



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113619795 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 09

(21) 申请号 202110468654.7

B64D 31/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.29

(30) 优先权数据

15/929,531 2020.05.07 US

(71) 申请人 湾流航空公司

地址 美国佐治亚州萨凡纳邮政信箱2206M/
SB-06,31402

(72) 发明人 托马斯·兰德斯 汤姆·拉夫里萨

(74) 专利代理机构 北京洛科寰宇知识产权代理
事务所(普通合伙) 11962

代理人 闫猛 刘茵

(51) Int. Cl.

B64D 27/02 (2006.01)

B64D 27/16 (2006.01)

B64D 27/24 (2006.01)

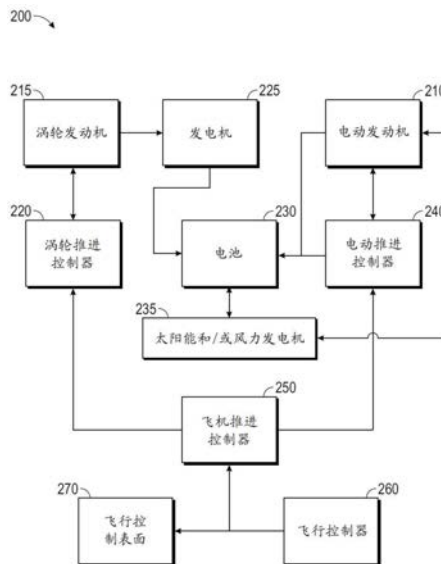
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

混合喷气电动飞机

(57) 摘要

提供了飞行控制系统、飞行控制方法和飞机。一种飞机,包括电动推进发动机;燃气涡轮发动机;飞行控制器,用于生成指示爬升请求的第一控制信号、指示巡航请求的第二控制信号和指示下降请求的第三控制信号;以及飞机推进控制器,可操作为响应于第一控制信号而占用电动推进发动机和燃气涡轮发动机,并且响应于第二控制信号而解除占用电动推进发动机,并且其中,电动推进发动机可以响应于第三控制信号以再生模式被占用,以为电池充电。



1. 一种飞机,包括:
 电动推进发动机;
 燃气涡轮发动机;
 飞行控制器,用于生成指示推力请求的第一控制信号和指示再充电请求的第二控制信号;以及
 飞机推进控制器,可操作为响应于所述第一控制信号而占用所述电动推进发动机和所述燃气涡轮发动机,并且响应于所述第二控制信号而解除占用所述电动推进发动机。
2. 根据权利要求1所述的飞机,其中,所述电动推进发动机可操作为响应于所述第二控制信号而撤回到飞机机身中。
3. 根据权利要求1所述的飞机,还包括电池和由所述燃气涡轮发动机驱动的发电机,并且其中,所述发电机可操作为响应于所述第二控制信号向所述电池提供电压。
4. 根据权利要求1所述的飞机,其中,所述飞行控制器可操作为生成指示下降请求的第三控制信号,并且其中,所述电动推进发动机响应于所述第三控制信号以再生模式被占用,以为电池充电。
5. 根据权利要求1所述的飞机,还包括用于检测所述燃气涡轮发动机的推力损失的传感器,并且其中,所述飞机推进控制器还可操作用于响应于检测到所述推力损失而占用所述电动推进发动机。
6. 根据权利要求1所述的飞机,其中,所述飞行控制器是飞机节气门控件。
7. 根据权利要求1所述的飞机,其中,所述飞机推进控制器还可操作用于响应于所述第二控制信号而减小所述燃气涡轮发动机的推力。
8. 根据权利要求1所述的飞机,其中,所述再充电请求是响应于在电池中保留足够的能量以将所述飞机推进到着陆而生成的。
9. 一种方法,包括:
 经由输入端接收指示爬升操作的第一控制信号;
 响应于所述控制信号而占用燃气涡轮发动机;
 响应于所述控制信号而占用电动推进发动机;
 经由所述输入端接收指示巡航操作的第二控制信号;以及
 响应于所述第二控制信号而解除占用所述电动推进发动机。
10. 根据权利要求9所述的方法,还包括响应于所述第二控制信号使所述电动推进发动机缩回到飞机机身中。
11. 根据权利要求9所述的方法,还包括响应于所述第二控制信号用从所述燃气涡轮发动机衍生的电力为电池充电。
12. 根据权利要求9所述的方法,接收指示下降操作的第三控制信号,并且响应于所述第三控制信号而占用所述电动推进发动机的再生模式,以为电池充电。
13. 根据权利要求9所述的方法,还包括检测所述燃气涡轮发动机的推力损失,并且响应于检测到所述推力损失而占用所述电动推进发动机。
14. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述电动推进发动机包括多于一个的电动推进发动机。
15. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述输入端是飞机节气门控件。

16. 根据权利要求9所述的方法,还包括响应于所述第二控制信号而减小所述燃气涡轮发动机的推力。

17. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述第一控制信号和所述第二控制信号是由飞机推进控制器生成的。

18. 一种飞机,包括:

燃气涡轮发动机;

电动推进发动机;

飞机控制器,用于生成指示爬升请求的第一控制信号和指示巡航请求的第二控制信号;以及

飞机推进控制器,可操作为响应于所述第一控制信号而占用所述燃气涡轮发动机和所述电动推进发动机,并且响应于所述第二控制信号而解除占用所述电动推进发动机。

19. 根据权利要求18所述的飞机,还包括电池,并且其中,所述电池可操作为响应于所述第二控制信号从所述燃气涡轮发动机接收电压。

20. 根据权利要求18所述的飞机,其中,所述飞机控制器可操作用于生成指示下降请求的第三控制信号,并且其中,所述飞机推进控制器可操作为响应于所述第三控制信号而占用所述电动推进发动机的再生模式,以为电池充电。

混合喷气电动飞机

技术领域

[0001] 技术领域总体上涉及用于飞机的推进系统,并且更具体地涉及飞机推进、飞机航空电子系统、推进和航空电子算法以及配备有电动推进系统以在飞机操作期间提供补充推力的飞机。

