

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02K 41/03 (2006.01)

H02K 19/10 (2006.01)

H02K 21/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580031944.4

[43] 公开日 2007 年 8 月 29 日

[11] 公开号 CN 101027827A

[22] 申请日 2005.9.16

[21] 申请号 200580031944.4

[30] 优先权

[32] 2004.9.22 [33] DE [31] 102004045992.4

[86] 国际申请 PCT/EP2005/054630 2005.9.16

[87] 国际公布 WO2006/032638 德 2006.3.30

[85] 进入国家阶段日期 2007.3.22

[71] 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 泽尔科·杰蒂克

克里斯琴·沃尔默特

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 张 亮

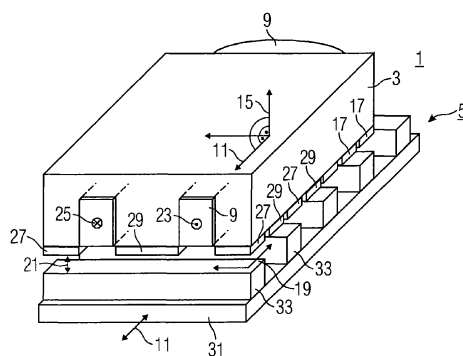
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 14 页

[54] 发明名称

电机

[57] 摘要

本发明涉及一种直线或旋转式同步电机(1)，其具有一磁阻次级部分(5)与一带有绕组(9)和永磁体(17, 27, 29)的初级部分(3)。



1. 一种电机(1, 2, 110), 尤其是一种同步电机, 其具有一初级部分(3, 4, 130)与一次级部分(5, 6, 120), 其中, 所述初级部分(3, 4, 130)具有一用于产生一第一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14), 所述次级部分(5, 6, 120)具有一用于引导所述磁场的构件(31, 32, 33, 34, 99),

其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)具有至少一个用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30), 其中, 特别是所述用于产生所述第一磁场的的第一构件(9)相对于所述用于产生所述其他磁场的其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30)的布置方案为, 可实现所述第一磁场与所述其他磁场的叠加。

2. 一种电机(1, 2, 110), 尤其是一种同步电机, 其具有一初级部分(3, 4, 130)与一次级部分(5, 6, 120), 其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)具有

a) 一用于产生一第一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14)与

b) 一用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30), 所述其他磁场特别为一激励磁场,

其中, 所述第一构件(9)具有一绕组, 所述其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30)具有一永磁体。

3. 一种电机(1, 2, 110), 其是一种同步电机, 其具有一初级部分(3, 4, 130)与一次级部分(5, 6, 120), 其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)具有

a) 一用于产生一第一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14)与

b) 一用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30), 所述其他磁场特别为一激励磁场,

其中, 所述第一构件(9, 10, 12, 14)具有一绕组, 所述其他构件同样具有一绕组。

4. 一种电机(1, 2, 110), 其是一种同步电机, 其具有一初级部分(3, 4, 130)与一次级部分(5, 6, 120), 其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)具有

a) 一用于产生一第一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14)与

b) 一用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30), 所述其他磁场特别为一激励磁场,

其中, 所述第一构件(9, 10, 12, 14)具有一绕组, 所述其他构件具有超导材料。

5. 根据权利要求1至4中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述电机(1, 2, 110)的次级部分(5, 6, 120)具有至少一个用于形成磁通量回路的构件(31, 32, 33, 34, 99), 所述次级部分不具有磁源(9,

10, 18, 20, 27, 28, 29, 30)。

6. 根据权利要求1至5中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述其他构件(17, 18, 20)采取磁通量集中的布置方式。

7. 根据权利要求1至6中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30)布置在一气隙(21)的区域内。

8. 根据权利要求1至6中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30)至少部分地嵌在一软磁材料中, 其中, 所述软磁材料特别构成一磁路部分, 其中, 所述其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30)特别采取磁通量集中的布置方式。

9. 根据权利要求1至8中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)与所述次级部分(5, 6, 120)之间形成一气隙(21), 其中, 所述气隙(21)具有至少两个不同的宽度(35, 37)。

10. 根据权利要求1至9中任一项权利要求所述的电机(1), 其特征在于, 一有效磁通完全或至少主要地被引导至一垂直于一移动方向(11)的平面(106)内。

11. 根据权利要求1至9中任一项权利要求所述的电机(2, 110), 其特征在于,

一有效磁通完全或至少主要地被引导至在一平行于一移动方向(11)的平面(108)内。

12. 根据权利要求1至11中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

一交轴磁通磁路与所述直轴磁通磁路相组合。

13. 根据权利要求1至12中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

在所述次级部分(5, 6, 120)进行相对于所述初级部分(3, 4, 130)的移动时, 借助所述用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 27, 28, 29, 30)可在所述带有线圈的磁路部分中产生一交变磁通。

14. 根据权利要求1至12中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

在所述次级部分(5, 6, 120)进行相对于所述初级部分(3, 4, 130)的移动时, 借助所述用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 27, 28, 29, 30)可在所述磁路中产生一脉动单向磁通。

15. 根据权利要求1至14中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述次级部分(5, 6, 120)的齿距为所述初级部分(3, 4, 130)的磁距的整数倍。

16.根据权利要求1至14中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述次级部分(5, 6, 120)的齿距不是所述初级部分(3, 4, 130)的磁距的整数倍。

17.根据权利要求1至16中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)布置在两个次级部分(5, 6, 120)之间, 其中, 这种布置用于形成一涉及所述的两个次级部分(5, 6, 120)和所述初级部分(3, 4, 130)的共同磁路。

18.根据权利要求1至17中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述次级部分(5, 6, 120)布置在两个初级部分(3, 4, 130)之间, 其中, 这种布置用于形成一涉及所述的两个初级部分(3, 4, 130)和所述次级部分(5, 6, 120)的共同磁路。

19.根据权利要求1至18中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110), 其特征在于,

所述电机(1, 2, 110)为一直线电机(1, 2)或一旋转式电机或一旋转电机(110)。

20.一种属于一电机(1, 2, 110)的初级部分(3, 4, 130), 所述电机特别为一同步电机, 其中, 所述初级部分(3, 4, 130)具有一用于产生一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14), 其中, 所述用于产生一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14)具有一绕组,

其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)具有至少一个用于产生一磁场的其他构件(27, 28, 29, 30), 其中, 借助所述用于产生一磁场的其他构件(27, 28, 29, 30)可产生一激励磁场。

21.一种属于一电机的初级部分(3, 4, 130), 所述电机特别为一具有一初级部分(3, 4, 130)的同步电机,

其特征在于,

所述初级部分(3, 4, 130)具有

a) 一用于产生一第一磁场的的第一构件(9, 10, 12, 14)与

b) 一用于产生一其他磁场的其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30),

所述其他磁场特别为一激励磁场,

其中, 所述第一构件(9)具有一绕组, 所述其他构件(17, 18, 20, 27, 28, 29, 30)具有一永磁体。

22.根据权利要求20或21所述的初级部分(3, 4, 130), 其特征在于, 所述初级部分(3, 4, 130)为一根据权利要求1至19中任一项权利要

求所述的电机(1, 2, 110)的一初级部分。

23.一种属于一电机(1, 2, 110)的次级部分(5, 6, 120), 其中,
所述次级部分(5, 6, 120)具有至少一个用于形成磁通量回路的构件
(31, 32, 33, 34, 99), 且不具有磁源(9, 10, 18, 20, 27, 28, 29, 30)。

24.一种属于一根据权利要求22所述的电机(1, 2, 110)的次级部分(5, 6, 120), 其特征在于,

所述次级部分(5, 6, 120)为一根据权利要求1至19中任一项权利要求所述的电机的次级部分。

25.一种具有一电机(1, 2, 110)的运输装置(140), 其特征在于,
所述电机(1, 2, 110)为一根据权利要求1至19中任一项权利要求所述的电机(1, 2, 110)。

26.根据权利要求25所述的运输装置(140), 其特征在于,
所述电机(1, 2, 110)用于进行二维移动。

电机

技术领域

本发明涉及一种电机的初级部分，一种电机和一种操作电机的方法。

背景技术

电机具有一初级部分与一次级部分。初级部分特别地位于次级部分的对面。初级部分被用来通以电流。次级部分具有例如永磁体或可加载电流的绕组。所述可加载电流的绕组，在同步电机中可通过例如一整流器（power converter）向其加载电流，在异步电机中通过感应向其加载电流。因此，这种电机的初级部分和次级部分均具有用于产生磁场的有效磁构件。有效磁构件例如为一可加载电流的绕组、永磁体或一可生成感应电流并通过这一感应电流产生磁场的绕组。

这种电机的设计非常复杂，因为其初级部分和次级部分都必须具有用于产生磁场的构件。这一点特别是针对同步电机而言。

发明内容

本发明的目的是提供一种简化的电机和一种用于这种电机的初级部分，借助所述初级部分可以用简化的、成本更低廉的方法来构造所述电机。这样一种简化的构造特别对同步电机而言很理想。这样的同步电机可如在实施方式中描述的永磁激励的同步电机或他励同步电机。

借助如下方法可以实现这一目的，所述方法例如为一种具有权利要求 1 至 4 中任一项权利要求所述特征的电机，或者一种具有权利要求 19 或 20 所述特征的初级部分，或者一种具有权利要求 22 所述特征的次级部分，或者一种具有权利要求 24 所述特征的运输装置而达成。从属权利要求 3 至 18、21、23 和 25 为本发明的各装置的设计方案或改进方案。

在一具有一初级部分与一次级部分的本发明的电机中，所述初级部分的设计为具有两个用于产生一磁场的构件。所述次级部分不具有用于产生磁场的构件。初级部分具有一用于产生一磁场的的第一构件与一用于产生一磁场的其他构件，其中，所述用于产生一磁场的的第一构件可加载一交流电压或一交变电流。所述用于产生一磁场（一第一磁场）的第一构件例如为一绕组。所述用于产生一磁场（一激励磁场）的其他构件是一可以用来产生一其他磁场的构件，所述的其他磁场也就是至少为一第二磁场。所述其他磁场所产生的场激励在工作中不发生变化，即保持恒定，这种恒定是有利的。这种用于产

生所述其他磁场的其他构件例如为一永磁体或一绕组,该绕组加载有一恒定电流或可加载一恒定电流。所述用于产生一其他磁场的其他构件包含有大量用于产生交变极磁场激励(magnetische Wechseipol-Felderregung)的其他构件,是有利的。

用于产生一第一磁场的的第一构件例如为一线圈绕组,其中,从所述线圈出发或进入所述线圈的第一磁场被传导向产生其他磁场的其他构件(即第二、第三等构件),使得至少两个用于产生其他磁场的其他构件位于第一磁场的磁场范围内,从而两个磁场之间会产生交感。用于产生所述其他磁场的其他构件具有大量彼此相反的磁化方向是有利的,借此可实现一交变极磁化布置。

具有一初级部分与一次级部分的电机,其中,所述初级部分具有一用于产生一第一磁场的的第一构件,所述次级部分具有一用于引导所述磁场的构件,因此所述电机的设计方案为,初级部分具有至少两个用于产生至少两个其他磁场的其他构件,其中,所述用于产生第一磁场的的第一构件相对于所述用于产生其他磁场的其他构件的布置方案为,可实现所述第一磁场与所述其他磁场的叠加。

这样电机构造的优点在于,电机的次级部分不具有用于产生磁场的有效构件。这种电机的次级部分只具有一用于引导磁场的构件,因而易于制造,且成本低廉。次级部分例如实施为叠片结构,借此可防止涡流的出现。

使用软铁部件建构初级部分和次级部分是有利的。这些部件的叠片结构可减少涡流。根据一进一步实施方式,所述软铁部件也可设计为纯质实心部件和/或所谓的粉末冲压(power-pressed)件。

本发明的目标还可以通过一种电机得到进一步的达成,所述电机为一同步电机,具有一初级部分与一次级部分,所述初级部分具有一用于产生一第一磁场的的第一构件以及用于产生一其他磁场的其他构件,其中,所述第一构件为一绕组,所述其他构件为至少一个永磁体。所述其他构件特别由数目众多的构件,即大量永磁体构成。根据本发明的电机的这种设计方案,所有用于产生一磁场的构件均位于初级部分中。次级部分只具有一用于引导磁场的构件,且例如实施为在朝向初级部分的表面上具有多个齿。所述构件特别为一含铁构件,例如一叠片组。

