

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B60L 13/00

B60M 5/00 B60M 3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03110554.8

[43] 公开日 2003 年 11 月 19 日

[11] 公开号 CN 1456458A

[22] 申请日 2003.4.10 [21] 申请号 03110554.8

[30] 优先权

[32] 2002.4.10 [33] DE [31] 10216300.6

[32] 2002.6.19 [33] DE [31] 10227253.0

[71] 申请人 迅捷国际两合公司

地址 联邦德国柏林

[72] 发明人 劳尔夫·费什佩尔

[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

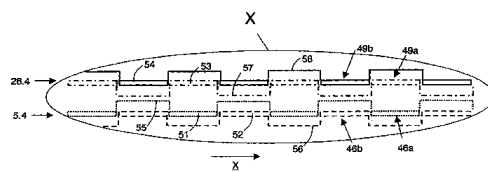
代理人 李 勇

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 7 页

[54] 发明名称 用于驱动磁力车辆的装置

[57] 摘要

用于开动磁力车辆，特别是磁悬浮车辆的装置。该装置包含一个长定子线性电机，电机具有一个沿着行车路线敷设的长定子绕组和至少一个与之相互作用的、安装在车辆上的激励系统。为了在相同长度下获得更高的速度，或者在相同车辆速度下车辆长度更长，长定子绕组被划分为绕组段(5.4, 26.4)，包括第一和第二绕组段部分(46a, 46b, 49a, 49b)，所述绕组段部分由第一和第二电气连接部件(51, 53; 52, 54)组成。部件的长度比激励系统短，并且其设置使得绕组段(5.4, 26.4)在沿着行车路线延伸的、与激励系统长度一致的任意区域内，至少包含一个第一绕组部件和一个第二绕组部件(51, 52 或 53, 54)。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 用于驱动磁力车辆(7),特别是磁悬浮车辆的装置,它包括:一个同步长定子线性电机,该电机具有至少一个沿着行车路线敷设的长定子绕组(5,26)以及至少一个与该电机相互作用的、在行车路线的方向上伸展的、安装在车辆(7)上的激励系统(6),其中长定子绕组(5,26)在行车路线的方向上被划分为一个接一个设置的、通过转接点(73至76或93至95)彼此隔离的绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9),各个绕组段的长度都比激励系统(6)要长,至少两个与绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)相对应的跨距电缆(59a至60b,102至105)和开关装置(61至68,96至101),跨距电缆用于向绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)供给电能,开关装置用于使绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)与车辆(7)的前进相对应地一个挨一个分别连接到各个跨距电缆(59a至60b,102至105)上,其特征在于,每个绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)分别具有至少一个第一绕组段部分和一个第二绕组段部分(45a至50b),其中第一绕组段部分(45a,46a,47a或48a,49a,50a)由彼此导电连接的第一绕组部件(51或53)组成,第二绕组段部分(45b,46b,47b或48b,49b,50b)由彼此导电连接的第二绕组部件(52或54)组成,并且其中第一和第二绕组部件(51至54)的长度都比激励系统(6)要短,并在行车路线的方向上以预先选定的顺序一个挨一个地设置,使得绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)在沿着行车路线延伸的、与激励系统(6)长度一致的任意区域内,分别始终包含一个第一和一个第二绕组部件(51,52或53,54)。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,设置了第一开关装置(62,66或61,65),用于使第一绕组段部分(46a,47a或49a,50a)连接到第一个跨距电缆(59a或60a),并且设置了第二开关装置(64,68或63,67),用于使第二绕组部分(46b,47b或49b,50b)连接到第二个跨距电缆(59b或60b)。

3. 如权利要求2所述的装置,其特征在于,第一和第二绕组段

部分(45a至50a或45b至50b)沿着行车路线通过转接点(73至76)彼此隔离,转接点之间的间距比激励系统(6)的长度要长。

4. 如权利要求2或3所述的装置,其特征在于,为了利用至少两个在行车路线方向上一个挨一个设置的激励系统(6)来驱动车辆(7),该装置对于每个激励系统(6)分别具有带有第一和第二绕组部件(51,53或52,54)的一个第一和一个第二绕组段部分(45a至50a或45b至50b),并且分别具有两个与绕组段部分相对应的跨距电缆(59a,60a或59b,60b),并且分别具有两个用于使绕组段部分(45a至50b)连接到跨距电缆的、指定的第一和第二开关装置(73至76)。

5. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所有的第一和第二绕组段部分(45a至50b)通过转接点(73至76)彼此隔离,转接点之间的间距比安装在车辆(7)上的最长的激励系统(6)还要长。

6. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,长定子线性电机是为了利用至少两个在行车路线方向上一个挨一个设置的激励系统(6)来驱动车辆(7)而设置,并且具有至少两个一个挨一个设置的、分别与激励系统(6)相对应的长定子绕组(5,26),长定子绕组在行车路线的方向上被划分为一个接一个设置的绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9),各个绕组段的长度都比相应的激励系统(6)要长,并且至少设置了第一、第二和第三绕组段部分(80a至83b),这些绕组段部分由相互导电连接的第一、第二和第三绕组部件(84a至89b)组成,这些绕组部件的长度比相应的激励系统(6)要短,并且在行车路线的方向上以预选选定的顺序依次、一个挨一个地设置在所具有的绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)的区域内,使得这些绕组段在沿着行车路线延伸的、与相应的激励系统(6)长度相一致的任意区域内,始终具有属于至少两个不同绕组段部分的绕组部件。

7. 如权利要求6或7所述的装置,其特征在于,绕组段(5.1至5.9,26.1至26.9)在所述区域内,始终具有属于第一、第二和第三绕组段部分(例如83a,81a,82b)中每一个的至少一个第一、第二和第三绕组部件(例如84a,85a,86a或88a,89a,87a)。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，该装置具有至少三个跨距电缆（102 至 105）以及用于将绕组段部分（80a 至 83b）连接到跨距电缆的、指定的开关装置（96 至 101）。

9. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，该装置具有四个跨距电缆（102 至 105）以及用于将绕组段部分（80a 至 82b）连接到跨距电缆的、指定的开关装置（96 至 101），使得在沿着行车路线的每个位置上，分别有一个跨距电缆（102 至 105）和一个与之相连接的变流器（106 至 109）处于等待状态。

10. 如权利要求 6 至 9 中任一项所述的装置，其特征在于，第一、第二和第三绕组段部分（80a 至 83b）沿着行车路线通过转接点（93 至 95）来隔离，转接点之间的间距比最长的激励系统（6）的长度还要长。

用于驱动磁力车辆的装置

技术领域

本发明涉及一种如权利要求 1 的前序部分所述类型的装置。

背景技术

这里所感兴趣的长定子线性电机（例如 US-PS5053654, DE19922441A1）包含了一个沿着给定路线敷设的长定子作为初级部件，这种长定子带有至少一个长定子绕组（例如 US-PS4665329, US-PS4728382），其中产生了一个在所要驱动的车辆的运动方向上前进的电磁行波场。与此相应地，一个安装在车辆上的、通常在车辆整个长度上延伸的激励系统被用作次级部件（例如 DE3410119A1），该激励系统同时由作为起重电磁铁工作的电磁铁所组成。长定子绕组通常被分为多个绕组段，这些绕组段在行车方向上直接一个接一个地排列，在转接点上相互电气隔离，绕组段的长度例如为 1000m 至 2000m，尽管该长度相对很短，但仍显著长于车辆例如至 250m 的长度。此外，与行车路线平行地敷设至少一根相对较长的、例如长度约为 40km 的跨距电缆，该电缆的一端或者两端连接到一个所谓的分站，在分站中安装有用于向定子绕组供给电流和电压的变流器或类似的装置。为了限制能耗和有效阻抗，其中始终只有车辆恰好所处的绕组段被供给电流，该方法这样来实现：各个绕组段借助于开关装置，与车辆的前进相应地一个接一个分别与跨距电缆相连接。为此所要求的转接根据例如短路、跳步、转换过程、三步过程等方法来实现（例如电气技术杂志，第 108 册，1987 年，第 9 期，第 378 至 381 页）。此外还已知将各个绕组段重叠设置在其长度部分上，并且当位于绕组段重叠区域时，始终由其它绕组段中的一个来进行转接（US-PS 4454457）。

在驱动这种类型的磁悬浮车辆时，各分站必须提供与由车辆感生

出的电压（磁极转子电压）、在各个绕组段上的电压降以及跨距电缆相应部分上的电压降之和基本相等的电压。如果忽略了跨距电缆上的电压降，则提供了用于驱动车辆的电流，该电流可以利用由分站所提供的电压中超过磁极转子电压的部分来实现。

