

# 主軸の回転同期による高能率微細加工技術の開発 — 卓上フライス盤の開発とその評価 —

機械システム科 主任研究員 小 楠 進 一  
長崎大学工学部 准 教 授 矢 澤 哲 孝

固体表面に微細な凹凸を形成することで、その固体表面のトライボロジー特性や光学特性、濡れ性などを制御することができる。本研究の狙いは、固体表面に微細凹凸パターンを付加することによって、固体表面を機能化することにある。今回は、所望の微細凹凸パターンを容易に形成するための卓上フライス盤を試作し、その試作機の評価を行った。その結果、1) 200万円以下で、首振り可能な卓上フライス盤を作製することができる、2) 開発したソフトウェアは、卓上フライス盤を精度よく制御することができる、3) 開発した卓上フライス盤は0.2～2mmの溝を精度よく作製することができることが分かった。

## 1. 緒 言

固体表面に微細な凹凸を形成することで、その固体表面のトライボロジー特性や光学特性、濡れ性などを制御することができる。本研究の狙いは、固体表面に微細凹凸パターンを付加することによって、固体表面を機能化することにある。

微細凹凸パターンの形成による固体表面の機能化を実用化するためには、短時間で大面積に微細凹凸パターンを形成することが要求され、高速に微細凹凸パターンを形成できる可能性のある加工法が必要である。

また、固体表面の機能設計には、固体表面の微細凹凸パターンと固体表面の機能との相関性を明確にする必要がある。そのため、多種の微細凹凸パターンと機能との比較評価が必要であり、容易に微細凹凸パターンを形成できる加工装置が必要である。

以上の要求を満たすために、これまで、汎用的なマシニングセンタを用いて、高速に微細ディンプルを形成する加工方法を提案・検討してきた<sup>1)2)3)</sup>。

今回は、これまで検討してきた加工法を用いて所望の微細凹凸パターンを容易に形成するための卓上フライス盤を試作した。

本報では、開発した試作機の性能について報告する。

## 2. 実験方法

表1の直動ステージと回転ステージに、表2のスピンドルと平行調整台を取り付け、図1の卓上フライス盤を作製した。また、この卓上フライス盤の位置決め制御のために、ソフトウェアを開発した。

この卓上フライス盤とソフトウェアの性能を評価するために、卓上フライス盤に、超硬スクエアエンドミルを取り付けて、S45C(40×40×8mm)の試験片に、図2の溝加工を行った。

試験片の目標とする溝寸法は、表3の通りである。切削前の試験片の表面は、研削仕上げが施されており、表面粗さRa=0.11μmである。

使用した超硬スクエアエンドミルの直径および切削条件は、表4の通りである。

表1. ステージの仕様

	XY軸	Z軸	α軸
移動量	100mm	100mm	360°
分解能	1μm	0.02μm	0.004°
最大速度	10,000μm/s	200μm/s	20°/s
位置決め精度	15μm以内	15μm以内	0.03°以内
繰返位置 決め精度	±0.3μm 以内	±0.3μm 以内	±0.005° 以内

