

P2

LD インジェクションシードされたフラッシュランプ励起チタンサファイアレーザのライダーへの応用

Lidar application of a flashlamp pumped Ti:sapphire laser injection seeded by an external cavity laser diode

京光 達哉、○長澤 親生、阿保 真、柴田 泰邦

Tatsuya Kyomitsu, Chikao Nagasawa, Makoto Abo and Yasukuni Shibata

東京都立大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University

Abstract : We developed the resonance scattering lidar system for measurement of potassium atomic which exists in mesopause. It is necessary for the resonance scattering observation of potassium to lock the laser wavelength at the resonance wavelength (769.898nm) and to reduce the linewidth of the laser. We performed a the narrowing of bandwidth and the wavelength control of the flashlamp pumped Ti:sapphire laser using injection seeding by external cavity laser diode (ECLD). We achieved to measure the potassium atomic layer in the mesopause region using this laser.

1. はじめに

現在、ライダー技術や分光技術などの分野において、広い同調領域を持つ高出力・狭帯域レーザの開発が求められている。広い同調領域を持つ高出力レーザには、色素レーザがある。しかし、色素の劣化が早く、有害物質を含んでいるため取り扱いが難しい。これに対し、チタンサファイアレーザは取り扱いが簡単な固体レーザで、発振波長も 700~1000nm と広範囲であるため、数々の用途が考えられるレーザである。チタンサファイアレーザの発振波長領域には水蒸気の吸収線が多数存在し、水蒸気 DIAL の高精度測定が可能である。また、中間圏の金属原子の共鳴散乱観測では、基本波によりカリウム(770nm)、第 2 高調波に鉄(372nm)、カルシウムイオン(397nm)等の測定が可能である。これらの測定を行う場合、正確な波長制御と狭帯域化された単一モードを用いる必要がある。そこで、我々は外部共振器型 LD をインジェクションシードすることでチタンサファイアレーザの波長制御と狭帯域化を行った¹⁾。また、ライダーへの応用としてカリウム原子層の測定を行った。

2. 外部共振器型半導体レーザ

外部共振器 LD(ECLD : External Cavity Laser Diode)は、LD 単体と比べライン幅が小さく²⁾、モードホップを抑制することができる利点がある。Fig.1 に ECLD の構成図を、Fig.2 に ECLD の波長に対する出力特性を示す。AR コートが施された LD を用いることで連続可変長となる³⁾が、我々が使用した LD は

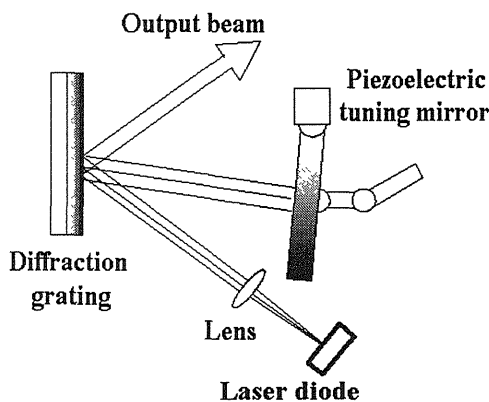


Fig.1 Set up of an ECLD

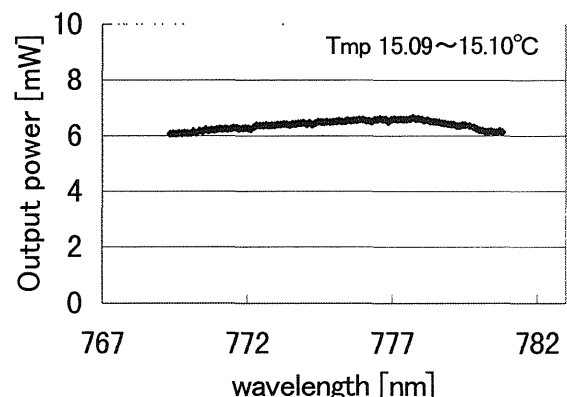


Fig.2 Relation of output powers as a function of wavelength of ECLD

市販のもの(SDL-5401-G1)で AR コートが施されていないため連続可変とはならない。そこで、LD の電流、温度を制御して目的の波長を発振させた。ECLD のライン幅は 0.3pm であり、これは LD 単体のライン幅と同じであった。

