

微細加工の応用研究

機械システム課 杉森博 藤井弘之 電子技術課 角崎雅博 中央研究所 森本英樹

1. はじめに

情報機器、映像・音響機器、記録装置などの急速な小型化・軽量化、モバイルコンピュータ、マイクロメカトロニクス的高度化に伴い、それらを構成する精密電子部品、光学系部品、機構部品などもよりいっそうの小型化、高精密化が要求されている。

これらを構成する部品のうち、LCD用導光板のようにミリ～センチオーダの領域に高さが数～数十ミクロンオーダの形状創成を要求されるものがある。

本研究では、このような広い面積に浅い溝形状を創成することを目標に、従来から多用されている機械加工技術による微細加工方法について検討するため、その基礎実験に取り組んだ。

2. 加工システムの構成

図1に開発した加工システムの構成を示す。システムは、試料を上下動させる移動テーブル、試料の上下方向の位置を検出するリニアゲージ、試料を水平方向に振動させる振動機構（加振器）、工具の試料への負荷荷重を検出するロードセルによって構成されている。加工は、工具を試料に一定荷重で押しつけた状態で試料を水平方向に振動させて行っている。押しつけ力は、ロードセルによって測定されており、これが一定荷重になるよう上下動ステージをパソコンによって制御⁽¹⁾して動かしている。

また、試料への振動付加による研磨作用に電解作用を重畳させるため、電解液を介して工具と試料に定電流電源から電圧を印加している。印加する電圧は、電解による形状精度の悪化を防ぐため、電解砥粒研磨法⁽²⁾と同程度の電流密度 ($0.1\text{A}/\text{cm}^2$) とした。工具には、放電加工によって容易に形状成形を行える焼結ダイヤモンド (PCD) を用いた。加工は一定時間 (20秒) 工具と試料を定荷重で接触させた後、電解液を循環させる目的で一旦 0.2mm 離している。その後、この加工パターンを所定回数繰り返して行った。

3. 加工実験及び結果

まず、試料と工具間に流す電流の違いによる加工形状への違いを調べた。試料には、プリハードン鋼

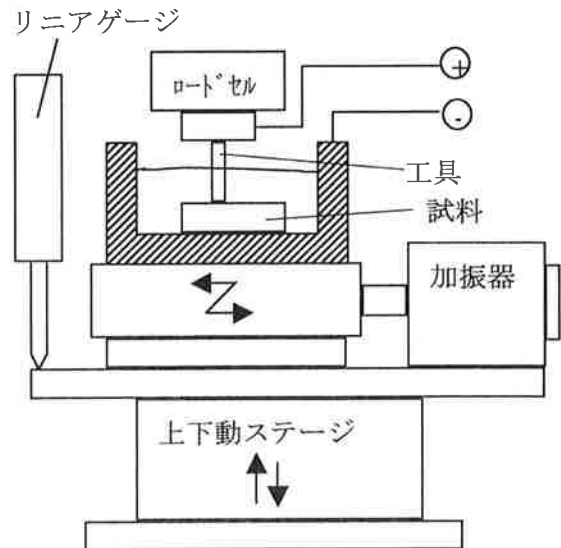
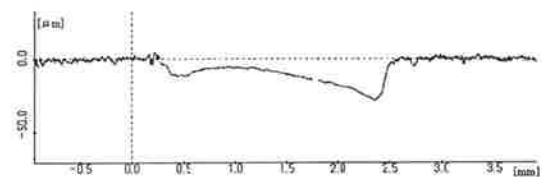
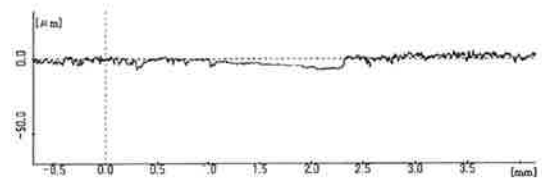


