



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105814408 B

(45)授权公告日 2018.06.12

(21)申请号 201480065266.2

(22)申请日 2014.09.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105814408 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(30)优先权数据

13275238.7 2013.10.01 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/070617 2014.09.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/049174 EN 2015.04.09

(73)专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国英格兰

(72)发明人 西蒙·艾略特·麦克亚当

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事

务所(普通合伙) 11413

代理人 谢攀 刘继富

(51)Int.Cl.

G01D 5/347(2006.01)

G01D 5/36(2006.01)

G01D 5/38(2006.01)

(56)对比文件

US 4792679 A, 1988.12.20,

CN 1061090 A, 1992.05.13,

US 3586665 A, 1971.06.22,

EP 0350586 A2, 1990.01.17,

US 2003/0076507 A1, 2003.04.24,

CN 1896695 A, 2007.01.17,

CN 87106274 A, 1988.02.24,

审查员 尤茜

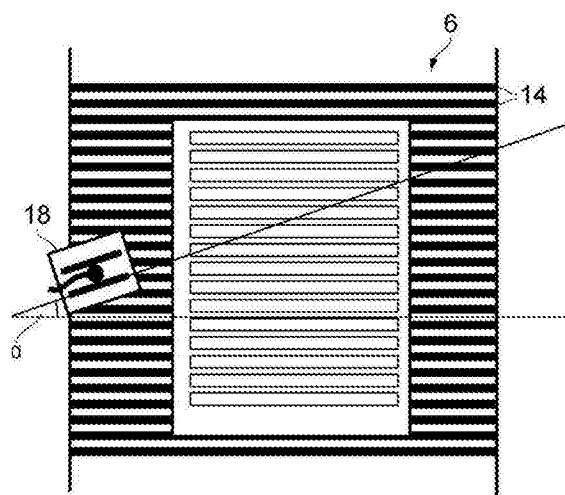
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

编码器设备和编码器读头

(57)摘要

本发明涉及编码器设备和编码器读头。该编码器设备包括：刻度尺，其包括界定至少一个刻度轨道的一系列特征；及用于读取刻度尺的特征的读头。读头包括用于照明刻度尺的至少一个光源及至少一个检测器。至少一个光源的配置使得在朝向刻度尺投射的光中存在一结构。读头被配置成使得该结构成角度，以使得其与刻度尺的特征基本上不对准，以便减少由读头输出的信号中的测量误差。



1. 一种编码器设备,包括:

刻度尺,其包括界定至少一个刻度轨道的一系列增量刻度特征或绝对刻度特征;以及用于读取所述刻度尺的增量刻度特征或绝对刻度特征的读头,所述读头包括用于照明所述刻度尺的至少一个光源及至少一个检测器,

其中,至少一个所述光源的配置使得在其表面或表面附近存在至少一个接合焊盘或电流散布器,该至少一个接合焊盘或电流散布器在朝向所述刻度尺投射的光中赋予一结构,且其中所述读头被配置成使得所述结构成角度,使得其与所述刻度尺的增量刻度特征或绝对刻度特征基本上不对准,以便减少由所述读头输出的信号中的测量误差。

2. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中朝向所述刻度尺投射的所述光中的所述结构的任何主要且细长组件与所述刻度尺的特征成角度。

3. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述光源的所述配置在至少一个方向上赋予所投射的所述光的所述结构中的周期性,且其中所述读头被配置成使得周期性方向成角度,以使得其与所述刻度尺的特征的所述周期性基本上不对准。

4. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述至少一个光源被配置成使得在所述编码器设备的测量维度上测得的、朝向所述刻度尺投射的光的强度分布具有不多于0.5的调制深度。

5. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述光中的所述结构包括特征阵列,且其中所述读头被配置成使得所述特征阵列相对于所述刻度尺的特征成角度。

6. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述至少一个光源包括发光二极管LED。

7. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述检测器包括光电检测器阵列。

8. 根据权利要求7所述的编码器设备,其中,所述光电检测器阵列包括在阵列中延伸的多个感测通道。

9. 根据权利要求8所述的编码器设备,其中,所述阵列的方向基本上平行于所述读头的读取方向。

10. 根据权利要求8或9所述的编码器设备,其中,所述读头被配置成使得在所述光从所述光源朝向所述刻度尺投射时所述光中的所述结构与所述多个感测通道成角度。

11. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述检测器包括光传感器阵列,该光传感器阵列包括两组或更多组经指叉光敏传感器,每一组光敏传感器检测干涉条纹的不同相位。

12. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述检测器包括光电检测器,且其中光与所述刻度尺和所述读头内的至少一个衍射光栅相互作用,以在所述光电检测器处产生随着所述刻度尺及读头的相对移动而改变的合成场。

13. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述读头包括衍射光栅,且其中来自至少一个所述光源的所述光首先与所述刻度尺相互作用以产生第一组衍射级,所述第一组衍射级随后与所述读头的衍射光栅相互作用以产生进一步的衍射级,所述进一步的衍射级随后进行组合以在所述检测器处产生随着所述刻度尺及读头的相对移动而改变的干涉条纹。

14. 一种编码器读头,其用于读取刻度尺以确定它们之间的相对位置,所述读头包括:

用于照明刻度尺的光源,其中所述光源的配置使得在其表面或表面附近存在至少一个接合焊盘或电流散布器,该至少一个接合焊盘或电流散布器为所述光源投射的光赋予一结

构;及

光电检测器阵列,其界定多个感测通道,该多个感测通道在基本上平行于所述读头的读取方向的阵列中延伸;

其中所述读头被配置成使得在所述光从所述光源朝向所述刻度尺投射时所述光中的所述结构与所述多个感测通道成角度。

编码器设备和编码器读头

技术领域

[0001] 本发明涉及测量编码器。可以理解的是,测量编码器通常包括包含特征的刻度尺及用于读取所述特征的读头以便能够确定所述读头及刻度尺的相对位置。所述刻度尺及读头可相对于彼此移动。

背景技术

[0002] 编码器是已知的,其中刻度尺包括一系列大体周期性特征,读头可对所述一系列大体周期性特征进行读取以确定及测量相对运动。存在各种类型的编码器,包含增量式编码器及绝对编码器。通常,增量式编码器包括含有被读头“读取”的一系列周期性标记的刻度尺。例如,它们可如下操作:通过刻度尺(且常常是读头内的一个或多个衍射光栅)与来自读头内的源的光相互作用,从而在检测器处产生随着刻度尺及读头的相对移动而改变的合成场(例如,经调制点或干涉条纹)。常常提供一个或多个参考标记(例如嵌入在所述一系列特征内或紧邻所述一系列特征),使得可相对于由参考标记界定的已知参考位置确定相对位置。在W02005/124282中描述了增量式编码器的实例。

[0003] 通常,绝对编码器如下操作:通过刻度尺界定可由读头读取的唯一图案(例如,代码)。在W02002/084223及W02010/049682中描述了绝对编码器的实例。与增量式编码器一样,绝对编码器可包括用于在读取刻度尺期间照明刻度尺的光源。

[0004] 我们的本发明人想要提供改进的编码器,且尤其是具有提高的准确度的编码器。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一方面,提供一种编码器设备,其包括:刻度尺,其包括界定刻度轨道的一系列特征;及用于读取所述刻度尺的特征的读头。所述读头包括用于照明所述刻度尺的至少一个光源及至少一个光电检测器,其特征至少在于至少一个光源的配置为其投射的光赋予一结构(例如图案)。且其中所述读头被配置成使得朝向刻度尺投射的所述结构成角度,使得其与所述刻度尺的特征基本上不对准,以便减少由所述读头输出的信号中的测量误差。

[0006] 因此,本发明已识别,通过将所述读头配置成使得朝向刻度尺投射的所述结构成角度,以使得其与所述刻度尺的特征基本上不对准(或如下文相对于感测通道的读头阵列更详细地解释),以便减少由所述读头输出的信号中的测量误差,可减少或甚至消除来自源的光中的不利结构的负面影响。

