

非線形ドップラー効果を利用した 2 モード熱スクイズド状態の生成

Generating thermomechanical two-mode squeezed states via nonlinear Doppler effect

NTT 物性基礎研¹、NTT 先端集積デバイス研²

○浅野 元紀¹, 太田 竜一¹, 相原 卓磨², 土澤 泰^{2,3}, 岡本 創¹, 山口 浩司¹

NTT BRL¹, NTT Device Technology Labs.², °Motoki Asano¹, Ryuichi Ohta¹, Takuma Aihara²,

Tai Tsuchizawa², Hajime Okamoto¹, and Hiroshi Yamaguchi¹

E-mail: asano.motoki@lab.ntt.co.jp

スクイズド状態は、量子情報処理において非古典相関を示す重要な状態であり、これらを生成するためには系の非線形性が必要となる。機械振動子系においては、和・差周波数を励起するパラメトリック過程を介して熱スクイズド状態が生成されてきた[1]。このような機械振動子系自体の非線形性を利用する従来法に対して、光機械変換の非線形性、つまり測定系の非線形性に基づくスクイズド状態の生成手法が Brawley によって提案された[2]。本講演では、この手法を 2 つの機械振動モード操作へ拡張し 2 モード熱スクイズド状態の生成を行った結果を示す。本手法は、任意の軸に相関を持ったスクイズド状態を生成可能である上、非古典状態生成への応用が期待できる。

測定の非線形性を増強するためには、機械振動子の高い Q 値と光による高い振動検出感度が求められる。我々は、常温で高 Q 値（～30000）を示す窒化シリコン（SiN）機械共振器に対して、2 次の非線形ドップラー効果を利用することで機械振動の基本モードおよび高次モード間の和周波信号の測定を実現した（図 1）。基本モードと高次モードの直交位相振幅をそれぞれ (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) とした際に、その和周波の直交位相振幅の一方は $X_1X_2 - Y_1Y_2$ となる。和周波信号 $X_1X_2 - Y_1Y_2$ がある一定の正值をとるタイミングをトリガして (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) を計測することで、 X_1 、 X_2 および Y_1 、 Y_2 それぞれが相関を持った熱スクイズド状態の生成に成功した。直交位相振幅の相関係数行列を見積もると非対角項が大きくなっており、2 モード熱スクイズド状態が生成できていることが確認できる（図 2）。

謝辞：本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(JP15H05869)の助成を受けた。

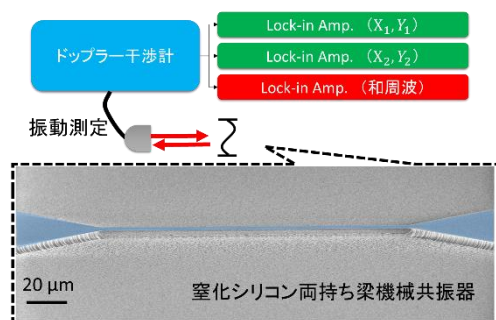


図 1 機械共振器の SEM 像と実験系の概略図

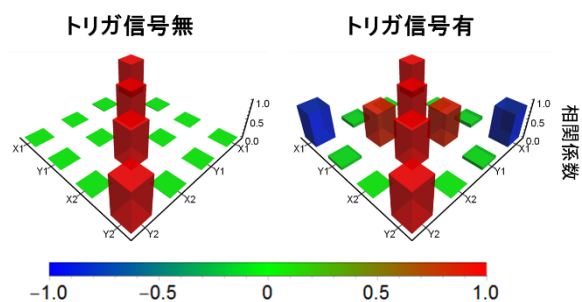


図 2 和周波信号のトリガを用いない場合（左）と用いた場合（右）の相関係数行列

[1] I. Mahboob *et al.*, Phys. Rev. Lett. **113**, 167203 (2014).

[2] G. A. Brawley *et al.*, Nat. Commun. **7**, 10988 (2016).