The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高周波線形加速器を用いた自由電子レーザーの研究
Author(s)	浅川, 誠
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39129
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【44】

氏　　名	浅川　誠（あさかわ　まこと）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　11890　号
学位授与年月日	平成7年3月23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	**高周波線形加速器を用いた自由電子レーザーの研究**
論文審査委員	（主査） 教授　三間　圀興 教授　磯山　悟朗　教授　中井　貞雄　教授　西川　雅弘 教授　青木　亮三　教授　桂　正弘　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

本論文は波長10μmからミリ波までの広帯域で且つ低エネルギー電子ビームを用いたコンパクトな自由電子レーザー（Free Electron Laser : FEL）の実現のための要素技術に関する研究を行った結果をまとめたもので，本文6章より構成されている。

第1章は緒論で，低エネルギー電子ビームを使用したコンパクトＦＦＬの重要性についてまとめ，本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では，自由電子レーザーの原理について述べ，小信号利得と電子ビームエネルギー，及び規格化輝度との関係からコンパクトＦＥＬの実現に必要な開発課題を明らかにしている。

第3章では，高輝度電子ビーム源としての光電陰極の開発について述べ，高勾配加速の可能なＳバンド高周波電子銃の新しい光電陰極として，高い耐アーク特性を持つ六ホウ化ランタン，およびタングステン陰極を開発し，量子効率およびエミッタンスの陰極温度依存性を評価し，陰極を加熱することで電子ビーム発生時の規格化輝度を10^{11}A／m²／rad² 以上に増大することに成功している。また，開発した光電陰極と組み合せた高周波電子銃の動特性に関する研究を行い，広帯域コンパクトＦＥＬに必要な規格化輝度10^{11}A／m²／rad² 以上の電子ビームの発生について述べている。

第4章では，遠赤外からミリ波帯でのＦＥＬ発振を実現するためのコヒーレント放射光を利用した新方式のＦＥＬの研究について述べ，小信号利得過程を必要とせず，通常のＦＥＬよりも立上り時間の短い高速ＦＥＬ発振を実現している。また，発振が通常のＦＥＬ共鳴条件だけでなく群速度共鳴条件を同時にみたす波長で起こることを明らかにしている。

第5章では，ＦＥＬ高調波利得を改善するために，ウィグラー磁場の高調波磁場成分を増加したウィグラーについてＦＥＬの動作解析を行い，ＦＥＬ高調波利得の改善を実現している。また，高調波ウィグラーを試作し，3倍高調波強度が通常のウィグラーを使用した場合の4倍にまで強調されることを実験的に明らかにし，高周波ウィグラーの有効性を実証している。

第6章では，本研究で得られた主要な成果を要約するとともに，本研究の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

遠赤外から赤外にわたる発振波長領域における自由電子レーザー（ＦＥＬ）装置をよりコンパクトにすることは，ＦＥＬの実用化にとって重要な研究課題である。本論文は，自由電子レーザーのコンパクト化のための基礎的な研究として，高周波線形加速器のための高輝度電子ビーム源の開発，ミリ波帯での新しい方式によるＦＥＬ発振の基礎研究，および高調波ウィグラーの設計・試作を行った結果についてまとめたもので，主な成果は以下の様に集約できる。

(1) 高周波線形加速器のための高輝度電子ビーム源として光電陰極の開発を行い，高い耐アーク特性を持つ六ホウ化ランタンおよびタングステン陰極について，量子効率および電子ビームのエミッタンスの陰極温度依存が明らかにされている。その結果，規格化輝度10^{11}A／m²／rad² に達する光電子の発生に成功し，Ｓバンド高周波線形加速器に応用することにより，コンパクトＦＥＬ発振の要件となる高い規格化輝度の高エネルギー電子ビームを得ている。

(2) 遠赤外からミリ波帯での速い立上りのＦＥＬ発振を実現するため，コヒーレント放射光を利用した新方式自由電子レーザーに関する発振の基礎研究が行われている。その結果，小信号利得過程を必要としない，立上り時間の短いＦＥＬ発振の実現に成功している。また，遠赤外域の発振がＦＥＬ共鳴条件だけでなく，群速度共鳴条件を同時に満たす波長で起こることを明らかにしている。

(3) 発振の短波長化のため，高調波発振用ウィグラーを用いるＦＥＬ発振の動作解析を行い，高い高調波ＦＥＬ利得が得られることを明らかにしている。

以上のように，本論文は，レーザー及び加速器分野で研究対象となる，高周波線形加速器の高精度化や新しいＦＥＬ発振方式に関する研究成果をあげ，自由電子レーザーのコンパクト化のための基礎的知見を与えており，レーザー工学の発展と加速器の高精度化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。