



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106104216 B

(45)授权公告日 2018.11.02

(21)申请号 201480065636.2

(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 106104216 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(30)优先权数据

13275237.9 2013.10.01 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/070614 2014.09.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/049173 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 贾森·肯普顿·斯拉克

(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 5/36(2006.01)

G01D 5/347(2006.01)

G01D 5/38(2006.01)

(56)对比文件

US 6541761 B1,2003.04.01,

US 2006/0267822 A1,2006.11.30,

US 2002/0011559 A1,2002.01.31,

CN 1882823 A,2006.12.20,

JP 2010-223636 A,2010.10.07,

审查员 张瀛

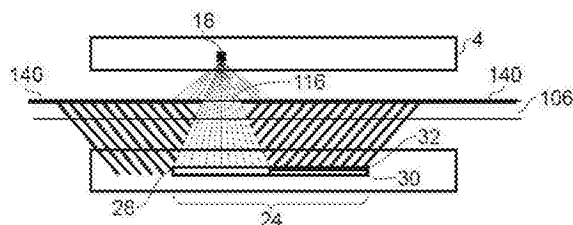
权利要求书1页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

编码器设备

(57)摘要

本发明涉及编码器设备。该编码器设备包括：刻度尺，其包括界定一系列增量刻度尺标记和至少一个参考标记的在至少一个轨道中的刻度尺特征；以及读头，其包括光源、衍射光栅、增量光电检测器和包括至少两个检测器通道的参考光电检测器。界定至少一个参考标记的该特征被构造使得能由至少两个检测器通道中的每个检测器通道分辨的至少一个参考标记包括单个特征。该编码器的光学布置使得至少其中包含至少一个参考标记的该轨道的非成像表示落到检测器上。



1. 一种编码器设备,所述编码器设备包括:

刻度尺,其包括在至少一个轨道中的刻度尺特征,所述刻度尺特征界定一系列增量刻度尺标记和至少一个参考标记;

读头,其包括光源、衍射光栅、增量光电检测器和包括至少两个检测器通道的参考光电检测器,配置用于界定所述至少一个参考标记的所述刻度尺特征,以使得能由所述至少两个检测器通道中的每个检测器通道分辨的所述至少一个参考标记包括单个特征,

其中,所述编码器设备的光学布置使得至少其中包含所述至少一个参考标记的所述轨道的非成像表示落到所述参考光电检测器上,

其中,所述编码器设备被配置成使得来自所述光源的光与所述增量刻度尺标记和至少一个所述衍射光栅相互作用以产生衍射级,这些衍射级组合以在所述增量光电检测器处产生随着所述刻度尺和读头的相对移动而变化的合成场。

2. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述编码器设备被配置成:使得至少存在于其中包含所述至少一个参考标记的所述轨道之中的所述刻度尺特征,调节从所述光源发出并到达所述参考光电检测器的光的强度,以提供至少其中包含所述参考标记的所述轨道的投影布置来检测所述参考标记。

3. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述编码器设备被配置成确定所述至少两个检测器通道的输出的差分信号。

4. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述刻度尺是反射型刻度尺。

5. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述增量刻度尺标记和所述至少一个参考标记被包含在所述刻度尺上分离的轨道中。

6. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,只有包含所述至少一个参考标记的所述轨道的非成像表示落在所述参考光电检测器上。

7. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述至少一个参考标记在其整个范围上是光学均匀的。

8. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,相对于包含所述参考标记的所述轨道的其余部分,所述至少一个参考标记允许相对大量的光到达所述参考光电检测器。

9. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述刻度尺特征界定多个分离的参考标记,每个分离的参考标记界定不同的参考位置。

10. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述光源和所述参考光电检测器之间的光学路径中的任何光学部件的以屈光度为单位的光功率在-100和100之间。

11. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,来自所述光源的光与所述增量刻度尺标记和至少一个所述衍射光栅相互作用,以在所述增量光电检测器处产生随着所述刻度尺和读头的相对移动而改变的干涉条纹。

12. 根据权利要求11所述的编码器设备,其中,来自所述光源的光首先与所述增量刻度尺标记相互作用以产生第一组衍射级,所述第一组衍射级随后与至少一个所述衍射光栅相互作用以产生更进一步的衍射级,这些更进一步的衍射级重新组合以在所述增量光电检测器处产生所述干涉条纹。

13. 根据权利要求1所述的编码器设备,其中,所述光源包括发散光源。

编码器设备

技术领域

[0001] 本发明涉及测量编码器。如应当理解的,测量编码器通常包括刻度尺和读头,刻度尺包括特征,读头用于读取特征,以便能够确定读头和刻度尺的相对位置。刻度尺和读头能相对于彼此移动。

背景技术

[0002] 如应当理解的,测量编码器通常包括刻度尺和读头,刻度尺包括特征,读头用于读取特征,以便能够确定读头和刻度尺的相对位置。刻度尺和读头能相对于彼此移动。

[0003] 已知有增量编码器,其中,刻度尺包括一系列增量特征,读头可读取这些增量特征来确定和测量相对运动。如将理解的,可使用各种技术读取增量特征,包括仅仅对增量特征进行成像并且在增量特征经过读头时对特征进行计数。

[0004] 许多增量编码器依赖于使用光栅的组合,这些光栅被布置成来衍射光,以便在检测器产生随着读头和刻度尺相对于彼此移动而改变的光学图案。Renishaw plc制造的典型增量编码器的实例商购自品牌名TONiC™和SiGNuM™。在TONiC™和SiGNuM™读头中,使用透镜基本上准直来自光源的光。它们还包括衍射光栅(即相位光栅)和光电检测器阵列。在操作中,经准直的来自光源的光与刻度尺(即振幅光栅)相互作用以产生衍射级,衍射级进而与衍射光栅相互作用,以在光电检测器阵列产生随着刻度尺和读头的相对移动而移动的干涉条纹图案。TONiC™和SiGNuM™编码器是一般被称为两光栅式编码器的编码器,其中,来自读头中的光源的光被两个光栅(在这种情况下,第一个光栅是刻度尺而第二个光栅是读头内的衍射光栅)衍射,以在光电检测器阵列产生干涉条纹。在US7659992中更详细描述了这种类型的编码器。

[0005] 常常设置一个或多个参考标记(例如,该一个或多个参考标记嵌入一系列增量特征内或在一系列增量特征旁边),该一个或多个参考标记能与一系列大体周期性特征区分开,使得可相对于参考标记界定的已知参考位置来确定相对位置。例如,可使用参考标记来提供绝对参考位置,例如,从该绝对参考位置起,可对增量位置进行“计数”。需要检测这些参考标记,所以读头通常包括参考标记检测器。另外,通常使用透镜或掩模来促成参考标记的检测。例如,在US7659992中,使用透镜将参考标记成像到检测器上。在W002/065061中,使用掩模来以便检测含有相关图案的参考标记,或者设置具有与参考标记的布置对应的布置的结构化光检测器,使得在参考标记与掩模或结构化光检测器对准时,在检测器处接收指示参考标记的存在的光的峰或谷。

[0006] 已知所谓的“投影”编码器,在“投影”编码器中,刻度尺(即,增量/绝对刻度尺特征和任何参考标记特征)的影子被投射到读头的检测器上,检测器检测该影子,以便确定相对位置信息。如将理解的,这些影子可通过用于减少到达检测器的光量的刻度尺的特征来形成,这可用许多方式来实现,诸如,阻挡、吸收和/或散射来自光源的光,使得落到检测器上的是刻度尺在检测器上的非成像表示。如将理解的,这些投影编码器与例如使用透镜将刻度尺的至少部分在检测器上成像(例如,如在US7659992中和W02010/139964中描述的)或者

使用掩模来促成含有相关图案的参考掩模的检测(例如,如在W002/065061中描述的)的其它类型的编码器不同。尽管在这些其它类型的编码器中刻度尺具有阻挡、吸收和/或散射光的特征,但它们没有投射被检测器看到并且进行检测以确定存在参考标记的影子;相反,检测器看到/检测特征的图像(如在US7659992中),或者看到/检测因参考标记与掩模的关联而造成的亮峰或暗谷(如在W002/065061中)。

发明内容

[0007] 发明人想要提供一种改进的尤其是更紧凑的基于光栅的增量光学编码器。

[0008] 本发明提供了一种具有至少一个参考标记的增量编码器,其中,借助基于衍射的布置来确定增量位置,并且其中,为了检测参考标记,提供至少其中包含该参考标记的轨道的投影布置。换句话讲,本发明提供了一种具有至少一个参考标记的增量编码器,其中,借助基于衍射的布置来确定增量位置,并且其中,至少其中包含参考标记的轨道的非成像表示落在参考标记检测器上,使得可确定参考位置。

[0009] 换句话讲,提供了一种编码器设备,该编码器设备包括:刻度尺,其包括界定一系列增量刻度尺标记和参考标记的刻度尺特征;读头,其包括光源、衍射光栅、增量光电检测器和包括至少两个检测器通道的参考光电检测器,界定参考标记的特征被构造成使得至少两个检测器通道看到的参考标记包括单个可分辨特征。该编码器设备被构造成使得界定参考标记的刻度尺特征减小从光源发出并到达参考光电检测器的光的强度,使得至少界定参考标记的刻度尺特征的影子由此被投射在参考光电检测器上。换句话讲,提供至少其中包含参考标记的轨道的投影布置来检测参考标记。也就是说,刻度尺的影子或影子状复制物落在参考光电检测器上。

[0010] 根据本发明的第一方面,提供了一种编码器设备,该编码器设备包括:刻度尺,其包括在至少一个轨道中的刻度尺特征,该刻度尺特征界定一系列增量刻度尺标记和(界定参考位置的)参考标记;读头,其包括光源、衍射光栅、增量光电检测器和包括至少两个检测器通道的参考光电检测器,界定参考标记的特征被构造成使得能由至少两个检测器通道中的每个检测器通道分辨的参考标记包括单个特征,其中,编码器的光学布置使得(当读头经过参考位置时)至少其中包含参考标记的轨道的非成像表示落在参考光电检测器上。

[0011] 因此,读头可不具有这样的透镜:该透镜在参考光电检测器上形成包含参考标记的轨道的图像。获得包含参考标记的轨道的表示而不使用成像光学器件(即,不具有用于在检测器上形成图像的透镜)会是有利的,因为这样能够使编码器设备紧凑,尤其使读头显著改进。这样还可避免需要将透镜与参考光电检测器仔细对准。

