



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102057256 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200980121729. 1

G01B 3/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 06. 11

B41F 27/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

0811076. 9 2008. 06. 17 GB

0816225. 7 2008. 09. 05 GB

(56) 对比文件

US 4259144 , 1981. 03. 31, 全文 .

US 6049992 A, 2000. 04. 18, 全文 .

CN 1461404 A, 2003. 12. 10, 全文 .

US 2003/0226271 A, 2003. 12. 11, 全文 .

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 09

审查员 郭欣悦

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2009/001468 2009. 06. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02010/004248 EN 2010. 01. 14

(73) 专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

(72) 发明人 亚历山大·戴维·斯科特·埃琳

韦斯利·安德鲁·希伍德

(74) 专利代理机构 北京明和龙知识产权代理有

限公司 11281

代理人 郁玉成

(51) Int. Cl.

G01D 5/347 (2006. 01)

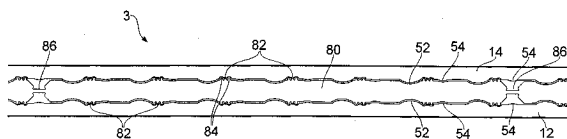
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 9 页

(54) 发明名称

标尺轨道

(57) 摘要

一种计量标尺轨道, 该计量标尺轨道包括至少第一和第二计量标尺轨道条带。所述至少第一和第二计量标尺轨道条带通过至少一个间隔件而以相互间隔开的关系保持。所述至少一个间隔件构造成一旦所述至少第一和第二计量标尺轨道条带已经固定到基底上, 所述至少一个间隔件就能够被移除。



1. 一种计量标尺轨道,该计量标尺轨道包括至少第一和第二计量标尺轨道条带,这些计量标尺轨道条带通过至少一个间隔件而相连接并保持彼此间隔开的关系,所述至少一个间隔件构造成一旦所述至少第一和第二计量标尺轨道条带已经固定到基底上,所述至少一个间隔件就能被移除。

2. 根据权利要求1所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述至少一个间隔件是可折断地联接到所述至少第一和第二计量标尺轨道条带的。

3. 根据权利要求1或2所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述至少一个间隔件和所述第一和第二计量标尺轨道条带由单个材料构件形成。

4. 根据权利要求3所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述单个材料构件构造成使得该单个材料构件在所述间隔件接合到所述第一和第二计量标尺轨道条带上的点处较弱。

5. 根据权利要求4所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述至少一个间隔件包括至少一个防护件,该至少一个防护件紧邻所述至少一个间隔件与所述第一和第二计量标尺轨道条带接合的点。

6. 根据权利要求1或2所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述第一和第二计量标尺轨道条带中的至少一个计量标尺轨道条带包括多个突起,所述多个突起沿所述至少一个计量标尺轨道条带的长度间隔开,并且构造成当该至少一个计量标尺轨道条带安装到基底上时,计量标尺的多个部分能够被容纳在所述突起的下方并且通过所述突起保持抵靠所述基底。

7. 根据权利要求6所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述第一和第二计量标尺轨道条带中的至少一个计量标尺轨道条带包括侧对接面,所述侧对接面用于与计量标尺的纵向边缘对接,以便在使用中限制该计量标尺的垂直于其测量轴线的侧向运动。

8. 根据权利要求7所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述侧对接面包括多个对接部,所述多个对接部沿该对接面的长度间隔开,每个对接部都用于与计量标尺的纵向边缘的局部区域接触,以便控制该计量标尺的横向定位。

9. 根据权利要求8所述的计量标尺轨道,其特征在于,所述对接部中的至少一些对接部设置在沿着轨道的长度与所述突起不同的点处。

10. 一种成套工具,该成套工具包括至少一个如前述权利要求中的任何一项所述的计量标尺轨道,以及用于定位在所述至少第一和第二计量标尺轨道条带之间的计量标尺。

标尺轨道

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于将与编码器设备一起使用的标尺定位在基底上的轨道。

背景技术

[0002] 计量标尺用于测量机器的运动部分相对于位置固定部分的位置。计量标尺上通常具有一系列特征点,这些特征点可通过读取头读取,从而该读取头能提供其沿计量标尺的位置的度量。该计量标尺可安装到机器的位置固定部分或运动部分上,并通过附装到该位置固定部分和运动部分中的另一个上的适当读取头读取。计量标尺的类型包括磁性标尺(其中标尺特征点由具有特定磁性特性的特征点提供)、电容性标尺(其中特征点由具有特定电容特性的特征点提供)和光学标尺(其中特征点由具有特定光学特性的特征点提供)。光学标尺可以是透射性的或反射性的。EP-A-0207121 以及 US-A-4974962 中公开了一种光学标尺构型的一个示例。

[0003] 已知使用粘合剂向部件上附贴计量标尺。然而,这使得难以移除或替换该计量标尺。存在这样的场合,即,使得计量标尺能被移除或替换将更方便,例如在大的机器上,该机器必须被分成多个部分以用于航运以及通过编码器测量的运动跨越这些部分中的两个或更多部分。使得这种移除或替换更容易的通常方式是使用轨道将标尺安装到机器上。

[0004] 一种已知轨道的示例包括铝挤出件 2,该挤出件的横截面与图 6 中所示的类似,并且经由紧固件 6 栓接或粘接到机器轴 4 上。标尺 8 从轨道的端部插入,并且通过挤出件 2 的特征部 10 垂直以及横向地定位。这些特征部 10 应当不会将标尺 8 夹持得过紧,或者不能使标尺 8 沿挤出件 2 向上滑动。标尺 8 可以在使用中在挤出件 2 内沿其测量轴线伸展和收缩,这有助于确保它在运行温度的范围内保持精确。

[0005] US6049992 也描述了一种计量标尺轨道,在本例中,该轨道包括分离的轨道条带,这些轨道条带经由粘合剂固定到基底上,并且直接抵靠该基底定位该计量标尺。

发明内容

[0006] 本发明涉及用于将标尺保持就位的改善的标尺轨道。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种计量标尺轨道,该计量标尺轨道包括至少第一和第二计量标尺轨道条带,这些计量标尺轨道条带通过至少一个间隔件而保持彼此间隔开的关系,所述至少一个间隔件构造成一旦所述至少第一和第二计量标尺轨道条带已经固定到基底上,所述至少一个间隔件就能被移除。

[0008] 该间隔件通过将计量标尺轨道条带保持为预定的间隔开的关系来辅助该计量标尺轨道的安装。已经发现,这极大地增加了轨道安装程序的便利性和速度。一旦间隔件已经移除,计量标尺就可被接纳在该至少第一和第二计量标尺轨道之间,并保持抵靠基底。已经发现,本发明对至少第一和第二轨道条带之间的间隙提供较大的控制,导致对容纳在所述轨道条带之间的计量标尺的侧向定位进行更好的控制。

[0009] 所述至少第一和第二轨道条带以及至少一个间隔件可以作为一个整体式部件提

供。可选地,它们可以由分开的材料构件形成,并且随后例如通过焊接而熔合以便提供整体式部件。

[0010] 所述至少一个间隔件可以被移除,例如通过切割所述至少一个间隔件与所述至少第一和第二轨道条带之间的界面的点而被移除。优选的是,所述至少一个间隔件是可折断地联接到所述至少第一和第二计量标尺轨道条带的。因而,优选的是,可以通过使所述至少一个间隔件从所述至少第一和第二轨道条带上脱离来移除所述至少一个间隔件。优选的是,在所述至少一个间隔件与所述第一和第二轨道条带之间的接合处设置削弱点。

[0011] 优选的是,所述至少一个间隔件和所述第一和第二轨道条带由单个材料构件形成。该材料构件可以构造成使得该单个材料构件在所述间隔件联接到所述第一和第二轨道上的点处被削弱。这可以例如通过使该单个材料构件在所述间隔件与所述第一和第二轨道之间的界面处的点处较薄来实现。

[0012] 所述至少一个间隔件可以包括至少一个防护件,该至少一个防护件紧邻该间隔件与所述第一和第二轨道的交界面。优选的是,所述间隔件包括至少一对防护件,从而在这样的点的任意一侧与之侧接,在所述点处,该隔离元件与所述第一和第二轨道接合。

[0013] 所述至少一个间隔件可以包括至少一个这样的间隔件,即,该间隔件直接联接到第一和第二轨道条带的每一个上。可选的是,所述至少一个间隔件可以包括第一和第二元件以及至少一个第三元件,所述第一和第二元件分别直接联接到第一和第二计量标尺轨道条带上,所述至少一个第三元件可释放地接合所述第一和第二元件。因而,在这种情况下,可以是所述至少第三元件控制所述第一和第二轨道条带的侧向间隔。可以设置至少一个第四元件,该第四元件可释放地接合所述第一和第二元件。所述至少第三元件(以及至少第四元件,如果设置该元件的话)可以可折断地联接到所述第一和第二元件上。

[0014] 优选的是,所述第一和第二轨道在形式以及尺寸上基本相同。优选的是,所述第一和第二轨道保持成,使得它们基本上直接彼此相对。该计量标尺轨道可以包括位于该间隔件的一侧上的多个轨道条带以及位于该间隔件的另一侧上的多个轨道条带。位于所述至少一个间隔件的共同侧上的轨道条带可以被相互接近地推向彼此,以便使得它们之间没有间隙。可选地,所述条带可以沿着所述至少一个间隔件的长度间隔开。位于共同侧上的多个轨道条带可以全部通过一个共同的间隔件保持。

