

Title	Experimental Study on an Electron Beam Energy Recovery System for Free Electron Laser
Author(s)	Prabir, Kumar Roy
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40582
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	PRABIR KUMAR ROY
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13855 号
学位授与年月日	平成10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	自由電子レーザーに於ける電子ビームエネルギー回収に関する実験的研究
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄 (副査) 教授 飯田 敏行 教授 三間 罔興 教授 西川 雅弘 教授 堀池 寛 教授 西原 功修 教授 権田 俊一

論文内容の要旨

本論文は、高効率大出力自由電子レーザーを初めとした電子ビームエネルギーを利用した装置の実用化において必要な、電子ビームエネルギー回収システムの開発研究に関するものである。レーザー加熱電子銃と多段階電子ビーム回収装置を設計・製作し、回収システムの特性を評価した研究をまとめたもので、次の6章から構成されている。

第1章は緒論であり、本論文の背景と目的について述べている。

第2章では、本研究の基礎となる大電流電子ビームの動的特性、並びに自由電子レーザーの動作原理を理論的に記述し、本研究の基礎を与えている。

第3章では、エネルギー回収システムの研究に用いる電子ビーム源として大電流出力が可能で効率の良いレーザー加熱電子銃を設計・試作した結果について述べている。レーザーによる電子銃陰極の加熱特性及びビーム発生特性を明らかにし、さらにビーム品質を定量的に測定し評価することにより、本加熱方式の優位性を明らかにしている。

第4章では、大電流電子ビームの伝搬特性を解析することにより電子ビーム回収装置を設計・試作し、基本的な回収特性を明らかにしている。また回収特性の評価法の定式化を行い、回収率98%を達成した実験的結果に関して述べている。

第5章では、回収システムの性能向上のためのバイアス電源の最適化を行い、製作したレーザー加熱電子銃と電子ビーム回収装置により回収電流を実測した実験結果について述べている。回収電流の増加を達成し、回収特性のバイアス電圧依存性を2次電子発生機構によって説明している。

第6章では、研究結果を総括して本論文の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電子ビームエネルギー回収システムの研究のために、新しいアイデアに基づく電子ビーム源、及び電子ビーム回収装置を試作し、個々の特性を明らかにすると共に、電子ビーム回収システムの機構及び動作特性について実験的に調べたもので、主な結果はつぎの通りである。

1) 熱遮蔽や冷却システム、高電圧絶縁された加熱電源を必要としない新しいアイデアに基づくレーザー加熱電子

銃を試作し、従来にない優れた性能を実現している。

- 2) レーザー加熱において、電子銃内でのレーザーパワー損失と熱伝導損失及び輻射損失等を評価し、その結果及び陰極の温度がレーザーパワーの $1/4$ 乗に比例すること等によりレーザー加熱電子銃陰極においては輻射損失が支配的であることを明らかにしている。
- 3) レーザー加熱電子銃における加速中の電子ビームエミッタンスの増大が無視できることをビーム拡がりの計測により明らかにしている。
- 4) 最適化した電極形状により、ビーム収束用の磁場を必要とせず、電界分布のみにより電子ビーム軌道を制御する新型の電子ビームエネルギー回収装置を設計・試作し、それに必要な電子ビーム伝搬特性の解析を行っている。
- 5) 試作したレーザー加熱電子銃と電子ビームエネルギー回収装置を用いて回収システムを構築し、動作特性を解明する実験を行い、最大エネルギー回収効率98%を実験的に達成している。
- 6) 回収システムにおけるバイアス電圧の最適化を行い、回収電流を増大し、回収率のバイアス電圧依存性を2次電子発生と空間電荷効果に基づいて説明できることを明らかにしている。

以上の結果は、大出力自由電子レーザーをはじめとする種々の電子ビーム応用装置の、効率向上、動作安定性の向上等により実用化を促進するものであり、電子ビーム工学、加速器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。