背景技术

[0002] 通常,在飞机操作期间,使用多个发动机(诸如涡轮风扇发动机)向飞机提供前推力,以便起飞、爬升、巡航、下降和着陆。每个发动机可以提供最大推力量,诸如17000磅的推力,并且发动机的总组合推力用于推进飞机。通常,起飞和爬升时需要最大推力量。通常需要减小的推力量来保持高空的飞机巡航速度。在该巡航阶段期间,发动机通常设置为减小的推力,诸如80%。在巡航期间,发动机不提供最大输出,并且飞机运送未使用的发动机能力和重量。这样,期望提供推进系统、飞行控制算法和飞机,它们贯穿所有飞行阶段提供方便且改进的飞行推进系统。另外,结合附图和该背景技术,根据随后的概述和详细描述以及所附的权利要求,其他期望的特征和特性将变得显而易见。

[0003] 在该背景技术部分中公开的以上信息仅用于增强对本发明的背景技术的理解,因此其可能包含不构成该国本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0004] 本文公开了飞行推进系统、飞行推进航空电子、控制算法、飞机和用于供应飞机的相关控制逻辑、用于制造这种系统的方法和用于操作这种系统的方法以及配备有机载控制系统的其他交通工具。通过示例而非限制的方式,提出了一种采用涡轮和电动发动机推进的双重飞机推进系统。

[0005] 在第一非限制性实施例中,飞行推进系统可以包括但不限于飞机,其包括电动推进发动机;燃气涡轮发动机;飞行控制器,用于生成指示爬升请求的第一控制信号和指示巡航请求的第二控制信号;以及飞机推进控制器,可操作为响应于第一控制信号而占用电动推进发动机和燃气涡轮发动机,并且响应于第二控制信号而解除占用电动推进发动机。

[0006] 根据本公开的另一方面,一种方法,该方法用于经由输入端接收指示爬升操作的第一控制信号;响应于控制信号而占用燃气涡轮发动机;响应于控制信号而占用电动推进发动机;经由输入端接收指示巡航操作的第二控制信号;以及响应于第二控制信号而解除占用电动推进发动机。

[0007] 根据本公开的另一方面,一种飞机,其包括燃气涡轮发动机;电动推进发动机;飞机控制器,用于生成指示爬升请求的第一控制信号和指示巡航请求的第二控制信号;以及飞机推进控制器,可操作为响应于第一控制信号而占用燃气涡轮发动机和电动推进发动机,并且响应于第二控制信号而解除占用电动推进发动机。

[0008] 当结合附图考虑时,根据优选实施例的以下详细描述,本公开的以上优点以及其他优点和特征将显而易见。

附图说明

[0009] 通过参考以下结合附图对本发明实施例的描述,本发明的上述和其他特征和优点以及实现它们的方式将变得更加显而易见,并且系统和方法将被更好地理解。

[0010] 图1A示出了根据本公开的教导的示例性混合喷气电动飞机的俯视图。

[0011] 图1B示出了根据本公开的教导的示例性混合喷气电动飞机的侧视图。

[0012] 图2是示出了根据本公开的实现混合喷气电动飞机推进系统的系统的非限制性实施例的简化框图。

[0013] 图3示出了流程图,该流程图示出了根据本公开的教导的用于执行混合喷气电动飞机推进系统的方法的非限制性实施例。

[0014] 图4示出了流程图,该流程图示出了根据本公开的教导的用于执行混合喷气电动飞机推进系统的方法的非限制性实施例。

[0015] 图5是示出了根据本公开的用于混合喷气电动飞机推进系统的系统的另一非限制性实施例的简化框图。

[0016] 图6示出了流程图,该流程图示出了根据本公开的教导的用于实现混合喷气电动飞机推进系统的方法的另一非限制性实施例。

[0017] 本文阐述的示例说明了本公开的优选实施例,并且这些示例不应被解释为以任何方式限制本公开的范围。

具体实施方式

[0018] 以下详细描述本质上仅是示例性的,而且并不旨在限制本发明或本发明的应用和使用。此外,并不旨在受到在前述背景技术或以下详细描述中提出的任何理论的约束。

[0019] 提供了航空电子显示系统、航空电子算法和飞机的各种非限制性实施例。总体上,本文的公开内容描述了用于使用一个或多个电动推进发动机向采用涡轮风扇发动机的飞机提供增大的推力的系统和方法。

[0020] 现在转到图1A,示出了根据本公开的实施例的示例性混合喷气电动飞机100的俯视图。示例性混合喷气电动飞机包括单个喷气/涡轮风扇发动机130和具有第一电动发动机110A和第二电动发动机110B的电动推进系统。电动发动机110A、110B可以用于在起飞期间补充推力,并且可以在飞行中关闭。随附的电动系统电力管理系统可以允许创新的机会来保存燃料,诸如在下降期间使用再生电力提取来为电池充电以及在接近目的地时使用电动推进来节省燃料。电力推进和能量存储仅需要足够用于起飞和在起飞时立即返回着陆,然后可以随着飞机爬升和开始飞行而进行充电,使得充足的能量可用于最初返回出发机场,并且一旦在巡航中建立则进行成功的改道。在飞行的终点附近,随着飞机接近目的地,可以使用电能在减小的喷气燃料消耗下完成飞行。补充技术(诸如主轮上的再生制动以及经由主轮的电动滑行和起飞辅助)可以帮助进行电力管理和性能提高。如果涡轮风扇发动机130发生故障,则控制第一电动发动机110A和第二电动发动机110B的电力推进系统可以被快速地激活,从而提供足够的推力来进行安全着陆。

[0021] 现在转到图1B,示出了根据本公开的实施例的示例性混合喷气电动飞机150的侧视图。示例性飞机150示出了居中安装的涡轮喷气发动机160和右侧电动发动机155。

