



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1878913 B

(45) 授权公告日 2011.06.22

(21) 申请号 200580001239.X

(22) 申请日 2005.06.09

(30) 优先权数据

102004028948.4 2004.06.14 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.04.26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2005/001030 2005.06.09

(87) PCT申请的公布数据

W02005/121454 DE 2005.12.22

(73) 专利权人 蒂森克虏伯快速运输有限公司

地址 德国卡塞尔

(72) 发明人 L·米勒 W·胡芬巴赫 郑清华

K·孔茨

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 郑修哲

(51) Int. Cl.

*E01B 25/30* (2006.01)

*E01B 25/32* (2006.01)

(56) 对比文件

EP 0381136 A1, 1990.08.08, 全文.

CN 2408535 Y, 2000.11.29, 全文.

US 4856173 A, 1989.08.15, 全文.

DE 2021834 A1, 1972.03.30, 全文.

审查员 阮建斌

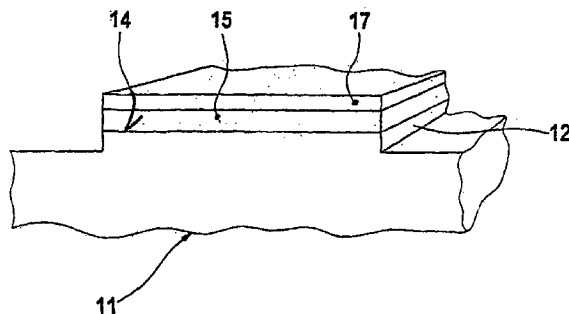
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

导轨载体以及用它制造的磁悬浮铁路

(57) 摘要

本发明涉及一种导轨梁 (11) 和一种包括它的磁悬浮铁路。所述导轨梁 (11) 包括用于磁悬浮铁路的车辆滑行板的滑行表面 (14)。根据本发明,所述滑行表面 (14) 设有涂层 (15, 17), 该涂层 (15, 17) 包括与滑行板材料相适应的非摩擦和硬磨损陶瓷材料。



1. 一种导轨载体,其具有至少一个用于磁悬浮车辆(4)的滑行表面(14,19),所述磁悬浮车辆(4)至少具有一个预计用于着陆在所述滑行表面(14,19)上的滑行板(8),其中所述滑行表面(14,19)设有与所述滑行板的材料相匹配的低摩擦涂层,其特征在于,通过涂敷陶瓷材料而提供所述涂层。

2. 根据权利要求2所述的导轨载体,其特征在于,所述陶瓷材料主要包括氧化物-陶瓷材料。

3. 根据权利要求1或2所述的导轨载体,其特征在于,所述陶瓷材料由氧化铝和/或二氧化钛构成。

4. 根据权利要求2所述的导轨载体,其特征在于,通过使用陶瓷材料和至少一种添加剂涂敷所述涂层。

5. 根据权利要求4所述的导轨载体,其特征在于,所述添加剂是具有用作滑行剂的石墨的聚合聚氨酯树脂。

6. 根据权利要求1或2所述的导轨载体,其特征在于,所述涂层被涂敷成数层,并且至少一个内部层(15,22)包含所述陶瓷材料。

7. 根据权利要求1或2所述的导轨载体,其特征在于,所述涂层以分级构造被建立。

8. 根据权利要求6所述的导轨载体,其特征在于,所述内部层包括一混合物,该混合物包括质量分数为50%至70%的氧化铝和其余的二氧化钛,位于所述内部层上的第二外部层由一混合物构成,构成第二外部层的该混合物包括质量分数至少为90%的氧化铝和其余的二氧化钛。

9. 根据权利要求6所述的导轨载体,其特征在于,所述内部层包括一混合物,该混合物包括质量分数为50%至70%的氧化铝和其余的二氧化钛,位于所述内部层上的第二外部层包括聚合聚氨酯树脂,该树脂具有质量分数为20%至40%的石墨。