[0007] 可以理解的是,所述结构可在从至少一个光源所投射的光场内。例如,其可包括从至少一个光源所投射的光场内的光的强度中的变化。

[0008] 我们的发明人已发现,在使用向其投射的光赋予一结构的光源时,由读头输出的信号中可存在显著误差。然而,我们的发明人已发现,通过令朝向刻度尺投射的所述结构相对于刻度尺的特征成角度,以使得其与刻度尺的特征不对准(即,在角度上不对准),可减少这些误差。具体来说,我们的发明人已确定,此类结构可实际上将光源分裂为多个单独的点

源,其导致读头的检测器处的信号失真。通过转动所述结构以使得其与刻度尺的特征不对准,可减少此类失真。在增量式编码器的情况下,此可进而引致减少由编码器设备输出的信号中存在的循环误差。在增量式编码器的情况下,此可进而引致减少对刻度尺上的特征的误读取。在两种情况下,我们的发明减小了不正确位置确定的机率和/或程度。

[0009] 通过定位/定向至少一个光源而使得来自发射点的结构不对准(例如,使得所述光源成角度),可将所述结构配置成不对准。任选地,一个或多个光学组件可用于致使所述结构不对准。因此,在此情况下,在发射点处,可对准所述结构。

[0010] 所述结构可包括主要且细长组件。在此情况下,优选地,光中的结构的任何此类主要且细长组件与刻度尺的特征、尤其与刻度尺的特征的纵向范围成角度/不对准(例如,成至少5度,例如至少10度,任选地至少15度)。

[0011] 至少一个光源可在至少一个方向上赋予所投射的光的结构中的周期性。优选地,读头被配置成使得周期性方向成角度,以使得其与刻度尺的特征基本上不对准,具体来说,使其与刻度尺的特征的周期性方向成角度,且任选地使其与刻度尺的测量方向成角度。所述结构可以是使得存在一个以上周期性方向。在此情况下,可为优选的是,所有周期性方向成角度以与刻度尺的特征不对准。

[0012] 至少一个光源可被配置成使得在测量维度上测得的朝向刻度尺投射的光的强度分布具有不多于0.5(例如,不多于0.4,例如不多于0.35)的调制深度。

[0013] 光中的结构可包括特征阵列。读头可被配置成使得该特征阵列与刻度尺的特征成角度。可以理解的是,阵列可包括两个或更多个特征。任选地,所述特征是基本上细长的。任选地,所述特征是基本上平行的。可以理解的是,此类特征不需要一定是直的,例如,它们可包括弯曲和/或波状的细长、平行特征。

[0014] 所述至少一个光源可包括在其发射表面处或附近的向所投射的光赋予结构的至少一个特征。举例来说,所述至少一个特征可包括与至少一个光源成一体的一部分。例如,所述至少一个特征可包括至少一个电流散布器。任选地,此类特征可包括接合焊盘。所述至少一个光源可包括发光二极管(LED)。所述发光二极管(LED)可包括向所投射的光赋予结构的特征(例如,在LED的发射表面处或附近)。

[0015] 检测器可包括光电检测器阵列。此类光电检测器阵列可界定在阵列中延伸的多个感测通道。此阵列的方向可基本上平行于读头的读取方向而延伸。所述读头可被配置成使得从光源朝向刻度尺投射的光中的结构与所述多个感测通道成角度。

[0016] 读头可包括至少一个衍射光栅。任选地,所述读头可包括至少一个透镜。所述至少一个透镜可用于与从刻度尺朝向检测器行进的光相互作用。任选地,所述至少一个透镜可用于在检测器上形成刻度尺的图像。

[0017] 所述编码器设备可包括增量式编码器设备。在此情况下,刻度尺可包括一系列增量刻度标记,例如,一系列大体周期性特征。编码器设备(例如读头)可被配置成使得(在光中的)结构成角度,以使得其与刻度尺的一系列增量标记基本上不对准。

[0018] 所述刻度尺可为相位刻度尺或振幅刻度尺。即,刻度尺的特征可包括被配置成操纵离开刻度尺朝向读头的光的相位或振幅的特征。可以理解的是,通常,刻度尺的特征的周期小于500 μm (微米),任选地小于200 μm (微米),例如小于100 μm (微米),例如小于50 μm (微米)。可在刻度尺上或贴近刻度尺提供至少一个参考标记。所述参考标记可嵌入刻度尺的增

量刻度特征内。所述读头可包括用于检测至少一个参考标记的至少一个参考标记光电检测器。编码器设备(例如,读头)可被配置成使得(在光中的)结构成角度,以使得其与参考标记基本上不对准。

[0019] 任选地,编码器设备可包括绝对编码器设备。因此,刻度尺可包括用于界定一系列可唯一地识别的位置、优选为一系列连续的可唯一地识别的位置的特征。

[0020] 编码器设备可被配置为用以获得刻度尺的特征的快照表示(例如,图像)。

[0021] 可以理解的是,光源可包括一个或多个发光组件。发光组件与至少一个检测器之间的光学路径中(例如,读头内的光学路径的部分中)的任何光学组件的光学功率(以屈光度计, m^{-1})可在-100与100之间,例如在-50与50之间,例如在-10与10之间,尤其在-5与5之间。任选地,发光组件与至少一个检测器之间的光学路径中(例如,在读头内的光学路径的部分中)的任何光学组件的光学功率(以屈光度计, m^{-1})基本上为0。因此,任选地,在光源的发光组件与至少一个检测器之间的光学路径中(例如,在读头内的光学路径的部分中)不提供透镜。

[0022] 任选地,读头中的任何光学组件的光学功率(以屈光度计, m^{-1})在-100与100之间,例如在-50与50之间,例如在-10与10之间,尤其在-5与5之间,例如基本上为0。

[0023] 光源可包括发散光源(例如,可产生发散光束的发散光源)。任选地,光束的发散可在整个上文所提到的光学路径中保持基本上不变。

[0024] 来自至少一个光源的光可与刻度尺和读头内的至少一个衍射光栅相互作用以在检测器处产生随着刻度尺及读头的相对移动而改变的合成场。合成场中的此类改变可用于确定读头与刻度尺的相对位置。合成场可包括随着读头与刻度尺的相对移动而调制的光的至少一个区(例如,合成场可包括经调制点)。任选地,合成场包括干涉条纹。

[0025] 因此,所述读头可包括衍射光栅。编码器设备可被配置成使得来自至少一个光源的光首先与刻度尺相互作用以产生第一组衍射级,第一组衍射级随后又与读头中的衍射光栅相互作用以产生进一步的衍射级,进一步的衍射级随后进行组合以在检测器处产生随着刻度尺与读头的相对移动而改变的干涉条纹。

[0026] 可以理解的是,结构(在所投射的光中)可包括图案,例如可包括可识别的常规图案。

[0027] 至少一个光源可发射可见范围中的光。可以理解的是,合适的光源包含在电磁波谱的红外到紫外范围中的任何地方发射光的光源。任选地,所述光源发射红外范围中的光。

[0028] 根据本发明的第二方面,提供一种编码器读头,其用于读取刻度尺以确定它们之间的相对位置,所述读头包括:用于照明刻度尺的至少一个光源,其中光源的配置向其投射的光赋予一结构(例如,图案);及光电检测器阵列,其界定多个感测通道,该多个感测通道在基本上平行于读头的读取方向的阵列中延伸;其中所述读头被配置成使得从光源朝向刻度尺投射的光中的结构与所述多个感测通道成角度。

附图说明

[0029] 现将仅通过实例并且参考以下附图描述本发明的实施例,其中:

[0030] 图1是根据本发明的反射式编码器的示意等距图;

[0031] 图2是沿着刻度尺的长度观看的图1的编码器的示意性横截面图;

- [0032] 图3及图4是示意性地说明经由使用衍射光以便促进读头位置的增量读取而在增量光电检测器处产生合成场的示意性光线图；
- [0033] 图5示意性地说明不向其朝向刻度尺投射的光赋予结构的光源；
- [0034] 图5b及5c分别展示根据本发明的图1的编码器的光源的图形表示及图像；
- [0035] 图6示意性地说明给出较差质量干涉条纹的光源设置；
- [0036] 图7示意性地说明跨越增量光电检测器的理想条纹强度；
- [0037] 图8示意性地是说明例如通过例如图6中展示的设置而获得的具有较差谐波质量的干涉条纹的傅里叶变换的图表；
- [0038] 图9示意性地说明根据本发明的一个实施例的给出良好质量干涉条纹的光源设置；
- [0039] 图10是说明检测图1的编码器的参考位置的图表；
- [0040] 图11示意性地说明根据本发明的透射式编码器；
- [0041] 图12是沿着刻度尺的长度观看的图11的编码器的示意性横截面图；
- [0042] 图13示意性地说明根据本发明的单轨道增量式编码器；及
- [0043] 图14a和14b说明在编码器设备的测量维度中测得的使光源成角度对光源的强度分布的调制深度的影响。

