

明 細 書

発明の名称：磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液

技術分野

[0001] 本発明は、磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液に関する。

背景技術

[0002] 磁気記録再生装置における磁気ディスクは、一般的に、非磁性基板上に下地層、磁性層、保護層および潤滑層がこの順に形成されている。潤滑層の形成方法としては、フッ素系溶媒により潤滑剤を希釈した溶液を用いてディップ法によって塗布する方法が主流である。また、近年、潤滑剤としては、パーフルオロポリエーテル骨格の末端に水酸基、芳香環、ホスファゼンなどの官能基を有する高極性のパーフルオロポリエーテル化合物が用いられる傾向にある。

[0003] 潤滑剤を希釈する溶媒は、潤滑剤を溶解させるに十分な溶解能を有し、室温で液体であり、均一な膜形成をするために揮発性が高い必要がある。また、製造工程での安全性の面から、不燃性であることが望ましい。従来、磁気ディスクの潤滑剤を希釈するフッ素系溶媒としては、H F C（ハイドロフルオロカーボン）であるV e r t r e l（三井・ケマーズ フロロプロダクツ社、登録商標）X FおよびH F E（ハイドロフルオロエーテル）であるN o v e c（3 M社、登録商標）7 1 0 0等が用いられている。

[0004] 例えば、特許文献1には、主鎖にパーフルオロトリメチレンオキシ繰り返し単位を有するパーフルオロポリエーテル化合物および環状トリホスファゼン構造を有するパーフルオロポリエーテル化合物を、V e r t r e l X Fに溶解して潤滑剤塗布液を作製し、潤滑剤塗布液中に磁気ディスク基板を浸漬して潤滑層を形成したことが開示されている。

[0005] 特許文献2には、ホスファゼン化合物を含有する潤滑剤をパーフルオロヘキシルメチルエーテル（H F E－7 1 0 0）に溶解した溶液に、磁気ディスクを浸漬して潤滑層を形成したことが開示されている。

- [0006] 特許文献3には、分子内に環状トリホスファゼン末端基を有するパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を、HFE-7100を溶媒として用いて希釈し、保護層上にディップコート法により塗布したことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：日本国公開特許公報特開2013-175279号公報
特許文献2：国際公開第2001/21630号
特許文献3：日本国公開特許公報特開2000-260017号公報

発明の概要

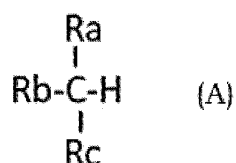
発明が解決しようとする課題

- [0008] しかしながら、上述のような従来のフッ素系溶媒は、地球温暖化係数（GWP：Global Warming Potential）が高く、それゆえ環境負荷が大きいという点、または近年潤滑剤として用いられる傾向にある高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶媒への溶解性が不十分であるという点において、改善の余地があった。
- [0009] 本発明の一態様は、地球温暖化係数が低く、且つ、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶解性が優れたフッ素系溶媒を用いた磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] すなわち、本発明の一実施形態は、以下の構成を含むものである。
- [0011] 本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの製造方法は、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する潤滑剤塗布工程を含む、磁気ディスクの製造方法であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式（A）の構造を有し、かつ地球温暖化係数（GWP）100年値が1000未満である、ハイドロフルオロエーテル（HFE）を含む。

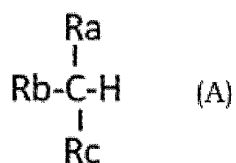
[化1]



(式 (A) 中、R aは、F、C F₂－R eおよびC F₃のいずれかを表す。R bは、O－R dおよびC(－R f)₃のいずれかを表す。R cは、H、FおよびC F₃のいずれかを表す。R eおよびR dは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。R fは、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。)

[0012] また、本発明の一実施形態に係る潤滑剤溶液は、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式 (A) の構造を有し、かつ地球温暖化係数100年値が1000未満である、ハイドロフルオロエーテルを含む。

[化2]



(式 (A) 中、R aは、F、C F₂－R eおよびC F₃のいずれかを表す。R bは、O－R dおよびC(－R f)₃のいずれかを表す。R cは、H、FおよびC F₃のいずれかを表す。R eおよびR dは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。R fは、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H

、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。)

発明の効果

[0013] 本発明の一態様によれば、地球温暖化係数が低く、且つ、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶媒への溶解性が優れたフッ素系溶媒を用いた磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態における磁気ディスクの構成を示す断面図である。
[図2]本発明の一実施形態における磁気ディスクの構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではなく、記述した範囲内で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。なお、本明細書において特記しない限り、数値範囲を表す「A～B」は、「A以上、B以下」を意図する。

[0016] [1] 磁気ディスクの製造方法

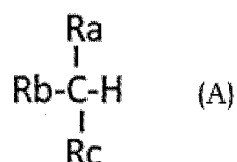
従来、磁気ディスクの潤滑剤を溶解するフッ素系溶媒としては、前述のハイドロフルオロカーボン（以下、本明細書において「HFC」と称することがある）であるVertrel（登録商標、以下本明細書において同じ）XF、およびハイドロフルオロエーテル（以下、本明細書において「HFE」と称することがある）であるNovac（登録商標、以下本明細書において同じ）7100（HFE-7100）等が使用されてきた。しかし、Vertrel XFは、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶解性は良好であるが、地球温暖化係数（以下、本明細書において「GWP」と称することがある）が高く、環境への負荷が大きい。一方、HFEは、一般的にGWPは低いものの、特に高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤のH

F E への溶解性が十分ではない。そのため、近年では、磁気ディスクの潤滑剤を溶解するフッ素系溶媒としては、Vertrel XFを使用することが唯一の方法である。

[0017] 本発明者は、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶媒を検討する中で、特に高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を十分に溶解することができないと考えられていたHFEの一つを使用したところ、驚くべきことに、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を溶解することができることを見出した。かかる知見にもとづき検討を行った結果、本発明者は、特定の構造を分子中に有するHFEは、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の当該HFEへの溶解性が高く、またGWPが低いことから、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶媒として好適に使用できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0018] すなわち、本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの製造方法は、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する潤滑剤塗布工程を含む、磁気ディスクの製造方法であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式(A)の構造を有し、かつGWP100年値が1000未満である、HFEを含む。

[化3]