在速度很高的情况下，磁极转子电压既和车辆的速度成比例，也和激励系统的长度（车辆长度）成比例。因此，由分站所提供的电压必须在应达到很高速度的跨距部分特别大。更有效的是，这些跨距部分的分站在其输出端设置有高变换率的变压器，因此尽管提供了很高的电压，但是不会产生电流，从而也不会产生推动力或功率。

然而，沿着行车路线，除了相对较小的结构开销的优点以外，在这种装置中还出现了这样的问题，即利用目前所能提供的长定子绕组或其隔离装置不可能实现分站输出电压的任意增大。其结果是，可以达到的电压限制在例如约 10kV 至 20kV。考虑到通常所提供的约 1000A 的最大电流值，并且考虑到具有 10 节激励系统、每节长度为 25m 的车辆，行车速度最高可以达到约 400km/h。更高的最大速度只有采用更短的车厢才能达到，与之相反，更长的车厢只能实现更小的最大速度。

此外，还已知同步的长定子线性电机（DE2806601A1），其中长定子绕组的各个绕组段的长度与激励系统的长度的一小部分相对应。其中绕组段由交变换流器来供电，该交变换流器局部固定分配给该绕组段，每一段设置有一个所属的开关装置，并通过一根共用的跨距电缆连接到一个直流电流源。然而，除了可将电压很好地分配到多个绕组段上的优点以外，这种方法还有着这样的缺点，即由于每段车辆长度上有多个交变换流器和多个开关装置，沿着行车路线需要很高的设备开销。

发明内容

由此出发，本发明的目的在于，尽管采用了常规的长定子绕组，但可以不增大在分站的输出端处出现的最大电压，也无需直接提高构

造上的开销，而解决所述的电压和功率问题，在相同的车辆长度情况下实现更高的速度，并且/或者在相同的行驶速度下可以设置更长的激励系统，由此实现更长的车辆长度。

该任务通过权利要求 1 中的特征部分来解决。

通过根据本发明对长定子绕组的细分，可以将激励系统所感生出的电压在行车路线的每个位置上分配给两个或更多的、可连接到每个独立分站的绕组段部分。由此，可以无需增大施加到绕组段部分的最大电压而实现电压或功率备用、更高的速度和/或更大的车辆长度。尽管如此，每个绕组段和每个绕组段部分可以具有比激励系统更大的长度，使得尽管增大了安装功率，要沿着行车路线安装的交流换流器或类似装置可以保持比较小的数目。

本发明其它有利的特点在从属权利要求中给出。

附图说明

下面联系附图更详细地说明本发明的实施例。如图所示：

图 1 为穿过磁悬浮车辆及其路轨的横截面示意图；

图 2 为一种长定子结构的实施例的透视图及各部分分离的图示；

图 3 为用于驱动如图 1 所示的磁悬浮车辆的已知装置的示意图；

图 4 为与图 3 相应的、但是根据本发明的第一种实施例所述的装置的示意图；

图 5 为图 4 中的局部细节 X 放大的示意图；

图 6 至 8 为采用图 4 所示装置的情况下，在转接点区域内在行车路线的方向上的电压、电流以及推动力曲线图；

图 9 为与图 3 相应的、但是根据本发明的第二种实施例所述的装置的示意图；

图 10 为图 9 中的局部细节 Y 放大的示意图；以及、

图 11 至 13 为采用图 9 所述装置的情况下，与图 6 至 8 相应的曲线图。

具体实施方式

在带有同步的长定子线性电机的磁悬浮轨道中（图 1 和 2），定子薄片组 1 位置固定地与一个沿着预定的行车路线敷设的路轨 4 相连接，所述的定子薄片组具有多组一个挨一个设置的槽 2 和齿 3。长定子绕组 5 以三相绕组的形式插入到定子薄片组 1 的槽 2 中，长定子绕组由变流器供给幅度和频率可变的三相交流电，其中沿着长定子线性电机以已知的方式形成了前进的电流分布波。长定子线性电机通过激励系统 6 产生了激励区，激励系统由多个磁铁所形成，这些磁铁安装在车辆 7 上，在其长度方向上分布设置，并同时满足承载的功能，每个磁铁都由磁芯 8 和激励线圈 9 组成。

通常，在路轨 4 的两侧，每个定子薄片组 1 设置有一个通常为三相的长定子绕组 5，还分别设置有一个所属的激励系统 6。特别地，图 2 表示了这种类型的长定子的结构实施例，其中属于三相 R、S 和 T 的三个单绕组 10、11 和 12 分别一个接一个地交替设置，或者彼此重叠地设置，并通过不同的阴影线来表示。因此很清楚，在长定子的组装状态中，单绕组 10、11 和 12 的笔直的、相互平行走向的部分设置在定子薄片组 1 的每个所属的槽 2 中，这些部分例如借助于每个支架 14 被固定在所述槽中。弯曲的、从所属的槽 2 中伸出的绕组顶端可以设置有附加的、由良好的导电材料制成的、用于接地的保持带 15。

为了使无功功率和长定子电机的电压需求最小，分别只激活长定子绕组 5 例如在路轨方向（箭头 \underline{x} ）上直接有车辆 7 行驶的那一部分（图 3）。为此，如图 3 所示，长定子绕组 5 被划分为多个在路轨的长度方向上直接彼此相接的绕组段 5.1 至 5.9，每个绕组段可以通过一个所属的开关装置 18 连接到跨距电缆 19 上。在图 3 中这直接针对于绕组段 5.4。在本实施例中，跨距电缆 19 的一端连接到变流器 20，在变流器中包含有用于将电流馈入绕组段 5.1 至 5.9 中所需的装置。另一个变流器 21 连接到另一个沿着路轨走向的跨距电缆 22，通过它们可以以相应的方法向线性电机后续的绕组供电。当车辆 7 驶入或离开由变流器 20、21 或跨距电缆 19、22 所限定的路轨段时，借助于开关装

置 23、24，始终激活不同的变流器 20、21。

实际上，用于长定子绕组 5 的馈电装置通常不仅由馈电开关装置 18 组成，而且还包括用于产生星形连接点的开关装置 116（图 3）。然而它对于理解本发明是不需要的。

此外，在图 3 中所示的绕组段 5.1 至 5.9 通常只用于驱动车辆 7 的一侧，例如右侧。其它的绕组 26 的绕组段 26.1 和 26.2、开关装置 27 或 28 和 29、变流器 30 和 31、以及跨距电缆 32 和 33 用于以相应的方法驱动车辆的左侧。其中绕组段 5.1 至 5.9 直到绕组段 26.1 至 26.9 优选地分别在 x 方向上设置为至少一个车辆的长度，以可以应用所谓的转换过程。在这种方法中，当两个相邻设置的绕组段之间的转接点 34 或 35 大概位于车辆中间时，开关装置 18 或 27 始终交替地工作。

速度调节器或电流调节器 36 用来控制所述的磁悬浮轨道，对于车辆 7 分别要达到或要包含的速度的额定值通过导线 37 发送到该调节器，由车辆 7 例如通过无线电传输的实际位置信号通过导线 38 发送到该调节器。对于速度的额定值被记录在额定值存储器 39 中，位置信号同样送至该存储器，并且该存储器给出对于分别行驶的绕组段预定的速度额定值或电流额定值。

电流调节器 36 向输出端 40 提供额定值，该额定值例如为电压额定值，并且被传送到变流器 20、21、30 和 31，以在变流器中产生施加到跨距电缆上的电压，或者为了实现额定速度将所需的电流馈入到绕组段中。借助于在导线 41 中出现的、在车辆 7 上测得的实际速度信号，速度调节器 36 检验预先写入的额定速度的规定。

最后，图 3 中表示了一个与导线 38 相连的控制装置 42，借助于这个控制装置，不同的开关装置 18、23、24、27、28 和 29 根据车辆 7 在 x 方向上的实际位置而受到控制，即只有车辆直接行驶的绕组段和所属的变流器连接到不同的跨距电缆上。

所述类型的装置及其功能由文献 DE-OS2932764A2、DE3006382C2、DE3303961A1、DE3917058A1、US-PS4665329、US-PS4728382，以及电气技术杂志第 108 册第 9 期第 1-24 页已知，因

部件 51 和 52 被交替装配, 相应地, 在定子左侧的定子薄片组 1 的槽 2 中, 所有三相的部件 53 和 54 被交替的装配。但是如果可能的话, 如图 4 和 5 中通过部件 51 至 54 的长度所表示的, 该长度与车辆 7 的长度相比较或者基本上与激励系统 6 (图 1) 的长度相同, 例如第一绕组段部分 46a、49a 的第一部件 51 和 53 一个挨一个地分别嵌入到两个、三个或更多的槽 2 中, 相应地, 许多槽 2 空了出来, 然后绕组段部分 46a、49b 的第一部件 51 和 53 再次分别嵌入到两个、三个或更多的槽 2 中。接着, 位于部件 51 和 53 之间的空隙由两个第二绕组部分 46b 和 49b 的第二部件 52、54 所填充, 使得部件 51、52 或 53、54 在长度方向 x 上交替设置, 其长度与齿/槽间距的整数倍相对应。最好长度相同的各个部件 51 至 54 根据本发明都仅具有这样的长度, 即其长度比车辆 7 的激励系统 6 的长度小, 并且最好小很多。

