



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109841692 A

(43)申请公布日 2019.06.04

(21)申请号 201811652771.3

B64D 41/00(2006.01)

(22)申请日 2018.12.29

(71)申请人 西京学院

地址 710100 陕西省西安市长安区西京路1号

申请人 西安交通大学

(72)发明人 冯祥波 田地

(74)专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限公司 11429

代理人 覃婧婵

(51)Int.Cl.

H01L 31/0216(2014.01)

H01L 31/052(2014.01)

H01L 31/053(2014.01)

H01L 31/054(2014.01)

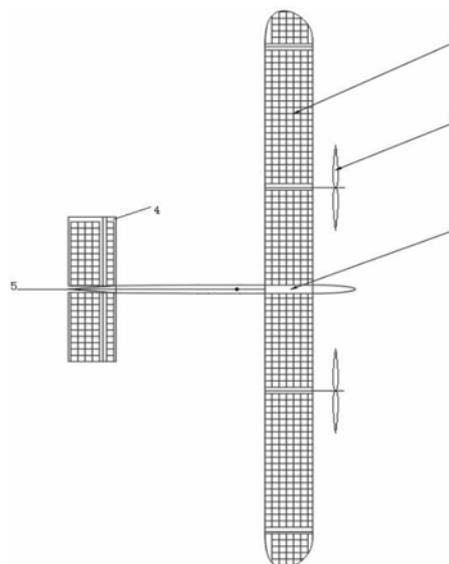
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

用于太阳能飞机的热管理系统、太阳能飞机及热管理方法

(57)摘要

公开了用于太阳能飞机的热管理系统、太阳能飞机及热管理方法,热管理系统包括太阳能电池和布置在太阳能电池上的辐射冷却薄膜,太阳能电池铺设于太阳能飞机的上表面以吸收紫外光和可见光以转化为电能,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜包括表层和至少一层底层,表层经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,底层布置在太阳能电池和表层之间,底层包括高透过率材料,方法包括以下步骤,太阳光透过辐射冷却薄膜被太阳能电池吸收,一部分紫外光与可见光转化为电能,另一部分能量转化为热能,辐射冷却薄膜辐射热能的一部分用于降低太阳能表面温度,剩余未被辐射冷却薄膜辐射的热能可通过导热储存于机翼方腔内的相变材料中。



1. 一种用于太阳能飞机的热管理系统,其包括,
太阳能电池,其铺设于太阳能飞机的上表面以吸收紫外光和可见光以转化为电能;以及

辐射冷却薄膜,其布置在所述太阳能电池上,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜包括,

表层,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,表层具有微纳结构,至少一层的底层,所述底层布置在太阳能电池和表层之间,所述底层包括高透过率材料。

2. 如权利要求1所述的用于太阳能飞机的热管理系统,其中,优选的,表层具有紫外光与可见光高透射率和8-13 μm 红外光高吸收/发射率,厚度为材料光学共振波长的1/2、3/2或5/2倍。

3. 如权利要求1所述的用于太阳能飞机的热管理系统,其中,辐射冷却薄膜具有紫外与可见光高透过率和8-13 μm 红外光高吸收/发射率。

4. 如权利要求1所述的用于太阳能飞机的热管理系统,其中,热管理系统还包括连接所述太阳能电池的储能单元和测量太阳能电池温度的温度传感器。

5. 一种太阳能飞机,其包括,

机身;

机翼,其连接所述机身,所述机翼上表面铺设有吸收紫外光和可见光以转化为电能的太阳能电池,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜布置在所述太阳能电池上,辐射冷却薄膜包括,

表层,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,

至少一层的底层,所述底层布置在太阳能电池和表层之间,所述底层包括高透过率材料。

6. 如权利要求5所述的太阳能飞机,其中,机翼包括沿其截面中心线排布的空腔,空腔内填充相变材料,太阳能电池铺设于空腔上。

7. 如权利要求6所述的太阳能飞机,其中,空腔为沿机翼截面中心线排布由钝形头至尖形尾大小依次递减的矩形方腔,方腔内贯穿机翼操纵机构与起落装置。

8. 如权利要求5所述的太阳能飞机,其中,机身头部呈椭圆状结构,内部放置有储能单元与控制系统,控制系统包括传感器、控制器和机械传输机构,所述传感器包括设于机翼上表面测量太阳能电池温度的温度传感器和设有机身前后端的测量飞行速度的速度传感器,控制器包括通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路ASIC或现场可编程门阵列FPGA,所述机械传动机构为连杆或液压机构,机翼的截面呈流线型结构,设置于机翼近机头处的螺旋桨包括桨叶和位于机翼内的驱动马达。

