



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104870934 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201380067126. 4

(22) 申请日 2013. 11. 04

(30) 优先权数据

102012224260. 0 2012. 12. 21 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/072925 2013. 11. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/095142 DE 2014. 06. 26

(71) 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 M. 路德 G. 诺比斯 J. 温伯米勒

V. 尤芬坎普

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李永波 宣力伟

(51) Int. Cl.

G01B 11/22(2006. 01)

G01B 11/245(2006. 01)

G01B 11/25(2006. 01)

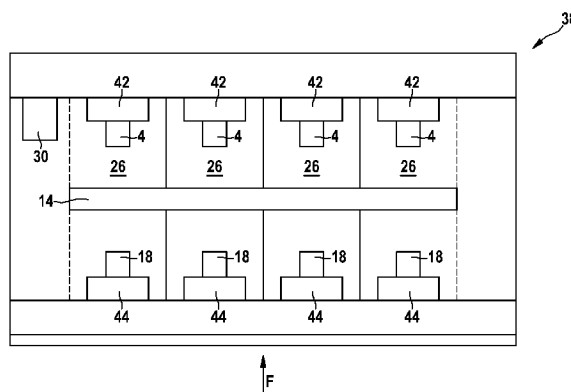
权利要求书2页 说明书19页 附图15页

(54) 发明名称

用于测量轮胎的胎纹深度的装置和方法

(57) 摘要

一种用于对轮胎(12)的胎面的胎纹进行测量的装置拥有多个测量模块(26),所述测量模块横向于所述轮胎(12)的滚动方向(F)来布置并且与一个共同的测评机构(30)相连接,其中每个测量模块(26)都具有至少一个照明机构(4)和至少一个图像拍摄机构(18),其中所述照明机构如此构成和布置,使得其在运行中将至少一条光线(6)投影到有待测量的胎纹上,并且其中所述图像拍摄机构构造用于拍摄有待测量的胎纹的、至少一个区域的至少一张图像。所述至少一个照明机构(4)和所述至少一个图像拍摄机构(18)如此构成和布置,使得所述照明机构(4)的照明方向与所述图像拍摄机构(18)的图像拍摄方向既不彼此平行地定向,也不正交于所述轮胎(12)的胎面定向。



1. 用于用测量模块(26)来对轮胎(12)的胎面的胎纹进行测量的装置,所述测量模块具有至少一个照明机构(4)和至少一个图像拍摄机构(18),其中所述照明机构(4)如此构成和布置,使得其在运行中将至少一条光线(6)投影到有待测量的胎纹上,并且其中所述图像拍摄机构(18)构造用于拍摄有待测量的胎纹的、至少一个区域的至少一张图像;

其中所述至少一个照明机构(4)和所述至少一个图像拍摄机构(18)如此构成和布置,使得所述照明机构(4)的照明方向与所述图像拍摄机构(18)的图像拍摄方向既不彼此平行地定向,也不正交于所述轮胎(12)的胎面定向,

其特征在于,

所述装置具有多个测量模块(26),这些测量模块横向于所述轮胎(12)的滚动方向(F)来布置并且与一个共同的测评机构(30)相连接。

2. 按权利要求1所述的装置,其中所述测量模块(26)的照明机构(4)相应地构造用于将包括多条光线(6)的图案投影到所述胎纹上,其中所述照明机构(4)尤其分别具有至少一个衍射的光学元件(46),所述光学元件构造用于产生这样的图案。

3. 按权利要求1或2所述的装置,其中所述照明机构(4)如此构成,从而对各条光线(6)进行了编码,使得其能够识别并且尤其能够明确地分配给所述测量模块(26)之一。

4. 按权利要求3所述的装置,其中所述编码包括一种空间上的编码、一种时间上的编码或者由这两种编码构成的组合。

5. 按前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述图像拍摄机构(18)分别具有至少一个光学元件(22、23)、尤其是柱面透镜,所述光学元件构造用于使所述图像拍摄机构(18)的图像拍摄区域变形、尤其用于平行于所述轮胎(12)的滚动方向(F)对所述图像拍摄区域进行压缩并且/或者横向于所述轮胎(12)的滚动方向(F)来扩大所述图像拍摄区域。

6. 按前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述图像拍摄机构(18)具有表面图像传感器(8),该表面图像传感器沿着其表面的两个方向具有不同的数目的像素并且该表面图像传感器如此布置,使得具有更多数目的像素的方向平行于所述车辆(10)的行驶方向(F)来布置。

7. 按权利要求2到6中任一项所述的装置,其中所述测量模块(26)并排地构成,并且其中直接相邻的测量模块(26)的、衍射的光学元件(46)以相对于彼此扭转的方式来定向,使得其产生不同地编码的光图案。

8. 按前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述测量模块(26)如此构成,使得所述照明机构(4)和所述图像拍摄机构(18)以沿着有待测量的轮胎(12)的滚动方向(F)彼此偏移的方式来布置。

9. 按前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述图像拍摄机构(18)的张角 ϕ 和所述照明机构(4)的光平面(5)的扇状角为 $\pm 20^\circ$,并且其中所述照明机构(4)的照明方向与所述图像拍摄机构(18)的图像拍摄方向之间的角度 δ 在 20° 到 45° 尤其是 40° 之间、。

10. 按前述权利要求中任一项所述的装置,该装置具有至少一个额外的传感器(28),该额外的传感器构造用于:探测轮胎(12)的靠近和/或对于胎纹的照明。

11. 用于用按前述权利要求中任一项所述的装置来对轮胎(12)的胎面的胎纹进行测量的方法,其中所述方法包括以下步骤:

使有待测量的轮胎(12)滚到所述装置上面;

用所述照明机构(4)来分别将至少一条光线(6)投影到所述有待测量的轮胎(12)的胎面上；

用所述图像拍摄机构(18)来分别拍摄所述胎面的、至少一张被反射的图像；

对所拍摄的图像中的光线(6)进行识别并且将其分配给所述照明机构(4)之一；

对所述光线的、所拍摄的图像进行测评,以便确定所述胎纹的深度。

12. 按权利要求 11 所述的方法,其中所述方法额外地包括确定所述轮胎(12)的速度并且在超过允许的最大速度时中断所述方法。

13. 按权利要求 11 或 12 所述的方法,其中所述方法额外地包括将所确定的胎纹深度与预先给定的极限值进行比较并且在所确定的胎纹深度低于所述预先给定的第一极限值时输出警告。

14. 按权利要求 11 到 13 中任一项所述的方法,其中所述方法额外地包括将为一根车轴的轮胎(12)确定的胎纹深度彼此进行比较并且在在一根车轴的轮胎(12)的胎纹深度之间的差低于预先给定的第二极限值时输出警告。

15. 按权利要求 11 到 14 中任一项所述的方法,其中所述方法额外地包括对成像参数、尤其是所述照明机构(4)的照明强度和 / 或所述图像拍摄机构(18)的整合时间进行优化。

用于测量轮胎的胎纹深度的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对至少一个轮胎、尤其是机动车轮胎的胎纹深度进行测量的一种装置和一种方法。

背景技术

[0002] 为了测量轮胎的胎纹深度,知道不同的、用于进行人工的或者自动的胎纹深度测量的方法、机械地或者无接触地测量的方法以及用于在车辆或者轮胎停止或者滚动时进行测量的方法。

[0003] 比如在 DE 197 05 047 A1 和 EP 1 394 503 B1 中说明了用激光扫描仪在辊式试验台中进行胎纹深度测量的三角测量法。

[0004] DE 43 16 984 说明了一种用于在停止状态中或者在驶到测量装置上时测量胎纹深度的方法。在此,沿着横向于所述轮胎的滚动方向的线条来移动布置在活动的滑座上的三角测量传感器。

[0005] WO 97/07380 A2 说明了将光隙法用一个或者多个光断面(Lichtschnitte)在从上面驶过时进行测量的情况,在从上面驶过时所述测量装置与所述车辆一起运动。

[0006] DE 1 809 459 说明了一种用于在从上面驶过时测量胎纹深度的光隙法。在此沿着一条单个的、平行于轮胎的旋转轴线的光线来测量所述胎纹深度。所述方法主要基于对于胎纹的、由倾斜入射的光源所产生的阴影的研究。

[0007] EP 04 69 948 A1 同样说明了一种用于对处于流动的交通中的机动车的胎纹深度进行自动的检测的装置。所述测量装置处于路面的下面。不是对横向于轮胎的滚动方向的光线而是对多个光点进行测量,并且根据所成像的点的亮度区别来推断出胎纹深度。为了提高精度,沿着行驶方向先后布置多个测量机构。

[0008] DE 10 2009 016 498 A1 公开了一种用于检测车辆轮胎的胎纹深度的方法,其中所述轮胎被安装在车辆上,对于该方法来说所述轮胎液到测量站上面或者放在所述测量站上。在至少一条横向于所述轮胎的滚动方向的测量线上以光学方式对轮胎的胎纹进行扫描,其中从光源上发出的扇形射束被传感器接收并且借助于三角测量法对所反射的扇形射束的信号进行测评。

[0009] DE 10 2006 062 447 A1 同样借助于光隙-三角测量法在轮胎在缝隙上面滚动的过程中测量胎纹的一个区域。该方法规定,借助于以较高的速度在胎面上滚动的棱柱来横向于车轮的滚动方向导引照明线(Beleuchtungsline)。通过平行地移动的照明行(Beleuchtungszeile),可以在处于所述缝隙上的轮胎表面相对于所述测量装置处于静止状态中时连续地并且以较高的密度对轮胎的整个断面进行扫描。

[0010] EP 0 469 948 B1、EP 1 952 092 B1 和 US 7 578 180 B2 说明了其它用于在从上面驶过时进行胎纹测量的三角测量法的变型方案。

发明内容

[0011] 本发明的任务是,提供用于对尤其是机动车的车轮的胎纹深度进行测量的、一种得到改进的装置和一种得到改进的方法,所述装置和方法适合于大量的轮胎宽度、具有较高的测量精度并且可以容易地操作或者执行。

[0012] 该任务通过一种按独立权利要求 1 所述的装置以及一种按独立权利要求 11 所述的方法得到解决。从属权利要求描述了一种按本发明的装置的以及一种按本发明的方法的可能的实施方式。

[0013] 按本发明的、用于对轮胎的胎面的胎纹进行测量的装置具有多个测量模块,所述测量模块横向于所述轮胎的滚动方向来布置并且与一个共同的测评机构相连接。每个测量模块都具有至少一个照明机构和至少一个图像拍摄机构,其中所述照明机构如此构成和布置,使得其在运行中将至少一条光线投影到有待测量的胎纹上,并且其中所述图像拍摄机构构造用于拍摄有待测量的胎纹的、至少一个区域的至少一张图像。所述至少一个照明机构和所述至少一个图像拍摄机构如此构成和布置,使得所述照明机构的照明方向与所述图像拍摄机构的图像拍摄方向既不彼此平行地定向,又不正交于所述轮胎的胎面定向。

[0014] 一种用于用按本发明的装置来测量轮胎的胎面的胎纹的方法包括以下步骤:

使有待测量的轮胎在所述装置上滚动;

在有待测量的胎纹在所述装置上滚动的过程中,用所述照明机构相应地将至少一条光线投影到所述胎纹上;

在所述胎纹在所述装置上滚动的过程中,用所述图像拍摄机构相应地拍摄所述胎纹的、至少一张被反射的图像;

在所拍摄的图像中对所投影的光线进行识别并且将其分配给所述照明机构之一;并且对所述光线的、所拍摄的图像进行测评,用于确定所述胎纹的深度。

[0015] 按本发明的装置和按本发明的方法能够用传统的结构元件、尤其是用市场通行的、成本低廉的表面图像传感器来稳健地并且舒适地测量具有几乎任意的宽度的机动车轮胎的胎纹深度。

[0016] 在一种实施方式中,所述测量模块的照明机构如此构成,使得其将包括多条光线的图案(Muster)投影到所述胎纹上。通过具有多条光线而不是一条唯一的光线的图案的使用,还可以进一步改进所述测量的稳健性以及所述测量结果的精度。

[0017] 在一种实施方式中,所述照明机构相应地具有至少一个衍射的光学元件(“DOE”),用于产生光图案。衍射的光学元件可以被设计得比常规的、用于产生光线图案的光学元件简单,产生均匀的强度分布,并且与比如光学的掩模不同的是,几乎完全利用入射的光束的能量。

[0018] 在一种实施方式中,所述照明机构如此构成,从而对各条光线进行编码,使得其能够明确地识别并且尤其能够明确地分配给所述测量模块之一。各条光线的可识别性是必要的,用于结合较大数目的光线来实现较高的测量精度。

[0019] 所述编码可以包括空间上的编码、时间上的编码或者由这两种编码构成的组合。空间上的编码比如可以通过合适地构成的、产生具有可变的线条间距的线条图案的、衍射的光学元件来实现。作为替代方案,也可以改变线条的宽度、线条图案和/或线条形状。

[0020] 作为替代方案或者补充方案,可以对所述线条进行时间上的编码,办法是:不是同时地而是以预先给定的时间上的次序将所述光线投影到所述胎纹上。

[0021] 在一种实施方式中,所述图像拍摄机构相应地具有至少一个光学元件,所述光学元件构造用于:使所述图像拍摄机构的图像拍摄区域在光学上变形,尤其是沿着滚动方向对其进行压缩并且/或者横向于所述轮胎的滚动方向使其扩大。通过这样的光学元件,可以最佳地利用所述表面图像传感器的预先给定的拍摄面,从而可以以保持相同的财务开销来改进所述测量的精度。作为光学元件,尤其可以使用柱面透镜。

[0022] 作为替代方案或者补充方案,可以改进对于所述图像传感器的拍摄面的利用情况,方法是:将通常矩形的表面图像传感器以旋转了 90° 的方式来布置,使得胎纹的、平行于轮胎的滚动方向伸展的方向沿着所述表面图像传感器的、具有较高数目的像点的方向被成像,其中沿着所述轮胎的滚动方向需要或者期望较高的分辨率。

[0023] 在一种实施方式中,所述测量模块如此构成,使得不同的测量模块的照明机构和图像拍摄机构沿着有待测量的轮胎的滚动方向相对于彼此偏移地、也就是说沿着所述轮胎的滚动方向先后布置。通过这样的偏移的布置方式,来可靠地防止一个测量模块的光线被投影到相邻的测量模块的测量区域中。在这种情况下,没有必要如此对所述光线进行编码,使得各个测量模块的光线可以彼此区分;因此所述各个测量模块的照明机构可以相同地构成。除此以外,借助于沿着车辆的行驶方向先后布置的测量模块可以测定车辆的速度,而为此不需要额外的传感器。

[0024] 在一种实施方式中,所述彼此直接相邻的测量模块的、衍射的光学元件以相对于彼此扭转的方式来布置,使得彼此搭接的、由彼此直接相邻的测量模块的照明机构产生的光图案(Lichtmuster)被不同地编码。根据不同的编码,可以将所述光图案明确地分配给所述测量模块之一。如果比如在第一测量模块中如此构成并且布置一个衍射的光学元件,使得由其产生的光线的间距沿着车辆的行驶方向从后往前扩大,那么一个直接相邻的第二测量模块的、相同地构成的、衍射的光学元件就以旋转了 180° 的方式来如此布置,使得由所述衍射的第二光学元件产生的光图案的、光线的间距沿着车辆的行驶方向从后往前减小。

[0025] 而后与所述第二测量模块相邻的第三测量模块的、衍射的光学元件又沿着与所述第一测量模块的衍射的光学元件相同的定向来布置,而后第四测量模块的衍射的光学元件又拥有与所述第二测量模块的衍射的光学元件相同的定向等等。通过这种方式,直接相邻的测量模块的、光图案的、彼此搭接的区域具有不同的线条间距,使得所述线条在整个车辆宽度的范围内可以明确地被分配给所述测量模块之一。

