

電圧印加ガラスインプリントによる高アスペクト比構造の形成

Fabrication of high aspect ratio glass structures using electrostatic imprint process

北大電子研¹, 九州大学産学連携セ², 北見工大³, 旭硝子中央研究所⁴

○生田目 直季¹, 池田 弘², 酒井 大輔¹, 原田 建治³, 秋葉 周作⁴, 鈴木 俊夫⁴, 西井 準治¹

Hokkaido Univ.¹, Kyusyu Univ.², Kitami inst. of Tech.³, Asahi Glass Research Center⁴

○Naoki Ikutame¹, Hiroshi Ikeda², Daisuke Sakai¹,

Kenji Harada³, Syusaku Akiba⁴, Toshio Suzuki⁴ and Junji Nishii¹

E-mail: ikutame@es.hokudai.ac.jp

【緒言】

微細構造を用いた光学素子の研究が 1980 年代から行われており、反射防止、偏光制御、位相制御などの機能の発現が報告されている¹⁾。我々は、ナノインプリント法によって、信頼性の高いガラスの表面にサブ波長光学素子を形成するための基盤技術の開発に取り組んできた²⁾。その一方で、インプリント中にモールドに高電圧を印加すると、ガラス転移点(Tg)よりも低い温度で微細構造が形成されるという非常に興味深い現象が報告された^{3,4)}。本研究では、電圧印加による Tg 以下での微細構造の形成機構の解明および高アスペクト比化の検討に取り組んだ。

【実験】

上軸に正電圧を印加し、下軸をアースした状態 (Fig.1) で、窒素雰囲気下でソーダライムガラス (Na₂O 含有量 12 mol%, Tg=550°C、10 mm×10 mm×2 mm) に、カーボン成膜した石英モールド(周期 6 μm、Fig.2(a))でインプリントを行った。

【結果と考察】

Fig.2(a)に示すモールドを用いて、450°C、圧力 3 MPa、3 分間のインプリントを行い、その間に 200 V、1 分間の電圧を印加した結果、(b)に示す構造が得られた。エネルギー分散型 X 線分析 (EDS) 及び飛行時間型二次イオン質量分析 (ToF-SIMS) の結果、モールドに接触した領域のアルカリ濃度が減少しており、そのことが構造転写に重要であると推察された。さらに 55%、70°C の KOH 水溶液で構造体をエッチングしたところ、アルカリ欠乏領域が除去され、(c)の様に構造高さが 7 倍に増強された。これは、アルカリ濃度が低くなった溝部分が KOH によって選択的にエッチングされたためであると考えられる。

【参考文献】

- 1) H. Kikuta, H. Toyota, W. Yu, Opt. Rev., 10, 63-73, 2003.
- 2) T. Tamura, M. Umetani, K. Yamada, Y. Tanaka, K. Kintaka, H. Kasa, and J. Nishii, Appl. Phys. Express, 3, 112501, 2010.
- 3) H. Takagi, S. Miyazawa, M. Takahashi, R. Maeda, Appl. Phys. Express, 1, 024003, 2008.
- 4) P. N. Brunkov et al., Tech. Phys. Lett. 34, 1030, 2008.

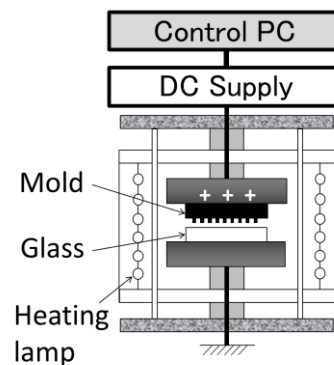
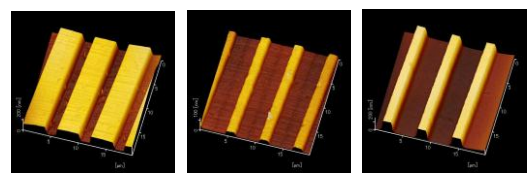


Fig.1. Electrostatic imprint machine



(a) (b) (c)

Fig.2. AFM images of (a) mold (period=6 μm, groove depth=150 nm), (b) imprinted soda lime glass surface (height=40 nm), (c) KOH etched surface (height=280 nm).