

氏名・（本籍）	やま だ とも ゆき 山 田 朋 幸 （茨城県）
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工博甲第 20 号
学位授与の日付	昭和59年3月19日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当 電子科学研究科 電子応用工学専攻
学位論文題目	He-Ne 0.63・1.15 μ m 二波長発振レーザー
論文審査委員	(委員長) 教授 増 井 敏 郎 教授 高 崎 宏 助教授 山 口 十 六 夫 教授 水 品 静 夫

論文内容の要旨

現在、多波長発振レーザーの多くは、所要入力が大きいか、発振波長が赤外域にあって特別な光学素子を必要とする等の理由で実用的でない。もし、これらの問題のない、小入力で安定な多波長発振を一つのレーザーで実現できれば、測定用光源として実用性が高い。そこで He-Ne の 0.63 μ m と 1.5 μ m の二波長同時発振レーザーについて研究した。

まず、1.15 μ m 用 1/4 波長交互多層膜の上に 0.63 μ m 用 1/4 波長交互多層膜を重ねた二波長高反射鏡と 0.63 μ m 用のレーザー管を用いて 0.63 μ m 線と 1.15 μ m 線の同時発振を実現した。

これらの発振線は下準位を共有し発振が競合する。0.63 μ m 線の出力を、望ましい比率で、できるだけ多く取り出すためには、この競合現象を明らかにしなければならない。そこで、分散プリズムを含む光路分離型共振器を用い、同時発振している一方の発振線の強度を変化させ、これに伴う他方の発振線の発振強度変化を測定するという方法で競合現象を定量的に調べた。この結果から、1.15 μ m 線は、0.63 μ m 線の同時発振の影響を強く受けるが、0.63 μ m 線は、1.15 μ m 線の同時発振にはほとんど影響されないことがわかった。この結果を用いて、取り出し可能な同時発振出力を予測した。この予測結果は、実際の同時発振出力測定結果とほぼ一致し、予測の妥当性が実証された。

ここで、このレーザーを何に利用するかの問題が生じるが、発振光の波長を基準とする測定は既

に数多くなされているので、縦モード間ビートの利用を念頭にその後の研究を進めた。レーザー発振の縦モードを同期させると、ピーク値の高い、周波数の安定した光パルスが得られる。この縦モード同期の研究は、多波長同期発振については勿論、 $1.15\ \mu\text{m}$ 線についても、まだ、ほとんど行われていない。そこで、He-Ne $0.63\cdot 1.15\ \mu\text{m}$ 二波長発振における自己縦モード同期について研究を行った。この結果、共振器長 $l=0.9\sim 1.1\ \text{m}$ 、 $0.63\ \mu\text{m}$ 線の共振器内発振強度 $P_{0.63}=210\sim 230\text{mW}$ の時、同時に発振状態で、 $0.63\ \mu\text{m}$ 線の安定した自己縦モード同期が得られた。 $0.63\ \mu\text{m}$ と $1.15\ \mu\text{m}$ の同時発振線が、同時に、同じ周波数で自己縦モード同期する現象も観測された。しかし、この同時自己縦モード同期は、非常に限られた条件下でしか得られず、確実とは言えなかった。

この $1.15\ \mu\text{m}$ 線の自己縦モード同期の研究の過程で、共通光路型共振器においては $1.1\ \mu\text{m}$ 域で複数の波長の同時発振が起こっていることがわかり、 $1.1\ \mu\text{m}$ 域の複数の発振を光路分離型共振器で $1.15\ \mu\text{m}$ 線に限定して $1.15\ \mu\text{m}$ 線の自己縦モード同期を確実にすることに成功した。

この自己縦モード同期レーザーを利用する場合の利点と問題点とを明らかにして、このレーザーに適した用法を見出すために、 $0.63\ \mu\text{m}$ 線の自己縦モード同期パルスを用いた測距の実験を行った。この結果、自己縦モード同期範囲でレーザー反射鏡を移動させることによりパルス周波数を $161\sim 169\ \text{MHz}$ にわたり変化させることができ、この時のパルス周波数の相対変動は 5×10^{-6} 以下であることがわかった。この周波数変動による測距誤差は、測定距離が $1\ \text{km}$ の時、 $5\ \text{mm}$ 以下になる。この値は、市販装置の性能に匹敵するものである。しかし、反射鏡を移動させることが種々の問題の原因となることも知られた。

以上の結果を要約して、次の結論が得られる。

- (1) He-Ne レーザーの $0.63\ \mu\text{m}$ 線と $1.15\ \mu\text{m}$ 線の同時発振を確実にし、発振強度比を調整してできるだけ多くの出力光を取り出す方法を確立した。これにより、赤外光学系の初期調整を同時発振する赤色光を用いて行う二波長レーザー設計の指針が得られた。
- (2) 短時間ではあるが、同時発振する $0.63\ \mu\text{m}$ と $1.15\ \mu\text{m}$ の発振線を、同時に、同じ周波数で、自己縦モード同期させることができた。これは、従来発表されていない結果である。
- (3) 光路分離型共振器を用い、 $1.1\ \mu\text{m}$ 域の発振を $1.15\ \mu\text{m}$ 線のみ限定することにより、 $1.15\ \mu\text{m}$ 線の自己縦モード同期を確実にすることができた。これにより、分離光路型共振器を用いた二波長レーザーを二つの発振線について単独に自己縦モード同期させる見通しが得られた。
- (4) 自己縦モード同期レーザーの利点と欠点を見出すために、 $0.63\ \mu\text{m}$ 線の自己縦モード同期光パルスを用いて変調波測距を行い、問題点とこのレーザーに適した用法を明らかにした。

これらの結果を総合して、 $0.63\ \mu\text{m}$ 線と $1.15\ \mu\text{m}$ 線を光路分離型共振器で同時発振させ、これらを切り替えて自己縦モード同期させることにより、新しい計測用二波長レーザーが実現できると考えられる。