



Title	相対論的電子ビームによる大電力短波長電磁波の発生機構に関する理論的研究
Author(s)	石堂, 能成
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36428">https://hdl.handle.net/11094/36428</a>
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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	いし	どう	よし	なり
	石	堂	能	成
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8 6 5 6		号
学位授与の日付	平	成	元	年 3 月 24 日
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当			
学位論文題目	相対論的電子ビームによる大電力短波長電磁波の 発生機構に関する理論的研究			
論文審査委員	(主査) 教授 倉蘭 貞夫 教授 森永 規彦      教授 中西 義郎      教授 北橋 忠宏 教授 手塚 慶一			

## 論文内容の要旨

本論文は、相対論的電子ビームによる大電力短波長電磁波の発生機構に関する理論的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 章は序論であって、本研究に関連する分野の研究の現状を概説し、本研究の目的と意義を述べている。

第 2 章では、スミス・パーセル型サブミリ波発振器の 2 次元モデルについて理論解析を行い、イオンにより中和された場合の電子ビームの速度と発振周波数の関係、ビームの厚さと増大率の関係を明らかにしている。また、イオン中和の場合と無限大磁界印加によりビームを集束した場合との増大率の比較を行っている。

第 3 章では、平行平板導波路からなる 2 次元のラマン型自由電子レーザについて、ポンプ波が T M 波の場合の理論解析を行い、T E 波の場合との比較検討を行っている。

第 4 章では、相対論的電子ビーム端面における反射を利用した大電力短ミリ波の発生機構について、モード解析を行っている。すなわち、入射波が奇対称最低次 T E モードの場合と偶対称最低次 T M モードの場合について電力反射係数及びそのビーム厚との関係を求め、比較検討を行っている。

第 5 章では、遅波構造として自己集束効果を伴う非線形誘電体導波路を用いたチェレンコフ・レーザを提案し、理論解析を行っている。その結果、電磁波モードの伝送電力の増大に伴い、モードの群速度が遅くなり、それに従って空間的増大率も大きくなることを明らかにしている。

第 6 章は結論であって、本研究で得られた成果を総括して述べている。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、自由電子レーザと総称されている相対論的電子ビームを利用した電磁波発振装置の発振機構に関する一連の理論的研究をまとめたものであって、以下のような成果を得ている。

- (1) スミス・パーセル型発振器について、最大増大率及び中心周波数のビーム速度並びにビーム厚の変化に対する特性を解析し、発振周波数がビーム速度を変化させることによって大幅に変わることを、ビーム厚は表皮の厚さ以上あれば十分であることを明らかにしている。また、電子ビームをイオンで中和した場合と無限大磁界を印加して集束した場合の空間的増大率の比較を行い、両者の最大増大率の値がほぼ等しいことを明らかにしている。
- (2) ポンプ源としてTM波を用いたラマン型自由電子レーザについて発振特性を解析し、導体壁と電子ビーム表面の間隙が小さいほど空間的増大率が大きくなることを、また、ポンプ源としてTE波を用いた場合と比較して、より大きな増大率が得られることを、並びに同じ幅の電子ビームであれば発振可能な高次モードの数が少なくなることを明らかにしている。
- (3) 遅波構造として非線形誘電体導波路を用いたチェレンコフ・レーザを提案して理論解析を行い、電磁波モードの伝送電力の増加に伴って、基板の自己集束効果により、群速度が遅くなることを、また、それにつれて増大率も高くなることを明らかにしている。

以上のように、本論文は各種の自由電子レーザの発振機構に関して、いくつかの新しい知見を与えており、電磁波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。