

P2

高効率パルススクイズド光発生装置の開発

Development of High Efficiency Pulse Squeezed Light Generation Apparatus

周 駿

(JUN ZHOU)

郵政省通信総合研究所 関西先端研究センター

(Knasai Advanced Research Center, CRL)

To generate and detect squeezed light with high efficiency, LD pumping Q-switch Nd:YAG laser with long pulse duration and high repetition rate is used in our experiment. Up to now, most of the pules experiments have used Mode-lock pulse Nd:YAG laser as pumping source, in which the squeezed light is generated under pulse condition, however it is detected under CW condition. To avoid signal average during detection, we developed a new system to detect the squeezed light under pulse condition.

1 はじめに

標準量子限界を克服する可能なスクイズド光は、近年有望な光源の一つとして注目されている。スクイズド光の発生には、最も多く使われている方法は光パラメトリック過程である¹⁾。本研究もこの方法を用いている。より大きなスクイズングを得るために、ポンピング光源としてピーク強度の強いパルスレーザーを使って実験を行った。殆どの市販 Q-Switch パルス YAG レーザーのパルス幅は 10ns 前後で狭く、検出するときに信号が平均化されパルスの特徴を十分に生かすことができない。また、ランプ励起の YAG レーザーでは、繰り返しが遅くて単位時間あたりに取り込める信号の量が少ないため、系の長時間安定化が必要となり、実験が難しくなる²⁾。上記の問題を解決するために、SEO 社の LD ポンプ YAG レーザーを用いて実験を行い、実験の進展について報告する。

2 実験装置

以前、市販のランプ励起 Q-Switch Nd:YAG パルスレーザーを用いて実験を行った。しかし、10ns のパルス幅は、Spectrum Analyzer で周波数特性の時間変動を観測するには狭すぎて、パルスショットノイズの観測は非常に困難であった。また、10-100Hz の繰り返しでは安定化されていない実験系にとって低くて、充分信頼できるほどのデータの量の取り込みができなかった。そこで、パルス幅 140ns、繰り返し 300Hz の LD ポンプ Q-Switch Nd:YAG シングルモードレーザーを用いて実験を行った。レーザーの最大出力は 3.2mJ である。

実際に使用している検出系の概略図は、図 1 に示している。発生したスクイズド光と局発光を 50%ビームスプリッターで混合した後、それぞれの検出器に入射する。検出された信号をアンプで増幅してから、Spectrum Analyzer に入力し、得られた周波数特性の時間変化信号をさらにロングメモリデジタルオ

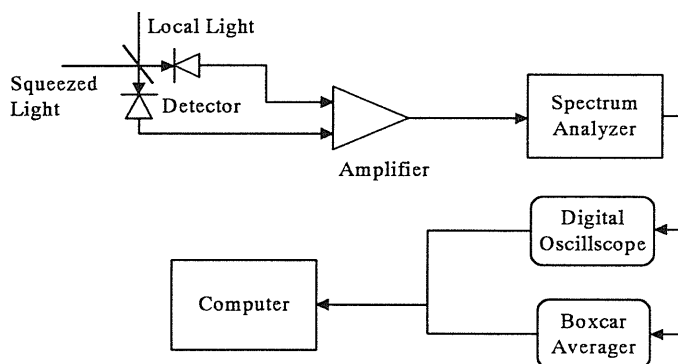


Fig. 1 Schematic Diagram of Squeezed Light Detection System

シロスコップ又はボックスカー積分器に入れる。最後に、得られたデータをコンピューターに転送して解析処理などを行う。

3 実験結果

パラメトリック過程によるスキューズド光の発生装置のキーデバイスはパラメトリック発振器である。使用するパラメトリック発振器は、2枚の平面共振ミラーで構成され、非線形結晶として $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ を用いている。実験で確認された発振閾値は 0.5mJ で、ランプ励起Qスイッチレーザーのときの発振閾値(球面ミラー共振器)の実験値 1.5mJ より小さくなっている。また、非線形結晶の温度を変えることによって縮退パラメトリック発振過程から非縮退パラメトリック発振過程への変化も確認された。

しかし、 300Hz の高繰り返しパルス励起では、パラメトリック過程の位相マッチング温度がポンプ光パワーに強い影響を受け、約1割のパワー変動でも縮退状態から完全に非縮退状態へシフトすることがわかった。この問題はレーザー出力の安定化とマッチング温度の精密制御によって解決できるが、現時点ではまだ未解決である。

スキューズド光の検出において、先ずパルスのショットノイズの検出実験が必要である。新しいポンプ光源のパルス幅は 140ns であって、得られたショットノイズパルスの幅は約 260ns で約2倍広がっていたが、ランプ励起Qスイッチレーザーポンプ光源の実験と比べて、

- (1)パルスのショットノイズ信号を安定かつ簡単に観測することができる。
- (2)得られたショットノイズレベルのパワーは、ランプ励起レーザー光源を用いるときより 6dB の増加があった。図2にその実験結果を示している。
- (3)ショットノイズのパルスごとの安定性が著しく改善され、スキューズド光の検出が安定して行うことが可能となった。

4 終わりに

次の課題として、まずパラメ発振器の位相整合温度制御系の改善を行い、縮退状態での発振を簡単かつ確実にに行えるようにする。次に、共振器なしのパルス真空スキューズド光の発生及び検出を行い、最終的に、共振器を組み込んだ構成でパルススキューズド光の発生及び検出を行う。

参考文献

- 1) L.A.Wu, M.Xiao, H.J.Kimble J.Opt.Soc.Am. B4(1987)1450
- 2) J.Zhou, 第44回応用物理学会関係連合講演会予稿集 No.3(1997)998

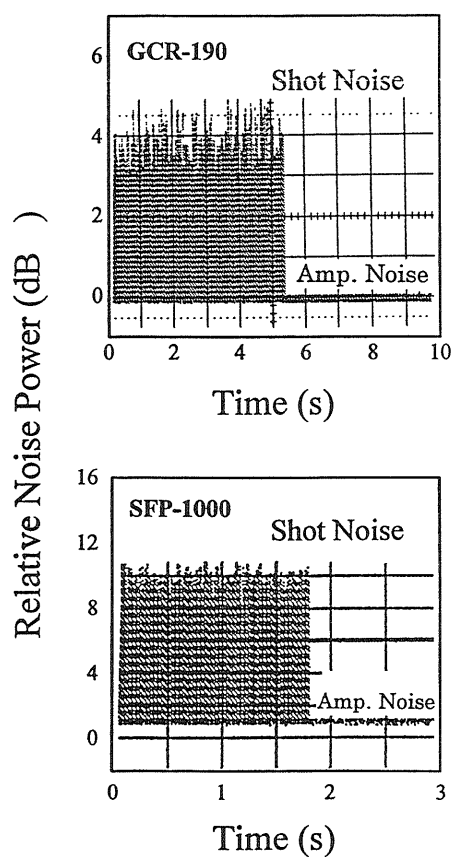


Fig.2 Relative Shot Noise Power Obtained by using Lamp Pumping Laser (upper) and LD Pumping Laser.