

微細加工に対応する放電加工 システムの製作

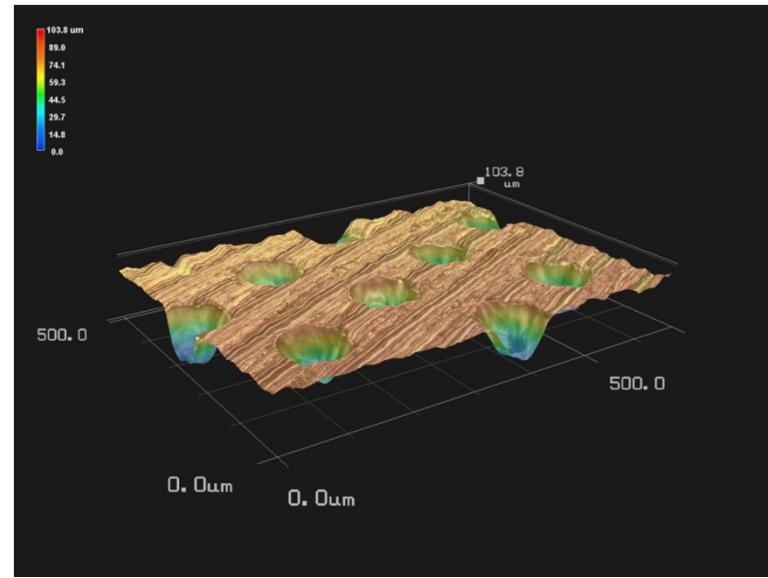
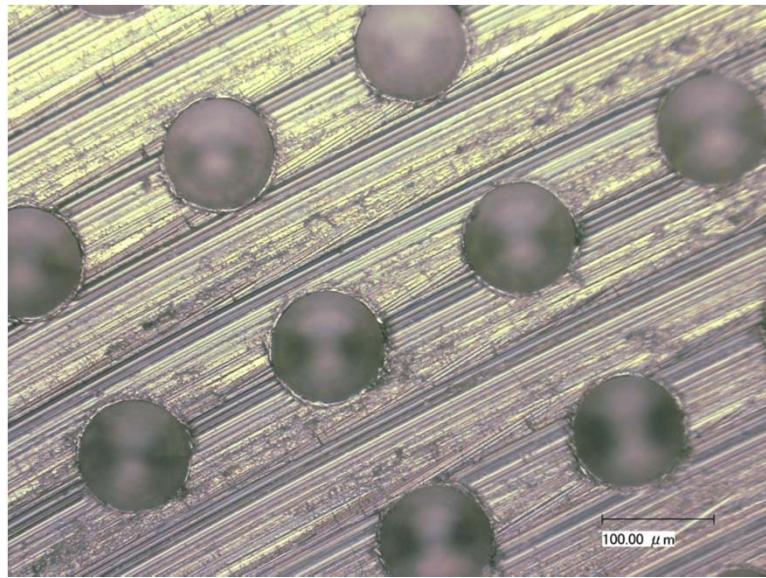
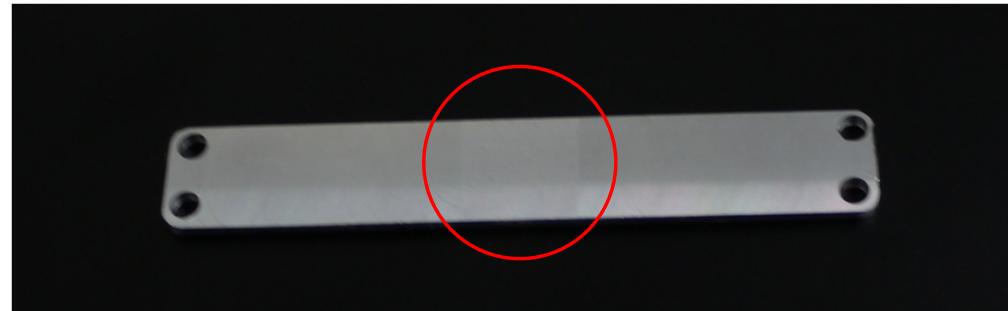
実験教育支援センター

