

Title	電子ビーム励起による半導体レーザーに関する研究
Author(s)	岩井, 荘八
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1603
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	岩 井 莊 八
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 3 8 4 7 号
学位授与の日付	昭和 52 年 3 月 22 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	電子ビーム励起による半導体レーザーに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進 (副査) 教授 成田信一郎 教授 牧本 利夫 教授 藤沢 和男 教授 末田 正 教授 浜川 圭弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、電子ビーム励起によるCdS とZnO レーザの発振機構を明らかにすることを目的として、高密度励起下での発光特性、および、発振しきい値、レーザ波長などの発振特性について研究を行った。

CdS およびZnO からの発光を、10 K から 300 の温度範囲で測定した結果、高密度励起の状態では励起子-励起子間の衝突を伴う自由励起子からの発光 (P 発光) が強くなり、広い温度範囲にわたってP 発光の波長領域でレーザ発振することを明らかにした。特に、80K以上の温度でのレーザ発振は、P 発光のピークよりも長波長領域で起り、温度上昇に伴って長波長側へ大きく変化する。このレーザ波長の測定結果から、温度の高い場合には、レーザ発振が自己吸収に強く影響されることが明らかになった。

80K以上の一定温度において、共振器長を長くしたり反射率を大きくするのに伴ってレーザ波長は長波長側へずれる。このレーザ波長の変化は、特に、短い共振器の場合に大きい。一方、レーザ波長の温度による変化はバンドギャップの温度変化に比べて大きい。この場合に、P 発光による利得曲線と自己吸収による損失曲線を用いてレーザ波長の計算を行った。共振器長と反射率の変化に対するレーザ波長の変化を計算した結果が測定値とよく一致することから、レーザ発振に及ぼす自己吸収の効果を明らかにした。更に、利得曲線と損失曲線の温度変化を考慮して計算したレーザ波長の温度係数が測定値と一致することから、吸収端での吸収曲線の温度変化がレーザ波長の温度依存性に強く影響することを明らかにした。

発振しきい値電流は、共振器を短くするのに伴って増加する。また、しきい値電流は温度にほぼ比

例して増加する。この場合に、利得および損失係数の波長依存性を考慮に入れて、共振器長に対するしきい値電流の変化を計算した。更に、利得と損失係数にレーザ波長の温度依存性を考慮に入れてしきい値電流の温度依存性を計算した。これらの計算結果が測定値と一致することから、発振しきい値における利得と損失との関係を明らかにした。

電子ビームで励起された半導体表面の瞬間的な温度上昇および温度の減衰を、表面からの発光波長の変化から 10^{-8} 秒程度の時間内で測定する方法を示した。この方法による表面温度の測定から、励起パルス内におけるレーザ波長の急速な変化は励起表面の温度上昇によることを、レーザ波長の温度依存性を用いて明らかにした。

論文の審査結果の要旨

本論文は電子線励起法を用いてⅡ-Ⅵ族化合物半導体であるCdSおよびZnO単結晶のレーザ発振機構を詳細に調べた結果を報告したものである。すなわち、高密度励起下でのCdS, ZnOの発光スペクトルの詳細な研究より、レーザ発振に寄与しているのは、広い温度範囲にわたり、励起子-励起子間の衝突を伴う自由励起子からの発光であることを明らかにした。さらに、レーザ発振に及ぼす自己吸収の影響を詳細に調べることにより、レーザ発振波長の温度依存性がバンドギャップ温度変化に比べて大きいこと、および発振しきい値の温度依存性が従来の理論で予測されていたものより非常に小さいことなどの測定結果を説明することに成功した。

以上のごとく本論文は半導体レーザの分野で重要な寄与をなしたものであり、博士論文の価値あるものと認める。