

明 細 書

発明の名称：磁気記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体およびその製造方法に関し、特にコンピュータの

外部記憶装置において用いられる磁気記録媒体およびその製造方法に関する。より詳細には、本発明は、主鎖にペルフルオロトリメチレンオキシ繰り返し単位を有するペルフルオロポリエーテル系化合物および環状トリホスファ

ゼン構造を有するペルフルオロポリエーテル系化合物を含む潤滑層を有し、

ヘッド浮上量を低下させることができる磁気記録媒体、およびその製造方法に関する。また、本発明は、潤滑層中のペルフルオロポリエーテル系化合物

の混合比率を変化させることによって、ヘッド浮上量を低下させ、磁気記録媒体の電磁変換特性を向上させる方法に関する。

背景技術

[0002] 磁気記録媒体（特に磁気ディスク）の耐久性および信頼性を向上させるた

め、ならびに磁気記録媒体の保護層とヘッドとの間に生ずる摩擦力を減少させるため、磁気記録媒体に対して潤滑特性を付与することが必要となっ

ている。たとえば、磁気記録媒体の保護層として慣用的に用いられるダイヤモンド状カーボン（DLC）膜の上に、分子内に水酸基などの有極性末端基

を有するペルフルオロポリエーテル系潤滑剤などを含む潤滑層を形成して、潤滑特性を改良することが行われてきた。

[0003] また、国際公開第2007/043450号パブリットは、磁気記録媒

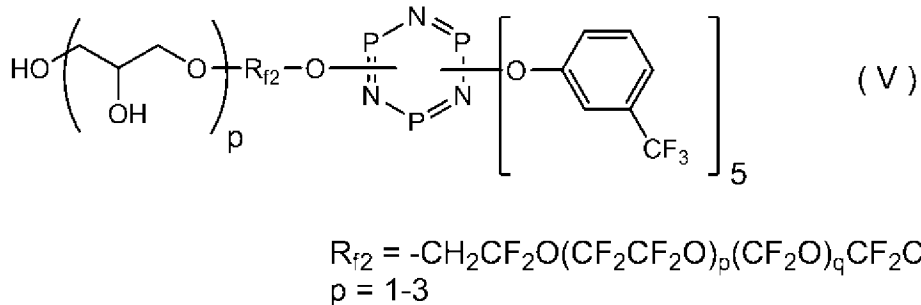
体との付着力の向上および分解性の低減を目的として、分子内に環状トリホスファゼン構造を有する、式（V）で表わされるペルフルオロポリエーテル

系潤滑剤を用いて潤滑層を形成することを記載している（特許文献1参照）。また、国際公開第2006/009057号パブリットは、式（V）に

おいて $p = 1$ の化合物と $p = 2$ の化合物との混合物を用いて潤滑層を形成することを記載している（特許文献2参照）。さらに、国際公開第2008/

140121号パンフレットは、ペルフルオロポリエーテル側鎖の数が異なる環状トリホスファゼン構造を有するペルフルオロポリエーテル系潤滑剤を用いて潤滑層を形成することを記載している（特許文献3参照）。

[0004] [化1]



[0005] 保護膜上の潤滑層は、2種の層に分類される。一方は、保護層と結合した層（以下、結合潤滑層という）であり、他方は、結合潤滑層の上に存在し、保護層と結合していない層（以下、自由潤滑層という）である。特性の向上の観点から、自由潤滑層が薄く、結合潤滑層が厚い構造が、潤滑層として適しているとされている。

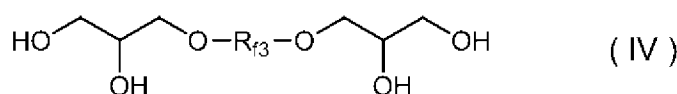
[0006] しかしながら、近年の磁気記録媒体（磁気ディスク）の高密度化傾向に伴って、潤滑剤特性に対する要求がより厳しくなっている。この要求に応えるためには、ヘッドと磁気ディスクとの相性が重要となっており、ヘッドを磁気ディスクに近づけること（ヘッド浮上量を低下させること）を可能にする潤滑剤材料が求められている。

[0007] 加えて、近年のハードディスクドライブは、これまでの屋内で使用されるパソコン用途だけではなく、携帯機器、カーナビゲーションシステムなど屋外環境において用いられるケースが増大している。屋外環境で使用される場合、特に高温高湿環境において、磁気ヘッドスライダが浮上しにくくなる現象の発生が問題となってきた。この問題は、高湿度空気に含まれる水分の凝着現象によって発生すると考えられている。そのため、ハードディスクドライブ中で用いられる磁気記録媒体（磁気ディスク）表面に、潤滑剤をより緻密に配置することが大きな課題となっている。

