

# 量子ウォークシミュレーターのための 長距離伝搬型表面プラズモンポラリトンカプラの評価

## Evaluation of long-range surface plasmon polariton waveguide couplers for quantum walk simulator

日大量科研<sup>1</sup>産総研<sup>2</sup>○小林稜<sup>1,2</sup>, 中拓也<sup>1</sup>, 多田彬子<sup>1</sup>, 行方直人<sup>1</sup>, 福田大治<sup>1,2</sup>, 井上修一郎<sup>1</sup>

Nihon Univ.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, °R.Kobayashi<sup>1,2</sup>, T.Naka<sup>1</sup>, A.Tada<sup>1</sup>, N.Namekata<sup>1</sup>, D.Fukuda<sup>1,2</sup>, S.Inoue<sup>1</sup>

E-mail: csro16001@g.nihon-u.ac.jp

ゲート型万量子計算機 (UQC) に比べて実装が容易である非万量子計算機 (NUQC) が注目されている。量子ウォークシミュレーター (QWS) [1]や量子ボソンサンプリング (QBS) [2]は、いくつかの探索・検索系問題の効率的計算を可能とすることが示唆されており、また量子超越性を明らかとするアプローチとしても有力であると考えられている。QWS は光学系での実装が容易であることから、量子光学的手法によって実験的研究が精力的に行われている[1]。中でも、シリカやシリコン(Si)系導波路を用いた平面光回路プラットフォームによる取り組みはある一定の大規模化を実現している。しかし、それらはさらなる大規模化や 2 次元 QWS へ向けての展望が良いわけではなく、より適した光回路プラットフォームの模索、検討が進められている。

本研究では、大規模・2 次元 QWS のための光回路プラットフォームとして長距離伝搬型表面プラズモンポラリトン (LR-SPP) 導波路に注目している。LR-SPP 導波路の伝搬損失は Si 系導波路に比べてやや大きい (0.1~1.2 dB/mm@1550 nm) [3,4]ものの、光リソグラフィを用いて容易に作成でき、コアの厚さが数十 nm ほどであるため積層プロセスに向く構造であることから、多層・大規模化が可能であると考えられる。また、LR-SPP 導波路は単一偏光モードの伝播しか許さない。これは大規模化に伴う忠実度低下を防ぐために極めて優位な特性である。今回、50 本の LR-SPP 導波路が平行に近接配置された平行 LR-SPP 導波路アレイを試作し、これによる 1 次元連続 QWS の実装を行ったので報告する。

試作した平行 LR-SPP 導波路アレイの評価は、波長 1550 nm、繰り返し周波数 10 GHz、平均光子数 0.02 の微弱コヒーレントパルス (WCP) 光を用いて行われた。図 1.(a)のように、WCP 光は偏波保持ファイバ (PMF) へ結合され、LR-SPP 導波路上への LR-SPP 励起はその PMF によるエンドファイア結合によって行われた。平行 LR-SPP 導波路アレイからの出力はゲート型 InGaAs/InP-APD (単一光子検出器) へ接続された高 NA 単一モードファイバ (UHNA) へ結合され、その UHNA を 1 次元走査することによって出力光子計数の分布を測定した。素子長 3 mm であったときの測定結果を図 1.(b)に示す。光子計数分布はガウス分布とはならず、各導波路のモードとその左右に近接する 2 本の導波路からの結合モードとの干渉効果を反映したものが得られた。本結果は平行 LR-SPP 導波路アレイが 1 次元連続 QWS を実現している証拠の一つ (必要条件) となる。本研究は、産総研 NPF、CRAVITY の支援及び JSPS 科研費・新学術領域「ハイブリッド量子科学」(JP18H04292) の助成を受けて実施された。[1]A.Peruzzo, et al., Science 329.5998 (2010): 1500-1503. [2] S.Aaronson and A.Arhipov, Proceedings of the forty-third annual ACM symposium on Theory of computing. ACM, 2011. [3] J.T.Kim, et al. IEEE Photonics Technol. Lett. 19.18 (2007): 1374-1376. [4]C.Vernoux, et al., Opt. Mater. Express 8.2 (2018): 469-484.

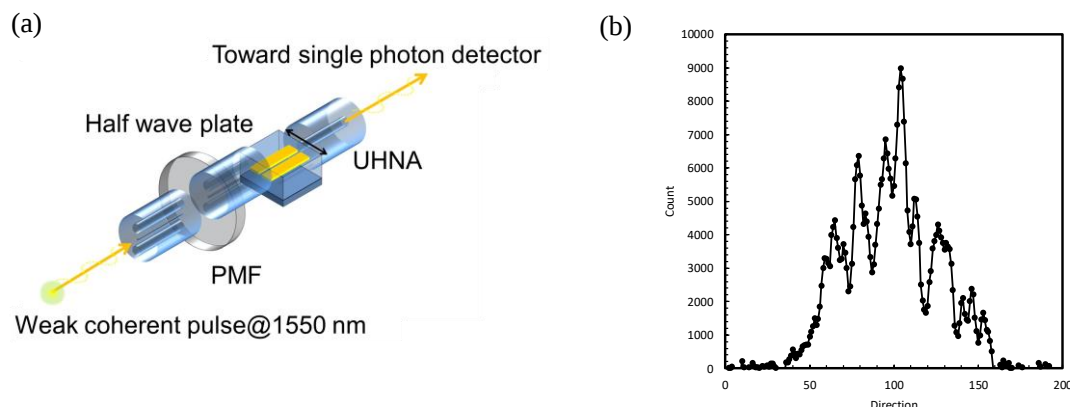


Fig.1 (a) Experimental setup. (b) Experimental photon counting distribution