

## シンクロトロン放射光を用いた New micro well device の開発 その 3 Development of new micro well device with X-ray Lithography using Synchrotron Radiation (Part 3)

藤橋 政人, 長谷川 俊介, 黒川 正也

**Masato FUJIHASHI, Shunsuke HASEGAWA 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 $\mu\text{m}$  から数百  $\mu\text{m}$  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。本検討ではウエルの配置とサイドエッチングを制御することで最密充填ウエル構造からなる新しいマイクロウエルデバイスの作製技術開発について検討を行った。

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. Development of patterning technology for fine three-dimensional structures on the polymethylmethacrylate (PMMA) plate has been conducted using multi-steps exposure process. In this paper, the closest packing conditions of wells were studied with patterning some well-forms and effect of side-etching for a new microwell- device.

**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 $\mu\text{m}$ から数百 $\mu\text{m}$ 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の 1 つとして DNA チップ、細胞培養チップに代表されるようなウエル系のデバイスが考えられる。ウエル系のデバイスにおいては、各ウエルに 1 細胞を導入して測定するといった手法が考えられる。そこで問題になるのは、ウエル部以外の場所（ウエルーウエル間のチップ表面部）に細胞がくっついてしまうことである。そのため、ウエルーウエル間の距離（又は平面部）が極力無いマイクロウエルデバイスの開発が重要になってくると考えられる。「シンクロトロン放射光を用いた New micro well device の開発その 2」<sup>1)</sup>では四角形および六角形のウエルを千鳥構造状に配置することで、ウエル間の隙間をゼロにする検討を行ったが、X 線マスクに形成した各ウ

エルのコーナーRの影響で、PMMA 基板上に未露光部分が存在する結果となってしまった。

そこで本報では、ウエルの配置は千鳥構造状にし、2 段階露光におけるサイドエッジを用いてウエルーウエル間のチップ表面部分の面積を減少させた形状の形成を試みた。

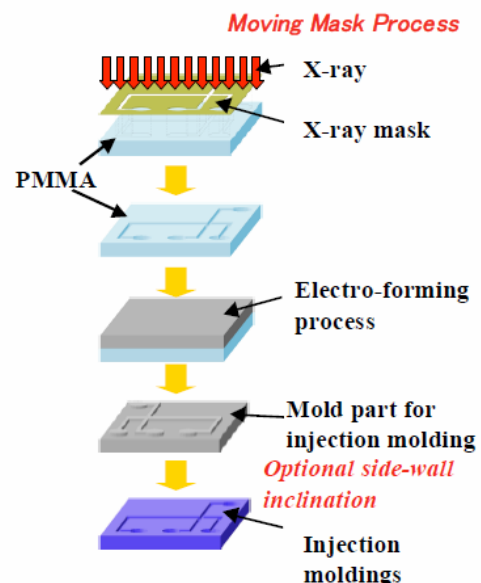


Fig. 1. X-ray LIGA process.

**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。

本検討でPMMA基板に露光するマイクロウェルの形状を図2に示す。ウェルを最密充填するために、パターンを六角形として千鳥構造状にウェルを配置した。1段目は全体的に深さ5から10 $\mu\text{m}$ 掘り込み、2段目はウェル幅50 $\mu\text{m}$ 、深さ30 $\mu\text{m}$ 、ウェル間ピッチ50 $\mu\text{m}$ (ウェル間の隙間0)とし、PMMA基板に形成した形状をレーザ顕微鏡で観察した。

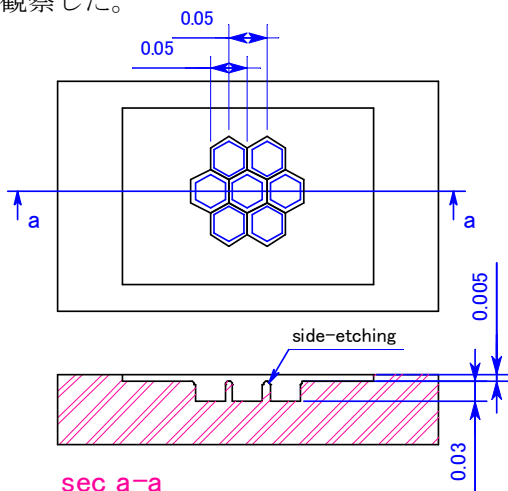


Fig. 2. Structure of micro-wells exposed on PMMA plate.

図2に示したマイクロウェル形状を形成するために、SR露光は以下のようにマスク移動することなく2段階でPMMA基板にX線を照射した。

- 1<sup>st</sup>-step : X線マスク1(六角形50 $\mu\text{m}$ ウェル形状)とX線マスク2(全体)を重ねた状態でSR露光(2段目のウェル形状形成)
- 2<sup>nd</sup>-step : X線マスク1を取除き、X線マスク2でSR露光(1段目の掘り込み形成)

X線マスクのウェル開口幅を42 $\mu\text{m}$ 、所定のDOSEにてSR露光を行った。

**結果、および、考察：** 表1に作製したX線マスクのレーザ顕微鏡写真を示す。開口部の幅は42 $\mu\text{m}$ であった。

Table. 1. Laser microscopy photographs of well patterns formed on the X-ray mask.

Pattern	
Photograph	
Well dimension	42 $\mu\text{m}$

表1に示したX線マスクを用いて2nd-stepの露光の有無における、PMMA基板に形成したウェル形状を表3に示す。

Table. 3. Photograph of micro-wells on PMMA plate.

2 <sup>nd</sup> -step	Laser photomicrography	A	B	C
-		42	0	8
expose		50	4	0

depth : 30 $\mu\text{m}$

Unite [ $\mu\text{m}$ ]

A : Well demension

B : Width of side-etching

C : Distance between wells

2段階のSR露光におけるサイドエッチングの影響でウェルエッジ部がエッチングされることにより、所望する形状を形成することができた。しかし、X線マスクに形成した各ウェルに存在するコーナーRを解消できなかったためにウェル-ウェル間のチップ表面部を完全に無くすることは出来なかった。さらにサイドエッチングを進行させると各ウェル壁面までがエッチングされる結果となった。

**今後の課題：** 今回の検討によって、六角形のウェルを千鳥構造状に配置し、2段階露光によるサイドエッジを利用することで、チップ表面積を減少させた最密充填されたウェル構造を形成できた。今後は、X線マスクに生じるコーナーRを解消する検討を行う予定である。

**参考文献：**

- 1) M. Fujihashi, and M. Kurokawa, Nanotechnology Researchers Network Project, Technical Reports 2010 in the SR CENTER of Ritsumeikan University (2010)