各个绕组段部分 45a 和 45b 至 50a、50b 可以按照图 4 中所示的方法连接到跨距电缆 59a、59b 或 60a、60b, 其中跨距电缆 59a 对应于绕组段部分 45a、46a 和 47a, 跨距电缆 59b 对应于绕组段部分 45b、46b 和 47b, 相应地, 跨距电缆 60a、60b 对应于绕组段部分 48a、48b 至 50a、50b。因此跨距电缆如所属的绕组段部分一样以打点虚线、短横虚线等来表示。在各个绕组段部分 45a 至 50b 与跨距电缆 59a、b 或 60a、b 之间分别连接有第一或第二开关装置 61 至 68。其中第一或第二开关装置 62、66 或 64、68 对应于图 3 所示的开关装置 18, 第一和第二开关装置 61、65 或 63、67 对应于图 3 所示的开关装置 27, 其区别在于, 对于图 3 中所示的每个开关装置 18、27, 提供了两个图 4 中的开关装置 62、64 或 66、68 或 61、63 或 65、67, 因为图 4 中的每个绕组段 5.1 至 5.9 或 26.1 至 26.9 被划分为两个绕组段部分。最后每个跨距电缆 59a、b 或 60a、b 与一个相应的、与图 3 所示的分站 20、21 或 30、31 相对应的变流器 69 至 72 相连接, 使得每个第一和第二绕组段部分分别对应于一个独立的变流器。

各个绕组段部分 45a、45b 至 50a、50b 在行车路线的 x 方向上最好以图 4 中所示的方式相互非常靠近地设置, 使得与图 3 所示的转接

此为了避免重复，这里引用了这些文献，作为与上面本发明所述内容的对比。

图4仅表示了图3中所示的右侧绕组5中的绕组段5.3、5.4和5.5，以及图2中所示的左侧绕组26的绕组段26.3、26.4和26.5。其中绕组段5.3、5.4和5.5中的每一个还具有一个第一绕组段部分45a、46a和47a，以及一个第二绕组段部分45b、46b和47b，而相应地，绕组段26.3至26.5中的每一个还具有一个第一绕组段部分48a、49a和50a，以及一个第二绕组段部分48b、49b和50b。为了更好地理解，在图4和5中，在定子的右侧，第一绕组段部分45a、46a和47a以打点虚线来表示，第二绕组段部分45b、46b和47以短横虚线来表示，相反在定子的左侧，第一绕组段部分48a、49a和50a以点划线来表示，第二绕组段部分48b、49b和50b以连通线来表示。

根据图5，每个绕组段部分46a、46b、49a和49b在长定子线性电机的长度方向上被划分为多个绕组部件。其中第一绕组段部分46a的第一部件以附图标记51来表示，绕组段部分46b的第二部件以附图标记52来表示，第一绕组段部分49a的第一部件以附图标记53来表示，第二绕组段部分49b的第二部件以附图标记54来表示。此外图5还表示出，部件51通过导线55，部件52通过导线56，部件53通过导线57，以及部件54通过导线58分别导电，并在这里相互串联连接。另外，图5中看不到的绕组段部分以相应的方式被划分。因此每个第一绕组段部分（例如46a）由多个部件（例如51）组成，这些部件位于定子薄片组1的选定的槽中，并在保持为空的槽2的区域内通过导线（例如55）相连接，而第二绕组段部分（例如46b）由多个部件（例如52）组成，这些部件位于第一部件没有占用的槽2中，并在其余的槽的区域内通过另外的导线（例如56）相连接，这样第一和第二绕组段部分分别形成了彼此电气隔离的系统。

图4和5仅大概地用图示表示了本发明所述的划分方法，并且仅对于三相交流电中的一相。实际上各个绕组部件51至54与图2相类似地被设置，例如在定子右侧的定子薄片组1的槽2中，所有三相的

点 34、35 相对应的、在各个绕组段部分 45a、b 至 50a、b 之间的转接点 73 至 76 以相应的方式在 x 方向上彼此靠近地设置。最好选择这种实施方式：各个转接点 73 至 76 相互间的间距至少与车辆 7 上最长的激励系统 6 的长度相同。

开关装置 61 至 68 借助于一个与图 3 所示的控制装置 42 相类似的控制装置进一步接触到在 x 方向上移动的车辆 7，例如以下列方式完成：

可知，车辆 7 仅仅短暂地经过绕组段部分 49a 和 50a 之间的转接点 75。在该时刻，绕组段部分 49a 及其部件 53 通过开关装置 61 连接到跨距电缆 60a，而绕组段部分 50a 还处于关断状态。此外，相应的绕组段部分 46a、46b 和 49b 通过闭合的开关装置 62、64 和 63 与相应的跨距电缆 59a、59b 和 60b 相连接，使得所有四个绕组段部分 46a、46b、49a 和 49b 连接到分站 69 至 72 中的一个分站，并且车辆 7 可以以最大的功率被驱动。

在经过转接点 75 时，绕组段部分 49a 通过断开开关装置 61 而被关断，绕组段部分 50a 通过闭合开关装置 65 而被接通，使得此时四个绕组段部分 46a、46b、50a 和 49b 都连接到分站 69 至 72。相应地，当在 x 方向上到达位于绕组段部分 46a 和 47a 之间的后一个转接点 73 时，开关装置 62 设置为断开状态，开关装置 66 设置为闭合状态，从而使得绕组段部分 47a、46b、50a 和 49b 连接到分站 69 至 72。当后续的两个转接点实现了类似的开关过程时，从而使得绕组段部分 47a、47b、50a 和 50b 以及开关装置 65 至 68 处于同样的状态，如图 4 中所示绕组段部分 46a、46b、49a、49b 以及开关装置 61 至 64。所述的开关过程沿着整个行车路线重复进行，其中可以附带地依次设置多个长定子绕组 5 或 26，如图 3 中通过附加的跨距电缆 22、33 和开关装置 24、29 所表示的。

实际上所述的转换最好在不承担重量的情况下进行，而是例如在已知的交替过程中通过切断电流供给，例如在图 6 至 8 中通过图 4 所示的绕组段部分 48b 和 49b 之间的由垂直线所表示的转接点 76a 得到。

其中在图 6 至 8 中，与不同的跨距电缆或绕组段部分相对应的线根据图 4 和 5 以打点虚线、短横虚线、点划线或连通线来表示。

如图 6 所示，当经过转接点 76a 时由车辆 7 感生出的电压逐渐下降，因为车辆 7 将要来到的更长的部分首先离开单独接通的绕组段部分 48b，而车辆已经过渡到绕组段部分 49b 上的部分使得在那里感生出的电压逐渐增大（线 77a 和 77b）。与之相应地，根据图 7，当车辆 7 在转接点 76a 上方行驶到一半时，馈入绕组段部分 48b 的电流通过在行驶的车辆下面的变流器 72 逐渐减小到零值（线 78a），它位于两条线 77a 和 77b 的交叉点之前很短的距离处，即电流被切断。

现在，图 4 中看不到的、与绕组段部分 48a 相对应的开关装置切换到断开状态，后面紧接着的开关装置 63 切换到闭合状态，以使得绕组段部分 49b，而不是绕组段部分 48b，与相应的跨距电缆 60b 和变流器 72 相连接。之后，通过其上有车辆行驶的变流器 72 的电流再次上升到最大值（图 7 中的线 78b）。推动力与感生出的磁极转子电压（感生电压）成比例，并且与定子电流成比例。因此在转接点 76a 的区域内出现了最大为 25% 的推动力瞬时损耗，如图 8 所示。如果如上所述，不同转接点 73 至 76 相互间的间距比车辆 7 最长的激励系统 6 还要长，则在沿着行驶路线的任一位置处的车辆 7 始终仅位于一个唯一的转接点区域内，使得由三个绕组段部分得到了完全推动力，而由限制在相应的转接点处的绕组段部分得到了图 8（下部）所示的部分推动力。因此，例如根据图 8 下部所示，绕组段部分 48b、49b 在转接点 76a 的区域内提供了一个瞬时下降为零值的推动力（线 79a, 79b），与之相反，在转接点 76a 之外的推动力分量占 25%（线 79c）。所有四个参加进来的绕组段部分的推动力总和在这里对应于图 8 的上部，始终在可以从分站 69 至 72 获得的最大值的 75% 和 100% 之间。

