Osaka University Knowledge Archive

Title	自由電子レーザーのための光電陰極を用いた電子ビーム生成に関する研究
Author(s)	大久保, 宏一
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40597
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【44】

氏　　名	大久保　宏　一（おおくぼ　こういち）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13849　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	**自由電子レーザーのための光電陰極を用いた電子ビーム生成に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　三間　圀興 （副査） 教　授　中井　貞雄　　教　授　西川　雅弘　　教　授　飯田　敏行 教　授　権田　俊一　　教　授　西原　功修　　教　授　堀池　　寛

論文内容の要旨

本論文は短波長自由電子レーザー実現のための電子ビームの発生手法に関する研究の成果をまとめたもので，序論，本論3章，及び結論の全5章からなっている。

第1章は序論であり，自由電子レーザーの基本原理と本研究の目的と意義について述べている。

第2章では，自由電子レーザーの基本原理から高輝度電子ビーム源の必要性について述べている。また金属の光電子放出過程から，金属光電陰極から得られる電子ビームの性質について述べ，小型高輝度電子ビーム源としてSバンドRF電子銃に使用する光電陰極材料としての金属の優位性を示し，より高輝度な電子ビーム生成が得られることを示している。

第3章では，タングステン光電陰極実験による高輝度電子ビームの生成について述べている。具体的には，タングステン光電陰極を持つRF電子銃によって電子ビームを発生させ，電流密度1kA／㎠，規格化エミッタンス7.6π㎜・mrad，規格化輝度6×10^{10}A／㎡／rad^{2}の電子ビームを発生することに成功している。

第4章では，光クライストロン自由電子レーザーのための電子ビーム生成のシミュレーションについて述べている。X線領域では共振器を用いることが困難であることから，単一経路の自由電子レーザーが必要であるが，光クライストロンを用いることで，このような自由電子レーザーの実現が可能であるとともに，装置の大幅な小型化が可能であることを示している。また，光クライストロンを用いた場合に離散的なエネルギー分布を持つ電子ビームが適していることを示し，離散的なエネルギー分布を持った電子ビームの生成の計算機シミュレーションを3次元粒子シミュレーションコードを用いて行い，光電陰極及び，RF電子銃によってこのような電子ビームの生成が可能であることを明らかにしている。また，RFライナックによって電子ビームを加速した場合についても計算機シミュレーションを行い，エネルギーモジュレーションのかかった電子ビームの加速が可能であることを示している。

第5章は結論であり，本研究により得られた研究成果とその知見をまとめている。

論文審査の結果の要旨

波長可変で短波長光の発生を目指して，短波長の自由電子レーザーの開発が進められており，次世代の放射光の開

発の一環として，その研究の進展が期待されている。自由電子レーザーの短波長発振のためには，高輝度の電子ビームの生成技術の開発が不可欠であり，光電子陰極を持つRF電子銃による高品質電子ビーム発生が注目される。

本論文は，高輝度電子ビームの生成のために，2波長レーザー照射によるタングステン光電陰極の開発研究と，その電子ビームを用いる短波長でコンパクトな自由電子レーザーの開発研究をおこなったもので，その成果を要約すると，次のとおりである。

(1)SバンドRF電子銃に用いる光電子陰極として，タングステンが最も高電流密度で動作可能な材料であることを明らかにしている。

(2)金属光電陰極はその使用温度により，量子効率の改善が可能であることを示し，多光子吸収過程を利用することにより高輝度電子ビームを生成することに成功している。

(3)タングステン光電子陰極の高量子効率化のため，短パルスNd：TAGレーザーの基本波及び2倍高調波を照射し，単一波長の照射に比べて量子効率を2.5倍にすることに成功している。

(4)X線領域のSASE自由電子レーザーにおいて，光クライストロンを用いることによりコンパクト化が可能であることを提案している。また，光クライストロンの高効率運転のためにエネルギー変調した電子ビームが有効であることを指摘するとともに，変調電子ビームの生成過程について計算機シミュレーションをおこない，その実現可能性を明らかにしている。

以上のように，本論文は将来の短波長自由電子レーザーの実現に必要な高輝度電子ビーム源として，レーザー光電子陰極を持つRF電子銃が有効であることを明らかにするとともに，その電子ビームを用いるSASEX線自由電子レーザーについて新しい提案をおこなっている。また，種々の光電子陰極材料の特性評価や陰極へのレーザー照射条件に関しても多くの新しい知見を得ており，レーザー工学ならびに加速器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。