



(10)授权公告号 CN 105683044 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201480040174.9

(22)申请日 2014.06.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105683044 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(30)优先权数据

1355597 2013.06.14 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.01.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/062072 2014.06.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/198746 FR 2014.12.18

(73)专利权人 空客集团有限公司

地址 法国布拉尼亚克

(72)发明人 埃马纽埃尔·朱伯特

查尔斯·内斯波卢斯

布鲁诺·雷尚 希琴姆·斯莫依

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 王艳江 张伟

(51)Int.Cl.

B64F 1/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 102320380 A,2012.01.18,

CN 102320380 A,2012.01.18,

CN 102075064 A,2011.05.25,

CN 103224031 A,2013.07.31,全文.

US 4709883 A,1987.12.01,全文.

GB 2423063 A,2006.08.16,

审查员 温美仪

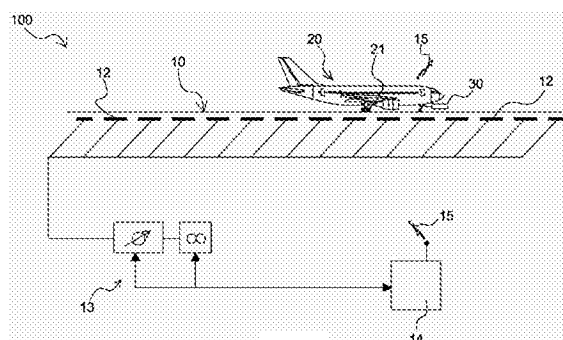
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于使飞行器沿着地面移动的装置

(57)摘要

一种用于使飞行器沿着地面移动的装置(100)包括至少一个跑道(10、18a、18b、18c)和至少一个飞行器。飞行器紧固至牵引器元件(30)，牵引器元件(30)包括主要由II型超导体材料形成的磁性块(31)，并且跑道(10、18a、18b、18c)包括定子线圈(12)，定子线圈(12)在所述跑道中布置在与所述跑道的轴线(11)平行的至少一条线圈线中。命令/控制系统(13)给所述定子线圈供电以产生磁场，该磁场使预先被磁化而处于相II超导状态的牵引器元件(30)悬浮在所述跑道上方。



1. 一种用于使飞行器沿着地面移动的装置(100), 所述装置(100)包括至少一个跑道(10、18a、18b、18c)和能够沿着所述至少一个跑道移动的至少一个飞行器, 其特征在于, 所述至少一个飞行器紧固至牵引器元件(30), 所述牵引器元件(30)包括主要由II型超导体形成的磁性块(31), 并且, 所述至少一个跑道(10、18a、18b、18c)包括内置于所述至少一个跑道中的定子线圈(12), 所述定子线圈(12)布置在与所述至少一个跑道的轴线(11)平行的至少一条线圈线中使得线圈线形成期望飞机在其上移动的一个或多个期望路径, 并且所述装置包括命令/控制系统(13), 所述命令/控制系统(13)向所述定子线圈供以电力以产生磁场, 所述磁场使预先被磁化成处于相2超导状态的至少一个所述牵引器元件(30)悬浮在所述至少一个跑道上方, 并且产生可变磁场以便产生使至少一个所述牵引器元件沿着所述至少一条线圈线、朝向所述飞行器的前方或者所述飞行器的后方移动的力。

2. 根据权利要求1所述的装置, 其中, 所述牵引器元件(30)包括用于将所述磁性块(31)保持处于下述温度的系统, 所述温度介于低于II型超导体相2临界转变温度 T_{c2} 的温度与高于II型超导体相1临界转变温度 T_{c1} 的温度之间。

3. 根据权利要求1或2所述的装置, 其中, 所述牵引器元件(30)包括设计成在所述磁性块(31)中产生初始磁场的至少一个激励线圈(37)。

4. 根据权利要求1或2所述的装置, 其中, 所述II型超导体为含有钇、钡、铜和氧的钇钡铜氧合金。

5. 根据权利要求1或2所述的装置, 其中, 至少一个所述牵引器元件(30)紧固至所述飞行器, 以用于牵引所述飞行器借助于所述飞行器的起落架(21)的机轮滑行。

6. 根据权利要求1或2所述的装置, 其中, 所述飞行器的至少一个起落架包括至少一个牵引器元件(30), 所述至少一个牵引器元件(30)固定至所述至少一个起落架以使所述飞行器悬浮并且牵引所述飞行器。

7. 根据权利要求1或2所述的装置, 其中, 所述至少一个跑道(10、18a、18b、18c)包括与所述至少一个跑道的所述轴线(11)大致平行的多条线圈线。

8. 根据权利要求1或2所述的装置, 包括多个跑道(10、18a、18b、18c), 所述多个跑道(10、18a、18b、18c)中的每个跑道均包括与所述跑道中的每个跑道的轴线大致平行的至少一条线圈线, 使得所述线圈线形成机场平台的连续网路。

9. 根据权利要求1或2所述的装置, 包括至少一个牵引器元件磁化工作区, 所述至少一个磁化工作区由一条线圈线连接至所述至少一个跑道的所述线圈线。

10. 一种用于使飞行器沿着跑道(10、18a、18b、18c)移动的方法, 其中, 所述飞行器紧固至牵引器元件(30), 所述牵引器元件(30)包括主要由II型超导体形成的磁性块(31), 所述跑道(10、18a、18b、18c)包括内置于所述跑道中的定子线圈(12), 所述定子线圈布置在与一个跑道的轴线(11)平行的至少一条线圈线中使得线圈线形成期望飞机在其上移动的一个或多个期望路径, 所述方法包括:

-通过以下方式磁化所述磁性块(31)的预备步骤: 当所述磁性块处于高于临界温度 T_c 的温度时, 对所述磁性块施加初始磁场; 然后在保持所述初始磁场的同时, 将所述磁性块的温度降低至低于所述临界温度 T_c 的温度; 然后在将所述磁性块的温度保持为低于所述临界温度 T_c 的同时撤去所述初始磁场;

-使用所述定子线圈(12)产生磁场以在所述牵引器元件(30)中感应出使所述牵引器元

件悬浮的力的步骤;

-改变由所述定子线圈产生的所述磁场以便在所述牵引器元件(30)中感应出牵引力的步骤,其中,所述牵引力位于大致水平面中且被引导成沿着所述至少一条线圈线朝向所述飞行器的前方或者所述飞行器的后方。

11.根据权利要求10所述的方法,其中,由所述定子线圈产生以感应出牵引力的磁场由定子线圈的电力命令/控制系统(13)基于传送至所述命令/控制系统的命令进行改变,所述命令包括飞行器速度或加速度指令。

12.根据权利要求10或权利要求11所述的方法,其中,飞行器推进发动机用于当飞行器来回移动时在所述飞行器上产生推进力。

13.一种牵引器元件(30),所述牵引器元件(30)包括主要由II型超导体形成的磁性块(31),所述牵引器元件(30)包括用于将所述磁性块保持处于低于电超导临界温度 T_c 的低温温度的温度保持装置并且包括用于将所述牵引器元件紧固至飞行器的至少一个钩部(36)。

14.根据权利要求13所述的牵引器元件,其中,所述温度保持装置包括低温恒温器的隔热腔室,所述隔热腔室限定用于容纳处于低于所述临界温度 T_c 的温度的液体的容积部。

15.根据权利要求14所述的牵引器元件,其中,所述II型超导体为含有钇、钡、铜和氧的钇钡铜氧合金。

16.根据权利要求13至15中的任一项所述的牵引器元件,包括设计成在所述磁性块(31)中产生初始磁场的至少一个激励线圈(37)。

17.一种飞机(20),所述飞机(20)包括至少一个根据权利要求13至16中的任一项所述的牵引器元件,至少一个牵引器元件固定至所述飞机使得当所述飞机在地面上时所述至少一个牵引器元件靠近地面。