(式(A)中、Raは、F、CF₂-ReおよびCF₃のいずれかを表す。Rbは、O-RdおよびC(-Rf)₃のいずれかを表す。Rcは、H、FおよびCF₃のいずれかを表す。ReおよびRdは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。Rfは、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H

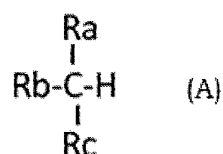
、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。)

[0019] [1. 1] 潤滑剤溶液に用いられる溶媒

本発明の一実施形態において、潤滑剤溶液に用いられる溶媒は、前記式(A)の構造を有し、かつGWP100年値が1000未満である、HFEを含む。かかる構成によれば、GWPが低いフッ素系溶媒であって、且つ、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶媒への溶解性が優れたフッ素系溶媒を用いた磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液を提供することができる。さらに、前記溶媒は、現在主に使用されているVertrel X Fと同等に蒸発性に優れ、均一な潤滑層を形成することができる。さらに、本発明者は、前記構成を有する溶媒によれば、磁気ディスクへの潤滑層の吸着性が向上するというさらなる効果が得られることを見出した。また、加えて、前記構成を有する溶媒によれば、潤滑層に対する水およびn-ヘキサデカン等の接触角が高く、潤滑層の表面エネルギーが小さいという効果も見出された。水およびn-ヘキサデカン等の接触角が高く、潤滑層の表面エネルギーが小さい潤滑層は、磁気ディスク表面の汚染を防止することができるという利点がある。

[0020] ここで、HFEとは、フッ素原子により部分的に置換された水素原子を有するエーテル構造を含む化合物をいう。前記HFEは、下記式(A)の構造を有していればよい。

[化4]



(式(A)中、Raは、F、CF₂-ReおよびCF₃のいずれかを表す。Rbは、O-RdおよびC(-Rf)₃のいずれかを表す。Rcは、H、FおよびCF₃のいずれかを表す。ReおよびRdは、それぞれ独立して、フッ素原

子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。R f は、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。）

[0021] 一般式(A)で示される構造を分子内に有するHFEであれば、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を溶解することができる。これは、一般式(A)中のR a、R b、およびR cと結合する炭素原子に結合している水素原子は、フッ素原子を多く含むR a、R bおよびR cに囲まれることで正電荷に偏るためである。これにより、当該水素原子が高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の極性基と水素結合を形成して、潤滑剤とHFEとの親和性が向上するためであると推定される。

[0022] 前記HFEとしては、前記構造を有していれば特に限定されるものではないが、例えば、 $Rd-O-CH_2F$ 、 $Rd-O-CHF_2$ 、 $Rd-O-CHFCF_3$ 、 $Rd-O-CH_2CF_2-Re$ 、 $Rd-O-CHFCF_2-Re$ 、 $Rd-O-CH(CF_3)CF_2-Re$ 、 $Rd-O-CH_2CF_3$ 、 $Rd-O-CH(CF_3)_2$ 、 $C(-Rf)_3-CH_2F$ 、 $C(-Rf)_3-CHF_2$ 、 $C(-Rf)_3-CHFCF_3$ 、 $C(-Rf)_3-CH_2CF_2-Re$ 、 $C(-Rf)_3-CHFCF_2-Re$ 、 $C(-Rf)_3-CH(CF_3)CF_2-Re$ 、 $C(-Rf)_3-CH_2CF_3$ 、 $C(-Rf)_3-CH(CF_3)_2$ を挙げることができる。

[0023] ここで、ReおよびRdは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭素数1～10、より好ましくは1～5、さらに好ましくは1～3の炭化水素基である。主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。なお、ここで、炭素数は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されている場合、置換した酸素原子も炭素原子とみなし、炭化水素基の炭素数に数える（以下のRfにおいても同じ）。

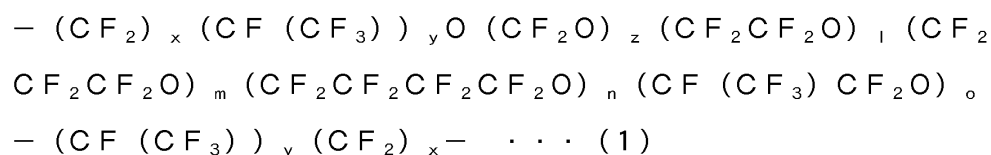
- [0024] R f は、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。他の実施形態では、R f の少なくとも1つは、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。
- [0025] また、R f は、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭素数1～10、より好ましくは1～5、さらに好ましくは1～3の炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。他の実施形態では、R f の少なくとも1つは、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭素数1～10、より好ましくは1～5、さらに好ましくは1～3の炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。中でも、R f の1つが、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基であって、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい基であり、R f の他の2つが、それぞれ独立して、H、およびFのいずれかであることがより好ましい。前述のH F E は、単独で、または2種類以上を組み合わせる用いることができる。
- [0026] 前記H F E のより具体例な一例としては、例えば、1, 1, 2, 2-テトラフルオロエチル 2, 2, 2-トリフルオロエチルエーテル、1, 1, 2, 3, 3, 3-ヘキサフルオロプロピルメチルエーテル、1, 1, 1, 3, 3, 3-ヘキサフルオロ-2-メトキシプロパン（ヘキサフルオロイソプロピルメチルエーテル）、メチル 2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオロプロピルエーテル、エチル 1, 1, 2, 2-テトラフルオロエチルエーテル、エチル 1, 1, 2, 3, 3, 3-ヘキサフルオロプロピルエーテルなどが挙げられる。