[0022] 现在转到图2,示出了说明用于实现混合喷气电动飞机的示例性飞机系统200的框

图。示例性飞机系统200包括涡轮发动机215、电动发动机210、发电机225、电池230、电动推进控制器240、涡轮推进控制器220、飞机推进控制器250、飞行控制器260和飞行控制表面270。

[0023] 示例性飞机系统200可以包括用作飞机的主要推进源的涡轮发动机215。涡轮发动机215可以是旋转式以汽油为动力的发动机,其通常包括进气口,进气口后面是空气压缩机。然后,压缩空气被馈送到一个或多个燃烧室,然后将其用于为涡轮提供动力。然后,被提供动力的涡轮可操作为向飞机提供推力。可替代地,涡轮发动机215可以用冲压压缩或非连续燃烧发动机代替,诸如脉冲喷气、马达喷气或脉冲爆震发动机,或者使常规推进器旋转的活塞发动机。尽管以单个涡轮发动机215来描述示例性系统,但是飞机可以配备有多个涡轮发动机,因为设计可能需要,并且仍然采用所要求保护的实施例的方面。

[0024] 在示例性实施例中,涡轮发动机215可以包括发电机225,诸如恒速驱动(CSD)发电机。发电机225可以用于为飞机上的电子系统供电以及对电池230进行再充电。例如,CSD发电机可以从涡轮发动机215的输入轴提取能量以驱动齿轮式旋转平移机构,使得输出轴以恒定速率旋转。然后,发电机225可以使用来自涡轮发动机215的输出轴的旋转能量来生成电力。

[0025] 电动发动机210是用于使用来自电池230、太阳能板和/或风力发电机235、发电机225或其他电力源的电力向飞机提供前推力的飞机推进发动机。响应于来自电动推进控制器240的控制信号,电动发动机210可以接收控制指令,诸如推力水平、再生模式激活等。尽管以单个电动发动机210来描述示例性系统,但是飞机可以配备有多个电动发动机,因为设计可能需要,并且仍然采用所要求保护的实施例的方面。在示例性实施例中,电动发动机210可以在飞机在高空操作期间缩回到飞机机身中,以减小空气动力学阻力并增加燃料效率。它可以包括其他特征,以在不使用时减小空气动力学阻力,诸如顺桨叶片或以空气动力学方式阻塞入口的方法。

[0026] 电池230可以是锂离子、镍氢、铅酸或超级电容器电池,或者它们的任何组合。电池230可以用于响应于来自电动推进控制器240的控制信号而为电动发动机210供电。电池230还可以用于为其他飞机系统供电。电池230可以由涡轮发动机215中的发电机225进行充电,或者诸如在着陆期间响应于电动发动机210的再生操作进行充电。

[0027] 使用电动推进控制器240来生成用于控制电动发动机210和电池230的控制信号。电动推进控制器240可操作为从飞机推进控制器250接收控制信号,该飞机推进控制器250用于总体飞机推进控制。由飞机推进控制器250生成的控制信号可以包括推力水平、再生充电的占用(engagement)等。飞机推进控制器250还可以用于生成控制信号,以耦合到用于控制涡轮发动机215的涡轮推进控制器220。

[0028] 示例性系统200还可以包括飞行控制器260,该飞行控制器260用于生成控制信号以耦合到涡轮推进控制器220和电动推进控制器240,以便控制集成了电力和燃烧推进二者的飞机推进。飞行控制器260可以操作为接收来自飞行员控件(control)的控制信号,并且可以操作为接收来自飞机传感器的其他飞行数据。飞行控制器260还可以生成控制信号以在飞机操作期间控制一个或多个飞行控制表面270的操作。

[0029] 现在转到图3,示出了流程图,该流程图示出了根据本公开的教导的提供混合喷气电动飞机操作的方法300的非限制性实施例。首先,该方法可操作为接收310指示起飞调动

的控制信号。指示起飞调动的控制信号可以响应于飞行员输入(诸如节气门或推力控制器的调整)由飞机飞行控制器生成。

[0030] 响应于接收到指示起飞调动的控制信号,该方法接下来可操作为以控制信号所指示的推力水平占用(engage)涡轮发动机和电动发动机。另外,响应于控制信号,涡轮发动机和电动发动机可以以不同的推力水平被占用。例如,在起飞期间,涡轮发动机可以以100%或接近100%被占用,并且电动发动机的占用可以从0%推力逐渐增加到起飞速度下的100%推力,使得飞机乘员不会体验到过度的加速。当飞机爬升或上升时,电动发动机可以以100%推力被占用,以向由涡轮发动机提供的推力提供附加推力。

[0031] 在上升期间,该方法可操作为确定325飞机的高度。可以响应于高度计或其他高度测量传感器的输出来确定飞机的高度。接下来,该方法可操作为响应于所确定的高度来确定330是否已经达到巡航高度。可替代地,该方法可以操作为响应于飞行员输入(诸如控制杆的定位和/或推力或飞机节气门控件的减小)来确定是否已经达到巡航高度。

[0032] 响应于确定已经达到巡航高度或需要减小的推力的推力的高度,该方法接下来可操作为解除占用(disengage)340电动发动机。响应于解除占用电动发动机,然后可以仅通过涡轮发动机或其他燃烧发动机来推进飞机。在一个示例性实施例中,该方法可以操作为使电动发动机缩回350到飞机机身中。当飞机以仅由涡轮发动机提供的推力进行操作时,电动发动机可以缩回以减小空气动力学阻力。接下来,该方法可以操作为对用于向电动发动机供电的电池充电360。电池可以通过由涡轮提供动力的发电机充电。可替代地,电池可以通过太阳能板、风动发电机等充电。在该示例性实施例中,来自涡轮发动机的推力通过由电动发动机提供的推力而增大,以便为飞机起飞和爬升至巡航高度提供充足的推力。一旦处于巡航高度,则涡轮发动机可以为飞机在高空操作提供足够的推力。在需要超过涡轮发动机的能力的附加推力的情况下,诸如爬升至更高的高度或涡轮发动机发生故障,可以重新占用电动发动机。可能希望在巡航飞行快结束时占用电动发动机,以使用存储在电池中的任何能量,从而减少涡轮发动机使用的燃料量。从电池中获取的能量将在下降期间进行替换。