用于使飞行器沿着地面移动的装置

技术领域

[0001] 本发明属于飞行器推进领域。

[0002] 更具体地,本发明涉及这样的装置,该装置用于当飞机在滑行道——即,当飞行器在地面上来回移动时飞行器滑行所在的滑行道——上低速行进阶段期间、或者在高速行进阶段期间、在跑道上的加速/减速期间、在起飞或着陆期间沿着地面移动时推进飞机。

背景技术

[0003] 在飞行器领域中特别地在飞机领域中,地面上的移动普遍是通过包括机轮的起落架在飞行器发动机或牵引车的作用下滑行而实现的。

[0004] 下述四个情况之间通常有所不同:当飞机需要向后移动或来回移动且不使用飞行器的发动机的情况下为了离开停机区而进行的这种牵引情况;通过使用飞行器发动机的推进力而在起飞之前移动至起飞跑道的起点或者在着陆之后返回至停机区所执行的这种在滑行道上的低速滑行情况;由飞机的发动机推进的飞机从零速加速至机轮离开地面的速度的这种高速滑行起飞情况;以及当飞机以与其升力相配的速度而与地面接触并且沿着跑道减速至足够低的速度而使得飞机能够转到滑行道上的这种最终着陆情况。

[0005] 这种轮式起落架技术方案的不利之处在于,飞机需具有重且复杂的起落架,当飞机以大于几百km/h的速度巡航飞行时,起落架需缩回,而在执行任务期间,起落架仅被使用非常短的时段,并且这种轮式起落架技术方案的不利之处在于,低速向前滑行是通过利用推进发动机而实现的,而对于这种情况,这些发动机例如喷气式发动机未被完全充分利用。然而,在没有更令人满意的技术方案的情况下,几乎所有现有的飞机都是基于这种原理而进行设计的。

[0006] 为了提高性能,设想了辅助装置的使用。

[0007] 因而,设想了起落架的一些机轮装有马达的这种方案,这种方案通过实现低速滑行能够避免在沿着滑行道移动时使用推进发动机。不过这种技术方案的不足之处在于使起落架比常规的起落架更复杂且更重,并且这种技术方案在飞行器的操作使用中还未被实际具体实施。

[0008] 还研发了弹射器系统以帮助飞机起飞。在起飞加速期间,弹射器通过用适当的力牵引飞机而给飞机供给额外的能量。

[0009] 这种系统内置在起飞跑道中,这种系统使得能够缩短在起飞期间所滑行的距离,并且这种系统在飞行器运载工具上得到了广泛的使用。然而,弹射器是这样的一种装置,从操作的角度来看其具有限制性,并且其需要大量的能量以在非常短的时间段内产生期望的能量。弹射器只具有一个功能性方向,这虽不会妨碍其在飞行器起飞的情况下总是迎向风的飞行器运载工具上的使用,但实际上在“固定式”跑道的情况下应当在跑道的每个方向上安装弹射器。由于这种系统的各种制约因素,享有通过使用弹射器而实现的起飞帮助功能的飞机目前最多不超过几十公吨。

发明内容

[0010] 本发明涉及用于飞行器在机场平台上来回滑行和/或起飞/着陆的这样的一种装置,该装置使得能够避免现有系统的制约因素。

[0011] 在本发明的情况下,利用了II型超导体的磁性性质以产生使飞行器在地面上来回移动所需的用于将II型超导体沿运动轴线进行导引的以及在一些实施方式中用于使飞机在飞机沿着滑行道滑行的阶段期间、起飞期间以及着陆期间在地面上来回移动时悬浮在跑道上方的牵引力。

[0012] 对于此,该装置包括至少一个跑道和能够在跑道上来回移动的至少一个飞行器,其中,跑道例如为起飞或着陆跑道、滑行道或停机区,飞行器例如为飞机、直升飞机或无人驾驶机。

[0013] 飞行器紧固至牵引器元件,该牵引器元件包括主要由II型超导体形成的磁性块,II型超导体的特别的特征在于,在将II型超导体材料置于相2状态的磁场状态下,当II型超导体的温度降低至低于其超导临界温度时,II型超导体能够保持对其所处的磁性环境的磁性记忆。

[0014] 跑道包括内置于跑道中的定子线圈,所述定子线圈布置在与跑道的轴线平行的至少一条线圈线中。

[0015] 该装置包括命令/控制系统,该命令/控制系统给定子线圈供以电力以产生磁场,该磁场使预先被磁化成处于相2超导状态的至少一个牵引器元件悬浮在跑道上方。

[0016] 于是这产生这样的装置,该装置允许飞行器在地面上来回移动而不需操作飞行器发动机,这能够减少跑道区域中的污染,能够降低跑道区域中的噪音并且能够减少飞行器的燃料消耗。

[0017] 定子线圈命令/控制系统包括至少一种给定子线圈供以电力以产生可变磁场的模式,以便产生使牵引器元件沿着线圈线移动的力,使得飞行器自身受到作用于紧固至飞行器的牵引器元件的控制力的作用。

[0018] 牵引器元件包括这样的系统,该系统用于将磁性块保持处于包括在低于II型超导体相2临界转变温度 T_{c2} 的温度与高于II型超导体相1临界转变温度 T_{c1} 的温度之间的温度。因而,除了保持其温度所需的能量之外不需要供给其它任何能量就能够无限期地保持超导体的磁性状态。

[0019] 为了激励牵引器元件,牵引器元件包括设计成在磁性块中产生初始磁场的至少一个激励线圈。在这种布置中,能够激励出磁性块的磁性状态而不需要依靠用于产生磁场的外部装置,由此使得牵引器元件及其所紧固的飞机是独立式的。

[0020] 在一个实施方式中,牵引器元件的II型超导体是含有钇、钡、铜和氧的YBaCuO合金。

[0021] 于是这产生这样的块体,在与液态氮的温度对应的相对较高的低温温度下能够实现该块体的在该块体的材料处于相2时的电性质和磁性性质。液态氮能够被容易地存储持续与飞行器飞行任务的时长一致的相对较长的时段,或者甚至可以通过与牵引器元件相关联的低温发生器而自身产生液态氮。

[0022] 在一个实施方式中,牵引器元件紧固至飞行器,用于牵引所述飞行器而借助于飞

行器的起落架的机轮滑行。在该实施方式中,牵引器元件的功能仅在于使飞机在地面上平移移动,并且该实施方式能够容易地适应于现有飞机。

[0023] 在另一实施方式中,飞行器的至少一个起落架——有利地若干个起落架——包括至少一个牵引器元件,所述至少一个牵引器元件固定至所述至少一个起落架以使飞行器悬浮并且牵引飞行器。在该实施方式中,牵引器元件允许起落架不再具有机轮或至少允许牵引器元件具有很少的机轮,并且牵引器元件允许飞机在飞机在地面上移动时不再与跑道接触——飞机与跑道接触会引起与滑行和制动相关联的摩擦或制约因素。

[0024] 在一个实施方式中,跑道包括与跑道的轴线大致平行的多条线圈线,这种实施方式特别适于飞机包括布置在飞机上且沿侧向方向在空间上分开的牵引器元件的情况。

[0025] 在一个实施方式中,该装置包括多个跑道,每个跑道包括与所述跑道中的每个跑道的轴线大致平行的至少一条线圈线,从而所述线圈线形成机场平台的连续网路。因此,通过使用飞行器在地面上巡回穿梭的所有区域中的定子线圈,能够使飞行器来回移动。

[0026] 在一个实施方式中,该装置包括至少一个牵引器元件磁化工作区,所述至少一个牵引器元件磁化工作区通过一条线圈线连接至跑道的线圈线。

[0027] 本发明还涉及用于使飞行器沿着跑道移动的方法,其中,飞行器紧固至牵引器元件,该牵引器元件包括主要由II型超导体形成的磁性块,跑道包括内置于所述跑道中的定子线圈,所述线圈布置在与所述一个跑道的轴线平行的至少一个线圈线,该方法包括:

[0028] -通过以下方式而磁化磁性块的预备步骤:当所述磁性块处于高于临界温度 T_c 的温度时,对所述磁性块施加初始磁场;然后在保持初始磁场的同时将所述磁性块的温度降低至低于临界温度 T_c 的温度;再然后,在将磁性块的温度保持为低于临界温度 T_c 的同时撤去初始磁场;

