



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105849807 B

(45)授权公告日 2018.10.23

(21)申请号 201480070774.X

(22)申请日 2014.12.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105849807 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(30)优先权数据
1322912.5 2013.12.23 GB
1417976.6 2014.10.10 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2014/053826 2014.12.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/097469 EN 2015.07.02

(73)专利权人 牛津大学科技创新有限公司
地址 英国牛津

(72)发明人 哈里什·巴斯卡兰 培曼·胡赛尼
卡洛斯·安德烈斯·里奥斯-奥康波

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

代理人 吕艳英 张颖玲

(51)Int.Cl.
G11B 7/24038(2013.01)
G11B 7/243(2013.01)

(56)对比文件
US 2010/0157769 A1,2010.06.24,
US 2010/0157769 A1,2010.06.24,
US 2005/0157630 A1,2005.07.21,
CN 1573992 A,2005.02.02,
US 2004/0252622 A1,2004.12.16,

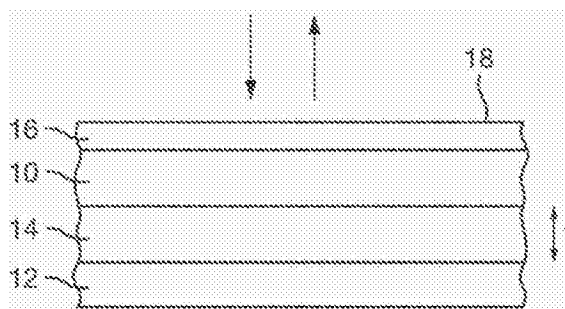
审查员 付小璞

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称
光学装置

(57)摘要

一种光学装置,如光学存储介质,包括:固态的材料的层,所述材料具有通过施加光而能够在至少两个稳定值之间切换的折射率。反射器通过透光的固体间隔层而与所述材料的层隔开。



1. 一种光学装置,包括:

固态的材料的层,所述固态的材料的层以提供包括可识别图像的图案的方式来改变所述装置的反射率;和

反射器;其中,

所述材料为相变材料且具有能够在至少两个稳定值之间切换的折射率,并且所述图案通过切换不同区域中的所述相变材料来设置在所述材料的层中的不同区域的反射率来界定;以及

其中,所述反射器被配置为作为背反射器来运行,并且在所述反射器和光学接入表面之间没有设置其它反射器,通过所述光学接入表面,光能够进入并离开所述装置以提供所述可识别图像,所述反射器通过透光的固体间隔层而与所述材料的层隔开,所述固体间隔层设置在所述反射器与所述光学接入表面之间。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述材料的折射率能够电切换,热切换,或者通过施加光而切换。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述材料的折射率在至少两个稳定值之间能可逆切换。

4. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述装置的一部分的反射率通过切换在该部分处的所述材料的层的折射率而能设定为至少三个不同值中的任一个。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述材料包括元素组合的化合物或合金,所述元素组合选自以下组合的列表:GeSbTe、VO_x、NbO_x、GeTe、GeSb、GaSb、AgInSbTe、InSb、InSbTe、InSe、SbTe、TeGeSbS、AgSbSe、SbSe、GeSbMnSn、AgSbTe、AuSbTe和AlSb。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述材料包括来自所述列表的元素组合的化合物或合金的混合物。

7. 根据权利要求5或6所述的装置,其中,所述材料进一步包括至少一种掺杂剂。

8. 根据权利要求7所述的装置,其中,所述掺杂剂为C或N。

9. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述材料包括Ge₂Sb₂Te₅。

10. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述材料的层的厚度小于20nm。

11. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述材料的层的厚度小于10nm。

12. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述材料的层为光学吸收层。

13. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述间隔层具有在10nm~250nm的范围内的厚度。

14. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述间隔层包括可压缩材料。

15. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述间隔层包括弹性材料。

16. 根据权利要求1或2所述的装置,包括多个成对的层,所述成对的层均包括间隔层和固态的材料的层,并且以堆叠体连续布置,所述固态的材料的层改变所述装置的反射率。

17. 根据权利要求1所述的装置,所述装置进一步包括配置用于使电流通过所述材料的集成电极。

18. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述集成电极是被像素化的。

19. 根据权利要求1所述的装置,所述装置进一步包括在所述材料层的顶部的封盖层。

20. 根据权利要求19所述的装置,其中,所述间隔层和所述封盖层由氧化铟锡制成。

21. 一种安全标记或装饰物品,包括根据前述权利要求中任一项所述的光学装置。

光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于各种领域的光学装置,如光学存储介质,光学安全标记和光学力传感器。

