



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111284706 A

(43)申请公布日 2020.06.16

(21)申请号 201911241772.3

(22)申请日 2019.12.06

(30)优先权数据

16/211972 2018.12.06 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 N.T.摩尔 A.J.弗勒明

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 杨忠 金飞

(51)Int.Cl.

B64D 13/06(2006.01)

B64D 33/10(2006.01)

B64D 27/24(2006.01)

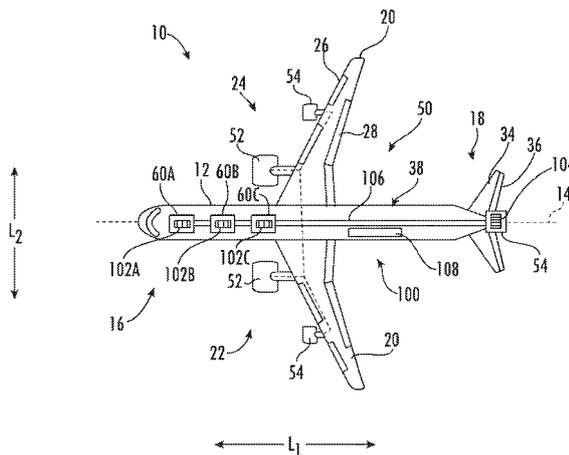
权利要求书1页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

用于包括电推进发动机的飞行器的热管理系统

(57)摘要

本发明涉及用于包括电推进发动机的飞行器的热管理系统。一种飞行器包括：飞行器热源；推进系统，其包括电推进发动机，电推进发动机包括电动机和能够通过电动机而旋转的风扇，电推进发动机进一步限定风扇空气流径；热管理系统，其包括与飞行器热源成热连通的热源换热器、与电推进发动机的风扇空气流径成热连通的散热器换热器，以及从热源换热器延伸到散热器换热器的热分配总线；以及控制系统，其可操作地连接到热管理系统，以用于将散热器换热器与热源换热器选择性地热耦合。



1. 一种飞行器,包括:

飞行器热源;

推进系统,其包括电推进发动机,所述电推进发动机包括电动机和能够通过所述电动机而旋转的风扇,所述电推进发动机进一步限定风扇空气流径;

热管理系统,其包括与所述飞行器热源成热连通的热源换热器、与所述电推进发动机的所述风扇空气流径成热连通的散热器换热器,以及从所述热源换热器延伸到所述散热器换热器的热分配总线;以及

控制系统,其可操作地连接到所述热管理系统,以用于将所述散热器换热器与所述热源换热器选择性地热耦合。

2. 根据权利要求1所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器热源是航空电子系统热源、座舱热源、飞行器环境控制系统热源、燃烧发动机热源、非生物热源或液压负载热源。

3. 根据权利要求1所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器进一步包括:

成对的机翼,其中热源换热器沿着所述飞行器的纵向方向与所述成对的机翼对齐,或沿着所述飞行器的所述纵向方向定位在所述成对的机翼的前方,并且其中所述散热器换热器沿着所述飞行器的所述纵向方向定位在所述成对的机翼的后方。

4. 根据权利要求1所述的飞行器,其特征在于,所述电推进发动机是边界层吸入风扇。

5. 根据权利要求4所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器包括限定后端的机身,并且其中所述边界层吸入风扇在所述后端处联接到所述机身。

6. 根据权利要求1所述的飞行器,其特征在于,所述电推进发动机包括外机舱,并且其中所述风扇空气流径是部分地由所述外机舱限定的管道式空气流径。

7. 根据权利要求6所述的飞行器,其特征在于,所述电推进发动机包括导叶级,并且其中所述散热器换热器联接到所述导叶级、所述外机舱或两者,或者与所述导叶级、所述外机舱或两者集成。

8. 根据权利要求7所述的飞行器,其特征在于,所述导叶级是入口导叶级。

9. 根据权利要求1所述的飞行器,其特征在于,所述热管理系统包括流调节装置,所述流调节装置能够与所述热分配总线一起操作,以用于使通过所述热分配总线的热流体的流变化,并且其中所述控制系统可操作地联接到所述流调节装置。

10. 根据权利要求9所述的飞行器,其特征在于,所述流调节装置是定位成与所述热分配总线成流连通的可变通量阀、定位成与所述热分配总线成流连通的热流体泵,或两者。

## 用于包括电推进发动机的飞行器的热管理系统

### 技术领域

[0001] 本主题大体上涉及一种用于包括电推进发动机的飞行器的热管理系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 常规商用飞行器大体上包括机身、成对的机翼以及提供推力的推进系统。推进系统典型地包括至少两个飞行器发动机,诸如涡轮风扇喷气发动机。各个涡轮风扇喷气发动机安装到飞行器的机翼中的相应的一个,诸如在机翼下方的悬挂位置。然而,最近的飞行器已提出电推进系统或混合电推进系统,其包括电推进发动机,诸如电风扇。

[0003] 不管所利用的推进系统如何,在飞行器的某些操作状况期间,飞行器的多种系统都可生成相对大的量的热。例如,飞行器的环境控制系统可基于飞行器的环境状况来生成变化的量的热。某些飞行器包括冲压(ram)式空气热交换器,其能够在多种飞行器系统生成相对大的量的热的状况期间部署,以排出这样的热。

[0004] 然而,冲压式空气热交换器可在飞行器上引起不合期望地大的量的额外阻力,从而降低飞行器的总体效率。因此,能够从多种飞行器系统排出热(当这样的系统生成相对大的量的热时)的飞行器将是有益的。

### 发明内容

[0005] 本发明的方面和优点将在以下描述中得到部分阐述,或可根据描述而为显然的,或可通过实践本发明而认识到。

[0006] 在本公开的一个示例性实施例中,提供了一种飞行器。飞行器包括:飞行器热源;推进系统,其包括电推进发动机,电推进发动机包括电动机和能够通过电动机而旋转的风扇,电推进发动机进一步限定风扇空气流径;热管理系统,其包括与飞行器热源成热连通的热源换热器、与电推进发动机的风扇空气流径成热连通的散热器换热器,以及从热源换热器延伸到散热器换热器的热分配总线;以及控制系统,其可操作地连接到热管理系统,以用于将散热器换热器与热源换热器选择性地热耦合。

[0007] 在某些示例性实施例中,飞行器热源是航空电子系统热源、座舱热源、飞行器环境控制系统热源、燃烧发动机热源、非生物热源或液压负载热源。

[0008] 在某些示例性实施例中,飞行器进一步包括成对的机翼,其中热源换热器沿着飞行器的纵向方向与成对的机翼对齐,或沿着飞行器的纵向方向定位在成对的机翼的前方,并且其中散热器换热器沿着飞行器的纵向方向定位在成对的机翼的后方。

[0009] 在某些示例性实施例中,电推进发动机是边界层吸入(ingestion)风扇。

[0010] 例如,在某些示例性实施例中,飞行器包括限定后端的机身,并且其中边界层吸入风扇在后端处联接到机身。

[0011] 在某些示例性实施例中,电推进发动机包括外机舱,并且其中风扇空气流径是部分地由外机舱限定的管道式空气流径。

[0012] 例如,在某些示例性实施例中,电推进发动机包括导叶级,并且其中散热器换热器联接到导叶级、外机舱或两者,或者与导叶级、外机舱或两者集成。

[0013] 例如,在某些示例性实施例中,导叶级是入口导叶级。

[0014] 在某些示例性实施例中,热管理系统包括流调节装置,其能够与热分配总线一起操作以用于使通过热分配总线的热流体的流变化,并且其中控制系统可操作地联接到流调节装置。

[0015] 例如,在某些示例性实施例中,流调节装置是定位成与热分配总线成流连通的可变量阀、定位成与热分配总线成流连通的热流体泵,或两者。

[0016] 在某些示例性实施例中,热管理系统是飞行器热管理系统,其中热源换热器是飞行器热源换热器,其中电推进发动机进一步包括发动机热管理系统,其中发动机热管理系统包括发动机热源换热器,并且其中发动机热源换热器与飞行器热气管理系统的散热器换热器成热连通。