[0012] 编码器设备可被构造成通过分析来自参考光电检测器的输出来识别参考标记。读头和/或读头外部的处理器可被构造成分析来自参考光电检测器的输出。

[0013] 如将理解的,通过特征调节从光源发出并到达参考光电检测器的光的强度,来控制非成像表示。因此,参考标记导致从光源发出并到达参考光电检测器的光的强度改变。因此,参考标记导致在刻度尺的非成像表示中存在对比特征。因此,编码器设备可被构造成识别强度的改变。参考标记可导致到达参考光电检测器的光的强度减小(例如,相对于包含参考标记的轨道的其余部分)。因此,参考标记可以是暗参考标记。在这种情况下,当至少两个检测器通道经过参考标记时,它们的输出将下降。可选地,参考标记导致到达参考光电检测

器的光的强度增大(例如,相对于包含参考标记的轨道的其余部分)。因此,参考标记可以是亮参考标记。在这种情况下,当至少两个检测器通道经过参考标记时,它们的输出将升高。

[0014] 该编码器设备可被构造成确定至少两个检测器通道的输出的差分信号。这样可有助于准确确定参考标记。读头可被构造成使用至少两个检测器通道的输出来生成差分信号/包括使用至少两个检测器通道的输出来生成差分信号的能力。例如,读头可包括根据至少两个检测器通道的输出来生成差分信号/包括使用至少两个检测器通道的输出来生成差分信号的能力。差分信号可用于确定参考位置。读头可被构造成确定参考位置。可选地,读头外部的装置可被构造成确定参考位置。编码器设备可被构造成使得来自光源的光与增量刻度尺标记和至少一个衍射光栅相互作用以产生衍射级,组合这些衍射级以在增量光电检测器处产生随着刻度尺和读头相对移动而变化的合成场。来自光源的光可与增量刻度尺标记和该至少一个衍射光栅相互作用,以在增量光电检测器处产生随着刻度尺和读头的相对移动而改变的干涉条纹。来自光源的光可首先与增量刻度尺标记相互作用以产生第一组衍射级,第一组衍射级随后与该至少一个衍射光栅相互作用以产生更进一步的衍射级,这些更进一步的衍射级重新组合以在该至少一个光电检测器处产生干涉条纹。已知这些类型的增量系统来提供优良的耐脏性。

[0015] 如以上指明的,界定参考标记的特征被构造成使得能由至少两个检测器通道中的每个检测器通道分辨的参考标记包括单个特征。因此,参考标记不需要一定是光学均匀的。优选地,参考标记基本上是光学均匀的。此外,可提供(例如,可向编码器设备发出它靠近/正在接近参考标记的信号)参考标记前体,然而,如将理解的,将由单个参考标记(即,能由至少两个检测器通道分辨,包括单个特征)来界定参考位置。

[0016] 参考标记/参考位置可以是界限标记/界限位置。如将理解的,界限标记/界限位置识别刻度尺的边界(例如,期望的端点)。

[0017] 如将理解的,该至少两个检测器通道至少部分在测量维度上偏移。优选地,该至少两个检测器通道在测量维度上偏移。优选地,该至少两个检测器通道在测量维度上偏移,但在垂直于测量维度的维度上彼此对齐。

[0018] 刻度尺可以是透射型刻度尺。可选地,刻度尺是反射型刻度尺。在这种情况下,可将至少一个光源和增量光电检测器和参考光电检测器布置在刻度尺的同一侧上。因此,可通过刻度尺特征将来自光源的不同光量沿着刻度尺长度反射回读头的检测器通道的方式来创建影子/非成像表示。

[0019] 参考标记可至少部分嵌入增量刻度尺标记中。例如,增量刻度尺标记可被包含在轨道内,并且参考标记可至少部分嵌入同一通道内。可选地,增量刻度尺标记和参考标记被包含在刻度尺上分离的轨道中。增量和参考标记轨道可被提供在不同基板上。可选地,增量和参考标记轨道可被提供在同一基板上。

[0020] 可选地,仅在包含参考标记的轨道中的刻度尺标记将在参考光电检测器上投射影子/在参考光电检测器上提供非成像表示。因此,在参考标记被包含在与增量标记分离的轨道中的情况下,编码器设备可被构造成使得界定增量刻度尺标记的刻度尺特征的任何非成像表示/所投射的影子没有落在参考光电检测器上。

[0021] 刻度尺特征可界定多个分离的参考标记。该分离的参考标记中的每个参考标记可

界定不同的参考位置。

[0022] 如将理解的,光源可包括一个或多个发光部件。光源可包括(例如,可产生发散光束的)发散光源。可选地,发光部件和参考光电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)的任何光学部件的光功率(单位:屈光度, m^{-1})在-100和100之间,例如,在-50和50之间,例如,在-10和10之间,特别地,在-5和5之间。可选地,发光部件和参考光电检测器之间的光学路径中(特别地,读头内的光学路径的部分中)的任何光学部件的光功率(单位:屈光度, m^{-1})是大约0。因此,可选地,在光源的发光部件和参考光电检测器之间的光学路径中(尤其是读头内)不提供用于对刻度尺(例如,包含参考标记的轨道)进行成像的透镜,可选地,不提供透镜。

[0023] 光源可发射可见范围内的光。如将理解的,合适的光源包括发射在电磁谱的红外至紫外范围中的任何一点上的光的光源。可选地,光源发射红外范围内的光。

[0024] 光源可包括发散光源。也就是说,从光源发出的光从光源发散出去。可选地,在发光部件和参考光电检测器之间的整个光学路径中,光束的发散基本上保持不变。

[0025] 根据本发明的另一方面,提供了一种增量两光栅式编码器设备,该编码器设备包括:刻度尺;读头,其包括用于产生(可选地,发散的)光束的非准直光源、衍射光栅和光电检测器阵列,该增量两光栅式编码器设备被构造成使得光束与刻度尺并随后与衍射光栅相互作用,以在光电检测器阵列处产生随着刻度尺和读头的相对移动而改变的干涉条纹,并且该增量两光栅式编码器设备的特征在于,光源和光电检测器阵列之间的光学路径中(例如,读头内的光学路径的部分中)的所有光学部件的光功率(单位:屈光度, m^{-1})在-100和100之间,例如,在-50和50之间,例如,在-10和10之间,特别地,在-5和5之间。因此,就发散光束而言,在整个所述路径内,光束的发散可保持基本上不变。

[0026] 如将理解的,以上结合本发明的第一方面描述的特征还可应用于本发明的这另一个方面(和本发明的以下其它方面),反之亦然。例如,可选地,光源和参考光电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)的任何光学部件的光功率(单位:屈光度, m^{-1})大致是0。因此,可选地,在光源的发光部件和参考光电检测器之间的光学路径中不提供成像透镜,可选地,不提供透镜(例如,不在读头内的光学路径的部分内提供透镜)。

[0027] 可选地,读头内的任何光学部件的光功率(单位:屈光度, m^{-1})在-100和100之间,例如,在-50和50之间,例如,在-10和10之间,特别地,在-5和5之间,例如,大致是0。

[0028] 根据本发明的其它方面,提供了一种编码器设备,该编码器设备包括:刻度尺;以及读头,其包括光源、衍射光栅和光电检测器阵列,该编码器设备被构造成使得来自光源的光场与刻度尺并随后与衍射光栅相互作用,以在光电检测器阵列产生随着刻度尺的相对移动而改变的干涉条纹,并且该编码器设备的特征在于,该编码器设备不含有改变来自光源的光的波前曲率的光学装置(例如,透镜)。

附图说明

[0029] 现在,将参照下面的附图仅以举例的方式描述本发明的实施例,在附图中:

[0030] 图1是根据本发明的透射型编码器的示意性等轴视图;

[0031] 图2是图1的编码器的沿着刻度尺的长度看到的示意性剖视图,示出光从刻度尺上的增量 and 参考标记轨道二者反射;

- [0032] 图3的(a)至(d)是图1的编码器的示意性剖视图,示出读头经过刻度尺上的参考位置;
- [0033] 图4是示出在图1至图3的读头的光电检测器经过参考位置时在参考位置的输出及其差分信号的曲线图;
- [0034] 图5示出了根据本发明的透射型编码器的替代实施例;
- [0035] 图6示出了当图5的编码器处于刻度尺上的参考位置上方时横过刻度尺看到的编码器的剖视图;
- [0036] 图7是示出在图5和图6的读头的光电检测器经过参考位置时在参考位置的输出及其差分信号的曲线图;
- [0037] 图8和图9是示意性示出借助使用被衍射光在增量光电检测器处产生合成场以便促成读头位置的增量读取的示意性射线图;
- [0038] 图10是根据本发明的编码器设备的第一反射实施例的示意性图示;
- [0039] 图11是根据本发明的编码器设备的第二反射实施例的示意性图示;
- [0040] 图12是根据本发明的编码器设备的第三反射实施例的示意性图示;图13是图10的读头内的光源、增量检测器和参考位置检测器的示意性图示;
- [0041] 图14是图10和图13的编码器的沿着刻度尺的长度看到的示意性剖视图,示出光从刻度尺上的增量和参考标记轨道二者反射;
- [0042] 图15的(a)至(d)是示出图10、图13和图14的编码器的横过刻度尺看到的示意性剖视图,示出读头经过刻度尺上的参考位置;
- [0043] 图16是图11的读头内的光源、增量检测器和参考位置检测器的示意性图示;
- [0044] 图17是图11和图16的编码器的沿着刻度尺的长度看到的示意性剖视图,示出光从刻度尺上的增量和参考标记轨道二者反射;
- [0045] 图18的(a)至(d)是示出图10、图16和图17的编码器的横过刻度尺看到的编码器的示意性剖视图,示出读头经过刻度尺上的参考位置;
- [0046] 图19是根据本发明的适用于读头的一种类型的增量检测器的示意图;
- [0047] 图20是根据另一实施例的参考光电检测器的示意图;
- [0048] 图21是示出并入到图16的读头中的图20的参考光电检测器在经过参考位置时的输出及其差分信号和求和信号的曲线图;以及
- [0049] 图22示出适用于本发明的不同类型的参考标记。

具体实施方式

[0050] 参照图1,示出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将被紧固于机器的一个部分而刻度尺6将被紧固于机器的另一个部分,这两个部分能相对于彼此移动。读头4用于测量它本身和刻度尺6的相对位置,因此可用于提供机器的两个可移动部分的相对位置的度量。通常,读头4借助有线(如所示出的)和/或无线通信通道与诸如控制器8的处理器通信。读头4可将来自其检测器的信号(以下进行更详细地描述)报告给控制器8,控制器8随后处理这些信号以确定位置信息和/或读头4本身可处理来自其检测器的信号并且将位置信息发送到控制器8。

