

# 室温硬化インプリント法による PDMS 超微細マスクパターンの形成

増田 洋大 (7079)

指導教員：清原 修二 准教授

## 1. はじめに

ナノインプリントリソグラフィ (Nanoimprint Lithography : NIL) 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。一般的に熱サイクル-NIL が用いられているが、この方法は転写する際に加熱・冷却する必要があり、加熱によるモールド形状の変化やプロセスの複雑化が見られることから、低スループット・高コストである<sup>1)</sup>。そこで、本研究ではそれに代わる方法として室温硬化-NIL 法を提案した。室温硬化-NIL は、転写する際に加熱を必要とせず室温下でインプリントすることができるため、熱サイクル-NIL よりもプロセスを簡略化できる。また、室温転写材料に用いられるポリシロキサンは、硬化時間が速く作業時間が短いため、ステップ&リピートができないことや、ECR (Electron Cyclotron Resonance) 酸素イオンに対する加工耐性が低いことが挙げられる。そこで、ポリシロキサンに代わる室温転写材料として、酸素イオンに対して加工耐性が高いことが期待できる、ポリジメチルシロキサン (Polydimethylsiloxane : PDMS) を用いることを提案した。この PDMS を用いて、最終的には高精度な酸化マスクパターンを形成し、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。そこで本研究で開発した、GC モールドを用いた室温硬化-NIL 法による PDMS の超微細マスクパターンの形成について検討した。

## 2. 実験方法および実験装置

本研究で提案した室温硬化-NIL 法による PDMS マスクパターンの形成プロセスを図 1 に示す。

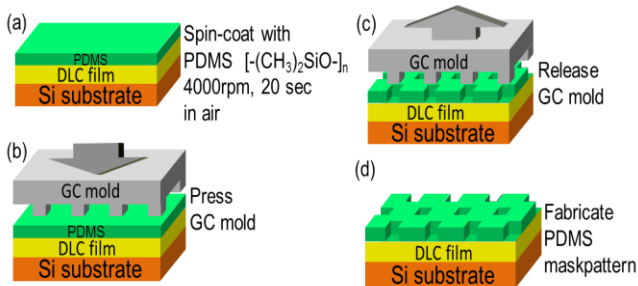


図 1 GC モールドを用いた室温硬化-NIL 法による PDMS マスクパターンの形成

- (1) 10 mm 角の Si 基板上に、PDMS (KE-1606, 規格ゴム硬度 28, 信越化学工業(株)) を回転塗布することで、PDMS 膜を成膜する。
- (2) PDMS を成膜した基板に本研究で開発したステッピングモータ駆動型インプリントシステムを用いて室温硬化-NIL を行った。GC モールドは、本研究で作製した 5  $\mu\text{m}$  角でパターン高さ 500 nm のドットモールドパターンを使用した。
- (3) 基板上的 PDMS マスクパターンは走査型電子顕微鏡 (ERA-8900FE, (株)エリオニクス) と、金属顕微鏡 (DM2500M, ライカマイクロシステムズ(株)) を用いて観察を行った。

## 3. 実験結果および考察

本研究で使用する PDMS (KE-1606) は主剤のままでは粘度が高く、基板上に均一に成膜することができなかった。そこで、PDMS を有機溶剤で希釈することで最適希釈条件を検討した。そのプロセスを図 2 に示す。主剤を KE-1606、希釈溶剤をエタノール ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )、アセトン ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )、トルエン ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ )、キシレン ( $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ ) とし、希釈溶剤および希釈比、硬化時の加熱時間の検討を行った。その結果、希釈溶剤をキシレンとし希釈比を 1 : 2、加熱温度 200 $^{\circ}\text{C}$  で 1.5 時間加熱することで、PDMS の規格ゴム硬度である 28 を得ていて、かつ、粘度を低くすることができた。この条件で PDMS を希釈し室温硬化-NIL を行うことで、PDMS マスクパターンの評価を行った。

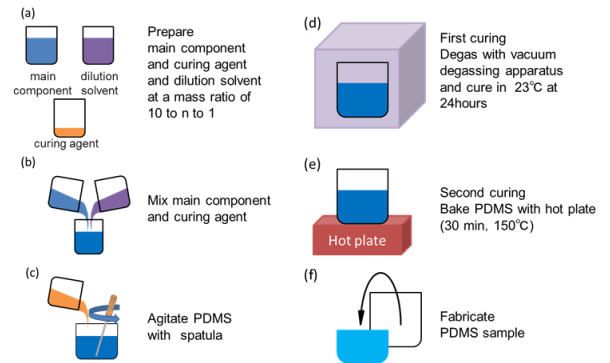


図 2 PDMS の希釈プロセス

図 1 の RTC-NIL 法を用いた際の GC モールドを図 3(a)に、最適条件で希釈した PDMS 膜上に GC モールドのパターンをインプリントした SEM 像を(b)に、その断面プロファイル(c)に示す。

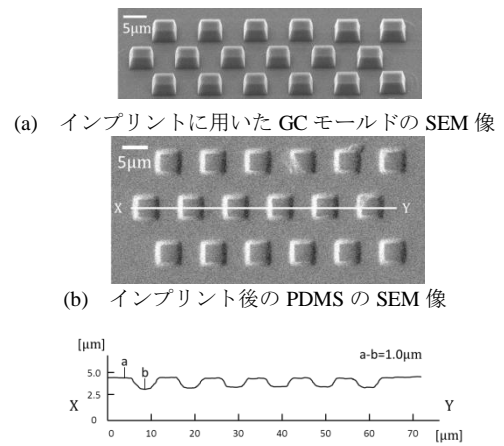


図 3 GC モールドを用いた室温硬化-NIL による PDMS マスクパターン

図 3 より、得られた希釈条件でインプリントした場合、高精度なパターンの転写が確認された。しかし、膜厚が約 4.5  $\mu\text{m}$  となり目標膜厚である 500 nm を超えてしまうことがわかった。

## 4. おわりに

膜厚を薄くするような新たな条件 (希釈溶剤, 成膜時の回転数, 硬化時の加熱温度等) を検討し、これを用いてフラットパネルディスプレイ用エミッタの作製を目指す。

## 5. 新規性・特許性

- ・本研究で開発した室温硬化ナノインプリント法で PDMS を酸化マスクパターン形成し、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に新規性がある。
- ・PDMS を酸化マスクとして機能性マイクロナノデバイスを作製することに特許性がある。

## 参考文献

- 1) 平井義彦：ナノインプリントの最新技術と装置・材料・応用, フロンティア出版, p.52 (2008)

## 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。