3. インジェクションシーディングによる狭帯域化

Fig.3 に ECLD によりインジェクションシーディングされたフラッシュランプ励起チタンサファイアレーザのシステム図を示す。ECLD の出力光を 3 つのアイソレータ(アイソレーション 30dB)を通してチタンサファイアレーザに注入する。このアイソレータは、チタンサファイアレーザからのパルスが LD に戻るのを防ぐものである。Fig.4 にインジェクションシーディングをかけた場合とかけない場合のチタンサファイアレーザのファブリーペローエタロンによるフリンジパターンを示す。シーディングをかけない場合、チタンサファイアレーザは多モードで発振するが、シーディングをかけた場合、ライン幅約 0.55pm の単一モードで発振し、狭帯域化されていることが分かる。

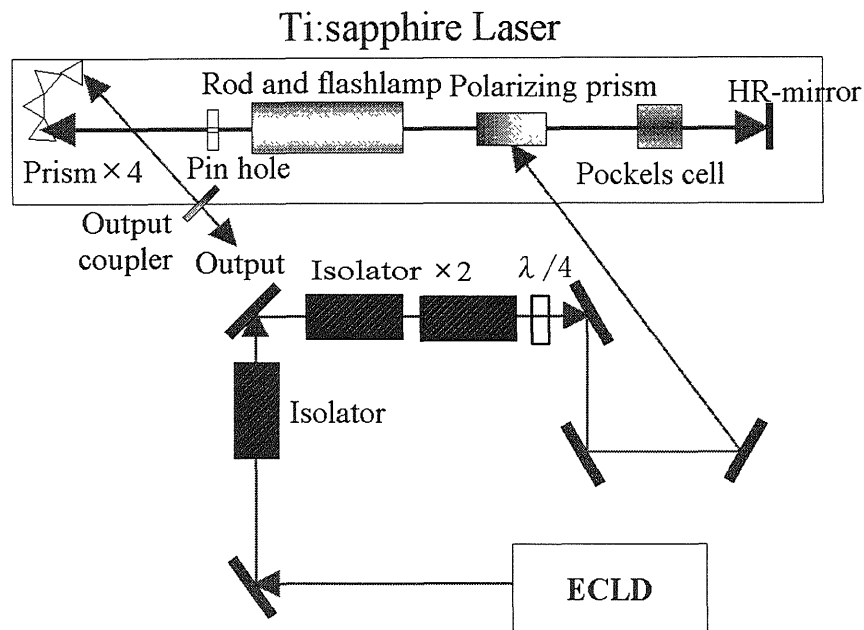


Fig.3 Setup of the flashlamp pumped Ti:sapphire laser seeded by the ECLD.

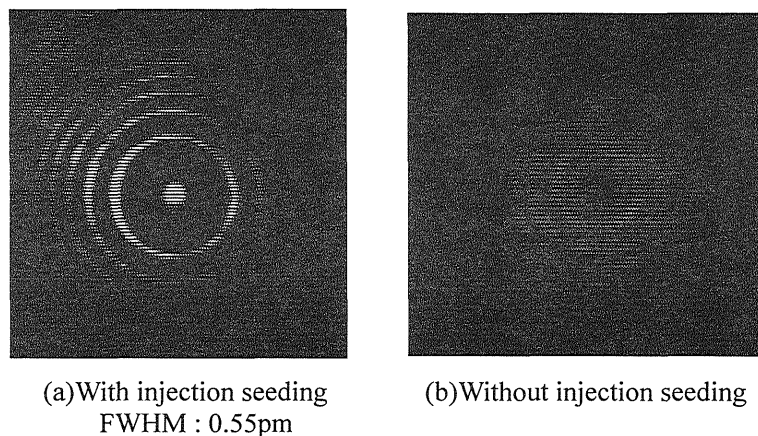


Fig.4 Fringe pattern of flashlamp pumped Ti:sapphire laser by Fabry-Perot etalon (FSR= 2.0pm).

