



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107257751 B

(45) 授权公告日 2021.01.01

(21) 申请号 201680010135.3

(22) 申请日 2016.02.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107257751 A

(43) 申请公布日 2017.10.17

(30) 优先权数据
102015001746.2 2015.02.11 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.08.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/000215 2016.02.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/128130 DE 2016.08.18

(73) 专利权人 卡尔斯鲁厄技术研究所
地址 德国卡尔斯鲁厄

(72) 发明人 M·诺埃 B·霍尔扎普费尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 方莉 宣力伟

(51) Int.Cl.
B60L 13/04 (2006.01)

(56) 对比文件
JP S63287305 A, 1988.11.24
JP H0226204 A, 1990.01.29
JP H11107201 A, 1999.04.20
CN 201030803 Y, 2008.03.05
US 5249529 A, 1993.10.05
DE 10357264 A1, 2005.07.14
US 5222437 A, 1993.06.29

审查员 李芳

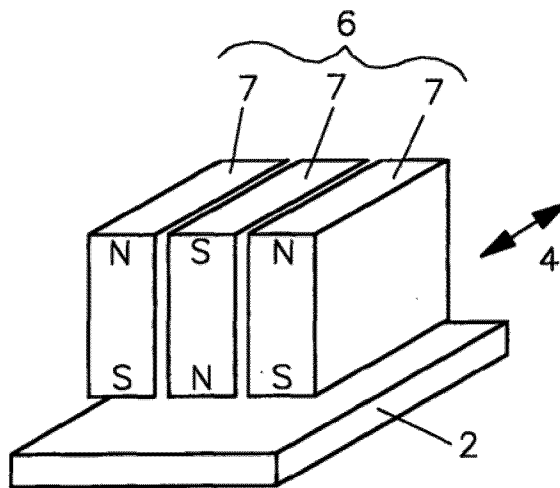
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

轨道上运行的磁悬浮列车

(57) 摘要

轨道上运行的磁悬浮列车,其包括具有至少一个超导元件(2)的引导轨,所述引导轨预先给定行驶路径,以及包括布置在所述引导轨上的具有磁机构(6)的悬浮车辆,其中,所述磁机构与所述行驶路径无接触式处在磁交互作用中,其中,所述至少一个超导元件包括至少一个平行于所述行驶路径(4)的超导体(2),以及所述至少一个超导体具有至少两个电接口,其中,相应的至少两个接口在带材上将布置在所述接口之间的带材区段限界为连续的超导电路。



1. 轨道上运行的磁悬浮列车,其包括
 - a) 具有至少一个超导元件的引导轨,所述引导轨预先给定行驶路径,以及
 - b) 布置在所述引导轨上的具有磁机构(6)的悬浮的车辆,其中,所述磁机构与所述行驶路径无接触式地处在磁交互作用中,
其特征在于,
 - c) 所述至少一个超导元件包括至少一个平行于所述行驶路径(4)的超导体,以及
 - d) 所述至少一个超导体具有至少两个电接口,其中,相应的所述至少两个电接口在带材上将布置在电接口之间的带材区段限界为连续的超导电路,该超导电路用于运输电能,
其中一个接一个地布置在轨道或引导轨中的超导体的端部彼此电连接,并且形成了对应地连接的超导体的电接口,
 - e) 所述至少一个超导体平行于所述磁机构地取向并且形成层堆叠,并且
 - f) 所述至少一个超导体是至少一个超导带材和/或至少一个超导线材,
 - g) 所述磁机构包括在所述行驶路径的方向上成列布置的磁体,所述磁体在朝向超导带材的方向上具有交替地相反的极性方向。
2. 根据权利要求1所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,超导体上的至少两个电接口分别定位在两个超导体端部上。
3. 根据权利要求1或2所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,所述超导元件通过连接一个接一个地连接的超导带材而形成。
4. 根据权利要求1所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,
 - a) 所述至少一个超导体与至少一个铁导体以交替次序堆叠的方式形成层复合,
 - b) 所述磁机构通过车辆侧的超导元件形成。
5. 根据权利要求4所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,所述至少一个超导体与至少一个铁导体平行于所述行驶路径且正交于所述磁机构地取向。
6. 根据权利要求1所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,所述超导元件在所述行驶路径的方向上在几何的和/或电的特性方面具有不连续性。
7. 根据权利要求6所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,所述车辆具有用于检测不连续性的机构。
8. 根据权利要求7所述的轨道上运行的磁悬浮列车,其特征在于,所述用于检测不连续性的机构通过所述车辆的磁机构形成。

