

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	ガラスmicro-SIL の作製と評価
Title(English)	
著者(和文)	矢野哲司, 岸哲生, 柴田修一
Authors(English)	Tetsuji Yano, Tetsuo Kishi, SHUICHI SHIBATA
出典(和文)	第44回ガラスおよびフォトンクス材料討論会講演要旨集, Vol. , No. A-2, pp. 3-4
Citation(English)	, Vol. , No. A-2, pp. 3-4
発行日 / Pub. date	2003,

Preparation and optical function of glass  $\mu$ -SIL / ○Tetsuji Yano, Tetsuo Kishi, Shuichi Shibata (Tokyo Inst. of Technol.) Micrometer-sized solid immersion lenses ( $\mu$ -SIL) were fabricated using the interfacial tension between glass melt and carbon substrate. Typical hemispherical shape of glass could be obtained and also satisfied the optical condition of SIL. The detection of the near-field optical image was demonstrated using the obtained  $\mu$ -SIL. Through  $\mu$ -SIL, an uneven surface texture in the order about 20nm on LSI, which can be recognized using AFM, could be successively observed and near-field optical function of  $\mu$ -SIL was confirmed.

問合せ先 : e-mail tetsuji@ceram.titech.ac.jp

### 緒言

微小光学素子は、光通信・メモリーなどさまざまな分野で重要なデバイスとなっている。その中で、記録メディアに代表されるように、情報の高密度化の過程ではより微細な組織を形成したり、それらを精度よく検出することが求められている。このような操作を光を用いて行う場合、「光の回折限界」をクリアすることが必要である。波長よりも十分に小さな構造体を認識する手法には、近接場を利用する方法があり、ファイバースコープ顕微鏡などが開発されている。一方、Mansfield と Kino[1]によって提案された固浸レンズ (Solid Immersion Lens : SIL) は、半球または超半球の形状をもったレンズであり、波長 $\lambda$ 、屈折率 $n$ に対して $\lambda/n$ 、 $\lambda n^2$ の空間分解能をそれぞれ得ることができ、用いる波長よりも小さい構造体の認識を可能とする。Fig.1 は、超半球状 SIL に求められる寸法を示している。光は平坦な底面部において全反射をすることが必要であり、底部より染み出すエバネッセント光が重要な役割を果たす。SIL 光学系は次世代の記録方式として注目されており研究途上にあるが、高い加工精度が求められるとともに、現在はボールレンズの加工という作製方法によっている。本研究は、ガラス融液の大きな表面張力と基板との濡れ性を利用することにより、研磨を必要とせずマイクロメートルオーダーの微小な SIL 作製方法を開発した。本講演では、その方法について報告し、作製した SIL の光学特性の評価についても合わせて報告する。

### 実験

レンズを作製するガラスとして、今回はソーダ石灰ガラスを用いることとした。組成は  $20\text{Na}_2\text{O}-10\text{CaO}-70\text{SiO}_2(\text{mol}\%)$  である。熔融法によって作製したガラスを粉砕・分級したのち、平面粗さ 3.8nm 程度に研磨されたカーボン質基板上に分散静置した。これを電気炉中で昇温過熱し、 $800^\circ\text{C}$  で 30 分間保持した後、冷却した。得られたガラスは光学顕微鏡および電子顕微鏡により寸法、超半球度(今回は接触角  $\theta$ ) について評価した。

SIL 特性の評価には、Fig.2 に示すような光学系を用いた。観測対象には、LSI(RAM)の集積部を利用した。得られた SIL を LSI 上に静置し、適切な NA をもつ対物レンズを用いて SIL を通して得られるイメージを CCD によって記録した。

### 結果

Fig.3 に、得られたガラスの電子顕微鏡観察結果を示す。真球を平面で切り取った超半球状のガラスレンズが得られていることがわかる。平坦部はカーボン質基板の平面形状が転写されており、滑らかな平面が形成されている。一方、球面はガラス融液の気液間の表面張力により滑らかであり、また微小であるために重力の影響を受けず真球面となっている。Fig.4 は、超半球状 SIL の機能を

満たすための基板との接触角  $\theta$  と屈折率の関係を表している。作製されたレンズは  $\theta = 135 \pm 5^\circ$  を持ち、ソーダ石灰ガラスの屈折率から、d 線または F 線の波長範囲において SIL の条件を満たすことがわかった。

