

高性能レーザーを実現する先進的光学材料の開発

<スタッフ> 藤岡 加奈 准教授、實野 孝久 招聘教授、吉田 国雄 特任研究員、
本越 伸二 共同研究員、藤本 靖 招聘教授

先進的なレーザーを実現するための基盤となる新規レーザー材料や多層膜反射鏡などの光学素子の開発および光学素子のレーザー損傷機構の解明と高耐久化を行っています。

透光性セラミックスレーザー材料

高平均出力パルスレーザーシステムの性能向上を目指し、希土類元素を添加した YAG ($Y_3Al_5O_{12}$) セラミックレーザー材料の透明化と接合の技術開発を行っています。開発した技術は白色光源、太陽光励起レーザー材料や結晶育成が困難な溶融分解型化合物シンチレーターの高透明セラミック化などに応用されています。

非線形光学結晶

レーザー光の超短パルス化のためには光パラメトリック増幅 (OPA) やチャープパルス増幅 (OPCPA) の広帯域化が重要です。非線形光学結晶である部分重水素化 pDKDP ($KH_{2(1-x)}D_{2x}PO_4$) を育成し、屈折率分散の高精度データベースを構築し、重水素化率の最適化によって約 500nm の増幅帯域幅が可能であることを示しました。

高耐久光学素子の開発

レーザー光により光学素子に損傷が生じる機構を解明し、強いレーザー光でも損傷しない光学素子を目指しています。

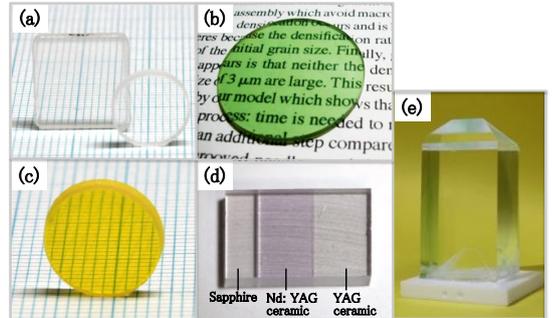


図1 レーザー光学材料. (a) Yb:YAG, (b) Cr/Nd:YAG, (c) Ce:YAG, (d) コンポジット材料, (e) pDKDP 結晶.



図2 レーザー損傷試験装置.

TOPICS1

ヘテロ接合材料によりレーザー出力が 1.5 倍に向上

レーザーの高出力化の障害となるレーザー媒質の発熱を低減するために、熱伝導率の高い材料とのヘテロ接合の技術を開発しています。そのために、Ar-FAB を用いて、9.8at.%Yb:YAG セラミックスと単結晶サファイアを常温接合しました。半導体レーザー励起発振器において、このヘテロ接合 Yb:YAG を用いることで、Yb:YAG セラミックス単体の場合に比べて 1.5 倍の出力向上に成功しました。熱伝導率が高いサファイア (42W/mK : YAG セラミックの 3.6 倍) が Yb:YAG の効率的冷却に有効であることが示されました。

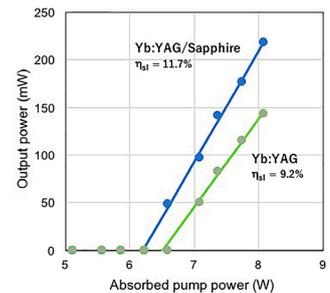


図3 吸収励起パワーに対するレーザー発振出力 (連測発振).

TOPICS2

pDKDP 結晶を用いて広帯域増幅が 260nm に拡大

Yb:YAG レーザーの 2 倍高調波 (波長 515nm) で励起する OPA/OPCPA では、pDKDP の重水素化率を 50 ~ 55% にすることで、半値全幅 390 ~ 470nm の増幅帯域幅 (最大利得の 90% の利得平坦部は 300 ~ 400nm) の実現が可能です。中空ファイバーで発生させたコヒーレント白色光をパルス伸長し OPCPA した結果、重水素化率 50% の pDKDP 結晶を用いて、波長幅 260nm (922 ~ 1182nm) の広帯域増幅に成功しました。これはフーリエ限界パルス幅 13fs に相当します。

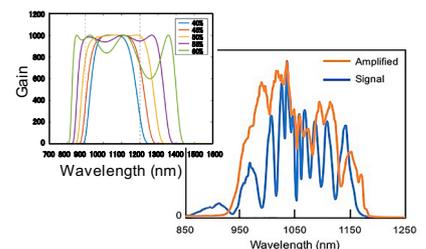


図4 515nm 励起 OPCPA 増幅帯域特性の KDP 重水素化率依存性 (左上) と 50%pDKDP による試験結果 (右).