轨道上运行的磁悬浮列车

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求1所述的轨道上运行的磁悬浮列车。

技术背景

[0002] 磁悬浮列车系统属于如下运输系统,其特征在于,车辆在至少一个方向上引导车辆的承载系统上进行非实体接触式运行。针对受引导的非接触式运行,承载系统和车辆必须在物理上处在交互作用中。对此,已知的系统例如使用气垫或如下磁力,磁力与重力或其它的通过车辆或其它力源作用的力相均衡。在磁悬浮列车系统中,优选使用轨道作为承载系统,其在三个空间方向中的两个空间方向上预先给定了车辆的运动性。因此,仅在轨道的剩下的不受引导的水平取向上可以实现车辆的运动。

[0003] 磁悬浮列车系统在悬浮状态中不存在例如在运行面上的固体摩擦(**Festkörperreibung**)或液体摩擦(**Flüssigreibung**),并且因此可以实现对于高运输速度来说特别合适的低摩擦运行。优选借助要么在车辆中要么在承载系统中的同样非实体接触式的电磁直线马达或者还借助车辆侧的涡轮机(Stromungsmaschine)实现了针对车辆推进的驱动。

[0004] 磁作用的悬浮列车设计早已公知。其分为电动式(elektrodynamisch)、电磁式以及永磁式悬浮列车系统。

[0005] 1911年就已在GB 1911 9573中描述了第一个电动式悬浮运输系统,其中,车辆由铝制成的轨路上借助周期的或不连续的磁场以排斥力保持在悬浮中。不仅描述了水平而且描述了垂直作用的磁场,其中,利用螺旋桨(Propeller)实现推进。在此,在导电的、但非磁的轨路中产生涡流。由车辆速度引起的交变磁场对于调整前面提到的排斥力和由此悬浮状态来说是强制性必须的。

[0006] 1937年在DE 643 316中描述了电磁式磁悬浮列车设计。在其中,借助以电磁体产生的场使车辆悬浮在铁的、即铁磁的行驶轨道上被引导。电磁体分散地布置在轨道之间和在车辆处。在此重要的是,借助间距控制系统对磁场进行调节,其中,感应式或电容式地获知行驶轨道与车辆之间的间距。

[0007] 在DE 39 27 453 C2中,示例性地描述了永磁式设计,在其中,使用了被动式永磁体和软铁-极元件(Weicheisen-Polelement)。

[0008] 因此,磁悬浮列车系统特别适合于实现尤其用于客运的高速列车。相对应的系统已经在测试阶段并且以如下提出的设计为基础。

[0009] DE 30 04 704 C2公开了一种电磁式悬浮原理,如例如在Transrapid的系统中已经使用。轨道通过具有层压的铁芯的轨路来形成,该轨路与车辆侧的水平 and 垂直作用的磁源(Magnetquelle)、优选是电磁体以磁的方式处在交互作用中。在轨路与磁源之间作用有吸引力,所述吸引力均衡地抵抗车辆的重力和在侧向作用的引导力。为了通过吸引力提升车辆,磁源的部分布置在轨路之下,即,轨路载体包围轨路边缘。为了维持车辆与轨道之间的间隙宽度,间隙调节主动地干涉磁源的操控。

[0010] 磁悬浮列车系统的当前设计使用超导磁体,其与能导电的线圈处于磁交互作用中并且产生相对于线圈作用的磁力。如果超导体在外部的不均匀的磁场中被冷却到低于其超导的跃变温度 T_c ,那么外部的磁场的形状被冻结在超导体中的相应位置中。提到的力主要视磁体的取向而定取向为垂直于轨道的提升力或取向为平行于轨道的推进力。

