

課題番号	GR053
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成23年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	ナノ液体膜の微細パターンニングによる機能性薄膜潤滑システムの創成
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人 名古屋大学・大学院情報科学研究科・准教授
氏名	張 賀東

1. 当該年度の研究目的

<p>・<u>パターンの微細化</u> ナノ厚さ液体潤滑膜(ナノ潤滑膜)の表面に形成する凹凸パターンについて、線幅を現状の 10 <math>\mu\text{m}</math> から sub-<math>\mu\text{m}</math> までに微細化する。</p> <p>・<u>摺動子の超平滑化加工</u> ナノ潤滑膜の純粋な剪断摩擦によるトライボロジー特性の評価を可能とするために、摺動子の面粗さの最大山高さ <math>R_p</math> を sub-nm 以下とする超平滑化加工方法を確立する。</p> <p>・<u>トライボロジー特性の評価</u> 摺動子支持機構および摩擦力センサを改良し、不安定振動を抑制する。パターンニングしていないナノ潤滑膜を用いて装置改良の効果を確認した上、パターンニングしたナノ潤滑膜の凝着・摩擦特性や減耗・修復特性を定量的に評価する。</p> <p>・<u>分子シミュレーション</u> ランジュバン方程式における摩擦係数について、実験結果から決定する方法を確立するとともに、粗視化シミュレーションの妥当性を評価する。</p>
---

2. 研究の実施状況

<p>・<u>パターンの微細化</u> 紫外線(UV)の照射時間や、照射時の気流状態、照射用マスクと試料の固定方法などがナノ潤滑膜のパターン形成に及ぼす影響を調べることにより、パターンの微細化方法を見出し、線幅 0.5 <math>\mu\text{m}</math> の凹凸パターンの形成に成功した。</p> <p>・<u>摺動子の超平滑化加工</u> ガスクラスタイオンビーム(GCIB)による超平滑化加工を試みた。表面粗さと表面エネルギーの測定により、加工の有効性を確認するとともに、加工条件の選定を行った。トライボロジー特性評価用の摺動子に GCIB 加工を適用した結果、<math>R_a</math> が 0.4 nm, <math>R_p</math> が 1 nm の表面精度を達成した。</p> <p>・<u>トライボロジー特性の評価</u> 新規構造の摺動子支持機構を設計・試作した。新規構造の採用により摺動子支持機構および摩擦力センサの不安定振動が大幅に抑制され、微小荷重・高速摺動条件(最小荷重 0.2 mN, 最高摺動速度 210 mm/s)におけるナノ潤滑膜の摩擦特性の定量評価に成功した。また、ナノ潤滑膜の凝着特性を解明するとともに、減耗・修復特性の評価に着手した。</p> <p>・<u>分子シミュレーション</u> 新規購入のソフトウェアを用いて全原子計算を行い、その結果から粗視化ポテンシャルを高精度に決定した。ランジュバン方程式の摩擦係数については、固体表面上のナノ潤滑膜の拡散現象を利用して決定する方法を確立した。そして、ナノ潤滑膜を介した固体二面間の準静的・動的凝着現象の粗視化シミュレーションを実現した。UV 照射効果の量子計算も開始し、その結果に基づき簡易な粗視化モデルを構築し、UV 照射によるパターン形成について実験と一致したシミュレーション結果を得た。</p>
--