[0029] -使用定子线圈产生磁场以便在牵引器元件中感应出使牵引器元件悬浮的力的步骤;

[0030] -改变由定子线圈产生的磁场以便在牵引器元件中感应出在大致水平面中的且被引导成沿着所述至少一条线圈线的牵引力的步骤。

[0031] 该方法特别适于本发明的装置的实施。

[0032] 在该方法的一个实施方案中,由定子线圈产生以感应出牵引力的磁场被定子线圈电力命令/控制系统基于传送至所述命令/控制系统的命令而修改,所述命令包括飞行器速度或加速度指令。

[0033] 在该方法的一个实施方案中,飞行器推进发动机用于当飞行器来回移动时对所述飞行器产生推进力。

[0034] 除了推进发动机的推力和/或部分地取代推进发动机的推力,供给由牵引器元件供给的牵引力在起飞时被证明是特别有益的。

[0035] 根据需要,牵引器元件中感应出的且被引导成沿着所述至少一条线圈线的牵引力能够被朝向飞行器的前方或者朝向飞行器的后方引导。因而不仅能够使飞行器向前或向后来回移动,而且能够施加制动以便在飞行器来回移动时使飞行器变慢或者以便在飞行器受到其它力比如风力或发动机的推力时使飞行器在给定位置处固定不动——在固定不动的位置的情况下,推进发动机仍在运行。

[0036] 本发明还涉及这样的一种牵引器元件,该牵引器元件包括主要由II型超导体形成

的磁性块,该牵引器元件包括用于将磁性块保持处于低于电超导临界温度 T_c 的低温温度的装置并且包括用于将所述牵引器元件紧固至飞行器的至少一个钩部。

[0037] 所述温度保持装置例如包括低温恒温器的隔热腔室,该腔室限定用于容纳处于低于临界温度 T_c 的温度的液体的容积部,并且该腔室使得期望的温度在不需要额外能量的情况下能够保持一段时间,其中,期望的温度所保持的时间仅由热损失以及腔室中含有的及任何液体充注系统中所具有的液体的量决定。

[0038] 所述II型超导体是含有钇、钡、铜和氧的YBaCuO合金,该YBaCuO合金在相2中在液态氮的温度下是超导的。

[0039] 在一个实施方式中,牵引器元件包括设计成在磁性块中产生初始磁场的至少一个激励线圈。

[0040] 本发明还涉及这样的一种飞机,该飞机包括至少一个本发明的牵引器元件,所述牵引器元件固定至该飞机使得当飞机在地面上时所述牵引器元件靠近地面,并且所述牵引器元件允许该飞机享受到本发明的装置的益处。

附图说明

[0041] 参照附图对本发明的非限制性实施方式进行了描述,其中,在附图中:

[0042] 图1描绘了该装置及该装置的主要子组件的概略图;

[0043] 图2a、图2b和图2c分别描绘了位于起飞/着陆跑道上的具有轮式起落架且紧固至牵引器元件的飞机的平面图、侧视图和正视图,其中,起飞/着陆跑道包括定子线圈,所述定子线圈可见,因为跑道被描绘得就像跑道是透明的一样;

[0044] 图3描绘了牵引器元件的高度示意性截面;

[0045] 图4描绘了示出在磁场中的在高于超导临界温度的温度下的I型超导体元件的图——详图(a)、以及示出在磁场中的在低于超导临界温度的温度下的I型超导体元件的图——详图(b);

[0046] 图5描绘了I型超导体的相图详图(a)与II型超导体的相图详图(b)之间的比较;

[0047] 图6描绘了II型超导体在II型超导状态下的涡通量和通量锁住现象的图示;

[0048] 图7通过示例的方式描绘了机场平台的跑道的平面图,其中,机场平台的跑道包括多个起飞/着陆跑道、滑行道、导引滑道非导引滑道以及停机区;

[0049] 图8描绘了通过多个牵引器元件而悬浮在跑道上方的飞机的概图——从侧面观察的详图(a)和从正面观察的详图(b)。

[0050] 在描绘本发明的各种实施方式的各种附图中,相同的元件具有相同的附图标记。

[0051] 为了进行说明,同一附图中的各元件或各个附图中的各元件不一定是按相同的比例绘制的。

具体实施方式

[0052] 图1是根据本发明的用于帮助滑行和/或起飞和/或着陆的整体装置的一个示例的局部示意图,其中,该装置包括起飞/着陆跑道10和飞机20,飞机20例如为在从所述跑道起飞过程中的飞机。

[0053] 飞机的起飞阶段是这样的阶段,在该阶段期间,飞机从零速或与起飞速度相比较

低的速度(几米每秒)加速至飞机能够离开地面的速度 V_{lo} 。

[0054] 在图2a、图2b和图2c中示出的装置的示例的实施方式中,飞机20包括装有机轮的起落架21,所述机轮的尺寸和强度使得所述机轮能够在地面上支承飞机的重量并且能够通过所述机轮的滑行而使飞机来回移动。

[0055] 通常,跑道10主要由其长度尺寸和宽度尺寸——应当适于飞机的需要——及其铺设表面的阻力的各种特性限定,并且还由轴线11限定,轴线11决定着跑道的取向,并且轴线11与在从所述跑道起飞以及降落在所述跑道上的阶段期间飞机沿着地面所遵循的路径对应。

[0056] 此外,在本发明中,飞机10被紧固至包括磁性块的牵引器元件30,在这种情况下,牵引器元件30在前起落架22处被紧固至起落架21且位于飞机的竖向轴向平面23中。而且,当飞机在地面上时,牵引器元件30位于地面上方并且靠近地面——距离地面几厘米或几十厘米。

[0057] 如随后将详细描述,所述磁性块主要由II型超导体形成,例如在低于70K的温度下变得超导的YBaCuO合金,这意味着这种材料——属于高温超导体族——在海平面处的标准大气压下在液态氮的温度下是超导的。

[0058] 此外,在本发明中,跑道10沿着其轴线11包括一系列定子线圈12,每个定子线圈在供以电流时能够形成磁场,并且每个定子线圈设计成产生这样的磁场,该磁场的场线在每个定子线圈处的局部陆地参考系中大致竖向地定向——例如由其所在平面与地面大致平行的平线圈产生的场线。

[0059] 定子线圈12沿跑道的轴线11布置成使得能够在沿着跑道的整个长度的任何位置处产生磁场,在起飞或着陆期间,飞机在这些位置处、更具体地牵引器元件30在这些位置处能够使其自身位于地面上。

[0060] 定子线圈12例如为超导线圈,但定子线圈12不必非得是超导线圈。

[0061] 在一个实施方式中,定子线圈12内置在跑道10的厚层中,跑道的铺设表面的材料选择成使得其不会严重干扰磁场线,就跑道的铺设表面而言,所知的混凝土或常规覆盖物能够满足这种要求。

[0062] 在安装定子线圈12的所有可能的方式中,所述定子线圈中的每个定子线圈被稳固地固定至地面使得一方面所述线圈在受到由该装置的操作所产生的力时固定不动并且另一方面还确保线圈绕组的完好性。

[0063] 而且,定子线圈12电连接至线圈供电系统13,线圈供电系统13将电能传输至所述线圈,并且线圈供电系统13执行以下两种情况所需的转换:当要启用线圈时,每个线圈被供以电力而具有期望的极性;当要停用线圈时,切断线圈的电力供给。

[0064] 参照图3,如已经指出的,磁性块31主要由II型超导体制成。

[0065] 迄今为止,已知超导体的磁性性质是这样的:在电阻为零的超导状态中,场线会绕开由这些材料中的一种材料制成的且在浸于磁场中时处于超导状态的本体,而当所述本体不处于超导状态时,这些相同的场线会穿过所述本体——如图4象征性示出的。