根据图 4 至 8 所述的发明带来这样的优点：在绕组段的长度基本相同时，可以提供双倍的功率。因为每个绕组段由两个绕组段部分共同组合而成，这些绕组段部分具有与现有的绕组段相同的几何形状，并且可以以与现有绕组段相同的电压限制来驱动，定子的每一侧例如

可以以 $2 \times 20\text{kV}$ 来工作，而不是现有的仅仅 $1 \times 20\text{kV}$ 。由此可以显著提高行驶速度和/或车辆长度。关于可能的最大定子电流无须考虑任何限制，因为不必提高变流器的变压转换率。另一个优点在于，由两个分站向每个定子侧提供的功率平均分配在激励系统上。这主要由此来实现：每个绕组段部分被划分为多个单个的、一个接一个交替设置的绕组部件，其中在任意一个沿着行车路线排列的区域内的绕组段包含多个第一部件 51 或 53 以及第二部件 52 或 54，所述区域具有与激励系统 6 相应的长度。最后，其优点在于，在转接点的区域内的所选择的配置使得推动力仅仅由 100% 下降到 75%，而在采用常规的长定子线性电机的转换方法中，推动力将下降 50%。因此常规的方法需要更多的变流器或者双倍的变流器。

下面借助于图 9 至 13 所说明的本发明的实施例涉及一种装置，利用该装置图 3 所示的定子两侧始终仅由三个绕组段部分同时驱动，而不是如图 4 中那样由四个绕组段部分同时驱动。这主要由此来实现：所提供的绕组段部分由定子的两侧共同使用。

图 9 表示了长定子线性电机的右侧绕组 5 的两个绕组段 5.3 和 5.4，以及相应的左侧绕组 26 的两个绕组段 26.3 和 26.4。其中每个右侧绕组段 5.3 或 5.4 都由三个绕组段部分 81a、82b 和 83a 或 80b、81b、83b 共同组成，每个左侧绕组段 26.3 或 26.4 都由同样的三个绕组段部分 81a、82b 和 83a 或 80b、81b、83b 共同组成，其中它们在图 9 中在左边和右边与另外的相应绕组段部分（例如 80a、82a 等）相连，这些绕组段部分对应于图 3 所示的其它绕组段 5.2 或 26.2。为了更好地理解，在图 9 和 10 中第一绕组段部分 80a、80b 以点划线来表示，第二绕组段部分 81a、81b 以短横虚线来表示，第三绕组段部分 82a、82b 以连通线来表示，第四绕组段部分 83a、83b 以打点虚线来表示。因此很清楚，右侧长定子绕组 5 和左侧长定子绕组 26 由同样的绕组段部分共同组成。

根据图 10，绕组段部分 81a、82b 和 83a 中的每一个都在长度方向 x 上被划分为多个绕组部件。绕组段 80 在该位置处的部分没有提供。

其中在定子右侧，第二绕组段部分 81a 的第二部件以附图标记 85a 和 85b 来表示，第二绕组段部分 82b 的第三部件以附图标记 86a、86b 和 86c 来表示，第四绕组段部分 83a 的第四部件以附图标记 84a、84b 和 84c 来表示，而在定子左侧，绕组段部分 81a 或 82b 或 83a 具有相应的第二或第三或第四部件 88a 至 88d、89a、89b 和 87a、87b。相应地形成绕组段部分 80a、80b、81b、82a 和 83b 等等，其中第一绕组段部分 80a、80b 被划分为交替排列在右侧和左侧的第一部件。

与图 5 相类似，部件 84a、84b 或 85a、85b 或 88a、88b 等一个挨一个通过没有详细表示出来的导线来导电，并在这里以串联连接。此外，与图 5 相反，例如定子右侧的部件 84b 通过导线 90 与左侧的部件 87a 电气连接，右侧的部件 85b 通过导线 91 与左侧的部件 88c 电气连接，左侧的部件 89b 通过导线 92 与右侧的部件 86b 电气连接，等等。最后，不同的部件沿着行车路线（ \underline{x} 方向）这样来设置，使得在定子右侧，第四绕组段部分（例如 83a）的两个交替的部件（例如 84a、84b）、第二绕组段（例如 81a）的两个部件（例如 85a、85b）以及第三绕组段（例如 82b）的两个部件（例如 86b、86c）一个接一个地设置，之后以同样的顺序重新开始（例如从部件 84c 开始）。在定子的另一侧按照相应的顺序（例如 88a、88b、89a、89b、87a、87b、88c、88d），但是也有其特殊之处：在右侧相互对应的部件（例如 84a、84b）与左侧同样相互对应的部件（例如 87a、87b）之间分别存在如图 10 中通过连接导线（例如 90）所表示的空隙，这些空隙由另一个绕组段部分的部件来填充。

由于所述的划分方法，第四绕组段部分 83a 由位于右侧的第二部件 84a 和 84b、位于左侧的第四部件 87a 和 87b、位于右侧的第四部件 84c 等共同组成，其中所有这些部件都串联连接。相应地，这种方式对于第二绕组段部分 81a（两个左侧的第二部件 88a 和 88b，然后是两个右侧的第二部件 85a 和 85b，然后又是两个左侧的第二部件 88c 和 88d，等等），以及对于第三绕组段部分 82b（右侧的第三部件 86a，

或左侧的第三部分 89a、89b, 或右侧的 86b、86c, 等等)也是适用的。因此, 三个绕组段部分 83a、81a、82b 等分别形成了三个彼此电气隔离的系统。

部件 84a 至 89b 等的长度如图 4 和 5 所示的情况下最好比在车辆 7 上安装的最短的激励系统 6 还要短很多, 而由各个部件共同组成的绕组段部分 80a 至 83b 等的总体长度最好比最长的激励系统 6 还要长很多。此外, 有利的是, 所有的部件和绕组段部分应该同样长, 与图 4 和 5 相类似, 使得它们在 x 方向上相互靠得很近地设置, 在各个绕组段部分 83a 和 80b 或 81a 和 83b 或 82b 和 81b 之间的转接点 93、94 或 95 彼此相隔一定间距, 这些间距与最长的激励系统 6 的长度相比至少相等或者略微大一点儿。

与图 4 相类似, 不同的绕组段部分通过第一、第二、第三和第四开关装置 96 至 101 连接到跨距电缆 102 至 105, 这些电缆分别与变流器 106 至 109 相连。其中的排列例如为: 第一开关装置 99 将第一绕组段部分 80b 与跨距电缆 102 和变流器 106 相连接, 第二开关装置 97 将第二绕组段部分 81a 与跨距电缆 104 和变流器 108 相连接, 第三开关装置 98 将第三绕组段部分 82b 与跨距电缆 15 和变流器 109 相连接, 第四开关装置 96 将第四绕组段部分 83a 与跨距电缆 103 和变流器 107 相连接, 上述连接顺序循环地重复进行。为了更好地理解, 图 9 中四个不同的跨距电缆以及与电缆连接的四个不同的开关装置通过点划线、打点虚线、短横虚线或连通线来表示。

开关装置 96 至 101 可以利用与图 3 所述的控制装置 42 类似的控制装置, 例如以下面的方式进一步与在 x 方向上移动的车辆 7 相接触:

车辆 7 例如在绕组段 5.3 的区域内, 在快要到达绕组段部分 83a、80b 之间的转接点 93 之前, 由变流器 107、108 和 109 来供电, 而没有使用变流器 106。当车辆 7 越来越接近绕组段部分 83a 和 80b 之间的转接点 93 时, 开关装置 99 将被接通, 由此以使绕组段部分 80b 与跨距电缆 102 和变流器 106 相连接, 而变流器 107 继续保持激活状态。

此时车辆 7 由所有的变流器 106、107、108 和 109 来供电。当车辆 7 离开转接点 93 时，变流器 107 借助于开关装置 96 被关断。从此刻开始，仅由变流器 106、108 和 109 向绕组段 80b、81a 和 82b 供电。当车辆经过绕组段部分 81a 和 83b 之间下一个转接点 94 时，相应的开关装置 97 处于断开状态，绕组段部分 83b 的开关装置 100 处于接通状态。由此变流器 107 被再次激活，相反变流器 108 被关闭，使得此时车辆 7 借助于变流器 106、107 和 109 来驱动。在绕组段部分 82a 和 81b 之间的转接点 95 的区域内，变流器 108 打开，而变流器 109 事先被关闭。此时车辆 7 借助于变流器 106、107 和 108 来驱动。在车辆经过 x 方向上的下一个转接点之后，再次借助于变流器 107、108 和 109 等来供电，这样在转接点外部的变流器或所属的跨距电缆没有被使用。这种状态可以像在所谓的三步过程中常用的那样，为所需的开关过程分别使用未被使用的、或者处于等待状态的变流器。

