

# 卓上型微細放電加工機の製作

熊本大学 工学部技術部

○ 大嶋 康敬 山室 賢輝 有吉 剛治 松田 樹也

## はじめに

熊本大学工学部では、平成 17 年度よりものづくり創造融合工学教育支援事業を実施しており、技術部も本事業の支援を受けて「工学基礎技術の融合と実施型教育による未来の創造」と題し、4 つのテーマを掲げプロジェクトを実施した。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ものづくりを通して基本的な技術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ている。本報告では、そのうちの「卓上型微細放電加工機の製作」の主に制御部分について報告を行う。本装置は、ワンチップマイコンを用いたフィードバック制御により電極の位置制御を行いマイクロオーダーでの穴あけ加工が可能な装置である。

キーワード：放電加工 マイコン

## 1. 実施方法

工学部の学生および教職員から参加者を募り、メンバーを下記の 4 グループに分け各グループのリーダーのもと作業を行った。

- A. 設計
- B. 製作（機械）
- C. 製作（制御）
- D. 評価

製作する装置は、名古屋大学技術部での取り組みを参考にし、直径数百～数十  $\mu\text{m}$  の穴あけ加工が可能な 1 軸（Z 軸）制御を目標と定めた。

## 2. 設計・製作（機械）グループ

設計グループのメンバーは機械システム工学科の学生と学科との関係の深い技術職員のため、講義等で利用している 3D CAD ソフトの Solid Works を用いた。本ソフトで全ての部品を作成した後、アセンブリ機能により干渉や可動範囲のチェックを行った（図 1）。また、製作（機械）グループのメンバーに実際に加工が可能であるかを確認してもらい製作へ移行した。

## 3. 製作（制御）グループ

放電加工を行うための電源回路は、構造が簡単なコンデンサ放電回路（RC 電源）を用いた。加工中は電極と加工物の距離を適切に保つ必要があり、放電が起こる電圧はこの距離と比例関係があるため、電圧を常時監視し、設定した上限値と下限値の範囲内に電圧がおさまるように電極位置を制御する方法を用いた（図 2）。

制御方法決定の後には、回路製作グループとプログラム製作グループに分かれて作業を行った。

制御回路は、オペアンプ、ワンチップマイコン（PIC16F84A）、電動スライダ等を用いて製作した。

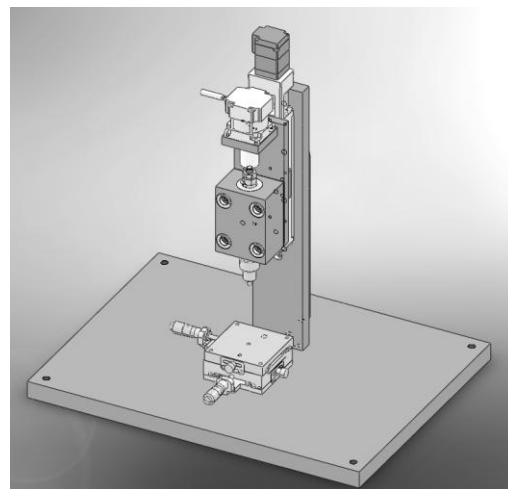


図 1. SolidWorks による装置モデル図

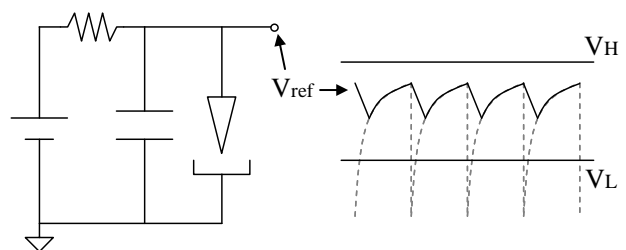


図 2. 制御方法概略図

オペアンプは、電極電圧と可変抵抗で調整可能な上限値および下限値とのコンパレータとして用い、電動スライダは電極の移動に用い、ワンチップマイコンはオペアンプの出力の監視および、電動スライダへのパルス信号出力に用いた。

ワンチップマイコンのプログラムは MPLAB-IDE 上で C 言語を用いて作成した。制御プログラムのフローチャートを図 3 に示す。

電源 ON 後に加工速度や加工深さ等の初期設定を行う。初期設定直後はボタンでの手動上昇・下降のみ可能。加工ボタンを ON 後は、手動上昇・下降を優先とし、電極電圧が上限値より高い場合は電極を下降、下限値より低い場合は電極を上昇、範囲内なら不動で指定回ループ後に一旦上昇。指定深さまで加工したら、電極を上昇させ停止するというシンプルなものである。