10. 根据权利要求1或2所述的导轨载体,其特征在于,所述涂层具有最大1mm的厚度。

11. 根据权利要求6所述的导轨载体,其特征在于,所述内部层(15,22)具有0.2mm至0.5mm的厚度。

12. 根据权利要求9所述的导轨载体,其特征在于,所述外部层(17,23)具有0.2mm至0.4mm的厚度。

13. 根据权利要求1或2所述的导轨载体,其特征在于,在涂敷所述涂层之前,使所述滑行表面(14,19)粗糙化。

14. 一种磁悬浮铁路,其具有导轨和至少一个磁悬浮车辆(4),所述导轨具有多个分别设有至少一个滑行表面(14,19)的导轨载体(11,18),所述磁悬浮车辆(4)具有预计用于着陆在其中一个所述滑行表面(14,19)上的至少一个滑行板(8),其特征在于,根据权利要求1至13中任一项设计所述导轨载体(11,18)。

15. 根据权利要求14所述的磁悬浮铁路,其特征在于,所述磁悬浮车辆(4)的所述滑行板(8)由用碳纤维加强并添加SiC的碳制成。

## 导轨载体以及用它制造的磁悬浮铁路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种导轨载体,并且涉及一种用它制造的磁悬浮铁路。

### 背景技术

[0002] 除预计用来驱动车辆并通常被设计和建造成定子直线电机的定子叠片之外,以及除预计用来引导的横向导轨之外,磁悬浮铁路的导轨还包括设有所谓的滑行表面的导轨载体。在大多数情况下,这些滑行表面安装在导轨载体的上顶面上,并且在正常停止期间和在紧急情况下,滑行表面用于借助于在其下侧处安装的滑行板使车辆着陆。名称“滑行”表面和“滑行”仅用来表示不仅在静止期间而且在车辆的行驶期间滑行板均可着陆在滑行表面上,并且然后滑行板可在滑行表面上以滑动模式运动,直到车辆静止。例如,这样一种情形可出现在承载磁体失效的情况下,因为在这种情况下,车辆和/或其悬浮机架的相关段将下沉至这样的程度以致车辆着陆,并且至少一个滑行板位于滑行表面上。因此,并由于磁悬浮车辆可实现 400km/h 或更高的高速,就产生显著的摩擦能量,这些摩擦能量在有关滑行配合件的区域中产生高温和强烈磨损。

[0003] 迄今为止,几乎没有注意在紧急着陆情况下的摩擦状态。滑行性能更确切地说或多或少地由用于滑行板和滑行表面的材料偶然地生成。假定:滑行表面像导轨载体那样由钢或混凝土制成,并且滑行板必须由这样一种材料制成,该材料的特征在于与钢或混凝土相比具有高的抗磨损力。关于此点,也已知在由钢制成的滑行条处构造滑行表面,并且给滑行表面提供基于环氧树脂和/或聚氨酯的由锌粉和云母赤铁矿制成的防腐蚀保护层。

[0004] 在下面所述类型的磁悬浮铁路的实际操作中,表明以这种方式获得的滑行性能由于各种原因不够充分。特别是,可能希望的是,故障一发生不是立即和在沿导轨的任何地方对于故障车辆进行修理或维护,而是如有可能,让故障车辆继续行驶,直到它们到达适于修理和维护工作的车间。然而,在这样的情况下,在承载磁体失效的情况下在至今已知的滑行板和滑行表面之间出现的高摩擦力会导致很高的机械负载和温度,从而只能通过沿导轨以比较短的距离设置这些修理车间,才保证安全到达最近的修理车间而没有滑行板和/或滑行表面的过早完全磨损。如果在修理车间之间的这些距离太大,则影响车辆的多种故障也会导致对于滑行表面的损坏,并因此要求对有关滑行表面和甚至对于整个导轨的修理,这会带来显著的操作成本,并因此必须避免。

[0005] 为了避免这样的问题,已经建议,为导轨载体的滑行表面至少在其外部区域中提供丙烯酸聚氨酯 (polyurethane-acryl) 涂层,对于该涂层掺杂减小摩擦和磨损的材料,例如石墨和/或聚四氟乙烯 (polytetrafluoroethylene)。然而,通过这种类型的涂层,不能足够地减小在之前描述的成本增加的修理工作。相反,实际试验表明,这种类型的涂层肯定导致比至今实现的那些更有利的摩擦值,但不具有充分的低磨损性能。特别是,如果导轨载体也由把滑行表面用作导轨并且频繁地加速和减速的维护和组装车辆使用(这是通常的做法),并且/或者如果滑行表面至少部分地覆盖有吹起的沙子或类似污染物(这是不可避免的),则情况如以上所述。其结果是,滑行表面的涂层特别要求成本的增加维护或修理工作。