[0033] 现在转到图4,示出了流程图,该流程图示出了根据本公开的教导的提供混合喷气电动飞机操作的方法400的非限制性实施例。首先,该方法可操作为开始飞机的下降410。可以响应于经由控制设备(诸如控制杆)或推力减小或二者接收到的飞行员输入来开始下降。当飞机开始下降或降低高度时,该方法接下来可操作为部署420电动发动机。在部署电动发动机时,发动机可以在飞机机身中的缩回位置中开始该方法。然后,可以使用电动或液压马达和定位器将电动发动机部署到操作位置中。来自再生电动马达和飞行控制表面的增加的阻力的组合可以一起使用,以降低速度和/或增加下降中的飞机的接近角。

[0034] 接下来,该方法可操作为占用430电动马达的再生充电模式。再生充电模式具有双重优势,即,响应于由于迎面而来的气压所导致的电动马达的旋转为电池充电,以及为飞机提供增加的阻力以降低速度。增加的降低可以与飞行控制表面的减少的部署结合采用。然后,该方法可以操作为响应于电动发动机的再生充电模式而为电池充电440。

[0035] 现在转到图5,示出了框图,该框图示出了用于提供混合喷气电动飞机的系统500。示例性系统500可以包括飞行控制器510、推进控制器520、电动发动机530、涡轮发动机540和电池550。

[0036] 在该示例性实施例中,电动发动机530可以是一个或多个飞机电动推进发动机。在

示例性实施例中,电动发动机530由电池550提供电压。电动发动机530可以是可缩回的,以便缩回并存储在飞机机身或机翼内(类似于起落架),以便在高空飞机操作期间(诸如巡航期间)减小空气动力学阻力。电动发动机530还可以具有再生模式,其中电动发动机530作为风动发电机进行操作。该再生模式可以有利地用于生成电压以为电池550充电,并增加空气动力学阻力以便降低飞机的速度。

[0037] 示例性系统还包括燃气涡轮发动机540。在该示例性实施例中,使用燃气涡轮发动机540作为飞机的主要推进源。在需要附加推力的情况(诸如起飞、爬升)期间或在燃气涡轮发动机540损失功能期间,燃气涡轮发动机540可以提供具有由电动发动机530提供的附加推力的水平或推力。燃气涡轮发动机540可以居中安装在飞机机尾或机身上。燃气涡轮发动机540还可以包括用于向其他飞机系统提供电压并用于为电池550充电的一体式发电机。

[0038] 在该示例性实施例中,飞行控制器510可操作用于生成指示爬升请求的第一控制信号和指示巡航请求的第二控制信号。飞行控制器510可以从诸如控制杆、推力杆和其他驾驶舱控制器的飞机控制器接收控制信号。飞行控制器510还可以操作为生成指示下降请求的第三控制信号,并且其中电动推进发动机530响应于第三控制信号以再生模式被占用,以为电池550充电。

[0039] 飞机推进控制器520可操作为响应于第一控制信号而占用电动推进发动机530和燃气涡轮发动机540,并且响应于第二控制信号而解除占用电动推进发动机530。飞机推进控制器520还可以操作为响应于第二控制信号而减小燃气涡轮发动机540的推力。示例性系统500还可以包括用于检测燃气涡轮发动机540的推力损失的传感器,并且其中飞机推进控制器520还可操作为响应于检测到推力损失而占用电动推进发动机530。

[0040] 在另一示例性实施例中,系统500是包括燃气涡轮发动机540和电动推进发动机530的飞机。示例性飞机还可以包括飞行控制器510,诸如飞机控制器,用于生成指示爬升请求的第一控制信号和指示巡航请求的第二控制信号;以及飞机推进控制器520,可操作为响应于第一控制信号而占用燃气涡轮发动机540和电动推进发动机530,并且响应于第二控制信号而解除占用电动推进发动机。示例性飞机还可以包括电池550,并且其中电池550可操作为响应于第二控制信号从燃气涡轮发动机540接收电压。在示例性实施例中,飞行控制器510还可以操作为生成指示下降请求的第三控制信号,并且其中飞机推进控制器可操作为响应于第三控制信号而占用电动推进发动机的再生模式,以为电池充电。

[0041] 现在转到图6,示出了流程图,该流程图示出了提供混合喷气电动飞机操作的方法600的另一非限制性实施例。

[0042] 首先,该方法可操作为经由输入端(input)接收610指示爬升操作的第一控制信号。在第一示例性实施例中,输入端可以是飞机控制杆。第一控制信号可以由飞行控制器响应于飞行控制算法或响应于飞行员输入而生成。在示例性实施例中,第一控制信号还可以指示飞机起飞模式。

[0043] 接下来,该方法可操作为响应于控制信号而占用620燃气涡轮发动机,并且响应于控制信号而占用630电动推进发动机。在起飞和上升期间,电动推进发动机向涡轮发动机提供增大的推力,以获得初始速度和高度。

[0044] 接下来,该方法可操作为经由输入端接收640指示巡航操作的第二控制信号。响应于第二控制信号,该方法可操作为解除占用650电动推进发动机。在巡航时,燃气涡轮

发动机可以提供足够的推力以保持高空的空速,无需电动发动机的附加推力增加。该方法还可以在巡航模式期间操作为响应于第二控制信号而减小燃气涡轮发动机的推力。在另一示例性实施例中,该方法可以操作于响应于第二控制信号使电动推进发动机缩回660到飞机机身中。电动发动机可以缩回,诸如缩回到飞机机身中或折叠到更符合空气动力学的位置中,以便减少飞行期间飞机上的阻力。