[0015] 因而,计量标尺轨道的每一侧都可以通过多个不连续的(离散的)轨道条带提供,这与一个长的连续轨道条带相反。位于轨道的一侧上的轨道条带可以全部相同。可选地,所述轨道条带中的至少一个轨道条带不同于至少一个其它轨道条带。位于所述至少一个间隔件的两相对侧上的轨道条带可以直接成对相对地布置。可选地,位于所述至少一个间隔件的两相对侧上的轨道条带可以沿着该轨道的长度以相互交错的或者甚至基本上随机的形式布置。

[0016] 所述至少第一和第二轨道条带可以每个都具有侧对接面,以用于与计量标尺的纵向边缘中的一个接触。这些侧对接面可以用于限制(约束)容纳在所述轨道条带之间的计量标尺的侧向移动。所述第一和第二轨道条带可以通过所述至少一个间隔件保持,以便使得它们的侧对接面之间的距离不小于,优选基本上等于,用于与该轨道一起使用的计量标尺的宽度。

[0017] 所述第一和第二轨道条带的侧对接面可以基本上是直的。因而,在使用中,该侧对

接面的基本上整个长度都可以用于与计量标尺的纵向边缘接触。然而,如将会理解的,所述至少第一和第二轨道条带中至少一个的侧对接面的在使用中与计量标尺接触的程度(长度)可以小于所述第一和第二轨道条带的长度。因而,所述第一和第二轨道中至少一个的侧对接面可以构造成沿着容纳在所述第一和第二轨道条带之间的计量标尺的纵向边缘的长度在多个不连续的点处与该纵向边缘接触。在这种情况下,在使用中,计量标尺和轨道条带之间可以存在至少一个空间,所述至少一个空间沿着计量标尺的长度并且在该计量标尺的平面中延伸。因而,所述第一和第二轨道条带中的至少一个的侧对接面可以包括至少一个对接部,例如局部化的凸起,如至少一个凸块,以用于与计量标尺的纵向边缘接触。更优选的是,所述第一和第二轨道条带中的至少一个的侧对接面包括至少两个对接部,例如至少两个局部化的凸起,如至少两个凸块,以用于与计量标尺的纵向边缘接触。

[0018] 可选地,所述至少第一和第二轨道条带中的至少一个,优选全部,包括至少一个突起,所述至少一个突起构造成当该轨道条带安装到基底上时,计量标尺的多个部分可以被容纳在所述至少一个突起的下方,并且通过所述突起保持抵靠所述基底。所述第一和第二轨道条带中的每一个上的突起不需要沿着轨道条带的整个长度延伸。例如,所述第一和第二轨道条带中的每一个的所述至少一个突起可以沿着它们各自轨道条带的长度的至少 50% 延伸。

[0019] 优选的是,所述至少一个突起构造成使得在使用中,该至少一个突起横向跨越计量标尺的范围为不大于该标尺的宽度的 25%,更优选地不大于 10%。

[0020] 轨道条带可以包括沿着该轨道条带的长度间隔开的多个不连续(离散)的突起。在这种情况下,可以使用一定数量的较小突起,以便沿着计量标尺的长度在一定数量的离散的点处限制该计量标尺的远离基底的运动。所述离散的突起可以设定尺寸并且相互隔开,以使得轨道条带的全部长度的不大于 50% 的部分包括突起,优选不大于 35% 的部分包括突起。优选的是,轨道条带上的离散的突起在形状和尺寸上基本相同。优选的是,轨道条带上的离散的突起沿着该轨道条带基本上均匀地间隔开。

[0021] 所述计量轨道可以构造成,当在使用中时,所述基底与所述第一和第二轨道条带中的每一个上的所述至少一个突起之间的间隙不小于,并且优选基本上等于,用于与该计量轨道一起使用的计量标尺的厚度。因而,该计量标尺可被容纳在该间隙中而不被压缩。这与标尺卡子或标尺夹子形成对比(相反),所述标尺卡子或标尺夹子构造成通过抵靠机器轴压缩标尺来夹紧该标尺。该间隙可以大于计量标尺的厚度。然而,这可能使得对计量标尺的远离基底的运动的控制减小。

[0022] 设置在轨道条带上的任何对接部(用于与标尺的纵向边缘接触以便控制该标尺的横向位置)都可以与突起重合。例如,可以在突起的下面设置对接部。优选的是,侧向定位的凸起(即,对接部)不与所述突起重合。例如,设置在一个轨道条带上的任何对接部以及突起可以沿着轨道条带的长度设置在不同的点处。因而,轨道条带的对接部以及突起可以彼此远离地设置。

[0023] 所述对接部可以基本上与轨道条带的深度相同(与具有较小深度的突起相反,所述突起用于使得标尺能装配到突起和基底之间)。

[0024] 在使用中,容纳在所述至少第一和第二轨道条带之间的计量标尺可以沿着它的长度在至少一个点处通过紧固件固定到所述基底上,以便防止所述计量标尺相对于所述基底

沿着其测量轴线进行显著地移动。因此可以防止计量标尺沿着所述基底滑动,但当所述计量标尺仅在一个点处固定时,该计量标尺可以沿着其长度自由伸展,例如由于热膨胀而伸展。

[0025] 所述第一和第二轨道条带可以每个都具有安装表面,经由该安装表面这些轨道条带可以被安装到基底上。该基底可以是供搁置所述计量标尺的同一基底。

[0026] 所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以用于通过粘合剂安装到基底上。例如,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以用于经由双面胶带安装到基底上。该双面胶带可以作为独立的部件供应给轨道条带。可选地,该安装表面可以设置有粘合剂层。

[0027] 可选地,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以用于通过一个或多个紧固件安装到基底上。例如,可以使用一个或多个夹子或卡子,以便将所述第一和第二轨道条带中的至少一个保持到基底上。可选地,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以使用一个或多个螺栓或螺钉安装到基底上。在这种情况下,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以具有至少一个孔,螺栓或螺钉可以贯穿所述至少一个孔。

[0028] 所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以形成为单个构件。例如,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以是模制的或挤出的。可选地,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以由片材形成。例如,所述第一和第二轨道条带中的至少一个可以由这样的单个片材形成,即在该单个片材上去除材料以便提供期望的形状。例如,可以使用蚀刻、火花腐蚀和机加工中的一种来去除材料。可选地,可以将单个片材折叠以提供期望的形状。可选地,可以利用一定数量的分离构件形成所述第一和第二轨道条带中的至少一个。所述分离构件可以是多层的片材。这些层可以紧固在一起,以便提供期望的形状。

[0029] 如可以理解的,所述第一和第二轨道条带可以在使用时安装到基底上,该基底则安装到辅助基底上。例如,所述基底可以是片材。例如辅助基底可以是机床。因而,可以通过所述第一和第二轨道条带将标尺维持在基底上。该基底可以安装到第二基底上,例如经由粘合剂或某些其它机械紧固件安装。

[0030] 轨道条带可以特别地与薄标尺一起使用。该轨道可以用于与具有这样的厚度的计量标尺一起使用,即,该厚度不大于 1.5mm,例如不大于 1mm,优选不大于 0.5mm,尤其优选不大于 0.3mm,最优选不大于 0.2mm。

[0031] 所述至少第一和第二轨道条带以及所述至少一个间隔件可以由使用者切割,以便获得期望长度的轨道条带。所述至少第一和第二轨道条带以及所述至少一个间隔件可以由使用者切割,以便从一个原始长度的轨道条带获得多个较短长度的轨道条带。

[0032] 本申请还描述了一种成套工具,该成套工具包括至少一个如上所述的计量轨道以及一用于定位在所述至少第一和第二轨道之间的计量标尺。

[0033] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于安装在基底上的计量标尺轨道条带,该轨道条带包括多个沿着其长度间隔开的突起。所述突起构造成使得当轨道条带安装在基底上时,计量标尺的多个部分可以容纳在所述突起的下方,并且通过这些突起保持抵靠该基底。

[0034] 如可以理解的,与本发明第一方面的上述轨道相关的特征还可以适用于根据本方面第二方面的轨道条带。

[0035] 特别地,优选轨道条带包括侧对接面,该侧对接面用于在使用中与计量标尺的纵

向边缘对接,以便限制该计量标尺的垂直于其测量轴线的横向运动。优选的是,该侧对接面包括沿着其长度间隔开的多个对接部,每个对接部都用于与计量标尺的纵向边缘的局部区域接触,以便控制该计量标尺的横向定位。优选的是,所述对接部中的至少一些对接部定位在沿着轨道的长度与所述突起不同的点处。

[0036] 优选的是,根据本发明的第二方面提供了至少第一和第二计量标尺轨道条带,所述第一和第二计量标尺轨道条带通过至少一个间隔件而保持彼此间隔开的关系,一旦所述至少第一和第二计量标尺轨道条带已经紧固到基底上,该间隔件就可被移除。优选的是,所述至少一个间隔件是可折断地联接到所述至少第一和第二计量标尺轨道条带的。

[0037] 根据另一方面,提供了一种测量设备,该测量设备包括定位在基底上的细长计量标尺,以及根据上述本发明的第二方面的至少第一和第二轨道条带,所述至少第一和第二轨道条带在计量标尺的相反的纵向侧上安装到该基底上,其中,所述多个间隔开的突起在所述计量标尺的部分路径上延伸,以便限制该计量标尺的远离所述基底的移动。

[0038] 所述计量标尺可以通过紧固件在单个点处固定,以便防止所述计量标尺在该点处相对于所述基底移动。可选的是,该计量标尺通过至少一个紧固件在多个点处固定到基底上,从而使该标尺被约束而与所述基底一起移动。