[0066] 这种性质称为迈斯纳效应,见图5(a),在I型超导体的情况下,只要这种超导体被置于低于这种材料的临界温度 T_c 的温度下并且只要外部磁场的强度低于临界强度——高于临界强度时这种材料会失去其超导性质——就能够观察到这种性质。

[0067] 在II型超导体的情况下,已知这种材料的这样的状态,在该状态中,在II型超导体不失去其超导性质的情况下,由这种超导体制成的本体所受到的磁场线会穿过该超导体。

[0068] 在这种材料类型的情况下,当由这种材料制成的本体被置于强度高于相I临界场 H_{c1} 且低于相II临界场 H_{c2} (根据图5(b)中示出的相图)的初始磁场中并且然后被冷却成低于超导临界温度 T_c 时,如图6中示意性示出的,这种材料中会出现通常称为涡旋的稳定结构,这些稳定结构形成磁场线的记忆并且在外部磁场被移除时依然存在——只要这种材料的温度保持低于超导临界温度 T_c 。

[0069] 当这种材料处于这种状态时,通过磁场线与本体冷却成低于临界温度 T_c 期间所存在的稳定结构重合,受到磁场作用的本体本身保持处于空中。

[0070] 这种保持处于空中不仅涉及与磁场线正交的方向,而且涉及沿着磁场的方向。因此,根据所述初始条件,所述本体悬浮而不会与支承件直接接触或者所述本体浮起。

[0071] 在本发明中,牵引器元件30的预先磁化的磁性块31被置于由跑道10的定子线圈12产生的磁场中,其中,预先磁化的磁性块31意指在场线竖向定向并且强度低于临界场 H_{c2} 且高于临界场 H_{c1} 的初始磁场存在的情况下使磁性块31至于低于其临界温度 T_c 。

[0072] 线圈以与常规的直线电动马达——常规的直线电动马达的线圈构成定子——的操作相似的方式被转换使得所产生的磁场沿着与直线排列的线圈对应的路径移动,从而控制牵引器元件的磁性块31的移动,且因此控制等同于直线马达的转子的牵引器元件30的移动,并且因此控制该牵引器元件所紧固的飞机20的移动。

[0073] 由于牵引器元件的磁性块31的II型超导体的性质,所述牵引器元件自身悬浮而位于跑道10上方,从而不会与跑道产生机械摩擦。此外,由于定子线圈的磁场,牵引器元件沿所产生的磁场的移动所造成的行进的方向移动,并且由于磁性块31定位成使磁场线穿过磁性块31且由于远离由定子线圈12限定的轴线没有磁场,因此牵引器元件被横向地保持。

[0074] 牵引器元件30还包括用于使磁性块冷却以及用于将磁性块保持处于期望的低温温度的装置。

[0075] 有利的是,磁性块被置于限制与外部进行热交换的腔室32中。

[0076] 通常,这种腔室例如由低温恒温器33的内部腔室形成,低温恒温器33的内部腔室限定容积部34,容积部34容纳磁性块31,所述腔室自身定位在绝热的壳35中。

[0077] 有利地,内部腔室33例如通过充注回路(未描述)充注有冷却液,例如处于低于 T_c 的期望温度下的液态氮。

[0078] 在一个示例性实施方式中,低温恒温器中的冷却液的量被限定成确保在低温恒温器被重新充注之前磁性块31保持处于低于 T_c 的期望温度持续期望的使用期。在这种情况下,于是根据与低温恒温器的绝缘中的不完整性相关联的热损失以及磁性块的温度保持低于临界温度 T_c 的时长来确定冷却液的量。

[0079] 在未示出的另一示例性实施方式中,牵引器元件30包括冷却液贮器,该冷却液贮器连接至低温恒温器以便当牵引器元件操作时将冷却液引入到低温恒温器中和/或保持低温恒温器中的冷却液的期望水平。

[0080] 在未描述的另一示例性实施方式中,冷却液通过低温冷却器(制冷器)被引至牵引器元件处,其中,低温冷却器例如为珀尔帖效应机或以史特林循环进行操作的机器。

[0081] 为了将磁场对牵引器元件30产生的载荷传递至飞机20,在磁性块31或容纳磁性块

31的腔室中的一个腔室与附接至飞机的装置之间布置有强度适当的机械连接装置。

[0082] 这些机械连接装置在飞机向前移动时以及在飞机速度高达接近起飞速度 V_{lo} 的一些加速模式中需要传递力,这些机械连接装置例如包括一个或更多个钩部36(如图3中示意性地示出的),钩部36尽可能由导热性差的材料制成以便限制低温恒温器的内部与外部之间的热损失。诸如不胀钢®——一种镍含量较高的合金——之类的材料能够用于形成能够传递很大的力的钩部或联杆,因为这种材料的特性使得其导热性较低。

[0083] 在一个示例性实施方式中,牵引器元件包括设计成产生初始磁场的的一个或更多个激励线圈37,这些激励线圈被暂时供以电力以便产生期望的初始磁场,在磁性块31的温度被降低至低于临界温度 T_c 的步骤中,该期望的初始磁场被保持。

[0084] 在另一示例性实施方式中,跑道中内置有一个或更多个激励线圈以产生初始磁场。激励线圈例如为专用线圈,其安置在跑道上的选取的位置处,或者替代性地,激励线圈为跑道的定子线圈,其被供以电力以产生初始磁场。在这些情况下,需使牵引器元件位于激励线圈的位置处或者位于被供电以作为激励线圈的定子线圈中的一个定子线圈的位置处。

[0085] 在图1、图2a、图2b和图2c中示出的示例中,只描绘了一个起飞/着陆跑道,并且在这种情况下这个起飞/着陆跑道被描绘成具有定子线圈,所述定子线圈沿着在飞机的起飞或着陆行进期间飞机所在的跑道的轴线布置。

[0086] 然而,在本发明的装置的情况下,地面上适于使飞机在一个或更多个期望的路径中移动的任何表面都能够构成跑道。

[0087] 图7通过示例的方式描绘了滑行道区域的平面图,其中,在大的机场平台19的情况下,飞行器能够在滑行道区域中来回移动。非限制性地,跑道可以对应于起飞/着陆跑道10,或者对应于滑行道18a和导引及非导引滑道18b——飞机使用导引及非导引滑道18b以在起飞之前去到起飞跑道的起点或者在着陆之后离开着陆跑道——以及滑行道和停机区18c。

[0088] 本文中,所有这些分配给飞机在地面上移动的表面都称为“跑道”。

[0089] 在航空领域中,每个跑道10、18a、18b、18c包括轴线11,轴线11通常具体实施成通过在这种跑道的铺设表面上绘画线而可被飞行员观察到,并且在本发明的情况下,每个跑道10、18a、18b、18c或至少这些跑道中的一部分包括定子线圈12,定子线圈12沿所述轴线成直线排列布置以便产生沿着所述轴线的磁场。

[0090] 有利地,该装置包括监控器14,监控器14与飞机20、定子线圈和激励线圈命令/控制系统以及通常与有助于该装置的操作的所有系统进行通信,以便监测每个系统是否工作良好以及是否正确地运行并且提供跑道上的飞机和操作人员的安全所需的协调工作。

[0091] 因而,这产生这样的装置,在该装置中,内置于地面上的基础设施中的设备以及紧固有至少一个牵引器元件30的飞机20协力使飞机在其在地面上的所有运动或一些运动期间来回移动。

[0092] 根据上文中描述的实施方式中的装置的一个实施方案,飞机20例如静止在停机位置处,例如停在停机坪或乘客登机位置处,其中,停机位置位于布置有定子线圈的线上。

[0093] 在第一步骤中,牵引器元件30被引导成靠近飞机,并且然后牵引器元件30例如通过将其固定至前起落架22的装置而被紧固至所述飞机。

[0094] 牵引器元件30在被紧固至飞机之前可以在专门的区域例如磁化工作区中被磁化或者可以不被磁化。

[0095] 在这两种情况中,牵引器元件30可以通过普通的操作装置例如适合的运输卡车而被引导就位,但如果牵引器元件30已被磁化,通过遵循定子线圈线,牵引器元件30同样可以从磁化区域引导到飞机处的适当位置。