- [0027] 本実施の形態において、前記HFEは、GWP100年値が1000未満である化合物である。本明細書において、「GWP」とは、IPCC第5次評価報告書によるGWPであり、単位質量（例えば、1kg）の温室効果ガスが大気中に放出された場合に、一定期間内（例えば、100年）に地球に与える放射エネルギーの積算値を、二酸化炭素に対する比率として見積もった値である。したがって、GWPの値が大きいほど地球温暖化への負の影響は大きく、GWPの値が小さいほど地球温暖化への負の影響は小さい。GWPは、20年、100年、500年と異なるタイムスケールに基づいた数値が公表されているが、一般的にはGWP100年値が利用されている。
- [0028] 本実施形態において、前記HFEのGWP100年値は、好ましくは1000未満であり、より好ましくは900未満であり、より好ましくは800未満であり、さらに好ましくは700未満であり、最も好ましくは600未満である。
- [0029] 前記HFEの沸点は、好ましくは30℃～100℃であり、より好ましくは35℃～90℃であり、さらに好ましくは40℃～80℃である。前記HFEの沸点が100℃以下であれば、ディスクへの塗布後の溶剤の乾燥性が優れるため好ましい。また、前記HFEの沸点が30℃以上であれば、溶剤が蒸発することによる潤滑剤を含む溶液の著しい濃度変化が少ないため好ましい。
- [0030] 前記HFEは、製造工程の安全性の観点において、不燃性であることが好ましい。ここで、本明細書において、「不燃性」とは、JIS法K2265に基づく基準をいう。
- [0031] 前記HFEは、3つ以上の炭素－水素結合を有していることがより好ましい。これにより、常温で液体であるためディップ法に好適であり、さらに地球温暖化係数100年値が低くなりやすい。
- [0032] 本発明の一実施形態において、潤滑剤溶液に用いられる溶媒は前記HFEを含んでいればよいが、本発明の効果に好ましくない影響を及ぼさない範囲で、他の溶媒を含み得る。前記他の溶媒としては、例えば、フッ素原子を含

まない有機溶剤を使用することができる。前記フッ素原子を含まない有機溶剤としては、メタノール、エタノール、*n*-プロピルアルコール、イソプロピルアルコール、*t*-ブタノール、*n*-ブタノール等のアルコール類；ケトン類；エーテル類；ジメチルスルホキシド；ジメチルホルムアミド等が挙げられる。或いは、HFCを含む場合でも、本発明の一実施形態によれば、全体としてのGWPを低減させることができる。前記他の溶媒の含有量は、これに限定されるものではないが、溶媒の全量に対して、好ましくは30重量%以下、より好ましくは20重量%以下、さらに好ましくは10重量%以下、特に好ましくは5重量%以下である。

[0033] [1. 2] パーフフルオロポリエーテル系潤滑剤

本発明の一実施形態において、潤滑剤として使用されるパーフルオロポリエーテル系潤滑剤は、下記式(1)の構造を有するパーフルオロポリエーテル化合物を含んでいることが好ましい。

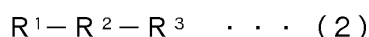


式(1)中、*x*は0~3の実数であり、*y*は0~1の実数であり、*z*、*l*、*m*、*n*、*o*は、それぞれ0~15の実数であり、ただし、*x*、*y*のいずれか一方は1以上の実数であり、かつ、*z*、*l*、*m*、*n*、*o*の少なくともいずれか1つは1以上の実数である。

[0034] 上記式(1)としては、例えば、デムナム骨格： $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_m\text{CF}_2\text{CF}_2-$ 、フォンブリン骨格： $-\text{CF}_2\text{O}-(\text{CF}_2\text{O})_z(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_l\text{CF}_2-$ 、C2骨格： $-\text{CF}_2\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_l\text{CF}_2-$ 、C4骨格： $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_n\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-$ 、クライトックス骨格： $\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{O})_o\text{CF}(\text{CF}_3)-$ 等が挙げられる。前記骨格中、*z*、*l*、*m*、*n*、*o*は1~15の実数である。なお、フォンブリン骨格において、 CF_2O と $\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}$ とはランダムに繰り返され得る。

[0035] 上記パーフルオロポリエーテル化合物は、式（１）で表される構造を分子中に少なくとも１つ有していることが好ましい。すなわち、上記パーフルオロポリエーテル化合物は、式（１）で表される構造を分子中に２つ以上有しているもよい。その場合、式（１）で表される構造の２つ以上が任意の有機基を介して結合しているもよい。当該有機基としては、例えば、脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基等が挙げられる。当該脂肪族炭化水素基および芳香族炭化水素基は、エーテル結合および／または水酸基を有しているもよい。

[0036] 例えば、上記パーフルオロポリエーテル化合物は、下記式（２）で表される。



式（２）中、 R^2 は、パーフルオロポリエーテル骨格を有する有機基である。 R^2 は、例えば上述の式（１）で表されるパーフルオロポリエーテル骨格であり、上述のように式（１）で表される構造の２つ以上が任意の有機基を介して結合しているもよい。

[0037] R^1 および R^3 はそれぞれ独立して、末端にフッ素原子、水酸基、ハロゲン化アルキル基、アルコキシ基、カルボキシ基、アミノ基、エステル基、アミド基、アリール基、またはホスファゼンを有する有機基である。例えば、 R^1 および R^3 はそれぞれ独立して、 $-F$ 、 $-CH_2OH$ 、 $-CH_2OCH_2CH(OH)CH_2OH$ 、 $-CH_2OCH_2CH(OH)CH_2OCH_2CH(OH)CH_2OH$ 、 $-CH_2O(CH_2)_gOH$ 、 $-CH_2OCH_2CH(OH)CH_2OC_{12}H_9O$ 、 $-CH_2OCH_2CH(OH)CH_2OC_{10}H_7$ 、または $CH_2OCH_2CH(OH)CH_2OC_6H_4-R^4$ である。ここで、 g は１～１０の実数であり、 R^4 としては、水素原子、水酸基、炭素数１～４のアルコキシ基、アミノ基、アミド残基等が挙げられる。 R^4 は、好ましくは水酸基、またはアルコキシ基である。

[0038] また、２つ以上のパーフルオロポリエーテル骨格が任意の有機基を介して結合したパーフルオロポリエーテル化合物としては、例えば、下記式（４）

で表される化合物が挙げられる。

[0039] $R^1 - R^5 - R^6 - R^7 - R^3 \cdots (4)$

R^5 および R^7 は、パーフルオロポリエーテル骨格を有する有機基であり、例えば、上述の式(1)で表されるパーフルオロポリエーテル骨格である。

[0040] R^6 は任意の有機基であり、例えば、脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基等が挙げられる。当該脂肪族炭化水素基および芳香族炭化水素基は、エーテル結合および／または水酸基を有していてもよい。