背景技术

[0002] 对光学存储介质如CD、DVD和蓝光,已经取得了可观的进展。为了提高这些介质的存储密度,从而提高它们的存储容量,制造商已专注于“比特”的大小,即,用于记录各个信息片段的介质的点或区域。因此,记录或再现信息的光波波长向较短的光波波长(如405nm的蓝光)移动。可重写(RW)版本的这些介质是可获得的,它使用能够在具有不同的反射率的相之间切换的相变材料(PCM),以呈现记录多个比特的信息的不同状态。

[0003] 然而,可重写的介质技术存在以下问题:相之间的反射率变化相当小,如30%,使得随着每比特的面积降低,回放信号的信噪比(SNR)也降低,所以可靠地读取所存储的信息变得更难。目前,这些介质的存储密度有限。

[0004] 因为PCM相对昂贵,所以还期望降低光学存储介质中使用的PCM的量。然而,存在以下问题:使用较少的PCM也降低了两相之间反射率的对比度,所以也降低了回放信号的信噪比。

[0005] 在其它领域中,也期望提供一种更难以检测、更难以伪造并且可重写的安全标记。

发明内容

[0006] 本发明是鉴于上述问题进行设计。

[0007] 因此,本发明提供了一种光学装置,包括:

[0008] 固态的材料的层,所述固态的材料的层改变所述装置的反射率;和

[0009] 反射器,

[0010] 其中,所述反射器通过透光的固体间隔层而与所述材料的层隔开。

[0011] 本发明还提供了包括根据本发明的光学装置的光学存储介质、安全标记、力传感器或装饰物品。

[0012] 本发明还提供一种记录设备和一种再现设备。

[0013] 进一步可选的方面被限定在从属权利要求中。

[0014] 在整个说明书中,使用了术语“光学”和“光”,因为它们都是电磁辐射相关领域中的常用术语,但应理解在本说明书的上下文中它们并不限于可见光。可设想,本发明也能够使用可见光谱外的波长,如红外光和紫外光。

附图说明

[0015] 现将参照附图,仅以例示的方式对本发明的实施方式进行说明,在附图中:

[0016] 图1是根据本发明实施方式的光学装置的一部分的示意性横截面图;

[0017] 图2示出了对于根据本发明实施方式的记录介质的若干不同厚度的透射性间隔

层,反射率对波长的百分比变化的曲线图;

[0018] 图3示出了对于根据本发明实施方式的记录介质的若干不同厚度的相变材料层,反射率对波长的百分比变化的曲线图;

[0019] 图4是根据本发明实施方式的记录/再现设备的示意图;

[0020] 图5是根据本发明另一实施方式的光学装置的一部分的示意性横截面图;和

[0021] 图6是根据本发明又一实施方式的光学装置的一部分的示意性横截面图。

具体实施方式

[0022] 将要描述的光学装置的第一实施方式是一种光学存储介质。将参照图1对光学存储介质进行说明,图1示出了横截面的层状结构。固态材料10的一部分被设置成层的形式。此层的材料具有通过施加光脉冲而可永久但可逆地改变的折射率。这类材料,也被称为相变材料(PCM),当在非晶相和结晶相之间切换时经历实折射率和虚折射率的急剧变化。在优选的实施方式中,该材料为 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST)。

[0023] 材料10的上述部分被设置在反射器12上,在此实施方式中,该反射器为金属如铂或铝的层。间隔层14夹在材料10和反射器12之间。封盖层16被设置在材料层10的顶部上。在此具体的实施方式中,封盖层16的上表面18构成了记录介质的光学接入表面(access surface),并且该反射器12是背反射器。如图1中的箭头所示,光通过接入表面18进入并离开。然而,如将在下面进一步说明的,由于取决于材料层10的折射率和间隔体14的厚度的干涉效应,反射率随着光的波长而显著变化。

[0024] 间隔体14和封盖层16都是透光的,并且理想地尽可能是透明的。在以下实施方式中,间隔体14和封盖层16由氧化铟锡(ITO)制成,但它们没有必要是导电的或由相同的材料制成。其它合适的材料包括 SiO_2 -ZnS和聚合物材料,但可使用任何透明或半透明的固体材料。

[0025] 图1中所示的整体结构能被设置在基板(未示出)如玻璃或塑料材料上,例如约1mm厚的聚碳酸酯光盘。在无机材料层如相变材料10、ITO、 SiO_2 等的情况下,这些层利用能在100摄氏度的相对低的温度下进行的溅射进行沉积。聚合物层能通过旋涂和固化而形成。根据需要,还可以设置额外的层,用于记录介质。