理工学部 機械工学科 教授

○吉田 久展
高野 朋幸
斎田 尚彦
三井 公之

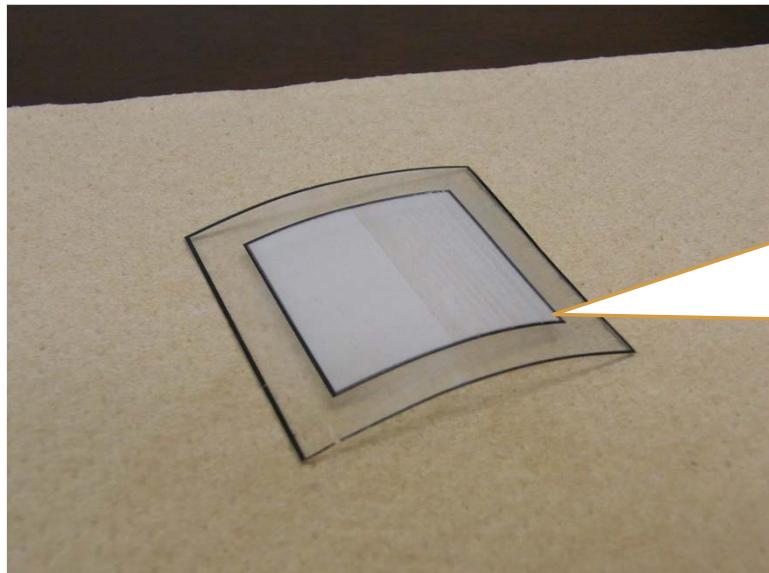
はじめに

金型
材質:アルミ



R50μm 深さ50μm P100μm

はじめに



パターンシート
材質: PET(OHPシート)
35 × 35 Φ0.1穴 3万個

先端ノズル
材質: アルミ
先端Φ0.4



目的

最近では…

- 加工部品の小型化
- 加工に要求される寸法が微細化
- 既存の工作機械だけでは対応が難しい

目的

- 100μm以下の加工に対応する放電加工システムを構築する

本発表では…

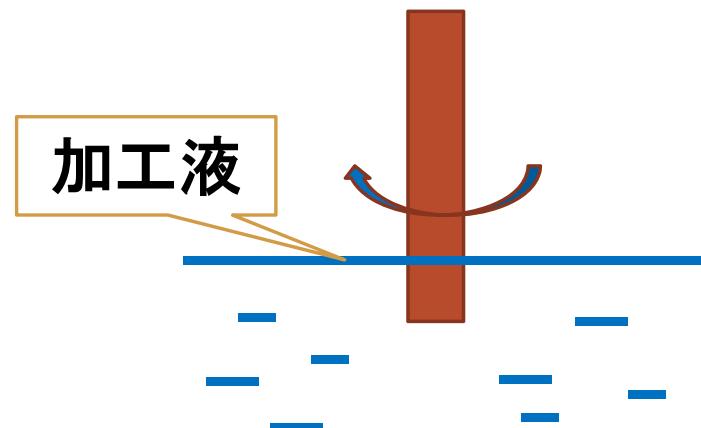
- 型彫り放電加工装置と精密3軸ステージを組み合わせたシステムの設計・製作とその装置で行なった初期段階の加工結果について報告する

放電加工について

□ 放電加工の原理

- 放電加工 (Electric Discharge Machining : EDM) とは銅やタンクステン等の電極を用いて加工物に形状を転写させる加工方法である。一般的の機械加工とは異なり、放電現象による非接触での加工ができる。
- 長所・・・通電する材料であれば硬度に関係なく加工が可能であること、切削加工ではできない深さ方向のエッジ加工が容易にできること、バリの発生が少ないとことなどがあげられる。
- 短所・・・加工速度が切削に比べ遅い、電極が必ず必要となること。