与图 4 和 5 相类似，与图 11 至 13 相对应，实际上所述的转换过程通过切断电流供给来实现，在图中不同的线还是用点划线、打点虚线等来表示。在绕组段部分 83a 和 80b（图 9）之间以竖直线标记的第一转接点 93a 的区域内，以点划线来表示的跨距电缆 102 和与之相连的变流器 106 处于等待状态。在车辆 7 快要驶入到该转接点 93a 之前，开关装置 99 被设置为关闭状态，由此绕组段部分 80b 连接到以点划线表示的跨距电缆 102 或分站 106（图 12 中的线 110），而绕组段部分 83a 仍然保持连接在以打点线表示的跨距电缆 103 和变流器 107 上。因此，当车辆经过转接点 93a 时，感生出的磁极转子电压在绕组段部分 83a 的区域内逐渐降低，并在绕组段部分 80b 的区域内逐渐增大（图 11 中的线 111a、111b）。当车辆 7 完全通过转接点 93a 后，绕组段部分 83a 中的电流下降为零，并且跨距电缆 103 转换为等待状态。在此之后，开关装置 96 被调节为断开状态，而开关装置 100 被调节为闭合状态，此时电缆 103 与绕组段部分 83b 相连接，以使其准备转换到下一个绕组段部分（图 12 中的线 113）。因此，如果接着车辆 7 行驶到

在 12 中以基准线 94a 所表示的、位于绕组段部分 81a 和 83b (图 9) 之间的转接点时,与上面所述相类似,磁极转子电压在绕组段部分 81a 中变小,而相应地在绕组段部分 83b 中变大(图 11 中的线 114a、114b),直到车辆完全驶过转接点 94a。在此之后,变流器 108 向下调整,以使绕组段部分 81a 中的电流下降为零(图 12 中的线 115),所述的开关过程随着车辆 7 的向前运动相应地重复进行。

与图 4 至 8 所述的实施例不同的是,在图 9 至 13 所述的实施例中,定子的两侧由三个绕组段部分 80a、91a、82a 等共同构成,而不是由四个绕组段部分组成。但是这里每个定子侧也划分为一个接一个交替设置的绕组部件,在定子两侧上的绕组段在沿着行车路线敷设的每个具有与激励系统 6 相应长度的任意部分中,都包含多个第一、第二和第三部件(例如 84a、84b、85a、85b、86b、86c 等),这些部件属于不同的绕组段部分(例如 80a、81a、82a)。又因为每个绕组段部分由一个独立的变流器驱动,送至车辆的功率尽管没有翻倍,但是大约可以增长一半,即:例如由每个定子侧 $1 \times 20\text{kV}$ 增大到对于定子的两侧为 $3 \times 20\text{kV}$ 。与图 4 至 8 所述的实施例不同的是,行驶速度或车辆长度只能增长一半。然而一个重要的优点在于,由于使用了第四个变流器,三步过程产生了这样的结果:在转接点的区域内不会出现推动力的损耗。

根据图 9 至 13 所述的方法,每个绕组段需要一个额外的变流器。如果考虑到费用的原因不希望使用这种额外的变流器,也可以在图 9 所述的装置中去掉一根跨距电缆及其相应的变流器。在这种情况下,如果在转接点区域内的转换例如需要借助于交替过程来实现,则与图 6 至 8 相类似,转接点区域内的推动力将分别由可用功率的 100%下降到最大为 67%。

所述绕组部件 51 至 54 (图 5) 和 84 至 89 (图 10) 的长度最好明显短于设置在车辆上的最长的激励系统 6 的长度,这样例如两个或三个绕组段部分中的长度相同的每个绕组段部分都参与到驱动车辆

中。特别地，部件的长度可以小得与图2所述的齿/槽间距相当，在这种情况下，图2中交替设置的各个绕组10、11和12可以与图10中的部件86a、84a、84b、85a等或88a、88b、89a、89b等相对应。各个部件构造得越长，得到的关系越不合适，特别是当所有的绕组段部分没有始终平均地参与到驱动中的时候更是这样。最后，与激励系统6同样长的部件将完全不能提高速度或车辆长度，因此上面对于部件长度的限制是由所考虑的功能得出的。

根据本发明的一种特别具有优点的实施方式，部件的长度约为25m，即采用与支架长度相当的长度，该支架形成了路轨4（图1），并且定子薄片组1固定在该支架上。这样，完全可以在生产车间中将定子薄片组1和绕组5（图2）装配到支架上，预先制作的支架沿着行车路线被安装，接着绕组部件借助于常用的套管或类似物相互连接。由于每个系统的被卷绕的部分区域总体上比绕组直线长度要短，在图4中仅为50%，在图9中为67%，目前绕组段5、26的长度可以例如约为1000m至2000m，或者也可以更长，因为绕组的阻抗明显降低了。

本发明没有局限在所说明的实施例上，这些实施例可以以多种方式来应用。特别是在各种情况中定子侧所采用的绕组段部分的数目。特别地，如果可能的话，车辆7仅由一个定子绕组来驱动，与上面的说明相应地，这个定子绕组被划分为各个绕组段，这些绕组段在其一侧由绕组段部分共同组成，绕组段部分带有一个接一个交替排列的部件，其中与图4至8不同的是，每个绕组段可以设置多于两个的绕组段部分。此外，绕组段部分的各个不同的部件还可以在其长度的至少一个部分上相互并联连接，而不是串联连接，在图4中由开关装置（例如62）引出的导线不仅与相应绕组段部分（例如46a）的一端相连接，还例如与在这种情况下和该绕组段部分电气隔离的部件（例如51）并联连接。此外，三相系统的所有三个相还可以以图4至13所示的方式来形成，其中与这三相对应的部件相应地这样来交错设置，使得在一个相的部件之间分别设置另外两个相的部件。此外，也可以采

用与图 5 和 10 所示的方式不同的划分方式。这特别适用于图 9 和 10 所述的实施例。这里例如每个绕组段部分（例如 83a 和 81a）的所有部件仅设置在相应的一个定子侧，而图 10 相类似，第三绕组段部分（例如 82b）的部件一部分设置在定子的这一侧，一部分设置在定子的另外一侧。最后，也可以采用与所表示和说明的、已采用的组合不同的其他特点。

