プラノコンベックス型レンズドファイバの集光特性の改善

Improvement of Focusing Properties in Plano-Convex Lensed Fibers ⁰斎藤 矯、鈴木 裕太、白石 和男、依田 秀彦(宇都宮大工)

°Isamu Saito, Yuta Suzuki, Kazuo Shiraishi, Hidehiko Yoda (Utsunomiya Univ.)

E-mail: kazuos@cc.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

我々は波長以下のスポット径に集光できる性能を有す るプラノコンベックス型レンズドファイバ(以下 PC-LF と略す)の開発を行っている[1-3].図1に構造を示す. 固有ビーム径 GIファイバ(EB-GIF)を利用することによっ て化学エッチングだけで微小レンズ形状が得られる.さ らに任意の長さで切断しても入射側の標準単一モード光 ファイバ(SMF)のモードフィールド径(MFD)を保持でき る特長がある[2].凹部に高屈折率材料を堆積することに よって微小コンベックス型レンズを形成でき,液体中で も高い集光特性をもつ.しかし,集光ビーム品質につい ては検討すべき課題があった.

今回, 化学エッチング後の EB-GIF 先端凹面をファイア ポリッシュにより平滑化し, 集光ビーム特性の改善を図 ったので報告する.

2. EB-GIF 端面のファイアポリッシュ

一般に GI ファイバを化学エッチングすると,ファイバ の作製プロセスで生じた組成不均一性に起因する微小凹 凸が生じる.図2(a)は化学エッチング後の EB-GIF 端面の SEM 写真である.中央部の微小塵のほか斜面に微小凹凸 が存在する.これらはレンズ表面の凹凸に反映し,集光 ビームの品質に影響する.この問題を解決するため,放 電による加熱を利用したファイアポリッシュを行った. ファイバ表面をわずかに溶融して表面を滑らかにする手 法である.図2(b)にファイアポリッシュ後の端面を示す. 平滑な表面が得られていることがわかる.同様に図3に はファイアポリッシュ前後の端面状態をレーザー顕微鏡 で測定した結果を示す.ファイアポリッシュにより,良 好な表面状態が得られることが確認できる.

3. 光学特性測定結果

EB-GIF 端の凹部に a-Si:H をスパッタ法により堆積し, さらにフェルール化して PC-LF を作製した.光学特性の 測定には、波長 1.30 μm の光源を用いた. 集光特性測定は 屈折率 1.501 のオイル中で行った. 図4 と図5に, それ ぞれファイアポリッシュ無しおよびファイアポリッシュ を行った場合の PC-LF の集光特性測定結果を示す.いず れも集光点および集光点から 3µm 離れた点での光強度分 布を測定した.ファイアポリッシュ無しの PC-LF は集光 ビーム径 1.0 µm, 作動距離 2.0 µm, ファイアポリッシュ を行った PC-LF は集光ビーム径 1.0 μm, 作動距離 11 μm であった.いずれも集光点(作動距離)ではサイドロー ブがなく良好なプロファイルかつ波長以下のビーム径に 集光できている.しかし,集光点から3μm 離れた点では, ファイアポリッシュの有無によりビーム形状に大きな差 異が生じる.これは集光点での位相分布を反映し、ファ イアポリッシュを行った方が、より良好なビーム品質が 得られることがわかる.

参考文献

[1] K. Shiraishi, et al., Appl. Opt., 47, 6345(2008).

[2] K. Shiraishi, et al., Photon. Technol. Lett., 23, 1376(2011)
[3] 堀内,他,信学ソサ大, B-13-27(2012)



Fig.1. Schematic configuration of the plano-convex lensed fiber.



Fig.2. SEM photomicrographs of EB-GIF endfaces (a) before and (b) after the fire-polishing.







Fig. 4. Measured intensity distributions of the beam focused by the PC-LF fabricated without the fire polishing process.