[0026] 在一种实施方式中,所述照明机构沿着一种方向将所述光线投影到所述轮胎上,这种方向与所属的图像拍摄机构的图像拍摄方向之间的角度为 20° 到 45° 尤其 40° 。处于 20° 到 45° 的范围内的角度代表着尽可能高的测量精度与尽可能小的光晕之间的、较好的折衷方案,所述测量精度和所述光晕都随着在所述照明机构的投影方向与所属的图像拍摄机构的图像拍摄方向之间的角度的变大而增加。

[0027] 在一种实施方式中,所述图像拍摄机构的张角为 $\pm 20^\circ$ 。在假设用于典型的轿车新轮胎的 4mm 槽宽和 8mm 的槽深的前提下,在考虑到所出现的光晕的情况下,所述具有 $\phi = \pm 20^\circ$ 的有效的张角的、图像拍摄机构 18 的设计已经证实比较合适。

[0028] 在一种实施方式中,所述装置具有至少一个额外的传感器,该传感器构造用于:对轮胎的接近和/或对于胎纹的照明进行探测。这样的额外的传感器能够在车辆接近时及时地将所述装置置于测量状态中。在已知所述额外的传感器离开所述测量装置的间距的情况

下,除此以外可以确定所述车辆的接近速度。通过这种方式可以可靠地确定,可能的错误测量是否可能应该归因于车辆的太高的行驶速度。

[0029] 在一种实施方式中,按本发明的方法包括确定轮胎的速度并且在超过允许的最大速度时中断所述方法这些步骤。通过这种方式,可以可靠地避免由于车辆的太高的速度而产生的错误测量。

[0030] 在一种实施方式中,按本发明的方法额外地包括将所检测到的胎纹深度与预先给定的极限值进行比较并且在所确定的胎纹深度低于所述预先给定的第一极限值时输出警告这些步骤。通过这种方式,在至少一个轮胎的胎纹深度低于最小允许的最小胎纹深度(第一极限值)时可靠地警告车辆的驾驶员。

[0031] 在一种实施方式中,按本发明的方法也包括将一根车轴的轮胎的胎纹深度彼此进行比较并且在在一根车轴的轮胎的胎纹深度之间的差低于预先给定的第二极限值时输出警告这些步骤。通过这种方式来可靠地向车辆的驾驶员指出可能的、导致轮胎的不同的磨损的底盘问题。

[0032] 在一种实施方式中,按本发明的方法额外地包括对图像参数进行优化的步骤,所述图像参数尤其包括所述照明机构的照明强度和/或所述图像拍摄机构的整合时间(Integrationszeit)。通过这种方式来实现这一点:始终用几乎最佳的成像参数来实施所述方法,用于实现成像的尽可能高的质量并且因此达到较高的测量精度。

[0033] 概括地讲,本发明在所描述的实施方式中尤其具有以下优点:

通过在每个车辆侧上使用多个测量模块的方式,也为较大的测量宽度、比如 1200mm 到 1800mm 的轿车轮距、1600mm 到 2100mm 的载货货车轮距乃至具有双胎的运输汽车和载货车来说也保证了横向于轮胎的滚动方向保证了最佳的成像几何形状,使得所述方法和所述装置能够用于各类轿车,不过也能够用于载货车、公共汽车并且用于多车轴的车辆。

[0034] 所建议的模块化的构造能够容易地提供具有与相应需求相匹配的、任意大小的、无间隙的测量宽度的测量系统。

[0035] 本发明提供一种稳健的解决方案,该解决方案也胜任恶劣的检查条件。所述装置没有活动的部件并且由此避免活动的部件的磨损。

[0036] 通过所建议的、安装到车行道中、安装在车行道上面或安装到通过门槛(Überfahrschwelle)中的方式,按本发明的装置可以容易地用在大量的位置上,也比如包括用在比如维修点、加油站、Drive-In(驶入式单位)、Drive-Thru(通过式单位)、停车场的入口处中。

[0037] 通过在滚动的车辆(车轮)上进行的测量,来提供一种对于测量单位的运营商来说并且对驾驶员来说舒适的解决方案。

[0038] 从下方进行测量,由此将环境的、潜在干扰的光线影响降低到最低限度。波动的环境光(白天、夜晚、太阳、云层、...)通过最佳的照明得到补偿。通过对于照明强度及整合时间的调整来避免曝光不足和曝光过度。通过相对于轮胎表面的正交直线以较大的角度来布置所述图像拍摄机构以及所述照明机构这种方式来可靠地避免可能会歪曲测量结果的、干扰性的反射。

[0039] 通过从下方通过所述装置的缝隙在轮胎支承面中进行测量的方式,来避免由于在受到负荷的支承面中的胎纹变形引起的测量误差。

[0040] 在此不需要额外的、由于对于不同的轮胎直径来说相对于轮胎表面的正交直线不同的测量角而引起的校正方法。

[0041] 所述测量似乎是在静态地停止的车轮上进行，由此避免由于运动模糊引起的测量误差。

[0042] 在此达到较高的测量精度。通过较大数目的、被投影到轮胎表面上的线条的产生来达到较高的扫描密度，所述较高的扫描密度能够可靠地识别被集成到所述胎纹中的胎面摩擦传感器以及在所述轮胎的胎纹槽中的物体（比如被夹住的小石子），所述胎面摩擦传感器以及所述物体可能会歪曲测量结果。通过对于所述光线的编码，也可以在所述光线之间的间距较小的情况下可靠地分配所反射的光线的图像并且对其进行测评。

[0043] 以红绿灯的形式并且额外地以口头上的、用于驾驶员的操作建议的形式来显示出所述测量结果，这使得可操作性变得容易并且在测量结果进行评估时避免差错。

附图说明

[0044] 下面借助于附图来对本发明的实施例进行详细解释。

[0045] 图 1 是这里所使用的、用于进行胎纹深度测量的测量原理的示意图；

图 2 是用于进行胎纹深度测量的测量地点的、示意性的透视图；

图 3 是用于测量胎纹深度的装置的、示意性的侧视图；

图 4a 是所述轮胎的中心的、正交于车辆的行驶方向垂直于车行道的平面的剖面；

图 4b 是图 4a 的放大的截取部分；

图 5 是具有胎纹槽的轮胎的截取部分以及光晕的几何上的关联；

图 6 是用于用四个图像拍摄机构来进行胎纹深度测量的装置的剖面；

图 7a 和 7b 是表面图像传感器的、通过一种失真的光学的成像来实现的、得到改进的利用情况；

图 8a 和 8b 是表面图像传感器的、通过一种作为替代方案的、失真的光学的成像来实现的、得到改进的利用情况；

图 9 是一种图表，该图表作为所投影的光线的数目的函数示出了错误测量的份额；

图 10 是用光线进行的测量，所述光线的、相对于相应相邻的光线的间距有变化；

图 11 是用于在车行道中或者在车行道上横向于机动车的行驶方向来测量胎纹深度的装置的示意图；

图 12 是布置在通过槽中的、用于测量胎纹深度的装置的、侧面的剖视图；

图 13 是具有四个在通过槽中并排地布置的、相同的、拥有一条共同的缝隙的测量模块的、测量装置的俯视图；并且

图 14 是具有四个在通过槽中并排地布置的测量模块的测量装置的俯视图，所述测量模块分别以相对于彼此扭转了 180° 的方式来布置。

具体实施方式

[0046] 图 1 以示意图示出了用于借助于光隙 - 三角测量法在轮胎 12 上进行胎纹深度测量的测量原理连同所述轮胎 12 的、具有五条纵槽 R1、R2、R3、R4、R5 的胎纹的简化的图示。

[0047] 局部坐标系 K 如此定向，使得所述胎纹的深度伸展度平行于所述局部坐标系 K 的

Z 轴定向。

[0048] 照明机构 4 将至少一条光线 6 投影到所述轮胎 12 的、设有胎纹的胎面上。图像拍摄机构 18 设有在图 1 中未示出的物镜并且设有表面图像传感器 8 (比如 CCD 或者 CMOS 图像传感器)。通过所述照明机构 4 与图像拍摄机构 18 之间的不同的透视图以及所述轮胎胎面与槽底之间的深度差别来将被投影到所述胎纹上的光线 6 以相对于彼此偏移的线条区段 6a 的形式成像在所述图像拍摄机构 18 的表面图像传感器 8 上。

[0049] 图 2 示出了具有车行道 16 的测量地点,在所述车行道 16 中在沿着行驶方向 F 接近的车辆 10 的轮辙中构造了两条缝隙 14。在所述车辆 10 以其车轮或者轮胎 12 驶到所述纵长的缝隙 14 中的至少一条缝隙上的过程中进行测量,所述缝隙构造在所述车行道 16 中并且以其纵向伸展度横向于所述机动车 10 的轮胎 12 的滚动方向来定向。

[0050] 所述缝隙 14 横向于所述车辆 10 的行驶方向 F 具有一定的伸展度(长度)L,该伸展度至少相当于有待测量的轮胎 12 的、最大支承面的宽度。但是,应该额外地考虑到有待测量的车辆 10 的轮距的变化,用于能够自动地测量尽可能大的数目的不同的车辆类型。如果所述测量装置也应该适合于营运汽车,则尤其应该考虑到具有或者没有双胎的运输汽车及载货车的轮距及轮胎宽度的变化。

[0051] 所述缝隙 14 的、平行于行驶方向 F 的宽度 B 一方面应该选择得明显小于典型的轮胎 12 的、最小的支承面,另一方面也应该如此选择所述缝隙 14 的宽度 B,使得行驶舒适性没有由于从上面行驶而不舒服地受到不好地影响。

[0052] 所述缝隙 14 能够使人在有待检查的轮胎 12 的胎面的、未受到负荷的部分区域中实施对于胎纹深度的测量。这具有以下优点:避免了由于轮胎材料的、通过车辆 10 的车轮负荷必然引起的挤压而在所述轮胎 12 的支承面中产生的测量误差。

[0053] 除此以外,在所述轮胎 12 的支承面的区域中的测量似乎相当于在静止位置中的测量,因为所述轮胎 12 的胎面的每个点都在车行道 16 上滚动的过程中沿着具有所述轮胎 12 的速度在支承点中为零的物理特征的旋轮线运动。这具有以下优点:不存在由于运动模糊引起的额外的测量不可靠性。

[0054] 从下面通过缝隙 14 来测量立起的胎纹的另一优点在于,通过所述车辆 10 的车身以及所述轮胎 12 本身将环境光大部分遮住,并且所述测量由此在很大程度上不取决于变换的环境条件(比如白天、夜晚、太阳、云层、...)。

[0055] 为了在维修点、加油站或者停车场及类似场所的驶入口在假设最大 15km/h 的速度的情况下测量具有处于 1200mm 与 1800mm 之间的轮距的轿车,比如在每个车辆侧上具有处于 500mm 与 700mm 之间的长度 L 以及处于 30mm 与 50mm 之间的宽度 B 的缝隙 14 已经证实是比较合适的。在接下来的描述中,示范性地假设 L=700mm 的缝隙长度以及 B=50mm 的缝隙宽度。

[0056] 如此布置所述照明机构 4 以及所述图像拍摄机构 18,使得所述图像拍摄机构的测量区域与在所述车行道 16 中的缝隙 14 相称。所述测量原理在对象(轮胎 12)、照明机构 4 与图像拍摄机构 18 之间要求固定的、不变的分配关系。通过所述在所述车行道 16 中的缝隙 14 来测量所述轮胎支承面的、未受到负荷的部分区域,这一点保证,所述胎纹的深度伸展度、换句话说所述轮胎 12 的法向量 n 对于每个轮胎 12 来说在测量的时刻都具有相同的定向。在这种装置中也可以对所述测量系统进行校准。

[0057] 图 3 以示意性的侧视图示出了一种用于对胎纹深度进行测量的装置。角度 δ 表示平面 5 与在对象点 P 上的成像平面 7 之间的角度,其中在所述平面 5 中光线由所述照明机构 4 投影到所述胎纹上。

[0058] 所述光隙三角测量法的精度取决于成像几何形状(成像比例尺、空间射线的交角)以及线点测定的、被称为点测量精度 spx 的质量。所述点测量精度 spx 不仅取决于用于对光线 6 进行探测的图像测量算法,而且也包括由于表面纹理、反射或者照明的 Speckle(散斑)效应引起的测量不可靠性。在最佳的条件下并且在所述表面图像传感器 8 上的所成像的光线 6 的宽度在几个像素的范围内延伸时,可以通过内插法来达到 1/3 像素的子像素 - 测量精度。公式(1)能够对光学的 3D 三角测量系统的深度测量精度 dZ 进行估算,

$$dZ = \frac{spx \times mb \times ps}{\tan(\delta)} \quad (1)$$

在此

mb :对象空间与像空间之间的成像比例

ps :以 mm 计的传感器像素的大小

δ :光线平面 5 与在对象点 P 上的成像射束 7 之间的交角。

[0059] 从公式(1)中可以看出,测量精度随着角度 δ 的增加而上升。出于实际上的原因、比如对于可供使用的结构空间的限制以及如下面要讨论的那样在角度 δ 太大时对于不平的对象来说可能有些区域被遮住的危险,所述装置通常被设计到处于 20° 与 45° 尤其 40° 之间的角度 δ 。

[0060] 所述照明机构 4 及图像拍摄机构 18 的、在图 3 中示出的布置方式额外地具有以下优点:所述机构 4、18 较好地受到保护,以防止可能通过所述缝隙 14 落下的脏物。

[0061] 所述照明机构 4 如此定向,使得所述光线 6 平行于或者几乎平行于所述缝隙 14 的纵侧横向于所述车辆 10 的行驶方向 F 或者横向于所述轮胎 12 的滚动方向被投影到其胎面上。

[0062] 图 4a 示出了所述轮胎 12 的中心的、正交于所述车辆 10 的行驶方向 F、垂直于所述车行道 16 的平面的剖面。所述轮胎 12 的胎纹示范性地以简化的形式用五条纵槽 R1、R2、R3、R4、R5 的示出。由(在图 4a 中未示出的)照明机构 4 投影到所述轮胎 12 的胎纹上的光线 6 被所述图像拍摄机构 18 的表面图像传感器 8 所拍摄。

[0063] 图 4b 中的胎纹的放大的图示表明,在取决于所述槽 R1、R2、R3、R4、R5 的宽度和深度的情况下在给所述光线 6 投影时随着所述图像拍摄机构 18 的张角 ϕ 的增大而出现光晕 20,所述光晕自特定的张角 ϕ 起使胎纹深度测量成为不可能,因为所述槽 R1、R2、R3、R4、R5 的底部未被照亮或者仅仅未充分地被照亮。

[0064] 图 5 示出了具有胎纹深度 R1 的轮胎 12 的截取部分以及所述光晕 20 的几何上的关联。

[0065] 在此作为槽宽、胎纹深度及张角 ϕ 的函数编制了关于所产生的、以槽宽的百分比计的光晕 20 的、表格式的总览,该总览示出,所述光晕 20 对于 8mm 的槽深来说被限制到最大 27%,

槽	$\phi[^\circ]$	槽深[mm]		
		1.6	4.0	8.0
R1	+20	85%	64%	27%
R2	+10	93%	82%	65%
R3	0	100%	100%	100%
R4	-10	93%	82%	65%
R5	-20	85%	64%	27%

在假设典型的轿车新轮胎的 4mm 的槽宽和 8mm 的槽深的情况下,具有有效的、 $\phi = \pm 20^\circ$ 的张角的测量系统的设计已经证实比较合适。

[0066] 对于相关的胎纹槽 R1、R2、R3、R4、R5 的测量虽然通过所述光晕 20 受到限制,但是又可以通过额外的边界条件得到改进:

