[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 7/0065 (2006.01)
G11B 7/09 (2006.01)
G11B 7/135 (2006.01)
G03H 1/22 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610056971.3

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100411027C

[22] 申请日 2006.3.7
[21] 申请号 200610056971.3
[30] 优先权
[32] 2005.3.30 [33] JP [31] 2005-098123
[73] 专利权人 富士通株式会社
地址 日本神奈川县
[72] 发明人 吉川浩宁 手塚耕一 宇野和史
[56] 参考文献
US5822090A 1998.10.13
US5920536A 1999.7.6
WO2004/112045A2 2004.12.23
审查员 邓晓蓓

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司
代理人 赵淑萍

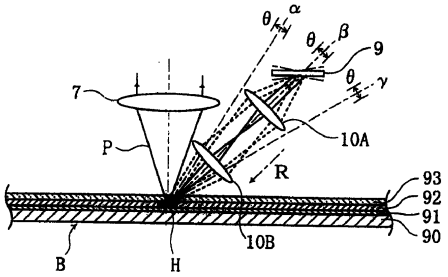
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

全息记录和再现装置

[57] 摘要

本发明公开了一种包括可动电流反射镜、反射镜控制器和再现单元的全息记录和再现装置。电流反射镜将参考光束导向全息记录介质并改变参考光束的入射角。反射镜控制器使电流反射镜移动以将入射角调整到用于全息记录的预定角度。在再现所记录信息时，反射镜控制器使电流反射镜移动以使入射角在包括该预定角度的预定范围内连续改变。再现单元在入射角连续改变时接收来自光学检测器的检测信号。检测信号对应于来自全息记录介质的反射光束强度。当反射光束的强度超过预定水平或达到最大值时，再现单元根据检测信号再现所记录信息。



1. 一种全息记录和再现装置，其中，从一光源发射的相干光被分为记录光束和参考光束，所述记录光束和所述参考光束在全息记录介质上叠加以在所述全息记录介质上记录全息图，并且其中所述全息记录介质由参考光束照射以根据所述全息图再现被记录的信息，来自所述全息记录介质的反射光束由光学检测器检测，所述装置包括：

可动光学器件，所述可动光学器件将所述参考光束导向所述全息记录介质，并且改变所述参考光束相对于所述全息记录介质的入射角；

光学器件控制器，当在所述全息记录介质上记录所述全息图时，所述光学器件控制器使所述可动光学器件移动以将所述入射角设定在预定角度，当根据所述全息图再现所述被记录的信息时，所述光学器件控制器还使所述可动光学器件移动以使在从所述光源发射的所述相干光的波长在再现时变得比记录时更长的情况下，所述参考光束相对于所述全息记录介质的所述入射角从所述预定角度增大；以及

再现单元，所述再现单元在所述入射角连续改变时接收来自所述光学检测器的检测信号，所述检测信号对应于所述反射光束的强度，当所述反射光束的强度不低于预定水平或到达最大水平时，所述再现单元根据所述检测信号再现所述被记录的信息。

2. 一种全息记录和再现装置，其中，从一光源发射的相干光被分为记录光束和参考光束，所述记录光束和所述参考光束在全息记录介质上叠加以在所述全息记录介质上记录全息图，并且其中所述全息记录介质由参考光束照射以根据所述全息图再现被记录的信息，来自所述全息记录介质的反射光束由光学检测器检测，所述装置包括：

可动光学器件，所述可动光学器件将所述参考光束导向所述全息记录介质，并且改变所述参考光束相对于所述全息记录介质的入射角；

光学器件控制器，当在所述全息记录介质上记录所述全息图时，所述光学器件控制器使所述可动光学器件移动以将所述入射角设定在预定角度，当根据所述全息图再现所述被记录的信息时，所述光学器件控制器还

使所述可动光学器件移动以使在从所述光源发射的所述相干光的波长在再现时变得比记录时更短的情况下，所述参考光束相对于所述全息记录介质的所述入射角从所述预定角度减小；以及

再现单元，所述再现单元在所述入射角连续改变时接收来自所述光学检测器的检测信号，所述检测信号对应于所述反射光束的强度，当所述反射光束的强度不低于预定水平或到达最大水平时，所述再现单元根据所述检测信号再现所述被记录的信息。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的全息记录和再现装置，其中所述预定角度设定为多个不同值以在所述全息记录介质上进行多重记录，并且其中当根据所述全息图再现所述被记录的信息时所述入射角设定在各个不同值，并且对于所述的每个不同值，所述入射角在包括所述每个不同值的预定范围内连续改变。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的全息记录和再现装置，其中所述可动光学器件包括电流反射镜。

