

シリコンチップ上での非線形干渉計の実装

情報通信研究機構¹, JST さきがけ², ブリストル大学³ ○小野 貴史^{1,2}, G. F. Sinclair³, D. Bonneau³, M. Thompson³, J. C. F. Matthews³, J. G. Rarity³

NICT¹, JST PRESTO.², Bristol Univ.³ ○Takafumi Ono¹, G. F. Sinclair³, D. Bonneau³, M. Thompson³, J. C. F. Matthews³, J. G. Rarity³

E-mail: takafumi.ono@nict.go.jp

背景: シリコン光導波路を用いた光集積回路は、コンパクトで制御性が良く、エレクトロニクスとの相性が良いといった理由から、大規模な光量子回路を実装するためのプラットフォームとして期待されている。これまで、シリコンチップ上での、量子もつれ光子の生成実験や、量子もつれ光子生成と光回路を同時に実装し、応用する実験も報告されている。

目的: 原理的には、光量子回路は、半透鏡や位相シフタといった、「線形な光学素子」の組み合わせで実現することができる。一方で、近年、「非線形光学素子」を使った量子操作が注目され始めている。今回、シリコン光導波路上で、非線形干渉計を実装し、量子干渉(非線形干渉)を観測したので、報告する。

実験: Fig.1 にシリコン導波路上で実装した非線形干渉計を、Fig.2 にその概念図を示す。概略としては、通常のマッハツェンダー干渉計で使用される 2 つの半透鏡を、2 つの非線形光学素子で置き換えた構造となっている(Fig.2)。まず、1 つ目の非線形結晶に 1 つ目のポンプ光を入射し、四光波混合を使ってシグナルとアイドラー光子を生成する。次に、生成されたシグナルとアイドラー光子を、2 つ目のポンプ光と一緒に、2 つ目の非線形結晶へ入射し、再度シグナルとアイドラー光子を生成する。そして、1 つ目と 2 つ目のポンプ光の間の位相差を変化させながら、2 つ目の非線形結晶で生成されるシグナルとアイドラー光子の生成レートを評価した。

結果: 実験では、波長 $1.55 \mu\text{m}$ 、パワー 10mW の CW 光をポンプ光として光導波路へ入射し、単一光子検出器を使って、シグナル・アイドラー光子のカウント数を計測した。ポンプ光の位相差を変化させることで、2 つ目の非線形結晶で生成されるシグナルとアイドラー光子の生成レートの増強と抑制を、約 96% の明瞭度で観測することができた。

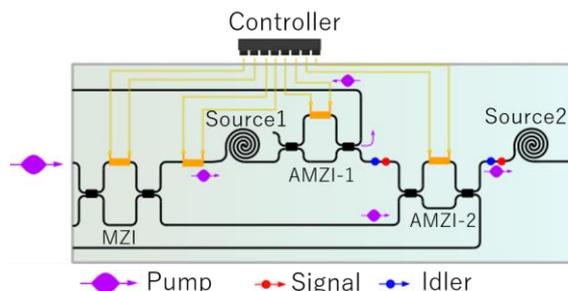


Fig.1: Design of a nonlinear interferometer on a silicon photonic chip.

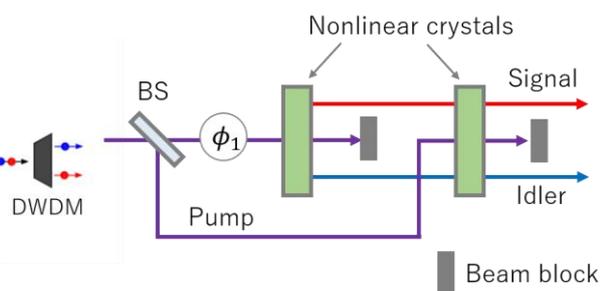


Fig.2: Illustration of the concept.