



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104272385 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201380019029. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 06. 13

G11B 15/60 (2006. 01)

(30) 优先权数据

B65H 23/038 (2006. 01)

13/531, 875 2012. 06. 25 US

G01B 11/00 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 10. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/045629 2013. 06. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/004096 EN 2014. 01. 03

(71) 申请人 甲骨文国际公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 F·马纳德 S·D·威尔逊

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 袁玥

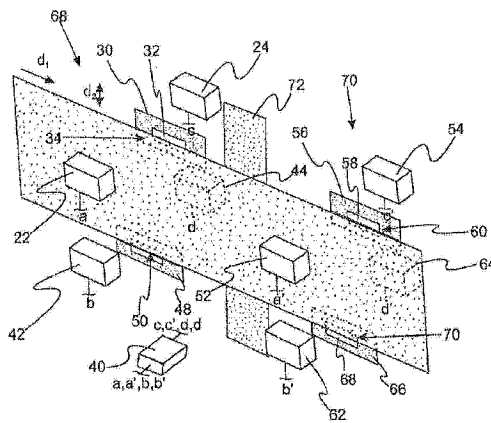
权利要求书3页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

横向带运动检测器

(57) 摘要

一种用于检测存储带的横向移动的带缘传感器系统包括第一光电发射器、布置成接收来自第一光电发射器的第一光信号的第一光电检测器，布置在第一光电发射器和第一光电检测器之间的第一孔径，和连接到第一光电发射器和第一光电检测器的反馈系统。第一孔径在第一带缘限定第一光电检测器接收第一光信号的第一区域，存储带阻挡一部分的第一光信号。反馈系统确定第一光电检测器的信号幅度，并调整第一光信号，使得第一光电检测器信号幅度在第一平均幅度范围内。还提供一种利用补偿光电断路器的带缘传感器系统。



1. 一种用于检测存储带驱动器中的存储带的横向移动的带缘传感器系统,所述存储带具有第一带缘、第二带缘、第一带侧和第二带侧,横向带运动是存储带在与读/写操作期间的存储带移动垂直的方向上的移动,所述系统包括:

发出第一光信号的第一光电发射器,第一光电发射器被调制,使得第一光信号也被调制;

第一光电检测器,所述第一光电检测器被布置成接收一部分的第一光信号,并提供与利用第一光电检测器接收的那部分第一光信号成比例的第一检测信号;

限定第一孔径的第一折流板,所述第一折流板布置在第一光电发射器和第一光电检测器之间,第一孔径限定检测横向带运动的第一带缘处的第一区域,第一带缘部分阻挡第一光信号,从而与第一孔径一起限定被第一光电检测器接收的那部分第一光信号,使得至少部分归因于横向带运动而发生被第一光电检测器接收的那部分第一光信号中的变化;和

连接到第一光电发射器和第一光电检测器的反馈系统,所述反馈系统提供第一光电发射器的调制和第一检测信号的低通滤波,以最小化噪声和信号漂移的干扰。

2. 按照权利要求 1 所述的带缘传感器系统,还包括:

发出第二光信号的第二光电发射器,所述第二光电发射器被调制,使得第二光信号也被调制;

第二光电检测器,所述第二光电检测器被布置成接收来自第二光电发射器的第二光信号的一部分,并提供与利用第二光电检测器接收的那部分第二光信号成比例的第二检测信号;和

限定第二孔径的第二折流板,所述第二折流板布置在第二光电发射器和第二光电检测器之间,第二孔径限定检测横向带运动的第二带缘处的第一区域,第二带缘部分阻挡第二光信号,从而与第二孔径一起限定被第二光电检测器接收的那部分第二光信号,使得至少部分归因于横向带运动而发生被第二光电检测器接收的那部分第二信号中的变化,反馈系统连接到第二光电发射器和第二光电检测器,所述反馈系统提供第二光电检测器的调制和第二检测信号的低通滤波,以最小化噪声和信号漂移的干扰。

3. 按照权利要求 2 所述的带缘传感器系统,还包括:

发出第三光信号的第三光电发射器,所述第三光电发射器被调制,使得第三光信号也被调制;

第三光电检测器,所述第三光电检测器被布置成接收来自第三光电发射器的第三光信号,并提供与利用第三光电检测器接收的那部分第三光信号成比例的第三检测信号;

限定第三孔径的第三折流板,所述第三折流板布置在第三光电发射器和第三光电检测器之间,第三孔径限定检测横向带运动的第一带缘处的第二区域,第一带缘部分阻挡第三光信号,从而与第三孔径一起限定被第三光电检测器接收的那部分第三光信号,使得至少部分归因于横向带运动而发生被第三光电检测器接收的那部分第三光信号中的变化,

发出第四光信号的第四光电发射器,所述第四光电发射器被调制,使得第一光信号也被调制;

第四光电检测器,所述第四光电检测器被布置成接收来自第四光电发射器的第四光信号的一部分,并提供与利用第四光电检测器接收的那部分第四光信号成比例的第四检测信号;和

限定第四孔径的第四折流板,所述第四折流板布置在第四光电发射器和第四光电检测器之间,第四孔径限定检测横向带运动的第二带缘处的第二区域,第二带缘部分阻挡第四光信号,从而与第四孔径一起限定被第四光电检测器接收的那部分第四光信号,使得至少部分归因于横向带运动而发生被第四光电检测器接收的那部分第四信号中的变化,反馈系统连接到第三光电发射器、第三光电检测器、第四光电发射器和第四光电检测器,所述反馈系统提供第三光电检测器和第四光电检测器的调制,及第三检测信号和第四检测信号的低通滤波,以最小化噪声和信号漂移的干扰。

4. 按照权利要求 3 所述的系统,其中利用分别用低通滤波器单独滤波的第一光电检测器、第二光电检测器、第三光电检测器和第四光电发射器的输出,同步整流第一光电发射器、第二光电发射器、第三光电发射器和第四光电发射器、

5. 按照权利要求 3 所述的系统,其中第一光信号、第二光信号、第三光信号和第四光信号都被单独调幅。

6. 按照权利要求 1 所述的系统,其中第一孔径大体为具有第一长度和宽度的矩形,第一长度大于第一宽度。

7. 按照权利要求 6 所述的系统,其中第一长度是基本上平行于存储带的运动方向布置的,使得横向带运动测量对带缘粗糙度基本上不敏感。

8. 按照权利要求 6 所述的系统,其中第一长度是基本上垂直于存储带的运动方向布置的。

9. 按照权利要求 1 所述的系统,其中反馈系统提供补偿第一光信号随时间的漂移的归一化定标。

10. 一种补偿存储带驱动器中的存储带的抖动移动的系统,所述存储带具有第一带缘、第二带缘、第一带侧和第二带侧,所述系统包括:

发出第一非准直光信号的第一光电发射器,第一光电发射器邻近第一带侧地布置在第一带缘;

邻近第二带侧地布置在第一带缘,以接收一部分的第一非准直光信号,并输出第一检测信号的第一光电检测器,第一非准直光信号在第一带缘部分被存储带阻挡;

发出第二非准直光信号的第二光电发射器,第二光电发射器邻近第二带侧地布置在第二带缘;和

邻近第一带侧地布置在第二带缘,以接收一部分的第二非准直光信号,并输出第二检测信号的第二光电检测器,第二非准直光信号在第一带缘被存储带部分阻挡;和

控制组件,所述控制组件结合第一检测信号和第二检测信号,使得利用在存储带两侧的第一光电发射器和第二光电发射器,和在存储带两侧的第一光电检测器和第二光电检测器的布置,在传递函数中,补偿存储带在垂直于带侧的方向的运动。

11. 按照权利要求 10 所述的系统,其中第一光电断路器包括第一光电发射器和第一光电检测器,第二光电断路器包括第二光电发射器和第二光电检测器。

12. 一种补偿存储带驱动器中的存储带的抖动移动的系统,所述存储带具有第一带缘、第二带缘、第一带侧和第二带侧,所述系统包括:

发出光信号的光电发射器,所述光信号的第一部分被引导向第一带缘;

使光信号成形的透镜;和

邻近第二带侧布置并且接收光信号的所述第一部分的第一光电检测器,所述光信号的第一部分在第一带缘被存储带部分阻挡。

13. 按照权利要求 12 所述的系统,还包括:

第一光学器件,所述第一光学器件将光信号的第一部分反射向第一带缘,并透射光信号的第二部分;

第二光学器件,所述第二光学器件将光信号的第三部分反射向第二带缘;和

邻近第二带侧布置并且接收光信号的第三部分的第二光电检测器,光信号的所述第二部分在第二带缘被存储带部分阻挡。

14. 按照权利要求 13 所述的系统,其中透镜将光信号成形成具有长轴和短轴的椭圆形图案。

15. 按照权利要求 14 所述的系统,其中长轴基本上垂直于第一带缘。

16. 按照权利要求 14 所述的系统,其中长轴基本上平行于第一带缘。

17. 按照权利要求 14 所述的系统,还包括第三光电检测器,其中第二光学器件将光信号的第四部分透射向第三光电检测器,第三光电检测器输出归一化信号。

18. 一种用于校准带缘传感器的系统,所述系统包括:

平面校准基板;

沿着线性方向移动平面校准基板的线性平移设备;

发出光信号的单色光源;

光电检测器;

附着在线性平移设备上的与平面校准基板一致地移动的可移动反射器;

固定反射器;和

分束器,分束器将光信号的第一部分引导向可移动反射器,将光信号的第二部分引导向固定反射器,固定反射器将光信号的第三部分引导回分束器,在分束器,光的第四部分被引导向光电检测器,可移动反射器将光信号的第五部分反射回分束器,在分束器,光信号的第六部分被透射到光电检测器,光信号的第四部分和光信号的第六部分相长和相消地结合,从而形成作为平面校准基板的位置的函数的干涉图,所述干涉图具有允许确定平面校准基板经过的距离的周期。

