sub-20 nm の孔径を有する炭素被覆モールドを用いた 光硬化性組成物の充填に関する研究

UV nanoimprinting using carbon-coated AAO molds

⁰中川 勝,中谷 顕史,干川 康人,京谷 隆(東北大多元研)

$^\circ$ Masaru Nakagawa, Akifumi Nakaya, Yasuto Hoshikawa, Takashi Kyotani (IMRAM, Tohoku Univ.)

E-mail: nakagawa@tagen.tohoku.ac.jp

【緒言】半導体の微細加工において、コストに見合った sub-20 nm 微細パターンの量産プロセスの確 立が求められている。光ナノインプリント法は、微細パターンの簡便、低コスト、且つ高スループッ トな作製手法として期待されている。sub-20 nm 領域での光硬化性組成物の成形挙動の解明が重要であ るが、モールドの入手が困難であることが研究を進める上で障害となっている。本研究では、細孔径 20 nm 程度のナノポーラス構造が得られる陽極酸化アルミニウム(AAO)膜に着目した。AAO 膜の細孔 表面に熱化学気相蒸着(CVD)法で炭素薄膜を被覆して径を縮小することにより sub-20 nm ホールパタ ーンの作製を検討した。さらに、得られた炭素被覆モールドを用いてベースモノマーの異なる光硬化 性組成物を成形し、光硬化性組成物の充填挙動に違いがあるか検討した。

【実験】0.05 µm Al/0.5 mm Si 基板を 0.3 mol dm⁻³ 硫酸水溶液中にて電圧 20 V で 10 min 酸化し、浸漬エ ッチング処理を施して AAO 膜を作製した。アセチレンガス(5 vol.%, N₂ 希釈)を用いて 600°C で 2 また は 5 h の熱 CVD 処理を施し、炭素被覆モールドを作製した。異なる化学構造を有するジアクリレート モノマー(GDD, GDM, 70PA)を主成分とする光硬化性組成物をシリカ基板表面にスピン塗布し、2 h の 熱 CVD 処理で得られた炭素被覆モールドを用いて光ナノインプリント法で成形した。

【結果と考察】熱 CVD 処理前後での AAO 膜 (i) の表面 FE-SEM 像を図 1 に示す。未処理の AAO 膜の平均孔径は22 nm であった(図 1(i))。 2または5hの熱CVD処理により平均孔径は それぞれ 21, 15 nm に縮小された(図 1(ii), (iii))。 GDD を用いた場合に得られた硬化薄膜表面 の表面 FE-SEM 像とピラー径の分布ヒストグ ラムを図2に示す。平均径24nmのナノピラ ー構造が観察された(図 2(i))。未処理の AAO 膜をモールドに用いた場合では、硬化薄膜の 大部分が AAO 膜に接着して離型できなかっ た。炭素薄膜が孔径を縮小するだけではなく 離型膜としても有効に作用することが示唆さ れた。径が sub-20 nm であるピラーの数の総 数に対する割合は、GDD, GDM, 70PA を用い た場合でそれぞれ 40, 30, 6% であった(図 2(a-c))。主成分となるモノマーにより光硬化 性組成物の sub-20 nm 領域での充填挙動が大 きく異なることが示唆された。



Fig. 2. (i) Top-view FE-SEM image of the surface of GDD-based UV-curable resin after UV nanoimprinting. The frequency distributions of pillar diameter observed for the surface of UV-curable resins mainly composed of (a) GDD, (b) GDM and (c) 70PA.