[0096] 由于在后一情况中牵引器元件悬浮,因此如果所遵循的路径中的所有线圈都被激励使得产生沿着行进路径的具有基本上恒定不变的特性的磁场,则能够用最小的力——例如操作人员牵拉或驱推——使牵引器元件来回移动。在通过激励线圈的这种模式所产生的磁场中,牵引器元件30不会受到定子线圈12的直线排列方向上的任何推进力,而是牵引器元件30被横向地保持且不会偏离通过所述定子线圈而具体实施的线。

[0097] 在替代性形式中,排列方式与牵引器元件30所需遵循以便到达飞机20的路径对应的定子线圈12被接连激励——就如同直线马达的运行模式那样——使得牵引器元件30朝向飞机移动而不会有直接的机械干涉。可以通过牵引器元件管理和导引系统而自动地实现这种机动化运动,或者可以由操作人员例如对定子线圈命令/控制系统进行远程控制的操作人员部分地控制这种机动化运动。

[0098] 在牵引器元件30在被紧固至飞机之前没有被预先磁化的情况下,执行磁化步骤。在该磁化步骤期间,牵引器元件被置于地面上方一悬浮高度处,牵引器元件随后以这样的高度来回移动。可以通过适合的托垫(随后将被移除)或者通过设置在地面上或设置在飞机上的临时升降系统(未示出)来实现在期望高度处的定位。接着,牵引器元件30的激励线圈37或者内置于跑道中的激励线圈或者定子线圈产生将磁性块磁化所需的初始磁场,然后例如通过用液态氮充注容纳有磁性块的低温恒温器的腔室而使磁性块31的温度降低至低于临界温度 T_c 。在达到磁性块的预期温度并且该温度稳定的情况下,初始磁场被撤去。

[0099] 这时,通过牵引器元件30、在该示例中通过起落架21的机轮的滑行,飞机20能够来回移动。

[0100] 在第二步骤中,线圈命令/控制系统13基于来自监控系统14的信息而执行内置于飞机20所在的跑道中的定子线圈12——在定子线圈12沿着沿地面的期望路径铺开的情况下,定子线圈12形成直线马达的定子,而牵引器元件为直线性马达的转子——的适当的激励,使得飞机在地面上的不同位置之间以期望的滑行速度来回移动,例如移动至另外的停机位置比如乘客登机区。

[0101] 必须指出的是,能够设置用于到达设置有定子线圈的两个或更多个跑道的多条路径,选择激励哪些定子线圈决定了所要遵循的路径。因而,形成了“不可见”的路径选择器(router),这些路径选择器由线圈命令/控制系统进行管理。

[0102] 应当指出的是,如果用于将牵引器元件联接至飞机的装置是适合的,那么飞机能够沿以下两个方向一样容易地来回移动:朝向飞机的前方移动或者朝向飞机的后方移动——后一种情况在飞机离开乘客使用人行道登机的区域的情况下特别有益。

[0103] 在该第二步骤中,根据需要,飞机20也能够从停机位置移动至起飞跑道10的起点。

[0104] 在一个实施方式中,监控系统14基于由所述飞机传送的需求并且考虑到其它飞机的可能的地面移动而传送用于使飞机20移动的指令。

[0105] 在另一实施方式中,由牵引器元件30牵引的飞机20的运动由操作人员例如飞机中的飞行员连续不断地发出命令进行控制,操作人员关于方向的操纵命令——在能够在若干个跑道之间进行选择的情况下——以及关于速度的操纵命令被传送至线圈命令/控制系统

13以便使飞机移动。在该实施方式中,飞机只在飞机飞行员的指令下或者在地面上的操作人员的指令下来回移动,就如同飞机通过使用其发动机而来回移动或者通过牵引车而来回移动这种目前通常所采用的方式的情况一样,不同之处在于设置有监控器14,用于例如在出于安全原因而需使飞机不动的情况下干扰及修改操作人员的指令。

[0106] 飞机20与监控器14之间的数据和命令的通信和传输是通过任何数据传输装置来执行的。例如,通过无线电通信线路15来执行数据的传输,其中,无线电通信线路15可以是数据线路类型的现有线路。也可以通过分配给该装置的器件例如通过使用线圈功率控制网络来执行数据的传输。

[0107] 在第三步骤中,当飞机20通过牵引器元件30而移动至起飞跑道的起点时,飞机进入起飞阶段。

[0108] 在一个实施方式中,起飞是以仅使用飞机在飞行中所使用的推进装置的这种常规的方式来实现的。

[0109] 在这种模式中,飞机20的飞行员或监控系统14通过线圈命令/控制系统命令牵引器元件30分离并且命令牵引器元件30移动至备用站或移动至待牵引的另一飞机。

[0110] 然后飞行员在启动其发动机后就能够执行常规的起飞,如果适当的话,在到达起飞跑道10之前的牵引步骤期间就执行发动机的启动。

[0111] 在另一实施方式中,在起飞跑道10包括定子线圈12的情况下,所述定子线圈被供以电力使得牵引器元件30使飞机20沿着跑道10的轴线加速,由此产生弹射效果。

[0112] 牵引器元件30的作用与飞机推进发动机的作用结合以使飞机20加速至起飞速度 V_{10} ,在起飞时,推进发动机需要给飞机供给期望的起飞推力。

[0113] 文中必须指出是,在需要发动机——发动机可以是喷气式发动机或推进器式发动机——之前发动机处于怠速的情况下,通过牵引器元件30实现沿着起飞跑道的初始加速度阶段以便获得起飞推力的事实能够限制吸入存在于跑道10上的外物的风险,因而使得能够提高喷气式发动机或推进器的可靠性或耐久性。

[0114] 在所描述的实施方式中,当达到起飞速度并且飞机20离开地面时,牵引器元件30与飞机断开,然后线圈命令/控制系统13使牵引器元件30减速,并且线圈命令/控制系统13根据从监控系统14接收到的指令将牵引器元件30导引返回以用于另外的使用。

[0115] 有利地,飞机的飞行员或系统与线圈命令/控制系统进行通信以便根据需要在达到中断起飞决断速度 V_1 之前传送紧急停止命令。

[0116] 如果发出紧急停止命令,定子线圈被供以电力使得定子线圈不再对牵引器元件施加牵引力,同时保持牵引元件的升起状态以便避免牵引器元件受到损坏,并且根据需要,跑道10的定子线圈12被供以电力以便使对牵引器元件30产生的力的方向反向并且帮助紧急制动飞机20。

[0117] 在飞机飞行之后并且当飞机着陆且离开着陆跑道时,监控系统14将牵引器元件30朝向飞机20移动,牵引器元件30紧固至飞机20以便将飞机牵引至规划的停机区。

[0118] 文中应当指出的是,根据飞机是以低速来回移动例如在滑行道区域中移动还是在涉及的力和能量很大的起飞期间加速且以高速来回移动,能够实施不同的牵引器元件和/或不同类型的定子线圈。

[0119] 在所描述的实施方式以及所描述的实施方案中,牵引器元件30属于装

置100的地面子组件。

[0120] 在另一示例性实施方式中,为了该装置的操作,牵引器元件30被紧固至飞机20,从而形成飞机20的一部分而不能与飞机20分离。

[0121] 在该示例中,装置100的操作被简化至这样的程度:牵引器元件30不再受监控系统14管控——至少在牵引器元件30不与飞机一起来回移动的情况下不再受监控系统14管控,并且装置100的操作被简化至这样的程度:牵引器元件与飞机之间不需要设置连接/断开装置。

[0122] 于是牵引器元件30例如在起落架21上被永久地固定至飞机20。

[0123] 在该实施方式中,装置100还允许飞机在着陆期间向前滑行时被制动以及被引导——只要牵引器元件30的磁性块31一直处于其操作所需的温度和磁性状态。

[0124] 在一个实施方式中,牵引器元件30通过无轮起落架系统(如图8的飞机上示意性示出的)被固定至飞机20,在机轮的支承功能方面,牵引器元件取代了机轮,其中,牵引器元件能够悬浮而位于包括有定子线圈12的地面上方,并且能够限制移动所需的作用力,这是因为牵引器元件30在悬浮状态中完全不会受到摩擦力的作用。

