

氏名	らあーとぼかのん ういちゅだー LERTPHOKANONT VITCHUDA
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第722号
学位授与の日付	平成26年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 設計工学専攻
学位論文題目	Friction Characteristics of Microstructured Surface Created by Whirling Electrical Discharge Texturing (ふれまわり放電テクスチャリングによる創成された微細表面の摩擦特性)
審査委員	(主査)教授 太田 稔 教授 森脇一郎 准教授 江頭 快 教授 秋山雅義

論文内容の要旨

本論文は、ふれまわり放電テクスチャリング(Whirling Electrical Discharge Texturing : WEDT)法により微細表面構造を創成した摺動部材の摩擦特性を明らかにし、小径円筒部材の摩擦低減を実現する新たな手法として WEDT 法が有効であることを示している。本論文は全7章からなっている。

第1章では、微細表面構造による摩擦低減のこれまでの研究動向を述べながら、摩擦低減の考え方や狙いとする微細表面構造の特徴について述べている。また、微細表面構造の創成方法として各種微細加工方法の特徴を比較しながら、新たに開発した WEDT 法の有効性を示している。

第2章では、放電パルスによる微細テクスチャ創成法としての放電テクスチャリング(Electrical Discharge Texturing : EDT)の原理、および小径円筒内面に微細構造を創成するために EDT に軸のふれまわり現象を組み合わせた WEDT の原理について説明し、この加工原理に基づき開発した WEDT 装置を用いて、テクスチャリングの基礎実験を行った結果を報告している。WEDT により小径円筒内面に微細構造を創成でき、加工条件によりテクスチャ表面性状を制御できることを明らかにした。

第3章では、WEDT により微細テクスチャを施した表面の表面性状について詳細に検討している。テクスチャリング実験により効率的なテクスチャ創成のための加工条件を明らかにするとともに、加工条件と表面性状の関係を明らかにした。その結果、テクスチャ面積率と総クレータ体積は主に送り速度とパルス周波数に、クレータ直径とクレータ深さは主に電流値に依存することが分かった。また、WEDT によって良好な表面品位が得られることを明らかにした。

第4章では、ボールオンディスク式の摩擦摺動試験機を用いた摩擦試験によって、テクスチャ表面性状と摩擦係数の関係について検討している。約6%のテクスチャ面積率と平均クレータ直径 50 μ m を有するテクスチャ表面が、本試験条件において摩擦低減に適切な表面であることを明らかにした。

第 5 章では、ピンオンディスク式の摩擦試験を通して、潤滑領域の効果と実際の接触面積の影響について検討している。境界潤滑に近い混合潤滑と弾性流体潤滑に近い混合潤滑状態において、約 4%と 6%のテクスチャ面積率で平均クレータ直径 35 μm を有するテクスチャ表面が、摩擦係数を低減するために比較的良好な表面であることを明らかにした。

第 6 章では、円筒内面に施したテクスチャ表面について、往復摺動試験における摩擦特性を検討している。荷重 500gf において平均クレータ直径 40 μm 、テクスチャ面積率 2%を有するテクスチャ表面で低い摩擦係数が得られた。

第 7 章では、以上の結果をまとめている。摩擦低減のための最適なテクスチャ表面性状は、試験片の形状と試験条件、試験機に依存するが、最適化をはかった表面性状を有するテクスチャ表面は、テクスチャを施していない表面と比較して低い摩擦係数が得られる、ということを結論づけている。

本研究によって、小径円筒内面にテクスチャを創成し、摩擦低減を実現できる新たな方法としての WEDT の有効性を明らかにした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、微細表面構造により表面機能を発現あるいは改善しようとする研究分野に関わり、摺動部品の表面に微細テクスチャを施すことによって、摩擦特性を改善することを目的としている。特に、この研究が対象としている小径円筒内面への微細テクスチャリングに関する研究はこれまでほとんど公表されておらず、摩擦低減のための新たな研究として評価できる。この論文は、主として 2 つの部分で構成されている。一つは微細テクスチャの創成手法に関するものであり、もう一つは微細テクスチャを施した表面の摩擦特性に関するものである。

前者では、小径円筒内面に対応するため、機械的な力がほとんどかからない放電パルスによってクレータを創成するという「放電テクスチャリング」に、軸のふれまわり現象を複合する「ふれまわり放電テクスチャリング：WEDT」という全く新しい手法を考案している。この手法は、一般的な放電加工の生産性の低さや加工条件制御の困難さを克服できる独創的かつ実用的な手法と認められる。

後者では、WEDT により創成したテクスチャ表面が摩擦低減に有効か否かの評価を中心に研究を行っている。小径円筒内面を有する部品を想定して、回転摺動試験と往復摺動試験を通して、微細テクスチャの効果を検討している。3 種類の試験方法によって摩擦係数が小さくなる表面性状が異なるなどの問題点が指摘されたが、摺動条件を把握できればその条件に応じた最適なテクスチャ表面が存在することが示されたことは、WEDT による摩擦低減の可能性を実証した研究として新規性が高いものと認められる。

本論文は、輸送機械や各種情報機器の小型化、高機能化が進展する中で、小型部品の摩擦特性を改善する新たな手法を提案し、その有効性を実証した研究として工業的にも高く評価できる。

本論文の内容は、以下の 6 報の学術誌および国際会議の査読論文として公表または公表予定（決定）であり、6 報すべて申請者を筆頭著者とするものである。

1. Vitchuda Lertphokanont, Takayuki Sato, Minoru Ota, Keishi Yamaguchi, and Kai Egashira, Micro-structuring on Cylindrical Inner Surface using Whirling Electrical Discharge Texturing, *Advanced Materials Research*, Vol. 565, pp. 430-435, 2012.
2. Vitchuda LERTPHOKANONT, Minoru OTA, Hayato YASUI, Tooru HAMAOKA and Tomoya YABUNAKA, Development of Whirling Electrical Discharge Texturing on Inner Surface of Small Hole, *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, Vol. 7, No. 4, pp. 763-776, 2013.
3. Vitchuda Lertphokanont, Takayuki Sato, Minoru Ota, Keishi Yamaguchi and Kai Egashira, Surface Quality of Textured Surface on Cylindrical Inner Surface using Whirling Electrical Discharge Texturing, *Advanced Materials Research* Vol. 797, pp. 338-343, 2013.
4. Vitchuda LERTPHOKANONT, Masahiro OI, Takayuki SATO, Minoru OTA, Kai EGASHIRA, Keishi YAMAGUCHI, Masayoshi YAMADA and Yasuo TOMITA, Effect of Discharge Duration and Pulse Frequency on Surface Characteristics using Whirling Electrical Discharge Texturing, *Int. J. of Automation Technology*, Vol. 8, No. 4, pp. 561-568, 2014.
5. Vitchuda LERTPHOKANONT, Takayuki SATO, Masahiro OI, Minoru OTA, Kai EGASHIRA Keishi YAMAGUCHI, Toshikazu NANBU and Hirotaka MIWA, Friction Characteristics of Microstructured Surface using Whirling Electrical Discharge Texturing, *Proceedings of 15th International Conference on Precision Engineering*, pp 25-30, 2014.
6. Vitchuda Lertphokanont, Takayuki Sato, Masahiro Oi, Minoru Ota, Keishi Yamaguchi and Kai Egashira, Friction Characteristics with Pin-on-Disk Friction Test on Microstructured Surface using Whirling Electrical Discharge Texturing, *Advanced Materials Research*, 2014, (掲載予定).