[0008] この課題を解決するための手法として、分子のかさ高さをより小さくして

、保護膜上の潤滑剤の配向を制御することが重要である。現在、磁気記録媒体に一般的に使われている F o m b l i n (商標) Z - d o l (式 (III)) および F o m b l i n (商標) Z - t e t r a o l (式 (IV)) の潤滑剤は、その両末端にヒドロキシル基を有するペルフルオロポリエーテル系化合物である (式中、 p および q は 0 以上の整数である。ただし、 $p = q = 0$ の場合を除く)。

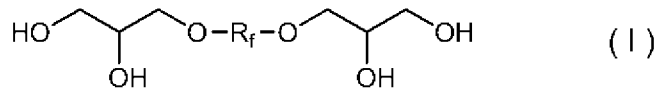
[0009] [化2]



[0010] 式 (III) および／または式 (IV) の化合物は、保護層上に塗布して潤滑層を形成した場合、分子構造中の C、F、O がランダムに配列されてしまうという特徴を有する。式 (III) または式 (IV) の分子構造 (両末端に存在するヒドロキシル基) が、この特徴に影響している。ランダムな配列によって、活性な酸素原子が保護層側ではなく、ヘッド側 (表面側) に向いてしまう。その結果、汚染物質の吸着の促進、あるいはヘッドスライダー表面に対する吸着性の増大などの現象が発生する。これらの現象は、ヘッドの浮上性 (head levitating properties) のバラツキをもたらす。

[0011] そのため、ヘッドの浮上量の低下、および浮上安定性の向上のために、式 (III) および／または式 (IV) の構造とは異なる化学構造を有する潤滑剤材料が求められている。この点に関して、IEEE Transactions on Magnetics, "Lubricant Pickup of Ultra-Thin PFPE Lubricants With Different Backbone Structures", Vol. 47, No. 7, July, 2011, pp. 1837-1841 は、異なる主鎖繰り返し単位を有する式 (I) の構造を有する潤滑剤を用いた場合に、ヘッドによる潤滑剤のピックアップが異なることを報告している (非特許文献 1 参照)。

[0012] [化3]



$$\text{R}_f = -\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_m\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2-$$

[0013] 式 (III) および／または式 (IV) の化合物を主体とする従来の潤滑剤においては、添加する添加剤およびその混合比、潤滑層のトータル膜厚およびボンド率などの最適化により、ヘッド浮上性の向上が図られてきている。しかしながら、ヘッド浮上性の向上のために、トータル膜厚の減少、および／またはボンド率の向上などの手段を採用した場合には、磁気記録媒体（特に潤滑層）の他の特性（耐久性など）が劣化してしまうという問題点があった。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：国際公開第2007／043450号パンフレット

特許文献2：国際公開第2006／009057号パンフレット

特許文献3：国際公開第2008／140121号パンフレット

非特許文献

[0015] 非特許文献1：IEEE Transactions on Magnetism, "Lubricant Pickup of Ultra-Thin PFPE Lubricants With Different Backbone Structures", Vol. 47, No. 7, July, 2011, pp. 1837-1841

発明の概要

発明が解決しようとする課題

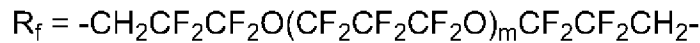
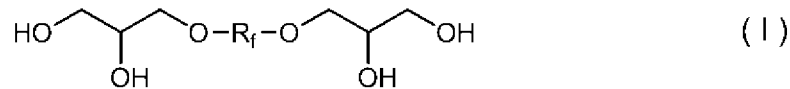
[0016] 本発明が解決しようとする課題は、他の特性の劣化を伴うことなしにヘッド浮上量を低減させることによって高い電磁変換特性を実現することができる磁気記録媒体を提供すること、およびその製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明の第1の実施形態の磁気記録媒体は、非磁性基板上に下地層、磁性

層、保護層および潤滑層を有し、前記保護層はカーボンを含み、前記潤滑層は、式 (I)

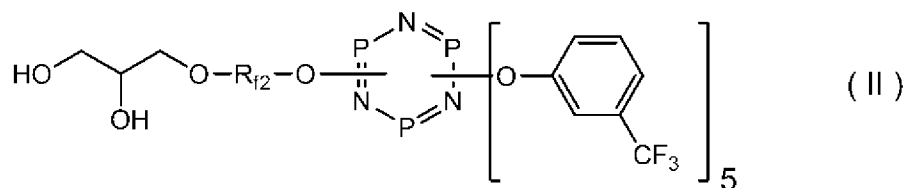
[化4]



(式中、mは1以上の整数を示す)

で表わされる潤滑剤と、式 (II)

[化5]

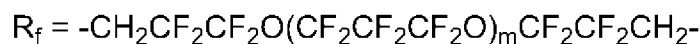
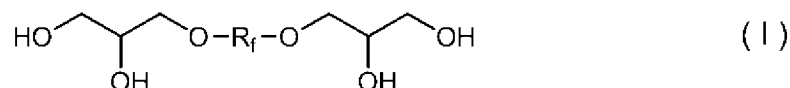