一方面,所述胎纹深度越小也就是所述胎纹被磨损得越厉害,所述光晕 20 的规模就越小。由此,所述胎纹深度越接近在法律上预先规定的最小深度的、临界的警告值或者低于这个临界的警告值,测量精度就越得到提高。

[0067] 此外,所述测量精度也可以通过被投影到所述胎纹上的光线 6 的数目的提高来得到提高。不是用唯一的光线 6 来测量完整的槽底,而是四条光线 6 用仅仅 25% 能够测量的槽底来为这条槽提供在理论上相同的测量结果。由于可预料的、带有误差的测量,如下面要解释的那样,明显更大数目的光线 6 是有利的。

[0068] 典型的轿车胎纹深度通常具有纵槽以及斜向于所述纵槽伸展的辅助槽,所述纵槽和辅助槽形成系统性地反复的、具有 4mm 到 8mm 的大小的条块。为了能够在所述图像拍摄机构 18 的图像中可靠地探测到这种数量级的结构,要选择具有至少 2-3 个像素/mm 的分辨率。因此,通过缝隙长度 L 来限定的、700mm 的测量范围的成像对于 3 个像素/mm 来说至少沿着所述表面图像传感器 8 的图像拍摄表面的方向具有 2100 个像素的分辨率的表面图像传感器 8。

[0069] 在市场上能够获得相应的表面图像传感器 8。但是,在市场上能够成本低廉地获得的表面图像传感器 8 具有以下缺点:它们要么比较昂贵,要么只能以较低的拍摄频率来拍摄图像。典型的轿车轮胎 12 拥有大约 2000mm 的周长以及大约 100mm 的轮胎印迹长度(轮胎支承面的长度)。在为最大 15km/h 的通过速度设计所述测量系统时,通过缝隙 14 来能够在大约 0.025 秒的时间里看到用于所述图像拍摄机构 18 的胎纹,从而必须为每秒至少 40 张图像的频率来设计所述图像拍摄机构 18。

[0070] 对于用于从下方通过缝隙 14 来进行胎纹深度测量的、市场上常见的表面图像传感器 8 的、所规定的使用来说,还麻烦地加进以下这一点:为了用具有较高的分辨率的表面图像传感器 8 来遵守 $\pm 20^\circ$ 的最大的张角,需要大约 1 米的、在胎纹与所述表面图像传感器之间的间距 D(拍摄间距)。这样的拍摄间距要求具有相应的大小的结构空间或者其它的设计上的措施。

[0071] 因此,作为较大的结构空间的替代方案可以规定,沿着所述缝隙 14 的纵向方向 L 横向于所述车辆 10 的行驶方向 F 并排地布置多个比较便宜的图像拍摄机构 18,所述图像拍摄机构的表面图像传感器 8 虽然拥有较小的分辨率但是拥有足够高的拍摄频率。

[0072] 图 6 示范性地示出了一种这样的、具有四个图像拍摄机构 18 的装置,所述图像拍摄机构分别设有一个可以在大市场上获得的、拥有尺寸 $7.5 \mu\text{m} \times 7.5 \mu\text{m}$ 以及 640×480 像素

的传感器规格的表面图像传感器 8, 所述表面图像传感器可以每秒钟以高达 60 张图像的拍摄频率来拍摄符合标准的图像。所述拍摄间距 D1 在这样的装置中减小到大约 240mm, 并且产生 mb~36 的成像比例尺。

[0073] 用从光学的 3D 测量技术中所知道的公式(1), 可以以如下方式来估算可预料的、用于胎纹测量机构的深度测量精度:

$$dZ = \frac{spx \times mb \times ps}{\tan(\delta)} = \frac{0.3 \text{ pixel} \times 36 \times 0.0075 \text{ mm / pixel}}{\tan(40^\circ)} = 0.1 \text{ mm}$$

这种估算表明, 用如在图 6 中所示出的那样的装置也可以实现为相应的测量系统所规定的 $\pm 0.2 \text{ mm}$ 的测量精度, 即使子像素测量精度 spx 由于干扰效应会变差。

[0074] 从所述表面图像传感器 8 的规格、所述张角 $\phi \pm 20\%$ 以及所述拍摄距离 D1=240mm 中产生大小 175mm*130mm 的、矩形的目标窗口。因为所述缝隙 14 的宽度 B 仅为 50mm, 所以如可以在图 7a 中看出的那样所述表面图像传感器 8 的、可用的图像拍摄表面的差不多三分之二未被利用。

[0075] 这种缺点可以通过附加的线性的镜组 22、比如布置在所述表面图像传感器 8 与所述缝隙 14 之间的光路 7 中并且仅仅沿着一种空间方向拥有折光力的柱面透镜 22 来得到补救。

[0076] 图 7b 示出了一种这样的、处于所述图像拍摄机构 18 的光路 7 中的柱面透镜 22, 该柱面透镜对所述表面图像传感器 8 的、沿着行驶方向 F 的视野进行压缩并且由此将沿着所述缝隙 14 的宽度 B 的方向的分辨率有利地提高到大约 10 个像素 /mm。

[0077] 一种作为替代方案的方案规定, 将所述图像拍摄机构 18 的表面图像传感器 8 的、非正方形的图像规格通过旋转 90° 的方式以其较高的 640 个像素的分辨率用于测量较小的对像窗口宽度 B。由此沿着所述缝隙 14 的宽度 B 的方向的分辨率增加到大约 13 个像素 /mm。

[0078] 另一种方案规定, 将所述拍摄间距 D1 比如降低到拍摄间距 $D2 < D1$, 使得所述对象窗口 24 还仅仅为大约 50mm*37mm 并且如在图 8a 中所示出的那样将所述对象窗口 24 的 50mm 的宽度 B 成像到所述表面图像传感器 8 的 640 个像素上。

[0079] 通过这种方式来实现还更高的、用于所述深度测量精度的分辨率以及明显更高的、可以按照公式(2)通过降低了的成像比例尺来估算的测量精度。所述对象窗口 24 的、沿着横向于行驶方向 F 的方向的、在此降低了的大小如在图 8b 中所示出的那样通过横向于所述行驶方向 F 将所述图像扩大的柱面凸镜 23 来得到补偿。

[0080] 在图 8b 中示出的装置的另一优点在于, 基本上沿着横向于行驶方向 F 的、对于所述胎纹深度的测定来说不太重要的方向出现所述柱面凸镜 23 的典型的畸变差和光晕。

[0081] 也可以考虑一种由按照图 7b 沿着与行驶方向 F 平行的方向对图像进行压缩的方案与按照图 8b 沿着横向于行驶方向 F 的方向来扩大图像的方案构成的组合方案, 用于不仅平行于行驶方向 F 而且横向于行驶方向 F 来对成像比例尺及分辨率进行优化。

[0082] 在一种在附图中未示出的实施例, 将所述图像拍摄机构 18 的标准的成像镜组与线性的镜组 22、23 合并为一个共同的光学系统, 该光学系统沿着平行于以及横向于行驶方向 F 的方向具有不同的折光力。因为所述拍摄机构 18 在这种情况下还仅仅设有一个唯一的、将所述图像拍摄机构 18 的与所述线性的镜组 22、23 的特性彼此统一起来的镜头, 所

以所述图像拍摄机构 18 的结构得到简化。

[0083] 所述胎纹深度测量的精度和稳健性可以通过被投影到胎纹上的光线 6 的数目的提高来进一步得到提高。

[0084] 按照法律上的准则,在所述轮胎胎面的胎纹底中集成了所谓了胎面摩擦传感器,所述胎面摩擦传感器相对于槽底以法律上所规定的最小的胎纹深度的量为幅度而突起。通过这些突起并且通过其它的干扰物体、比如被夹住的小石子,所述测量可能会被歪曲,如果错误的测量未被稳健地(robust)地识别为偏差值并且被消除。稳健的、用于提高估计方法的效率的估计方案(Schätzer)、比如 RANSAC 算法从数学统计学中为人所知。由于所述胎面摩擦传感器的部分所规定的布置方式及其沿着滚动方向大约 6mm 到 10mm 的典型的伸展度,所述测量值在所设置的、具有 50mm 的缝隙宽度的测量窗口中具有 20% 的理论上的偏差份额。但是,根据所述胎面摩擦传感器的、在一定的范围内能够由轮胎制造商自由选择的布置方式以及所述胎面摩擦传感器的、在测量的时刻在所述缝隙 14 的区域中随机的位置,对于较少的光线来说所述偏差份额在有利的情况中可以具有 0% 的数值并且在不利的情況中可以具有 100% 的数值,从而根本不能或者只能以较大的不可靠性来识别,是否存在着偏差或者应该将哪些测量值评估为偏差。

[0085] 在图 9 中,在 y 轴上作为光线 6 的、在 x 轴上绘出的数目 n 的函数绘示出错误测量的份额(以百分比计)。随着光线 6 的数目 n 的上升,所述偏差的数目在不利的情況中渐近地接近于所述理论上的偏差份额(这里是 20%)。

[0086] 所述偏差测试的成功也取决于应该预先给定的极限值,在所述极限值以下测量值不被看作是偏差。可以将所述极限值选择得越小,就可以越可靠地探测到所述偏差,随之而来的是,根据推测越精确地知道所述理论上的偏差份额,则计算开销就越小。

[0087] 实际上的测量已经表明,至少三十条光线 6 是值得推荐的,用于以 $\geq 98\%$ 的稳健性来保证 $\leq \pm 0.2\text{mm}$ 的绝对的测量精度。

[0088] 对于较高数目 n 的光线 6 来说,局部的、按光线的扫描逐渐转变为面状的扫描,所述面状的扫描提供了额外的、用于对胎纹进行测量和评估的可行方案。较高的扫描密度的另一优点是,可以可靠地探测并且测量所述胎面摩擦传感器,因为由此改进了所述结果的、相对的测量精度及可靠性。为此,有益的是知道,所述胎面摩擦传感器对于大多数胎纹来说沿着滚动方向具有大约 10mm 的伸展度,该伸展度对于较高数目的光线 6 来说可以更为容易地分段。此外,也存在着可以就胎纹中的损坏、比如侵蚀或者锯齿形成现象给出提示或者作为有缺陷的车轮外倾的后果识别出胎纹的单侧的磨损的可行方案。除此以外,可以将较高的扫描密度用于根据不同的胎纹结构来区分,是涉及夏季轮胎、冬季轮胎还是涉及四季轮胎。

[0089] 所述表面图像传感器 8 上的图像中的光线 6 的宽度取决于所述照明机构 4 及图像拍摄机构 18 的、成像的镜组的质量、取决于表面粗糙度并且取决于其它的效应、比如散光和斑点。因此,完全可以给成像效应规定公差,如果所述成像效应系统性地为光线加宽作贡献。如已经提到的那样,所成像的光线 6 的宽度对线点测量精度来说是决定性的。从用于在子像素范围内进行线点测量的、大约五个像素的最佳的线宽的要求中并且在假设用于分开所述光线 6 的、一个像素的最小间距的情况下,可以推导出,在理论上最大 106 条光线 6 是可能的,如果像在实施例中所描述的那样在所述表面图像传感器 8 上 640 个像素可供使

用。

[0090] 从对象侧的观察看来,在技术上可以产生具有 0.3mm 或者更小的线宽的光线 6,从而在假设比如 0.2mm 的光线间距的情况下可以将大约一百条光线 6 投影到具有 50mm 的宽度 B 的缝隙 14 中。

[0091] 因此,所投影的光线 6 的、合适的宽度取决于成像几何形状以及系统固有的成像误差并且如此得到确定,从而通过所有影响因素在所述表面图像传感器 8 上的图像中产生大约五个像素的光线宽度并且可以使至少三十条光线 6 成像。

[0092] 对于较高数目的光线 6 以及从中产生的、在各条光线 6 之间的较小的间距来说,根据对象的深度伸展度并且根据在所述照明机构 4 的投影方向与所述图像拍摄机构 18 的、在对象上的拍摄方向之间的角度 δ ,可能不再容易获得光线 6a 的在所述表面图像传感器 8 上的图像相对于所投影的光线 6 的、明确的分配关系。

[0093] 为了能够实现明确的分配关系,所述图像中的光束 5 的、由于对象深度和拍摄几何形状而产生的偏移小于所述图像中的、所成像的光线 6a 的间距。从公式(2)以及在那里所说明的、关于图像分辨率及拍摄配置的参数中,比如可以推导出:大约 1mm 的深度变化相当于所述光束的、在所述表面图像传感器 8 上的、大约 3 个像素的偏移。如果以新出厂的轮胎 12 的 8mm 到 9mm 的胎纹深度为基础,那么在用于所述 9mm 的胎纹深度的图像中相对于所述胎面产生所述槽底的、光线区段(Linienabschnitte)的、大约 $9\text{mm} \times 3 \text{ 个像素/mm} = 27 \text{ 个像素}$ 的偏移。

[0094] 在考虑到额外的、最佳的、大约 5 个像素的线宽的情况下,对于用于彼此间具有恒定的间距的光线 6 的、640 个像素的、可用的分辨率来说,以最大二十条光线 6 来实现明确的分配关系。对于超过此数目的光线 6 来说,各条光线 6 之间的区分变得越来越困难并且可能引起误差。

[0095] 交角 δ 的减小扩大了所述光线 6 的可能的数目,对于所述光线 6 来说保持所述分配关系的明确性。但是,从公式(2)中同样可以看出,深度测量精度在交角 δ 更小时会减小。为了达到对于这里所规定的胎纹深度测量来说所需要的、较高的测量精度,优先选择较大的交角 $\delta \sim 40^\circ$,并且对于较高数目的、在图像中由于所提到的条件而已经朝彼此当中偏移的光线 6 的、明确的分配关系来说,作为附加的措施来对所述光线 6 实施编码,用于对多义性进行分解。

[0096] 简单的、第一种进行空间的光线编码的可行方案是改变相邻的光线 6 之间的间距,也就是说,所述照明机构 4 同时用多条光线 6 来照亮所述胎纹的、有待测量的区段(Teilstück),所述光线 6 全部具有相同的宽度,但是彼此间具有不同的间距。

[0097] 图 10 示范性示出了多条光线 6,所述光线 6 的、相对于相应相邻的光线的间距从当中的光线开始朝左边和右边的边缘连续地增加。在图 10 中没有示出在所述图像表面传感器 8 上所成像的光线区段,用于将所述图示保持简单。

[0098] 为了产生如在图 10 中所示出的那样的、经过编码的、具有变化的光线间距的光线图案,可以使用一个或者多个衍射的光学元件 46。

[0099] 一种作为替代方案的实施方式设置了对于所述光线 6 的时间上的编码或者由对于所述光线 6 的空间上的编码和时间上的编码所构成的组合。将一定数目的能够明确地确定的光线 6 多次、但是在时间和空间上错开地投影到有待测量的胎纹部分

(Profilausschnitt)上。在此,必须相应地使所述照明机构 4 的照明频率与所述图像拍摄机构 18 的拍摄频率同步。所需要的照明机构 4 的数目也得到提高,如果作为照明机构 4 没有使用能够编程的线式投影仪(Linienprojektor)。

[0100] 在另一种作为替代方案的实施例中,将具有不同的波长(颜色)的光线 6 投影到有待测量的胎纹部分上,并且使用一个或者多个设有颜色传感器的图像拍摄机构 18,从而可以彼此分开地对所述具有不同的波长(颜色)的光线 6 进行测评。

