

Title	高出力半導体レーザーによるレーザーブレイジングに関する研究
Author(s)	宋, 宇鉉
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46815
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	宋宇鉉
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20327 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	高出力半導体レーザによるレーザブレイジングに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西本 和俊 (副査) 教授 池内 建二 教授 平田 好則 助教授 才田 一幸

論文内容の要旨

本論文では、耐熱合金および高強度ステンレス鋼に対するレーザブレイジング法を確立することを目的とした。レーザブレイジングの適用性に関する基礎的検討を行い、レーザブレイジングの特徴とその問題点を明らかにするとともに、レーザブレイジングにおける問題点の改善策を提案した。また、レーザブレイジング特性の支配因子である溶融ろう材のぬれおよび流れ現象、ならびに母材のエロージョン現象について理論的解析を行い、この結果を応用することによりプロセスパラメータの適正条件範囲を決定した。さらに、アルミニウム合金と鉄鋼材料の異材接合に対するレーザブレイジングの適用性に関する検討を加えた。

第 1 章は、緒論であり、研究の背景を論述し、本研究の必要性および目的について述べた。

第 2 章では、レーザブレイジングの開発現状を把握するため、熱加工用レーザの種類と特徴について述べるとともに、レーザブレイジングの開発経緯と研究の現状ならびに、その問題点について論述した。

第 3 章では、耐熱合金および高強度ステンレス鋼に対するレーザブレイジングの適用性を評価するため、Inconel 600 合金の突合せ継手および 13Cr-4Ni 鋼の T 型隅肉継手を作製し、ろう付条件およびろう材の種類を変化させたときのレーザブレイジング現象への影響を検討した。さらに、ろう付部の詳細な組織解析を行い、レーザブレイジングの特徴とその改善すべき問題点について論述した。

第 4 章では、隅肉レーザブレイジング部における割れ発生機構および防止策を明らかにするために、スポットバレストレイン試験により割れ現象を再現し、割れ発生機構について詳細な検討を行った。また、熱サイクル制御による割れの防止策を提案し、その有効性について実験的に検証した。

第 5 章では、レーザブレイジング特性の支配因子である溶融ろう材のぬれおよび流れ現象について計算機シミュレーションによる理論的解析を行った。突合せ継手のシングルビームおよびタンデムビームブレイジングにおける溶融ろう材のぬれおよび流れ挙動を可視化し、ろう付条件およびろう材の種類によるぬれおよび流れ挙動を比較検討した。さらに、タンデムビームブレイジングによるぬれおよび流れ挙動の改善機構について論考した。

第 6 章では、レーザブレイジング過程における母材エロージョン現象について Nernst-Brunner 式に基づいた理論的解析を行った。シングルビームおよびタンデムビームレーザブレイジングにおいて発生するエロージョン挙動を比較し、レーザブレイジング過程におけるエロージョン現象の定量的予測の可能性について論述した。

第 7 章では、レーザブレイジング過程におけるぬれ挙動およびエロージョン現象の解析結果に基づき、レーザブレイ

イジング過程における最適ろう付条件について検討を行った。この結果に基づき、タンデムビームレーザブレイジングにおける適正条件範囲を予測するとともに、その有効性について実験的検証を加えた。

第8章では、アルミニウムと鉄鋼材料に対するレーザブレイジングの適用性を明らかにすることを目的とし、アルミニウムと鉄鋼材料の異材接合におけるレーザブレイジングの影響因子を把握するとともに、理論的解析により適正条件の物理的意義を明らかにした。

第9章は結論であり、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文では、耐熱合金および高強度ステンレス鋼に対するレーザブレイジング法の確立を目的とし、レーザブレイジング過程における基礎的な現象について詳細な検討を行っている。また、アルミニウム合金と鉄鋼材料の異材接合に対するレーザブレイジングの適用性に関する検討を加えている。得られた主な結果は以下のとおり要約される。

1. 耐熱合金および高強度ステンレス鋼に対するレーザブレイジングの適用性を評価するため、Inconel 600 合金および 13Cr-4Ni 鋼を用いて、ろう付条件およびろう材の種類によるレーザブレイジング現象を検討し、レーザブレイジングの特徴とその改善すべき問題点を明らかにしている。

2. Au-18%Ni ろう材を用いた 13Cr-4Ni 鋼の隅肉レーザブレイジング部における割れ発生挙動について検討するとともに、割れ発生機構を明らかにしている。また、後熱タンデムビームを用いた熱サイクル制御による割れ発生防止策を提案している。

3. Inconel 600 合金の突合せ継手に対してレーザブレイジングにおける溶融ろう材のぬれおよび流れ挙動について理論的解析を行い、ろう付条件による溶融ろう材のぬれ挙動の影響を明らかにしている。また、シングルビームおよびタンデムビームを用いたレーザブレイジング過程における溶融ろう材のぬれおよび流れ挙動を比較検討し、タンデムビームレーザブレイジングによるぬれおよび流れ挙動改善機構を明確にしている。

4. Inconel 600 合金のレーザブレイジングにおける母材のエロージョン現象について Nernst-Brunner 式に基づいた理論的解析を行い、シングルビームおよびタンデムビームを用いたレーザブレイジング過程におけるエロージョン現象の定量的な予測を可能にしている。

5. Inconel 600 および A286 合金のレーザブレイジング過程におけるぬれ挙動およびエロージョン現象の解析理論に基づき、最適レーザブレイジング条件範囲について検討している。さらに、タンデムビームレーザブレイジングにおける適正条件範囲を理論的解析により予測するとともに、得られた適正条件の有効性をブレイジング部の組織解析および突合せ継手の機械的特性の評価により検証している。

6. アルミニウムと鉄鋼材料の異材接合に対するレーザブレイジングの適用性について検討を行い、プロセスパラメータを変化させたときのレーザブレイジング現象を調査し、アルミニウムと鉄鋼材料の異材接合におけるレーザブレイジング性の支配因子を明確にしている。

以上のように本論文は、耐熱合金および高強度ステンレス鋼に対する先進的接合技術であるレーザブレイジング法の開発、確立に向けた基礎的知見を得ており、タンデムレーザビームを用いた高性能かつ高信頼なレーザブレイジング技術の開発に成功している。また、レーザブレイジング特性の支配因子である溶融ろう材のぬれおよび流れ現象、ならびに母材のエロージョン現象について理論的解析を行い、熱サイクル+温度場におけるこれらの現象の可視化と予測に高度な学術的取り扱いを行っている。さらに、理論的解析に基づきプロセスパラメータを最適化し、その有効性を実験的に検証することにより、実用上の重要な問題となるプロセスパラメータの作用機構とその物理的意義の解明に大きな成果を挙げている。これらの知見の応用として、アルミニウム合金と鉄鋼材料の異材接合に対するレーザブレイジングの適用性に関する検討を加え、これまで接合が困難とされてきた両者の異材接合を実現している。以上の知見はレーザブレイジング技術の適用性拡大、レーザブレイジング過程の材料学的挙動ならびに特性の理解に対して重要な示唆を与えることが期待され、その成果は、生産科学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。