

三次元微細キャビティの放電加工

—微細金型の製作—

3 D micro cavities machined by EDM

—Fabrication of micro molds—

余 祖元*・増沢隆久*・藤野正俊*

Zuyuan YU, Takahisa MASUZAWA and Masatoshi FUJINO

1. はじめに

微細放電加工では電極消耗が大きいので、単純形状の電極での走査加工が有効である。均一消耗法^{1, 2)}に基づき、補正式^{3, 4)}を利用して単純な三次元形状の製作には既に成功した。しかし、一般の微細金型の形状はより複雑であり、特別の走査パターンやいくつかの異なる単純電極が必要となる。本研究では、斜面を持つ十字キャビティとマイクロカーの金型の加工を例として、複雑な微細金型の製作について報告する。

2. 金型加工プロセスおよび結果

2.1 斜面を持つ十字キャビティの加工

図1に示すようなキャビティの横断面は十字である。これに対しては、正方形断面形状の電極が適当である。ただし、均一消耗が実現できるように工具経路を選定しなければならない。WEDG法で正方形電極 ($60 \times 60 \mu\text{m}^2$) を製作し、これを用いて表1の条件で図2に示すような加工経路の(a)→(b)→(c)→(d)の順で階層状に加工した。各層の面積が違うので、電極消耗に対する補正は必要である。補正の結果、一層の切り込みは最上層で $1 \mu\text{m}$ 、最下層で $0.5 \mu\text{m}$ となった。図4は加工したキャビティの写真である。

2.2 マイクロカーの金型の加工

図3はマイクロカーの金型の略図である。この金型は本体部(a)、ルーフ部(b)とホイール部(c)の三つの部分で構成される。各部分の形状や寸法が違うので、異なる電極が必要となる。本体の断面形状はシャープなコーナを持つ長方形なので、断面形状が $60 \times 60 \mu\text{m}^2$ の正方形電極で加工を行った。ルーフ部はコーナにRがあるので、円筒

*東京大学生産技術研究所 第2部

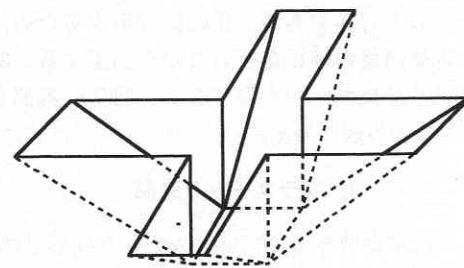


図1 斜面を持つ十字キャビティ

表1 実験条件

pulse generator	relaxation type
open voltage	80V
discharge capacitor	100pF
electrode material	WC alloy
workpiece material	stainless steel (SUS304)

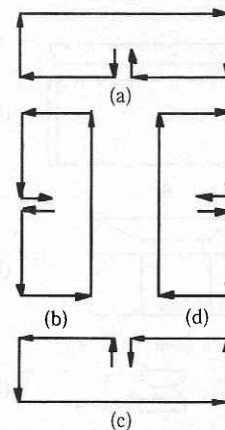


図2 十字断面形状の加工経路

研究速報

電極を用い、その半径(30 μm)はRより小さくした。本体部(a)、ルーフ部(b)は図5に示すような加工経路の(a) \rightarrow (b) \rightarrow (c) \rightarrow (d)の順で階層状に加工を行った。ホイール部の断面形状は長方形であるが、幅が狭いので、40 \times 40 μm^2 の正方形電極で加工することにした。加工経路は往復直線である。電極を均一に消耗させるため、一層ごとに電極を工作物の上方へ引き上げて90°ずつ回転することにした。そうすると、シャープなエッジとコーナを持つホイール部が加工できる。

加工は本体部、ルーフ部、ホイール部の順に行った。各部分を加工する前に、三次元微細放電加工装置に付加されているWEDGユニット⁵⁾により、対応の電極を製作した。同一機上で電極製作と金型加工を行うので、加工位置をだすのが容易である。正確に成形するため、補正式により電極消耗の補正を行いながら加工する。図6は加工したマイクロカーの金型である。図7は各部を加工した後の電極の外観である。

3. プラスチック成形

作成した微細金型を用いてプラスチック成形を試みた。材料としてポリスチレンを選び、金型を200°Cまで加熱した後、加圧成形を行った。図8は成形した十字の写真で、図9はマイクロカーの写真である。