[0041] R^1 および R^3 は、式(2)と同様の有機基である。

[0042] パーフルオロポリエーテル化合物の数平均分子量は、特に限定されないが、500～6000であることが好ましく、700～4000がより好ましい。また、パーフルオロポリエーテル化合物の1分子中の水酸基の数も限定されないが、1～10個が好ましく、2～8個がより好ましく、4～8個がさらに好ましい。ここで、本明細書において、パーフルオロポリエーテル化合物の数平均分子量は、日本電子製JNM-ECX400による ^{19}F -NMRによって測定された値である。NMRの測定において、試料を溶媒により希釈せず、試料そのものを測定に使用する。ケミカルシフトの基準は、パーフルオロポリエーテル化合物の骨格構造の一部である既知のピークをもって代用する。

[0043] 前記パーフルオロポリエーテル化合物は、下記式(3)を満たすパーフルオロポリエーテル化合物であってもよい。

$$N_{\text{OH}} / (M_n / 1500) \geq 2 \cdots (3)$$

式(3)中、 N_{OH} は前記パーフルオロポリエーテル化合物1分子中の水酸基の数を表し、 M_n は前記パーフルオロポリエーテル化合物の数平均分子量を表す。

[0044] 前記〔1. 1〕で説明した溶媒は、どのようなパーフルオロポリエーテル系潤滑剤にも好適に用いることができるが、特に、例えば式(3)を満たす高極性のパーフルオロポリエーテル化合物に好適に用いることができる。一般的には、例えば式(3)を満たす高極性のパーフルオロポリエーテル化合

物は、H F Eへの溶解性が低いが、前記〔1. 1〕に記載の溶媒には良く溶けるので、前記〔1. 1〕に記載の溶媒は非常に有効である。

[0045] 本発明の一実施形態において、前記パーフルオロポリエーテル化合物は、単独で用いてもよいし、2種類以上を併用してもよい。

[0046] 〔1. 3〕潤滑剤塗布工程

本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの製造方法は、前述のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含み、溶媒として前述の溶媒を用いる潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する潤滑剤塗布工程を含む。ここで、前記潤滑剤溶液とは、前述のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を、前述の溶媒に溶解させた溶液であればよい。当該潤滑剤溶液は、磁気ディスクの摺動特性を向上させるための記録媒体用潤滑剤として用いられ得る。

[0047] 前記潤滑剤溶液中の前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の濃度は、0.001重量%~1.0重量%が好ましく、0.003重量%~0.5重量%がより好ましく、0.005重量%~0.3重量%がさらに好ましい。前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の濃度が0.001重量%以上であれば、ディスクをパーフルオロポリエーテルで被覆することにより表面を不活性化でき、また、摺動特性を確保できるため好ましい。また、1.0重量%以下であれば、塗布膜が薄くなるため好ましい。

[0048] 前記潤滑剤溶液は、前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤と前記溶媒とを含んでいればよく、前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤と前記溶媒とからなることがより好ましいが、その他の成分を含み得る。前記その他の成分としては、例えば、前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤以外の潤滑剤、炭化水素系潤滑剤、脂肪酸エステル系潤滑剤等を挙げることができる。前記その他の成分の含有量は、潤滑剤溶液の全重量に対して、例えば10重量%以下である。

[0049] 本工程では、前記潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する。ここで、磁気ディスクは、例えば図1に示される磁気ディスク1のように、非磁性基板8の上に配置された記録層4、保護層3および潤滑層2を含む。前記潤滑

滑層 2 は、前述の潤滑剤を含んでいる。

- [0050] あるいは、磁気ディスクは、図 2 に示される磁気ディスク 1 のように、記録層 4 の下に配置される下層 5、下層 5 の下に配置される 1 層以上の軟磁性下層 6、および 1 層以上の軟磁性下層 6 の下に配置される接着層 7 を含むことができる。
- [0051] 本工程では、非磁性基板上に、少なくとも、記録層と保護層とが形成された磁気ディスクの前記保護層の表面に、前記潤滑剤溶液を塗布して潤滑層を形成する。
- [0052] 本工程において、前記潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する方法は、これに限定されるものではないが、例えば、ディップ法、スピコート法、スプレー法、ペーパーコート法等を挙げることができる。中でも、ディップ法がより好ましい。
- [0053] 前記潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布するときの潤滑剤溶液の温度は、特に限定されるものではないが、潤滑剤の膜厚を均一に塗布するために、潤滑剤溶液の濃度変化をできるだけ少なくする観点から、塗布時の前記潤滑剤溶液の温度は、 $10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ であることが好ましい。
- [0054] また、前記潤滑剤溶液を前記保護層の表面に塗布した後、紫外線照射または熱処理を行ってもよい。紫外線照射または熱処理を行うことで、潤滑層と保護層との間に、より強固な結合を形成し、加熱による潤滑剤の蒸発を防ぐことができる。紫外線照射を行う場合には、潤滑層および保護層の深部に影響を与えず、潤滑剤と保護層の界面を活性化させるために、 185 nm または 254 nm の波長を主波長とする紫外線を用いることが好ましい。熱処理を行う場合の温度は、 $60 \sim 170^{\circ}\text{C}$ であることが好ましく、 $80 \sim 170^{\circ}\text{C}$ がより好ましく、 $80 \sim 150^{\circ}\text{C}$ がさらに好ましい。
- [0055] ディップ法では、例えば、前記潤滑剤溶液中に、磁気ディスクを浸漬し、引き上げることにより、潤滑剤溶液を磁気ディスクの表面に塗布することができる。このとき、磁気ディスクを浸漬する時間は、特に限定されるものではないが、例えば 1 分～10 分である。また、浸漬後の磁気ディスクを引き

上げる速度も、特に限定されるものではないが、例えば、0.5 mm/秒～5 mm/秒である。

[0056] 〔1. 4〕その他の工程

本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの製造方法は、さらに、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の製造工程、前記潤滑剤溶液を調製する工程、非磁性基板上に記録層を形成する工程、記録層上に保護層を形成する工程等を含んでいてもよい。

