



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105632520 B

(45)授权公告日 2018.10.12

(21)申请号 201510818080.6

(22)申请日 2015.11.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105632520 A

(43)申请公布日 2016.06.01

(30)优先权数据
2014-238394 2014.11.26 JP

(73)专利权人 昭和电工株式会社
地址 日本东京都
专利权人 日本原子力研究开发机构

(72)发明人 长谷川浩太 鹤饲高广 山川荣进
圆谷志郎 境诚司

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.

G11B 5/667(2006.01)

G11B 5/725(2006.01)

(56)对比文件

CN 101046981 A,2007.10.03,
CN 103093765 A,2013.05.08,
US 2006/0088733 A1,2006.04.27,
US 2007/0231608 A1,2007.10.04,
CN 1822111 A,2006.08.23,

审查员 付小璞

权利要求书1页 说明书7页 附图2页

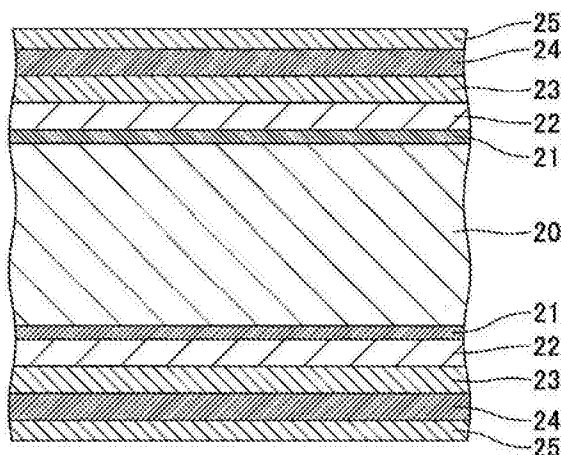
(54)发明名称

垂直磁记录介质及磁存储装置

(57)摘要

本发明提供一种垂直磁记录介质及磁存储装置。一种垂直磁记录介质,包括非磁性衬底;垂直磁性层,其设在所述非磁性衬底的上方;以及保护层,其设在所述垂直磁性层上。所述垂直磁性层具有六角密积结构、并包括多个堆叠的层,该多个堆叠的层具有相对于所述非磁性衬底的表面平行取向的(0002)晶面。所述垂直磁性层的多个堆叠的层中的最上层包括多晶体晶粒,所述多晶体晶粒选自CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金、及CoPtCr基合金构成的组。所述保护层与所述垂直磁性层的所述最上层接触,并且所述保护层包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体、以及非晶碳层。所述单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体与所述多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合。

31



1. 一种垂直磁记录介质,包括:
非磁性衬底;
垂直磁性层,其设在所述非磁性衬底的上方;以及
保护层,其设在所述垂直磁性层上,其中,
所述垂直磁性层具有六角密积结构、并包括多个堆叠的层,该多个堆叠的层具有相对于所述非磁性衬底的表面平行取向的(0002)晶面,
所述垂直磁性层的多个堆叠的层中的最上层包括多晶体晶粒,
所述多晶体晶粒选自CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金、及CoPtCr基合金构成的组,
所述保护层与所述垂直磁性层的所述最上层接触,并且所述保护层包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体、以及非晶碳层,
所述单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体与所述多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合,
所述垂直磁性层的最上层具有非颗粒结构,
所述保护层的所述石墨烯层叠体包括堆叠的2层以上10层以下的石墨烯层。
2. 根据权利要求1所述的垂直磁记录介质,其中,
所述保护层的所述单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体被掺杂有氮。
3. 一种磁存储装置,包括:
垂直磁记录介质;以及
磁头,其对所述垂直磁记录介质的垂直磁性层读写信息,其中,
所述垂直磁记录介质包括
非磁性衬底,
所述垂直磁性层,其设在所述非磁性衬底的上方,以及
保护层,其设在所述垂直磁性层上,
所述垂直磁性层具有六角密积结构、并包括多个堆叠的层,该多个堆叠的层具有相对于所述非磁性衬底的表面平行取向的(0002)晶面,
所述垂直磁性层的多个堆叠的层中的最上层包括多晶体晶粒,
所述多晶体晶粒选自CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金、及CoPtCr基合金构成的组,
所述保护层与所述垂直磁性层的所述最上层接触,并且所述保护层包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体、以及非晶碳层,
所述单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体与所述多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合,
所述垂直磁性层的最上层具有非颗粒结构,
所述保护层的所述石墨烯层叠体包括堆叠的2层以上10层以下的石墨烯层。
4. 根据权利要求3所述的磁存储装置,其中,
所述垂直磁记录介质的所述保护层的所述单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体被掺杂有氮。