[0051] 刻度尺6包括界定增量轨道10和参考轨道12的多个刻度尺标记。

[0052] 增量轨道10包括一系列周期刻度尺标记14,该一系列周期刻度尺标记14控制朝向读头透射的光,以有效形成衍射光栅。增量轨道10可以是通常被称为振幅刻度尺或相位刻度尺的增量轨道。如将理解的,如果增量轨道10是振幅刻度尺,则特征被构造成来控制朝向读头的增量检测器透射的光的振幅(例如,通过选择性吸收、散射和/或反射光)。如将理解的,如果增量轨道10是相位刻度尺,则特征被构造成来控制朝向读头的增量检测器透射的光的相位(例如,通过延迟光的相位)。在本实施例中,增量轨道10是振幅刻度尺,但在任一情况下,如以下更详细说明的,光与周期刻度尺标记14相互作用以产生衍射级。

[0053] 参考轨道12包括由参考标记16界定的参考位置。如之前说明的,可利用参考位置以使读头4能够有能力精确确定读头4相对于刻度尺6的位置。因此,可从参考位置起对增量位置进行计数。此外,该参考位置可以是也被称为“界限位置”的参考位置,因为这些参考位置可用于界定刻度尺6的界限或端点,读头4被允许在这些界限或端点之间行进。

[0054] 图2示意性示出读头4的光学部件。在这个实施例中,编码器设备是透射型编码器,因为它包括:当使用时位于刻度尺6的第一面上的电磁辐射(EMR)源18(例如,红外光源18)和在刻度尺6的相对面上的至少一个检测器。总体上,来自光源18的红外光被构造成透过刻度尺6朝向检测器透射。如图所示,光源是发散的并且光源的照射轨迹(illumination footprint)落在增量轨道10和参考轨道12二者上。在所描述的实施例中,光源发射红外范围内的EMR,然而,如将理解的,不需要一定是这种情况并且可发射其它范围(例如,红外至紫外内的任何范围)内的EMR。如将理解的,对光源合适波长的选择可取决于许多因素,包括在EMR波长下工作的合适光栅和检测器的可用性。如另外所示,在读头4的接收侧上设置了衍射光栅20(一般也被称为折射率型光栅(index grating))、增量光电检测器22和参考光电检测器24。

[0055] 以下,将更详细地说明这些部件,但总而言之,来自光源18的红外光从读头4朝向刻度尺6发射,其中,光源轨迹的部分与参考轨道12相互作用并且光源轨迹的部分与增量轨道10相互作用。在当前描述的实施例中,通过参考标记轨道12中的特征16(该特征16减小来自光源并可到达参考光电检测器24的光的强度)来界定参考位置。这可例如通过相比于参考轨道12的其余部分吸收、反射和/或散射更多红外光的特征来实现。在任何情况下,随着读头经过参考位置,界定参考位置的刻度尺标记(在这种情况下,单特征参考标记16本身)的非成像表示落在参考检测器24上(更多细节参见图4)。换句话讲,随着读头经过参考位置,界定参考位置的刻度尺标记(在这种情况下,单特征参考标记16本身)的影子投射在参考检测器24上(更多细节参见图4)。特别地,在这个实施例中,特征16基本上防止来自光源18的红外光到达参考光电检测器24(例如,完全阻挡来自光源18的光)。在图2中示出的位置处,读头4没有对准参考位置,所以红外光被示出为透过参考轨道12透射到参考光电检测器24上。

[0056] 相对于增量轨道10,来自光源18的红外光落在界定衍射图案的周期刻度尺标记14上。红外光因此衍射成多级,这些级随后落到读头中的衍射光栅20上。在本实施例中,衍射光栅20是相位光栅。光随后进一步被衍射光栅20衍射成多级,这些级随后在增量光电检测器22处发生干涉,以形成合成场(在这种情况下,为干涉条纹)。

[0057] 参照图8和图9,更详细地说明干涉条纹的产生。如将理解的,图8是编码器设备中遭遇的真实光学情形的非常简化的图示。特别地,仅示出来自光源的一条光线的情形,而事

实上增量轨道10的区域都被该光源照射。因此,在现实中,图8中示出的光学情形将沿着刻度尺的整个长度(即,遍经被光源照射的区域)被重复多次,因此在检测器产生干涉图案,在图9中示意性示出该图案。另外,出于例证目的,只示出 ± 1 级(如将理解的,光将被衍射成多级,例如, ± 3 级、 ± 5 级等衍射级)。光被刻度尺6的增量轨道10中的一系列周期特征14衍射,并且衍射级朝向衍射光栅20传播,在衍射光栅20处,光再次被衍射,之后在增量检测器22处形成合成场26(在这种情况下,为干涉条纹,但例如可以是经调制光斑)。如图9中所示,通过将来自衍射光栅20和刻度尺6的光的衍射级重新组合来产生合成场26。

[0058] 增量检测器22检测合成场26(例如,干涉条纹),以生成被读头4输出到诸如控制器8的外部装置的信号。特别地,读头4和刻度尺6的相对移动造成合成场改变(例如,干涉条纹相对于检测器22移动或者增量检测器22处的经调制光斑的强度改变),可处理合成场的输出,以提供能够进行位移的增量测量的递增/递减计数。

[0059] 增量检测器22可包括例如多个光电二极管。特别地,如将理解的,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可以是电光栅的形式,换句话说,电光栅是可例如包括两组或更多组的相互交叉/交错的感光传感器的光电传感器阵列,各组传感器用于检测检测器22处干涉条纹26的不同相位。在图19中示出实例,该实例中示出增量检测器22的一部分并且四组光电二极管A、B、C和D中的光电二极管相互交叉,并且来自组中各光电二极管的输出被组合,以提供单个输出A'、B'、C'和D'。然后,使用这些输出来得到正交信号。例如,可使用A'-C'来提供第一信号并且可使用B'-D'来提供第二信号,第二信号与第一信号的相位相差90度(例如,余弦信号和正弦信号)。如图所示,在任意时刻,任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(如果条纹时间时期和传感器时间时期相同)。这个布置的优点在于,由于光学器件的滤波效果,导致读头4很大程度上不受周期刻度尺标记14的周期的干扰。因此,污染和/或嵌入式参考标记的存在并没有显著影响增量检测器22所检测的干涉条纹。在US5861953中描述了这种类型的刻度尺和读头的更多细节,US5861953的全部内容通过这样引用并入本说明书中。如将理解的,电光栅/光电传感器阵列可采取其它形式,诸如,只包括相互交叉的三组光电二极管并且可使用不同布局。

[0060] 图3和图4示出如何检测参考位置。如通过接连的图3的(a)至图3的(d)示出的,随着读头经过参考位置,来自光源18的光被参考轨道12中的特征16阻挡,从而避免光到达参考光电检测器24,从而在参考光电检测器24上形成影子32形式的非成像表示。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“分光检测器”,包括相对于彼此在测量方向上偏移的第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30。这两个分离检测通道中的每个检测通道测量落在它上面的光的强度,并且提供与测得的强度成比例的输出。参考标记16以及第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30被构造成使得能被第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30分辨的参考标记16包括单个特征。换句话说,参考标记16以及第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30被构造成使得第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30看到的参考标记16包括单个可分辨特征。因此,就第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30而言,参考标记16是“单特征”参考标记。这样确保了通过第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30中的每个检测器通道来输出(忽略噪声)单凸/峰或单谷信号。这样导致干净得多的差分信号(以下更详细地说明),从而有助于准确可靠地确定参考位置。

[0061] 如将理解的,在所描述的实施例中,参考标记是单块特征,因为它对光进行基本上均匀的反射/阻挡/吸收等。然而,不需要是这种情况。例如,参考标记可包括第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30不能分辨的特征。例如,图22(附图的第8/10页上)中示出的参考标记16'和16''示出适用于本发明的图案化参考标记。图22的参考标记16'包括网纹图案。然而,第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30无法分别分辨、“看到”、或检测这些特征,并且当此参考标记16'经过第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30时,第一分离检测器通道28和第二分离检测器通道30的输出将是单凸/峰或单谷信号的形式(如图4、图7和图21中所示的)。

[0062] 因此,当读头4在测量方向B上相对于刻度尺6移动时,界定“单特征”参考标记的刻度尺标记(在这种情况下,特征16)的影子32被首先投射在第一检测通道28上,然后投射在第二检测器通道30上。当读头4经过参考位置时,第一检测通道28和第二检测通道30的输出因此下降,这通过图4中的曲线图的顶部部分示出。当第一检测通道28和第二检测通道30在测量方向上偏移时,检测通道中的一个所报告的强度的下降落后于另一个。在这个实施例中,参考标记16以及第一检测器通道28和第二检测器通道30被构造成:使得可通过确定(例如,借助差分放大器得到的)第一检测器通道28和第二检测器通道30的输出的差分信号38何时交叉于上阈值水平41和下阈值水平43之间来确定参考位置。如图所示,由这两个阈值水平41、43界定的这个“区域”包含分别来自第一检测器通道28和第二检测器通道30的两个信号的交叉点(用线34示出的点),因此还包含差分信号38与零值的交叉点(例如,点36)。因此,实际上确定参考位置是两个阈值水平41、43之间的参考“区域”39。当差分信号在这个区域39内时,读头4将参考脉冲(用脉冲45示意性示出)输出到控制器/处理器装置8。参考脉冲的宽度不大于可根据增量正交信号确定的利萨茹曲线(lissajous)的一个利萨茹周期。在US7624513和US7289042中描述了通过得到两个检测通道的输出之间的差异来检测参考位置的更多细节。

[0063] 图5至图7示出本发明的第二实施例。第二实施例与第一实施例的类似之处在于它也是透射型编码器设备,并且类似的部件共享类似的参考标号。与第一实施例的差异在于,刻度尺106的参考轨道112通过含有“单特征”参考标记116(如可通过参考标记检测器的元件分辨的)来界定参考位置,相比于参考轨道的其余部分而言,该“单特征”参考标记116允许来自光源18的相对大量的光到达参考检测器24的第一检测器通道28和第二检测器通道30。因此,刻度尺106(尤其是参考轨道112)包括沿着参考轨道112的长度延伸的光限制器标记140形式的标记。如同图1的实施例一样,这些光限制器标记140不一定需要完全阻止光到达参考检测器24。相反,相比于单特征参考标记116,光限制器标记140可例如仅仅减少到达参考检测器24的光的量。

[0064] 在这个实施例中,对于刻度尺106的长度中的大部分,界定单特征参考标记116的刻度尺标记(即,光限制器标记140)将影子投射到参考检测器24上。(换句话讲,对于刻度尺的长度中的大部分,参考检测器24处于光限制器标记140的影子内)。然而,当读头4经过参考位置时,单特征参考标记116让来自光源18的光透过刻度尺6,到参考检测器24的第一检测器通道28和第二检测器通道30上。以与之前类似的方式确定参考位置,但如将理解的,并且如图7的曲线图所示出的,信号被反相。