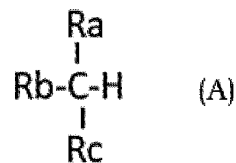
[0057] 潤滑層以外の磁気ディスクの各層は、磁気ディスクの個別の層に好適であると当該技術分野において知られている材料を含むことができる。例えば、記録層の材料としては、鉄、コバルト、ニッケル等の強磁性体を形成可能な元素に、クロム、白金、タンタル等を加えた合金、またはその酸化物等が挙げられる。また、保護層の材料としては、例えば、カーボン、 Si_3N_4 、 SiC 、 SiO_2 等が挙げられる。非磁性基板の材料としては、例えば、アルミニウム合金、ガラス、ポリカーボネート等が挙げられる。

[0058] 前記潤滑剤溶液の調製方法も特に限定されるものではない。例えば、前述のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を前記溶媒に溶解させることにより、調製することができる。また、前記溶媒に用いる前記HFEは、従来公知の方法により製造されたもの或いは市販品を用いることができる。前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の製造方法も特に限定されるものではなく、従来公知の方法を適宜選択して製造することができる。

[0059] 〔2〕潤滑剤溶液

本発明の一態様には、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式（A）の構造を有し、かつGWP100年値が1000未満である、HFEを含む、潤滑剤溶液も含まれる。

[化5]



(式(A)中、Raは、F、CF₂-ReおよびCF₃のいずれかを表す。Rbは、O-RdおよびC(-Rf)₃のいずれかを表す。Rcは、H、FおよびCF₃のいずれかを表す。ReおよびRdは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。Rfは、それぞれ独立して、H、Fおよびフッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。)

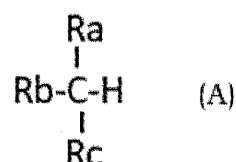
- [0060] パーフルオロポリエーテル系潤滑剤、溶媒および潤滑剤溶液については、前記〔1〕で説明したとおりである。
- [0061] 前記潤滑剤溶液は、磁気ディスクの摺動特性を向上させるための記録媒体用潤滑剤として用いられ得る。また、磁気ディスク以外にも磁気テープ等の記録媒体とヘッドとの間に摺動が伴う他の記録装置における記録媒体用潤滑剤としても用いられ得る。さらに、記録装置に限らず、摺動を伴う部分を有する機器の潤滑剤としても用いられ得る。
- [0062] 本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。
- [0063] 〔まとめ〕

本発明の一実施形態は、以下の構成を含むものである。

〔1〕 パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する潤滑剤塗布工程を含む、磁気ディスクの製造方法であ

って、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式（A）の構造を有し、かつ地球温暖化係数100年値が1000未満である、ハイドロフルオロエーテルを含む、磁気ディスクの製造方法。

[化6]

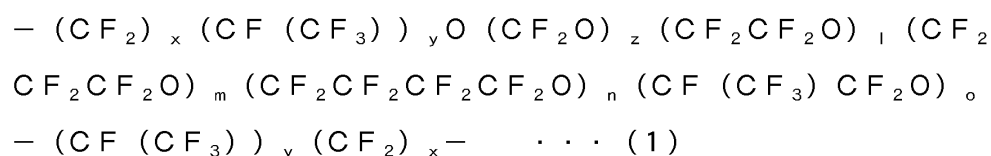


（式（A）中、R aは、F、C F₂-R eおよびC F₃のいずれかを表す。R bは、O-R dおよびC(-R f)₃のいずれかを表す。R cは、H、FおよびC F₃のいずれかを表す。R eおよびR dは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。R fは、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。）

〔2〕前記溶媒は、沸点が30℃～100℃であり、かつ不燃性である、〔1〕に記載の製造方法。

〔3〕前記ハイドロフルオロエーテルは、3つ以上の炭素-水素結合を有する、〔1〕または〔2〕に記載の製造方法。

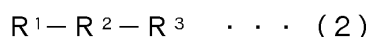
〔4〕前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤は、下記式（1）の構造を有するパーフルオロポリエーテル化合物を含む、〔1〕～〔3〕のいずれか1つに記載の製造方法。



（式（1）中、xは0～3の実数であり、yは0～1の実数であり、z、

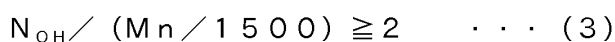
l、m、n、oは、それぞれ0～15の実数であり、ただし、x、yのいずれか一方は1以上の実数であり、かつ、z、l、m、n、oの少なくともいずれか1つは1以上の実数である。)

〔5〕前記パーフルオロポリエーテル化合物は、下記式(2)で表される構造を有する化合物である、〔4〕に記載の製造方法。



(式(2)中、 R^2 はパーフルオロポリエーテル骨格を有する有機基であり、 R^1 および R^3 はそれぞれ独立して、末端にフッ素原子、水酸基、ハロゲン化アルキル基、アルコキシ基、カルボキシ基、アミノ基、エステル基、アミド基、ホスファゼンまたはアリアル基を有する有機基である。)

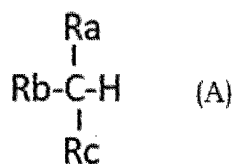
〔6〕前記パーフルオロポリエーテル化合物は、下記式(3)を満たすパーフルオロポリエーテル化合物である、〔4〕または〔5〕に記載の製造方法。



(式(3)中、 N_{OH} は前記パーフルオロポリエーテル化合物1分子中の水酸基の数を表し、 M_n は前記パーフルオロポリエーテル化合物の数平均分子量を表す。)

〔7〕パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式(A)の構造を有し、かつ地球温暖化係数100年値が1000未満である、ハイドロフルオロエーテルを含む、潤滑剤溶液。

[化7]



(式(A)中、 R_a は、F、 CF_2-R_e および CF_3 のいずれかを表す。 R_b は、 $\text{O}-\text{R}_d$ および $\text{C}(\text{R}_f)_3$ のいずれかを表す。 R_c は、H、Fおよ

び CF_3 のいずれかを表す。 R_e および R_d は、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。 R_f は、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。)

実施例

[0064] 以下に、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。全ての評価結果を下記の表1に示す。

[0065] [溶媒]

実施例および比較例で、潤滑剤溶液に使用した溶媒を以下に示す。なお、表1中、 R_a 、 R_b および R_c は、式(A)中の R_a 、 R_b および R_c を示し、 R_b については、 R_b が $\text{O}-\text{R}_d$ である場合は「O」、 R_b が $\text{C}(-\text{R}_f)_3$ である場合は「C」と記載する。