全息记录和再现装置

技术领域

本发明涉及用于在全息记录介质中记录全息图以及使记录在全息图中的信息再现的全息记录和再现装置。

背景技术

例如 JP-A-2002-216359 中公开了传统的全息记录和再现装置。该全息记录和再现装置的基本结构如图 6（a）所示。具体来说，由激光光源（未示出）发射的激光束被分为记录光束 S 和参考光束 R，其中记录光束 S 由空间光调制器 500 调制成为代表二维信息的光，然后经过物镜 700 以预定入射角发射到全息记录介质 B 的记录层 92 上。同时，参考光束 R 被电流反射镜（galvanomirror）900 和聚光透镜 100A、100B 导向全息记录介质 B 使之与记录光束 S 在全息记录介质 B 的记录层 92 上相交。参考光束 R 对全息记录介质 B 的入射角可以由电流反射镜 900 的操作调整到不同角度，如图 6（a）中的实现和虚线所示。结果，记录光束 S 和参考光束 R 产生了干涉条纹，这些干涉条纹在全息记录介质 B 的记录层 92 上构成全息图 H，并且根据参考光束 R 的入射角在全息图 H 中多重记录干涉条纹的不同图样。

为了再现记录在全息图 H 中的信息，参考光束 R 以与记录时相同的入射角入射到全息记录介质 B 上，从全息记录介质 B 返回的光（下文中称为反射光束）由光电检测器（未示出）接收。此反射光束是以与记录光束 S 的入射角相同的输出角从全息记录介质 B 发射的，从而再现记录光束 S。因此，根据由接收反射光束的光电检测器检测到的信号，记录光束 S 中包含的二维信息（记录信息）可以被再现。

为了更好地理解全息图 H 的再现原理，将参考图 6（b）给出对波数矢量空间的描述。波数矢量空间定义为具有由波数（$2\pi/\lambda$）所表示半径

的单位圆 K，该波数为所发射的激光束波长 λ 除以 2π 所得的值的倒数。当记录光束 S 由波数矢量 Ks 表示，并且对应于特定入射角的参考光束 R 用波数矢量 Kr 表示时，记录光束 S 和参考光束 R 的方向对应于波数矢量 Ks、Kr 的方向，并且波数矢量 Ks、Kr 各自的起点位于单位圆 K 的中心处。由于记录光束 S 和参考光束 R 是从同一光源发射的激光束分开的，所以波数矢量 Ks、Kr 的大小相等，并且波数矢量 Ks、Kr 各自的终点落在单位圆 K 的圆周上。当由记录光束 S 和参考光束 R 产生的全息图 H 由波数矢量 Kh 表示时，全息图 H 的波数矢量 Kh 可以定义为记录光束 S 的波数矢量 Ks 与参考光束 R 的波数矢量 Kr 的反向矢量的组合矢量，并且波数矢量 Kh 的起点和终点都落在单位圆 K 的圆周上。因此，只有全息图的波数矢量与单位圆相符，全息图才会被记录。

此外，再现时反射光束的波数矢量可以定义为参考光束 R 的波数矢量 Kr 与全息图 H 的波数矢量 Kh 的组合矢量（未示出）。根据这点，当再现时参考光束 R 的波数矢量 Kr 是与记录时相同的矢量时，反射光束的波数矢量与记录光束 S 的波数矢量 Ks 造成的结果相同。因此，只有反射光束的波数矢量符合与再现时参考光束的波数矢量相同的单位圆，全息图才能被再现。

但是，在传统的全息记录和再现设备中，由光源发射的激光束强度在记录时与再现时之间可能有波动。激光束强度的这种波动可能引起记录时与再现时之间的波长差异，从而阻碍再现时反射光束的检测。

更详细地说，当再现时的波长比记录时的更长时，波数矢量空间的单位圆 K'和参考光束 R 的波数矢量 Kr'形成为如图 7（a）中的虚线所示。再现时的单位圆 K'变得小于记录时的单位圆 K。因此，即使再现时参考光束 R 的波数矢量 Kr'的方向与记录时的方向相同，反射光束的波数矢量也与对应于波数矢量 Kr'的单位圆 K'不符，因此根据此原理无法获得反射光束。

