

Development of a cw Optical Parametric Oscillator (II)

笠井 克幸、 周 駿、 兵頭 政春、 石津 美津雄

(Katsuyuki Kasai, Jun Zhou, Masaharu Hyodo, Mitsuo Ishizu)

通信総研 関西先端研究センター

(Kansai Advanced Research Center, CRL)

We have developed a cw optical parametric oscillator (OPO) which consists of a triply resonant cavity (for pump, signal, and idler) and a crystal of $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$. The OPO is pumped by the second harmonic of a single-frequency cw Nd:YAG ring laser. A simple polarization-analyzing scheme is incorporated for locking the OPO cavity to the frequency of the pumping frequency. The threshold pumping power for the oscillation is measured to be 20 - 40 mW, and the OPO is temperature tuned from 1020 to 1100 nm. In this paper, the configuration and performance of this system is presented.

1. はじめに

スクイズド光の発生を目的として、Nd:YAGリングレーザ⁽¹⁾の第2高調波($0.53\mu\text{m}$)を励起光源とする3波共鳴型(ポンプ光、シグナル光、アイドラ光が同時に共鳴)光パラメトリック発振器の開発を行った⁽²⁾⁽³⁾。ポンプ光を共鳴させることにより発振しきい値を低減化し、光共振器からのポンプ光反射と結晶の屈折率異方性を利用することにより共振器の安定化を行った。ここでは、開発したパラメトリック発振器の構成とその発振特性について述べる。

2. パラメトリック発振器の構成

Fig.1に、3波共鳴型cw光パラメトリック発振器の構成を示す。光共振器は2波長($0.53\mu\text{m}$, $1.06\mu\text{m}$)反射ミラーを用いて対称共心に近い配置でインバーボード上に組まれている。非線形結晶として長さ25mm、 90° カットの $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶を用いた。結晶は温度コントロールによる 90° 位相整合をとり、 128.05°C 以上でパラメトリック発振が可能である。出力鏡はPZTにマウントされており、共振器長をポンプ光の周波数にロックするために用いられる。屈折率異方性のある結晶を光路内に含む光共振器と光バランス検出器を用いると、ポンプ光の周波数に対して周波数弁別特性を有する信号が得られる。ポンプ光の偏光を結晶軸に対して傾ける時、結晶軸に平行な偏光成分の光(異常光線)が共鳴してパラメトリック発振が行われ、共鳴したポンプ光の一部は入力側へ反射される。この時、結晶軸に垂直な偏光成分の光(常光線)は屈折率の異方性により共振器内で共鳴できないために入力鏡で単に反射されるのみである。この反射光と上記の異常光線の反射光との合成光の偏光状態は、ポンプ光の周波数が光共振器の共振周波数に一致しているときは直線偏光が得られ、共振点から高周波または低周波側に外れるにしたがって右、あるいは左回りの楕円偏光が得られる。Fig.1に示すように $\lambda/4$ 板と偏光ビームスプリッターを用いて光バランス検出器で検出すれば、Fig.2のように光共振器の共振周波数に対して周波数弁別特性を示す信号が得られる。この信号を増幅し、出力鏡のPZTを介して帰還することにより光共振器はポンプ光の周波数にロックされる。

3. 発振特性

光共振器に使用したミラーの曲率半径は100mmで、共振器長は210mmであった。この時、ポンプ光入力20mWでパラメトリック発振が開始し、ポンプ光50mWにて0.2mWの発振出力が得られた。Fig.3に共振器安定化後の発振出力変動を示す。フィードバックゲインが小さい時は、発振が断続的になりやすいが、フィードバックゲインを大きくすると連続なcw発振出力が得られる。シグナルおよび

アイドラ波長の結晶温度依存性を分光器を用いて調べた結果をFig.4に示す。結晶温度128.05°Cで、シグナル光とアイドラ光のほぼ縮退した発振が得られ、温度を上げると共にシグナル光とアイドラ光の波長が分離してくる。光共振器に用いたミラーの反射波長帯域内(1020~1100nm)で、チューナブルな発振出力が得られた。

4. おわりに

今回、3波共鳴型cw光パラメトリック発振器の開発を行い発振しきい値を越えた領域での発振特性を示した。現在、このcw光パラメトリック発振器を発振しきい値以下の領域で用いて、スクイズド光の発生及び検出の実験を行っている。