具体实施方式

- [0044] 参考图1及图2,展示根据本发明的编码器设备2。该编码器设备包括读头4和刻度尺6。尽管未示出,但通常实际上读头4将被紧固到机器的一个部分且刻度尺6被紧固到该机器的另一部分,该两个部分可相对于彼此而移动。读头4用于测量自身与刻度尺6的相对位置,且因此可用于提供该机器的两个可移动部分的相对位置的测量。通常,读头4通过有线(如图所示)和/或无线通信通道与处理器(例如控制器8)进行通信。读头4可将来自其检测器(如下文中更详细地说明)的信号报告给控制器8,该控制器随后处理该信号以确定位置信息,和/或,读头4可自己处理来自其检测器的信号并将位置信息发送到控制器8。
- [0045] 刻度尺6包括用于界定增量轨道10和参考轨道12的多个刻度尺标记。
- [0046] 增量轨道10包括一系列周期性刻度标记14,其控制朝向读头发射的光以有效地形成衍射光栅。增量轨道10可以是通常被称为幅度刻度尺或相位刻度尺的轨道。可以理解的是,如果其为振幅刻度尺,那么该特征被配置成控制朝向读头的增量检测器发射的光的振幅(例如,通过选择性地吸收、散射和/或反射该光)。可以理解的是,如果其为相位刻度尺,那么该特征被配置成控制朝向读头的增量检测器发射的光的相位(例如,通过延迟该光的相位)。在本实施例中,增量轨道10是振幅刻度尺,但在任一情况下,如下文更详细解释,光与周期性刻度标记14相互作用以产生衍射级。
- [0047] 参考位置可用于使得读头4能够确切地确定其相对于刻度尺6的位置。因此,可从参考位置对增量位置进行计数。此外,此类参考位置可为也被称作“界限位置”的位置,原因在于它们可用于界定准许读头4在其之间行进的刻度尺6的边界或端部。
- [0048] 在此实施例中,参考轨道12通过包含至少一个特征16来界定参考位置,与参考轨道的其余部分相比,该特征16准许来自源18的相对更大量的光到达参考检测器24。因此,刻度尺6(且尤其是参考轨道12)包括标记,该标记沿着参考轨道12的长度延伸的呈光限流器

标记40的形式。这些光限流器标记40不需要一定完全阻止光到达参考检测器24。而是,例如,与参考标记特征16相比,它们可仅减少到达参考检测器24的光的量。

[0049] 在此实施例中,编码器设备是反射式编码器,原因在于其包括在刻度尺6的相同侧上的电磁辐射 (EMR) 源18 (例如红外光源18) 和至少一个检测器 (下文更详细地描述)。一般来说,来自光源18的红外线被配置成被刻度尺6反射回读头。如图所示,光源18是发散的且光源的照明覆盖面积落在增量轨道10及参考轨道12两者上。在所描述的实施例中,光源18发射红外范围中的EMR,然而,可以理解的是,不需要一定是这种情况,且可发射其它范围中的EMR,例如,在红外到紫外中的任何地方。可以理解的是,对光源18的合适的波长的选择可取决于许多因素,包含在EMR波长下工作的合适的光栅及检测器的可用性。如图所进一步示出的,读头4还包括衍射光栅20 (还通常被称为折射率光栅)、增量光电检测器22及参考光电检测器24。

[0050] 在所描述的实施例中,红外光源18是发光二极管 (LED)。

[0051] 如图所示,红外光源18在横向于读头的读取方向 (由箭头B说明) 的方向 (由箭头A说明) 上定位在增量光电检测器22与参考光电检测器24之间。此促进增量轨道10及参考轨道12两者的良好均匀照明。具体来说,在此实施例中,光源18基本上等距离地定位在增量光电检测器22与参考光电检测器24之间,且包含在由读头4的增量光电检测器22与参考光电检测器24的外部范围界定的区域25内 (通过虚线27示意性地说明)。此外,根据本发明,如所说明,光源18是成角度的,下文更详细地解释其原因。

[0052] 将在下文更详细地解释这些光学组件,但总之,来自光源18的红外光是从读头4朝向刻度尺6发射,其中光源18的覆盖面积的部分与参考轨道12相互作用且光源的覆盖面积的部分与增量轨道10相互作用。在当前描述的实施例中,通过参考轨道12中的特征16界定参考位置,与轨道的其余部分相比,该特征16将更多的来自光源18的光反射回参考光电检测器24。例如,这可通过由光限制性特征40比特征16本身吸收、发射和/或散射更多的红外光而实现。在任何情况下,在读头4沿着刻度尺6经过时,界定参考位置的刻度尺的标记的阴影/非成像表示 (在此情况下是光限制性特征40的阴影) 因而投射在参考检测器24上。在读头4越过参考位置时,特征16增加来自源18的到达参考光电检测器24的光的量。在图2所示的位置中,读头4与参考位置对准且因此示出该光被反射回参考光电检测器24。

[0053] 参考参考位置的检测,根据上文,在读头4越过参考位置时,特征16致使更多光被反射回参考光电检测器24。因此,读头4和/或控制器8可被配置成寻找在参考光电检测器24处所接收的光的强度中的变化 (在此情况下是增加)。如图所示,在所描述的实施例中,参考光电检测器24实际上是“分裂检测器”,其包括在测量方向上相对于彼此偏移的第一分离检测器通道28及第二分离检测器通道30。这两个分离检测通道中的每一个均测量落在其上的光的强度,并提供与测得的强度成比例的输出。

[0054] 在此实施例中,界定参考标记特征16的刻度标记 (即,光限流器标记40) 将刻度尺6的大部分长度的阴影投射到参考检测器24上。(换句话说,在刻度尺的大部分长度上,参考检测器24在光限流器标记40的阴影中)。然而,在读头4经过参考位置时,参考标记特征16将来自源18的光反射回参考检测器24的第一检测器通道28和第二检测器通道30。第一检测器通道28和第二检测器通道30的输出因此在读头4经过参考位置时达到峰值,其如图10中的图表的顶部所示。

[0055] 因为第一检测通道28及第二检测通道30在测量方向上偏移,所以由检测通道中的一者报告的强度中的峰值落在另一者后面。在此实施例中,特征16和第一检测器通道28及第二检测器通道30被配置成使得可通过确定第一检测器通道28及第二检测器通道30的输出差信号38(例如,经由差分放大器获得)何时在上阈值水平41与下阈值水平43之间交叉,从而确定参考位置。如所说明,由两个阈值水平41、43界定的此“区域”含有分别来自第一检测通道28及第二检测通道30的两个信号在其处交叉的点(在通过线34所示的点处),且因此还含有差信号38与零值交叉的点(例如,在点36处)。因此,参考位置实际上被确定为两个阈值水平41、43之间的参考“区域”39。当差信号在此区域39内时,通过读头4将由脉冲45示意性地图示的参考脉冲输出到控制器/处理器装置8。参考脉冲的宽度不大于可从增量正交信号确定的利萨如(Lissajous)的一个利萨如循环。在US7624513及US7289042中描述关于通过获得两个检测通道的输出之间的差而检测参考位置的更多细节。

[0056] 相对于增量轨道10,来自源18的光落在周期性刻度标记14上,其界定衍射图案。光因此衍射为多个级,其随后落到读头4中的衍射光栅20上。在本实施例中,衍射光栅20是相位光栅。光随后被衍射光栅20进一步衍射为多个级,其随后在增量光电检测器22处干涉以形成合成场,在此情况下是干涉条纹。

