

パルススクイーミングにおけるチャープ及びウォークオフの影響

Effects of chirp and walk-off on pulsed squeezing

東大院工¹ ○(M1)田口 富隆¹, 小関 泰之¹

Univ. Tokyo¹, °Yoshitaka Taguchi¹, Yasuyuki Ozeki¹

E-mail: ytaguchi@ginjo.t.u-tokyo.ac.jp

量子通信や量子計測などへの応用に向けてパルス光のスクイーミングが研究されている[1,2]。パルス光を用いる場合に考慮すべき点として、パルスのチャープや時間領域の重なり等が挙げられる。局発光がチャープすると、時間領域でアンチスクイズ成分が混入し、パルス全体のスクイーミングレベルが低下する。また、スクイズド真空場とパルス光の時間領域での重なりが十分でない場合にもスクイーミングレベルが低下する。スクイズド真空場の時間幅は、スクイズド真空場の発生に用いる第2高調波発生(SHG)や光パラメトリック増幅(OPA)に用いる非線形光学結晶中の群速度差、すなわちウォークオフ等の影響を受けるはずである。今回、チャープや群速度差に対する要求条件を定量的に明らかにしたので報告する。

図1に、チャープパラメータに対する等レベルスクイーミング線を示す。局発光はガウシアン波形を仮定し、時間波形を $E(t) = E_0 \exp[-(1 + iC)(t/T_0)^2/2]$ と表す。ただし、パルス幅を T_0 、チャープパラメータを C とした。スクイズド真空場のバランスドホモダイン検出において、スクイズ成分のみが見える局発光の位相を基準とし、位相が θ ずれた場合に観測されるスクイーミングレベルは $(1/G) \cos^2 \theta + G \sin^2 \theta$ である。ただし G は OPA のパワー利得である。これをパルス全体にわたって時間領域で積分することでパルス全体のスクイーミングレベルを求めた。チャープが大きくなるにつれスクイーミングレベルが低下することや、所望のスクイーミングレベルを得るためのチャープパラメータの上限が存在することが見て取れる。

図2に、SHG および OPA 結晶中の群速度差に伴うウォークオフ時間 T_w に対する等レベルスクイーミング線を示す。ただし、 $T_w = L[(v_{g1})^{-1} - (v_{g2})^{-1}]$ であり、 v_{g1} と v_{g2} はそれぞれ基本波と SHG 光の群速度、 L は結晶長である。SHG と OPA におけるポンプ光の減衰を無視すると、OPA 利得は元のパルス波形の自乗と幅 T_w のふたつの矩形関数との畳み込みで表せることを利用してスクイーミングレベルを計算した。高いスクイーミングレベルを得るためには T_0/T_w を抑える必要があることがわかる。

以上のように、パルススクイーミングにおけるチャープおよび群速度差の影響を定量化した。スクイーミングレベル 10 dB を達成するには $C \ll 0.1$ 、 $T_0/T_w \ll 0.3$ を満たす必要がある。詳細は講演で報告する。

参考文献

- [1] P. E. Slusher *et al.*, Phys. Rev. Lett. **59**, 2566 (1987).
 [2] Y. Eto *et al.*, Opt. Lett. **36**, 4653 (2011).

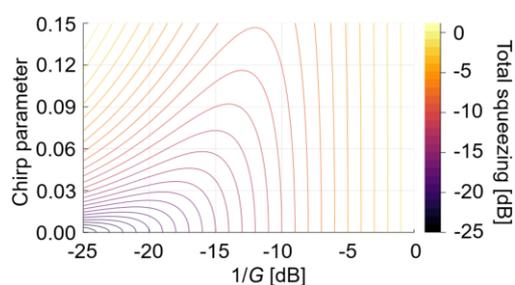


Fig. 1. Total squeezing level as a function of original gain and chirp parameter.

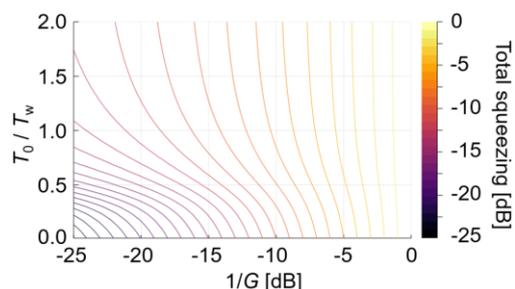


Fig. 2. Total squeezing level as a function of original gain and the ratio between T_0 and T_w .