溶媒1：1, 1, 2, 2-テトラフルオロエチル 2, 2, 2-トリフルオロエチルエーテル (CAS No. 406-78-0、東京化成工業株式会社製)

溶媒2：1, 1, 2, 3, 3, 3-ヘキサフルオロプロピルメチルエーテル (CAS No. 382-34-3、東京化成工業株式会社製)

溶媒3：1, 1, 1, 3, 3, 3-ヘキサフルオロ-2-メトキシプロパン (ヘキサフルオロイソプロピルメチルエーテル) (CAS No. 13171-18-1、Halocarbon社製)

溶媒4：メチル 2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオロプロピルエーテル (CAS No. 378-16-5、東京化成工業株式会社製)

溶媒5：エチル 1, 1, 2, 2-テトラフルオロエチルエーテル (CAS No. 512-51-6、東京化成工業株式会社製)

溶媒6：エチル 1, 1, 2, 3, 3, 3-ヘキサフルオロプロピルエーテル

(CAS No. 380-34-7、東京化成工業株式会社製)

溶媒 7 : 1, 1, 1, 2, 3, 4, 4, 5, 5-デカフルオロペンタン

(三井・ケマーズ フロロプロダクツ株式会社製、Vertrel-XF)

溶媒 8 : メチルノナフルオロブチルエーテル、メチルノナフルオロイソブチルエーテル混合物 (3M社製、Novec 7100)

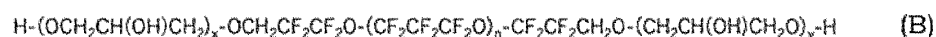
溶媒 9 : エチルノナフルオロブチルエーテル、エチルノナフルオロイソブチルエーテル混合物 (3M社製、Novec 7200)

溶媒 10 : 2, 2, 2-トリルフルオロエタノール (東ソー・エフテック株式会社製)。

[0066] [パーフルオロポリエーテル系潤滑剤]

下記式 (B) の構造を有するパーフルオロポリエーテル化合物 (株式会社 MORESCO 社製)

[化8]



($n = 7, 2$, $x + y = 2, 2$, 数平均分子量 1620)。

[0067] [評価方法]

実施例および比較例において作製した潤滑剤溶液および潤滑層の評価方法に関して、以下に説明する。

[0068] (潤滑剤の溶解性評価)

実施例および比較例にて得られた潤滑剤溶液について、パーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶解状態を目視で確認した。評価基準は以下の通りである。

良好 : パーフルオロポリエーテル系潤滑剤が溶媒中に溶解している。

不良 : パーフルオロポリエーテル系潤滑剤が溶媒中に溶解していない。

[0069] (蒸発性の測定)

蒸発性の評価は、以下の (1) ~ (4) の手順で行った : (1) 風防付き電子天秤に直径 28 mm、深さ 15 mm のシャーレを置き、シャーレに 2 ml の溶媒を投入し、室温 (20℃ ~ 25℃、以下本明細書において同じ) で

静置した；（２）溶媒の投入から５分、１０分、１５分、２０分、２５分、および３０分経過した時点で前記溶媒の重量を測定した；（３）時間当たりの重量減少量を算出し、算出した重量減少量および溶媒の密度から平均体積減少速度（ $\text{ml}/\text{分}$ ）を算出した；（４）溶媒としてVertrel-XFを使用した比較例１の平均体積減少速度を１．０とし、（３）で算出した平均体積減少速度から相対体積減少速度を算出した。Vertrel-XFの平均体積減少速度は、 $0.028 \text{ ml}/\text{分}$ であった。

[0070] （潤滑剤塗布膜の膜厚の測定）

潤滑剤溶液を塗布して形成した潤滑層塗布膜の膜厚の測定は、以下の（１）～（３）の手順で行った：（１）潤滑剤溶液中に、２．５インチの磁気ディスクを３分間浸漬し、引き上げ速度 $1 \text{ mm}/\text{秒}$ で磁気ディスクを、引き上げ方向が磁気ディスク面と平行になるように、溶液中から鉛直上方に引き上げ、潤滑層塗布膜を形成した；（２）FT-IR（Bruker社製、VERTEX 70）を用いて、磁気ディスク面上において、磁気ディスク中心からの距離が 15 mm （表１中、「ID」と表示）、 20 mm （表１中、「MD」と表示）、および 25 mm （表１中、「OD」と表示）の３点のIR強度を測定し、エリプソメーターで測定した膜厚とIR強度との検量線から、当該３点における膜厚を算出した；（３）潤滑剤塗布膜の状態を目視で確認し、液滴が出現する等の異常がある場合は、測定ができていないものと判断して、膜厚を「 ≥ 14.0 」とした。

[0071] （潤滑剤塗布膜の接触角の測定）

潤滑剤塗布膜の接触角の測定は、以下の（１）～（３）の手順で行った：（１）潤滑剤溶液中に、２．５インチの磁気ディスクを３分間浸漬し、引き上げ速度 $1 \text{ mm}/\text{秒}$ でディスクを、引き上げ方向が磁気ディスク面と平行になるように、溶液中から鉛直上方に引き上げ、膜厚約 $13 \text{ \AA}$ の潤滑剤塗布膜を形成した。膜厚は前記潤滑剤塗布膜の膜厚の測定と同様の方法で測定し、測定された膜厚の平均値を膜厚とした；（２）潤滑剤塗布膜を形成した磁気ディスクを室温で２週間静置後、 $2 \mu\text{L}$ の水および $2 \mu\text{L}$ のn-ヘキサデカ

ンをそれぞれ滴下し、自動接触角計DM500（協和界面科学株式会社製）を用いて、滴下から60秒後の接触角を測定した。なお、潤滑剤塗布膜の膜厚を約13 Åにするために、溶媒に応じて潤滑剤濃度を調整した。

[0072] （表面エネルギーの算出）

接触角の測定で得た、潤滑剤塗布膜に対する水の接触角 θ と潤滑剤塗布膜に対するn-ヘキサデカンの接触角 θ の値から、K a e l b l e - U yの方法（具体的には以下の式）より、分散成分 γ^d 、極性成分 γ^p 、表面エネルギー γ を算出した。

[数1]

$$\gamma = \gamma^d + \gamma^p$$

$$\gamma_L(1 + \cos \theta) = 2\sqrt{\gamma_s^d \gamma_L^d} + 2\sqrt{\gamma_s^p \gamma_L^p}$$

