The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	マルチレーザビーム照射法によるレーザクラッディング技術開発に関する研究
Author(s)	浅野, 孝平
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70760
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　浅野　孝平　）	
論文題名	マルチレーザビーム照射法によるレーザクラッディング技術開発に関する研究

論文内容の要旨

本研究では、近年の産業部品に対する高品質な表面改質技術の必要性から、溶射やアーク溶接等と比べ、緻密かつ低入熱な皮膜形成が可能な粉末を用いたレーザクラッディング技術に着目した。深さの大きい溶融池の生成を必要とする従来の粉末供給型レーザクラッディング技術に対し、より深さの小さい溶融池（溶融層）にて皮膜の形成が期待できる新しいレーザクラッディング技術『マルチレーザビーム照射法』を提案した。複数本のレーザビームにて飛行粉末を均等に加熱する光学系およびレーザクラッディングヘッドを開発し、赤外波長帯の半導体レーザ（波長 λ = 915 nm）を用いて、SUS304基板上にCo基合金であるStellite 6の皮膜を形成し、希釈が小さく微細な皮膜形成が可能なプロセスであることを示した。

次に、青色半導体レーザを用いた純銅皮膜の形成を行った。使用した青色半導体レーザは波長450 nm、出力20 Wであり、マルチレーザビーム照射法を応用し6本重畳させることで100 Wクラスのレーザクラッディング装置を開発した。開発したクラッディングヘッドを用いて、赤外波長帯レーザでは高い反射率のため加工が難しかった純銅のクラッディングを行った。

また、赤外波長帯レーザを用いた純銅クラッディング結果と比較し、粉末に対する吸収率の違いが成膜に与える影響を調査した。青色半導体レーザを用いて粉末に対する吸収率を向上させることで、純銅皮膜形成における効率化を示した。

飛行中の粉末加熱に着目し、粉末供給を中心として周囲から複数本のレーザを照射するレーザクラッディング技術開発は、筆者が初めて試みた。また、青色半導体レーザを用いた純銅クラッディングについても、これまでに報告例はない。

本論文は、結論である第5章を含めて全5章で構成される。

第1章は、本研究の背景、目的および構成について述べてあり、精密クラッディングにおいて溶融池の生成を抑えることが重要であることを示した。

第2章では、供給粉末に対し、軸対称にレーザビームを配置、重畳する『マルチレーザビーム照射法』の優位性を示した。本手法を用いたレーザクラッディングヘッドを開発し、SUS304基板上にStellite 6皮膜を形成した。飛行する粉末を均等に加熱することにより、母材上に生成する溶融池を最小限にできる可能性を示した。開発したレーザクラッディングヘッドにおける飛行中の粉末加熱温度の計算から、飛行中に粉末は溶融しないことを示した。形成した皮膜の結果より、マルチレーザビーム照射法における皮膜形成プロセスについて考察を行い、精密クラッディングへの有効性を示した。

第3章では、第2章で示したマルチビーム照射法を応用し、1本あたり出力20 Wの青色半導体レーザを6本重畳し、100 Wクラスのレーザクラッディングヘッドを開発した。赤外波長帯レーザでは加工が難しかった純銅のレーザクラッディングについて、吸収率が高い青色波長帯のレーザを使い、SUS304基板上に純銅皮膜を形成した。

第4章では、青色半導体レーザと赤外半導体レーザを用いた純銅のレーザクラッディングを行った。粉末に対する吸収率を上げることの有効性について明らかにした。吸収率が皮膜形成に与える影響について皮膜量や希釈率から考察した。皮膜形成プロセスの高速度撮像により、吸収率の違いが純銅皮膜の形成に与える影響を明らかにした。

第5章は、結論であり本研究の成果を総括した。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　浅野　孝平　）			
論文審査担当者		(職)	氏　名
	主 査	教授	西川　宏
	副 査	教授	廣瀬　明夫
	副 査	教授	浅井　知

論文審査の結果の要旨

本論文は、入熱制御性に優れるレーザを熱源に用いたレーザクラッディングに着目し、近年の産業部品に対する高品質な表面改質需要の高まりと、3D プリンティングの基盤技術開発の必要性から、微細な皮膜層を形成する精密クラッディングの技術開発を目的としている。

第 1 章は、本研究の背景および目的であり、表面改質技術の必要性と、それに対するレーザクラッディング技術の有用性を述べている。一方で、従来レーザクラッディング技術による皮膜形成は大きな溶融池の生成が前提のプロセスであり、微細な皮膜を形成する際に希釈への影響が大きくなるという課題を示している。それに対し、より小さい溶融池により皮膜形成が可能と考えられる新しいレーザクラッディング技術『マルチレーザビーム照射法』を提唱している。また、近年電気自動車産業で需要が拡大している純銅の 3D プリンティングにおいて精密クラッディング技術の重要性を述べ、赤外波長レーザに対して高い反射率を呈する純銅のレーザクラッディングに対し、青色半導体レーザを用いる有効性を述べている。

第 2 章では、マルチレーザビーム照射法によるレーザクラッディングについて、飛行粉末のレーザ照射による加熱に着目し、従来レーザクラッディング技術に対する優位性を述べている。飛行粉末の温度を計算することで、従来レーザクラッディング技術では、粉末が母材に到達する際、不均一な温度分布を呈することを明らかにし、それにより皮膜の形成には大きな溶融池の生成が必要であることを示している。一方で、マルチレーザビーム照射法によるレーザクラッディングでは、母材に到達する粉末が均一な温度分布となることを計算により示し、より小さい溶融池で皮膜が形成できる可能性を示している。マルチレーザビーム照射法を用いたレーザクラッディングにより SUS304 基板上への Stellite 6 粉末を用いた皮膜を形成し、深さ数ミクロン程度の溶融池（溶融層）にて皮膜が形成できるプロセスであることを実験的に示している。

第 3 章では、マルチレーザビーム照射法により、1 本あたり 20W の青色半導体レーザ 6 本を重畳することで、100W クラスの青色半導体レーザクラッディングヘッドの開発を行っている。開発したヘッドを用いて、SUS304 基板上に純銅の皮膜を形成し、微細な純銅皮膜が形成できることを示している。

第 4 章では、赤外波長帯レーザを用いて形成した純銅皮膜と青色半導体レーザを用いて形成した純銅皮膜を比較することにより、純銅のレーザクラッディングにおける青色半導体レーザの優位性を示している。青色半導体レーザを用いることで、より小さいレーザパワー（パワー密度）にて安定して純銅皮膜を形成できることを示している。また、より小さいパワー密度でも、より多くの皮膜量が得られることを明らかにしている。

第 5 章は結論であり、本研究で得られた結果を要約し、総括している。

以上のように、本論文はマルチレーザビーム照射法によるレーザクラッディングの技術開発を行い、希釈が小さく微細な皮膜の形成が可能なことを示しており、精密クラッディングならびに 3D プリンティングへの応用が期待される。また、青色半導体レーザを用いたレーザクラッディングヘッドを開発し、純銅の精密クラッディングが可能であることを示している。青色半導体レーザによる純銅のレーザクラッディングを扱った研究には前例がなく、レーザ加工技術ならびに産業界への大きな寄与が期待される。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。