

ガ ス レ ー ザ 出 力 の 安 定 化

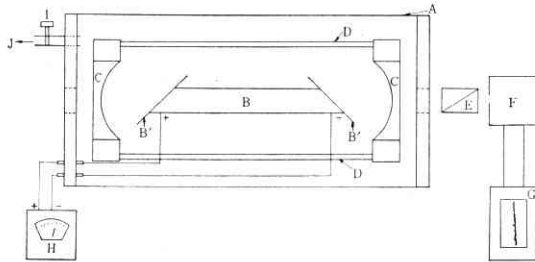
Power Stabilization of Gaseous Laser

藤 井 陽 一 ・ 白 石 敏

Yoichi FUJII · Satoshi SHIRAISHI

まえがき 近年レーザの開発により、多くの研究が行われてきた。そのレーザの種類も、固体レーザ、ガスレーザ、半導体レーザ等が開発された。その中でもガスレーザは、レーザ特有の性質を利用したいろいろな応用研究を行なう場合において、取扱いが他のものより簡単なため一般に多く使用されている。しかし、そのガスレーザは、その装置自体から生ずる出力の不安定が大きく、その安定化を施すことが問題となっている。この報告では、その不安定な原因の一つである外的条件を取り除いた場合の出力安定がどのようになるかを報告し、その実験において生じた特徴を報告する。

実験方法 一般に現在使用されているガスレーザ(He-Ne ガスレーザ 6328Å)は図・1 に示されるように、



図・1 ガスレーザ装置のブロック図

- A: 本体 (真空槽)
- B: ガスレーザ管
- B': ブリュースター窓
- C: 共振器ミラー
- D: ミラー固定枠
- E: 減衰器
- F: 光電子増倍管
- G: ペン書きレコーダー
- H: 直流安定化電源
- I: 真空コック
- J: ソークションポンプ

共振器ミラー (以後ミラー) とブリュースター窓をもったレーザ管とから成り立っている。レーザ出力を不安定にする原因の一つとして、ミラーとブリュースター窓との間の空気の対流や、ゴミ等の影響またはゴミ等がそれらに付着することによる。これらの影響はレーザ管そのものによる影響ではなく、レーザ管を設置した場合の外的原因から生ずる。この外的条件を取り除くために、図・1 のレーザ装置を密閉し、その上真空にした。

この実験に使用したおのおの装置の簡単な仕様を以下に示す。ガスレーザ電源は、電流安定化を施した電源で、その変動は 10^{-4} 以下に押えたものを使用した。

受光部には、感度の良い光電子増倍管 (東芝 7305) を使用した。またこの増倍管は一定以上の光が入った場合飽和するので、光学減衰器を用いて飽和しないようにした。

実験に使用したレーザ管は、日本電気製ガスレーザ LD 685 (管内径 5 mm) と LD 719 (管内径 3 mm) の 2 種類を使用した。

実験結果 各種の測定条件によるレーザ出力の変化は、LD 685 については表・1 に、LD 719 については表・2 に示した。レーザ管とミラーだけを室内に放置した場合 (裸の状態) では、LD 685 では 10% 以上、また LD 719 では 10% 以下の変動があった。この装置を密閉し、空気の流通をなくすることによって約 1 桁位変動率が良くなる。さらに真空 (約数 mm Hg) にするこ

とによって、変動率は密閉した場合の数分の 1 に落ち着き、最終的には、裸の状態より 2 桁以上 (10^{-3} 以下) 変動率が良くなる。

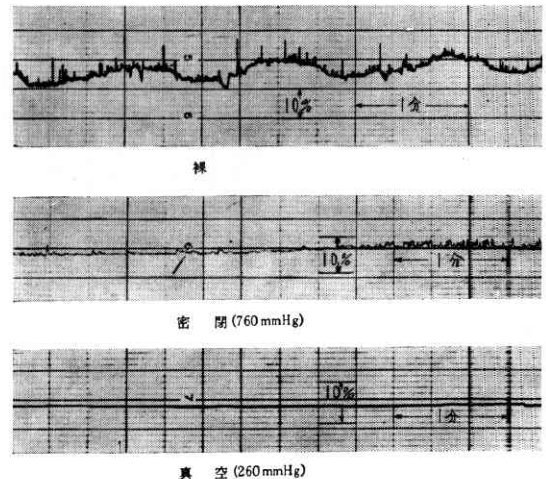
表・1 出力変動率 (LD 685)