垂直磁记录介质及磁存储装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种垂直磁记录介质及磁存储装置。

背景技术

[0002] 在用于HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)等的磁记录介质的领域中,记录密度显著持续提高。最近记录密度正在以每年大约1.5倍以上的速率增加。用于提高记录密度的核心技术之一包括对磁头与磁记录介质之间的滑动接触特性进行控制的技术。

[0003] 另一方面,温彻斯特(Winchester)式HDD采用CSS(Contact Start Stop:接触启动停止)系统,在该CSS系统中磁头从启动到结束的基本操作包括相对于磁记录介质的滑动接触、浮起、及滑动接触。磁头相对于磁记录介质的滑动接触是不可避免的,并包括发生偶发的滑动接触的情况。

[0004] 因此,关于磁头与磁记录介质之间摩擦的问题是固有的需要解决的技术问题。因此,通过在磁记录介质的磁性层上形成保护层来提高磁记录介质的耐磨损性和耐滑动接触性是确保磁记录介质可靠性的常用方法之一。

[0005] 关于保护层,已经提出了各种材料。从易沉积、耐久性等观点来看,保护层主要采用碳。由于保护层的硬度、密度、摩擦动态系数等参数如实地反映了磁记录介质的CSS特性,因此这些参数是重要的参数。

[0006] 另一方面,为了提高磁记录介质的记录密度或为了提高对于磁记录介质的读写速度,优选降低磁头的飞行高度或增加磁记录介质的旋转速度。因此,为了应对与磁头的偶发接触,要求保护层的耐滑动接触性和平坦性。另外,例如为了降低磁记录介质与磁头之间的空间损失并增加记录密度,保护层优选较薄、并要求为 30\AA 以下。

[0007] 另外,为了防止由于环境物质在磁记录介质的磁性层上扩散而产生的腐蚀,保护层被要求具有耐腐蚀性。

[0008] 用于磁记录介质的保护层的碳层是通过溅射、CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)、离子束沉积而形成。在厚度为 100\AA 以下的情况下,通过溅射形成的碳层会具有不充分的耐久性。另外,通过CVD形成的碳层容易变成晶体状并具有较差的表面光滑度。此外,当通过CVD形成的碳层的较薄时,磁记录介质的表面的覆盖率变差,并且会发生磁记录介质的腐蚀。另一方面,与溅射及CVD相比,离子束沉积能形成具有较高硬度及较高表面光滑度的稠密碳层。

[0009] 可用于保护层的已知硬碳层具有金刚石层和DLC(Diamond-Like Carbon:类金刚石)层。通常,金刚石层是具有大约100%的金刚石结合的晶体层。DLC层可以是非晶质的硬碳层,因此有时被称为非晶碳层。用于磁记录介质的保护层的碳层需要具有较高的表面光滑度,由此,一般不使用结晶金刚石层,使用DLC层(非晶碳层)。特别是由于其得到的较高的表面光滑度,优选将氢化DLC层(含氢DLC层(非晶碳层))用于磁记录介质的保护层。

[0010] 例如,日本专利申请公开第2013-101742号提出了一种具有多个层的磁记录介质,该多个层包括多个磁性颗粒及形成在磁性颗粒上的石墨碳。石墨碳可以采用包括石墨、石

石墨烯(石墨的单原子层)、纳米管(卷绕成筒状的石墨烯片)、富勒烯(被卷绕成球等封闭形状的石墨烯片)等各种形式。

[0011] 例如,日本专利申请公开第2013-536141号提出了一种在硬盘中使用的FePt/石墨烯结构。

[0012] 对于改善磁记录介质的保护层的研究一直在继续。目前,一种氢化非晶碳层被普遍用于磁记录介质的保护层。氢化非晶碳层具有较高的表面光滑度及相对高的硬度。另一方面,由于氢化非晶碳层具有非晶结构,因此其层特性存在差异,并且耐磨擦性、耐滑动接触性、耐腐蚀性会因沉积条件而变化。此外,由于氢化非晶碳层的表面基本上是防水的,因此难以在氢化非晶碳层上涂布润滑剂。因此,氢化非晶碳层的表面需要通过氮化、氧化等来进行改性,因此变得难以降低保护层的厚度。