次级部分和/或初级部分例如具有多个齿。次级部分的齿距与初级部分的齿距或磁距既可以相同,也可以不同。举例而言,当齿距相同时,一电动机绕组相上的线圈成为一线圈组,并与其他电动机绕组相上的其他线圈组之间具有一为 $360^\circ/m$ 的偏移。“m”表示相数或绕组相。次级部分的齿距(τ_{Sec})规定电机的极距(τ_{p}),即 $\tau_{\text{zahn,sec}} = 2 \cdot \tau_{\text{p}}$ 。

根据本发明的电机的一实施方式,次级部分的齿距例如为初级部分的磁距的整数倍。但所述电机也可建构为,次级部分的齿距并非为初级部分的磁距的整数倍。

借助本发明的一电机例如可建构一直线电动机(linear motor)。在这种直

线电动机中，永磁体例如整合在直线电动机的一带有线圈的初级部分中。这种构造特别在移动行程较长时具有成本方面的优势。在此情况下，直线电动机的次级部分例如只由一铁制反应轨（reaction rail）构成。借此也可提高直线电动机的可靠性。

这种直线电动机之所以具有成本优势的原因是，迄今为止，作为同步直线电动机的直线电动机具有一可用电激励的初级部分，所述初级部分位于一配有永磁体的次级部分的对面。在这种情况下，既可采用长定子结构，也可采用短定子结构。其中一种情况需要大量的铜，另一种情况则需要大量磁性材料。二者所需成本都很高。安装在现有直线电动机的次级部分中的永磁体构成一外露段（open path）。必须在整个长度范围内防止磁体（永磁体）受到例如为碎屑、油或其他杂质的环境因素的影响，这种保护措施非常复杂。此外，由于永磁体具有强大的吸引力，因此必须在次级部分的长度范围内注意人员保护问题。这种保护措施也存在成本与技术复杂性的问题。借助本发明的电机次级部分可显著降低复杂度。

根据本发明，永磁体可整合在初级部分中，由此可将线圈（绕组）和磁体（永磁体）安装在电机的同一部分（初级部分）中。与已知的电动机原理相比，短定子结构所需的磁性材料少很多。由于迄今为止在任何情况下初级部分都已经采取防止环境因素影响的保护措施和人员保护措施，因此在将磁体整合到初级部分中时无需再使用附加的保护装置。次级部分只由一不会引发危险的铁制反应轨构成，是有利的。

本发明的电机特别为一同步电机。同步电机可精确调节，并可满足移动精确度和引导精确度方面的高要求。通过采用本发明简单而紧凑的结构，可使同步电机获得上文所述的各方面优点。

可用已知方法来减少止动转矩。所述的已知方法例如为：斜扭永磁体、斜扭齿等。

根据电机的一进一步有利设计方案，嵌入由软磁磁路（magnetic circuit）部分中的、用于产生一磁场的所述另一构件（例如一永磁体）采取磁通量集中的布置方式。磁通量集中的布置方式可使电机获得高磁利用率。所述“嵌入”指的是永磁体在软磁材料中的一种引导，在这种引导中，软磁材料的全部或部分连接到永磁体有磁场发出的边。

根据电机的一进一步设计方案，电机的次级部分具有至少一个构件以形成磁通量回路。所述构件例如具有一叠片组。此外，次级部分建构为不具有磁源，也是有利的。磁源例如为永磁体或通流（通电流的）绕组。

根据一有利实施方式，初级部分采用模块式结构。通过齿的数量或相应的绕组可改变电动机长度。由此可以适应电动机的额定功率（rated power）。

根据电机的一进一步设计方案，次级部分中交替出现磁化能力（magnetizability）不同的区域。例如一可用铁制成的软磁材料与空气或塑料之间存在不同的磁化能力。借助所述的交变区域可在次级部分中引导磁场。

根据一进一步实施方式，次级部分实施为具有多个朝向初级部分的齿。

由此可在次级部分内部通过齿和可能存在的回路来引导有效磁通。在借助齿来引导磁通时，磁通可以被引导为每次例如只通过一个齿或至少两个齿。

根据一进一步有利设计方案，齿之间的间隙，例如可以被填充，所述的齿也称为横条。充填物例如为塑料。借助充填物，齿之间就不会有污垢聚集。

如上文所述，用于产生一第一磁场的的第一构件为一可加载电流的绕组是有利的。可加载电流的电机绕组包含一个或多个相（例如 U、V、W）。每个相包含一个或多个线圈。所述线圈的一有利实施方式是盘绕在齿上的线圈为集中线圈（绕齿线圈），其中，每个齿可具有一个或多个极或永磁体。其中，绕齿线圈至少为一绕组的一部分。线圈既可实施为单个线圈形式，也可实施为分段式线圈。绕组的优点在于，借助绕组可以非常简单的方式例如借助一交流产生一变化的磁场。电机例如也可实施为具有多个绕组或线圈，其中，可用一三相电源的不同相为这些绕组供电。

电机也可实施为其次级部分具有多个齿，所述齿彼此间的间距为 τ_{Sec} 。电机初级部分包括用于产生一激励磁场的第二构件，所述第二构件通过大量构件而实现（例如大量永磁体），这些构件彼此间的间距为 τ_{Prim} 。

在此情况下，电机的一实施方式为可用下述方程式表示 τ_{Sec} 与 τ_{Prim} 之间的关系：

$$\tau_{\text{Sec}} = n \cdot \tau_{\text{Prim}} \quad \text{其中 } n=1, 2, 3, \dots$$

也就是说， τ_{Sec} 可用 τ_{Prim} 的整数倍来表示。

根据电机的另一实施方式， τ_{Sec} 与 τ_{Prim} 之间的关系可用下述方程式表示：

$$\tau_{\text{Sec}} \neq n \cdot \tau_{\text{Prim}} \quad \text{其中 } n=1, 2, 3, \dots$$

也就是说，间距（modular space） τ_{Sec} 并非为间距 τ_{Prim} 的整数倍。

根据一进一步有利设计方案，本发明的电机与一整流器相连。所述整流器特别为一为所述用于产生一第一磁场的的第一构件供电的逆变器（inverter）。电机和整流器构成一驱动机构。因此，电机也可实施为其初级部分具有多个绕组，其中，可用具有不同相位角的交流电压或交变电流来为不同的绕组供电。通过使用不同的相位角，可在电机的初级部分和/或次级部分移动时产生一均匀的力。也可通过下述方法形成这种均匀的力，即，电机初级部分的不同绕组根据它们相对于次级部分的位置进行相移，从而达到更均匀地产生力的目的。因此，当所述电机为一三相电机（ $m=3$ ）时，选定 120° 的相偏移是有利的。

如上文所述，电机的一进一步实施方式是将多个永磁体作为用于产生至少一个第二磁场的其他构件。所述永磁体在初级部分上的有利布置方式是其不同方向上各产生一激励磁场。

根据永磁体的一布置方案，永磁体的磁化方向为平行且交替相反的。

根据电机的一进一步实施方式，永磁体的磁化方向排列方式为，通过具有齿状结构的次级部分的移动，在初级部分带有线圈的磁路部分中产生一交变

磁通,从而实现线圈的一交变磁通交连(interlinking)(交变磁通布置)。

根据另一实施方式,永磁体的磁化方向排列方式可以为,通过具有齿状结构的次级部分的移动,在初级部分带有线圈的磁路部分中产生一脉动单向磁通,从而实现线圈的一单向磁通交连(单向磁通布置)。

磁场被引导的平面也有有利的设计方案。磁场例如被引导在一垂直于移动方向(交轴(Quadrature-axis)磁通磁路)的平面上。其优点在于,通过电动机叠片的数量可改变初级部分的叠片组的纵向长度。

根据一进一步实施方式,磁场被引导在一平行于移动方向的平面上(直轴(Direction-axis)磁通磁路)。其优点在于,通过电动机叠片的数量可改变叠片组的宽度。

将一交轴磁通排列(即一交轴磁通磁路)与一直轴磁通排列(即一直轴磁通磁路)组合起来也是有利的。其优点是可使电机在不同的方向上移动,当所述电机为一直线电动机时,所述方向彼此间成一0度或180度的角。

本发明的电机既可实施为旋转电机,也可实施为直线电机。实施为一旋转电机的优点例如在于,可建构半径很大的特大尺寸的电机。其中,既可将转子也可将定子实施为初级部分或次级部分。将定子实施为初级部分是有利的,因为这样易于输送电流。

根据一进一步设计方案,电机如上文所述实施为直线电机。直线电机的优点主要在于,次级部分不具有用于产生磁场的构件。因此,次级部分十分易于建构,且成本低廉。

根据一进一步有利设计方案,借助电机的初级部分不仅可使一个次级部分移动,而且还可使至少两个或多个次级部分移动。这一点例如可在一运输系统中实施,在所述运输系统中,可借助一初级部分来移动非常多的次级部分,所述次级部分例如带有运输体(如箱子)。其中,初级部分例如用于完成一个或多个下述任务:次级部分的引导,次级部分的加速,次级部分的制动。

电机可采取这样一种灵活的建构方案,即,或者初级部分为可移动部分,或者次级部分为可移动部分;或者两个部分均可移动。

根据一进一步设计方案,电机具有一个初级部分和两个次级部分。初级部分布置在两个次级部分之间。这种布置方案可使一由一有效磁通构成的磁路通过初级部分和两个次级部分而闭合。

根据一进一步设计方案,电机具有两个初级部分和一个次级部分。次级部分布置在两个初级部分之间。初级部分和次级部分的这种布置方案可使一由一有效磁通构成的磁路通过两个初级部分和一个次级部分而闭合。

两个初级部分和一个次级部分还可采取这样一种布置方案,使得一由一有效磁通构成的磁路通过其中一个初级部分和共同的次级部分而闭合。

本发明不只涉及电机,还涉及电机的初级部分。根据本发明,电机初级部分建构为具有一用于产生一磁场的的第一构件,其中,初级部分具有至少一个用于产生一磁场的其他构件,其中,所述第一构件和所述其他构件彼此间

相对排列为, 由第一构件和其他构件(第二构件和/或第三构件, ……)产生的磁场以能增强或削弱这些磁场的方式叠加。其中, 增强或削弱的是最终得到的总磁场, 其可在由第一构件产生的磁场的影响下扩大或缩小。

其中, 初级部分特别为采取其中一种上文所述的建构方式的电机的一初级部分。

一电机的次级部分, 特别是采取其中一种上文所述的建构方式的电机的次级部分, 具有至少一个用于引导一磁场的构件, 其中, 次级部分不具有磁源。

本发明还涉及一种运输装置。所述运输装置具有一本发明的电机是有利的。所述运输装置例如具有至少一个初级部分和至少一个次级部分。在所述运输装置具有多个初级部分的情况下, 可将这些初级部分当作多个独立电动机或整体上的一个电动机对其进行驱动。在将多个初级部分布置在一例如具有一 x 轴与一 y 轴的平面上的情况下, 可通过将所有初级部分划分为两个组来实现一二维移动。第一组用于实现沿 x 轴的移动, 第二组用于实现沿 y 轴的移动。由此可形成相应的排列。这两个组例如按棋盘模式分布在 x - y 平面上。在此情况下, 次级部分的有效面相应划分为两个分别对应 x 移动方向和 y 移动方向的区域。

附图说明

下列附图为本发明的电机的实施例, 其中:

图 1 为一直线电动机的基本示意图;

图 2 为一初级部分上有永磁体的直线电动机;

图 3 为所述直线电动机的第一磁场分布图;

图 4 为所述直线电动机的第二磁场分布图;

图 5 为磁通、感生电压和功率的一时间曲线图;

图 6 为力的形成过程示意图;

图 7 为一具有一交轴磁通排列的直线电动机的几何结构图和场分布图;

图 8 为一具有一直轴磁通排列的直线电动机的透视图;

图 9 为一直线电动机, 其具有一带一极靴 (pole shoe) 的初级部分;

图 10 为一具有一直轴磁通排列的直线电动机的几何结构图和场分布图;

图 11 为一具有对应不同相有不同绕组相的直线电动机;

图 12 为一直线电动机的几何结构图和场分布图, 所述直线电动机具有能产生集中通量的齿磁体 (Zahnmagnet);

图 13 为一直线电动机的几何结构图和场分布图, 所述直线电动机具有能产生集中通量的轭磁体 (Jochmagnet);

图 14 为一具有一交轴磁通磁路的初级部分与一具有一直轴磁通磁路的初级部分的对比图;

图 15 为一具有一交变磁通布置的电机与一具有一单向磁通布置的电

机的对比图;

图 16 为一两侧布置有次级部分的电机;

图 17 为一两侧布置有初级部分的电机;