4. カリウム共鳴散乱観測

4.1 光ガルバノ信号による波長制御

今回試作したレーザシステムを用いて中間圏カリウム層の共鳴散乱観測を行った。観測を行うには、レーザの波長をカリウムの共鳴散乱波長に同調させる必要があるため、カリウムのホロカソードランプにより得られる光ガルバノ信号を波長同調に利用した。Fig.5 に ECLD の波長同調システムを、Fig.6(a)にカリウムホロカソードランプによる光ガルバノ信号を示す。LD の電流に微少な矩形変調をかけると、Fig.6(b)に示すように共鳴散乱波長に ECLD の波長が同調している場合、光ガルバノ信号はほとんど変化しない。しかし、共鳴波長からずれると光ガルバノ信号も矩形波となるのでフィードバックをかけて共鳴散乱波長へフィードバックをかける。この波長制御により ECLD の発振波長は 1 時間当たり 0.6pm の変動に抑えることができた。

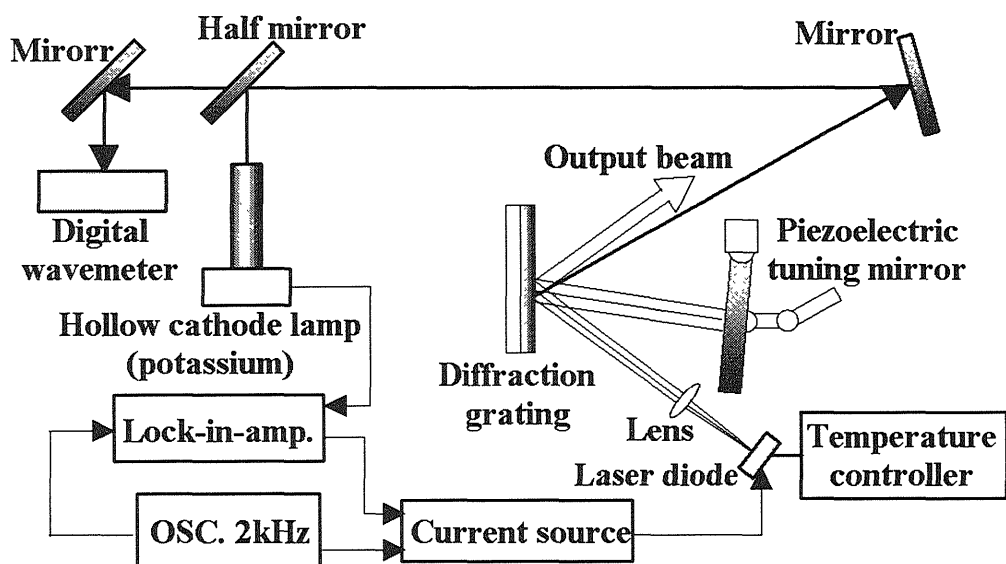


Fig.5 An locking system to potassium resonance wavelength of ECLD.