发明内容

[0013] 本发明的实施例可以提供一种垂直磁记录介质及磁存储装置,其具有令人满意的耐磨擦性、耐滑动接触性、及耐腐蚀性。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供一种垂直磁记录介质,包括:非磁性衬底;垂直磁性层,其设在所述非磁性衬底的上方;以及保护层,其设在所述垂直磁性层上,其中,所述垂直磁性层具有六角密积结构、并包括多个堆叠的层,该多个堆叠的层具有相对于所述非磁性衬底的表面平行取向的(0002)晶面,所述垂直磁性层的多个堆叠的层中的最上层包括多晶体晶粒,所述多晶体晶粒选自CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金、及CoPtCr基合金构成的组,所述保护层与所述垂直磁性层的所述最上层接触,并且所述保护层包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体、以及非晶碳层,所述单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体与所述多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合。

附图说明

[0015] 图1是表示本发明的一个实施例的垂直磁记录介质的例子的剖面图。

[0016] 图2是表示图1所示的保护层的拉曼光谱的例子的图。

[0017] 图3是表示本发明的一个实施例的磁存储装置的例子的立体图。

具体实施方式

[0018] 以下,参照附图,对本发明的垂直磁记录介质及磁存储装置的实施方式及实施例进行说明。

[0019] 图1是表示本发明的一个实施例的垂直磁记录介质的例子的剖面图。图1所示的垂直磁记录介质31包括非磁性衬底20。在非磁性衬底20的两个表面上依次堆叠软磁性层21、中间层22、垂直磁性层23、保护层24、及润滑剂层25。

[0020] 中间层22可以为非磁性的,也可以为磁性的(铁磁性的)。

[0021] 垂直磁性层23具有易磁化的轴,该轴主要相对于非磁性衬底20的表面垂直取向。此外,垂直磁性层23具有hcp(hexagonal close packed:六角密积结构),并包括多个堆叠的层,该多个堆叠的层具有相对于非磁性衬底20的表面平行取向的(0002)晶面。垂直磁性层的多个堆叠的层中的最上层包括多晶体晶粒,并且多晶体晶粒选自包括CoCr基合金、

CoPt基合金、CoCrPt基合金、及CoPtCr基合金的组。

[0022] CoCrPt基合金具有Cr含量大于Pt含量的组成比。另一方面,CoPtCr基合金具有Pt含量大于Cr含量的组成比。

[0023] 保护层24与垂直磁性层23的最上层接触,并且保护层24包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体(石墨烯多层)、以及非晶碳层。单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体与多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合。该结构能够由下述的拉曼光谱确定。

[0024] 通常,石墨烯以600℃或更高的温度沉积,并且难以将石墨烯的沉积用于磁记录介质的制造过程。此外,类似于石墨烯,石墨烯层叠体具有剥离性。

[0025] 然而,由于垂直磁性层23的最上层中所包括的多晶体晶粒具有催化活性,因此包含单一石墨烯层或石墨烯层叠体的保护层24能够以450℃或更低的温度沉积。此外,由于保护层24除了包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体之外还包括非晶碳层,因此能够减少石墨烯层叠体的剥离。

[0026] CoCr基合金的Cr含量优选14原子%至24原子%。CoPt基合金的Pt含量优选8原子%至22原子%。CoCrPt基合金的Cr含量优选14原子%至24原子%,并且CoCrPt基合金Pt含量优选8原子%至22原子%。CoPtCr基合金的Pt含量优选8原子%至22原子%,并且CoPtCr基合金的Cr含量优选7原子%至21原子%。

[0027] CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金、及CoPtCr基合金可分别包含选自包括B、Ta、Mo、Cu、Nd、W、Nb、Sm、Tb、Ru、Re及Mn的组的一种或更多的添加元素。此时,一种或更多的添加元素的总含量优选在1原子%至10原子%的范围内。

[0028] 图2是表示图1所示的保护层24的拉曼光谱的例子的图。图2还示出了非晶碳层(包含氢的DLC层)的拉曼光谱。在图2中,纵轴表示散射强度(任意单位),横轴表示拉曼位移(cm^{-1})。