图 18 为一交轴磁通磁路布置的一磁场分布图, 所述磁场分布由一电流产生;

图 19 为一交轴磁通磁路布置的一磁场分布图, 所述磁场分布由永磁体产生;

图 20 为一交轴磁通磁路布置的一磁场分布图, 所述磁场分布由一电流和多个永磁体产生;

图 21 为一为旋转电机的电机, 其中, 定子具有多个用于产生一激励磁场的永磁体;

图 22 为一从图 21 中截取的细节部分; 以及

图 23 为一运输装置。

具体实施方式

图 1 显示的是一电机 1。电机 1 具有一初级部分 3 与一次级部分 5。初级部分 3 具有一绕组 9 和多个永磁体 17。初级部分 3 的移动方向用一在纵向 11 上延伸的双向箭头表示。另一双向箭头表示横向 13。一第三双向箭头表示法线 15, 其中, 所述法线是相对于一图 1 中未作图示的气隙平面 19 的。但图 2 中对气隙平面 19 进行了图示。一箭头所指的是涉及图 3 和图 4 所示内容的一侧视图 7。电机 1 为一可通过一整流器 14 驱动的直线电动机, 所述整流器借助一连接电缆 16 与所述直线电动机相连。

图 2 显示的是一电机 1。初级部分 3 实施为一叠片组, 其中, 初级部分 3 具有一绕组 9。绕组 9 为一相绕组, 其中, 所述相绕组可加载一交流电。图 2 显示的是所述电流在某一瞬间的方向。其中, 这一方向用一个点 23 或一个叉 25 表示。实施为叠片结构的初级部分 3 在其朝向次级部分 5 的一侧上具有多个永磁体 17。永磁体 17 在初级部分上的安装方式为, 其交替地在法线 15 的方向上被磁化。所述磁体 (永磁体) 由此而产生一交替地指向上方 (指向初级部分 3) 和指向下方 (指向次级部分 5) 的磁通。由此而交替出现北-南永磁体 (N-S) 27 (磁化方向指向次级部分) 和南-北永磁体 (S-N) 29 (磁化方向指向初级部分)。初级部分 3 与次级部分 5 之间形成一气隙 21。这一气隙 21 包含气隙平面 19。在附图所示的实施例中为一直线电机的电机 1 在纵向 11 上移动。其中可采取初级部分 3 静止而次级部分 5 移动, 或者次级部分 5 静止而初级部分 3 在次级部分 5 上移动的方案。绕组 9 是用于产生一第一磁场的的第一构件, 永磁体 17 是用于产生其他磁场的其他构件。图 2 显示的是电机 1 的一交轴磁通实施例。在所述交轴磁通实施例中, 次级部分 5 例如实施为具有一支座 31 和多个横条 33。至少横条 33 实施为叠片结构。所述叠片结构为在纵向 11 上片与片相叠的结构。横条 33 例如以粘贴焊连

(soldered) 或焊接 (welded) 的方式安装在支座 31 上, 并借助可用的固定方式的组合彼此相连。叠片结构的优点在于可防止涡流出现。如果负面的涡流效应并不是很显著 (例如在使用足够低的电基频时), 就可使用价格低廉的实心部件来代替叠片结构。

图 3 显示的是一初级部分 3 与一次级部分 5 的一部分。图 3 所截取的这一部分以示意图的形式说明了一初级部分 3 中的磁场分布情况, 其中所选取的侧视图形式与图 1 所示的侧视图 7 相一致。图 3 显示了一绕组 10 的一匝。此外, 根据图 3 所示, 初级部分 3 和次级部分 5 可划分为几个分段。初级部分具有初级分段 47、49、51 和 53, 其中, 这些初级分段 47、49、51、53 涉及的是永磁体 27、29。其中, 这些分段是这样的一些区域, 即在所述区域中, 与永磁体 27 和 29 的磁化方向相对应地, 磁通或者是从次级部分 5 出发, 或者是朝向次级部分 5。磁通走向用箭头 41、43 表示。所有与绕组 10 交连的磁通的总和构成一交连磁通 ψ 。交连磁通主要由磁体产生, 所述磁体可形成通过次级部分 5 的一磁通量回路。不同长度的磁通箭头表示与每个磁体的绕组 (线圈) 交连的磁通。次级部分 5 具有相应于横条 33 的分段。这些次级分段 55、57、59 和 61 分别对应存在和不存在横条 33 的部分。借助横条 33 可引导一磁通。在附图所示的实施例, 以垂直于一附图所示的 X 轴 63 的方向引导磁通。也就是说, 磁通以垂直于附图所在纸平面的方向延伸, 这个方向相当于一 Y 轴 65。Z 轴垂直于 X 轴和 Y 轴, 这样, 这三个轴都彼此垂直。一例如由一北-南永磁体 27 产生的激励磁通通过横条 33 和与分段 55 对应的一分段 47 中的初级部分 3 而闭合。其中, 初级部分 3 例如具有另一个永磁体, 所述另一永磁体位于一第一北-南永磁体 27 (N-S 永磁体) 之后且在与其相反的方向上磁化, 这个永磁体就是一 S-N 永磁体 29。由于永磁体 29 位于背面, 因此图 3 中未对其进行图示。在横条 33 对面布置着永磁体 27、29 的位置上形成一狭窄的气隙 35。在无横条 33 的相邻位置上形成另一气隙 37。由于气隙 35 和 37 大小不一, 因此在分段 47、51 和 49、53 中分别由永磁体 27 和 29 产生强度不同的磁通 41 和 43。最终产生的磁通 39 为所有磁通 41 和 43 的总和。

图 3 显示的是绕组 10 中的电流过零时初级部分 3 和次级部分 5 所处的位置以及当初级部分 3 和次级部分 5 处于这个位置时的激励磁通 41、43。图 5 中显示的是下述参量随位置的变化, 其中, 所述参量为所述激励磁通、所述绕组中的感生电压和在此过程中所转化的通流电动机的功率。当次级部分处于图 3 所示的 $X=0$ 的位置时, 会产生一负的交连磁通 ψ , 当次级部分处于图 4 所示的 $X=\tau_M$ 的位置时, 会产生一正的磁通 ψ 。也就是说, 图 4 所示的次级部分 5 位于一 $X=\tau_M$ 的位置。如果次级部分 5 移动一磁极距的距离, 线圈 (绕组 10) 的磁链 39 就会因此而逐渐从一负值变为一正值。可通过例如磁体宽度、气隙、齿宽 (横条 33 的宽度) 等的几何参数对这一变化过程施加影响。力求实现尽可能为正弦形的变化过程的设计方案是有利的。

图 5 用三个图显示了交连磁通 ψ 、最终得到的感生电压 U_i 和一绕组相/

一绕组的电功率 $P_{el,ph}$ 随时间的变化情况。时间变化用电压相位表示。磁通 ψ 的变化同时也是磁场 90 的变化,所述磁场可例如通过永磁体产生。为了使绕组相的力达到最佳形式,需要加载与感生电压同相的电流。图 5 所示的 $X=0$ 和 $X=\tau_M$ 等位置与所示的磁通 ψ 、电压 U_i 和电功率 $P_{el,ph}$ 的变化情况一起共同涉及的是图 3 和图 4 所示的内容。从表示电功率的第三个图中可以看出,为获得一恒定功率(~力),电动机绕组的相数 m 必须大于和/或等于二。选用三个相是有利的,因为三相变换器所需的半导体阀的数量小于两相或多相变换器。

图 6 用于说明技术原理与力 F 的产生过程。为能更清楚地显示一直线电动机纵向上的力的形成过程,设置有一辅助模型。一永磁体 27 由与其相连接的外表面上的电流代替。永磁体 27 可以用假想的方式例如可用一六面体表示,其中,如附图所示,所述六面体 69 的侧面上有电流流动。在一模型 71 中,永磁体 27 可用一绕组表示,其中,如所述模型所示,所述绕组中的电流方向用一个点 23 或一个叉 25 表示。在附图所示的“2D”部分,磁体缩小为等效电流的导体横截面。在初级部分的侧视图将磁体进行如前所述的代替后,就形成了随后所示的布置。绕组 9 所产生的磁场在气隙 21 中集中在用作磁通集中件的横条 33 处,这是因为这里的磁阻最小。假想的导体位于相线圈的磁场中,既可增强又可削弱所述磁场。导体会向场强较小的区域“移位”,这在图 6 中用作用在初级部分上的力 F 的方向表示。这种关系也可用“右手定则”来说明,即,电流、磁场和力 F 彼此垂直。当初级部分 3 和次级部分 5 处于图 6 所示的 $X=\tau_{M/2}$ 的位置时,绕组相电流,即通过绕组 9 的电流达到其最高值。

图 7 显示的是一交轴磁通直线电动机 1 的几何结构与一由永磁体 17 产生的激励磁场 88。一有效磁通被引导在一垂直于一移动方向(11)的平面(106)上。所述有效磁通是与线圈 9 耦合或交连的磁通。所述有效磁通构成一交轴磁通磁路。

图 7 所示的激励场 88 为所述其他磁场或多个其他磁场。直线电动机 1 具有一呈叠片状的初级部分 3 与一呈叠片状的次级部分 5。附图粗略显示了叠片组的堆叠方向。永磁体 17 的磁化方向 94 用箭头表示。初级部分的移动方向为纵向 11。

图 8 显示的是一初级部分 4 与一次级部分 6。初级部分 4 和次级部分 6 构成电机 2,其中,电机 2 具有一直轴磁通布置。直轴磁通布置的特点主要在于,磁场并非垂直于初级部分或次级部分的移动方向,而是沿着初级部分或次级部分的移动方向。引导在一平面 108 上的磁通为一有效磁通,其中,平面 108 平行于移动方向 11。所述有效磁通是与线圈 9 耦合的磁通。所述有效磁通构成一直轴磁通磁路。

图 8 所示的次级部分 6 在其支座 32 和横条 34 区域内均实施为叠片结构。与交轴磁通布置不同,气隙平面内的磁体采取的布置不是棋盘式的,而是条状的。直轴磁通方案中的磁体基本平行于横条(磁通集中件)。为减小力的

波动,可以有针对性地以某一方式斜扭磁体。

在一进一步有利设计方案中,次级部分6由多个叠片制成,所述叠片在电动机的宽度范围内前后堆叠。其中,支座32和齿75以一整体形式构成一叠片。通过将叠片前后堆叠,形成了次级部分带有横条34的齿状结构。图8中对叠片结构进行了图示。次级部分可采取例如在纵向上由多个部分构成的构造方案,次级部分6借此可与下一次级部分邻接。但图8没有对这种在移动方向上邻接的其他次级部分进行图示。此外,图8还显示了永磁体。所述永磁体为N-S永磁体28或S-N永磁体30。这些永磁体例如在初级部分4的整个叠片组宽度77上延伸。

图9显示的是图8所示的电机2的一改进方案。其中,初级部分4建构为具有多个极靴79。极靴79加宽了永磁体28、30的支撑面(bearing face)。由此可提高电机2的力的输出(force yield)。由于因永磁体引导面的增大而使初级部分中用于装入绕组9的区域受到限制,因此,初级部分4实施为具有一线圈架(coil former)81,是有利的。线圈架81具有一极靴79与一线圈颈84。可将绕组9绕在线圈颈84上后再插入初级部分4中。借助凸耳(lug)83将线圈架81固定在初级部分中是有利的。图9中将绕组9标示为一电动机的绕组相U。通过结构相同的初级部分4可实现电动机的其他几个绕组相(例如V和W),但图9未对此进行图示。永磁体28和30在所示位置上产生激励磁通86,其总和为线圈9的磁链 ψ 。如图9所示,为一有效磁通的激励磁通86构成一直轴磁通磁路。

图10显示的是一具有一直轴磁通磁路的直线电动机2。这个直轴磁通磁路与图9所示的纵向磁通磁路相一致。图10还在位于下方的一示意图中显示了其他磁场92的分布情况。这些其他磁场92是永磁体17所产生的激励磁场。

图11显示的是一电机2的另一实施例,其中,所述电机具有三个绕组相U、V和W。每个相分别对应一三相供电系统的一个相。可通过各绕组相间的几何偏移来实现必要的相移。其中,所述几何偏移 Δx 对于所示的三相电机而言为 120° 。此外,图11与图10的区别例如还在于,每个绕组相U、V和W并非只分配有一个绕齿线圈9,而是分配有两个绕齿线圈12和14。