## 发明内容

[0006] 因此,本发明的目的在于提出一种用于以上概述的种类的滑行表面的构造,这种构造不仅改进滑行配合件(滑行表面/滑行板)的滑行性能,而且也得到要求很少维护的低磨损涂层。

[0007] 根据本发明,提供了一种导轨载体,其具有至少一个用于磁悬浮车辆的滑行表面,所述磁悬浮车辆至少具有一个预计用于着陆在所述滑行表面上的滑行板,其中所述滑行表面设有与所述滑行板材料相匹配的低摩擦涂层,其特征在于,通过涂敷陶瓷材料而提供所述涂层。

[0008] 优选地,所述陶瓷材料主要包括氧化物-陶瓷材料。

[0009] 优选地,所述陶瓷材料由氧化铝和/或二氧化钛构成。

[0010] 优选地,通过使用陶瓷材料和至少一种添加剂涂敷所述涂层。

[0011] 优选地,所述添加剂是具有用作滑行剂的石墨的聚合聚氨酯树脂。

[0012] 优选地,所述涂层被涂敷成数层,并且至少一个内部层包含所述陶瓷材料。

[0013] 优选地,所述涂层以分级构造被建立。

[0014] 优选地,所述内部层包括一混合物,该混合物包括质量百分数为 50%至 70%的氧化铝和其余的二氧化钛,位于所述内部层上的第二外部层由一混合物构成,构成第二外部层的该混合物包括质量百分数至少为 90%的氧化铝和其余的二氧化钛。

[0015] 优选地,所述内部层包括一混合物,该混合物包括质量百分数为 50%至 70%的氧化铝和其余的二氧化钛,位于所述内部层上的第二外部层包括聚合聚氨酯树脂,该树脂具有质量百分数为 20%至 40%的石墨。

[0016] 优选地,所述涂层具有最大 1mm 的厚度。

[0017] 优选地,所述内部层具有 0.2mm 至 0.5mm 的厚度。

[0018] 优选地,所述外部层具有 0.2mm 至 0.4mm 的厚度。

[0019] 优选地,在涂敷所述涂层之前,使所述滑行表面粗糙化。

[0020] 根据本发明,还提供了一种磁悬浮铁路,其具有导轨和至少一个磁悬浮车辆,所述导轨具有多个分别设有至少一个滑行表面的导轨载体,所述磁悬浮车辆具有预计用于着陆在其中一个所述滑行表面上的至少一个滑行板,其特征在于,根据权利要求 1 至 13 中任一项设计所述导轨载体。

[0021] 优选地,所述磁悬浮车辆的所述滑行板由用碳纤维加强并添加 SiC 的碳制成。

[0022] 由于根据本发明的滑行表面设有由与滑行板材料相匹配的陶瓷材料和/或陶瓷硬度(机械耐受度)的物质制成的涂层,所以滑行性能可优化成,在承载磁体等失效的情况下和/或在滑行板的着陆期间,磁悬浮车辆仍然可运行比较长的距离,而不引起对于导轨和/或车辆严重的情形。因而可以增大要沿导轨设置的修理车间之间的距离,这就显著减小基本建设成本和操作成本。滑行表面在紧急着陆情况下或当与维护 and 组装车辆一起使用它们时的极低磨损,另外产生显著延长维护间隔的好处。

## 附图说明

[0023] 基于附图更详细地解释本发明,在附图中:

[0024] 图 1 表示穿过具有导轨载体和车辆的普通磁悬浮铁路的示意性横截面;

[0025] 图 2 表示根据本发明的由混凝土制成的导轨载体的示意性立体局部视图,其中也由混凝土制成的滑行表面设有包括陶瓷材料的夸大表明涂层;及

[0026] 图 3 表示根据本发明的与由混凝土制成的导轨载体的图 2 相对应的部分视图,由钢制成的滑行条插入在该载体中,该滑行条设有由陶瓷材料和添加剂制成的涂层。

