

シンクロトロン放射光を用いた 3 次元形状加工の開発 その 2 Development of 3-demensional Fine Processing Technology using X-ray Lithography of Synchrotron Radiation (Part 2)

藤橋 政人, 黒川 正也
Masato FUJIHASHI and Masaya KUROKAWA

スターライト工業株式会社 システム[®]の事業本部 MD Project
Micro Device Development Project, System Products B.U., Starlite Co.,Ltd.

数十 μm から数百 mm の正確な微細構造を有するプラスチック製のマイクロデバイスを LIGA プロセスで製作する技術を開発している。多段階露光プロセスにて、PMMA 基板の上に微細な三次元形状を製作する検討を行っている。本検討では 2 枚のマスクを介してアクリル樹脂 (PMMA) 基板の上にシンクロトロン放射光 (SR) を照射することで、異なる 2 段の深さをもつマイクロウェル形状を得た。

Plastic microdevices having precise fine structures of range from several ten micrometers to several hundred micrometers have been developed by LIGA(Lithographie Galvanoformung Abformung) process technology. Patterning technology for fine three-dimensional structures on the polymethylmethacrylate(PMMA) plate have been studied using multi-steps exposure processes. A fabrication method of patterns having two kinds of different depths for micro-well structures is developed using synchrotron radiation with the use of double masking process.

背景と研究目的： 射出成形で製作したマイクロデバイスの市場の 1 つとして、バイオ関連市場が挙げられる。射出成形で数十 μm から数百 μm の微細な形状を有するマイクロデバイスを射出成形金型からスムーズに離型させるには、この微細形状の側壁に、微細形状に依存した側壁傾斜 (射出成形では抜き勾配に相当) を設ける必要がある。我々は現在までに SR 露光において移動マスク法を使用することで任意の側壁傾斜を形成できることを確認している。

バイオ関連市場におけるマイクロデバイスとしては μ -TAS および電気泳動チップに代表されるような流路系のデバイスと DNA チップに代表されるようなアレー系のデバイスに大別される。流路系デバイスにおける 3 次元形状加工の検討である「シンクロトロン放射光を用いた 3 次元形状加工の開発 (その 1)」¹⁾ では、2 枚の X 線マスクを PMMA 基板に対して高精度に移動させ PMMA 基板に照射される X 線量を、2 段階露光と移動マスク法でコントロールする手法、その後露光領域の全エリアに対して X 線マスクを介さずに前面露光する手法とを組み合わせた 3 段階露光手法により、浅い流路から深い流路へと流路深さが変化する箇所に、スムーズな傾斜を付けることができた。

本検討では、アレー系のデバイス形状をターゲットとして、2 枚の X 線マスクを用いた 2 段

階の SR 露光と移動マスク法を駆使することで、2 段階の深さを有するマイクロウェル形状の形成について試みた。

実験： X-ray LIGA(Lithographie Galvanoformung Abformung)プロセスを図1に示す。本報ではNi電鍍用のPMMAマスターの製作について検討を行った。

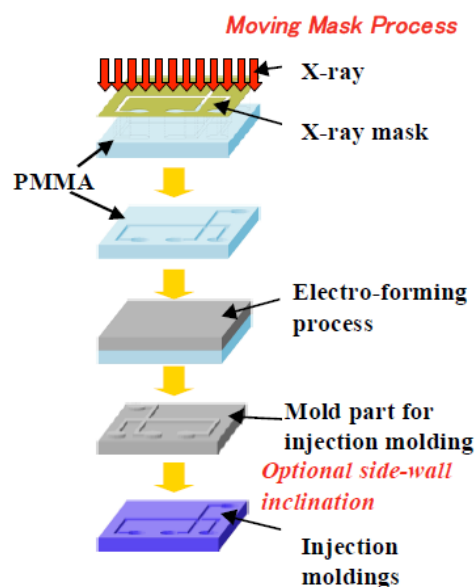


Fig. 1. X-ray LIGA process.

