

研 究 成 果

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------|-------|-------------|---------|---------|-------|-------------|---------|-----|-------|-------------|---------|-----|------|-------------|---------|-----|------|-------------|---------|-----|-------|-------------|------|--|------|
| <p>サブテーマ名：2-1 テラビット級ハードディスク対応新潤滑剤の開発 (HD用高性能表面潤滑剤の開発)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>サブテーマリーダー(所属、役職、氏名) 研究統括 中前 勝彦(神戸大学名誉教授)</p> <p>研究従事者(所属、役職、氏名)</p> <table> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>合成潤滑油開発部</td> <td>部長</td> <td>藤井 祥伸</td> </tr> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>電子材料開発部</td> <td>HD用リーダー</td> <td>小林 永芳</td> </tr> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>電子材料開発部</td> <td>研究員</td> <td>白井 和徳</td> </tr> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>電子材料開発部</td> <td>研究員</td> <td>清水 剛</td> </tr> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>電子材料開発部</td> <td>研究員</td> <td>井上 文</td> </tr> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>基盤技術研究部</td> <td>研究員</td> <td>若林 明伸</td> </tr> <tr> <td>株式会社松村石油研究所</td> <td>技術顧問</td> <td></td> <td>笠井春夫</td> </tr> </table> | 株式会社松村石油研究所 | 合成潤滑油開発部 | 部長 | 藤井 祥伸 | 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | HD用リーダー | 小林 永芳 | 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | 研究員 | 白井 和徳 | 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | 研究員 | 清水 剛 | 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | 研究員 | 井上 文 | 株式会社松村石油研究所 | 基盤技術研究部 | 研究員 | 若林 明伸 | 株式会社松村石油研究所 | 技術顧問 | | 笠井春夫 |
| 株式会社松村石油研究所 | 合成潤滑油開発部 | 部長 | 藤井 祥伸 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | HD用リーダー | 小林 永芳 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | 研究員 | 白井 和徳 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | 研究員 | 清水 剛 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 株式会社松村石油研究所 | 電子材料開発部 | 研究員 | 井上 文 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 株式会社松村石油研究所 | 基盤技術研究部 | 研究員 | 若林 明伸 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 株式会社松村石油研究所 | 技術顧問 | | 笠井春夫 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要 急速な技術進歩が進む磁気記録媒体(ハードディスク)の表面潤滑に不可欠な有機化合物(液体潤滑剤)の新規開発およびそのために潤滑剤分子のハードディスク表面(DLC保護膜)との相互作用、分子の存在状態などを測定・分析・解析を行う。</p> <p>②研究の独自性・新規性 従来、ハードディスク(HD)には両末端に水酸基を持つパーフルオロポリエーテル(PFPE)、さらにHDの高記録密度化に伴い、分子内に潤滑剤分子の分解抑制機能をもつホスファゼン基を導入した潤滑剤(MORESCO A20H)が用いられているが、今後の超高記録密度化においては、さらに磁気ヘッドとHDの隙間が狭くなり、コンタクト状態に近い領域で十分な潤滑性と耐久性を併せ持つ新規潤滑剤の開発が不可欠である。</p> <p>③研究の目標(フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に) 面記録密度を現在の10倍以上のテラビット級に高めるためには、磁気ディスクと磁気ヘッドの隙間を5nm以下にする必要がある。このような極限インターフェースで機能し高信頼性を実現できる超高性能潤滑剤の開発と商品を行う。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>研究の進め方及び進捗状況(目標と対比して)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 現行の HD 用潤滑剤の性能を超える新規潤滑剤のデザインと合成、およびその物性評価と性能評価。 2. 潤滑剤とHD基板(炭素保護膜)との相互作用の分析と解明 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>主な成果</p> <p>具体的な成果内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 放射光 X 線反射率測定法により潤滑剤分子のディスク(HD)表面における精確な厚み(絶対膜厚)測定ができ、従来のエプソメーター法による測定結果よりさらに薄膜であることが判明した。 併せて、潤滑剤の HD 表面での被覆性を定量化できる可能性を示唆した。 2. PFPE 潤滑剤分子中に潤滑性と耐久性を付与するために導入したホスファゼン基は HD 表面保護膜(DLC)表面とほぼ平行に吸着していることを放射光 XPS 測定により明らかにした。 3. SPMプローブへの液体潤滑剤分子の付着を防止する手法を用い、常温で特別な表面処理無しで HD 表面での液体潤滑剤層の表面形態の直接観察に成功した。 <p>特許件数：出願 5 件 論文数：1 件 口頭発表件数：4 件</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

世界最高性能の放射光X線を用いた評価では、有機ナノ薄膜をダメージ無く膜厚計測できることを確認し、類がない成果を得た。また、世界最高性能の検出器を使った放射光X線光電子分光では、ハードX線を用いた計測が、有機ナノ薄膜である潤滑剤に損傷を与えずに適用できることを確認し、分子レベルの相互作用を高い解像度で実現した。特殊プローブによるAFM観察ではその有効性は確認できたが、再現性や観察像の信頼性、定量性を向上するためには更なる技術的改善が必要。

2 実用化に向けた波及効果

絶対膜厚の精密計測は、業界での膜厚校正の基礎手段として期待できる。放射光XPSを有機薄膜に広く適用できる可能性があり、他のテーマへの波及効果も高い。特殊AFM観察でも、プローブ表面の親水性・撥水性を制御することで様々な材料表面の直接観察が可能になる。

放射光XPSで得られた知見は、潤滑剤の構造設計上だけでなく、ハードディスク(HD)に潤滑剤を塗布する製造プロセスを改善し、より高品質なHDメディアを生産することにつながる可能性がある。

残された課題と対応方針について

・各種新規潤滑剤のデザイン、合成は進んだが、実用性との関連での放射光による測定・分析による検証にまでは至らなかった。

・得られた知見を有機的に結びつけることにより、新たなHD用高性能潤滑剤を合成・開発・商品化を目指すと共に、薄膜潤滑剤の新用途開拓を行う。

| | JST負担分 (千円) | | | | | | | 地域負担分 (千円) | | | | | | | 合計 |
|---------------------------|-------------|------|------|------|------|------|-------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 15年度 | 16年度 | 17年度 | 18年度 | 19年度 | 20年度 | 小計 | 15年度 | 16年度 | 17年度 | 18年度 | 19年度 | 20年度 | 小計 | |
| 人件費 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38,500 | 22,000 | 23,000 | 10,820 | 7,810 | 16,000 | 118,130 | 118,130 |
| 設備費 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,000 | 24,100 | 0 | 0 | 0 | 6,350 | 36,450 | 36,450 |
| その他研究費 (消耗品費、 材料費等) | 1,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,000 | 5,500 | 5,000 | 11,688 | 3,941 | 27,868 | 30,400 | 84,397 | 85,397 |
| 旅費 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 60 | 60 |
| その他 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 12,000 | 12,000 |
| 小計 | 1,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,000 | 50,000 | 51,100 | 37,688 | 17,821 | 38,678 | 55,750 | 251,037 | 252,037 |

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

JST負担による設備:

地域負担による設備: クリーンブース、偏光顕微鏡、UV塗布装置、接触角計測器