[0057] 参考图3及图4更详细地解释干涉条纹的产生。可以理解的是,图3是在编码器设备中遇到的实际光学情形的非常简化的图解说明。具体来说,该情形是针对来自源的仅一条光线而展示,而实际上增量轨道10的区域是被该源照明。因此,事实上图3中展示的光学情形沿着刻度尺的长度上方(即,在被该源照明的区域上方)重复多次,因此在检测器处产生长干扰图案,其在图4中示意性地说明。而且,出于说明性目的,仅展示 ± 1 级(例如,可以理解的是,该光将衍射为多个级,例如 ± 3 级、 ± 5 级等衍射级)。该光被刻度尺6的增量轨道10中的一系列周期性特征14衍射,且衍射级朝向衍射光栅20传播,其中光在形成合成场26(在此情况下是干涉条纹,但可是,例如,增量检测器22处的经调制点)之前再次衍射。如图4中所展示,通过重组来自衍射光栅20及刻度尺6的光的衍射级而产生合成场26。

[0058] 为简单说明起见,图3及中4中的光线图展示为透射式光线图(即,光展示为透射穿过刻度尺及衍射光栅中的每一者),而事实上这些光线图中的至少一者可为反射式。例如,在图1及图2的实施例中,光线将从刻度尺6反射。

[0059] 增量检测器22检测合成场26(例如,干涉条纹)以产生由读头4输出到例如控制器8等外部装置的信号。具体来说,读头4及刻度尺6的相对移动导致增量检测器22处的合成场26中的改变(例如,干涉条纹相对于检测器22的移动或经调制点的强度中的改变),可处理其输出以提供增量向上/向下计数,其实现对移位的增量测量。

[0060] 例如,增量检测器22可包括多个光电二极管。具体来说,可以理解的是,在其中在增量检测器22处产生干涉条纹26的实施例中,增量检测器22可呈电光栅的形式,其换句话说是可例如包括两组或更多组经指叉/经交错光敏传感器的光传感器阵列,每一组光敏传感器检测检测器22处的干涉条纹26的不同相位。在图7中说明实例,其中展示增量检测器22的一部分,且其中四组光电二极管A、B、C及D的光电二极管呈指型交叉,且来自一组中的每一光电二极管的输出经组合以提供单一输出A'、B'、C'及D'。这些输出随后用于提供正交信号。例如,A'-C'可用于提供第一信号,且B'-D'可用于提供与第一信号90度异相的第二信号(例如,Cos及Sin信号)。如所说明,在任何时刻,任何一组中的所有光电二极管检测相同相

位的干涉条纹的强度(在条纹周期及传感器周期是相同的情况下)。此布置具有归因于光学器件的滤波效果而产生的优点,周期性刻度标记14的周期性的扰乱很大程度上不影响读头4。因此,污染物和/或嵌入参考标记的存在不显著影响由增量检测器22检测到的干涉条纹。

[0061] 在US5861953中描述这种类型的刻度尺及读头的更多细节,其全部内容以引用的方式并入到本说明书中。可以理解的是,电光栅/光传感器阵列可采取其它形式,例如包括仅三组指叉型光电二极管,且可使用不同布局。

[0062] 图7示出理想情况,其中干净干涉条纹具有与经交错光敏传感器A、B、C、D的周期性同相正弦地变化的强度的(如通过线26所说明的)。然而,可以理解的是,实际上在干涉条纹中将常常存在有由各种因素引起的噪声。

[0063] 此外,直到最近,我们的发明人寻求使用“干净”或“非结构化”光源,例如图5a中说明的光源。图5a说明包括圆形发射区域104及线接合106的LED 100。然而,出于许多原因(包含需要减小读头4的大小),我们的发明人已寻找替代光源。在图5b及5c中说明本发明人已选择使用的一个特定类型的光源。此光源18具有在发射区域52的表面上提供的线接合50。此外,在发射区域52表面上提供电流散布器54。如图所展示,线接合50居中安装在正方形形状的发射区域52内,且电流散布器主要包括彼此平行地延伸的第一细长臂56及第二细长臂58,其一起界定基本上H状图案/构型(其被赋予到从光源投射的光)。如图5c中的实际源的图像中所说明,这些线接合50及电流散布器54特征对从光源18投射的光赋予了不利(例如不想要的/有害的)结构,在此情况下是呈基本上H状图案/构型的形式。

[0064] 已发现,此类光源18的使用可对在增量检测器22处产生的干涉条纹具有显著不良影响。

[0065] 例如,图8展示使用例如图6中展示的设置而产生的干涉条纹的傅里叶变换的图表。在理想干涉条纹(即,如通过图7所说明)的情况下,傅里叶变换仅包括基频 f_0 处的分量。然而,如图8中所展示,干涉条纹将变得失真,因为其含有显著不想要的/不利的非整数谐波(例如,子谐波)分量(在此情况下,如图所示, $0.55f_0$ 及 $1.55f_0$),且因此显著降低读头4的准确度。

[0066] 然而,我们的发明人已发现,通过配置读头以使得光源18的任何主要且细长结构相对于增量光电检测器22的多个感测通道A、B、C、D成角度,会减少此类非整数谐波分量的振幅(例如,在上文描述的实施例中,分量 $0.55f_0$ 及 $1.55f_0$ 的振幅),由此提高干涉条纹的质量。举例来说,如果以如图9中所说明的角度安装图5b及5c的光源18,以使得第一电流散布器臂56及第二电流散布器臂58相对于增量轨道10的周期性特征14成角度(且在此实施例中相对于增量检测器22的光电检测器元件A、B、C、D的阵列成角度),那么已发现会显著减少非整数谐波分量的振幅。

[0067] 我们的发明人已确定光源18的电流散布器54的第一细长臂56及第二细长臂58实际上将光源拆分为分离的、周期性布置的源,其用以产生分离的衍射级组及次干涉条纹,这不利地干扰主要的干涉条纹26而使其失真。这在图14a中说明,其中图表说明在编码器的测量维度B上测得的来自源的光的强度分布特征曲线47。如可看出,电流散布器54及线接合50的存在导致强度分布特征曲线中的显著下降,导致强度分布特征曲线中的实质上的峰值及谷值,从而产生上文所提到的貌似分离的光源。如所展示,在编码器的测量维度B上测得的强度分布特征曲线具有0.5以上(例如,大约0.6)的调制深度(通过虚线突出显示)。(可以理

解的是,该调制深度是经调制强度分布特征曲线的最大峰值与最小谷值之间的差(在此情况下是在测量维度上测得)除以峰值与谷值的和)。

[0068] 通过将光源18配置成使得第一细长臂56及第二细长臂58成角度,有效点源的周期性不再与周期性刻度尺特征14对准,也不与增量光电检测器22的周期性布置的光电检测器元件A、B、C、D对准。图14b说明其中图14a的实施例的LED已经旋转大约16度的实例,该图表说明在编码器的测量维度B上测得的来自成角度的源的光的强度分布。如可看出,测量方向获得的强度分布中的任何谷值的深度已经减小,且因此调制深度显著减小。在此实施例中,调制深度已经大约减半至大约0.3。此配置减小上文所描述的次干涉条纹的振幅,由此减小干涉条纹中的非整数谐波分量的振幅(即,至少减半),且因此减轻它们对干涉条纹26的失真影响。

[0069] 可以理解的是,应该放置光源18所处的最佳角度将根据编码器而变化,其取决于若干因素,例如在从光源18投射的光中赋予的结构形状,和/或增量刻度标记14的周期和/或衍射光栅20的周期。而且,实际限制(例如,空间)可能限制可以定向光源所处的角度。然而,本发明人已发现在上文描述的配置下,通过使光源18成在10度与20度之间的某处的值的角度(例如,大约16度),以例如使得电流散布器54的第一细长臂56(和/或第二细长臂58)与增量光电检测器22的周期性刻度尺特征(并且还有周期性布置的光电检测器元件A、B、C、D,如图9中所说明)之间的角度 α 处于在10度与20度之间的某处的值(例如,大约16度),可实现失真中的显著减少。然而,可以理解的是,在本实施例中,可使用处于除0度及180度之外的任何角度的光源实现失真中的减少,但可通过使其在5度与175度之间、尤其在10度与170度之间成角度而实现失真的显著减少。

