

## HDDスピンドル軸受用低発塵グリースについて

吉崎浩二

## Low Particle-Emission Grease for HDD Spindle Bearings

K. YOSHIKAZI

Hard disk drives are rapidly increasing in their application for high speed, high capacity external recorders. In 1998, amount of production of hard disk drives reached at about 140 millions, and is predicted to increase more than 10 percents per year.

And higher capacity and down-sizing are technical trends of hard disk drives, so it is likely that ferrofluidic seals won't be used. In this case, cleanliness and particle-emission properties of bearings become very important. This paper describes newly developed KHD grease which has low particle-emission, low torque, low vibration properties.

1. はじめに
2. 要求性能
  - 2.1 HDDスピンドル軸受に要求される性能
  - 2.2 HDDスピンドル軸受用グリースに要求される性能
3. 低発塵グリース“KHDグリース”の組成・性能
  - 3.1 グリース組成，性状
  - 3.2 グリース性能
4. おわりに

## 1. はじめに

ハードディスクドライブ(以下HDDと称す)は、高速・大容量の外部記憶装置として、大型コンピュータからパソコン、ファクシミリ、複写機にいたるまでその用途を急速に拡大している。また、その出荷台数は1998年度で約1億4000万台、成長率では9.3%とここ数年では最も低い成長率であったが、今後も年率10数%程度の成長が見込まれている<sup>1)</sup>。

また、磁性流体シール廃止によるHDDの小型化の動きがあり、これを達成するには軸受からの発塵を抑制する必要がある。このような背景のもとで今回開発した低発塵グリースの性状・性能について以下に述べる。

## 2. 要求性能

## 2.1 HDDスピンドル軸受に要求される性能

HDDスピンドル用軸受には一般に標準寸法の小径玉軸受が使用されている。その例を図1に示す。HDDの小型化、薄型化が進むにつれて、軸受も幅狭タイプの採用が増えている。

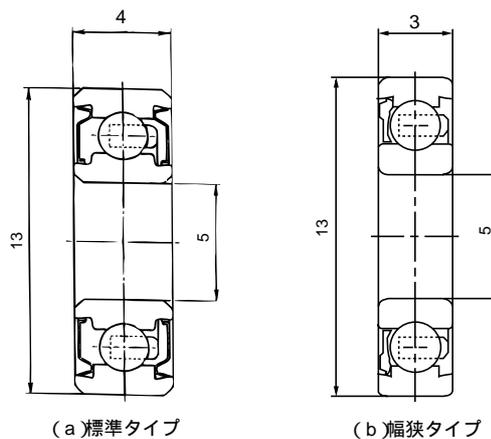


図1 HDDスピンドルモータ用玉軸受の構造 (3.5インチ用)

Cross section of ball bearings for HDD spindle motor

HDDの技術動向としては以下のようなものが挙げられる<sup>2)</sup>。

大容量化    小型化    高速化    省電力化  
静粛性向上

これら動向に対応するために必要なHDDスピンドル軸受の性能を表1に示す。

表1 HDD用軸受に必要とされる性能  
Required performance for HDD bearings and greases

	HDDの動向	軸受性能	グリース性能
1	大容量化	低NRRO, 低発塵	低発塵
2	小型化 (磁性流体シール廃止の場合)	低発塵, 薄型化	低発塵
3	低消費電力	低トルク	低トルク
4	静粛性	低騒音, 低振動	低騒音
5	長寿命	長寿命	長寿命
6	その他 (低コスト化, アウトガスなど)	低価格, 低アウトガスなど	低価格, 低アウトガスなど

大容量化のためには、高記録密度化が必要であり、現状でのトラック密度は2 μm / inch程度である。これが1 μm / inchになった場合、0.02 ~ 0.03 μmのNRRO(非同期性回転振れ)がデータの読み書きエラーとなりうる<sup>3)</sup>。このため、HDDの大容量化には軸受のNRRO精度の向上が不可欠である。

また、大容量化にはヘッドとディスクの距離(Flying height: 以下FHと称す)を小さくする必要がある。現状ではFHは0.1 ~ 0.5 μm程度であるが、0.025 μmのものも使用されはじめている<sup>1)</sup>。このような状態でディスク表面に異物が付着していると、データの読み書きエラー、ひいてはヘッドクラッシュが生じ、回転不能に陥る。このため、軸受には表面に油分などの付着がなく、回転に伴う潤滑剤の飛散が少ないなどの性能が要求される。

現状では、磁性流体シールなどにより、軸受からの飛散物によるディスク表面の汚染を防止している。しかし、HDDの小型化のため、磁性流体シールを廃止する動きもあり、これを実現するには軸受の清浄度、発塵性能が重要な性能となる。