4. ま と め

この実験により、金型の形状を単純な形状に分割し、

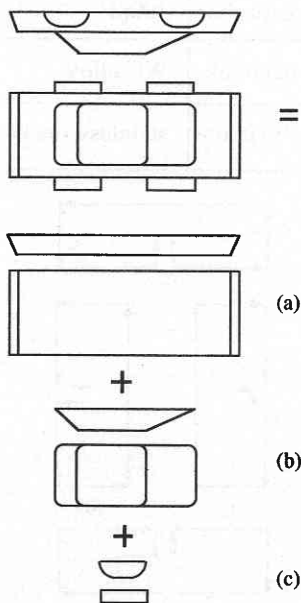


図3 マイクロカーの設計図

単純な電極を利用し、均一消耗法に基づいて設計した加工経路に沿い、補正式により電極消耗を補正しながら加工することにより、微細かつ複雑な金型の自動的な作成が可能であることがわかった。なお、成形に関してご協力を頂いた本研究所横井秀俊教授および増田範通技術官に御礼申し上げます。

(1997年9月9日受理)

5. 参 考 文 献

- 1) 余・増沢・藤野：三次元微細放電加工の基礎研究(第1報)一異形電極による底付平面加工一, 電気加工学会全国大会講演論文集(1996), p83-86.
- 2) 余・増沢・藤野：単純成形電極による三次元微細放電加工(第1報)一シャープコーナキャビティの加工および電極消耗補正一, 電気加工学会誌, Vol. 31, No. 66, p18-24.
- 3) 余・増沢・藤野：三次元微細放電加工の基礎研究(第1報)一斜面加工および補正方法一, 電気加工学会全国大会講演論文集(1996), p87-90.
- 4) 余・増沢：放電加工による微細キャビティの形成, 生産研究, Vol. 49, No. 9 (1997), p19-24.
- 5) T. Masuzawa and M. Fujino: Wire Electro-discharge Grinding for Micro Machining, Annals of the CIRP, 34, 1 (1985) 431.

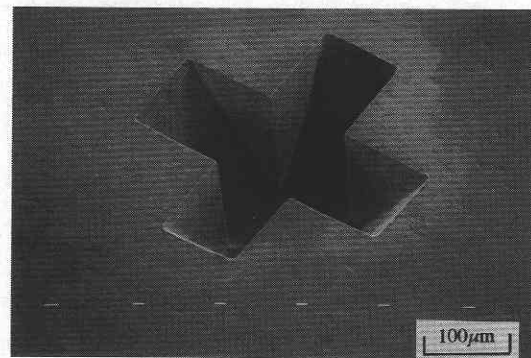


図4 十字キャビティ

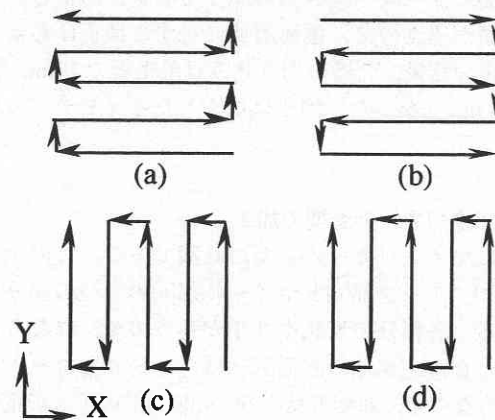
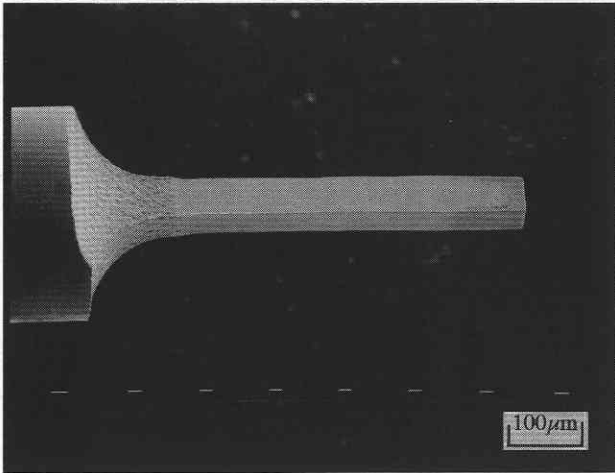


