

Title	Study on a High Average Power Slab Glass Laser
Author(s)	金, 炳泰
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36996">https://hdl.handle.net/11094/36996</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 href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/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・(本籍)	きむ 金	びよん 炳	て 泰
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 1 8 9	号
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	工学研究科電磁エネルギー工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	Study on a High Average Power Slab Glass Laser (高平均出力スラブガラスレーザーに関する研究)		
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄 教授 渡辺 健二 教授 横山 昌弘 教授 井澤 靖和 教授 石村 勉 教授 青木 亮三 教授 権田 俊一 教授 三間 閑興 教授 三宅 正宣 教授 加藤 義章		

## 論文内容の要旨

本論文はジグザグスラブ型レーザーと分割型ディスクスラブ増幅器の2種類の高平均出力スラブガラスレーザーを開発し、得られた繰り返し動作特性、熱特性、および出力特性について研究した結果をまとめたものである。本論文は5章よりなっている。

第1章は緒論であって高平均出力レーザーとしてガラスレーザーの特徴および問題点を明らかにし本研究の位置づけを行っている。

第2章では高平均出力固体レーザーの基礎について論じている。高平均出力レーザーにおいては熱除去の問題が重要であるので、高繰り返し固体レーザーのための各種スラブ構造、励起光源、レーザー媒質、非線形光学媒質に対して熱的設計と実験上の取り扱いを検討している。

第3章ではジグザグスラブガラスレーザーを製作し、性能評価実験を行った結果について述べている。高平均出力ジグザグスラブガラスレーザーの構成およびフラッシュランプ発光特性、レーザー媒質の光吸収特性、レーザー出力特性、繰り返し特性、ビーム集光特性、レーザー媒質の熱レンズ効果と熱破壊限界特性を示し、その技術的な問題点を取り上げその対策を明らかにしている。また、ガラスレーザーの応用として、X線リソグラフィ用光源としての可能性を明らかにしている。

第4章では分割型ディスクスラブガラスレーザー増幅器の諸特性について述べている。分割型ディスクスラブガラスレーザー増幅器を設計製作し、性能評価実験とシミュレーションを行って高繰り返し動作に対する構造および冷却能力、利得特性について論じている。さらに超大型核融合用ドライバーとしての可能性を検討し、前の結果を合わせ用いてグレードアップされた分割型ディスク増幅器の基本設計に関して述べている。

第5章は結論であって前章までにわたって述べた研究結果を総括し、得られた結果をまとめて研究の意義を明らかにしている。

## 論文の審査結果の要旨

高平均出力固体レーザーは、小型、かつ高信頼性の特徴を有し、産業および科学研究用に応用分野も広く、「固体レーザーのルネサンス」を形成している一翼である。結晶レーザー材料は未だ大型化が困難なためガラス母体による大型・高平均出力化は研究の重要な分野を占めている。本論文は板（スラブ）状ガラスレーザーの開発として、ジグザグスラブ型と分割ディスクスラブ型に関し、実験・理論の両面からその適用性について検討を加え、高平均出力固体レーザーの開発の指針を与えたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 瞬時出力の高い固体レーザーの特徴を生かしつつ、平均高出力化する方策に関し、従来のレーザー媒質、構造、励起光源、非線形光学媒質について検討し、光学的特性、素材の大型化の可能性などと共に熱特性について研究の基礎を与えると共に、この分野の開発研究の方向を示唆している。
- (2) 高繰り返しで高尖頭出力を有するジグザグスラブレーザーを設計試作し、リン酸ガラス系媒質でパルス出力100 Jを2.5%の高い効率で達成している。またQスイッチ動作では70%の抽出効率で単機18 J / 28 ns (650 MW) の高尖頭出力を可能とするレーザー設計指針を確立している。
- (3) 珪酸ガラス系媒質、水冷方式で3 Hz までの高繰り返し動作を可能とし、連続パルス平均出力4.5 W (0.9 W/cc)を達成している。板状媒質エッジ部への冷却設計法など熱的問題の存在を明らかにしている。
- (4) リン酸ガラス系での出力集束性の繰り返し動作依存性を明らかにし、0.1～2 Hz で集束光束 $6 \times 10^{12} \sim 2 \times 10^{11} \text{ W/cm}^2$ を達成し、X線源プラズマの生成に十分な輝度を得、X線リソグラフなど産業応用への展望を明らかにしている。
- (5) ジグザグスラブレーザーの熱的不均一励起モデルを提案し、スラブ内部の温度歪を減少させる為に、励起光吸収長×スラブ厚みを大きくする方策の有効なことを示している。またこのモデルにより高入力レーザーの動作限界を与え、スラブ内部の温度計測値と良い一致を示し、モデルの有効性を証明している。
- (6) ジグザグスラブレーザーの動作限界は、水冷方式では、媒質の内部温度差が熱衝撃点を超えることにより、また空冷方式では内部温度がガラス転移点を超えることにより発生することを明らかにし、装置設計上の指針を示している。またレーザー集光性の悪化は、レーザー媒質内部の熱レンズ効果に起因することを実験的に示している。
- (7) 新非線形光学結晶KTPにより2倍高調波変換を実現し、広いビーム拡がり（2 mrad）時での有効結晶長を示唆し、短波長化の基礎を与えている。
- (8) 大口径ビームの高繰り返し増幅器として、分割ディスク型レーザー設計用シミュレーションモデルを

提案し、励起効率、利得等レーザー特性の把握を実験・理論面より進め、シミュレーション結果は約10%の確度で正確であることを示している。

- (9) 分割ディスク型レーザーの冷却特性をシュリーレン法により計測し、高繰り返し動作時のビーム拡がり特性を明らかにしている。また核融合用レーザー規模のシステムへ拡張した設計を行い、超大型高繰り返しレーザーの実現の可能性を示している。

以上のように、本論文は高繰り返しガラスレーザーの開発を2つの型式により進め、実験的及び理論的解析とシミュレーションによって多くの知見を得ると共に、今後のレーザー応用上の有用な指針を与えており、電磁エネルギー工学ならびに産業応用に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。