(式中、pおよびqは0以上の整数を示す。ただし、p=q=0の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物で構成されていることを特徴とする。式 (II) で表わされる潤滑剤は、特許文献1および2に記載されているものである。

[0018] 本発明の第2の実施形態の磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基体上に下地層を形成する工程と、該下地層上に磁性層を積層する工程と、該磁性層上にカーボンを含む保護層を積層する工程と、該保護層上に式 (I)

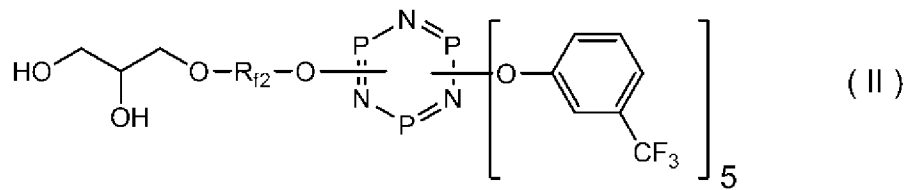
[化6]



(式中、mは1以上の整数を示す)

で表わされる潤滑剤と、式 (II)

[化7]

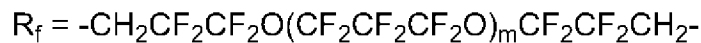
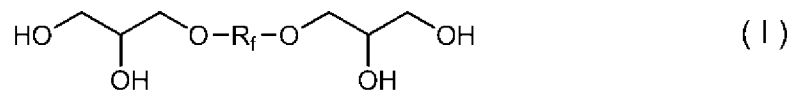


(式中、p および q は 0 以上の整数を示す。ただし、p = q = 0 の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物を積層して潤滑層を形成する工程とを具えたことを特徴とする。

[0019] 本発明の第3の実施形態の磁気記録媒体のヘッドの浮上量を低減して電磁変換特性を向上させる方法は、非磁性基板上に下地層、磁性層、カーボンを含む保護層、および式(Ⅰ)

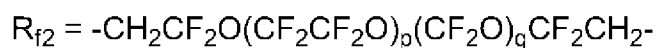
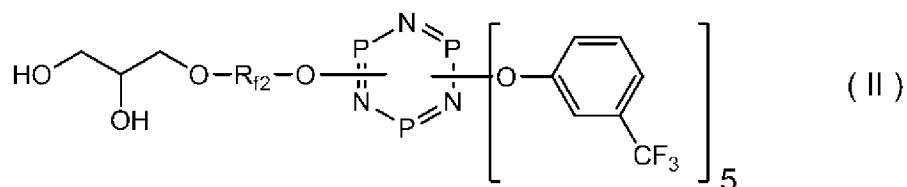
[化8]



(式中、m は 1 以上の整数を示す)

で表わされる潤滑剤と、式(Ⅱ)

[化9]



(式中、p および q は 0 以上の整数を示す。ただし、p = q = 0 の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物で構成される潤滑層を有する磁気記録媒体に

において、式（I）で表わされる潤滑剤の適用量、および／または式（I）で表わされる潤滑剤と式（II）で表わされる潤滑剤との混合比を変化させる工程を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明の磁気記録媒体において、主鎖に $-(CF_2CF_2O)_m(CF_2O)_n-$ 構造を含む慣用の潤滑剤を含む潤滑層に代えて、主鎖に $-(CF_2CF_2CF_2O)_m-$ 構造を含む式（I）の化合物と、式（II）の化合物との混合物からなる潤滑層を設けることによって、ヘッドの浮上量の低下、ならびに耐久性の高い磁気記録媒体表面を実現することができた。また、式（II）の化合物（特許文献1および2参照）の添加量を0 Å～3 Åの膜厚に相当するものにすることによって、この効果がより顕著となることが分かった。ヘッドの浮上量を低下させることによって、磁気記録媒体の電磁変換特性を向上させることができた。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]磁気記録媒体のヘッド浮上量を評価するための装置の概略図である。
[図2]実施例1、比較例1および比較例2における、ADOHの添加量とヘッド浮上量との関係を示すグラフである。
[図3]磁気記録媒体のヘッド浮上量を評価するための装置の概略図である。
[図4]実施例1、比較例1および比較例2における、ADOHの添加量とTD電力との関係を示すグラフである。
[図5]磁気記録媒体の耐久性を評価するための装置の概略図である。
[図6]破断点を決定するための基準を示すグラフである。
[図7]実施例1、比較例1および比較例2における、ADOHの添加量と破断点との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明の第1の実施形態に係る磁気記録媒体は、非磁性基板、下地層、磁性層、カーボンを含有する保護層、および潤滑層を備える。

[0023] 非磁性基板としては、当該技術において知られている、表面が平滑である

様々な基体を用いることができる。たとえば、従来の磁気記録媒体に用いられる、NiPメッキを施したAl合金（Al-Mgなど）、強化ガラス、結晶化ガラスなどを、非磁性基板として用いることができる。