[0026] 在优选的实施方式中,由GST组成的材料层10的厚度小于100nm,优选小于10nm,诸如6nm或7nm。如下面所讨论的,根据所需的波长和光学性质,间隔层14具有通常在10nm~250nm的范围内的厚度。封盖层16的厚度例如为20nm。在一个实例中,反射器的厚度为100nm。

[0027] 在此实施方式GST中,层10的材料能经受诱导的可逆相变。它以非晶态进行沉积。来自激光光源的光脉冲能加热上述材料的一小部分以使其结晶,并因此写入信息,这与非晶部分形成对比。较高的强度和较快的光脉冲被用于立刻熔化该材料并使它淬火回到非晶相。在制造记录介质时,也能够对进行它处理(如热处理),使得层10的相变材料最初是完全结晶(多晶)的;信息然后通过将材料的一部分转化成非晶相的光束进行写入。

[0028] 如先前所解释的,当该材料非晶相和结晶相之间切换时,存在显著的折射率变化。该材料在任一状态中稳定。切换能够进行有效且无限次。然而,切换不必是可逆的;例如,不易逆转的变化能被用于产生“一次性写入”的记录介质。

[0029] 图2和图3是用于记录介质的层的若干示例性堆叠体的结果,该堆叠体包括20nm厚的ITO封盖层16、GST相变材料层10、ITO间隔层14和100nm铂反射器12,以上各层全部在SiO₂基板上。图2示出了层10的晶态和非晶态之间的光学反射率的变化百分比, $(R_{\text{cry}} - R_{\text{amo}}) \times 100 / R_{\text{amo}}$, 其中 R_{cry} 和 R_{amo} 分别为在材料层10处于结晶态和非晶态时介质的反射率。光学反射率的变化有效地给出了对在每个波长的两种状态之间的可见对比度的测量。曲线是光谱并且示出了对间隔层14的若干不同厚度 t 的反应,在这种情况下,间隔体的厚度为50nm~180nm的五个样品;在所有情况下,GST层10的厚度为7nm。可见,在通过选择间隔层14的厚度所选择的特定波长下,能够获得非常大的对反射率的调制。选择间隔层的厚度与用于感测反射率的光的波长的组合以提供大的对比度,例如,对于约560nm的波长的读取激光,这些材料的间隔层厚度为约150nm厚。因此,在记录在介质上的“光”点和“暗”点之间存在良好的对比度。

[0030] 图3示出了例如具有三种不同厚度20nm、11nm和7nm的GST层的层10的晶态和非晶态之间的光学反射率的变化百分比。在每种情况下,间隔层的厚度为150nm。可见,对于7nm厚的GST层,存在约560nm~570nm的反射率的巨大对比度;但是对于较厚的GST膜,这却严重降低。因此,在这种情况下,使用与通常使用相比更少的相变材料提高了光学性能。

[0031] 适用于所有实施方式的进一步改进是:层10的材料不必在完全结晶态和完全非晶态之间简单地切换。能够获得相的混合物,如20%结晶、40%结晶等。通过简单地限制切换期间的最大光强度和脉冲持续时间来实现部分结晶。根据局部结晶的程度,所得的材料的有效折射率介于完全结晶和完全非晶的两个极端之间。能够容易获得具有相应数量的不同可检测反射率的4~8个不同混合相,但经适当的控制,该数量能够高得多,例如128。使用8个离散级的反射率是指记录介质上的各个点或部分能够记录4比特的信息(每比特2个级),并因此其记录密度是各个点或部分仅使用两个反射率(非晶和结晶)的4倍。更多数量的级提供了相应更高的记录密度。

[0032] 图4示出了根据本发明的实施方式的使用光学记录介质的记录/再现设备的示意图。在这种情况下,该记录介质是光盘40的形式。光源42及相关的光学部件44被布置成将光点聚焦到光盘40上。在该示意图中,记录介质的层如图1所示,光学接入表面18为光盘40的上表面;然而,借助于来自光盘40下方的光学接入,这些层和光盘能被逆转。

[0033] 控制器46被设置成控制电机和主轴(未示出)以使光盘40绕其轴线旋转,并控制致动器(未示出)以使光源40和光学器件44径向移动跨过光盘,从而接入光盘的任何部分。本领域中已知的反馈控制用于控制光盘的旋转速度,并用于将光学器件44的焦点设置在记录介质上。如果在相同光盘上设置多个相变材料层以提供多层记录,则控制器46还能够调整光学器件44以聚焦在所需的层上。