9. 如权利要求8所述的太阳能飞机,其中,太阳能飞机还包括尾翼,所述尾翼包括,

平行尾翼,其上表面铺设有太阳能电池,所述平行尾翼配置成可上下活动以调整相对于太阳能电池的太阳辐射入射角,辐射冷却薄膜布置在所述太阳能电池上,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜包括,

表层,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,

至少一层的底层,所述底层布置在太阳能电池和表层之间,所述底层包括高透过率材

料;以及

垂直尾翼,其通过机械传动机构与控制系统连接,垂直尾翼可相对于机身偏转。

10.一种利用权利要求1-4中任一项所述热管理系统的太阳能飞机热管理方法,其包括以下步骤,

第一步骤,太阳光透过辐射冷却薄膜被太阳能电池吸收,其中,一部分紫外光与可见光转化为电能,另一部分能量转化为热能,

第二步骤,辐射冷却薄膜辐射所述热能的一部分以降低太阳能表面温度,

第三步骤,剩余未被辐射冷却薄膜辐射的热能可通过导热储存于机翼方腔内的相变材料中。

用于太阳能飞机的热管理系统、太阳能飞机及热管理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能飞机热管理领域,特别是一种用于太阳能飞机的热管理系统、太阳能飞机及热管理方法。

背景技术

[0002] 因在边境巡逻、侦察、通信中继、电子对抗等军事方面以及大气研究、天气预报、环境及灾害监测、农作物遥测、交通管制、电信和电视服务、自然保护区监控、外星球探测等名用方面独特优势,以美国、瑞士、俄罗斯等发达国家于上世纪末开展太阳能飞机及其相关技术的研究。

[0003] 然而,因为飞行环境以及能源利用形式的特殊性,导致太阳能飞机在飞行中因热应力、形变较大发生解体。太阳能飞机工作大多处在平流层,大气环境温度约为 $-60^{\circ}\text{C}\sim-50^{\circ}\text{C}$,然而铺设于机翼表面的太阳能电池板温度可达 $+60^{\circ}\text{C}$,导致太阳能电池板及其内部电子元器件工作效率大幅降低,且巨大的温差与温度波动容易导致热应力、形变增大,机械部件寿命减小。且平流层空气稀薄,太阳能电池板与外界对流换热能力极弱,仅约为 $5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,故太阳能飞机的热管理尤为重要。

[0004] 针对太阳能飞机热管理,已有许多实施方案。如CN 201110119982、CN 201410485989.X等专利中,提出了利用温差发电与太阳能互补的方案用以控制热量,但温差发电目的与热管理矛盾,温差发电需要维持热电材料两端较大的温差,而热管理以及提及的热控技术则需要降低温差。此外,太阳能飞机因供电能力的限制,各组成部分均有非常严苛的重量指标要求,传统添加热电材料及其控制系统的方式与设计思路根本无法满足指标要求。

[0005] 高空中真空度大、环境温度低、对流散热条件恶劣,出于系统整体考虑,降低太阳能电池板温度,提高太阳能飞机系统温度的稳定性具有较大意义。

[0006] 在背景技术部分中公开的上述信息仅仅用于增强对本发明背景的理解,因此可能包含不构成在本国中本领域普通技术人员公知的现有技术的信息。

发明内容

[0007] 鉴于上述问题,本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种用于太阳能飞机的热管理系统、太阳能飞机及热管理方法。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案予以实现。

[0009] 一种用于太阳能飞机的热管理系统包括,

[0010] 太阳能电池,其铺设于太阳能飞机的上表面以吸收紫外光和可见光以转化为电能;以及

[0011] 辐射冷却薄膜,其布置在所述太阳能电池上,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜包括,

