



| | |
|--------------|---|
| Title | 直接照射型レーザー核融合におけるマルチレンズアレイによる照射均一性向上の研究 |
| Author(s) | 西, 紀昭 |
| Citation | 大阪大学, 1998, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/41442 |
| 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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文について 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 | にし 西 | のり 紀 | あき 昭 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) | | |
| 学 位 記 番 号 | 第 1 4 1 8 8 号 | | |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 10 年 10 月 30 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 電磁エネルギー工学専攻 | | |
| 学 位 論 文 名 | 直接照射型レーザー核融合におけるマルチレンズアレイによる照射 均一性向上の研究 | | |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査) | | |
| | 教 授 中井 貞雄 | | |
| | (副査) | | |
| | 教 授 中塚 正大 | 教 授 三間 罔興 | 教 授 西川 雅弘 |
| | 教 授 堀池 寛 | 教 授 飯田 敏行 | 教 授 西原 功修 |
| | 教 授 権田 俊一 | 助教授 實野 孝久 | |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は直接照射型レーザー核融合において、マルチレンズアレイを用いたレーザー光による球状ターゲットの照射様性向上についての研究成果をまとめたものであり、6章から構成されている。

第1章は緒論であり、本研究の背景として、直接照射型レーザー核融合におけるレーザー照射均一性向上の必要性を述べている。

第2章では直接照射型レーザー核融合において、照射均一性を向上するためには球状ターゲット上で重畳する各レーザービームの強度分布制御が重要であることを述べ、現在までの照射均一性改善手法について検討を行い、ターゲットを均一に爆縮するという目的に照らして問題点を明らかにしている。

第3章では照射均一性を向上する方法として、マルチレンズ方式が原理的に優れた点を有している事に着目し、激光Ⅻ号レーザーシステムで用いるための具体的な設計と集光強度分布を均一化する基礎実験を行った結果について述べている。

第4章ではマルチレンズ方式で十分な集光強度分布制御を実現するために、マルチレンズを構成する単レンズを非球面レンズとした「非球面マルチレンズ方式」を提案し、非球面の光学素子を用いた集光強度分布制御について述べている。またレーザー光の波面を制御して、集光強度分布の近視野像に含まれる回折フリンジを低減するための光学素子を、回折計算により設計する手法を開発し、実際に試作した素子「エッジシェイププレート」を用いた実験の結果について述べている。

第5章では激光Ⅻ号レーザー装置を用いて2次元マルチレンズアレイによる集光強度分布制御の実験を行い、照射均一性を評価することにより本方式の有効性を示している。また、燃料ペレットターゲットを均一に圧縮できるかどうかを評価するためには、現在の照射均一性の評価方法だけでは不十分である事を述べ、ターゲットプラズマにおけるレーザー光の望ましい吸収分布を与える集光強度分布を実現するための照射計算を試みている。最後に非球面マルチレンズを含めた各種照射均一性改善手法のそれぞれの利点を利用した新しいレーザー照射手法を提案し、より高度な均一照射の可能性を明らかにしている。

第6章は結論であり、得られた結果をまとめ、本論分の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合における燃料ペレットの爆縮過程においては、照射の非一様性に起因するレーリー・テラー不安定性の成長が中心点火方式の重要な課題となっている。特に、激光Ⅻ号のようなビーム数の少ないレーザー装置においては、球状ターゲットを均一に照射するためにはレーザービームのパターンを正確に制御しなければならない。しかも、ターゲット表面にプラズマが発生すると、その内部での吸収分布が時間と共に変化するため、レーザー光の強度分布を適正に制御することが必要である。

本論文は、レーザー光が波面と強度の不均一性を含んでいる状態において、ターゲット照射を均一に行うための、マルチレンズアレイを用いた手法について検討した結果についてまとめたものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

(1) 直接照射型レーザー核融合において、現在の爆縮の均一性を律している主要因の一つが、レーザービームの球ターゲット表面上での強度分布の非一様性であることを明らかにすると共に、従来の照射均一性の改善方法について検討を行い、その問題点を明確にしている。

(2) 照射均一性の改善方法として、マルチレンズアレイ方式について検討し、この方式が特定の空間周波数以下の強度変調を生じにくいことを確認している。また、従来のマルチレンズアレイ方式では六角形の単レンズの形状により、ビームパターン内にスポット状の強度分布ができることから、円形開口の単レンズを用いる方式を提案している。このような円形開口マルチレンズアレイの集光パターンは、強い波面収差があってもほとんど影響を受けないことを実験的に明らかにしている。

(3) 単レンズの形状を制御した非球面単レンズを用いることで、集光分布の制御を行う方法を提案し、その有効性を実験により証明している。また、単レンズの開口によって生じる回折フリンジが照射の一様性を大きく損なうため、光学素子の透過波面を制御してこの回折フリンジを打ち消すことができる「エッジシェイププレート」を提案し、独自に開発した回折計算コードによるシミュレーションと実験でその効果を実証している。

(4) 激光Ⅻ号レーザー装置に37個の単レンズで構成される2次元マルチレンズアレイを適用してその集光分布を計測し、部分コヒーレント光との組み合わせによる照射均一性の改善を確認している。さらに、マルチレンズアレイを用いたフラットトップ分布のビームによる照射では、ターゲットプラズマへの入射角による吸収率分布を考慮すると、良好な照射一様性が得られることを示している。また、実際の爆縮過程ではターゲットの直径が時間と共に変化することから、複数の波長の異なるビームの集光分布を制御して用いる一様爆縮の方式を提案している。

以上のように本論文は直接照射型レーザー核融合における照射均一性の向上について、マルチレンズアレイを用いた場合の照射特性を解析し、空間的、時間的に一様な照射を実現するために要求される条件を明らかにしており、レーザー核融合およびレーザー光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。