[0045] 接下来,该方法可操作于响应于第二控制信号用从燃气涡轮发动机衍生的电力为电池充电670。燃气涡轮发动机可以配备有发电机,以向飞机电力系统提供操作电力并对机载电池进行再充电。发电机可以操作为对电池进行再充电,该电池可能在起飞和爬升操作期间已经部分耗尽,并用电动发动机来增加。

[0046] 接下来,该方法可操作于接收680指示下降操作的第三控制信号,并且响应于第三控制信号而占用电动推进发动机的再生模式,以为电池充电。该方法还可以包括检测燃气涡轮发动机的推力损失,并且响应于检测到推力损失而伸出并占用电动推进发动机。

[0047] 尽管在本发明的前述详细描述中已经提出了至少一个示例性实施例,但是应当理解,存在大量的变型。还应当理解,示例性实施例或多个示例性实施例仅是示例,并且不旨在以任何方式限制本发明的范围、适用性或配置。相反,前述详细描述将为本领域技术人员提供用于实现本发明的示例性实施例的便利路线图。应当理解,在不脱离如所附权利要求书中阐述的本发明的范围的情况下,可以在示例性实施例中描述的元件的功能和布置上进行各种改变。

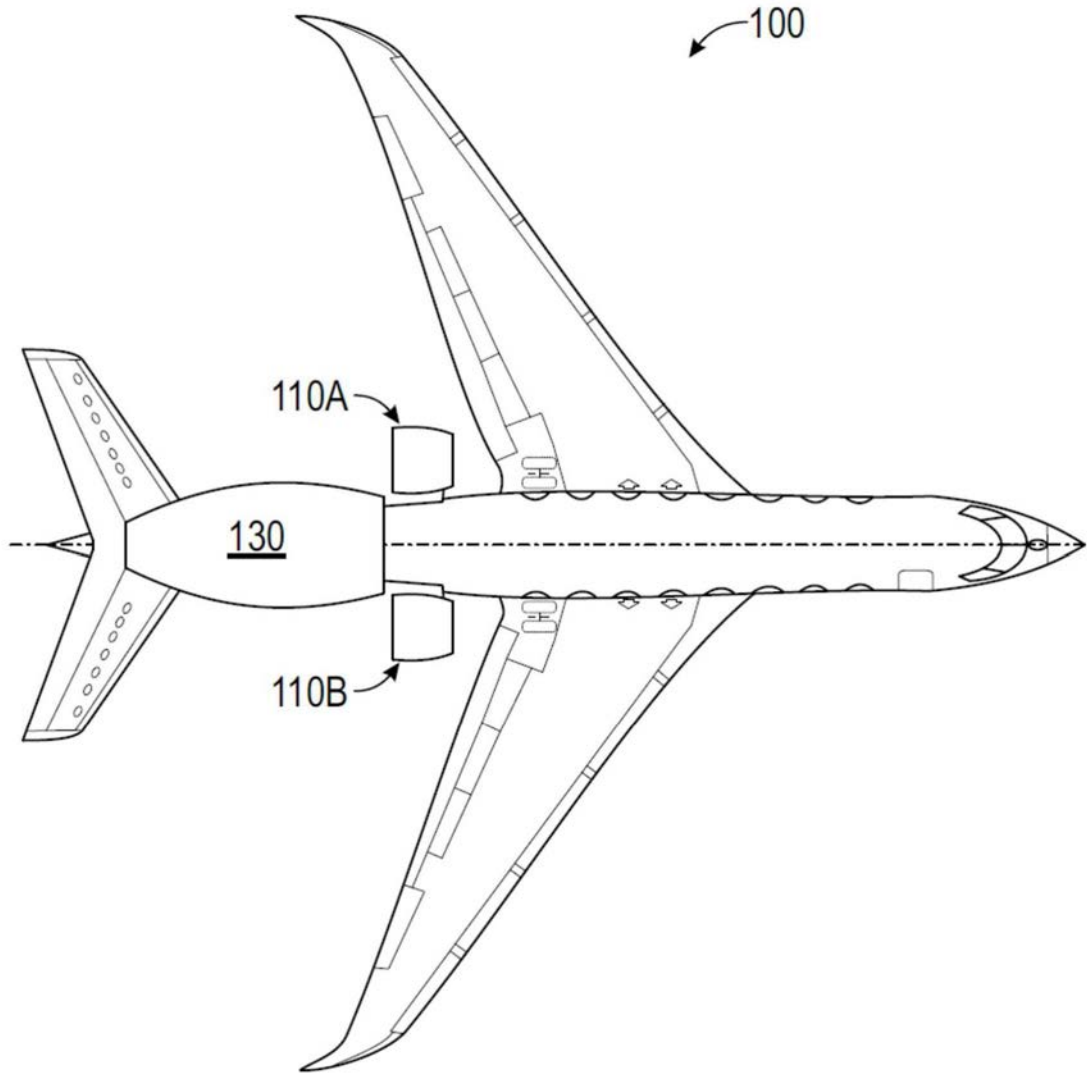


图1A

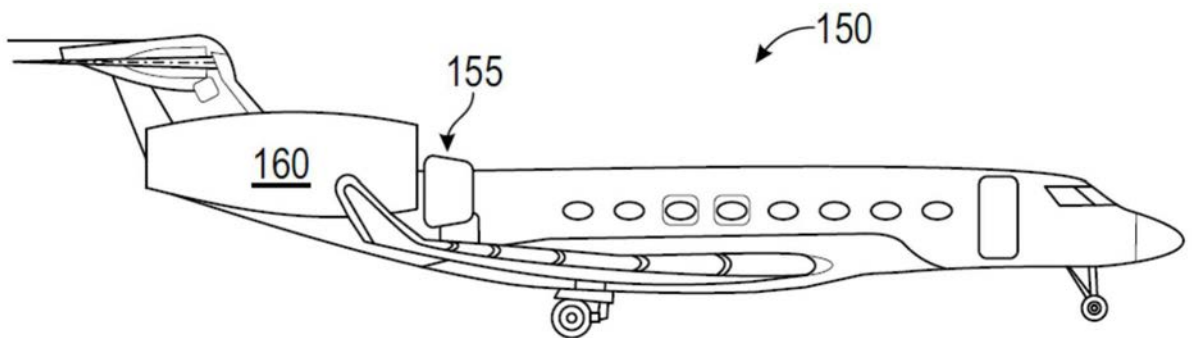


图1B

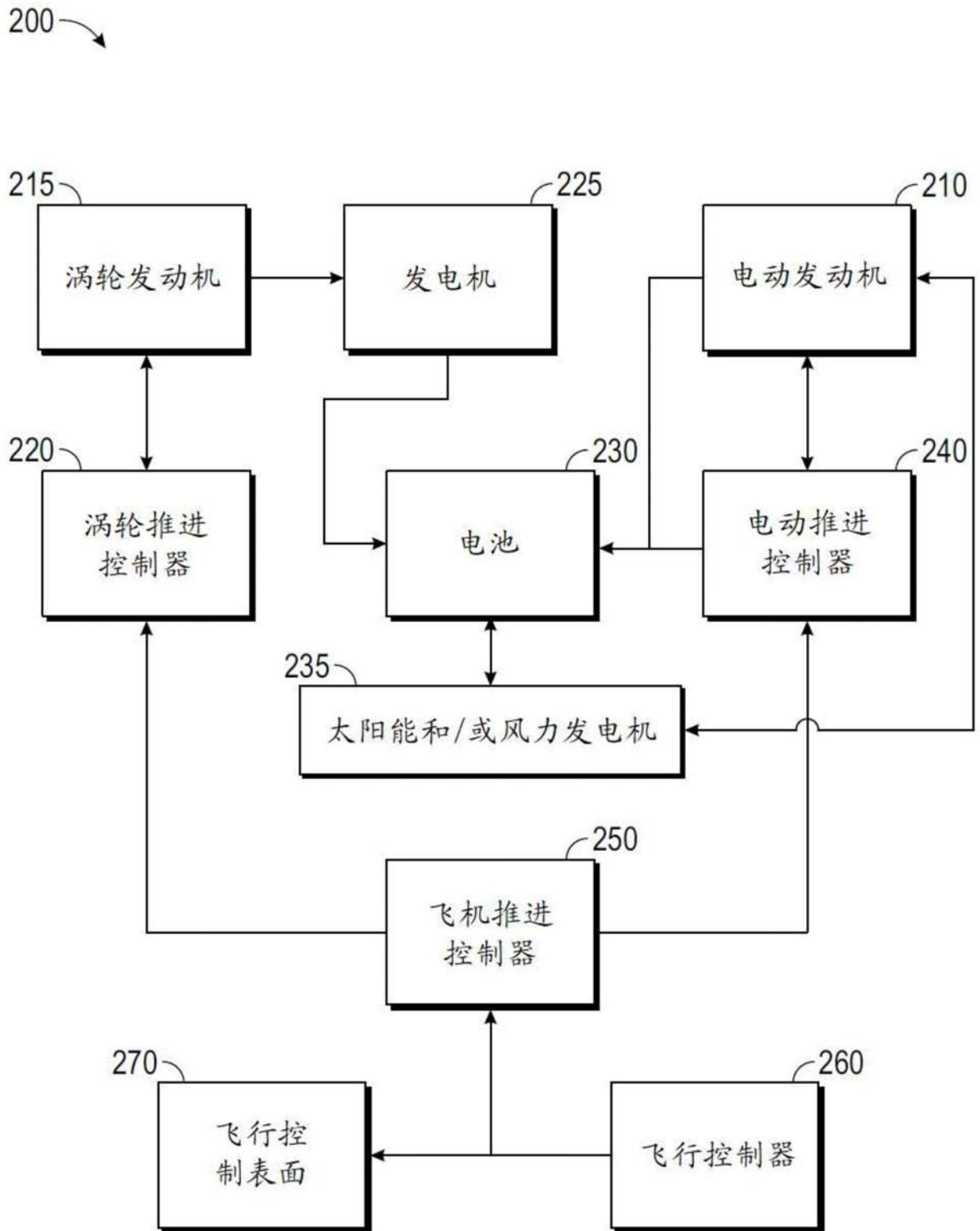