[0101] 所有前面所描述的编码也可以任意地彼此相组合,用于对所述分配关系的明确性进行优化并且/或者还进一步提高能够区分的光线 6 的数目。

[0102] 在驶到处于所述行车道 16 上的缝隙 14 上时,仅仅在例外情况中由仅仅一个测量模块 26、也就是由照明机构 4 和所属的图像拍摄机构 18 构成的组合来检测所述轮胎 12。通常所述轮胎 12 在图像顺序中由至少两个相邻的测量模块 26 来成像。其原因在于所述轮胎 12 的、经常比所述缝隙 14 的 $L=175\text{mm}$ 的长度 L 大的宽度,并且另一方面在于随机的车辙,所述车辙不能很精确地并且可靠地限制到一个唯一的测量模块 26 上。在相邻的测量模块 26 的搭接的区域中,使两个测量模块 26 的光线 6 成像。这额外地使所述光线 6 的明确的分配关系变得困难。因此,所述光线 6 的、前面所描述的编码也必须适合于能够将相邻的测量模块 26 的光线 6 能够明确地分配给相应的测量模块 26。

[0103] 除了前面所建议的、要求不同的 DOEs 46 和/或额外的技术上的开销的编码的组合之外,比如一种产生非对称地被编码的光线图案的 DOE 46 提供一种简单且成本低廉的、用于对相邻的测量模块 26 的光线 6 进行识别的可行方案,比如方法是:将为所有测量模块 26 所使用的、统一的 DOE 46 以相互间的、尤其旋转了 180° 的布置方式用在相邻的测量模块 26 中。

[0104] 一种作为替代方案的、在图 14 中示出的方案规定,非对称地设计所述测量模块 26 的结构并且以相互间的、分别旋转了 180° 的定向来安装相邻的测量模块 26,使得所述缝隙 14 沿着行驶方向 F 相对于彼此偏移。由此防止光线 6 被投影到相邻的测量模块 26 的测量范围中,并且可以实现一种具有统一地构成的测量模块 26 的解决方案。所述缝隙 14 的共同作用在这种实施例中也能够在不取决于随机的车辙的情况下实现对于胎纹的无间隙的检测。

[0105] 图 11 示范性地示出了用于在行车道 16 中或者在所述行车道 16 上横向于机动车 10 的行驶方向 F 对胎纹深度进行测量的装置的一种实施例。至少两个测量机构—每个车辆侧各一个测量机构—属于一个完整的检查系统。

[0106] 用于对两个车辆侧的轮胎 12 的胎纹深度进行测量的测量机构通过线缆 31 或者无线地与一个共同的测量及测评机构 30 相连接。所述测量及测评机构 30 与用于显示结果的显示机构 32 相连接,并且在需要时与服务器 34 相连接。

[0107] 所描述的装置可以具有一个额外的传感器 28,该传感器构造用于对驶向所述装置的车辆 10 进行探测。所述额外的传感器 28 与所述测量及测评机构 30 相连接,并且就在所述车辆 10 驶到所述装置上之前将所述测量及测评机构 30 从静止状态置于测量状态中。

[0108] 所述额外的传感器 28 可以是接触开关,该接触开关通过驶向所述检查系统的轮胎 12 来触发。所述额外的传感器 28 也可以用于测定所述车辆 10 的速度。在已知所述额外的传感器 28 与所述用于进行胎纹深度测量的缝隙 14 之间的间距 $d1$ 的情况下,可以通过

对于在触发所述额外的传感器 28 与驶到所述缝隙 14 上之间所经过的时间的测量来求得所述车辆 10 的速度。

[0109] 可以额外地设置环境传感器 36, 该环境传感器比如是感光的传感器, 该感光的传感器用于对照明及成像进行优化, 方法是: 所述环境传感器 36 连续地或者以预先给定的时间间隔来测量环境光的强度(白天、夜晚、太阳、云层、...)。

[0110] 所述环境传感器 36 也与所述测量系统的测量及测评机构 30 相连接。所述测量及测评机构 30 对传感器数据进行分析, 并且提供用于所述照明机构 4 (比如照明强度) 和 / 或所述图像拍摄机构 18 (比如整合时间(Integrationszeit)) 的最佳的参数, 所述最佳的参数在测量过程中防止曝光不足或者曝光过度。

[0111] 在一种实施例中附加的图像拍摄机构同时实现所述接触传感器 28 及环境传感器 36 的功能, 并且不仅对靠近所述测量装置的车辆 10 进行探测, 并且对环境光进行分析。所述附加的图像拍摄机构必要时也可以检测所述车辆 10 的标识, 并且通过这种方式能够将测量结果自动地分配给所述车辆 10。

[0112] 在一种作为替代方案的实施例中, 将所述测量装置的图像拍摄机构 18 本身用作用于对所述环境光的强度进行分析的传感器。在一种单独的测量模式中, 连续地或者以预先给定的时间间隔来对所述环境光的强度进行分析, 并且不断地求得用于进行胎纹深度测量的最佳的参数。一旦车辆 10 靠近所述测量装置, 就将所述测量装置的测量模式转换到真正的胎纹深度测量, 然后在进行所述胎纹深度测量时使用此前所求得的参数。

[0113] 所述测量及测评机构 30 比如配备了计算机机构(CPU)、存储机构(RAM) 以及测评软件, 并且实施对于所述环境传感器 36 的测量数据的分析、对于车速的计算、用于区别轮胎类型、用于对每个轮胎 12 的胎纹深度、胎纹深度偏差和面状的胎纹结构进行计算的图像分析、对于在每根车轴上的轮胎 12 的、胎纹深度的相对的偏差及胎纹深度偏差的计算、根据所定义的极限值对用于每个轮胎 12 的胎纹深度、胎纹深度偏差及胎纹深度结构所作的评估、根据所定义的极限值对一根车轴上的轮胎 12 的、相对的偏差及胎纹深度偏差的差所作的评估以及用于整车的概括的轮胎诊断, 并且控制用于输出检查结果的显示机构 32, 并且在需要时将所述检查及测评的结果传输给上级的服务器 34。

[0114] 按本发明的测量系统可以有利地被集成到从公路建设中所知道并且经过验证一样的通过槽 38 中。图 12 以横截面示出了一种具有这样的通过槽 38 的实施例(无所述连接电缆的图示)。为了对可用的结构空间进行优化, 所述成像以及所述照明光线(Beleuchtungslinien) 通过镜具 42、44 来转向。通过所述光学元件 4、18、42、44 的对称的布置, 来实现以下这一点: 用于所述照明机构 4 和所述图像拍摄机构 18 的光束长度(Strahlängen) 是相同的并且由此所述照明机构 4 的光平面(Lichtebene) 5 的扇状角(Fächerwinkel) 与所述图像拍摄机构 18 的张角 ϕ 一样大。

[0115] 将所述光学元件 4、18、42、44 以及所述测量及测评机构 30 安装在所述通过槽 38 的侧壁 39 上, 这保护所述光学元件 4、18、42、44 以及所述测量及测评机构 30, 以防止在所述通过槽 38 的底部积聚的滞水。将所述测量系统的所有组件 4、18、42、44、30 安装在所述通过槽 38 的盖板 37 上, 这能够使人容易地对所述组件 4、18、42、44、30 进行保养和 / 或更换。所述接触传感器 28 和所述环境传感器 36 未在图 12 中示出。它们不仅可以布置在所述盖板 37 中, 而且可以布置在所述通过槽 38 的外部。

[0116] 图 13 以俯视图示出了一种按本发明的、用于在一个车辆侧上测量胎纹深度的测量装置的第一种实施例的通过槽 38, 该测量装置具有一个由四个横向于行驶方向 F 并排地布置的、具有共同的缝隙 14 的测量模块 26 构成的装置。出于简明原因, 再度放弃了所述连接电缆的图示。车辆 10 在该图示中为了进行测量而从下往上(沿着行驶方向 F) 或者从上往下驶到所述缝隙 14 上面。

[0117] 图 14 以简化的、无所述光学元件 4、18、42、44、所述测评机构 30 及所述连接电缆的图示示出了在第二种实施例中的通过槽 38, 该第二种实施例具有一个由四个并排地布置的测量模块 26 所构成的装置, 所述测量模块 26 具有非对称的结构并且相互间以分别旋转了 180° 的方式布置在所述通过槽 38 中, 使得所述四条缝隙 14 沿着行驶方向 F 相对于彼此偏移地布置。如此设计所述缝隙 14, 使得其一起将所述通过槽 38 的整个宽度遮盖并且横向于行驶方向 F 在所述缝隙 14 中不存在缝隙。车辆 10 在该图示中为了进行测量而从下往上(沿着行驶方向 F) 或者从上往下驶到所述缝隙 14 上面。

[0118] 所述缝隙 14 可以通过比如由玻璃或者有机玻璃构成的透明层来封闭, 用于保护所述光学元件 4、18、42、44, 以防止脏物和湿气。

[0119] 一种测量是有效的, 如果所有光线 6 被成像在所述图像表面传感器 8 上。在有利的条件下, 也就是说在轮胎印迹长度较大时(所述轮胎印迹长度取决于轮胎类型、胎压和车轮负荷), 也可以以大于 15km/h 的速度以每秒 60 张图像的拍摄频率来获得有效的测量结果, 如果采集到至少一张包括所有光线的图像。

[0120] 如果不是所有光线 6 被成像在所述图像表面传感器 8 上, 那就将所述测量评估为无效。如果所述通过速度额外地超过预先给定的、比如 15km/h 的极限值, 那么太高的速度就被证实为可能的、引起错误测量的原因。

[0121] 在图 14 中示出的装置提供了一种用于在无额外的传感器或者接触开关 28 的情况下进行速度测量的可行方案, 对于所述装置来说所述缝隙 14 按照以已知的间距 d_2 沿着行驶方向 F 相对于彼此偏移的方式来布置。在相邻的测量模块 26 横穿所述缝隙 14 时测量时间上的错移, 这通过对于在相邻的测量模块 26 的图像顺序中的、所记录的光线 16 的相互关系分析来进行。

[0122] 在测量过程中, 车辆 10 首先以前轮 12 并且而后以后轮 12 驶到所述测量装置的缝隙 14 上。因此, 用测量装置可以在一次测量过程中几乎同时测定在一个车辆侧上的所有车轮 12 的胎纹深度。

[0123] 随后对于所有车轮 12 来说自动地对结果进行评估, 并且比如通过红绿灯用颜色并且 / 或者通过合适的评估文字说明来向车辆的驾驶员显示出来。

[0124] 对于所述胎纹深度的评估在此在法律上预先规定的 1.6mm 的最小胎纹深度以及出于行驶安全的原因所建议的、3mm 到 4mm 的极限值的基础上进行, 用于提防剧烈磨损的、还仅仅具有很小的剩余使用期限的轮胎。

[0125] 如果所测量的胎纹深度低于所述预先给定的警示值, 则输出红绿灯颜色“黄色”, 在低于所述最小胎纹深度时输出红绿灯颜色“红色”, 并且在其它情况下输出红绿灯颜色“绿色”,

事件	额外的测量值	评估文字说明	红绿灯颜色
冬季	夏季轮胎-胎纹	错误的轮胎类型	红色
夏季	冬季轮胎-胎纹	检查轮胎类型	黄色
平均的胎纹深度 $\leq 1.6\text{mm}$	达到最小胎纹深度		红色
夏季轮胎: 平均的胎纹深度 $< 3\text{mm}$ 并且 $> 1\text{mm}$	检查轮胎磨损		黄色
冬季轮胎: 平均的胎纹深度 $< 4\text{mm}$ 并且 $> 1.6\text{mm}$	检查轮胎磨损		黄色
夏季轮胎: 平均的胎纹深度 $\geq 3\text{mm}$ 冬季轮胎: 平均的胎纹深度 $\geq 4\text{mm}$			绿色 绿色
夏季轮胎: 平均的胎纹深度 $\geq 3\text{mm}$	在轮胎宽度范围内的胎纹深度偏差 $>$ 极限值	单侧轮胎磨损 检查底盘	黄色
冬季轮胎: 平均的胎纹深度 $\geq 4\text{mm}$	在轮胎宽度范围内的胎纹深度偏差 $>$ 极限值	单侧轮胎磨损 检查底盘	黄色
夏季轮胎: 平均的胎纹深度 $\geq 3\text{mm}$	面状的胎纹结构 $>$ 极限值	检查轮胎磨损的深度	黄色
冬季轮胎: 平均的胎纹深度 $\geq 4\text{mm}$	面状的胎纹结构 $>$ 极限值	检查轮胎磨损的深度	黄色

表格 1。

[0126] 用于一根车轴上的轮胎 12 的胎纹深度通常应该相同,但是在前轴与后轴上的轮胎 12 之间完全允许有差异,这种事实代表着另一种用于胎纹深度的检查标准:

事件	额外的测量值	评估文字说明	评注	红绿灯颜色
两个车轮上的 平均的胎纹深度 夏季车轮 ≥3mm 冬季车轮 ≥4mm	左/右平均的胎纹深度 的差>极限值	轮胎磨损不同，检查胎压、轮胎质量	分配给具有较小的胎纹深度的车轮，红绿灯颜色“绿”被重新写入	黄色
两个车轮上的 平均的胎纹深度 夏季车轮 ≥3mm 冬季车轮 ≥4mm	左/右在轮胎宽度范围内胎纹深度 偏差的差>极限值	轮胎磨损不同，检查底盘	分配给所述车轴的两个车轮，红绿灯颜色“绿”被重新写入	黄色

表格 2。

[0127] 因为在使用车辆的过程中在可能更换轮胎时在一根车轴上总是安装相同的轮胎，所以用相对的胎纹分析产生一种附加的、对一根车轴的左边与右边的车轮之间的偏差进行检查的可行方案。所述两个胎纹深度之间的差应该不超过所定义的极限值。如果超过所述极限值，这就表明有缺陷的胎压或者轮胎，并且输出红绿灯颜色“黄色”。在轮胎宽度范围内变化的胎纹深度提示有缺陷的底盘调节。如果超过为此预先给定的极限值，则输出红绿灯颜色“黄色”：

事件	额外的测量值	评估文字说明	评注	红绿灯颜色
所有车轮用“绿色”来评估				绿色
至少一个车轮用“黄色”来评估		轮胎磨损太高		黄色
至少一个车轮用“红色”来评估		轮胎磨损太高		红色
在至少一张图像中没有达到至少所需要的光线数	$v > 15\text{km/h}$	测量无效；速度太高	测评中断，无进一步分析	红色
在至少一张图像中没有达到至少所需要的光线数	$v < 15\text{km/h}$	测量无效	测评中断，无进一步分析 信息发送给服务中心	红色

表格 3。

[0128] 在驾驶员用的显示装置上输出评估情况，这优选仅仅示出了一种用于整车的结果：

轮胎诊断的结果	评估文字说明	红绿灯颜色
	检查轮胎磨损	红色
左前轮胎	轮胎磨损正常	绿灯
右前轮胎	达到最小胎纹深度	红灯
左后轮胎	轮胎磨损正常	绿灯
右后轮胎	单侧轮胎磨损，检查底盘	黄灯

表格 4。

[0129] 一种按本发明的、用于在车轴上进行胎纹深度测量的方法由此总共可以包括以下步骤步骤：

1. 分析环境光(白天、夜晚、太阳、云层)并且调节所述照明机构 4 的照明强度以及所述图像拍摄机构 18 的整合时间；
2. 在车辆 10 接近时激活所述测量系统；
3. 在用轮胎 12 滚过时用多条经过编码的光线 6 来照亮所述缝隙并且连续地采集并且保存所述图像拍摄机构 18 的图像(在两个车辆侧上各有一个测量系统)；
4. 测定车速；
5. 用对于各条光线 6 的明确的识别(解码)来实施图像分析，为每个轮胎 12 确定所有

线点；

6. 为每条胎纹槽 R1、R2、R3、R4、R5 计算胎纹深度并且为每个轮胎 12 计算光线 6。从所有光线 6 的信息中求得代表性的、用于每条槽 R1、R2、R3、R4、R5 的胎纹深度值；