表2. スピンドルの仕様

最高回転速度	60,000min <sup>-1</sup>
スピンドル精度	1μm以内
最大出力	350W
冷却方式	空冷方式

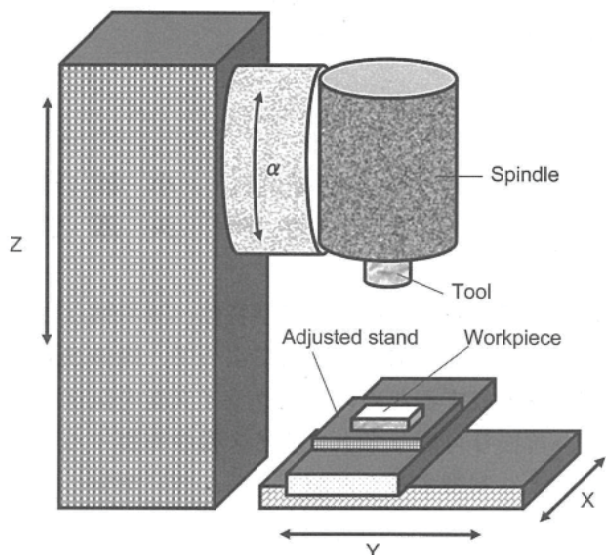


図1. 試作する卓上フライス盤

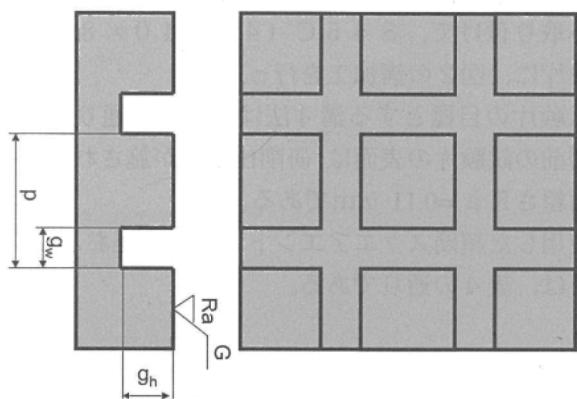


図2. 溝加工

表3. 目標とする溝寸法

溝幅 $g_w$ [mm]	溝深さ $g_h$ [ $\mu$ mm]	間隔 $p$ [mm]
2	50 $\mu$ m	4.0
0.2	10 $\mu$ m	4.0

表4. 切削条件

工具直径	回転速度	送り速度	切り込み深さ
2.0mm	30,000 $\text{min}^{-1}$	1,500 $\mu$ m/s	50 $\mu$ m
0.2mm	60,000 $\text{min}^{-1}$	500 $\mu$ m/s	10 $\mu$ m

