

K10

室温インプリントによるシリカガラスの微細構造形成

(九大工) ○三宅 広訓・(九大院工)(正)藤野 茂*・(正)梶原 稔尚

1. 緒言

シリカガラスは、熱的耐久性、機械的強度、耐薬品性、真空紫外から近赤外までの高い光透過性を有する。近年、シリカガラスに対して微細な成形加工が求められている。従来、シリカガラスの微細加工法として、切削研磨やレーザー加工、化学的なエッチングなどが行われてきた。しかし、これらの手段では、大型の設備や多くの製造プロセスが必要となる。

以上の問題を解決するために、低コストで効率良く大量生産が出来るインプリントが注目されている。シリカガラスに熱インプリントを行う際には、ガラスを軟化温度付近まで昇温し、モールドを加圧した後で、軟化温度以下まで冷却し、モールドを離型することで、モールドの形状を転写させる。しかし、シリカガラスはその優れた熱的耐久性のため軟化温度が非常に高温であり、熱インプリントは1300°C以上で行われる。そのため、シリカガラスに熱インプリントするには莫大なエネルギーを必要であり、より省エネルギーな製造プロセスが求められている。

本研究では、熱インプリントに変わる新たなシリカガラスへの微細構造形成法として、室温インプリントを行った。

2. 実験方法

SiO_2 ナノ粒子分散水溶液とポリビニルアルコール(PVA)水溶液を作製し、所定の重量比に混ぜ合わせ、 $\text{SiO}_2\text{-PVA}$ 水溶液を得た。得られた水溶液容器にキャストし、乾燥させることでコンポジット成形体を得た。

成形体を TEM による組織観察および EELS による元素マッピング、BET 比表面積によって評価を行った。

成形体に対して、微細構造を有するモールドを大気中、室温、5MPa、1 分間で加圧し、構造を成形体に転写した。その後、大気中、1000°C 程度で焼成することで、表面に微細構造を有する透明シリカガラスを作製した。得られたシリカガラスの表面を SEM にて観察した。

3. 結果及び考察

Fig.1 に $\text{SiO}_2\text{-PVA}$ コンポジット成形体の TEM 像および EELS による元素マッピングについて示す。TEM 像から、10nm 程度の凝集体が存在した組織であることがわかる。また EELS による元素マッピング結果より、Si, C, O が均一に分散していることが分かる。これらの結果より、作製した $\text{SiO}_2\text{-PVA}$ コンポジット成形体は、 SiO_2 ナノ粒子と PVA 高分子がナノオーダーにて均一に分散したナノコンポジット構造になっていることが分かった。更に成形体の BET 比表面積を測定した

ところ、 $147.9 \text{m}^2/\text{g}$ となり、数から数十 nm の気孔を有する多孔質体であることが分かった。

ナノコンポジット成形体に、微細構造を有するモールドで微細構造の転写を行った。更に、微細構造が転写された成形体を、焼成を行うことにより、約 300nm のライン&スペースや、 $\phi 600\text{nm}$ のホールを有するシリカガラス (Fig. 2.) を得た。

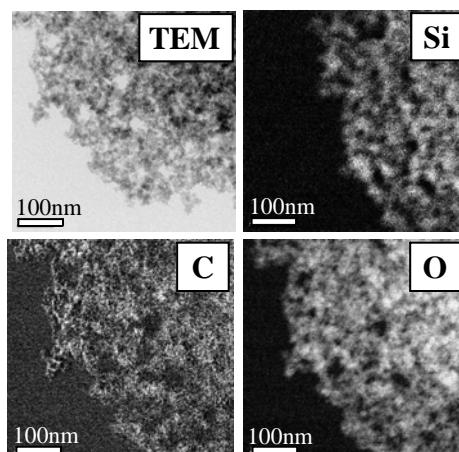


Fig. 1. TEM、EELS による元素マッピング

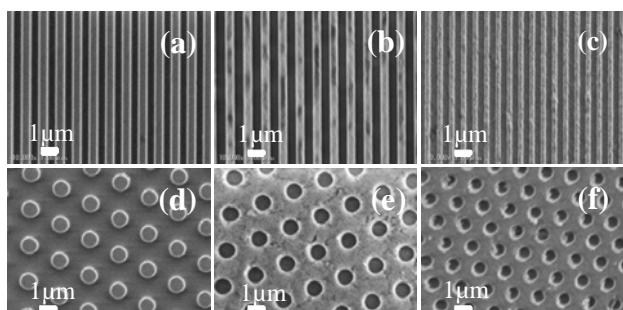


Fig. 2. SEM による表面観察 (a),(d) モールド、(b),(e) 成形体、(c),(f) シリカガラス

4. 結論

SiO_2 ナノ粒子と、PVA を用いて $\text{SiO}_2\text{-PVA}$ ナノコンポジット成形体を作製した。更に室温で成形体にインプリントを行った後に焼成することで、シリカガラスへの微細構造形成に成功した。本手法は、シリカガラスの省エネルギー微細加工プロセスとして有望と考えられる。

*TEL: 092-802-2746 FAX: 092-802-2796
E-mail: kajiwara@chem-eng.kyushu-u.ac.jp