前記の式において、 γ_L は液体の表面エネルギー、 γ_s は固体の表面エネルギーである。

[0073] （吸着性評価）

接触角の測定と同様の方法で潤滑剤塗布膜を作製した磁気ディスクを、V e r t r e l - X Fに5分間浸漬し、引き上げ方向が磁気ディスク面と平行になるように、1 mm/秒で鉛直上方に引き上げて洗浄し、磁気ディスク上に残存する潤滑剤塗布膜の膜厚を測定した。潤滑剤塗布膜の膜厚は、F T - I R（B r u k e r製、V E R T E X 7 0）を用いて測定した。

[0074] 〔実施例1〕

前記パーフルオロポリエーテル化合物を、室温にて、質量基準で1000 ppmとなるように溶媒1中に溶解させ、潤滑剤溶液を作製した。得られた潤滑剤溶液について、潤滑剤の溶解性評価を行った。蒸発性は、溶媒1をそのまま用いて評価した。

[0075] 〔実施例2および3〕

溶媒1をそれぞれ溶媒2および溶媒3に変更した以外は、実施例1と同様にして、実施例2および3の潤滑剤溶液を作製し、潤滑剤の溶解性評価を行

った。溶媒 3 については膜厚の評価も行った。蒸発性は、溶媒 2 および 3 をそれぞれそのまま用いて評価した。

[0076] また、別途、前記パーフルオロポリエーテル化合物を、質量基準で 500 ppm となるように溶媒 3 中に溶解させた以外は、実施例 1 と同様にして得た潤滑剤溶液を作製した。この別途作製した潤滑剤溶液を用いて潤滑層塗布膜を形成し、得られた潤滑剤塗布膜について、実施例 3 として、吸着性評価、接触角の測定、および表面エネルギーの算出を行った。

[0077] [実施例 4～6]

溶媒 1 をそれぞれ溶媒 4～6 に変更した以外は、実施例 1 と同様にして実施例 4～6 の潤滑剤溶液を作製し、潤滑剤の溶解性評価を行った。蒸発性は、溶媒 4～6 をそれぞれそのまま用いて評価した。

[0078] [比較例 1]

溶媒 1 を溶媒 7 に変更した以外は、実施例 1 と同様にして比較例 1 の潤滑剤溶液を作製し、潤滑剤の溶解性評価および膜厚の測定を行った。蒸発性は、溶媒 7 をそのまま用いて評価した。

[0079] また、別途、前記パーフルオロポリエーテル化合物を、質量基準で 500 ppm となるように溶媒 7 中に溶解させた以外は、実施例 1 と同様にして得た潤滑剤溶液を作製した。この別途作製した潤滑剤溶液を用いて潤滑層塗布膜を形成し、得られた潤滑剤塗布膜について、接触角の測定、表面エネルギーの算出、および吸着性評価を行った。

[0080] [比較例 2～4]

溶媒 1 をそれぞれ溶媒 8～10 に変更した以外は、実施例 1 と同様にして、比較例 2～4 の潤滑剤溶液を作製し、潤滑剤の溶解性評価および蒸発性の評価を行った。溶媒 10（比較例 4）については膜厚の測定、接触角の測定、表面エネルギーの算出、および吸着性評価を行った。蒸発性は、溶媒 8～10 をそれぞれそのまま用いて評価した。

[0081]

[表1]

	溶媒	Ra	Rb	Rc	GWP	溶解性	蒸発性 [mL/分]	膜厚(濃度0.1wt%) [Å]			膜厚 (吸着性評価) [Å]		接触角 [度]		表面エネルギー [mN/m ²]	
								ID	MD	OD	塗布後	洗浄後	H ₂ O	n-ヘキ サデカ	γ ^p	γ ^d
実施例1	溶媒1	F CF ₃	C O	F H	580	良好	0.8									
実施例2	溶媒2	F	C	CF ₃	101	良好	1.0									
実施例3	溶媒3	CF ₃	O	CF ₃	27	良好	1.1	17.2	17.5	17.7	12.9	8.6	72.5	64.7	17.5	14.1
実施例4	溶媒4	CF ₂	O	H	11	良好	1.3									
実施例5	溶媒5	F	C	F	557	良好	0.9									
実施例6	溶媒6	CF ₃	C	F	23	良好	0.5									
比較例1	溶媒7	CF ₃ CF ₂	C C	F F	1,640	良好	1.0	18.3	18.4	19	13.0	8.1	69.6	64.5	19.5	14.1
比較例2	溶媒8				297	不良	0.9									
比較例3	溶媒9				59	不良	0.5									
比較例4	溶媒10				20	良好	0.2	13.3	13.6	≥14.0	13.4	5.7	67.7	64.7	21.0	14.1

[0082] [結果]

表1に示すように、実施例1～6で使用した溶媒は、GWPが1000未

満と低く、地球温暖化への負荷が小さい。また、実施例1～6で使用した溶媒は、比較例2～3で使用した溶媒と同様に、HFEであるが、驚くべきことに、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を溶解することが示された。このように、実施例1～6で使用した溶媒は、GWPが低く、且つ、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の当該溶媒への溶解性が優れていることが判る。

[0083] これに対して、現在主に使用されている比較例1のVertrel XFは、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶解性に優れるが、GWPが大きい。また、比較例2～3で使用した、式(A)の構造を有していないHFEは、GWPが小さいが、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を溶解させることが困難である。

[0084] さらに、実施例1～6で使用した溶媒は、現在主に使用されている比較例1のVertrel XFを基準として、 1.0 ± 0.5 の範囲内の蒸発性であった。これらの溶媒は非常に速く蒸発するものであることから、前記範囲内であれば、潤滑剤溶液の溶媒として問題なく使用することができる。一方、HFEではない比較例4の溶媒では、蒸発性が0.2であり、実施例1～6および比較例1と比較して蒸発速度が遅いことが分かった。

