

シリコン基板上の光導波路を用いた量子フォトニクス

Waveguide quantum photonics on a silicon chip

○松田 信幸^{1,2} (1. NTT 物性基礎研、2. NTT ナノフォトニクスセンタ)

°Nobuyuki Matsuda^{1,2} (1. NTT BRL, 2. NTT Nanophotonics Center)

E-mail: m.nobuyuki@lab.ntt.co.jp

シリコン基板上に作製されたシリコン細線導波路や石英系導波路を用いた光量子情報処理の研究が盛んに行われている。集積光導波路を用いることにより、①小型かつ高位相安定な干渉計を用いることができ、自由空間光学系に比べ規模の大きな実験系が構築可能となる[1,2]。また、②強い光閉じ込めを持つ非線形導波路を利用することで、量子もつれ光子対などの非古典光を小型素子上で効率的に生成できる[3-5]。さらに、③自由空間上で実現することが困難な実験さえも可能となる[6]。光子を用いた量子情報処理システムのための要素素子として、量子光源、光量子回路、光子検出器が挙げられる。これら素子を個別にチップ上に実現する研究に加え、近年においては完全なオンチップ量子情報システムの実現に向けた異種素子のモノリシック/ハイブリッド集積研究が活発化している[7,8]。

我々はこれまで、シリコン導波路の高い光学非線形性および成熟した微細加工技術を用い、高効率量子もつれ光源[3-5]や光量子バッファ[9]などの光源・機能素子を個別に実現した。さらに、異種素子の同一チップ上への集積を目的とし、シリコン導波路と非線形性の低い(雑音光子の発生しない)石英系導波路とのモノリシック集積技術を用いた、光子源と回路インターフェースとのオンチップ集積を行った[10,11]。講演ではこれらの研究について紹介するとともに、高機能量子情報デバイスの実現に向けた最近の進展についても紹介する。

謝辞 共同研究者である NTT ナノフォトニクスセンタの西英隆氏、土澤泰氏、山田浩治氏、倉持栄一氏、納富雅也氏、NTT 物性科学基礎研究所の武居弘樹氏、都倉康弘氏 (現・筑波大学)、清水薫氏、William J. Munro 氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] J. Caloran *et al.*, Nat. Photon **8**, 621 (2014). [2] N. Spagnolo *et al.*, Nat. Photon. **8**, 615 (2014).
- [3] N. Matsuda *et al.*, Sci. Rep. **2**, 817 (2012). [4] N. Matsuda *et al.*, Opt. Express **21**, 8596 (2013).
- [5] H. Takesue *et al.*, Sci. Rep. **4**, 3913 (2014). [6] A. Peruzzo *et al.*, Science **329**, 1500 (2010).
- [7] T. Meany *et al.*, Laser Photon. Rev. **8**, 42 (2014). [8] J. Silverstone *et al.*, Nat. Photon. **8**, 104 (2014).
- [9] H. Takesue *et al.*, Nat. Commun. **4**, 2725 (2013). [10] N. Matsuda *et al.*, Opt. Express **22**, 22831 (2014).
- [11] 松田ら、第 62 回応物春季講演会, 11a-A17-1 (2015).