

氏 名	出 来 恭 一 で き きよう いち
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第1227号
学位授与の日付	昭 和 54 年 11 月 24 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	THE MAGNETIC SATURATION RESONANCE IN A GAS LASER AND ITS APPLICATION TO THE FREQUENCY STABILIZATION (気体レーザの磁氣的飽和共鳴とその周波数安定化への応用)

論文調査委員 (主 査) 教 授 小 川 徹 教 授 池 上 淳 一 教 授 木 村 磐 根

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は気体レーザにおける磁氣的飽和共鳴についての理論および実験的研究と共鳴のレーザ周波数安定化への応用についての研究をまとめたものであって、7章より成っている。

第1章は序論であって、まず本研究に関連した従来の研究を概観している。特に各種の磁氣的飽和共鳴、すなわちモード交差共鳴、零磁界交差共鳴および磁氣的ラム共鳴についての原理を述べている。次に本研究を行うに至った経緯と研究の目的・意義および次章以降の概要を述べている。

第2章は基礎理論であって従来のレーザ理論を本研究に適合するように拡張している。すなわち静磁界を印加した直線偏波の多モード同時発振の場合についての理論を展開し、共鳴の条件や共鳴線の形状などを明らかにしている。

第3章はヘリウム・ネオンレーザを用いたモード交差共鳴についての実験を述べている。実験は波長 $6328 \text{ \AA}$ で行ない、得られた共鳴曲線の形状について論じている。特にモード同期状態におかれた場合は共鳴の信号対雑音比が著しく改善されることを強調している。さらに波長 $1.15 \mu\text{m}$ についての実験結果も述べている。

第4章はヘリウム・カドミウムおよびヘリウム・亜鉛のイオンレーザについての零磁界交差共鳴実験を行ない、幾つかのエネルギー準位について初めて実験に成功したことを報告している。またヘリウムの圧力によるレーザ上準位の寿命の変化を測定し、ヘリウムとカドミウムイオンおよび亜鉛イオンとの衝突断面積を求めている。

第5章はレーザ媒質のみでなくスペクトルの波長がほぼ一致していれば、他媒質についても準位の寿命測定が可能であることを述べている。その一例としてヘリウム・ネオンレーザの共振器内に入れたメタン分子について実験を行ない、別の方法による結果と良好な一致を見たこと、およびメタンの圧力変化による共鳴線の形状変化について述べている。

第6章は磁氣的飽和共鳴を用いたレーザの周波数安定化の研究につき述べている。実験は波長 $3.39 \mu\text{m}$

のヘリウム・ネオンレーザで行なわれたが、特に封入気体の圧力が大きく、ラムのくぼみが消滅する領域についても行なわれた。周波数安定化システムはデジタルおよびアナログの両システムについて計3種類の実験結果を述べ、各々の場合につきその得失を論じている。最も安定度の高い方法は構造はやや複雑になるが、2種の変調を施したアナログシステムであると結論づけている。

第7章は全体のまとめであって種々の磁氣的飽和共鳴によるレーザ媒質および近接したスペクトルを持つ他媒質の準位の寿命を測定出来ることを強調し、さらにこの共鳴を利用してレーザ媒質の広範囲の圧力下で周波数安定化が行ない得ることを述べている。

論文審査の結果の要旨

気体レーザはその出力光の特性が他種のレーザよりも優れているため、幾つかの欠点にもかかわらず、現在最も多く利用されており、その応用範囲が拡がるとともに周波数安定化が重要となって来つつある。気体レーザにはいわゆるラムのくぼみを利用した周波数高安定化の方法があるが、レーザ媒質の高圧力領域では適用出来ない。

本論文はレーザに印加された静磁界の掃引により生じる磁氣的飽和共鳴が高圧力領域においても存在することに着目し、飽和共鳴の基礎理論を発展させ、レーザ上準位における原子の寿命の測定を行なうとともに、周波数安定化への応用に成功したもので、その主な結果は次の通りである。

(1) 直線偏波で発振する気体レーザの静磁界中での動特性を3次近似まで初めて解析した。また3モード同時発振の場合について数値解を得て、以下の実験に見通しを与えた。

(2) ヘリウム・ネオンレーザの波長 $6328 \text{ \AA}$ 線におけるモード交差共鳴の観測に初めて成功し、特にモード同期を施すことにより共鳴が極めて強くなることを見出した。またネオンの励起状態の寿命を測定し得ることを示した。

(3) 金属蒸気レーザを用い零磁界交差共鳴によってカドミウムおよび亜鉛イオンの励起状態の寿命を測定した。実験は幾つかの励起状態について行われ、その殆どが初めて成功したものである。特に混合ヘリウムの高い圧力領域での実験に成功し、ヘリウム圧力による金属原子の寿命の変化を求め得て、レーザの動特性の解析に有益な知見を得た。

(4) 磁氣的飽和共鳴はレーザ共振器内に置かれた他の媒質がレーザ遷移とほぼ等しい周波数の遷移を持つ場合にも生じるが、著者はヘリウム・ネオンレーザ内におかれたメタン分子の飽和共鳴の圧力特性を初めて明らかにした。

(5) 磁氣的飽和共鳴の応用としてレーザの発振周波数安定化のシステムを考察し、種々の方式について理論的に検討するとともに、波長 $3.39 \mu\text{m}$ のヘリウム・ネオンレーザについて実験に成功し、各方式の得失を比較して磁界変調とレーザ共振器変調を併用する方式が最も優れていることを見出した。

以上、要するに本論文は静磁界内におかれたレーザの磁氣的飽和共鳴について、レーザに関与する種々の原子および分子の励起状態の寿命を測定する方法を確立するとともに、その応用としてレーザ媒質の広い圧力範囲に適用し得る発振周波数安定化方式を実現したものであって、学術上、實際上貢献する所が大きい。

よって本論文は、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。