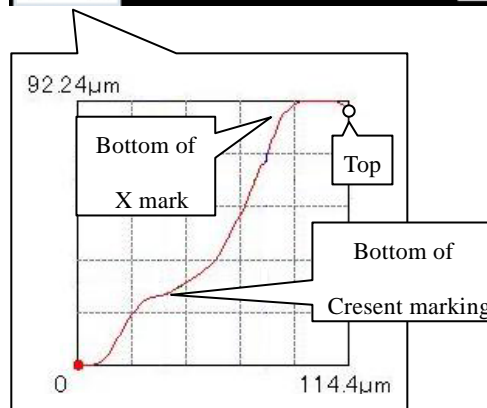
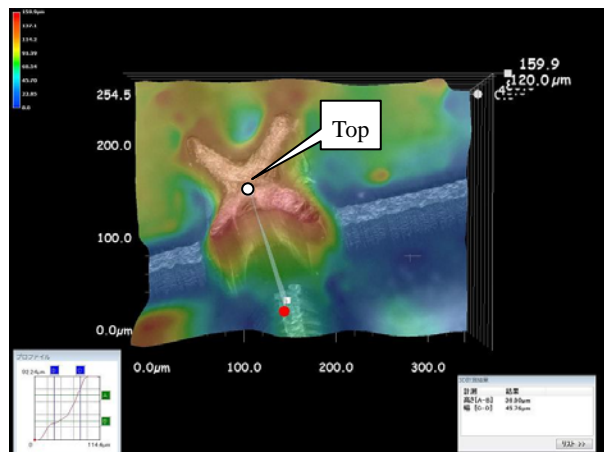


Fig. 4. Photograph of the shape of 3-dimensional structure.