

## 単一モード位相アレイフォトニック結晶レーザ

Single-mode phased array photonic crystal laser

NTT ナノフォトニクスセンタ<sup>1</sup>, NTT 物性基礎研<sup>2</sup>

○新家昭彦<sup>1,2</sup>, 野崎謙悟<sup>1,2</sup>, 倉持栄一<sup>1,2</sup>, 谷山秀昭<sup>1,2</sup>, 納富雅也<sup>1,2</sup>

NTT Nanophotonics Center<sup>1</sup>, NTT Basic Research Labs.<sup>2</sup>

○A. Shinya<sup>1,2</sup>, K. Nozaki<sup>1,2</sup>, E. Kuramochi<sup>1,2</sup>, H. Taniyama<sup>1,2</sup> and M. Notomi<sup>1,2</sup>

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)レーザの開発を進め<sup>1,2,3)</sup>、そのハイパワー出力化、単一モード化の検討を行っている<sup>4)</sup>。今回、複数の LEAP レーザを、単一波長・同一位相で連結動作させる構造の検討を行ったので報告する。

【素子構造・特性】図 1(a)に共振器構造を示す。フォトニック結晶共振器が  $\Gamma M$  方向に周期的に配列されており、隣接する共振器の間に導波路が配置されている。各共振器の共鳴モードはこの導波路を介して連結モードを形成している。

通常、複数の共振器を連結させると、共振器間の位相関係に自由度があるため、共振器数と同じ数の共鳴モードが出現し、位相を揃える事や単一モード化が難しい。この問題を解決するため、本構造は、導波路で位相の自由度を制限する構造となっている。

導波路はその中心線を挟んで対称のフィールド形状を有するため、隣接する 2 つの共振器の位相差が同位相の場合、共振器の連結モードが導波モードと結合し、共振器外に光がもれる。

一方、逆相の場合、共鳴モードと導波路の結合が弱くなり、位相差が  $\pi$  となる時、光が共振器

領域に強く閉じ込められ、Q値が高くなる。つまり、このような漏れ導波路の導入により、隣接する共振器間の位相差が  $\pi$  となるモードを除き、連結モードの Q 値を極端に小さくすることが可能となる。

図 1(c-d)に漏れ導波路のモード絞込み効果を示す。漏れ導波路無し/有りのそれぞれの場合における分散特性が、共振器間の位相差( $\Delta\theta$ )と共鳴周波数の関係として示されている。図中の輝点はそれぞれ閉じ込めモードを示しており、色が暖色ほど閉じ込めの強いことを意味している。漏れ導波路無しの場合、図(c)で示されるように、複数のモードが異なる位相差で存在している。このモードは、漏れ導波路を配置することにより、図(d)の位相差  $\pm\pi$  のモードに収束する。図(b)に本構造における光閉じ込めモードのフィールド分布を示す。活性領域に光を強く閉じ込めており、レーザなどの用途に適していることが分かる。

以上の結果は、偶関数の横モード形状を有する漏れ導波路が、レーザ発振に寄与するモードを、位相差  $\pm\pi$  のモードに絞り込む効果を有することを示している。

- 1) S. Matsuo, et al., Nature Photon., 4, 648 (2010).
- 2) S. Matsuo, et al., Opt. Express, 4, 3773 (2012).
- 3) K. Takeda, et al., Nature Photon. (2013).
- 4) A. Shinya, et al., IPC2013 (2013)

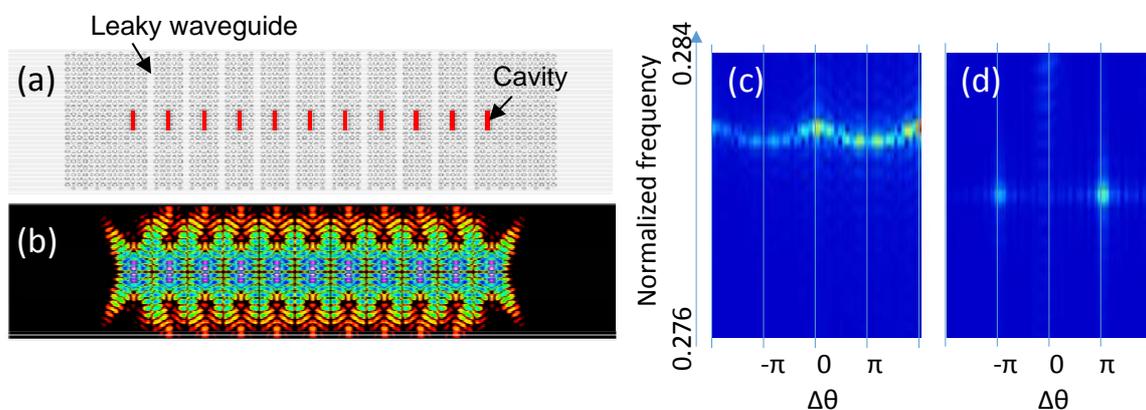


Fig. 1 (a) Phased array cavity structure, (b) Field profile, (c,d) Dispersion relations w/o and w/ leaky waveguide