19. 按照权利要求 18 所述的系统,其中带缘传感器具有相关的传递函数,并且平面校准基板被布置在带缘传感器中的传递函数以一斜率基本上为线性的位置,经过的距离被用于计算传递函数的斜率。

20. 按照权利要求 18 所述的系统,其中线性平移设备是音圈。

## 横向带运动检测器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及检测光或磁存储带驱动器中的横向带移动的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在存储带驱动行业中,已利用透射光学传感器来测量在走带子系统上传送的带的边缘的动态行为。这种技术通常用于估计在走带子系统中任意位置处的带的横向运动(LTM)。不过,这种测量的精度和灵敏度受到几个限制严重影响。这些限制包括:不正确地记录为LTM的边缘轮廓的缺陷、归因于光学装置的灵敏度限制,以及机电和光学噪声和漂移污染。

[0003] 横向带运动(LTM)在带驱动器中是有问题的,尤其是随着道距在几代新的磁和光带驱动器中变得越来越小时是成问题的。磁和光读/写头必须被伺服,从而一般好于道距的1/10或1/20地跟随着道横向运动,以便维持数据完整性。随着道距变得越来越小,例如,在光带驱动器中道距为320nm,精确到几微米或几十微米的LTM测量结果不再足够。LTM的精确测量是能够帮助带通路工程师使LTM降至最小的有价值工具。在带驱动器产品中设置精确的带缘传感器可用于通过应用前馈伺服技术减小LTM。为了测量LTM,使用了诸如光子探针和光断路器之类的光学传感器,不过,所述光学传感器具有其精度和分辨率局限于与更新、更细的道距所需要的10~20nm相比不可接受水平的特性。光带边缘感测的一个重要参数是样本长度——在任意时刻“观察”或积分的带缘的长度。为了在没有由带缘粗糙度引起的失真的情况下测量LTM,应测量更长的一段带子。如果要测量当有LTM时的带缘粗糙度,应测量更短的一段带子。遗憾的是,光子探针和光学断路器改变带子的采样长度的能力也有限。

[0004] 因而,需要一种测量存储带驱动器中的横向带运动的改进方法。

### 发明内容

[0005] 通过在至少一个实施例中,提供一种用于检测存储带驱动器中的存储带的横向移动的带缘传感器系统,本发明解决现有技术的一个或多个问题。横向带运动是存储带在与读/写操作期间的存储带移动垂直的方向上的移动。带缘传感器系统包括发出第一光信号的第一光电发射器,和第一光电检测器,所述第一光电检测器被布置成接收一部分的第一光信号,并提供与利用第一光电检测器接收的那部分第一光信号成比例的第一检测信号。第一光电发射器被调制,使得第一光信号也被调制。布置在第一光电发射器和第一光电检测器之间的第一折流板限定第一孔径。第一孔径充当滤光器,并且限定检测横向带运动的第一带缘处的第一区域。第一带缘部分阻挡第一光信号,从而与第一孔径一起限定被第一光电检测器接收的那部分第一光信号,使得至少部分归因于横向带运动而发生被第一光电检测器接收的那部分第一信号中的变化。反馈系统连接到第一光电发射器和第一光电检测器,提供第一光电发射器的调制和第一检测信号的低通滤波,以最小化噪声和信号漂移的干扰。

[0006] 在另一个实施例中,提供一种补偿存储带驱动器中的存储带的抖动移动的系统。所述系统包括发出第一非准直光信号的第一光电发射器,和布置成接收一部分的第一非准直光信号的第一光电检测器。第一光电发射器邻近第一带侧地布置在第一带缘,而第一光电检测器邻近第二带侧地布置在第一带缘。第一光电发射器输出第一检测信号。第一非准直光信号在第一带缘被存储带部分阻挡。所述系统还包括发出第二非准直光信号的第二光电发射器,和布置成接收一部分的第二非准直光信号的第二光电检测器。第二光电发射器邻近第二带侧地布置在第二带缘,而第二光电检测器邻近第一带侧地布置在第二带缘。第二光电检测器发出第二检测信号。第二非准直光信号在第一带缘被存储带部分阻挡。所述系统还包括控制组件,控制组件结合第一检测信号和第二检测信号,使得归因于在存储带两侧的第一光电发射器和第二光电发射器和在存储带两侧的第一光电检测器和第二光电检测器的布置,在传递函数中补偿存储带在垂直于带侧的方向的运动。

[0007] 在另一个实施例中,提供一种补偿存储带驱动器中的存储带的抖动移动的系统。该系统包括发出光信号的光电发射器,使光信号成形的透镜,和邻近第二带侧布置的第一光电检测器。光信号的第一部分被引导向第一带缘。第一光电检测器是邻近第二带侧布置的,以接收所述第一部分的光信号。所述第一部分的光信号在第一带缘被存储带部分阻挡。

[0008] 在另一个实施例,提供一种校准带缘传感器的系统。所述系统包括平面校准基板,沿着线性方向移动平面校准基板的线性平移设备,发出光信号的单色光源,光电检测器,附着在线性平移设备上的与平面校准基板一致地移动的可移动反射器,固定反射器,和分束器。可移动反射器与平面校准基板一致地移动。分束器将第一部分的光信号引导向可移动反射器,并且将第二部分的光信号引导向固定反射器。固定反射器将第三部分的光信号引导回分束器,在分束器,第四部分的光被引导向光电检测器。可移动反射器将第五部分的光信号反射回分束器,在分束器,第六部分的光信号被透射到光电检测器。第四部分的光信号和第六部分的光信号相长和相消地结合,从而形成作为平面校准基板的位置的函数的干涉图。所述干涉图具有允许确定平面校准基板经过的距离的周期。

[0009] 应意识到,本发明的实施例及变形提供许多优点。带缘传感器系统提高检测灵敏度,降低噪声和漂移干扰。4组传感器的应用便于将关于存储带的横向运动的信息传送给带头的寻道伺服,所述寻道伺服可用于提供减少寻道错误的更有效的控制信号。

## 附图说明

[0010] 根据详细说明和附图,将更充分地理解本发明的示例性实施例,附图中:

[0011] 图 1A 是用于利用在 1 ~ 4 个位置的测量结果,检测存储带驱动器中的横向带移动的带缘传感器系统的透视图;

[0012] 图 1B 是用于利用在 1 ~ 4 个位置的测量结果,检测存储带驱动器中的横向带移动的带缘传感器系统的侧视图;

[0013] 图 2A 是在图 1 的带缘传感器系统中使用的折流板的示意图,孔径的长轴是平行于读 / 写操作期间的带运动方向布置的;

[0014] 图 2B 是在图 1 的系统中使用的折流板的示意图,孔径的长轴是垂直于读 / 写操作期间的带运动方向布置的;

[0015] 图 3 是用于减少图 1A 和 1B 的带缘传感器系统中的噪声的反馈系统的示意图;

- [0016] 图 4A 是补偿存储带中的抖动（即，Z 向运动）的用于检测存储带驱动器中的横向带移动的带缘传感器系统的透视图；
- [0017] 图 4B 是补偿存储带中的抖动（即，Z 向运动）的用于检测存储带驱动器中的横向带移动的带缘传感器系统的顶视图；
- [0018] 图 5 提供了说明带抖动对 LTM 测量的影响的曲线图；
- [0019] 图 6 提供了用于检测存储带驱动器中的横向带移动的系统的示意图，其中使用准直光源监视单一带缘以确定 LTM；
- [0020] 图 7A 是图 6 的系统的改进设计的示意侧视图，其中利用透镜使入射在带缘上的光信号成形；
- [0021] 图 7B 是图 6 的系统的改进设计的示意顶视图，其中利用透镜使入射在带缘上的光信号成形；
- [0022] 图 8A 是入射在存储带边缘上的椭圆形照射图案的示意图，椭圆形照射图案的长轴平行于读 / 写操作期间的带移动方向；
- [0023] 图 8B 是入射在存储带边缘上的椭圆形照射图案的示意图，椭圆形照射图案的长轴垂直于读 / 写操作期间的带移动方向；
- [0024] 图 9A 是用于检测存储带驱动器中的横向带移动的系统的示意图，其中利用准直光源监视上下带缘以确定 LTM；
- [0025] 图 9B 是图 7A 的系统的改进设计，其中利用了对归一化有用的第三光电检测器；
- [0026] 图 10 是光电激光二极管和光电检测器的布置示意图，其中光电激光二极管提供归一化输出；
- [0027] 图 11A-C 提供利用图 10 的归一化输出的结构；
- [0028] 图 12 是用于校准带缘传感器系统的传递函数的线性区的校准系统的示意图；
- [0029] 图 13 是图解说明图 12 的校准系统的输出与带传递函数的线性区的重叠的曲线图。

### 具体实施方式

[0030] 下面详细说明构成发明人当前已知的实践本发明的最佳方式的目前优选的本发明的组成、实施例和方法。附图不一定是按比例绘制的。不过，应明白公开的实施例仅仅是本发明的举例说明，本发明可用各种替代形式实现。于是，这里公开的具体细节不应被理解成对本发明的限制，而应仅仅理解成本发明的任何方面的代表性基础，和 / 或用于教导本领域的技术人员不同地采用本发明的代表性基础。

[0031] 除了在例子中，或者在其它地方明确地说明，否则本说明书中指示材料或条件和 / 或效用的量的所有数值量都应被理解成用用语“约”修饰，以描述本发明的最宽广范围。

[0032] 还应理解本发明并不局限于下面说明的具体实施例和方法，因为具体组件和 / 或条件当然可变化。此外，这里使用的术语只是用于说明本发明的特定实施例，并不意图以任何方式限制本发明。