[0039] 如上所述,所述至少第一和第二轨道条带可以经由粘合剂安装到所述基底上。

[0040] 优选的是,所述基底与所述第一和第二轨道条带中每一个的突起之间的间隙不小于,优选基本上等于,所述计量标尺的厚度。

[0041] 如上面结合本发明的另一方面所述的,所述至少第一和第二轨道条带可以包括对接面,所述对接面用于与所述计量标尺的纵向边缘接触,以便限制所述计量标尺的垂直于其测量轴线的侧向运动。优选的是,所述至少第一和第二轨道条带间隔开,以使它们的侧对接面之间的距离不小于,优选基本上等于,所述计量标尺的宽度。优选的是,所述至少第一和第二轨道条带中每一个的与所述计量标尺相接触的侧对接面的长度小于所述第一和第二轨道条带的长度。

[0042] 如将会理解的,与根据本发明的上述另一方面的轨道条带相关的特征也适用于根据本发明的该方面的测量设备的轨道条带。

[0043] 优选的是,所述轨道条带构造成使得它能够卷绕成具有一内径的卷,该内径不大于 90mm,更优选地不大于 75mm,尤其优选不大于 50mm,其中不会将轨道条带拉长为超出其弹性极限。这使得能够制造大长度的轨道条带,并且容易储存以及运输,而不会使轨道条带变形。例如,轨道条带可以为至少 1 米长,可选地为至少 10 米长,例如至少 50 米长,例如至少 100 米长。

[0044] 本申请还描述了一种标尺轨道,该标尺轨道由片材形成。特别地,本申请描述了一种由单个片材构件形成的轨道条带。

[0045] 本申请还描述了计量标尺轨道,该计量标尺轨道包括片材,该片材沿着相对的边缘折叠以限定第一和第二轨道条带以及位于它们之间的基部,该第一和第二轨道每个都具有突起,所述突起每个都限定位于该突起和该基部之间的空间,在该空间中可以容纳计量标尺的相反的纵向边缘。

[0046] 尽管在该方面中计量标尺将通过轨道来支承,但计量标尺的位置仍然高度可控制以及可预测。这是因为片材的厚度可以形成为具有高的精度。因此,通过轨道相对于该轨

道安装在其上的基底支承的计量标尺的高度的变动沿着计量标尺的长度可以忽略不计。

[0047] 本申请还描述了一种用于相对于基底定位计量标尺的计量标尺轨道,该计量标尺轨道具有至少一个突起,所述至少一个突起用于限制定位在所述轨道中的计量标尺的远离所述基底的移动,该轨道由片材形成。

附图说明

[0048] 下面将参照附图描述本发明的一个实施例,在附图中:

[0049] 图 1(a) 和 1(b) 分别示出一对轨道条带的第一实施例的等轴顶侧和底侧视图;

[0050] 图 2(a) 和 (b) 分别示出一对轨道条带的第二实施例的等轴顶部和底部视图;

[0051] 图 3(a) 和 (b) 示出根据第一和第二实施例的轨道条带的底侧视图;

[0052] 图 4 示出图 1(a) 和 (b) 中所示的一对轨道条带的横截面;

[0053] 图 5 示出根据第三实施例的一对轨道条带的横截面;

[0054] 图 6 示出已知的轨道系统;

[0055] 图 7 示出横跨机器各部分之间的接合处安装的轨道条带的侧视图;

[0056] 图 8 示出由多层片材形成的轨道条带的横截面;

[0057] 图 9 示出通过折叠的片材形成的轨道条带的横截面;

[0058] 图 10 示出一对轨道条带的底侧视图,其中计量标尺被一对分离的部件被侧向地约束;

[0059] 图 11 示出轨道条带的另一实施例的等轴视图;

[0060] 图 12 示出通过多个间隔件保持间隔开的布置的一对轨道条带的底侧等轴视图;

[0061] 图 13(a) 示出通过单个连续间隔件保持间隔开的布置的一对轨道条带的顶部视图;

[0062] 图 13(b) 提供了图 13(a) 的一对轨道条带以及间隔件的剖面的细部图;

[0063] 图 14(a) 示出通过根据本发明的一对轨道条带定位并且通过夹子在一个点处保持的标尺的顶部视图;以及

[0064] 图 14(b) 提供了图 14(a) 中所示的夹子以及轨道条带对和标尺的剖面的细部图。

具体实施方式

[0065] 参见图 1(a) 和 4,其中示出了计量标尺轨道 3,该计量标尺轨道 3 包括第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14,所述第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 用于将标尺 8 保持在基底 4(为清楚起见,图 1 和 2 中均未示出)上。轨道条带 12、14 每个都包括由这样的材料构成的条带,所述材料在所示实施例中为片状不锈钢,但也可以使用其它金属以及其他非金属材料。轨道条带 12、14 每个都具有突起(即,唇缘),所述突起 16 沿着轨道的长度延伸。

[0066] 第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 通过双面胶带 18 直接附装到基底 4 上。轨道条带 12、14 每个都这样固定,即,使得所述轨道条带的突起 16 与基底间隔开。此外,轨道条带 12、14 这样安装,即,使得第一轨道 12 和第二轨道 14 以基本平行的布置彼此间隔开,其中它们的突起 16 彼此面对。一旦附装到基底上之后,所述第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 就限定一测量轴线 A,沿着该测量轴线 A 可以铺放计量标尺的长度。

[0067] 可以理解,可以使用除双面胶带以外的其他机构来将轨道条带 12、14 固定到基底

4上。例如,轨道条带 12、14 可以通过所述轨道 12、14 中的孔利用螺栓固定就位。可以理解,用于将轨道条带 12、14 固定就位的螺栓或螺钉的数量将取决于许多因素,例如所述轨道条带 12、14 的长度以及它们的刚度。无论如何,为了将轨道条带 12、14 尤其固定到硬质基底例如由花岗岩制成的基底上,双面胶带是特别优选的,因为它大大减少了将轨道条带 12、14 固定到基底上所需的准备工作。

[0068] 突起 16 的底侧与基底 4 之间的间隙以及第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 之间的间隔构造造成这样,即:使得计量标尺 8 能够通过使该计量标尺 8 在突起 16 下方从第一轨道 12 和第二轨道 14 的一端滑动来铺放到所述第一轨道 12 和第二轨道 14 之间。一旦计量标尺 8 已经铺放到第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 之间,则该计量标尺的位置就受两个垂直维度的控制,即,垂直于测量轴线 A 的维度。

[0069] 由于计量标尺直接搁在基底上,所以该标尺的在垂直于该基底的表面的维度上相对于该基底的位置可以被精确控制。这与具有标尺承载部分的轨道-例如图 6 中所示的轨道-相反,因为标尺承载部分的任何制造中的不精确都会导致标尺相对于该基底的高度沿着该标尺的长度变动。

[0070] 重要的是,紧密地控制基底 4 与突起 16 的底侧之间的间隙。该间隙优选构造造成具有这样的尺寸,即,该尺寸使得计量标尺 8 基本上自由地沿着测量轴线 A 移动,但是限制该计量标尺移动离开基底。

[0071] 将间隙设计成使得计量标尺 8 能够基本上自由地沿着测量轴线 A 移动可以有助于该计量标尺 8 的组装和拆卸。

[0072] 此外,计量标尺 8 以及基底 4 可能由具有不同热容量 (thermal mass) (即,不同热膨胀系数) 的材料制成。相应地,计量标尺 8 和基底 4 将由于不同的热膨胀率而沿着测量轴线 A 改变长度。计量标尺 8 相对于基底 4 的移动越自由,由读取该计量标尺 8 的读取头 (未示出) 给出的温度对测量的影响就越可以预测。因此,这是形成足够的间隙尺寸以避免轨道条带 12、14 撞击计量标尺 8 的另一个原因。

[0073] 尽管可以优选使计量标尺 8 在它的长度的大部分上相对于基底 4 自由移动,但优选在单个点处约束该计量标尺,以便提供这样的基准,即,所有测量结果都可以根据该基准获得。该基准点可以通过沿着该计量标尺 8 的长度在一个点处施加在该计量标尺上的机械夹子 (未示出) 实现。该点可以处于,例如,其中已经在第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 中的一个上留下间隙的位置。优选地,特别是对于较长的计量标尺,基准夹子施加在沿着计量标尺 8 的长度的近似中途的位置,由此使得任何干扰效果最小。

[0074] 作为一种替代方案,计量标尺 8 可以受控于基底 4,以使它具有与基底相同的热特性。这可以例如通过在计量标尺 8 的两端上都施加夹子来实现。

[0075] 在一种特别有利的实施例中,可以通过控制间隙从而使该间隙近似具有与计量标尺 8 的厚度相同的高度,来确保计量标尺 8 的自由移动。例如,在所示实施例中,计量标尺 8 的厚度近似为 0.2mm。轨道条带 12、14 具有近似 7mm 的宽度和 0.4mm 的厚度,其中所述突起 16 具有近似 1mm 的宽度以及 0.2mm 的深度。相应地,突起 16 的底侧与基底 4 之间的间隙具有近似 0.2mm 的高度 (双面胶带的深度忽略不计),即近似等于计量标尺 8 的厚度的高度。可以理解,该原理同样可以适用于不同尺寸的计量标尺和轨道。然而,已经发现,对于具有不大于 1.5mm 的厚度的计量标尺,本发明是特别有利的,对于具有不大于 1mm 的厚度的

计量标尺,本发明则更为有利。

[0076] 由于它们的尺寸和材料,所描述的实施例中的轨道条带 12、14 可以容易地卷起以用于船运。因此,这使得轨道能被以非常大的长度,例如高达 100 米的长度,被制造和供应。优选地,轨道条带 12、14 构造成使得它们能卷绕成具有 50mm 的半径,而不会伸展超过其弹性极限。