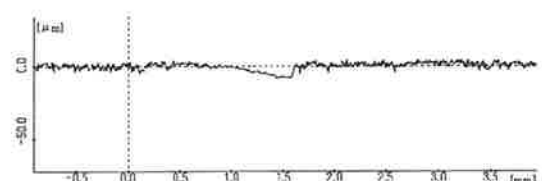
図1 加工システムの構成



(a) 電流 : 0.03 A



(b) 電流 : 0.01 A



(c) 電流 : 0 A

図2 加工電流の違いによる加工形状への影響

(STAVAXESR) を用い、工具には直径 2 mm の円

筒形状をしたPCD（ダイヤモンド平均粒径 $5\mu\text{m}$ ）を用い、その端面を試料に押しつけて加工した。押しつけ荷重は 0.5N とし、水平方向の振動は 100Hz の周波数、 0.1mm の振幅として1時間加工した。図2に、加工時の電流を 0.03 、 0.01 、 0A に変化させて加工した後の試料の溝形状を触針式の表面形状測定機によって測定した結果を示す。加工した底面が斜めになっているのは試料と工具の平行が正確に調整されていない結果である。図より、電流を大きくすると溝のエッジ部が電解加工によって大きく加工されている様子がわかる。これに対して、電流値を小さくするとエッジ部の形状が工具形状と似た形状になってくるのがわかる。また電解電流を加えない場合（振動による研磨作用のみの場合）と比べると、電解作用によって若干加工能率が向上している様子がわかる。以上のことから加工時の電流を抑えることで、工具形状の転写性が良くなることがわかった。なお、溝底面の粗さは、P-V $2\mu\text{m}$ であった。

次に、工具を三角錐に成形して加工した場合の溝形状を調べ、工具形状の転写性を評価した。図3に放電加工によって成形したPCD工具のSEM写真を示す。PCD工具は先端角 87° で先端に $20\mu\text{m}$ のRのついた形状に仕上がっている。この工具を用いて、さきほどと同じ加工条件で2分間加工を行った。図4に、加工後の溝中央部の断面形状を示す。測定の結果、溝深さ $97\mu\text{m}$ 、溝斜面の成す角 89° 、溝底面R $20\mu\text{m}$ の形状が形成されていることがわかった。この結果より、形状転写の可能性を見出した。

4. まとめ

PCD工具による研磨作用に電解加工を重畳した加工システムについて検討した。その結果、加工時の電流による形状転写精度への影響と加工面粗さにつ

キーワード： 微細加工、研磨、電解複合加工、センサフィードバック、PCD

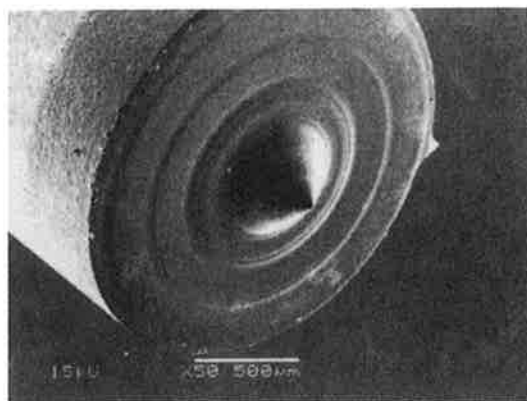


図3 放電成形したPCD工具

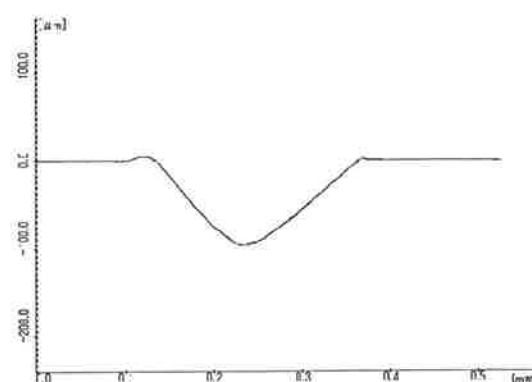


図4 加工後の溝形状

して確認できた。今後は、加工面粗さの向上と広面積の微細形状創成について検討していきたい。

「参考文献」

- (1) 張、神谷、関、疋津：NC制御とセンサフィードバックとの融合、精密工学会誌、65、4（1999）559.
- (2) 清宮、中上：特許第1746920号

Applied Study of Minute Machining

Hiroshi SUGIMORI Hiroyuki FUJII Masahiro KADOSAKI Hideki MORIMOTO

A new minute machining system has been developed, in which the electrochemical grinding (ECG) is conducted using PCD tool shaped by electric discharge machining. The basic study of the mechanical micro machining is carried out with the aim of manufacturing the micro height structure in the square milli scale area. It is found that the electric current in ECG influence the machining accuracy.