①電圧印加

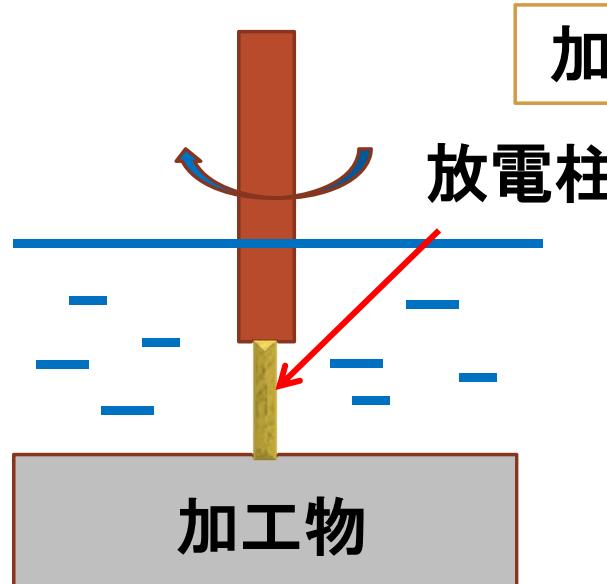


加工物

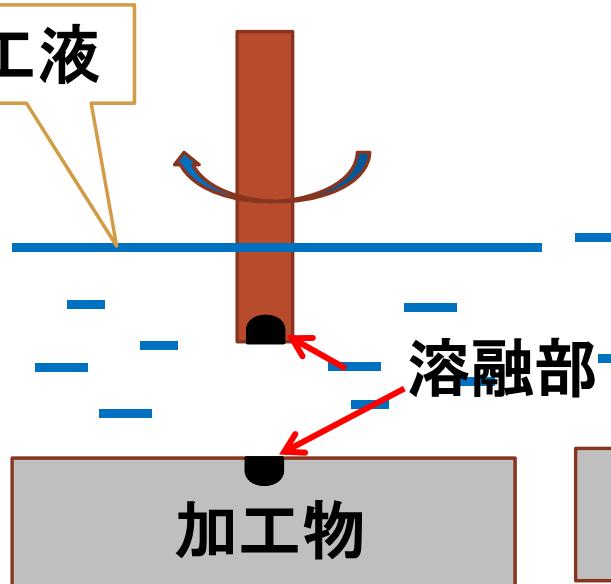
放電加工 1 サイクル

放電加工について

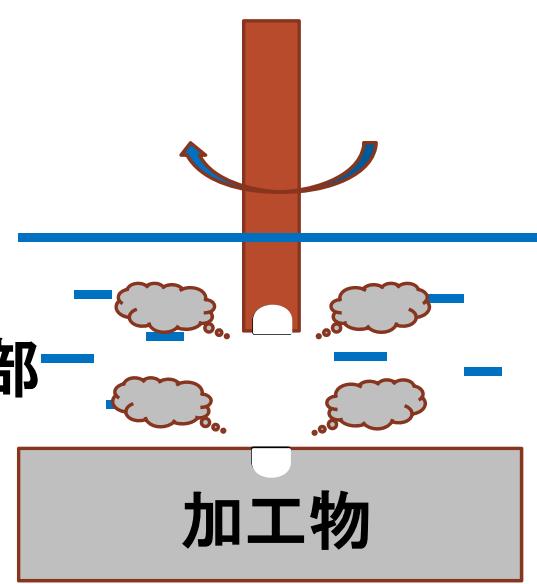
②放電柱形成



