

CMP プロセス導入による周期空間反転 AlGaAs 導波路の段差低減

Corrugation reduction of a periodically inverted AlGaAs waveguide by introducing CMP process

○ 松本 崇志¹、松下 智紀^{1,2}、近藤 高志^{1,2} (1. 東大工 2. 東大先端研)

○ Takashi Matsumoto¹, Tomonori Matsushita^{1,2} and Takashi Kondo^{1,2}

(1. School of Engineering, 2. RCAST, Univ. of Tokyo)

E-mail: matsumoto@castle.t.u-tokyo.ac.jp

従来の非線形光学材料と比較して、AlGaAs 系化合物半導体は大きな二次非線形光学定数を有しており、波長変換素子の材料として期待されている。我々はこれまでに周期空間反転 AlGaAs を用いた波長変換素子を開発し、Type-II 偏光配置の $3.4 \mu\text{m}$ 帯 DFG 測定で内部変換効率 $3.9 \text{ \%}/\text{W}$ を達成した [1]。しかし、比較的大きな伝搬損失 ($19 \text{ dB}/\text{cm}$: $1.064 \mu\text{m}$ (TM 偏光), $1.5 \text{ dB}/\text{cm}$: $1.55 \mu\text{m}$ (TE 偏光), $12 \text{ dB}/\text{cm}$: $3.4 \mu\text{m}$ (TE 偏光)) により、変換効率が制限されている。伝搬損失の原因の一つは、MBE 成長中の III 族原子の拡散異方性に起因したコア/クラッド界面に生じた 19 nm 程度の段差による光散乱である。本研究ではこの界面段差を低減するために、化学機械研磨 (CMP: Chemical Mechanical Polishing) 工程を下部クラッド層の成長途中に導入した。さらに、GaAs コア層に周期空間反転 GaAs の段差を低減する As_2 分子を用いて [2]、コア/クラッド界面段差を低減した。

本研究で作製した素子は図 1(a) に示されるように、擬似位相整合周期 $7.6 \mu\text{m}$ 、 $1 \mu\text{m}$ 厚 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 上部クラッド層 (As_4 分子 MBE) / $1.6 \mu\text{m}$ 厚 GaAs コア層 (As_2 分子 MBE) / $8.4 \mu\text{m}$ 厚 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 下部クラッド層 (As_4 分子 MBE)、幅 $5 \mu\text{m}$ 、深さ $0.9 \mu\text{m}$ のリッジからなる。コア/下部クラッド界面から $1 \mu\text{m}$ 下に CMP 面が存在する。図 1(b) に作製した素子の表面段差プロファイルを示す。表面段差の測定値から見積もったコア/クラッド界面段差は約 3 nm であり、段差低減は実現できたといえる。

ファブリペロー法を用いて作製した素子 (素子長 5.05 mm) の伝搬損失を評価した。波長チューニングにより $1.55 \mu\text{m}$ 帯 (TE 偏光) の伝搬損失は $3.9 \text{ dB}/\text{cm}$ と見積もられる。温度チューニングにより $1.064 \mu\text{m}$ (TM 偏光) の伝搬損失は $31.6 \text{ dB}/\text{cm}$ と見積もられる。2つの波長帯で伝搬損失は増加してしまっており、CMP 後の $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 再成長プロセス改善が必要である。

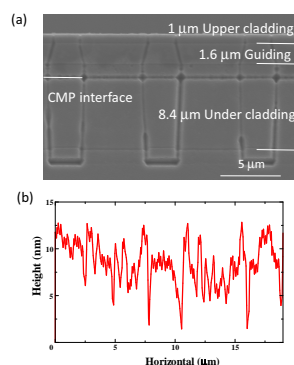


Fig. 1: (a) Surface corrugation profile and (b) cross-sectional SEM image of a fabricated waveguide.

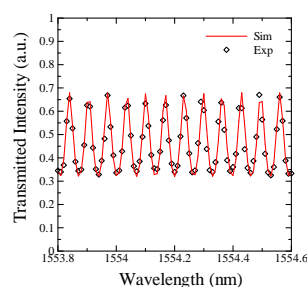


Fig. 2: Transmittance spectrum of the waveguide around $1.55 \mu\text{m}$ of transmittance in the waveguide (TE polarization).

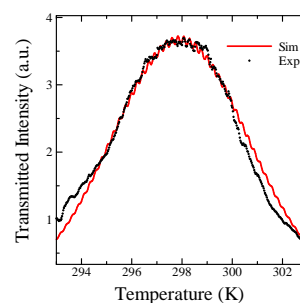


Fig. 3: Temperature dependence of transmittance in the waveguide at $1.064 \mu\text{m}$ (TM polarization).

[1] 吉田成輝, 松下智紀, 近藤高志, 2014 年第 61 回応用物理学会春期学術講演会, 18-a-F8-12.

[2] R. Narasaki, T. Matsushita, and T. Kondo, Appl. Phys. Express, **8**, 0256001 (2015).