

30p-D1-3

## 過剰雑音を示すファイバ増幅光源を用いた光子数スクイジングの実現

## Photon number squeezing

## using a fiber amplifier source containing substantial excess noise

慶大理工 澤井 翔太, 河内 比花留, 神成 文彦

Keio Univ. Shota Sawai, Hikaru Kawauchi, and Fumihiko Kannari

E-mail: kannari@elec.keio.ac.jp

光通信波長帯におけるスクイズド光の発生は、連続量を用いた量子もつれ合い状態の生成と量子情報処理のための重要な要素技術のひとつである。しかし、古典的光通信に用いられている Er ドープファイバ増幅器(EDFA)は増幅自然光のビート雑音により雑音特性が極めて悪く、ショットノイズを遙かに超えた過剰ノイズを有する。そのため、スクイズド光の発生にはほとんど用いられず、代わって光パラメトリック発振器や Cr:YAG レーザが用いられてきた。

今回我々は、能勢らによって実現された、遅延時間を設けたダブルパルスによる低雑音検出法 [1]を応用し、EDFA を光源にし波長  $1.5\mu\text{m}$  において光子数スクイジングを達成することに成功した。すなわち、ショットノイズを 10dB 以上上回る強度雑音を含んだ EDFA 光源から発生した 2 つの光パルスを各々別のファイバを伝播させることで自己位相変調させ、片方のパルスに時間遅延を与えて検出することで、特定の RF 周波数において過剰ノイズを相殺し光子数スクイジングを確認した。

光源にはフェムト秒ファイバレーザ(IMRA 社製 Femtolite)を用いた。中心波長  $1560\text{ nm}$ , 繰り返し周波数  $47.5\text{ MHz}$  である。実験セットアップを Fig. 1 に示す。繰り返し周波数  $f_{\text{rep}}$  に対応する時間遅延  $\tau=1/f_{\text{rep}}$  に加え、さらに光学的干渉を防ぐ時間遅延  $\Delta\tau$  を分波した片方のパルスに与えた。これらのパルスを合波させて得たダブルパルスにより、 $1/\Delta\tau$  に対応する RF 周波数  $22\text{ MHz}$  においてファイバ入射前、出射後のいずれでもショットノイズレベル(SNL)までの雑音削減を確認した。スクイズド光生成には長さ  $3\text{ m}$  の非線形偏光干渉計[2]を用いた。光子数スクイジング測定のため、PBS1 による分岐比を 90:10 に、またファイバ後の PBS3,4 による分岐比を 95:5 と非対称に設定した。パルス分波後のマイケルソン干渉計は 2 つのファイバ長の差異を相殺するために設けた。Fig.2 に雑音レベルの入射強度依存性を示す。入射強度  $4\text{ mW}$  の時、最大で  $-2.6\text{ dB}$  の光子数スクイジングを観測した。

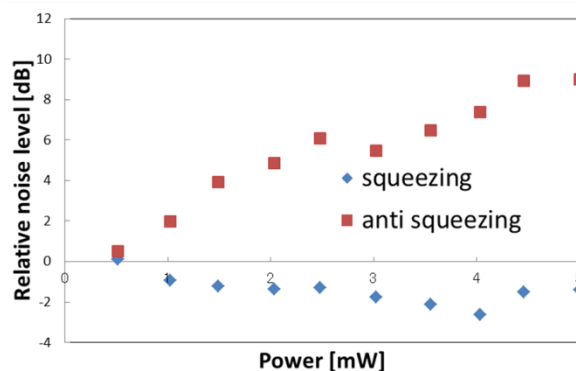
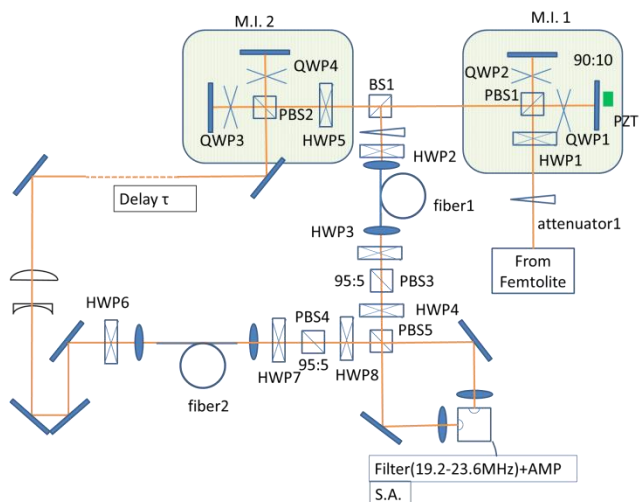


Fig. 2 Plots of noise relative to SNL as a function of coupled laser power into the fiber.

Fig. 1 Experiment setup of photon number squeezing using fiber interferometers.

[1] K. Nose, Y. Ozeki, T. Kishi, K. Sumimura, N. Nishizawa, K. Fukui, Y. Kanematsu, and K. Itoh, Opt. Express **20**, 13958 (2012).

[2] N. Nishizawa, K. Sone, J. Higuchi, M. Mori, K. Yamane, and T. Goto, Jpn. J. Appl. Phys. **41**, L130 (2002).