



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108944470 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 201810739336.8

(22) 申请日 2018.07.06

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108944470 A

(43) 申请公布日 2018.12.07

(73) 专利权人 李可  
地址 100083 北京市海淀区知春路17号中  
关村人工智能创新创业基地2楼052

(72) 发明人 李可

(74) 专利代理机构 北京金恒联合知识产权代理  
事务所 11324  
专利代理师 李强

(51) Int. Cl.  
B64U 50/31 (2023.01)  
B64U 30/10 (2023.01)

(56) 对比文件

- CN 101254753 A, 2008.09.03
- CN 102381482 A, 2012.03.21
- CN 105656407 A, 2016.06.08
- CN 105857573 A, 2016.08.17
- CN 106532897 A, 2017.03.22
- CN 107745819 A, 2018.03.02
- CN 203632903 U, 2014.06.04
- CN 204100098 U, 2015.01.14
- CN 204279919 U, 2015.04.22
- CN 206273678 U, 2017.06.23
- CN 207417150 U, 2018.05.29
- CN 212313298 U, 2021.01.08
- US 2013285440 A1, 2013.10.31
- US 2017305526 A1, 2017.10.26

审查员 姚奋飞

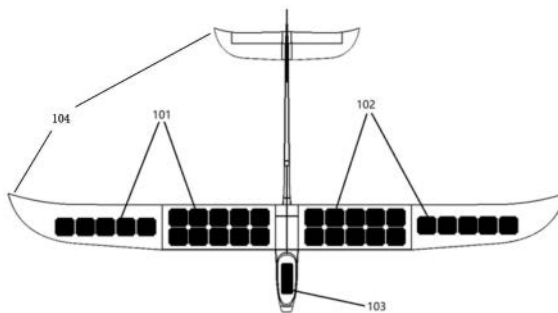
权利要求书3页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

小型跨昼夜太阳能无人机及其能源管理方法

(57) 摘要

一种太阳能无人机,采用常规布局、单尾撑、倒T型尾翼的布局形式,有高可靠性,并且机翼采用了流线型设计节省能源消耗。该机通过太阳能电池板和锂电池组供电具有更长的航时,更远的飞行距离,能够担任长时间巡航的任务;使用常规的单晶硅电池板,并且采用多层封装的方式与机翼结合,保证翼型的完整,从而保障整机的气动效率。依靠太阳能电池板和锂电池组所提供的动力起飞,在平飞状态下可完全依靠太阳能动力平飞;采用单发电动机作为驱动动力,具有高力效、大扭力、低转速的优点;每块太阳能电池板组带有独立的最大功率点跟踪系统,使每块太阳能电池板都工作在最佳功率点,保证电池板组能在输出功率较高的工况下工作,保证飞机供电系统的稳定。



1. 一种无人机,其特征在于包括:
  - 包括机舱的机身,
  - 安装在机身前端的、带折叠式螺旋桨的电动机,用于为飞机提供飞行所需的动力,
  - 机翼,其具有四段翼设计,包括第一中段机翼、第二中段机翼和第一外段机翼和第二外段机翼,
  - 第一外段机翼和第二外段机翼的后缘设置有副翼,
  - 和机身相连的水平尾翼和垂直尾翼,
  - 第一太阳能电池板组和第二太阳能电池板组,它们分别排布于机翼的第一中段机翼和第二中段机翼的上表面,
  - 锂电池组,其被排布于机舱内,
  - 第一最大功率点跟踪器,用于控制第一太阳能电池板组向锂电池组和电子调速器控制的电动机直接供电,
  - 第二最大功率点跟踪器,用于控制第二太阳能电池板组向锂电池组和电子调速器控制的电动机直接供电,
  - 其中,当电动机需要较大功率时,锂电池组与第一和第二太阳能电池板组同时向电动机供电,
  - 能源管理部分,用于对所述第一和第二太阳能电池板组、电子调速器和锂电池组进行实时状态监控,并通过控制锂电池组的输入端和输出端的断路器对锂电池组的充电和放电进行控制,能源管理部分用于进行的操作包括:
    - 当所述第一和第二太阳能电池板组、电子调速器和锂电池组开始工作时,读取功率数据,包括第一和第二太阳能电池板组的输出功率和电子调速器的输入功率;
    - 对电动机功率进行阈值判断,包括将电动机的功率与设定的阈值进行比较,把电动机的功率大于阈值的情况判定为起飞模式和爬升模式之一,把电动机的功率小于阈值的情况判定为巡航模式、滑翔模式、降落模式之一;
    - 当电动机功率小于阈值时,使飞机进入巡航模式、滑翔模式、降落模式之一,并进行第一和第二太阳能电池板组输出功率的阈值判断;若第一和第二太阳能电池板组输出功率大于阈值则判定为白天,此时通过断路器,使锂电池组进入充电模式;若第一和第二太阳能电池板组输出功率小于阈值则判定为夜晚,此时通过断路器,使锂电池组进入放电模式;
    - 当电动机功率大于阈值时,使飞机进入起飞模式和爬升模式之一,并进行第一和第二太阳能电池组输出功率的阈值判断,若第一和第二太阳能电池板组输出功率大于阈值则判定为白天,此时通过断路器,使锂电池组进入放电模式,同时控制第一和第二太阳能电池板组进入放电模式,使锂电池组和第一和第二太阳能电池板组同时为电动机进行供电;若第一和第二太阳能电池板组输出功率小于阈值则判定为夜晚,此时通过断路器,使锂电池组进入放电模式,使其为飞机的爬升加速供电。
2. 根据权利要求1所述的无人机,其特征在于进一步包括:
  - 分别在第一和第二最大功率点跟踪器后串的第一和第二防反灌二极管,分别用于保护第一和第二太阳能电池板组的稳定工作,
  - 用于锂电池组的过充保护系统,用于防止电池过充。
3. 根据权利要求1所述的无人机,其特征在于:水平尾翼、垂直尾翼、第一外段机翼和第