[0033] 另外必须指出的是，说明书和附加权利要求中使用的单数形式包含复数所指对象，除非上下文明确地另有说明。例如，对单数组件的引用意图包括多个组件。

[0034] 参考图 1，提供一种用于检测存储带驱动器中的存储带的横向带移动（LTM）的带

缘存储系统。系统 10 用于检测存储带 12 的这种横向移动。存储带 12 包括第一带缘 14, 第二带缘 16, 第一带侧 18 和第二带侧 20。工作中, 带 12 沿着方向  $d_1$  移动, 并沿着方向  $d_2$  发生横向带运动。通常, 横向带运动具有 0 ~ 约 10kHz 的频率。系统 10 包括发出光信号  $S_1$  的第一光电发射器 22, 布置成接收第一光信号  $S_1$  的一部分的第一光电检测器 24。第一光电发射器 22 被调制, 使得第一光信号也被调制。第一光电检测器 24 输出与利用第一光电检测器 24 接收的那部分第一光信号成比例的第一检测信号。在一种改进设计中, 第一光电发射器 22 是激光二极管和 / 或第一光电检测器 24 是光电二极管 (透射光耦合器件)。第一折流板 30 包括布置在第一光电发射器 22 和第一光电检测器 24 之间的第一孔径 32。第一孔径 32 在第一带缘 14 限定第一区域 34, 通过所述第一区域 34, 第一光电检测器 24 接收一部分的第一光信号  $S_1$ 。第一带缘 14 部分阻挡第一光信号 (即, 折流板 30 被置于第一光电检测器 24 和第一带缘 14 的光路之中), 从而与第一孔径 32 一起限定由第一光电检测器 24 接收的那部分第一光信号, 使得至少部分归因于横向带运动而发生利用第一光电检测器 24 接收的那部分第一光信号的变化。

[0035] 系统 10 还包括连接到第一光电发射器 22 和第一光电检测器 24 的反馈系统 40。带 12 的轮廓产生被拾取并被记录为带运动的信号。应意识到至少存在两种带运动。一种运动是其中带 12 沿着方向  $d_2$  上下移动的驻波运动。另一种运动是带 12 扭曲和弯曲的行波运动。如果只利用单一的光电发射器 / 光电检测器结构, 那么难以区分这两种运动。下面说明解决该问题的各种变形。

[0036] 在一种改进设计中, 反馈系统 40 连接到第一光电发射器 22 和第一光电检测器 24。反馈系统 40 还提供第一光电发射器 22 的调幅, 和第一检测信号的低通滤波, 以最小化噪声和信号漂移的干扰。在一种改进设计中, 反馈系统 40 接收第一检测信号, 并调整第一光信号, 使得第一检测信号的幅度在第一平均幅度范围内。反馈系统 40 还输出表示第一带缘相对于预定值的偏离的第一输出信号。下面更详细地说明反馈系统 40 的变形的细节。

[0037] 图 2A 和 2B 是不同的孔径取向的示意图。在本发明的各种变形中, 孔径 32 起滤光器作用。孔径 32 用两个空间维度  $-1_1$  和  $1_2$  表征。在图 2A 中,  $1_1$  大于  $1_2$ , 而  $1_1$  大体平行于带运动方向  $d_1$ 。这种结构在 LTM 测量期间, 某种程度上不受带缘破损和 / 或边缘粗糙度影响。在图 2B 中,  $1_2$  大于  $1_1$ , 而  $1_1$  大体平行于带运动方向  $d_1$ 。这种结构在 LTM 测量期间, 对带缘破损和 / 或边缘粗糙度敏感, 于是提供一种评估所述破损的技术。

[0038] 在本实施例的变形中, 系统 10 还包括第二光电发射器 42, 第二光电检测器 44, 第二光电检测器 44 被布置成接收来自第二光电发射器 42 的一部分的第二光信号  $S_2$ 。在一种改进设计中, 第二光电发射器 42 是激光二极管和 / 或第二光电检测器 44 是光电二极管。第二光电发射器 42 被调制, 使得第二光信号也被调制。第二光电检测器 44 输出与利用第一光电检测器 44 接收的那部分第一光信号成比例的第二检测信号。第二折流板 46 包括第二孔径 48, 并被布置在第二光电发射器 42 和第二光电检测器 44 之间。第二孔径 48 在第二带缘 16 限定第二区域 50, 通过所述第二区域 50, 第二光电检测器 44 接收第二光信号, 而存储带 12 阻挡一部分的第二光信号。在这种变形中, 上下运动被协调, 从而提供关于带 12 的运动 (例如, 可能变化的带缘破损或带宽度) 变化的更好信息。在一种改进设计中, 反馈系统 40 连接到第二光电发射器 42 和第二光电检测器 44。反馈系统 40 还提供第一光电发射器 42 的调幅, 和第二检测信号的低通滤波, 以最小化噪声和信号漂移的干扰。反馈系统 40 接



收第二检测信号幅度,并调整第二光信号,使得第二检测信号幅度在第二平均幅度范围内。反馈系统 40 还输出代表第二带缘相对于预定值的偏离的第二输出信号。

[0039] 在本实施例的另一个变形中,系统 10 还包括另外两对如上所述的光电发射器/二极管。具体地,系统 10 还包括第三光电发射器 52,和第三光电检测器 54,第三光电检测器 54 被布置成接收来自第三光电发射器 52 的第三光信号。在一种改进设计中,第三光电发射器 52 是激光二极管,第三光电检测器 54 是光电二极管。第三光电发射器 52 被调制,使得第三光信号也被调制。第三光电检测器 54 输出与利用第三光电检测器 54 接收的那部分第三光信号成比例的第三检测信号。第三折流板 56 包括第三孔径 58,并被布置在第三光电发射器 52 和第三光电检测器 54 之间。第三孔径 58 在第一带缘 14 限定第三区域 60,通过所述第三区域 60,第三光电检测器 54 接收第三光信号,而存储带 12 阻挡一部分的第三光信号。在这种变形中,系统 10 还包括第四光电发射器 62,和布置成接收来自第四光电发射器 62 的第四光信号的第四光电检测器 64。第四光电发射器 62 被调制,使得第四光信号也被调制。第四光电检测器 64 输出与利用第四光电检测器 64 接收的那部分第四光信号成比例的第四检测信号。在一种改进设计中,第一光电发射器 62 是激光二极管和/或第一光电检测器 64 是光电二极管。第四折流板 66 包括第四孔径 68,并被布置在第四光电发射器 62 和第四光电检测器 64 之间。第四孔径 68 在第二带缘 16 限定第四区域 70,通过所述第四区域 70,第四光电检测器 64 接收第四光信号,而存储带 12 阻挡一部分的第四光信号。在一种改进设计中,在各对光电检测器之间放置稳定器 72,以稳定带 12 的移动。在这种改进设计中,带头被置于稳定器 72 的对侧。第三光电发射器 52 和第三光电检测器 54 也如上所述连接到反馈系统 40。

[0040] 在一种改进设计中,反馈系统 40 连接到第三光电发射器 52 和第三光电检测器 54。反馈系统 40 还提供第三光电发射器 52 的调幅,和第三检测信号的低通滤波,以最小化噪声和信号漂移的干扰。在另一种改进设计中,反馈系统 40 接收第三检测信号,并调整第三光信号,使得第三检测信号的幅度在第三平均幅度范围内。反馈系统 40 还输出代表第一带缘相对于预定值的偏离的第三输出信号。类似地,第四光电发射器 62 和第四光电检测器 64 也如上所述连接到反馈系统 40,而反馈系统 40 还提供第四光电发射器 62 的调幅,和第四检测信号的低通滤波,以最小化噪声和信号漂移的干扰。在另一种改进设计中,反馈系统 40 接收第四检测信号幅度,并调整第四光信号,使得第四检测信号的幅度在第四平均幅度范围内。反馈系统 40 还输出代表第二带缘相对于预定值的偏离的第四输出信号。

[0041] 如上所述,带运动可用驻波和行波运动表征。与一对或两对光电发射器/光电检测器相比,利用 4 对光电发射器/光电检测器提供这两种运动之间的更好的区分。例如,如果首先在光电检测器 24 和 44 观察到表示带移动的信号,随后在一定时间间隔之后,在光电检测器 54 和 64 观察到表示带移动的信号,那么可以断定带运动是行波运动。相反,连续信号指示在光电检测器 24、44、54 和 64 同时收到带运动。这些测量结果在一定程度上与带边缘破损无关。

[0042] 在这种变形中,包括相关孔径在内的 4 个光电检测器被置于带稳定器的两侧。在光电检测器对 24、44 位于相对于稳定器 72 的前向位置 68,光电检测器对 54、64 位于相对于稳定器 72 的后向位置 70 的情况下,4 个光电检测器的使用如下提高 LTM 测量的精度。利用以下等式,完成 LTM 的计算:

$$[0043] \quad A = LTM_a + N_a$$

$$[0044] \quad B = LTM_b + N_b$$

$$[0045] \quad C = LTM_c + N_c$$

$$[0046] \quad D = LTM_d + N_d$$

[0047] 其中 A、B、C、D 分别是来自光电检测器 24、44、54 和 64 的信号， $N_a$ 、 $N_b$ 、 $N_c$  和  $N_d$  是与各个检测器相关的非相干噪声； $LTM_a$ 、 $LTM_b$ 、 $LTM_c$  和  $LTM_d$  分别是利用光电检测器 24、44、54 和 64 检测的横向带运动； $LTM_f$  是在前向位置 68 的横向带运动； $LTM_b$  是在后向位置 70 的横向带运动。由于  $LTM_a = LTM_b = LTM_f$ ， $LTM_c = LTM_d = LTM_b$ ，从而  $A+B = 2LTM_f + N_a + N_b$  意味  $LTM_f = (A+B)/2 + (N_a + N_b)/2$ 。由于  $N_a$  和  $N_b$  是非相干噪声，从而  $(N_a + N_b)/2 < N_a$  或  $N_b$ ，并且  $C+D = 2LTM_b + N_c + N_d \geq LTM_b = (C+D)/2 + (N_c + N_d)/2$ 。由于  $N_c$  和  $N_d$  是非相干噪声，从而  $(N_c + N_d)/2 < N_c$  或  $N_d$ 。于是， $LTM_f$  和  $LTM_b$  是在位置 68 和 70 的更精确测量结果。此外，如果归因于走带系统或稳定器本身，在带子上存在瞬间倾斜，那么  $LTM_f(t) \neq LTM_b(t)$ ，于是  $Tilt = LTM_f(t) - LTM_b(t)$ 。