[0024] 本発明において、下地層は、垂直磁気記録を行う際にヘッドが発生した磁束を磁性層に集中させるための軟磁性金属層、磁性層の配向を制御して良好な磁気特性を有する磁性層を形成するための中間層、中間層の配向性および密着性を向上させるためのシード層、またはそれらの積層構造であってもよい。

[0025] 軟磁性裏打ち層は、FeTaC、センダスト（FeSiAl）合金などの結晶性材料、またはCoZrNb、CoTaZrなどのCo合金を含む非晶質材料を用いて形成することができる。

[0026] 中間層は、磁性層の結晶粒子径および結晶配向の制御、および軟磁性裏打ち層（存在する場合）と磁性層との磁気的な結合の防止のために用いられる層である。したがって、中間層は、非磁性であることが好ましい。中間層の結晶構造は、磁性層の材料に合わせて適宜選択される。たとえば、直上に位置する磁性層が、六方最密充填（hcp）構造を有するCoを主体とした材料から形成される場合は、hcpまたは面心六方（fcc）構造を有する材料を用いて中間層を形成することができる。あるいはまた、中間層は、非結晶構造であってもよい。中間層を形成するための材料は、好ましくは、Ru、Re、Rh、Pt、Pd、Ir、Ni、Co、またはこれらを含む合金を含む。

[0027] シード層は、非磁性基板または軟磁性裏打ち層（存在する場合）と中間層との間の密着性を確保すること、および中間層の配向を制御することを目的とする層である。シード層は、NiW、Ta、Cr、あるいは、Taおよび／またはCrを含む合金を用いて形成することができる。また、シード層を前述の材料を含む複数の層からなる積層構造としてもよい。

[0028] 本発明において、磁性層は、結晶系の磁性材料を用いて形成することができる。用いることができる結晶系の磁性材料は、たとえば、CoおよびPt

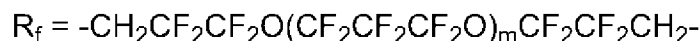
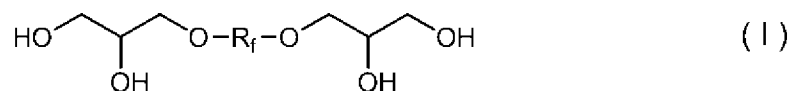
を少なくとも含む合金の強磁性材料（たとえばC o - C r - T a、C o - C r - P t など）を含む。この際、強磁性材料の磁化容易軸は、磁気記録を行う方向に向かって配向していることが必要である。垂直磁気記録を行うためには、磁性層の材料の磁化容易軸（h c p構造のc軸）が、磁気記録媒体の表面（すなわち非磁性基板の主平面）に垂直方向に配向していることが必要である。あるいはまた、磁性層は、磁性結晶粒子が非磁性体で隔てられた構造（いわゆる、グラニューラー構造）を有してもよい。この場合、磁性結晶粒子は、数n mの直径を有する柱状であることが好ましい。非磁性体はサブn m程度の厚さを有することが好ましい。磁性結晶粒子を形成する材料は、C o、F e、N iなどの磁性元素を主体とする合金を含む。好ましくは、磁性結晶粒子を形成する材料は、C o P t合金にC r、B、T a、Wなどの金属を添加した材料を含む。一方、非磁性体を形成する材料は、S i、C r、C o、T i、またはT aの酸化物あるいは窒化物を含む。

[0029] 本発明において、保護層を形成するためのカーボン材料は、非晶質カーボン、ダイヤモンドライクカーボン（D L C）などを含む。

[0030] 下地層、磁性層、カーボンを含有する保護層の形成は、当該技術において慣用の手段を用いて行うことができる。

[0031] 本発明の磁気記録媒体の潤滑層は、主鎖中にペルフルオロトリメチレン繰り返し単位（ $-C F_2 C F_2 C F_2 O-$ ）を含み、その両末端部にヒドロキシル基（ $-O H$ ）を有する、式（I）

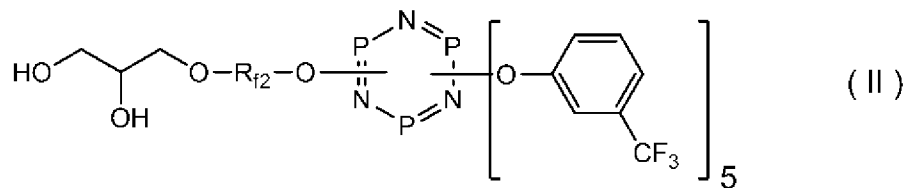
[化10]



（式中、mは1以上の整数を示す）

で表わされる潤滑剤と、式（II）

[化11]



