

# マイクロ流体素子(溝)製造技術の開発

## —卓上型マイクロ塑性加工機の開発—

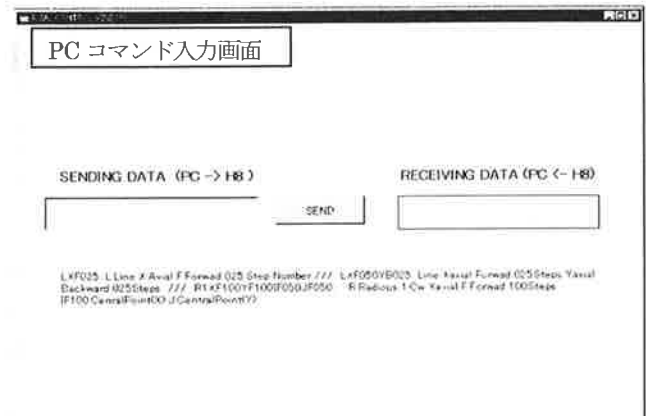
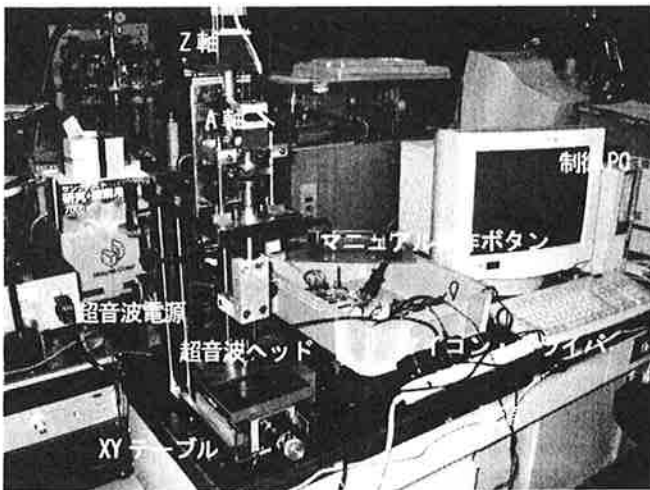
加工技術課 森本英樹、藤城敏史、山岸英樹 材料技術課 田村幾夫\*  
機械電子研究所 杉森 博

### 1. 緒言

現在、数十～数百マイクロオーダーのマイクロレンズアレイやマイクロ流路(マイクロリアクター関連)の製造には、リソグラフィ・エッチング加工や超精密切削加工が適用されている。一方、初期設備コストや製造コストの低減を目的に、塑性加工法による微細溝や窪み形成の取り組みも行われている。昨年度の研究<sup>1)</sup>では、純銅板に幅75 $\mu$ mの板状超硬工具を押込み、深さ50 $\mu$ m程度の溝が一回の加工で簡単に形成できることを示した。今年度は、より多様な形状に対応するため、NC制御可能な卓上型マイクロ塑性加工機を設計・製作し、その加工機による加工試験を行った。

### 2. 加工機的设计・製作

図1は、製作した卓上型マイクロ塑性加工機の概観・仕様・収納状態およびパソコンからの制御コマンド送信画面を示す。加工機は、本体、ワンチップマイコン(H8-3048F)・モータードライバ、パソコンからなる。パソコンからのコマンド指令によりXYZC軸の4軸をステップモーターで駆動する方式であり、プログラム運転およびマニュアル作動が可能である。マイコンには、PCとのシリアル通信プログラム、各軸の1軸駆動、XY平面上の直線・円弧補間プログラム、割り込み駆動プログラムが組み込まれている。また加工ヘッドを電気モータや超音波振動子に変えることにより切削・研削加工や超音波加工も可能である。さらに加工機はモジュール構造となっており、分解・組み立て・収納に優れている。



本体、工具、制御部のモジュール化(可搬性・収納性向上)



#### 仕様

- ①外形 : 幅300×奥行き400×高さ700 /mm
- ②重量 : 40kg (ベース部16.3kg+上部16.8kg (超音波付き) +XYテーブル7kg)
- ③軸精度 : X、Y軸 2.5 $\mu$ m/Step Z軸 0.7 $\mu$ m/Step A軸 0.018° /Step
- ④Z軸推力: 最大2262 N
- ⑤制御部 : マイコン(H8-3048F) 駆動ドライバ (㈱秋月電子通商製キット)
- ⑥手動作動: 押しボタンスイッチによるXYZA軸駆動
- ⑦自動運転: PCコマンド指令 各軸単独駆動、XY面上での直線補間、円弧補間機能
- ⑧ほか : 電気モータ取り付け可能。全部品を分割しコンテナに収納可能

図1. 卓上型マイクロ塑性加工機と仕様 及び PCデータコマンド送受信画面

\*現 機械電子研究所

### 3. 加工実験

図2は、実験で用いた工具を示す。工具には、超硬パンチ先端をワイヤ放電加工により厚さ70 $\mu$ m長さ5mmの板状工具と先端角度60°の超硬製パイロットパンチを用いた。板状工具では押し込み加工によって溝加工を行い、円錐工具では超音波振動を付与しながらヘール加工を行った。被加工材料には板厚2mmの純銅圧延材あるいはアクリル板を用いた。また工具と素材の接触は、工具と素材の通電検出や顕微望遠鏡による目視から行った。通電検出ではほぼ3 $\mu$ m前後の押し込み量で変化することわかった。

