

課題番号 : F-15-TU-0066
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 光通信波長帯に適した光導波路用の窒化シリコン薄膜形成
Program Title (English) : Deposition of silicon nitride films for optical waveguides operating at telecommunication wavelengths
利用者名(日本語) : 古澤健太郎
Username (English) : K. Furusawa
所属名(日本語) : 国立研究開発法人情報通信研究機構
Affiliation (English) : National Institute of Information and Communications Technology

1. 概要(Summary)

集積化光デバイスは、より低消費電力で高スループットの光信号処理を行い、データセンターなどの高効率化を化を実現する上で、重要な要素技術である。近年、光通信波長帯(波長: 1.55 μm)周辺で透明であり、高屈折率材料であるシリコンを材料として、従来のシリカ系デバイスに比べてはるかに小型な集積化光デバイスの開発が多数報告されている。しかし、非線形光学効果を用いた光信号処理においては、シリコンの二光子吸収過程を排除するために、より透明性の高い材料が望まれる。窒化シリコン(SiN)の屈折率は、シリコンとシリカの中間に位置し、吸収端も紫外線波長域にあることから、小型集積化非線形光デバイスの材料として、有望視されている。一方、非線形光デバイスでは、導波路構造を制御し、波長分散を制御することも重要となる。SiN は、光通信波長帯で大きな正常分散を呈するため、光導波路の低分散化には、マルチモード領域における高い光閉じ込め効果を利用し、大きな構造分散によって材料分散を補償する必要がある。そのためには、700 nm 以上の SiN 薄膜を酸化膜付き基板上に形成できることが望ましい。プラズマ増強気相堆積(PECVD)法等の低温堆積法では上記の成膜が可能であるが、SiN では膜中の残留水素が窒素と結合し、NH 基由来の赤外倍音吸収が 1.55 μm 帯に観測される。従って、NH 基による吸収を抑制しつつ、いかに厚膜を堆積するかということが問題となる。

そこで本研究では、低圧気相堆積(LPCVD)法を用いて上記の成膜を行うことを試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

LPCVD 装置、アニール炉、エリプソメータ

【実験方法】

基板は、熱酸化膜(10 μm)付き 4 インチ Si 基板を用いた。LPCVD による SiN の成膜の原料ガスには、 SiH_2Cl_2 と NH_3 を用いた。成膜温度は 750 $^\circ\text{C}$ とし、700 nm の膜厚を目指して既知のレートから堆積時間を制御した。ターゲット膜厚誤差は、3 %程度であった。膜中水素濃度を低下させるために、成膜途中でアニールを行うステップを取り入れた。そのシーケンスは以下の通りである。

- 1) 厚さ 350 nm の SiN を LPCVD 法で堆積
- 2) N_2 雰囲気中 1100 $^\circ\text{C}$ でアニール(~1 時間)
- 3) 厚さ 350 nm の SiN を LPCVD 法で堆積

3. 結果と考察(Results and Discussion)

両面研磨基板を用いることによって、680 nm のクラックフリーな成膜が可能ながわかった。しかし、成膜後時間経過と共にクラックが発生・成長するため、堆積後直ちにパターニングとドライエッチングを行い余計な SiN 膜の除去を行うことが重要であることがわかった。一般にクラックは、基板の端から成長する。今後はクラックの成長を阻害するために、基板外周にトレンチ等を予めパターニングした基板を用いるなどの工夫が必要であると考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

東北大学・試作コインランドリーの戸津先生と庄子研究員には、貴重なアドバイスと技術支援を賜りました。深謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。