同样，当再现时的波长比记录时的更短时，波数矢量空间的单位圆 K''和参考光束 R 的波数矢量 Kr''形成为如图 7（b）中的虚线所示。再现时的单位圆 K''变得大于记录时的单位圆 K。因此，即使再现时参考光束

R 的波数矢量 Kr''的方向与记录时的方向相同，反射光束的波数矢量也与对应于波数矢量 Kr''的单位圆 K''不符，因此根据此原理无法获得反射光束。

发明内容

本发明是考虑到上述情况而设计的，其目的在于提供一种全息记录和再现装置，该装置即使在再现时的波长与记录时的不同时，也能够确定地检测反射光束并由此再现所记录的信息。

为了达到上述目的，本发明提供了下列技术方案。

根据本发明，提供了一种全息记录和再现装置。在此装置中，相干光被分为记录光束和参考光束，记录光束和参考光束在全息记录介质上叠加以在全息记录介质上记录全息图。之后，用参考光束照射全息记录介质以根据全息图再现被记录的信息，来自全息记录介质的反射光束由光学检测器检测。

本发明的装置包括：可动光学器件，所述可动光学器件将所述参考光束导向所述全息记录介质，并且改变所述参考光束相对于所述全息记录介质的入射角；光学器件控制器，当在所述全息记录介质上记录所述全息图时，所述光学器件控制器使所述可动光学器件移动以将所述入射角设定在预定角度，当根据所述全息图再现所述被记录的信息时，所述光学器件控制器还使所述可动光学器件移动以使所述入射角在包括所述预定角度的预定范围内连续改变；以及再现单元，所述再现单元在所述入射角连续改变时接收来自所述光学检测器的检测信号，所述检测信号对应于所述反射光束的强度，当所述反射光束的强度不低于预定水平或到达最大水平时，所述再现单元根据所述检测信号再现所述被记录的信息。

优选地，所述预定角度可以设定为多个不同值以在所述全息记录介质上进行多重记录。当根据所述全息图再现所述被记录的信息时所述入射角设定在各个不同值，并且对于所述的每个不同值，所述入射角在包括所述每个不同值的预定范围内连续改变。

优选地，可动光学器件可以包括电流反射镜。

采用上述特征，在对记录在全息记录介质上的信息进行再现时，即使再现时的波长与记录时的不同，也可以产生足够强的反射光束。根据本发明，这是通过使再现时参考光束的入射角比预定角度略有偏移而实现的，所述预定角度即为记录时参考光束的入射角。具有足够强度的反射光束有助于光束的可靠检测，因此有助于正确地再现记录在全息记录介质上的信息。

根据下面参考附图的详细说明，本发明的其他特征和优点将更加清楚。

附图说明

图 1 是示出根据本发明实施例的全息记录和再现装置总体结构的示意图；

图 2 是用于解释图 1 的全息记录和再现装置的记录操作的示意图；

图 3 是用于解释图 1 的全息记录和再现装置的再现操作的示意图；

图 4 是用于解释记录时的波数矢量空间的视图；

图 5 是用于解释再现时的波数矢量空间的视图；

图 6 是用于解释传统的全息记录和再现装置的视图；并且

图 7 是用于解释传统装置在再现时的波数矢量空间的视图。

具体实施方式

现在将参考附图对本发明进行详细说明。图 1 到 5 涉及根据本发明的全息记录和再现设装置的实施例。

如图 1 所示，根据此实施例的全息记录和再现设备 A 包括光源 1、准直透镜 2、第一分束器 3、扩束器 4A、4B、空间光调制器 5、第二分束器 6、物镜 7、固定反射镜 8A、8B、可动光学器件 9、会聚透镜 10A、10B、光电检测器（光学检测器）11、记录单元 20、再现单元 30 和控制器（光学器件控制器）40。未示出的其他组成部分包括使由 B 表示的用作全息记录介质的盘转动的转动机构以及使包括物镜 7 在内的光学系统在全息记录介质 B 的径向上运动的运动机构。全息记录和再现装置 A 中所用的全息记

录介质 B 包括一一堆叠的衬底 90、反射层 91、记录层 92 和保护层 93。在记录层 92 中，通过记录光束 S 与参考光束 R 之间的干涉记录全息图 H，并且来自全息图 H 的光作为反射光束发射到物镜。

光源 1 由例如半导体激光器件构成，其在记录或再现时发射较窄频带的高度干涉的相干光形式的激光束。准直透镜 2 将由光源 1 发射的激光束转换为平行光。从准直透镜 2 输出的激光束被引向第一分束器 3，其将接收到的激光束分为导向空间光调制器 5 的记录光束 S 和经过不同光程导向电流反射镜 9 的参考光束 R。

