

課題番号 : F-14-KT-0100  
 利用形態 : 技術補助  
 支援課題名 (日本語) : イオン液体潤滑膜のマイクロトライボロジー  
 Program Title (in English) : Microtribology of Ionic Liquids  
 利用者名 (日本語) : 土谷 茂樹  
 Username (in English) : Shigeki Tsuchitani  
 所属名 (日本語) : 和歌山大学システム工学部光メカトロニクス学科  
 Affiliation (in English) : Department of Opto-Mechatronics, Wakayama University

### 1. 概要 (Summary)

近年、特殊環境での潤滑材料としてイオン液体が注目されている。イオン液体は常温で液体の塩であり、イオン液体薄膜に電界を印加することでイオンの分布や配向状態が変化し、摩擦・摩耗の制御が期待される。本研究では 3 種類のイオン液体 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate (BMIM-PF<sub>6</sub>)、1-hexyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate (HMIM-PF<sub>6</sub>)、1-octyl-3-methylimidazolium hexafluoro-phosphate (OMIM-PF<sub>6</sub>) の超薄膜を Si 基板上に形成した SiO<sub>2</sub> 膜に塗布してこれに外部から電界を印加した際の摩擦力を導電性探針を備えた摩擦力顕微鏡で評価し、電界印加による摩擦力の変化に及ぼすイオン液体種の影響を評価した。全サンプルで正電圧より負電圧印加時の方が摩擦力変化が大きく、いずれの極性においても BMIM-PF<sub>6</sub> 塗布サンプルで最も摩擦力変化が大きかった。

### 2. 実験 (Experimental)

・利用した装置

分光エリプソメーター (C11)。

・実験方法

SiO<sub>2</sub> 膜(膜厚 150 nm)を形成した Si 基板上に 3 種類のイオン液体を塗布したサンプルを作製し、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の分光エリプソメーターを用いてイオン液体薄膜の膜厚測定を行った。その後、導電性探針を装着した摩擦力顕微鏡を用い、Si 基板と導電性探針の間に -10 V ~ +10 V の電圧(探針を接地)を印加し、摩擦力の電圧依存性、及び摩擦力の摺動速度依存性を測定した。測定時の雰囲気湿度は 30%RH である。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

3 種類のイオン液体を塗布したサンプルにおいて、電圧非印加時の摩擦力を基準とした摩擦力の印加電圧依存性を図 1 に示す。いずれのサンプルにおいても、正電圧印加時より負電圧印加時の方が摩擦力変化が大きく、摩擦力は +2 V 付近で最小値を取った。正電圧印加時、負電圧印加時とも BMIM-PF<sub>6</sub> 塗布サンプルで最も摩擦力変化が大きかった。この摩擦力変化は、電界印加によるイオン液体分子の配向変化による摩擦係数の変化、及び SiO<sub>2</sub> 膜への注入電荷による静電気力に基づく垂直抗力の変化が原因であると推定される。

[HMIM][PF<sub>6</sub>] 塗布サンプルにおける摩擦力の摺動速度依存性を図 2 に示す。摩擦力は電圧非印加時及び +10V 印加時には摺動速度と共に増加し、-10 V 印加時には摺動速度と共に減少した。

今後の課題としては、イオン液体分子の配向変化による摩擦係数の変化と、SiO<sub>2</sub> 膜への注入電荷による静電気力に基づく垂直抗力の変化の影響を切り分ける。

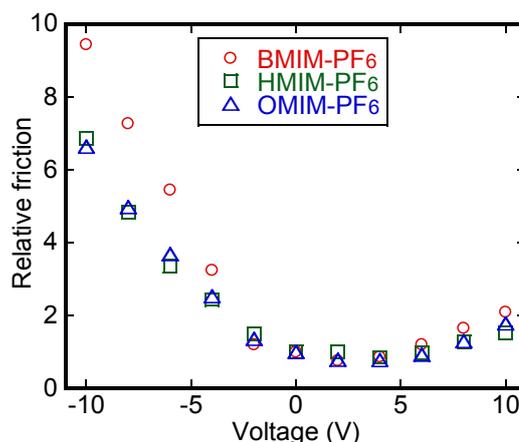


Fig.1 Applied voltage dependence of relative friction.

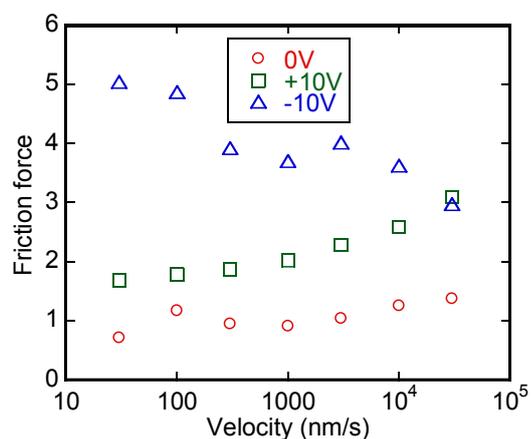


Fig. 2 Sliding velocity dependences of friction force ([HMIM][PF<sub>6</sub>] coated sample) .

#### 4. その他・特記事項 (Others)

特になし。

#### 用語の説明：

イオン液体：イオンのみから構成される常温での液体化合物をいう。蒸気圧がほぼゼロ、高導電性、低粘性、難燃性などの特徴があり、環境調和型反応溶媒や電気化学デバイス分野、トライボロジーなど幅広い分野への応用が期待されている。

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- ・林田隆寛，土谷茂樹，幹浩文，菊地邦友，“イオン液体超薄膜の潤滑特性に及ぼす電界の効果”，日本機械学会 2014 年度年次大会，J1110101，(2014).
- ・平成 27 年 8 月までに論文投稿予定。

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。