[0029] 在保护层24的拉曼光谱中观察到与 1585cm^{-1} 附近的单一石墨烯层或石墨烯层叠体的 sp^2 结合的伸缩振动相关的G带、与 2700cm^{-1} 附近单一石墨烯层或石墨烯层叠体的6元环网状结构相关的2D带、及与 1350cm^{-1} 附近的石墨烯的非晶化相关的D带。换言之,G带及2D带表示在保护层24的拉曼光谱中观察到单一石墨烯层或石墨烯层叠体的存在,还观察到D带、及与D带和G带重叠的宽峰。这表明,保护层24包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体,并且单一石墨烯层或石墨烯层叠体与形成垂直磁性层23的多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合。

[0030] 另一方面,由于非晶碳层具有非晶体结构,因此在非晶碳层的拉曼光谱中观察到宽的信号。由此,非晶碳层的层质量会容易随着沉积条件而变化,因而影响耐摩擦性、耐滑动接触性及耐腐蚀性。

[0031] 然而,由于保护层24包括结晶的单一石墨烯层或石墨烯层叠体,因此无法取得稳定的耐摩擦性、耐滑动接触性及耐腐蚀性。尽管保护层24包括非晶碳层,但由非晶碳层产生的表面粗糙度小于等于原子层的厚度(大约0.3nm)。因此,可以认为,具有保护层24的垂直磁记录介质31的表面平滑度基本上不受保护层24中所包含的非晶碳层影响。

[0032] 保护层24中所包含的单一石墨烯层或石墨烯层叠体具有以下结构:形成单一石墨烯层或石墨烯层叠体的6元环网状结构的晶面与垂直磁性层23中所包含的多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合。当形成保护层24时,利用CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金或CoPtCr基合金的催化活性。当形成保护层24时,可以假设单一石墨烯层或石墨烯层叠体与

Co电结合。由此,形成单一石墨烯层或石墨烯层叠体的6元环网状结构的晶面与垂直磁性层23中所包含的多晶体晶粒的(0002)晶面平行结合。因此,包括单一石墨烯层或石墨烯层叠体的保护层24强力结合到垂直磁性层23上。

[0033] 垂直磁性层23的最上层优选具有非颗粒(non-granular)结构。此时,为了提高保护层24与垂直磁性层23的结合状态(粘合),能够在垂直磁性层23与保护层24之间的界面上,增大由与单一石墨烯层或石墨烯层叠体强力结合的CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金或CoPtCr基合金所占据的面积比。

[0034] 磁性层的非颗粒结构是指磁性层由CoCr基合金、CoPt基合金、CoCrPt基合金或CoPtCr基合金的磁性颗粒形成、并且不包括在磁性颗粒周围所设的用于分离各个磁性颗粒的氧化物、氮化物、碳化物等的结构。

[0035] 此外,为了分离并减小多晶体晶粒的尺寸,垂直磁性层23的除最上层以外的层优选添加Cr、Si、Ta、Al、B等的氧化物、氮化物、碳化物等,并优选具有颗粒结构。

[0036] 石墨烯层叠体优选包括堆叠的2层以上10层以下的石墨烯层,并且更优选包括4层以上6层以下的石墨烯层。此时,石墨烯层叠体被非晶碳层保护,并且不太可能发生石墨烯层叠体的剥离。此外,变得容易引发石墨烯层叠体的耐摩擦性、耐滑动接触性、及耐腐蚀性特性。

[0037] 从保护层24的拉曼光谱中的2D带和G带的峰的高度比能够判断出形成石墨烯层叠体的石墨烯层的数量。换言之,当2D带的峰的高度高度G带的峰的高度时,形成石墨烯层叠体的石墨烯层的数量为1。当2D带的峰的高度与G带的峰的高度相同时,形成石墨烯层叠体的石墨烯层的数量大约为2。当2D带的峰的高度低于G带的峰的高度时,形成石墨烯层叠体的石墨烯层的数量为3或更大。例如如Ferrari,A.C.et al.,Raman spectrum of graphene and graphene layers,Phys.Rev.Lett.97,187401(2006)所述,从保护层24的拉曼光谱中的2D带和G带的峰的高度的比能够得到形成石墨烯层叠体的石墨烯层的确切数量。