7. 从所有胎纹槽 R1、R2、R3、R4、R5 的胎纹深度中为每个轮胎 12 计算平均的胎纹深度并且计算在所述轮胎 12 的宽度的范围内的胎纹深度偏差；

8. 检查对于每个轮胎 12 的测量的有效性；

8a. 如果没有将所有光线 6 成像在至少一张图像中并且如果所计算的速度大于所述极限值,则为所述车辆 10 分配“测量无效,速度太高:红绿灯颜色-红色”这种状态。中断测评过程。不进行进一步分析,而是按照方法步骤 15 相应地输出给驾驶员；

8b. 如果没有将所有光线 6 成像在至少一张图像中并且如果所计算的速度小于所述极限值,则为所述车辆 10 分配“测量无效(未做好测量准备:红绿灯颜色-红色)”这种状态。中断测评过程。不进行进一步分析,而是按照方法步骤 15 相应地输出给驾驶员并且输出给服务中心；

9. 从每个轮胎 12 的所确定的线点中求得面状的胎纹结构；

10. 分析所述胎纹结构并且确定每个轮胎 12 的轮胎类型；

10a. 如果在冬季里将轮胎类型识别为夏季轮胎,则为该轮胎 12 分配“错误的轮胎类型:红绿灯颜色-红色”这种状态；

10b. 如果在夏季里将轮胎类型识别为冬季轮胎,则为该轮胎 12 分配“检查轮胎类型:红绿灯颜色-黄色”这种状态；

11. 通过所测量的胎纹深度与所定义的极限值的比较来评估每个轮胎 12 的平均的胎纹深度(用于夏季轮胎和冬季轮胎的极限值可能不同)；

11a. 如果平均的胎纹深度达到或者低于在法律上预先给定的最小胎纹深度,则为该轮胎 12 分配“达到最小胎纹深度:红绿灯颜色-红色”这种状态；

11b. 如果平均的胎纹深度处于在法律上预先给定的最小胎纹深度与所述与安全相关的极限值之间,则为该轮胎 12 分配“检查轮胎磨损:红绿灯颜色-黄色”这种状态；

11c. 如果平均的胎纹深度大于或者等于所述与安全相关的极限值,则为该轮胎 12 分配“红绿灯颜色-绿色”这种状态；

12. 根据所定义的极限值来对每个轮胎 12 的、在轮胎宽度范围内的胎纹深度的偏差进行评估,如果平均的胎纹深度大于或者等于所述与安全相关的极限值；

12a. 如果所述胎纹深度偏差超过所述极限值,则为该轮胎 12 分配“单侧轮胎磨损,检查底盘:红绿灯颜色-黄色”这种状态；

13. 就锯齿结构及侵蚀的存在对每个轮胎 12 的、沿着滚动方向的、面状的胎纹结构进行分析并且根据所定义的极限值进行评估,如果所述平均的胎纹深度大于或者等于所述与安全相关的极限值；

13a. 如果所述面状的胎纹结构的深度超过所述极限值,则为该轮胎 12 分配“检查轮胎磨损:红绿灯颜色-黄色”这种状态；

14. 确定在一根车轴的轮胎 12 的轮胎宽度的范围内平均的胎纹深度的相对的差以及胎纹深度偏差,如果所述两个轮胎 12 的平均的胎纹深度大于或者等于所述与安全相关的极限值；

14a. 如果左 / 右平均的胎纹深度的所计算的差大于所述极限值, 则为所述具有较小的胎纹深度的轮胎 12 分配“轮胎磨损不同, 检查轮胎质量 : 红绿灯颜色 - 黄色”这种状态 ; 红绿灯颜色“绿色”被重新写入 ;

14b. 如果左 / 右在轮胎宽度范围内胎纹深度偏差的、所计算的差大于所述极限值, 则为所述车轴的两个轮胎 12 分配“轮胎磨损不同, 检查底盘 : 红绿灯颜色 - 黄色”这种状态 ; 红绿灯颜色“绿色”被重新写入 ;

15. 确定整车的状态 :

15a. 如果所有轮胎 12 用红绿灯颜色“绿色”来评估, 则为整车分配“红绿灯颜色 - 绿色”这种状态 ;

15b. 如果至少一个轮胎 12 用红绿灯颜色“黄色”来评估, 则为整车分配“检查轮胎磨损, 红绿灯颜色 - 黄色”这种状态 ;

15c. 如果至少一个轮胎 12 用红绿灯颜色“红色”来评估, 则为整车分配“检查轮胎磨损, 红绿灯颜色 - 红色”这种状态 ;

15d. 如果不是所有光线 6 被成像在至少一张图像中并且如果所计算的速度大于所述极限值, 则为所述车辆 10 分配“测量无效, 速度太高, 红绿灯颜色 - 红色”这种状态 ;

15e. 如果不是所有光线 6 被成像在至少一张图像中并且如果所计算的速度小于所述极限值, 则为所述车辆 10 分配“测量无效(未作好测量准备, 红绿灯颜色 - 红色”这种状态。额外地通知所述服务中心 ;

16. 以光学方式为驾驶员显示检查结果 :

16a. 用于整车 10 的轮胎诊断的结果连同所检测到的状态的名称的明文和 / 或耦合到所述状态上的红绿灯颜色 ;

16b. 用于每个单个的轮胎 12 的轮胎诊断的可选的结果连同所检测到的状态的名称的明文和 / 或耦合到所述状态上的红绿灯颜色和 / 或所求得用于对各个轮胎 12 进行评估并且 / 或者用于对一根车轴的轮胎 12 进行比较评估的测量值 ;

17. 可选将所述测量数据和结果传输给服务器 34。

[0130] 用于双车轴的车辆 10 的方法步骤包括上面所描述的、用于前轴的方法步骤 3 到 14 以及紧随其后用于后轴的相同的方法步骤 3 到 14。同时为所述车辆的所有轮胎 12 执行所述方法步骤 15 到 17。