[0017] 在某些示例性实施例中,热管理系统是飞行器热管理系统,其中热源换热器是飞行器热源换热器,其中散热器换热器是飞行器散热器换热器,其中电推进发动机进一步包括发动机热管理系统,其中发动机热管理系统包括发动机热源换热器和发动机散热器换热器,并且其中发动机散热器换热器也与风扇空气流径成热连通。

[0018] 例如,在某些示例性实施例中,飞行器散热器换热器和发动机散热器换热器串联地布置在风扇空气流径内、并联地布置在风扇空气流径内,或两者。

[0019] 在本公开的示例性方面,提供了一种用于操作飞行器的方法。该方法包括:接收指示飞行器的推进系统的电推进发动机的操作状况的数据;接收指示从与飞行器热源成热连通的热源换热器到与电推进发动机的风扇空气流径成热连通的散热器换热器的期望的热交换量的数据;以及基于接收到的指示电推进发动机的操作状况的数据和接收到的指示期望的热交换量的数据,控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者。

[0020] 在某些示例性方面,电推进发动机的操作状况是电推进发动机的风扇的速度。

[0021] 在某些示例性方面,控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者包括减小电推进发动机的风扇的速度。

[0022] 例如,在某些示例性方面,减小电推进发动机的风扇的速度包括将风扇在飞行器的飞行操作期间的速度减小到小于最大额定速度的百分之二十(20)。

[0023] 在某些示例性方面,控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者包括计量供给(meter)通过风扇空气流径的空气流,以促进提供从热源换热器到散热器换热器的期望的热交换量。

[0024] 在某些示例性方面,控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者包括控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量。

[0025] 例如,在某些示例性方面,控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量包括控制与在热源换热器与散热器换热器之间延伸的热总线成流连通的流调节装置。

[0026] 技术方案1. 一种飞行器,包括:

飞行器热源;

推进系统,其包括电推进发动机,所述电推进发动机包括电动机和能够通过所述电动

机而旋转的风扇,所述电推进发动机进一步限定风扇空气流径;

热管理系统,其包括与所述飞行器热源成热连通的热源换热器、与所述电推进发动机的所述风扇空气流径成热连通的散热器换热器,以及从所述热源换热器延伸到所述散热器换热器的热分配总线;以及

控制系统,其可操作地连接到所述热管理系统,以用于将所述散热器换热器与所述热源换热器选择性地热耦合。

[0027] 技术方案2. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器热源是航空电子系统热源、座舱热源、飞行器环境控制系统热源、燃烧发动机热源、非生物热源或液压负载热源。

[0028] 技术方案3. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器进一步包括:

成对的机翼,其中热源换热器沿着所述飞行器的纵向方向与所述成对的机翼对齐,或沿着所述飞行器的所述纵向方向定位在所述成对的机翼的前方,并且其中所述散热器换热器沿着所述飞行器的所述纵向方向定位在所述成对的机翼的后方。

[0029] 技术方案4. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述电推进发动机是边界层吸入风扇。

[0030] 技术方案5. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器包括限定后端的机身,并且其中所述边界层吸入风扇在所述后端处联接到所述机身。

[0031] 技术方案6. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述电推进发动机包括外机舱,并且其中所述风扇空气流径是部分地由所述外机舱限定的管道式空气流径。

[0032] 技术方案7. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述电推进发动机包括导叶级,并且其中所述散热器换热器联接到所述导叶级、所述外机舱或两者,或者与所述导叶级、所述外机舱或两者集成。

[0033] 技术方案8. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述导叶级是入口导叶级。

[0034] 技术方案9. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述热管理系统包括流调节装置,所述流调节装置能够与所述热分配总线一起操作,以用于使通过所述热分配总线的热流体的流变化,并且其中所述控制系统可操作地联接到所述流调节装置。

[0035] 技术方案10. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述流调节装置是定位成与所述热分配总线成流连通的可变通量阀、定位成与所述热分配总线成流连通的热流体泵,或两者。

[0036] 技术方案11. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述热管理系统是飞行器热管理系统,其中所述热源换热器是飞行器热源换热器,其中所述电推进发动机进一步包括发动机热管理系统,其中所述发动机热管理系统包括发动机热源换热器,并且其中所述发动机热源换热器与所述飞行器热管理系统的所述散热器换热器成热连通。

[0037] 技术方案12. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述热管理系统是飞行器热管理系统,其中所述热源换热器是飞行器热源换热器,其中所述散热器换热器是飞行器散热器换热器,其中所述电推进发动机进一步包括发动机热管理系统,其中所

述发动机热管理系统包括发动机热源换热器和发动机散热器换热器,并且其中所述发动机散热器换热器也与所述风扇空气流径成热连通。

[0038] 技术方案13. 根据任意前述技术方案所述的飞行器,其特征在于,所述飞行器散热器换热器和所述发动机散热器换热器串联地布置在所述风扇空气流径内、并联地布置在所述风扇空气流径内,或两者。

[0039] 技术方案14. 一种用于操作飞行器的方法,包括:

接收指示所述飞行器的推进系统的电推进发动机的操作状况的数据;

接收指示从与飞行器热源成热连通的热源换热器到与所述电推进发动机的风扇空气流径成热连通的散热器换热器的期望的热交换量的数据;以及

基于接收到的指示所述电推进发动机的所述操作状况的所述数据和接收到的指示所述期望的热交换量的所述数据,控制从所述热源换热器到所述散热器换热器的实际的热交换量、所述电推进发动机的操作参数或两者。

[0040] 技术方案15. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述电推进发动机的所述操作状况是所述电推进发动机的风扇的速度。

[0041] 技术方案16. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,控制从所述热源换热器到所述散热器换热器的实际的热交换量、所述电推进发动机的操作参数或两者包括减小所述电推进发动机的风扇的速度。

[0042] 技术方案17. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,减小所述电推进发动机的所述风扇的所述速度包括将所述风扇在所述飞行器的飞行操作期间的所述速度减小到小于最大额定速度的百分之二十(20)。

[0043] 技术方案18. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,控制从所述热源换热器到所述散热器换热器的实际的热交换量、所述电推进发动机的操作参数或两者包括计量供给通过所述风扇空气流径的空气流,以促进提供从所述热源换热器到所述散热器换热器的所述期望的热交换量。

[0044] 技术方案19. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,控制从所述热源换热器到所述散热器换热器的实际的热交换量、所述电推进发动机的操作参数或两者包括控制从所述热源换热器到所述散热器换热器的所述实际的热交换量。

[0045] 技术方案20. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,控制从所述热源换热器到所述散热器换热器的实际的热交换量包括控制与在所述热源换热器与所述散热器换热器之间延伸的热总线成流连通的流调节装置。

[0046] 参考以下描述和所附权利要求书,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解。结合在本说明书中并构成其部分的附图示出了本发明的实施例,并与描述一起用于阐释本发明的原理。

## 附图说明

[0047] 在参考附图的说明书中阐述了本发明(包括其最佳模式)的针对本领域普通技术人员的完整且充分的公开,在附图中:

图1是根据本公开的多种示例性实施例的飞行器的俯视图。

[0048] 图2是根据本公开的示例性实施例的后发动机的示意性横截面视图。

- [0049] 图3是根据本公开的另一示例性实施例的后发动机的示意性横截面视图。
- [0050] 图4是根据本公开的又一示例性实施例的电推进发动机的示意性横截面视图。
- [0051] 图5是根据本公开的示例性方面的用于操作飞行器的方法的流程图。

### 具体实施方式

[0052] 现在将详细地参考本发明的本实施例,其一个或多个示例在附图中示出。详细的描述使用数字和字母标记来指代附图中的特征。附图和描述中的相同或类似的标记已用于指代本发明的相同或类似的部分。

[0053] 现在将详细地参考本发明的本实施例,其一个或多个示例在附图中示出。详细的描述使用数字和字母标记来指代附图中的特征。附图和描述中的相同或类似的标记已用于指代本发明的相同或类似的部分。

[0054] 词语“示例性”在本文中用于意指“用作示例、实例或说明”。本文中描述为“示例性”的任何实施方式不一定被解释为相对于其它实施方式而为优选或有利的。

[0055] 如本文中所使用的,用语“第一”、“第二”和“第三”可互换地使用,以将一个构件与另一构件区分开,且不在表示单独构件的位置或重要性。

[0056] 用语“前”和“后”指代发动机或运载工具内的相对位置,并且指代发动机或运载工具的正常操作姿态。例如,关于发动机,前指代较接近于发动机入口的位置,且后指代较接近于发动机喷嘴或排气口的位置。