[0125] 有利地,起落架系统包括地面支承元件,当由于还未满足牵引器元件的磁性块31的温度和磁性状态要求或者由于没有电力被施加于跑道10、18a、18b、18c中的定子线圈12而牵引器元件30未处于悬浮状态时,飞机的重量落在地面支承元件上。这些支承元件一方面均具有足够大的表面面积以将其所支承的飞机的重量分布在整个跑道的铺设表面上,另一方面,这些支承元件能够被相对于牵引器元件的磁性块而提升或降下以便将所述磁性块置于用于进行磁化的期望位置中,以保证在工作时处于悬浮状态而不与地面发生摩擦。

[0126] 在装置100的这种实施方式中,跑道包括用于飞机的每个牵引器元件30的至少一条定子线圈线,飞机的每个牵引器元件30可能不会遵循所述至少一条定子线圈线,这就意味着所述至少一条定子线圈线并未与飞机在地面上来回移动的方向对准。在以下情况下通常将会碰到这样的情形:飞机包括位于常规的飞机的每个机翼起落架的位置处的牵引器元件以及位于前起落架的位置处的牵引器元件,在这种情况下,为每个牵引器元件以及每个牵引器元件所遵循的路径确定了三条定子线圈线。

[0127] 然而,通过组合涉及牵引器元件和机轮的技术方案可以设想出特定的飞机构造。

[0128] 例如,起落架可以制成为包括具有牵引器元件的安装在机翼上的起落架、以及具有机轮的辅助的前起落架,从而所遵循的每个路径仅使用两条定子线圈线。

[0129] 例如,起落架可以被制成为具有沿飞机的纵向轴线对齐的若干个牵引器元件,这种起落架就是所谓的单轨起落架,其只需要一条定子线圈线,飞机的侧向稳定性例如通过摇杆梁类型的辅助起落架而提供。

[0130] 应当指出的是,在该装置的这种实施方式中,特别地在当飞机在地面上来回移动时而完全悬浮的情况下,跑道不再受到与起落架的轮胎施加于地面的压力相关联的滑行力的压迫。

[0131] 用本发明的装置100可以得到包括至少一个跑道和至少一个飞行器的这样的组件,该组件的目的在于使飞行器在地面上来回移动——在巡回跑道上以低速移动,而在起飞/着陆跑道上以高速移动,并且该组件使用了高性能且无声的装置,使得能够避免或限制当飞行器在地面上来回移动时使用发动机。

[0132] 装置100允许取代在低速滑行阶段中飞行器推进发动机的使用,并且在起飞期间装置100对推进发动机提供帮助,装置100在燃料消耗和化学噪音污染方面具有益处。