二外段机翼的翼尖均采用流线型导流设计,即采用翼尖小翼设计,

机翼平面形状为矩形,无后掠角,

并进一步包括:

设置在机身下方的摄像机,

带小轮的滑钩组,用于在降落时实现滑跑。

4. 根据权利要求1所述的无人机,其特征在于:

折叠式螺旋桨包括分别通过两根转轴连接在桨夹上的两片桨叶;

桨夹通过轴孔连接在电动机上,

其中,

桨叶可绕转轴转动,实现桨叶的折叠,

当电动机带动螺旋桨转动时,桨叶会在离心力作用下打开,为无人机提供推力,

当无人机降落且电动机停止转动时,桨叶会自动收起。

5. 根据权利要求1所述的无人机,其特征在于:

电子调速器、锂电池组、第一和第二最大功率点跟踪器、能源管理部分、图像信号传输模块分别排布于机舱中,

其中,

图像信号传输模块与摄像机连接,用于采集飞行时的图像信息,

所述无人机进一步包括带小轮的滑钩组,

滑-钩组包括滑勾和小轮,小轮用于当无人机降落时实现滑跑。

6. 根据权利要求1所述的无人机,其特征在于:

第一中段机翼和第二中段机翼包括穿插在若干打孔的翼肋中的碳纤维管翼梁,从而实现碳纤维管翼梁与第一中段机翼和第二中段机翼的固定,

碳纤维管翼梁穿插在机舱与第一中段机翼和第二中段机翼中,从而起到连接第一中段机翼和第二中段机翼与机舱的作用。

7. 基于根据权利要求1-6之一所述的无人机的能源管理方法,用于对所述第一和第二太阳能电池板组、电子调速器和锂电池组进行实时状态监控,并通过断路器对锂电池组的充电和放电进行控制,所述能源管理方法包括:

当所述第一和第二太阳能电池板组、电子调速器和锂电池组开始工作时,读取功率数据,包括第一和第二太阳能电池板组的输出功率和电子调速器的输入功率;

对电动机功率进行阈值判断,包括将电动机的功率与设定的阈值进行比较,把电动机的功率大于阈值的情况判定为起飞模式和爬升模式之一,把电动机的功率小于阈值的情况判定为巡航模式、滑翔模式、降落模式之一;

当电动机功率小于阈值时,使飞机进入巡航模式、滑翔模式、降落模式之一,并进行第一和第二太阳能电池板组输出功率的阈值判断;若第一和第二太阳能电池板组输出功率大于阈值则判定为白天,此时通过断路器,使锂电池组进入充电模式;若第一和第二太阳能电池板组输出功率小于阈值则判定为夜晚,此时通过断路器,使锂电池组进入放电模式;

当电动机功率大于阈值时,使飞机进入起飞模式和爬升模式之一,并进行第一和第二太阳能电池板组输出功率的阈值判断,若第一和第二太阳能电池板组输出功率大于阈值则判定为白天,此时通过断路器,使锂电池组进入放电模式,同时控制第一和第二太阳能电池板

组进入放电模式,使锂电池组和第一和第二太阳能电池板组同时为电动机进行供电;若第一和第二太阳能电池板组输出功率小于阈值则判定为夜晚,此时通过断路器,使锂电池组进入放电模式,使其为飞机的爬升加速供电。

## 小型跨昼夜太阳能无人机及其能源管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种小型跨昼夜太阳能无人机及其能源管理方法,属于航空飞行器设计领域。

### 背景技术

[0002] 低空太阳能飞机的众多优势,例如:为偏远多山地区提供通讯平台;距离地面近拍摄图片分辨率高,可以侦查森林火灾,搜索营救等,具有广阔的应用。一般依靠自身携带的燃油为动力来源的小型低空无人机存在航程少、留空时间短以及留空高度受到很大限制的问题。此外,部分情况下需要小型无人机执行高空或远程任务,尤其针对搜救任务需要长航时跨昼夜飞行。由于无人机自身起飞重量较小,无法搭载足够的燃料,将不能满足飞行任务的要求。