(式中、p および q は 0 以上の整数を示す。ただし、p = q = 0 の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物を用いて形成することができる。式 (I) で表わされる潤滑剤の例は、非特許文献 1 に記載されている D 4 O H (株式会社 MORESCO 製) を含む。式 (II) で表わされる潤滑剤の例は、A D O H (株式会社 MORESCO 製) を含む。

[0032] 本発明の磁気記録媒体の潤滑層は、式 (I) で表わされる潤滑剤と式 (II) で表わされる潤滑剤との混合物のみで構成することが望ましい。この際に、式 (II) で表わされる潤滑剤の添加量は、0.3 Å ~ 3 Å の膜厚に相当するものとするのが望ましい。

[0033] 本発明の磁気記録媒体の潤滑層は、式 (I) で表わされる潤滑剤と式 (II) で表わされる潤滑剤との混合物を固形成分をして含む溶液を用いる塗布法によって形成することができる。塗布法としては、浸漬法などを用いることができる。さらに、潤滑層形成後に、UV 処理、テープバニッシュ処理などの後処理を実施してもよい。

[0034] 以下の実施例において、本発明に係る磁気記録媒体について詳細に説明する。しかしながら、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。

実施例

[0035] (実施例 1)

プラズマ CVD 法を用いて、膜厚 2.0 nm のダイヤモンドライクカーボ

ンからなる保護層で覆われた直径65mmの磁気ディスク基板を作製した。

式(1)で表わされるD4OHと式(II)で表わされるADOHとの混合物をVereil XF(三井デュロケミカル社製)溶液中に溶解させ、潤滑層塗布液を作製した。磁気ディスク基板を潤滑層塗布液中に浸漬し、1.5mm/秒の速度で引き上げ、次いで乾燥させた。次に、発光極大波長185nm/254nm、出力200WのUVランプを用いて乾燥塗膜をUV処理し、潤滑層を形成した。ここで、潤滑層塗布液は、得られる潤滑層のトータル膜厚を7Å~10Åとし、添加剤であるADOHの膜厚を0.3Å~3.0Åとするように、D4OH単独の塗布液のD4OHの濃度、ならびに混合物を用いる塗布液中のD4OHおよびADOHの濃度を調整した。また、結合潤滑層の膜厚を6.00Å程度とし、ボンド率を75.0%とするようにして、潤滑層を形成した。

[0036] 本発明における「潤滑層のトータル膜厚」は、潤滑層形成時の潤滑層の膜厚であり、フーリエ変換式赤外分光光度計(FTR)により測定した。本発明における「結合潤滑層の膜厚」とは、保護層のカーボン表面に実際に結合している潤滑剤の層の膜厚である。具体的には、「結合潤滑層の膜厚」は、得られた潤滑層をVereil XF(三井デュロケミカル社製)を用いて洗浄した後の潤滑層の膜厚であり、フーリエ変換式赤外分光光度計(FTR)により測定した。

[0037] 一般に、保護層のカーボン表面に存在する官能基と潤滑剤との結合程度は、フッ素系溶媒による洗浄前の潤滑層膜厚に対するフッ素系溶媒による洗浄後の潤滑層膜厚の割合として表され、その百分率値は「ボンド率」と呼ばれる。本発明において、「ボンド率」は、上述のVereil XF(三井デュロケミカル社製)を用いる洗浄前の膜厚(すなわち、潤滑層のトータル膜厚)と洗浄後の膜厚(すなわち、結合潤滑層の膜厚)とを用いる以下の式によって求められる。

[0038] [数1]

$$\text{ボンド率} [\%] = \frac{\text{洗浄後の潤滑層の膜厚}}{\text{洗浄前の潤滑層の膜厚}} \times 100$$

[0039] (比較例 1)

F o m b l i n (商標) Z - t e t r a o l (式 (IV)) と A D O H との混合物を用いて潤滑層塗布液を形成したことを除いて、実施例 1 の手順を繰り返して、潤滑層を形成した。ここで、潤滑層塗布液は、得られる潤滑層のトータル膜厚を 8. 0 Å とし、添加剤である A D O H の膜厚を 2. 0 Å とするように、塗布液中の F o m b l i n (商標) Z - t e t r a o l および A D O H の濃度を調整した。また、結合潤滑層の膜厚を 6. 0 0 Å 程度とし、ボンド率を 7 5. 0 % とするようにして、潤滑層を形成した。

[0040] (比較例 2)

A D O H を用いなかったことを除いて、実施例 1 の手順を繰り返して、潤滑層を形成した。ここで、潤滑層塗布液は、得られる潤滑層のトータル膜厚を 9. 0 Å とするように、塗布液中の D 4 O H の濃度を調整した。また、結合潤滑層の膜厚を 6. 0 0 Å 程度とし、ボンド率を 7 5. 0 % とするようにして、潤滑層を形成した。

[0041] (評価)

(1 低浮上量特性)