[0133] 飞行器可以是如示出的示例中的飞机,或者至少在一些情况下可以是在起飞时具有旋转阶段的另外类型的飞行器,比如直升机。

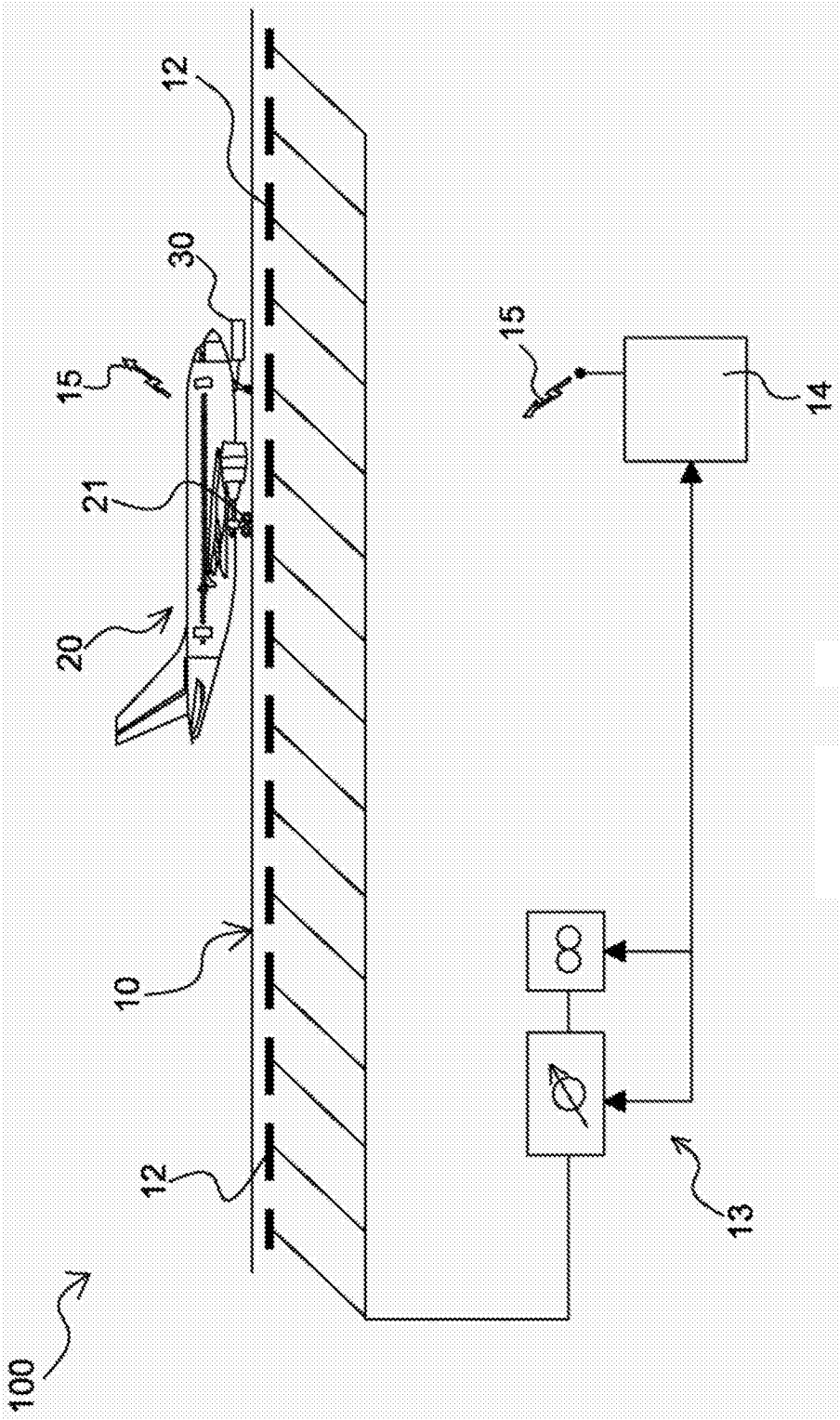


图1

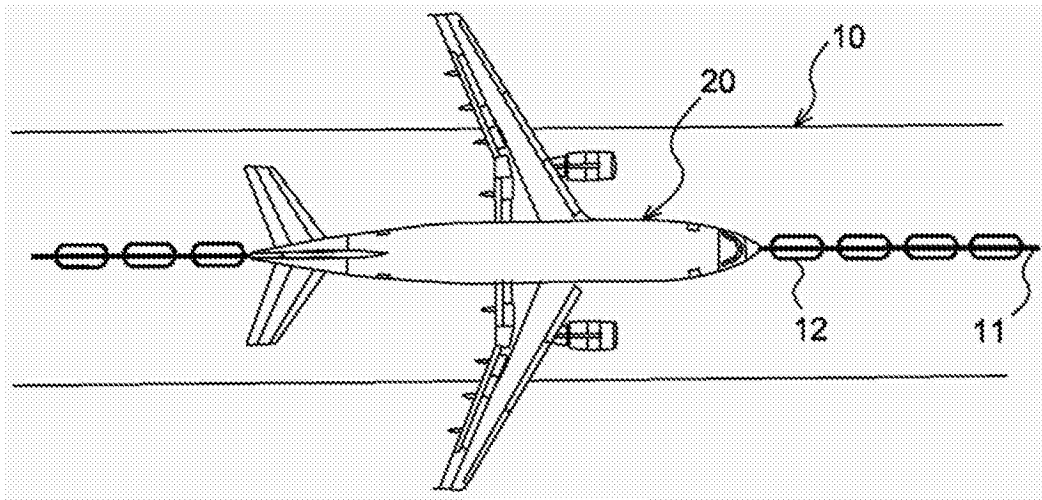


图2a

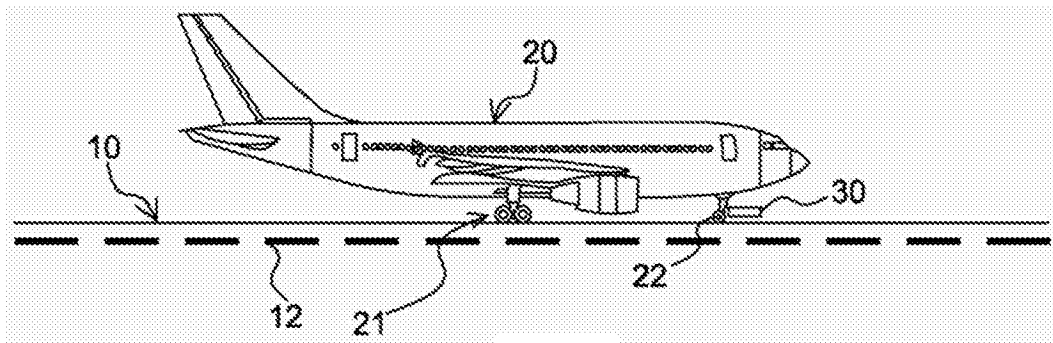


图2b

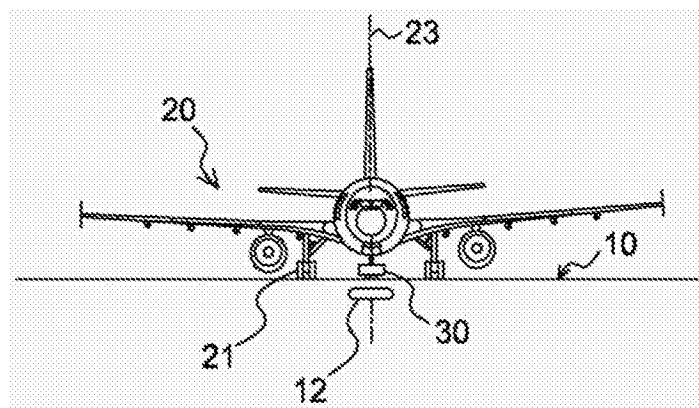


图2c

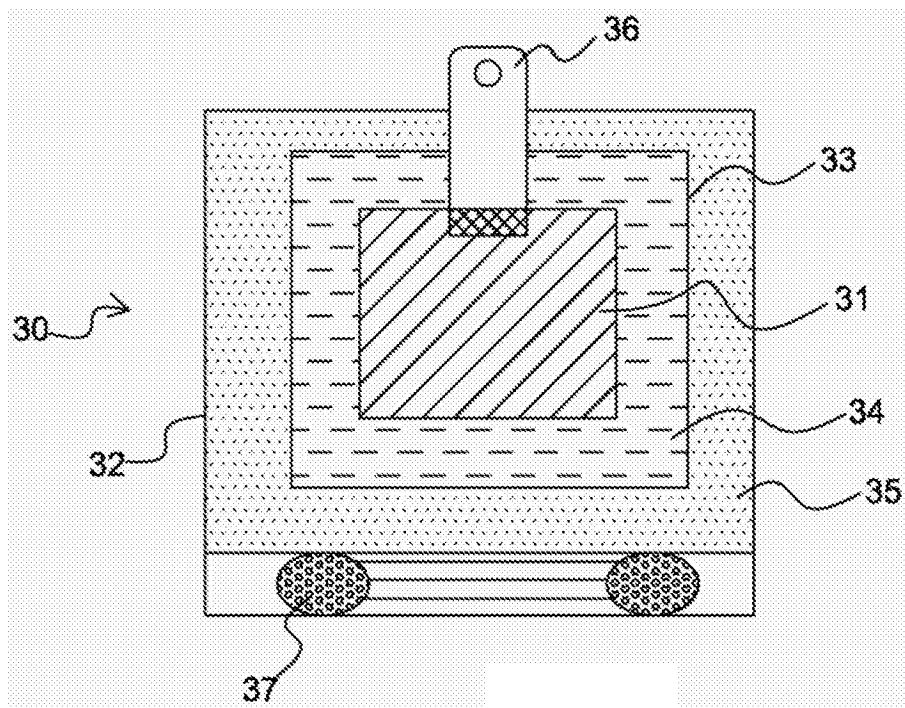


