

Title	微細電極を用いる放電とそれによるマイクロ溶融現象の基礎的研究
Author(s)	尾崎, 公洋
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3094177
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	尾崎公洋
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第11371号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科溶接工学専攻
学位論文名	微細電極を用いる放電とそれによるマイクロ溶融現象の基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 丸尾 大 教授 仲田 周次 教授 中尾 嘉邦 教授 小林紘二郎 教授 黄地 尚義

論文内容の要旨

本論文は、先端が鋭い微細電極と試料間の微小なギャップに電界を作用させたときに生じる現象のうち、真空中の絶縁破壊とそれとともなって発生する放電に注目し、放電現象に影響を及ぼす因子を調べ、さらに放電時に試料表面に微小なスポット状の溶融部が形成されることからその制御を検討し、マイクロメートルサイズの溶融加工の可能性を追求した研究成果をまとめたものである。

第1章は緒論であり、本研究の背景、目的ならびに本論文の構成、概要について述べている。

第2章では、微細電極と試料、アクチュエーターならびにコントローラから成るマイクロ溶融加工実験装置を試作しその性能を評価している。試作した実験装置は、走査トンネル顕微鏡 (STM) としても使用可能であることから、物理的蒸着面の走査像を観察することによって装置の機能評価を行い、電極と試料間の微小ギャップの長さ、位置などが所期の精度で調整できることを確認している。

第1章では、試料の微小溶融・蒸発に必要なエネルギーについて試料物質の潜熱を考慮して熱伝導論的に検討している。また電極と試料間に数ボルトのパルス電圧を加えることによってナノメートルサイズの蒸着物が形成されるが、この蒸着物の体積がパルスエネルギーに依存することから、供給したパルスエネルギーが溶融加工エネルギーとなることを示している。

第4章では、真空雰囲気中で微小なギャップに1000 Vを越えない電圧域で電圧を印加し、絶縁破壊とそれにつづくマイクロ放電現象について検討している。実験では、直流電圧とパルス電圧をそれぞれ印加したときの絶縁破壊と放電電流、電圧の時間的变化を調べ、発光の位相とスペクトル分析から、放電は試料物質の蒸気プラズマ中のアーク放電の特性を示すことを明らかにしている。

第5章では、絶縁破壊ともなうマイクロ放電によって生じる微小サイズの物質溶融とその制御の可能性を調べている。その結果たとえば繰り返しパルスを生産させることによって、マイクロメートルサイズの溶融ビードが形成されること、そのビード巾がパルス条件に依存していることなどを確認している。

第6章では、本研究で得られた知見を総括し、結論としている。

論文審査の結果の要旨

近年、マイクロマシンと呼ばれる微小な機械または構造体を作ることが注目されている。このような微小な構造体を創製する場合についても接合するプロセスは重要なプロセスであり、融接を利用することも十分想定される。

本論文は、微小サイズの素子部品の接合を達成することを重要な目的の一つとして、微細電極と試料間のマイクロ放電の特性と制御について行った一連の実験的研究をまとめたもので、その成果を要約すると次の通りである。

- (1) 走査トンネル顕微鏡 (STM) の機構を具えたマイクロ溶融加工実験装置を試作し、電極と試料間の間隔および平面的位置の設定がナノメートルレベルで可能であることを確認している。
- (2) 溶融・蒸発の潜熱を考慮した熱伝導論的検討から、入熱時間を $10^{12} \sim 10^{13} \text{ W/m}^2$ のパワー密度が必要であることを示している。そして STM 観察時に数ボルトのパルス印加によって $20 \sim 40 \text{ nm}$ の蒸着物が生成すること、ならびに蒸着物の体積がパルスのパワーにほぼ比例していることを見出している。
- (3) 電極と試料の微小ギャップに $100 \sim 1000 \text{ V}$ の電圧を印加したときの真空絶縁破壊について調べ、電極先端の曲率半径と電界増倍係数は理論値と同じ傾向を示すことを確認している。
- (4) 絶縁破壊後に生じる微小な領域における放電は、試料物質の蒸気中のアーク放電に近い特性を示すことを明らかにしている。
- (5) パルス放電を用いる事によって、 1 nm から 10 nm の溶融部を得ることができる。パルス電圧および電流値は、溶融部の直径に影響する。このことはパルス条件の制御が溶融部の制御に極めて重要であることを示している。

以上のように、本論文は微細な電極と精細な変位調整機構を備えたマイクロ溶融加工実験装置を試作し、真空中の絶縁破壊とそれにつづくマイクロ放電によってマイクロメートルレベルの大きさの溶融ビートを可成り高く再現できることを示したもので、生産加工工学およびマイクロ加工技術の発展に寄与する所が大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。