

# ものづくりプロジェクト “卓上型微細放電加工機の製作” 第 2 報

松田 樹也<sup>\*1</sup>, 山室 賢輝<sup>\*2</sup>, 有吉 剛治<sup>\*2</sup>, 大嶋 康敬<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>熊本大学工学部技術部電気情報技術系, <sup>\*2</sup>熊本大学工学部技術部生産構造技術系

## 1. はじめに

現在、様々な分野において微細化が進められており、マイクロから、ナノオーダーでのデバイスの開発への移行など微細加工の需要が増加している。そこで、本プロジェクトにより製作した「卓上型微細放電加工機」は、簡素なシステムにも関わらず、マイクロオーダーでの穴あけ加工を実現し、研究・開発の手助けになることが期待できる。

熊本大学工学部にて実施された平成 20 年度ものづくり創造融合工学教育事業の支援を受けて、“工学基礎技術の融合と実践型教育による未来の創造”と題した 4 つのテーマからなるプロジェクトを遂行した。本プロジェクトは、学科の実験・実習の垣根を越えた専門域外の学生も対象に、ものづくりを通して基本的な技術および知識を習得することにより、参加者の好奇心を涵養し、学習意欲の向上と創造する楽しさを発見してもらうことを目的としたプロジェクトである。本プロジェクトの一つである「卓上型微細放電加工機の製作」では、機械設計、機械加工、電子回路、制御理論、材料評価などの機器製作に必要な分野を専門とする学生や技術職員が集まり、多方向からの見識により、高度な技術が融合した装置開発を目指した。また作製を通じ、PDCA サイクル（計画・実施・評価・改善）という一連のものづくりの流れを体験できる。

本稿では、このような背景の下で製作した卓上型微細放電加工機における制御部に特化して述べている。本装置は、オペアンプとワンチップマイコンによるフィードバック制御を備えた自動位置制御により、最適な放電状態を維持しながら微細な穴をあける装置である。

## 2. 装置概要

本装置は、充放電回路・制御回路・各種ドライバ・加工装置（本プロジェクト設計・製作（機械）グループにより製作）から構成される。充電電源は松定プレジジョン社製 PLE-160-0.45 を使用し、Z 軸電動スライダ・ドライバユニットにはオリエンタルモーター社製の SRL40B1-075SKD を使用している。また、加工穴が真円に近付くようにオリエンタルモーター社製のブラシレスモータユニット AXH015K-A にて針電極を回転させて加工する。制御グループ製作のメイン部分となる充放電回路および制御回路は制御手法を構築後、設計・製作を行った。図 1 に装置の外観を示す。

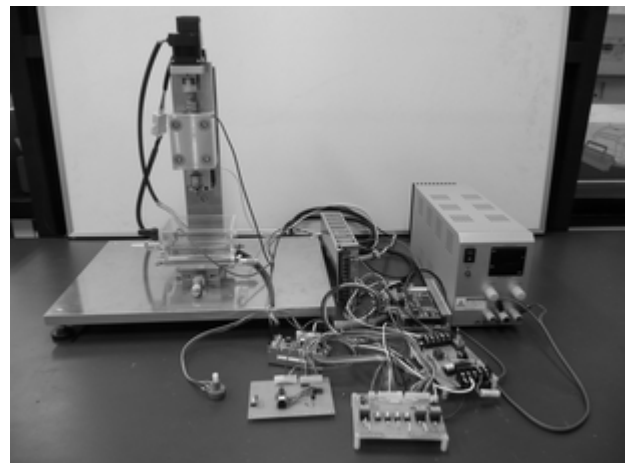


図 1 卓上放電加工機の外観

## 3. 加工動作

本装置の充放電回路は、図 2 のように直流電源 E と抵抗 R にキャパシタ C を並列接続させ、キャパシタの両端に接続される針電極と試料による簡素な回路で構成される。加工方法には、直流電源により充電キャパシタに充電抵抗を介して充電し、針状電極と試料間の絶縁破壊電圧超えたときの放電により掘削するキャパシタ放電回路を採用している。

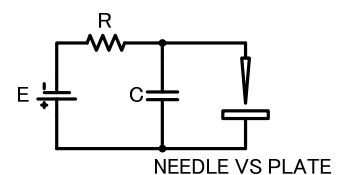


図 2 充放電回路図

#### 4. 制御手法

安定した充放電で動作させるために、本装置ではオペアンプ (LM358) と PIC マイコン (PIC18F84A) によるフィードバック制御を備えた自動位置制御により、最適な放電状態を維持しながら加工動作を行っている。制御手法を以下に述べる。