[0048] 参见图 1A、1B、2A 和 2B，提供孔径的各种取向。图 2A 提供其中使孔径 32 的长轴平行于带缘 14 地放置孔径 32 的改进设计。归因于在光路上的孔径的隐含边界（即，利用检测器检测的最大和最小光几何地集中在带缘附近的区域中），这种布置允许提高光电检测器 24 对边缘位移或运动的灵敏度。这种孔径的应用还具有抑制边缘切口或边缘破损的污染影响的优点。当在任何时刻，仔细地检查带缘的孔径视野时，显然尽管归因于越过带缘的发射光的变化，检测器精确地检测带子的瞬间驻波运动（实际的 LTM），不过带缘的波长小于孔径的长度的行波运动被平均，从而被光学过滤。这种现象非常理想，因为带缘形状轮廓（包括破损的边缘）是行波式的，在这种光学设置中被过滤和抑制。

[0049] 在本实施例的变形中，从光电发射器发出的光被调制。例如，通过激光二极管的施加电流导致利用光电检测器 24 检测的光强度的调制。采用带通滤波和其它信号处理。例如，在光调制二极管的载频（即，解调制检测器感测信号）下，过滤检测器的准直仪 / 发射器电流。通过减少外部光和电噪声引起的污染，检测器对调制二极管的灵敏度增大灵敏度。一般，所述载频（大于或等于约 100kHz）远远大于 LTM 的典型频率（0 ~ 10kHz）。这种原理可用在如图 2 中所示的 LTM 检测器设置中。利用前面说明的一对透射光学器件和孔径设置，和这里说明的激光的进一步调制和随后的解调记录的 LTM 的精度改善相当大。由于 LTM 相对于上面说明的光学运动检测器设置是固定的，因此在没有任何元件漂移或其它低频电机和环境干扰的情况下，测得的 LTM 的平均值必然保持恒定。

[0050] 参见图 3，提供在如上所述的横向带移动检测系统中使用的反馈系统的示意图。反馈系统利用调幅 (AM) 使 LTM 检测期间的噪声和漂移的影响降至最小。LTM 检测系统 80 包括光电发射器 82、光电检测器 84 和限定孔径 88 的折流板 86。如上所述配置光电发射器 82、光电检测器 84、折流板 86 和孔径 88。光电发射器 82 发出被传送给光电检测器 84 的调幅光信号  $S_3$ 。带子 12 的上缘部分阻挡光信号，而信号  $S'_3$  被光电检测器 84 接收。光电检测器 84 的输出由带通滤波器 90 滤波，带通滤波器 90 大致以频率  $f_c$  - 光信号被调幅的频率为中心。带通滤波器 90 的输出随后通过全波整流器 92，全波整流器 92 提供其中负值被变换成正值的 AC 信号。全波整流器 92 的输出被提供给低通滤波器 94 和 96。低通滤波器 94 和 96 的截止频率  $f_a$  都小于  $f_c$ 。低通滤波器 94 提供表示 LTM 的输出信号，而低通滤波器 96 的输出被提供给求和电路 98。在设定点，电压被提供给求和电路 98，并与低通滤波器 96 的

输出比较。确定设定点电压和来自低通滤波器 96 的信号之间的差,并提供给求和电路 104。变频器 106 向求和电路 104 提供 AC 信号。于是,求和电路 104 向方波发生器 108 输出 AC 信号,方波发生器 108 输出频率  $f_c$  的方波。方波被提供给积分器 110,从而输出频率  $f_c$  的三角波。方波发生器 108 输出的频率被设定成远远大于横向带运动特有的频率 ( $0 \sim 10\text{kHz}$ ) 的值 (大于或等于  $100\text{kHz}$ )。三角波通过带通滤波器 112,并被转换成用于驱动光电发射器 82 的符号波。本改进设计的反馈回路一般将 LTM 电压设定成对应于遮挡孔径 88 的面积大约一半的带子。这提供检测器的定标的归一化,和抑制由温度漂移及外部光和电噪声引起的测量变化。图 3 中呈现的自动增益控制 (AGC) 回路在二极管水平调整模拟光的幅度,以确保任何元件漂移和其它超低频率干扰的抑制。

[0051] 在另一个实施例中,提供一种使存储带驱动器中的带抖动的的影响降至最小的带缘传感器系统。图 4A 和 4B 是补偿存储带驱动器中的存储带的“抖动”移动的系统的示意图。抖动运动用沿着“z 轴”- 与带表面和带运动方向  $d_1$  垂直的方向的运动表征。现有的带缘感测方法或者不利用准直 (平行) 光,和 / 或具有失配的光辐射图案和检测器灵敏度图案。这导致传感器的传递函数随带抖动而变化,如图 5 中所示。在本实施例中,通过利用邻近地布置在带缘上方,但是其取向相反的两个光电断路器,补偿这种带抖动。

[0052] 仍然参见图 4A 和 4B,提供一种补偿存储带驱动器中的存储带的“抖动”移动的系统。存储带 12 包括第一带缘 14、第二带缘 16、第一带侧 18 和第二带侧 20。系统 120 包括发出第一非准直光信号  $S_5$  的第一光电发射器 122,和第一光电检测器 124。第一光电发射器 122 是邻近第一带侧 18 布置的,而第一光电检测器 124 是邻近第二带侧 20 布置的,并接收一部分的第一非准直光信号  $S_5$ 。第一非准直光信号  $S_5$  在第一带缘 14,部分被存储带 12 阻挡。系统 120 还包括发出第二非准直光信号  $S_6$  的第二光电发射器 128,和第二光电检测器 130。第二光电发射器 128 是邻近第二带侧 20 布置的,而第二光电检测器 130 是邻近第一带侧 18 布置的。第二光电检测器 130 接收一部分的第二非准直光信号  $S_6$ 。第二非准直光信号  $S_6$  在第一带缘 14 处部分被存储带阻挡。在存储带两侧的第一光电发射器 122 和第二光电发射器 128,和在存储带两侧的第一光电检测器 124 和第二光电检测器 130 的布置至少部分补偿存储带在垂直于第一带侧和第二带侧的方向 (即 Z 向) 的移动。来自第一光电检测器 124 和第二光电检测器 130 的信号由元件 126 电子地组合 (相加),使得作为结果的信号不具有 Z 向相关性。当带子的 Z 向位置变化时,一个光电断路器的传递函数的斜率的变化和第二光电断路器的传递函数的斜率的变化大小相同,但是符号相反,从而当它们的信号被相加时,这两个传感器的相反的斜率抵消。在一种改进设计中,第一光电发射器 122 和第一光电检测器 124 包含在光电断路器 132 中,而第二光电发射器 122 和第二光电检测器 130 包含在光电断路器 134 中。这种解决方案的有效性要求这两个光电断路器具有匹配的 Z 向相关性,要求它们被垂直对准,使得它们的传递函数对准,从而实现适当的抵消,要求当带子通过这两个传感器之间的距离 (约 3 或 4mm) 时,带子的 Z 向运动不显著变化。

[0053] 参见图 6、7A、7B、8A 和 8B,提供用于检测存储带驱动器中的存储带的横向带移动 (LTM) 的额外系统。本实施例提供利用来自激光器的准直 (平行) 光,对 Z 向相关性问题的其它解决方案。图 6 是检测存储带驱动器中的横向带移动的系统的示意图,其中监视单一带缘,以确定 LTM。系统 140 包括光电发射器 142,光电发射器 142 一般是发出光束 144 的激光二极管,光束 144 部分被带子 12 的第一带缘 14 阻挡,并被光电检测器 146 (例如, PIN 光

电二极管)接收。系统 140 还包括透镜 148,透镜 148 用于使光束 144 准直,从而形成准直光束 150。使准直光束 150 垂直地对准带子 12 的表面,从而落在位于带子的另一侧的光电检测器 146 上,使得产生和光电断路器的传递函数类似的传递函数。不过,在这种情况下,信号与带子的 Z 向位置无关。图 7A 和 7B 提供了图 6 的改进设计的示意图,其中利用透镜使入射在带缘上的光信号成形。图 7A 是侧视图,而图 7B 是顶视图。在这种改进设计中,利用柱面透镜 152 调整光信号在带缘 14 处在带子 12 上的光学足迹 154。柱面透镜 152 可被加入到光路中,以如上所述,在带子的平面,只沿一个方向缩小或放大照射图案。由于激光束在横向方向(LTM,或者上面的图中垂直)保持平行性,因此仍然使传感器的传递函数的 Z 向相关性降至最小。图 8A 和 8B 提供可获得的照射图案的说明。在图 8A 中,照射图案 154 是椭圆形,长轴平行于带缘。如上结合图 2A 所述,这种结构在 LTM 测量期间某种程度上不受带缘破损影响。在图 8B 中,照射图案也是椭圆形,不过长轴垂直于带缘。如上结合图 2B 所述,这种结构在 LTM 测量期间对带缘破损敏感,于是提供一种用于评估这种破损的技术。

[0054] 图 9A 提供了用于检测存储带驱动器中的横向带移动的系统的示意图,其中利用准直光源监视上下带缘以确定 LTM。系统 160 包括光电发射器 162,光电发射器 162 一般是激光二极管。光电发射器 162 发出光信号 164,光信号 164 由透镜 166 准直,透镜 166 用于准直光信号 164,以形成准直光信号 168。第一光学器件 170 将准直光信号 168 的第一部分 172 反射向光电检测器 174。带缘 14 阻挡第一部分 172 的一部分,从而允许 LTM 的评估。第一光学器件 170 还将第二部分 176 透射向第二光学器件 178。在一种改进设计中,第一光学器件 178 是分束器。第二光学器件 178 将准直光信号 168 的第三部分 180 反射向光电检测器 182。带缘 16 阻挡第三部分 180 的一部分,从而允许 LTM 的评估。在一种改进设计中,第二光学器件 178 是反射镜或分束器。这种变形允许与带子 12 的 Z 向位置无关的 LTM 的检测。图 9B 提供了图 9A 的系统的改进设计。在这种改进设计中,系统 160' 包括第二光学器件 178',第二光学器件 178' 将准直光信号 168 的第三部分 180 反射向光电检测器 182,并将第四部分 188 透射向光电检测器 190。来自光电检测器 190 的输出信号允许系统 160 的归一化,使得补偿光信号 168 的光强度的波动。本实施例的激光边缘传感器可被设计成具有很小的足迹,这有助于安装到实验室测试夹具或带驱动器产品中的带通路附近的紧凑空间中。

