

Injection locking of a cw Nd:YAG Ring Laser

— Stabilization by using Polarization Analyzer —

笠井 克幸、 兵頭 政春、 石津 美津雄

(Katsuyuki Kasai, Masaharu Hyodo, Mitsuo Ishizu)

通信総研 関西先端研究センター

(Kansai Advanced Research Center, CRL)

Injection locking of a cw Nd:YAG ring laser has been developed, in which a simple polarization-analyzing scheme is incorporated for locking a slave-laser cavity to the frequency of a master-laser. A stable single-frequency operation has been achieved from a simple experimental setup without any frequency dithering.

1. はじめに

通信総研では、スクイーズド光発生のためのパラメトリック発振器の励起光源として、cw Nd:YAGリングレーザを開発してきた¹⁾。今回、そのリングレーザの高出力化及び周波数とモード安定度を向上させるために、LD励起Nd:YAGレーザ(単一周波数発振)をマスターレーザとする光注入同期の実験を行った。マスターレーザの発振周波数をスレーブとなるリングレーザの共振器にロックする方法として、rfサイドバンド法を用いた例はすでに報告されているが²⁾、ここでは、マスターレーザより注入される光と注入同期によりスレーブレーザから出力する光の偏光状態変化を検出する方法を用いた。この方法では、レーザ周波数を変調する必要がなく、簡単な構成により安定な注入同期を実現できる。

2. 偏光を用いた安定化による光注入同期の構成

偏光板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、レーザ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が³⁾、光共振器内にレーザ媒質を含む場合にも同じ信号が得られる。ここでは、その信号を用いて光注入同期の安定化を行った。Fig.1に、実験装置の構成を示す。マスターレーザは直線偏光で発振しており、スレーブレーザの直線偏光に対して $\lambda/2$ 板により傾けて出力ミラーから注入される。スレーブレーザの偏光と同じ方向の直線偏光成分のみがスレーブレーザの共振器内で共振し、注入同期が行われる。直角方向の直線偏光成分は、出力鏡で反射される。したがって、スレーブレーザからはこれらの光の合成されたものが出力される。この時、スレーブレーザが共振点にあれば直線偏光の出力が得られ、共振点から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。図に示すように、 $\lambda/4$ 板と偏光ビームスプリッタを用いて光バランス検出器で検出すれば、Fig.2のようにマスターレーザの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、スレーブレーザ共振器を構成している一つのミラーにPZTを介して帰還することにより、安定な光注入同期が行われる。

3. 光注入同期の特性

マスターレーザとして、LIGHTWAVE社のモデル122-1064-300Fを用いた。マスターレーザの光はスレーブレーザ共振器とレンズを用いてモードマッチングさせ、そのパワー(280mW)をアッテネータ(ATT)で調整して注入を行った。Fig.2は、光注入同期時に光バランス検出器で得られる周波数弁別特性である。光注入同期が掛かると単なる光共振器の場合に比べて鋭く大きな検出信号が得られる。この信号を用いれば、レーザ周波数を変調することなく、マスターレーザの周波数にスレーブレー

ザ共振器の共振点を合わせることができる。

Fig. 3(a)は、マスターとスレーブレザーが非同期時 (NO LOCKING) の出力光の周波数スペクトルを示す。安定なマスターレーザ (Jitter <math>< 75\text{kHz/sec}</math>) に対し、スレーブレザーのスペクトルは二つの縦モードが競合して30MHz程度のJitterを持っている。しかし、Fig. 3(b)のようにLOCKING状態に入るとマスターレーザの安定度がそのままスレーブレザーに転写される。さらに、レーザ出力が約2倍に増加する事が確認された。現在のところ、出力3w以上まで安定に光注入同期が行われ、高安定な単一モード発振が得られている。

4. おわりに

今回の実験はマスターレーザがフリーランの状態で行われた。今後、マスターレーザを周波数安定化し、高出力・高安定な単一モード発振レーザ光を得る。さらに、スレーブレザーのLD励起による、オールソリッドステートレーザを計画している。

