

可視光用 SiN 導波路の伝搬損失評価

Evaluated propagation loss of SiN waveguide for visible light

産総研 ○前神 有里子, 成島 利弘, 横山 信幸, 齊藤 茂, 大塚 実, 河島 整, 山田 浩治

AIST, ○Yuriko Maegami, Toshihiro Narushima, Nobuyuki Yokoyama, Shigeru Saitou,

Minoru Ohtsuka, Hitoshi Kawashima, Koji Yamada

E-mail: yuriko-maegami@aist.go.jp

近年、ホログラフィックディスプレイや、量子コンピューター、バイオセンサーなど、様々な応用を想定した可視光用の導波路型集積フォトニクスデバイスが注目されている [1]。量産性に優れる CMOS 互換プロセスを用いて作製できる可視光用導波路材料としては、石英 (SiO_2) および窒化シリコン (SiN) が挙げられるが、特に SiN は SiO_2 に比べ屈折率が高いため、数百 nm 程度のコアサイズと、数十 μm 程度の曲げ半径を持つ超小型導波路を形成することができる。今回、LP-CVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) により成膜した正規組成比の SiN 薄膜をコアとした光導波路を作製し、波長 452 nm と 524 nm において、伝搬損失を評価したので報告する。

図 1(a) は作製した SiN 導波路の断面図を示す。厚さ 2 μm の熱酸化膜付き Si ウエハ上に、厚さ 80 nm と 200 nm、幅 300 ~ 600 nm の SiN コアを形成し、PE-CVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) により厚さ 1.5 μm の SiO_2 クラッドを成膜した。そして、波長 452 nm と 524 nm の LD 光源から TE 偏波光を導波路に入射し、カットバック法により導波路の伝搬損失を評価した。図 1(b)、(c) にコア幅に対する伝搬損失の関係を示す。コア幅が広くなると伝搬損失が減少し、コア幅 500 nm 以上では伝搬損失はコア形状に依らずほぼ一定値となっている。今回作製した SiN 導波路は曲げ半径が 100 μm であるが、伝搬シミュレーションにより曲げ損失は無視できることが判明しているため、伝搬損失の内訳は SiN コアの材料損失、 SiO_2 クラッドの材料損失、および導波路の散乱損失に分類される。散乱損失がコア幅の四乗の逆数 ($1/w^4$) に比例すること [2] を考慮すると、伝搬損失がコア形状に依存しないコア幅 500 nm 以上では、散乱損失は無視できるレベルになっていると推測される。そこで、コア幅 600 nm では散乱損失を無視できると仮定し、伝搬損失と導波路コアのパワー閉じ込め係数から、コアの SiN とクラッドの SiO_2 の材料損失を算出した。その結果、SiN と SiO_2 の材料損失は、波長 452 nm では、それぞれ 6.1 dB/cm と 4.6 dB/cm、波長 524 nm では、それぞれ 2.9 dB/cm と 1.4 dB/cm と見積もられた。なお、この材料損失は 10^{-6} 台の屈折率虚部に相当し、分光エリプソメトリーなど膜厚方向での評価では測定は困難である。

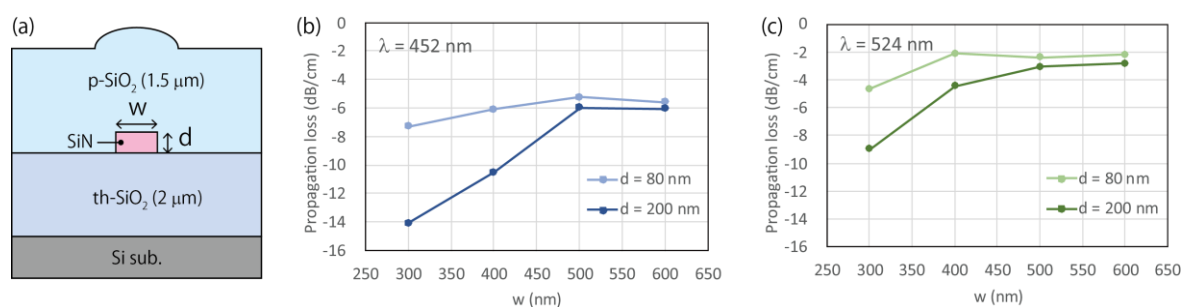


図 1. (a) 断面図、(b)(c) コア形状と伝搬損失の関係 [(b) 波長 452 nm, (c) 波長 524 nm]

【参考文献】 [1] M. C. Shin et. al., Optics Letters, 47(7), 1934, 2020. [2] F. P. Payne and J. P. R. Lacey, Opt. and Quantum Electron. 26(10), 977, 1994.