[0057] 用语“上游”和“下游”指代关于流体通路中的流体流的相对方向。例如,“上游”指代流体所流自的方向,且“下游”指代流体所流至的方向。

[0058] 除非在本文中另外指定,否则用语“联接”、“固定”、“附接到”等指代直接的联接、固定或附接以及通过一个或多个中间构件或特征的间接的联接、固定或附接两者。

[0059] 除非上下文另外清楚地规定,否则单数形式“一”、“一种”和“该”包括复数个引用对象。

[0060] 如在本文中遍及说明书和权利要求书而使用的近似语言适用于修饰可容许变化的任何定量表示,而不会造成其涉及的基本功能的改变。因此,由诸如“大约”、“大致”和“基本上”的一个或多个用语修饰的值将不限于指定的精确值。在至少一些实例中,近似语言可对应于用于测量该值的仪器的精度,或用于构造或制造构件和/或系统的方法或机器的精度。例如,近似语言可指代在百分之10的裕度内。

[0061] 在这里且遍及说明书和权利要求书,范围限制组合且互换,除非上下文或语言另外指示,否则这样的范围被标识且包括包含在其中的所有子范围。例如,本文中所公开的所有范围都包括端点,且端点能够彼此独立地组合。

[0062] 现在参考附图,其中同样的数字指示遍及附图的相同的元件,图1提供了如可结合本发明的多种实施例的示例性飞行器10的俯视图。如图1中所显示的,飞行器10限定延伸通过飞行器10的纵向中心线14、纵向方向L1、横向方向L2、前端16和后端18。此外,飞行器10包括机身12和成对的机翼20,机身12从飞行器10的前端16朝向飞行器10的后端18沿纵向延伸。这样的机翼20中的第一机翼从机身12的左舷侧22相对于纵向中心线14沿横向向外延伸,且这样的机翼20中的第二机翼从机身12的右舷侧24相对于纵向中心线14沿横向向外延伸。用于所描绘的示例性实施例的机翼20中的各个包括一个或多个前缘襟翼26和一个或多

个后缘襟翼28。飞行器10进一步包括：竖直稳定器（未显示），其具有用于偏航控制的方向舵襟翼；以及成对的水平稳定器34，其各自具有用于变桨控制的升降舵襟翼36。机身12另外包括外表面或蒙皮38。然而，应当认识到，在本公开的其它示例性实施例中，另外或备选地，飞行器10可包括可直接沿着竖直方向或水平/横向方向L2延伸或可不直接沿着竖直方向或水平/横向方向L2延伸的稳定器的任何其它合适的构造。

[0063] 图1的示例性飞行器10另外包括推进系统50。示例性推进系统50包括一个或多个推进发动机，并且更具体地包括多个燃气涡轮推进发动机52和多个电推进发动机54。例如，所描绘的实施例包括各自以机翼下构造来布置的两个燃气涡轮推进发动机52，以及三个电推进发动机54。电推进发动机54中的两个以机翼下构造来布置，并且电推进发动机54中的第三电推进发动机布置为或更具体地构造为边界层吸入风扇。以这样的方式，边界层吸入风扇在飞行器10的后端18处（在成对的机翼20的后方）联接到飞行器10的机身。更具体地，边界层吸入风扇结合到飞行器10的后端18处的尾部区段中或与尾部区段融合。

[0064] 尽管未描绘，但推进系统50可进一步包括功率源和电功率分配总线。电功率分配总线可将电功率从功率源引导至一个或多个电推进发动机54。功率源可为专用的燃气涡轮发动机和电机发电机，或备选地，可为由多个燃气涡轮推进发动机52中的一个或多个驱动的电机。也设想其它构造。

[0065] 仍参考图1，将认识到，飞行器10进一步包括一个或多个飞行器热源60。具体地，对于所描绘的实施例而言，飞行器10的飞行器热源60包括航空电子系统热源（第一飞行器热源60A）、座舱热源（第二飞行器热源60B）和飞行器环境控制系统热源（第三飞行器热源60C）。这些飞行器热源60中的一个或多个沿着纵向方向L1与成对的机翼20对齐，或定位在成对的机翼20的前方，并且可基于例如飞行器10的操作状况、环境状况等而在飞行器10的操作期间生成变化的量的热。

[0066] 为了排出由一个或多个飞行器热源60生成的热，飞行器10进一步包括热管理系统100。热管理系统100大体上包括与飞行器热源60成热连通的热源换热器102、与电推进发动机54成热连通的散热器换热器104，以及从热源换热器102延伸到散热器换热器104的热分配总线106。对于所显示的实施例而言，热源换热器102与成对的机翼20对齐或定位在成对的机翼20的前方，并且散热器换热器104定位在成对的机翼20的后方。此外，将认识到，飞行器10包括控制系统108。控制系统108可操作地连接到热管理系统100，以用于将散热器换热器104与热源换热器102选择性地热耦合。如本文中所使用的，用语“选择性地热耦合”指代改变从一个构件到另一构件的热流的量，并且不一定需要在完全热耦合与完全热解耦之间改变热流的量。

[0067] 具体地，对于图1的实施例而言，热源换热器102是热管理系统100的多个热源换热器102中的一个。更具体地，热管理系统100包括三个热源换热器102A、102B、102C，其中各个热源换热器102热耦合到相应的飞行器热源60。此外，对于所描绘的实施例而言，散热器换热器104与第三电推进发动机54成热连通，第三电推进发动机54构造为边界层吸入风扇。

[0068] 在下文中将参考例如图2而更详细地描述图1的示例性飞行器10的热管理系统100和控制系统108的操作。

[0069] 然而，应当认识到，在其它实施例中，电推进系统50和/或热管理系统100可以以任何其它合适的方式来构造。例如，在其它实施例中，推进系统50可具有任何其它合适数量

和/或布置的推进发动机,诸如任何其它合适数量或布置的燃气涡轮推进发动机52和/或电推进发动机54。类似地,尽管热源换热器102A、102B、102C与相对于推进系统50而分离的飞行器系统(即不是产生推力或支持产生用于推进系统50的推力或功率的发动机的系统)成热连通,但在其它实施例中,热管理系统100可热耦合到任何其它合适的飞行器热源60,诸如燃烧发动机热源(例如,燃气涡轮推进发动机52中的一个或多个的热源)、液压负载热源、非生物热源(例如,飞行器的任何其它机器或系统热源)等。

[0070] 此外,应当认识到,尽管对于所显示的实施例而言,飞行器10构造为飞机,但在其它实施例中,可使用任何其它合适的航空运载工具。例如,在其它实施例中,飞行器10可构造为直升机或其它竖直起降式运载工具、无人航空运载工具等。

[0071] 现在参考图2,提供了上文中参考图1而描述的飞行器10的后端18的示意性横截面视图。具体地,图2提供了图1的示例性推进系统50的第三电推进发动机54(其构造为边界层吸入风扇114)和热管理系统100的示意性横截面视图。

[0072] 特别地参考所描绘的示例性电推进发动机54,将进一步认识到,电推进发动机54大体上限定中心轴线110,并且包括电动机112和能够通过电动机112而围绕中心轴线110旋转的风扇114。风扇114大体上包括多个风扇叶片116,多个风扇叶片116围绕中心轴线110沿周向隔开并且联接到风扇轴118。

[0073] 在某些示例性实施例中,多个风扇叶片116可以以固定的方式附接到风扇轴118,或备选地,多个风扇叶片116可以可旋转地附接到风扇轴118。例如,多个风扇叶片116可附接到风扇轴118,使得多个风扇叶片116中的各个的桨距可通过桨距改变机构(未显示)而(例如,一致地)改变。改变多个风扇叶片116的桨距可提高电推进发动机54的效率且/或可允许电推进发动机54实现期望的推力分布。