[0077] 图 1(b) 和 3(a) 示出根据第一实施例的第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 的底侧视图。在该例中,每个轨道 12、14 的在使用时面对并且接触计量标尺 8 的细长边缘的内边缘都是直的。然而,对于图 2(a)、2(b) 和 3(b) 所示的示例来说,这不是必要的,所述附图示出第二实施例,该第二实施例与第一实施例中相似的标号表示基本上相同的特征。在本发明的第二实施例中,轨道条带 12、14 的与计量标尺 8 的细长边缘相面对的内边缘 20 包括用于接触计量标尺 8 的多个对接部 22。这些对接部 22 减少了与计量标尺 8 相接触的内边缘 20 的长度,由此减少了轨道条带 12、14 以及测量标尺 8 之间的摩擦的量。这些对接部还在计量标尺 8 与轨道条带 12、14 之间形成小的区域 24,可以在这些区域中收集污染物,而不会影响计量标尺 8 的性能。可以理解,对接部 22 可以与轨道条带 12、14 形成为一体式构件,或者可以是与轨道条带 12、14 相分离的部件。

[0078] 此外,内边缘 20 不必完全接触计量标尺 8 的细长边缘。相应地,第一和第二轨道条带可以构造成这样,即在使用中,在计量标尺与第一和第二轨道条带中的至少一个之间沿着轨道条带的整个长度在完全包含该计量标尺的平面中存在空间。例如,计量标尺 8 的横向位置可以通过在第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 的至少一个端部处位于计量标尺 8 的两侧的分离的第一横向限制部件 44 和第二横向限制部件 46 控制,例如如图 10 所示。可以理解,可以在第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 的相反的端部处设置第二组横向限制部件。然而,可以理解,突起 16 仍然伸出计量标尺 8,由此将该计量标尺限制在基底 4 上。

[0079] 突起 16 不必沿着轨道条带的长度连续,而是可以分成沿着轨道条带 12、14 的长度 f 间隔开的离散突起 52,例如如图 11 中所示的。相应地,轨道条带 12、14 不在各突起 52 之间的点处覆盖计量标尺。这是有利的,因为这使得收集在标尺和轨道条带 12、14 之间的灰尘可以漏出。

[0080] 除了用于将标尺限制在基底上的突起 52 以外,图 11 所示的轨道条带还具有用于控制标尺的横向位置的对接部 54。这些对接部 54 可以叠加在突起 52 上,或者可以如图所地远离突起。如先前讨论的,轨道条带可以由薄的板金属形成,其中该金属的厚度在突起处减小,例如通过化学蚀刻减小。除非这种蚀刻被非常技术熟练地完成,否则可能在突起的与条带的主体接合在一起的根部处形成小的半径。该半径可能干扰标尺在轨道中的自由移动。通过将对接部 54 设置成远离突起 52,所述对接部可以防止标尺接触形成在离散长度的突起的根部处的半径。

[0081] 当轨道条带形成为具有连续长度时,必须将它们切割成用于安装到机器上的正确长度。如果如图 3 所示突起 16 是连续的,则难以在不扭曲所述突起的情况下将轨道条带切割成合适的长度。突起的任何扭曲都会妨碍标尺在轨道内的自由移动。这个问题可以通过如图 11 所示地将突起限制为具有离散的长度 52 来实现,因为应当有可能在离散长度的突起之间切割条带,由此去除扭曲的危险。

[0082] 用于形成本发明的轨道条带的特别优选的方法包括利用片材形成轨道条带。片材

的厚度可以制造为具有高的精度,因此使之能精确控制轨道条带和突起的深度。在参照图4所述的实施例中,形成轨道条带的材料条带的原始横截面形状基本上是矩形的,突起16通过沿着条带材料的长度从该条带材料的角部处去除材料来形成。所述材料例如可以通过化学蚀刻、电火花腐蚀或者机加工来去除。作为从单个材料构件上蚀刻而成的替代方案,轨道条带12、14可以通过两个或更多个条带材料建立,例如如图8中所示的第一条带34和第二条带36。如图所示,第一条带34和第二条带36具有不同的宽度,从而第一条带34伸出第二条带36之外以便形成突起16。第一条带34和第二条带36可以例如金属接合、焊接或者以其它方式固定在一起。轨道条带12、14也可以由单个材料构件38制成,该单个材料构件折叠或形成为产生突起16,如图9所示。

[0083] 如可以理解的,第一轨道条带12和第二轨道条带14以及计量标尺8安装在其上的基底4可以是机器,即,第一和第二轨道条带12和14以及计量标尺8可以直接安装到机器的活动部分或固定部分上。可选地,基底4可以是固定到机器上的中间件。

[0084] 当轨道条带12、14以及计量标尺8将跨越机器的两个不同部分之间的接合处安装时,这是特别优选的,所述接合处例如为如图7所示的机器的第一部分28和第二部分30之间的接合处26。重要的是,当设计接合处26时,要注意确保该接合处26两侧的计量标尺将施加在其上的表面是共面的。如果将它们形成得充分共面不能实现,则作为将条带12、14直接施加到机器轴线上的替代方案,可以在该第二部分30的表面上固定由刚性材料形成的窄条带例如条带31,并且设置垫片32以便形成共面的表面,然后向该表面上施加所述第一轨道条带12和第二轨道条带14(图7中未示出)。

[0085] 此外,所述第一轨道条带12和第二轨道条带14可以利用单个构件蚀刻以及折叠而成,所述单个构件由适合于折叠的薄的材料40构成,如图5中所示。相应地,第一轨道条带12和第二轨道条带14可以通过标尺支撑件42接合,当计量标尺8插入在所述第一轨道条带12和所述第二轨道条带14之间时,该计量标尺8搁在所述标尺支撑件42上。在该实施例中,薄的材料40优选是片材,由此确保标尺支撑件42沿着测量轴线A具有一致的厚度。

[0086] 在安装时,可以将第一轨道条带12和第二轨道条带14抵靠定位边缘或其它定位件例如定位销而安放在基底上。可选地,可以使用一施加器(敷抹器)安放所述第一轨道条带12和第二轨道条带14,所述施加器代替读取头而暂时螺栓固定到的机器上。可以在所述第一轨道条带12和第二轨道条带14将安装到其上的机器已经组装好之后安装所述第一轨道条带12和第二轨道条带14,由此降低所述第一和第二轨道条带或者计量标尺8被损坏的危险。在第一轨道条带12和第二轨道条带14已经被损坏的情况下,可以在不需要使机器停机的情况下将它们移除。

[0087] 重要的是,将所述第一轨道条带12和第二轨道条带14以正确的间距安放。如果在制造过程中通过间隔件将所述第一和第二轨道条带联接在一起,并且该间隔件可以在轨道条带已经被安装之后移除,则将所述第一轨道条带12和第二轨道条带14以正确的间距安放可以很容易实现。在某些情况下,如果间隔件由可以被独立地移除的离散件形成,则该间隔件的移除将很容易。图12中示出一种示例性解决方案,在该图12中,间隔件单元61包括第一和第二纵向间隔件64和66以及第一和第二横向间隔件62和63。第一纵向间隔件64通过突块70连接到第一轨道条带12,第二纵向间隔件66通过相似的对应该突块70连

接到第二轨道条带 14。此外,第一和第二纵向间隔件 64 和 66 通过第一和第二横向间隔件 62 和 63 利用突块 68 接合在一起。

[0088] 突块 68 和 70 这样制成,即,通过与形成离散长度的突起 52 所用的措施相同的措施局部减小金属的厚度。这可以例如通过蚀刻过程实现。所述突块因此提供了削弱点或者强度减小的点。纵向间隔件 64、66 以及横向间隔件 62、63 构造成,使得第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 上的对接部 54 隔开正确的间距。突块 70 在离散长度的突起 52 与对接部 54 之间在凹入部位 71 接合到第一和第二轨道条带 12 和 14 上。凹入部位 71 这样设置,即,一旦突块 70 断裂,它们不能接触到标尺 8。

[0089] 在安装期间,第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 通过间隔件 62、63、64、66 保持联接在一起,直至所述第一和第二轨道条带已经被固定到基底上以后。一旦所述第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 被固定,就通过将第一横向间隔件 62 和第二横向间隔件 63 的自由端向上提来使接合到第一和第二纵向间隔件 64 和 66 上的所述第一和第二横向间隔件 62 和 63 断裂。然后,通过将第一纵向间隔件 64 和第二纵向间隔件 66 的自由边缘向上提来使将所述第一纵向间隔件 64 和第二纵向间隔件 66 接合至第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 上的突块 70 断裂。如图所示,可以在所述间隔件 62、63、64、66 的自由端处设置深度减小的区域 73,以有利于在间隔件的下方插入工具(或者例如手指甲),从而能容易地提起所述间隔件。

[0090] 已经发现,将间隔件分割成离散的纵向和横向元件有利于间隔件的移除,同时降低干扰第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 的位置的危险。然而,如可以理解的,作为将间隔件形成如图 12 中所示的离散元件的替代方案,也可以将间隔件制造成较少部件。例如,可以通过在所述第一和第二纵向间隔件之间延伸的可断裂突块来使所述第一纵向间隔件和第二纵向间隔件沿着它们的长度直接接合。在第一和第二纵向间隔件之间延伸的突块可以在使间隔件与条带之间的突块断裂之前首先断裂。

[0091] 图 12 示出用于将一对连续长度的轨道条带接合在一起的至少一个间隔件。通过适当地构造,至少一个间隔件可以以正确的构型将多个离散长度的条带接合在一起。在此适当地构造,这种布置可以避免将条带切割成段的需要。