[0065] 如以下结合图10至图18示出和说明的,还可在反射型编码器设备202中利用本发

明。在这些情况下,刻度尺206、306、406被构造成将来自读头204的光源218的光反射回读头204。例如,参照图13和图14,读头204包括光源218、增量检测器222和参考检测器224(包括在测量方向上偏移的第一检测器通道228和第二检测器通道230)。这些读头部件与结合图1至图9的实施例描述的读头部件基本上相同,并且以相同的方式操作,唯一的差异是它们都设置在刻度尺206的同一侧上。因此,以与结合图8、图9和图16描述相同的方式,在增量检测器222处形成干涉条纹(未示出)并且进行检测,唯一的差异是图8和图9的射线图将(对于图10至图18的实施例而言)关于刻度尺被反射。同样地,以相同方式,也就是说,通过找到通过差分放大参考检测器224的第一检测器通道228和第二检测器通道230的输出而得到的差分信号的过零点,来确定参考位置。

[0066] 如图13的实施例中所示,通过被构造成相比于参考轨道212的其余部分朝向参考检测器224反射回更少光的参考标记216来界定参考位置。单特征参考标记216可通过例如吸收或散射光(或甚至例如通过允许光穿过刻度尺基板,使得光没有被反射回参考检测器224)来实现这点。

[0067] 因此,如通过接连的图15(a)至(d)示出的,对于刻度尺206的长度的大部分,来自光源的光在该方向上被反射回读头204。然而,当读头204经过参考位置时,界定参考标记的刻度尺标记(例如,在这个实施例中,参考标记本身)形成影子,并且该影子被投射到参考检测器224上,使得参考标记轨道212的非成像表示落在参考检测器224上。这个影子/非成像表示是通过单个特征参考标记216不朝向读头204反射回那么多的光(例如,基本上不反射光)来形成的。刻度尺标记的这个影子/非成像表示扫过第一检测器通道228和第二检测器通道230,并且,通过分析通过差分放大第一检测器通道228和第二检测器通道230的输出而得到的差分信号,以确定该差分信号何时如上所述交叉于第一阈值41和第二阈值43之间,来检测参考位置。

[0068] 在所描述的实施例中,光源18、218是红外发光二极管(“LED”)。

[0069] 如所示出的,光源218在横向于读头的读取方向(用箭头B示出)的方向(用箭头A示出)上位于增量光电检测器222和参考光电检测器224之间。这样有助于增量轨道210和参考标记轨道212二者被优异均匀照射。特别地,在这个实施例中,光源218基本上等距地位于增量光电检测器222和参考光电检测器224之间,并且被包含在(用虚线227示意性示出的)读头204的增量光电检测器222和参考标记光电检测器224的外部范围所界定的区域225内。

[0070] 图16至图18中示出替代实施例。如同图13至图15的实施例一样,这个实施例是反射型编码器设备并且以相同方式操作。然而,在这种情况下,通过作为光限制特征340形式的刻度尺标记来界定参考标记316,该光限制特征340吸收(或者可散射或允许透射)来自光源218的光。因此,除了参考检测器224经过参考位置时之外,对于刻度尺的长度中的大部分,参考检测器224(尤其是第一检测器通道228和第二检测器通道330)安置在用于界定单特征参考标记的刻度尺标记的影子中(也就是说,安置在光限制特征340的影子中),从而再次导致参考标记轨道312的非成像表示落在参考光电检测器224上。另外,可使用通过差分放大第一检测器通道228和第二检测器通道230的输出而得到的差分信号,来识别参考位置。

[0071] 在以上实施例中,通过被包含在与界定增量刻度尺的那些刻度尺标记分开的轨道中的刻度尺标记来界定参考位置。然而,不需要一定是这种情况。例如,图12示出被包含在

与增量刻度尺标记相同的轨道中的“嵌入式”单特征参考标记416。可以以与其它所描述的实施例相同的方式来确定参考位置。

[0072] 在结合图13至图18中的反射型编码器描述的实施例中,光源218被示出为位于包含增量光电检测器222和参考光电检测器224的平面上。然而,如将理解的,不需要一定是这种情况。例如,光源218可位于包含增量光电检测器222和/或参考光电检测器224的平面的上方或下方(增量光电检测器222和参考光电检测器224不需要一定在同一平面上)。

[0073] 因此,以上实施例全都描述了使用参考标记轨道的投影布置在参考光电检测器上提供至少参考标记轨道的非成像表示的编码器系统。

[0074] 如将阐述的,在上述实施例中,在读头中不提供改变来自光源18的光的波前曲率的透镜或其它光学部件。如将理解的,可使用小的非常弱的透镜或光学部件,但优选地,这些光学部件的光功率(单位:屈光度, m^{-1})不大于-100至100之间,例如,不大于-50至50之间,例如,不大于-10至10之间,特别地,不大于-5至5之间。省去这些光学部件(或者只使用非常弱的光学部件)能够提供非常紧凑的读头。特别地,发明人已经能够提供用于反射型编码器的读头,该读头具有不大于10mm(例如,不大于6.7mm)的总高度,使总系统高度(读头的顶部到刻度尺的顶表面)小于14mm(例如,不大于7.8mm)。特别地,使发明人能够将增量光电检测器222和衍射/折射光栅20之间的高度减小至不大于2.3mm。

[0075] 在以上实施例中,通过(参考光电检测器能分辨的)单特征参考标记来界定参考位置并且使用通过以不同方式放大第一检测器通道和第二检测器通道的输出而得到的差分信号来识别参考位置。如将理解的,可使用各种其它技术来识别参考位置。例如,为了有助于检测差分信号交叉于第一阈值41和第二阈值43界定的区域,可使用识别读头何时处于参考位置的区域内的光栅信号。编码器设备可被构造成只在激活光栅信号时确认差分信号38是否在第一阈值41和第二阈值43界定的区域内。可通过使用额外的检测器通道并且得到求和信号(如US7624513中更详细说明的)来得到光栅信号。例如,图20示出参考光电检测器224的替代实施例,该参考光电检测器224包括第一检测器通道228a、第二检测器通道228b、第三检测器通道230a和第四检测器通道230b。在这种情况下,可通过如下得到“求和”和“差分”信号来得到光栅信号:

[0076] “求和” = (“228b” + “230a”) - (“228a” + “230b”)

[0077] “差分” = (“228a” + “228b”) - (“230a” + “230b”)

[0078] 如可看到的,得到差分信号本质上是将第一通道228a和第二通道228b的输出组合为一个通道(等同于图16的实施例的第一通道228)并且将第三通道230a和第四通道230b的输出组合为一个通道(等同于图16的实施例的第二通道230)。因此,差分信号将类似于图7中示出的差分信号38。求和信号44在图21中示出并且可用于确保只有在求和信号44大于预定阈值水平(用线46示出)时得到的过零才致使参考位置得以确定。这样有助于避免由于例如根据参考检测器224得到的信号中的噪声和/或误差,而导致当差分信号横过第一阈值41和第二阈值43界定的区域时的假触发。

[0079] 可选地,可在刻度尺上设置额外特征,以向读头发送它在参考位置的区域内的信号,并且读头可被构造成只在它已接收到此起动信号(priming signal)时寻找表征参考位置的信号。这些特征可被包含在刻度尺上的其它轨道中,可通过非光学特征(例如,能由读头中的霍尔传感器进行检测的磁性特征)来设置,或者可以是与单特征参考标记包含在同

一轨道中的光学特征。然而,将理解的是,在后一种情况下,仍然只有一个用于实际界定参考位置并且为了确定参考位置而由读头寻找的、能单独分辨的特征。此外,参考位置不需要一定是通过得到和分析差分信号来确定的。例如,读头可只包括输出被分析的单个检测器通道,使得当输出与预定阈值交叉时,认为已经识别到参考位置。

[0080] 在上述实施例中,使用发散的光源来照射刻度尺的增量和参考标记轨道二者。特别地,在编码器设备的增量或参考标记系统的光学路径中没有使用透镜。特别地,在光源的发光部件和增量或参考光电检测器之间没有使用透镜。这会是有利的,因为这样可显著减小读头的尺寸,尤其是高度。即使在没有设置参考标记系统(例如,在刻度尺和/或参考标记光电检测器上没有参考标记)的编码器设备中,没有透镜也会是有利的。正常地,在来自光源的光最初被刻度尺衍射然后被读头中的衍射光栅衍射以在增量光电检测器形成干涉条纹的增量编码器中,光源包括诸如准直透镜的透镜,以显著减少朝向刻度尺投射的光的发散。事实上,这是Renishaw plc销售的SiGNUM和TONiC编码器中的情形,例如,是W02005/124282中描述的情形。然而,发明人已经发现,例如在此系统中不使用透镜(或者只使用功率不大的透镜)以便使读头更紧凑会是有利的。无论编码器设备是否利用参考标记,都是这种情况。

