20a-PA1-3

透過光モニタリングによるナノファイバーのエッチング制御

Control of nanofiber fabrication by etching method with in-situ transmission monitoring

九大先導研 [1]，香川大 [2]，情通機構 [3]　○山本　和広 [1]，山口　堅三 [2]，横山　士吉 [1]，大友　明 [3]

Kyushu Univ. IMCE [1], Kagawa Univ. [2], NICT[3]

°Kazuhiro Yamamoto[1], Kenzo Yamaguchi[2], Shiyoshi Yokoyama[1], Akira Otomo[3]

E-mail: k_yamamoto@cm.kyushu-u.ac.jp

コア径をサブミクロンにまで狭窄化したテーパー化光ファイバーは、近接場光学顕微鏡プローブ[1]、ナノ粒子の光トラップやマニピュレーション[2]、単一光子を用いた量子光学実験[3]や光センサー[4]など広く応用されている。ナノファイバー構造の作製法として溶融延伸が一般に用いられるが、作製および配置の制御や機械的安定性などに問題がある。そのため我々はこれまでにナノファイバーを制御性よくシリコン基板上に集積して作製する技術を開発した[5]。本手法では基板上に固定した光ファイバーの集束イオンビーム（FIB）加工および緩衝フッ酸溶液（BHF）による選択的ウェットエッチングにより、ナノファイバーを作製する。さらにこの構造の応用として、ナノギャップを設けて対向させた金属化ナノファイバー対構造による表面プラズモンのナノギャップでの増強効果[5]や共振器効果の実現のための周期開口列による透過光スペクトルでのディップの確認[6]を行ってきた。

本発表ではナノファイバー構造の作製について、光透過特性観測によるナノファイバー形状作製の制御性の向上を検討した結果について発表する。ナノファイバー構造は強い光閉じ込めと大きなクラッド側へのエバネッセント浸みだし長のため、コア外部に配置された物質との大きな相互作用が期待できる。この特性はナノファイバーの直径に依存するが、従来はエッチング時間による制御のみ行っていたため、加工の精度揺らぎによる再現性に問題があった。一方光透過率、スペクトルはファイバー形状に依存するため、エッチング時にその場観測することで作製の再現性向上が図れると考えられる。図 1 に用いた測定系を示す。また図 2 に BHF エッチングの時間に対するナノファイバーの透過スペクトルを示す。この結果から、エッチング時間 150min でコアが露出し以後コア径が細くなるにつれ、高次モードの透過率が低下し、波長が短波長側へシフトすることがわかった。発表ではエッチング時の BHF 溶液がクラッドの場合の数値計算を用いた解析についても述べる。

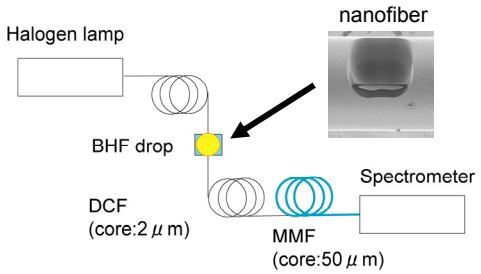

Fig.1 Optical setup for in situ monitoring of nanofiber transmission

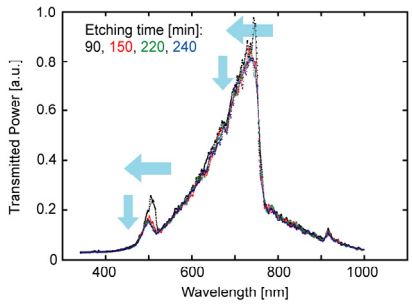

Fig.2 Etching time dependence of nanofiber transmission

References

[1] M. Ohtsu and H. Hori, *Near-Field Nano-Optics*, 113-119 (1999) [2] G. Brambilla et al. Opt Lett. 32, 3041-3043 (2007) [3] M Cai et al. Phys. Rev. Lett. 85, 74-77 (2000) [4] A. Leung et al. Sensors and Actuators B 125, 688-703 (2007) [5] K. Yamamoro et al. Proc. SPIE 8632, 863228-1-863228-8 (2013) [6] 山本他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会、17-p-F6-4 (2014)

© 2014 年　応用物理学会