图12显示的是一直线电动机形式的电机2,其中将齿磁体18用作永磁体。同样为永磁体的齿磁体18例如位于呈叠片状的软铁材料96之间。由齿磁体18产生的其他磁场86用带箭头的线表示。永磁体18的磁化方向94同样用箭头表示。齿磁体18基本引导在一齿98的中部,并基本平行于绕齿线圈9的一线圈轴100延伸。齿98被一绕齿线圈9围绕。图12的上半部分显示的是几何结构,下半部分显示的是激励磁场88的分布情况。激励磁场88是由齿磁体18产生的其他磁场。其中,有关激励磁场88的图示清楚显示了集中通量102的作用。集中通量取决于磁路的几何结构。其中的影响量例如为磁体尺寸和叠片尺寸。齿磁体18(所述齿磁体为一永磁体)的磁化方向94大致平行于气隙105的一气隙平面。

图 12 所示的电机 2 的次级部分 6 的齿距并非为初级部分 4 的磁距的整数倍。在齿距或磁距不恒定的情况下，这一点尤其指平均值而言。

可借助一个和/或多个相来为线圈 9 加载电流。电动机各绕组相上的线圈分配取决于初级部分 4 和次级部分 6 之间所选定的齿距比例。根据图 12 所示，初级部分 4 的齿 98 的齿距不同于次级部分 6 的齿 99 的齿距。其中可实现一种初级部分和次级部分既可具有相同齿距，也可具有不同齿距的多相电机。例如图 7 和图 11 所显示的就是一相同的齿距。

图 13 与图 12 的区别主要是使用轭磁体 20 来代替齿磁体作为用于产生其他磁场的其他构件。轭磁体 20 也是永磁体，引导在一轭 104 的区域内。轭 104 用于连接齿 98。根据所述磁体的引导，产生一如图 13 所示的不同于图 12 的激励磁场 88。

图 14 为一具有一交轴磁通磁路 115 的初级部分 3 与一具有一直轴磁通磁路 117 的初级部分 4 的对比图。初级部分 3、4 特别是一图中未作图示的永磁同步电机的初级部分 3、4，所述永磁同步电机的初级部分中有永磁体，其中，附图也未对所述永磁体进行图示。附图对磁通 Φ 只进行了象征性的显示。出于清楚起见，附图也未对用于产生磁通 Φ 的其他构件，例如可加载电流的绕组，进行图示。移动方向 11 用一箭头表示。图 14 中没有显示与各初级部分 3 和 4 相应的次级部分。图中还显示了初级部分 3 和 4 的一叠片结构，这一叠片结构的实施由各磁路 115 和 117 的排列方式决定。在交轴磁通磁路 115 中，激励磁通 Φ 大致在一垂直于移动方向 11 的平面上闭合。用于构成初级部分 3、4 的叠片结构的电动机叠片位于磁通平面内，并例如随初级部分 3 的纵向延伸而堆叠，其中，纵向延伸指的是初级部分 3 在移动方向 11 上的延伸。

图 15 为电机 2a 和 2b 的一对比图，其中，两个电机 2a、2b 均为直线电动机。电机 2a 具有一带有齿 98 的初级部分 4a，其中，每个齿 98 上均安装有多个具有不同磁化方向 94 的永磁体 17。永磁体 17 安装在初级部分朝向一气隙 105 的一侧上。永磁体 17 的磁化方向 94 大致垂直于一气隙平面。

如图 15 所示，每个齿 98 上都盘绕有一绕齿线圈 9。由于每个齿 98 均具有磁化方向 94 相反的永磁体 17，因此当初级部分 4a 进行相对于次级部分 6 的移动时，会产生一交变磁通。也就是说，电机 2a 具有一交变磁通布置。借助用于产生一激励（磁）场的永磁体 17，可在次级部分 6 进行相对于初级部分 4a 的移动时在磁路中产生一交变磁通。各永磁体 17 的磁化方向 94 设计为，通过具有齿状结构的次级部分 6 的移动在初级部分 4a 带有线圈的磁路部分中产生一交变磁通。

图 15 所示的电机 2b 也具有一带有齿 98 的初级部分 4b。与电机 2a 不同的是，电机 2b 中的每个齿 98 只有一个永磁体 17。由于永磁体 17 具有一磁化方向 94，因此每个齿 98 只分配有一个磁化方向 94。电机 2b 也可建构为，每一个齿 98 具有多个磁化方向一致的永磁体。图 15 中并未详细显示这种不同的实施方案。在电机 2b 中，磁化方向 94 以初级部分 4b 上的齿 98 为单位

交替发生变化。也就是说,每个齿交替地具有一不同的磁化方向 94。由于齿 98 具有磁化方向 94 相反的永磁体 17,因此当初级部分 4b 进行相对于次级部分 6 的移动时,会产生一单向磁通。也就是说,电机 2b 具有一单向磁通布置。借助用于产生一激励(磁)场的永磁体 17,可在次级部分 6 进行相对于初级部分 4a 的移动时在磁路中产生一单向磁通。图 15 所示的电机 2b 的各永磁体 17 的磁化方向 94 设计为,通过具有齿状结构的次级部分 6 的移动在初级部分 4b 带有线圈的磁路部分中产生一单向磁通,其中,单向磁通不改变其方向,并在一最大值与一最小值之间进行周期性摆动。

图 15 和图 12 都选择了一种可在一初级部分与一次级部分之间获得一力作用的布置。图 16 所示的一电机中布置有一个初级部分 4 和两个次级部分 6a、6b。因此,力作用产生在仅有的一个初级部分 4 和两个次级部分 6a、6b 之间。借此可使产生的力几乎加倍。图 16 所示的直线电动机的初级部分 4 上的每个齿 98 均具有两个极靴 79,其中,每个极靴 79 分别朝向一个次级部分 6a 或 6b。图 16 所示的这种电机 2 的实施例是图 12 所示的电机 2 的一改进方案。其中,在两侧布置次级部分的布置方案并不局限于图 16 所示的初级部分 4 的实施例,在这个实施例中,永磁体 17 嵌在一软磁材料 119 中。初级部分也可实施为在极靴上具有永磁体。但图 16 中并未对这种实施例进行图示。

图 17 所示的一电机 2 中布置有两个初级部分 4a、4b 和一个相应的次级部分 6。因此,力作用产生在仅有的一个次级部分 6 和两个初级部分 4a、4b 之间。借此可使产生的力几乎加倍。图 17 所示的直线电动机 2 的次级部分上的齿 33 在两侧均分别朝向一初级部分 4a 和 4b。也就是说,每个初级部分 4a 和 4b 均分配有仅有的一个次级部分 6 上的齿 33。图 17 所示的这种电机 2 的实施例是图 12 所示的电机 2 的一改进方案。其中,在两侧布置初级部分 4a、4b 的布置方案并不局限于图 17 所示的初级部分 4a 的实施例,在这个实施例中,永磁体 17 嵌在一软磁材料 119 中。初级部分也可实施例如为在极靴上具有永磁体(如图 10 所示)。但图 17 中并未对这种实施例进行图示。

图 18 示范性地显示了一具有两个初级部分 3a、3b 与一个次级部分 5 的电机 1 中的磁场分布。初级部分 3a 和 3b 具有多个永磁体 17 与一绕组 9。图 18 中显示了由一电流产生的磁通 86,所述电流穿过初级部分中用虚线表示的绕组 9。图 18 所示的磁通 86 中并不包括由永磁体产生的磁通。

与图 18 相同,图 19 示范性地显示了一具有两个初级部分 3a、3b 与一次级部分 5 的电机 1 中的磁场分布,其中,图 19 所示的磁场分布只源于永磁体 17。图 19 所示的磁通 86 中并不包括由初级部分可加载电流的绕组 9 所产生的磁通。

与图 18、19 相同,图 20 示范性地显示了一电机 1 中的磁场分布,其中,永磁体 17 的磁场与可加载电流的绕组 9 的磁场叠加在一起。也就是说,图 20 显示的是图 18 和 19 中单独显示的磁场的叠加。此外,图 20 还显示了次级部分 5 布置在两个初级部分 3a 和 3b 之间,其中,这种布置用于形成一涉

及两个初级部分 3a、3b 和次级部分 5 的共同磁路。

图 21 显示的是一旋转电机 110。所述旋转电机例如为一同步电动机或一同步发电机(generator)。电机 110 具有一定定子 130 与一转子 120。转子 120 可绕一轴 122 旋转。转子 120 为电机 110 的次级部分。定子 130 为电机 110 的初级部分。转子 120 与上文所述的直线电动机的次级部分一样具有齿 33。电机 110 的定子 130 具有盘绕在齿 98 上的绕组 9 和永磁体 17, 齿 98 具有极靴 79。图 21 所示的旋转电机 110 的实施例只是旋转电机的各种实施例中的一个示例。附图没有显示的其他旋转电机实施例例如可根据前文中的附图说明对直线电动机的实施例进行类似转化即可获得。因此, 在旋转电机中也可对永磁体进行各种引导。此外, 旋转电机也可采用下述实施例, 即为一个初级部分配备两个次级部分, 或为一个次级部分配备两个初级部分。但附图未对这些实施方案进行图示。

图 22 显示的是从图 21 中截取的一细节部分。图 22 详细显示了永磁体 17 在一软磁材料中的引导(嵌入)。图 22 还显示了永磁体 17 的磁化方向 94, 其中, 磁化方向总是以齿 98 为单位交替发生变化。

图 23 显示的是一运输装置和/或引导装置 140 的实施例。运输装置 140 具有至少一个初级部分 3 或多个初级部分 3。初级部分 3 构成一运输带。初级部分 3 分配有一次级部分 5。次级部分 5 上例如有一运输用容器 142。运输装置 140 也可具有多个次级部分 5, 但附图未对此进行图示。在存在多个初级部分 3 的情况下, 将这些初级部分当作多个独立电动机或整体上的一个电动机对其进行驱动, 是有利的。

通过一短初级部分与一长次级部分段可实现运输装置和/或引导装置的进一步有利实施例。由此产生的优点在于, 在降低制造成本(只需少量永磁体材料)的同时, 可实现一有利于操作和安全保障的结构(无外露的磁体段)。但图 23 中未对这样一种运输装置进行图示。