[0012] 表层,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,表层具

有微纳结构，

[0013] 至少一层的底层，所述底层布置在太阳能电池和表层之间，所述底层包括高透过率材料。

[0014] 所述的用于太阳能飞机的热管理系统中，表层具有紫外光与可见光高透射率和8-13 μm 红外光高吸收/发射率，厚度为材料光学共振波长的1/2、3/2或5/2倍。

[0015] 所述的用于太阳能飞机的热管理系统中，辐射冷却薄膜具有紫外与可见光高透过率和8-13 μm 红外光高吸收/发射率。

[0016] 所述的用于太阳能飞机的热管理系统中，热管理系统还包括连接所述太阳能电池的储能单元和测量太阳能电池温度的温度传感器。

[0017] 根据本发明的一方面，一种太阳能飞机包括，

[0018] 机身；

[0019] 机翼，其连接所述机身，所述机翼上表面铺设吸收紫外光和可见光以转化为电能的太阳能电池，用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜布置在所述太阳能电池上，辐射冷却薄膜包括，

[0020] 表层，其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成，

[0021] 至少一层的底层，所述底层布置在太阳能电池和表层之间，所述底层包括高透过率材料。

[0022] 所述的太阳能飞机中，机翼包括沿其截面中心线排布的空腔，空腔内填充相变材料，太阳能电池铺设于空腔上。

[0023] 所述的太阳能飞机中，空腔为沿机翼截面中心线排布由钝形头至尖形尾大小依次递减的矩形方腔，空腔内贯穿机翼操纵机构与起落装置。

[0024] 所述的太阳能飞机中，机身头部呈椭圆状结构，内部放置有储能单元与控制系统，控制系统包括传感器、控制器和机械传输机构，所述传感器包括设于机翼上表面测量太阳能电池温度的温度传感器和设有机身前后端的测量飞行速度的速度传感器，控制器包括通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路ASIC或现场可编程门阵列FPGA，所述机械传动机构为连杆或液压机构，机翼的截面呈流线型结构，设置于机翼近机头处的螺旋桨包括桨叶和位于机翼内的驱动马达。

[0025] 所述的太阳能飞机中，太阳能飞机还包括尾翼，所述尾翼包括，

[0026] 平行尾翼，其上表面铺设太阳能电池，所述平行尾翼配置成可上下活动以调整相对于太阳能电池的太阳辐射入射角，辐射冷却薄膜布置在所述太阳能电池上，用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜包括，

[0027] 表层，其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成，表层还具有微纳结构，

[0028] 至少一层的底层，所述底层布置在太阳能电池和表层之间，所述底层包括高透过率材料；以及

[0029] 垂直尾翼，其通过机械传动机构与控制系统连接，垂直尾翼可相对于机身偏转。

[0030] 根据本发明的又一方面，一种利用所述热管理系统的太阳能飞机热管理方法包括以下步骤，

[0031] 第一步骤，太阳光透过辐射冷却薄膜被太阳能电池吸收，其中，一部分紫外光与可

见光转化为电能,另一部分能量转化热能,

[0032] 第二步骤,辐射冷却薄膜辐射所述热能的一部分以降低太阳能表面温度,

[0033] 第三步骤,剩余未被辐射冷却薄膜辐射的热能通过导热储存于机翼的方腔中的相变材料。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0035] 本发明可对太阳能光不同波长的能量进行分级处理,并储存一部分热能,在保证电池发电效率的同时稳定降低电池的工作温度。通过上述方法能够提升太阳能电池发电效率,降低飞机热应力,延长使用寿命,从而达到轻质高效、长时间飞行的目的。

[0036] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够使得本发明的技术手段更加清楚明白,达到本领域技术人员可依照说明书的内容予以实施的程度,并且为了能够让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,下面以本发明的具体实施方式进行举例说明。

附图说明

[0037] 通过阅读下文优选的具体实施方式中的详细描述,本发明各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。说明书附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。显而易见地,下面描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。而且在整个附图中,用相同的附图标记表示相同的部件。

[0038] 在附图中:

