

氏名	窪田 真一郎
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第2439号
学位授与の日付	平成14年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	レーザーを利用した微細加工技術に関する研究
論文審査委員	教授 宇野 義幸 教授 吉田 彰 教授 鳥居 太始之

学位論文内容の要旨

本論文では、レーザーを利用して高品位、高付加価値のための微細加工技術の高度化について検討を行っている。主に、レーザーを利用した新しい微細形状の創成技術（第2章、第3章）ならびにレーザーを利用した微細加工における高品位化（第4章～第7章）の観点から研究を行っている。

第2章では、KrFエキシマレーザーを利用したグラファイト軸のマイクロ旋削加工について検討を行った。その結果、伝送光学系に配した金属マスクによって整形されたビームをレーザーバイトとして利用したレーザー旋削加工を行うことによって、グラファイトに対して種々の回転体微細形状の創成が可能であることがわかった。

第3章では、QスイッチYAGレーザーを用いたグラファイト微細電極の成形法について検討を行った。その結果、0.35 mm角の微細矩形電極を作成することが可能であり、さらに被加工物を重ねて切断することによってテーパの影響を抑制し、良好な矩形形状を成形できることがわかった。

第4章ではパルスYAGレーザーを用いた薄板精密切断におけるドロスの生成機構およびその抑制法について、実験的検討を行った。その結果、アシストガスに酸素を使用することによって熔融物の流動性が向上し、ドロスの付着が減少することがわかった。さらに、アシストガスを加工部近傍に効率的に吹き付けるために、ノズルと被加工物とのギャップ距離を短縮すると、ドロスの生成が抑制されることが明らかとなった。

第5章では、超微粒超硬合金に対してYAGレーザー加工と微細放電加工を併用した高アスペクト比穴加工について実験的検討を行った。本方法により、厚さ1mmの超微粒超硬合金に対してφ100 μmでアスペクト比が10の貫通穴加工が可能であることを実証した。

第6章では、併用加工法における仕上げ穴の品質を向上させるため、下穴の傾き角の測定方法について検討した。その結果、微細深穴を通過するHe-Neレーザー光の強度を測定する方法によって、被加工物の微小な傾き角を評価することが可能であることを明らかにし、その測定法を利用して、垂直度の高い下穴加工を行うためのアライメントシステムを提案した。

第7章では、レーザー・放電併用微細穴加工法を同一機上で実現するための加工システムの提案ならびに試作を行った。

論文審査結果の要旨

本論文では、主にレーザを利用した新しい微細形状の創成技術ならびにレーザを利用した微細加工における高品位化の観点から種々の研究を行っている。まず、KrF エキシマレーザを利用したグラファイト軸のマイクロ旋削加工について検討を行った。その結果、整形されたビームをレーザバイトとして利用し、レーザ旋削加工を行うことによって、種々の回転体微細形状の創成が可能であることがわかった。次に、Q スイッチ YAG レーザを用いたグラファイト微細電極の成形法について検討を行い、被加工物を重ねて切断することによってテーパの影響を抑制し、良好な矩形形状を成形できることがわかった。さらにパルス YAG レーザを用いた薄板精密切断におけるドロスの生成機構およびその抑制法について実験的検討を行った結果、アシストガスに酸素を使用することによって熔融物の流動性が向上し、ドロスの付着が減少することがわかった。また、アシストガスを加工部近傍に効率的に吹き付けるために、ノズルと被加工物とのギャップ距離を狭くすることによってドロスの生成が抑制されることを明らかにした。次いで超微粒超硬合金に対して YAG レーザ加工と微細放電加工を併用した高アスペクト比の微細穴加工について実験的検討を行った。本方法により、厚さ 1mm の超微粒超硬合金に対して $\phi 100 \mu\text{m}$ 、すなわちアスペクト比が 10 の貫通穴加工が可能であることを実証した。さらにレーザ・放電併用微細穴加工法を同一機上で実現するための加工システムの提案ならびに試作を行った。その結果、本システムの実用化においては、伝送光学系である光ファイバの品質向上やレーザ発振器の小型化が不可欠であることが明らかとなった。

以上のように本論文では、レーザ加工を利用した微細加工技術について有用かつ独創的な知見が得られており、博士（工学）の学位に値するものと認める。