③溶融



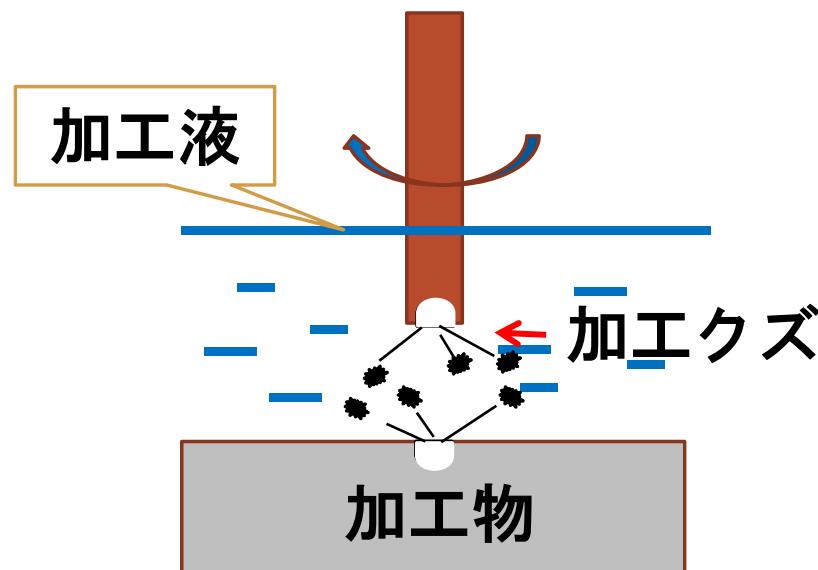
④気化



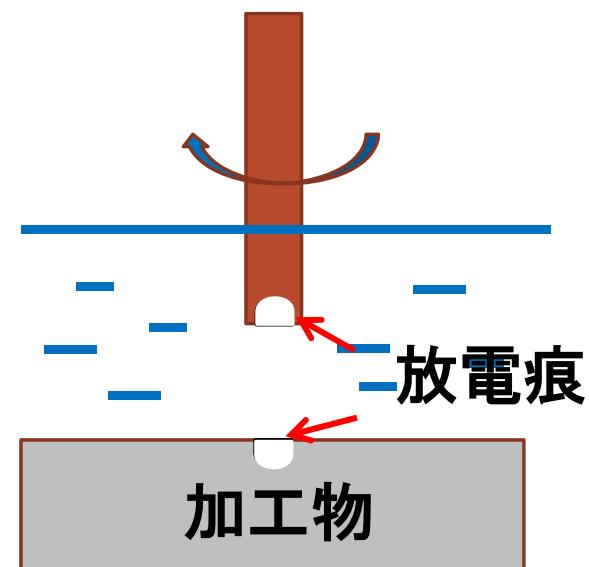
放電加工 1 サイクル

放電加工について

⑤飛散



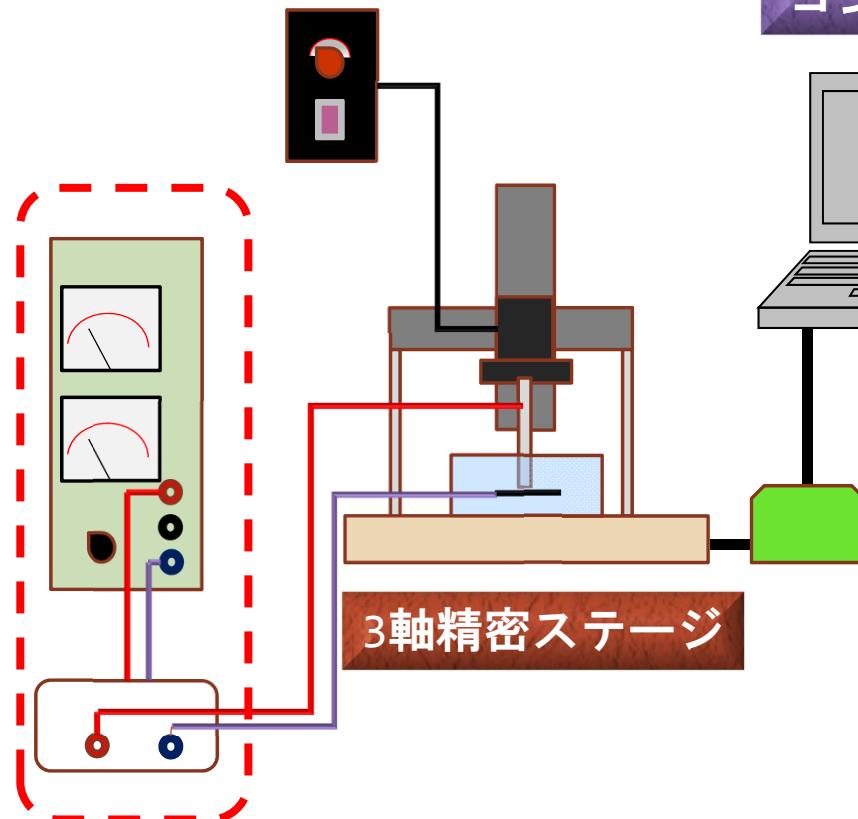