[0039] 图1是根据本发明一个实施例的用于太阳能飞机的热管理系统的结构示意图;

[0040] 图2是根据本发明一个实施例的一种太阳能飞机热管理系统的俯视示意图;

[0041] 图3是根据本发明一个实施例的一种太阳能飞机热管理系统的侧视示意图;

[0042] 图4是根据本发明一个实施例的用于太阳能飞机的热管理系统的机翼结构示意图剖视图;

[0043] 图5是根据本发明一个实施例的热管理方法的步骤示意图。

[0044] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步的解释。

具体实施方式

[0045] 下面将参照附图1至附图5更详细地描述本发明的具体实施例。虽然附图中显示了本发明的具体实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本发明,并且能够将本发明的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0046] 需要说明的是,在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可以理解,技术人员可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名词的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”或“包括”为一开放式用语,故应解释成“包含但不限于”。说明书后续描述为实施本发明的较佳实施方式,然所述描述乃以说明书的一般原则为目的,并非用以限定本发明的范围。本发明的保护范围当视所附权利

要求所界定者为准。

[0047] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例为例做进一步的解释说明,且各个附图并不构成对本发明实施例的限定。

[0048] 为了更好地理解,图1是根据本发明一个实施例的用于太阳能飞机的热管理系统的结构示意图,一种用于太阳能飞机的热管理系统包括,

[0049] 太阳能电池7,其铺设于太阳能飞机的上表面以吸收紫外光和可见光以转化为电能;以及

[0050] 辐射冷却薄膜8,其布置在所述太阳能电池7上,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜8包括,

[0051] 表层9,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,表层还有微纳结构,如方框状、球状、蜂窝状等,以提高8-13 μm 红外光高吸收/发射率,

[0052] 至少一层的底层10,所述底层10布置在太阳能电池7和表层9之间,所述底层10包括高透过率材料。

[0053] 所述的用于太阳能飞机的热管理系统的实施例,表层9具有紫外光与可见光高透射率和8-13 μm 红外光高吸收/发射率,厚度为材料光学共振波长的1/2、3/2或5/2倍。

[0054] 所述的用于太阳能飞机的热管理系统的实施例,辐射冷却薄膜8具有紫外与可见光高透过率和8-13 μm 红外光高吸收/发射率。

[0055] 所述的用于太阳能飞机的热管理系统的实施例,热管理系统还包括连接所述太阳能电池7的储能单元和测量太阳能电池7温度的温度传感器。

[0056] 为了进一步理解本发明,在一个实施例中,图2是根据本发明一个实施例的一种太阳能飞机热管理系统的俯视图,一种太阳能飞机热管理系统包括,

[0057] 机翼1,其上部表面铺设太阳能电池7,吸收紫外和可见光,为飞机提供电能,

[0058] 太阳能电池7上铺设辐射冷却薄膜8,薄膜为两层及多层结构,表层9由多种半导体材料聚合或由高透材料与纳米颗粒掺杂而成,具有紫外光与可见光高透射率、8-13 μm 红外光高吸收/发射率,厚度为材料光学共振波长的1/2、3/2、5/2...倍,下一层或多层由高透过率材料组成,薄膜整体具有紫外与可见光高透射率、8-13 μm 红外光高吸收/发射率,

[0059] 机翼1截面呈流线型设计,机翼1内沿截面中心线排布由钝形头至尖形尾大小依次递减的矩形空腔,空腔内贯穿机翼1操纵机构与起落装置,并填充一定量相变材料,进一步稳定机翼1温度,

[0060] 两侧机翼1尾端可上下活动,应对飞机起飞、降落等飞行模式与飞行过程中的气流扰动,

[0061] 螺旋桨2,设置于机翼1近机头处,由三片或多片桨叶组成,驱动马达放置于其后的机翼1内,

[0062] 机身3头部呈椭圆状,内部放置有蓄电池与太阳能飞机控制系统,控制系统由传感器、控制器、机械传输机构组成。所述传感器包括温度、速度传感器,分布于机翼1上表面与前后端,控制器包括通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路ASIC或现场可编程门阵列FPGA,所述机械传动机构为连杆或液压机构,