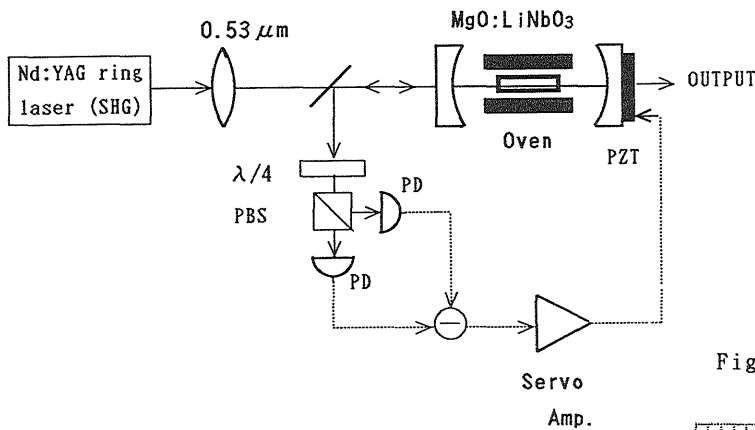
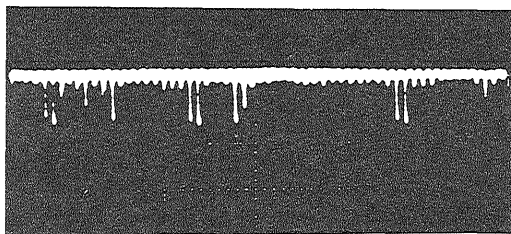
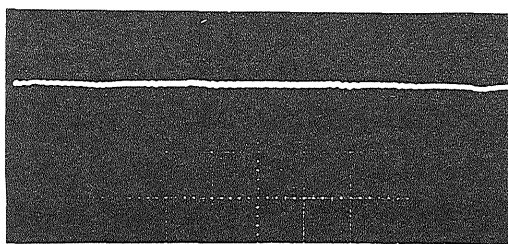


Fig.1 Diagram of the cw triply resonant OPO



(a) Feedback gain : Low



(b) Feedback gain : High

Fig.3 Output (0.2 mW) of the cw triply resonant OPO (1 msec/div)

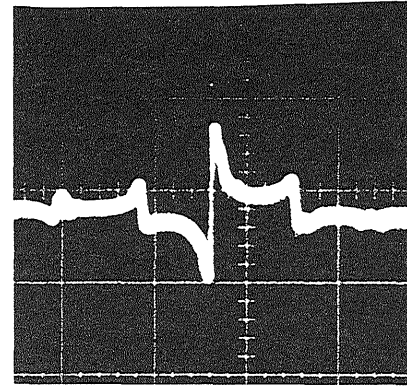


Fig.2 Output of the polarization analyzer

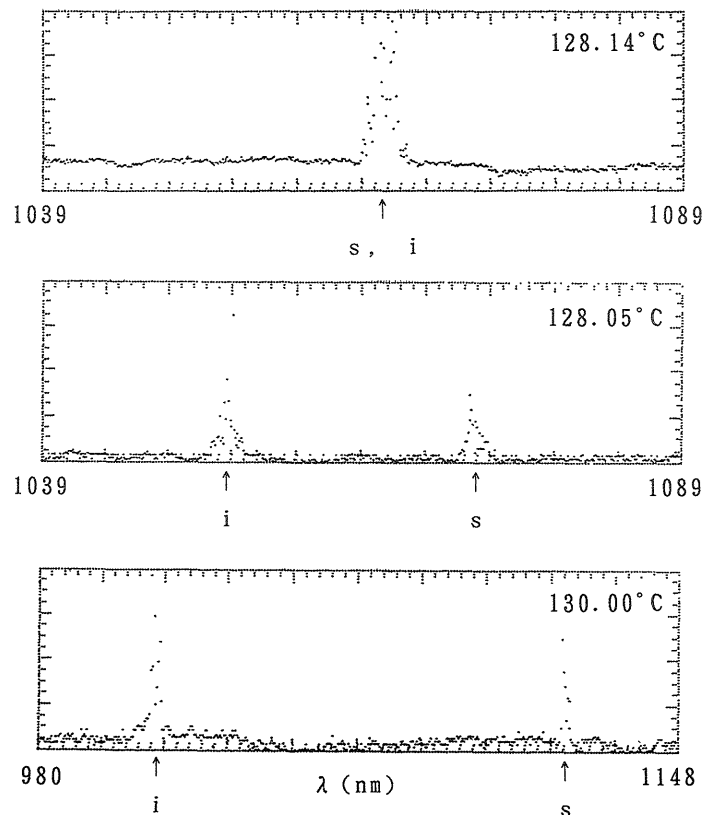


Fig.4 Temperature dependence of the signal (s) and the idler (i) wave lengths

< 参考文献 >

- (1)笠井、他 平成二年秋季応物予稿集 28a-Q-8
- (2)笠井、他 第14回レーザセンシングシンポジウム予稿集、P4 (1991)
- (3)L.-A. Wu et al., Phys. Rev. Lett. 57, 2520 (1986)