

Title	レーザー核融合用ペレットの磁気懸架に関する研究
Author(s)	吉田, 弘樹
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3144307">https://doi.org/10.11501/3144307</a>
DOI	10.11501/3144307
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏 名	よし だ ひろ き 吉 田 弘 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 0 8 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 10 年 6 月 30 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	レーザー核融合用ペレットの磁気懸架に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 井 澤 靖 和 (副査) 教 授 高 橋 亮 人 教 授 山 中 龍 彦

## 論 文 内 容 の 要 旨

レーザー核融合では爆縮の均一性向上が重要な課題であり、燃料ペレットを非接触で真空中に保持する技術の開発が望まれている。本論文は磁性体をコートしたペレットを磁気力で非接触に支持する磁気懸架装置の開発に関する研究成果をまとめたもので、7章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と磁気懸架を選択した理由について述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、磁気懸架したペレットの垂直方向および水平方向の運動解析を行い、垂直方向の振動に対しては懸架磁界発生用の電磁石電流の変調制御により、また、水平方向についてはレーザー光照射による光作用力を利用したPD (Proportional Differential) 制御により、安定な懸架が可能であることを明らかにしている。

第3章では、開発した磁気懸架装置の各部の詳細と制御のアルゴリズムについて述べ、Niをコートしたペレットを用いて磁気懸架実験を行い、高い位置精度でペレットを安定に懸架しうることを実証している。さらに装置を爆縮実験装置に導入し、磁気懸架ペレットのレーザー爆縮実験に成功している。

第4章では、ペレットの水平方向の振動制御用に提案した光作用力について解析し、実験との比較によりラジオメータ力が主要な制御力であることを明らかにしている。また、光作用力を応用したアクティブダンパーを開発し、水平方向の振動制御に有効であることを実証している。

第5章では、磁気懸架において重要なパラメータとなるペレットの質量とコートした磁性体の体積を、それぞれ、電界による浮揚と吸光光度分析により、高精度に測定する手法を開発した結果について述べている。

第6章では、爆縮に際して、コートした磁性体から放射されるX線によって核融合燃料がプリヒートされるのを防ぐため、爆縮用レーザーに先立つプリパルスによって磁性体を除去する方法を提案し、熱拡散モデルに基づく解析と、モードロックレーザーを用いた実験から、ペレットに損傷を与えることなく磁性体のみを除去できるレーザー照射条件を明らかにしている。

第7章では、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

レーザー核融合における最重要課題は均一で球対称性に優れた爆縮を実現することであり、燃料ペレットを真空中に非接触で懸架する技術の開発が強く求められている。本論文は、このような観点から、磁性体を表面にコートした燃料ペレットを磁気力で懸架する手法について検討し、開発した磁気懸架装置をレーザー爆縮実験に導入してその有効性を確認したもので、得られた成果を要約すると以下の通りである。

- (1)ペレットに働く重力と磁気力のつりあいを下にして懸架に必要な条件を解析し、ペレットの質量、懸架距離と磁束密度の比例則を導出している。
- (2)磁気懸架されたペレットの運動を解析し、ペレットの位置と速度を光学的に検出しながら、垂直方向の運動に対しては懸架磁界発生用電磁石電流を変調し、また水平方向にはレーザー光の照射による光作用力を利用した進み位相制御により、燃料ペレットを安定に真空中で懸架しうることを明らかにしている。
- (3)磁性体をコートした燃料ペレットに半導体レーザー光を照射し、ペレットに働く光作用力を実験により測定し、理論解析との比較から、磁気懸架においてはラジオメータ力が重要な制御力であることを明らかにしている。
- (4)光作用力を利用したアクティブダンパーを開発して磁気懸架に応用し、燃料ペレットの水平方向の振動制御に有効であることを実証している。
- (5)燃料ペレットをレーザー照射位置に確実に導入し懸架するペレット導入装置と磁気懸架装置、ならびに安定な懸架を実現するための制御アルゴリズムを開発し、Ni をコートしたペレットを用いて磁気懸架実験を行い、高い位置精度で安定に懸架しうることを実証している。
- (6)開発した磁気懸架装置を爆縮実験に導入し、世界で初めて磁気懸架ペレットのレーザー爆縮実験に成功している。

以上のように、本論文はレーザー核融合燃料ペレットを真空中に非接触で保持することを目的として、磁気懸架法を提案し、懸架に必要な条件を明らかにして懸架装置を開発し、レーザー爆縮実験によりその有効性を実証しており、レーザー核融合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。