[0085] また、実施例3では、形成した潤滑層塗布膜の磁気ディスクの中心から外側に向かう3点における膜厚のばらつきが小さく、比較例1のVertrel XFを使用した場合のばらつきと同程度であることが示された。一方、HFEではない溶媒を使用した比較例4では、磁気ディスクの外側(OD)において液滴の発生が認められ、膜厚測定ができなかった。このことから、比較例4は潤滑剤溶液としては使用できない。なお、蒸発性と、膜厚のばらつきには相関関係が認められる。蒸発性が高いと、潤滑剤溶液から引き上げられたディスクに付着している溶液はすぐに蒸発し、潤滑液溶液がディスクの下部に垂れて溜まることがないため、膜厚が均一になる。実施例1、2、4～6では、磁気ディスクの中心から外側に向かう3点における膜厚のばらつきは測定していないが、蒸発性が実施例3と同程度であることから、実施

例3と同程度の結果が得られると予測される。

- [0086] さらに、吸着性評価において、実施例3は、比較例1および4に比べて、洗浄前後の膜厚の変化が小さかった。即ち、実施例3で形成した潤滑層は、磁気ディスクとの吸着性が高いことが示された。さらに、実施例3では、比較例1および4に比べて、特に水との接触角が高く、表面エネルギーが低いことが示された。即ち、実施例3で形成した潤滑層によれば、磁気ディスク表面の汚染をより良く予防することができることが分かった。

産業上の利用可能性

- [0087] 本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液によれば、GWPが低く、高極性のパーフルオロポリエーテル系潤滑剤の溶媒への溶解性が優れたフッ素系溶媒を用いた磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液を可能とすることができる。それゆえ、磁気ディスクの製造において有利に使用できる。
- [0088] また、本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの製造方法および潤滑剤溶液に用いるHFEは、GWPが低く、地球への負荷が小さい。HDD産業全体としてGWPの低い溶媒を使用することにより、地球温暖化の負の影響を最小化することができる。これにより、持続可能な開発目標（SDGs）の目標13「気候変動に具体的な対策を」の達成に貢献できる。

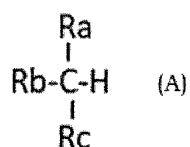
符号の説明

- [0089] 1 磁気ディスク
 2 潤滑層
 3 保護層
 4 記録層
 5 下層
 6 軟磁性下層
 7 接着層
 8 非磁性基板

請求の範囲

[請求項1] パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液を、磁気ディスクの表面に塗布する潤滑剤塗布工程を含む、磁気ディスクの製造方法であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式（A）の構造を有し、かつ地球温暖化係数100年値が1000未満である、ハイドロフルオロエーテルを含む、磁気ディスクの製造方法。

[化1]

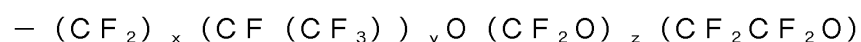


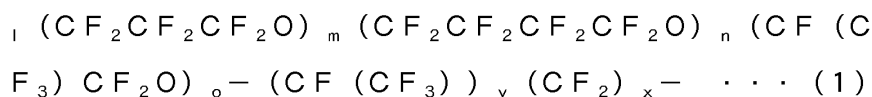
（式（A）中、R aは、F、C F₂-R eおよびC F₃のいずれかを表す。R bは、O-R dおよびC(-R f)₃のいずれかを表す。R cは、H、FおよびC F₃のいずれかを表す。R eおよびR dは、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。R fは、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、H、およびFのいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも1つが酸素原子で置換されていてもよい。）

[請求項2] 前記溶媒は、沸点が30℃～100℃であり、かつ不燃性である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項3] 前記ハイドロフルオロエーテルは、3つ以上の炭素－水素結合を有する、請求項1に記載の製造方法。

[請求項4] 前記パーフルオロポリエーテル系潤滑剤は、下記式（1）の構造を有するパーフルオロポリエーテル化合物を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の製造方法。

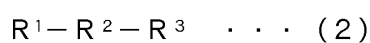




(式(1)中、 x は0～3の実数であり、 y は0～1の実数であり、 z 、 l 、 m 、 n 、 o は、それぞれ0～15の実数であり、ただし、 x 、 y のいずれか一方は1以上の実数であり、かつ、 z 、 l 、 m 、 n 、 o の少なくともいずれか1つは1以上の実数である。)

[請求項5]

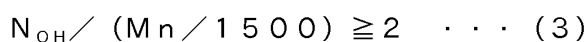
前記パーフルオロポリエーテル化合物は、下記式(2)で表される構造を有する化合物である、請求項4に記載の製造方法。



(式(2)中、 R^2 はパーフルオロポリエーテル骨格を有する有機基であり、 R^1 および R^3 はそれぞれ独立して、末端にフッ素原子、水酸基、ハロゲン化アルキル基、アルコキシ基、カルボキシ基、アミノ基、エステル基、アミド基、ホスファゼンまたはアリール基を有する有機基である。)

[請求項6]

前記パーフルオロポリエーテル化合物は、下記式(3)を満たすパーフルオロポリエーテル化合物である、請求項4に記載の製造方法。

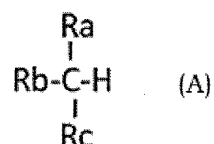


(式(3)中、 N_{OH} は前記パーフルオロポリエーテル化合物1分子中の水酸基の数を表し、 M_n は前記パーフルオロポリエーテル化合物の数平均分子量を表す。)

[請求項7]

パーフルオロポリエーテル系潤滑剤を含む潤滑剤溶液であって、前記潤滑剤溶液に用いられる溶媒が、下記式(A)の構造を有し、かつ地球温暖化係数100年値が1000未満である、ハイドロフルオロエーテルを含む、潤滑剤溶液。

[化2]



(式 (A) 中、 R_a は、 F 、 CF_2-R_e および CF_3 のいずれかを表す。 R_b は、 $O-R_d$ および $C(-R_f)_3$ のいずれかを表す。 R_c は、 H 、 F および CF_3 のいずれかを表す。 R_e および R_d は、それぞれ独立して、フッ素原子により、部分的に置換されていてもよい炭化水素基であり、主鎖の炭素原子の少なくとも 1 つが酸素原子で置換されていてもよい。 R_f は、それぞれ独立して、フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基、 H 、および F のいずれかを表し、前記フッ素原子により部分的に置換されていてもよい炭化水素基は、主鎖の炭素原子の少なくとも 1 つが酸素原子で置換されていてもよい。)