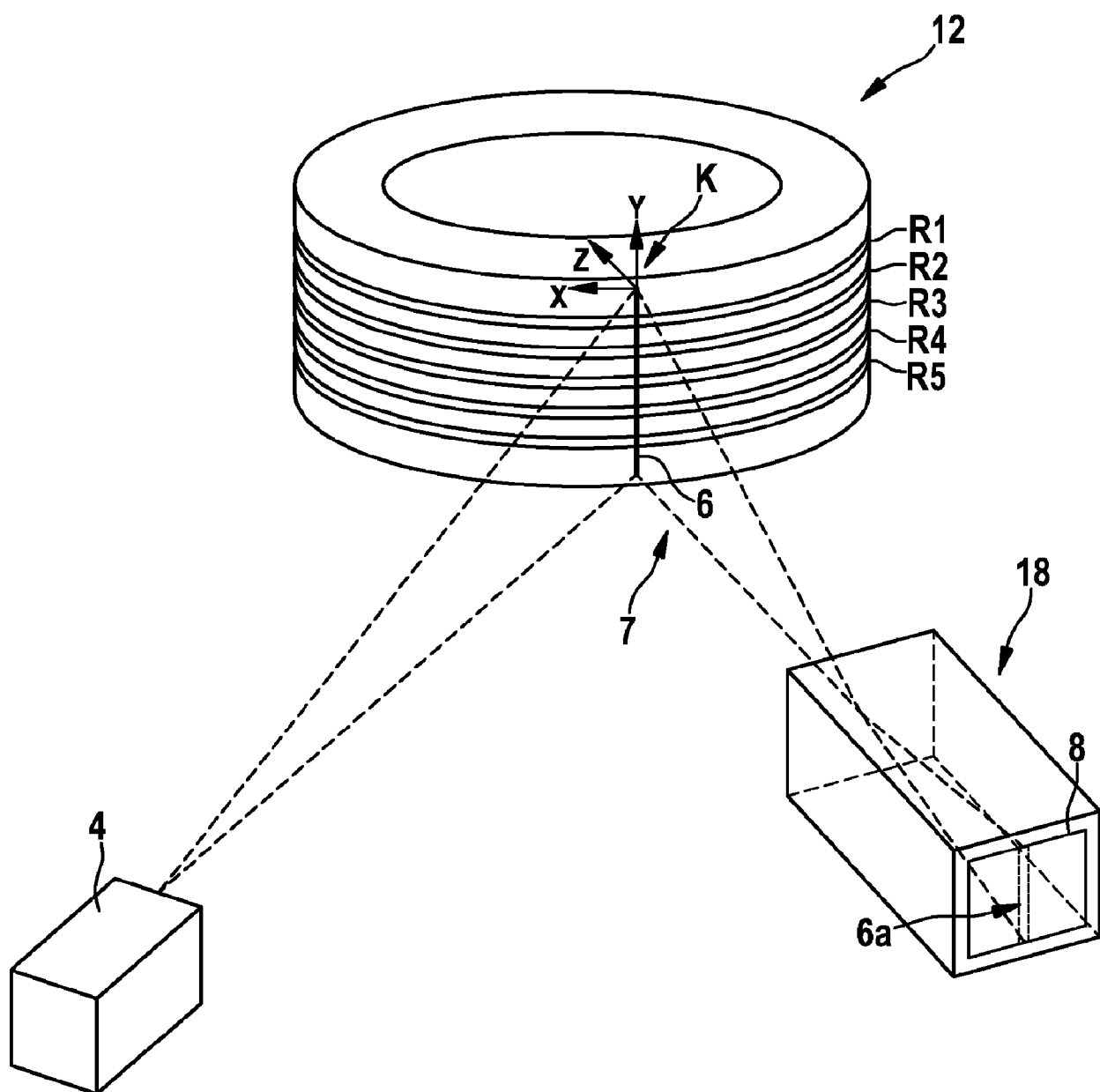


图 1

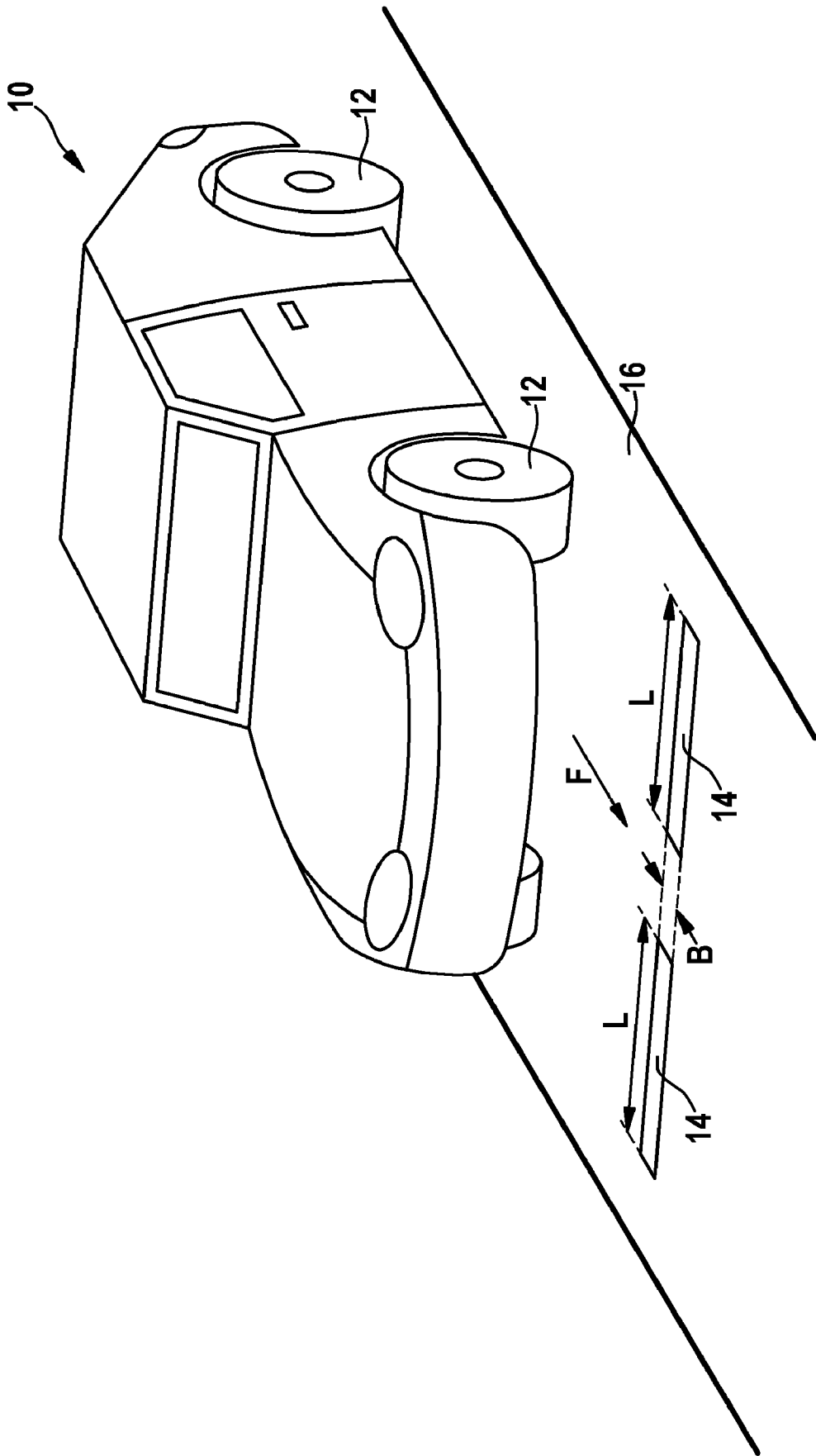


图 2

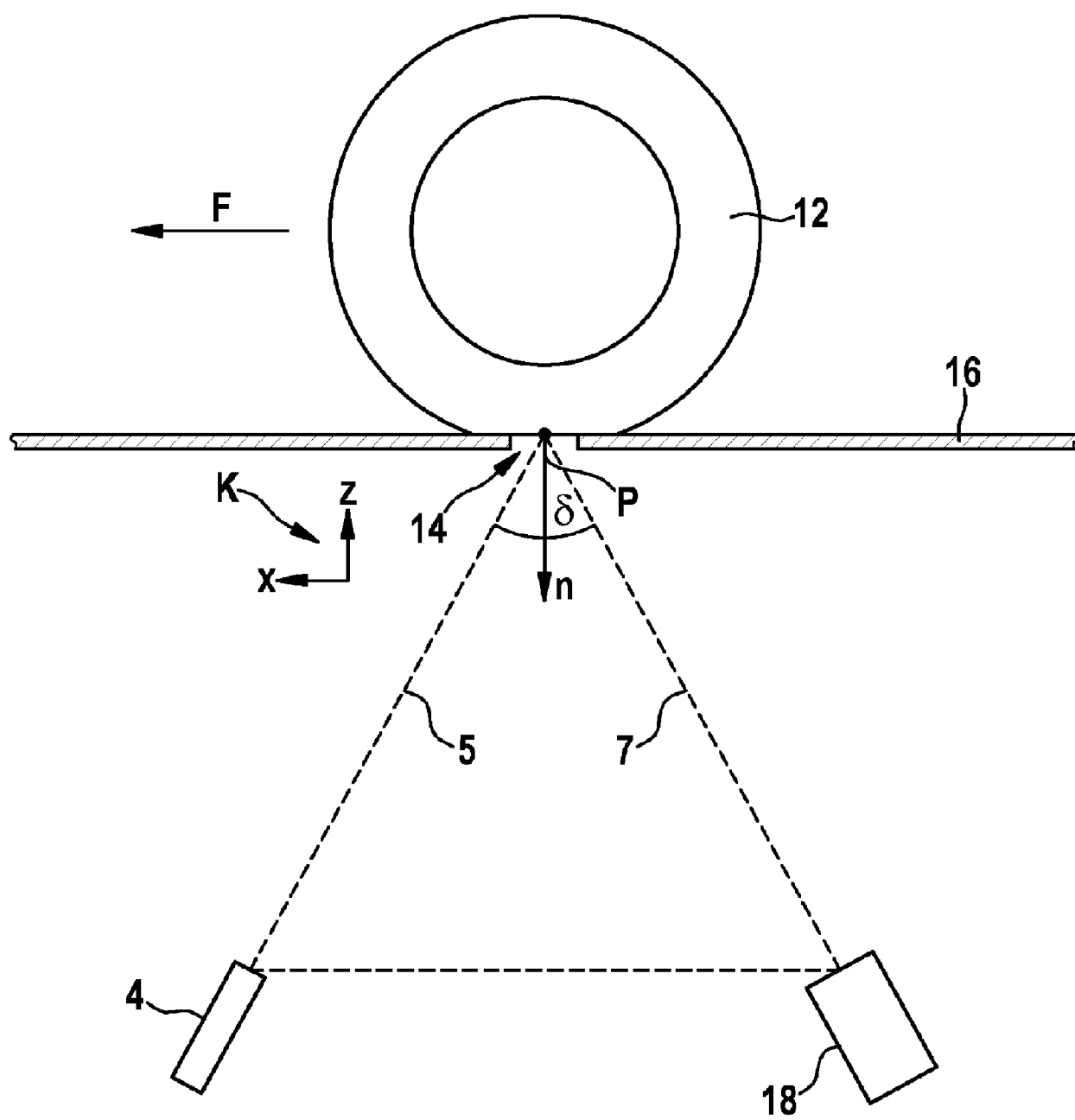


图 3

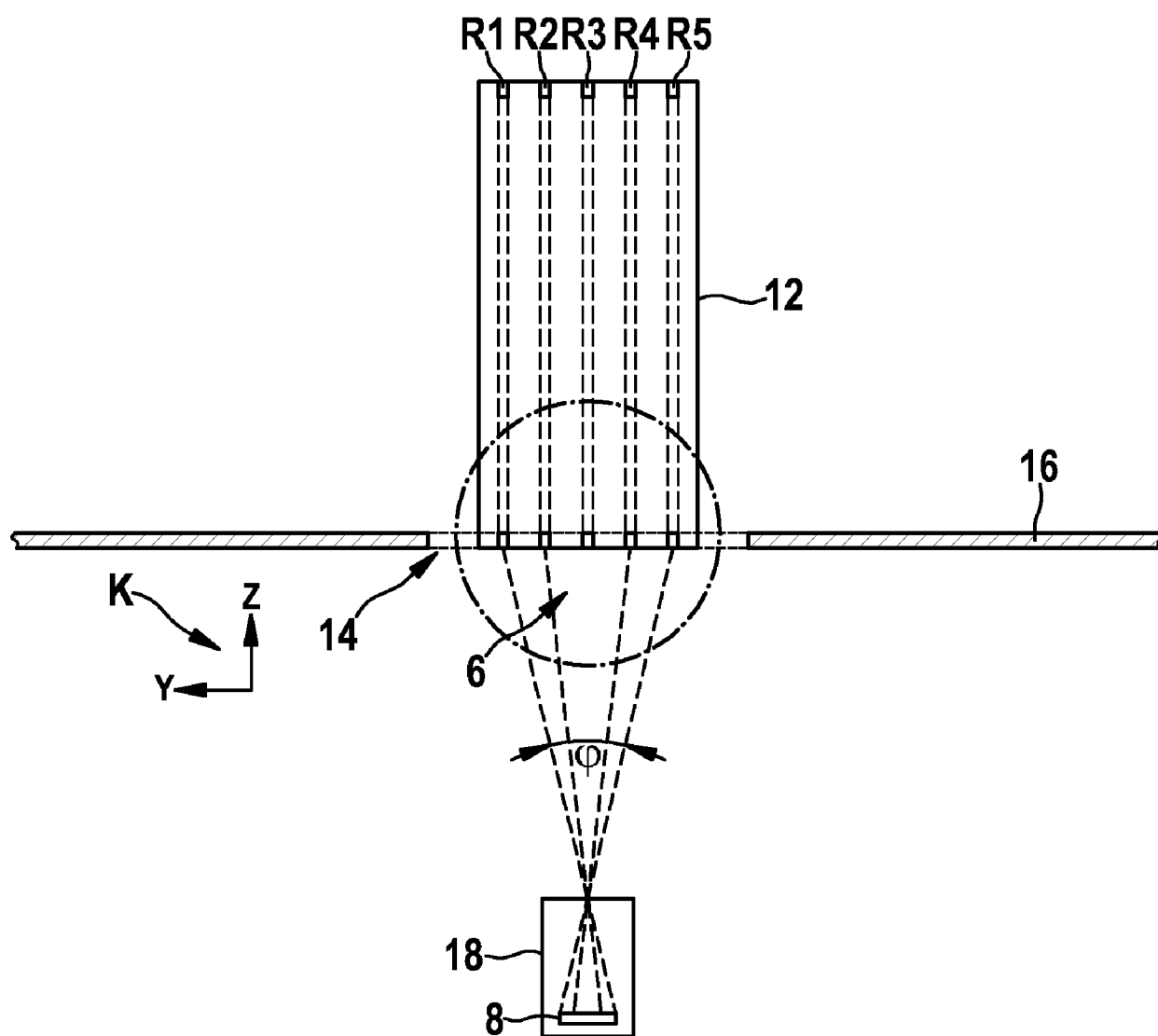


图 4a

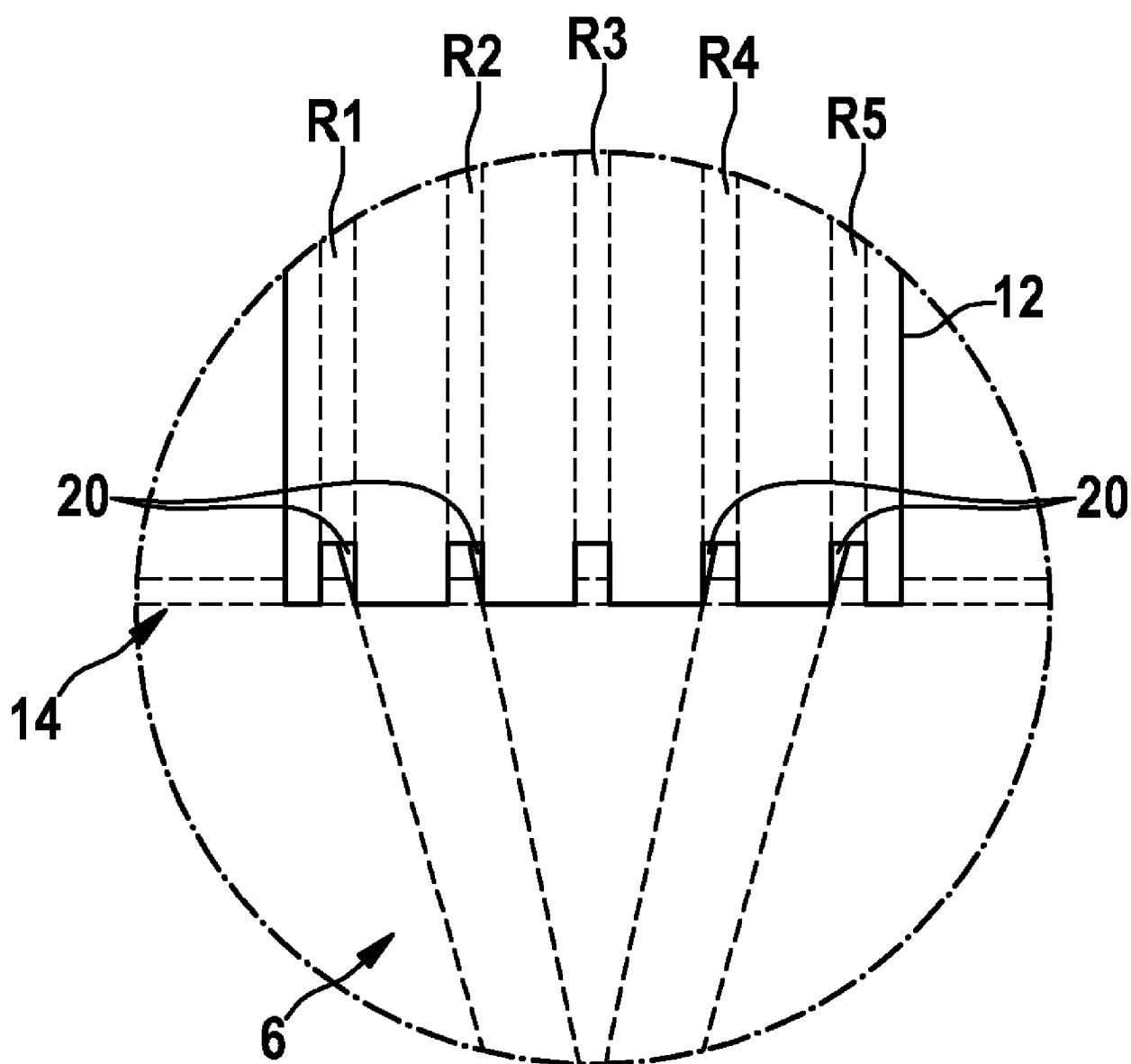


图 4b