Fig.5 は、粒径  $20\mu\text{m}$  の SIL を通して観測した LSI 表面の観察結果である。図中の破線円内に示すように、原子間力顕微鏡で認識できた LSI 表面にある約  $20\text{nm}$  の凹凸の形状(図中下は AFM 像)がイメージの中に濃淡として認識されていることがわかる。これは、SIL 底面から染み出したエバネッセント光が十分に小さな凹凸を検出してイメージ化したものである。このことから、得られたマイクロメートルサイズのガラスレンズは、超半球 SIL( $\mu\text{-SIL}$ )としての機能を有していることが実証された。

**結 言**

本研究から、ガラス融液の性質を利用することでマイクロメートルサイズの超半球状のガラスレンズを極めてシンプルなプロセスで作製することができることがわかった。光学的評価から、得られたレンズは SIL 特性を備えており、現時点で最も微細なガラス SIL であることを実証した。

**【参考文献】**

[1] S. M. Mansfield and G. S. Kino, *Appl. Phys. Lett.*, **57** (1990) 2615.

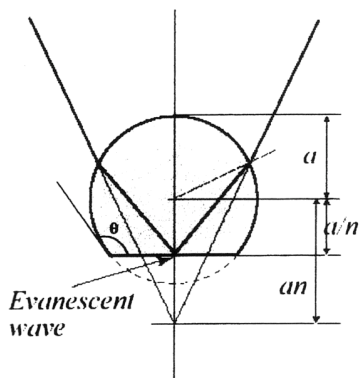


Fig. 1 Ray paths of light and their focusing in SIL

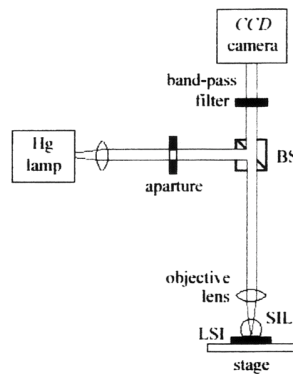


Fig. 2 Schematic of optics alignments testing SIL.

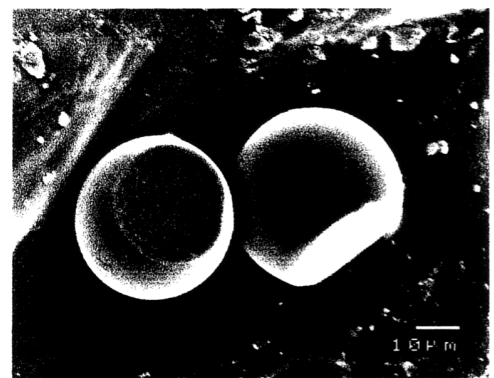


Fig. 3 SEM photograph of the glass  $\mu\text{-SIL}$ s.

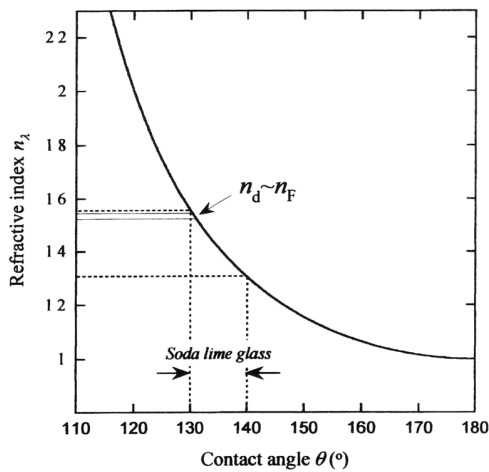


Fig. 4 Relation between refractive index  $n$  and contact angle  $\theta$  for the function of SIL.

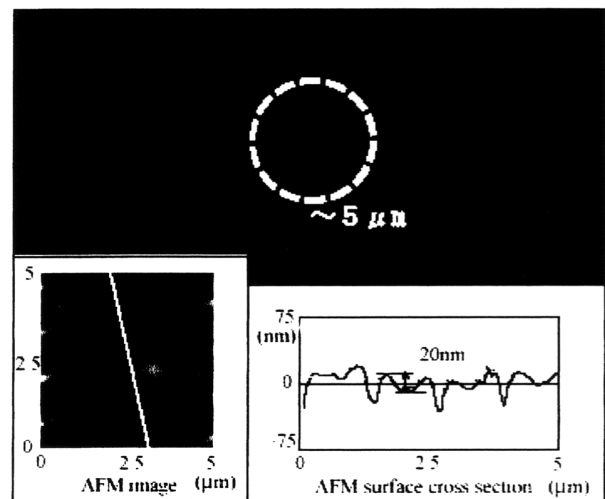


Fig. 5 Images of LSI surface using SIL and AFM.