

Title	低エネルギー分散相対論的電子ビーム源を用いた高出力マイクロ波自由電子レーザーの研究
Author(s)	河合, 正之
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38317
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	河 合 正 之		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	第 1 0 3 7 1 号		
学 位 授 与 年 月 日	平 成 4 年 7 月 30 日		
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当		
学 位 論 文 名	低エネルギー分散相対論的電子ビーム源を用いた高出力マイクロ波 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 中 井 貞 雄	教 授 西 川 雅 弘	教 授 三 宅 正 宣
	教 授 井 澤 靖 和	教 授 長 谷 川 晃	教 授 裏 克 己
	教 授 青 木 亮 三	教 授 権 田 俊 一	教 授 西 原 功 修

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は自由電子レーザー (FEL : Free Electron Laser) 用の良質で大電流の低エネルギー分散相対論的電子ビーム源 (LESREB : Low Energy Spread Relativistic Electron Beam) の開発と、これを用いた自由電子レーザーの発振実験についての研究成果を中心にまとめたものである。

大電流で低エネルギー分散の電界放出と光電子放出の2種類の相対論的電子ビーム源の開発を行い、電界放出において0.5MeV, ~50A, ~1 μ s, 光電子において0.5MeV, ~1A, 8nsの加速エネルギー、電流及びパルス幅をもつ電子ビームが得られた。この電子ビームのエネルギー広がり等の測定を行い、自由電子レーザーへの応用に必要な特性を備えていることを確認した。更に、これらの電子ビームと直線型ウィグラとの相互作用による自由電子レーザーの実験を行い、ミリ波域で最大出力100kWのFEL発振を得た。

本論文は8章より構成されている。第1章は緒論であり本研究の歴史的な背景や意義について述べた。第2章は自由電子レーザーの原理、及びミリ波帯での特徴を述べ本研究の具体的な目標を与えた。第3章は従来のIREB (大強度相対論的電子ビーム) の運動量広がり等の測定を行い、この測定結果を出発点として望ましいFEL用の電子ビーム源の改良の指標を与えた。第4章は従来のIREBと同様な電界放出を用いた低エネルギー分散相対論的電子ビーム (LESREB) の発生と運動量広がり等の測定を行った。更にFEL発振のための長パルス化について述べた。第5章はFEL用の良質で比較的大電流な相対論的光電子ビーム (RPEB) の発生と運動量広がり等の測定を行った。第6章は直線型ウィグラの製作とこれの磁場分布をフーリエ解析することで、ウィグラをポンプ波としての物理的性質を評価できることを述べた。第7章では4章, 5章で述べた電子ビームと第6章で述べたウィグラを用いてFELの発振に至る実験結果について述べた。第8章では結論として、以上7章で述べた研究成果を総括し本研究において明かと成った知見をまとめた。

論文審査の結果の要旨

自由電子レーザーの高性能化及びそれによる利用方法の開発のためには、高輝度即ち、極めてエネルギー分散及び角度分散が小さくてかつ大電流の電子ビーム発生技術の研究が重要である。本論文は電子ビームの高輝度化のための基礎研究として、短パルスレーザーによる光電子放出を利用した短パルス電子ビーム源及び電界放出による大電流電子ビーム源の研究をおこなうとともに、それらを用いた自由電子レーザーの発振の実験的研究をおこなったものであり、その主要な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 電界放出による電子ビーム源では、0.5MeV、50Aで1 μ sの電子ビームを得ており、トムソン散乱によるエネルギー広がり測定により、エネルギー分散が1.2%以下となることを明らかにしている。
- (2) 光電子陰極を用いた電子ビーム源においては、0.5MeV、1Aで8nsの電子ビームを得ており、角度分散が 10^{-3} 以下のビームを発生することに成功している。
- (3) 直線型電磁石ウイグラの設計・製作をおこない、発生したウイグラ磁場の精度をフーリエ解析評価法により決定し、エラー磁場強度が 10^{-3} 以下であることを確認し、レーザー実験に必要な精度となっていることを明らかにしている。
- (4) 上記の電子ビームとウイグラとを用いて、自由電子レーザーの発振実験に成功しており、その結果、ミリ波域で最大出力100kWを達成している。

以上のように本論文は、電磁エネルギー工学ならびにレーザー理工学の分野に貢献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。