



Title	大出力炭酸ガスレーザの熱源的研究
Author(s)	宮本, 勇
Citation	大阪大学, 1971, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30203
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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

氏名・(本籍)	みやもと いさむ 宮 本 勇
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 2 2 6 6 号
学位授与の日付	昭和 46 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科溶接工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	大出力炭酸ガスレーザの熱源的研究
学位審査委員	(主査) 教 授 荒田 吉明 (副査) 教 授 佐藤邦彦 教授 西口公之 教授 吉永 弘 教授 山中千代衛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はエネルギー集中性のよい熱源として大出力炭酸ガスレーザ発生装置を試作し、種々の材料の熱加工にこれを用いる場合の問題点ならびにその解決策、加熱機構を究明すると共に、実際の熱加工に応用して得られた成果をまとめたもので、7章から構成されている。

第1章は総論であって、本研究の目的とその内容について概述している。

第2章は試作した大出力炭酸ガスレーザ発生装置とその発振特性について述べたものである。本実験ではレーザ励起に主として60Hzの交流を用いたが、直流励起の場合と比較して、その出力はほとんど差異がなく、また出力波形は120Hzのパルス状であることを明らかにすると共に、その拡がり角を実測し、通常の光にくらべてきわめて小さいことを示している。

第3章は大出力の炭酸ガスレーザビームを集光する場合、凹面鏡を用いる光学系が实际的に有利であることを明らかにすると共に、種々の集光条件に対するその集光特性を述べたものである。その場合、非点収差を利用してビームスポットの形状を連続的に変形制御できることを示すと共に、非点収差を無視する集光条件を明らかにし、その場合の、焦点におけるエネルギー分布がガウス曲線で近似できることを明らかにしている。

第4章は種々の表面状態を有する金属材料に対する常温ならびにその溶融状態における炭酸ガスレーザビームの吸収率およびその変化特性を測定し、得られた結果について論考したものである。パフ研摩程度の表面状態における金属材料のビーム吸収率はほぼHagen-Rubensの式で近似でき一般にその値はきわめて低いが、適当な表面処理をすることにより、ビーム吸収率が高くなることを示している。また、表面処理した金属材料のビーム吸収性は金属の種類、ビーム照射条件によってかなり異なることを明らかにしている。

第5章は炭酸ガスレーザビームを集光照射した場合の金属材料の温度分布ならびに加熱機構を熱伝導論より考察し、さらにその表面状況を高速度写真によって観察し、併せて検討した結果について述

べたものである。本実験におけるレーザビームは、使用した金属に対しては表面熱源であることを明らかにすると共に、強度が時間的に変動し、かつ移動する不均一な表面分布熱源であるとして、新しく熱伝導の一般式を導き、これを用いることによって加熱条件に実測値を与えた場合、その計算値が実際の場合とよく一致することを実証している。また炭酸ガスレーザによる種々の金属材料の熱加工性能を定量的に示し、さらに表面処理の効果は一般に融点が低くまた熱伝導のよい金属ほど大きく、表面処理の種類による差異も小さくなることを明らかにしている。またレーザ照射によって表面からの蒸発現象が激しい場合、その反動力で溶融金属内に照射方向に対流がおこり溶け込みの深さを増す。ビーム出力が増大し、このような作用がさらに激しくなると遂に穿孔作用を伴ない、いわゆる“深溶けこみ”(deep penetration) が形成されることを示している。

第6章は炭酸ガスレーザを種々の材料の溶接・切断・穿孔などの熱加工に応用し、得られた種々の加工例を示したものである。薄板金属の精密な溶接がおこなえることを示すと共に、“レーザガス切断法”を新しく開発し、従来のがス切断法にくらべてカーフ幅および熱影響部のきわめて狭い良質切断ができることを示している。また非金属材料がレーザ加工に適していることを示し、材料の性質に適応した加工法を例示すると共に、蒸発しやすい材料は“自己収束作用”によってきわめて深く細い穿孔ができることを示している。

第7章は本研究の成果をまとめたもので、各章ごとに整理した結論を列記している。

論文の審査結果の要旨

本論文は大出力炭酸ガスレーザの熱源としての基本的な性質を明らかにすると共に、種々の熱加工に利用した場合の問題点とその解決法および加工機構を究明し、種々の興味ある結果を得ている。

すなわち、大出力の炭酸ガスレーザ発生装置を試作し、大出力ビームの収束に有利な光学系を新しく開発すると共に、従来明らかにされていなかった集光ビームスポットのエネルギー分布を実測し、その集光特性を明らかにした。また、金属材料の溶接などの熱加工に炭酸ガスレーザを用いる場合、その吸収率の低いことがもっとも大きな障害であることを指摘すると共に、種々の表面状態におけるビーム吸収性質を調べ、その結果表面処理することにより熱加工性が著しく改善されることを示している。さらに研磨された材料表面の固相・液相を通じてビーム吸収率はHagen-Rubensの式より予測される値に非常によく一致することを実証している。次に表面分布熱源による熱伝導を厳密に取扱いい、これを実際のビームに適用することによって、レーザ加熱の温度上昇特性を論考し、実証している。これは従来の理想化されたモデルでは実測値とかなり差異があり、事実を説明することが困難であった。また、熱伝導論および高速度写真などによる観察法を駆使し、種々の加熱条件に対する熱伝導、溶融金属の対流作用、穿孔作用への寄与を検討し、レーザビームによる加熱機構を明らかにした。さらに、材料の表面溶融および接合にたいする限界ビーム出力を求めると共に、レーザビームを各種材料の溶接・切断・穿孔などの熱加工に応用し、それぞれに適応した熱加工法を具体的に提案している。

このように炭酸ガスレーザの熱源としての諸性質を系統的に解明し、いくつかの新知見を与えると共に、実用上においても貴重な成果を得ている。したがって本論文は博士論文として価値あるものと認める。