[0074] 此外,如上文中简要地指明的,风扇114能够通过电动机112而围绕电推进发动机54的中心轴线110旋转。更特别地,对于所描绘的实施例而言,电推进发动机54另外包括机械地联接到电动机112的齿轮箱120,其中风扇114机械地联接到齿轮箱120。例如,对于所描绘的实施例而言,风扇轴118延伸到齿轮箱120并且联接到齿轮箱120,并且电动机112的驱动轴122延伸到齿轮箱120并且也联接到齿轮箱120。因此,对于所描绘的实施例而言,风扇114能够通过/跨越功率齿轮箱120而通过电动机112来围绕电推进发动机54的中心轴线110旋转。

[0075] 齿轮箱120可包括用于改变驱动轴122与风扇轴118之间的旋转速度的任何类型的齿轮系统。例如,齿轮箱120可构造为星形齿轮系、行星齿轮系或任何其它合适的齿轮比固定或可变的齿轮系构造。备选地,可提供任何其它类型的速度改变机构(例如,传动装置)。备选地,电推进发动机54还可不包括齿轮箱120。

[0076] 此外,电推进发动机54限定风扇空气流径124。更具体地,对于所显示的实施例而言,电推进发动机54另外包括外机舱126,使得风扇空气流径124是部分地由外机舱126限定并且在入口125与出口127之间延伸的管道式空气流径。示例性外机舱126由多个导叶支承,并且更具体地,由一个或多个导叶级支承。更具体地,对于所显示的实施例而言,一个或多个导叶级还包括定位在风扇114的多个风扇叶片116的前方的入口导叶128的级,以及定位在风扇114的多个风扇叶片116的后方的出口导叶130的级。

[0077] 此外,电推进发动机54进一步包括尾锥132,其中出口导叶130的级在外机舱126与

尾锥132之间延伸。电推进发动机54在外机舱126与尾锥132之间限定喷嘴134。喷嘴134可构造由流过风扇空气流径124的空气生成一定量的推力,并且尾锥132可定形成使电推进发动机54上的阻力量最小。然而,在其它实施例中,尾锥132可具有任何其它形状,并且可例如终止于机舱126的后端(对于所显示的实施例而言为出口127)的前方,使得尾锥132在后端处由机舱126包围。另外,在其它实施例中,电推进发动机54可不构造生成任何可测量的量的推力,而是改为可构造从飞行器10的机身12的边界空气层吸入空气且增加能量/使这样的空气加速以减小飞行器10上的总体阻力(且因此增大飞行器10的净推力)。值得注意的是,在某些实施例中,电推进发动机54可包括用以使喷嘴134的横截面面积变化的构件,使得电推进发动机54包括面积可变的风扇喷嘴。

[0078] 现在特别地参考飞行器10的示例性热管理系统100,如上文中所讨论的,热管理系统100大体上包括热源换热器102、散热器换热器104和热分配总线106。尽管在图2中孤立地描绘了示例性热源换热器102,但将认识到,热源换热器102热耦合到飞行器热源60(见例如图1),以用于从这样的飞行器热源60接受热。如上文中所指明的,在某些实施例中,飞行器热源60可为例如航空电子系统热源、座舱源、飞行器环境控制系统热源、燃烧发动机源、液压负载热源等。以这样的方式,(一个或多个)热源换热器102可构造在飞行器10的操作期间接收变化的量的热。例如,(一个或多个)热源换热器102可接收基于例如飞行器10的操作状况和/或环境状况而变化的量的热。

[0079] 散热器换热器104与电推进发动机54的风扇空气流径124成热连通。具体地,对于所显示的实施例而言,散热器换热器104可联接到导叶级(诸如,入口导叶128的级或出口导叶130的级)、外机舱126或两者,或者与导叶级、外机舱126或两者集成。更具体地,对于所显示的实施例而言,散热器换热器104联接到电推进发动机54的入口导叶128的级或与入口导叶128的级集成。以这样的方式,将认识到,散热器换热器104可为单个散热器换热器104,或备选地,可为热管理系统100的联接到相应的多个入口导叶128或与相应的多个入口导叶128集成的多个散热器换热器104中的一个。另外或备选地,在其它实施例中,多个散热器换热器104(如果包括多个这样的散热器换热器104)中的一个或多个还可联接到外机舱126、出口导叶130的级或热耦合到风扇空气流径124的任何其它合适的位置,或者与外机舱126、出口导叶130的级或热耦合到风扇空气流径124的任何其它合适的位置集成。

[0080] 此外,如所陈述的,热分配总线106在热源换热器102与散热器换热器104之间延伸。具体地,如示意性地描绘的,热分配总线106大体上包括从热源换热器102延伸到散热器换热器104的第一管线136和从散热器换热器104延伸回到热源换热器102的第二管线138。第一管线136和第二管线138中的各个可包括一个或多个流体导管或其它流体管线。另外,如将认识到的,热管理系统100可包括流过热源换热器102、热分配总线106和散热器换热器104的任何合适的热传递流体。例如,热传递流体可为单相流体、相变流体、超临界流体等。

[0081] 为了促进通过热分配总线106的热传递流体的期望的流,热管理系统100进一步包括能够与热分配总线106一起操作的流调节装置。流调节装置大体上可构造用于使通过热分配总线106的热传递流体的流变化。更具体地,对于所显示的实施例而言,热管理系统100包括成对的流调节装置,成对的流调节装置包括与热分配总线106成流连通的可变通量阀140,以及定位成与热分配总线106成流连通的热流体泵142。然而,值得注意的是,在其它实施例中,热管理系统100可仅包括单个流调节装置。

[0082] 可变量阀140可能够在完全打开位置(其中阀140不限制通过其中的任何热传递流体流)、完全关闭位置(其中阀140限制通过其中的所有热传递流体流)以及它们之间的一个或多个位置(例如,百分之十限制流的位置、百分之二十五限制流的位置、百分之五十限制流的位置、百分之七十五限制流的位置、百分之九十限制流的位置等)之间移动。以这样的方式,可变量阀140可构造成用于使提供给散热器换热器104(经由通过热分配总线106的热传递流体)的热的量变化,并且因此,使提供给风扇空气流径124的热的量变化。

[0083] 热流体泵142可为用于增加热分配总线106内的热流体的流速和/或压力的任何合适的泵142。例如,泵142可为旋转泵、电动流体泵或任何其它合适的流体泵。热流体泵142可在多种功率水平之间操作以使通过热分配总线106的热流体的流变化。例如,热流体泵142可在不提供通过热分配总线106的热流体的流速和/或压力的增加的关闭位置、提供通过热分配总线106的热流体的流速和/或压力的最大量的增加的最大功率位置以及它们之间的一个或多个功率水平位置(例如,百分之十的功率、百分之二十五的功率、百分之五十的功率、百分之七十五的功率、百分之九十的功率等)之间操作。以这样的方式,热流体泵142可类似地构造成用于使提供给散热器换热器104(经由通过热分配总线106的热传递流体)的热的量变化,并因此使提供给风扇空气流径124的热的量变化。

[0084] 然而,值得注意的是,在其它实施例中,可提供任何其它合适的流调节装置。例如,在其它实施例中,流调节装置可包括用于绕过(一个或多个)散热器换热器104和/或(一个或多个)热源换热器102的旁通通路。

[0085] 简要地,将进一步认识到,对于所描绘的实施例而言,热管理系统100是飞行器专用的热管理系统100。具体地,热管理系统100可被称为飞行器热管理系统100,热源换热器102可被称为飞行器热源换热器102,并且散热器换热器104可被称为飞行器散热器换热器104。此外,对于所描绘的实施例而言,电推进发动机54进一步包括发动机热管理系统144。发动机热管理系统144可构造成在操作期间排出由例如电动机112、齿轮箱120、一个或多个轴承(未显示)和/或其它电推进发动机系统生成的一定量的热。发动机热管理系统144大体上包括发动机热源换热器146,对于所显示的实施例而言,发动机热源换热器146与电动机112成热连通以用于从电动机112接受热。此外,对于所显示的实施例而言,发动机热管理系统144不包括单独的专用散热器换热器,而是改为与飞行器热管理系统100的飞行器散热器换热器104成热连通。以这样的方式,对于所显示的实施例而言,飞行器散热器换热器104是共用的散热器换热器(即,与发动机热管理系统144共用)。尽管未描绘,但发动机热管理系统144可包括一个或多个阀、泵等,以确保通过其中的恰当的流。