[0038] 单一石墨烯层或所述石墨烯层叠体优选掺杂有氮。此时,能够一边保持石墨烯的6元环网状结构,一边进行掺杂氮原子以置换碳原子。因此,当形成润滑剂层25时能够改善保护层24相对于润滑剂湿润性,而不降低单一石墨烯层或石墨烯层叠体的结晶性。

[0039] 通常用于保护层的非晶碳层的表面基本上是防水的,因此为了通过涂布润滑剂而形成润滑剂层,通过氮化、氧化等来对非晶碳层的表面进行改性。此外,为了通过氮化、氧化等来对非晶碳层的表面进行改性,非晶碳层需要具有一定的厚度,其会使降低保护层的厚度变得更难。尽管能够对非晶碳层掺杂氮,但由于非晶碳层的非晶体结构,因此层质量会降低或变得不稳定。此时,保护层的耐摩擦性、耐滑动接触性及耐腐蚀性会变差。

[0040] 形成非磁性衬底20的材料不限于特定的材料。例如,非磁性衬底20可以由Al、Al-Mg合金等Al合金、钠玻璃、铝硅酸盐玻璃、结晶化玻璃(或玻璃陶瓷)、非晶玻璃、硅、钛、陶瓷、各种树脂等制成。非磁性衬底20优选由Al合金、结晶化玻璃等玻璃、或硅制成。

[0041] 非磁性衬底20的算术平均粗糙度(RA)为1nm以下,优选0.5nm以下,更优选0.1nm以下。

[0042] 形成软磁性层21的材料不限于特定材料。例如软磁性层21可以由FeCo基合金(例如FeCoB、FeCoSiB、FeCoZr、FeCoZrB及FeCoZrBCu)、CoFe合金、FeTa基合金(例如FeTaN及FeTaC)、Co基合金(例如CoTaZr、CoZrNB及CoB)等制成。

[0043] 中间层22可以由Ru等材料制成。

[0044] 垂直磁性层23能够通过依次层叠具有颗粒结构的磁性层和具有非颗粒结构的磁性层来形成。

[0045] 形成具有颗粒结构的磁性层的材料并不限于特定材料。例如,具有颗粒结构的磁性层可以由70Co-5Cr-15Pt-10SiO₂合金等制成。

[0046] 形成具有非颗粒结构的磁性层的材料并不限于特定材料。例如,具有非颗粒结构的磁性层可以由70Co-15Cr-15Pt合金等制成。

[0047] 取向控制层可以形成在软磁性层21与中间层22之间。

[0048] 形成取向控制层的材料不限于特定材料。例如,取向控制层可以由Pt、Pd、NiCr合金、NiFeCr合金、NiW合金等制成。

[0049] 垂直磁性层23的厚度在3nm至20nm的范围内,优选在5nm至15nm的范围内。

[0050] 为了从垂直磁记录介质31在读取(再生)信息的时刻取得大于等于一定值的输出,垂直磁性层23的厚度大于等于一定厚度。表示垂直磁记录介质的记录及再生特性的各种参数随着在读取信息时刻从垂直记录介质所取得的输出下降,因此,优选根据磁存储装置(磁记录及再生装置)结构来设置垂直磁性层23的厚度。换言之,优选根据所使用的各种磁性合金和层叠结构来形成垂直磁性层23,从而能够得到相对于磁头的充分高的输入和输出。

[0051] 保护层24可通过以450℃以下的温度在垂直磁性层23的表面上喷涂甲烷气体等烃类气体、并根据需要添加Ar气、氢气等而形成。

[0052] 形成保护层24的方法不限于特定方法。例如,保护层24可通过UHV(Ultra-High Vacuum:超高真空)-CVD、热CVD、RF(Radio Frequency:射频)等离子CVD等来形成。

