The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	相対論的電子ビームと非線形誘電体の相互作用に関する研究
Author(s)	上田, 哲也
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40212
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

【54】

氏　　名	上　田　哲　也（うえ だ てつ や）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13146　号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科通信工学専攻
学　位　論　文　名	**相対論的電子ビームと非線形誘電体の相互作用に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　倉薗　貞夫 教　授　小牧　省三　　教　授　児玉　裕治　　教　授　前田　肇 教　授　森永　規彦　　教　授　池田　博昌　　教　授　長谷川　晃 教　授　元田　浩

論文内容の要旨

本論文は，相対論的電子ビームと非線形誘電体の相互作用に関する研究の成果をまとめたものであり，以下に示す6章から構成されている。

第1章では，本研究の背景，目的ならびに概要について述べている。

第2章では，カー媒質装荷によるチェレンコフレーザの特性改善について論じている。誘電率が電界の2乗に比例して増加するカー媒質を装荷したチェレンコフレーザのモデルを考え，有限要素法を用いて，電磁波の増大特性の改善について数値的に検討している。主な結果として，導波路を構成する誘電体に，適当な非線形係数をもつカー媒質を選ぶと，電磁波の伝搬速度を電子ビームのドリフト速度の減少に同期させて遅らせることができ，それによって電磁波の増大特性を大幅に改善できることを示している。

第3章では，半無限カー媒質表面付近をドリフトする相対論的電子ビームに沿って伝搬する空間電荷波の非線形特性を調べている。その結果，電子ビームの厚さおよびカー媒質と電子ビームの間隔が空間電荷波の真空中における波長に比べて小さい場合に，空間電荷波の運ぶ全伝送電力と波数の間および全伝送電力が一定の場合の電子ビームのドリフト速度と波数の間に双安定性が見られることを示している。

第4章では，平板型非線形誘電体導波路を用いるチェレンコフレーザにおいて，空間的に局在する電磁波パルスを入力する場合の平板導波路の断面方向のうち，平板に沿う方向の電磁界分布が波動の進行に伴ってどのように変化していくかを数値的に調べている。主な結果として，パルス振幅が小さいときは，波形は安定に増大していくが，振幅がある程度大きくなると，パルス波形は急激に変化することを示している。次に，パルス波形が急激な変化を起こす前に，電子ビームを取り除き，波動の伝搬に伴うパルス波形の様子を調べている。このようにして，相対論的電子ビームと電磁波パルス間の相互作用長を適当に選べば，安定な空間ソリトンを励起できることを示している。

第5章では，チェレンコフレーザにおける不均一ビーム速度の影響について考察している。数値計算の結果，電子ビーム領域は電磁波の電力増大に大きく関係する部分とあまり関係しない部分の二つに分けられ，電磁波の電力増大に大きく関係する電子ビームの厚さは，電子ビームの表皮厚さのほぼ1／2に等しくなることを示している。

第6章では，本論文で得られた成果を総括して述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は，チェレンコフレーザのような相対論的電子ビームと誘電体から構成されているデバイスにおいて，誘電体の非線形効果を利用した新しい応用を目的として，相対論的電子ビームと非線形誘電体とから構成されるモデルの基本的特性を調べている。本研究で得られた主な成果を要約すると次の通りである。

(1) チェレンコフレーザにおいて，導波路を構成する誘電体に，適当な非線形係数を持つカー媒質を選ぶことにより，電磁波の伝搬速度を電子ビームのドリフト速度の減少に同期させて遅らせることができ，それによって電磁波の増大特性を大幅に改善できることを明らかにしている。

(2) 半無限カー媒質表面付近をドリフトする相対論的電子ビームに沿って伝搬する空間電荷波において，電子ビームの厚さが空間電荷波の真空中における波長に比べて小さい場合に，空間電荷波の運ぶ全伝送電力と波数の間に双安定性が見られることを明らかにしている。

(3) 平板型非線形誘電体導波路を用いるチェレンコレーザにおいて，空間的に局在する電磁波パルスを入力する場合の，平板導波路の断面方向のうち，平板に沿う方向の電磁界分布が波動の進行に伴ってどのように変化していくかを明らかにしている。次に，相対論的電子ビームと電磁波パルス間の相互作用長を適当に選ぶことにより，安定な空間ソリトンを励起できることを明らかにしている。

(4) チェレンコフレーザにおいて，電磁波の電力増大に大きく関係する電子ビームの厚さは，電子ビームの表皮厚さのほぼ1／2に等しくなることを数値的に明らかにしている。このビーム厚さは，電子ビームの効率的利用を図る上で重要な指標を与えている。

以上のように，本論文は，チェレンコフレーザのような，相対論的電子ビームと誘電体導波路とから構成されるデバイスにおいて，誘電体の非線形効果を利用することにより，いくつかの興味深い特性が得られることを示している。これらの成果は，チェレンコフレーザの新しいモデルの提案に向けての基礎的知見を与えており，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。