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 2 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 1 件                  (1) 張賀東, 三矢保永, 難波克也, 榊原寛幸, 福澤健二, 伊藤伸太郎, “ガスクラスタイオンビーム加工によるガラス面の表面粗さおよび表面エネルギーの変化,” トライボロジスト, Vol. 57, No. 2, pp. 116-122, 2012.</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件                  (1) R. Lu, H. Zhang, M. Itakura, K. Fukuzawa, S. Itoh, “Adhesion Properties of Monolayer Lubricant Films Coated on Magnetic Disk Surfaces: Contributions of Mobile and Bonded Molecules,” IEEE Transactions on Magnetism, in press.</p>
<p>会議発表 計 5 件</p>	<p>専門家向け 計 5 件                  (1) (招待講演)H. Zhang, “Tailoring Characteristics of Molecularly Thin Lubricant Films by UV-Patterning,” トライボロジー国際フォーラム 2011 春, 東京, 2011.5.23, 日本トライボロジー学会.                  (2) 板倉誠史, 張賀東, 福澤健二, 伊藤伸太郎, “紫外線照射による磁気ディスク上の単分子層極性潤滑膜の凝着特性の変化,” 日本機械学会 2011 年度年次大会, 東京, 2011.9.11-9.14, 日本機械学会.                  (3) 福田基雄, 石黒高寛, 張賀東, 福澤健二, 伊藤伸太郎, “粗視化分子動力学法によるナノ厚さ潤滑膜を介した固体二面間の凝着シミュレーション,” 日本機械学会 2011 年度年次大会, 東京, 2011.9.11-9.14, 日本機械学会.                  (4) 難波克也, 榊原寛幸, 張賀東, 三矢保永, 福澤健二, 伊藤伸太郎, “ガスクラスタイオンビーム加工によるガラス面の表面粗さおよび表面エネルギーの変化,” 日本機械学会 2011 年度年次大会, 東京, 2011.9.11-9.14, 日本機械学会.                  (5) M. Fukuda, T. Ishiguro, H. Zhang, K. Fukuzawa, S. Itoh, “Coarse-grained Molecular Dynamics Simulations of Adhesion Properties of Nanometer-thick Liquid Lubricant Films,” International Tribology Conference Hiroshima 2011, Hiroshima, Japan, 2011.10.30-11.3, 日本トライボロジー学会.</p> <p>一般向け 計 0 件</p>
<p>図書 計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況 計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件                  (出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p><a href="http://www.is.nagoya-u.ac.jp/dep-cs/nanosurf/index.html">http://www.is.nagoya-u.ac.jp/dep-cs/nanosurf/index.html</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>名古屋大学オープンレクチャー:磁気ディスクにおける潤滑技術のはなし, 2012 年 3 月 23 日名古屋大学にて実施, 一般向け, 参加者数 23 名, 内容:磁気ディスク装置の基本構造・動作や重要性を解説するとともに, 磁気ディスク装置の大容量化に向けた本研究での取り組みを紹介した.</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計 1 件</p>	<p>(1) 中部経済新聞, 2011 年 11 月 29 日付 4 面, 「研究現場発」名古屋大学大学院情報科学研究科准教授 張賀東</p>
<p>その他 計 1 件</p>	<p>(未掲載 解説記事一査読有り) 計 1 件                  (1) 張賀東, “ナノ厚さ液体膜のパターニングによる機能性潤滑表面の創成,” トライボロジスト, 印刷中.</p>

様式19 別紙1

4. その他特記事項

なし

## 実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	94,000,000	32,560,000	0	61,440,000	
間接経費	28,200,000	9,768,000	0	18,432,000	
合計	122,200,000	42,328,000	0	79,872,000	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	29,955,475	0		29,955,475	10,826,070	19,129,405	0
間接経費	9,768,000	0		9,768,000	6,361,596	3,406,404	0
合計	39,723,475	0	0	39,723,475	17,187,666	22,535,809	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	4,205,833	ソフトウェア, ワークステーション, レチクル等
旅費	141,660	技術報告会旅費等
謝金・人件費等	5,996,943	研究員人件費
その他	481,634	ガスクラスターイオンビーム加工等
直接経費計	10,826,070	
間接経費計	6,361,596	
合計	17,187,666	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
ソフトウェア	アクセルリス社製 MS STARTER BUNDLE	1	1,522,500	1,522,500	2011/6/3	名古屋大学
6インチレチクル	MASK-RAD-4	1	861,000	861,000	2011/10/24	名古屋大学
				0		