[0053] UHV-CVD例如可在 1×10^{-6} Pa以下的高真空环境中形成保护层24。

[0054] 热CVD例如可在大约10Pa至大约10000Pa范围内的减压环境中形成保护层24。

[0055] RF等离子CVD例如可在介于上述UHV-CVD所采用的真空状态与上述热CVD所采用的真空状态之间的真空状态的环境中形成保护层24。

[0056] 保护层24中所包括的单一石墨烯层或石墨烯层叠体和非晶碳层的比例能够由原料气体所形成的等离子中包含的氢自由基的量来控制。换言之,氢自由基能够以与相对于单一石墨烯层或石墨烯层叠体的蚀刻率相比较大的蚀刻率对非晶碳层进行蚀刻。因此,当原料气体中包含的氢的量增加时,保护层24中所包括的单一石墨烯层或石墨烯层叠体的相对于保护层24中所包括的非晶碳层的比例增大。另一方面,当原料气体中包含的氢的量降低时,保护层24中所包括的非晶碳层的相对于保护层24中所包括的单一石墨烯层或石墨烯层叠体的比例增大。

[0057] 此外,保护层24中所包括的单一石墨烯层或石墨烯层叠体和非晶碳层的比例可以通过在形成保护层24的时刻的非磁性衬底20的温度来控制。通常,当在形成保护层24时刻非磁性衬底20的温度较高时,保护层24中所包括的单一石墨烯层或石墨烯层叠体的相对于保护层24中所包括的非晶碳层的比例增大。另一方面,当在形成保护层24时刻非磁性衬底20的温度较低时,保护层24中所包括的非晶碳层的相对于保护层24中所包括的单一石墨烯层或石墨烯层叠体的比例增大。

[0058] 润滑剂层25能够通过是在保护层24上涂布润滑剂而形成。

[0059] 形成润滑剂层25的润滑剂并不限于特定润滑剂。例如,润滑剂层25可以由全氟

聚醚 (PFPE) 等氟化物液体润滑剂、脂肪酸等固体润滑剂等制成。

[0060] 涂布润滑剂的方法并不限于特定方法。例如,润滑剂可以通过浸渍、旋涂等来涂布。

[0061] 润滑剂层25的厚度优选1nm至4nm的范围内。

[0062] 垂直磁记录介质31能够使用已知的在线沉积装置、并通过在多个沉积室之间依次传送非磁性衬底21而依次堆叠软磁性层21、中间层22、垂直磁性层23、保护层24及润滑剂层25来制造。

[0063] 图3是表示本发明的一个实施例的磁存储装置的例子立体图。

[0064] 图3所示的磁存储装置30包括垂直磁记录介质31、驱动并使垂直磁记录介质31旋转的介质驱动部32、磁头33、驱动并使磁头33移动到垂直磁记录介质31上方的磁头驱动部34、及信号处理部35。磁头33在垂直磁记录介质31上写入(或记录)信息并从垂直磁记录介质31读取(或再生)信息。信号处理部35把输入数据处理成将被记录在垂直磁记录介质31上的记录信号,并向磁头33提供记录信号。信号处理部35还把通过磁头33由垂直磁记录介质31读取的处理信号处理成将被从磁存储装置30输出的再生信号。

[0065] 当然,可以在磁存储装置30中设置2个以上的垂直磁记录介质31。此时,在磁存储装置30中设置基于垂直磁记录介质31的数量而确定的数量的磁头33。

[0066] 接着,对本发明的实施例进行说明。

[0067] 图1所示的垂直磁记录介质按照本发明的一个实施例的方式来制造。

[0068] 首先,作为非磁性衬底20,准备具有2.5英寸外径的非晶玻璃衬底。

[0069] 接着,使用由Canon Anelva公司制的在线(in-line)沉积装置C3010来在装载到载体上的非磁性衬底20的两个面上形成软磁性层21、中间层22及垂直磁性层23。在这个例子中,软磁性层21是由依次堆叠的具有30nm厚度的CoFe合金(70Co-30Fe)层、具有5nm厚度的Ru层、及具有30nm厚度的CoFe合金(70Co-30Fe)层而形成。此外,中间层22是由依次堆叠的具有7nm厚度的NiW合金(90Ni-10W)层、及具有20nm厚度的Ru层而形成。再有,垂直磁性层23是由依次堆叠的具有颗粒结构及6nm厚度的CoPtCr基合金(70Co-15Pt-5Cr-10SiO₂)层、及具有非颗粒结构及6nm厚度的CoCrPt基合金(64Co-20Cr-15Pt-1B)层而形成。具有颗粒结构的CoCrPt基合金层和具有非颗粒结构的CoCrPt基合金层具有六角密积(hcp)结构,并且其(0002)晶面相对于非磁性衬底20的表面平行取向。

