二重テーパー化コアとテーパー化クラッドを有するファイバープローブの作製

Fabrication of a Fiber Probe with Double-Tapered Core and Tapered Clad

東洋大理工 [1]　○物部 秀二 [1]，(B)狩野 知哉 [1]，(B)小平 典 [1]

Toyo Univ. [1], ○Shuji Mononobe[1], Tomoya Kanou, Tsukasa Kodaira

E-mail: mononobe@toyo.jp

二重テーパー化ファイバープローブは近接場光学顕微分光観測などに用いられてきた．しかし，そのアスペクト比が低いため，観測者は傾斜した基板上の試料の近接場像を得ることに，しばしば苦労をした．二重テーパー化プローブのアスペクト比を向上させるためには，二重テーパー化コアを支える円柱状のクラッド終端部分をテーパー化するべきである．しかし，一般にクラッドをテーパー化する工程の再現性は二重テーパーを形成する工程のそれに比べて低いため，二重テーパー化工程にクラッドのテーパー化を付加することは敬遠されてきた．本稿では，二重テーパー化プローブのアスペクト比を向上させるため，クラッドのテーパー化を含む二重テーパー化プローブの作製法を提案する．

この方法は４工程（１）クラッドのテーパー化,（２）テーパー終端部の中空化,（３）中空構造の平坦化と第一テーパーの形成,（４）第二テーパーの形成からなる．

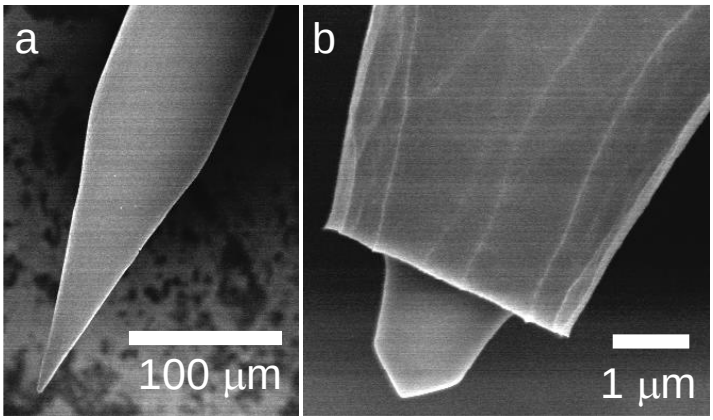

Fig. 1 Scanning electron micrographs of (a) the fabricated fiber probe and (b) its double-tapered core.

Ｆｉｇ．１ａ，１ｂはそれぞれ，作製された二重テーパー化プローブとその先端領域を電子顕微鏡（日立，Ｓ４５００）で拡大した像である．このプローブの作製法について以下で詳述する．第１工程は比屈折率差２％，コア径１．８μｍ，GeO_2添加石英ガラス製コアを持つ光ファイバーをシリコーンオイル（信越シリコーン，ＫＦ－９６－１，０００ＣＳ）を浮かべた５０％フッ化水素酸（富士フィルム和光純薬，化学用）に室温にて３５分間浸漬した．これはメニスカスエッチングと呼ばれる手法である．第１工程終了後に光ファイバーをさらに数ｍｍ深く挿入して，３分間のエッチングを行った．第２工程に相当するこのエッチングにより，テーパー終端部のコア領域が陥没した．シリコーンオイルに汚染された光ファイバーを清浄化するため，イオン交換水で５倍に希釈された硫酸に室温にて１分間浸漬した後に，水で洗浄した．第４工程として，２５±０．１℃に制御された体積比が４０％フッ化アンモニウム水溶液：５０％フッ化水素酸：水＝１．８：１：１ である緩衝ＨＦに光ファイバー１１分３０秒間浸漬した．このエッチング時間は第１テーパーを光学顕微鏡（レイマー，ＢＭ－３４００ＴＴＲ）により観察することによって決定された．第２テーパーを形成するため，体積比１０：１：１の緩衝ＨＦに１０分間浸漬した．

作製されたプローブは図の電子顕微鏡像に示されるように，テーパー化されたクラッドに二重テーパー化されたコアが連結された形状を持つ．テーパー化クラッドの終端部直径が４．５μｍであり，アスペクト比は０．７である．断面直径２０μｍ以上の円筒状クラッド端を有する従来プローブに比べて，アスペクト比が向上したことがわかる．

© 2019年 応用物理学会