

シンクロトロン放射光を用いた New micro well device の開発 その 2 Development of new micro well device with X-ray Lithography using Synchrotron Radiation (Part 2)

藤橋 政人, 黒川 正也
Masato FUJHASHI 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 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。SR 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。本検討ではウェルの形状と配置を制御することで最密充填ウェル構造からなる新しいマイクロウェ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 the synchrotron radiance. In this paper, the closest packing conditions of wells were studied with patterning some well-forms and those well-layouts 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 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の 1 つとして DNA チップに代表されるようなウェル系のデバイスが考えられる。ウェル系のデバイスにおいては、各ウェルに 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、ウェル部以外の場所（ウェル-ウェルの間）に細胞がくっついてしまうことである。そのため、ウェル-ウェル間の距離が極力無いマイクロウェ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」¹⁾では四角形のウェルを格子状に配置することで、ウェ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ェルのコーナーR ならびにウェルレイアウトの影響で、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、ウェルの形状とその配置位置を考慮して、最密にウェルが充填されたマイクロウェルデバイス形状の形成を試みた。

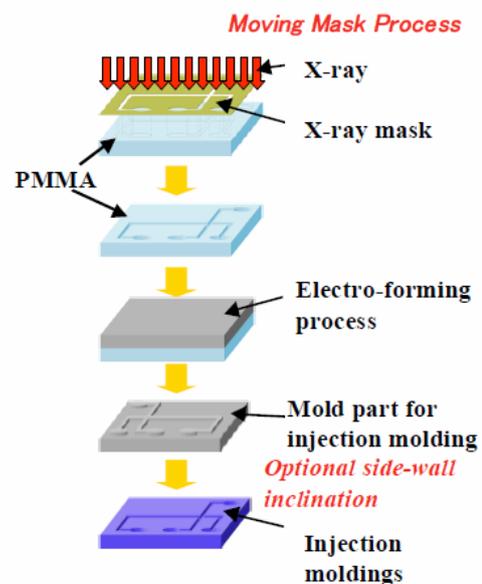


Fig. 1. X-ray LIGA process.

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エルのレイアウトを図2に示す。ウエルを最密充填するためにパターン1は四角形、パターン2は六角形として、両パターンともにウエルを千鳥構造状に配置した。ウエル幅 $50\mu\text{m}$ 、深さ $30\mu\text{m}$ 、ウエル間ピッチ $50\mu\text{m}$ (ウエル間の隙間0)、傾斜角 22° とし、PMMA基板に形成した形状をレーザ顕微鏡で観察した。

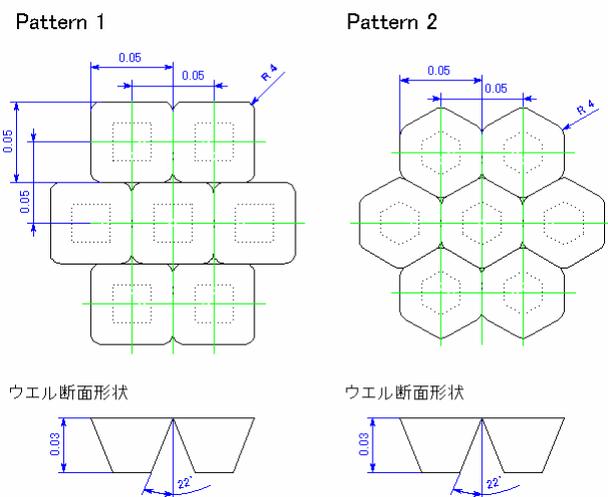


Fig. 2. Concepts of microwells layout on PMMA plate.

図2に示したマイクロウエル形状を形成するために、X線マスクのウエル開口幅を $42\mu\text{m}$ 、X線マスクの移動量を $8\mu\text{m}$ にてX線マスクを移動させ¹⁾、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。開口部の幅は両パターンともに $42\mu\text{m}$ であった。

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

No.	Pattern 1	Pattern 2
Photograph		
Well dimension	42 μm	42 μm

表1に示したX線マスクを用いて移動量を0~ $10\mu\text{m}$ でマスクを移動させて、PMMA基板に形成したウエル形状を図3に示す。

Moving distance	Pattern 1	Pattern 2	A	B
0			42	8
6			48	2
8			50	0
10			-	-

depth : 30um
Unite [μm]
A : Well dimension ¹⁾
B : Distance between wells ¹⁾

Fig. 3. Laser microscopy photographs of wells layout formed on the PMMA plate.

マスク移動量が $8\mu\text{m}$ の時にウエル間の間隔が0になり、所望する形状を形成することができた。全露光エリア内での未露光によるPMMA基板天面の面積を表2に示す。六角形のウエルを千鳥構造に配置することで四角形のウエルよりも最密に充填されたウエルパターンを形成することができた。計算値よりも実測値が大きくなった理由として、X線マスクに形成した各ウエルに存在するコーナーRを解消できなかったためであると考えている。

Table. 2. Comparison of Pattern 1 and Pattern 2.

No.	Pattern 1	Pattern 2
Calculated	6.9	2.9
Observed	27.5	22.9

Unite [μm]

今後の課題： 今回の検討によって、六角形のウエルを千鳥構造状に配置したときに最密充填されたウエル構造を形成できた。今後は、さらに未露光部分の面積を減少させるため、X線マスクに生じるウエルのコーナー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) in press.