[0070] 接着,使用热CVD装置在垂直磁性层23上形成保护层24。更具体来说,使用以1:1:9的容量比包含氩气、氢气及甲烷的气体混合物来作为原料气体,以2kPa的反应压力、450℃的非磁性衬底20的温度、及30分钟的反应时间来形成厚度大约为1nm的保护层24。

[0071] 使用由Tokyo Instruments公司制的拉曼光谱系统对保护层24进行分析。在分析结果中,观察到大约为1.6倍2D带的D带。确认了保护层24包括堆叠有3层石墨烯层的石墨烯层叠体、及非晶碳层,并且确认了石墨烯层叠体平行于形成垂直磁性层23的多晶体晶粒的各个(0002)晶面。拉曼光谱系统使用了由Andor Technology制的高灵敏度冷却CCD检测器、具有槽数为1200/nm且铜焊波长(braze wavelength)为500nm的衍射光栅。

[0072] 接着,使用浸渍装置在保护层24上涂布全氟聚醚润滑剂以形成1.4nm厚度的润滑剂层25,从而完成垂直磁记录介质31。

[0073] 完成的垂直磁记录介质31被组装到图3所示的磁存储装置30中,以适应高温高湿

环境。当通过加速测试来评价垂直磁记录介质31的耐摩擦性、耐滑动接触性、及耐腐蚀性时,确认了相比以往的磁记录介质,垂直磁记录介质31的耐摩擦性、耐滑动接触性、及耐腐蚀性得到提高。

