

様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成21年4月22日現在

研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2006～2008
課題番号：18360068
研究課題名（和文） レーザによる摺動面のマイクロパターンニングに関する研究
研究課題名（英文） Studies on Micro Processing of Surface by Laser
研究代表者
上田 隆司（UEDA TAKASHI）
金沢大学・機械工学系・教授
研究者番号：60115996

研究成果の概要：軸受や工作機械のテーブルの摺動面の潤滑特性や摩擦・摩耗特性の向上をはかるために、レーザにより摺動面にマイクロパターンを加工する方法の確立を目的としている。その結果、シリンダー状のマイクロレンズを製作してレーザ用のマスクを成形し、マスクを通してレーザ光を集光する方法により摺動面にマイクロパターンを転写する加工方法を確立することができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	11,100,000	3,330,000	14,430,000
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	13,800,000	4,140,000	17,940,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・生産工学・加工学

キーワード：レーザ加工，微細加工，マイクロパターンニング，マイクロレンズ，摺動面，ヘリンボーン

1. 研究開始当初の背景

代表的なマイクロパターンとしてヘリンボーン溝が知られており、ヘリンボーン溝付き動圧軸受は転がり軸受けに比べてはるかに優れた回転特性が得られる。しかし、その

溝加工が煩雑であることから実用化は限られた領域に限定され、一般に、油圧ポンプなどの軸受けでは鉛と銅の合金を接合して摺動特性を上げる方法がとられているが、コストの面のみならず環境への配慮から鉛合金

の使用を抑制したいとの要望が強い。

そこで、マイクロレンズを用いてレーザー加工用のマスクを成形し、マスクを通してレーザー光を集光する方法により摺動面にマイクロパターンを転写する加工法を着想するに至った。

2. 研究の目的

アクリル樹脂に Er:YAG レーザを照射することにより簡便にマイクロレンズを製作する。製作したマイクロレンズを適切に配置したマスクを用いてレーザーを集光し、摺動面にマイクロパターンを精度よく転写する。種々のマイクロパターンを製作することにより、摺動面の潤滑効果、摩擦摩耗特性の面から、顕著な効果が認められるパターンを決定する。

最終的に、潤滑特性や摩擦・摩耗特性の向上をはかるために軸受や工作機械のテーブルの摺動面に、レーザーによりマイクロパターンを施す微細加工技術を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

研究は以下の手順で行った。

(1) マイクロレンズの精度向上

マイクロレンズを製作する基本技術はすでに持っていたが、レンズの精度を上げる取り組みをした。光学系を改善することにより Er:YAG レーザのビーム径を絞ることができ、焦点距離など光学特性の異なるレンズを作ることを可能とした。また、レーザーの照射エネルギーが均一になるようにコントロールすることにより、形状が一様なシリンダー状レンズを作ることが可能となった。1例を図1示す。



図1 シリンダー状レンズ
(レンズ長さ2mm, 幅400 μ m)

(2) 摺動表面の微細加工技術の確立

製作したシリンダー状のマイクロレンズを適切に配置することによりレーザーマスクを製作した。製作したマスクを介してレーザー光を鋼材表面に照射することにより、鋼材表面に微細加工を行った。その結果、溝幅約10 μ m、深さ約30 μ m、長さ約5mmの微細な溝を約20 μ m間隔で、加工面全体を覆うように加工することが可能となり、摺動面として使うに十分な精度を持った加工を行うことが出来るようになった。

(3) レーザマスクのパターン決定

マイクロレンズを適切に配置したレーザーマスクの一例を図2に示す。

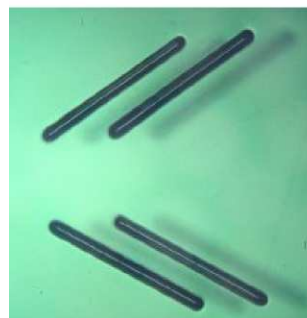


図2 4本のシリンダー状レンズ

微細加工を施した鋼材表面を摺動面として、鋼材を滑らせる摩擦摩耗実験を行った。加工しない摺動面に比べて摩擦係数が大幅に低下し、マイクロパターニングの効果を確認することが出来た。摺動面に行う加工のパターンを変えることにより、さらに摩擦係数を低減できるものと考えている。

4. 研究成果

シリンダー状のマイクロレンズを適切に配置したレーザ用のマスクを成形し、マスクを通してレーザ光を集光する方法により摺動面にマイクロパターンを転写することが可能となった。

この開発した微細加工法を適用して、摺動面となる鋼材表面にマイクロ加工を施すことにより、摺動面の摩擦特性を大きく向上することができた。この結果を精密工学会で発表し、大きな反響がえられた。摺動面に加工したヘリンボーン溝を図3に示す。

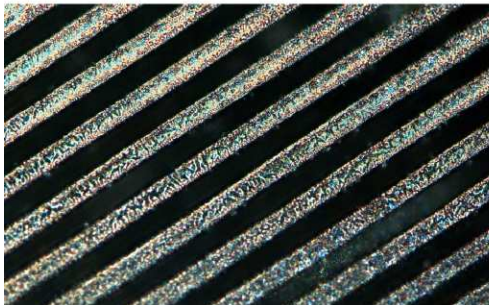


図3 ヘリンボーン溝加工の一例
(溝間隔：10 μm)

図4にヘリンボーン溝により、摺動面の摩

擦係数が低下した結果を示す。マイクロパターンの配置を工夫することによりさらに摺動面の摩擦摩耗特性の向上を図ることが出来ると期待している。

今後は、企業との連携を視野に、本格的に本加工技術を産業界で活かしていきたいと考えている。

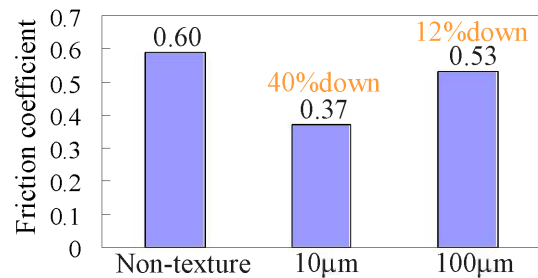


図4 ヘリンボーン溝による摩擦係数の低下

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3 件)

① 桑畑俊也, 折茂秀一, 上田隆司, 細川 晃, 古本達明, 田中隆太郎, マイクロレンズを用いた YAG 高調波による微細加工—表面周期構造による摩擦特性改良への応用—, 2008 年度精密工学会北陸信越支部学術講演会, 2008. 11. 22, 長野

② 桑畑俊也, 上田隆司, 細川 晃, 古本達明, 田中隆太郎, マイクロレンズを利用した YAG 高調波による微細加工 (第二報), 2008 年度精密工学会春期大会学術講演会, 2008. 3. 19, 東京

③ 桑畑俊也, 武田玲子, 上田隆司, 細川 晃,

古本達明, 田中隆太郎, マイクロレンズを利用した YAG 高調波による微細加工, 2007 年度精密工学会北陸信越支部学術講演会, 2007. 11. 24, 金沢

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上田 隆司 (UEDA TAKASHI)
金沢大学・機械工学系・教授
研究者番号 : 60115996

(2) 研究分担者

細川 晃 (HOSOKAWA AKIRA)
金沢大学・機械工学系・教授
研究者番号 : 40199493

(3) 連携研究者

田中 隆太郎 (TANAKA RYUTARO)
金沢大学・機械工学系・講師
研究者番号 : 60361979

古本 達明 (FURUMOTO TATSUAKI)
金沢大学・機械工学系・講師
研究者番号 : 60432134