

集積ナノ共振器アレイ超多ビット光メモリの作製と評価 Fabrication and operation of integrated nanocavity array ultra-multi-bit optical memory

NTT ナノフォニクスセンタ¹, NTT 物性基礎研², NTT フォニクス研³○倉持栄一^{1,2}, 野崎謙悟^{1,2}, 新家昭彦^{1,2}, 谷山秀昭^{1,2}, 武田浩司^{1,3},
角倉久史^{1,2}, 佐藤具就^{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.³E. Kuramochi^{1,2}, K. Nozaki^{1,2}, A. Shinya^{1,2}, H. Taniyama^{1,2}, K. Takeda^{1,3},
H. Sumikura^{1,2}, T. Sato^{1,3}, S. Matsuo^{1,3}, M. Notomi^{1,2}

E-mail: kuramochi.eiichi@lab.ntt.co.jp

我々は波長サイズ・fJ 級動作パワーを特長とするフォトニック結晶(PhC)をフォトニクスネットワークのオンチップ化の基盤技術にすべく研究開発に取り組んでいる。そのベンチマークとして全光メモリ[1]のモノリシック超多ビット集積素子を検討している。前回 1 列抜き線欠陥導波路(W1)とサイドカップル結合した L3 共振器の高密度アレイによる超多ビット光メモリ構成と、共振器周辺穴の変調により Si-PhC にて動作に必要な Q 値がクリアできることを報告した[2]。今回、100 ビット超を集積した Si L3 共振器アレイにおいてメモリ動作確認を行った。加えて高いキャリアプラスマ効果により超低パワー動作と長いメモリ保持時間を有する埋込ヘテロ構造(BH)付 InP ナノ共振器を L3 共振器化した同様のアレイ[3]に今回共振器周辺穴の変調による高 Q 値化[2,4]を加え、32 ビット集積化とメモリ動作[1]を検討した。

別途報告[4]により周辺穴配置を最適化し高 Q 値化した Si L3 共振器 128 個からなる上記アレイにおいて共振器毎に $\Delta a=0.125\text{nm}$ ずつ(導波路方向のみ)結晶周期を変調して共振器波長をずらし 128ch 多波長メモリを構成した(図 1 (a))。熱酸化により波長を調整しメモリ帯域をほぼ C バンドに合わせた(1540-1570nm、図 1 (b))。サイドカップル導波路と強く結合し十分深いデカップが得られる状態で各共振器はなお 5 万程度の Q 値を示した。前回予稿図 1 [2]で報告したのと同様のメモリ書込動作を試みたところ 128 個中 105 個の共振器においてメモリ動作が確認された。

BH 付 InP L3 共振器(BH 部バンドギャップ波長 $1.45\mu\text{m}$ InGaAsP)において前回報告[3]ではサイドカップル結合時の Q 値が数千に留まるためメモリコントラストが不十分でかつ Δa 縮小によるビット数拡大に制限があった。今回は周囲の穴の変調[4]により孤立共振器の Q 値を 2.3 万に、メモリアレイ集積状態で Q 値

1 万に高められ、メモリコントラストも 10dB に近づいた。 $\Delta a=0.5\text{nm}$ の採用により 1540-1570nm 帯域にて 32ch 多波長集積メモリアレイが実現可能となった。メモリ動作実験[1]において 32 個中 28 共振器で書込/読出動作が確認された(図 2)。

以上により PhC 共振器アレイからなる 100 ビット超のモノリシック集積光メモリの実現可能性を実験にて初めて検証できた。メモリに限らず光スイッチ[5]等様々な機能のナノ共振器多波長アレイ素子が期待される。

[1] K. Nozaki *et al.*, Nature Photon. **6**, 248 (2012).

[4] 倉持栄一他, 本学会(応物 2013 年春).

[2] 倉持栄一他, 応物 2012 年秋 13p-B1-10.

[5] 野崎謙悟他, 本学会(応物 2013 年春).

[3] 倉持栄一他, 応物 2012 年秋 14a-B1-4.

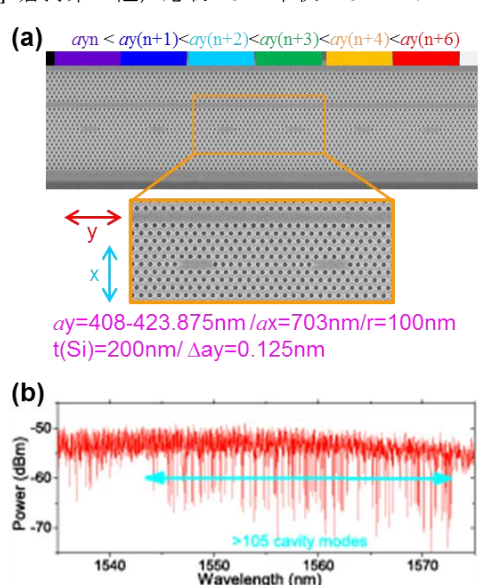


図 1 128 L3 共振器モノリシック集積素子の
(a)SEM 像と(b)透過スペクトル

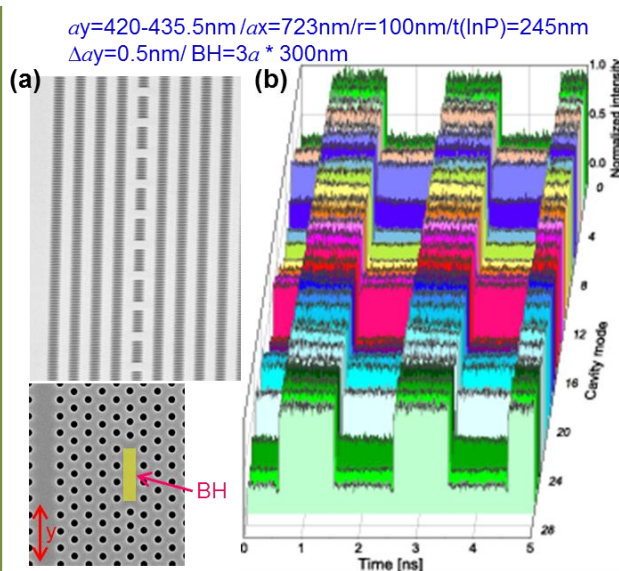


図 2 BH 付 InP-L3 32 ビット集積サンプルの
(a)SEM 鳥瞰像(b)28 ビットメモリ動作