[0034] 例如,光源42包括激光二极管,该激光二极管发射具有与特定记录介质的相变材料层10的结晶相和非晶相之间反射率显著变化的波长相对应的波长的基本上单色的光(见图2和图3)。为了从光盘读取数据,控制光源的强度低于影响相变材料层10的相的阈值。该设备包括其它的光学器件(未示出),如光束分离器和光检测器,以在光盘40旋转并且用光源42的光进行探测时感测光盘40反射出的光。来自检测器的信号被传递到控制器46,在控制器中它经历本领域中已知的信号处理,从而获得光盘上记录的信息的输出。

[0035] 光盘40能够设置有相变材料的连续均匀的层10,或者该材料可以仅沉积在特定区

域或轨道上或者可被构图成特定轨迹以辅助光盘的读取和记录。可选地,可以设置额外的标记,如在光盘40的基板中预先界定的凹坑或凸脊,以界定轨道,从而辅助控制器46导向并定位用于光盘的读取和记录的光学器件44。

[0036] 为了在光盘40上记录信息,能够使用读取用的相同光源42,但是通过控制器调整输出功率来影响层10的相变材料的结晶态或部分结晶态或非晶态(并因此影响其折射率),从而在光盘相对于光学器件44移动时所得的反射率值对应于待写入光盘上的数据。用于记录的光功率通常在10mW的区域中。或者,不同光源可用于写入光盘,并且写入的光波长不必与从光盘读取数据所使用的光波长相同。

[0037] 当然,应理解的是,在存储介质上记录的反射率的图案不需要直接对应原始数据的比特,因为原始数据能经历本领域中已知的纠错编码、运行长度限定编码(例如,八至十四调制,EFM)和其它技术。当从存储介质中读取信息时,酌情进行解调和解码,以恢复原始数据。

[0038] 前述实施方式已参考GST($\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$)作为层10的相变材料进行说明,但GST不是本发明必需的,并且许多其它合适的材料无论单独的或组合的也是可用的,包括选自以下列表的元素组合的化合物或合金: GeSbTe 、 GeTe 、 GeSb 、 GaSb 、 AgInSbTe 、 InSb 、 InSbTe 、 InSe 、 SbTe 、 TeGeSbS 、 AgSbSe 、 SbSe 、 GeSbMnSn 、 AgSbTe 、 AuSbTe 和 AlSb 。还应当理解,这些材料的各种化学计量形式是可能的;例如 $\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$;并且另一种合适的材料为 $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_7\text{Te}_{17}$ (也被称为AIST)。其它合适的材料包括任何所谓的“Mott忆阻器”(该材料在某些特定的温度下经历金属到绝缘体的转变(MIT)),例如 VO_x 或 NbO_x 。此外,该材料能包括一种或多种掺杂剂,如C或N。

[0039] 能够生产具有提高的记录密度和更好的可读性对比度但使用常规的制造技术的体现本发明的光学记录介质。

[0040] 尽管本文描述的实施方式提及了该材料层在两种状态如结晶相和非晶相之间可切换,但转化可能发生在任何两个固相之间,包括但不限于:一种结晶相到另一种结晶相或准结晶相,或反之亦然;非晶相到结晶相或准结晶相/半有序相,或反之亦然,以及其间的所有形式。实施方式也不仅限于两种状态。

[0041] 切换的机制不限于所施加的来自激光的光脉冲,但也可以是来自激光或其它源的任何电磁场感应加热,或者可以是电脉冲感应加热(如果集成电极被提供用于使电流通过该材料,它可能被像素化),或者例如使用与相变材料热接触的相邻层的电阻加热(thermal heating)(原子力显微镜(AFM)尖端可以用于扫描该设备并使电流通过以局部加热所需区域)。

[0042] 光学装置的另一实施方式是将一个或多个额外的相变材料层10和间隔层14提供到先前描述的结构,以创建多层堆叠体。具有两个和三个相变材料层的实例分别在图5和图6中示出。如先前所解释的,间隔层的厚度限定了堆叠体的反射光谱的峰值波长(即,中央反射色)。如在此实施方式中,通过重复交替层,可以降低反射峰的宽度,以使其更具有波长(颜色)特定性。然而,在添加更多的层时,吸收损耗也提高,所以相变材料层的优选数量为两个或三个。