測定条件	出力変動率	
	大きな変動 (%)	小さな変動 (%)
真 空 (3 mm Hg)	5.6×10^{-1}	6.4×10^{-2}
(60 mm Hg)	6.3×10^{-1}	7.6×10^{-2}
(260 mm Hg)	9.5×10^0	1.9×10^{-1}
密 閉 (760 mm Hg)	1.3	9.6×10^{-1}
裸	9.0	2.5

表・2 出力変動率 (LD 719)

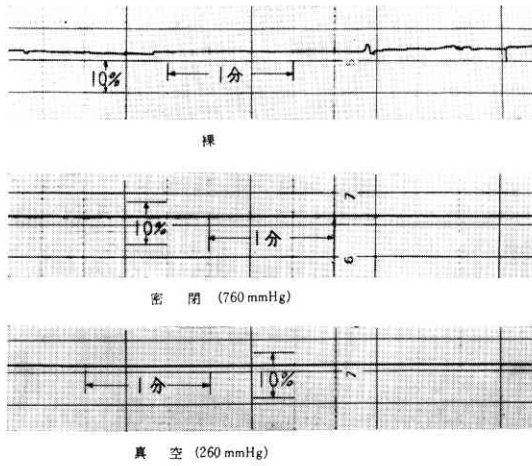
測定条件	出力変動率	
	大きな変動 (%)	小さな変動 (%)
真 空 (260 mm Hg)	1.9×10^{-1}	4.2×10^{-2}
密 閉 (760 mm Hg)	3.9×10^{-1}	1.2×10^{-1}
裸	3.7	8.6×10^{-1}

以上の結果をペン書レコーダーで記録したのが、図・2 (LD 685)、図・3 (LD 719) で示されている。これをさらに拡大した図が 図・4 (LD 685)、図・5 (LD 719) に示されている。この 図・4 および 図・5 からわかるように、その特性は周期特性を持った二つの変動率がある。ここで周期の遅い波は長時間 (約 5 時間以上) たつと、1 周期に要する時間が 200 秒以上となり、出力測定における変動率は小さなものしか影響しなくなり、その周期は 4 サイクルくらいとなる。この周期特性およびレーザ光出力の減少率 (1 分間) を示したグラフが 図・6 に示されている。この周期特性の生ずる原因として、管内温度と比較した場合、管内温度の上昇率によって影響をうけていることがわかった。これは 図・1 のレーザ装置のミラー固定枠の膨張による結果生じたものと思われる。それは



図・2 出力変動 (LD 685)

研究速報



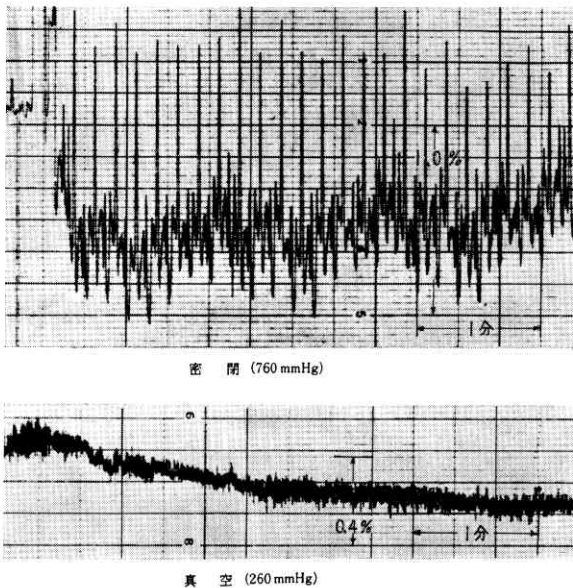
図・3 出力変動 (LD 719)