### 具体实施方式

[0027] 图 1 示意地表示通过具有长定子直线电机形式的驱动的磁悬浮铁路的示意横截面。该磁悬浮铁路包括多个导轨载体 2,该导轨载体 2 沿预定路线方向上一个布置在另一个后面并且携带定子叠片 3,该定子叠片 3 设有绕组并且安装在导轨板 2 的下侧处。沿着导轨载体 2,车辆 4 可借助于承载磁体 5 行驶,该承载磁体 5 与定子叠片 2 的下侧相对地站立,并且同时为长定子直线电机提供激励磁场。

[0028] 在导轨板 2 的上侧处,设置沿行驶方向延伸的滑行表面 6,该滑行表面 6 例如设计成紧固到导轨板 2 上的特殊滑行条 7 的表面。滑行表面 6 与固定到车辆 4 的下侧上并且在车辆 4 的静止期间支撑在滑行表面 6 上的滑行板 8 共同作用,从而在定子叠片 3 与承载磁体 5 之间有比较大的间隙 9。为了车辆行驶,承载磁体 5 初始被致动,以便从滑行表面 6 升起滑行板 8,并且在如此建立的悬浮状态下调节例如 9 至 10mm 的间隙尺寸。以后,车辆 4 置于运动中。

[0029] 这个种类的磁悬浮车辆对于本领域的技术人员一般是已知的(例如,“Neue Verkehrstechnologien(新型交通技术)”,Henschel Magnetfahrttechnik(磁性行驶技术)6/86)。

[0030] 图 2 指示性地表示根据本发明的一种导轨载体 11,该导轨载体 11 在其上侧处设有与它以单件布置制造的隆起或带 12,该隆起或带条 12 在其上侧上设有用于磁悬浮车辆 4 的滑行板 8 的滑行表面 14。例如,这样一种混凝土型的导轨载体 11 从出版公报 ZEV-Glas. Ann 105,1989,205-215 页或“Magnetbahn Transrapid,die neue Dimension des Reisens(磁性火车,旅行的新规模)”,Hestra Verlag Darmstadt,1989,21-23 页,以上通过参考由此成为本公开的对象。

[0031] 尽管迄今为止带 12 像导轨载体 11 那样由混凝土制成,但根据本发明的滑行表面 14 设有涂层,该涂层包含一个布置在另一个上的两个层 15 和 17。因而,内部层 15 直接涂敷在滑行表面 14 上,而层 17 被构造成外部层,从而对于根据图 2 的导轨梁 11,实际上是外部层 17 的上部表面必须指示为滑行表面,因为通常它是与根据图 1 的滑行板 8 相接触的唯一层。然而,在本专利申请的范围内,优选的是把带 12 的表面 14 指示为实际滑行表面,并且把包括层 15 和 17 的膜指示为滑行表面 14 的涂层。

[0032] 在根据图 2 的实施例中,此外根据本发明设想的是,至少在与滑行板 8 的材料相适应(匹配)的低摩擦和低磨损陶瓷材料的外部区域中制造涂层。特别有利的是,这种陶瓷材料包括氧化物-陶瓷材料,特别是氧化铝( $Al_2O_3$ )和二氧化钛( $TiO_2$ )混合物。

[0033] 两个层 15 和 17 优选地设有氧化物-陶瓷材料。因而,涂敷到导轨载体 1 的混凝土滑行表面 14 上的内部层 15 有利地包括韧性和延性材料,以便得到对于混凝土的良好粘合力并至少部分地补偿各个成分的可能不同的热膨胀。相反,与滑行板 8 形成滑行对的外部层 17 优选地包括具有非常低磨损性能的材料。为此目的,例如,第一层 15 主要或唯一地

包含按质量 50% 至 70% 的氧化铝和按质量 50% 至 30% 的二氧化钛的剩余部分的混合物，而外部层 17 例如包含按质量至少 90% 的氧化铝和按质量达 10% 的二氧化钛的剩余部分。

[0034] 根据图 3 的实施例代表复合（组合）构造的导轨，该导轨包含由混凝土制成并且一个布置另一个后面的多个导轨载体 18，其中由钢制成并且设有滑行表面 19 的滑行条 20 插入到导轨载体 18 的上表面中（例如，EP-B1-0 381 136）。在这个实施例中的滑行表面 19 超越剩余导轨载体 18 的表面突出一点，并且可以以实际已知方式设有防腐蚀保护层。

