

HOM 型二光子干渉計を用いた 長距離伝播型表面プラズモンポラリトン導波路における三次分散の調査

Investigation of Third-Order Dispersion of Long-Range Surface-Plasmon-Polariton Waveguides Using a HOM Two Photon Interferometer

日大量科研¹, 産総研²,

○(D) 小林稜^{1,2}, 堺谷貴秀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, AIST², °Ryo Kobayashi^{1,2}, Takahide Sakaidani¹, Go Fujii², Naoto Namekata¹,

Daiji Fukuda^{1,2} and Shuichirou Inoue¹

E-mail: r-kobayashi@phys.cst.nihon-u.ac.jp, ino@phys.cst.nihon-u.ac.jp

我々はナノスケールの光量子回路作製を目指し、集積化に適し、かつ伝播損失の少ない長距離伝播型表面プラズモンポラリトン (LR-SPP) の量子的性質を調べてきた [1,2]。これまでに、相関光子対 (シグナル光子とアイドラ光子) がそれぞれ独立した LR-SPP 導波路を伝播した後、すなわち光子から LR-SPP へと変換され再度光子に戻る量子メディア変換を経た後であっても、相関光子対間における 2 光子干渉明瞭度が保持されることを実証した (Fig.1(a)参照)。また 2 つの LR-SPP どうしの量子干渉の観測にも成功している。しかし、シグナル光子またはアイドラ光子のどちらか一方のみが光子と LR-SPP とのあいだで量子メディア変換を経験した場合には、2 光子干渉明瞭度がわずかに劣化することも観測された (Fig.1(b)参照)。本研究では、2 光子干渉明瞭度劣化の原因として LR-SPP 導波路中で受ける高次分散を仮定し、それに関して実験的調査を行ったので報告する。相関光子対を用いた Hong-Ou-Mandel (HOM) 型 2 光子干渉計において、2 光子干渉明瞭度は理論上 1 次分散や 2 次以上の偶数高次分散による影響を受けない [3]。したがって、3 次以上の奇数高次分散による寄与によって 2 光子干渉明瞭度が劣化すると考えられる。実験は、長さ 1, 3, 5 mm の LR-SPP 導波路 (文献 [1]

と同様のもの) を、HOM 型 2 光子干渉計の片方の経路に挿入して行った (Fig.1(b))。光源は非線形結晶で生成した波長 1550 nm の相関光子対を用意した。生成した相関光子対のうちどちらか一方のみ光子-LR-SPP-光子の量子メディア変換を経る。その後相関光子対をビームスプリッターで干渉させたのち、二台の単一光子検出器 (SPD1, 2) によって同時計数を測定する。最後に同時計数の値から 2 光子干渉明瞭度を求めた。Fig.2 に実験で得られた 2 光子干渉明瞭度の LR-SPP 導波路長依存性と、3 次分散パラメータ β_3 を 0.05, 0.15, 0.25, 0.35 [ps³/mm] と仮定した場合の HOM 型 2 光子干渉明瞭度の理論値を示す。本結果により LR-SPP の 3 次分散パラメータ $\beta_3 \sim 10^{-1}$ [ps³/mm] と求められた。これは一般的な光ファイバーの $\beta_3 \sim 10^{-1}$ [ps³/km] と比較してきわめて大きい。ただし、両方の経路に LR-SPP 導波路を挿入した場合は、2 つの光子が同じ分散を受けるため、相関光子対が本来もつ高い 2 光子干渉明瞭度を示した。

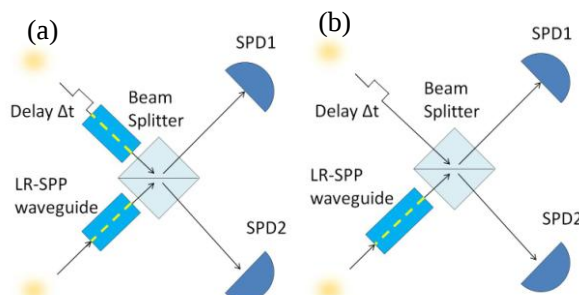


Fig.1 Schematic diagram of the two photon interference (a) with LR-SPP waveguides and (b) with a LR-SPP waveguide.

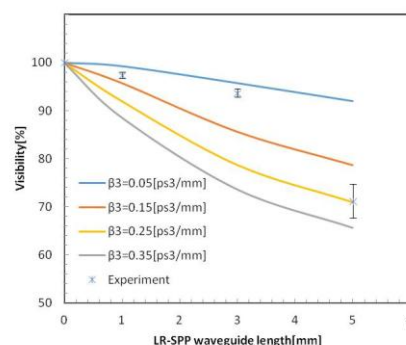


Fig.2 Two photon interference visibilities as a function of the length of the LR-SPP waveguide.

- [1]G. Fujii, *et al.* Opt. Lett. **37**, 9 (2012).
- [2]G. Fujii, *et al.* Phys. Rev. **B 90**, 085430 (2014).
- [3]A.M. Steinberg, *et al.* Phys. Rev. **A 45**, 9, 6659 (1992).