[0063] 尾翼由左右平行尾翼4与垂直尾翼5组成,

[0064] 平行尾翼4上表面铺设有太阳能电池7板,平行尾翼4可上下活动,调整太阳辐射入

射角,保证太阳能电池7发电效率,

[0065] 垂直尾翼5通过机械传动机构与机身3控制系统连接,通过调整垂直尾翼5偏转角度,提供飞机飞行的平衡气动力。

[0066] 图3是根据本发明一个实施例的一种太阳能飞机热管理系统的侧视示意图,一种太阳能飞机包括,

[0067] 机身3;

[0068] 机翼1,其连接所述机身3,所述机翼1上表面铺设吸收紫外光和可见光以转化为电能的太阳能电池7,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜8布置在所述太阳能电池7上,辐射冷却薄膜8包括,

[0069] 表层9,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,

[0070] 至少一层的底层10,所述底层10布置在太阳能电池7和表层9之间,所述底层10包括高透过率材料。

[0071] 所述的太阳能飞机的一个实施例中,图4是根据本发明一个实施例的用于太阳能飞机的热管理系统的机翼结构示意剖视图,机翼1包括沿其截面中心线排布的空腔6,空腔内填充相变材料,太阳能电池7铺设于空腔6上。

[0072] 所述的太阳能飞机的一个实施例中,空腔6为沿机翼1截面中心线排布由钝形头至尖形尾大小依次递减的矩形方腔6,方腔内贯穿机翼1操纵机构与起落装置。

[0073] 所述的太阳能飞机的一个实施例中,机身3头部呈椭圆状结构,内部放置有储能单元与控制系统,控制系统包括传感器、控制器和机械传输机构,所述传感器包括设于机翼1上表面测量太阳能电池7温度的温度传感器和设有机身3前后端的测量飞行速度的速度传感器,控制器包括通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路ASIC或现场可编程门阵列FPGA,所述机械传动机构为连杆或液压机构,机翼1的截面呈流线型结构,设置于机翼1近机头处的螺旋桨2包括桨叶和位于机翼1内的驱动马达。

[0074] 所述的太阳能飞机的一个实施例中,太阳能飞机还包括尾翼,所述尾翼包括,

[0075] 平行尾翼4,其上表面铺设太阳能电池7,所述平行尾翼4配置成可上下活动以调整相对于太阳能电池7的太阳辐射入射角,辐射冷却薄膜布置在所述太阳能电池上,用于透过紫外光和可见光的辐射冷却薄膜包括,

[0076] 表层,其经由半导体材料聚合或经由高透过率材料与纳米颗粒掺杂而成,

[0077] 至少一层的底层,所述底层布置在太阳能电池和表层之间,所述底层包括高透过率材料;以及

[0078] 垂直尾翼5,其通过机械传动机构与控制系统连接,垂直尾翼5可相对于机身3偏转。

[0079] 为了进一步理解本发明,在一个实施例中,一种太阳能飞机包括,

[0080] 机翼1,其上表面铺设太阳能电池7,吸收紫外和可见光,为飞机提供电能,

[0081] 如图3所示,太阳能电池7上铺设辐射冷却薄膜8,薄膜为两层及多层结构,表层9由多种半导体材料聚合或由高透材料与纳米颗粒掺杂而成,具有紫外光与可见光高透射率、8-13 μm 红外光高吸收/发射率,厚度为材料共振波长的1/2、3/2、5/2...倍,下一层或多层由高透过率材料组成,薄膜整体具有紫外与可见光高透过率、8-13 μm 红外光高吸收/发射率,

[0082] 机翼1截面呈流线型设计,在相同风速下提供更大升力,

[0083] 机翼1内沿截面中心线排布由钝形头至尖形尾大小依次递减的矩形方腔66,空腔内贯穿机翼1操纵机构与起落装置,并填充一定量相变材料,进一步稳定机翼1温度,