[0043] 在多层堆叠的光学装置中,能够彼此独立地选择各个层的厚度以设计所需的光学性质。例如,各个相变材料层10的厚度决定了材料10在整个光谱中的不同状态或相之间

的反射率的对比度。通过分别切换/选择各个材料层的相能够获得多种颜色组合(反射光谱)。例如,在两种相变材料层的情况下,通过以下组合能够获得四种不同的表现反射颜色:Am-Am;Cry-Am;Am-Cry;和Cry-Cry(其中,符号Am=非晶,并且符号Cry=结晶,并且成对的符号对应于两层)。通过将激光聚焦在堆叠体中的合适深度处,能够分别写入并读取多层中的各个层。

[0044] 应注意:在任一上述实施方式中,当存在一个或多个层10的相切换时,则存在最大反射率的波长的移位,并且因此存在可观察到的颜色变化。然而,接近峰值的波长之间的反射率对比度可能不是特别大。最大对比度(如上所定义的反射率的变化)可以在远离峰值的波长处,并且,如下文所描述的,这种特性能被利用。

[0045] 任一上述实施方式的进一步特性是:反射光谱为光入射角和光偏振的函数。

[0046] 应用

[0047] 根据任一实施方式的光学装置在本文中能被用作安全标记,施加到物品、包装、ID 证章/护照、银行卡/信用卡等等。通过设置不同区域的结晶态,能够将图案存储在相变材料层中。图案可以简单地是可识别的图像,或者可以编码的特定信息,如条形码的形式、QR码的形式或其它合适的码的形式。图案不是必需的,因为人们能够仅依靠难以复制的光学装置所固有的预定的颜色变化或光谱响应。

[0048] 在一个实施方式中,安全标记在柔性基板如智能标签或ID膜上,它能够弯曲以显示已知的颜色变化或显示安全人员的图案。颜色变化和/或图案启示发生,因为使装置弯曲改变了各层(特别是间隔层)的厚度,并因此改变了例如图1的结构的光谱反射率响应。

[0049] 在另一个实施方式中,标记是非常小的(甚至是亚微米尺度),肉眼基本上检测不到的,并且不能被容易地检测到,除非使用特殊的照相机。

[0050] 在进一步的实施方式中,图案能够设置在标记中,其中,在大多数波长下,在结晶态之间的对比度较小,使得该图案在一般照明如白光下不可见或难以检测到。然而,对比度能够在安全系统已知的一个波长周围较大,并且因此仅在该波长下用光照明能够显示该图案。在一般情况下,作为波长和/或位置的函数的对比度能被用作真实性的试验。

[0051] 进一步的变型是使用mott忆阻器如 VO_x 或 NbO_x 作为相变材料的图案进行限定该标记。当高于转变温度下加热该标记时,颜色对比度的变化出现,所以安全标记能够通过加热该装置而显示,该标记在它再次冷却下来时消失。

[0052] 在具有多种相变材料层的装置中,不同的图案能被记录在不同的层中作为进一步的安全增强。例如,除了在特定波长下照明时,位于上层的高对比度图案可能挡住更深的层上的图案。

[0053] 并入了简单光谱仪的装置读取器能够评估不同角度(有弯曲或无弯曲)的标记的颜色变化,并且与预先存储的响应进行比较,从而以极高可信度的方式验证标记(例如,在安全卡上)的真实性。

[0054] 另一个装置读取器使用一个或多个低功率的激光二极管来测量固定波长下的反射率关于角度的函数,并且与已知的响应进行比较。

[0055] 在写入标记中的图案的情况下,装置读取器可以包括照相机,以在特定照明波长或角度下捕捉标记的一个或多个图像,并且可以采用对比度比较和/或图像识别来验证标记。

[0056] 通过上面描述的任一安全标记,该标记当然能通过利用如前所述的切换装置(诸如激光、电或热)而被擦除和/或重写。这使多功能安全等级成为可能,例如在使用者的卡在第一检查点处进行验证时,其中,装置读取器也将第二信息写入该标记。然后,第二检查点验证第二信息的存在并随后擦除和/或写入进一步的信息。以这种方式,检查点仅能够按顺序通过;并且绕过检查点将引起拒绝进入后续检查点。