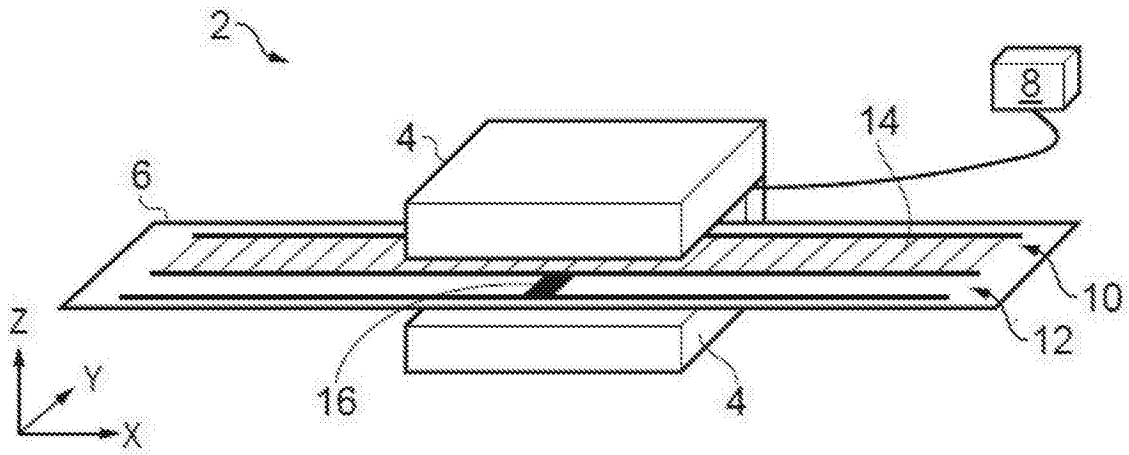


图1

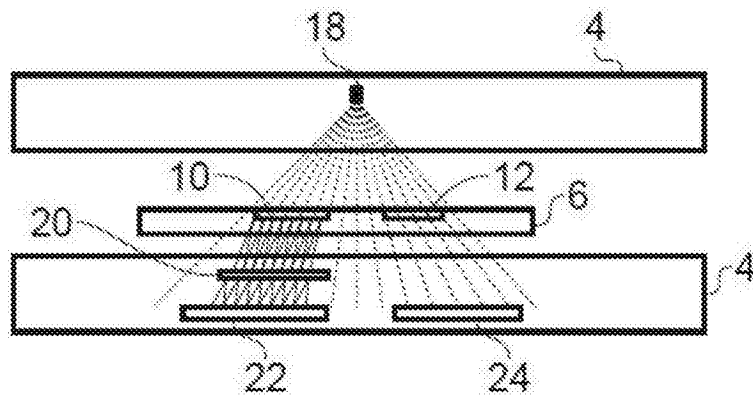


图2

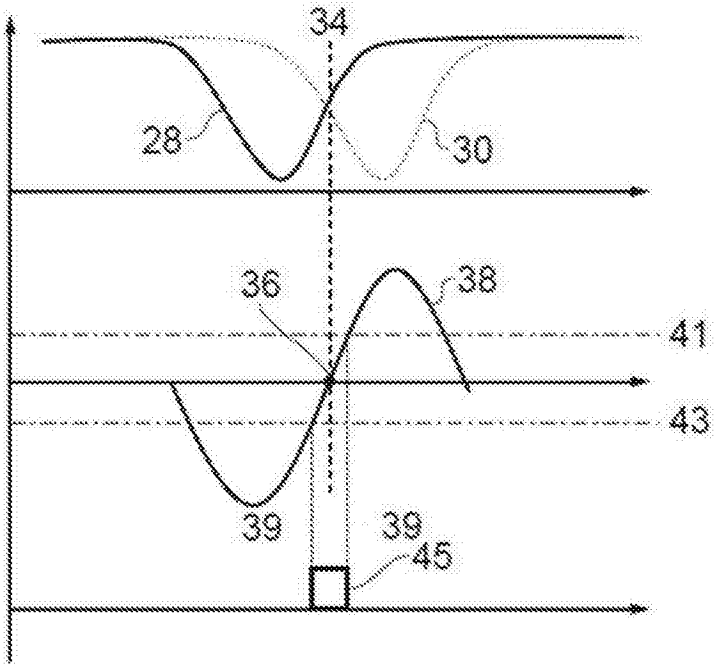


图4

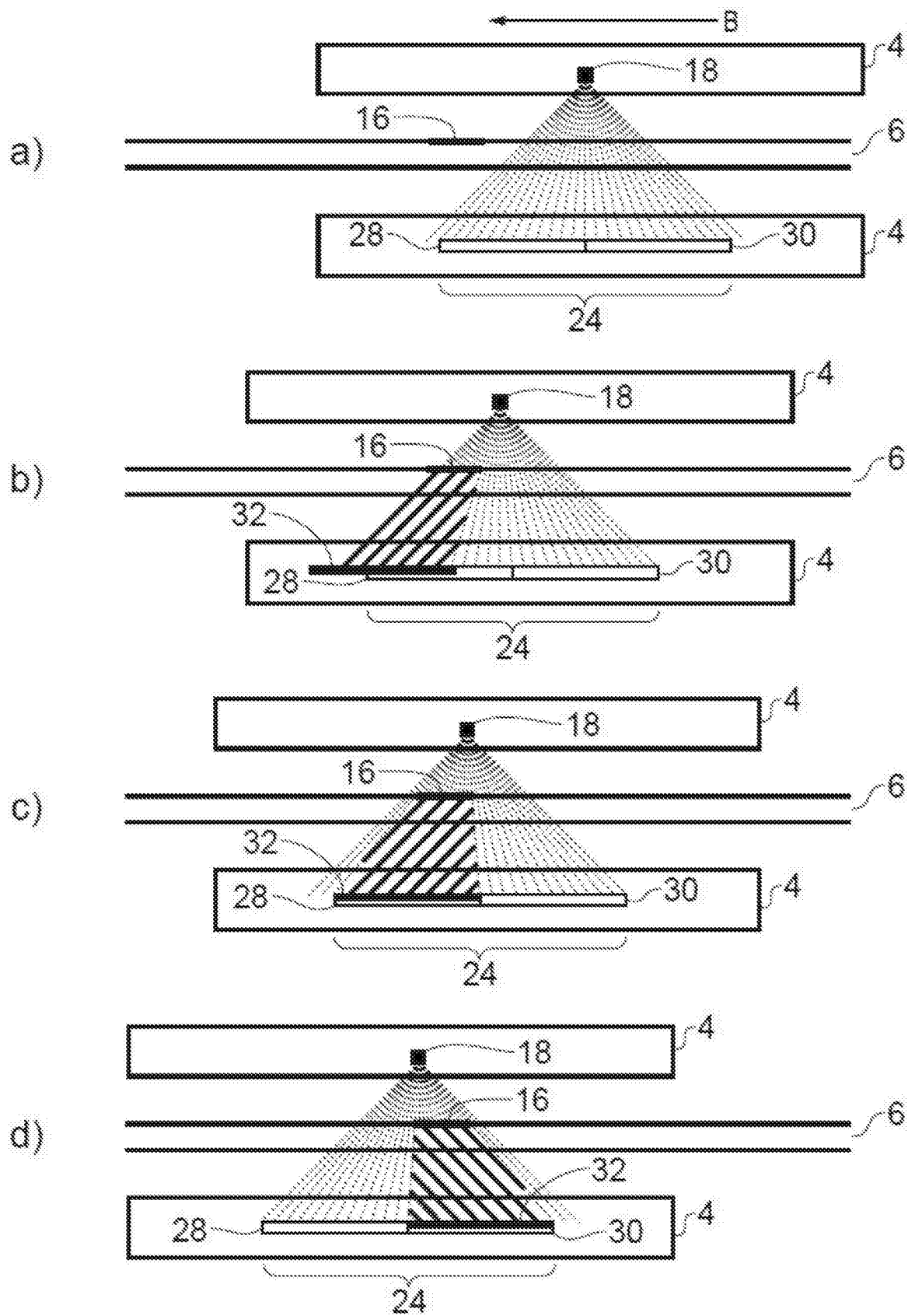


图3

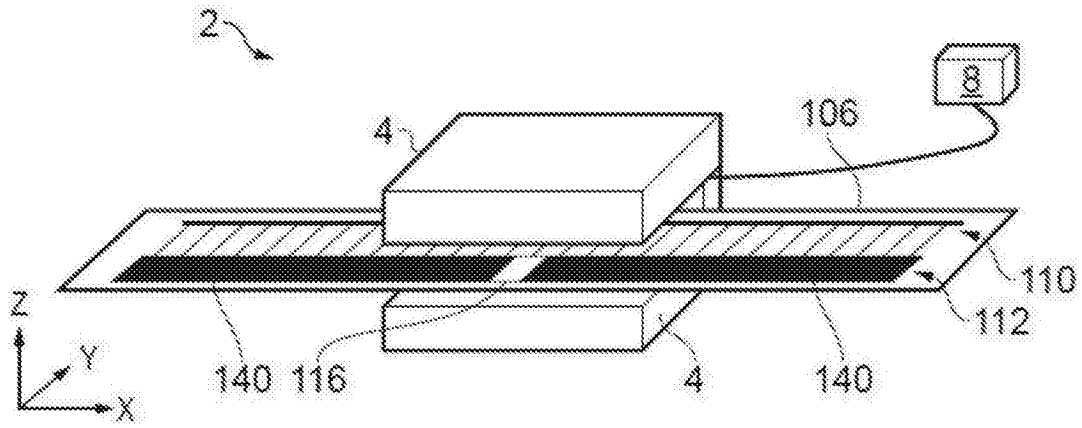


图5

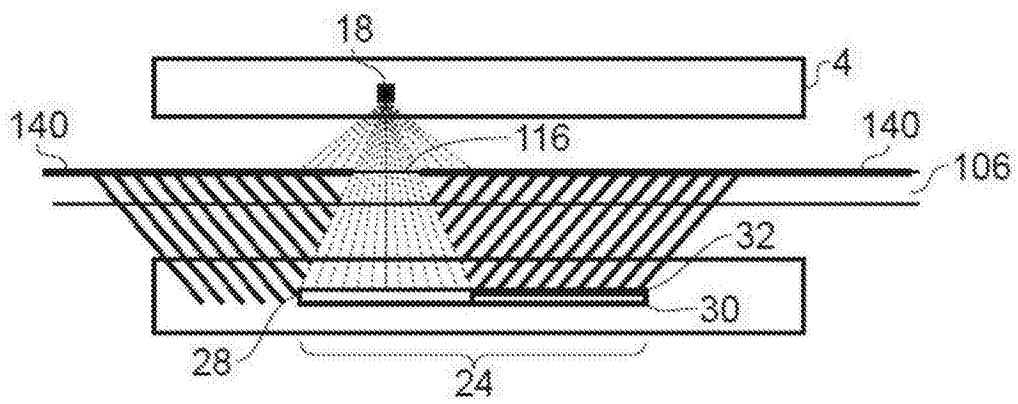


