

中赤外 Cr: CdSe レーザーの連続波長可変性と大気中の水分子

Continuous wavelength tenability in mid-infrared Cr: CdSe laser and water molecules in the atmosphere

理研光量子[○]村上武晴、湯本正樹、安井一、坂下亨男、斎藤徳人、和田智之

[○]Takeharu Murakami, Masaki Yumoto, Hajime Yasui, Michio Sakashita,

Norihito Saito, Satoshi Wada

RIKEN Center for Advanced Photonics

E-mail: takeharu.murakami@riken.jp

はじめに

Cr²⁺や Fe²⁺が添加されたカルコゲン化合物 (Cr: ZnSe, Cr: CdSe, Fe: ZnSe 等) は、広い中赤外線領域で波長選択が可能なレーザー材料として利用できる¹。中でも、Cr: CdSe は 2.2~3.6 μm にわたる蛍光スペクトル領域を有する。この波長域には、CH 基や OH 基に起因する吸収スペクトルが存在するため、Cr: CdSe レーザーは環境負荷ガス (CH₄, C₂H₄, HCl 等) や水分子の計測を対象としたリモートセンシング等への応用が期待できる。

これまで、我々は、パルス動作 Tm: YAG レーザーを励起光源に用いて 2.25~3.08 μm の中赤外線領域で波長掃引が可能な Cr: CdSe レーザーを開発した²。しかし、この波長掃引領域に存在する水分子の赤外吸収スペクトルが、レーザーの出力低下を引き起こすことが危惧される。そこで本研究では、大気および低圧 (6.0 × 10⁻⁵ Torr) 環境下においてレーザー出力を測定し、レーザー共振器内に存在する水の吸収が出力に及ぼす影響について調べた。

実験方法

Tm: YAG レーザー励起 Cr: CdSe レーザー共振器の概略を以下に示す。出力ミラー (R=70%)、折り返しミラー、回折格子、Cr: CdSe を用いて V 字型共振器を構成した。また、回折格子上のビーム径を制御するために 2 枚のレンズを共振器内に挿入した。Tm: YAG レーザーの励起光 20 mJ を、折り返しミラーの裏側から入射し端面励起としている。この共振器を真空容器内に設置して、圧力を 760~3 × 10⁻⁵ Torr で変化させたときの、出力特性を計測した。

実験結果

水分子の強い赤外吸収スペクトルが現れる 2590~2600 nm の領域における Cr: CdSe レーザーの出力特性を Fig. 2 に示す。大気圧下 (760 Torr) においては、水分子の吸収スペクトルに近い波長ではレーザー出力の低下に加え、幅 1 nm 以上の大きなチ

ューニングギャップが生じた。次に真空容器中に Cr: CdSe レーザーを設置し、容器内圧力を 6.0 × 10⁻⁵ Torr まで減圧したところ、レーザー出力の低減が改善され、2596 nm 近傍の吸収帯においては 0.1 nm 間隔での連続チューニングが確認された。これらの結果から、大気中では共振器内に存在する水分子の赤外吸収が損失となり、回折格子により選択している波長では発振しない場合があることが推測される。

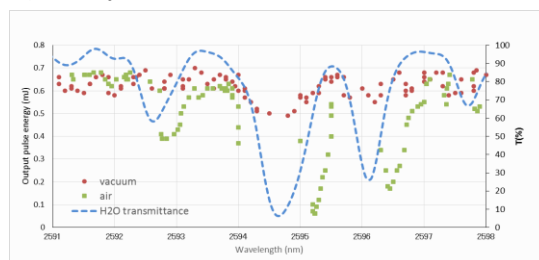


Fig.2: 真空中および大気中の出力と発振波長

まとめ

水分子の吸収スペクトルと一致する波長では、共振器内に存在する水分子の吸収が損失となりレーザー出力の低下と発振スペクトルのチューニングギャップが生じることがわかった。水分量の少ない環境下でレーザーを動作させることで、その出力低下を改善することが可能である。水分子による吸収が極めて強い帯域では、未だに完全な連続チューニングが達成されていない領域があるが、これが大気中の水分子によるものか、光学素子に吸着された水分子によるものかは判明しておらず、今後はこの点を調査する。

参考文献

1. M. Yumoto M, Saito N, Takagi U, Wada S. : Opt Express. **23**, 25009-16 (2015).
2. 湯本正樹 他 : "Cr: CdSe 結晶を用いた 2.55~3.06 μm パルスレーザー発振" 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 03-166 (2014)