[0057] 上述光学装置的不同应用为用作力传感器。在这种情况下,材料10的层不特别需要是相变材料,虽然它可以是相变材料。切换状态的特性未使用。相同的是:上述的安全标记的真实性;如果它们不需要是可写入的或可再写入的,则它们不必是相变材料。层10被设置为超薄的、优选小于10nm厚的吸收层。用于吸收剂的合适材料的实例包括:任何前面提到的相变材料;非晶硅、非晶碳、Ge、GaAs、InAs、InP、CdTe、Ag₂S、有机半导体;吸收光并能沉积成几纳米厚的膜的任何合适材料(半导体材料对此通常是理想的)。该化学计量能被改变,并且掺杂能被用于创建所需的吸收性质。事实上,没必要使用吸收大部分(bulk state)的光的材料;这类材料能被设计用于创建在吸收方面具有所需性质的超材料。

[0058] 封盖层16能够是保护堆叠体如SiO₂或AlO₂的任何透明物。在一个实施方式中,封盖层为10nm厚。间隔体14的厚度t决定了峰值反射率波长,并因此决定了膜的表现颜色。如上所述的多层结构能被用于使反射峰变窄。

[0059] 在力传感器中,当力被施加到分层装置时,间隔体14的厚度t变化,这影响了该装置的表现颜色。颜色的变化是瞬时的、可逆的(该材料的弹性范围内),并直接关系到在很宽的范围内所施加的力。因此,该光学装置提供了力传感器。为了读取力,将该装置的颜色与已知的所施加力的校准色(光谱)进行比较。这能够通过肉眼或简单的照相机或者更复杂的光谱仪或反射计来完成。力测量的精度由光学测量的质量来限定。

[0060] 在力传感器中,间隔体14能够是任何光学透射的(理想地透明的)材料,它能够被力压缩而改变厚度t,从而改变该装置的颜色。该材料的弹性模量将决定该装置的灵敏度和力的工作范围。该材料必须在其弹性范围内工作,否则永久变形将改变装置特性和校准。在优选的实施方式中,间隔体14是具有高压缩性的软材料,如弹性体。任何基本上透明的弹性体是合适的。一个实例是PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯);另一个实例是任何硅树脂,如聚二甲基硅氧烷(PDMS)。间隔体14的典型厚度在10nm~250nm的范围内,例如,150nm。在多层装置(如在图5和图6中)中,一个、一些或所有间隔层14可以由弹性材料制成。间隔层14能够由彼此不同的材料制成。

[0061] 作为力传感器的光学装置能被制成能应用到或印刷到大多数表面并且轻便柔性的薄膜。其制造是简单且廉价的。在使用中不需要与该装置的电接触,因为力被光学读取,所以能在任意距离远程完成。该传感器能符合复杂物品的形状。该传感器能被设置成像素化膜,在颜色给予的各个点处具有力。例如,这种装置可以用于气动测量,以测量在翼的表面上所需点处的压力。如果施加力的区域是已知的,则该颜色变化能够与压力直接相关。

