

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 許東亞

本論文は、「量産対応微細穴放電加工の実用化に関する研究」と題し、全 7 章から成り立っている。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べている。また、微細穴加工の重要性および要求について述べ、従来の微細穴の加工手法の問題点を比較し、説明している。放電による微細穴加工の問題を提起し、それらの問題を解決するための、本研究の基本方針、研究目的を明らかにしている。

第 2 章では、従来の深穴加工の問題点を述べ、微細穴の加工深さを改善するために、ジャンプフラッシング加工システムを提案している。加工装置の構成について述べると共に、装置の試作、加工特性の解析を行った結果を従来の深穴加工と比較しながら詳述している。

実験結果より、従来の加工方式では貫通不可能なアスペクト比 15 程度の微細深穴の加工が可能になったことを示している。他にも、厚さ 2.0mm の SKD 材にアスペクト比 20 の微細深穴を貫通したことを示している。これらよりジャンプフラッシング加工システムの実用性を明らかにしている。

第 3 章では、細長い微細工具の成形問題について述べ、より効率良く電極を成形するために、ツイン WEDG 加工システムを提案している。まず、システムの基本構造を提案し、装置の試作、実験により加工特性を明らかにした。そして、単一 WEDG とツイン WEDG の加工結果と各パラメータを比較し、ツイン WEDG 加工システムの実用性を検討した結果、ツイン WEDG 加工システムにより荒加工と仕上げ加工を両方同時に加工できることを確認した。さらに、能率が向上したにもかかわらず従来の単一 WEDG と比べて、同様に真直度がよい細長い電極を加工することが示されている。また、実験結果により、仕上げ加工径  $80\ \mu\text{m}$  程度のタングステン電極を加工する場合は、仕上げ用取り代を約  $10\ \mu\text{m}$  に設定すると、加工効率が大きく、従来の単一 WEDG の訳  $1/2$  に加工時間が短縮された。仕上げ加工径が  $40\ \mu\text{m}$  程度の場合は、最適の仕上げ代は約  $5\ \mu\text{m}$  に減少し、この場合も加工時間は同程度に減少される。単一 WEDG の実験データをもとにした計算と分析からも、ツイン WEDG 加工システムは従来の単一 WEDG より電極の成形時間をおよそ  $1/2$  に短縮できることが示

されており、実際の実験結果とほぼ一致している。

第4章では、工具成形から穴加工までを一貫して同時に進行させる新しい加工システムを提案し、その加工方式の原理、システム構成を説明している。また、試作装置により実際に連続穴加工を行い、加工特性、穴径の精度、電極送り量の影響などのパラメータを明らかにし、微細多数穴加工の実用性を検討している。このタンデム型一貫加工方式により、穴加工と電極成形を両方同時に行うことが可能であり、また、加工した微細穴の真円度も  $0.5\mu\text{m}$  以下に収まっているなど、良好な結果が示されている。

第5章では、シャープペンシルのメカニズムを用いた電極供給方法を提案している。また、第3章のツイン WEDG 加工システムと第4章のタンデム型一貫マイクロ EDM システムを併用した加工方式による連続的な微細穴加工実験も行っている。このシステムによる連続的な微細穴加工が可能であることを確認すると共に、加工速度、穴の精度などについて検討を行っている。シャープペンシルのメカニズムの応用で消耗された電極素材を供給することが可能であることを確認し、また、シャープペンシルのメカニズムによる電極素材供給方法はタンデム型一貫加工方式と併用して、連続的な大量の微細穴加工が可能であると示している。連続的に大量の微細穴加工を行う場合、ワイヤガイドと工作物の隙間に分解されたカーボンが堆積するため、連続加工が不可能になる。従って、より大量の微細穴を加工するには、ワイヤガイドと工作物の隙間に加工液をフラッシングするなどして堆積物を除去する必要があることが明らかとなった。

第6章では、各章の加工方式を統合して全自動微細穴放電加工装置に発展させ、更に大量の微細穴の連続加工実験を行っている。試作装置の特性について明らかにすると共に、加工特性、穴の精度、加工時間などのパラメータを明らかにし、加工応用例が紹介されている。

第7章では、以上の結果を総合して考察し、本研究で得られた成果をまとめ、今後の展望について述べている。

以上、本論文は、従来の微細穴放電加工機の問題点を克服することにより今まで実用不可能であった連続的な微細穴の大量生産が可能な手法を提案し、応用実験を含めその有用性を明らかにしており、放電加工の分野に画期的な新しい可能性を示したものといえる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。