图6

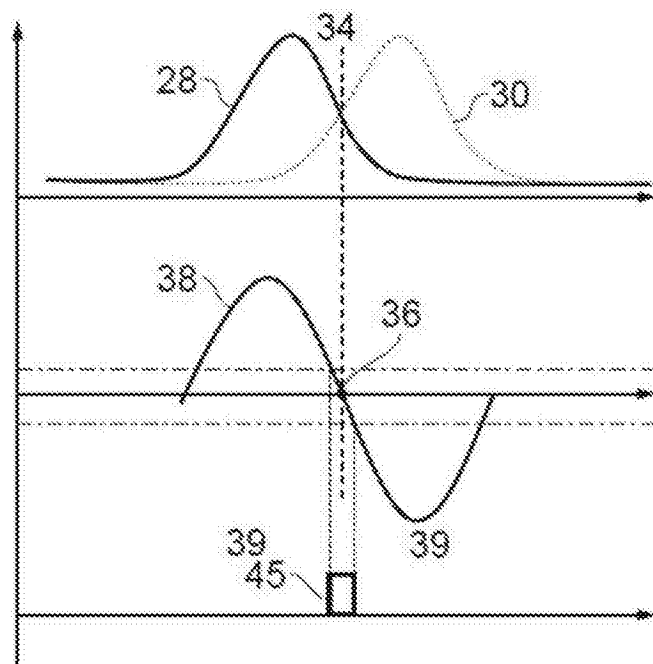


图7

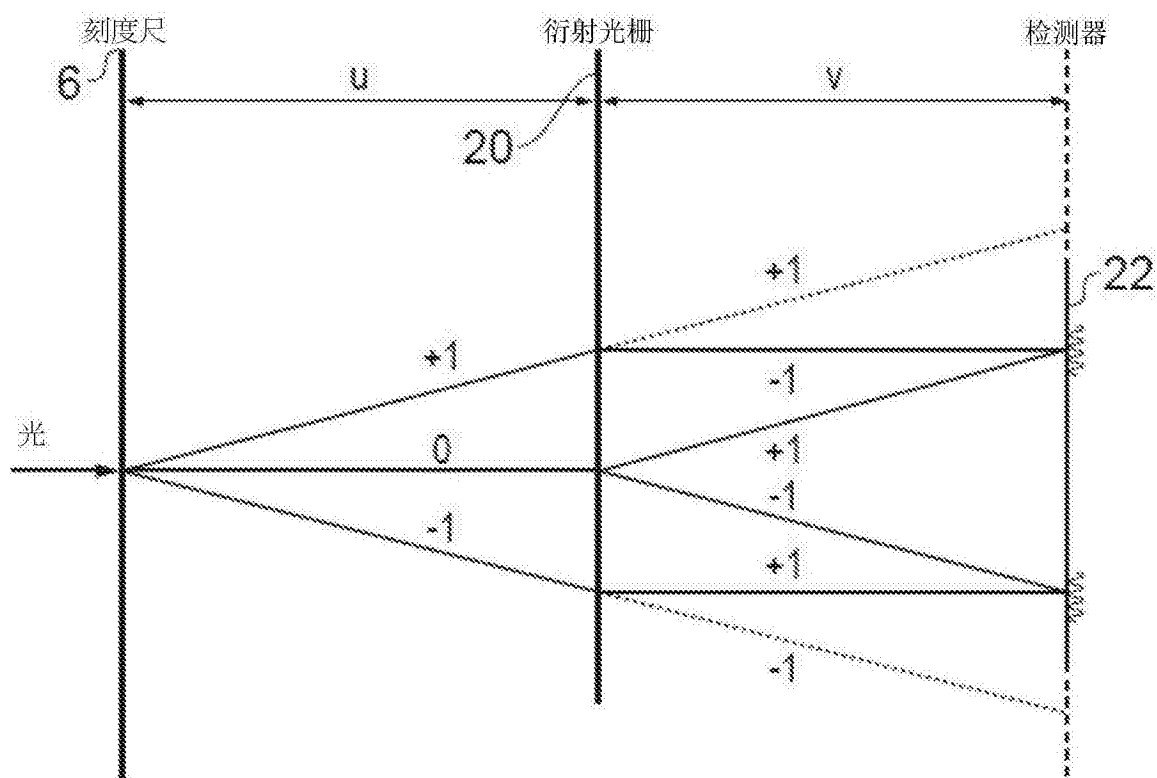


图8

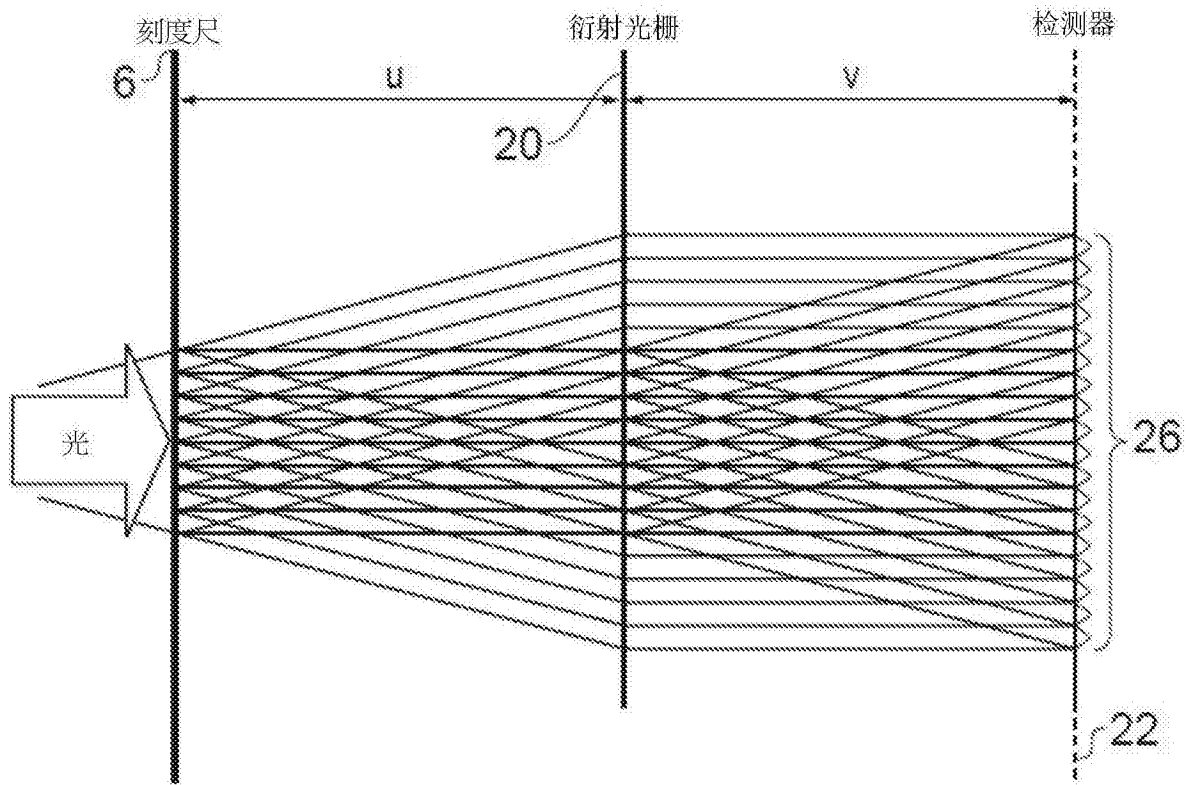


图9

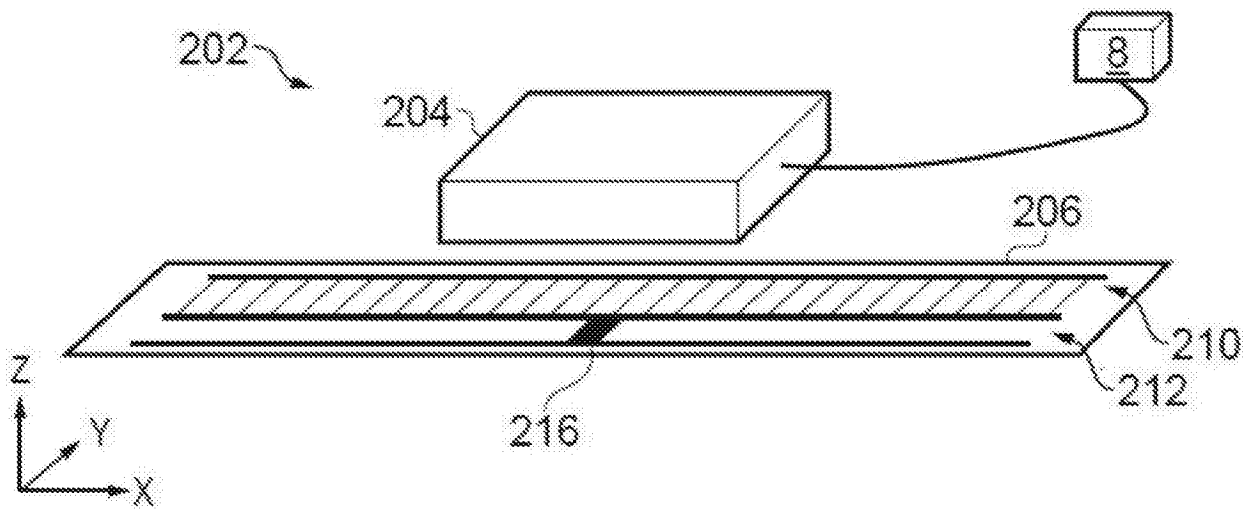


图10

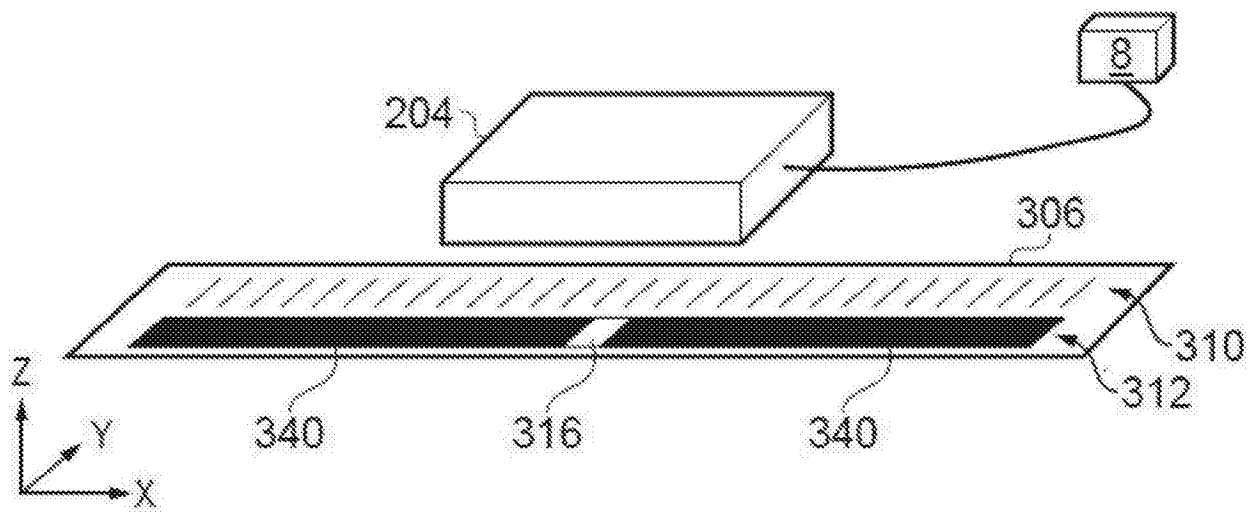


图11