[0062] 任何上述装置的另一应用是在装饰用途中用作装饰物品。例如,瓷砖或珠宝可被设置成涂覆有该光学装置。颜色和图案可以预先确定和/或可以随后改变。

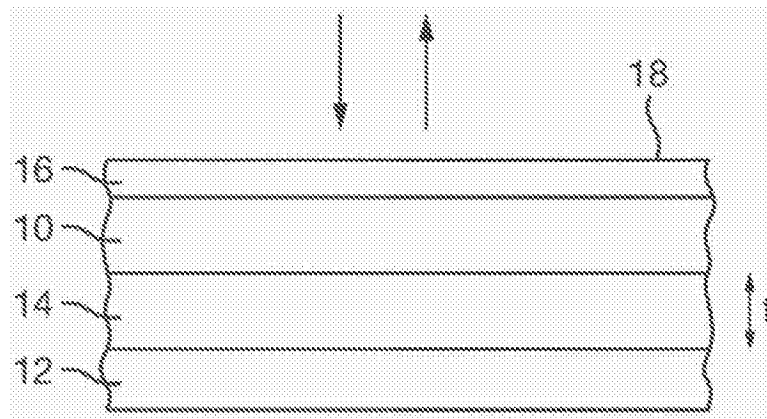


图1

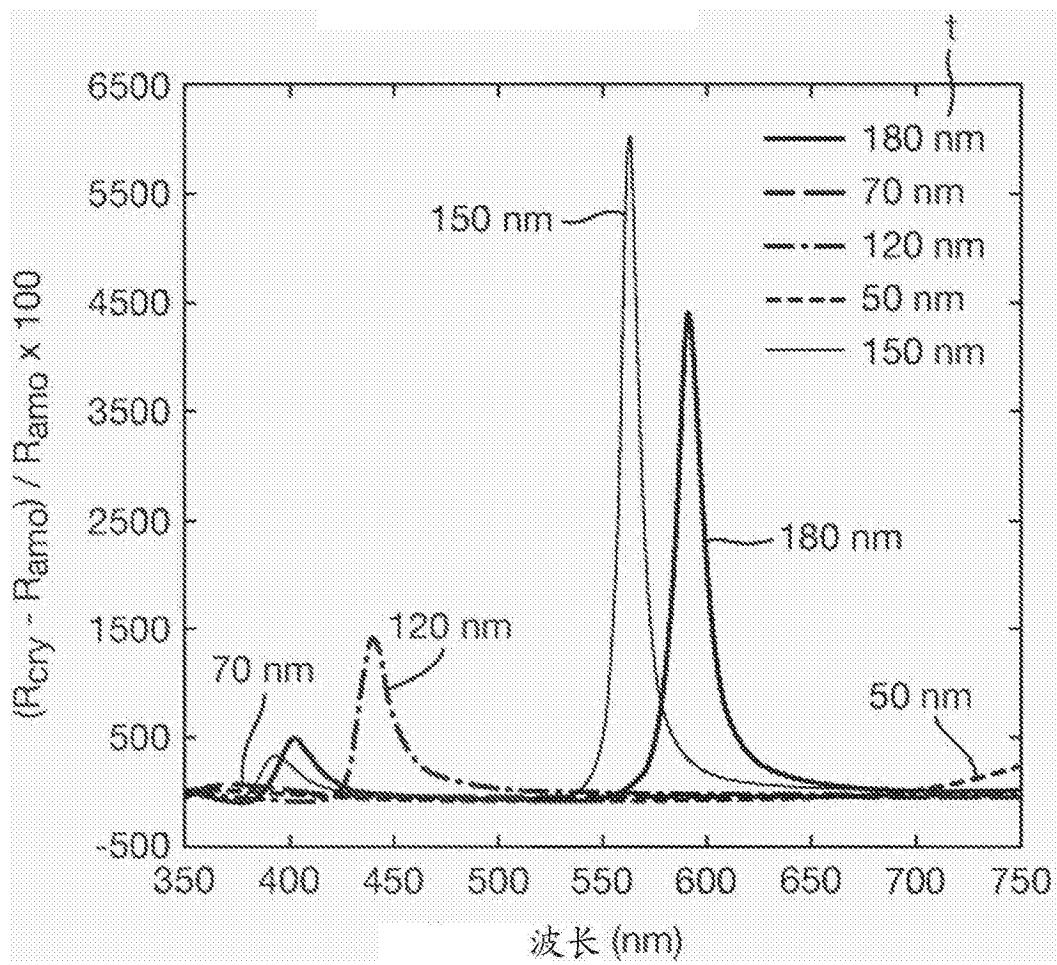


图2