扩束器 4A、4B 由组合透镜构成，并用于扩大记录光束 S 的直径和将记录光束 S 引向空间光调制器 5。空间光调制器 5 由 LCD 器件或可变形反射镜器件构成，其将记录时接收到的光调制为代表二维信息的光（记录光束 S）并将其输出。空间光调制器 5 是根据来自记录单元 20 的记录信号驱动的，该记录信号是根据待记录的信息产生的。从空间光调制器 5 输出的记录光束 S 经过第二分束器 6 和物镜 7 传播，从而被入射到全息记录介质 B 上。在再现时，由于空间光调制器 5 不被驱动，所以记录光束 S 不被发射到全息记录介质 B 上。在此实施例中，物镜 7 布置为使记录光束 S 基本上垂直地入射到全息记录介质 B 上（即具有 0 度的入射角）。

同时，从第一分束器 3 输出的参考光束 R 经过固定反射镜 8A、8B 被引向可动光学器件 9。可动光学器件 9 由可改变参考光束 R 的入射角和反射角的电流反射镜构成，并布置为将参考光束 R 导向全息记录介质 B。可动光学器件 9 的操作是根据来自控制器 40 的驱动信号来控制的。从可动光学器件 9 输出的参考光束 R 经过会聚透镜 10A、10B 传播，从而入射到全息记录介质 B 上。在记录时，参考光束 R 入射到全息记录介质 B 的记录层 92 上与参考光束 S 相交，而在再现时发射参考光束 R 而与已记录在记录层 92 中的全息图 H 干涉。在此实施例中，参考光束 R 相对于全息记录介质 B 的入射角根据可动光学器件 9 的操作而改变。

在再现时，光电检测器 11 接收从全息记录介质 B 经过物镜 7 和第二分束器 6 返回的光（反射光束），其中光电检测器 11 可以由 CCD 面传感器或 CMOS 面传感器构成。光电检测器 11 根据接收到的反射光束的强度

向再现单元 30 输出检测信号。再现单元 30 接收代表等于或大于预定水平的强度的检测信号以根据检测信号再现所记录的信息。

下面的段落包括了全息记录和再现装置 A 的操作。

当在全息记录介质 B 上记录全息图时，记录光束 S 和参考光束 R 入射到记录层 92 上，如图 2 所示在其上彼此相交，从而在记录层 92 中记录全息图 H。在此阶段，参考光束 R 的入射角通过可动光学器件 9 的操作而调整到不同的角度（预定角度），例如α、β、γ。结果，在全息图 H 中多重记录了对应于参考光束 R 的各个入射角α、β、γ的不同干涉条纹图样。为了增加这种多重记录的记录密度，优选地增加记录层 92 的厚度并以更细微的增量改变参考光束 R 的入射角。

记录时记录光束 S、参考光束 R 和全息图 H 的波数矢量可以用图 4 所示的波数矢量空间来处理。波数矢量空间由单位圆 K 表示，该单位圆 K 具有对应于记录时激光束波数（2π/λ，即波长λ除以 2π所得的值的倒数）的半径，其中记录光束 S 的波数矢量由 Ks 表示，并且参考光束 R 的波数矢量由分别对应于入射角α、β、γ的 Kr1、Kr2 和 Kr3 表示。全息图 H 的波数矢量定义为 Kh1、Kh2 和 Kh3，分别对应于参考光束 R 的入射角α、β和γ。在记录时，记录光束 S 与参考光束 R 的波长总是相等的，因此全息图 H 的波数矢量 Kh1、Kh2 和 Kh3 符合单位圆 K 的圆周。因此，在全息图 H 中确定地记录代表对应于波数矢量 Kh1、Kh2 和 Kh3 的所有干涉条纹图样的记录信息。

当从这样记录了全息图 H 的全息记录介质 B 再现所记录的信息时，可动光学器件 9 被激活以将参考光束 R 的入射角调整到如图 3 中所示记录时所用的角度α、β和γ，并且在接近每个角度α、β和γ的区域中，入射角是在预定角度范围θ内连续改变的。角度范围θ设定为足够窄于角度α、β和γ之间的间隔。基本上，当再现时激光束的波长与记录时的波长相等时，将再现时的参考光束入射角调整到相同的角度α、β和γ导致由全息图 H 与参考光束 R 之间的干涉而引起的反射光束 P 的发射。但是，在记录时与再现时之间，光源 1 发射的激光束强度可能被故意改变或可能根据操作条件而自发波动。激光束的强度波动导致波长的波动，从而阻碍了

