

Title	気体レーザ放電の分光とレーザ発振強化に関する研究
Author(s)	鈴木, 範人
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/29053
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	鈴木 範 人 すずきのりひと
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 8 1 0 号
学位授与の日付	昭和 40 年 12 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	気体レーザー放電の分光とレーザー発振強化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 吉永 弘
	(副査) 教授 犬石 嘉雄 教授 篠田 軍治 教授 城 憲三
	教授 庄司 一郎 教授 鈴木 達朗 教授 千田 香苗
	教授 竹内 竜一 教授 藤田 茂 教授 吉岡 勝哉

論 文 内 容 の 要 旨

気体レーザーの実用化を目的として、気体レーザー放電の分光学的な研究が行なわれ、レーザー発振の強化がはかられた。

分光研究にさきだち、気体レーザー放電の分光に必要な可視紫外および極紫外分光器、測光のための時間分解測光装置の試作が行なわれ、ひきつづきヘリウムネオンレーザー放電、ヘリウム水銀レーザー放電の分光測定およびレーザー発振の強化に関する試みがなされた。

ヘリウムネオンレーザー放電では、三重項準安定ヘリウムの性質と 1.15μ レーザ発振に関する解析一重項準安定ヘリウムの性質と 6328 \AA レーザ発振に関する解析およびレーザー遷移の cascade 遷移の radiation trapping とレーザー発振に関する解析がなされた。その結果、 1.15μ レーザ発振に必要な逆転分布を与える三重項準安定ヘリウムの decay は主としてネオンの共鳴励起および放電管々壁への拡散によっており数 $10 \mu \text{ sec}$ の decay time をもつものに対し、逆転分布を減少させる働きをもつ電子の直接励起などの decay time は数 $\mu \text{ sec}$ であることから、 1.15μ レーザは励起をパルス的に行なうと、アフタグロー時にその発振が強化されることが結論され、さらに、 6328 \AA レーザ発振を与える一重項準安定ヘリウムは分子形成と極紫外線の放出によってその decay が大きく支配されていること、分子形成と極紫外線の放出の程度は励起の duration によって変化することがわかり、 6328 \AA レーザのパルス励起を行なう場合、パルス巾を $10 \mu \text{ sec}$ 以下にするとパルス発振の効率が大きくなるという結論が得られた。また、レーザー遷移の cascade 遷移の radiation trapping の量は準安定ネオンの密度およびネオンの共鳴線の閉じ込めの量に支配されるが、これらは放電管温度によって変化すること、したがってレーザー発振の強度も放電管の温度によって変化することがわかり、最大の発振強度を与える放電管温度が求められた。

ヘリウム水銀放電では、分光測定の結果、準安定ヘリウム準安定水銀の衝突により、水銀イオンの特定の状態の間に逆転分布が生じることがわかり、この結果を用いてレーザ発振が導かれた。ヘリウム水銀レーザはパルス励起によらなければならないが、利得が非常に高く、強いレーザ発振を行なう。

以上のごとく、その殆んどがパルスのではあるが、レーザ放電の分光解析にもとづいてレーザ発振の強化が行なわれた。発振がパルスのであるということは、気体レーザを光学あるいは分光学的な分野において実用しようとする場合欠点と見られることがないではないが、目的によってはかえってそれが有利であると考えられる場合が少なくない。

論文の審査結果の要旨

本論文は気体レーザ放電を分光学的に研究し、レーザ発振機構を究明してその強化を行なった結果をまとめたもので、緒論7章結論よりなる。

緒論には、気体レーザはすぐれた特性をもっているが、その発振出力が小さいので、これを大きくする必要のあることを述べている。

第1章は気体レーザに関する一般的な説明と試作したヘリウムネオンレーザ装置について述べている。

第2章はレーザ放電の分光研究用に試作した可視域から極端紫外域にわたる各種分光装置とスペクトル線の時間的変化を測定するための時間分解測光装置を説明している。

第3章から第5章まではヘリウムネオンレーザの研究結果である。1,153 μ のレーザ光についてはネオンの上の準位2Sにできるだけ多くネオン原子が励起せられ、下の準位2Pの原子数ができるだけ少なくなる条件を探究し放電終了後にかえってこの逆転分布が大きくなることを見出し、適当なパルス放電を行なうことによって発振出力を著しく増大することに成功している。6328Åのレーザ光についても、極端紫外のスペクトル線まで追求し、逆転分布の最も大きくなる条件すなわちネオンの3S準位への励起が多くなり2P準位の原子数が減少する条件を見出し、パルス放電が適していることを明らかにしている。なおネオンのカスケード転位による輻射の反復吸収は逆転分布を小さくする原因になり、特にネオンの寿命の長い1S準位に対しては輻射の反復吸収が大きな影響を及ぼしており、放電管の温度を制御することによってこの影響を少なくすることができることを述べている。

第6章と第7章はヘリウム水銀レーザの研究で、ヘリウムと水銀中の放電の分光研究から、ヘリウムを介して水銀が準安定準位に励起せられ、ついで水銀イオンの準位間の逆転分布がおこることを確かめ、ヘリウム水銀レーザの可能性を述べ、パルス放電によって強力な6150Åと5678Åのヘリウム水銀レーザを完成したことを述べている。

結論は全体の研究結果を総括し、所期の目的を達成したと述べている。

本論文はヘリウムネオンレーザとヘリウム水銀レーザに対して、可視から極端紫外の波長域にわたって、かつ早い時間的変化をとらえて分光学的にそれらの発振機構を究明し、強力な発振出力が得られるようにしたものである。レーザが光の波長域でコヒーレント波である点から基礎研究から各種の応用まで注目されている現在、本研究は学術上はもちろん工業上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十分価値あるものと認める。