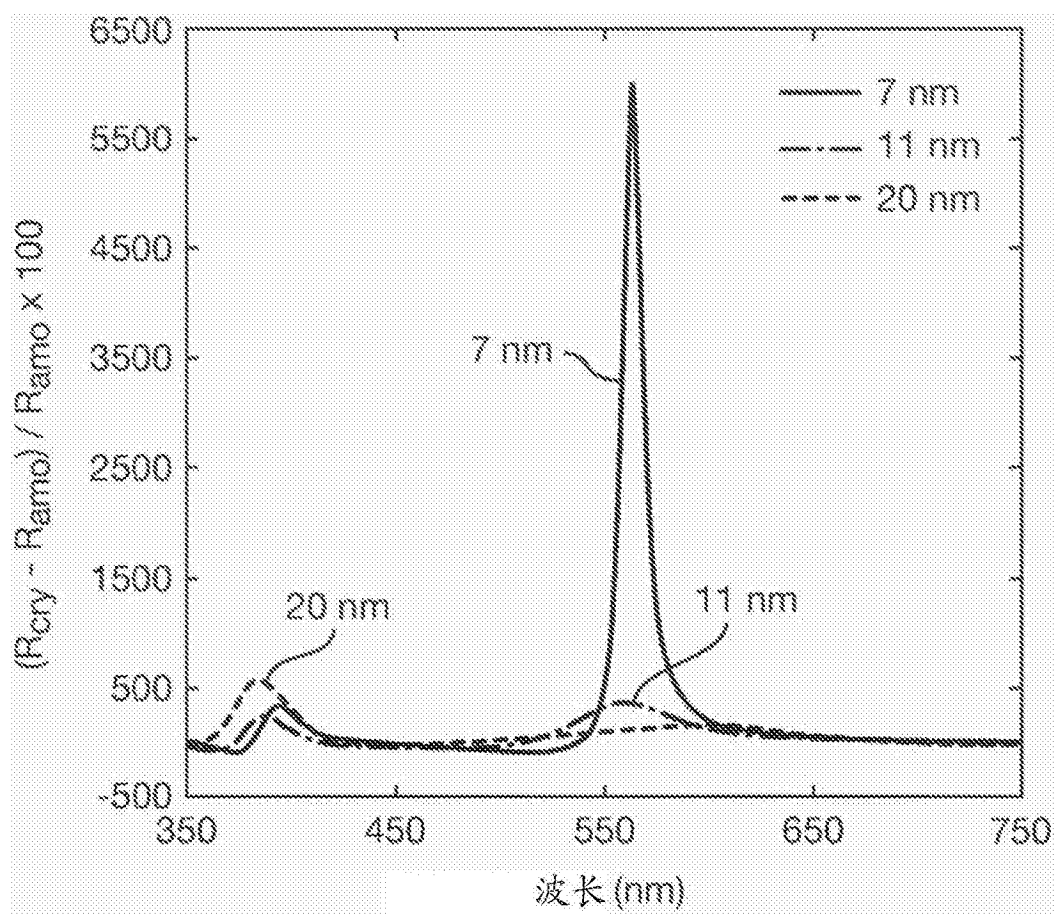


图3

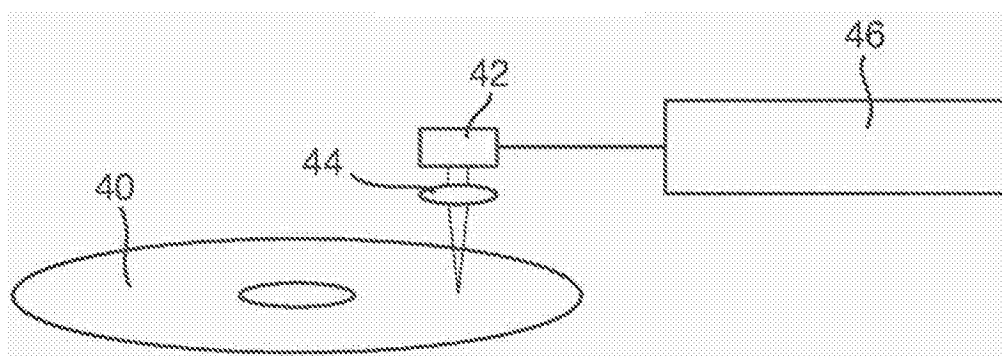


图4

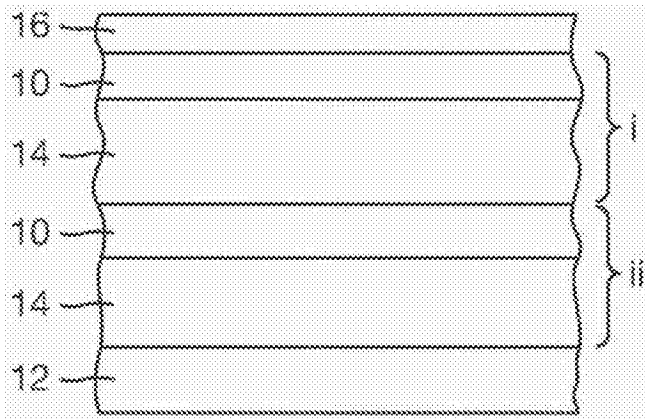


图5

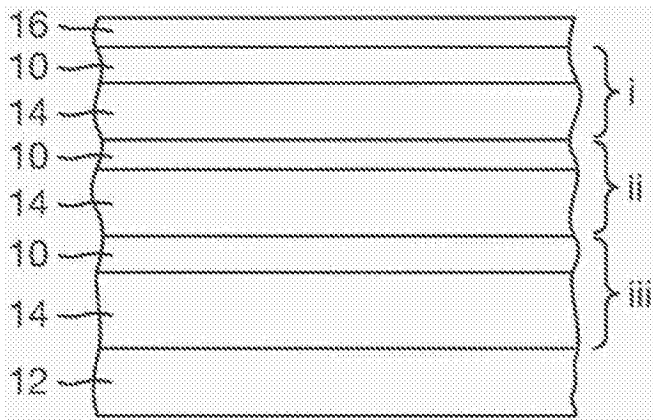


图6