反射光束 P 以足够强度发射。为了防止这种情况，尽管基本上将参考光束 R 的入射角调整到了记录时所用的角度α、β和γ，在再现时仍使其在预定角度θ范围内连续改变。

下面将根据图 5（a）－（b）所示的波数矢量空间解释这种布置的原因。参考例如全息图 H 的波数矢量 Kh2，当再现时的波长比记录时的波长更长时，产生如图 5（a）所示由虚线指示的代表波数矢量空间的单位圆 K'，其小于与记录时波长相对应的单位圆 K。但是，全息图 H 的波数矢量 Kh2 的大小和方向没有改变。在保持波数矢量 Kh2 位于单位圆 K'的圆周上并将波数矢量 Kh2 连接到参考光束 R 的波数矢量 Kr2'时，在与再现相对应的单位圆 K'上得到反射光束 P 的波数矢量 Kp'作为组合矢量。这里，再现时参考光束 R 的波数矢量 Kr2'的方向比记录时波数矢量 Kr2 的方向略有偏移，因此不能获得由波数矢量 Kp'代表的反射光束 P，除非使再现时的入射角比记录时的更大。尽管反射光束 P 在方向上比记录光束 S 略有偏移，但是偏移量在允许范围内。因此，反射光束 P 确实在光电检测器 11 处形成了图像，并因此由于其强度足够而可以被检测到。这里，由于反射光束 P 的波数矢量 Kp'在大小上与记录光束 S 的波数矢量 Ks 不同，所以不能获得与记录光束 S 严格相同的反射光束 P，但是对记录光束 P 的相位进行校正可以获得与记录光束 S 基本相同的反射光束 P。

前面所述在再现时的波长比记录时的波长更短时也适用，在此情况下产生如图 5（b）所示由虚线指示的代表波数矢量空间的单位圆 K''，其比与记录时波长对应的单位圆 K 更大。在保持波数矢量 Kh2 位于单位圆 K'' 的圆周上并将全息图 H 的波数矢量 Kh2 连接到参考光束 R 的波数矢量 Kr2''时，在与再现相对应的单位圆 K''上得到反射光束 P 的波数矢量 Kp' 作为组合矢量。这里，再现时参考光束 R 的波数矢量 Kr2''的方向比记录时波数矢量 Kr2 的方向略有偏移，因此不能获得由波数矢量 Kp''代表的反射光束 P，除非使再现时的入射角比记录时的更小。尽管这样的反射光束 P 也在方向上比记录光束 S 略有偏移，但是偏移量在允许范围内。因此，反射光束 P 被光电检测器 11 清晰地捕获，并因此由于其强度足够而可以被检测到。对于这样的反射光束 P，对其相位进行校正也可以获得与记录

光束 S 基本相同的反射光束 P。

在再现时，参考光束 R 的入射角在预定角度范围 θ 内根据上述原理连续改变，并且一旦得到合适的入射角，就由光电检测器 11 向再现单元 30 输出不低于预定水平的检测信号。之后再现单元 30 根据不低于预定水平的检测信号再现所记录的信息。因此，这样再现的所记录的信息导致与全息图 H 中所记录的完全相同的信息。应当注意，再现单元 30 可以设定为通过这样的方式接收以便根据最大水平的检测信号再现所记录的信息，所述方式是指在参考光束 R 的入射角在预定角度范围 θ 内连续变化时，对光电检测器 11 输出的所有检测信号进行缓冲。

因此，全息记录和再现装置 A 使再现时参考光束 R 的入射角在预定角度范围 θ 内改变，并使入射角比记录时的入射角（预定角度）α、β 和 γ 略微偏移，由此即使当再现时的波长与记录时的波长不同时，也产生具有足够强度的反射光束并确定地检测到反射光束 P，从而再现全息图 H 中记录的信息。

应当理解，本发明不限于前述实施例。

前述实施例使用了反射式全息记录介质 B，因此全息记录介质 B 是由来自相同方向的记录光束 S 和参考光束 R 照射的。当使用不带反射层的透射式全息记录介质时，参考光束在记录时和再现时可以从相反方向发射。更具体地说，例如可以在全息记录介质的两侧设置诸如可动光学器件之类的光学系统，以便在记录时经由置于一侧的可动光学器件将参考光束发射到全息记录介质表面上，并在再现时经由置于另一侧的可动光学器件将参考光束以与记录时大体相同的入射角发射到全息记录介质的另一表面上。