⑥絶縁回復



放電加工 1 サイクル

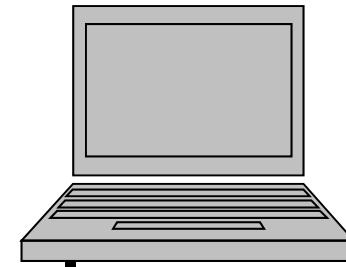
装置について

電極回転ユニット

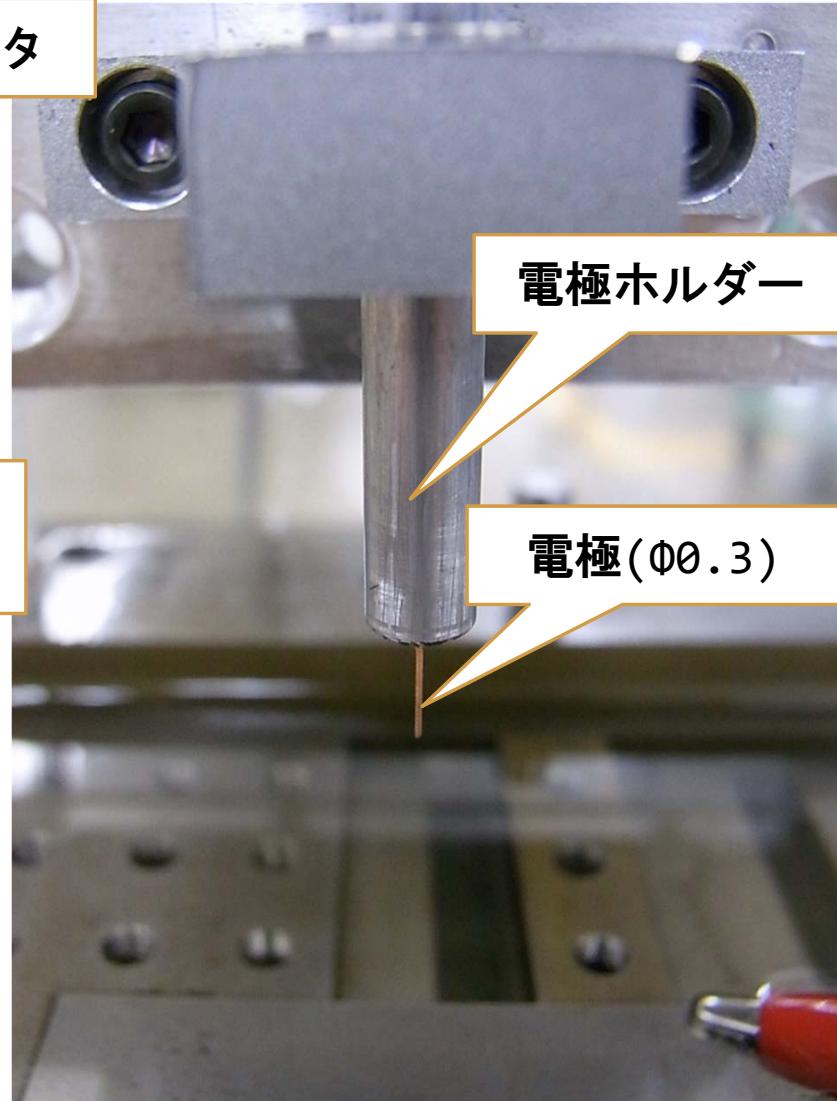
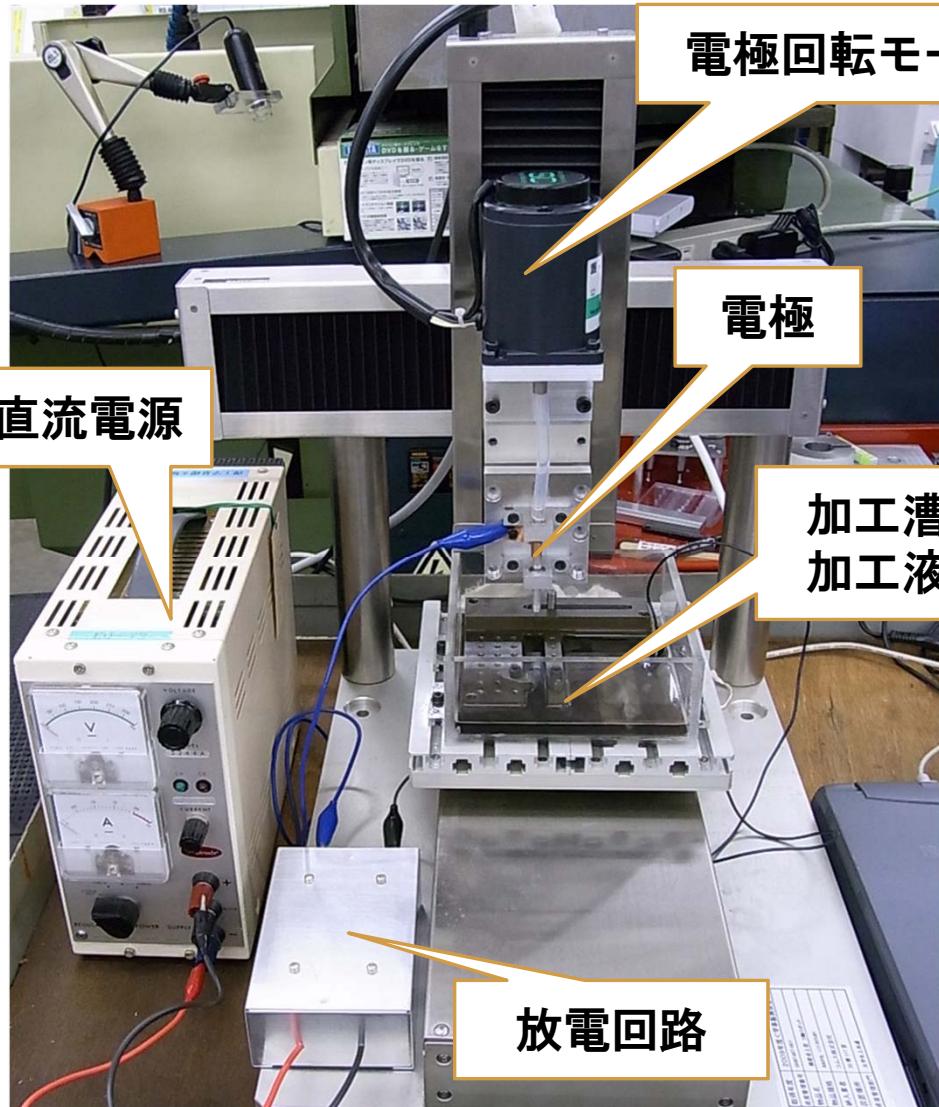