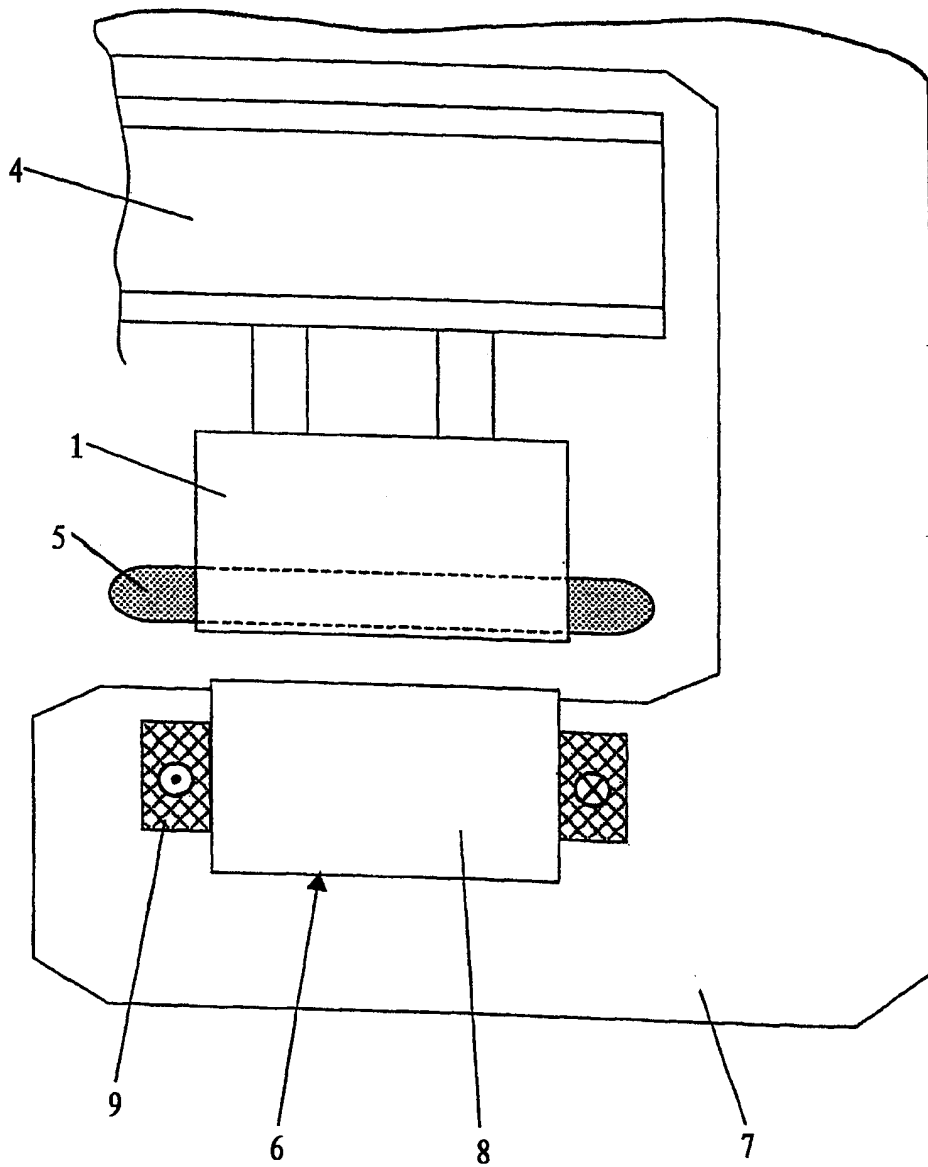


图1

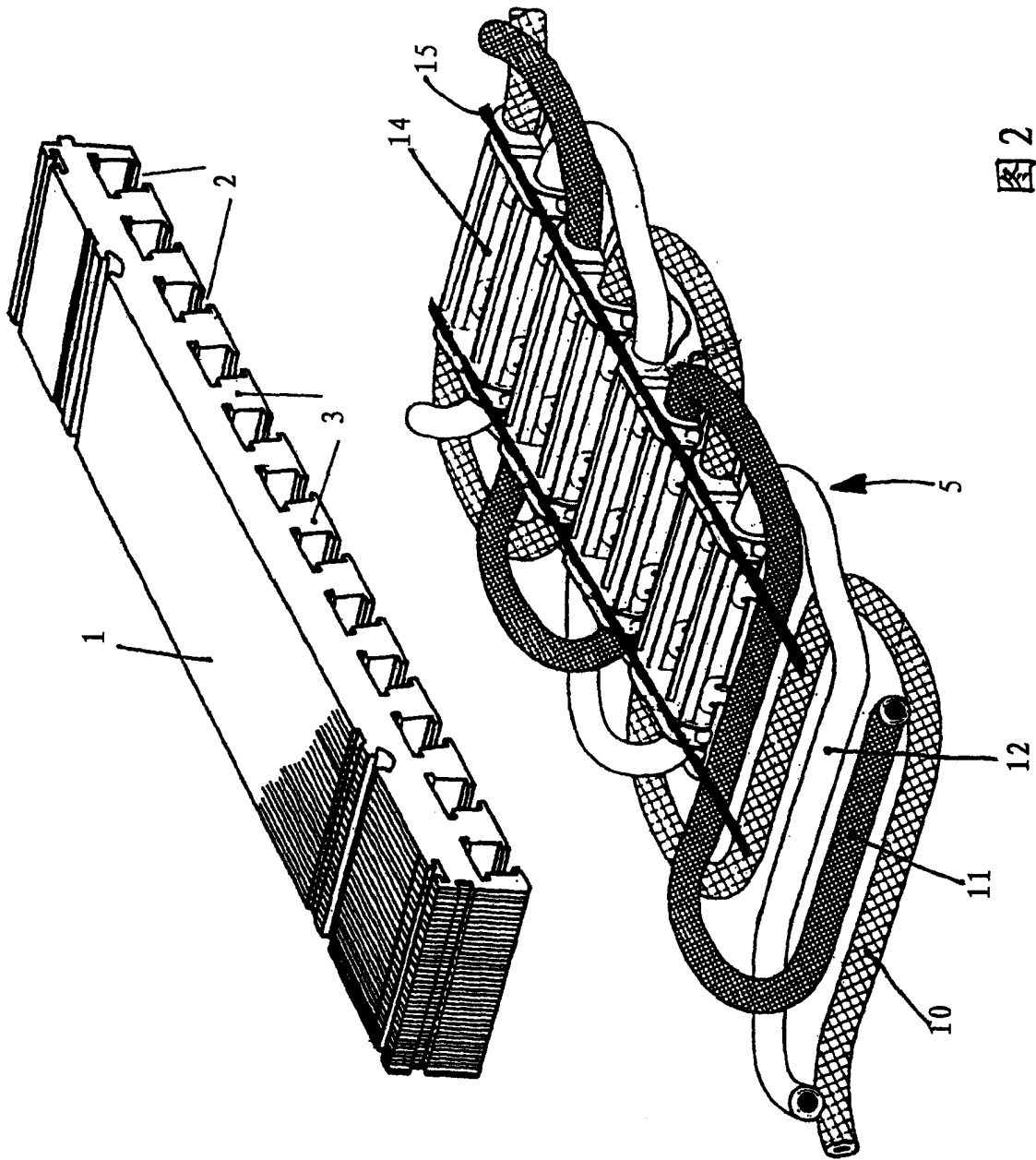
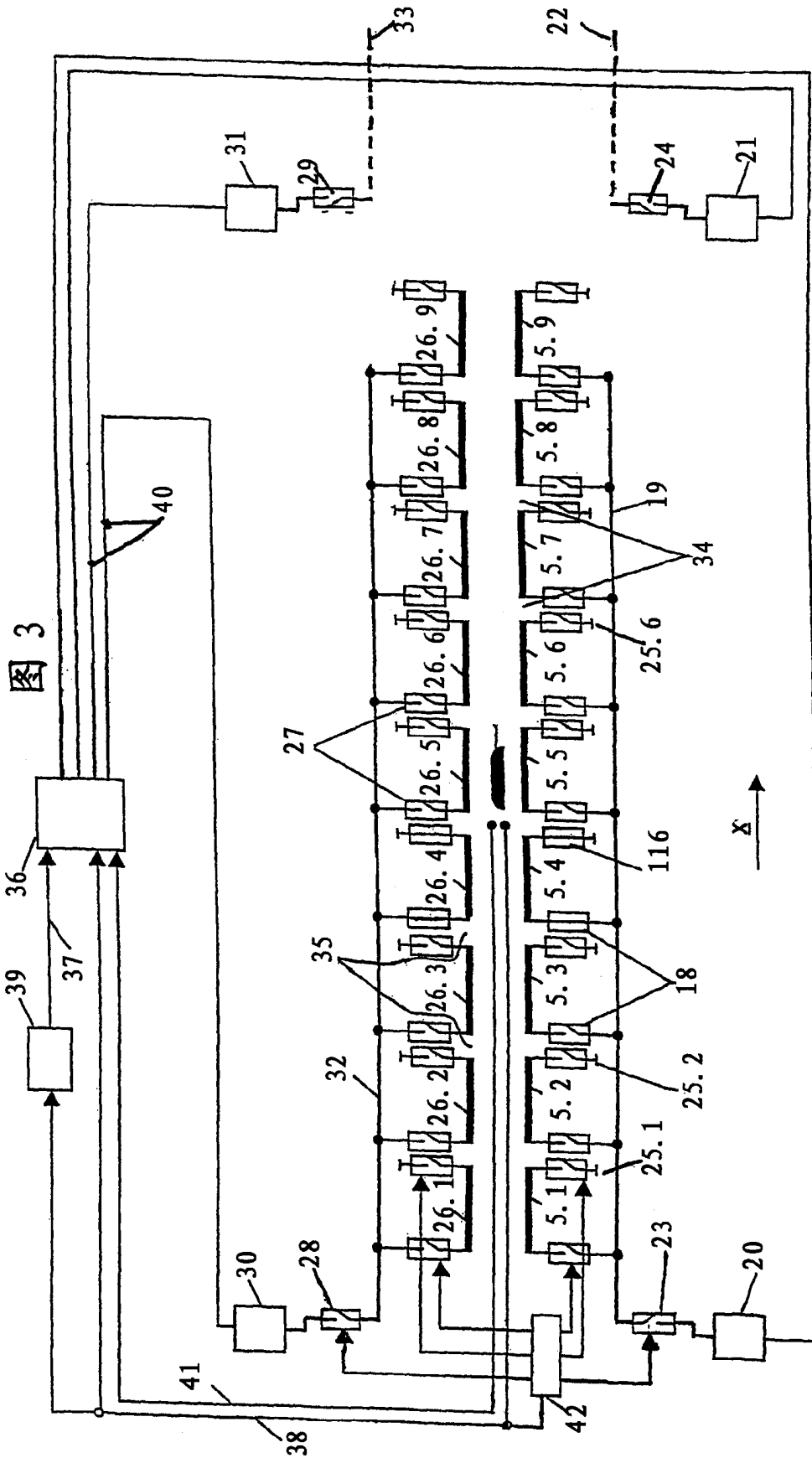