本検討でPMMA基板に露光するマイクロウエルのレイアウトを図2に示す。1段目のウエルは200 μm 、深さ15 μm 、2段目のウエルは30 μm 、深さ25 μm とし、PMMA基板に形成した形状をレーザー顕微鏡で観察した。

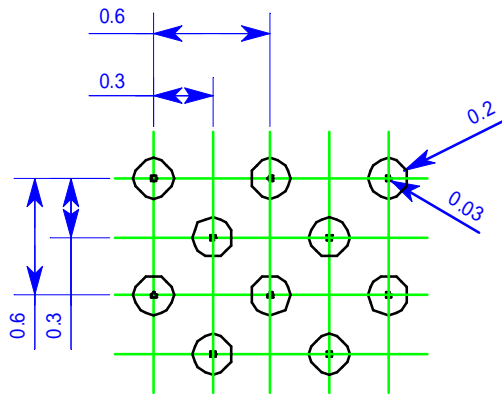


Fig. 2. Layout of microwells Exposed on PMMA plate. (Total 192wells)

図2に示したマイクロウエル形状で深さを変えるために、SR露光は以下(図3)のように2段階でPMMA基板にX線を照射した。

- 1st-step: X線マスク1とX線マスク2をアライメントマークにて位置合わせを行い、移動マスク法を用いてSR露光
- 2nd-step: X線マスク1を取り除き、X線マスク2で移動マスク法を用いてSR露光

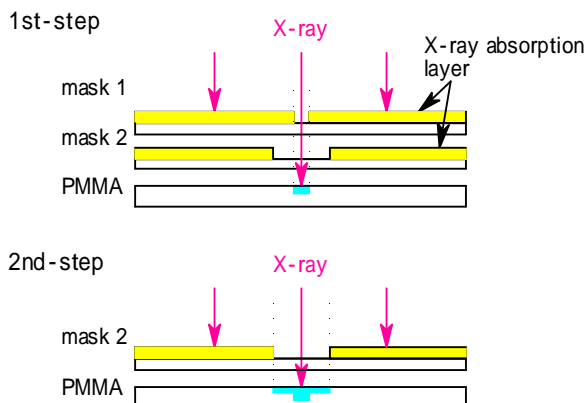
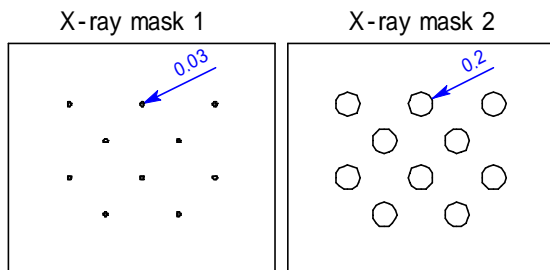


Fig. 3. Exposure processes (2-steps exposures).

結果、および、考察: 図4にPMMA基板に形成された2段階のマイクロウエル形状を示す。マスク1とマスク2との位置あわせを高精度でおこなうことで200 μm のウエル中央部に30 μm のウエルを形成することが出来た(図4中のa)。また1ウエルを拡大した写真(図4のb)から2段階のウエル形状が得られていることが判った。しかし、2段目の30 μm ウエルのエッジ部分にサイドエッジングによってテーパRが付いた形状となった。

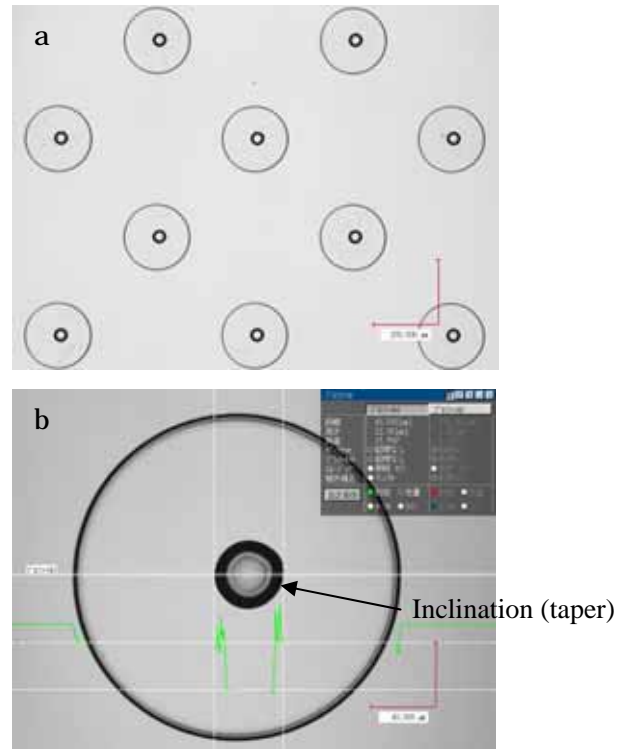


Fig. 4. Laser microscopy photographs on the PMMA plate shown in Fig.2.

今後の課題: 今回の2段階露光による2段階深さを有するウエル形成検討によって2段目のエッジ部にテーパRが付くことが判ったので、今後はサイドエッジングについて詳細な検討を行う予定である。

参考文献:

1) M. Kurokawa, and N. Oiko, Nanotechnology Researchers Network Project, Technical Reports 2008 in the SR CENTER of Ritsumeikan University (2008).