反応性無機前駆体の曝露方法の違いによる光硬化樹脂薄膜の有機－無機ハイブリッド化の比較

Comparison of organic/inorganic hybridization of UV-cured resin films between exposure methods of an inorganic precursor

東北大多元研　○上原 卓也，尾﨑 優貴，廣芝 伸哉，中村 貴宏，中川 勝

IMRAM, Tohoku Univ., ○Takuya Uehara, Yuki Ozaki, Nobuya Hiroshiba, Takahiro Nakamura, and Masaru Nakagawa

E-mail: masaru.nakagawa.c5@tohoku.ac.jp

【緒言】逐次浸透合成(SIS)法[1,2]はブロック共重合体相分離膜の一方のドメインや電子線描画用ポジ型レジストの有機－無機ハイブリッド化に用いられ、リソグラフィ工程におけるドライエッチング耐性の向上の手法として期待されている。また、逐次気相浸透(SVI)法[3,4]は反応性無機前駆体を連続的に間欠曝露することで高分子材料への飽和吸着を促し、有機材料へ無機材料を高密度に導入する手法として注目を集めている。筆者らは、光ナノインプリントリソグラフィにより成形した光硬化有機物のパターンに SIS または SVI を施すことで、均一に有機－無機ハイブリッド化し、エッチング耐性を向上させたレジストマスクが作製できるのではないかと着想した。本研究では、SIS と SVI を施した光硬化樹脂薄膜の酸素反応性イオンエッチング(O_2 RIE)による膜厚の減少挙動の違いを調べ、無機前駆体 trimethylaluminum (TMA)の光硬化樹脂薄膜への浸透挙動の違いを考察した。

【実験】モノマー bisphenol A ethoxylate dimethacrylate からなるラジカル重合型光硬化性液体 *Resin A* を調製した。TMA と酸化剤 H_2O を図 1 に示す手順で、基板上に成膜した膜厚 0.1 μm の *Resin A* 薄膜に SIS または SVI を施した。各時間の O_2 RIE 後の膜厚を触針式膜厚計で計測することでエッチング速度を求めた。

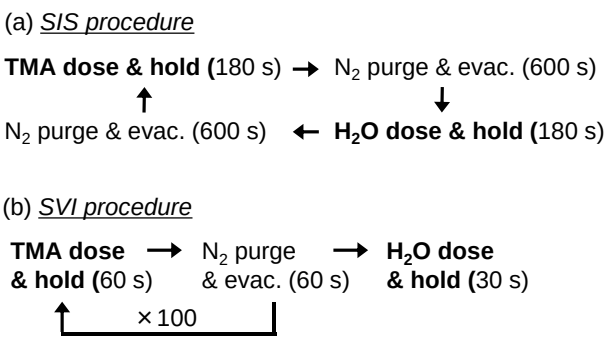

Figure 1. Flowcharts of (a) SIS and (b) SVI procedures.

【結果と考察】表 1 にエッチング速度を示す。未処理の薄膜は 29 nm min^{-1} のエッチング速度を示した。1 サイクルおよび 5 サイクル SIS を施した薄膜は、それぞれ 20 および 5 nm min^{-1} であった。サイクル数の増加によりエッチング耐性の向上が認められた。SVI を施した薄膜のエッチング速度は 8 nm min^{-1} であり、5 サイクルの SIS を施した薄膜と同等であった。以上より *Resin A* の光硬化薄膜において、アルミナが薄膜内に均一に形成されていることが示唆された。X 線光電子分光による膜厚方向の Al の元素分析を行い、薄膜内に形成されたアルミナの均一性についても当日議論する。

Table 1. Etching rates of *Resin A* before and after modification by SIS or SVI.

	No modification	SIS 1 cycle	SIS 5 cycle	SVI 100 cycle
Etching rate (nm min^{-1})	29	20	5	8

[1] Y.-C. Tseng, et al., *J. Mater. Chem*. **21**, 11722 (2011). [2] Q. Peng, et al., *Adv. Mater*. **22**, 5129 (2010). [3] E. C. Dandley, et al., *Adv. Mater. Interfaces* **3**, 1500431 (2016). [4] B. Gong, et al., *Chem. Mater*. **23**, 3476 (2011).

© 2018年 応用物理学会