



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 銅蒸気レーザーおよびエキシマレーザーの性能向上に関する研究   |
| Author(s)    | 山中, 千博  |
| Citation     | 大阪大学, 1990, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/36983">https://hdl.handle.net/11094/36983</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。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|         |   |         |        |         |
|---------|---|---------|--------|---------|
| 氏名・(本籍) | やま<br>山   | なか<br>中 | ち<br>千 | ひろ<br>博 |
| 学位の種類   | 工   | 学       | 博      | 士       |
| 学位記番号   | 第   | 9188    | 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<br>学位規則第5条第1項該当  |         |        |         |
| 学位論文題目  | 銅蒸気レーザーおよびエキシマレーザーの性能向上<br>に関する研究   |         |        |         |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教授 井澤 靖和<br>教授 三間 罔興 教授 中井 貞雄 教授 山中 龍彦<br>教授 渡辺 健二 教授 青木 亮三 教授 石村 勉<br>教授 三宅 正宣 教授 横山 昌弘 教授 権田 俊一 |         |        |         |

### 論文内容の要旨

本論文は、銅蒸気レーザーおよびエキシマレーザーに関して、放電回路、出力特性、ビーム品質等の観点から行った性能向上についての研究をまとめたもので、次の8章より成っている。

第1章は緒論であり、本研究の背景を明らかにし、あわせて研究の目的と意義について述べている。

第2章では、銅蒸気レーザーの構成法、励起方式についてまとめ、大容量レーザーによる出力向上について述べている。

第3章では、高繰り返しで高速放電が可能なレーザー電源に開して、インバータ制御コマンド充電方式、サイクロトロン並列運転方式、磁気アシスト方式、全固体素子方式を開発し、電源の安定化と長寿命化に有効であることを示している。

第4章では、銅蒸気レーザーの発振、増幅特性に関する研究成果について述べ、放電パラメータ、銅蒸気密度、緩衝ガスの種類や圧力がレーザー出力に及ぼす効果を明らかにしている。また、レーザー媒質中の利得の空間分布とガス温度の関係を評価している。

第5章では、銅蒸気レーザー上、下準位密度の時間・空間分解計測結果について述べ、レーザー下準位の緩和過程を解析している。これにより、下準位の緩和が電子との超弾性衝突による速い緩和と銅原子との衝突による遅い緩和の2成分からなっていることを明らかにし、放電入力最適化により繰り返し周波数の増大が可能であることを示唆している。さらに表皮効果に基づく放電の不均一性とレーザー利得の時間・空間変化の関係を評価している。

第6章では、放電制御による銅蒸気レーザーの長パルス化と指向性の向上、注入同期法による低発散ビームの発生について述べ、銅蒸気レーザー-MOPA (Master Oscillator - Power Amplifier) シス

システムの発振器として必要な特性が得られたことを示している。

第7章では、エキシマレーザー光のスペクトル狭帯域化と短パルス増幅に関する研究成果について述べ、Ar レーザー光第2高調波の注入同期と誘導ブリルアン散乱の利用により、スペクトル幅の狭いサブナノ秒の高輝度パルスが安定に発生できることを示している。また誘導ブリルアン散乱では位相共役効果によりレーザービームの乱れを補正できることを明らかにしている。

第8章は結論であり、以上の研究において得られた結果をまとめ、本論文の総括を行っている。

## 論文の審査結果の要旨

銅蒸気レーザーおよびエキシマレーザーは、可視および紫外域における大出力高繰り返しレーザーとして、光誘起化学反応やマイクロプロセッシングなどの分野でその応用が期待されており、実用機器に向けての性能向上が急務となっている。本論文は、銅蒸気レーザーとエキシマレーザーについて、放電回路、レーザー出力、ビーム品質の観点から性能向上に関する実験研究を行ったものであり、得られた主な成果は次の通りである。

- 1) 高繰り返しレーザー電源について、インバータ制御コマンド充電方式、サイラトロンスイッチの並列動作方式、磁気アシスト方式を開発し、高速放電スイッチとしてのサイラトロンの長寿命化を達成している。またSIサイリスタと磁気パルス圧縮を組み合わせた全固体素子電源をはじめ銅蒸気レーザーに適用し、その有効性を確認している。
- 2) 放電パラメータ、蒸気密度、緩衝ガスの種類や圧力と銅蒸気レーザー発振特性の関係を詳細に測定し、レーザー放電管抵抗がレーザー出力に及ぼす影響を定量的に評価して、電源を設計する上での指針を与えている。また緩衝ガスとしてヘリウムの添加が放電管内部のガス温度一様化に有効であることを示している。
- 3) 銅蒸気レーザー上、下準位密度の時間・空間分解計測を行い、レーザー下準位の緩和が電子との超弾性衝突による速い緩和と、銅原子との衝突による遅い成分から成ることを明らかにし、放電入力最適化による高繰り返し化の可能性を示唆している。また表皮効果に基づく放電の不均一性と利得の空間分布との関係についても言及している。
- 4) 放電制御と注入同期方式により銅蒸気レーザー光の長パルス化と低発散角化を達成し、銅蒸気レーザー-MOPAシステムにおける発振器として必要な性能を実現している。
- 5) Ar レーザーの第2高調波を用いた注入同期法によりKr Fエキシマレーザーのスペクトル幅を100 MHz にまで狭帯域化し、さらにこのレーザー光を誘導ブリルアン散乱を利用して短パルス増幅し、高効率でサブナノ秒に変換できることを実証している。

以上のように、本論文は銅蒸気レーザーおよびエキシマレーザーの性能向上に関する多くの知見と提案を含み、レーザー工学の発展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。