[0055] 参见图 10 和 11A-C,提供一种减少来源于光电二极管的信号中的噪声的变形。在 LTM 测量中,这种噪声转变为误差。为了在这种传感器中尽可能地减小噪声,通过使信号归一化,降低作为测量误差的贡献因素的激光束中的相对强度噪声。这可通过将指示边缘移动或 LTM 的信号除以表示激光束中的总功率的信号来实现。参见图 7,激光二极管器件 192、194 分别发出被光电检测器 PD1 和 PD2 接收的光信号。所述光信号部分被存储带 12 的上缘 14 和下缘 16 阻挡,如上所述。代表总光束功率的信号可来源于激光二极管器件的背面检测器 LDPD1 和 LDPD1。检测器 LDPD1 和 LDPD2 接收来源于激光二极管器件 192 的激光二极管 PD1,和来源于激光二极管器件 194 的激光二极管 PD2 的光的一部分。图 8A、8B 和 8C 提供利用 LDPD1 和 LDPD2 的输出的各种结构。参见图 11A,提供一种测量上缘信号和下缘信号的结构。在这种结构中,PD1 的输出和放大的输出 LDPD1 被提供给电压除法器 198。PD1 的放大是借助放大器 200 完成的。类似地,PD2 的输出和放大的输出 LDPD2 被提供给电压除法器 202。PD2 的放大是借助放大器 204 实现的。参见图 11B,提供一种直接测量 LTM 的结

构。在这种结构中,PD1 和 PD2 的输出被提供给电压加法器 204。电压加法器 204 的输出和放大的输出 LDPD1 被提供给电压除法器 206。LDPD1 的放大是借助放大器 208 实现的。参见图 11C,提供一种用于带宽的结构。在这种结构中,PD1 和 PD2 的输出被提供给差分放大器 210。差分放大器 210 的输出和放大的输出 LDPD1 被提供给电压除法器 212。LDPD1 的放大是借助放大器 214 实现的。在利用模拟电路或者在信号被数字化之后,利用数字信号处理器完成信号归一化的情况下,与图 11A-C 相关的方法允许在最终测量结果中,补偿激光功率变化。

[0056] 参考图 12,提供一种用于校准带缘传感器的系统。为了实现高水平的测量精度,带缘传感器需要精确校准。传感器的传递函数的最关键部分在其中点-线性测量区附近。与边缘传感器的输出信号同时精确地测量带运动的校准方法给出期望的信息:在测量区中的传递函数的斜率。校准系统 220 包括平面校准基板 222(例如,带材料的较小样本),和沿直线方向  $d_7$  移动平面校准基板的线性平移设备 224。一般,线性平移设备 224 是音圈电机,所述音圈电机由来自低频( $\approx 10\text{Hz}$ )振荡器 226 的正弦波信号驱动,以移动带材料的较小样本。光源 230 和光电检测器 232 是带缘传感器 228 的一部分。光源 230 发出被光电检测器 232 接收的光信号,一部分的光信号被平面基板 222 阻挡。平面校准基板 222 被布置在带缘传感器 228 中,使得线性平移设备 224 扫过传感器的传递函数的中心区。可移动反射器 234 附着到线性平移设备 224 上,与平面校准基板 222 一致地移动。系统 220 还包括发出单色光信号 238 的激光器 236。相叠分光器 240 将光信号的第一部分 242 反射向可移动反射器 234,并将光信号的第二部分 244 透射向固定反射器 246。固定反射器 246 将光信号的第三部分 248 引导回相叠分光器 240,在相叠分光器 240,光的第四部分 250 被引导回光电检测器 252。在一种改进设计中,可移动反射器 234 和固定反射器都是隅角立方反射器。可移动反射器 234 将光信号的第五部分 254 反射回相叠分光器 240,在相叠分光器 240,光信号的第六部分 256 被透射到光电检测器 252(例如,光电二极管)。光信号的第四部分 250 和光信号的第六部分 256 相长相消地结合,从而形成作为平面校准基板 222 的位置的函数的干涉仪信号(例如,干涉图)。所述干涉图具有使得可以确定平面校准基板经过的距离的周期。来自光电检测器 252 的最终干涉仪信号是其周期代表等于  $1/2$  激光波长( $\lambda/2$ )的线性平移设备 224 的运动的正弦波。对 650nm(红色)激光二极管来说,该周期代表 325nm。图 10 提供叠加在边缘传感器的传递函数的曲线图上的校准系统的输出的例子。通过计数与传递函数相交的循环的数目,根据点 P1 和 P2 之间的距离,估计线性区中的斜率。根据利用这种校准方法产生的信号,计算传递函数的斜率(伏特/纳米)。为了获得高的绝对精度,必须例如通过用光学干涉仪测量激光的波长,精确地知道激光的波长。

[0057] 尽管举例说明了本发明的实施例,不过,这些实施例并不意图说明本发明的所有可能的形式。相反,说明书中使用的用语是说明性的,而不是限制性的用语,可以作出各种变化,而不脱离本发明的精神和范围。