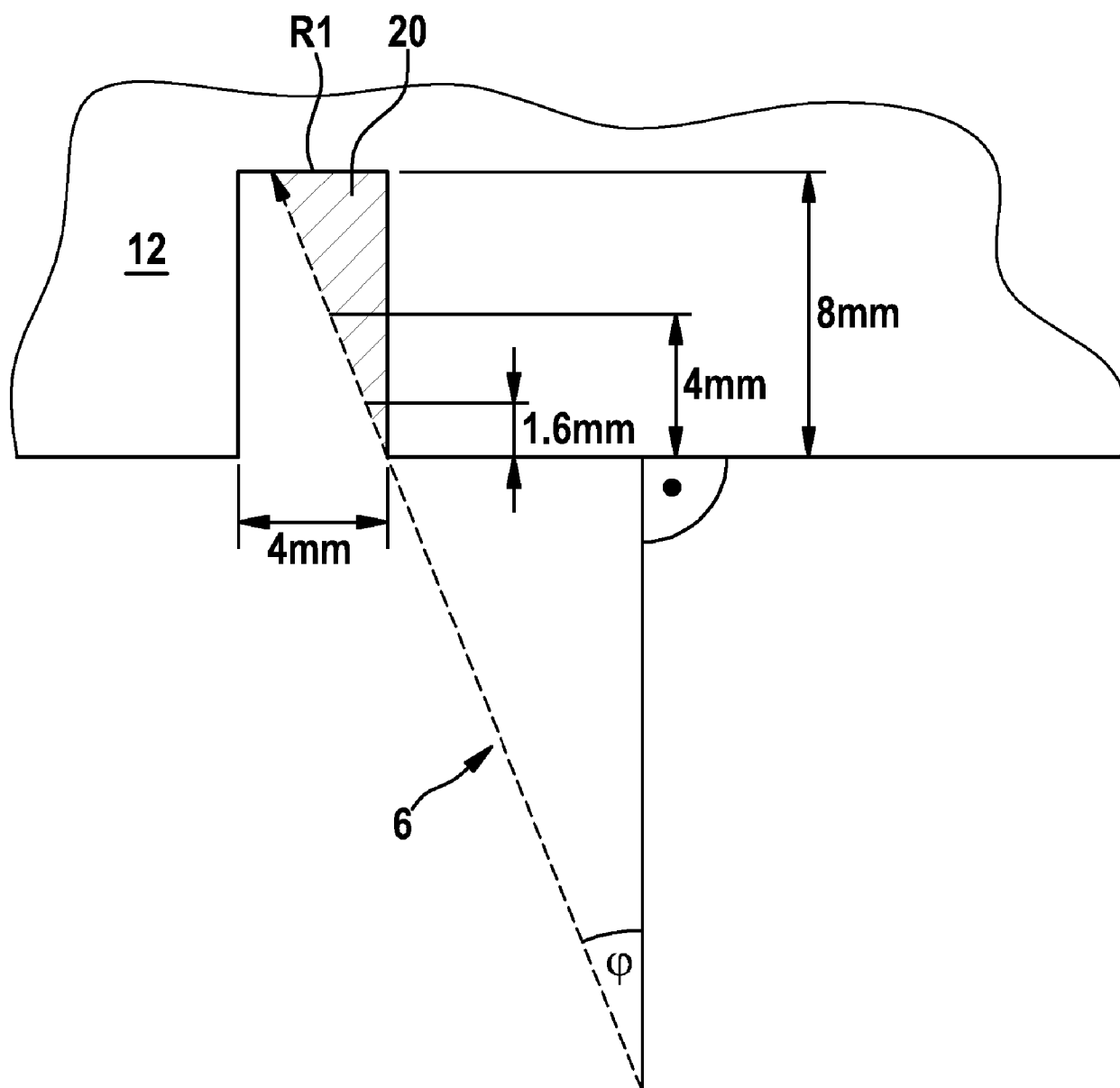


图 5

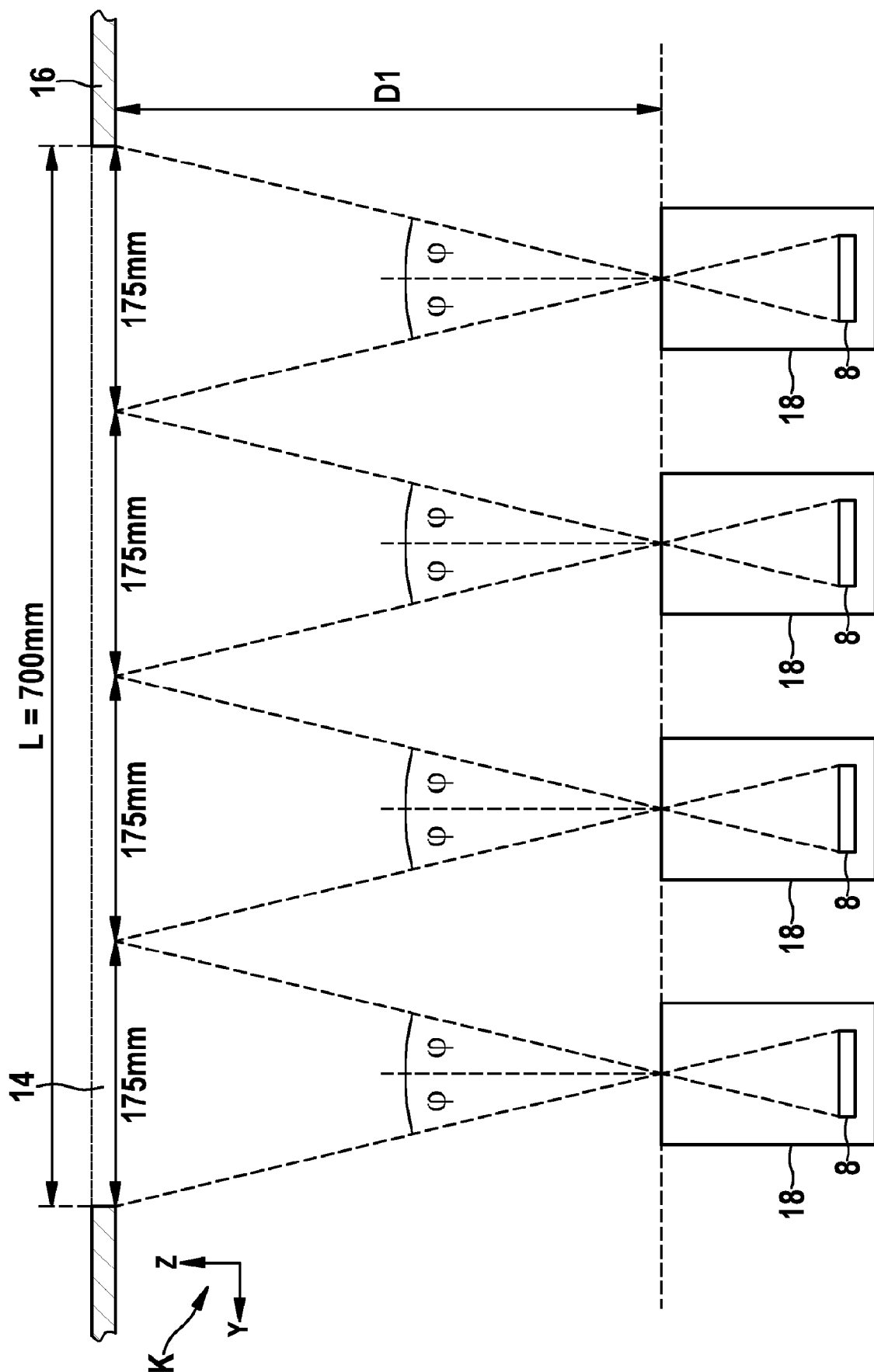


图 6

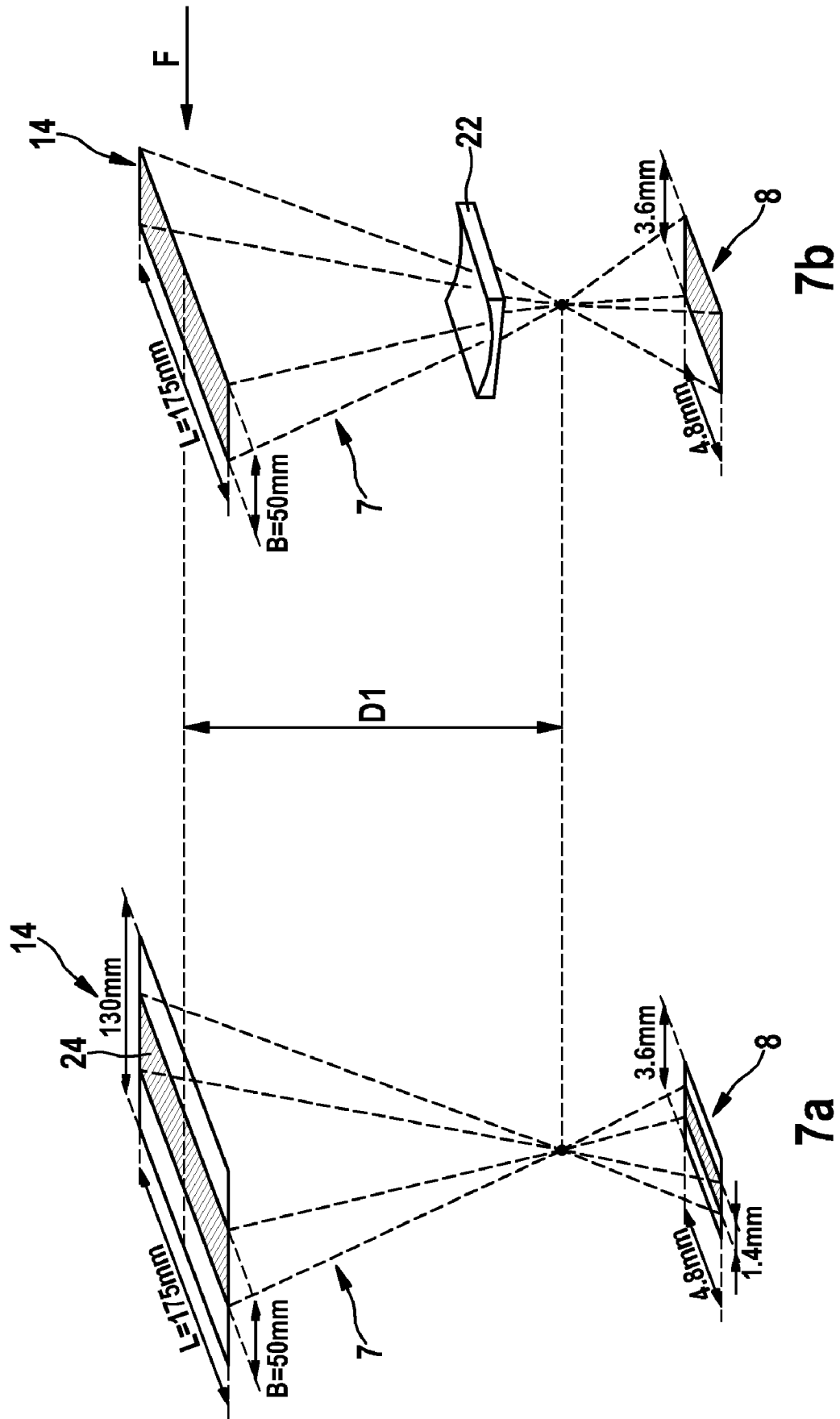


图 7a, 图 7b

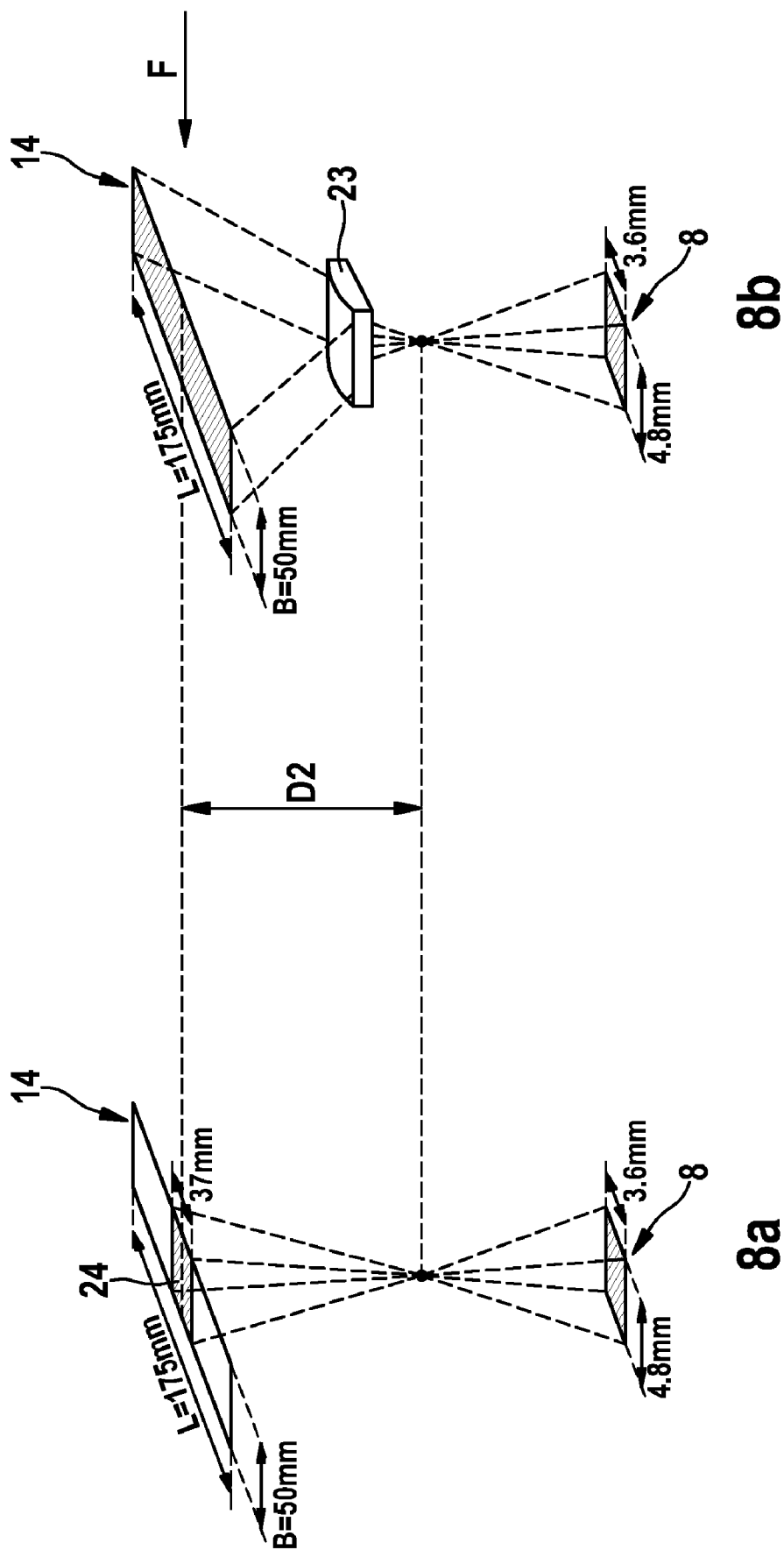


图 8a, 图 8b

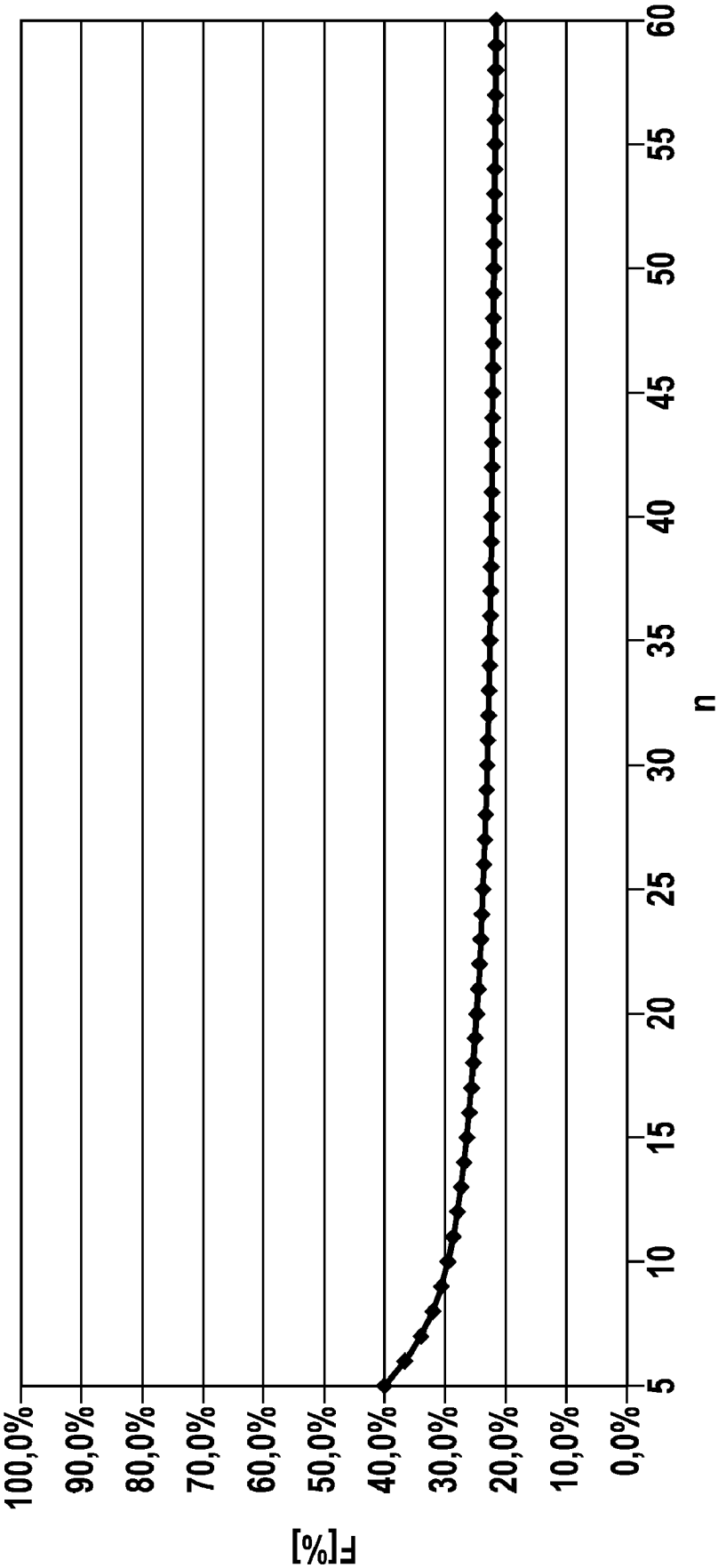