[0074] 根据上述实施方式及实施例,能够提供一种具有令人满意的耐磨擦性、耐滑动接触性、及耐腐蚀性的垂直磁记录介质、以及具有该垂直磁记录介质的磁存储装置。

[0075] 另外,本发明不限于上述实施方式及实施例,并且在不脱离本发明的范围内可进行各种变形和改变。

[0076] 本申请以2014年11月26日在日本申请的日本专利申请第2014-238394号作为要求优先权的基础,本申请援引该日本专利申请的全部内容。

31

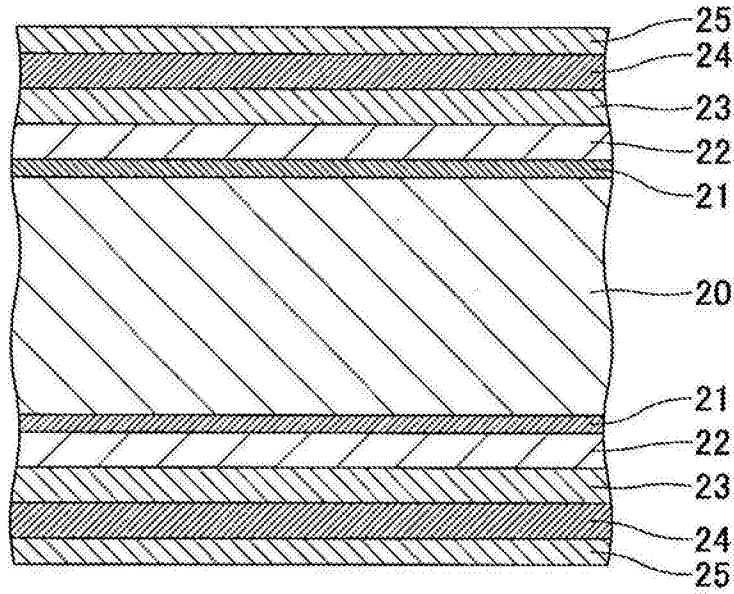


图1

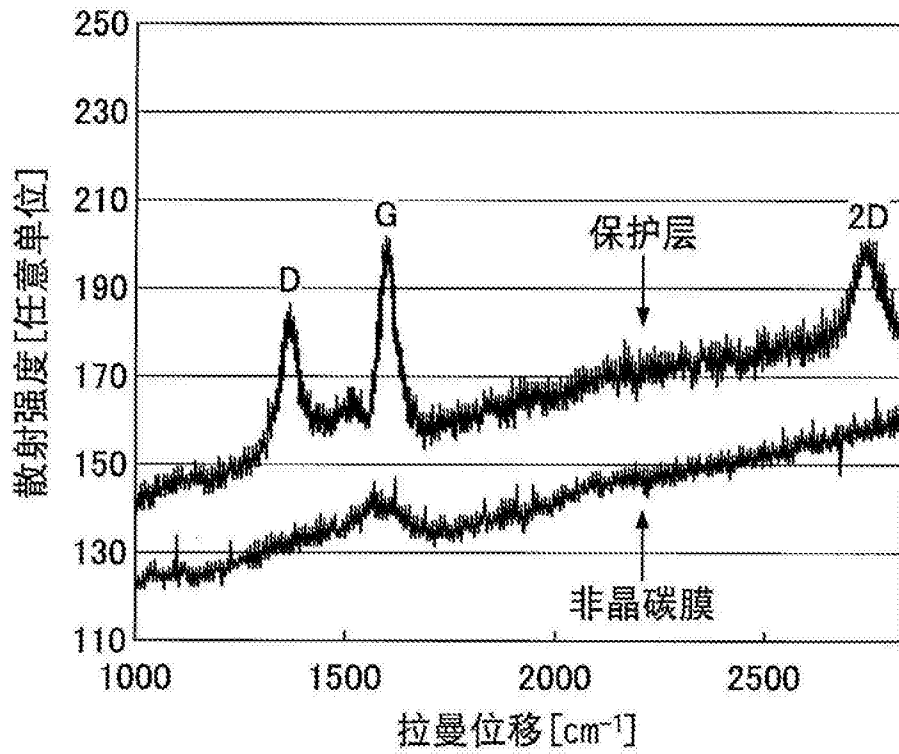


图2

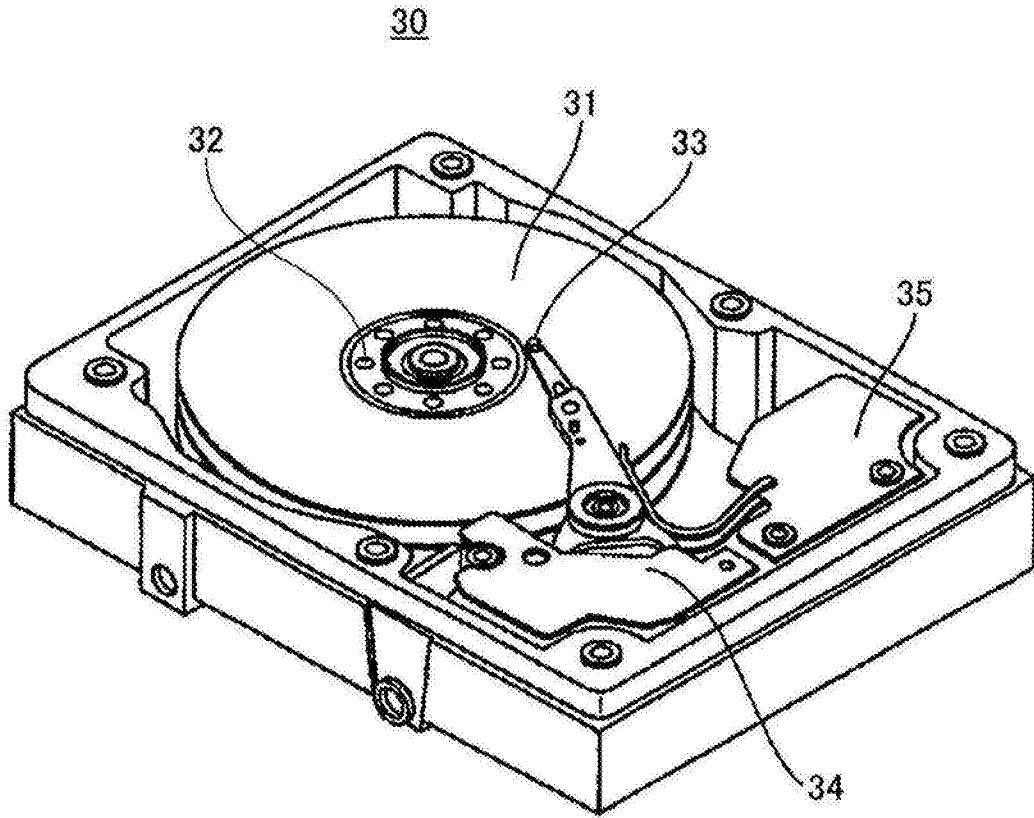


图3