

a-Si:D/SiN_x 多層膜フィルタの耐熱性

Thermal Stability of a-Si:D/SiN_x Optical Multilayer Filter

○依田 秀彦¹、田村 拓磨¹ (1. 宇都宮大工)

○Hidehiko Yoda¹, Takuma Tamura¹ (1.Utsunomiya Univ.)

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

1. はじめに

次世代光アクセス網における WDM-PON では、光終端装置 ONU (Optical Network Unit) のカラーレシ化が必要とされ、そのキーデバイスが高生産性のチューナブル波長フィルタである。著者らのグループでは熱光学 (Thermo-Optic : TO) 効果を利用したチューナブル波長バンドパスフィルタ (TO-BPF) の開発を進めている。多層膜を用いた TO-BPF は生産性に優れる。TO-BPF には、狭透過帯域(0.5~2nm)、波長可変幅(30nm)、箱形スペクトル特性、低消費電力、光の透過率や吸収率の熱安定性 (50-350℃) 等の性能が要求される。

TO-BPF の波長可変幅 30nm を得るために、TO-BPF チップを 50-350℃ に加熱する。a-Si:D/SiO₂ 多層膜[1] や a-Si:D/SiO_x 多層膜を用いた TO-BPF では、その吸収率が高温時 (280℃以上) に徐々に増加してしまう[2]。高温時に重水素化アモルファスシリコン a-Si:D の重水素 D が徐々に離脱してダングリングボンドが増え、その結果 TO-BPF の吸収率が増加したものと推測する。そこで重水素の離脱を抑制するためのガスバリア層として窒化ケイ素 SiN_x に着目する。本報告では、a-Si:D/SiN_x チューナブル波長フィルタを作製し、耐熱性 (光吸収率の温度依存性) を実験的に評価した結果を報告する。

2. TO-BPF の耐熱性評価実験

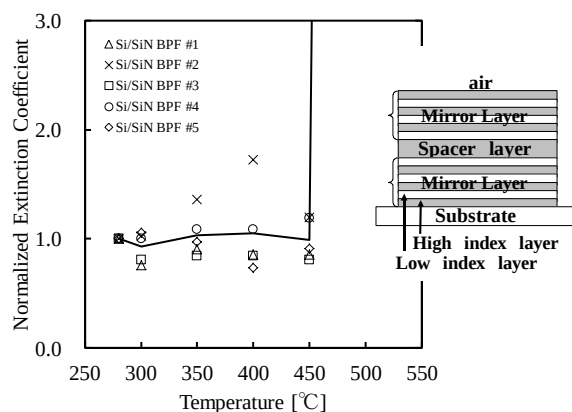
TO-BPF の耐熱性 (光吸収率の熱処理温度依存性) を検証するため、a-Si:D/SiN_x TO-BPF と a-Si:D/SiO_x TO-BPF を RF マグネトロンスパッタにより作製した。作製後に大気中にてポストアニール (280℃×1 時間) を行い、続いて TO-BPF を真空電気炉にて一定温度 (300, 350, 400, 450, 500℃) × 1 時間の熱処理を施す。室温に戻してから TO-BPF の分光測定を行った。分光測定から得られる透過スペクトルと反射スペクトルのデータから、TO-BPF のスペーサ層の消衰係数 (複素屈折率の虚数部) を算出できる。熱処理によってスペーサ層 a-Si:D の重水素が離脱しなければ消衰係数は変化なく、離脱すれば消衰係数が増加する。

各 TO-BPF 消衰係数の熱処理温度依存性の測定結果を図 1 に示す。各 TO-BPF でチップ試料を 5~6 個

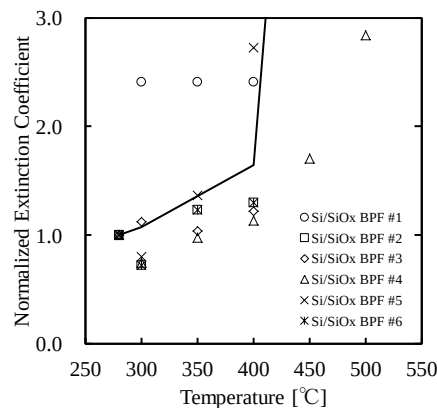
用意した。消衰係数の値はチップ試料毎に若干異なるため、各チップ試料のポストアニール後の消衰係数 κ_0 を基準として、高温熱処理後の消衰係数 κ を規格化して評価した (κ/κ_0)。a-Si:D/SiN_x TO-BPF では、熱処理温度 450℃ まで消衰係数は変化せず、500℃ で膜の劣化が発生した。一方、a-Si:D/SiO_x TO-BPF では、熱処理温度 400℃ まで少しずつ消衰係数が増加し、450℃ で膜の劣化が発生した。SiN_x を用いることで、450℃ まで光吸収率の増加を抑制できることがわかった。

参考文献 [1] 晴山, 依田ら, 応用物理学関係連合講演会, 30p-TF-1, 2009 年 3 月。

[2] 田代, 依田, 信学会東京支部学生会研究発表会, 講演番号 175, 2011 年 3 月。



(a) a-Si:D/SiN_x TO-BPF



(b) a-Si:D/SiO_x TO-BPF

Fig. 1. Thermal stability of TO-BPF extinction coefficient