图 9

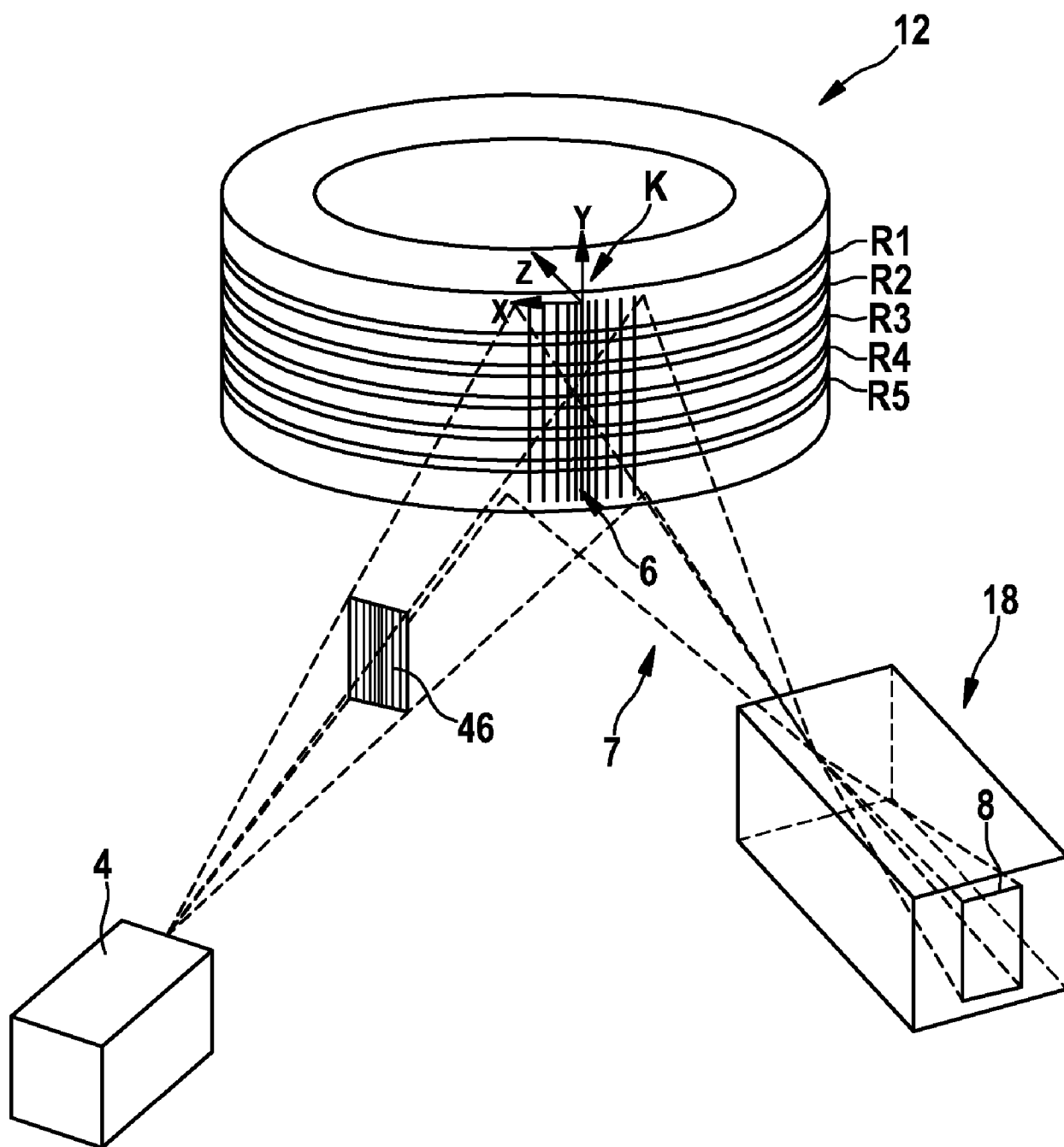


图 10

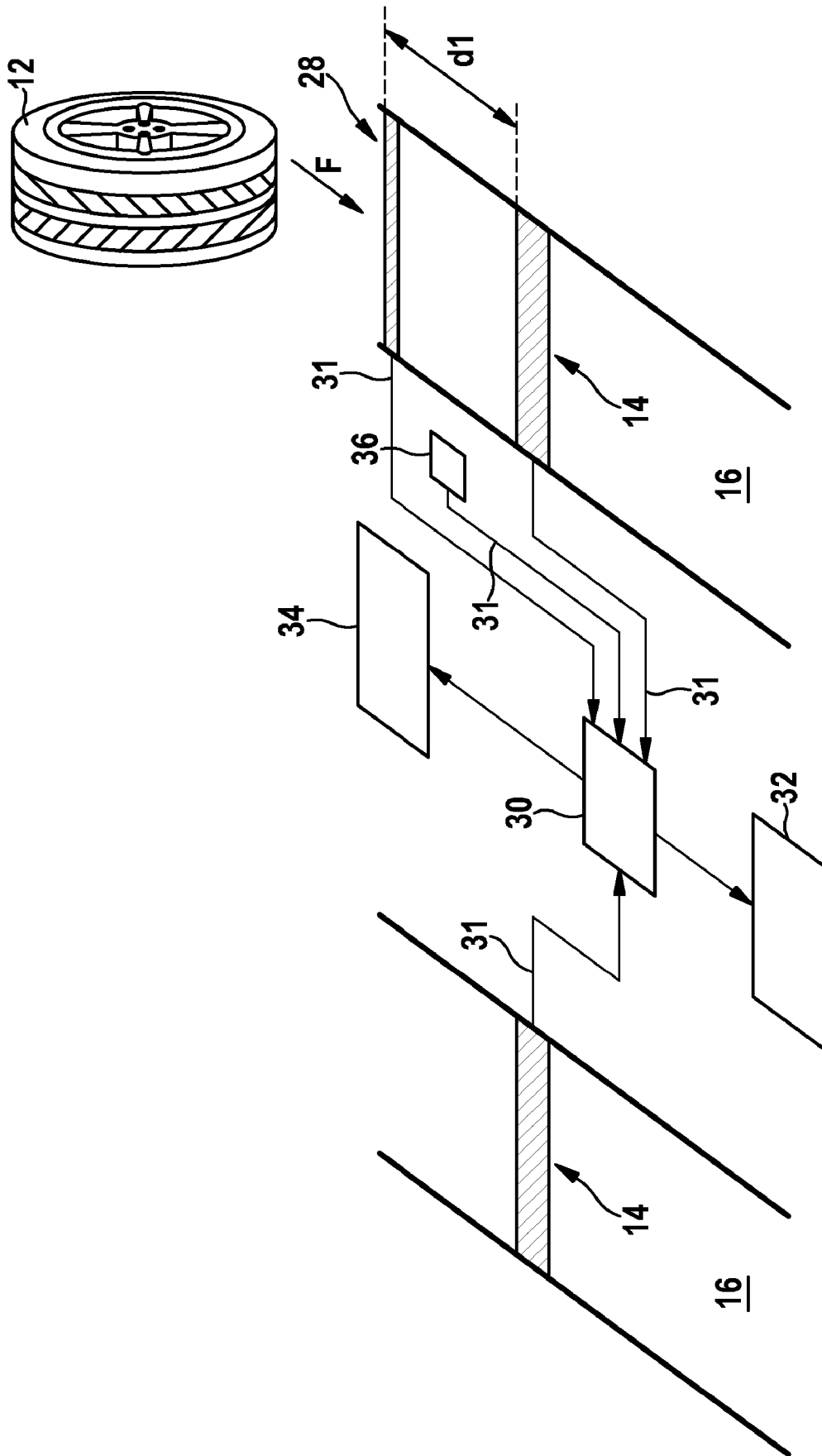


图 11

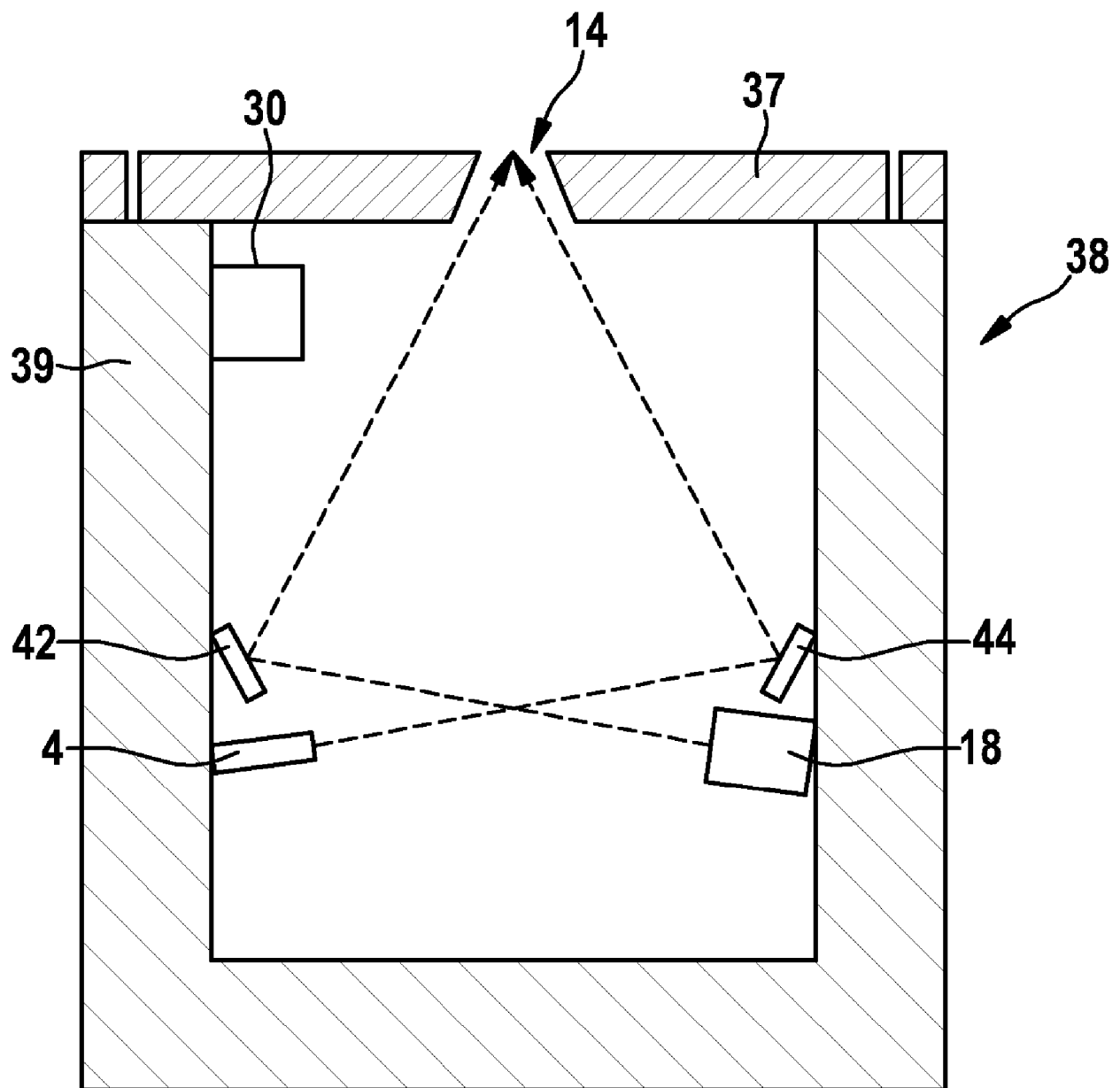


图 12

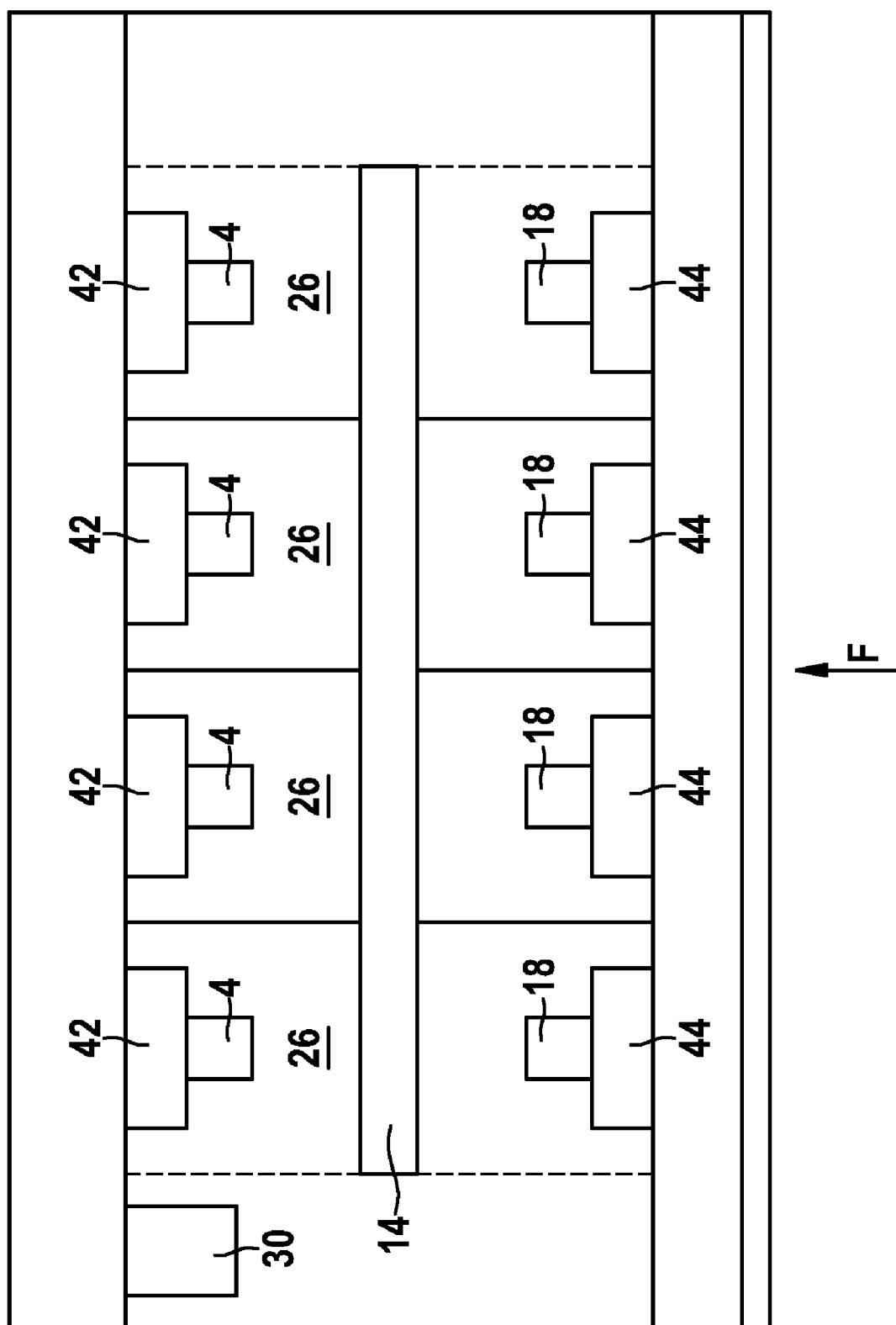


图 13

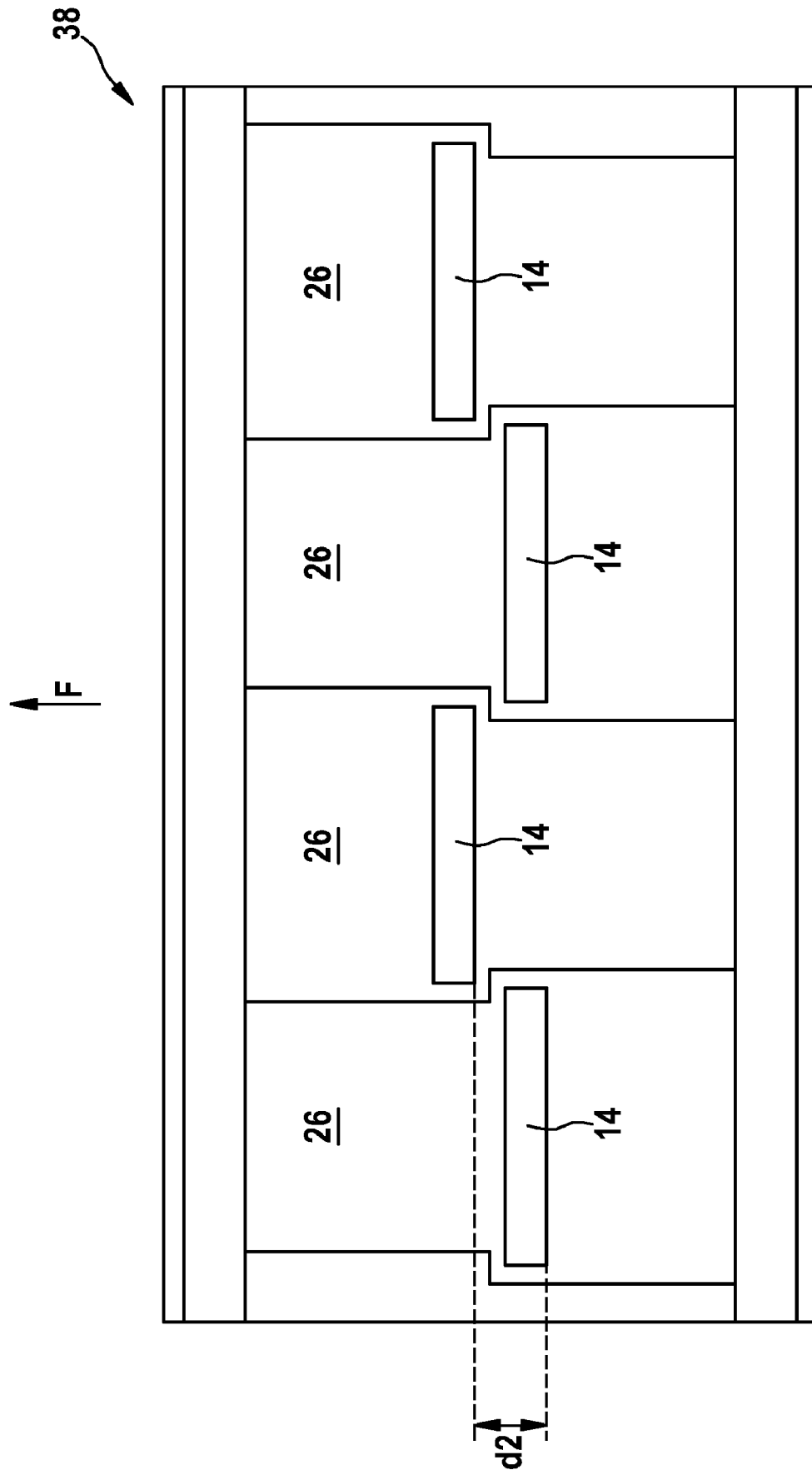


图 14