[0092] 图 13 示出一种替代性实施例,在该替代性实施例中,第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 通过单个连续的可移除的间隔件 80 保持彼此间隔开的关系。该可移除的间隔件 80 在沿着该间隔件的长度的多个点处(在所示示例中每隔 25mm)通过一小的突块 82 连接到第一和第二轨道条带 12 和 14。该小的突块 82 是通过贯穿条带的厚度蚀刻去掉一部分以便形成削弱点而制成的。由于突块 82 是通过从轨道条带 12、14 的顶侧而非从其底侧蚀刻而成的,所以即使在移除间隔件 80 时产生尖锐边缘,它也仍然在轨道条带 12、14 的顶部之下,因此,不存在断口/刺痛的危险。

[0093] 如图所示,为了结构上的整体性,间隔件 80 的宽度在沿着其长度的大部分上仅略小于第一和第二轨道条带 12 和 14 之间的距离。例如,对于间隔件 80 的长度的绝大部分,在第一和第二轨道条带 12 和 14 上的任何两个相对/面对的点处,该间隔件的宽度为这两个相对的点之间的距离的至少 90%。然而,在沿着间隔件 80 的长度的规则点 86 处,该间隔件 80 的宽度显著减小(例如减小到小于第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 之间的距离的 50%)。

[0094] 第一和第二轨道条带 12 和 14 存在两个重要的尺寸。第一个重要的尺寸是在使用期间向下将标尺保持在基底上的突起 52 的蚀刻深度,这可以利用千分尺采样测量。第二个重要的尺寸是在使用中横向定位标尺的小对接部 54 之间的宽度。这可以在区域 86 处使用通过 / 不通过 (go/no-go) 量规测量,在所述区域 86 中,间隔件 80 已经在宽度上局部减小,如图 13(a) 和 13(b) 中所示出的。

[0095] 间隔件 80 的移除可以这样实现,即,在第一和第二轨道条带 12 和 14 的端部处插入一楔形工具(未示出),以使该工具位于间隔件 80 的下方并位于第一和第二轨道条带 12 和 14 的相邻部分的上方。然后,可以使该工具沿着轨道的长度滑动,随着该工具的移动使将间隔件 80 连接至第一和第二轨道条带 12 和 14 的小的突块 82 断裂。在某些情况下,可能的是,一旦间隔件 80 已经被移除,则该间隔件 80 上的突块 82 的残留物可能具有锋利的边缘,所述锋利的边缘有刺破操作者的手的潜在可能。为此,在突块 82 的两侧安放基本具有完整材料厚度的小的防护凸起 84,由此有效地在该锋利的边缘两侧提供防护,并从而保护操作者免受伤害。

[0096] 本发明的其中一个显著优点是,在第一和第二轨道条带 12 和 14 以及基底的组合与标尺 8 之间产生的摩擦很小。由于这一点,该标尺可以根据它自身的热膨胀系数的要求随着温度自由伸展,而不会明显受到轨道或基底的影响。为了使标尺像计量装置一样工作,必须将它牢固地锚定到单个点上,该单个点则起到基准的作用,所有测量结果都从该基准获得。

[0097] 这种基准可以以多种方式建立。例如,可以使用例如氰基丙烯酸盐粘合剂在一个点处将该标尺 8 胶接到第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 中的至少一个上。这可能容易实施,但难以在不破坏轨道条带 12、14 和标尺 8 的情况下进行移除。

[0098] 可选地,第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 中的至少一个可以在其中需要基准的点处切割,并且将由与轨道条带类似的材料构成的小的附件胶接到标尺 8 以及基底二者上。这可能难以安装,因为轨道将需要以两种长度施加。然而,它将容易在不进行破坏的情况下移除。

[0099] 可以使用螺钉 92 将一夹子 90,例如图 14(a) 和 (b) 中所示的夹子,栓接到基底上,该螺钉 92 旋拧到超出第二轨道条带 14 的外边沿设置的螺纹孔(未示出)中,并且优选在不接触第二轨道条带 14 的情况下,设置尖头 94,该尖头向标尺 8 施加夹紧力。这种夹子 90 可以在标尺 8 的两侧成对使用,或者仅在一侧使用,如图 14(a) 和 (b) 所示出的。这具有需要在基底中形成螺纹孔的缺点,并且可能不能向胶接方案那样承受高的纵向力。标尺 8 和读取头之间还必须有足够的垂直间隔,以便允许该读取头穿过夹子 90。然而,它可以容易地移除和替换,并且不需要破坏标尺 8 或者基底。

[0100] 在所述实施例中,第一轨道条带 12 和第二轨道条带 14 在形状和尺寸上相同。在这种情况下,第一和第二轨道条带 12 和 14 可以通过制造单个长度的轨道而形成,该单个长度的轨道可以被切割,以便提供期望长度的轨道。这可以有利于轨道的制造和运输的方便性。

[0101] 然而,如可以理解的,第一和第二轨道条带 12 和 14 不必相同。例如,第一轨道条带 12 可以采取结合附图 1 说明的第一实施例的形式,而第二轨道条带 14 可以采取结合附图 2 说明的第二实施例的形式。

[0102] 在所述实施例中,轨道条带这样构造,即,使得计量标尺直接搁在用于安装轨道条带的基底上,或者直接搁在一片材构件上(例如,参见图5)。这可消除由轨道定位的计量标尺的位置中的任何变动,尤其是垂直于基底表面的尺寸中的变动,现在已知的轨道例如图6中所示的轨道则可能引起这种变动。这因此提高了沿着测量轴线行进并读取由轨道条带定位的计量标尺的读取头的行进高度(ride-height)的一致性,继而提高了由读取通过本发明的轨道条带定位的计量标尺的读取头所进行的测量的精确性和可靠性。

[0103] 如上所述,第一轨道条带和第二轨道条带基本是细长的。如可以理解的,第一和第二轨道条带沿着计量标尺延伸的程度可能在不同应用场合之间变化。例如,第一和第二轨道条带可以沿着计量标尺的长度的至少75%例如至少90%延伸。所述第一和第二轨道条带可以沿着计量标尺的整个长度延伸,或者甚至可以比计量标尺本身要长。可选地,如可以理解的,可以使用沿着计量标尺的长度间隔开的多个较短的第一和第二轨道条带。

[0104] 如上所述,第一和第二轨道条带以及间隔件作为单个部件形成并且提供。然而,如可以理解的,这不是必须的,可以例如将间隔件作为与第一和第二轨道条带分开的独立部件提供。例如,可以将间隔件形成为独立部件,并且暂时固定到第一和第二轨道条带上。例如,所述至少一个间隔件可以在至少一个点处机械紧固,例如经由卡子、夹子、螺栓或类似件紧固到所述第一和第二轨道条带中的每一个上。在这种情况下,间隔件可以用与第一和第二轨道条带的材料不同的材料制成。在这种情况下,间隔件的移除包括例如释放或者分开机械紧固件。

[0105] 计量标尺可以通过紧固件在单个点处固定,以便防止计量标尺在该点沿着其测量轴线相对于基底移动。在这种情况下,计量标尺可以在其它点处沿着测量轴线自由移动,这可能例如由于标尺和基底的热膨胀/收缩的不同而出现。

[0106] 计量标尺可以在多个点处,例如在至少两个点处,通过至少一个紧固件固定到基底上,从而该标尺被约束而与基底一起移动。计量标尺可以在多个点处,例如在至少两个点处,通过至少一个紧固件固定到基底上,从而所述标尺被约束而根据基底的热特征移动。可以设置多个紧固件。在这种情况下,可以强制标尺与基底一起膨胀或收缩。也就是说,计量标尺可以受控于基底,以使该标尺呈现基底的热特征。

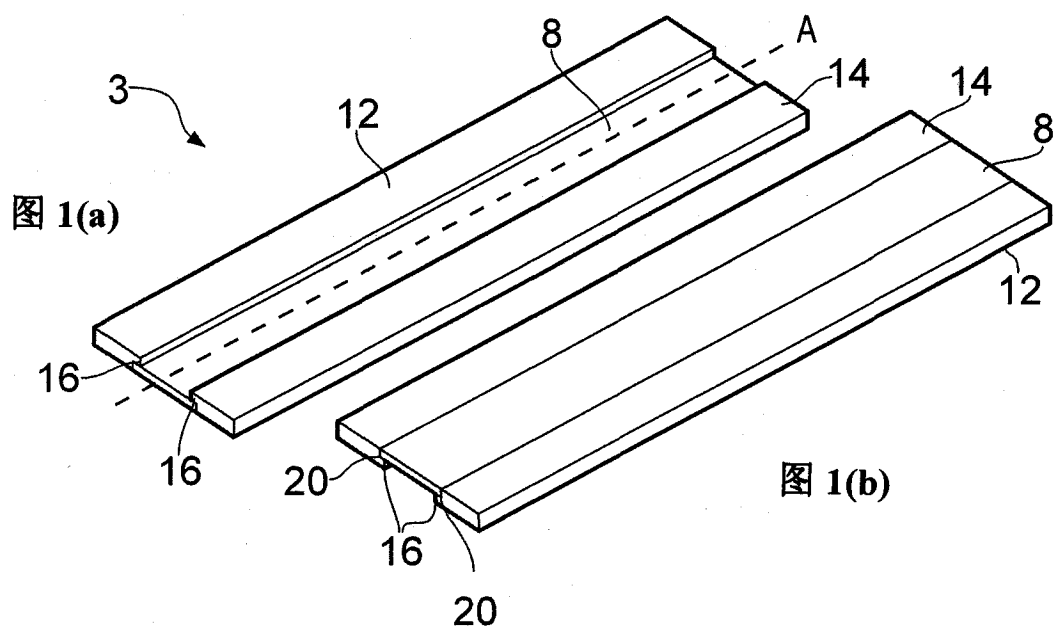
[0107] 如可以理解的,在本说明书中标尺是指计量标尺,也可以指公知的编码器标尺。该标尺可以是光学标尺。该标尺可以是磁性标尺。这种标尺可以是电容性标尺。计量标尺可以提供线性刻度。