### 3. 実験結果

作製した卓上フライス盤を図3に示す。

この試作機は、サイズは410×300×520mmと小さく、従来の大型加工機と比べて、導入コストが小さく(200万円以下)、空調を含むエネルギー効率が良い。

かった。また、ボールエンドミルの中心での切削を回避するためや、工具と工作物の干渉を回避するために、主軸を傾斜させることができた。

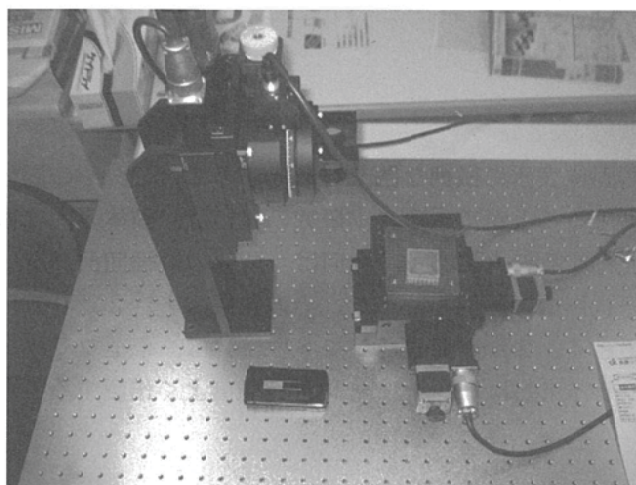


図3. 作製した卓上フライス盤

開発したソフトウェアの入力画面は、図4の通りである。このソフトウェアを用いて、卓上フライス盤を制御したところ、図5、図6の通り、溝形状を作製できた。

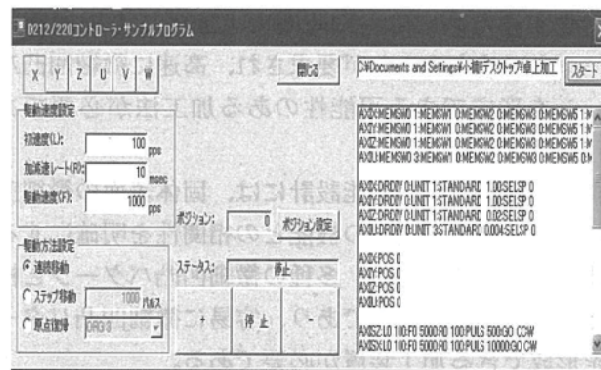


図4. ソフトウェアの入力画面



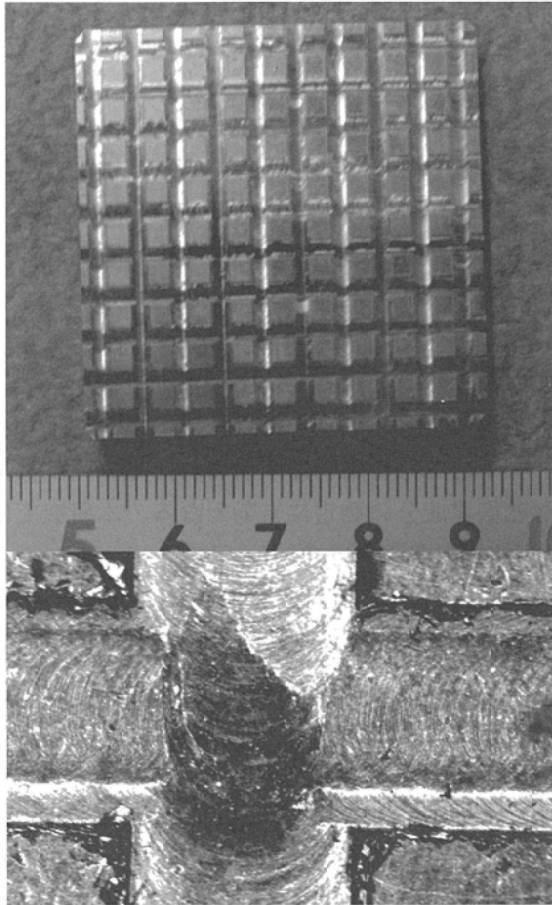


図5. 加工結果 (溝幅2mm, 深さ50  $\mu$ m, 間隔4mm)

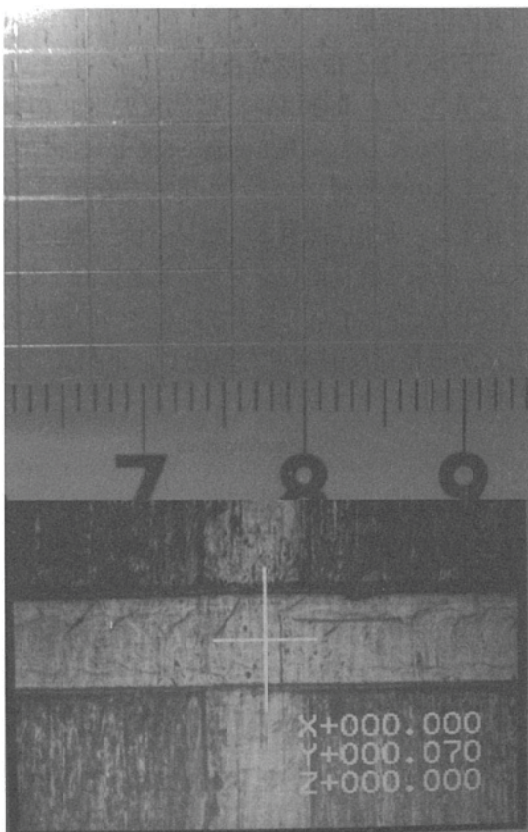


図6. 加工結果 (溝幅0.2mm, 深さ10  $\mu$ m, 間隔4mm)

図5、図6の溝幅と溝の間隔を測定したところ、表5の結果となった。

表5. 溝の測定結果

溝幅 $g_w$ [mm]	間隔 $p$ [mm]
1.987mm	3.993
0.197mm	3.998

#### 4. 考察

開発した卓上フライス盤を用いて、幅2mmの溝を作製した際、溝幅の誤差は、0.65%であり、幅0.2mmの溝を作製した際、溝幅の誤差は、1.5%であった。このことより、開発した卓上フライス盤を用いて、0.2~2mmの範囲の溝加工を行うと、精度よく溝を作製できることが分かった。

また、位置決めを行う際、誤差が0.17%であったことから、開発したソフトウェアは、卓上フライス盤を、精度よく位置決めすることができると分かった。

今後の展開は、摺動面の摩擦係数を低減させるために、作製した摺動面の溝形状と摺動面の摩擦係数の相関関係を明確にする予定である。

#### 5. 結言

今回、以下のことが分かった。

- 1) 200万円以下で、首振り可能な卓上フライス盤を作製することができる。
- 2) 開発したソフトウェアは、卓上フライス盤を精度よく制御することができる。
- 3) 開発した卓上フライス盤は、0.2~2mmの溝を精度よく作製することができる。

#### 参考文献

- 1) S.Kogusu, et.al; Rapid Generation of Surface Dimples Using End Milling, Int. J. of Automation Technology, Vol.1, No.1, pp.45-51, 2007.
- 2) S.Kogusu, et.al; "Efficient generation of dimpled surface using milling process," Proc. of the Int. Conference on Mechatronics and Information Technologies, Gifu, Japan, 6794-4Y, Dec. 2007.
- 3) S.Kogusu, et.al; " Decoration of metal surface by dimples using ball-end milling process," Proc. of the 2008 - IEEE Int. Conference on Industrial Technology, Chengdu, CHINA, TP1-D3, Apr. 2008.