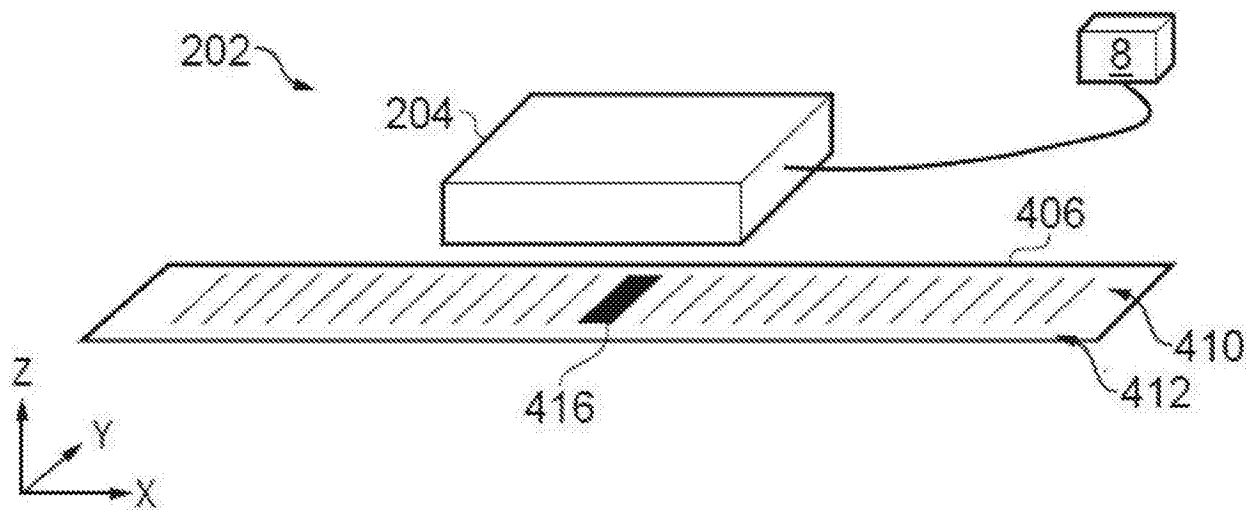


图12

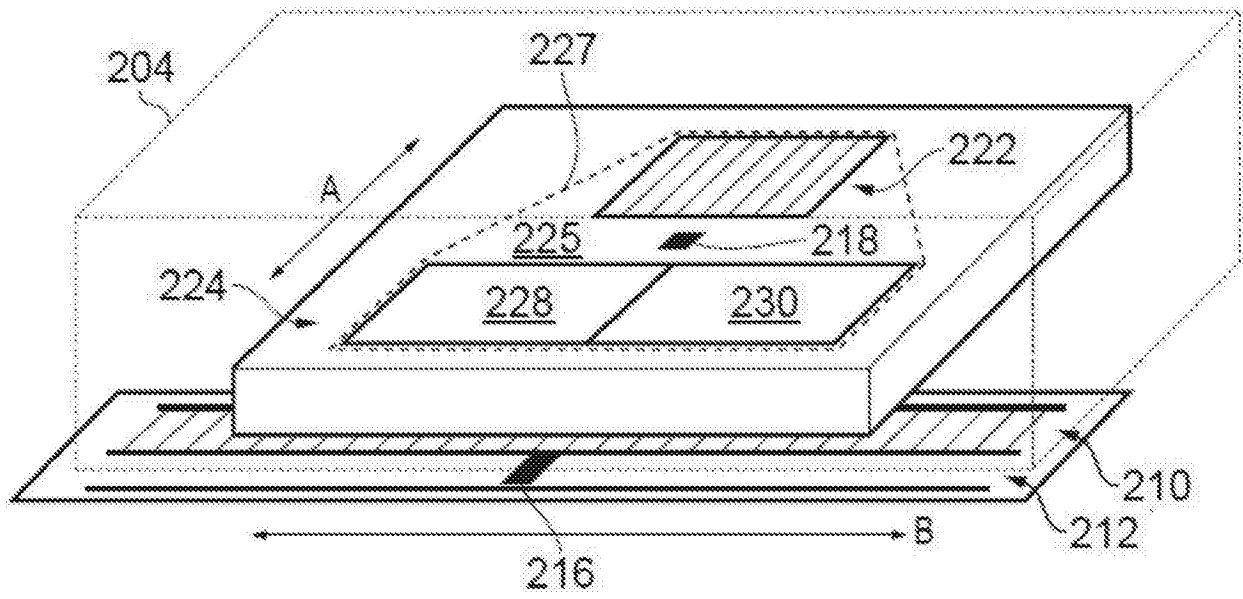


图13

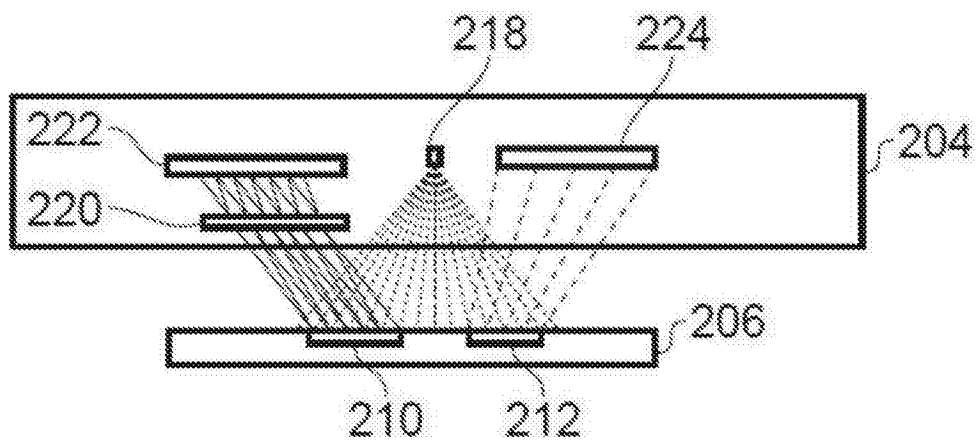


图14

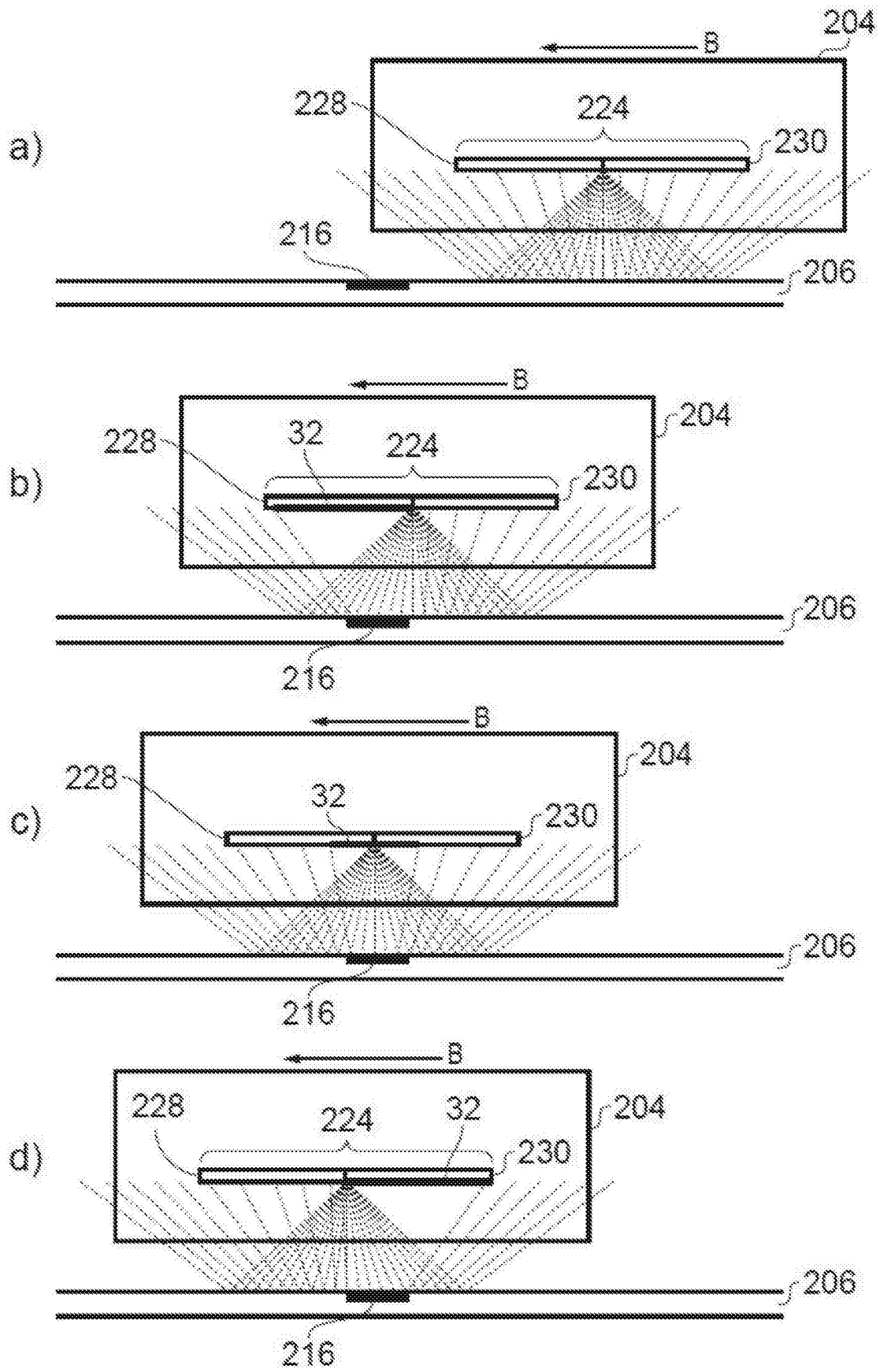


图15

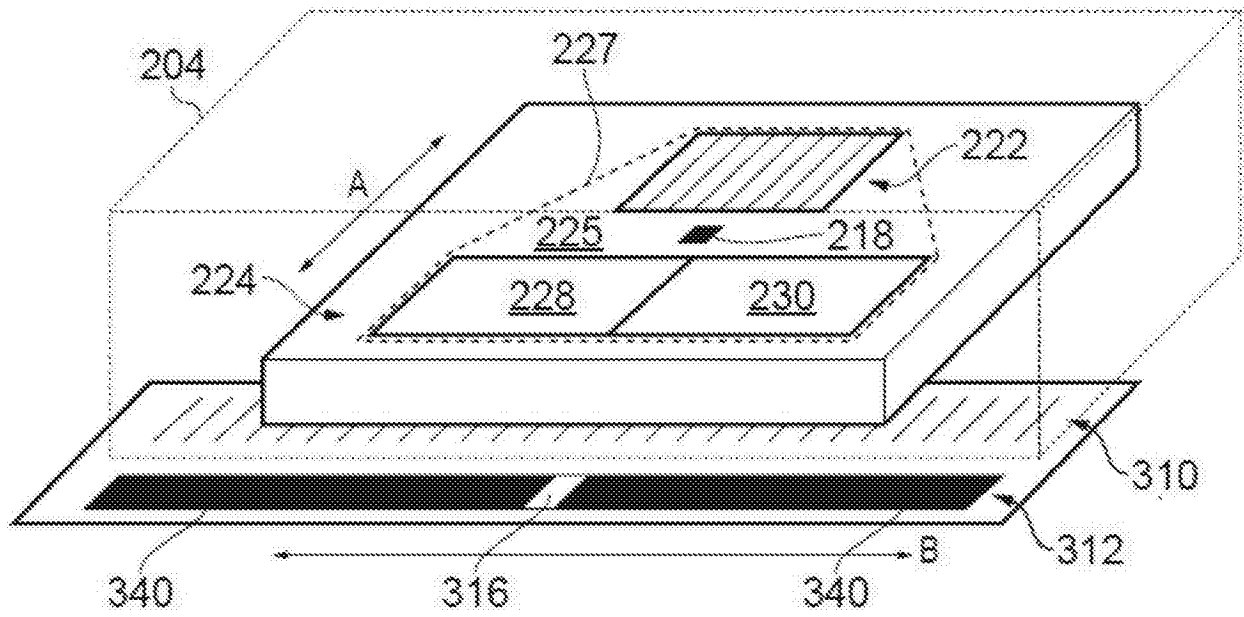


图16

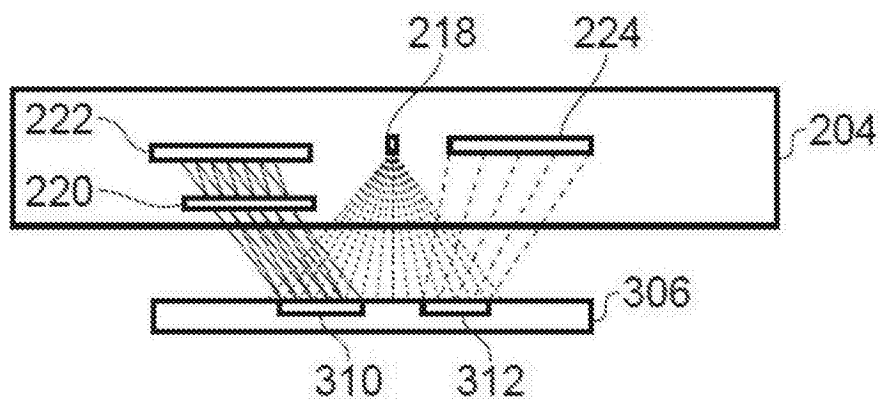


