The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Development of Gas Lasers Excited by Longitudinal Discharge in Vacuum Ultra-Violet Region
Author(s)	El-Osealy, Mohamed Aly Mohamed
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43375
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

【11】

氏　　名	えるおせあり　もはめど　あり　もはめど El-Osealy, Mohamed Aly Mohamed
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　16479　号
学位授与年月日	平成13年7月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子情報エネルギー工学専攻
学　位　論　文　名	Development of Gas Lasers Excited by Longitudinal Discharge in Vacuum Ultra-Violet Region （真空紫外線領域における軸方向放電励起ガスレーザーの開発）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　三間　圀興 （副査） 教　授　飯田　敏行　　教　授　西原　功修　　助教授　實野　孝久 教　授　西川　雅弘　　教　授　堀池　　寛　　教　授　粟津　邦男

論文内容の要旨

本論文は、申請者が大阪大学大学院工学研究科博士後期課程において行った同軸放電励起真空紫外ガスレーザーの研究についてまとめたものである。

本論文は6章と付録とから構成されている。

第1章は緒論であり本研究の背景と従来の手法、本研究で用いられたガスレーザーの基礎について述べられている。従来の紫外ガスレーザーの励起方式と、真空紫外線領域で発振する新しい同軸放電励起ガスレーザーの開発について述べられている。また、レーザー核融合への応用の可能性についても述べられている。

第2章では同軸放電励起装置の詳細と窒素分子レーザーとしての動作特性、回路計算による回路電流の算出、充電電圧の極性による発振特性の差、大出力窒素レーザーの出力特性について述べられている。また、長さ30cmのレーザー管より、波長337.1nmのレーザー光が1.95mJの出力エネルギーで得られたことが報告されている。

第3章ではKrFエキシマレーザーの発振特性が述べられている。長さ30cmのレーザー管より、約1気圧のガス圧で約250μJの波長248nmの出力が得られたことが報告されている。

第4章には高圧のフッ素分子（F_2）レーザーの発振・利得特性が述べられている。内径5mm、長さ15cmの放電管において、約1気圧のガス圧を用いたF_2レーザーの発振および利得計測が行われ、波長158nmの波長で約100μJの出力と0.1/cmの利得係数が得られたことが報告されている。

第5章には低圧F_2レーザーの発振・増幅特性が述べられた。従来のF_2/He混合ガスの圧力を1/20に下げた全圧40Torrの低い圧力で高い利得が得られることが確認され、利得係数0.13/cmおよび発振出力140μJが得られたことが報告された。低圧の発振においては励起機構が高圧の場合と異なり、電子の直接衝突励起であることが推論された。

第6章は結論であり、本論分の成果を統括している。

付録にはレーザー核融合実験における真空紫外線レーザーの活用についての検討を記載した。

論文審査の結果の要旨

学位申請者は、レーザー核融合における燃料ペレットのレーザー照射の初期に発生するレーザー誘起損傷がその後

の圧縮過程において流体不安定性の原因となる可能性について検討し、ペレット表面に真空紫外線領域の波長のレーザー光を予備照射して、レーザー損傷を軽減する方式を提案している。申請者はこの検討に基づき、爆縮実験に導入できる小型の真空紫外線領域で発振する F_2 分子レーザーの開発を目指し、従来の放電励起方式とは異なる新しい軸方向励起方式の開発を行っている。

本論文は上記の目的で真空紫外線領域で発振する F_2 分子レーザーの実験的開発研究を行った結果をまとめたものであり、得られた主な結果は以下の通りである。

(1)従来のとは異なる光軸と放電電流が同軸にある軸方向励起方式を用いたレーザー装置を開発し、まず発振が容易な窒素分子レーザー（波長337.1nm）について研究を行い、新しい予備電離方式を開発して放電長30cmのレーザー管より約 2mJ の出力を得ている。この値は従来の軸方向励起方式の出力より 1 桁高い値である。

(2)この窒素レーザーにおいて、発振－増幅システムを構築し、利得測定の手法を確立している。

(3)放電回路に流れる放電電流を等価回路方程式を解くことで解析する手法を確立し、放電回路の解析を可能としている。

(4)約 1 気圧の F_2/He 混合ガスを用い、軸方向励起方式として初めて F_2 レーザーの発振に成功している。また、ピーク利得が11%/cmであることと、放電の後半では強い吸収が生じることを明らかにしている。この吸収の存在は従来の研究では報告例がなく、重要な知見である。

(5)従来の 1/20～1/200の圧力領域に別の最適発振条件があることが新たに見いだされ、低圧での発振が初めて実証されている。直径 5 mmで長さ15cmの放電管から利得係数13.5%/cm、発振出力140 μJ が得られている。

(6)低圧の場合の発振開始時刻が高圧の場合とは異なること、および高圧の場合に通常観測されるフッ素原子レーザーの赤色発振が低圧の場合には観測されないことから、低圧の F_2 レーザーにおいては、励起機構が電子の衝突であることが推論されている。

以上のように、本論文は真空紫外 F_2 レーザーの開発過程において得られた多くの知見についてまとめられており、ガスレーザー開発として高い実用性を持つと考えられる。特に低圧の F_2 レーザーが実証された事は今後のガスレーザー開発に新機軸をもたらすものであり、今後の関連研究の展開が期待される。また、本研究の成果はレーザー核融合における爆縮実験への真空紫外線レーザーの応用にも道を拓くものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。