図 1 に概略的に示す H i t a c h i 社製 R Q 7 8 0 0 を用いて、浮上限界の測定を行った。最初に、支持部 1 1 に取り付けられたスピンドルモーター 1 2 に潤滑層を形成した磁気記録媒体 1 を取り付けた。そして、磁気記録媒体 1 を回転させ、アーム支持部 1 3 に取り付けられたアーム 1 4 の先端の大きさ 3 0 % のグライドヘッド 1 5 および G W 社製の P Z T センサー 1 6 を磁気記録媒体に浮上させた。この状態で、スピンドルモーターを制御してグライドヘッド 1 5 の周速を徐々に低下させて、グライドヘッド 1 5 が墜落する周速を測定し、浮上限界を求めた。得られた結果を、第 1 表および図 2 に示した。

[0042]

[表1]

第1表：浮上量評価

	潤滑剤材料	トータル膜厚 (Å)	ADOH膜厚 (Å)	浮上限界 (mm)
比較例 1	Fomblin Z-tetraol+ADOH	8. 2 9	2. 3 1	2. 4 1
比較例 2	D4OH	9. 2 1	0. 0 0	2. 3 3
実施例 1	D4OH+ADOH	9. 0 7	0. 3 2	2. 3 3
	D4OH+ADOH	8. 4 8	0. 7 9	2. 3 3
	D4OH+ADOH	8. 7 2	1. 4 3	2. 3 3
	D4OH+ADOH	9. 0 8	3. 0 2	2. 3 3
	D4OH+ADOH	7. 4 9	1. 5 1	2. 3 2
	D4OH+ADOH	7. 6 9	2. 8 6	2. 3 2
	D4OH+ADOH	9. 4 2	1. 4 8	2. 3 6
	D4OH+ADOH	6. 5 1	1. 4 6	2. 2 9
	D4OH+ADOH	6. 1 1	3. 0 5	2. 2 9

[0043] 主鎖に $-(CF_2CF_2O)_m(CF_2O)_n-$ 構造を含むFomblin（商標）Z-tetraolを用いた比較例1のサンプルと比較して、主鎖に $-(CF_2CF_2CF_2O)_m-$ 構造を含むD4OHを用いた比較例2のサンプル、およびD4OHとADOHとの混合物を用いた実施例1のサンプルはより低い浮上限界値が得られた。添加剤であるADOHの添加量に対する浮上限界値の依存性、および潤滑層のトータル膜厚に対する浮上限界値の依存性は認められなかった。しかしながら、D4OH、またはD4OHとADOHとの混合物を用いることによって、浮上限界値が約2%～約5%改善した。

[0044] (2 低浮上量特性)

図3に概略を示すVENA社製のVENAを用いて、プログラムヘッド25をヒーター（不図示）により加熱してヘッドの素子部分を熱膨張させ、磁気記録媒体1に接触するところまでプログラムヘッド25の素子部分を突出させる。素子部分の突出によって、プログラムヘッド25と磁気記録媒体1との距離（浮上量）が小さくなる。潤滑層には、素子部分の突出が増加しても安定したプログラムヘッド25の浮上を維持することが求められる。磁気記録媒体の回転数、初期（電力無印加時）のヘッド浮上量などの駆動条件をHDDの実用条件として、試験を行った。接触点を、プログラムヘッド25の取り付け部分のアコースティックエミッション（AE）センサー26によ

って感知し、その際に印加されている電力（タッチダウン電力、TD電力）を低浮上量特性の指標とした。接触点の感知が遅い（TD電力が大きい）ほど、ヒーターに対するより多くの電力の印加が可能であり素子部分の突出量も多くなるので、プログラムヘッド25と磁気記録媒体1と間の距離が狭くなり、低浮上(low-height levitation)が可能となる。得られた結果を、第2表および図4に示した。

[0045] [表2]

第2表：浮上量評価

	潤滑剤材料	トータル膜厚 (Å)	ADOH膜厚 (Å)	TD電力 (mV)
比較例 1	Fomblin Z-tetraol+ADOH	8. 2 9	2. 3 1	42. 3 9
比較例 2	D4OH	9. 2 1	0. 0 0	47. 3 2
実施例 1	D4OH+ADOH	9. 0 7	0. 3 2	48. 6 5
	D4OH+ADOH	8. 4 8	0. 7 9	48. 7 9
	D4OH+ADOH	8. 7 2	1. 4 3	47. 2 7
	D4OH+ADOH	9. 0 8	3. 0 2	46. 6 5
	D4OH+ADOH	7. 4 9	1. 5 1	47. 6 3
	D4OH+ADOH	7. 6 9	2. 8 6	47. 1 7
	D4OH+ADOH	9. 4 2	1. 4 8	47. 1 1
	D4OH+ADOH	6. 5 1	1. 4 6	49. 1 9
	D4OH+ADOH	6. 1 1	3. 0 5	48. 5 1

