

課題番号 : F-21-KT-0167
利用形態 : 機器利用、技術代行
利用課題名(日本語) : 表面ナノテクスチャリングの創成による潤滑特性の向上とそのメカニズムの把握
Program Title (English) : Improvement of Lubrication Performance by Fabrication of Surface Nano-Texturing
利用者名(日本語) : 平山朋子, 安達真聡, 村田誠志
Username (English) : T. Hirayama, M. Adachi, S. Murata
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduation School of Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、トライボロジー、潤滑、ディンプル

1. 概要(Summary)

近年の省エネルギー社会構築の流れにおいて、摺動面の摩擦低減は極めて重要な課題の一つである。これまでに、表面テクスチャリングによる摩擦特性の改善が報告されている。しかし、その実験や解析の多くは点接触あるいは線接触下であり、面接触下における実験は未だ少ない。本研究では面接触状態での摺動時におけるテクスチャリングの摩擦特性を把握するために、ガラス基板を用いて複数枚のディンプル付き基板を一括で作製することによって、結果がばらつき易い摩擦測定における実験回数を増やし、ディンプルが摩擦特性に及ぼす効果を詳細に検証することを目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線蒸着装置、高速マスクレス露光装置、レジスト現像装置、ドライエッチング装置、磁気中性線放電ドライエッチング装置、触針式段差計(CR)

【実験方法】

本研究において、試料基板には 90×90 mm、厚さ 5 mm の平面ガラス基板(BK7)を用いた。はじめに、電子線蒸着装置によってCr成膜した後に、厚膜レジストを塗布した。高速マスクレス露光装置と現像装置によって直径 $50\mu\text{m}$ の円形パターンを千鳥配置上に無数に形成した。その後、ドライエッチング装置によってデスカム処理をしたうえでCrエッチングを行った。最後に、磁気中性線放電ドライエッチング装置を使用してガラスエッチングをすることによってディンプルを形成した。最終的に、Crやレジストを完全除去し、ダイシング装置を使用して 20×20 mm のチップへの切り出しを行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

接触式段差計を使用してディンプルパターンの断面形

状を計測したところ、ガラス基板には開口幅(直径) $50\mu\text{m}$ 、深さ $2.5\mu\text{m}$ のディンプルパターンがきれいに整列して形成されていることが確認できた。また、レーザ加工によって金属材料に形成する場合と異なり、ディンプルの端部にもバリ(突起)は生じていないことを確認した。

このディンプル付きガラス基板を下面として、上面に平滑な鉄基板を重ね合わせた状態で横方向に摺動させたときの潤滑油流れの様子を Fig. 1 に示す。このように、深さ $2.5\mu\text{m}$ のディンプル基板を用いた場合は、ディンプルから気泡とともに潤滑油が染み出す現象が見られた。一方、 $10\mu\text{m}$ のディンプル基板を用いた場合は、このような気泡の成長は見られなかった。なおこの結果は摩擦特性にも深く相関があり、 $2.5\mu\text{m}$ のディンプル基板を用いた場合のみ再現性良く摩擦係数が低下することを確認した。

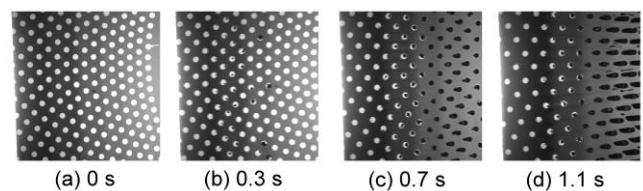


Fig. 1 Oil flow behaviour from micro dimples.

4. その他・特記事項(Others)

ガラスへのエッチング加工におきまして、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の佐藤政司氏、大村英治氏をはじめ、多くの方々に技術サポートを頂きました。ここに感謝申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(予定・採択済) 7th World Tribology Congress, Lyon, France, 2022. July.

6. 関連特許(Patent) なし。