



Title	誘電体を装荷した自由電子レーザの発振機構に関する理論的研究
Author(s)	渋谷, 雄
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1002
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	しぶ 洪	や 谷	ゆう 雄
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 1 6 0	号
学位授与の日付	平成 2 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	誘電体を装荷した自由電子レーザの発振機構に関する 理論的研究		
論文審査委員	(主査) 教授 倉 蘭 貞夫		
	教授 手塚 慶一	教授 森永 規彦	教授 北橋 忠宏

論文内容の要旨

本論文は、誘電体を装荷した自由電子レーザの発振機構に関する研究の成果をまとめたもので、5 章からなっている。

第 1 章は序論であり、本研究に関連する分野において従来行われてきた研究について概括し、本研究の意義・所在を明らかにしている。

第 2 章では、電子ビームの進行方向に無限大静磁界を印加した場合の開放型チェレンコフ発振器の特性を明らかにしている。すなわち、増大率がやや小さくなることを除いてビームがイオンによって中和されている場合とほぼ同じ特性であり、誘電体と電子ビームの間隔が大きくなるに従い増大率は指数関数的に減少し、電子ビームの電子密度が増加するに従い増大率も増加することを示している。また、電子ビームの速度すなわち電子ビームの加速電圧を変えることによって発振周波数を変化させることができ、さらに、電磁波の各モードに応じて増大率を最大にする電子ビームの速度があることを明らかにしている。

第 3 章では、ラマン型自由電子レーザにおける誘電体装荷の影響について考察している。まず、誘電体を装荷することにより装荷しない場合と比べて散乱波の増大率の最大値を大きくし、発振周波数も高くすることが可能であることを示し、また、装荷する誘電体の比誘電率および平行平板導波路の間隔に対する電子ビームの厚さの比を適当に選ぶことにより、誘電体を装荷しない場合に得られる特性を保持したまま電子ビームの速度を大幅に下げることができることを示している。

第 4 章では、誘電体を装荷した非対称構造のラマン型自由電子レーザの特性を明らかにしている。非対称構造の場合には有限の厚さの電子ビーム中を伝搬する電子プラズマ波に 2 種類のモードが存在し、その一方のモードの増大率は他方のモードの増大率より大きくなることを示している。また、より短い波長の

散乱波を得るためには、誘電体を厚くし電子ビームの加速電圧を高くする必要があり、一方、利得を大きくするためには、誘電体を薄くし、誘電体と電子ビームの間隔をできるだけ小さくし、電子ビームの加速電圧を低くする必要があることを明らかにしている。特に、ポンプ源としてマイクロ・アンデュレータを用いることにより、サブミリ波領域で中程度の出力の得られる非常に小型のラマン型自由電子レーザの設計が可能であることを実際の数値例によって示している。

第5章では、本研究で得られた主要な成果について総括を行っている。

論文の審査結果の要旨

近年、通信工学、計測技術およびプラズマ理工学などへの応用を目的に、広い周波数領域にわたって大出力でコヒーレントな電磁波が得られる発振源として、自由電子レーザーが注目されている。

本論文は、誘電体を装荷した自由電子レーザの発振機構に関する理論的研究をまとめたもので、主な成果は次のとおりである。

- (1) 誘電体の厚さ、比誘電率、誘電体と電子ビームの間隔、電子ビームの厚さ、電子密度および電子ビームの加速電圧等が自由電子レーザの特性に与える影響について明らかにしている。
- (2) チェレンコフ発振器において電子ビームに無限大の集束磁界を印加した場合の特性は、空間的増大率がやや小さくなることを除いて、ビームがイオンによって中和されている場合とはほぼ同じ特性であることを明らかにしている。
- (3) ラマン型自由電子レーザにおいて誘電体を装荷することにより、散乱波の増大率の最大値および、発振周波数を高くしうることを、あるいは、誘電体を装荷しない場合に得られる特性を保持したままで電子ビームの速度を大幅に下げることが可能であることを示している。
- (4) 誘電体を装荷した非対称構造のラマン型自由電子レーザにおいて有限の厚さの電子ビーム中を伝搬する電子プラズマ波には2種類のモードが存在し、増大率にはモードにより差異があることを示している。
- (5) ポンプ源としてマイクロ・アンデュレータを用いることにより、サブミリ波領域で中程度の出力の得られる非常に小型のラマン型自由電子レーザの設計が可能であることを示している。

以上のように、本論文は誘電体を装荷した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多い。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。