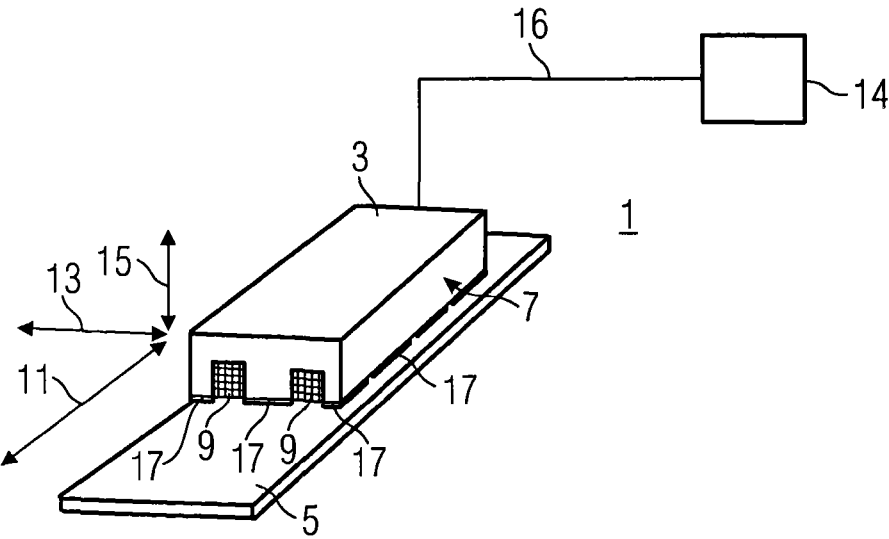


图1

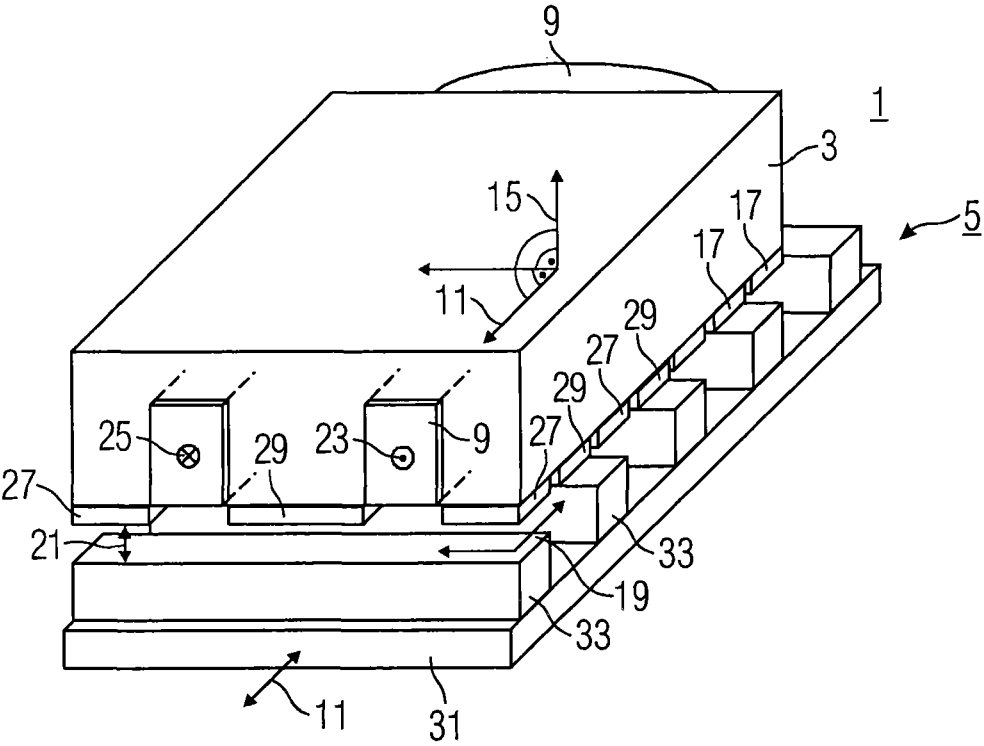


图2

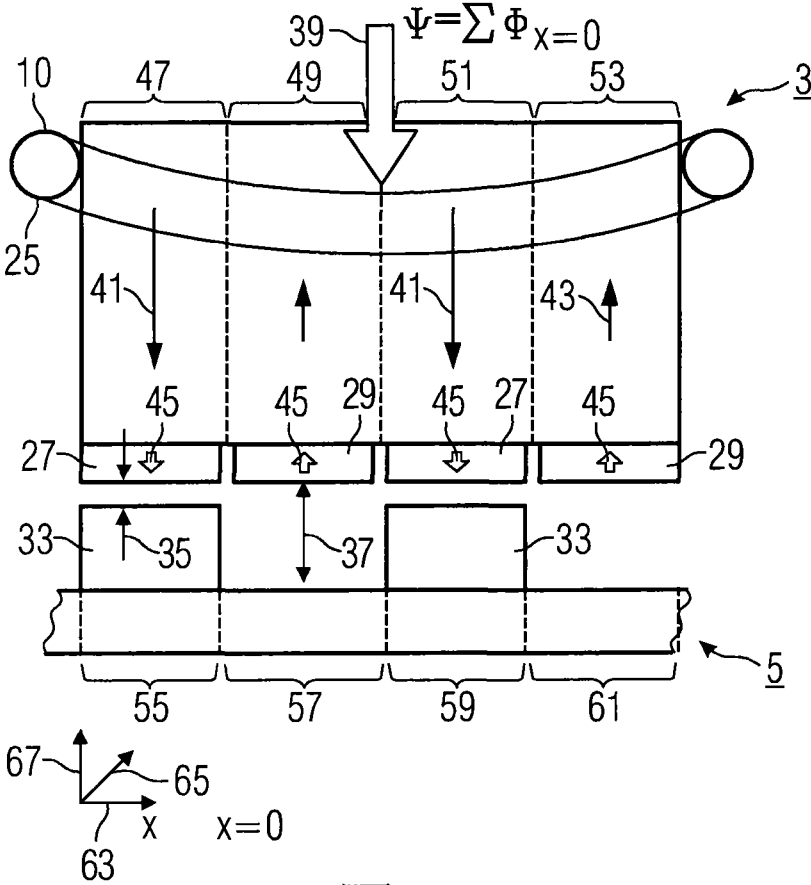


图3

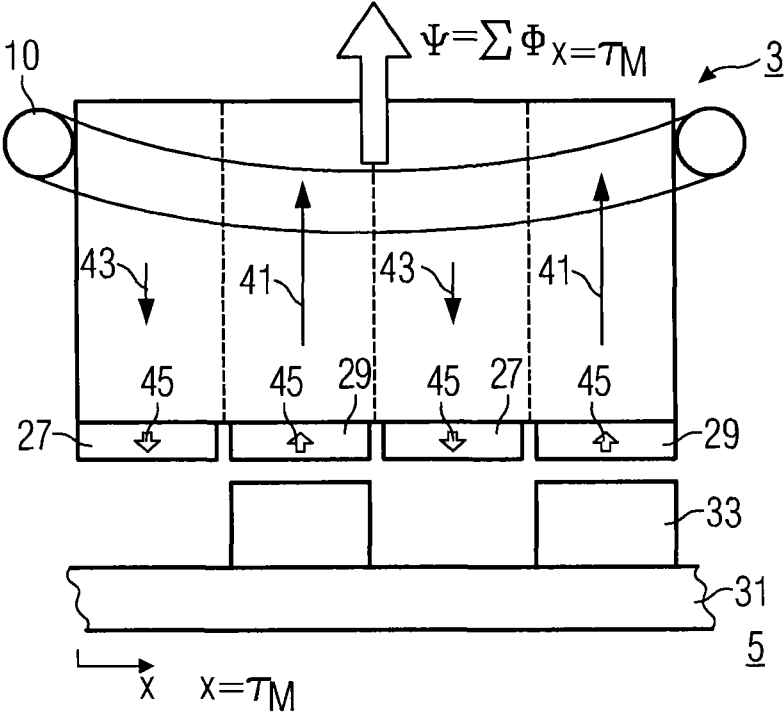


图4

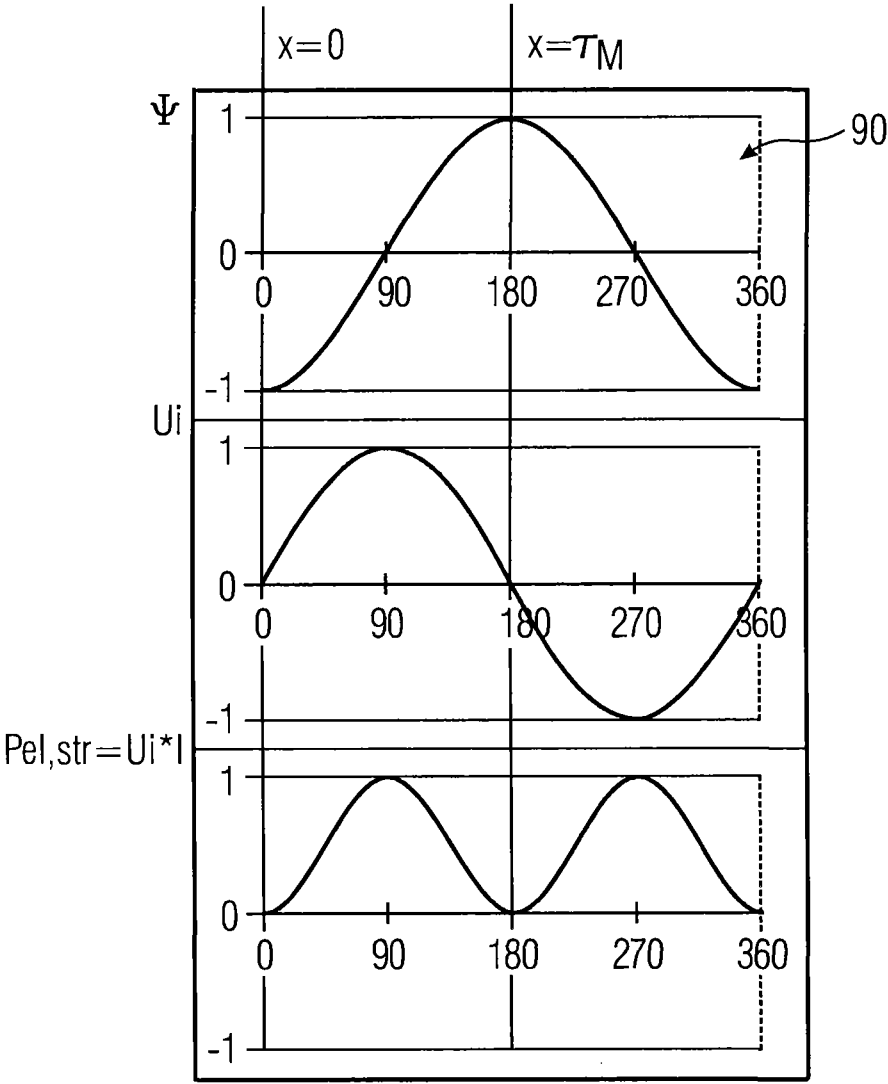


图5