图3

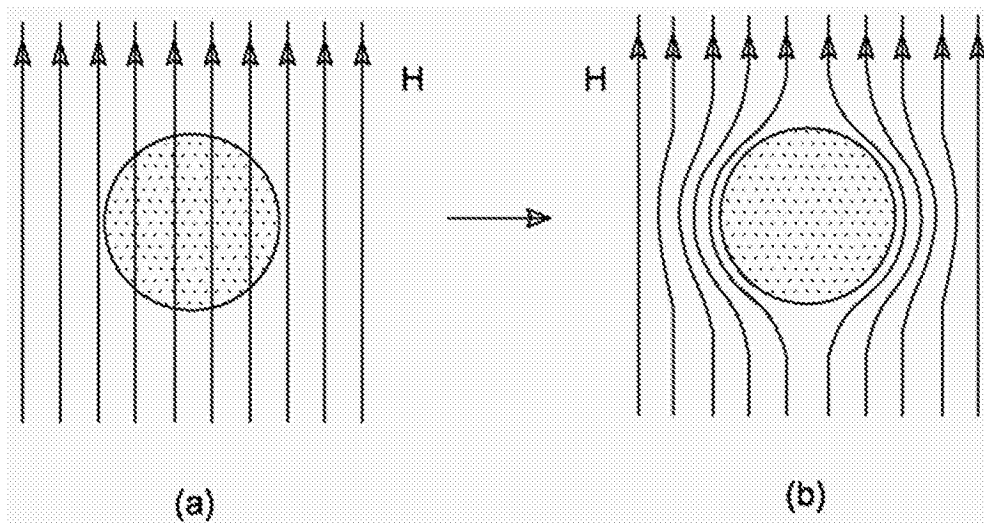


图4

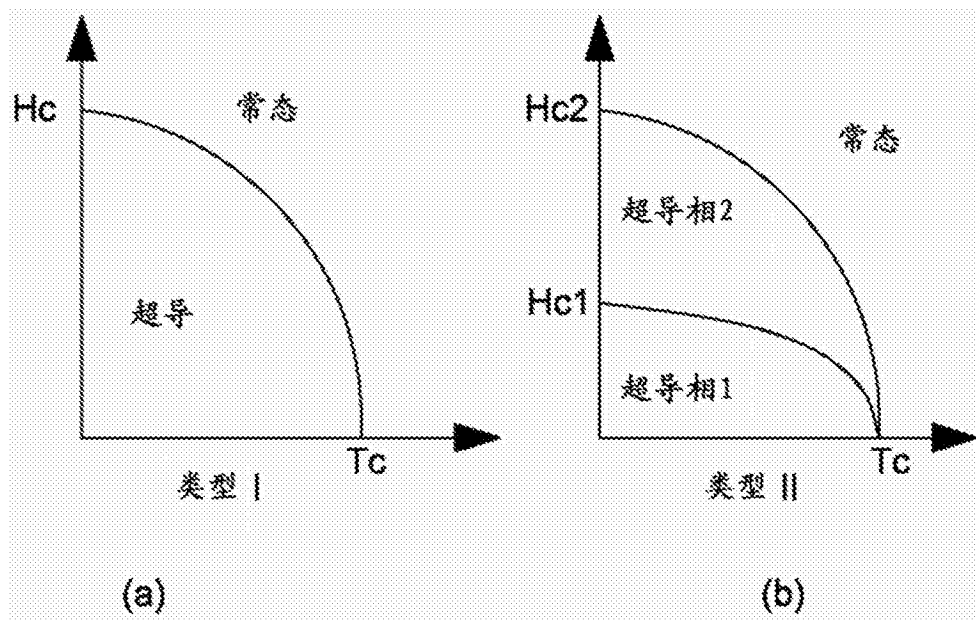


图5

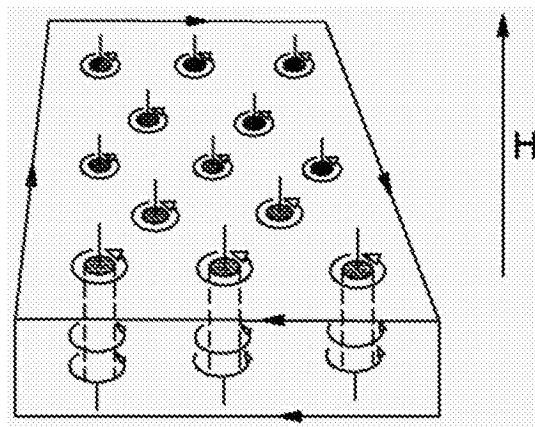


图6

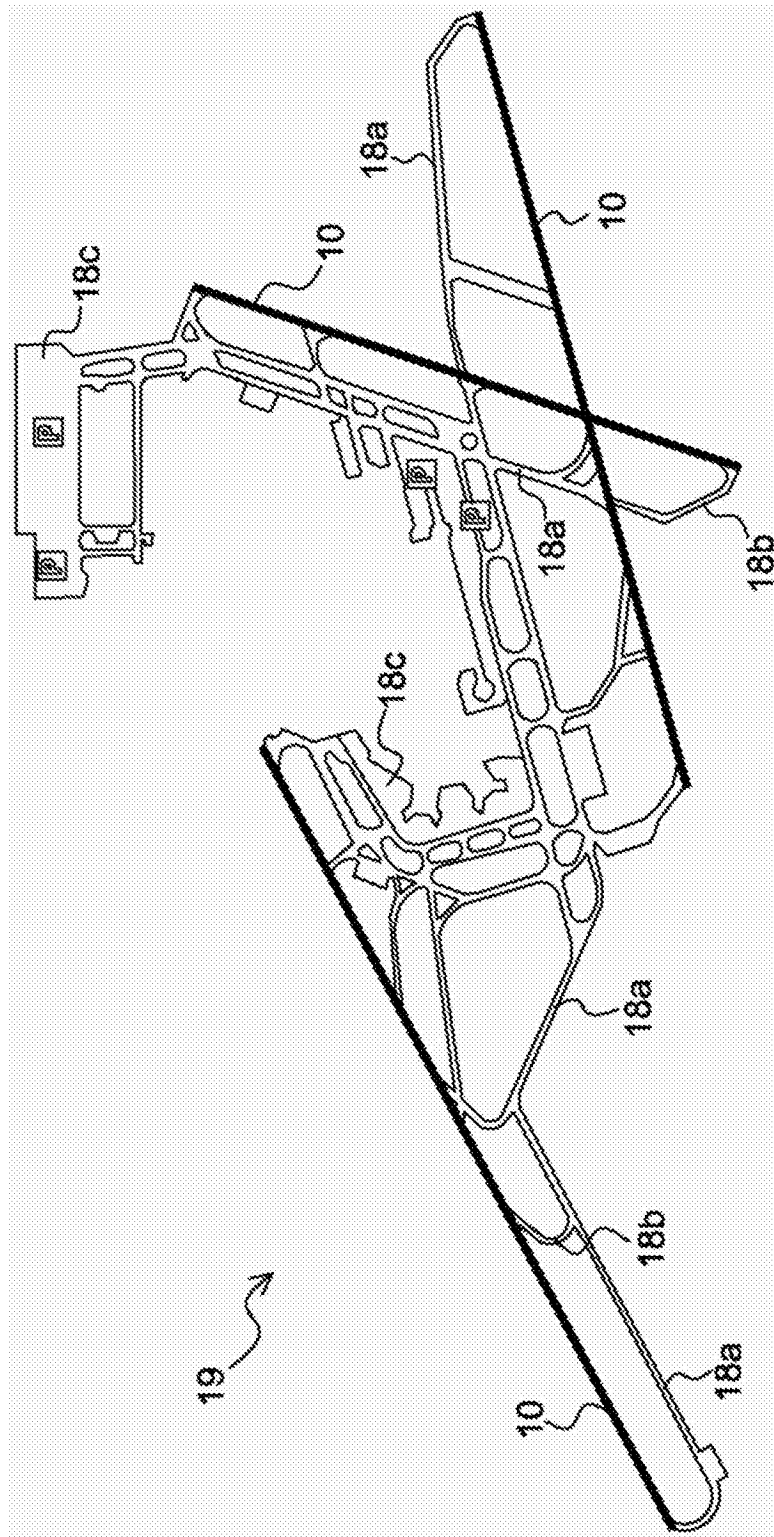


图7

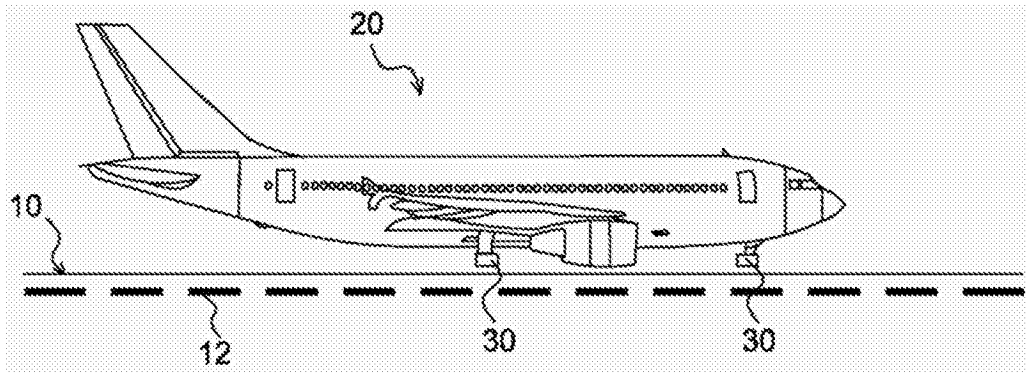


图8a

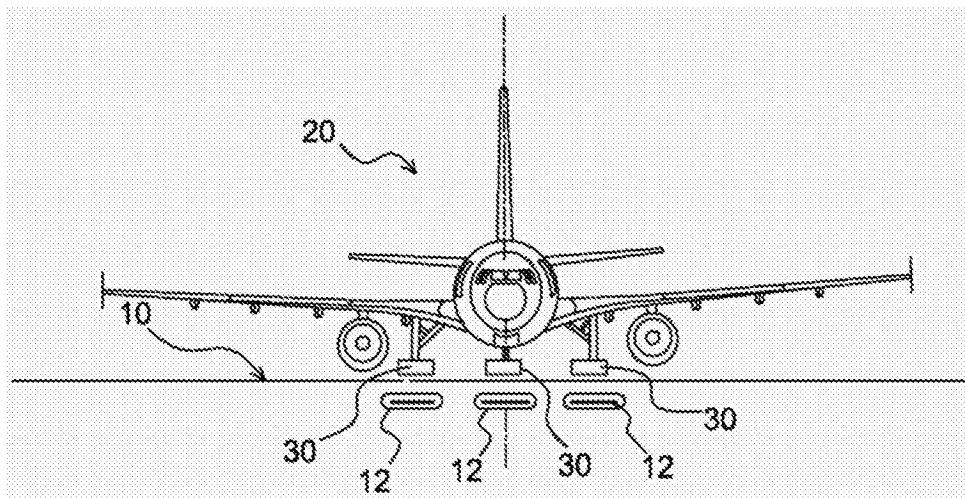


图8b