[0086] 然而,将认识到,在其它实施例中,可提供任何其它合适的发动机热管理系统144。例如,现在简要地参考图3,提供了根据本公开的另一实施例的飞行器10的后端18,该飞行器10包括构造为飞行器10的后端18处的边界层吸入风扇的电推进发动机54。图3的飞行器10可以与图2的示例性飞行器10基本上相同的方式来构造。然而,对于图3的实施例而言,电推进发动机54的发动机热管理系统144不与飞行器10的飞行器热管理系统100共用散热器换热器。更具体地,对于图3的实施例而言,发动机热管理系统144包括单独的专用发动机散热器换热器148。发动机散热器换热器148也与风扇空气流径124成热连通,并且构造成从发动机热源换热器146接收热,以将这样的热排出到风扇空气流径124。对于所显示的实施例而言,发动机散热器换热器148与飞行器散热器换热器104并联而定位。在某些实施例中,

发动机热管理系统144可将热连续地排出到风扇空气流径124,而热管理系统100将热选择性地排出到风扇空气流径124。

[0087] 将进一步认识到,在另外的其它示例性实施例中,热管理系统100(即,飞行器热管理系统100)可结合到任何其它合适的电推进发动机54中。例如,现在参考图4,描绘了安装在机翼下的电推进发动机54的示意性横截面视图。图4的电推进发动机54可为图1中所描绘的安装在机翼下的电推进发动机54中的一个。此外,图4的电推进发动机54和飞行器10可以以与上文中参考图2而描述的示例性电推进发动机54和飞行器10类似的方式来构造。

[0088] 例如,图4的示例性电推进发动机54大体上包括风扇114和电动机112,其中风扇114能够通过电动机112而旋转。另外,图4的电推进发动机54限定风扇空气流径124,并且更具体地包括外机舱126,使得风扇空气流径124是至少部分地由外机舱126限定的管道式空气流径。此外,电推进发动机54包括一个或多个导叶级,并且更特别地包括入口导叶128的级和出口导叶130的级。此外,图4的飞行器10包括热管理系统100,该热管理系统100具有与飞行器热源60(见图1)成热连通的热源换热器102、与电推进发动机54的风扇空气流径124成热连通的散热器换热器104,以及从热源换热器102延伸到散热器换热器104的热分配总线106。尽管未描绘,但飞行器10进一步包括控制系统108,其可操作地连接到热管理系统100,以用于将散热器换热器104选择性地热耦合到热源换热器102(见图2和下文中的讨论)。此外,类似于上文中的图3的实施例,热管理系统100是飞行器专用的热管理系统100,并且电推进发动机54包括单独的发动机热管理系统144。发动机热管理系统144包括发动机热源换热器146和热耦合到发动机热源换热器146的发动机散热器换热器148。值得注意的是,对于所显示的实施例而言,发动机散热器换热器148与飞行器散热器换热器104串联而布置。

[0089] 然而,将进一步认识到,在另外的其它实施例(诸如,其中发动机散热器换热器148是多个发动机散热器换热器148中的一个,且/或飞行器散热器换热器104是多个飞行器散热器换热器104中的一个)中,(一个或多个)发动机散热器换热器148和(一个或多个)飞行器散热器换热器104中的一个或多个可在风扇空气流径124内布置成串联和并联两者。

[0090] 现在返回参考图2,如上文中简要地指明的,飞行器10进一步包括控制系统108,其可操作地连接到热管理系统100,以用于将热管理系统100的散热器换热器104与热源换热器102选择性地热耦合。

[0091] 更具体地,图2的示例性控制系统108大体上包括多个传感器150和控制器152。多个传感器150可配置成感测指示下者的数据:例如,热管理系统(例如,飞行器热管理系统100和/或发动机热管理系统144)的一个或多个操作状况、一个或多个环境状况(例如,环境温度、压力、流速、湿度等)、电推进发动机54的一个或多个操作状况等。对于所描绘的实施例而言,多个传感器150包括配置成感测指示飞行器热源换热器102的温度的数据的第一传感器150A、配置成感测指示热分配总线106的参数(诸如热流体流速、热流体压力、热流体温度等)的数据的第二传感器150B、配置成感测指示飞行器散热器换热器104的温度的数据的数据的第三传感器150C、配置成感测一个或多个环境状况(诸如环境温度、环境压力、环境空气流速等)的第四传感器150D、配置成感测指示风扇114的上游的位置处的风扇空气流径参数(诸如温度、压力、流速等)的数据的第五传感器150E、配置成感测指示风扇114的下游的位置处的风扇空气流径参数(诸如温度、压力、流速等)的数据的第六传感器150F、配置成感测

指示风扇114的操作参数(诸如风扇114的多个风扇叶片116的旋转速度、风扇轴118上的转矩等)的数据的第七传感器150G,以及配置成感测指示发动机热管理系统144的操作状况(诸如发动机热源换热器146的温度)的数据的第八传感器150H。然而,在其它实施例中,可另外或备选地包括其它传感器150且/或控制系统108可不包括上文中的传感器150中的各个。

[0092] 此外,如上文中所指明的,控制系统108包括控制器152。控制器152大体上包括网络接口154。网络接口154可能与任何合适的有线或无线通信网络一起操作,以用于与例如飞行器10的其它构件(包括电推进发动机54、热管理系统100等)进行数据通信。如在图2中使用虚线来描绘的,对于所描绘的实施例而言,网络接口154利用无线通信网络156来与其它构件进行数据通信。具体地,对于所显示的实施例而言,通过无线通信网络156和控制器152的网络接口154,控制器152可操作地联接到多个传感器150、热管理系统100的流调节装置(例如,热管理系统100的可变流量阀140和热流体泵142)、电推进发动机54(例如,电推进发动机54的电动机112)等中的各个。以这样的方式,控制器152可配置成接收指示飞行器10、热管理系统100、电推进发动机54等的多种操作状况和参数的数据,并且进一步可配置成向热管理系统100、电推进发动机54等的多种方面提供控制指令。当然,将认识到,尽管对于图2的实施例而言,网络接口154利用无线通信网络156,但在其它实施例中,网络接口154可改为利用有线通信网络或有线和无线通信网络的组合。

[0093] 仍参考图2,控制器152进一步包括一个或多个处理器158和存储器160。存储器160存储能够由一个或多个处理器158存取的数据162。一个或多个处理器158可包括任何合适的处理装置,诸如微处理器、微控制器、集成电路、逻辑装置和/或其它合适的处理装置。一个或多个存储器装置160可包括一个或多个计算机可读介质,其包括但不限于非暂时性计算机可读介质、RAM、ROM、硬盘驱动器、闪速驱动器和/或其它存储器装置。存储器160可包括指令164,指令164在由一个或多个处理器158执行时使飞行器10(和/或其系统或构件中的一个或多个)执行功能。这些功能的一个或多个示例性方面可在下文中相对于图5的示例性方法200来描述。(一个或多个)存储器装置160内的指令164可为在由一个或多个处理器158执行时使一个或多个处理器158执行操作的任何指令集。在某些示例性实施例中,(一个或多个)存储器装置160内的指令164可为以任何合适的编程语言来编写的软件,或可在硬件中实施。另外和/或备选地,可在(一个或多个)处理器158上的逻辑上和/或实际上分离的线程中执行指令。(一个或多个)存储器装置160可进一步存储可由(一个或多个)处理器158存取的其它数据162,包括通过无线通信网络156而从网络接口154接收的数据。

[0094] 如将在下文中更详细地阐释的,根据本公开的一个或多个示例性方面的包括热管理系统100、电推进发动机54和控制系统108的飞行器10可促进总体上更高效的飞行器10。例如,这样的飞行器10可以以不增加或至少不显著地增加飞行器10上的总体阻力的方式将来自一个或多个飞行器热源60的热选择性地提供给电推进发动机54的风扇空气流径124。此外,该系统可监测电推进发动机54的多种参数,并且快速地且相对准确地控制电推进发动机54的多种操作状况,以促进向这样的电推进发动机54的风扇空气流径124进行期望的量的热传递。例如,该系统可允许在例如飞行操作期间使电推进发动机54的风扇114减速,以促进向风扇空气流径124进行相对大的量的热传递。更具体地,在某些示例性实施例中,电推进发动机54可限定针对风扇114的最大额定速度,并且该系统将电推进发动机54的