[0035] 根据本发明，涂层提供在根据图 3 的实施例中，该涂层像在图 2 中表示的涂层那样包含氧化铝和二氧化钛的混合物，但还有至少一种辅助物质。为此目的，涂层接纳一个与图 2 的层 15 类似地构造的内部层 22。相反，以外部层 23 的形式涂敷所述辅助物质，该辅助物质在图 3 的实施例中是聚合聚氨酯树脂，对于该树脂掺杂按质量例如 20% 至 40% 的石墨作为滑行剂。

[0036] 此外在图 3 的实施例中考虑的是这一情形，即由陶瓷材料构成的层 22 的表面具有比较大的粗糙度，特别是当由热喷射过程涂敷时，如在图 3 中由粗糙度波峰 23 和粗糙度波谷 25 示意指示的那样。可能涉及的是，在一定试行时间之后和在粗糙度尖端 24 被磨去之后才得到最终滑行性能，这是不希望的。以石墨作为包括的润滑剂和 / 或滑行剂的聚合聚氨酯树脂这里用于借助于摩擦学活性材料封闭和 / 或密封层 22 的粗糙度波谷 25 的目的。由此实现的是，在涂敷上述涂层之后立即得到希望的改进的摩擦和磨损特性。特别是，避免涂层呈现特有的试行特性，即，在通过磨损弄平层 22 的粗糙度波峰 24 之后才得到具有低摩擦值的固定状态。图 3 的实施例的特殊优点另外在于这一事实，即，在由磨损引起的外部层 23 的剥蚀之后，内部层 22 立即具有充分的所需磨损性能。

[0037] 用作添加剂的树脂体系优选地是普通的体系，它由制造商提供有摩擦学活性成分并且通过喷射或辊涂过程像由陶瓷材料制成的层 22 那样涂敷到滑行表面 19 上。

[0038] 为了改进在滑行表面 14、19 上的内部层 15、22 的粘合性，有利的是使这些表面预先经受喷砂处理、磨削过程等，以便由此使它们粗糙。

[0039] 陶瓷材料优选地由热喷射过程涂敷到滑行表面 14、19 上。适于这个目的的例如是火焰喷射和高速火焰喷射、等离子喷射、爆燃喷射、激光喷射、电弧喷射或冷气体喷射过程，优选地利用粉末或金属丝形式的喷射添加剂。

[0040] 对于包括或至少主要包括陶瓷材料的层 15、17 和 / 或 22，各种组分的氧化铝或二氧化钛优选地用作夹层（叠层材料）。然而，可选择地，可利用基于陶瓷材料和 / 或金属和非金属树脂物质的其它材料以及包括这些材料与金属成分或塑料材料的混合物，它们在本专利申请的范围内统称为“陶瓷材料”。而且，这些摩擦学优化的材料可涂敷到所有形式的导轨梁上，因为它们大体良好地粘结到混凝土、钢或混合结构上。

[0041] 特别期望的摩擦和磨损性能另外通过与 SiC 滑行板材料的摩擦学接触而实现。因此，在下面描述两个优选实施例，其每一个最佳地适合于由 C-CSiC 制成的滑行板材料，并且被认为是与混凝土和 / 或混合导轨载体相关的当前最好的材料。这里涉及的材料是用碳纤维增强并且部分与硅反应的 C-C 碳，从而部分地形成碳化硅 (SiC)，它赋予碳所需的硬度。最后的滑行板材料因此可称作用碳纤维增强并且添加 SiC 的碳陶瓷材料。

[0042] 例 1

[0043] 根据图 2 由混凝土制成的导轨载体用喷砂过程预处理。以后其滑行表面涂有由

包括  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{TiO}_2$  的混合物制成的非金属硬材料层。整体层包括分离地一个涂敷在另一个之后的两个单独的层 15 和 19。面对混凝土的内部层 15 包括 60% 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和 40% 的  $\text{TiO}_2$ 。它具有 0.3mm 厚度, 并且它比较有韧性和延性。以非常良好磨损性能为特征的外部层也是 0.3mm 厚, 并且包括 97% 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和 3% 的  $\text{TiO}_2$ 。火焰喷射过程用作涂敷过程。