图2

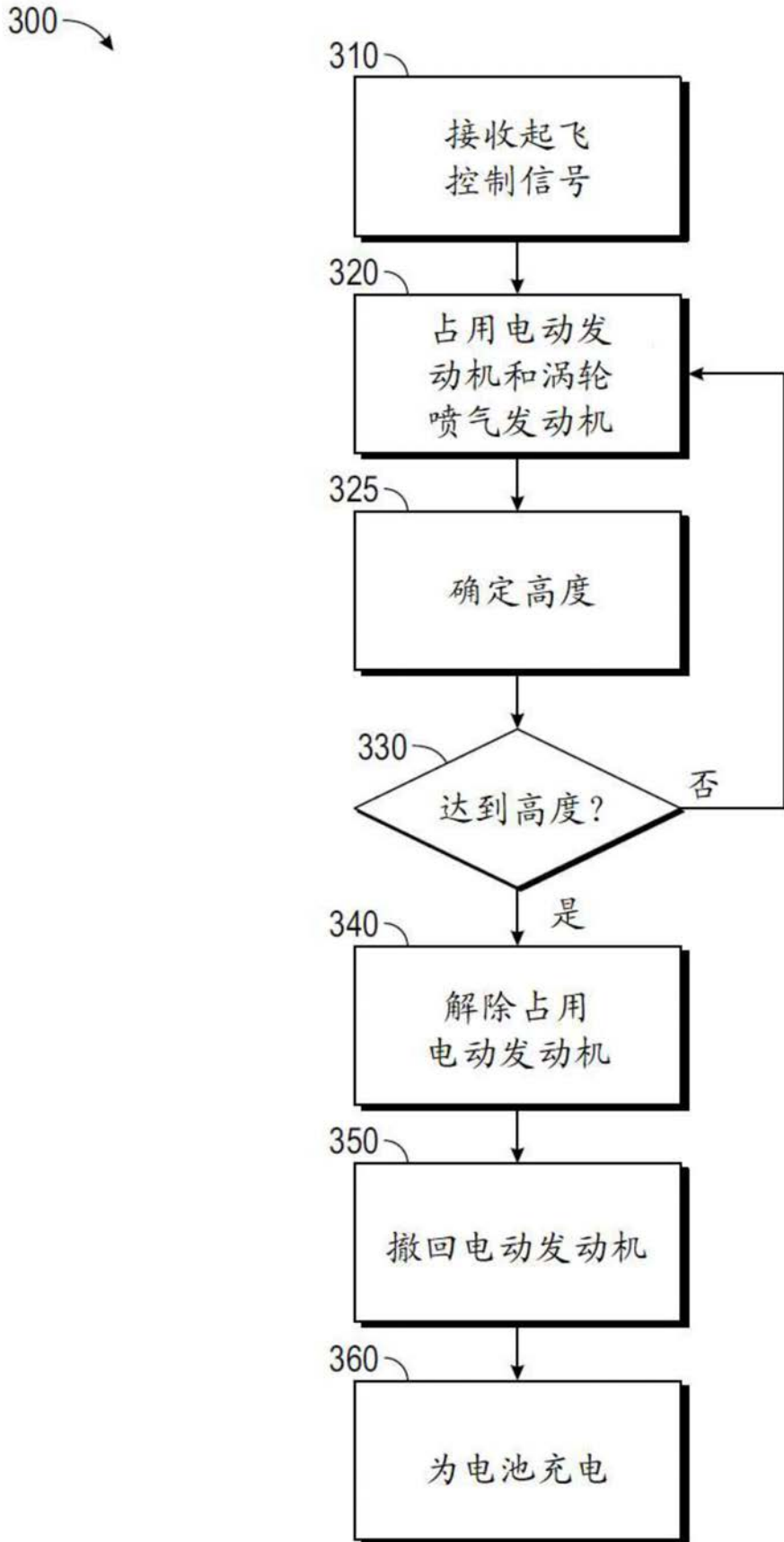


图3

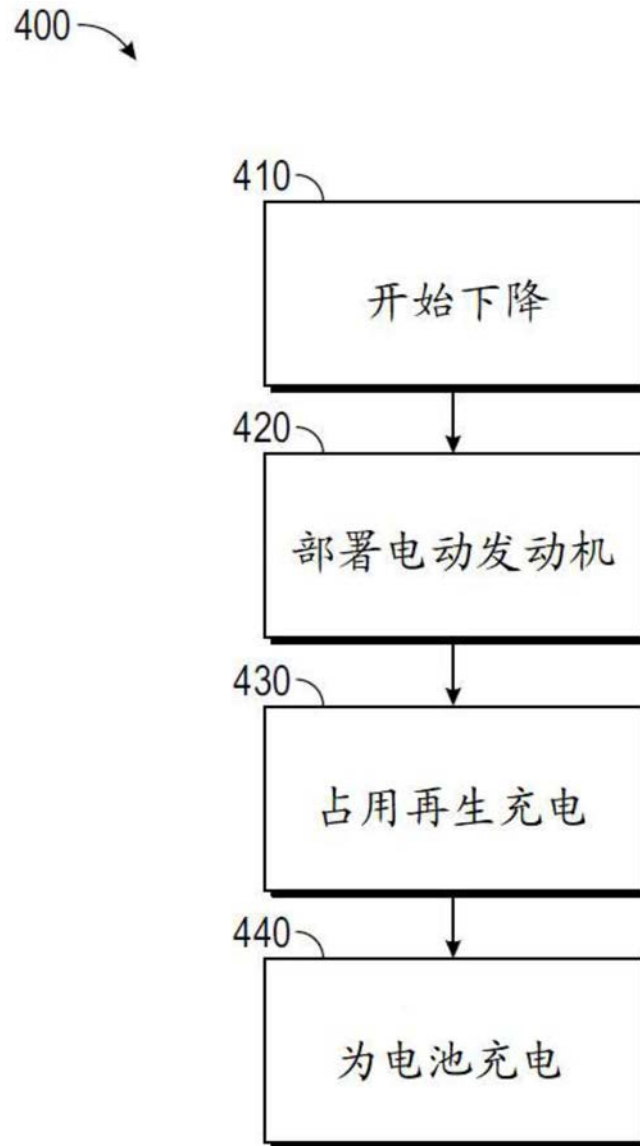


图4

500

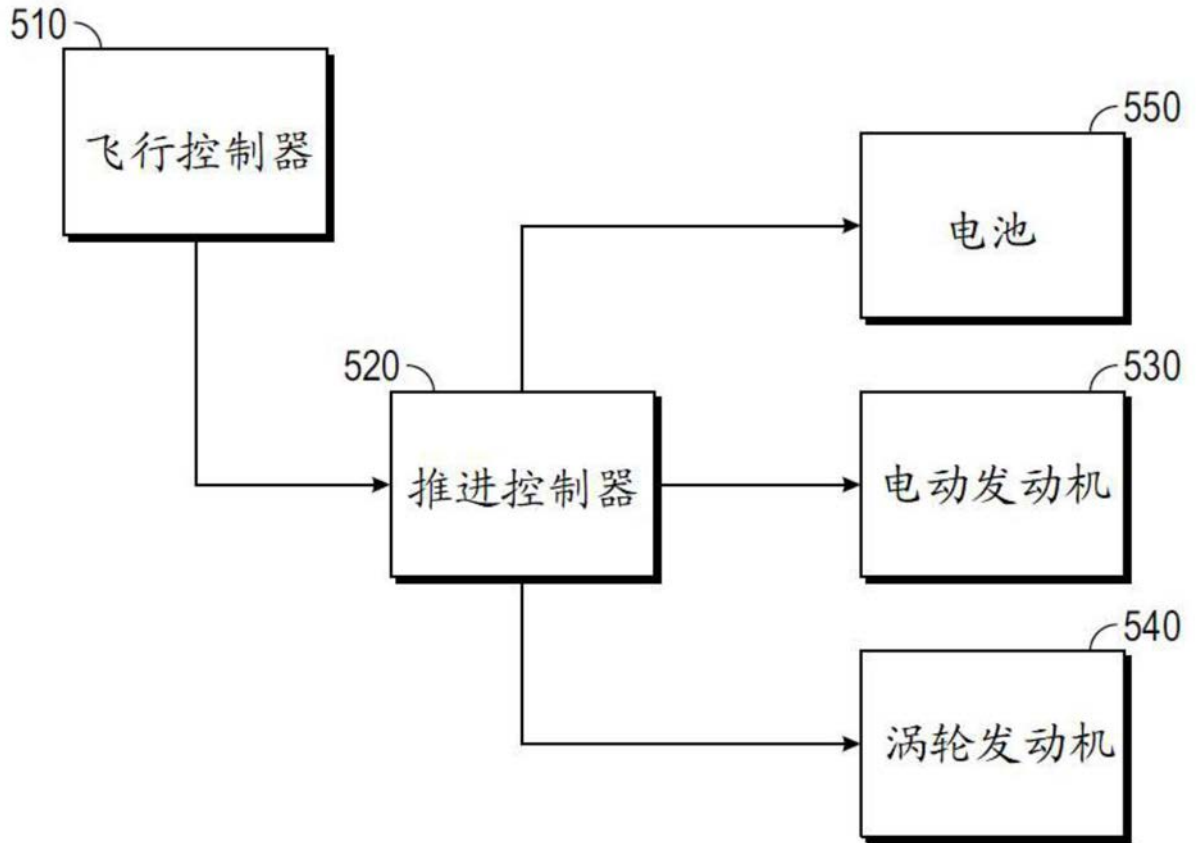


图5

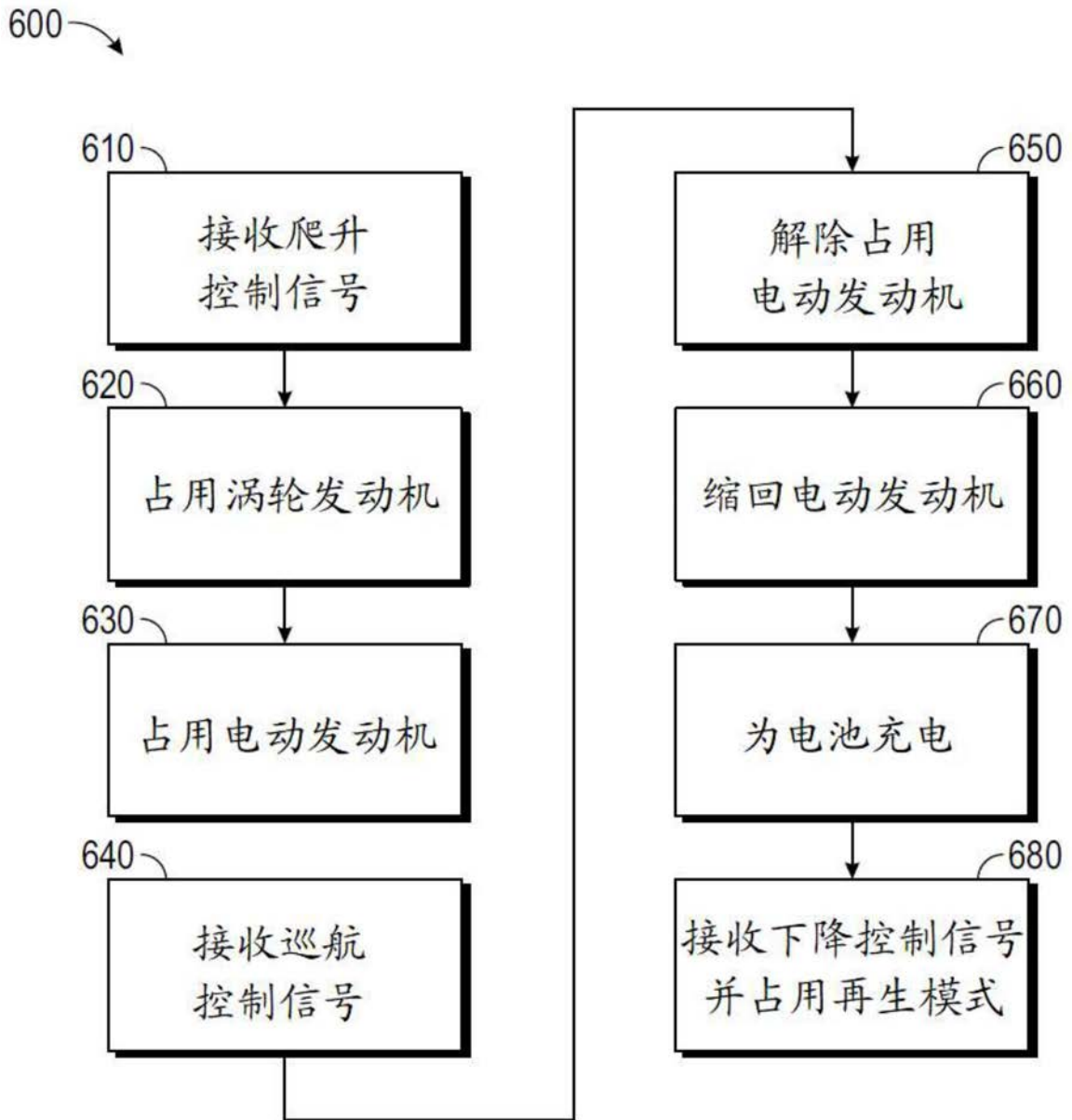


图6