[0070] 此外,已发现通过使光源18成角度以使得电流散布器54的第一细长臂56(和/或第二细长臂58)垂直于周期性刻度尺特征(并且也垂直于增量光电检测器22的周期性布置的光电检测器元件A、B、C、D,如图9中所说明)可实际上消除干涉条纹26中的以上描述的失真中的任一者,从而返回接近如图7中所说明的干涉条纹的干涉条纹26(其当然将仍易受随机噪声影响)。

[0071] 可以理解的是,本发明适用于具有向所投射的光赋予结构的特征(例如线接合、电流散布器)的其它类型的光源。

[0072] 在上文所描述的实施例中,编码器设备2是反射式编码器设备。然而,可以理解的是,不需要一定是这种情况且本发明同等适用于透射式编码器设备202,如图11及12中所说明。在此情况下,刻度尺206主要被配置成允许来自读头204的光源18的光穿过该刻度尺朝向读头204中的增量光电检测器22及参考光电检测器24,该增量光电检测器22及参考光电检测器24位于刻度尺206的与光源18相对的侧。例如,读头204包括光源18、增量检测器22及参考检测器24(包括在测量方向上偏移的第一检测器通道28及第二检测器通道30(未图示))。这些读头组件基本上与结合图1到11的实施例所描述的读头组件相同,且以相同方式操作,仅有的差异是增量检测器22及参考检测器24定位在刻度尺206的与光源18相对的侧。因此,以与结合图3及图4所描述的相同方式在增量检测器22处产生及检测干涉条纹(未图示)。同样,以相同方式来确定参考位置,即,通过找到参考标记区域,在该参考表及区域处在上阈值与下阈值之间包含差信号(通过差分放大参考检测器24的第一检测器通道28及第二检测器通道30的输出而获得的)。在所展示的实施例中,参考轨道212主要是透射式,但在

参考位置处包括阻挡光到达参考光电检测器24的特征216。因此,可以与上文结合图10描述的方式非常相同的方式确定该参考位置,可以理解的是,不同之处在于信号将反转(即,从第一检测器通道28及第二检测器通道30输出的信号将在读头通过参考位置时下降)。

[0073] 在上文所描述的实施例中,提供与增量轨道分离的参考标记轨道。然而,可以理解的是,不需要一定是这种情况且例如可通过嵌入增量刻度轨道内的至少一个特征来界定参考位置。此外,可以理解的是,本发明同等适用于其中刻度尺不包括界定参考位置的任何特征的编码器,例如,如通过图13所说明,其说明编码器设备302包括读头304及包含增量刻度特征314的增量刻度尺306。

[0074] 在上文所描述的实施例中,编码器是增量式编码器。然而,可以理解的是,不需要一定是这种情况。举例来说,本发明还使用绝对编码器。可以理解的是,绝对编码器包括具有唯一地识别沿着刻度尺的位置的特征的刻度。例如,刻度尺特征可界定一系列可唯一地识别的代码。读头可被配置成获得刻度尺的快照表示(例如,图像),对该快照表示进行分析以识别位置代码。刻度尺上的结构光的存在可干扰对代码的检测及分析,但如果光的结构与刻度尺的特征不对准,便可减小该影响。

[0075] 此外,一些绝对编码器设备以与如上文结合本发明的所说明的实施例而描述的方式相同或类似的方式读取该刻度尺。举例来说,编码器设备可除了读取刻度尺以找到唯一位置代码之外还可读取该刻度尺以获得增量信息,例如,通过分析由EMR的衍射而产生的合成场/干涉条纹。此可在相同或不同读头中进行。此外,此可通过以下方式实现:使用单一刻度轨道(例如,如W02002/084223中所描述)或具有沿着任何绝对刻度轨道延伸的专用增量刻度轨道。因此,可以理解的是,上文结合仅增量实施例描述的内容同等适用于此类绝对编码器设备的至少增量侧。

[0076] 将注意,在上述实施例中,未在读头中提供更改来自光源的光的波前曲率的透镜或其它光学组件。然而,可以理解的是,不需要一定是这种情况。举例来说,可使用透镜准直来自光源18的光。任选地,透镜可用于形成刻度尺的图像。然而,可以理解的是,省略此类光学组件(或使用仅非常弱的光学组件)使得能够提供非常紧凑的读头。具体来说,本发明人已经能够提供用于反射式编码器中的读头,该读头具有不多于10mm且例如不多于6.7mm的总高度,具有小于14mm且例如不多于7.8mm的总系统高度(读头的顶部到刻度尺的顶表面)。确切地说,已使得本发明人能够将增量光电检测器22与衍射/折射率光栅20之间的高度减小到不多于2.3mm。

