連続時間量子ウォークシミュレーターに向けた プラズモン導波路カプラの試作

Fabrication of plasmon-waveguide couplers toward continuous-time quantum walk simulator

日大量科研 [1], 産総研 [2]
○(D)小林 稜 [1,2], (M2)中 拓也 [1], 藤井 剛 [2], 行方 直人 [1], 福田 大治 [1,2], 井上 修一郎 [1]
Nihon Univ. [1], NMIJ/AIST [2],
○Ryo Kobayashi [1,2], Takuya Naka[1], Go Fujii[2], Naoto Namekata[1],
Daiji Fukuda[1,2], Shuichiro Inoue[1]
E-mail: r.kobayashi@aist.go.jp

特定の問題を解くことに特化した非万能型量子計算機が注目を集めている。その中でも、量子ウォークシミュレーター（QWS）は、光学系での実装が比較的たやすく、損失耐性もあることから、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]。特に、導波路カプラを用いた大規模連続時間QWSが注目を集めており、これまでに、シリカ平面導波路、窒化シリコン導波路を用いるアプローチが報告されているが、プラズモン導波路によるアプローチは報告されていない。今回、我々は長距離伝搬型プラズモンポラリトン（LR-SPP）導波路による導波路カプラを試作し、それによるQWSの実現可能性を調べた。

LR-SPP導波路は金属コアの上下を誘電体クラッドで挟み込むことで実現する。先行研究では、ポリマーをクラッドに使用し、コアを幅3 μm、厚さ14 nmの金（Au）ストリップとすることで伝搬損失0.174 dB/mm、結合損失6.8 dBを達成した例[2]や幅10 μm、厚さ15 nmのAuストリップコアで伝搬損失0.3~1.2 dB/mm、結合損失3~10 dBを達成した例[3]がある。我々は、幅8 μm、厚さ20 nmのAuストリップをコアとし、クラッドにポリマー（ZPU12-450）を用いてデバイスを作成したところ、伝搬損失1.8 dB/mm、結合損失5.8 dBを得た。今回作成したデバイスの伝搬損失は先行研究のそれらよりやや高いものの、今後作成手法を見直すことで改善できると考えられる。

次に、2本のAuストリップを水平に2 μmのギャップを設けて並べた素子を作製した。この素子にレーザ光（波長1550 nm）を入射し、素子出力端からの出力光強度分布を測定した。Fig.1に実験結果を示す。先ず、二本の導波路のうち左側の導波路にレーザ光を入射した場合は、光入射した導波路とは逆の（近接する右側の）導波路からの光出力が支配的であった。この現象は光入射する導波路を逆に変えても観測された。これらの結果から、作製した素子は2×2導波路カプラとして動作していると定性的に判断できる。発表では、より定量的な評価に加え、QWSに向けたN×Nプラズモン導波路カプラの性能評価に関して報告する予定である。

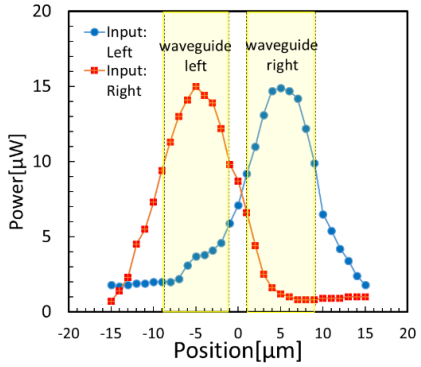

Fig.1 Output power from plasmon waveguide coupler.

[謝辞]
本研究は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業（AIST-NPF）、AIST超伝導クリーンルームCRAVITY及びJSPS科研費（JP18H04292）の支援を受けて実施された。

[参考文献]
[1] Y.Aharonov, *et.al.* Phys.Rev. A 48.2 (1993): 1687.
[2] J.T.Kim, *et.al.* IEEE Photonics Technol. Lett. 19.18 (2007): 1374-1376.
[3] C.Vernoux, *et al.* Opt. Mater. Express 8.2 (2018):469-484.