[0084] 两侧机翼1尾端可上下活动,应对飞机起飞、降落等飞行模式与飞行过程中的气流扰动,

[0085] 螺旋桨23,设置于机翼1近机头处,由三片或多片桨叶组成,驱动马达放置于其后的机翼1内,

[0086] 机身3头部称椭圆状,内部放置有蓄电池与太阳能飞机控制系统,控制系统由传感器、控制器、机械传输机构组成。所述传感器包括温度、速度传感器,分布于机翼1上表面与前后端,控制器包括通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路ASIC或现场可编程门阵列FPGA,所述机械传动机构为连杆或液压机构,

[0087] 尾翼由左右平行尾翼4与垂直尾翼5组成,

[0088] 平行尾翼4上表面铺设太阳能电池7板1,平行尾翼4可上下活动,调整太阳辐射入射角,保证太阳能电池7发电效率,

[0089] 垂直尾翼5通过机械传动机构与机身3控制系统连接,通过调整垂直尾翼5偏转角度,提供飞机飞行的平衡气动力。

[0090] 图5是根据本发明一个实施例的热管理方法的步骤示意图,一种利用所述热管理系统的太阳能飞机热管理方法包括以下步骤,

[0091] 第一步骤S1,太阳光透过辐射冷却薄膜8被太阳能电池7吸收,其中,一部分紫外光与可见光转化为电能,另一部分能量转化热能,

[0092] 第二步骤S2,辐射冷却薄膜8辐射所述热能的一部分以降低太阳能表面温度,

[0093] 第三步骤S3,剩余未被辐射冷却薄膜8辐射的热能通过导热储存于机翼1的方腔6中的相变材料。

[0094] 为了进一步理解本发明,在一个实施方式中,一种太阳能飞机热管理方法步骤包括:

[0095] 太阳光透过机翼1与尾翼上表面附有的辐射冷却薄膜8,被光伏电池吸收。其中大部分紫外光与可见光转化为电能,存于机身3蓄电池以供使用,另一部分能量因半导体非辐射复合效应转化热能;

[0096] 辐射冷却薄膜8因其在8-13 μm 红外光高吸收/发射率,通过辐射红外光透过大气窗口直接与宇宙冷源(4K)进行辐射热量交换,将太阳能电池7光热效应产生的大部分热能即时辐射,大大降低太阳能电池7表面温度;

[0097] 太阳能电池7光热效应产生的另一部分热能通过导热储存于机翼1内部沿中心线排列的矩形方腔6内填充的相变材料之中,进一步降低太阳能电池7板以及飞机整体的温度波动。

[0098] 上述技术方案中太阳能飞机热管理系统整体呈流线型设计,机翼1、尾翼均可在一定范围内活动,能够降低飞机飞行过程中的气动阻力与摩擦热,具有更好的气动平衡性。

[0099] 上述技术方案中太阳能飞机热管理方法可对太阳能光不同波长的能量进行分级处理,并储存一部分热能,在保证电池发电效率的同时稳定降低电池的工作温度。通过上述方法能够提升太阳能电池7发电效率,降低飞机热应力,延长使用寿命,从而达到轻质高效、长时间飞行的目的。

[0100] 本发明通过优化太阳能飞机的结构和性能,达到高效利用太阳能,在发电储电的同时辐射、储存热能;提出并设计了新的太阳能飞机热管理系统,不仅降低了整体温度波动,还能根据环境调控机翼1偏转角度,从而减少飞行过程中的气动阻力,提高气动平衡性,达到高效平稳、长时间不间断飞行。

[0101] 工业实用性

[0102] 本发明所述的用于太阳能飞机的热管理系统、太阳能飞机及分离方法可以在飞机领域制造并使用。

[0103] 以上结合具体实施例描述了本申请的基本原理,但是,需要指出的是,在本申请中提及的优点、优势、效果等仅是示例而非限制,不能认为这些优点、优势、效果等是本申请的各个实施例必须具备的。另外,上述公开的具体细节仅是为了示例的作用和便于理解的作用,而非限制,上述细节并不限制本申请为必须采用上述具体的细节来实现。

[0104] 为了例示和描述的目的已经给出了以上描述。此外,此描述不意图将本申请的实施例限制到在此公开的形式。尽管以上已经讨论了多个示例方面和实施例,但是本领域技术人员将认识到其某些变型、修改、改变、添加和子组合。

