

Title	半導体レーザ励起固体レーザの高性能化に関する研究
Author(s)	永井, 秀男
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40567">https://hdl.handle.net/11094/40567</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	なが い ひて お 永 井 秀 男
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 3 8 3 6 号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	半導体レーザ励起固体レーザの高性能化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 濱口 智尋  (副査) 教授 吉野 勝美    教授 尾浦憲治郎    教授 西原 浩 教授 森田 清三    教授 谷口 研二    教授 溝口理一郎

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、半導体レーザを励起光源に用いた固体レーザの高性能化に関してまとめられており、全体で6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、KTPを共振器に内挿したNd:YAG第2高調波レーザにおいて、第2高調波光雑音の原因であるNd:YAGレーザの多縦モード発振を抑えて単一縦モード発振する方法として、ブリュースタ板とKTPからなる複屈折フィルタを用いる方法を示している。その結果、光出力3mWにおいて、 $-135\text{dB/Hz}$ 以下の低雑音光出力特性が得られることを示している。

第3章では、半導体レーザの特性が原因となって生じるNd:YVO<sub>4</sub>レーザの雑音とその低減について述べている。半導体レーザのモード競合とモードホッピング雑音がNd:YVO<sub>4</sub>レーザの雑音特性に与える影響を調べ、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザを低雑音化するためには励起波長帯でモード競合・モードホッピングを起こさない単一縦モード半導体レーザでの励起が適していることを示している。次に、半導体レーザのモード競合・モードホッピングを抑制し低雑音化する方法として高周波電流重畳を行い、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザの低雑音化に有効であることを示している。

第4章では、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザの小型化・低雑音化に適した特徴を利用し、低雑音化に有効な単一縦モード半導体レーザでNd:YVO<sub>4</sub>端面を直接励起する方式の小型・低雑音の緑色レーザ光源について述べている。その結果、直径12mm長さ16mmの小型化と $-140\text{dB/Hz}$ 以下の低雑音光出力特性が得られることを示している。

第5章では、高出力化の手段として、Nd:YVO<sub>4</sub>第2高調波緑色レーザのパルス発振を利用した変換効率の改善について述べている。KTPを共振器内に配置したNd:YVO<sub>4</sub>第2高調波緑色レーザにおいて、2本の縦モードを交互に周期的なパルスモードで発振させることが可能であることを示している。その結果、CW発振の約2倍の光出力が得られることを示している。

最後に、第6章で本研究による成果をまとめ結論としている。

## 論文審査の結果の要旨

大容量のデータをコンパクトに記録したメディアとして、CDやDVDなどの光ディスクが広く普及しており、より大量のデータを1枚の光ディスクに記録することが求められている。その実現に向けて、種々の短波長レーザー光源の研究が盛んに行われている。その一つが本研究で取り上げた半導体レーザー励起固体レーザーの第2高調波光を利用する方式であるが、実用化するためには様々な課題を解決する必要がある。その主な課題は、サイズの小型化・光出力の低雑音化・高出力化である。

本論文ではこのような背景に基づき、現在光ディスクドライブに使用されている赤外・赤色半導体レーザーよりもさらに短波長の光源として、半導体レーザーで励起した固体レーザーの第2高調波緑色レーザーのうち、Nd:YAG・Nd:YVO<sub>4</sub>・KTPを用いたものについて理論解析と実験の両面から研究を行い、小型化・低雑音化・高出力化を実現している。その研究の内容には独創性と新しい知見が数多く含まれている。本論文の主な成果は次の通りである。

KTPを共振器内に配した半導体レーザー励起Nd:YAGレーザーに関する研究から、以下のことを解明している。

(1)第2高調波光雑音の原因であるNd:YAGレーザーの多縦モード発振を抑えて単一縦モード発振させる方法として、プリュスタ板とKTPからなる複屈折フィルタによる波長選択が有効であることを理論解析で示すとともに、第2高調波光の出力3mW時において相対雑音強度 $-135\text{dB/Hz}$ 以下の低雑音特性を実現している。

半導体レーザー励起Nd:YVO<sub>4</sub>レーザーに関する研究から、以下のことを解明している。

(2)励起光源である半導体レーザーのモード競合・モードホッピング雑音がNd:YVO<sub>4</sub>レーザーの雑音特性に与える影響を調べ、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザーの低雑音化には、励起波長帯でモード競合・モードホッピングを起こさない単一縦モード半導体レーザーによる励起が適していることを示している。

(3)励起用半導体レーザーのモード競合・モードホッピングを抑制する方法として高周波電流重畳を行い、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザーの低雑音化に有効であることを示している。

KTPを共振器内に配した端面直接励起Nd:YVO<sub>4</sub>レーザーに関する研究から、以下のことを解明している。

(4)Nd:YAGよりも薄い結晶で高効率のレーザー発振が可能で、かつ、単体で単一縦モード発振するNd:YVO<sub>4</sub>レーザーの特長を利用して、Nd:YVO<sub>4</sub>の端面に半導体レーザーを近接させて励起する直接励起方式により、小型(直径12mm/長さ16mm)で低雑音( $-140\text{dB/Hz}$ )の緑色レーザー光源を実現している。

Nd:YVO<sub>4</sub>レーザーのパルス発振に関する研究から、以下のことを解明している。

(5)KTPを共振器内に配したNd:YVO<sub>4</sub>レーザーにおいて、KTPの温度を調整して位相を制御することにより、2本の縦モードを交互に周期的なパルスモードで発振させ、CW発振の約2倍の光出力が得られることを確認し、パルス発振が高出力化に有効であることを示している。

以上のように本研究は、半導体レーザー励起固体レーザーの高性能化、主に小型化・低雑音化・高出力化に求められる基礎的な情報を提供し、光エレクトロニクスの発展に大きく貢献するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。