17a-P13-4

フォトニック結晶結合共振器光導波路におけるスローライト効果による光子対生成効率の増強

Slow-light-enhanced correlated photon pair generation in a photonic-crystal coupled-resonator optical waveguide

NTT 物性基礎研[1]，NTT NPC[2]，
○松田信幸[1,2]，武居弘樹[1]，清水薫[1]，都倉康弘[1]，倉持栄一[1,2]，納富雅也[1,2]
NTT BRL[1], NTT NPC[2]; ○Nobuyuki Matsuda[1,2], Hiroki Takesue[1], Kaoru Shimizu[1], Yasuhiro Tokura[1], Eiichi Kuramochi[1,2], Masaya Notomi[1,2]
E-mail: m.nobuyuki@lab.ntt.co.jp

自発パラメトリック過程によって得られる相関光子対は、伝令付単一光子等に応用可能であるため、光を用いた量子情報実験における基本的なリソースである。オンデマンドな単一光子を得る方法として、多数の光子対源を並列化する方式[1]がある。このような方式においては光子対源の高密度集積が必要となり、個々の光子対源の物理的サイズは可能な限り小さいことが望ましい。素子サイズ低減の手法として、スローライト効果による単位素子長当りの光非線形性の増強が有効であることが知られている。我々はフォトニック結晶共振器に基づく結合共振器光導波路(CROW)のスローライトモードを用い、自発四光波混合(SFWM)過程に基づく光子対生成効率の大幅な増大を確認した[2]。

二次元シリコンフォトニック結晶スラブ線欠陥の局所幅変調によって得られるモードギャップ閉じ込め共振器を 200 個連結し、全長 420 μm の CROW を作製した（図 1(a)）。CROW の透過帯域（図 1(b)）内においてスローライトモードが得られる。帯域中央近傍における群屈折率は約 40 である。この波長をポンプ光パルス（時間幅 130 ps、繰り返し 100 MHz）の中心波長とした。ポンプ光の SFWM 過程によって光子対が生成される。離調±0.8 nm 付近の帯域透過フィルタ（帯域幅 0.2 nm）を通過するシグナル光子とアイドラ光子の間の同時計数測定より、チップ内での単位パルス辺り光子対生成効率μを見積った。μをポンプ光入射平均強度 P に対してプロットしたものを図 1(c)の黒点で示す。SFWM においては$\mu \propto (\gamma PL)^2$ であり、ここでγ(/W/m)は素子の非線形定数、L は導波路長である。実験結果はよい P^2 依存性を示している。またフィッティング（破線）からγ = 9,000 /W/m が得られ、この値は古典 FWM 実験によって得られた値[3]とほぼ一致する。これらのことから、光子対は SWFM 過程によって生成されたと言える。比較のため、群屈折率 6 程度の参照導波路（フォトニック結晶線欠陥導波路、長さ 860 μm）における結果を赤い点で示す。CROW からの光子対生成レートは参照導波路に比べて約 2 桁向上している。この大幅な効率増強は両者の群屈折率の違いによっておよそ説明される（詳細は文献[2]を参照）。

[1] A. L. Migdall *et al.*, Phys. Rev. A **66**, 053805 (2002).
[2] N. Matsuda *et al.*, Opt. Express **21**, 8596 (2013).
[3] N. Matsuda *et al.*, Opt. Express **19**, 19861 (2011).

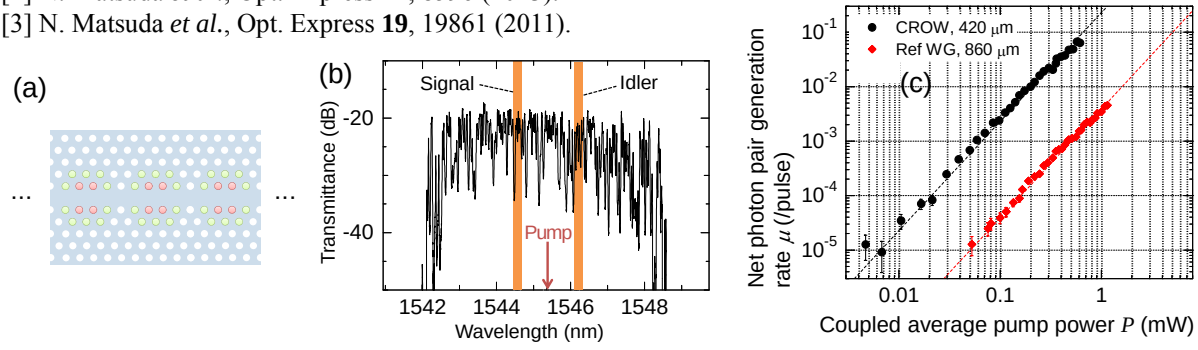

図 1 (a) CROW の模式図と、(b)その透過スペクトラム。(c)実験結果。

© 2013 年　応用物理学会