

Title	パルスパワー装置の高性能化とその応用に関する研究
Author(s)	湯上, 登
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1162
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・（本籍）	湯 上 登
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 1 9 4 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 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	パルスパワー装置の高性能化とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄 教授 渡辺 健二 教授 横山 昌弘 教授 井澤 靖和 教授 石村 勉 教授 青木 亮三 教授 権田 俊一 教授 三間 圀興 教授 三宅 正宣 教授 加藤 義章

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はパルスパワー装置の、高電圧・大電流発生に関する性能向上を行い、慣性核融合実験を目的とした高輝度イオンビーム発生、大強度軟X線発生等に応用した研究成果をとりまとめたもので、6章より構成されている。

第1章は序論であり、パルスパワー装置を用いた工学的応用の歴史、現状を概略し、パルスパワー装置を用いた応用のため解決すべき問題点を明らかにし、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、高輝度イオンビーム発生に必要な、高電圧パルスの発生のための誘導性エネルギー蓄積システムとプラズマオープニングスイッチの動作について述べている。さらに、この方式を用いた実験によって、ダイオードパルスの高電圧化、短パルス化（パルス圧縮）が達成されたことを示し、この時のスイッチ領域の開放機構を物理的に明らかにしている。

第3章では、上で得られた高電圧パルスを用いたイオンビームダイオードに応用し、高輝度イオンビームの発生を行っている。実験では、外磁場絶縁型のイオンビームダイオードに高電圧を印加しプロトンビームを発生させ、 $160\text{ TW/cm}^2\text{rad}^2$ のビーム輝度を得ている。この結果より高輝度ビームの発生にダイオード電圧の高電圧化が必要なことを示している。

第4章では、パルスパワー装置の出力電流の上昇のために設計されたパルスパワー用トランスフォーマーについて述べている。実験では最大電流1MAが得られ、トランスフォーマーの設計には2次コイルの出力インダクタンスを最小にする必要があることを、実験的に明らかにしている。また、負荷への高効率エネルギー注入に関する指針を得ている。

第5章では、トランスフォーマーを用いて誘導性の負荷であるライナーを駆動し、放電軸上にピンチプ

ラズマを発生させている。このときピンチプラズマに特有の不安定性を抑制するために中心軸上に低密度のフォームターゲットを置き、X線放射の軸方向での均一性が改善されることを示している。更に、Zピンチプラズマの工学的応用である軟X線レーザーの可能性を示している。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

パルスパワー装置は、高効率で高電圧 ($>1\text{ MV}$)、大電流 ($>100\text{ kA}$) のパルス電力を発生することができ、ハイパワー電子ビーム、イオンビーム、X線発生等広く利用されようとしている。本研究はパルスパワー装置の高電圧、大電流発生に関する性能向上を行い、高輝度イオンビーム発生及び大強度軟X線発生に適用した成果をとりまとめたものである。主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 誘導性エネルギー蓄積システムに高速で電流遮断の可能なプラズマオープニングスイッチを用い、負荷にかかる電圧のパルス圧縮及び昇圧に成功し、その物理機構を明らかにしている。
- (2) この技術により発生したピーク電圧 6.4 MV 、パルス幅 20 ns のパルスパワーを独自に考案・開発した外磁場印加型逆収束イオンダイオードに印加することにより輝度 $160\text{ TW/cm}^2\text{ rad}^2$ の高輝度プロトンビームの発生に成功し、イオンビームによる慣性核融合の技術的可能性を示している。
- (3) ビームの輝度とダイオード電圧、アノード-カソード間隔、アノード材の導電率等の関係を実験的に明らかにし、収束型ダイオードにより 0.1 TW/cm^2 のビームパワー密度を実現している。
- (4) 上記ビームを3層構造のターゲットに投射し、アブレーション圧力 0.3 Mbar を発生し、イオンビームによるキャノンボール効果を初めて実証している。
- (5) パルスパワー用電流上昇用トランスフォーマーを開発し、 500 kA から 1 MA へと2倍の上昇に成功し、その技術的な問題点を明らかにしている。
- (6) 上記大電流パルスパワー源を用い、ライナー爆縮によりX線発生を行い、パルス幅 35 ns 、ピーク出力 25 GW 、アルミニウムのL殻放射として 800 J の強力X線を得ている。軸上に低密度フォームターゲットを置くことにより均一で安定なプラズマを得ており、X線レーザー発振への可能性を示している。

以上のように本論文はパルスパワー装置の性能向上及びその応用に関し、数々の新しい成果及び知見を得るとともに、パルスパワー技術の進歩に有用な基礎資料を与えており、電磁エネルギー工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。