

ECR プラズマ CVD 法により作製した SiON 導波路の N-H 基低減

Reduction of N-H bond in SiON waveguide deposited by ECR-PE CVD method

NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT マイクロシステムインテグレーション研究所²○岡崎 功太^{1,2}, 西 英隆^{1,2}, 土澤 泰^{1,2}, 山本 剛², 山田 浩治^{1,2}NTT Nanophotonics Center¹ and NTT Microsystem Integration Labs.²○Kota Okazaki^{1,2}, Hidetaka Nishi^{1,2}, Tai Tsuchizawa^{1,2}, Tsuyoshi Yamamoto² and Koji Yamada^{1,2}

E-mail: okazaki.kota@lab.ntt.co.jp

シリコン(Si)フォトリソグラフィは、高集積・低コスト・低消費電力を実現する光電子融合デバイス技術であり、光通信ネットワークを含む幅広い応用が期待されている。しかし、偏波無依存化や広いダイナミックレンジが求められる通信用途に適用する場合、Si 導波路コアの屈折率($n \sim 3.48$)が高いため、この光通話路特性が加工誤差に極めて敏感である。そこで我々は Si に比べて屈折率が低く、加工トレランスが大きな導波路構造として、コア屈折率が約 1.51 の石英導波路と Si 導波路を SOI 基板上に一体集積した Si-石英導波路プラットフォームの開発を進めてきた^[1]。

同プラットフォームの設計自由度を高める材料として、屈折率 $n \sim 1.5$ (石英) から 2.0 (窒化シリコン, SiN: silicon nitride) の間で調整可能である酸素窒化シリコン (SiON: silicon oxynitride) が有望である。しかしながら、SiON は通信波長である $1.5 \mu\text{m}$ 帯に N-H 基による光吸収ピークを有し、これによる光損失が発生する。そこで前回我々は、 SiCl_4 , O_2 , N_2 から構成される水素フリーガス系における新たな SiON 成膜法について報告した^[2]。本報告では同 SiON 成膜法により形成された SiON 膜から構成される導波路を試作し、導波路伝搬損失を評価した結果について述べる。

SiON 成膜では、Ge 受光器など熱に弱いアクティブデバイス集積との整合性を考慮し、バックエンドプロセス温度(350°C)以下で成膜可能な ECR-PECVD (electron-cyclotron-resonance plasma enhanced chemical vapor deposition) 法を用いた。図 1 に、熱酸化膜基板上的 SiON 導波路断面構造の概略を示す。作製プロセスは以下の通りである。まず、 SiCl_4 , O_2 , N_2 ガスを用いた ECR-PECVD 法により、厚さ $2 \mu\text{m}$ の SiON を熱酸化膜基板上に成膜した後、エッチングにより $3 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ の SiON 導波路コアの形成を行う。その後、上部クラッドとして同じく ECR-PECVD 法により SiH_4 , O_2 ガスを用いて厚さ $5 \mu\text{m}$ の SiO_2 を成膜する。膜の屈折率測定にはエリプソメータを用い、製膜時には SiON コアは $n \sim 1.51$, SiO_2 クラッドは $n \sim 1.47$ をターゲットに設定した。この SiON 導波路の比屈折率差は $\Delta \sim 3\%$ である。図 2 に作製した SiON 導波路の伝搬損失の測定結果を示す。SiON 膜中の材料吸収の影響がない $\lambda = 1550 \text{ nm}$ における伝搬損失は 1.8 dB/cm であった。図 3 は、今回作製した SiON 導波路と従来手法である SiH_4 , O_2 , N_2 を用いて作製した SiON 導波路(コア $3 \mu\text{m} \times 3 \mu\text{m}$, $\Delta \sim 3\%$)^[3]の単位長さ当たりの材料吸収損失を比較した結果を示す。 SiCl_4 でコアを成膜した導波路では N-H, O-H 基による吸収損失が大幅に減少しており、通信波長帯における導波路損失低減を確認した。

[1] H. Nishi, *et. al.*, Opt. Express **20**, 9312 (2012). [2] 岡崎 他, 応用物理学会 2014 春, 19a-F8-1.

[3] 土澤 他, 応用物理学会 2007 秋, 4a-P1-11.

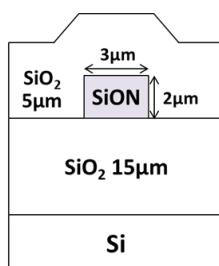


図 1 SiON 導波路断面構造の概略図

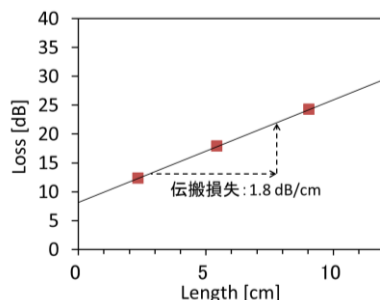


図 2 試作した SiON 導波路の伝搬損失

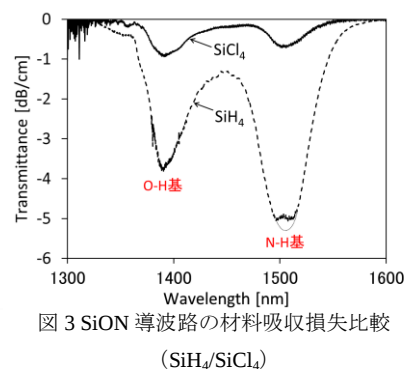


図 3 SiON 導波路の材料吸収損失比較 ($\text{SiH}_4/\text{SiCl}_4$)