

Title	慣性核融合用高出カイオンビームの発生と計測法開発に関する研究
Author(s)	安池, 和仁
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39757">https://hdl.handle.net/11094/39757</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	安 池 和 仁		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 1 2 5 1 5 号		
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻		
学位論文名	慣性核融合用高出力イオンビームの発生と計測法開発に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄 教授 西川 雅弘      教授 桂 正弘      教授 岡田 成文 教授 三間 罔興      教授 青木 亮三      教授 井澤 靖和 教授 権田 俊一      教授 中塚 正大      教授 西原 功修		

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は爆縮ドライバーとしての大電流パルスイオンビームの新しい計測法の開発と、その計測法を使用しておこなったダイオード物理の解明および、効率的なイオンダイオード動作のための条件を明らかにするための研究について、その結果をとりまとめたものであり、5章より構成されている。

第1章は緒論であり、イオンビームを用いた慣性核融合、イオンビーム用ターゲットなどについて述べ、本研究の目的、意義をしめしている。

第2章では、イオンビームを発生させるための磁場絶縁型イオンダイオードの理論と計算機シミュレーションにより予測される結果について述べ、慣性核融合用ドライバーに必要とされる低発散角ビームを発生するための物理的、技術的な課題を明らかにしている。

第3章では、大電流・高エネルギーのビーム計測法の開発、計測結果の解析法について述べている。大口径イオンダイオードにおけるビーム発散角、強度の空間分布を計測する2次元アレイドピンホールカメラを開発し、これに時間分解能を持たせることにより、ダイオード内でのビーム分布の変化、発散角の増大に影響を及ぼす物理機構の解明を可能にしている。

第4章では、開発した計測器を用いて、ダイオード内の磁場形状を変化させた場合のイオンビームのパラメータを評価しビームの磁場依存性を観測し、この結果、パッシブイオン源を用いたときにビーム均一性を向上させる磁場配位が存在すること、および均一性が磁場強度に依存することを明らかにしている。

第5章は結論であり、得られた研究成果をまとめ、本論文の総括をおこなっている。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

現在、慣性核融合の分野ではレーザーを、爆縮のためのエネルギードライバーとして用いるレーザー核融合の研究が先行し、点火・ブレイクイーブンの実現が射程内にとらえられるようになり、さらに実証炉の具体的な構想にまで着手する段階に来ている。慣性核融合を将来のエネルギーシステムとして展望すると炉用ドライバーがその実現の鍵を握ると考えられる。炉用ドライバーには、爆縮実験に必要とされるエネルギーの時間的・空間的な集中性（短パル

ス・高収束特性)に加え, さらに高繰り返し動作, 高効率, 低コスト等が要求される。炉用ドライバーとしてのイオンビームは, レーザーにくらべターゲットへのビームエネルギーのデポジションが良好, 低建設コスト, 高効率など数々の利点を持つ。イオンビームに対する最重要課題として, ターゲット上で高強度ビームを強く収束させるため, ビームの輝度の向上が挙げられる。ビーム輝度は発散角により主に制限されている。このため, 炉用ドライバーを開発するための不可欠の要素として, ビーム計測・評価法の開発が重要である。

本論文は, 従来なかった大電流パルスイオンビームの発散角, 強度の空間分布を高い空間分解能, 角度分解能を持って時間分解して計測する新しい計測法の開発と, その計測法を使用しておこなったダイオード物理の解明および, 効率的なイオンダイオード動作のための条件を明らかにするための研究について, その結果をとりまとめたもので, 主な成果は以下の通りである。

- (1)イオンビームを発生させるための磁場絶縁型イオンダイオードの理論と計算機シミュレーションにより予測される結果について述べ, 研究の方向づけをおこない, ビーム計測の課題をしめしている。とくに最終的なイオンビームの発散角に及ぼすダイオードの電子シース内でおこる不安定性およびシースの動的振舞い等について考察を加え, 慣性核融合用ドライバーに必要なとされる低発散角ビームを発生するための物理的, 技術的な課題を明らかにしている。さらにダイオードの動作原理及びシミュレーション結果に基づいて実験用の小型のイオンダイオードと炉用ドライバーで想定されている大型のものとの間のダイオード動作のスケール則をしめしている。
- (2)大口径イオンダイオードにおけるビーム発散角, 強度の空間分布を計測する2次元アレイドピンホールカメラを開発し, これにイオン像検出器として gated MCP を用いることにより時間分解能をもたせることに成功している。この新しい計測法を用いることによりダイオード内でのビーム分布の変化, 発散角の増大に影響を及ぼす物理機構の解明を可能にしている。
- (3)2次元アレイドピンホールカメラにより, ビームを20mmの空間にわたり連続的に, 空間分解能2mm, 発散角の分解能10mrad, 時間分解能10nsで計測しうる性能を達成している。
- (4)上記計測法により, 磁場絶縁型イオンダイオードの発散角の持つ異方性を観測し, 半径方向と動径方向とで異なる強度依存性を示すことを明らかにしている。これはダイオード内でおこっている不安定性の成長の異方性によるものと考えられ, 世界で初めてシミュレーション結果を実験的に確認することに成功している。
- (5)イオン源の空間的な均一性を向上させ, 均一なイオンビームを発生するため, ダイオード絶縁磁場の最適化を行っている。磁場分布を変化させたときの電子シースの動きを予測するため磁場シミュレーションを行い, 磁場条件を適当に選んだ時, ビームの均一性が改善されることを実験的に確かめている。

以上のように本論文は大電流パルスイオンビームの新しい計測法の開発と, それによるダイオード物理の解明, 効率的なイオンダイオード動作の条件の解明など物理的・技術的に数多くの知見を与えている。イオンビーム工学及びプラズマ工学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。