OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	気体レーザの雑音に関する研究
Author(s)	鈴木, 健夫
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30890
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

【43】

氏名・（本籍）	鈴木健夫（すずきたけお）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第2708号
学位授与の日付	昭和48年2月28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	**気体レーザの雑音に関する研究**
論文審査委員	（主査）教授 犬石嘉雄 （副査）教授 西村正太郎　教授 山中千代衛　教授 川辺和夫 教授 板倉清保　教授 熊谷信昭

論文内容の要旨

本論文はHe－NeおよびAr⁺などの気体レーザにおける振幅雑音の諸特性とその抑圧に関する研究成果をまとめたもので、3編、7章からなっている。

第1章は序論であり、気体レーザの雑音に関して従来までに行なわれた研究の経緯を述べるとともに、未解決の問題を指摘して本論文の意義を明らかにしている。

第2章ではHe－Neレーザの多モード雑音の挙動を掃引干渉計を用いてモード別に測定し、隣接する各モードの発振強度は互に逆位相に変動し、強い競合状態にあることを見出している。次いで、この種の雑音はモードが三つ以上でないと発生しないことなどから、雑音は3次の結合波によって発生するとみなすのが最も妥当であるという結論を与えている。

第3章ではHe－Neレーザにおける移動縞にもとづく放電電流雑音の発生条件を実験的に明らかにしている。その結果によると放電電流、細管長およびガス圧がある一定値を越すと振動性雑音が発生し、さらに大きな一定値を越すとランダム雑音に移りかわる。これらの現象は細管内の移動縞と放電回路を結合した正帰還系を考えることによって統一的に説明できることを指摘している。また、移動縞自身より、それに伴う放電電流の変動の方がレーザ雑音に大きく寄与することを理論的に明らかにしている。

第4章ではHe－Neレーザの放電電流雑音の抑圧に関して、負帰還法、相殺法および分割形低雑音放電管の三つの方法の原理と実験結果が示されている。負帰還法では放電電流の変動を負帰還によって押えて18ｄＢの抑圧効果を得、相殺法では単一の共振器の中に2本の既製のレーザ放電管を配置して変動分を相殺し、25ｄＢの抑圧効果が得られることを確かめている。また陽光柱細管を短かく分割し、移動縞が細管にそって増幅し得ないような構造の分割形低雑音放電管を試作し、移動縞およびこれに伴う放電電流の変動がほぼ完全に抑圧されることを示している。さらに分割形低雑音放電管の設

計法の原理を確立している。

第5章はAr^+レーザの放電電流雑音について調べたものであり、1～10 kHzの周波数領域に陽極振動による雑音が発生しやすいことを指摘している。そしてこの雑音は陽極を細管の端に近接して配置することによって抑圧できることを実証している。さらに電流変動がレーザ出力の変動に変換される場合の周波数特性を中性のArの準安定準位を経由した2段階励起機構をもとにして計算し、実験結果とほぼ一致する結果を得ている。

第6章ではHe－Neのレーザの機械的振動雑音は主として反射鏡の共振器の軸に平行な振動と共振器の軸に垂直な軸のまわりの回転振動によって生じることを導いている。そして反射鏡を強制的に振動させる実験結果から、レーザを低雑音で動作させるために必要な反射鏡の機械的安定度を算出している。

第7章は結論で、本研究における成果を総括したものである。

論文の審査結果の要旨

良質の気体レーザは光通信、光計測などに応用されているが信号対雑音比、いいかえると光雑音がその使用限界をきめる。

このため気体レーザの雑音の本性を明らかにし、その軽減をはかることはレーザ工学の重要な課題である。本論はこのような見地から良質の気体レーザとしてHe－Ne及びArイオンレーザをとりあげその雑音を究明したもので多くの新しい知見を含んでいるがその代表的なものをあげると

(i) He－Neレーザの多モード雑音で各モードの発振強度が隣りのモードと逆位相に変化すること、そのため各モードの発振強度の変動が互に打消しあって全体としての雑音が小さくなること及び3モード以上でのみ大きい雑音の発生がみられることを見だし、これを3次の非線型を考慮したLambの理論から説明している。

(ii) He－Neレーザの移動縞による電流変調のための雑音を抑制するために移動縞の発生条件を検討し(a)負帰還法による電流変動の抑制(b)分割形低雑音放電管の開発などによって移動縞による雑音を抑圧することに成功した。

(iii) Arイオンレーザの放電電流雑音が陽極振動が原因であることを明らかにし、陽極の位置に工夫を加えることによってこれを抑圧することができた。またこの雑音の周波数特性を準安定準位を経由する2段階励起機構によって説明している。

以上のように本論文は気体レーザの雑音の本質を放電工学的に究明し、新しい抑圧法を開発した結果をのべており、その成果は低雑音レーザの開発などを通じてレーザ工学に重大な貢献を与えるものであり博士論文として価値あるものと認める。