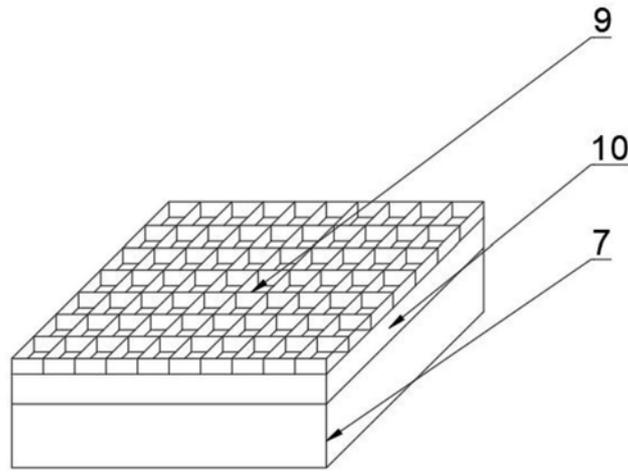


图1

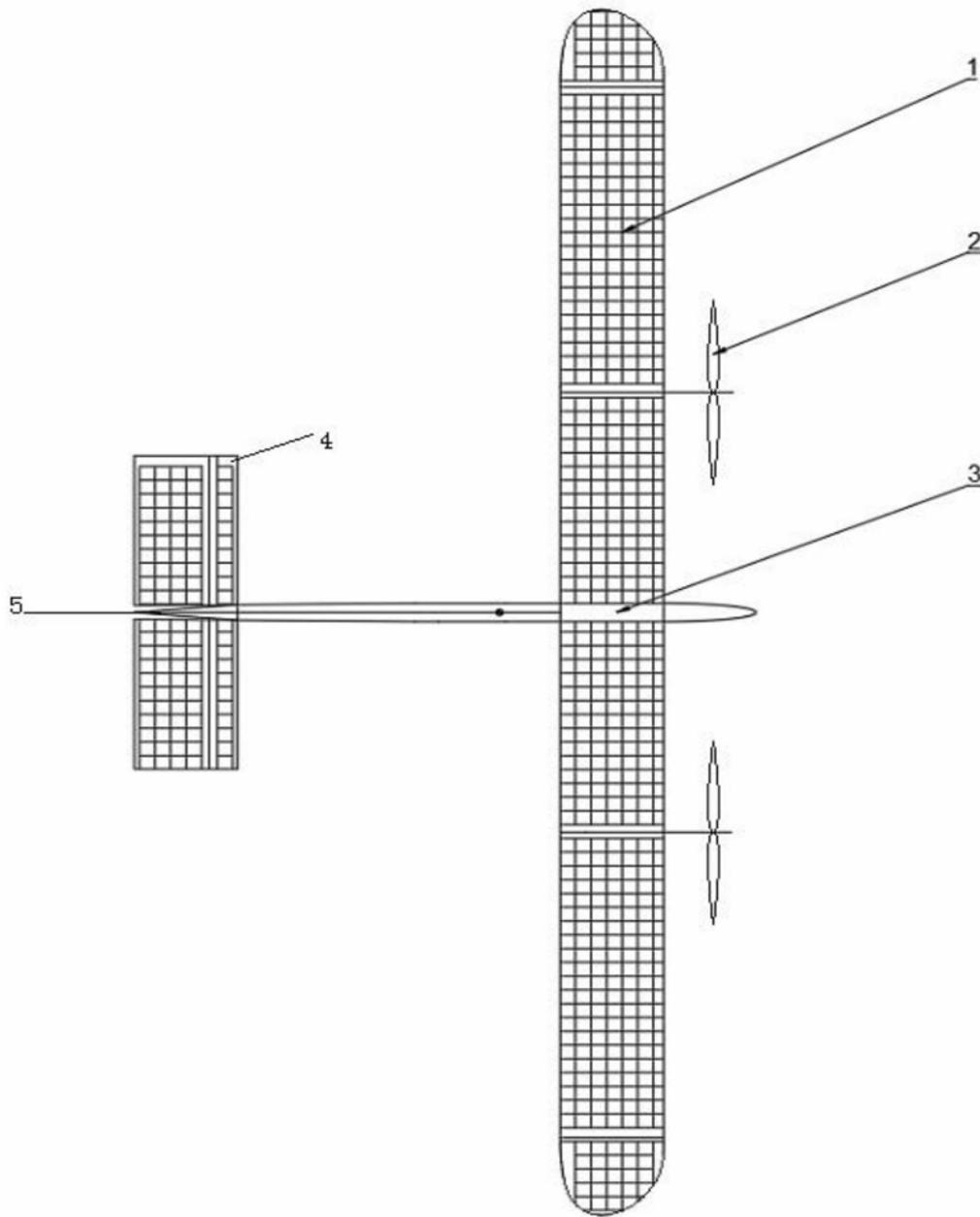


图2

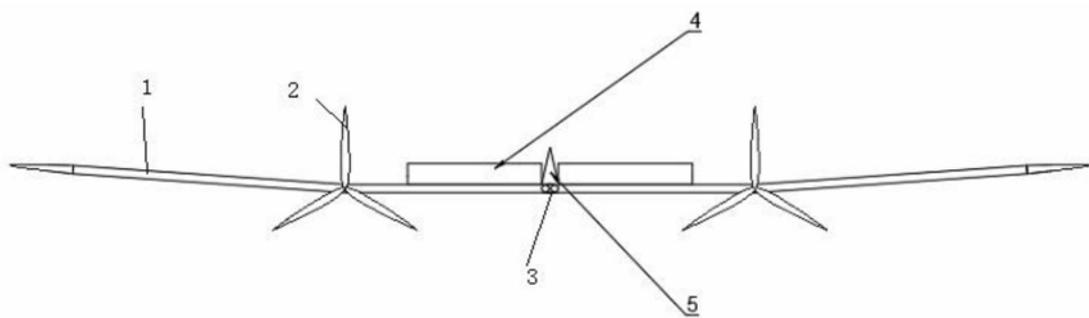


