

シンクロトロン放射光を用いた New micro well device の開発 Development of new micro well device with X-ray Lithography using Synchrotron Radiation

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 営業本部 商品企画室 商品開発 5 チーム
Product Development Team 5, Products Planning Department, Sales Division, Starlite Co.,Ltd.

数十 μm の正確な微細構造を有するプラスチック製のマイクロウェルデバイスを LIGA プロセスで製作する技術を開発している。シンクロトロン放射光を用いて PMMA 基板上に微細な三次元形状を形成した。最適な X 線マスクの作製と移動マスク条件を最適に制御することで、ウェル間の距離を大幅に減少させたパターンが PMMA プレートに形成できることを確立した。

Plastic microwell-devices having precise fine structures of several ten micrometers have been developed by LIGA (Lithographie Galvanoformung Abformung) process technology. Fine three-dimensional structures on the polymethylmethacrylate (PMMA) plate were formed using synchrotron radiation. It was able to confirm that the patterns extremely reduced distance between wells on the PMMA plate were formed by producing suitably micro-patterns on an x-ray mask and controlling optimally moving mask conditions.

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、その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。我々は現在までにシンクロトロン放射光（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ウェル系のデバイスに大別される。

本検討では、細胞などを評価できるウェル系のデバイスをターゲットとして、射出成形法でデバイスの成形が可能な形状を念頭に置き、ウェル-ウェル間の距離を減少させるウェル配列について検討した。所望する形状に適した X 線遮蔽マスクの設計、移動マスク法によるマスクの移動制御から、アクリル（PMMA）基板上に形成するウェル間の隙間を減少させたウェル配列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。本報では図1に示すようにSRからのX線を用いてNi電鍍用のPMMAマスターとして使用するためのPMMA基板の製作を検討した。

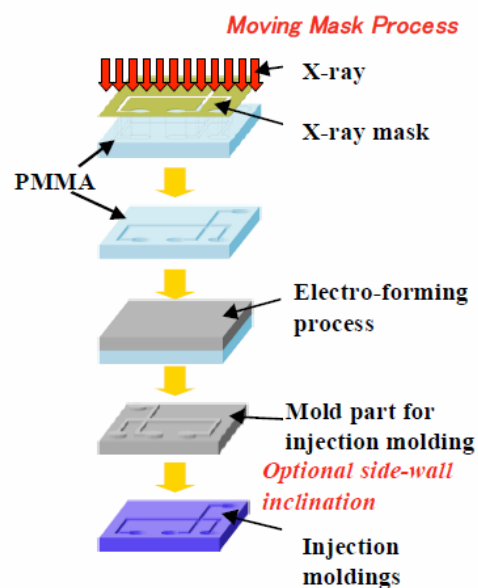


Fig. 1. X-ray LIGA process.

本検討でPMMA基板に形成させるマイクロウエルのレイアウトを図2に示す。ウエル-ウエル間の距離を減少させる（目標は距離をゼロ）ために、1ウエルの形状を四角形かつ格子状に配置し、ウエル幅50 μm 、深さ30 μm 、ウエル間ピッチ50 μm 、傾斜角22°とした。パターン形成後のPMMA基板の形状をレーザー顕微鏡で観察した。

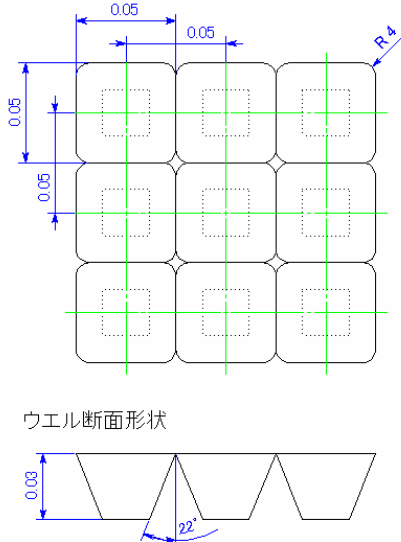


Fig. 2. Concept of microwells layout on PMMA plate.

図2に示したマイクロウエル形状を形成するために、X線マスクのウエルパターン開口幅を42 μm 、移動量を8 μm でX線マスクを移動させ（図3参照）、所定のDOSEにてSR露光を行った。

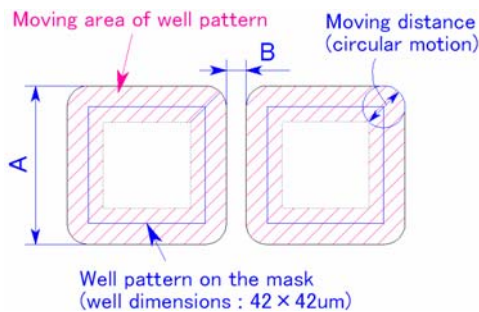


Fig. 3. Well patterns formed by moving the X-ray mask .

結果、および、考察： 図4に作製したX線マスクのレーザー顕微鏡写真を示す。開口部の幅は設定どおり42 μm であった。

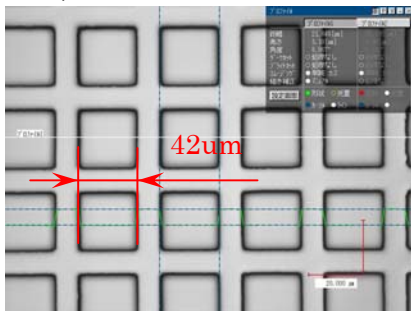


Fig. 4. Laser microscopy photograph of well patterns formed on the X-ray mask.

図4に示すX線マスクを用いて、X線マスクを0~10 μm の範囲で移動させた場合のPMMA基板に形成したウエル形状を図5に示す。

| Moving distance | Laser photomicrography | A | B |
|-----------------|------------------------|----|---|
| 0 | | 42 | 8 |
| 6 | | 48 | 2 |
| 8 | | 50 | 0 |
| 10 | | - | - |

depth : 30um Unite [um]

Fig. 5. Laser microscopy photographs of wells layout formed on the PMMA plate.

マスク移動量が8 μm の時にウエル-ウエル間の間隔が0になり、所望する形状を形成することができた。得られた形状に関して、未露光によるPMMA基板天面の面積を測定した。その結果、46.8 μm^2 となり、幾何学的に計算した結果13.8 μm^2 よりも大きくなった。これは、図3には示していないがマスク開口部の4角のコーナー部にRが付いたためであると考えられる。

今回の検討によって、X線マスク寸法とマスクの移動量を制御することによって、ウエル間の間隔が無い(図3によるB寸法がゼロになる)新しいマイクロウエル形状が形成できることが判った。

今後の課題： 今回の検討では、ウエル間の間隔が極めてゼロになったマイクロウエルの形成ができたが、X線マスクのウエルパターン開口部の4角のコーナーRの影響とX線マスクの移動パターンが円運動であることから、露光エリア全体では未露光部分が残る結果となった。今後はウエルの配置や形状を変えることで更に最密に充填されたマイクロウエルについて検討を行う予定である。