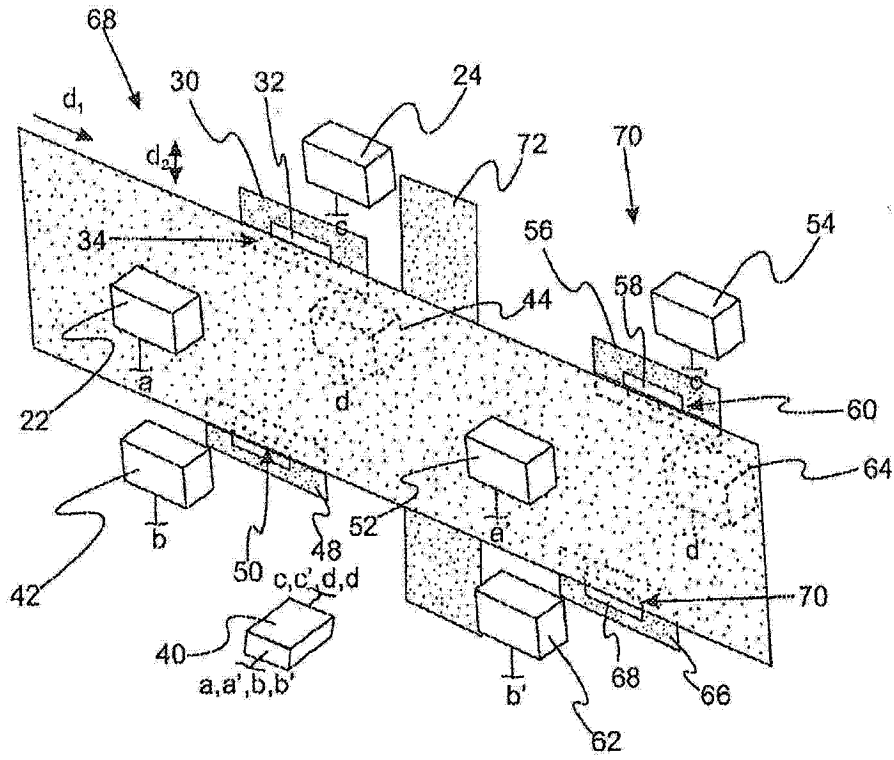


图 1A

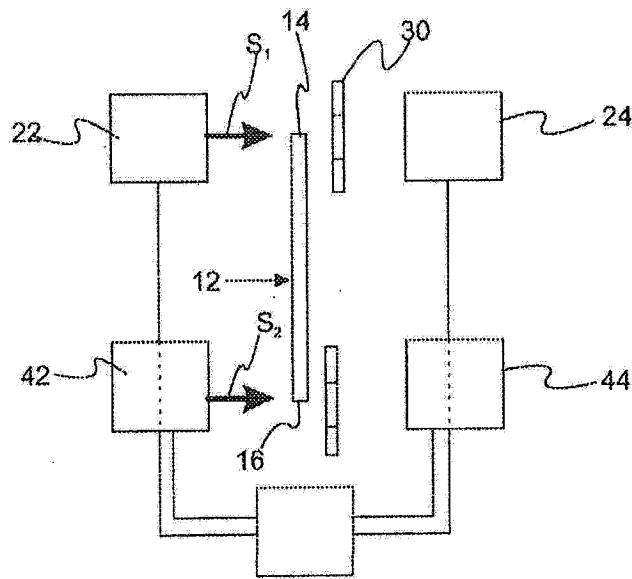


图 1B

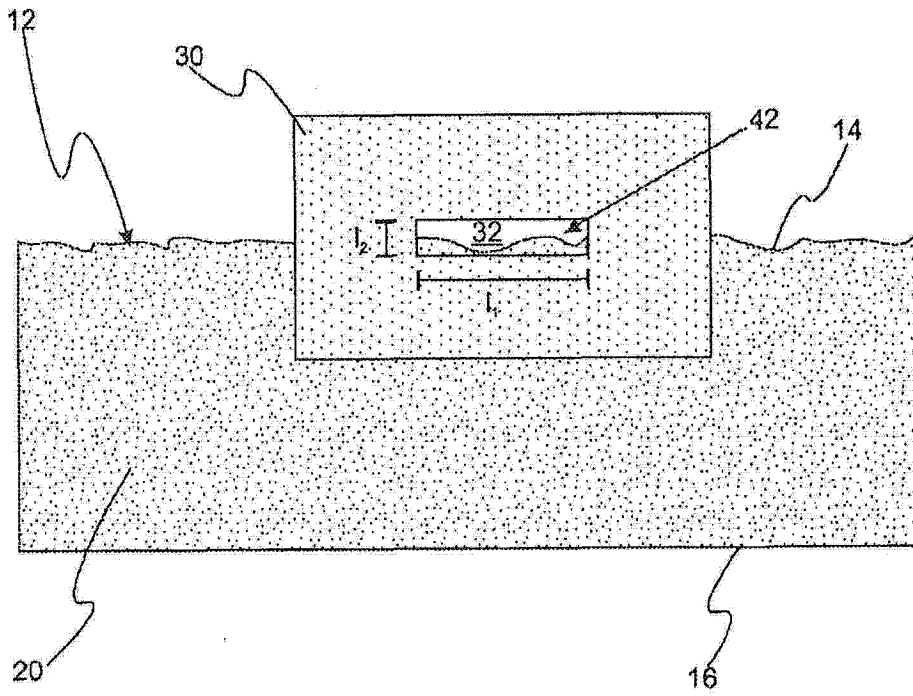


图 2A

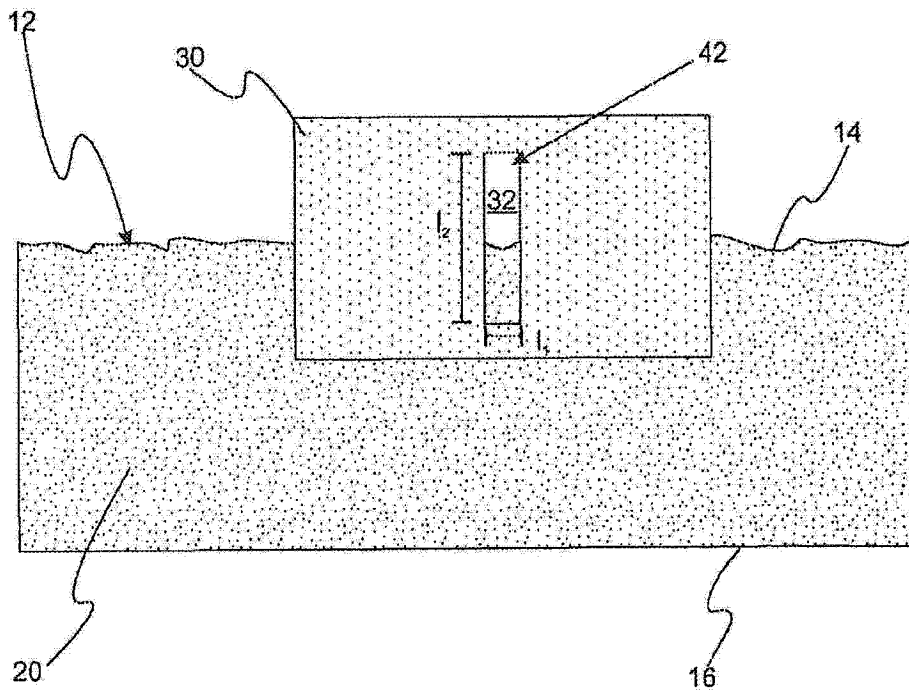


图 2B

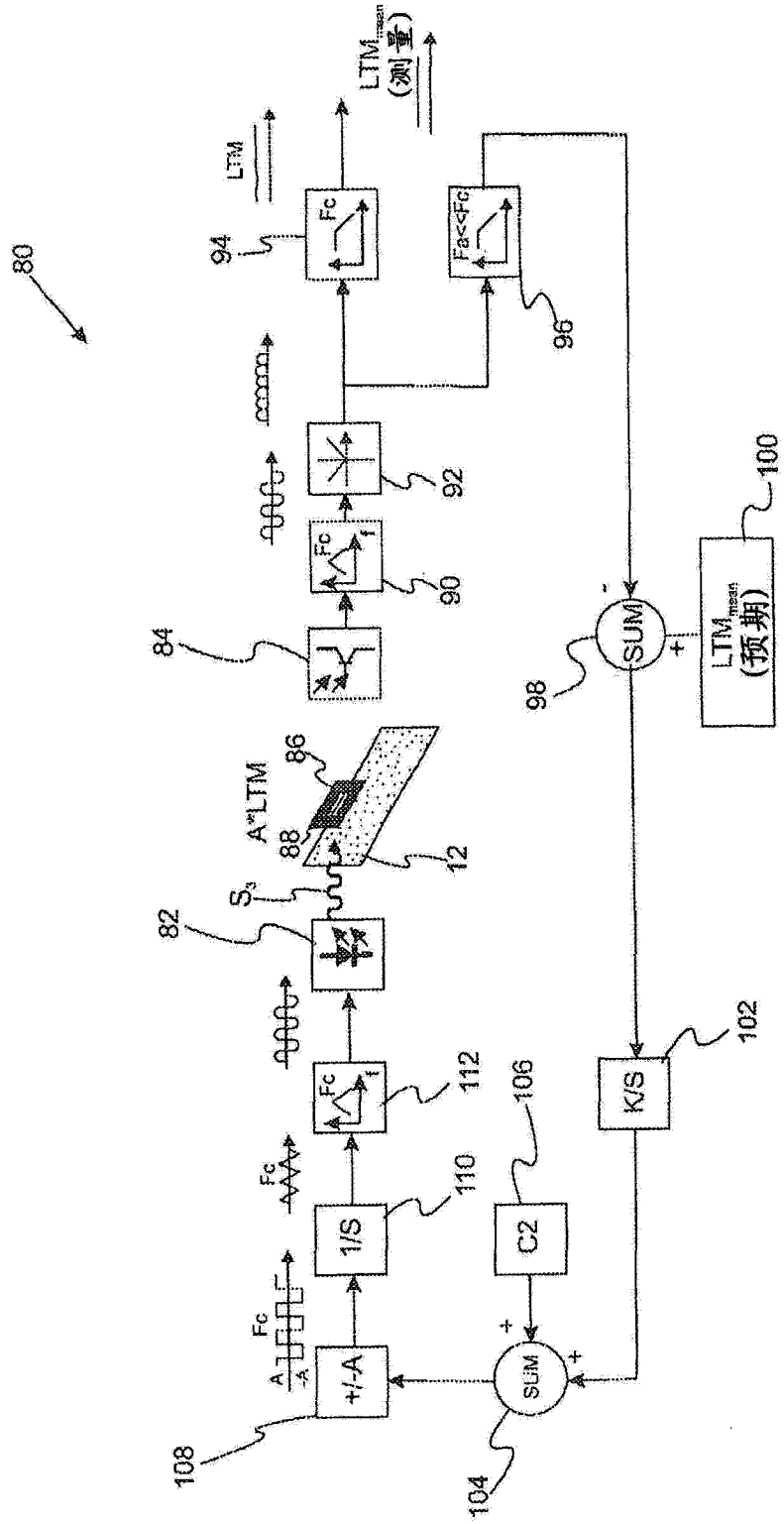


图 3



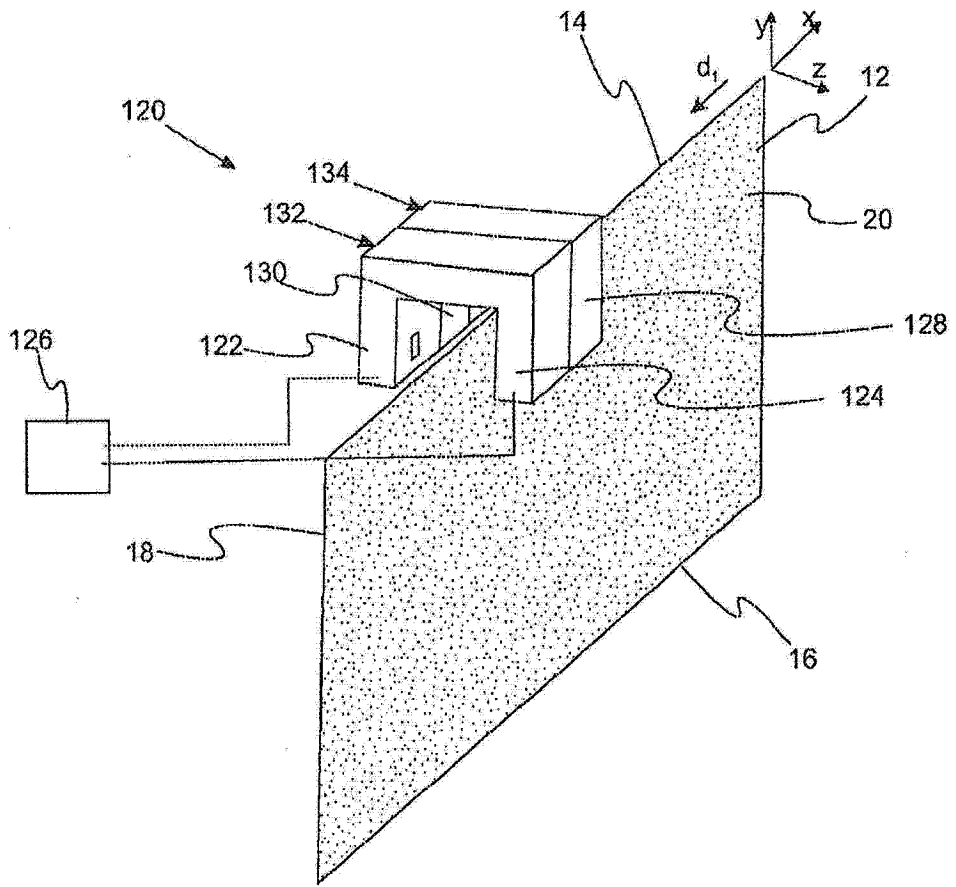


图 4A

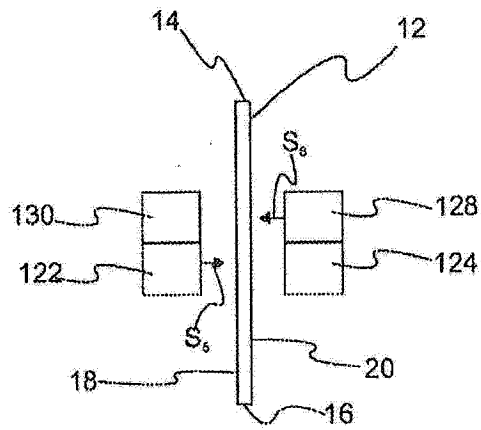


