

# PDMS モールド室温 $\mu$ -CP 法による PDMS 超微細マスクパターンの形成

谷口 慶介 (7064)

指導教員：清原 修二 准教授

## 1. はじめに

ソフトリソグラフィ技術は、低コスト・高スループットにナノパターンを一括転写できる技術の一つである。本研究では、これにより、最終的には基板上に酸素イオンに対して加工耐性が高いと思われる、凸型の PDMS (Polydimethyl Siloxane) マスクパターンを形成し、酸素イオンシャワー加工をおこなうことでフラットパネルディスプレイ用エミッタを作製することを目標としている。そこで本研究では、凸状のパターンの PDMS モールドを用いて凸状のパターンを簡単に基板上に形成することができるという特徴をもつ、室温マイクロコンタクトプリント法 (Micro-contact print :  $\mu$ -CP, 以下  $\mu$ -CP 法と略す) を提案した。  $\mu$ -CP 法では一般的に PDMS モールドが使用されるため、本実験では汎用タイプと高硬度タイプの 2 種類の PDMS モールドを作製し、そのモールドを用いて室温  $\mu$ -CP をおこなうことで、PDMS モールドの作製方法の違いによるパターン転写精度の変化を検討し、PDMS 超微細マスクパターンを形成することを目的とする。

## 2. 実験方法および実験装置

本研究で提案した室温  $\mu$ -CP 法は図 1 に示すように、まず、マスク材料として使用する PDMS の主剤 (SIM-240) を希釈剤 (キシレン) で主剤 : 希釈剤 = 1 : 30 で希釈した後、主剤 : 硬化剤 (CAT-240) = 10 : 1 で混合し、攪拌する (a), (b)。次に Si 基板上にスピコートを行い (c), PDMS モールドに押し付けて (d), 離型することで PDMS モールドにマスクを付着させる (e)。新しく Si 基板を用意し、マスクの付着した PDMS モールドを押し付けて (f), 離型することで任意形状の PDMS マスクパターンを得る (g)。

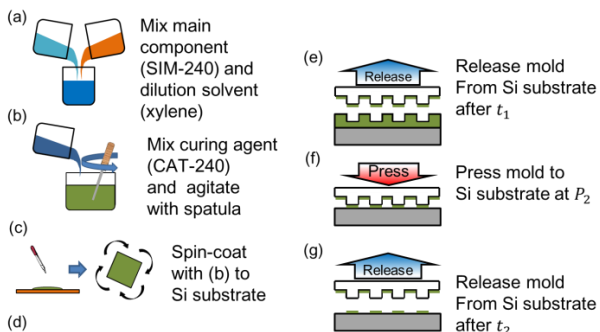


図 1 室温  $\mu$ -CP 法による PDMS マスクパターンの形成

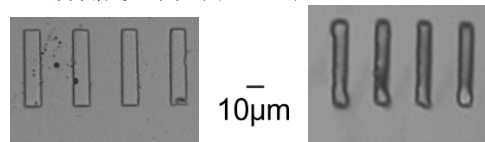
本研究で行った、PDMS モールドを用いて室温  $\mu$ -CP 法を行った場合の最適条件の検討プロセスを示す。本研究では高硬度タイプ PDMS (KER-4100UV) モールド、汎用タイプ PDMS (KE-1606) モールドの 2 種類の PDMS モールドを用いてこのプロセスを行った。

- (1) 図 1 の (a), (b) に示すように、主剤 : 希釈剤 = 1 : 30 で希釈した後、主剤 : 硬化剤 = 10 : 1 で混合し、攪拌する
- (2) (c) で Si 基板上に滴下量 : 25 mcc, 回転数 : 3000 rpm, 回転時間 : 10 s の条件でスピコートを行う
- (3) (e) の PDMS モールドにマスクを転写する際の加圧保持時間  $t_1$ , (g) のパターンを転写する際の加圧保持時間  $t_2$  を、 $t_1 = 5.0$  s,  $t_2 = 5.0$  s とし、(d) の PDMS モールドにマスクを転写する際の圧力  $P_1$ , (f) のパターンを転写する際の転写圧力  $P_2$  の最適条件を求めため (d) ~ (g) を行う
- (4) (3) で決定した  $P_1$ ,  $P_2$  を固定条件とし、(e) の PDMS モールドにマスクを転写する際の加圧保持時間  $t_1$ , (g) のパターンを転写する際の加圧保持時間  $t_2$  の最適条件を求めため (d) ~ (g) を行う

## 3. 実験結果および考察

高硬度タイプ PDMS モールドを用いて室温  $\mu$ -CP 法を行ったところ、その過程でモールド表面が傷つき、繰り返しの仕様に耐えられないことがわかった。したがって再現性が低く、モールド材料として適さないことがわかった。

つぎに汎用タイプ PDMS モールドで室温  $\mu$ -CP 法を行った際、最も高精度にパターン転写できる条件を求めた。その結果、 $P_1 = 0.15$  MPa,  $P_2 = 0.10$  MPa,  $t_1 = 5.0$  s,  $t_2 = 5.0$  s のとき最もパターン転写精度が良いことがわかった。上記の条件で室温  $\mu$ -CP を行った時の転写パターン金属顕微鏡写真を図 2 に示す。



(a) モールドパターン (b) 転写パターン

図 2 汎用タイプ PDMS モールド室温  $\mu$ -CP 法による転写パターン金属顕微鏡写真

この実験プロセスでは凹状モールドはパターン (凹部) にはマスク材料が付着せず、凸部のみにマスクが付着するはずであるが、実験結果ではパターン (凹部) のみにマスクが付着した。これは図 3 に示すように、本実験では PDMS をマスク材料およびモールド材料として使用したため、スピコートされたマスク材料と PDMS モールドの凸部が触れることで、マスク材料は PDMS モールド表面から弾かれるが、一方で PDMS モールド凹部周辺ではマスク材料を弾き、逃げ場のないマスク材料がモールド凹部に入り込む (a)。離型された PDMS モールドは、凸部にはマスク材料は付着せず、凹部にのみ入り込んだ状態になる (b)。そして新たに用意した Si 基板に室温  $\mu$ -CP することで (c)、凹部に入り込んでいたマスク材料が Si 基板上に転写されたと考える (d)。

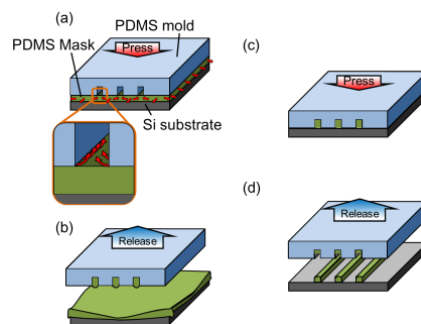


図 3 スピコートしたマスク材料が弾かれる様子

## 4. おわりに

高硬度タイプ PDMS はモールド材料として適さないことがわかった。汎用タイプ PDMS モールド室温  $\mu$ -CP では、高精度にパターン転写できることがわかった。

## 5. 新規性・特許性

PDMS をマスク材料として PDMS モールド室温  $\mu$ -CP 法を行うところに新規性、特許性がある。

### 参考文献

- 1) 田中順三, 下村政嗣 : ソフトナノテクノロジーにおける材料開発, シーエムシー出版, pp.202-204 (2011)

### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会 科学研究費 基盤研究(A) 研究課題番号 : 24246048 を得て行われたことを付記する。