図3は、加工事例を示す。平板工具の押し込み加工では、シャープな矩形溝が形成されていることが分かる。一方、指示押し込み量の1/20(2mm指示に対して100 $\mu$ m程度)の加工深さしか得られなかった。これは押し込み装置のたわみによるもので、押し込み加工時の剛性に課題を残した。

図4は、アクリル表面に円弧加工を行った事例である。指示径177 $\mu$ mから2828 $\mu$ mまで時計周りに加工を行った。加工指示値と測定値の誤差は10~20 $\mu$ mであった。なお超音波付与なしでは押し込み量20 $\mu$ mで工具ひっかかりによる加工不安定現象が現れたのに対し、超音波振動負荷では押し込み量40 $\mu$ mまで安定した加工が行われることが確認された。これは超音波振動による素材変形および摩擦抵抗の低減の効果であると考えられる。

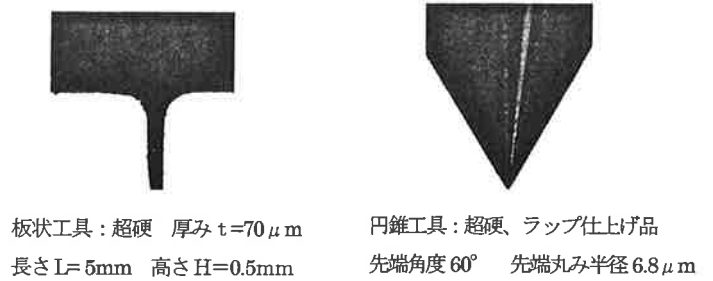


図2. 工具形状

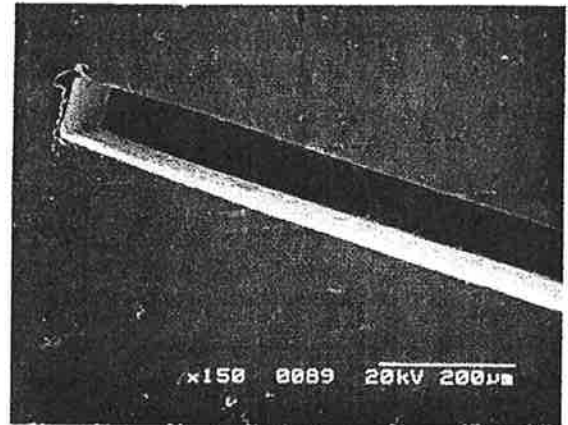


図3. 板状工具の押し込みによる溝加工

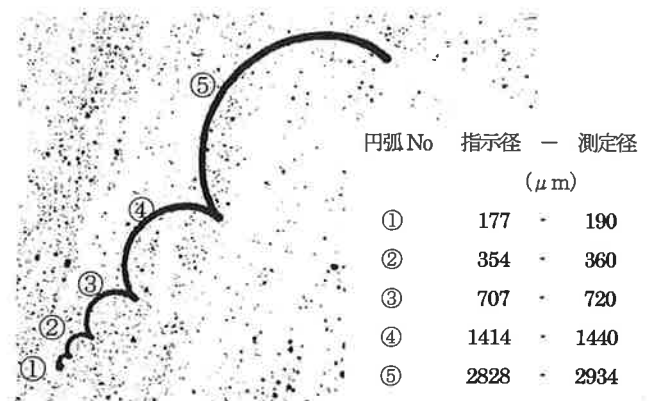


図4. 円錐工具による溝加工(円弧加工)

### 4. まとめ

塑性加工によるマイクロ溝加工の効率的な製造を目的に、卓上型マイクロ塑性加工機的设计・製作を行い、以下の結果を得た。

- ①可搬性・収納性・拡張性に優れたCNC卓上型塑性加工機の基本的な構成を確立した。マイコンを利用することで安価な制御機器構成となった。
- ②試作加工では、板状工具による押し込み加工、円錐工具による超音波振動加工を行った。板状工具では、一回の押し込みで矩形溝の加工が可能である。また超音波振動を付与することで、安定したヘール加工が可能となった。

### 参考

- 1) マイクロ加工用金型材料と精密塑性加工技術の開発 平成15年度 富山県工業技術センター研究報告
- 2) C言語によるH8マイコンプログラミング入門、横山直隆、技術評論社

キーワード: 卓上型、マイクロ加工、塑性加工、

Development of desk-top micro-press machine and forming test  
Hideki Morimoto, Ikuo TAMURA, Satoshi FUJIKI, Hideki Yamagishi, Hiroshi SUGIMORI

For efficiency manufacturing fine channel with chemical reactor device, numerical controlled press machine have been developed. This machine can be controlled by manual switch or programming commands. And this machine is constructed of some modules, so that taking to pieces or assembling is easily. Using this machine rectangular channel and circles with some radius were produced.