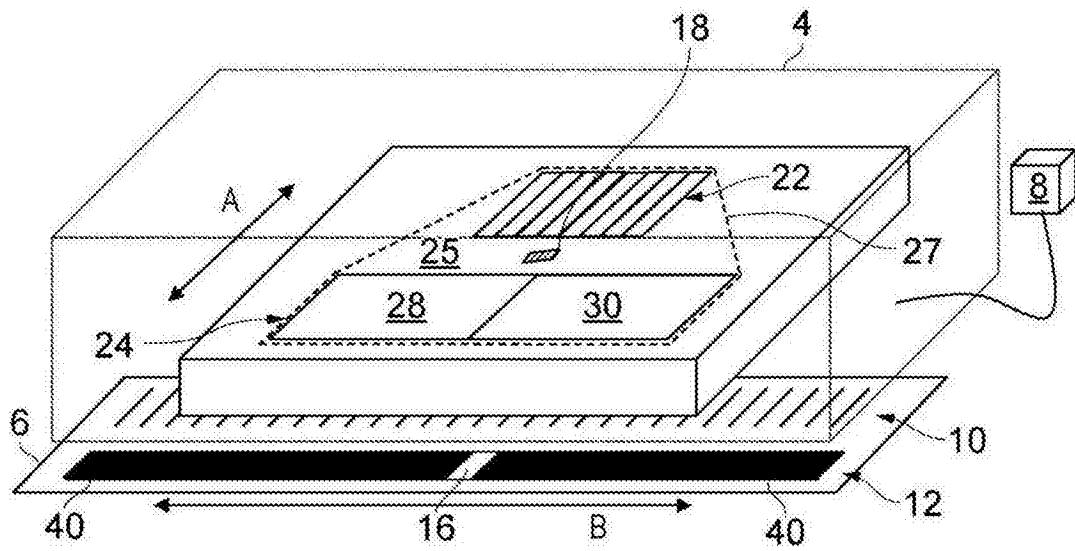


图1

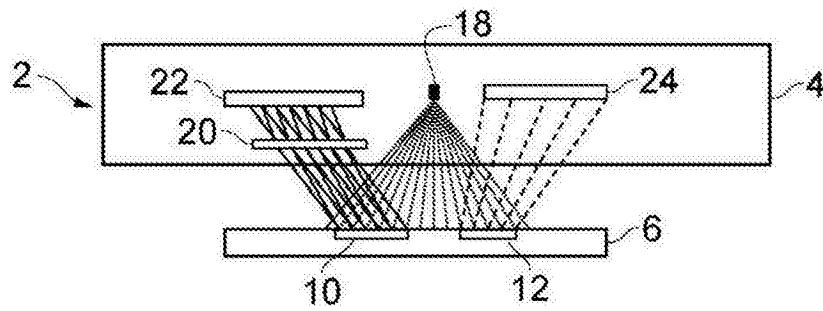


图2

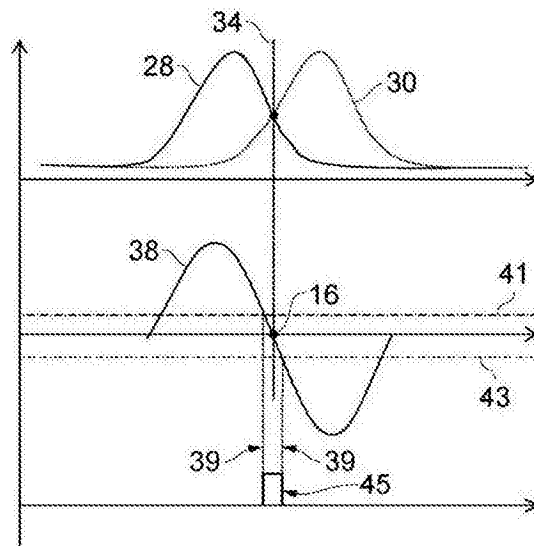


图10

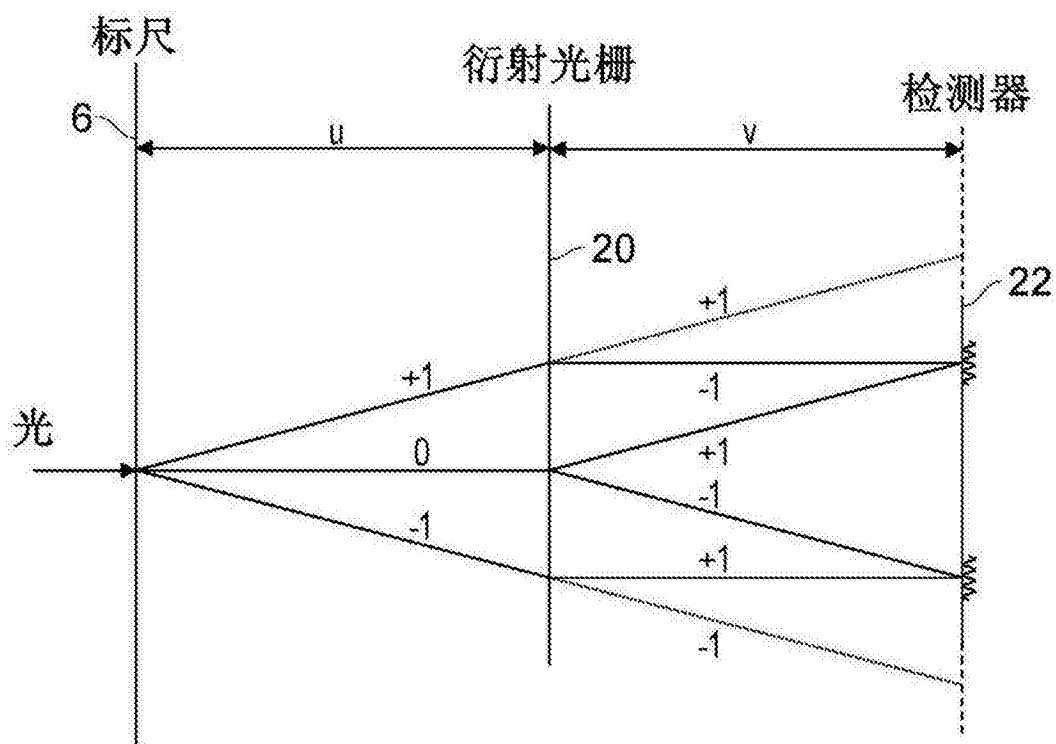


图3

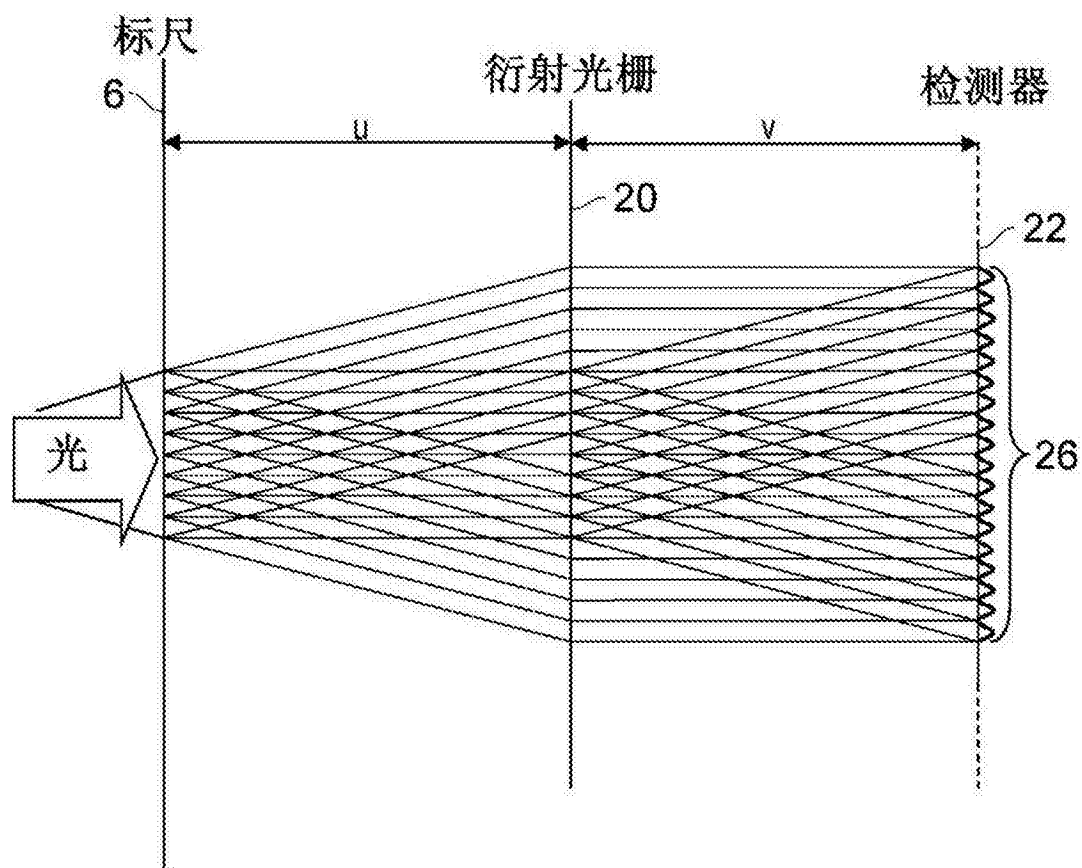


图4

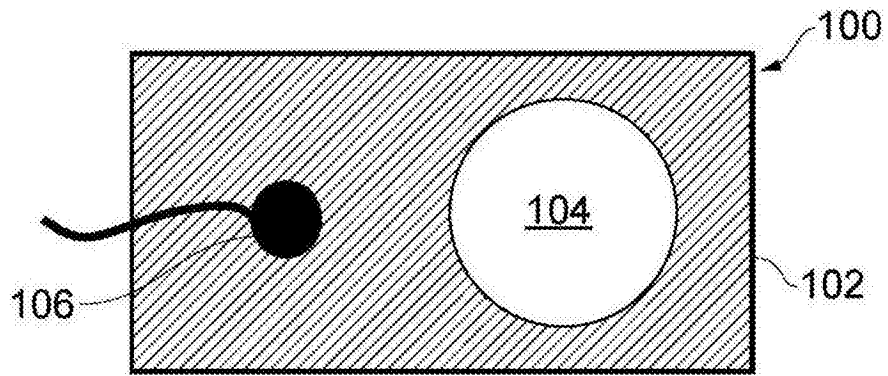


