

Title	長寿命封止型 CO ₂ レーザの研究
Author(s)	家久, 信明
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37623
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	いえ 家	ひさ 久	のぶ 信	あき 明
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 4 4 2	号	
学位授与の日付	平成 2 年	12 月	19 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	長寿命封止型 CO ₂ レーザの研究			
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進	教授 蒲生 健次	教授 中井 貞雄	
	(副査) 教授 末田 正	教授 松縄 朗	助教授 小林 哲朗	

論文内容の要旨

本研究は種々の分野で応用が期待されている封止型 CO₂ レーザの高出力化, 高効率化及び長寿命化を図り医療用 CO₂ レーザメス装置に応用する目的で行った。本研究の概要は次の様にまとめられる。

放電管内に CO₂ 分子の解離を防止する為に, 新たに開発した各種の触媒を封入し, 低速ガスフロー型 CO₂ レーザ並みの出力が得られる触媒を見出した。新たに開発した触媒としては放電管内壁全域に分布させたイオン交換型白金触媒, 非局所作用性の固体水素触媒, 及びペロブスカイト型複合酸化物電極触媒である。これら各種触媒についての特徴を以下に述べる。

- i) イオン交換型白金触媒は, 固体触媒の局所作用性を凌駕すべく, 放電管内壁全域に分布形成せしめた触媒である。低温における触媒特性を高める為に, MnO₂ 担持体を用い, 且つスピルオーバー触媒動作等の高い特性を意図したものであったが, 実際に試験した各種触媒中最低の触媒活性を示したので, 封止型 CO₂ レーザ管の開発には適用しなかった。
- ii) 固体水素触媒は気体触媒の一種である為に非局所作用性という特性を有する。管壁等の脱吸着による水素量の変化を防止すべく, 金属水素化物からの解離平衡 H₂ ガスを触媒源として用いるものである。金属水素化物としては, Pd 膜をつけた Nb を使用し, 約 220℃ の温度で最適触媒動作が得られ, レーザ出力を約 50% 増加させることが出来た。本方法は出力増大と寿命延長の双方に有効なものであるが, 実験では前者の確認のみを行った。
- iii) ペロブスカイト型複合酸化物 La_{1-x} Sr_xCoO₃ (X=0.3, 焼成温度 = 1150℃) を封止型 CO₂ レーザの陰極材として用いることにより, 同酸化物の触媒作用により出力が増大し, 40W/m と気体触媒である H₂ を封入した場合と同程度の出力が得られた。また, 同酸化物はこの触媒特性の他に, 非酸化

性、 O_2 放出性、及び低スパッタリング特性をも同時に兼ね備えており、封止型 CO_2 レーザの長寿命化にも適した電極材料であることが判明した。

以上のように、ペロブスカイト型複合酸化物触媒電極は、筆者らが開発した各種触媒、また今日までに公表されている封止型 CO_2 レーザ用の触媒材料及び電極材料と比較しても、非常に特徴のある優れた特性を有していることが判明した。

本研究の成果を基に、医療用 CO_2 レーザメスへの応用を目的とした、封止型 CO_2 レーザの開発を行った。この結果、ペロブスカイト型複合酸化物 $La_{1-x}Sr_xCoO_3$ ($X=0.3$) を封止型 CO_2 レーザの陰極材料として使用し、レーザガスの最適化と同酸化物の触媒作用により出力増大が得られ、 $48.2W/m$ と云う低速ガスフロー型レーザに匹敵する出力と、出力 $40W$ における電気効率が 20% 、及び出力 $40W$ を維持出来る連続動作寿命 $3500H$ 以上を達成することが出来た。これは、同酸化物電極の持つ金属型電気伝導性、酸素放出特性とその介在によって相乗的に高められる触媒特性、化学的安定性、並びに低スパッタリング特性等のペロブスカイト型複合酸化物に固有な性質に由来するものである。

同レーザ管の光学部品の接合には、封止型 CO_2 レーザ特有の種々の封着条件を満足する $In-Au$ 合金接合法を新たに技術開発し、同レーザ管の棚寿命を 10 年以上保証することが可能となった。また、レーザ出力の制御方式には従来困難とされていた、微小モニター率と高モニター精度の要求を同時に満足するビームスプリッタモニター方式を併せて開発し、モニター率が 0.3% の場合にレーザ出力 $20\sim 40W$ の範囲で制御精度 0.5% を得ることが出来た。

さらに、同レーザ発振器はフレキシブルな赤外用オプティカルファイバーと組合わせて、世界初のファイバー導光路封止型 CO_2 レーザメス装置を開発することにも成功した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、医療用 CO_2 レーザメスに応用するため、封止型 CO_2 レーザの高出力化、高効率化及び長寿命化の研究を行った結果をまとめたものである。

封止型 CO_2 レーザを実現するためには、まず放電管内の CO_2 分子の解離を防止するための触媒を見出すことが必要であるが、本研究では各種触媒を実験した結果、ペロブスカイト型複合酸化物 $La_{1-x}Sr_xCoO_3$ ($X:0.3$, 焼成温度: $1150^\circ C$) がすぐれた触媒特性をもつとともに、非酸化性、 O_2 放出性、および低スパッタリング特性も兼ね備えており、封止型 CO_2 レーザの長寿命化に最も適した電極材料であることを見出している。

次に同酸化物を陰極材料とした封止型 CO_2 レーザを試作し、レーザガスの最適化と同酸化物のもつ触媒作用により、低速ガスフロー型レーザに匹敵する出力特性を得ることに成功している。すなわち、出力 $40W$ 、効率 20% 、連続動作寿命 3500 時間以上の封止型 CO_2 レーザを実現した。さらに、同レーザ発振器とフレキシブルな赤外用光ファイバーと組合せて、世界初のファイバー導光路封止型 CO_2 レーザメス装置の開発に成功した。

これらの研究成果は、レーザの医療への応用を促進するものであり、レーザ工学の進歩に貢献するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。