风扇114的速度减慢到小于最大额定速度的大约百分之二十(20),诸如减慢到小于最大额定速度的大约百分之十五,诸如减慢到小于最大额定速度的大约百分之十。然而,该系统可将风扇的速度维持为高于失速阈值,取决于状况和风扇构造,失速阈值可为风扇114的最大额定速度的至少大约百分之五。然而,备选地,在其它示例性实施例中,该系统将电推进发动机54的风扇114的速度减慢到小于最大额定速度的大约百分之五十(50)(例如,对于较小的燃气涡轮发动机而言)。

[0095] 通过以这样的方式减小电推进发动机54的旋转速度,尽管向风扇空气流径124添加了相对大的量的热能,该系统仍可防止电推进发动机54的失速。这在必须以最小旋转速度旋转以防止例如这样的燃气涡轮发动机的燃烧区段突然冒火焰(flame out)的燃气涡轮发动机上(特别是在飞行操作期间)将难以实现。

[0096] 现在参考图5,提供了根据本公开的示例性方面的用于操作飞行器的方法200的流程图。示例性方法200可与上文中参考图1至图4而描述的一个或多个示例性飞行器(以及相关关联的推进系统和热管理系统)一起来利用。然而,备选地,在其它示例性方面,方法200可与任何其它合适的飞行器和相关关联的系统一起来利用。

[0097] 方法200包括在(202)处接收指示飞行器的推进系统的电推进发动机的操作状况的数据。在至少某些示例性方面,电推进发动机的操作状况可为电推进发动机的风扇的旋转速度。然而,在其它示例性方面,操作状况可为在风扇的上游、风扇的下游或两者的通过风扇空气流径的空气流的压力、温度等。

[0098] 示例性方法200进一步包括在(204)处接收指示从与飞行器热源成热连通的热源换热器到与电推进发动机的风扇空气流径成热连通的散热器换热器的期望的热交换量的数据。在(204)处接收到的数据可为例如飞行器热源的温度数据、通过热源换热器的热流体的温度数据或通过热源换热器与散热器换热器之间延伸的热分配总线的热流体的温度数据,且/或可为指示飞行器热源的操作状况、飞行器的环境状况的数据或指示对于飞行器热源而言需要排出的热的量的任何其它合适的的数据。

[0099] 仍参考图5,方法200包括在(206)处基于在(202)处接收到的指示电推进发动机的操作状况的数据和在(204)处接收到的指示期望的热交换量的数据,控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者。更具体地,对于所描绘的示例性方面而言,在(206)处控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者包括在(208)处计量供给通过风扇空气流径的空气流,以促进提供从热源换热器到散热器换热器的期望的热交换量。在(208)处计量供给通过风扇空气流径的空气流可涉及控制改变通过风扇空气流径的空气流的任何合适的参数或构件。例如,在某些示例性方面,在(208)处计量供给通过风扇空气流径的空气流可包括改变电推进发动机的一个或多个几何形状可变的构件(诸如,例如可变入口导叶、可变出口导叶、面积可变的风扇喷嘴等)。值得注意的是,在(208)处计量供给通过风扇空气流径的空气流可包括增加或减少通过风扇空气流径的空气流。

[0100] 另外,对于所描绘的示例性方面而言,在(206)处控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者包括在(210)处减小电推进发动机的风扇的速度。更具体地,在(210)处减小电推进发动机的风扇的速度还包括在(212)处将风扇在飞行器的飞行操作期间的速度减小到小于最大额定速度的百分之二十(20)。简要

地,如本文中所使用的,用语“飞行操作”指代空中飞行操作(即,当飞行器在空中时)。

[0101] 值得注意的是,可包括在(210)处减小风扇的旋转速度的在(208)处计量供给空气流可允许增加经由散热器换热器而向风扇空气流径进行的热交换的量。例如,在某些示例性方面,方法200可在飞行操作期间将风扇的旋转速度减慢到基本上空转的旋转速度,使得相对大的量的热可传递到风扇空气流径而不会堵塞电推进发动机的风扇。以这样的方式,当例如额外的推力是不必要的时,电推进发动机可有效地转换成提供短期或变化的热交换的冲压式冷却器。以这样的方式,方法200可排出热而不会向飞行器引入额外的阻力损失(诸如在传统的冲压式热交换器/冷却器的情况下就是这种情况)。

[0102] 另外或备选地,在其它方面,方法200可通过以其它合适的方式向风扇空气流径添加热来确保风扇不被堵死。例如,如以虚线描绘的,在某些示例性方面,在(206)处控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量、电推进发动机的操作参数或两者包括在(214)处控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量。对于所描绘的示例性方面而言,在(214)处控制从热源换热器到散热器换热器的实际的热交换量包括在(216)处控制与在热源换热器与散热器换热器之间延伸的热总线成流连通的流调节装置。

[0103] 尽管未描绘,但将进一步认识到,在至少某些示例性方面,方法200可另外或备选地基于例如在(204)处接收到的指示从热源换热器到散热器换热器的期望的热交换量的数据来控制与热总线成流连通的流调节装置。例如,方法200可确定飞行器热源需要额外的热交换(例如,热排出)并且控制流调节装置以促进这样的热交换。

[0104] 本书面描述使用示例来公开本发明(包括最佳模式),并且还使本领域中的任何技术人员能够实践本发明(包括制造和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法)。本发明的可专利性范围由权利要求书限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例包括不异于权利要求书的字面语言的结构元件,或如果它们包括与权利要求书的字面语言无实质性差异的等同结构元件,则这样的其它示例旨在处于权利要求书的范围内。