图5a

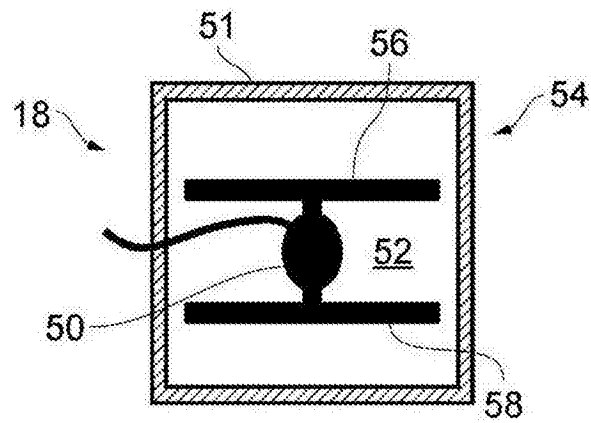


图5b

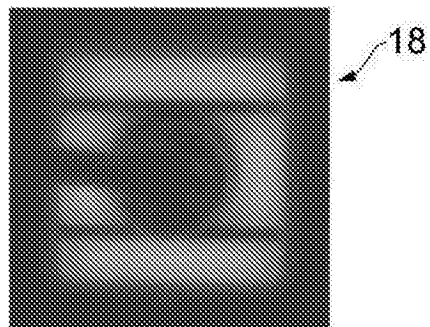


图5c

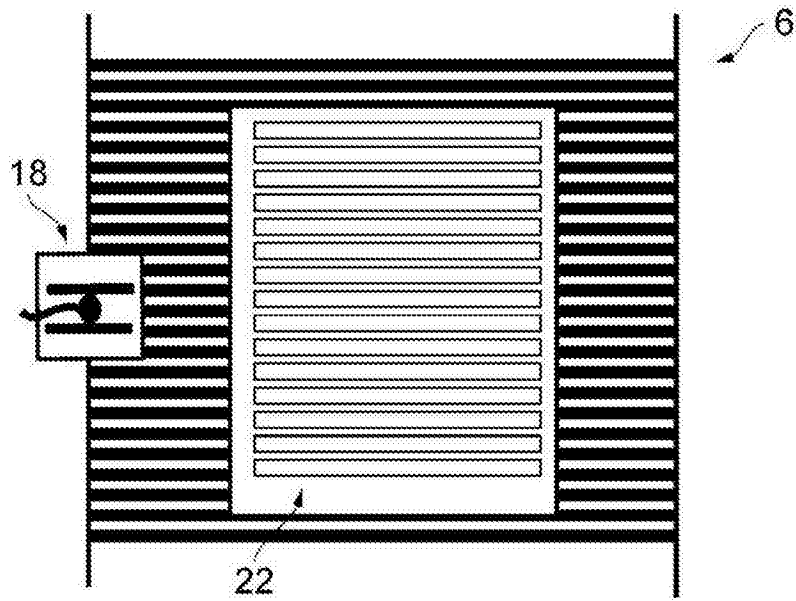


图6

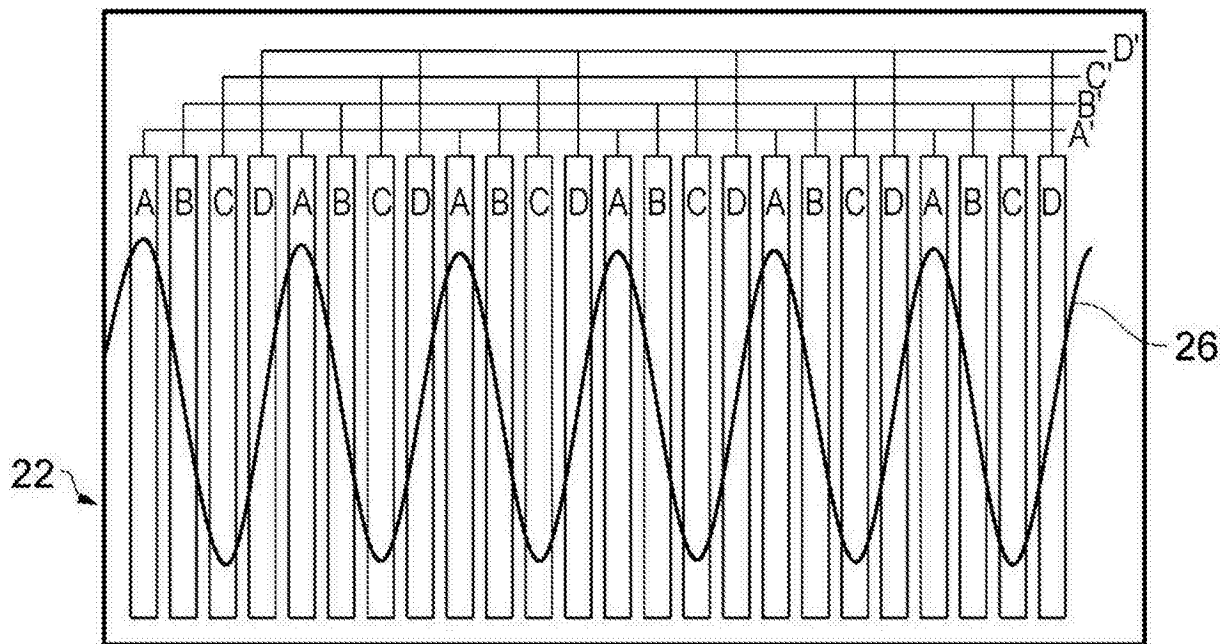


图7

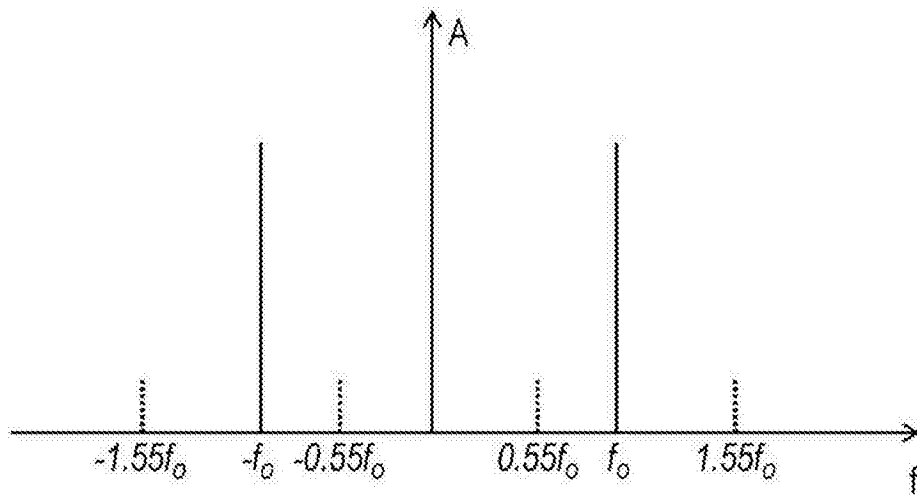


图8

