

A 2

インジェクションシーディング波長可変固体レーザー

An Injection Seeding Tunable Solid-State Laser

畑 洋一、長澤 親生、阿保 真

Y. HATA, C. NAGASAWA, M. ABO

東京都立大学工学部

Tokyo Metropolitan University

Abstract— Lidar remote sensing of atmospheric temperature, pressure, water vapor and so on requires narrow band laser source and tuning on the absorption line exactly. Generally it is known that injection seeding technique is useful for tuning and narrow band operation of pulse laser. Here, we describe the characteristics of injection seeding tunable solid-state laser system made by Q-switched Alexandrite laser as slave oscillator and CW-Ti: Sapphire laser as master oscillator.

1. はじめに

波長同調可能な固体レーザーは、色素レーザーに比べメンテナンスの容易さや出力劣化が少ないこと、小型の装置で大出力が得られることなどの点から信頼性が高く、今後発展が期待できるレーザーの一つである。従来は、波長同調や狭帯域化のために複屈折フィルタやエタロン等の光学的素子が用いられてきたが、これらの素子は、損失の増大や同調安定性等の問題があった。そこで、より安定で狭帯域化が可能なインジェクションシーディング方式¹⁾を導入した。ここでは、その性質とアレキサンドライトレーザーを用いたシステムについて述べる。

2. インジェクションシーディングの効果

インジェクションシーディングは、SLAVE発振器である多モード発振するレーザー媒質に、シーダ光として単一モードもしくは狭帯域に発振するレーザーを注入することにより、多モード発振を制限し、SLAVE発振器の出力を狭帯域化するものである。インジェクションシーディングを行なう場合には、ロッドに注入されるインジェクションパワー及び、SLAVE発振器の共振器縦モードとシーダ光の発振周波数の差が、その効果に大きく影響する。シミュレーションによると、インジェクションパワーは、数10～数100μWで十分な効果を得られるが、シーダ光の発振周波数がSLAVE発振器の縦モードから大きくずれていると、その効率が低下することがわかっている²⁾。従って、シーダ光はSLAVE発振器の縦モードのごく近傍に注入する必要がある。また、シーダ光が単一モードで発振していない場合には、SLAVE発振器の発振スペクトル幅は、シーダ光のスペクトル幅に従うことが予想されるので、インジェクションシーディングによる狭帯域化のためにはシーダ光の狭帯域化が必要である。

3. インジェクションシーディングシステム

Fig. 1 に代表的な波長可変固体レーザーであるアレキサンドライトレーザーにおけるインジェクションシーディング・システムの概略図を示す。構成は、フラッシュランプ励起によるQスイッチ発振で、Qスイッチとしてはポッケルスセルを使用し、粗同調用の同調素子としては、複屈折フィルタ(波長同調域710～780nm)及びエタロンを使用しており、シーダ光は95%のリアミラーからロッドに注入している。シーダとしては狭帯域でCW発振するレーザーが用いられるが、ここでは波長同調域700～820nm、スペクトル幅2GHz以下のAr⁺レーザー励起CW-Ti:サファイアレーザーを使用した。

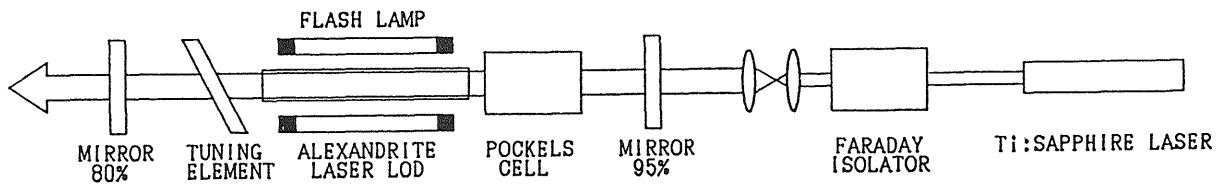


Fig.1 Injection Seeding Alexandrite Laser System (Rear Injection Type)

4. まとめ

DIAL方式のレーザ光源など、正確にレーザを同調させる必要がある場合には、パルス発振するレーザを従来の同調素子で制御するよりも、波長同調が容易であることや、安定な発振を得られることからインジェクションシーディング方式を用いた方が有効である。また、すばやい波長の切り替えを必要とする場合も、シーダの発振波長をわずかに正弦的に振動させ、その周期に同期してSLAVE発振器を発振させることによって可能になると考えられる。今後の課題として、低出力のシーダ光でシーディングの効率を上げる必要がある。そのためには、注入時の損失を少なくし、SLAVE共振器縦モードをシーダ光の周波数に近づけることが必要である。注入時の損失を少なくする方法として、Fig. 2の様なファラデーロータータを利用したアウトプットカップラーから注入する方法が考えられる。この場合、リアミラーに反射率100%のものが使用でき、発振出力のほとんどをアウトプットカップラーから取り出せる。また、SLAVE共振器縦モードを制御する方法としては、PZT素子を利用する方法などがある。更に、半導体レーザをシーダに用いることでシステムを小型化できると考えられるが、単一モードで狭帯域に発振し、出力数10mW程度の半導体レーザが必要となるので、外部共振器やエタロンを用いた半導体レーザの狭帯域化が必要である。

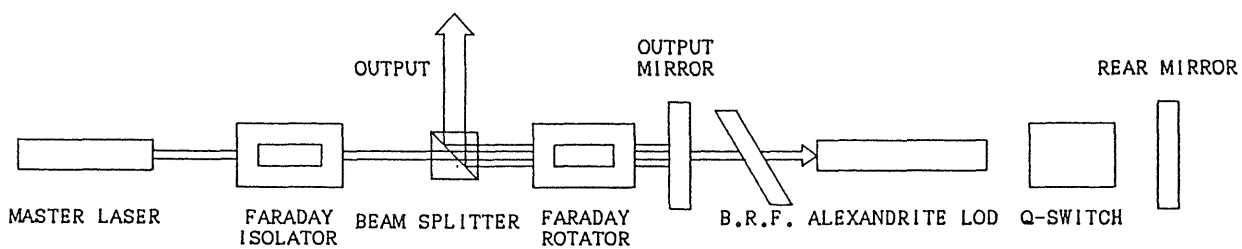


Fig.2 Injection Seeding Alexandrite Laser System (Front Injection Type)

参考文献

- (1) R.S. Addleman, "Injection Seeding a Multimode Alexandrite Laser Using a Frequency Stabilized Diode Laser", in proceedings of the 15th International Laser Radar Conference, Tomsk, USSR, July 23-27, 1990
- (2) 畑 他, 1990年秋季応用物理学会予稿集 28p-S-8