[0046] 第2表および図4は、比較例1のFomblin（商標）Z-tetraolとADOHとの混合サンプルに対し、D4OHとADOHとの混合サンプルで、ヘッドを加熱するヒーターに対してより多くの電力を印加できるという結果を示している。トータル膜厚に対するTD電力の依存性が観察され、膜厚が薄いほどヒーターに印加する電力を多くすることができ、良好である。また、ADOHの添加量が少ないもので、良い結果となっている。

[0047] (3 耐久性特性)

図5に概略を示すRHESCA社製のフリクションプレイヤー（FPR-2100）を用いて、耐久性の評価を行った。この評価方法はPODと呼ばれており、磁気記録媒体1に接触させたAl₂O₃-TiC製のボール35（アーム支持部33に取り付けられたアーム34の先端に配置されている）に30gf（約0.29N）の荷重を印加し、支持部31に取り付けたスピンド

ルモーター 32 を用いて磁気記録媒体 1 を回転させてそのボール 35 を周速 25 mm/秒で移動させ、潤滑層の破断点を観察するものである。具体的には、アーム 33 に取り付けられたロードセル 36 を用いて磁気記録媒体 1 / ボール 35 間の摩擦係数を測定し、図 6 に示すように摩擦係数の急激な変化（破断サイン 61）が表われた時の繰り返し回数を破断点 62 とした。この評価においては、破断点 62 の出現が遅いほど、高い耐久性を有する良好な潤滑層であると判断できる。得られた結果を第 3 表および図 7 に示した。

[0048] [表3]

第 3 表：耐久性評価

	潤滑剤材料	トータル膜厚 (Å)	ADOH膜厚 (Å)	破断点 (回)
比較例 1	Fomblin Z-tetraol+ADOH	8. 2 9	2. 3 1	2 8 4. 5
比較例 2	D4OH	9. 2 1	0. 0 0	2 6 6. 2
実施例 1	D4OH+ADOH	9. 0 7	0. 3 2	3 5 0. 8
	D4OH+ADOH	8. 4 8	0. 7 9	4 2 0. 1
	D4OH+ADOH	8. 7 2	1. 4 3	5 2 6. 0
	D4OH+ADOH	9. 0 8	3. 0 2	6 0 0. 1
	D4OH+ADOH	7. 4 9	1. 5 1	4 5 8. 6
	D4OH+ADOH	7. 6 9	2. 8 6	5 1 0. 3
	D4OH+ADOH	9. 4 2	1. 4 8	6 0 7. 2
	D4OH+ADOH	6. 5 1	1. 4 6	4 1 4. 6
	D4OH+ADOH	6. 1 1	3. 0 5	4 3 0. 2

[0049] 第 3 表および図 7 は、比較例 1 の F o m b l i n（商標）Z - t e t r a o l と A D O H との混合サンプルに対し、実施例 1 の D 4 O H と A D O H との混合サンプルは破断点が高くなっており、より耐久性が高いという結果を示している。また、実施例 1 の D 4 O H および A D O H の混合サンプルと比較例 2 の D 4 O H のサンプルとの比較により、A D O H の添加が耐久性の向上に有効であることが分かる。さらに、実施例 1 の各サンプルの比較から、A D O H の添加量の増大に伴って、耐久性が向上することが分かる。加えて、実施例 1 の各サンプルの比較から、耐久性はトータル膜厚に依存し、トータル膜厚が厚いほど高い耐久性を有することが分かる。

[0050] 上記の結果から、式（I）の構造を有する D 4 O H と式（II）の構造を有する A D O H との混合物で構成された本発明の潤滑層は、慣用の F o m b l

i n (商標) Z - t e t r a o l と A D O H との混合物からなる潤滑層に比較して、ヘッドの浮上量を低下させることが可能であることが分かった。このことから、本発明の潤滑層が、ヘッドと磁気記録媒体との間隙を狭くして、より高い電磁変換特性を有する磁気記録媒体を提供する非常に有効な手段であることが分かった。さらに、D 4 O H 単独を用いた場合に比べて、A D O H の添加によって潤滑層の耐久性が著しく向上することがわかった。以上のことから、A D O H の添加量を最適化することによって、ヘッド浮上量の低下および潤滑層の耐久性の向上を達成できることが明らかとなった。

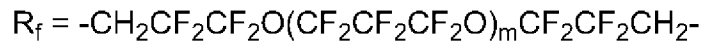
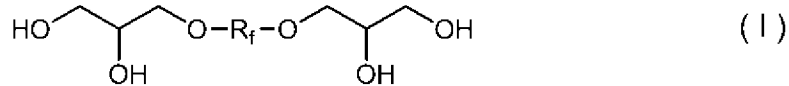
符号の説明

- [0051] 1 磁気記録媒体
- 1 1, 2 1, 3 1 支持部
- 1 2, 2 2, 3 2 スピンドルモーター
- 1 3, 2 3, 3 3 アーム支持部
- 1 4, 2 4, 3 4 アーム
- 1 5 グライドヘッド
- 1 6 P Z T センサー
- 2 5 プログラムヘッド
- 2 6 A E センサー
- 2 7 F O D 制御部
- 2 8 チャンバー
- 3 5 ボール
- 3 6 ロードセル
- 6 1 破断サイン
- 6 2 破断点

