

斜め SOI 細線導波路上に配置された InP フォトニック結晶レーザの 小型ハイブリッド設計

Compact hybrid design of InP-based photonic crystal laser on rotated SOI wire

NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT 物性基礎研², NTT フォトニクス研³

○新家昭彦^{1,2}, 野崎謙悟^{1,2}, 倉持栄一^{1,2}, 碓塚孝明^{1,3}, 武田浩司^{1,3}, 佐藤具就^{1,3}, 谷山秀昭^{1,2},
長谷部浩一, 藤井拓郎^{1,3}, 松尾慎治^{1,3}, 納富雅也^{1,2}

NTT Nanophotonics Center¹, NTT Basic Research Labs.², NTT Photonics Labs.³

○A. Shinya^{1,2}, K. Nozaki^{1,2}, E. Kuramochi^{1,2}, T. Kakitsuka^{1,3}, K. Takeda^{1,3}, T. Sato^{1,3}, H. Taniyama^{1,2},
K. Hasebe^{1,3}, T. Fujii^{1,3}, S. Matsuo^{1,3}, and M. Notomi^{1,2}

E-mail: shinya.akihiko@lab.ntt.co.jp

【はじめに】我々は CMOS チップ上／チップ間光通信の実現を目指し、波長サイズ埋込活性層フォトニック結晶(LEAP)構造を用いた超小型レーザやディテクタの開発を進めている^{1,2,3)}。今回、これらの III-V 族デバイスで構成されるオンチップネットワークレイヤと、CMOS などの Si で構成されるレイヤ間の立体光接続構造の検討を行ったので報告する。

III-V 族半導体で構成されるフォトニック結晶(PhC)デバイスも、Si フォトニクスで広く用いられる細線導波路も、そのモードサイズが極めて小さいため、その接続には nm オーダーの高精度な位置あわせが必要となる。またモードサイズ変換器などで位置あわせ精度を緩和すると、変換器のサイズが数 100 μm 程度になり、将来的に密にデバイスを集積することが難しい。

そこで今回、この厳しい位置合わせ要求精度を μm オーダーまで緩和させ、かつ数 μm サイズのコンパクトな光結合が可能、異種半導体ナノフォトニックデバイス間立体光結合構造を提案する。

【素子構造・特性】図 1 に光接続構造を示す。細線導波路が PhC 共振器上に配置されており、その光軸が z 軸から基板面内に θ 回転している。図 2 は PhC 結晶共振器と細線導波路のモード形状を波数空間にプロットしたものである。波数空間上での両者の重なりが最大となると、両者のモード結合係数が最大となる。PhC 共振器のモードは、図 2(a)に示されるとおり、 $\theta \sim 30[\text{deg}]$ の位置にピーク強度をもつ。そのため、図 2(b)の $\theta = 0$ 以外の条件、つまり、導波モードを図 2(c)のように面内回転させることでそれぞれのピーク位置を合致させた条件においても、両モード間の結合を強くできる。

図 3 に、 $\theta = 0, 30[\text{deg}]$ のケースにおける結合効率を示す。実空間上におけるフィールドのオーバーラップが細線導波路幅(数 100nm)に制約を受ける前者に比べ、共振器長(数 μm)に制約を受ける後者の方が明らかに位置あわせ要求精度を小さくできることがわかる。

- 1) S. Matsuo, et al., Nature Photon., 4, 648 (2010).
- 2) K. Takeda, et al., Nature Photon. 7, 569 (2013).
- 3) K. Nozaki, et al., Optics Express 22, 14263 (2014)

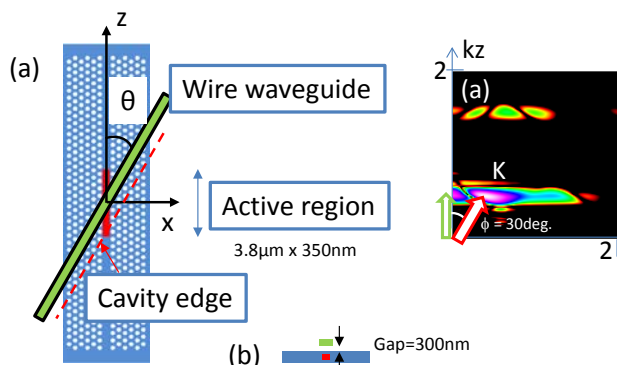


Fig.1 coupling configuration
(a) Top view (b) Side view.

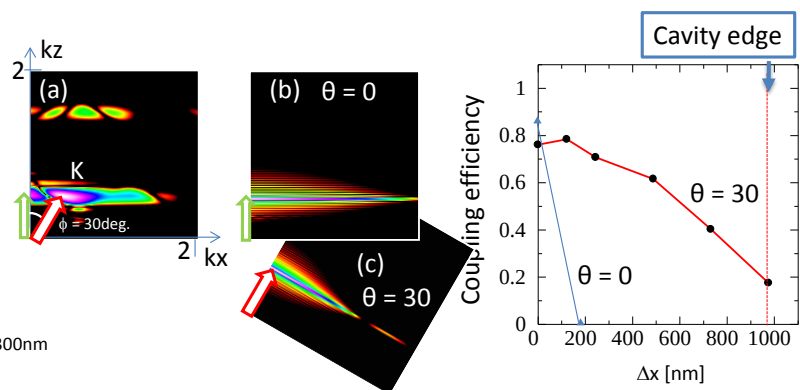


Fig.2 mode profiles in K-space
(a) PhC cavity mode, (b, c) Wire waveguide modes

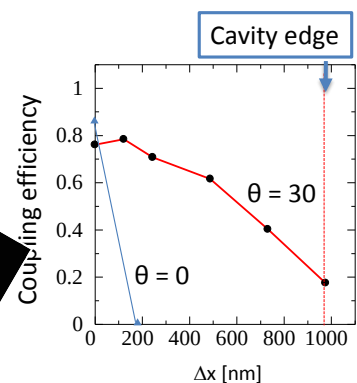


Fig.3 Coupling efficiency