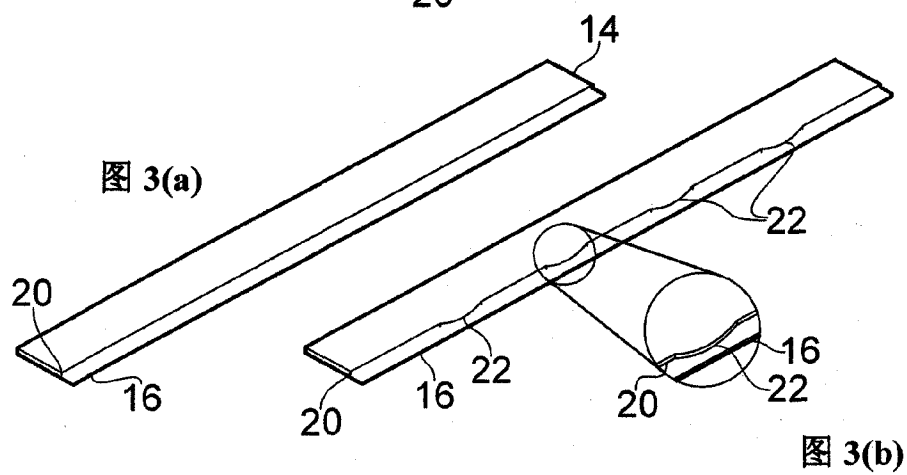
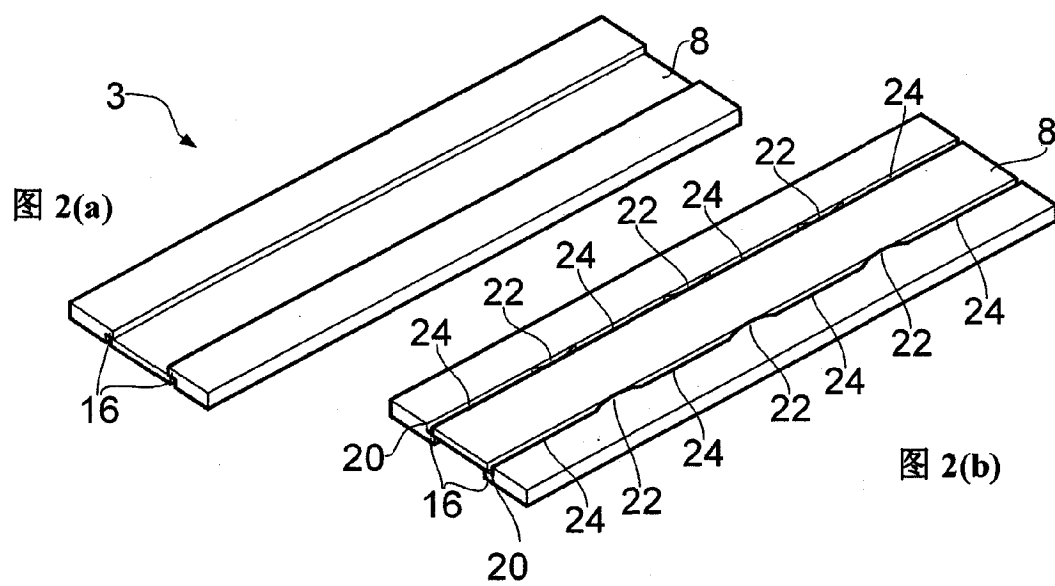
[0108] 标尺可以是增量标尺,例如EP-A-0207121中所述的标尺。如可以理解的,增量标尺通常具有多个增量标记,所述增量标记限定了基本上周期性的图案,当标尺和读取头之间出现相对运动时,所述图案在读取头处产生周期性的信号。这些周期性的信号可以产生向上/向下的计数,所述计数使得能够确定标尺和读取头之间的位移。

[0109] 可以设置基准标记,所述基准标记使得能够确定读取头的确切位置。所述基准标记可以通过同一读取头检测。基准标记可以例如使得能够证实增量计数的精确度以及/或者使得读取头能够找到“始位(基位)”或者已知的基准位置,从该“始位”或者已知的基准位置开始增量计数。基准标记可以位于标尺上并靠近增量标记。例如,基准标记可以位于这样的轨道内,即,该轨道与含有增量标记的轨道平行并且相邻地延伸。还已知将基准标记实施在增量标尺轨道内,例如如国际公开的专利申请W02005/124282中所公开的。

[0110] 标尺可以是绝对标尺。这种标尺通常具有多个特征部,所述特征部将沿着标尺的测量方向的独特位置数据编码。所述数据的形式可以为,例如,伪随机序列或者离散的编码字。通过当读取头经过标尺时读取该数据,该读取头可以确定其绝对位置。

[0111] 标尺可以是混合增量绝对标尺。国际专利申请 PCT/GB2002/001629 公开了这样一种标尺,其中,绝对位置数据在增量标尺中实施为离散编码字的形式。这可以通过增量标尺上的缺失线来实现,其中线的存在表示“0”位,而不存在线则表示“1”位。增量标尺中的缺失线的不同组合使得可以在该增量标尺中实施编码字。还存在其它用于实现混合增量绝对位置的机制,例如通过改变增量标尺的线的宽度(其中,例如,一种厚度的线代表“1”位,而另一种厚度的线代表“0”位)。





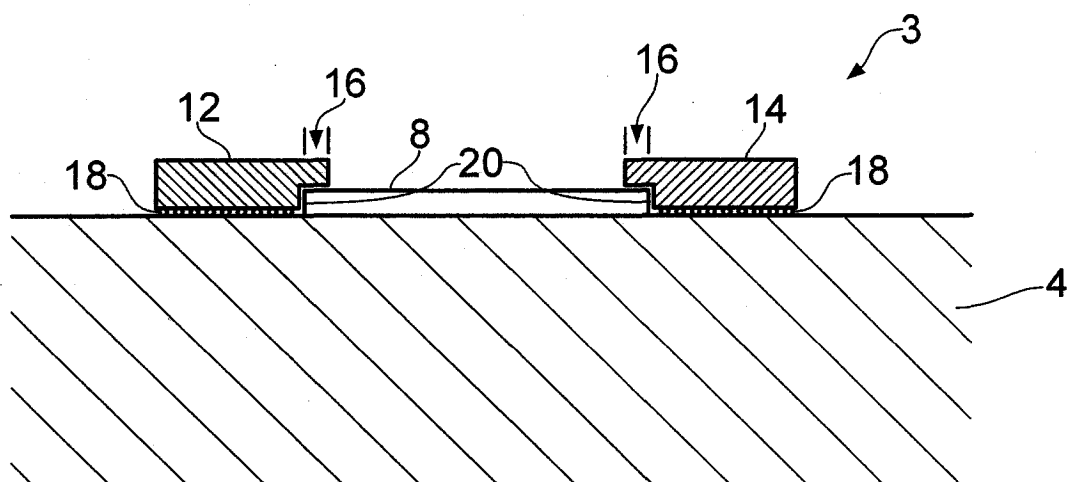


图 4

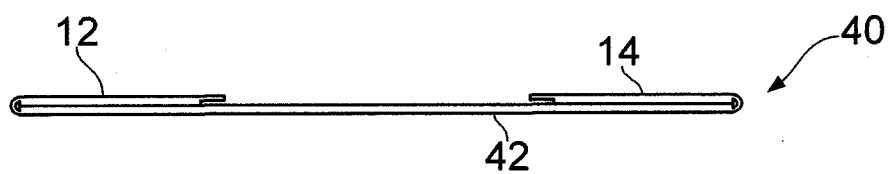


图 5

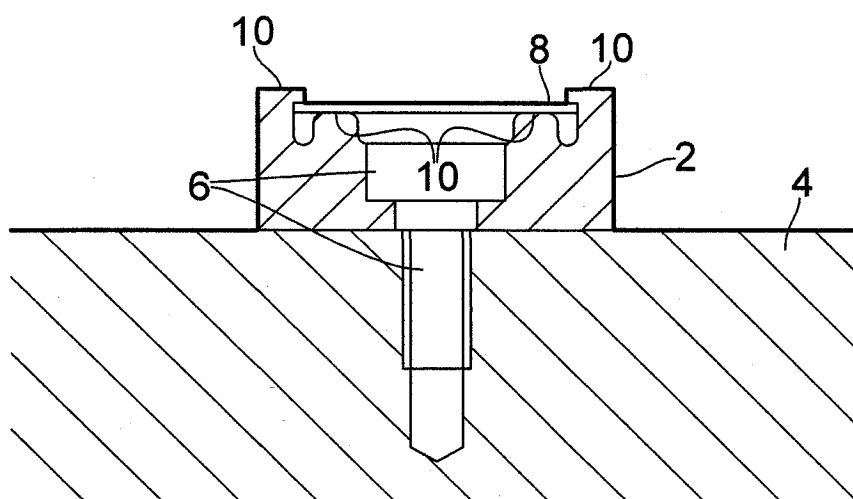


图 6(现有技术)

