

半導体レーザーによる $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ モノリシック共振器のモード観測Observation of Modes in a $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ Monolithic Cavity by a Diode Laser

東芝研究開発センター ○ 鯨岡 真美子, 市村 厚一, 中村 悟史, 後藤 隼人

Toshiba R&D Center ○ Mamiko Kujiraoka, Kouichi Ichimura, Nakamura Satoshi, Hayato Goto

E-mail: mamiko.kujiraoka@toshiba.co.jp

希土類イオンの Pr^{3+} を分散させた酸化物結晶 ($\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$) は、長いコヒーレンス時間等の理由から、量子コンピュータや量子メモリなど量子情報分野への応用が期待されている [1,2]。しかし、他の希土類イオン Er^{3+} , Tm^{3+} と異なり、 $^3H_4 - ^1D_2$ 遷移共鳴の 606 nm 帯で利用可能な線幅の狭い半導体レーザーが存在せず、応用上問題となっていた。今回、TOPTICA 社製の 1212 nm の半導体レーザーと第二高調波発生装置を導入し、自作の参照用共振器に周波数ロックすることで、606 nm 帯で初めて線幅の狭い第二高調波半導体レーザーシステムを構築し、共振器付き $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ 結晶において共振器モードを観測したので報告する。これは $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ の量子情報への応用上非常に有用な技術と考えられる。

実験系を図 1 に示す。半導体レーザーは 1212 nm の基本波を発振し、第二高調波発生結晶を内部に有する共振器で 606 nm へ波長変換する。基本波の一部を参照用共振器へ入射し、FM サイドバンド法で共振器モードに対して基本波の周波数をロックする。参照用共振器は sub mK まで温度安定化している。試料は向かい合った 2 面にミラー加工を施すことでモノリシックに構築した共振器付きの $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ 結晶である。入射光の偏光は結晶軸の 1 つの D_2 軸に平行とした。入射光の周波数を音響光学素子で掃引し、室温で透過スペクトルを測定した。

高周波から低周波側へと掃引した場合の透過スペクトルを図 2 に示す。数百 kHz 以下の周波数分解能で共振器モードが観測されていると考えられる。これは半導体レーザーのスペクトル幅が狭窄化されていることを示す。左右非対称な形状は熱的雙安定性を表していると考えられる。これは共振器モードの共鳴近傍では共振器内部の光強度が増大して Pr^{3+} イオンの吸収が増大し、熱膨張により共鳴周波数が低周波側にシフトすることに起因する。低周波から高周波へと逆方向へ掃引するとさらに幅の狭いスペクトルが観測されたことから熱的雙安定性を表していると確認できた。

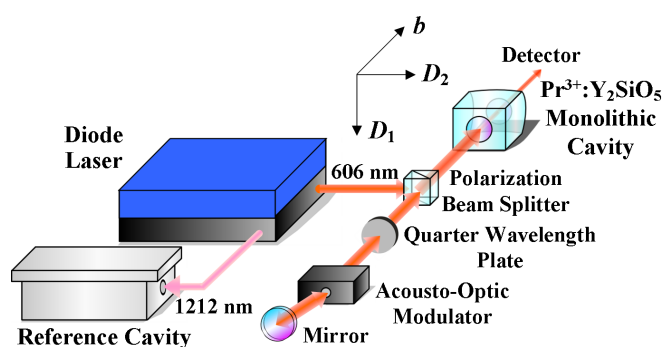
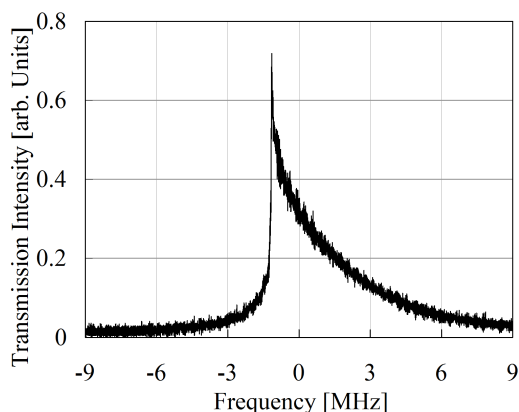


Fig.1 Frequency-stabilized diode laser system and experimental setup.

Fig.2 Observed cavity mode in $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ monolithic cavity.[1] K. Ichimura, *Opt. Commun.* **196**, 119 (2001).[2] M. P. Hedges, J. J. Longdell, Y. Li and M. J. Sellars, *Nature* **465**, 1052 (2010).