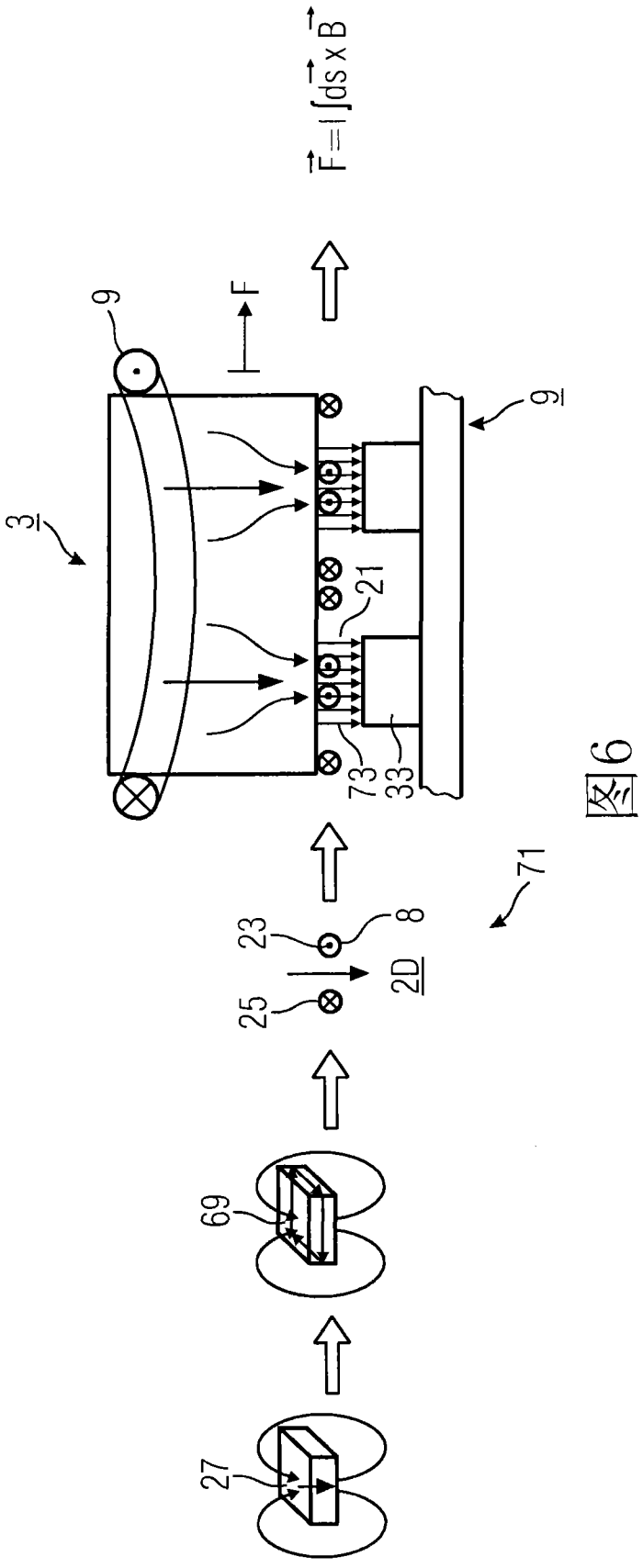


图6

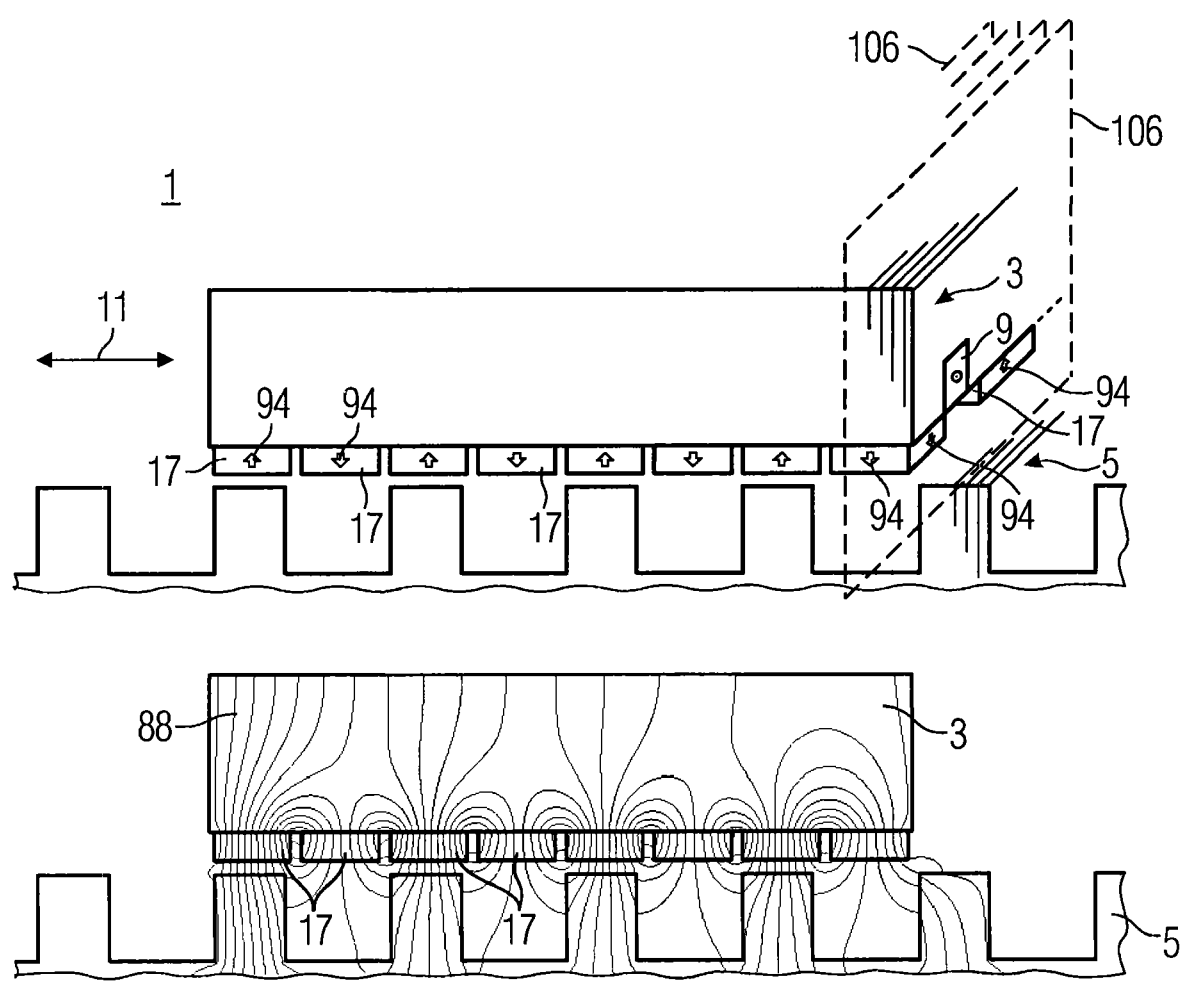


图7

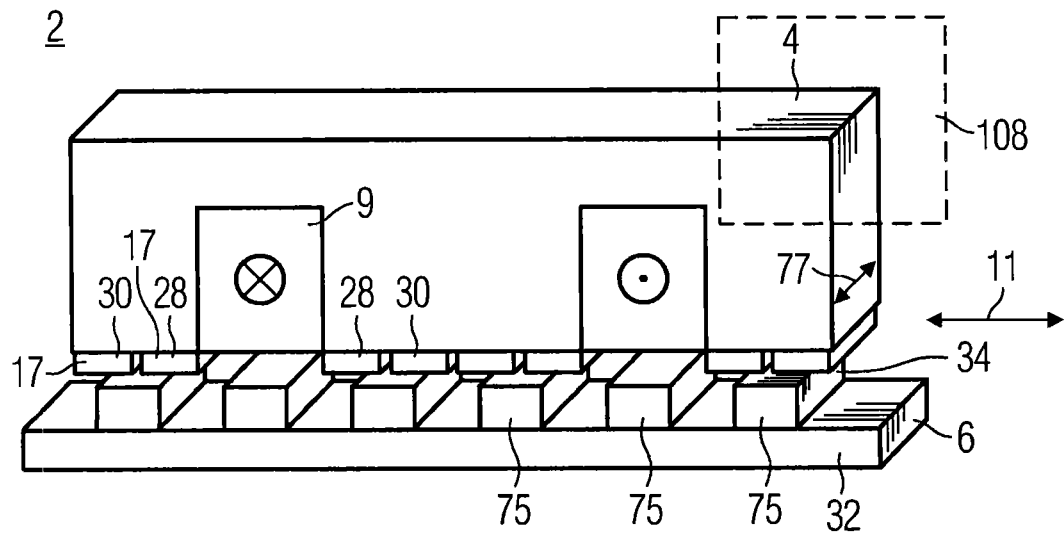


图8

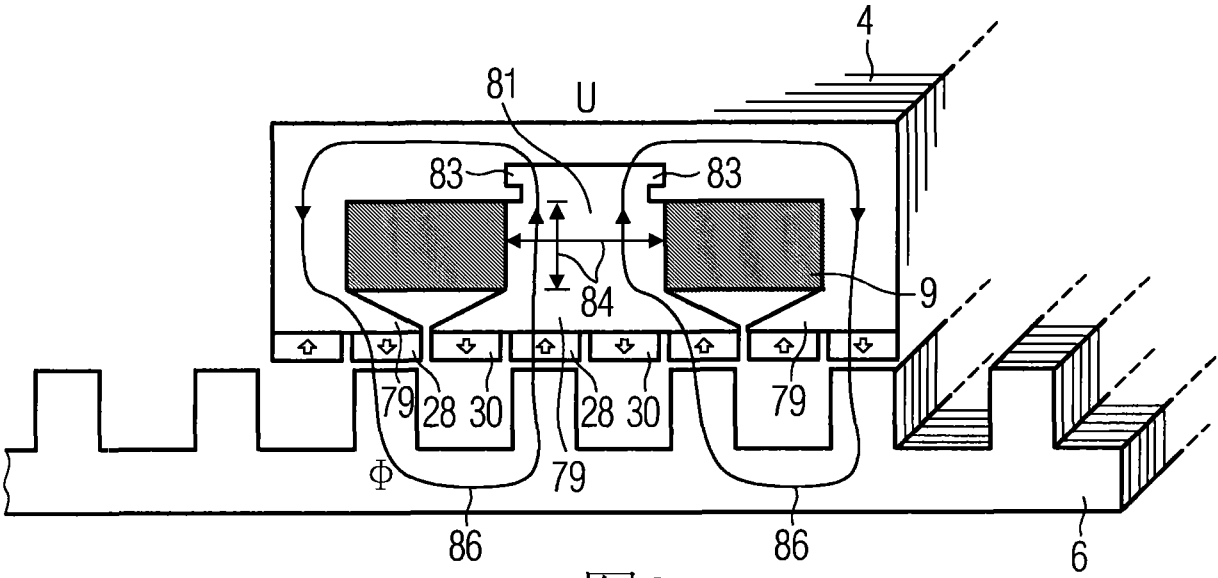


图9

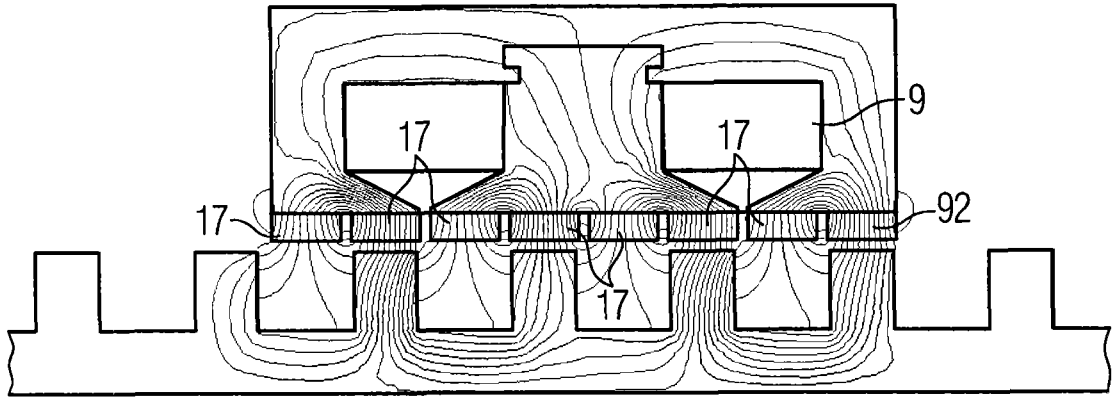
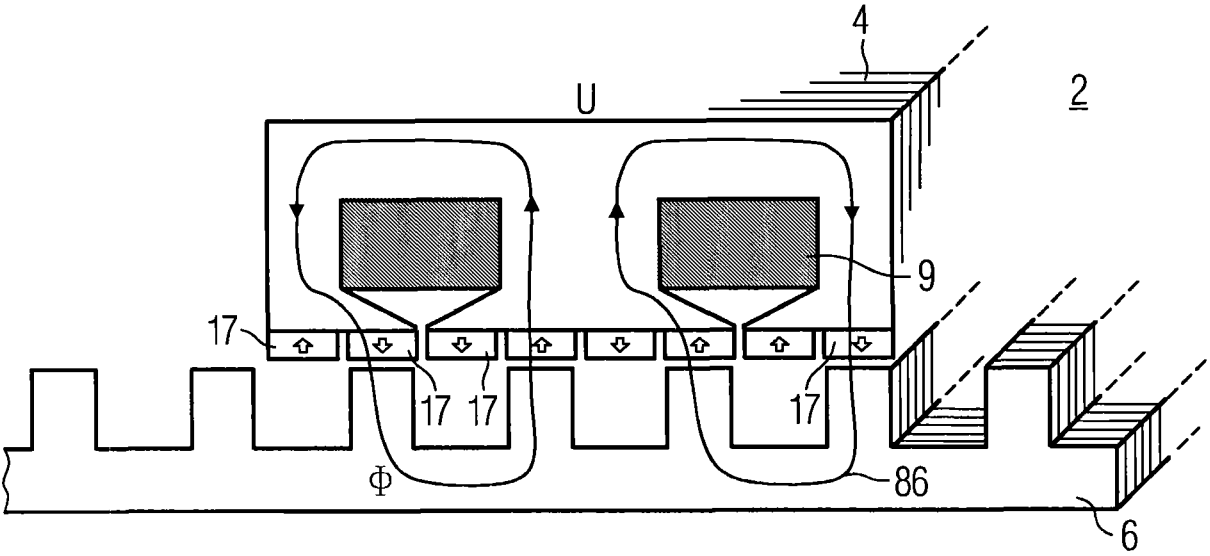