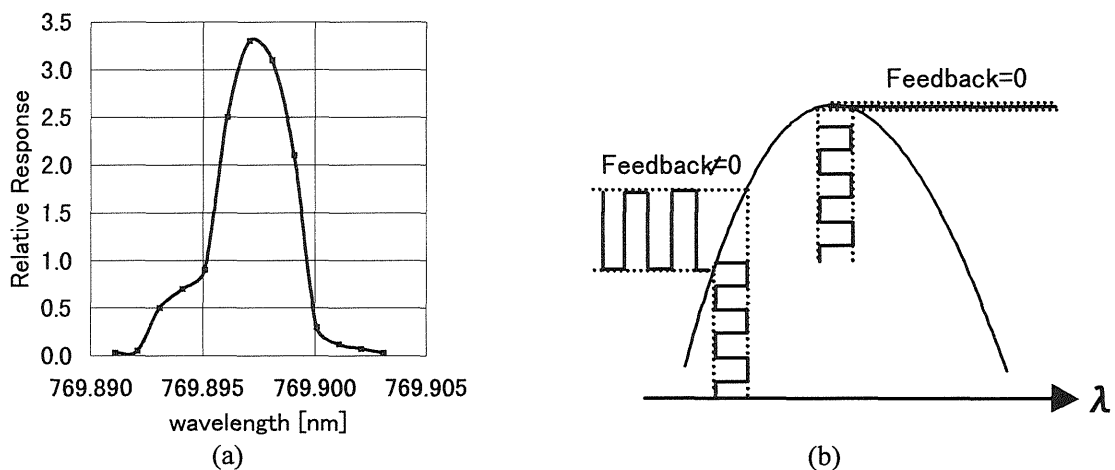


Fig.6 (a)Optogalvanic signal by the potassium hollow cathode lamp. (b)Feedback model.

4.2 観測結果

Table1 にライダーパラメータを、Fig.7 に観測結果を示す。カリウムの個数密度は最大で 30 個/cm^3 程度となった。今回の測定は SN が 10 程度であるので、誤差 10%程度で極めて微少なカリウムの個数密度測定に成功した。

Table1 Lidar system parameters.

Pulse Energy	35mJ
Wavelength	769.89nm
Repetition Rate	10Hz
Telescope Diameter	35cm
Field of View	1mrad
Range Resolution	200m
Shot Number	36000

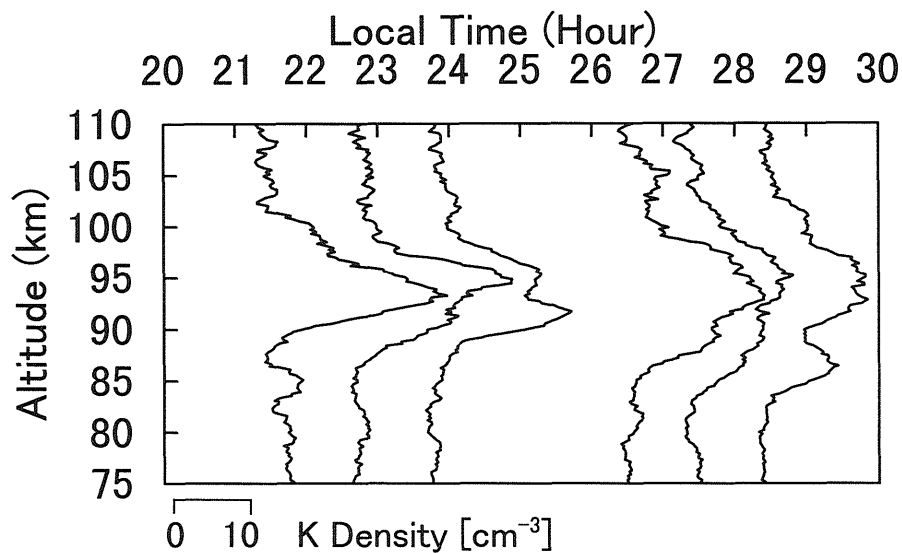


Fig.7 Potassium number density profiles Dec 3-4, 1997, 21:26-28:19 (local time).

6. まとめ

チタンサファイアレーザに ECLD をインジェクションシードすることでライン幅約 0.55nm の単一モード発振に成功し、光ガルバノ信号を用いてカリウム共鳴散乱波長への波長同調を行った。また、ライダーへの応用としてカリウム原子層の共鳴散乱測定を行った。その結果、微少なカリウムの個数密度測定に成功し、このレーザシステムの有効性を示した。

参考文献

- 1)京光・長澤・阿保、第 18 回レーザセンシングシンポジウム予稿集、139-142、1997
- 2)H. Sato and J. Ohya, IEEE J. Quant. Electron. Vol. QE-22(7), 1060-1063, 1986
- 3)F. J. Duarte Tunable Lasers Handbook, ACADEMIC PRESS, 349-442, 1995