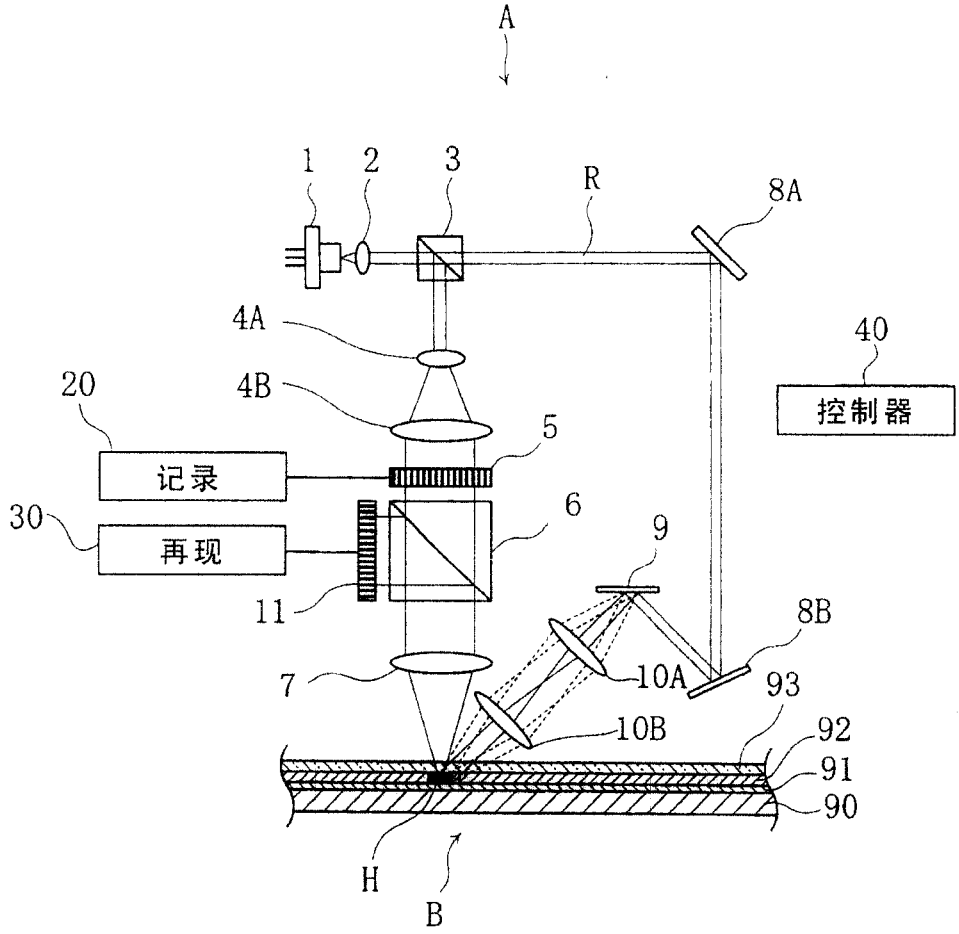


图1

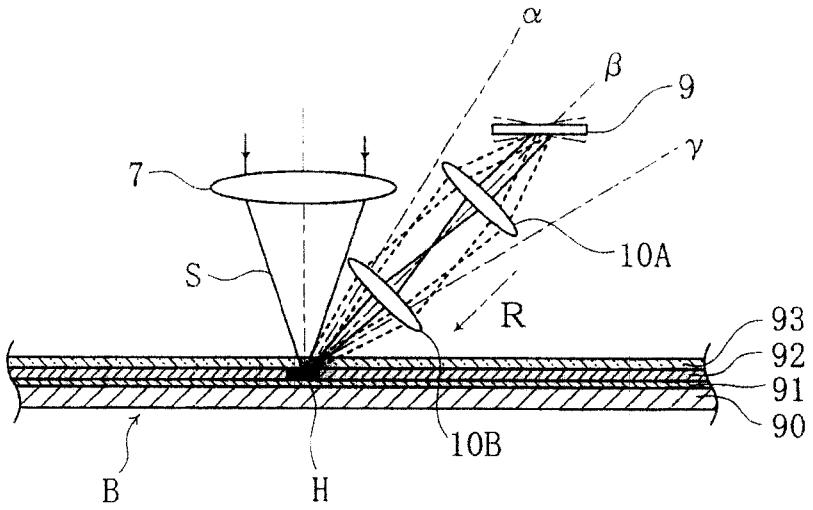


图2

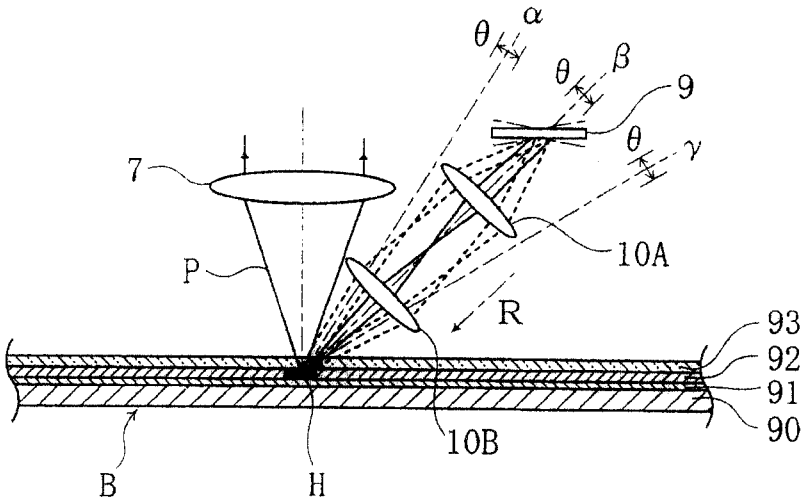


图3

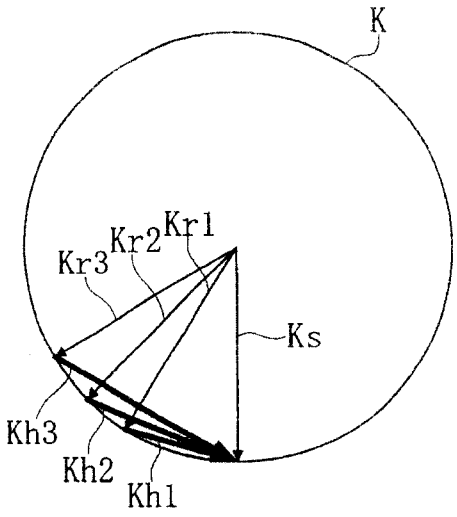