[0003] 以边境侦查为例,我国幅员辽阔,环境复杂,使用现役的侦察机就会受到航程、航时以及当地环境的影响,无法做到全天候24小时的不间断监测。若使用无人侦察机多架次起飞则会对地面维护人员造成极大的负担。

[0004] 军事方面:远程预警、地面侦察与监视作用距离及时间有限,并且生存能力较低,严重制约我军信息化建设的进程。

[0005] 民用方面:电视服务、大气环境监测与天气预报、灾害预报与应急处理作用手段及可覆盖区域有限。

[0006] 因此、本发明设计一款小型低空太阳能无人机,实现短距离抛飞,降落时实现滑翔降落。

### 发明内容

[0007] 对于例如上述边境侦查等应用,如果能将依靠太阳能为动力的无人机在边境起飞,飞至指定地点上空,配合自动驾驶仪系统,提供24小时的全程监视与侦察,就能提高效率并大大减轻地面人员的负担,太阳能无人机能够完成这种长时间留空的侦察任务。

[0008] 因此,本发明的目的,是提供一种小型低空太阳能无人机。

[0009] 根据本发明的一个方面,提供了一种小型太阳能无人机,其特征在于包括:

[0010] 机身;

[0011] 机翼,其中外翼段具有上反角;

[0012] 设置在所述机身前端的一台电动机;

[0013] 安装在所述电动机上的一个螺旋桨;

[0014] 与机身相连的水平尾翼和垂直尾翼。

[0015] 根据本发明的另一个方面,提供了一种无人机,其特征在于包括:

[0016] 包括机舱的机身,

[0017] 安装在机身前端的、带折叠式螺旋桨的电动机,用于为飞机提供飞行所需的动力,

[0018] 机翼,其具有四段翼设计,包括第一中段机翼、第二中段机翼和第一外段机翼和第

二外段机翼，

[0019] 第一外段机翼和第二外段机翼的后缘设置有副翼，

[0020] 和机身相连的水平尾翼和垂直尾翼，

[0021] 第一太阳能电池板组和第二太阳能电池板组，它们分别排布于机翼的第一中段机翼和第二中段机翼的上表面，

[0022] 锂电池组，其被排布于机舱内，

[0023] 第一最大功率点跟踪器，用于控制第一太阳能电池板组向锂电池组和电子调速器控制的电动机直接供电，

[0024] 第二最大功率点跟踪器，用于控制第二太阳能电池板组向锂电池组和电子调速器控制的电动机直接供电，

[0025] 其中，当电动机需要较大功率时，锂电池组与第一和第二太阳能电池板组同时向电动机供电。

### 附图说明

[0026] 图1显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的整体外形图。

[0027] 图2显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的外形俯视图。

[0028] 图3显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的太阳能电池板组封装图。

[0029] 图4显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的能源管理系统结构图。

[0030] 图5显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的能源管理系统控制流程图。

[0031] 图6显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的折叠式螺旋桨外形图。

[0032] 图7显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的机舱剖面侧视图。

[0033] 图8显示了根据本发明的一个实施例的小型太阳能无人机的机翼与机舱连接示意图。

### 具体实施方式

[0034] 为了解决现有无人机的航程、留空时间及飞行高度有限的问题，并能将小型无人机的功能进行扩展，使之能依靠自身动力来完成原来所不能完成的高空、远程长航时飞行任务，本发明人设计了一种以太阳能为动力，具有一定任务载荷，能够完成测绘侦察等任务，并可应用于气象测绘等多种应用领域的小型无人机。

[0035] 太阳能无人机的动力来源为太阳能，而太阳能的捕获是通过布置于飞机上的太阳能电池板实现的。由于不同气候和时间条件下太阳光照的强度不同，太阳能电池板所能供给的功率也是随之变化的，为了保证太阳能无人机的正常平稳运行，需要对由太阳能电池板、电机和锂电池所组成的能源系统进行能源管理与状态监测。为此，本发明设计了一种适用于长航时无人机的能源管理系统，保证不同工况下能源系统的高效平稳运行。

[0036] 为了使太阳能电池板更贴合翼面，保证翼型的完整，从而保障整机的气动效率，本

发明采用整片式太阳能电池板,贴合在机翼的上表面;同时,本发明在太阳能电池板的封装过程中,在其表面贴合了透光膜,提高了太阳能电池板的聚光能力。

[0037] 根据本发明的太阳能无人机的总体布局

[0038] 根据本发明的一个实施例的小型无人机采用常规式气动布局,如图1和图2所示,其具有上单翼设计,机舱1前端安装有带折叠式螺旋桨3的电动机2,为飞机提供飞行所需的动力;后端与机身12连接。机舱1采用椭圆形设计,在保证机载设备的装载量的同时减小飞行阻力。