この他、省電力化のための低トルク性、低騒音、低振動性などがHDD用軸受には要求されている。

### 2.2 HDD軸受用グリースに要求される性能

表1にHDD軸受用グリースに要求される性能を示した。

一般に、モータ軸受用グリースには低トルク性、低騒音性、および長寿命が要求される。さらにHDD軸受用グリースには小型化、ヘッドクラッシュ防止のため、低発塵性能が要求される。一般に低発塵グリースとしては半導体製造装置用軸受などに使用されているふっ素系グリースが用いら

れており、当社でも1990年に開発、実用化している。しかし、半導体製造装置用軸受に要求される性能と、HDDスピンドル用軸受に要求される性能は異なる。このため、HDDスピンドル軸受に適したグリースを開発した。

### 3. 低発塵グリース“KHDグリース”の組成・性能

#### 3.1 グリース組成、性状

開発グリース“KHDグリース”の組成、性状を表2に示す。比較としてHDD軸受用グリースとして実績のあるグリースA、Bの組成、性状も併せて記す。

表2 KHDグリース組成、性状  
Composition and properties of KHD grease

	KHD	グリースA	グリースB
増ちょう剤	リチウム石けん	リチウム石けん	ナトリウム石けん
基油	ポリ オレフィン	エステル	鉱油
基油動粘度 (@40 , mm <sup>2</sup> / s)	25	26	109
混和ちょう度	181	250	205
滴点,	203	192	260以上
蒸発量, wt% (99 x 22 h)	0.14	0.30	1.0
離油度, wt% (100 x 24 h)	0.1	1.2	0.2
酸化安定度, MPa (99 x 100 h)	0.015	0.025	0.07

増ちょう剤にはリチウム石けんを選定した。これは音響特性の良好なグリースが得られやすいこと、またHDDが使用される温度環境が最高80程度であることによる。また、基油は寿命を考慮して耐熱性に優れるポリ オレフィンとし、その動粘度はトルク特性を考慮し、40 で25mm<sup>2</sup> / sとした。なお、基油動粘度と発塵量の相関については基油動粘度を低くしても発塵量に大きな影響を与えないことは確認している。

また、ちょう度についてはNLGIちょう度番号の小さい、軟らかいグリースは発塵量は多く、硬いグリースほど発塵量は少なく、3 ~ 4号ちょう度で発塵量はほぼ飽和する傾向にあることを確認しており今回ちょう度は4号ちょう度とした。

3.2 グリス性能

3.2.1 発塵性能

発塵量の測定は図2に示す装置を用い、内径5mm、外径13mmの深溝玉軸受にグリスを10mg封入し、回転速度は外輪回転で $5\ 400\text{min}^{-1}$ にて行った。軸受より飛散する発塵を吸引し、光散乱式のパーティクルカウンタにて $2.83\ \ell (= 0.1\text{ft}^3)$ 中の粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上の発塵を計数した。

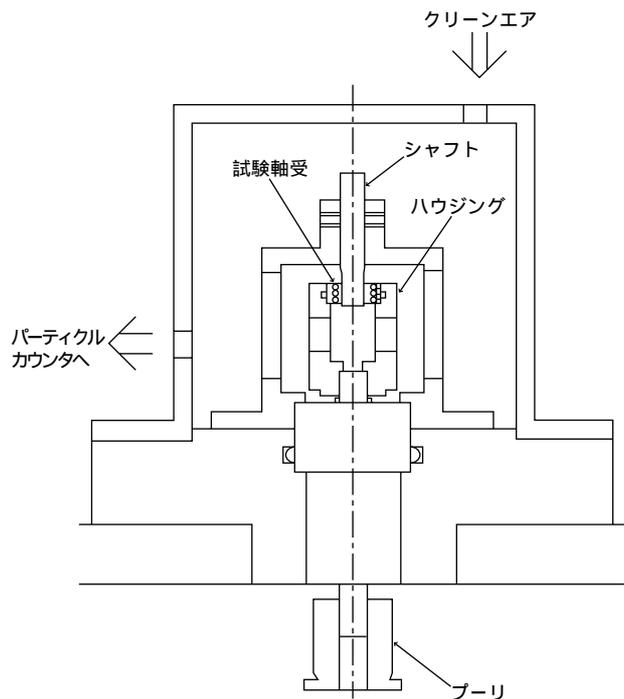


図2 発塵量測定装置  
Measuring equipment for particle-emission

KHDグリスの発塵性能を図3に示す。KHDグリスの発塵量は、グリスAの約 $1/5$ であり、良好な発塵性能を示した。しかしながら、グリスBのレベルまでには至らなかった。これは増ちょう剤の種類や繊維の長さなどの影響であると考えられる。