图17

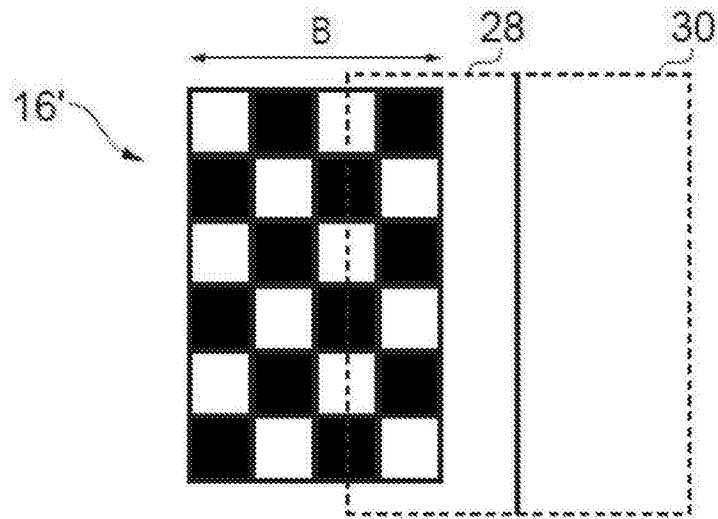


图22

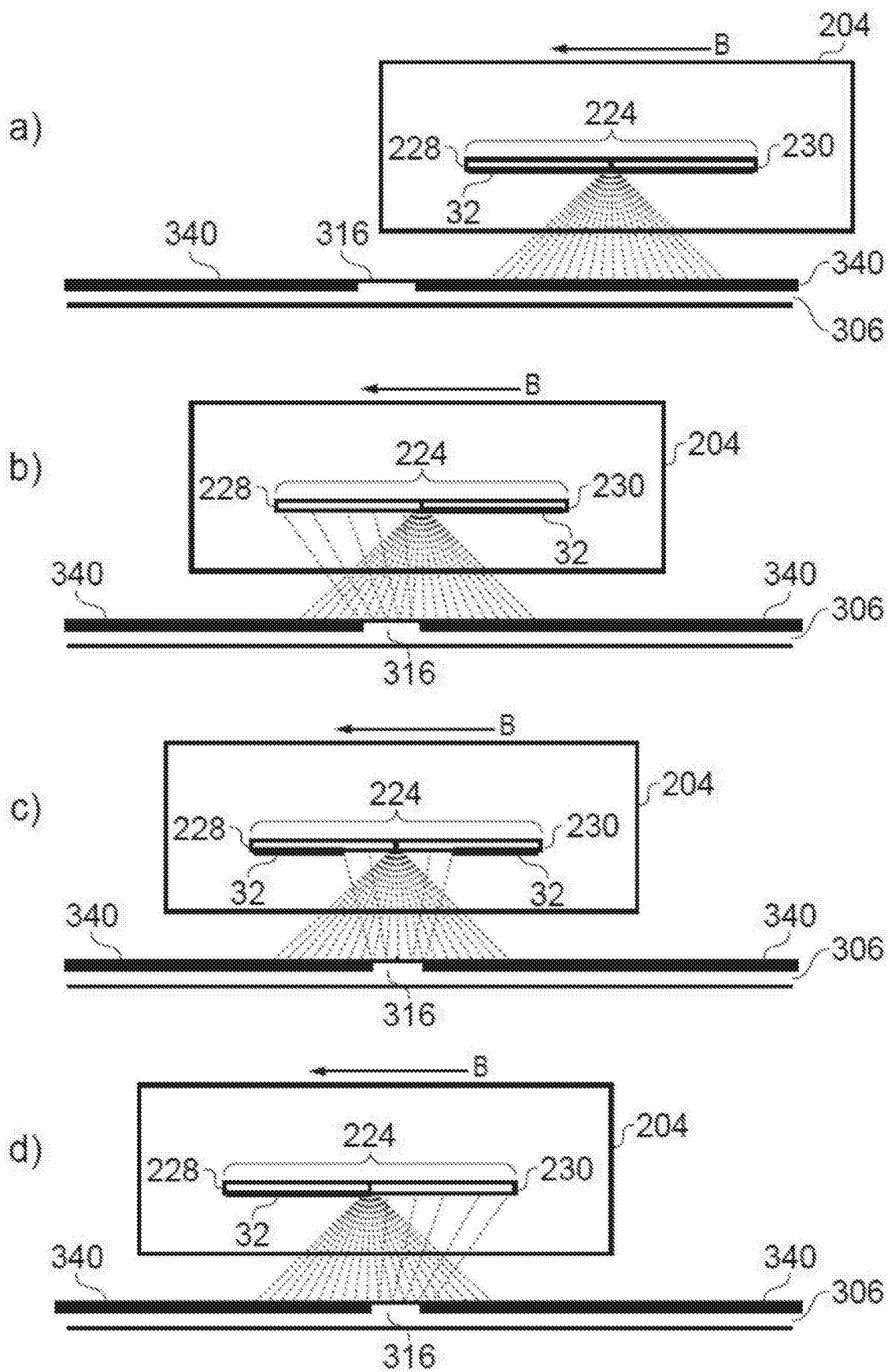


图18

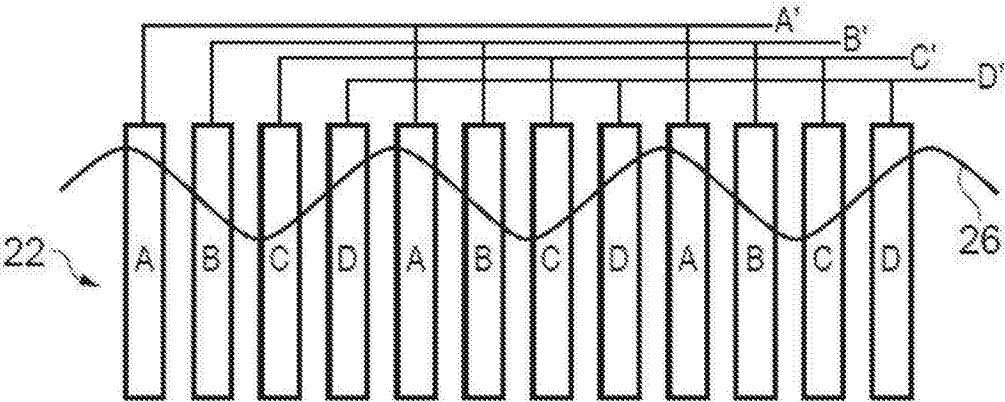


图19

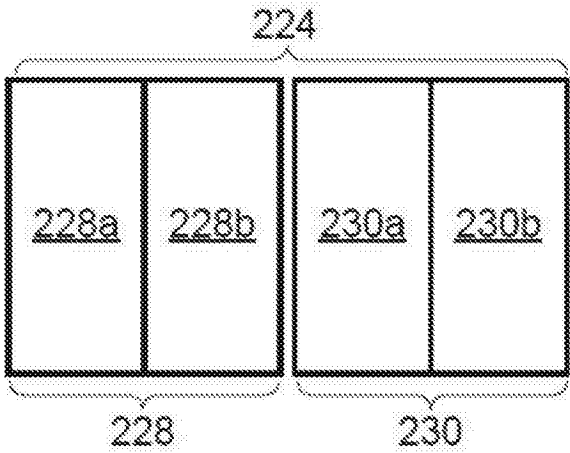


图20

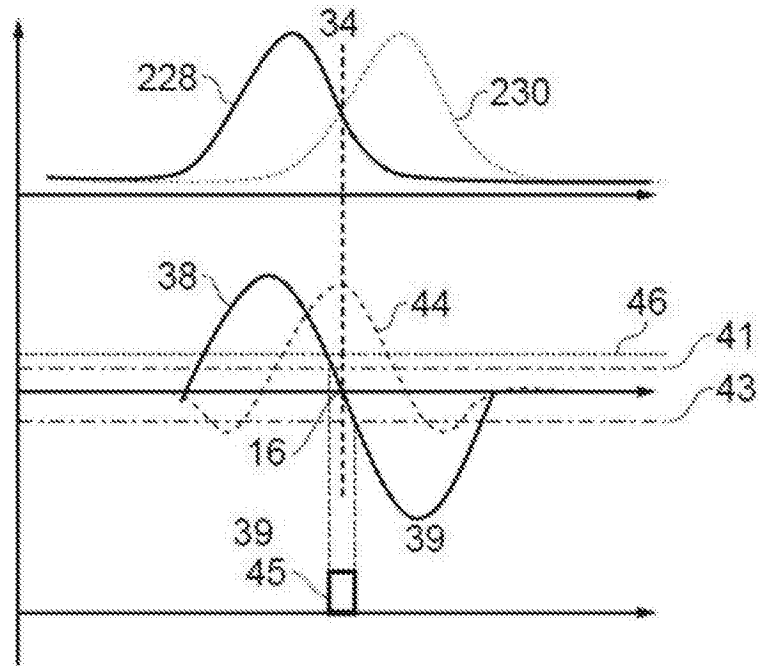


图21