放電加工電源

ステージ
コントロール

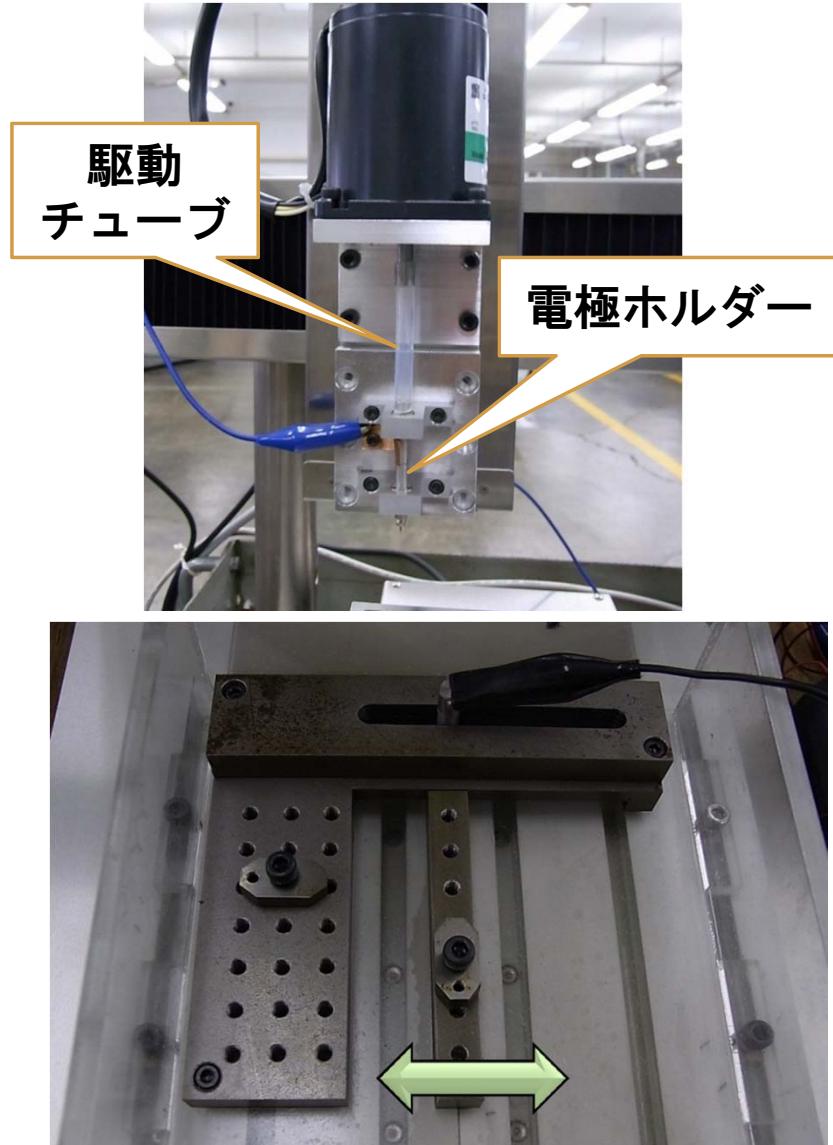


放電加工装置（構成）・設計の考慮点

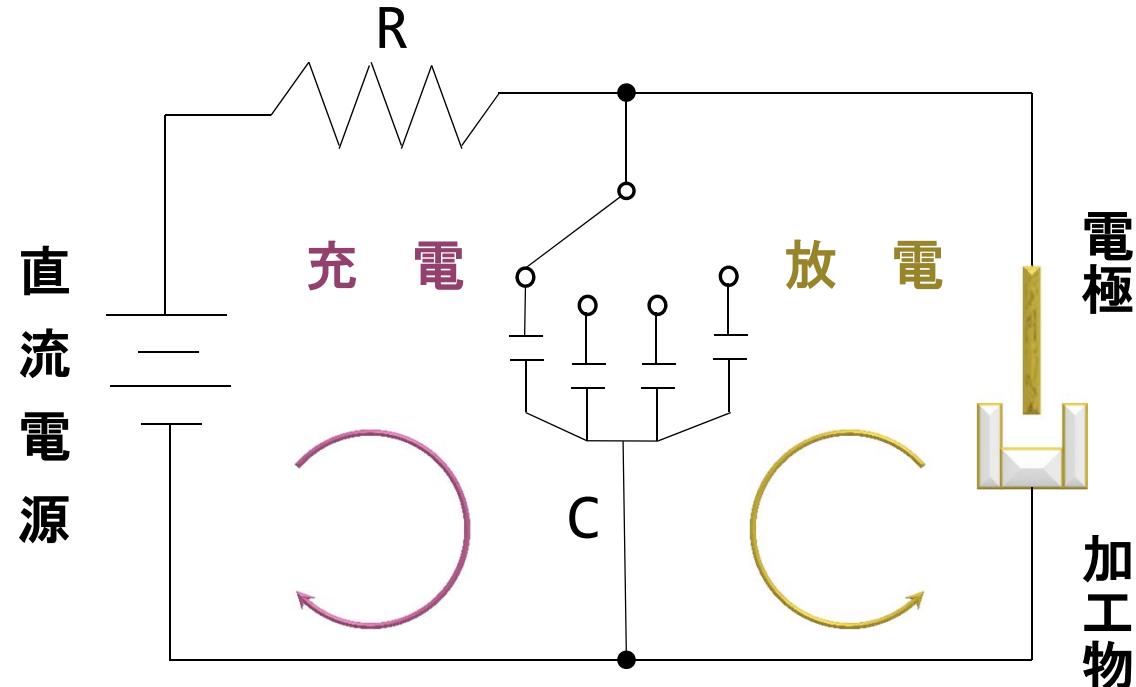


放電加工装置（構成）・設計の考慮点

1. 放電加工装置と精密ステージが容易に取り外せること
2. 電極棒が回転するとき芯ブレをしないこと
3. 電極の取外しが容易にできる
4. 加工材料の大きさに合わせて把持できる



コンデンサ放電回路



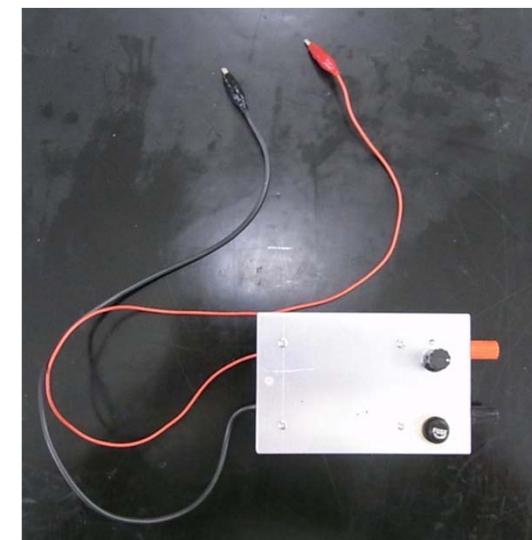
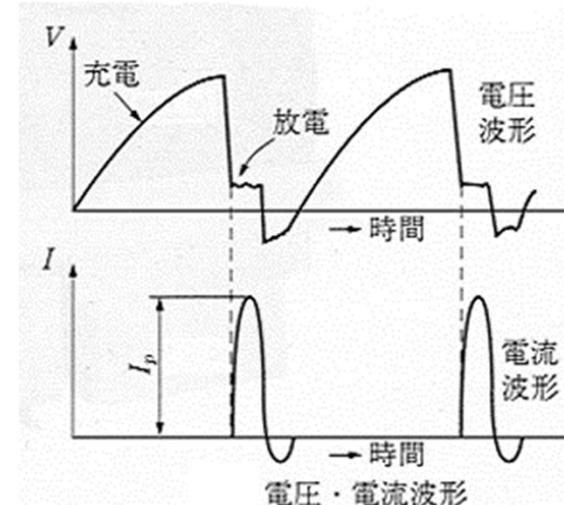
R:充電抵抗 ($1\text{ k}\Omega$ 10Wセメント)

C:コンデンサ ($0.1\mu\text{F}$, 3300pF , 1000pF , 220pF , 100pF)

電源電圧: $60\sim110\text{V}$

放電回数1秒間あたり数千回～数万回

放電エネルギー: $e=1/2CV^2$



仕様

3軸精密ステージ

駆動方式	5相ステッピングモータ
移動範囲	x Y軸 170mm Z軸 70mm
最少移動量	2μm
最大移動速度	60mm/sec
位置決め精度	20μmm
繰返し精度	±2μm
平行度	20μmm
直角度	20μmm
最大可搬重量	5kg
最大推力	10kg以上
外形寸法	385×430×523(W×D×H)
本体重量	25kg

放電加工装置

電源入力	AC100V50Hz
出力	DC60～110V程度
コンデンサ容量	100pF～0.1μF
抵抗値	1kΩ
電極直径	Φ0.3, 0.5, 0.8
電極材	銅パイプ, 銅棒
放電加工油	三井スペースカット
電極回転モータ	100～1700RPM