[0039] 机翼平面形状为矩形,无后掠角,四段翼设计分为中段机翼4和5以及外段机翼6和7,外段机翼6和7有 $3^{\circ}$ 上反角,增加飞行稳定性,机翼分为四段的大展弦比设计;中段机翼4、5内部的碳纤维管骨架与直接与机舱1连接,保证整机的强度与刚度。外段机翼后缘设置有副翼8。水平尾翼9和垂直尾翼10和机身12相连。水平尾翼9,垂直尾翼10,左侧外段机翼6和右侧外段机翼7的翼尖均采用流线型导流设计,即采用翼尖小翼设计,该设计可以有效减小飞行阻力,节省能量。在一个具体实施例中,机舱1、机身12、机翼4、5、6、7和尾翼9、10均采用碳纤维复合材料制造。机身下方配有摄像机13,用于实现远程监控、侦察、记录等任务的实施。本发明的小型太阳能无人机配有带小轮的滑钩组11,在降落时可以实现滑跑,减小摩擦阻力保护机载设备安全。

[0040] 太阳能电池板和锂电池组的排布方式

[0041] 根据本发明的一个实施例,如图2所示,在机翼的左段和右段的上表面分别布置有太阳能电池板组101、102,本发明所使用的太阳能电池板组对太阳能电池板进行了多层封装,可以同翼型完美融合。本机所使用的锂电池组103布置在机舱1中,有利用实现整机的合理配重并保障电路的稳定性。翼尖均采用流线型导流设计,即采用翼尖小翼流线型设计104,该设计可以有效减小飞行阻力,节省能量。

[0042] 太阳能电池板封装方式

[0043] 根据本发明的一个实施例,如图3所示,若干块单晶硅太阳能电池采用多层封装的方式被封装在太阳能电池板组101、102上。太阳能电池板组以软性塑料膜作为底膜201;根据一个具体实施例的封装方式是,太阳能电池板203与底膜201中间有一层EVA(乙烯-醋酸乙烯共聚物)热熔胶膜202;在太阳能电池板203上表面,也覆有一层EVA热熔胶膜204;在上层EVA热熔胶膜204的上表面,封装有一层透光膜205,该透光膜可以提高太阳能电池板组的聚光能力;其中,EVA热熔胶膜202、204起到了对底膜201、太阳能电池板203、透光膜205的粘合作用,保证了太阳能电池板封装结构的稳定性。

[0044] 能源管理系统

[0045] 根据本发明的一个实施例的太阳能飞机能源管理系统结构图如图4所示。其中,第一太阳能电池板组301、第二太阳能电池板组302分别为排布于机翼的左侧段和右侧段的上表面的电池板组在电路中的表示;锂电池组306为排布于机舱1内的太阳能电池组在电路中的表示。该系统由太阳能电池板组301、302分别通过独立的最大功率点跟踪(MPPT)系统,即MPPT太阳能控制器303、304向锂电池组306和电子调速器307控制的电动机308(也就是图1中的电动机2)直接供电,当电动机308需要较大功率时,锂电池组306和第一、第二太阳能电池板组301、302同时向电动机308供电。同时,在MPPT太阳能控制器303、304后串有防反灌二极管309、310来保护太阳能电池板组301、302的稳定工作。

[0046] 第一、第二太阳能电池板组301、302并联于电路中,MPPT太阳能控制器303、304用于调节太阳能电池板组的输出电压,直接向电子调速器307及电动机308供电,保证即便在电池电量耗尽的情况下,太阳能飞机依旧能够通过太阳能电池板组提供的能量滑翔降落,大大提高了整个太阳能飞机能源管理系统的可靠性和安全性。太阳能电池板组301、302的并联方式相比于串联方式,可以保证当一侧太阳能电池板组出现故障时,另一侧的太阳能电池板组仍然可以正常为锂电池组306及电动机308供电,使飞机不会因为一侧太阳能电池板组故障而无法工作,提高了整机的可靠性。

[0047] 锂电池组306配有过充保护系统305,防止电池过充,保护锂电池组的正常工作,延长电池寿命。

[0048] 整个能源管理系统的工作状态由能源管理模块311进行实时监控与控制,包括对太阳能电池板组301、302,电子调速器307和锂电池组306的实时状态监控,以及通过控制锂电池组输入、输出端的断路器312、313对锂电池组充电和放电状态进行控制。

[0049] 根据本发明的一个实施例的太阳能飞机的能源管理系统的控制流程如图5所示,该控制流程主要由能源管理模块311实施,包括:

[0050] 能源管理模块实时待机,对能源系统的工作情况进行实时的监控与控制;

[0051] 当能源系统开始工作时3001,首先读取功率数据3002,包括太阳能电池板组301、302的输出功率和电子调速器307的输入功率;