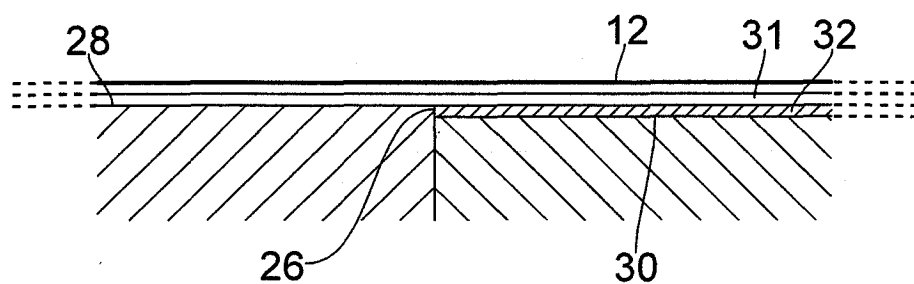


图 7

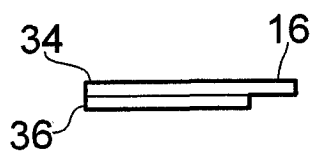


图 8

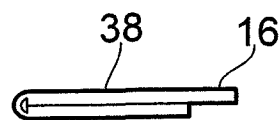


图 9

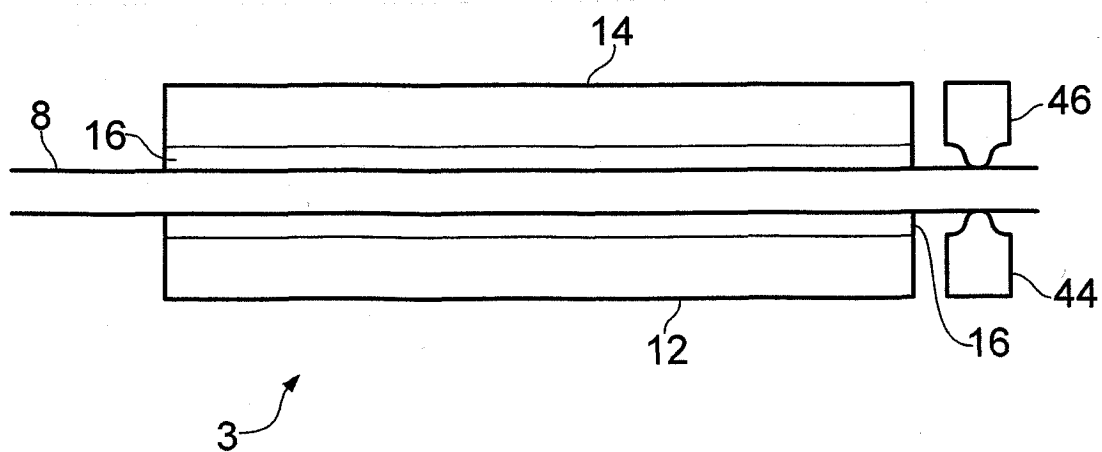


图 10

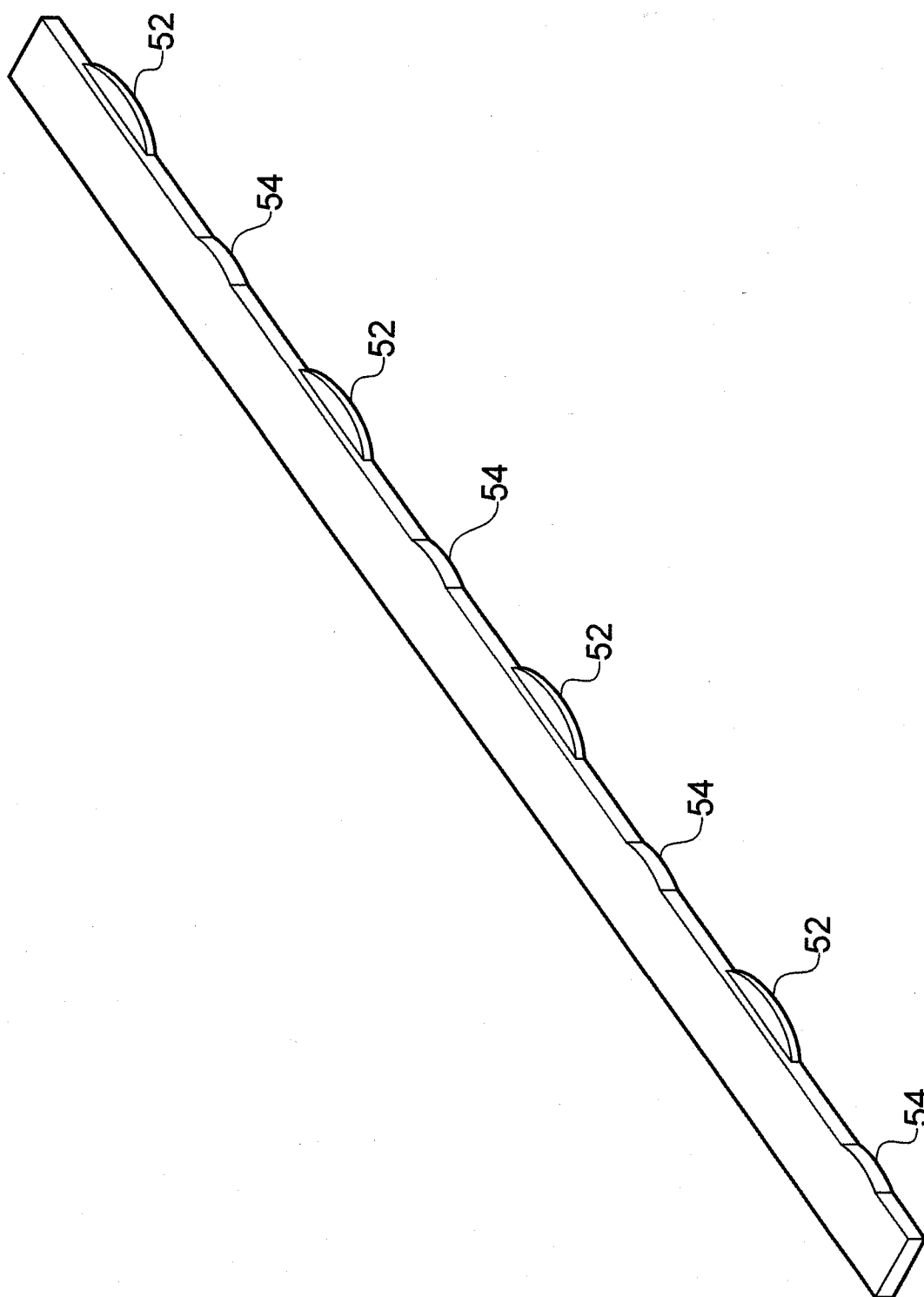


图 11