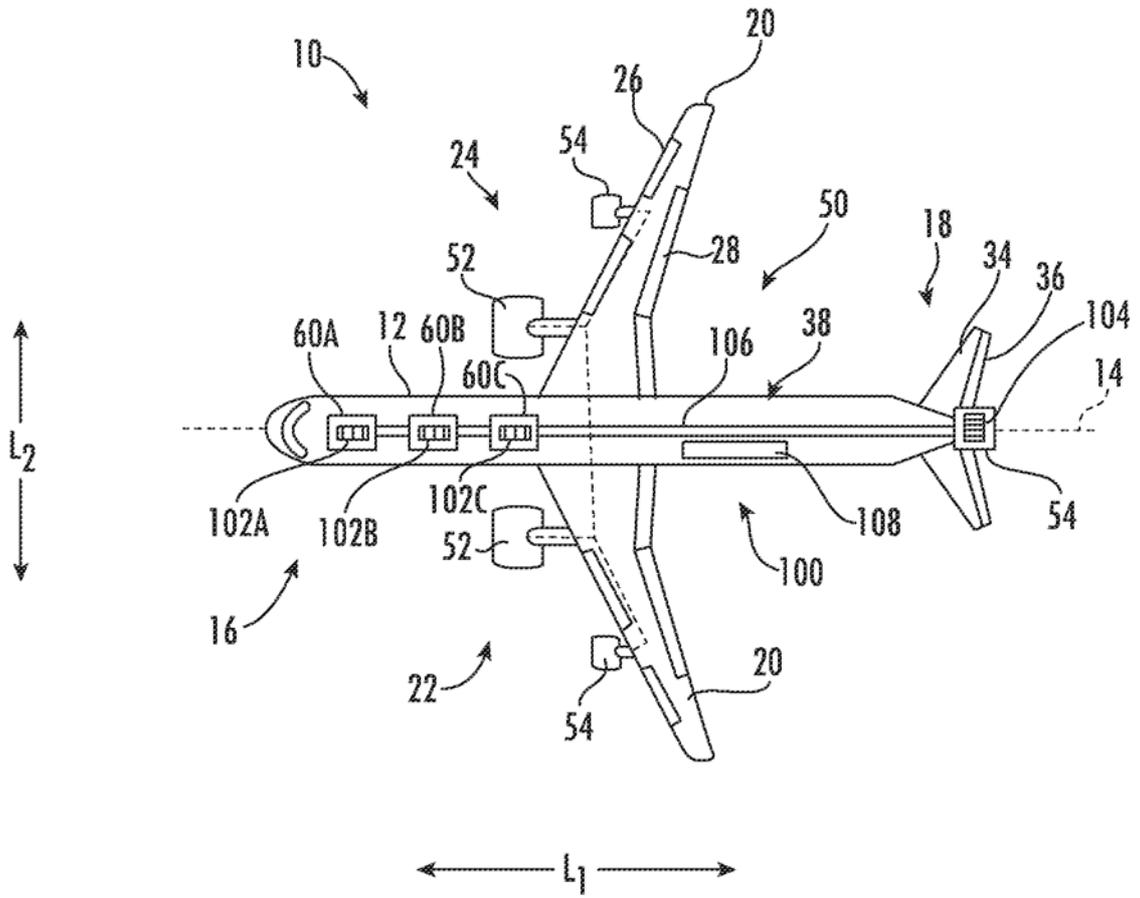


图 1

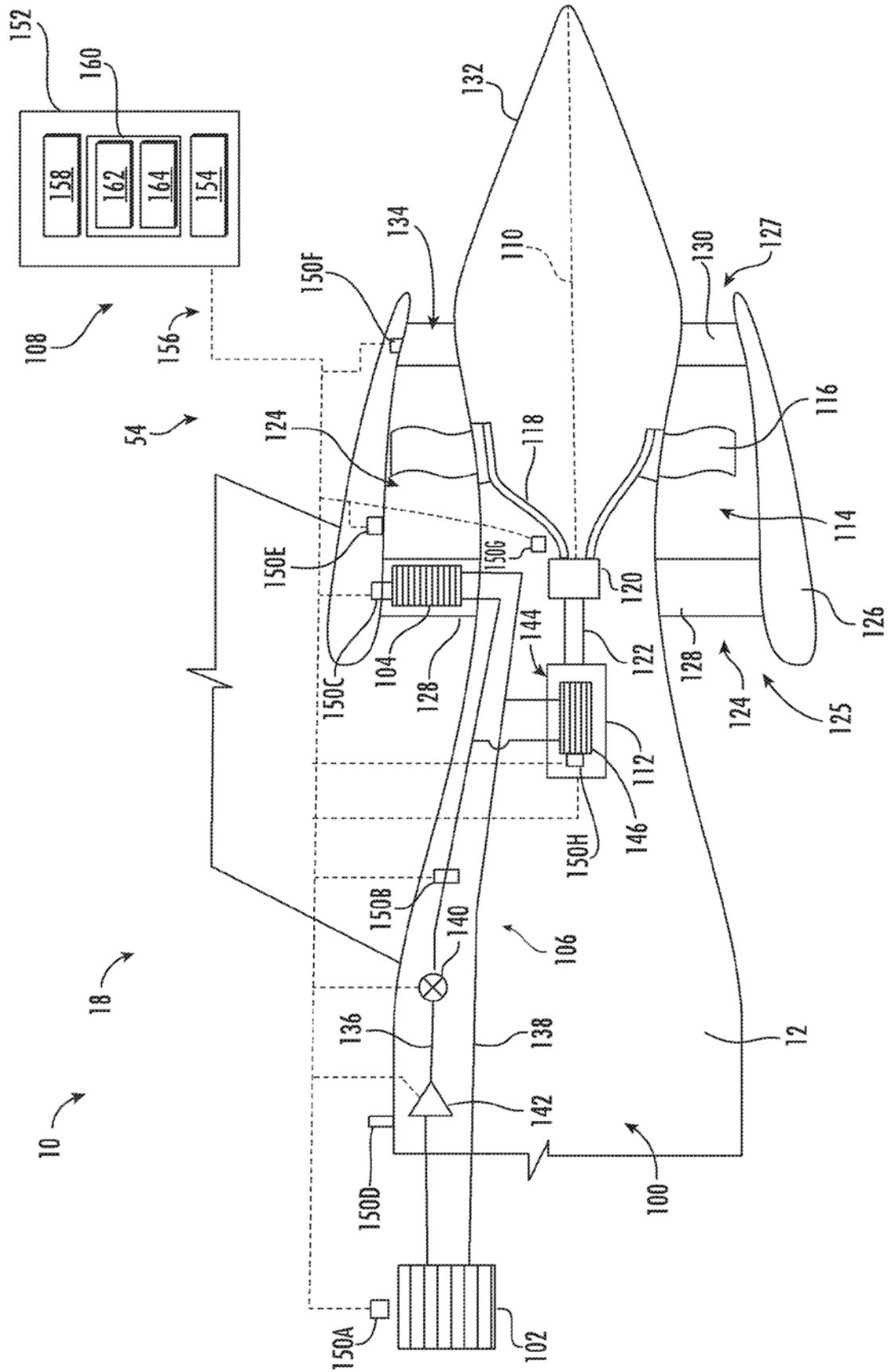


图 2

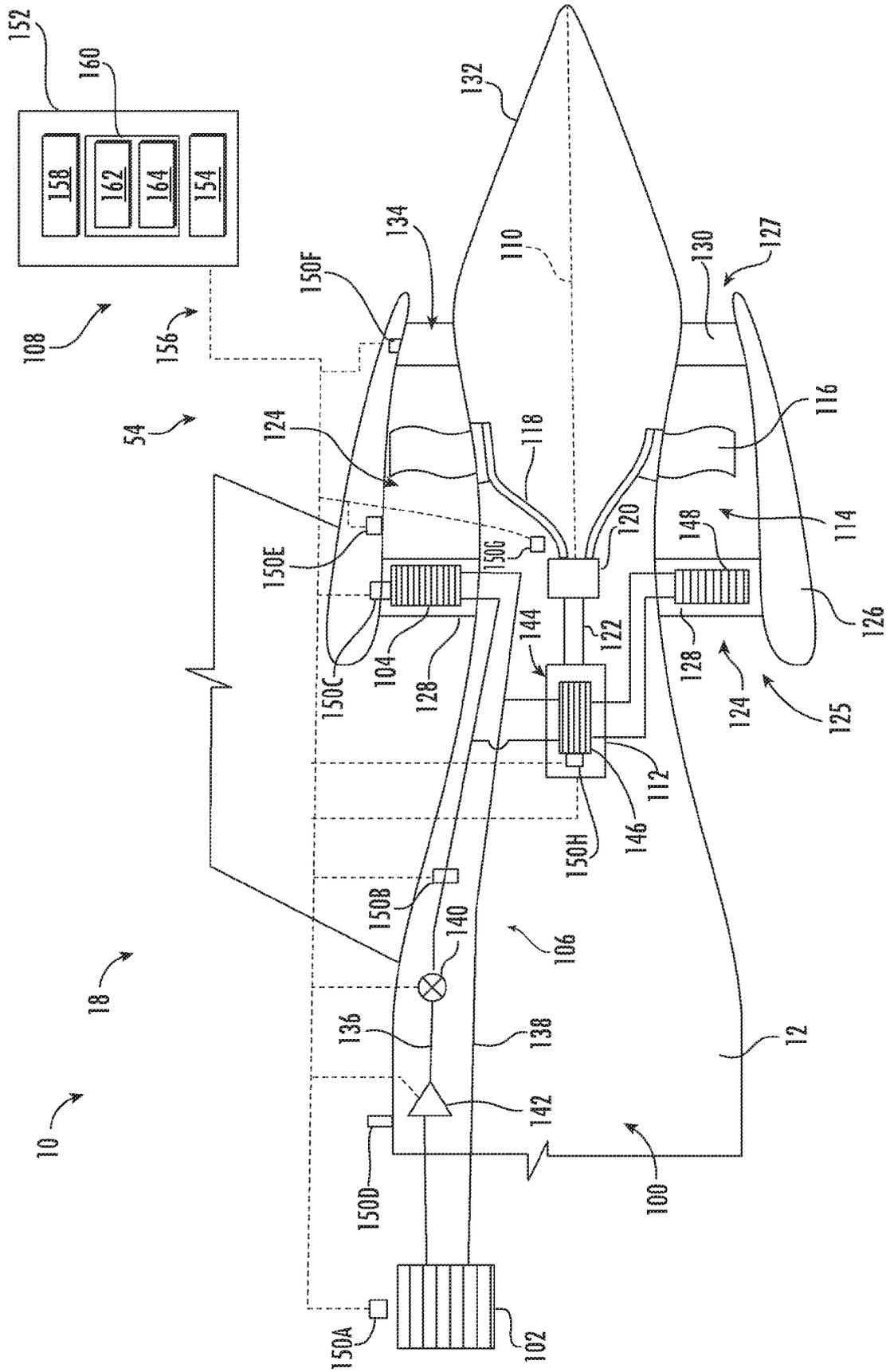