图2



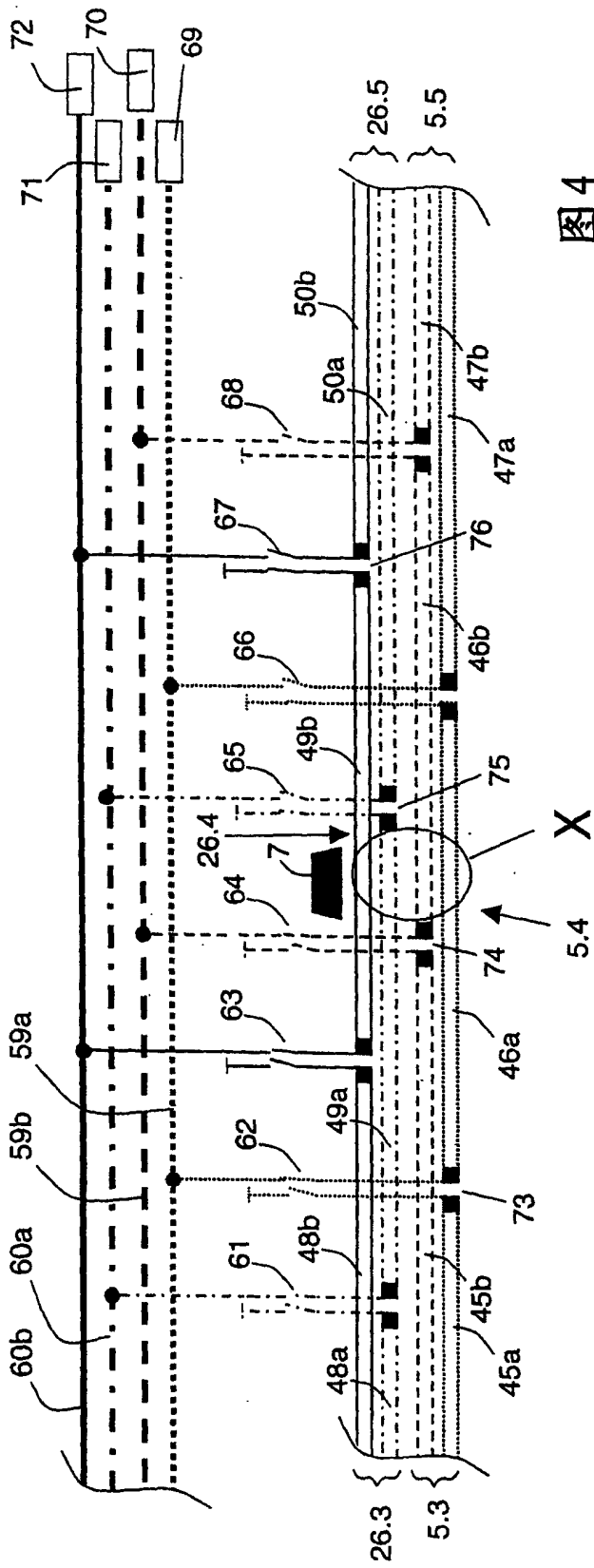


图4

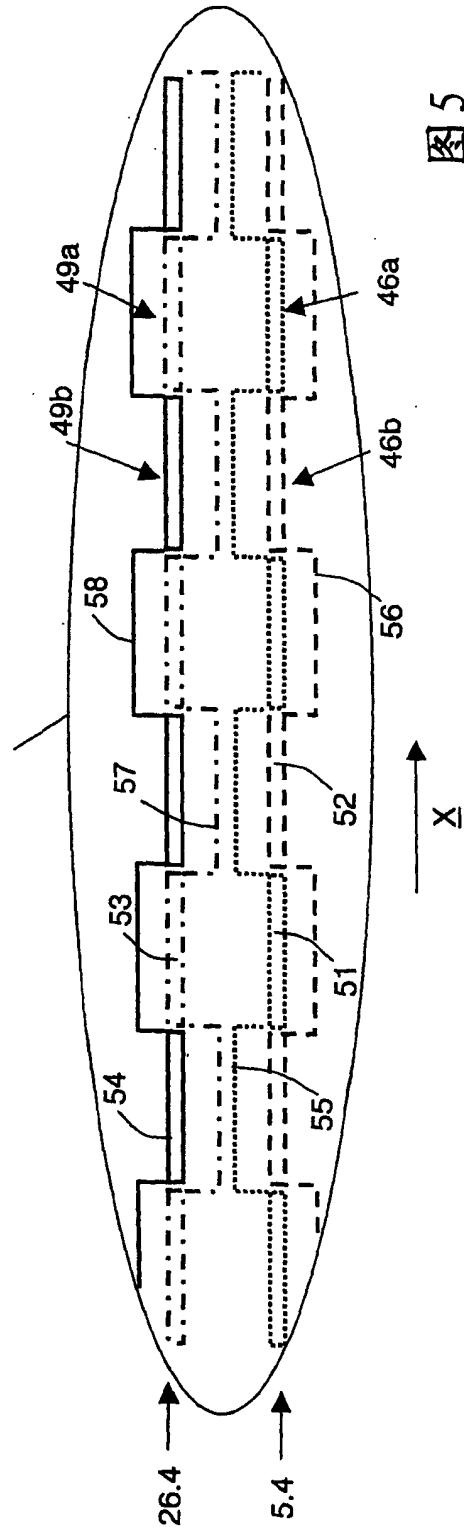


图5

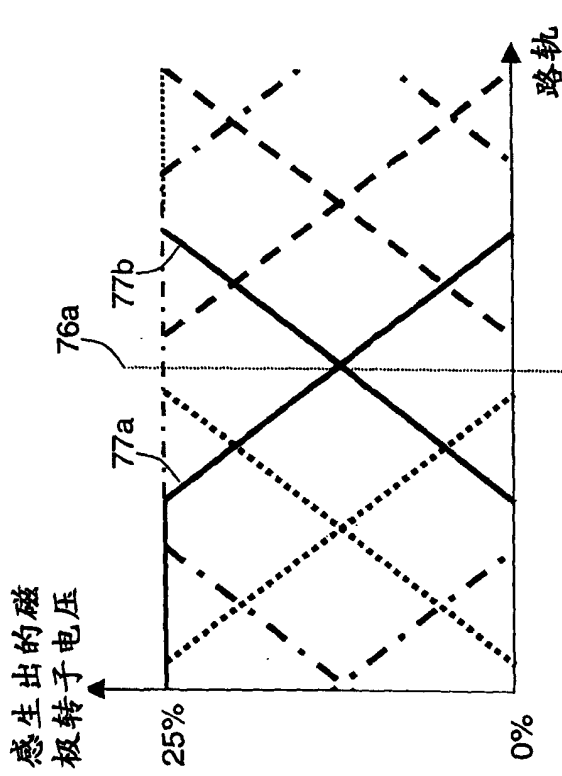


图6

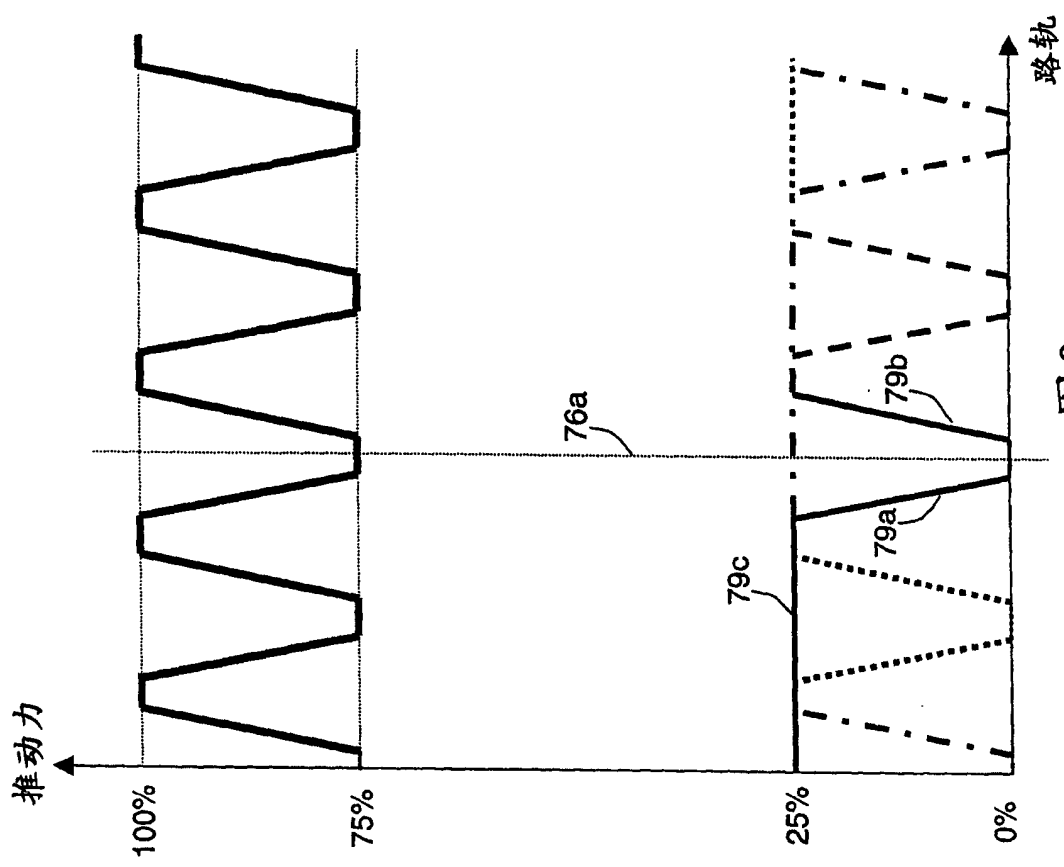


图8