図・6の出力減少率曲線からもわかる。

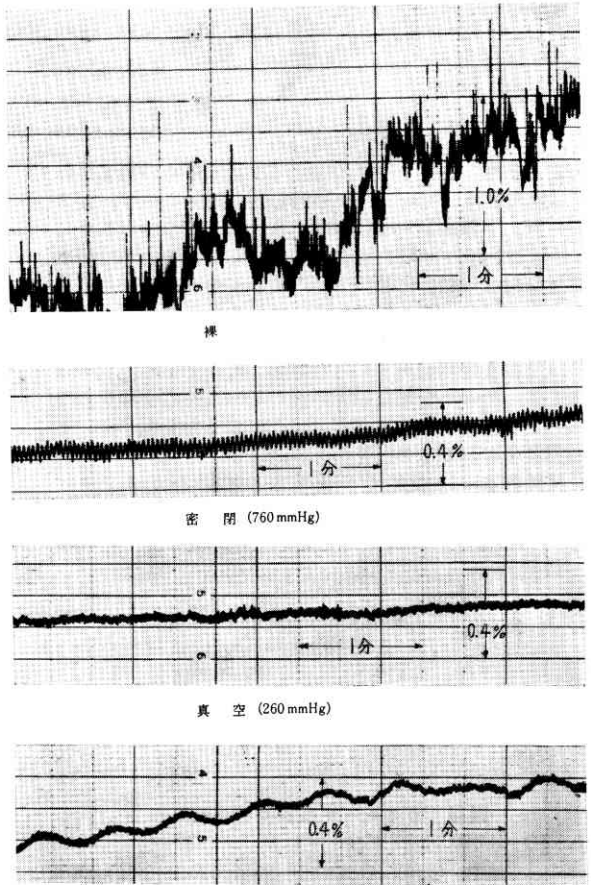
次にレーザ装置を外部に取り出し、風を送ることによって外乱を与えた場合、一定速度の風速では、その強さを変えても、あまり変化はしなかった。しかし、一定時間の間隔で風を送った場合、前の実験より変動率が大きくなった。

以上の結果からもわかるように、ガスレーザ出力を安定にする方法としては、この方法が簡便であり、また非常に安定した出力を得ることが可能である。またこの方法にすると、現在レーザ光を使用した測定において、出力の不安定による困難さが解消されると思われる。

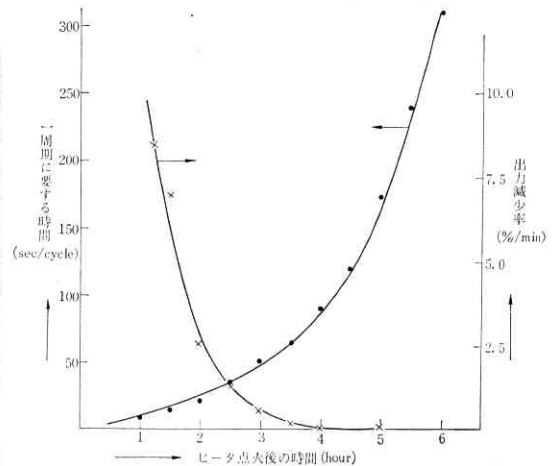
最後に、この測定に使用したガスレーザ発振の状態は、多重モード発振で行なった。もしレーザ光の出力をあまり問題にしなれば、単一モード発振で行なうと、レーザ出力の安定はもっと安定になるはずである。しかし、現在の装置では、単一モード発振を長時間維持することは困難であったので行なわなかったが、近日中には装置を改良し、その結果を再度報告する予定である。



図・4 出力変動 (LD 685)



図・5 出力変動 (LD 719)



図・6 出力特性

謝辞 日頃から適切な助言をいただいている本所の齊藤成文教授、浜崎裏二助教授および齊藤、浜崎両研究室の方々に深謝し、ガスレーザ管に関して世話になった日本電気小林春洋氏に深謝する。(1966年2月23日受理)

- 文献 1) 本田, 桜井, 昭39年, 信学会 335
2) 藤井, 白石, 昭40年, 信学会 395