放電加工条件

放電加工を行うには・・・
材質・電極の大きさによって

- 電圧・電流値
- コンデンサ容量
- 電極送り速度
- 電極回転数

加工物の影響

- 放電痕
- 放電ギャップ
- 電極消耗率

- 加工精度
- 加工時間

加工結果

加工条件

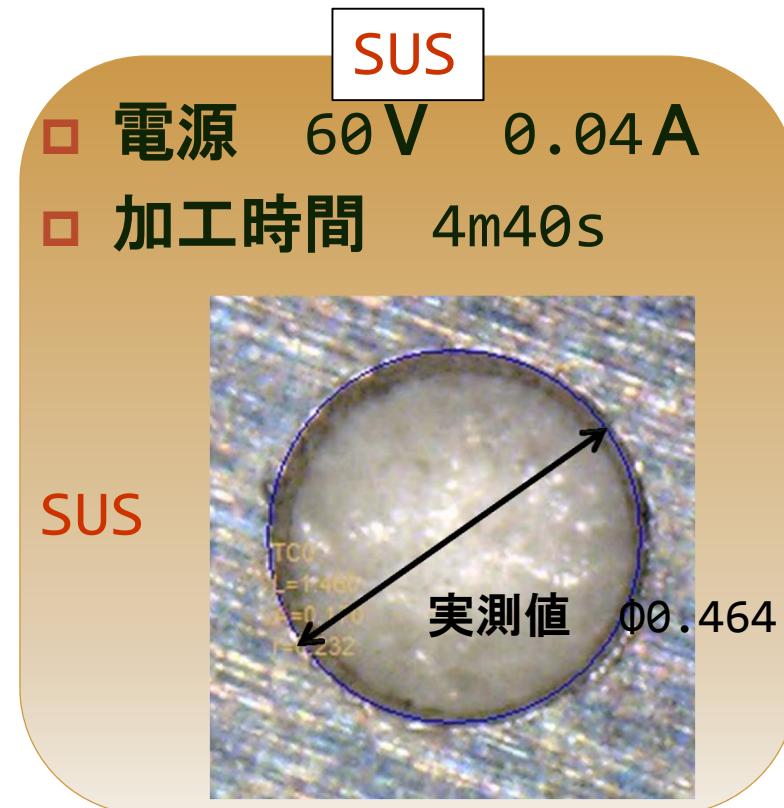
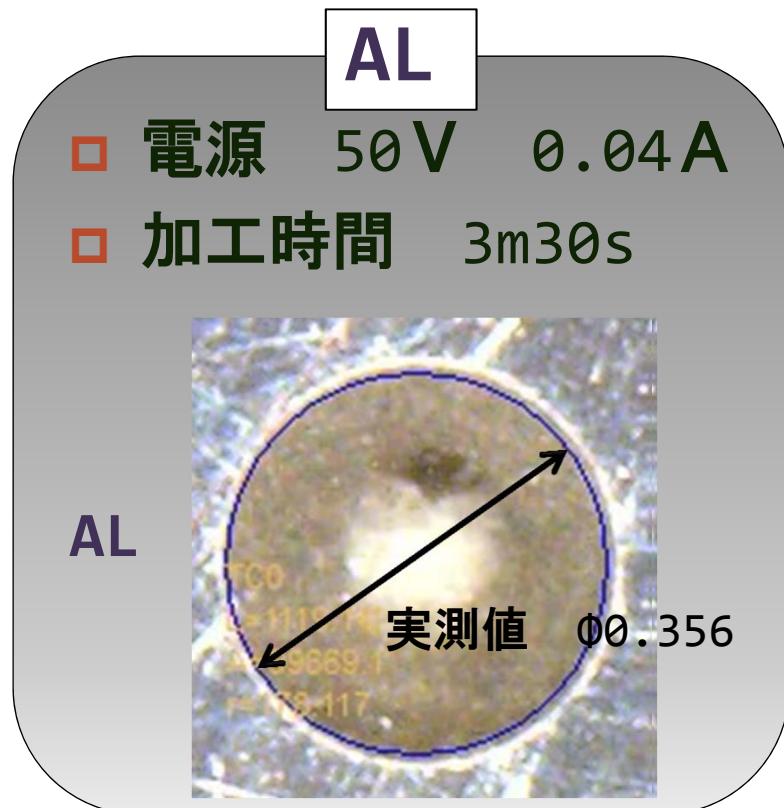
□ 放電ギャップ

- 電極より出た放電柱により加工物が溶融し電極との間に生じる隙間
- 現在の放電加工機は、電極の大きさの5~10%

AL・SUSの加工比較

共通加工条件

- 板厚 $t = 0.1\text{mm}$
- 電極 $\Phi 0.3$
- コンデンサ容量 $0.1\mu\text{F}$
- 送り速度 $2\mu\text{m/PAS}$
- 電極回転数 1700rpm



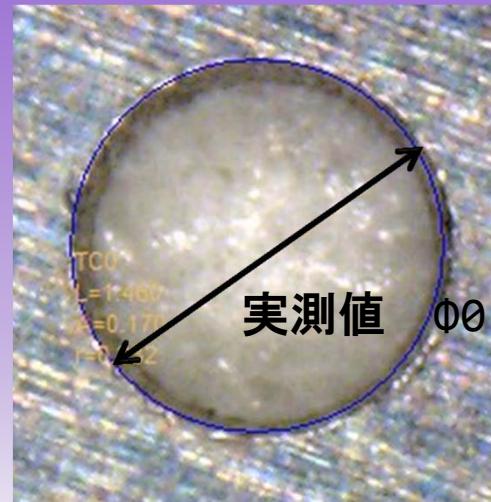
径の比較

共通加工条件

- 板厚 SUS $t = 0.3\text{mm}$
- コンデンサ容量 $0.1\mu\text{F}$
- 送り速度 $2\mu\text{m/PAS}$
- 電極回転数 1700rpm