图 3

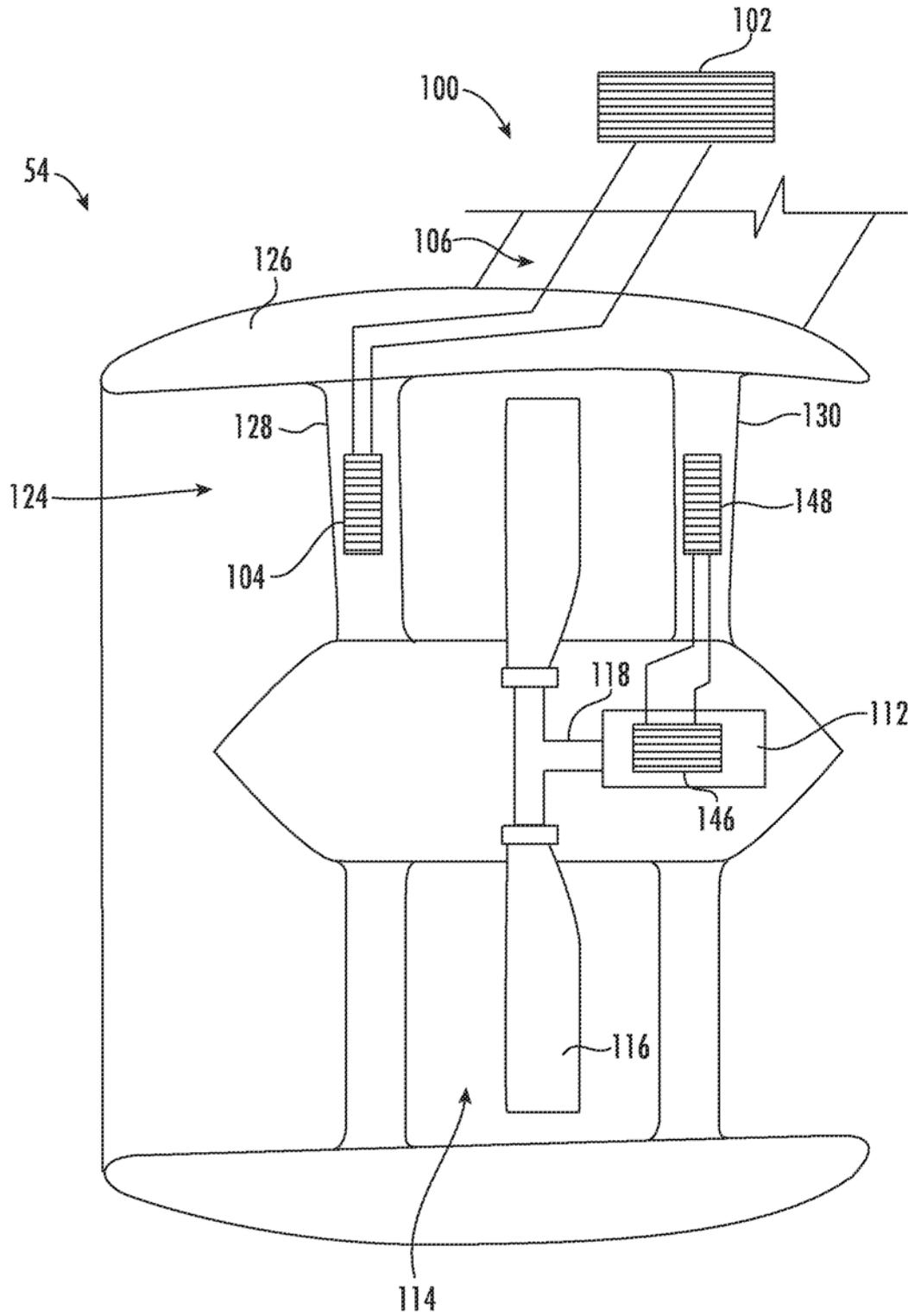


图 4

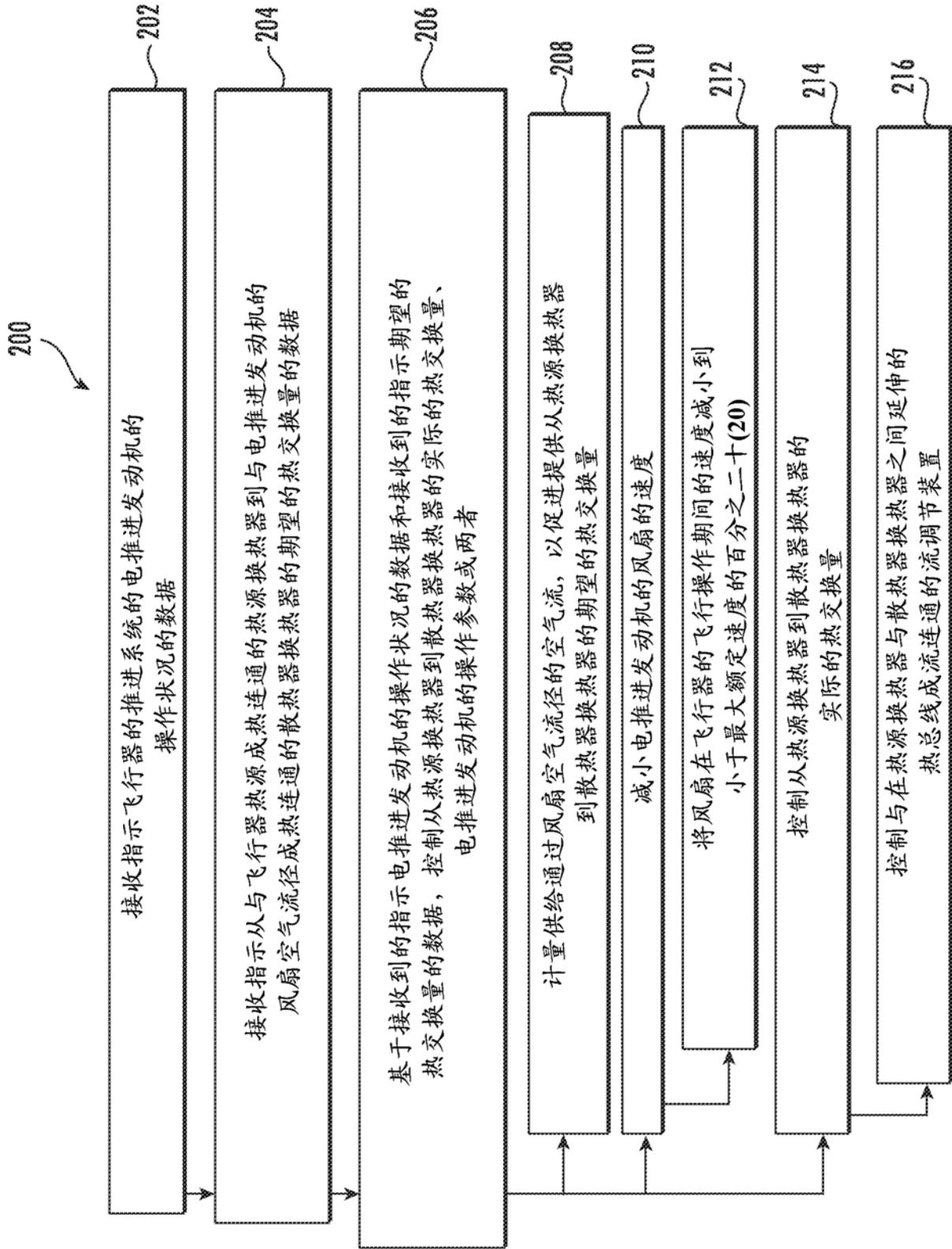


图 5