[0052] 然后进入判断流程,首先对电动机功率进行阈值判断3003,即将电动机的功率与设定阈值进行比较,把电动机的功率大于阈值的情况判定为起飞/爬升模式3005,把电动机的功率小于阈值的情况判定为巡航/滑翔/降落模式3004。

[0053] 当电动机功率小于阈值时,飞机进入巡航/滑翔或降落模式3004,并进行太阳能电池板组输出功率的阈值判断3006;若太阳能电池板组输出功率大于阈值则判定为白天,此时通过通过控制锂电池组输入、输出端的断路器312、313,使锂电池组306进入充电模式3009;若太阳能电池板组输出功率小于阈值则判定为夜晚,此时通过控制锂电池组输入、输出端的断路器312、313,使锂电池组306进入放电模式3008;

[0054] 当电动机功率大于阈值时,飞机进入起飞/爬升模式3005,并进行太阳能电池组输出功率的阈值判断3007,若太阳能电池板组输出功率大于阈值则判定为白天,此时通过控制锂电池组输入、输出端的断路器312、313,使锂电池组306进入放电模式3012,同时控制太阳能电池板组进入放电模式3011,使其同时为电动机进行供电;若太阳能电池板组输出功率小于阈值则判定为夜晚,此时通过通过控制锂电池组输入、输出端的断路器312、313,使锂电池组306进入放电模式3010,使其为飞机的爬升加速供电。

[0055] 随后控制流程结束3013。

[0056] 折叠式螺旋桨设计

[0057] 根据本发明的一个实施例的太阳能飞机的折叠式螺旋桨9外形图如图6所示。其中,两片桨叶401、402分别通过两根转轴403、404连接在桨夹405上;桨夹405通过轴孔406连接在电动机2上。其中,桨叶401、402可以绕转轴403、404转动,实现桨叶的折叠,当电动机2带动螺旋桨转动时,桨叶401、402会在离心力作用下打开,为无人机提供推力。本设计的有益效果在于,当无人机降落时,电动机2停止转动,桨叶401、402会自动收起,这样能有效防止桨叶与地面发生碰撞,避免电动机损坏。



[0058] 机载电子布置及带小轮的滑钩组设计

[0059] 根据本发明的一个实施例的太阳能飞机的机舱1剖面侧视图如图7所示。其中,电子调速器501、锂电池组502、最大功率点跟踪(MPPT)模块503、能源管理模块504、图像信号传输模块505分别排布于机舱1当中。其中,图像信号传输模块505与摄像机13连接,以采集飞行时的图像信息。此种排布方式有利于节省机舱空间,合理配重,保障飞行器的飞行性能及可靠性。此外,根据本发明的一个实施例的太阳能飞机包括带小轮的滑钩组11;滑钩组11包括滑钩506和小轮507,当无人机降落时,小轮可以用于实现滑跑,保证降落时的稳定性。

[0060] 机翼与机舱的连接方式

[0061] 根据本发明的一个实施例的太阳能飞机的机翼4、5与机舱1连接示意图如图8所示,图8为机翼4、5与机舱1的剖视效果图。其中,机翼包括穿插在若干打孔的翼肋602中的碳纤维管翼梁601,从而实现翼梁601与机翼4、5的固定,保障飞机机翼的结构强度。同时,碳纤维管翼梁601穿插在机舱1与机翼4、5中间,起到了连接机翼4、5与机舱1的作用。此种连接方式在保障整机的易拆卸、易维护性能的同时,也提高了整机的结构强度。

[0062] 本发明的优点和有益效果包括:

[0063] 1) 该太阳能无人机采用常规布局、单尾撑、倒T型尾翼的布局形式,具有很高的可靠性,并且机翼采用了流线型设计节省能源消耗。

[0064] 2) 与常规动力小型无人机相比,该机通过太阳能电池板和锂电池组供电具有更长的航时,更远的飞行距离,能够担任长时间巡航的任务。

[0065] 3) 使用常规的单晶硅电池板,并且采用多层封装的方式与机翼结合,保证翼型的完整,从而保障整机的气动效率。

[0066] 4) 依靠太阳能电池板和锂电池组所提供的动力起飞,在平飞状态下可完全依靠太阳能动力平飞。

[0067] 5) 采用单发电动机作为驱动动力,具有高力效、大扭力、低转速的优点。

[0068] 6) 每一块太阳能电池板组都带有独立的最大功率点跟踪系统,使每块太阳能电池板都工作在最佳功率点,保证太阳能电池板组都能在输出功率较高的工况下工作,同时保证飞机供电系统的稳定性。