[0011] 在DE 19 52 757 A中描述了用于电动式悬浮运输系统的超导式悬置。I类超导体(例如铅)的抗磁特性可以实现构建表面流,其产生抵抗来自外部作用的场的磁场。

[0012] 同样地,由DE 42 04 732 A1示例性已知磁悬浮列车,在其中,多个串行布置的车辆侧的超导的磁体反抗轨路侧的承载线圈。该方案(Ansatz)也在当前的磁悬浮(Maglev)-系统中受到注视,在日本的东京与大阪之间的日本磁悬浮列车工程,在其中,直线马达与用以将驱动力和制动力传递到轨路上的线圈有关联。

[0013] 在使用超导体的情况下原则上的挑战是产生所需的低于跃变温度 T_c 的冷却。在最近几年才开发出具有高于氮气沸点的 T_c 的超导体材料,这明显简化了技术上的实施,在之前是完全不可能实现的。通过具有超导体的磁体与高跃变温度 T_c 的组合,可以实现磁悬浮和运动,其中,能利用超导体的抗磁性(Diamagnetismus)。

[0014] 在DE 102 18 439 A1示例性地描述了一种用于悬置和引导悬浮车辆的磁体布置设计。在其中,由磁体部分布置和实体上与磁体部分布置连接的由一种或多种超导体(优选是熔融织构的YBaCuO-材料)构成超导体布置组成的布置与三个磁轨道的布置相对置。公开了一种具有轨路侧或车辆侧的超导体布置的实施方式。超导的组件在确定的实施方式中设有隔热(**wärmedämmend**)材料和/或抵抗氧化和/或湿气作用的保护层。

[0015] 在所有的使用了超导体元件的已知设计中,超导体元件被用于确保磁式或电动式交互作用。

发明内容

[0016] 本发明的任务在于,提出一种轨道上运行的磁悬浮列车,在其中,轨路也特别适合于运输能量。

[0017] 该任务利用具有权利要求1的特征的轨道上运行的磁悬浮列车来解决。引用的从属权利要求给出了有利的设计方案。

[0018] 为了解决该任务提出了如下的轨道上运行的磁悬浮列车系统,其中,轨路优选通过具有超导元件的引导轨来构造。引导轨预先给定了针对在其上悬浮的车辆行驶路径。为此,车辆具有与行驶路径无接触式处于磁交互作用中的磁机构。因此,轨路侧的超导元件用于以已知的前面提到的方式产生和固定磁场并且由此至少部分地形成相对于车辆侧的磁机构的对应磁极。

[0019] 在一种设计方案中,车辆侧的机构优选包括一个或多个超导元件。该磁机构的替选设计方案包括在行驶路径的方向上成列布置的磁体,其在朝向轨路或行驶轨道中的对应(korrespondieren)磁机构的方向上具有交替地相反的极性方向。在两种情况下,机构与轨路侧产生的磁场或机构处在交互作用中,并且相对其产生磁力。

[0020] 重要的特征包括至少一个超导元件,所述至少一个超导元件通过进一步优选的是沿着、即平行于行驶路径的至少一个超导体形成。此外,至少一个超导体或超导体的至少一部分构型为连续的超导线路并且作为这样的线路被使用。因此,至少一个超导体具有给

每个导体的至少两个电接口。优选地,这些电接口分别布置在导体的两个端部。

[0021] 因此,超导元件(导体)不仅用于产生和固定磁场,而且也被用作超导电线路,用于在沿着行驶路径的轨路中无损耗或低损耗地运输电能。

[0022] 接口优选通过低欧姆的正常导体-超导体(Normalleiter-Supraleiter)接触部,优选是挤压接触部或者还有基于钎焊的连接部形成。

[0023] 一种设计方案规定,多个超导件一个接一个地、即成列地连接(verschalten)成线路。优选地,一个接一个地布置在轨路或引导轨中的导体的端部彼此电连接,并且这样形成对应连接的导体的电接口。

[0024] 特别的挑战在于,确保在轨路中在线路的整个延伸上低于 T_c 的温度。这优选通过如下方式来实现,其方式是:具有超导元件的整个行驶路段处在低温恒温器中,低温恒温器在其内部中被冷却到期望的运行温度 $T < T_c$ 。在此,冷却优选在封闭的冷却循环中实现。