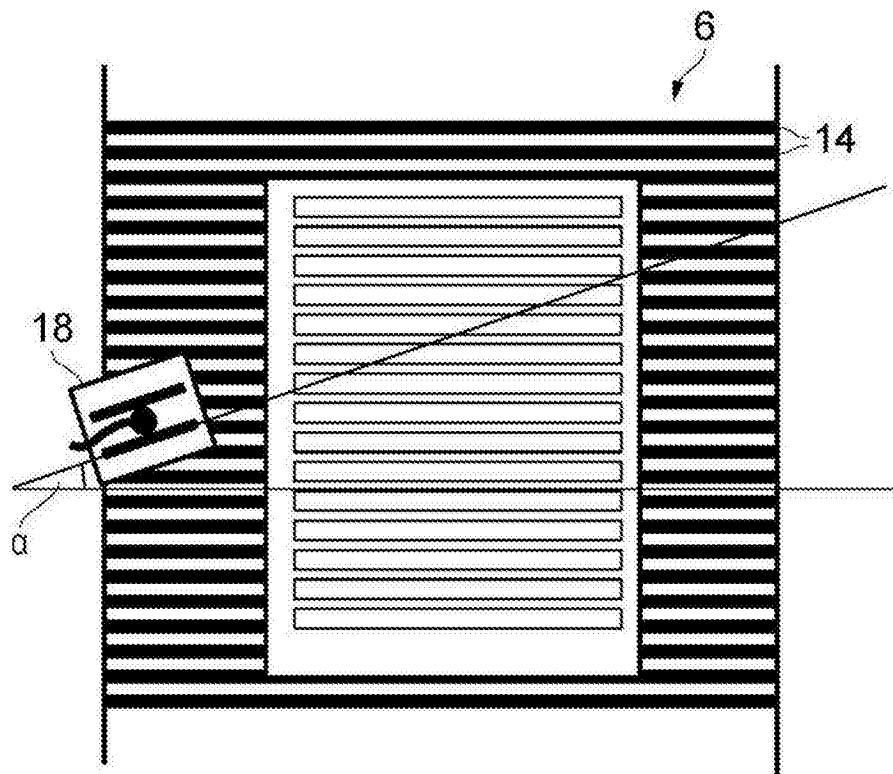


图9

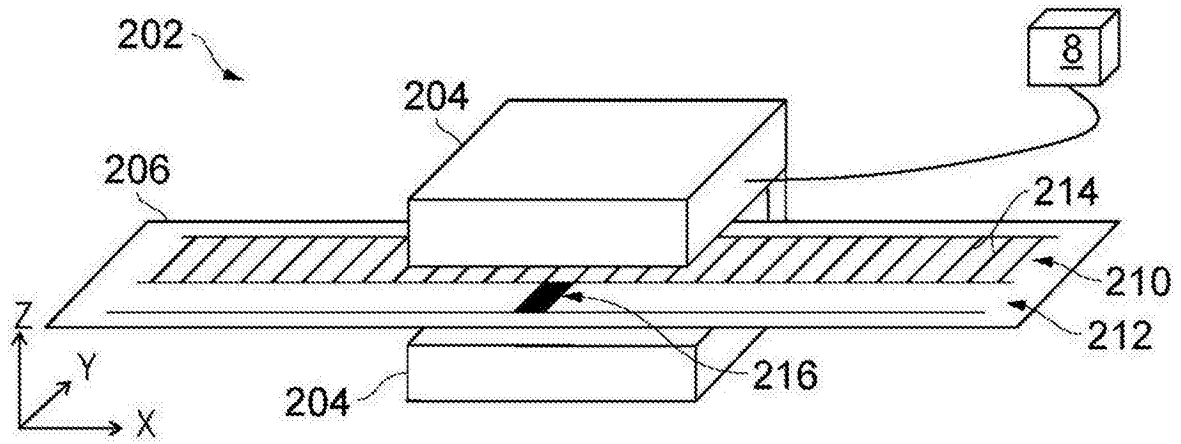


图11

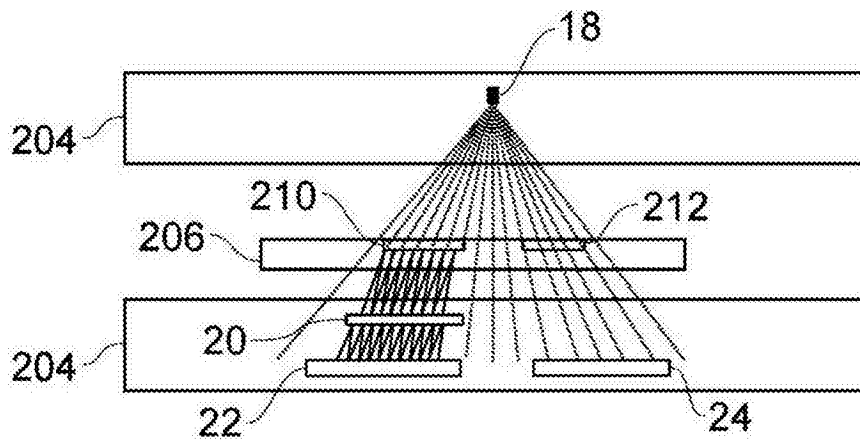


图12

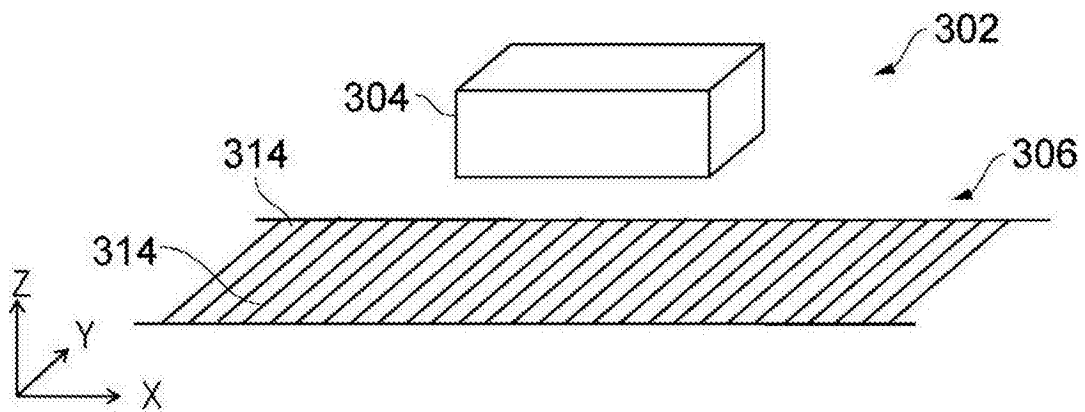


图13

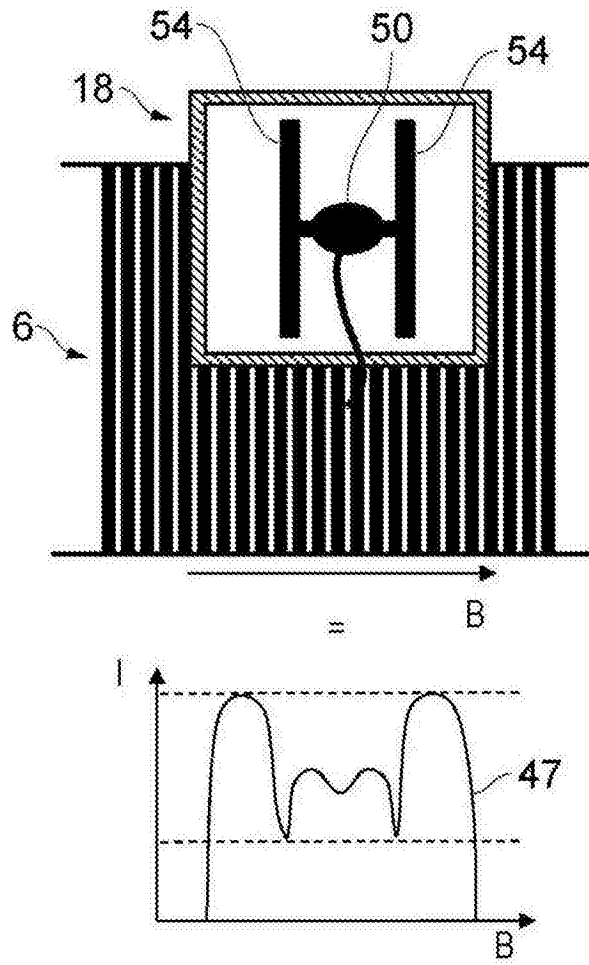


图14a

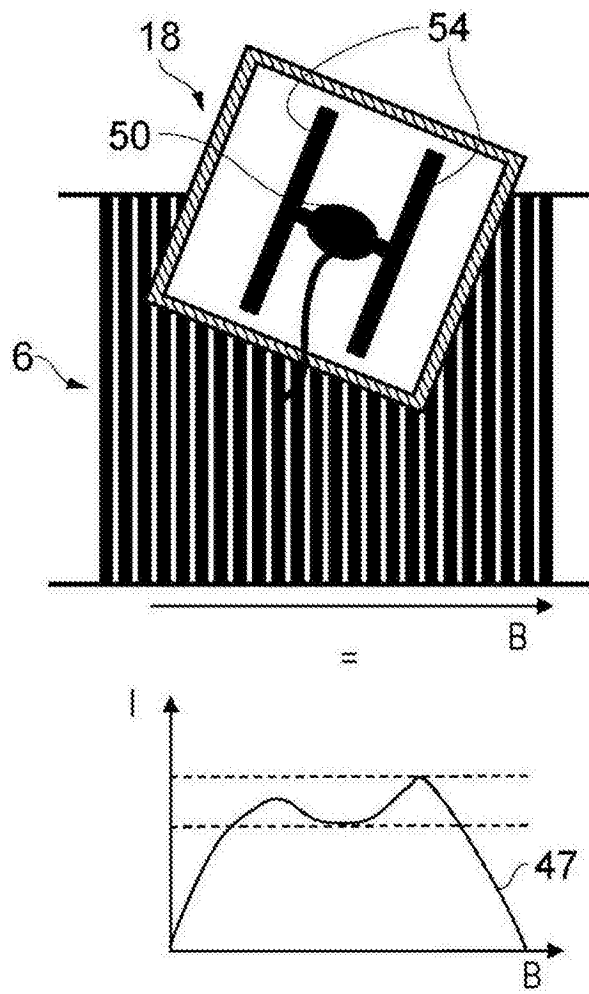


图14b