図5 マイクロカーの本体部とルーフ部の加工経路



a) 本体部の電極

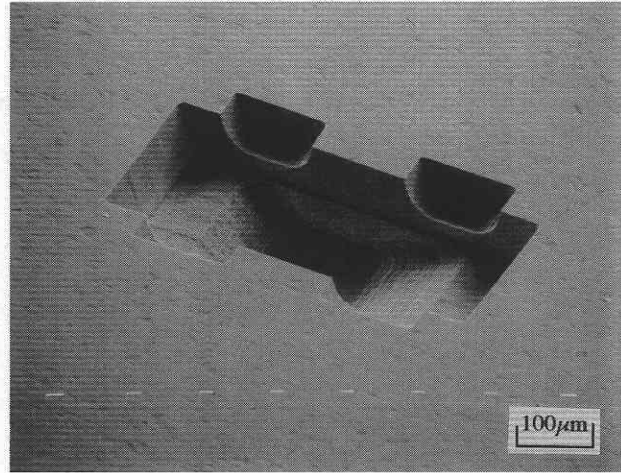
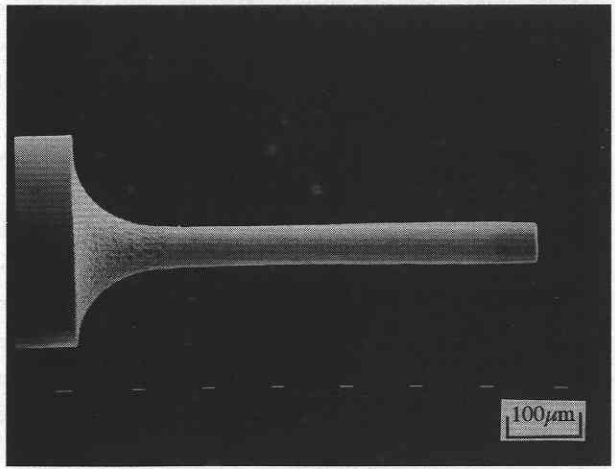


図 6 マイクロカーの金型



b) ルーフ部の電極

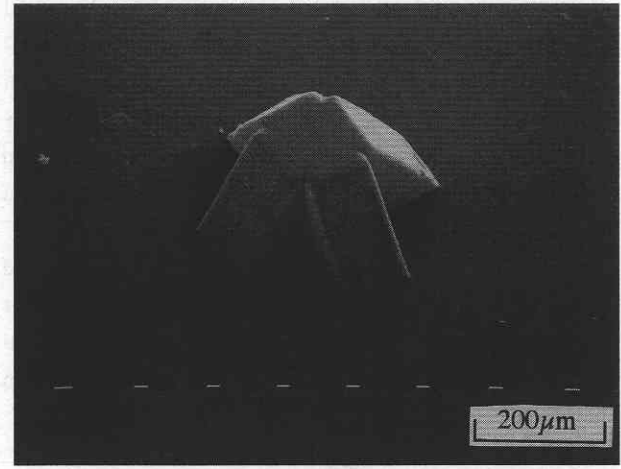
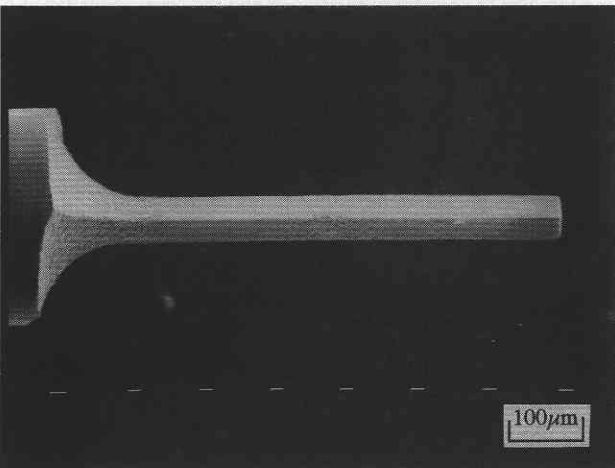


図 8 成形した十字ドライバ先端



c) ホイール部の電極
図 7 加工後の電極

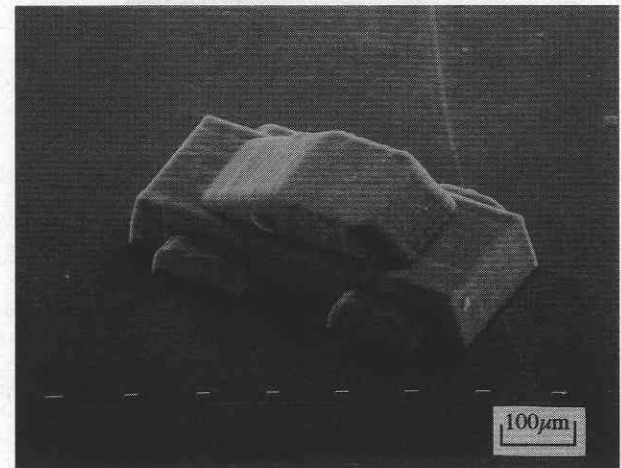


図 9 成形したマイクロカー