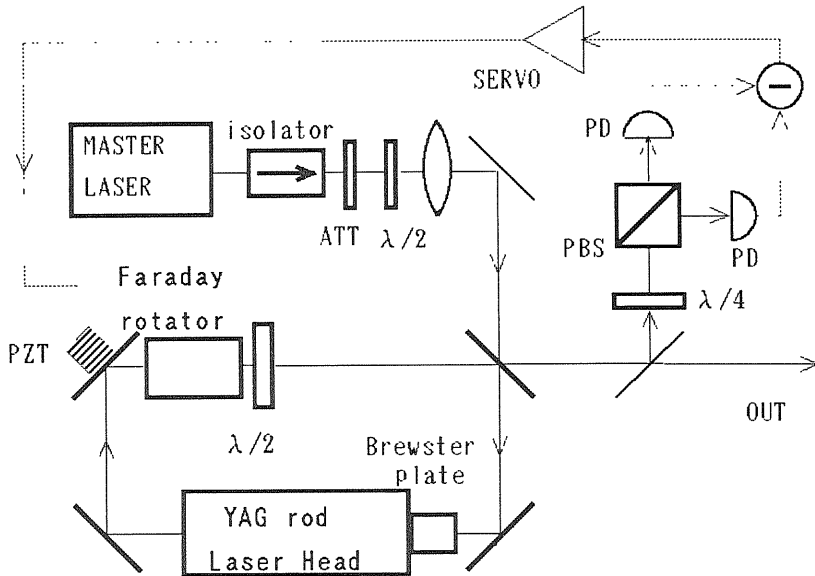


Fig.1 Diagram of the injection-locked Nd:YAG ring laser

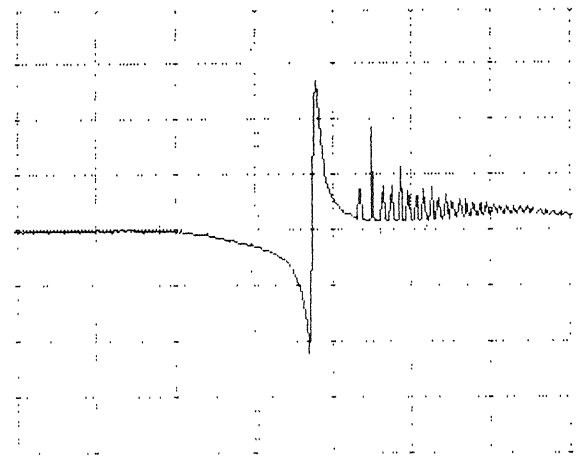
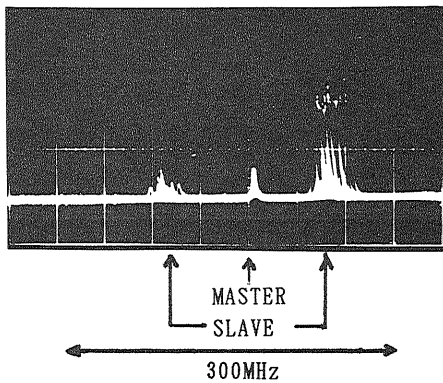
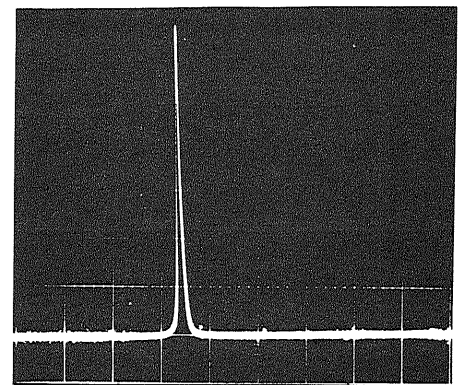


Fig.2 Output of the polarization analyzer



(a) NO LOCKING



(b) LOCKING

Fig.3 Frequency spectra of the laser output

< 参考文献 >

- 1) 笠井、他 平成2年秋季応物予稿集28a-Q-8
- 2) C. D. Nabors, A. D. Farinas, T. Day, S. T. Yang, E. K. Gustafson, and R. L. Byer, Opt. Lett. 14, 21 (1989)
- 3) T. W. Hansch and B. Couillaud, Opt. Commun. 35, 3 (1980)