图 4B

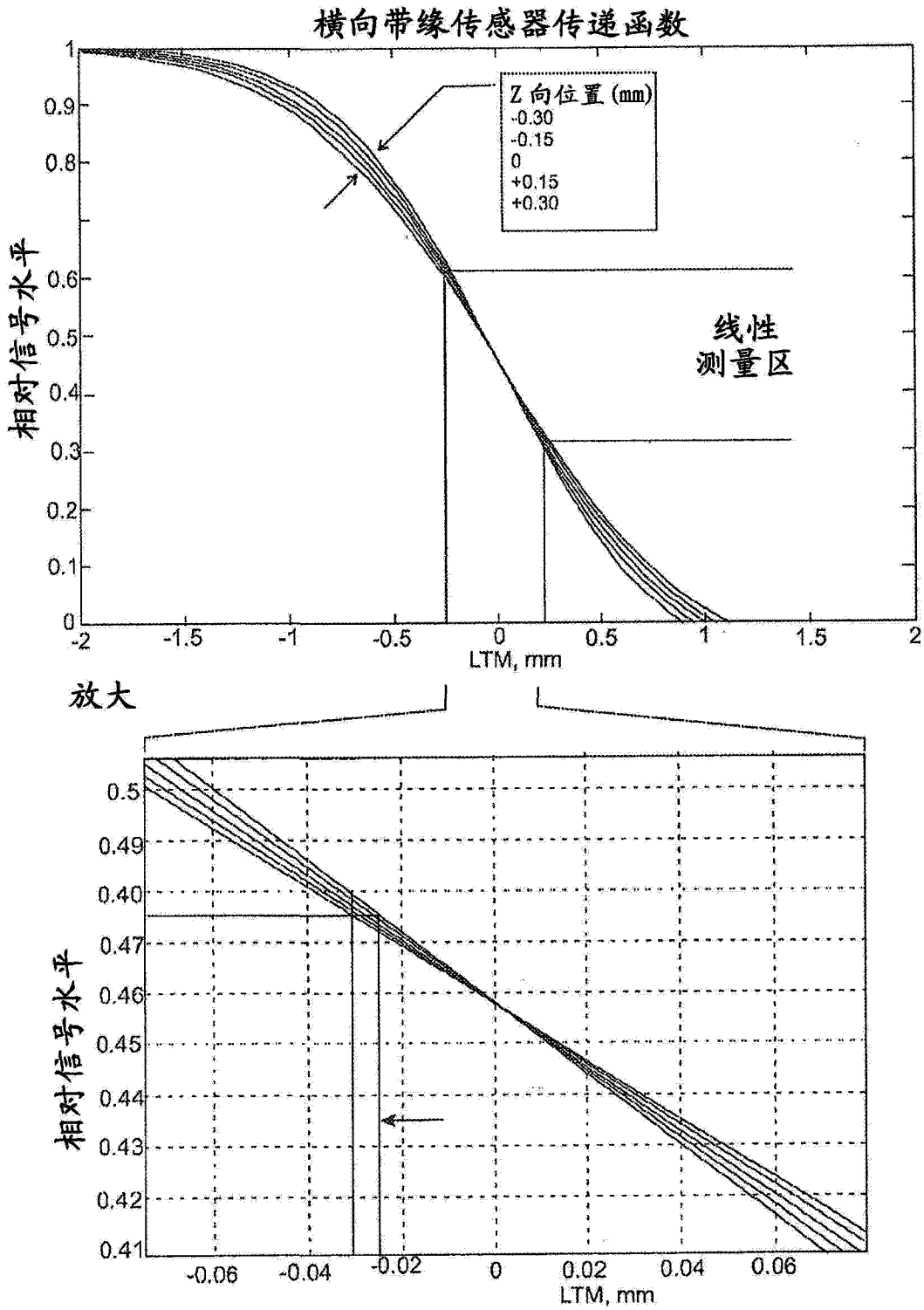


图 5

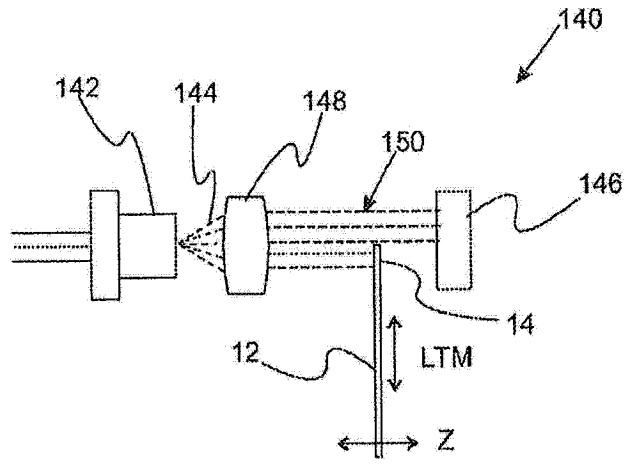


图 6

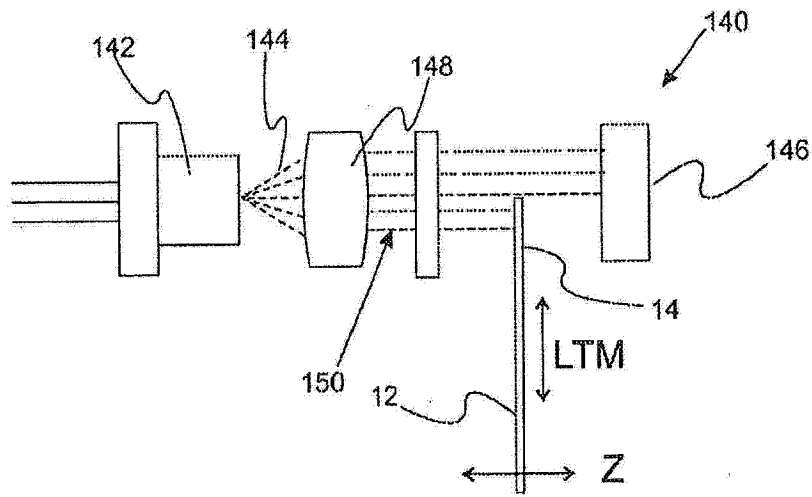


图 7A

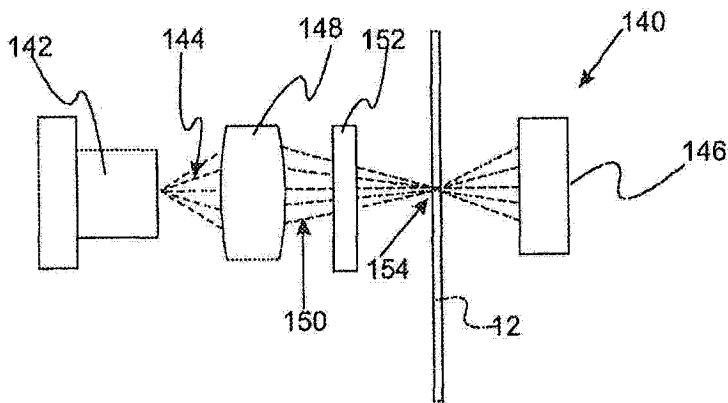


图 7B

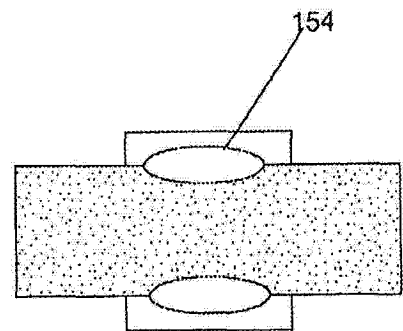


图 8A

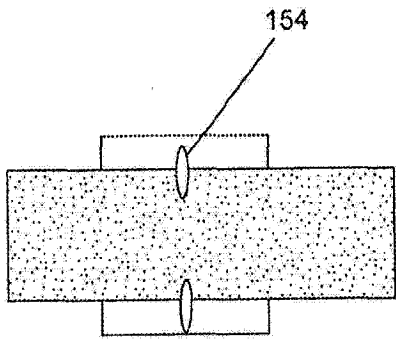


图 8B