[0025] 一种设计方案规定,将平行地在引导轨中延伸的超导体并联,即,它们在至少两个部位上彼此电连接。通过由并联的导体由此产生的冗余的线路连接,能以有利的方式通过相应相邻的带材消除在导体的超导特性中的局部干扰。

[0026] 前面提到的类型的超导体优选是带材或包括带材,替选的是同样是优选的线材或优选的线材。

[0027] 轨道上运行的磁悬浮列车的设计方案设置有不连续部位,优选在行驶路径的方向上在超导元件的导电能力和/或几何结构方面。此外优选地,不连续部位布置在超导元件的表面处,在本设计方案的范围内,其作为超导元件中或其上的凹部或凸部(Aufsatz)。

[0028] 不连续部位能通过布置在车辆中的机构来检测。它们优选包括光学的或磁的传感器,在行驶在行驶路径时这些传感器识别出不连续部位并且触发信号。在另外的优选设计方案中,用于检测不连续性的机构通过车辆的前面提到的与车辆无接触式处在磁交互作用中的磁机构形成。所触发的信号优选用于触发事件,例如制动。替选地,不连续性用作在行驶过程中车辆定位时的目标标记。

[0029] 因此,轨道上运行的磁悬浮列车的一种设计方案规定,多个超导体、例如带材或线材一个接一个地、即成列地被布置并且优选通过软磁的磁通引导件来电连接。因此,在导体中生成了在均匀的电流穿流中的不连续部位,不连续部位在通常的带材或线材中不出现并且用于具有有利地小的损耗的有利地均匀的电流穿流。然而,不连续部位以软磁的磁通引导件产生在轨路的表面处的局部不均匀的磁场,它们能以有利的前面提到的方式被利用。

[0030] 本发明还包括将轨道上运行的磁悬浮列车作为用于人员和货物的运输机构的用途。

[0031] 优选的实施方案设置有作为线性定位、例如用于在生产过程中的运输任务和定位的应用。超导体中的标记

附图说明

[0032] 借助实施例利用下面的附图阐述了轨道上运行的磁悬浮列车及设计方案。其中:

[0033] 图1示出具有平行于行驶路径的、轨路侧的层复合的第一实施方案的示意图,轨路侧的层复合由至少一个作为导体的超导带材和至少一个由软磁材料、例如铁构成的带材组成以及

[0034] 图2示出具有轨路侧的超导带材或由超导带材构成的层堆叠的另外的优选实施方案的示意图。

具体实施方式

[0035] 在图1中示出的轨道上运行的磁悬浮列车的优选实施方案设置有平行于行驶路径(行驶方向4)的、轨路侧的层复合1,其由至少一个超导带材2和至少一个由软磁材料3构成的带材组成。铁带材和超导带材优选平行地并且进一步优选彼此以交替次序的方式堆叠成提到的层复合。此外,由软磁材料构成的带材和超导带材优选具有统一的宽度和长度,这给层复合预先给定了优选矩形的横截面并且由此也预先给定了针对磁场的优选方向。此外,层复合置入在轨路中或者本身形成轨道上运行的磁悬浮列车的轨路或轨道。在其中,在层复合中的带材优选与车辆的放置在轨路上的磁机构正交地被取向,用以获得最大磁场作用(优选方向)。在该实施方案中,磁机构优选通过一个(参见图1)或多个车辆侧的超导元件5形成。

[0036] 由软磁材料3构成的带材至少部分地包括优选铁带材或由一种或多种软磁合金构成的带材,或由提到的带材组成。在此重要的是,软磁材料增强了由(被电流穿流的)超导体产生的磁场并且这样引导到行驶路段的表面上,由此以有利的方式提高了磁通密度梯度。