動作テストはブレッドボード上で、タクトスイッチを用いて手動でオペアンプの出力を模して行った。

両グループの作業完了後に、実機で回路とプログラムの動作確認を行い、細かなミス修正を行い穴あけ加工が出来ることを確認した。

改良版では、電極の位置および電極電圧の上限・下限値の表示機能追加を目標とした。回路では、AD変換機能のあるワンチップマイコン PIC16F877A に変更を行い、LCD (SC1602BSLB) を追加した回路を作製した。プログラムでは、初期設定部に LCD の初期設定を追加し、割り込み機能で、一定時間毎に AD 変換で得た電圧値とパルス数より計算した電極位置で LDC の表示を更新するように変更を行った。

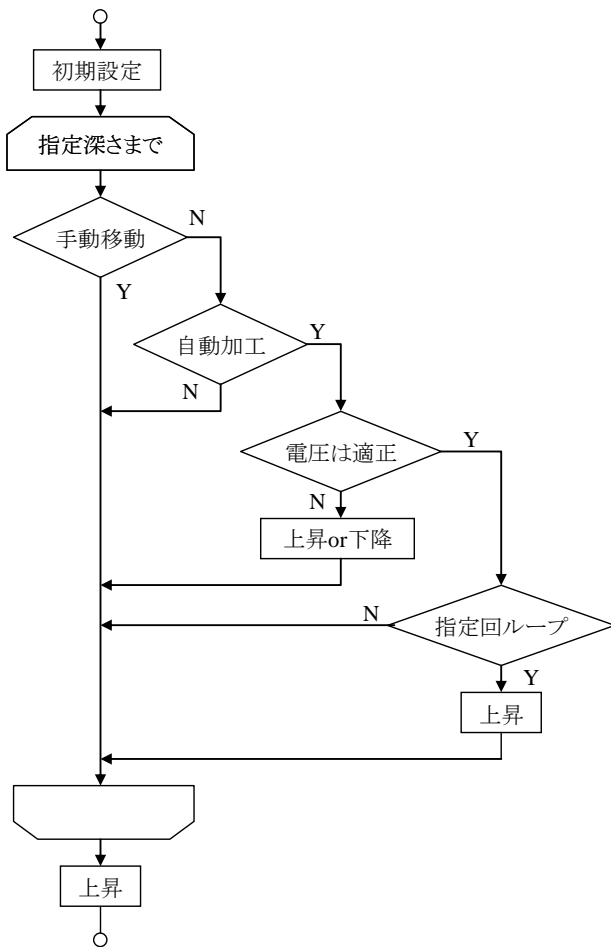


図3. 制御プログラムフローチャート

#### 4. 評価グループ

評価グループでは、仕上がり形状の確認、加工部での内部組織への影響の調査を行った。調査は、走査型電子顕微鏡 (SEM) および集束イオンビーム加工装置 (FIB) を用いて行った。電極に直径 400 $\mu\text{m}$  のタングステンを用いて、電源電圧 120V で加工したステンレスの加工部を図4に示す。加工穴の直径は電極より 10% ほど大きな穴となっている。電源電圧を上げて加工を行うと穴の直径は大きくなるが、加工時間は短くなる。逆に電源電圧を下げて加工を行うと穴の直径は小さくなるが、加工時間が長くなってしまふ。

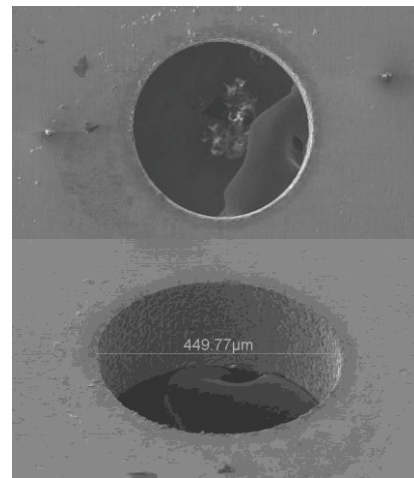


図4. 加工穴の SEM 画像

#### 5. おわりに

反省点としては、PIC マイコンを使用することが初めてであり、卒業研究の時期と重なったため、学生への指導が十分に行えなかった。今年度も引き続き行う予定であり、実施したことを学習内容として、学生への指導を十分に行いたいと思う。

また、電源電圧等の最適なパラメータを求める必要がある。

#### 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
- 3) 山室 賢輝 他, 「学生とつくる卓上型微細放電加工機」, 日本工学教育協会 第 57 回工学・工学教育研究講演会