

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	河上 浩之
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 青山 英樹
副査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 柿沼 康弘
	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 閻 紀旺
	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 寺川 光洋
	カリフォルニア大学	教授	工学博士 山崎 和雄
<p>学士（工学）、修士（工学）河上浩之君提出の学位請求論文は、「フェムト秒レーザーによる高精度 3 次元形状加工 CAM システムの開発」と題し、5 章から構成されている。</p> <p>フェムト秒レーザーによるアブレーション加工は、加工材料への熱影響が小さく、導電体および誘電体の精密加工が可能であり、切削工具形成、微小穴あけ、材料表面のパターン形成などに用いられている。従来、同アブレーション加工では、除去形状が同定されておらず、3 次元形状の高精度な形成が困難であった。そこで本研究では、フェムト秒レーザーによるアブレーションの 3 次元除去形状を同定し、加工形状を高精度に予測する加工シミュレーションを構築するとともに、同定された 3 次元除去形状を仮想的な工具形状として逆オフセット法を適用し、3 次元形状を形成するための CAM システムを開発することを目的としている。</p> <p>第 1 章では、フェムト秒レーザー加工の特徴を概説し、本研究の背景と目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、フェムト秒レーザーの技術背景として、パルスレーザー発振技術、レーザーの種類、そしてフェムト秒レーザー発振に用いられているチャープパルス増幅技術について概説している。また、フェムト秒レーザー加工において発生するアブレーションとインキュベーション効果の現象について解説し、提案するシミュレーションに組み込むためのモデル化手法および計算式を提示している。さらに、現在用いられているレーザー加工用 CAM システムの機能について解説している。</p> <p>第 3 章では、アブレーションにより除去される 3 次元形状を仮想工具形状として同定する手法を述べている。フルエンスとアブレーション率の関係の多段階近似、レーザー照射位置誤差、吸収率変化によるフルエンスの補正係数を導入することにより、高精度な加工形状予測が可能なモデルを構築している。さらに、仮想工具形状を同定するためのアブレーションパラメータをオンマシン計測機によって自動的に同定するシステムを開発し、アブレーションパラメータの同定を効率化している。開発した計算モデルおよびパラメータ同定システムを用いて、バインダレスナノ多結晶ダイヤモンドのアブレーションパラメータと仮想工具形状を同定している。</p> <p>第 4 章では、フェムト秒レーザー加工における 3 次元加工経路の導出法について述べている。提案手法では、切削加工における逆オフセット法をレーザー加工に適用し、仮想工具形状の逆形状の走査包絡面よりレーザーの照射経路を得ている。さらに、加工材料に対してレーザーの照射位置を 3 軸制御した場合に生じる加工残し形状をシミュレーションにより予測し、レーザーの照射位置・角度を 5 軸制御して加工残し形状を追加工する加工経路を得ている。得られた加工経路による加工実験を行い、2.5 次元加工経路に比べて高精度な 3 次元形状の形成が可能となることを確認している。</p> <p>第 5 章では、各章で得られた研究成果を要約し、今後の展望を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文では、フェムト秒レーザーにより高精度に 3 次元形状を形成する CAM システムを開発しており、生産工学の分野において、工業上、工学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>		