K
Kr3
Kr2
Kr1
Ks
Kh3
Kh2
Kh1

图4

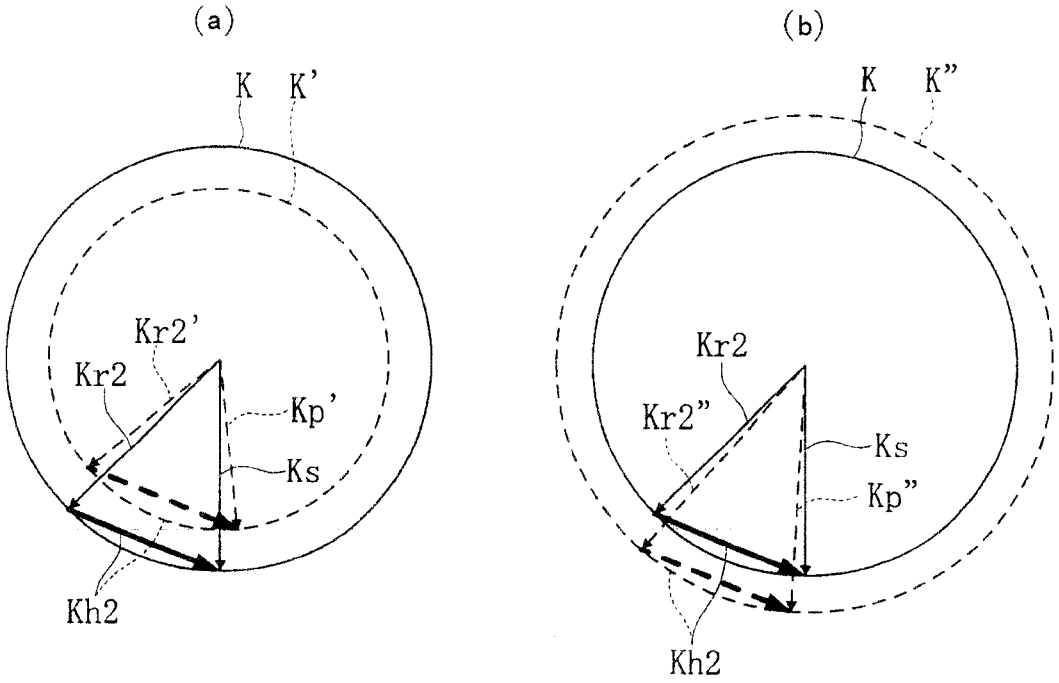

(a)
K
K'
Kr2'
Kr2
Kp'
Ks
Kh2
(b)
K
K"
Kr2
Kr2"
Ks
Kp"
Kh2

图5