图10

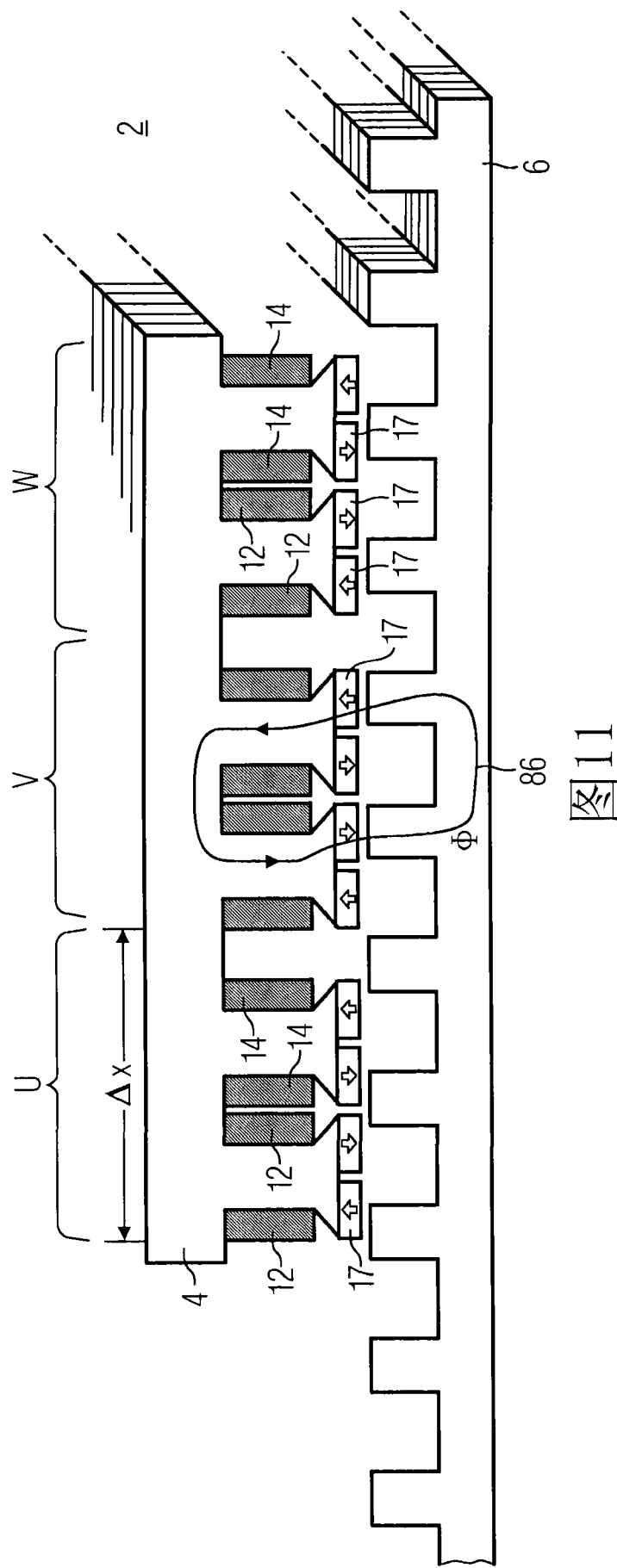


图11

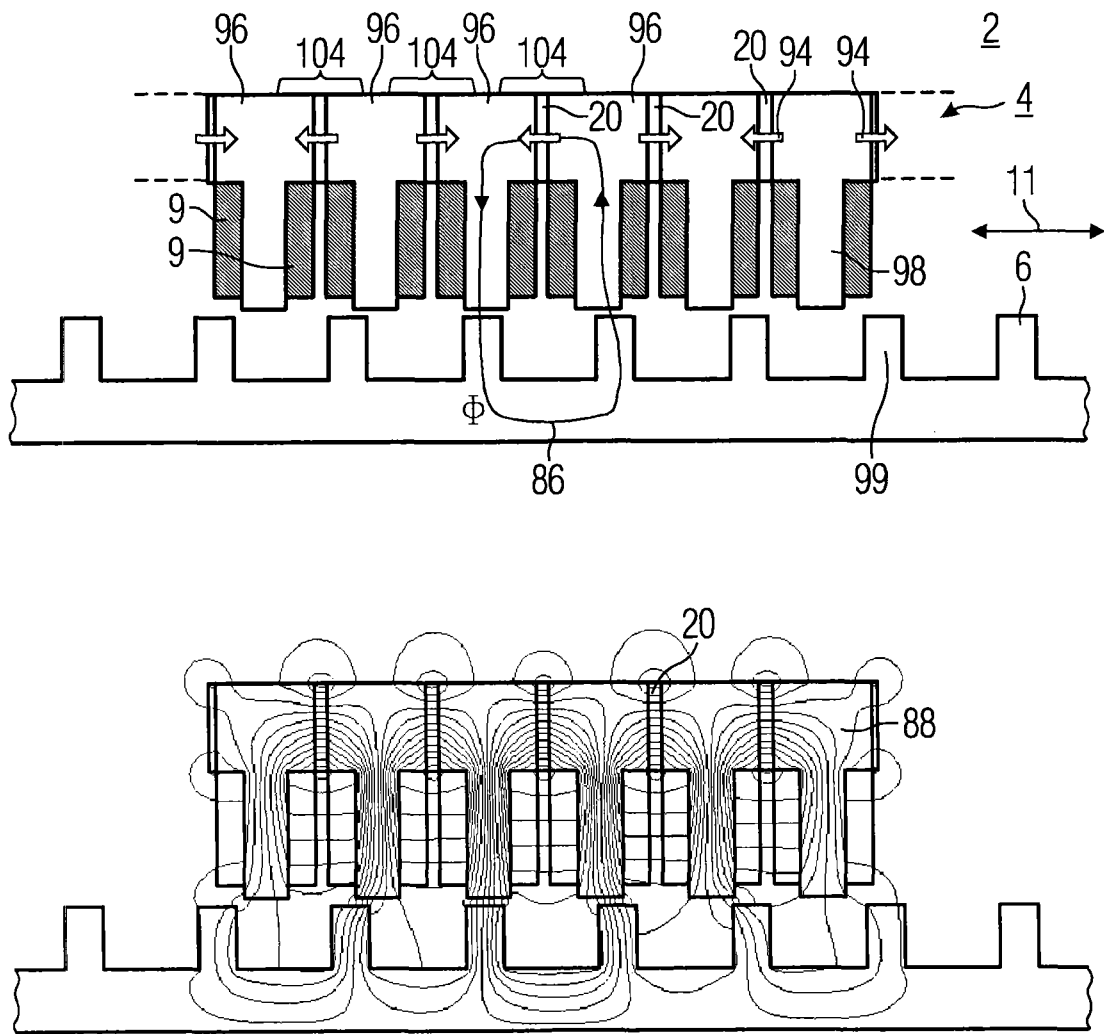


图13

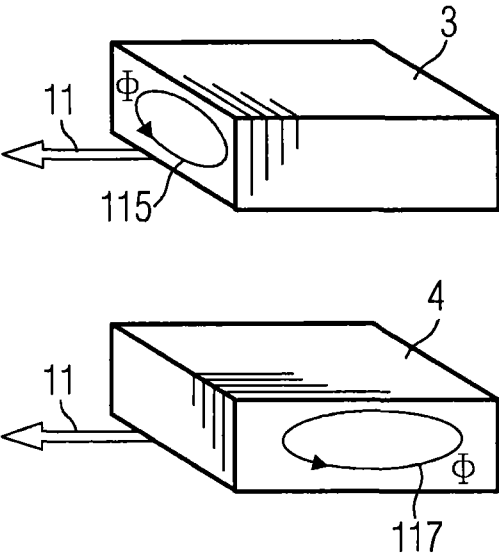


图14

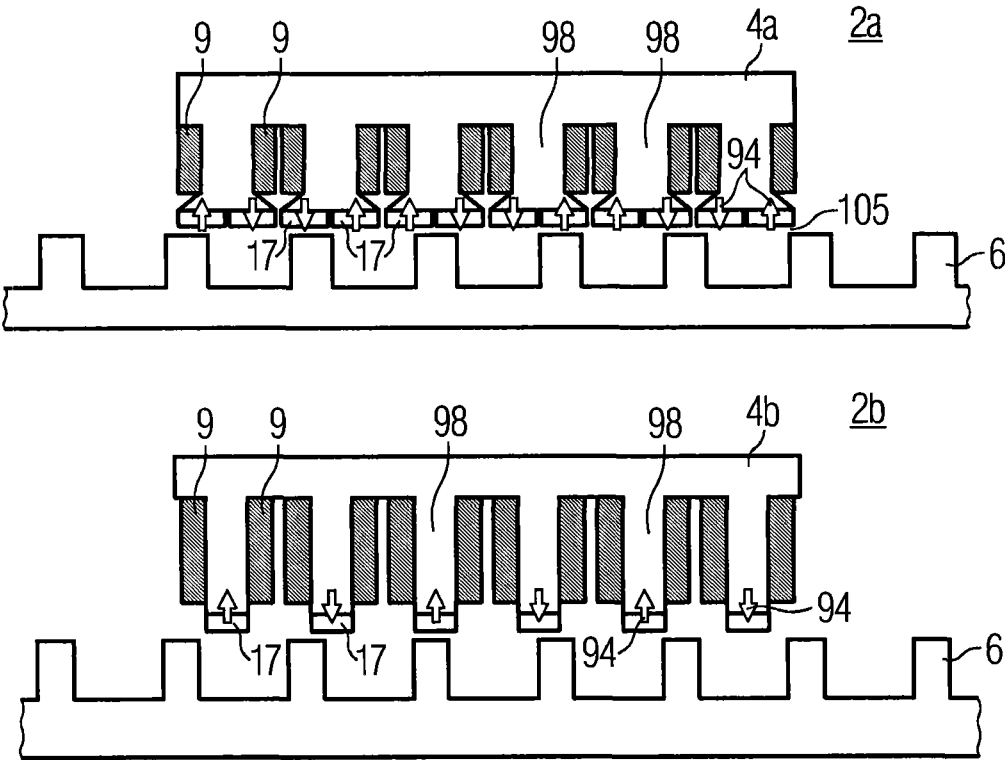


图15

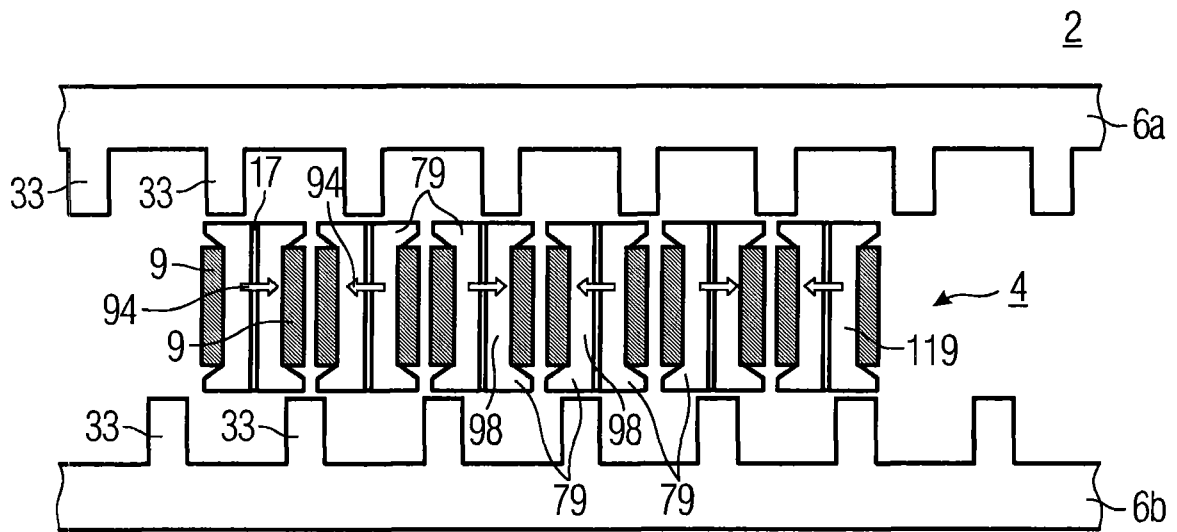


图 16

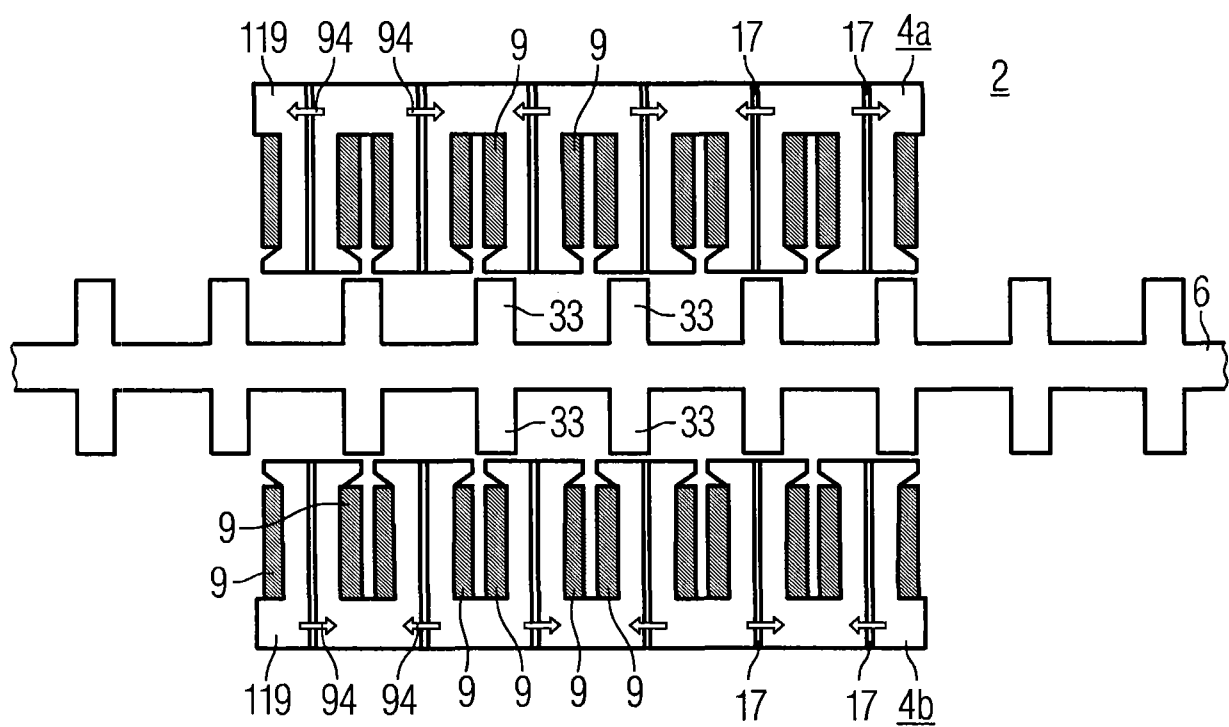


