

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	上田 真広
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 柿沼 康弘
副査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 青山 英樹
	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 閻 紀旺
	慶應義塾大学	専任講師	博士（工学） 小池 綾
	カリフォルニア大学デービス校	教授	工学博士 山崎 和雄
<p>学士（工学）、修士（工学）上田真広君提出の学位請求論文は「CAM-system-based Intelligent Process Planning and Control of Directed Energy Deposition for Easy Fabrication of Accurate Shape」（簡易で正確な造形のための CAM システムをベースにした指向性エネルギー堆積法の知的工程計画と制御）と題し、6 章から構成されている。</p> <p>指向性エネルギー堆積法（Directed Energy Deposition, 以下 DED）は、レーザノズルの動作制御に加えて、レーザ照射と粉体供給を含む複雑な操作が必要であるため、その工程計画と積層装置の制御には専用の CAM システムが強く求められている。本論文の著者は、DED の工程計画と積層装置の制御手法を提案し、これに基づき正確な形状を簡易に造形できるようにするための DED 専用 CAM システムの開発を行うとともに、その有効性を評価している。</p> <p>第 1 章は序論であり、本研究の背景と従来の研究について概説し、本研究の目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、①積層対象をすべて除去する仮想切削工具パスを生成し、その逆再生により DED のノズルパスを生成する方法、②仮想切削シミュレーションデータに基づいて各積層点での操作変数を調整することにより、積層量を適応制御する方法を提案している。また、重力方向に固定されたレーザノズルに対して、被積層面が常に垂直になるようにワークの姿勢を制御することが、安定した積層を実現するのに重要であることを示している。</p> <p>第 3 章では、DED 型積層装置の応答性を特定する手法、およびその応答性を補正し目標の幾何形状を得る手法について述べている。応答性を特定する手法を実行した結果、レーザノズルの動作制御は、レーザ出力の制御および粉末供給の制御に対し、相対的に短い応答遅れ時間を持つことを明らかにしている。この結果に基づき、レーザノズルの動作を、積層量を調整するための操作変数として設定している。</p> <p>第 4 章では、過去の研究で使用された分析モデルを参照し、本研究での積層試験環境に適用して、積層に使用される操作変数の妥当性を確認している。また過去の研究に準じて、直線形状の積層試験データに対して回帰分析を行い、操作変数と積層量の関係式を導出している。</p> <p>第 5 章では、開発した CAM システムの実行可能性を検証するために、単純形状と 3 次元複雑形状部品に対し NC プログラムを作成し、積層試験を実施している。その結果、幾何学的に正確な積層形状が得られることを確認している。また積層中の熔融池観察から、安定した積層のためのワーク姿勢制御の必要性を示唆している。</p> <p>第 6 章は結論であり、上記の内容を総括している。</p> <p>以上要するに、本研究では仮想切削工具パスの逆再生によるノズルパス生成法に、積層時のワーク姿勢制御とレーザノズルの動作を操作変数とした制御を組み合わせることで、DED における複雑形状造形が可能になることを実証しており、生産加工学分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第 2（システム統合工学専修）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		