[0069] 7) 锂电池组带有过充保护系统,可防止电池过充,延长电池寿命。

[0070] 8) 采用折叠式螺旋桨设计,并且本发明不带有起落架,起飞时可以实现短距离抛飞无跑道要求,降落时实现滑翔降落。

[0071] 9) 在机舱底部配有带小轮的滑钩组,在降落时可以实现滑跑,保证降落时的稳定性。

[0072] 10) 机翼内部的碳纤维管骨架与直接与机舱连接,保证整机的强度与刚度。

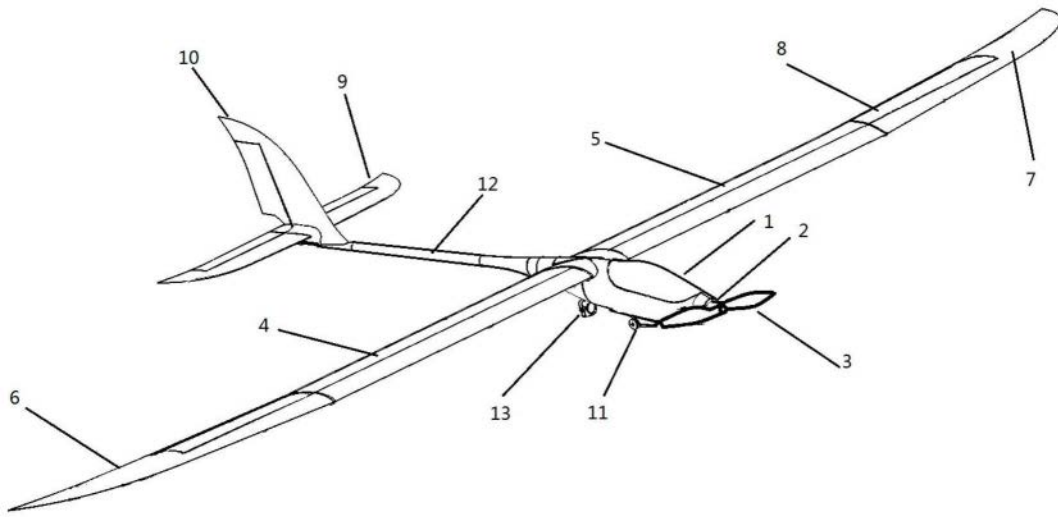


图1

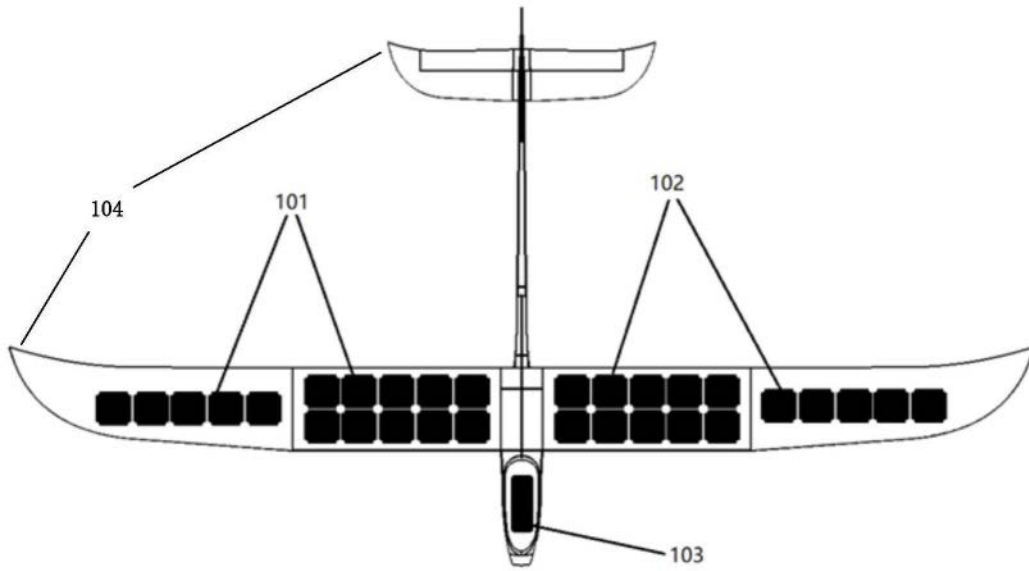


图2

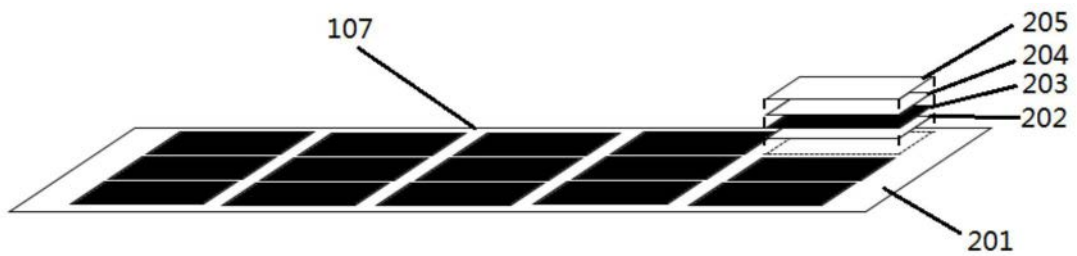


图3

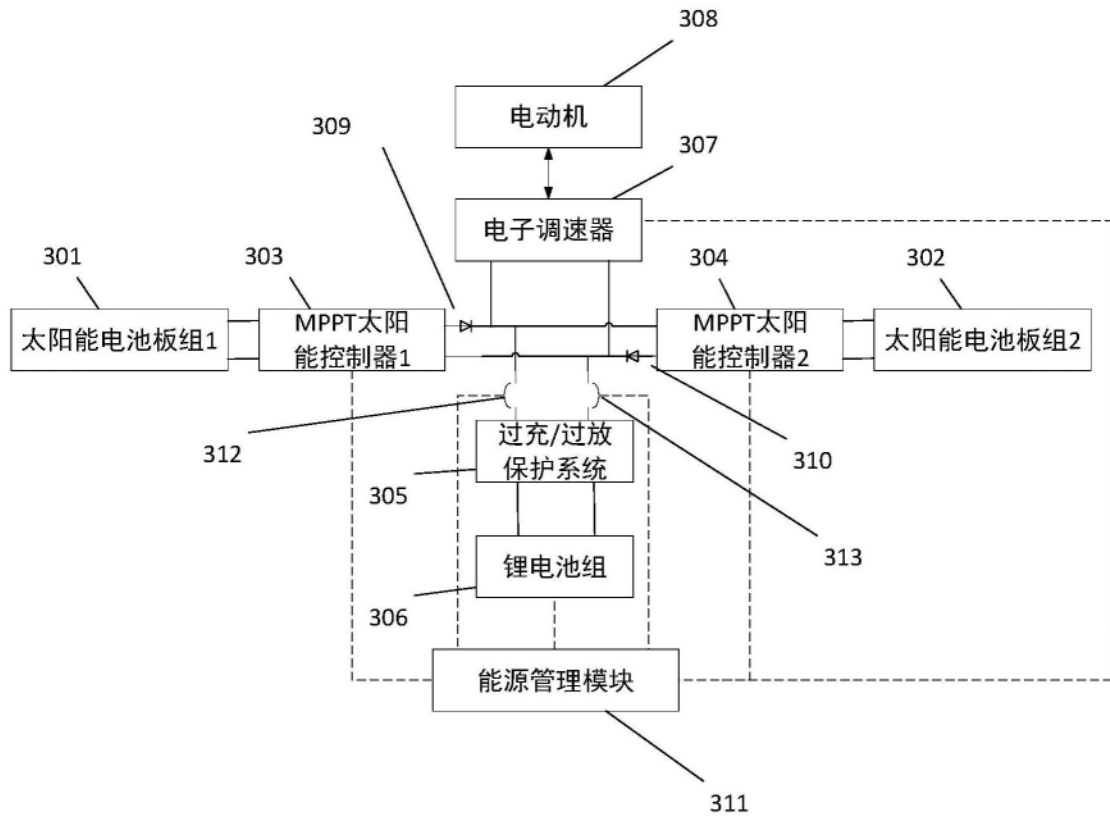