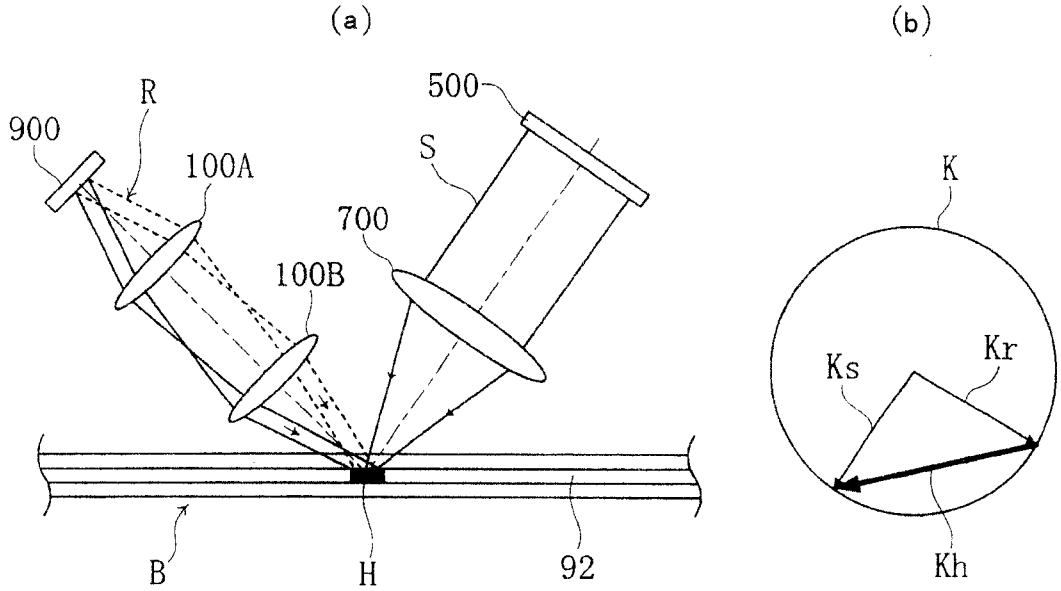

(a)
(b)
R
900
500
S
100A
700
100B
B
H
92
K
Ks
Kr
Kh

图6

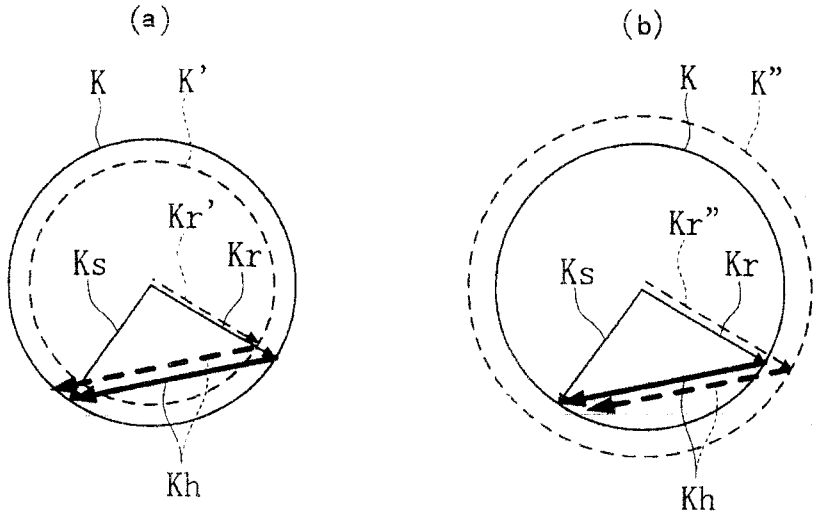

(a)
(b)
K
K'
Kr'
Ks
Kr
Kh
K
K"
Kr"
Ks
Kr
Kh

图7