[0037] 图1示例性展示了电动式悬浮列车设计。

[0038] 轨道上运行的磁悬浮列车的另外优选的示例性实施方案在图2中示意性示出。其在轨路或轨道中设置有超导带材2(如示出那样)或由超导带材构成的层堆叠,其中,这些带材中的至少一个带材平行于车辆的行驶路径4并且优选也相对于在上方行驶的车辆中的磁机构6来取向。在该实施方案中,车辆侧的磁机构优选通过在行驶路径的方向上成列布置的磁体7来形成,所述磁体在朝向超导带材的方向上具有交替地相反的极性方向(示出了极性方向北-南或N-S)。

[0039] 图2示例性地且视磁体7设计成电磁体或成永磁体而定地展示了电磁式磁悬浮列车设计或永磁式磁悬浮列车设计。

[0040] 开头提到的超导体,在图1和2中示例性地作为超导带材2示出,优选是带材或包括带材,替选的是同样是优选的线材或包括优选的线材。在电流穿流时,带材和线材的区别在于附近(umliegend)的电场和由此磁场的构造。在图1中示出的实施方式中,线材和带材同样适合。但是,对于根据图2的实施方案而言,行驶路段必须由由带材构成的堆叠来组成。只有通过这些带材才可以在行驶路段中压入(einprägen)相对应的(相对于车辆适合的)磁场配置。

[0041] 附图标记列表

[0042] 1 层复合

[0043] 2 超导带材

[0044] 3 由软磁材料构成的带材

[0045] 4 行驶方向

[0046] 5 超导元件

[0047] 6 磁机构

[0048] 7 磁体

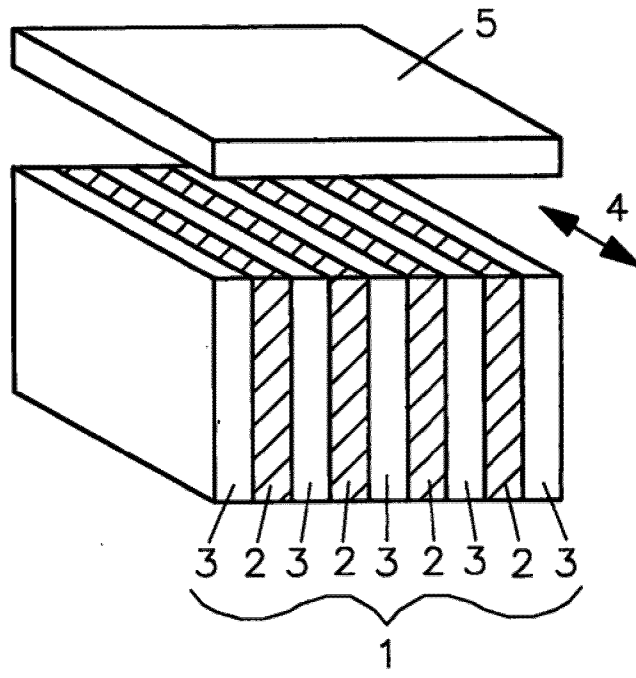


图1

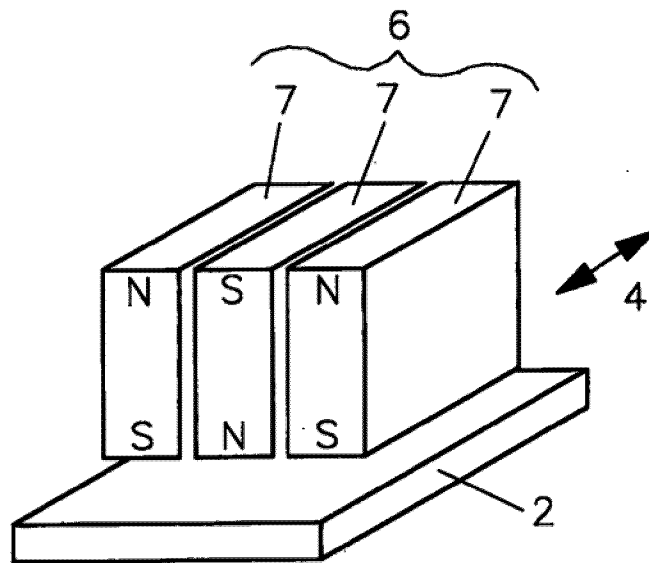


图2