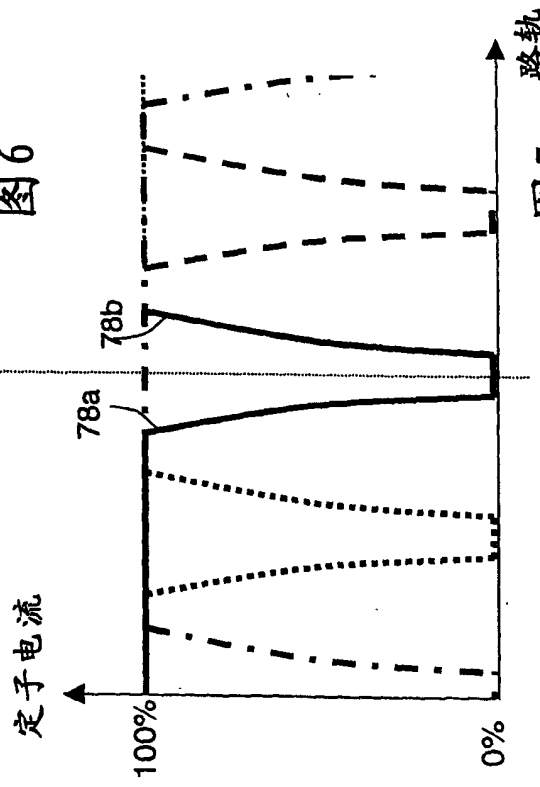


图7

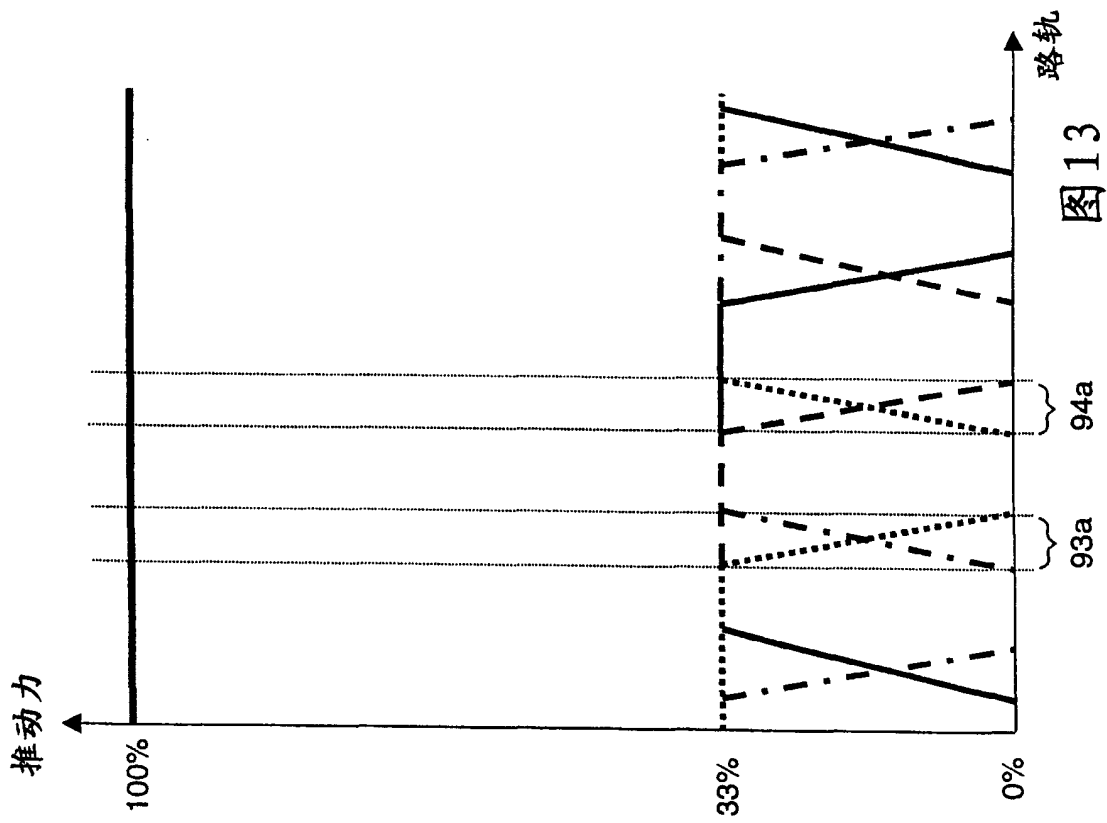


图 13

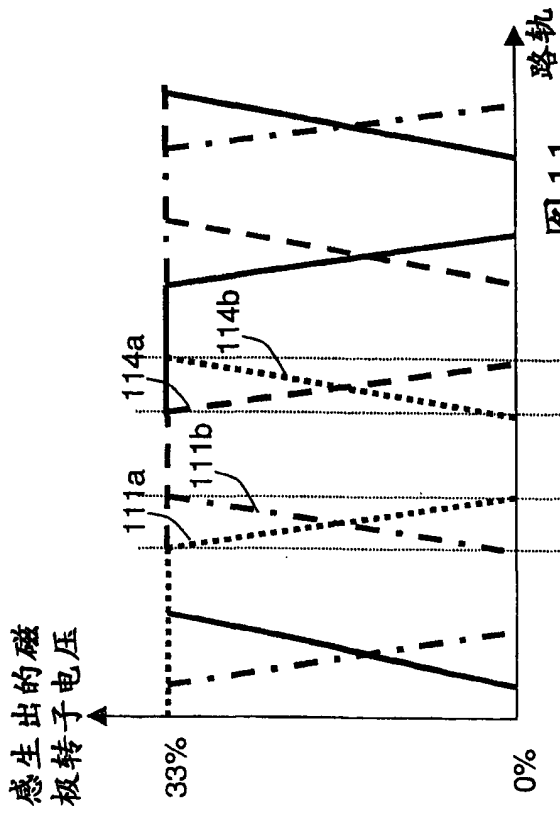


图 11

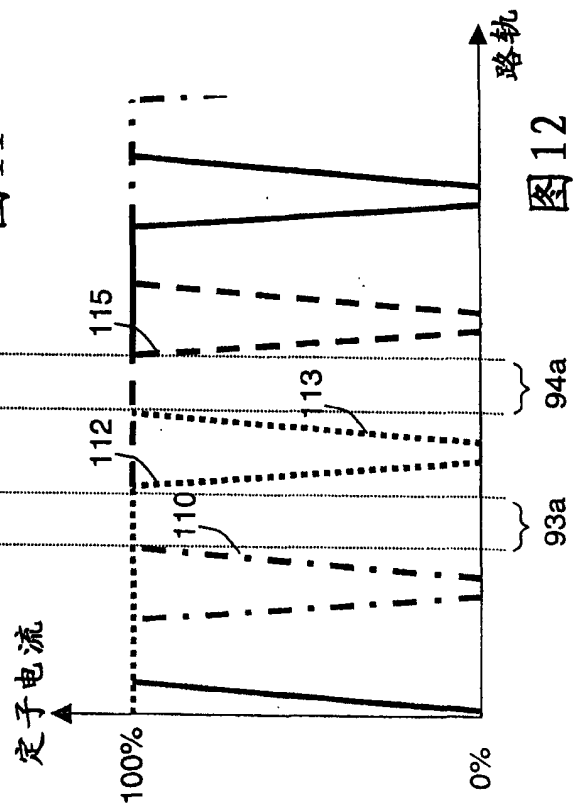


图 12