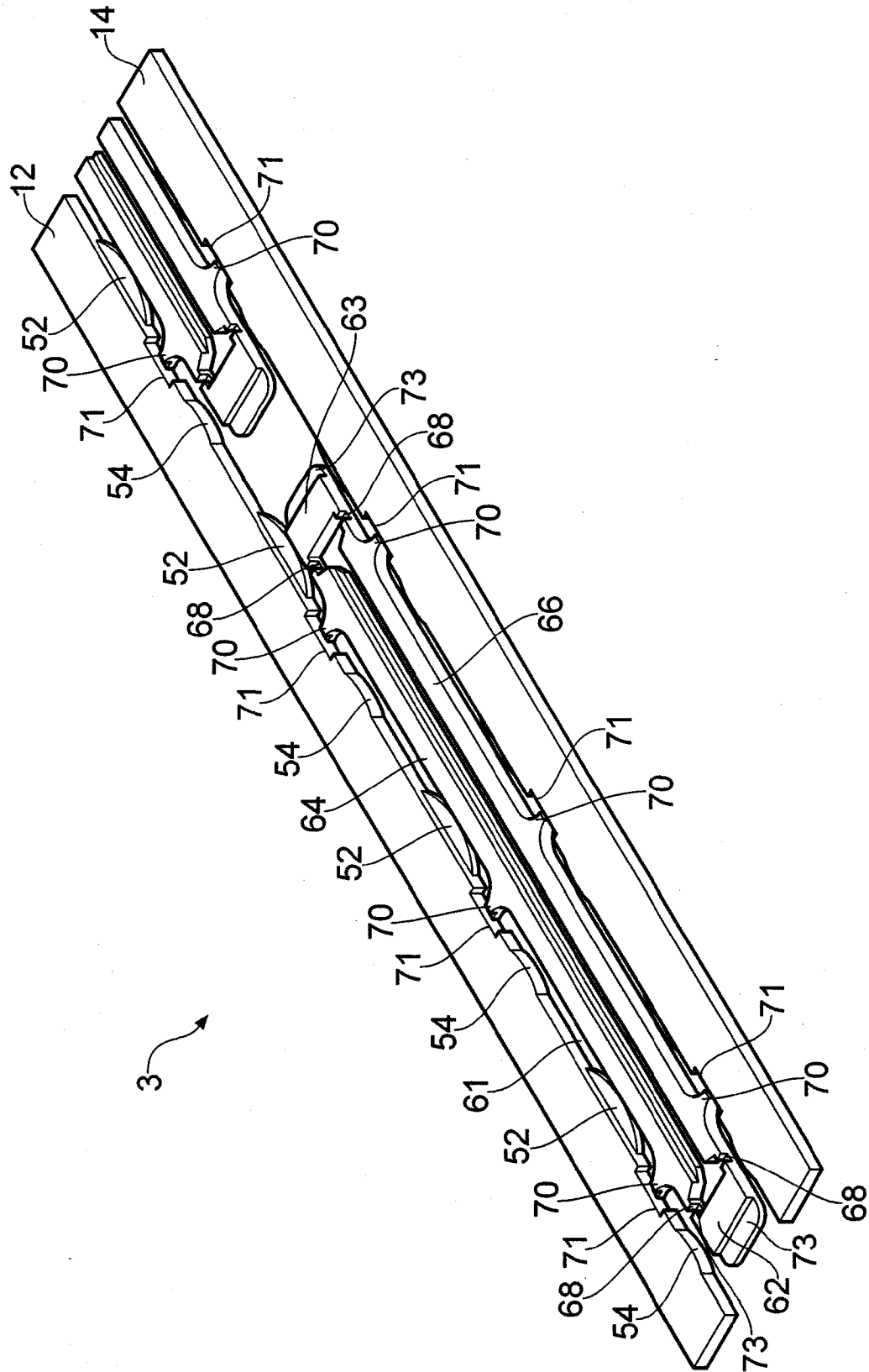


图 12

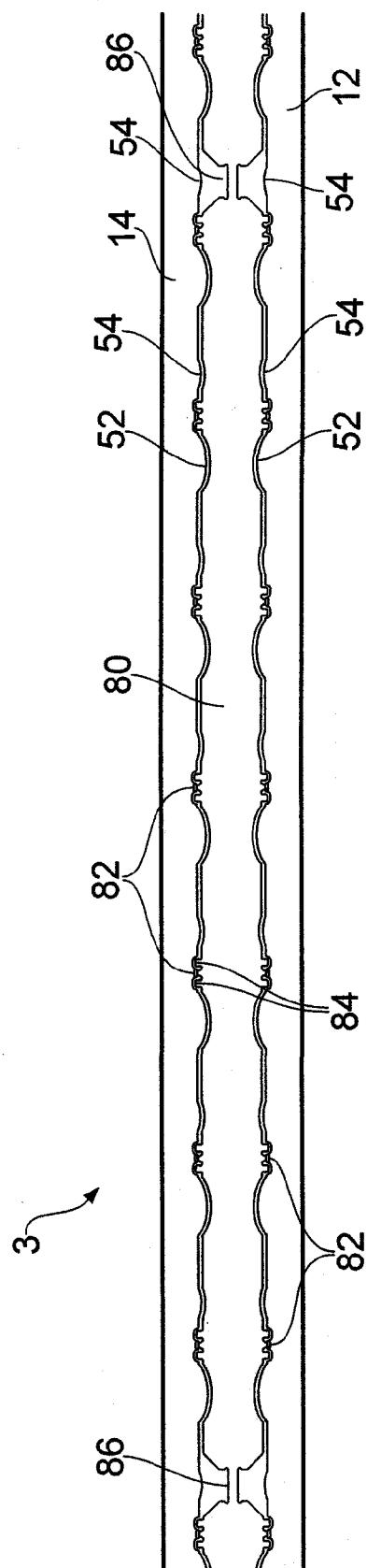


图 13(a)

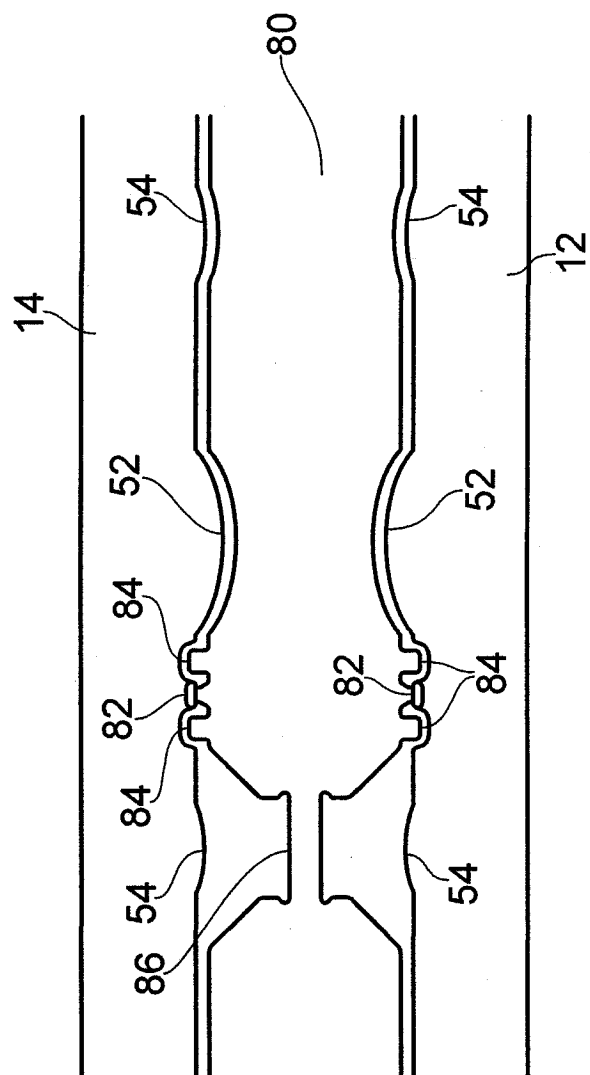


图 13(b)

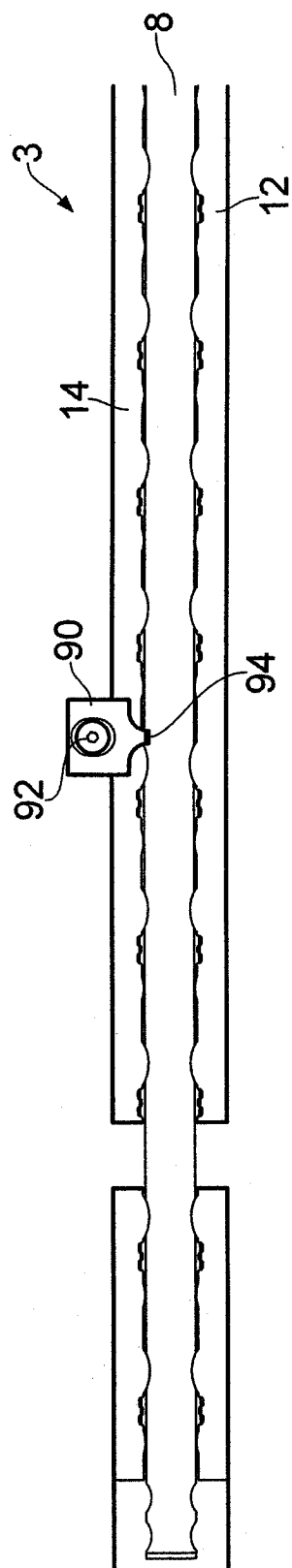


图 14(a)

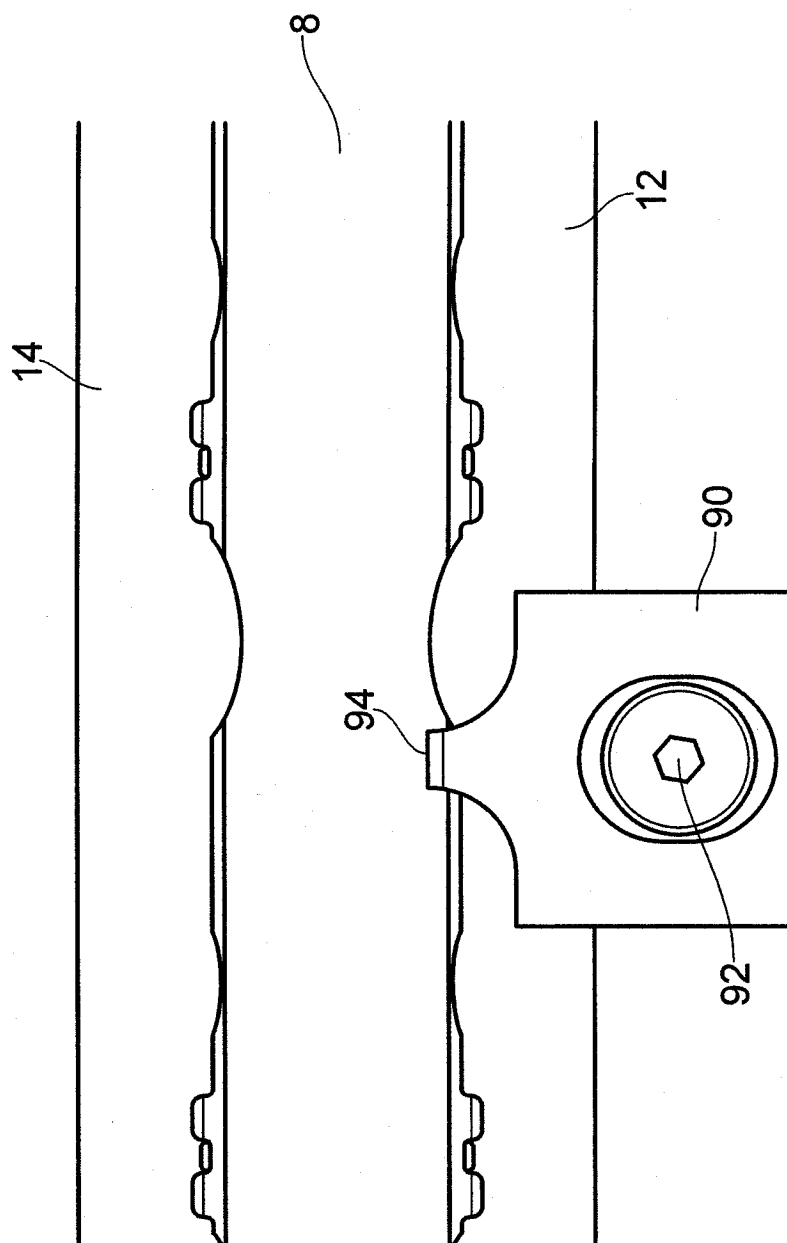


图 14(b)