图3

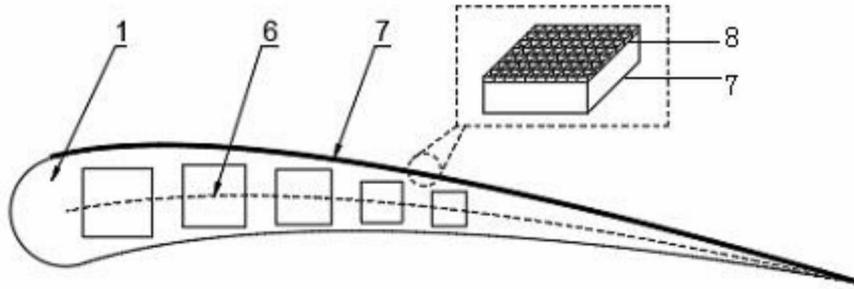


图4

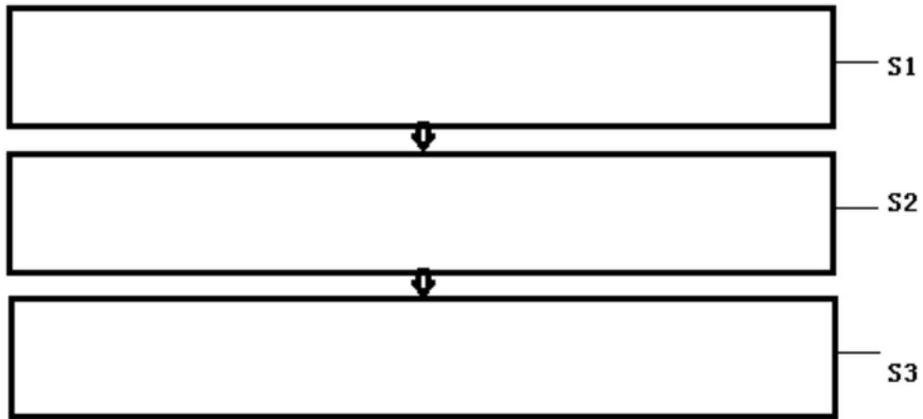


图5