

Title	大強度パルス軽イオンビームの開発とその応用
Author(s)	升方, 勝己
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35649
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【69】

氏名・(本籍)	ます	あつ	かつ	ろ
	升	芳	勝	己
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7967	号	
学位授与の日付	昭	和	63	年
	2	月	1	日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	大強度パルス軽イオンビームの開発とその応用			
論文審査委員	(主査)	教授 横山 昌弘		
	教授	埴 輝雄	教授 藤井 克彦	教授 平木 昭夫
	教授	鈴木 胖	教授 白藤 純嗣	教授 加藤 義章
	教授	山中 龍彦	教授 黒田 英三	

論文内容の要旨

本論文はパルスパワーは技術と呼ばれる高電圧，大電力パルス発生技術を用いて生成される大強度パルス軽イオンビームの発生，収束技術の開発，及びその応用に関する研究成果をまとめたもので10章から構成されている。

第1章では序論として，慣性核融合への応用を主眼とした大強度パルス軽イオンビーム開発の位置づけを行い，その必要性や有用性を示し，本論文の目的と意義を明らかにしている。

第2章では大強度パルス軽イオンビーム発生技術の概要及びその理論的基礎を示し，特に収束性の低下の原因や収束性の評価方法について述べその改善の方法について検討している。

第3章では大強度パルス軽イオンビーム発生技術の基礎となるパルスパワー技術を概説し，本研究で用いた大強度パルス電力発生装置“ETIGO-I”についてその概要と特性を示している。

第4章では本研究で新たに開発した計測技術，及び従来の技術を改良して本研究に用いた計測技術を概説し，その特性を示している。

第5章では単方向電流供給型磁気絶縁ダイオードを用いた実験を通じて得られたイオンダイオードの基礎特性，ビームの収束性，ビーム伝播特性，ダイオード物理，ビームターゲット相互作用等に関する研究結果を示している。またダイオード内の電子の振る舞い，ビーム発散の機構，電流及び荷電中和がビーム収束にもたらす影響等を明らかにしている。

第6章では単方向電流供給型磁気絶縁ダイオードの改良型として開発した双方向電流供給型磁気絶縁ダイオードの基礎特性を示し，双方向化による特性の改善を明らかにしている。更にビーム発散角を詳細に調べ，その各パラメーター依存性を明らかにしている。

第7章では著者の提案によって開発された新しい自己磁場絶縁方式のイオンダイオード“平行平板型自己磁場絶縁ダイオード”の動作原理を示し、その基本特性、ダイオード内の電子の振る舞い等を明らかにしている。

第8章では“プラズマフォーカス型自己磁場絶縁ダイオード”と命名した著者の提案による新しい自己磁場絶縁ダイオードの特色、慣性核融合への応用の可能性を示し、その基礎特性を実験結果を通じて明らかにしている。

第9章では大強度パルス軽イオンビームの応用の為の基礎実験としてビーム・ターゲット相互作用の実験結果を示すとともにその慣性核融合及び材料開発分野への応用の可能性を明らかにしている。

第10章では本研究で得られた第2章から第9章までの結果を総括し、本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

本論文は高電圧大電力パルス発生技術を用いて生成される大強度パルス軽イオンビームの発生・収束技術の開発、ダイオード物理、計測技術の研究及びその応用に関する実験的研究をとりまとめたもので得られた主要な成果は次の通りである。

(1) 単方向電流供給型磁気絶縁イオンダイオードを用いた実験でイオンダイオード基礎特性を明らかにし、良好なビーム発生特性を得ている。又発散角の評価方法を確立し、磁気絶縁イオンダイオードにおいて、ずれ角の低減が可能であること、従って局所的発散角が最終的なビーム収束性の制限要因となることを明らかにしている。更に、イオンの軌道を用いて軽イオンビームの荷電中和率の評価を行い～99.92%の高い中和率を有することを明らかにし、荷電中和率のビーム内での分布を仮定することによって中空状のイオン電流密度分布を説明できることを示している。

この他ダイオードギャップ内の電子の振る舞いを計測して磁気絶縁条件が達成されている条件下でも陽極に電子が照射されること、陽極に照射される電子は大きな発散角を有しており磁気絶縁ギャップを横切る機構として散乱等が関与していること、又再生されるイオンビームの強度は陽極への電子の照射量に依存することなどを明らかにしている。

(2) 双方向電流供給型磁気絶縁ダイオードを用いた軽イオンビーム発生実験を行い、単方向電流供給型ダイオードに比べて自己磁場の対称性が改善され、ビームの均一性の向上、発散角の低減、イオン電流の増大が図られている。又発散角の詳細な計測を行い、局所的発散角が絶縁磁場強度の増大とともに減少し、発生イオン電流密度の増大とともに増加すること、ダイオード動作初期に発生するビームはイオン源プラズマの形状の影響で大きな発散角をもつこと、1ショット内のビームでは高エネルギーのビームの発散角が大きいことなどを明らかにしている。

(3) 平行平板型自己磁場絶縁ダイオードと名付けた新型のイオンダイオードの開発を行い、良好なビーム発生特性が得られること又、電極の交換なしに数十ショットのビーム発生が可能なこと、ダイオードの動作初期の電子照射がイオン源プラズマの生成に大きな役割を果たしていることなどを明らかにして

いる。

- (4) プラズマフォーカス型自己磁場絶縁ダイオードと名付けられた新型の自己磁場絶縁イオンダイオードを開発し、ターゲットへの大強度パルス軽イオンビームの直接照射の可能性を示し、従来のイオンダイオードに比べて格段に高い発生イオン電流密度が得られることを示している。
- (5) 各種の計測技術を新たに開発し、特に時間及びエネルギーに対する分解能を有する計測技術として時間分解トムソン・パラボラ・エネルギー分析器、発散角やビームプロファイルの時間分解計測装置などが極めて良好な動作特性を有することを明らかにしている。
- (6) アブレーション過程の計測技術を開発し、アブレーション圧力の照射ビーム強度に対する依存性を明らかにしている。
- (7) 軽イオンビームの各分野への応用を検討し、慣性核融合のほか磁気閉じ込め核融合、材料開発等への応用の可能性を示している。

以上のように本論文は大強度パルス軽イオンビームの発生、収束技術の開発とその応用に関する多くの重要な知見と提案を含み電気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。