

AlGaAs/AIOx 高屈折率差 U 字導波路における 第二高調波発生 の位相整合特性

Phasematching characteristics of second-harmonic generation in AlGaAs/AIOx high-index-contrast U-shaped waveguides

東大工 ○ 中村 勇貴, 松下 智紀, 近藤 高志

Univ. of Tokyo ○ Yuki NAKAMURA, Tomonori MATSUSHITA, and Takashi KONDO

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

AlGaAs は大きな二次非線形性を有するために波長変換素子材料として極めて有望である。実用化されている導波路型波長変換素子の多くは直線導波路である。それに対して我々は、更なる高変換効率化と小型化を実現するために高次モード位相整合 (MPM; modal phase matching) を達成した直線導波路に、光の伝搬方向を 90° 回転することによる 4 回回反 ($\bar{4}$) 疑似位相整合 (QPM; quasi-phase matching)[1] を達成する $1/2$ 円弧導波路を組み合わせた U 字折りたたみ導波路位相整合素子を提案し、直線導波路近似を用いた簡便な解析に基づいて AlGaAs/SiO₂ 導波路で MPM と $\bar{4}$ QPM を同時に達成可能であることを示した [2]。本研究では 2 次元の有限差分時間領域 (2D-FDTD) 法により AlGaAs/AIOx 円弧導波路中の基本波と第二高調波の位相をより正確に見積もり、低損失で $\bar{4}$ QPM 条件を満足する導波路構造を調べた。

波長 $1.55 \mu\text{m}$ の基本波 TE₀₀ モードから第二高調波 TM₀₁ モードへの第二高調波発生による波長変換を想定し、図 1 (a) に示す U 字型導波路において直線導波路の幅 W_s と円弧導波路の幅 W_c の組み合わせを変えて、テーパ導波路と円弧導波路の第二高調波の位相の半分と基本波の位相の差 ($\Delta\phi = \phi^{2\omega}/2 - \phi^\omega$) と導波路の透過率を 2D-FDTD 法により見積もった。曲げ半径は放射損失を低減できる $30 \mu\text{m}$ に固定した。直線導波路で常に MPM を達成するように、基本波と第二高調波ともにコアの屈折率を位相整合コア膜厚から見積もった 3 層スラブ導波路の等価屈折率とした。 W_s と W_c が等しい場合、 $W_s = W_c = 1.0 \mu\text{m}$ で位相差 $\Delta\phi = 1.2$ と第二高調波透過率 0.98、 $W_s = W_c = 1.2 \mu\text{m}$ で位相差 $\Delta\phi = 2.3$ と第二高調波透過率 0.86 であった。幅を大きくするにつれて $\bar{4}$ QPM 条件 ($\Delta\phi = \pi$) に近づくものの、円弧導波路における第二高調波の透過率が下がるため低損失な素子は期待できない。一方 $W_s \neq W_c$ の場合、 W_s を $1.04 \mu\text{m}$ に固定し W_c を $0.96 \mu\text{m}$ から $1.04 \mu\text{m}$ まで変化した $\Delta\phi$ の結果を図 1 (b) に示す。 $W_c = 1.007 \mu\text{m}$ で $\bar{4}$ QPM を達成できる。このときの第二高調波の透過率は 0.97 であり、効率のよい素子が期待できる。素子の変換効率等は当日報告する。

[1] P. S. Kuo, J. Bravo-Abad, and G. S. Solomon: Nat. Comm. 5, 3109 (2014).

[2] T. Matsushita and T. Kondo: CLEO 2011, JThB90.

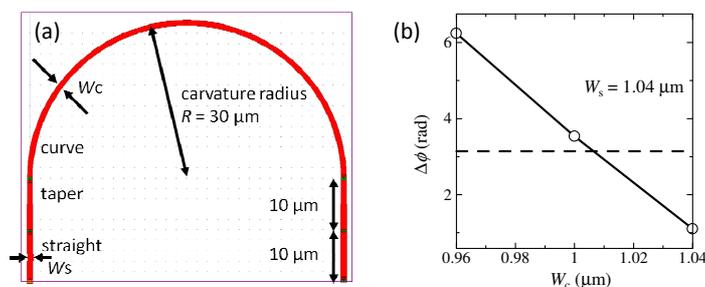


Fig. 1. (a) Schematic of the U-shaped waveguide. (b) Phase difference between fundamental and second harmonic waves vs. curved waveguide width W_c .