图 17

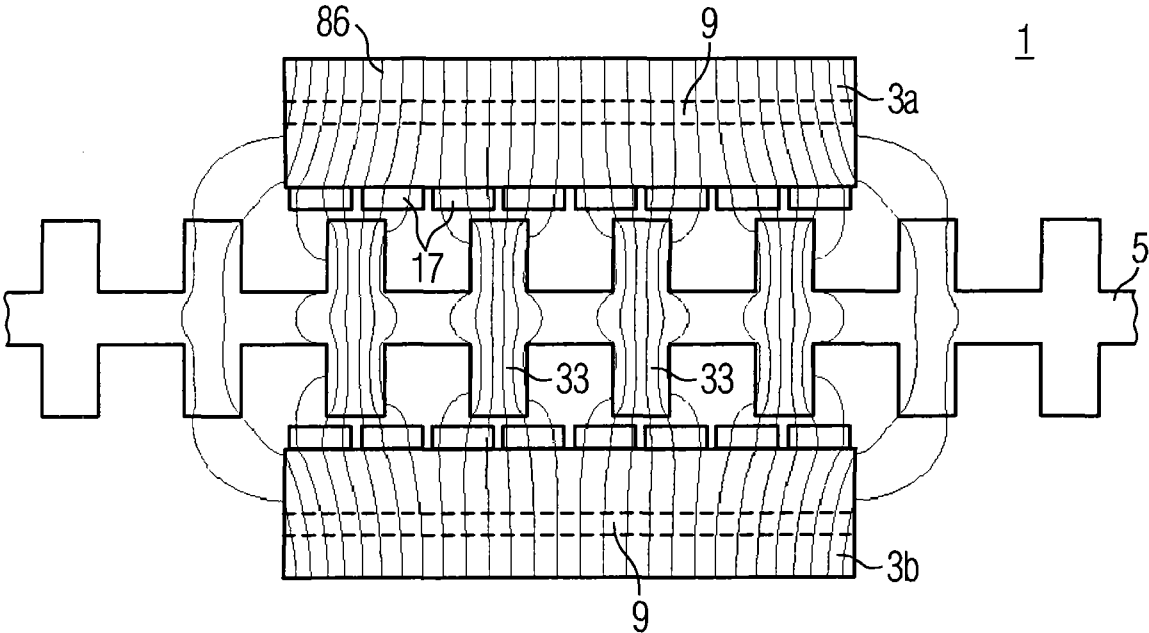


图18

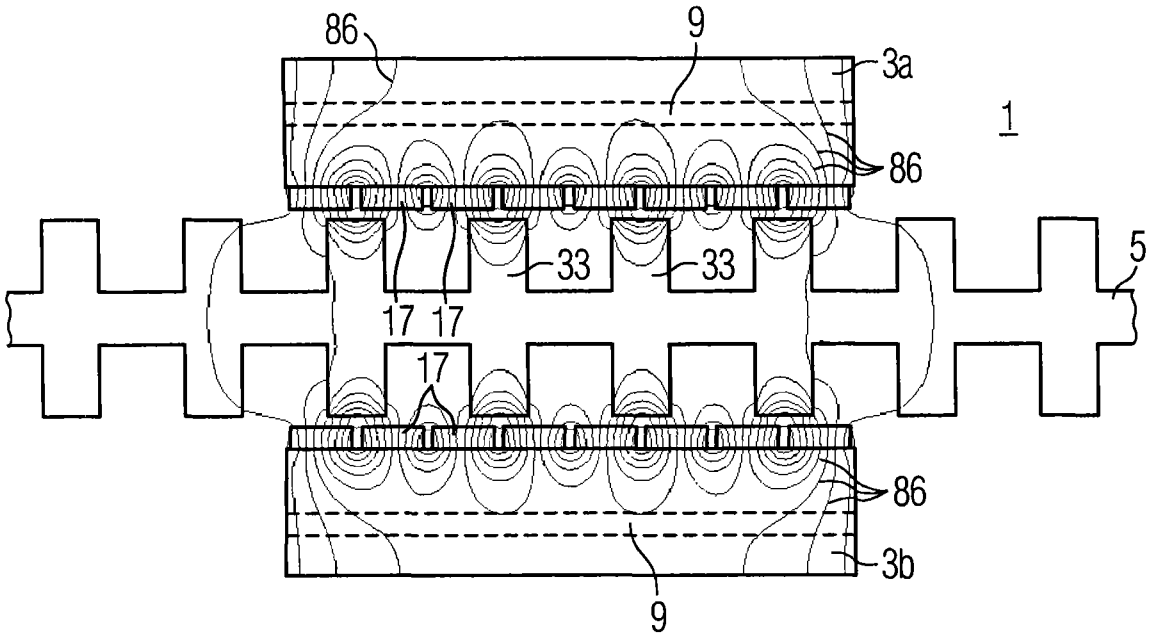


图19

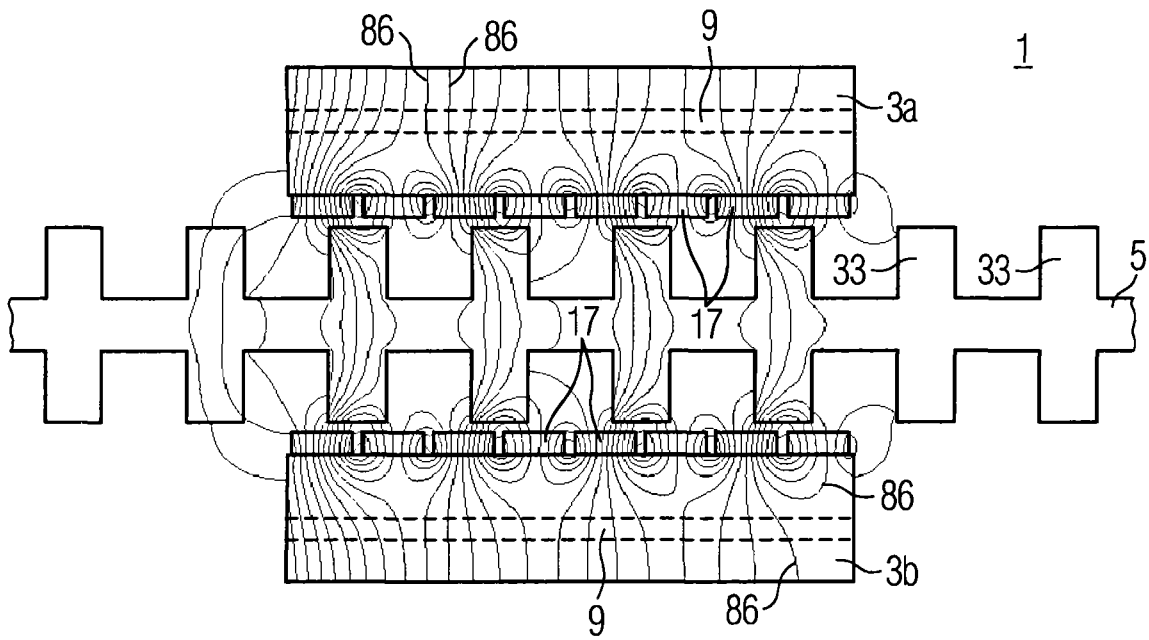


图20

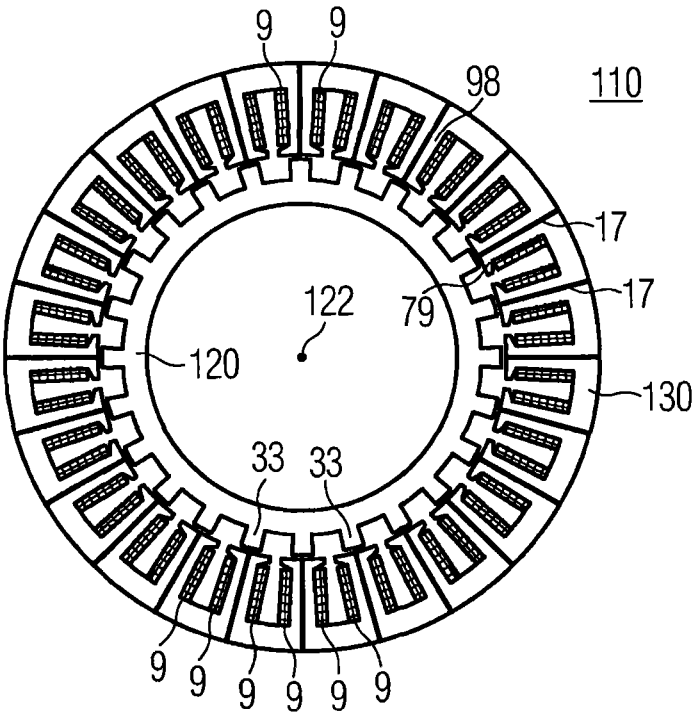


图21

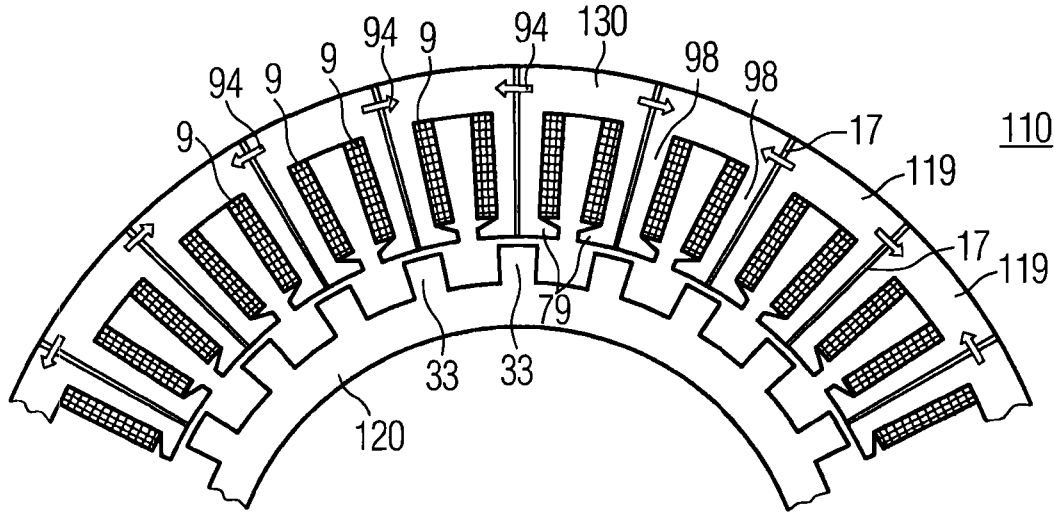


图22

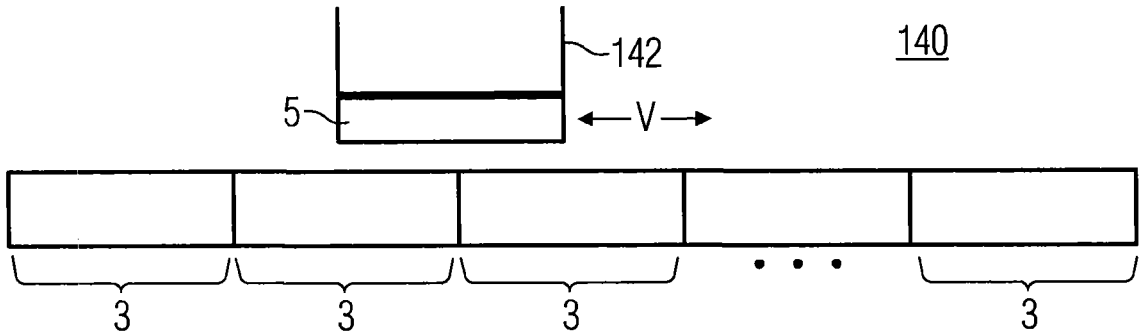


图23