[0044] 完工的涂层具有约 0.6mm 的厚度和优良的滑行性能, 同时具有非常少的磨损, 特别是如果使用由上述基于 C-CSiC 并且用碳纤维加强的陶瓷材料制成的滑行板 8。

#### [0045] 例 2

[0046] 根据图 3 由混凝土和钢制成的混合导轨梁的表面通过应用磨削过程预处理。为了保证对于各个结构成分的不同热膨胀的部分补偿, 实现涂层的分级建立。如在例 1 中表示的那样, 面对导轨载体并且是 0.4mm 厚的内部层 22 包括 60% 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和 40% 的  $\text{TiO}_2$ 。同样把火焰喷射过程用作涂敷过程。涂敷 0.3mm 厚的涂层用作外部层 23, 它基于包含 30% 石墨的聚合聚氨酯 (PU) 树脂。

[0047] 完工的涂层具有约 0.7mm 的厚度和优良的滑行性能。在外部聚氨酯树脂层 23 的磨蚀后剩余的硬固体层具有高的抗磨损性和良好的立即适用的滑行性能。这特别有效, 因为粗糙度波谷 25 已经填充有聚氨酯树脂等, 并且因为粗糙度波峰 24 因此对于希望的低摩擦阻力没有显著影响。与由以上概述的用碳纤维加强的 C-CSiC 基陶瓷材料制成的滑行板 8 相关, 获得特别有利的状态。

[0048] 借助于例 1 和 2 实现的优点是: 大大地减小滑行表面和滑行板的摩擦学对的滑行摩擦系数, 并且所述摩擦学对的抗磨损性增加十倍。而且, 由此总地实现涂层的优良粘合强度。

[0049] 本发明并不限于能以多种方式多样化的这里所描述的实施例。特别是, 这适用于在个别情况下存在的导轨载体的结构, 它除描述的混凝土和 / 或复合型结构之外, 也可以是完全由钢构成的导轨结构。而且, 在本发明的范围内所使用的术语“导轨载体”包括适于所述类型的磁悬浮车辆的导轨的制造的所有结构 (梁、板及模块化结构等), 而不管滑行表面 14、19 是设置在混凝土梁的隆起处, 还是设置在特定滑行条处, 该滑行条由钢或混凝土制成并通过焊接、螺栓连接或以任何其它方式与其它元件一起连接到完工导轨载体上, 还是滑行表面 14、19 只是由混凝土、复合型或钢载体构成的大致平的表面。此外显然的是: 作为例子指示的涂层材料也可完全或部分地用具有相应性能的其他材料替换; 可应用在图 3 的层 23 中的添加剂的其它部分; 并且对于不同的层可选择除这里所述的那些之外的厚度, 优选总共最大 1mm 的厚度。例如, 基于环氧或丙烯酸酯树脂的材料可选择地用作外部层 23 的母材。而且有利的是, 以一定的尺寸不足来分别制造滑行表面 14、19, 以便在涂敷之后在涂层的表面与定子叠片 3 的下侧之间得到要求的钳尺寸 (导轨深度)。可选择地, 由涂层引起的钳尺寸的增加也可由滑行板 8 的相应改变来补偿。最后, 不言自明的是, 不同的特征也能以除以上描述和表示的那些之外的组合应用。