請求の範囲

[請求項1] 非磁性基板上に下地層、磁性層、保護層および潤滑層を有する磁気記録媒体であって、前記保護層はカーボンを含有し、前記潤滑層は、式 (I)

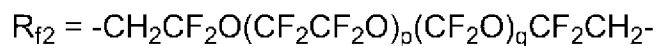
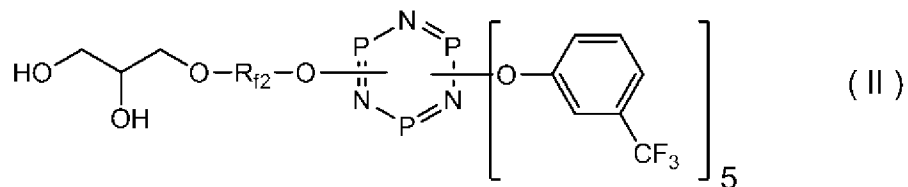
[化1]



(式中、mは1以上の整数を示す)

で表わされる潤滑剤と、式 (II)

[化2]

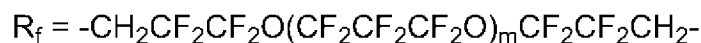
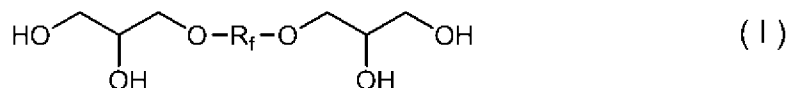


(式中、pおよびqは0以上の整数を示す。ただし、p = q = 0の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物で構成されていることを特徴とする磁気記録媒体。

[請求項2] 非磁性基体上に下地層を形成する工程と、
該下地層上に磁性層を積層する工程と、
該磁性層上にカーボンを含有する保護層を積層する工程と、
該保護層上に式 (I)

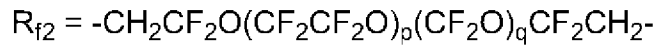
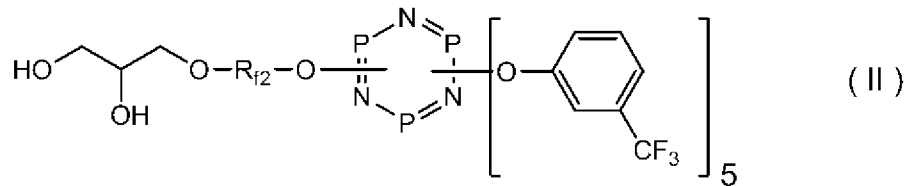
[化3]



(式中、mは1以上の整数を示す)

で表わされる潤滑剤と、式 (II)

[化4]



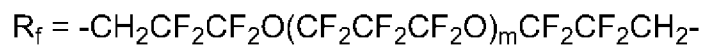
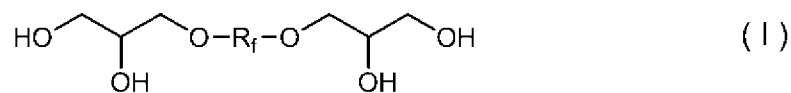
(式中、pおよびqは0以上の整数を示す。ただし、p = q = 0の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物を積層して潤滑層を形成する工程とを具えたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[請求項3]

非磁性基板上に下地層、磁性層、カーボンを含む保護層、および式 (I)

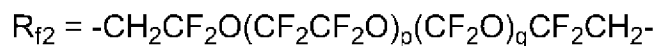
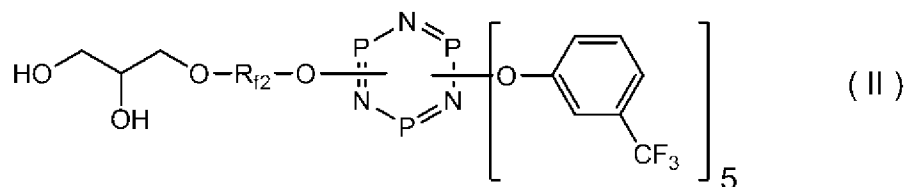
[化5]



(式中、mは1以上の整数を示す)

で表わされる潤滑剤と、式 (II)

[化6]



(式中、pおよびqは0以上の整数を示す。ただし、p = q = 0の場合を除く)

で表わされる潤滑剤との混合物で構成される潤滑層を有する磁気記録媒体のヘッドの浮上量を低減して電磁変換特性を向上させる方法であって、該方法は、式（I）で表わされる潤滑剤の適用量、および／または式（I）で表わされる潤滑剤と式（II）で表わされる潤滑剤との混合比を変化させる工程を含むことを特徴とする方法。