

課題番号 : F-20-HK-0037
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 原子層堆積法を用いた赤外光ファイバーセンサーへの機能性ナノ薄膜の形成
 Program Title (English) : Atomic layer deposition onto an optical fiber for environmental sensor
 利用者名(日本語) : 上原日和
 Username (English) : Hiyori Uehara
 所属名(日本語) : 自然科学研究機構 核融合科学研究所
 Affiliation (English) : National Institute for Fusion Science
 キーワード/Keyword : 原子層堆積法、光ファイバーセンサー、赤外センサー、表面処理、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

中赤外分光と光ファイバーセンサーとを組み合わせた「中赤外ファイバーセンサー」に高い将来性を感じ、令和2年より研究開発をスタートした。本研究では、赤外光ファイバーセンサーの実用化・社会実装を視野に入れ、潮解性の高いフッ化物ガラス光ファイバーへの新規耐水・親水コーティング技術を開発する。原子層堆積法(ALD)は、半導体分野において近年注目され始めている緻密成膜法であるが、これを光学分野にいち早く取り入れ、光ファイバーセンサー上へのALD保護膜形成を世界に先駆けて実証する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・原子層堆積装置、原子層堆積装置(粉末対応型)
- ・超高分解能走査型電子顕微鏡(Regulus8230)

【実験方法】

今年度は、予備実験として、フッ化物ガラス光ファイバー上へのALD酸化膜形成の可能性について検証した。コアレス形状でクラッド直径が約130 μmのZrF₄系フッ化物(ZBLAN)ガラス光ファイバー(Fig.1)上にAl₂O₃層+TiO₂層を低温条件(80℃)にて成膜した。原子層堆積のサイクル数は、酸化ガラス基板上への成膜時に各層50 nmずつ(計100 nm)となる条件に設定した。

成膜後、ガラスファイバー及び樹脂被覆表面のSEM像を観察し、EDXによる組成分析も行った。

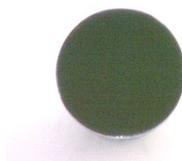


Fig. 1 Cross section photograph of ZBLAN fiber

3. 結果と考察(Results and Discussion)

成膜後、走査型電子顕微鏡を用いて成膜状態の確認

を行った。SEM像では成膜前と大きな違いは観察されなかった。一方、元素分析を行ったところ、ファイバーには含まれないTiがコア、クラッド部全面に検出された(Fig. 2)ことから、ALDによりTiO₂が成膜できたことが明らかとなった。

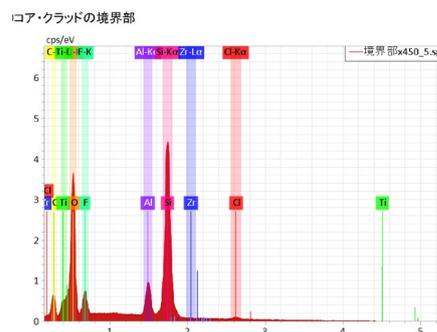


Fig. 2 EDX spectrum of ALD coated ZIBLAN fiber

今後は、ALDコーティングを施したZBLANファイバーに対して、耐水性や親水性、機械強度等の耐候性評価を行う。最適化した耐水保護技術の中赤外光ファイバーセンサーへの適用について検討し、革新的なセンシングデバイスの実証を目指す。本研究においてフッ化物ファイバーの半永久的な耐水性が確保されると、中赤外光ファイバーセンサーの実用性が飛躍的に向上し、社会実装への指針を得ることができる。

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 松尾保孝 (北海道大学)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] Hiyori Uehara et al., Sci. Rep. 11, 5432 (2021).
- [2] 上原日和 他、レーザー学会学術講演会第41回年次大会(2021年1月)、オンライン

6. 関連特許(Patent)

- [1] 上原日和 他、「光ファイバおよびASE光源」、特願2020-208308
- [2] 上原日和 他、「光ファイバーおよびファイバーセンサ」、特願2021-069885