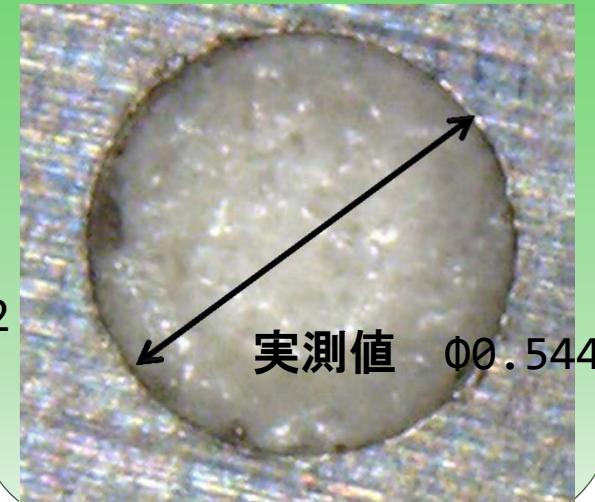
電極 $\Phi 0.3$

- 電源 $50\text{V} 0.04\text{A}$
- 加工時間 $8\text{m}20\text{s}$



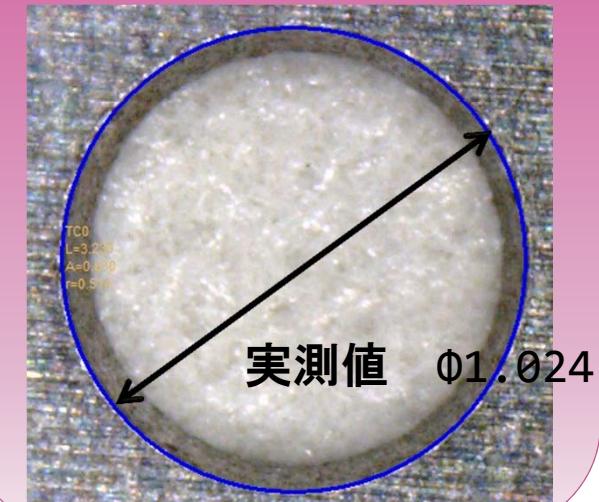
電極 $\Phi 0.5$

- 50V 0.04A
- 24m00s



電極 $\Phi 0.8$

- 75V 0.04A
- 10m10s



電源 電極側正・負比較

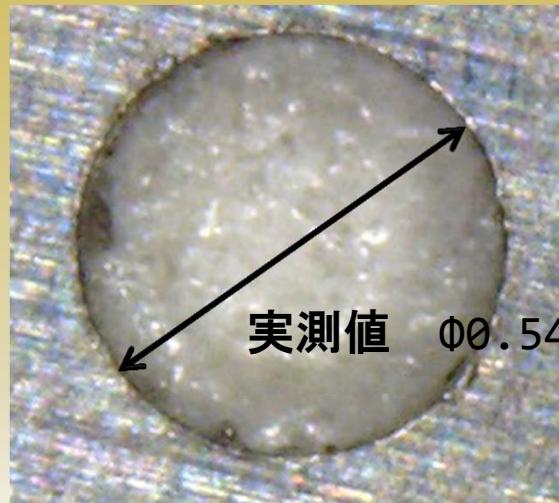
共通加工条件

- 板厚 SUS $t = 0.3\text{mm}$
- コンデンサ容量 $0.1\mu\text{F}$
- 電極 $\Phi 0.5$

- 電源 50V 0.04A
- 送り速度 $2\mu\text{m/PAS}$
- 電極回転数 1700rpm

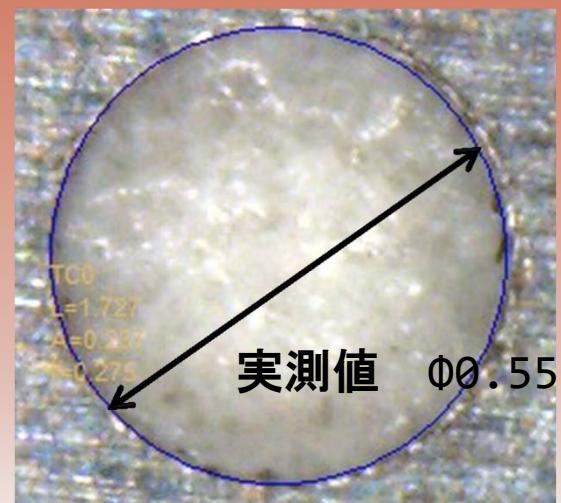
電極 正

加工時間 24m00s



電極 負

加工時間 22m10s



今後の課題と取組み

- 加工条件の模索
- 穴の精度の向上
- 加工液の循環
- 電極の短絡を確認して動くプログラム制御
- 100μm以下の微細形状(穴)
- 市販の電極を細くする(200μm→ 100μm以下)
- 放電加工機を外して、高速スピンドルを取り付
NC切削機械としての活用

謝辞

- 学事振興資金の共同研究費により製作させていただきました。
- 装置製作および発表にあたり、実習室の皆様はじめ三井教授、三井研究室郷田君、電気系実験室の皆様にご指導ご協力していただいたことをこの場を借りて御礼申し上げます。