图4

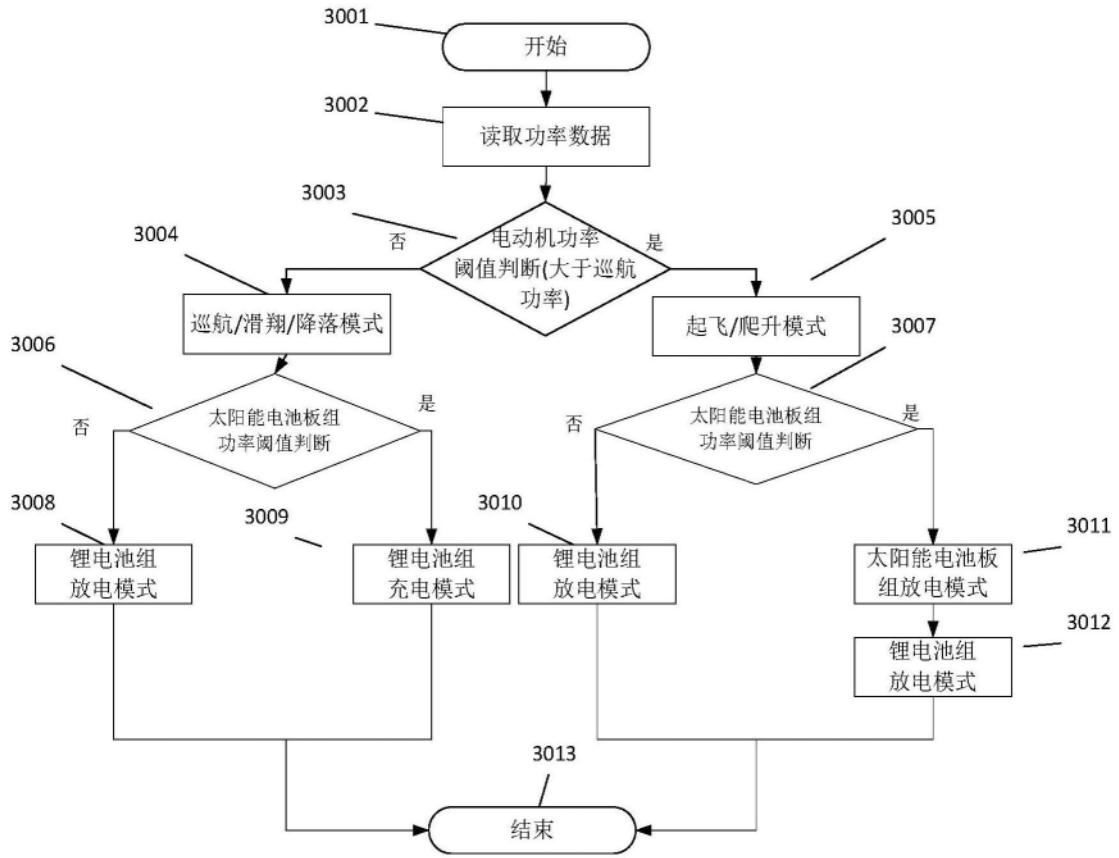


图5

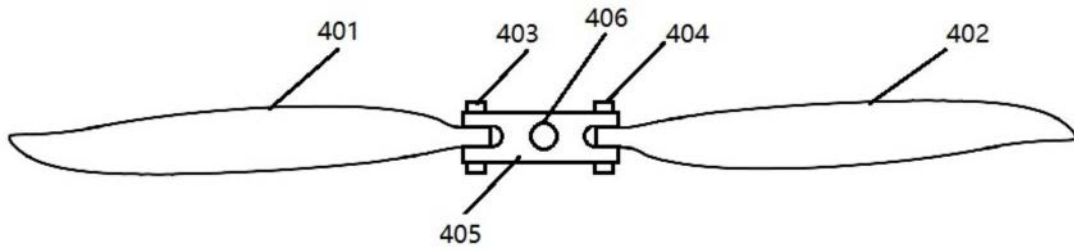


图6

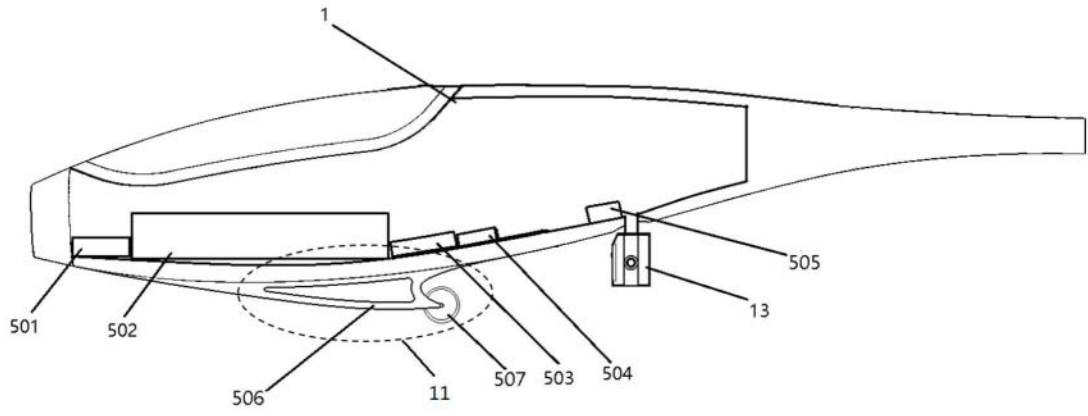


图7

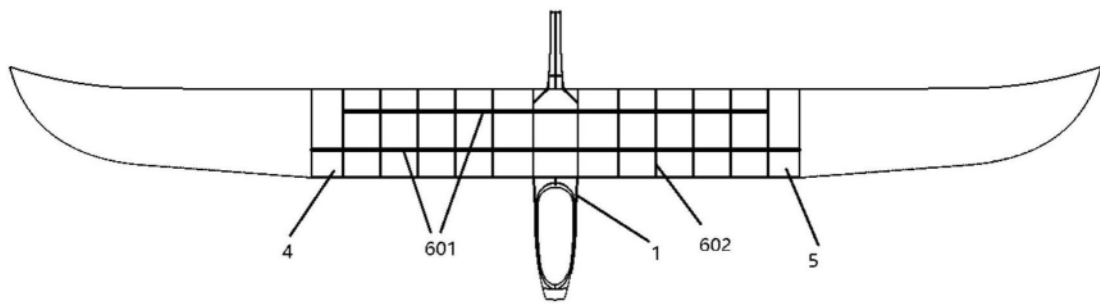


图8