图 1

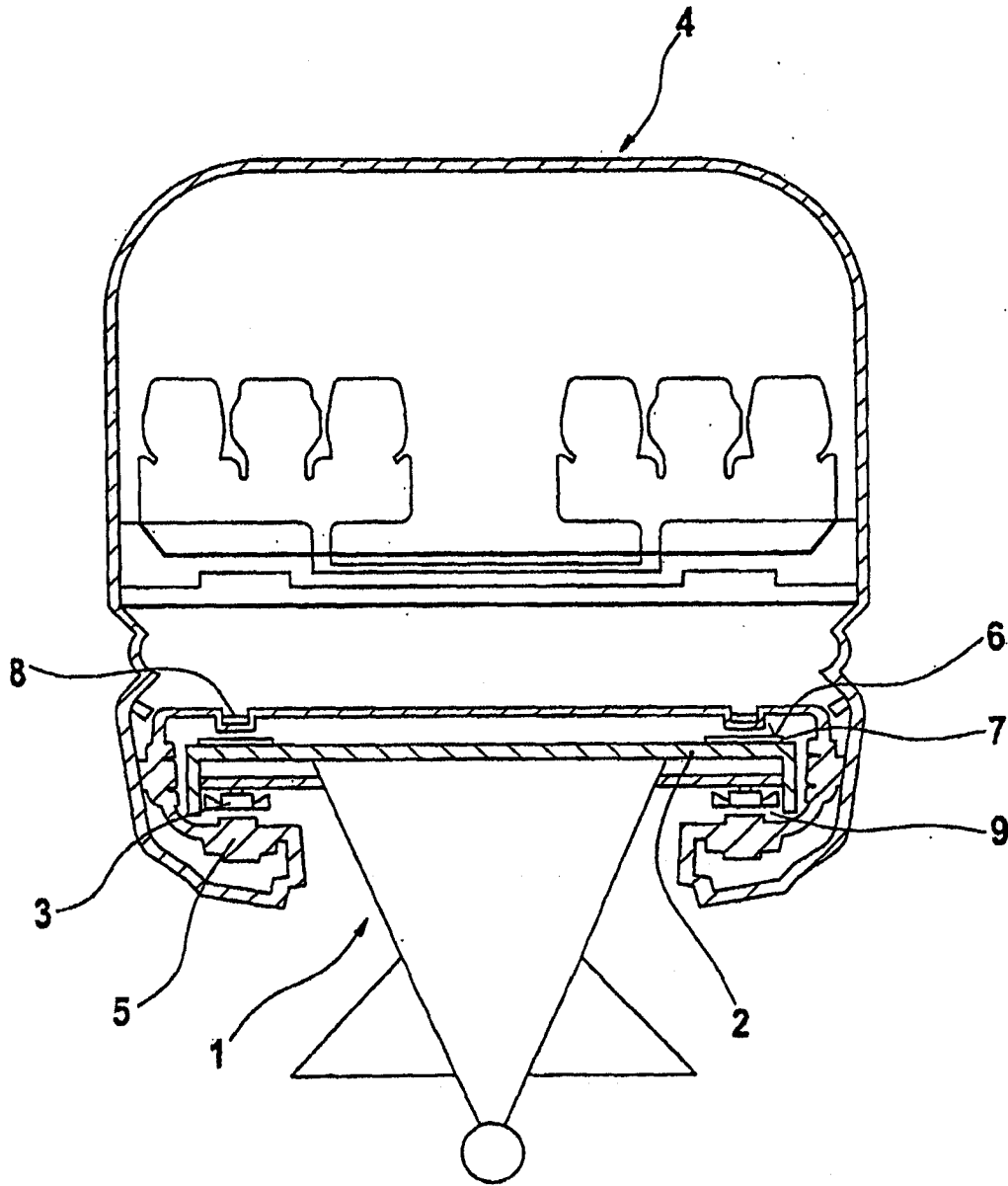




图2

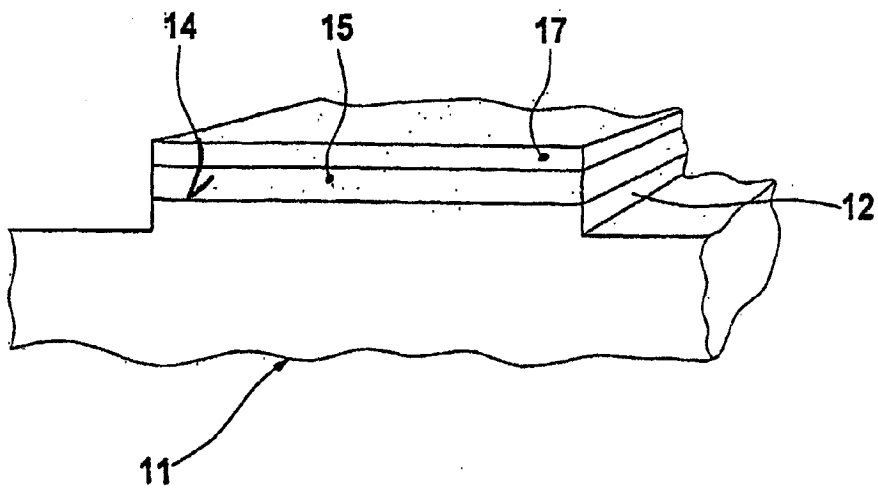


图3