充電電圧を抵抗分圧器によりドロップし、キャパシタで包絡線を生成した参照電圧  $V_{ref}$  を高い方の基準電圧  $V_H$  と低い方の基準電圧  $V_L$  の2つに対してオペアンプ (LM358) により比較する。図3に示すように、 $V_{ref}$  が  $V_H$  と  $V_L$  の間で充放電するように針電極-試料間の距離を変化させて制御する。 $V_{ref}$  が  $V_H$  より高い電圧のときは放電開始電圧を下げるために針電極-試料間距離を短くする (針電極を下方へ動作)。一方、 $V_{ref}$  が  $V_L$  より低い電圧のときは放電開始電圧を上げるために針電極-試料間距離を長くする (針電極を上方へ動作)。

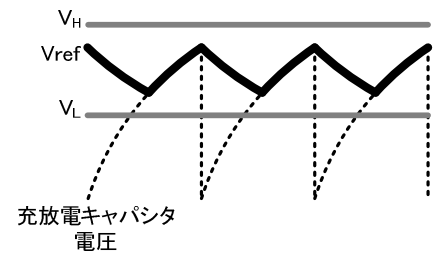


図3 参照電圧  $V_{ref}$  と基準電圧  $V_H \cdot V_L$

図4に制御回路の概略図を示す。針電極の下降および上昇は、PIC マイコンからのパルス信号により動作する。動作条件の設定は、DIP スイッチおよび押しボタンスイッチにて決定する。最高移動速度設定では、上昇および下降動作の速度を設定する。後退動作移行間隔は、掘削屑を排出するために一時的に針電極をある程度上昇させる間隔を設定する。加工深さ設定では、UP/DOWN パルス信号をカウントし、設定値まで針電極が下降すると動作を終了する。

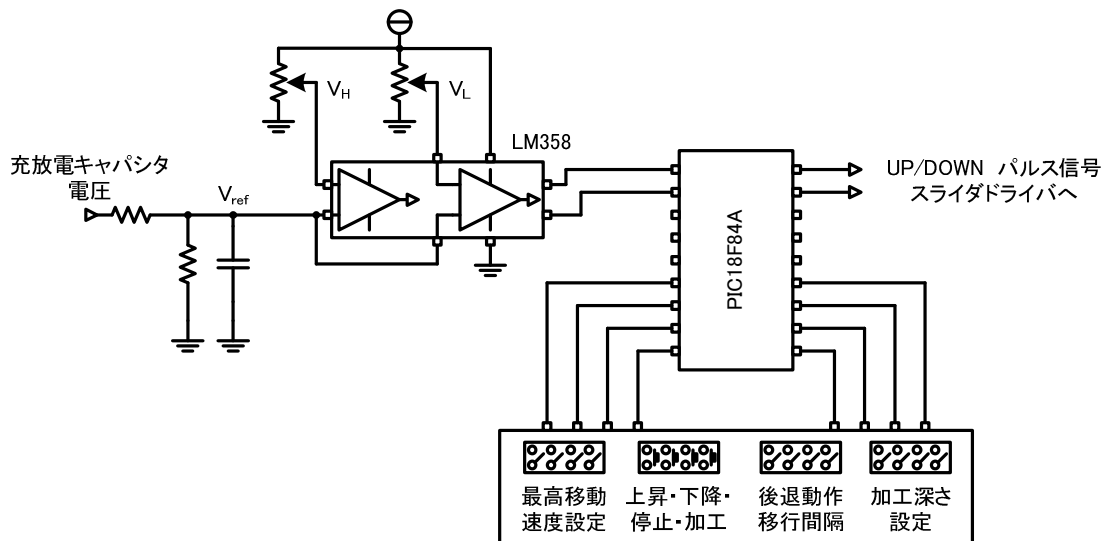


図4 制御回路図

#### 5. まとめ

本装置による加工は成功したが、充電電圧、充放電キャパシタ容量、充電抵抗などをパラメータとして、加工特性を調査し、最適値を導出する必要がある。今後は、加工進行モニタリング装置の製作、各パラメータの表示化や自動 XY テーブルを追加し連続で多数の穴あけ加工や長穴加工が可能な装置への発展を目指す。

#### 6. 参考文献

- 1) 立木一志他, 卓上型放電微細穴・溝加工装置の開発 (設計製作と制御システム), 平成 18 年度名古屋大学総合技術研究会 機械・ガラス工作技術研究会報告集, pp.1-4.
- 2) 御厨照明他, 卓上型放電微細穴・溝加工装置の開発 (微細加工と評価), 平成 18 年度名古屋大学総合技術研究会 機械・ガラス工作技術研究会報告集, pp.5-8.