

事業項目名：

FE-SEM を活用した高性能 UV ナノインプリント材料の開発・評価

共同研究者：

大阪府立大学大学院 工学研究科 岡村晴之 准教授

### (1) 背景と目的

UV ナノインプリントは、室温で硬化可能な光硬化性樹脂を使用した高速プロセスによりインプリントを行う技術です。この手法は、熱ナノインプリントに比べ転写性とプロセス速度の点で優れており、簡便に材料表面に精密なナノパターンを転写することができます。しかし、UV ナノインプリントに適用可能な材料が少ないことや高速プロセスによる離型時の剥離不良が起こり易いことが、産業活用への普及に向けた大きな課題となっています。また、高アスペクト比かつ離型性に優れた材料開発に加え、歩留まりの向上やコストの低下も求められています。そこで、本事業では、和泉センターの保有技術である外部刺激によって解体（反応）させる技術（易解体性技術）と大学の保有するUV ナノインプリントに関する技術（知見）を合わせ、転写時の剥離性に優れた新しいUV ナノインプリント技術の開発に取り組みました。

### (2) 実施内容

本事業では、易解体性を有するモノマーや高分子の合成、UV 硬化および易解体性の評価、得られた材料を用いたインプリントの作製についての検討を行いました。

まず、アセタール基やtert-ブトキシカルボニル基（t-BOC基）などの分解性基とアクリル基などの重合可能な官能基を有するモノマーを合成し、それらを用いて易解体性を有する高分子を合成しました（図1）。得られた高分子は、光や熱ラジカル発生剤を用いることで光架橋や熱重合が可能であり、容易に高分子を作製することができました。さらに、重合後に酸共存下で加熱処理を行うことで、分解反応を促進できることが明らかになりました。

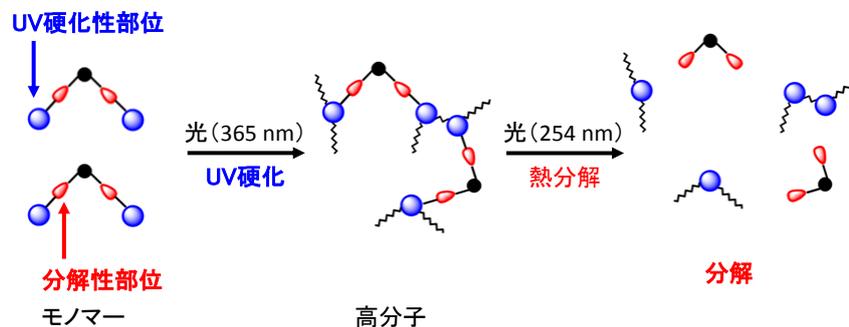


図1 易解体性を有する材料の反応

次に合成したモノマーおよび高分子について、UV 硬化特性および易解体性の評価を実施しました。離型性に重要となる光重合後の熱分解挙動について、レオロジー特性評価装置による粘弾性評価を実施した結果、この材料は140℃以上の加熱によって分解反応を引き起こし、貯蔵弾性率（G'）および損失弾

性率 ( $G''$ ) がともに減少することがわかりました。インプリント時の離型性は、光重合後の熱分解挙動と材料の粘弾性パラメータの相関が重要であることを明らかにしました。

最後にこれらの材料を用いて微細パターンの複製を行い、高アスペクト比および離型性に優れたインプリントを作製することができました (図2)。また、光と熱を用いた二重インプリントパターンを作製するにも成功し (図3、4)、ホログラムなどの二重記録可能な新しいインプリント作製の可能性を見出しました。

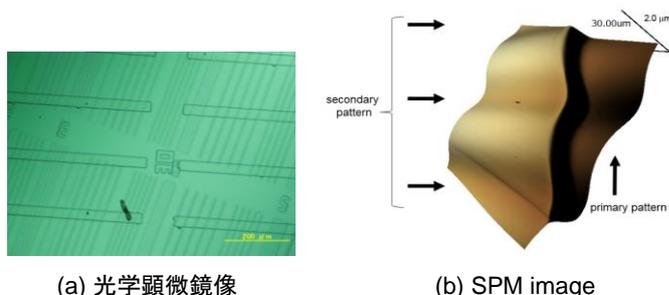


図2 作製したインプリント

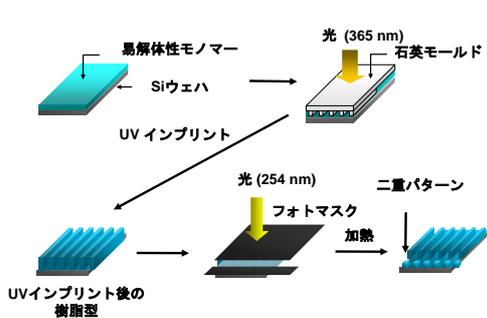


図3 二重インプリントの作製方法

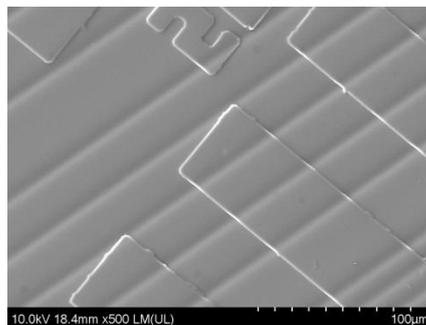


図4 二重インプリントの電子顕微鏡写真

以上のことから、開発した易解体性を有する材料は、離型性に優れたナノインプリント用材料として十分に利用可能であることがわかりました。今後は、更なる高精度化を目指すとともに二重インプリントパターンを用いたホログラムなどの新規技術の実現を目指します。

なお、本事業の成果の一部について、第 67 回高分子討論会、第 68 回ネットワークポリマー講演討論会、日本化学会第 99 春期年で発表しました。また、Journal of Photopolymer Science and Technology 誌に論文を投稿し、受理されました。