3.2.2 音響性能

音響性能は、音響性能と相関のあるとされる振動値で評価した。内径5mm、外径13mmの深溝玉軸受にグリスを10mg封入し、回転速度は外輪回転で $1\ 800\text{min}^{-1}$ 、予圧 $5.4\ \text{N}$ で回転させたときの内輪の振動値を測定した。

KHDグリスの音響性能を図4に示す。グリスAと比較して、KHDグリスは同等以上の音響性能を示した。またグリスBと比較すると、その振動値は $1/2$ 程度であった。また測定時間

中、増ちょう剤をつぶすような音も認められず、音質も良好であった。

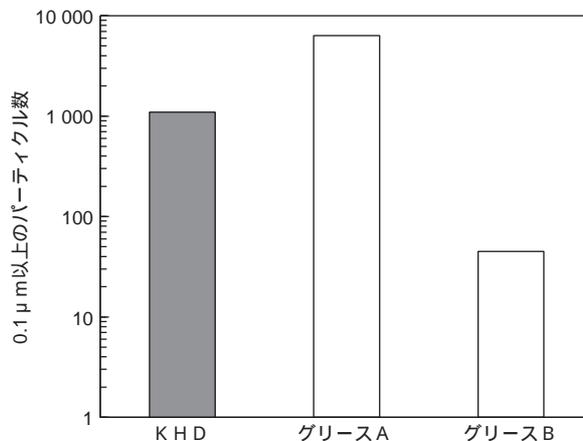


図3 発塵性能  
Particle measurement

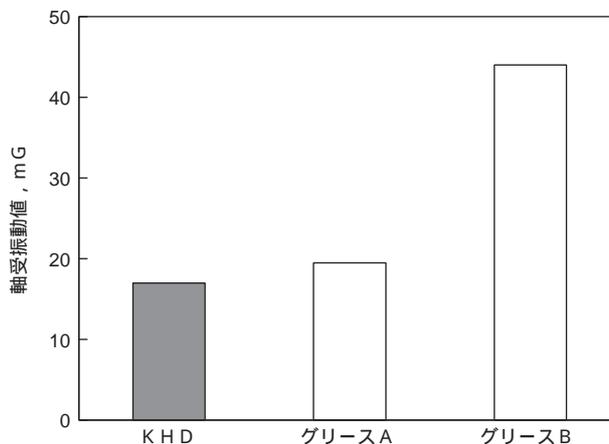


図4 音響性能  
Vibration performance

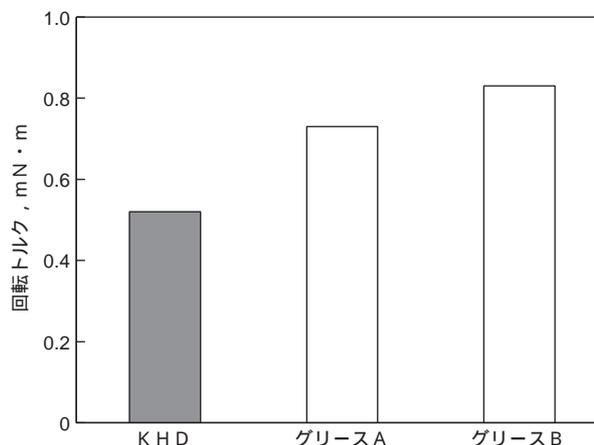


図5 トルク性能  
Torque performance

### 3.2.3 トルク性能

回転トルクの測定は、内径5mm、外径13mmの深溝玉軸受にグリースを10mg封入し、予圧11.8N、回転速度は外輪回転で $5400\text{min}^{-1}$ にて行った。

KHDグリースのトルク性能を図5に示す。KHDグリースはグリースAより約15%、グリースBより約30%回転トルクは小さく、トルク性能では最も優れていた。

## 4. おわりに

HDDスピンドル軸受用として開発したKHDグリースは、従来グリースと比較して、低発塵、低トルクかつ音響特性はすぐれている。またKHDグリースは、HDD用以外にも同様の常温・常圧で低発塵特性が必要な箇所にも適用可能である。

## 参考文献

- 1) 月刊トライボロジ : vol. 13(1998)16.
- 2) 滝井裕一 : Koyo Engineering Journal, no. 152 (1997)68.
- 3) 月刊トライボロジ : vol. 14(1999)40.

## 筆者



吉崎浩二\*  
K. YOSHIKAZI

\* 総合技術研究所 基礎技術研究所  
軸受技術開発部