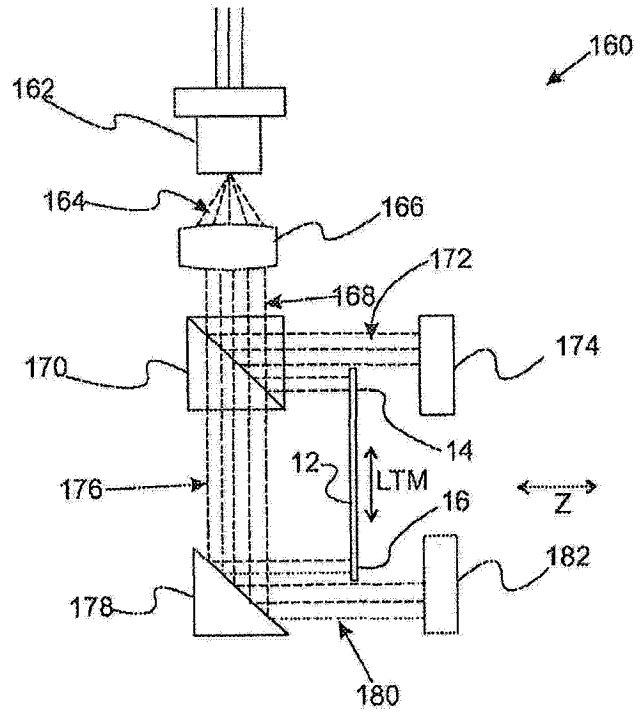


图 9A

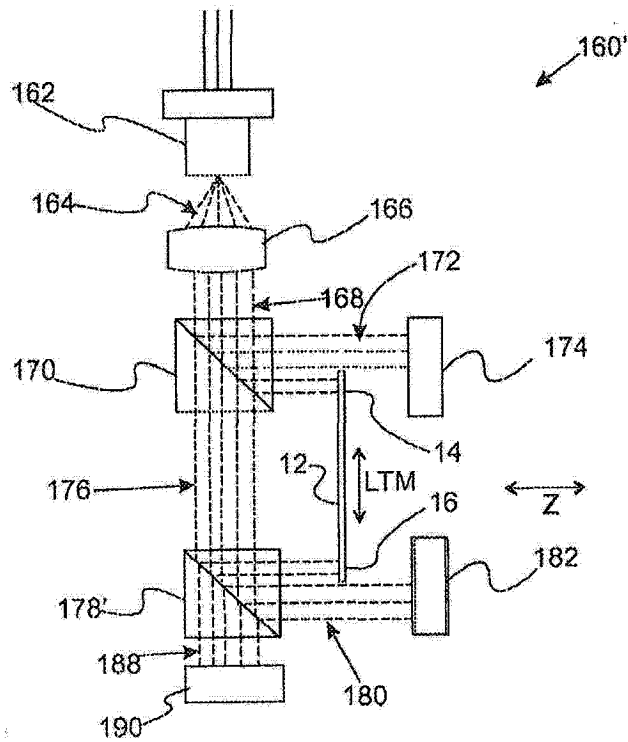


图 9B

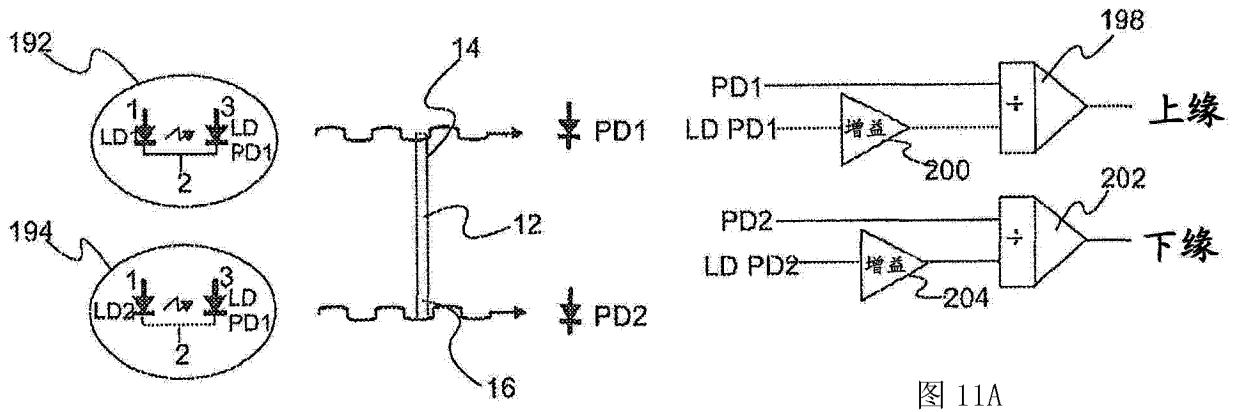


图 11A

图 10

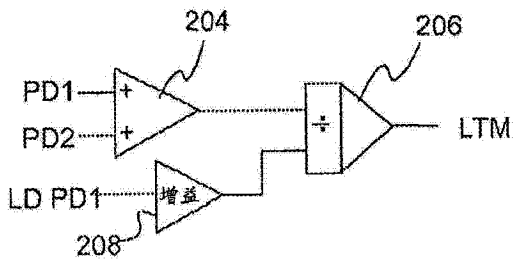


图 11B

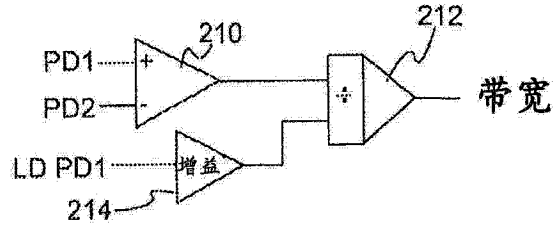


图 11C

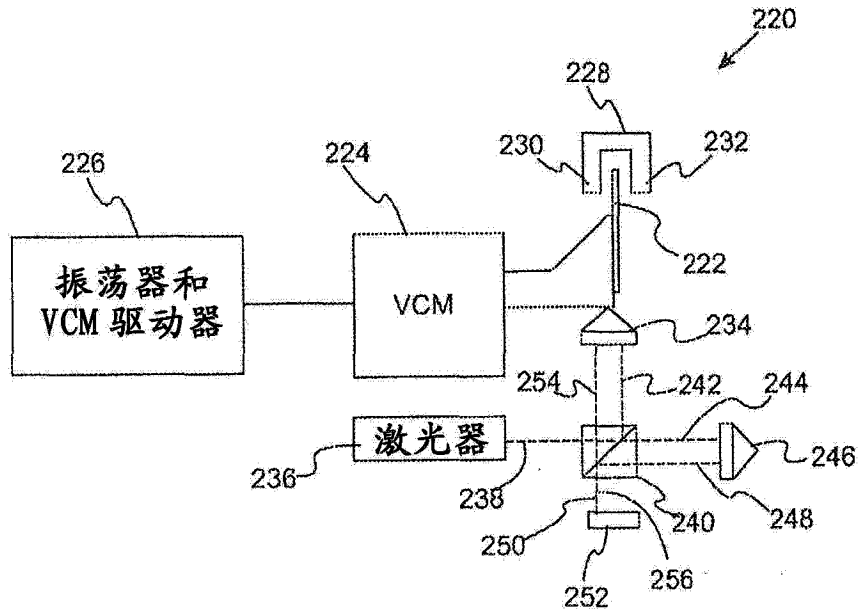


图 12

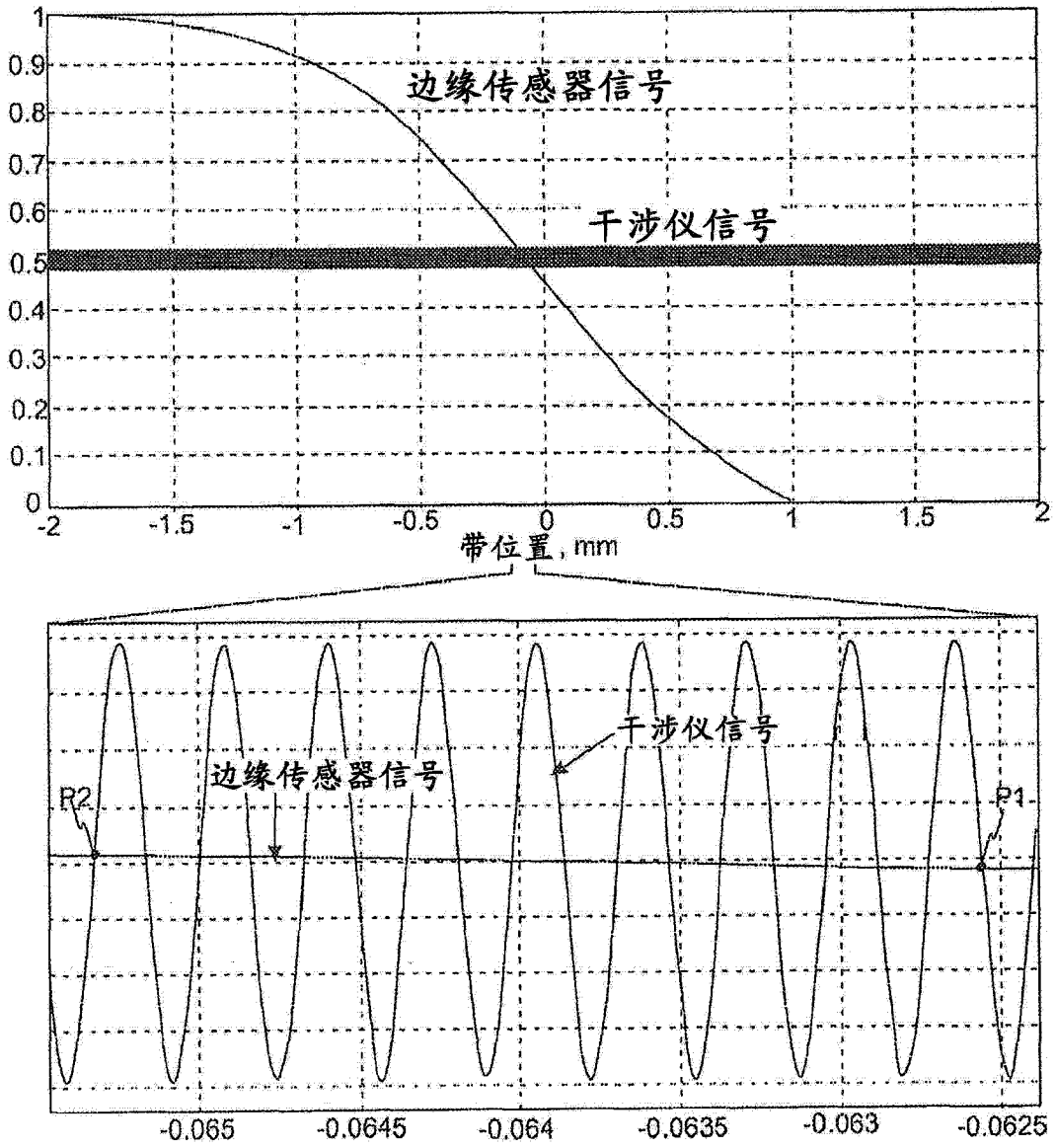


图 13