# 軟化成形によるナノ形状付与ガラスの機能展開

愛媛大学　工学部　機能材料工学科　　武部博倫

## １．はじめに

1995 年の米国 Chou 教授の提案以来 [1]、微細なパターンを有するモールドを材料へ押し付けパターンを形成するインプリント成形法が注目されている。この方法は主に樹脂系で展開がなされている。無機ガラスの熱インプリント成形では、軟化ガラスとモールド材の界面反応の課題や軟化ガラスの粘弾性特性データの不足のため、パイレックス、ビドロン等市販のガラスを除き、その研究報告例は限られていた [2]。最近 NEDO プロジェクト [3]において、熱インプリント成形により低融性ガラス表面へ山型のナノ突起による無反射表面の形成がなされている。

本研究では、自作の低融性透明スズリン酸塩ガラスの結果を中心に、熱インプリント法によるマイクロ／ナノ形状付与ガラスの作製と展開について紹介する。

## ２．透明スズリン酸塩ガラス [4), 5)]

二元系 $SnO\text{-}P_2O_5$ (SP)ガラスでは、以前から< 300℃の低いガラス転移温度を持つことが知られていたが [6]、その透明ガラスの作製条件が確立されておらず、光学材料としての検討が殆どなされていなかった。透明 SP ガラスは不活性雰囲気下で～900℃にて溶融することで作製可能であり、同ガラスは可視域にて無色透明（410～2800 nm にて光透過率 > 80%）で、高屈折率 ($n_D$ > 1.75）の特徴を有する（図１）。

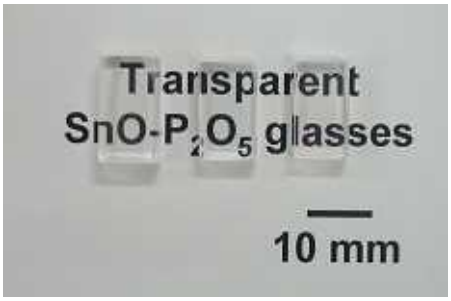


図１　透明 SP ガラスの概観

## ３．SP ガラスの熱インプリント成形 [7)]

SP ガラスの粘度特性 [4)]を基に、240～260℃（粘度換算で $10^{11.4}$ – $10^{14.0}$ Pa･s）で熱インプリント成形を行った。図２は 250℃で熱インプリント成形した SP ガラス試料の外観である。種々の形状とサイズを有するマイクロ／ナノパターンの形成部は、白色光との干渉により様々な色を呈している。現在、400 x 400 nm の格子状パターンで、深さ 120 nm、格子状パターン間に幅 100 nm までの溝を再現性良く形成可能なことを確認している。図３は一例とし

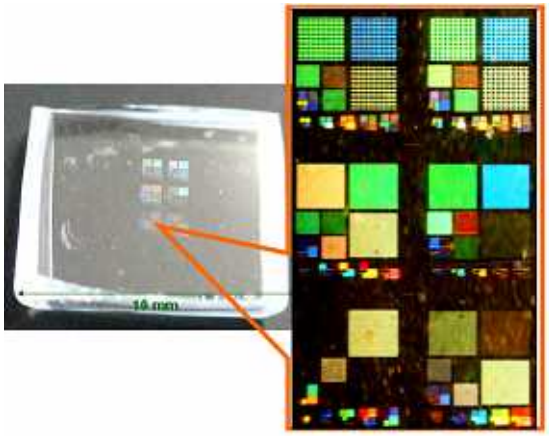

図２　マイクロ／ナノパターンを形成した SP ガラスの概観

て格子状パターンの(a)SEM 像と(b)AFM 像である。成形後のガラス表面の粗さは< 5 nm であった。

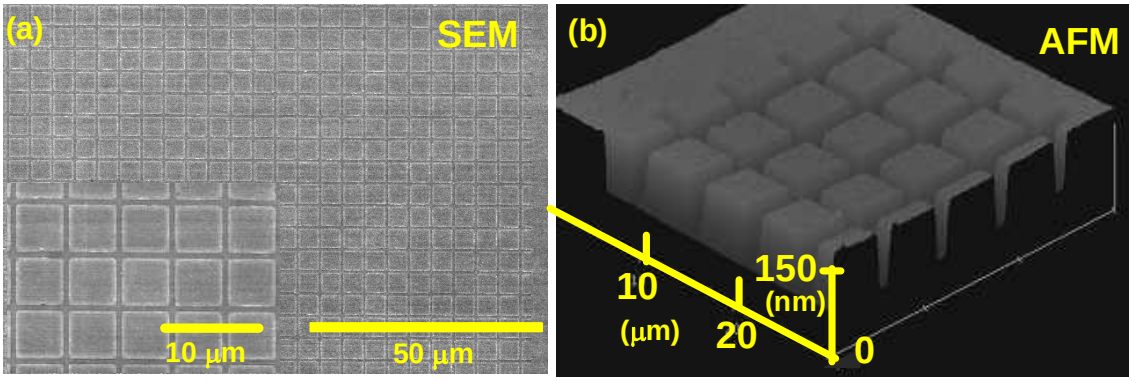


図３　熱インプリント法で SP ガラス上に形成した格子状パターンの(a) SEM 像と(b) AFM 像の一例

## ４．ナノ形状付与ガラスの展開

熱インプリント法を用いたナノ形状付与ガラスには、2 次元フォトニック結晶、面発光レーザー、表面プラズモン光デバイスなどのナノフォトニクスデバイスの創製が期待できる。また同ガラスをテンプレート基板として用い、機能性ナノ物質とのナノインテグレーション化への展開が可能である。さらにパイレックス等の化学的に安定なガラスを用い、ガラスとモールド候補材の濡れ及び界面反応[8]を理解することで、バイオや細胞工学分野への応用が可能になるものと考えられる。

## 参考文献


1) S. Y. Chou et al., Appl. Phys. Lett. **67**, 3114 (1995).
2) 例えば、Y. Hirai et al., Microelectron. Eng. **67-68**, 237 (2003).
3) http://www.nedo.go.jp/informations/press/190606_1/190606_1.html
4) H. Takebe et al., J. Phys. Chem. Solids, **68**, 983 (2007).
5) NIKKEI ELECTRONICS 2007.8.13, pp.77-86.
6) K. Morinaga, S. Fujino, J. Non-Cryst. Solids, **282**, 118 (2001).
7) H. Takebe et al., Opt. Lett. **32**, 2750 (2007).
8) M. Komori et al., J. Micromech. Microeng. **18**, 065013 (2008).