



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108155869 A

(43)申请公布日 2018.06.12

(21)申请号 201711246988.X

H02J 7/35(2006.01)

(22)申请日 2017.12.01

(30)优先权数据

15/369,216 2016.12.05 US

(71)申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 M·L·布林 S·B·辛格

J·W·贝伦斯

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 张全信 董志勇

(51)Int.Cl.

H02S 40/22(2014.01)

H02S 40/30(2014.01)

H02S 20/30(2014.01)

权利要求书3页 说明书22页 附图20页

(54)发明名称

控制具有太阳能聚能器阵列的反射表面的温度的热管理系统

(57)摘要

本发明的名称是控制具有太阳能聚能器阵列的反射表面的温度的热管理系统。公开了用于控制选择性反射板的温度的热管理系统(“TMS”)。TMS包括太阳能聚能器阵列、温度传感器和控制器。太阳能聚能器阵列位于选择性反射板内并且具有以反射器组布置的多个反射器。温度传感器在温度传感器的位置处监测选择性反射板的温度。控制器利用温度传感器监测选择性反射板的局部温度,并作为响应产生发送至太阳能聚能器阵列的控制信号。响应于监测温度传感器,控制信号引导太阳能聚能器阵列以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定选定数目的反射器以控制选择性反射板的局部温度。

1. 一种用于控制选择性反射板(1202)的温度的热管理系统(“TMS”)(300),所述TMS(300)包括:

第一太阳能聚能器阵列(224、302、908),其具有:

以反射器组(214、240、912)布置的第一多个反射器(406、1300),

其中所述第一太阳能聚能器阵列(224、302)位于所述选择性反射板(1202)内;

第一温度传感器(236a、910a),其配置为监测所述选择性反射板(1202)的第一温度;和
与所述第一温度传感器(236a、910a)和所述第一太阳能聚能器阵列(224、302)信号通信的控制器(228、916),

其中所述控制器(228、916)配置为

利用所述第一温度传感器(236a、910a)监测所述选择性反射板(1202)的所述第一温度,和响应于监测所述第一温度传感器,产生第一控制信号(234、322、324)以定位所述第一太阳能聚能器阵列(224、302)内的第一选定数目的反射器(416)进入指向远离位置,

其中确定所述第一选定数目的反射器(416)以控制所述选择性反射板(1202)的所述第一温度,和

其中所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908)配置为定位所述第一选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置,以控制所述选择性反射板(1202)的所述第一温度。

2. 根据权利要求1所述的TMS(300),其中所述控制器(228、916)包括

处理器(228)和

储存可执行指令的非暂时计算机可读储存介质(232),当所述可执行指令由所述处理器(228)执行时,其可操作以:

利用所述第一温度传感器(236a、910a)监测所述选择性反射板(1202)的所述第一温度;和响应于监测所述第一温度传感器(236a、910a),产生所述第一控制信号(234、322、324)以定位所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908)上的所述第一选定数目的反射器(416)进入指向远离位置。

3. 根据权利要求1所述的TMS(300),其中定位所述第一选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置包括定位所述第一选定数目的反射器(416)进入部分指向远离位置或完全指向远离位置。

4. 根据权利要求1所述的TMS(300),其中所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908)包括微机电系统(“MEM”)聚能器(908)。

5. 根据权利要求1所述的TMS(300),进一步包括:

太阳能聚能器模块(200、222a、904a),其包括

所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908),和

第一控制模块(212、906),

其中所述第一控制模块(212、906)与所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908)和所述控制器(228、916)二者信号通信,

其中所述第一控制模块(212、906)配置为响应于接收来自所述控制器(228、916)的所述第一控制信号(234、322、324),定位所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908)上的所述第一选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置,和

其中所述第一太阳能聚能器阵列(224、302、908)包括

第一多个光伏电池 (206), 和

所述第一多个反射器 (406、1300) 对应所述第一多个光伏电池 (206) 以反射器组布置。

6. 根据权利要求5所述的TMS (300), 其中所述第一太阳能聚能器模块 (200、222a、904a) 是微聚能器模块 (“MCM”)。

7. 根据权利要求5所述的TMS (300), 其中所述第一控制模块 (212、906) 包括

第一控制模块处理器 (242), 和

储存可执行指令的第一控制模块非暂时计算机可读储存介质 (244), 当所述可执行指令由所述第一控制模块处理器 (242) 执行时, 其可操作以响应于接收来自所述控制器 (212、906) 的所述第一控制信号 (325) 产生第一控制模块信号 (325) 以定位所述太阳能聚能器阵列上的所述选定数目的反射器 (416) 进入所述指向远离位置。

8. 根据权利要求7所述的TMS (300), 进一步包括:

第二太阳能聚能器阵列 (302), 其具有第二多个光伏电池 (206) 和对应所述第二多个光伏电池 (206) 的以反射器组布置的第二多个反射器, 其中所述第二太阳能聚能器阵列 (302) 位于所述选择性反射板 (1202) 内, 和

第二温度传感器 (304), 其配置为监测所述选择性反射板 (1202) 的第二温度,

其中所述控制器 (228、916) 还配置为

利用所述第二温度传感器 (304) 监测所述选择性反射板 (1202) 的所述第二温度, 和

响应于监测所述第二温度传感器 (304), 产生第二控制信号 (322) 以定位所述第二太阳能聚能器阵列 (302) 上的第二选定数目的反射器 (416) 进入指向远离位置,

其中确定所述第二选定数目的反射器 (416) 以控制所述选择性反射板 (1202) 的所述第二温度, 和

其中所述第二太阳能聚能器阵列 (302) 配置为定位所述第二选定数目的反射器 (416) 进入所述指向远离位置, 以控制所述选择性反射板 (1202) 的所述第二温度。

9. 根据权利要求8所述的TMS (300), 其中所述第二太阳能聚能器模块 (302) 是第二MCM。

10. 一种用于控制具有太阳能聚能器阵列 (224、302、908) 的选择性反射板 (1202) 的温度的方法 (800、1400), 其中所述太阳能聚能器阵列 (224、302、908) 具有以反射器组 (214、240、912) 布置的多个反射器 (406、1300), 所述方法 (800) 包括:

利用与控制器 (228、916) 信号通信的第一温度传感器 (236a、910a) 监测 (802、1402) 所述选择性反射板 (1202) 的第一局部温度;

接收 (808、1408) 来自所述控制器 (228、916) 的第一控制信号 (234、322、324) 以响应于所接收的对应于所监测的第一局部温度的第一控制信号 (234、322、324) 定位所述太阳能聚能器阵列 (224、302、908) 上的第一选定数目的反射器 (416) 进入指向远离位置, 其中, 确定所述第一选定数目的反射器 (416) 以控制所述选择性反射板 (1202) 的所述第一局部温度; 和

定位 (810、1410) 所述第一选定数目的反射器 (416) 进入指向远离位置以控制所述选择性反射板 (1202) 的所述第一局部温度, 由此控制所述选择性反射板 (1202) 的温度。

11. 根据权利要求10所述的方法 (800、1400), 其中定位 (810、1410) 所述第一选定数目的反射器 (416) 进入所述指向远离位置包括定位所述第一选定数目的反射器 (416) 进入部分指向远离位置或完全指向远离位置。

12. 根据权利要求11所述的方法(800、1400),进一步包括:

在所述控制器(228、916)处接收(804、1408)来自所述第一温度传感器(236a、910a)的第一温度数据,

响应于在所述控制器(228、916)处的所述第一温度数据,确定(806、1406)被放置进入所述指向远离位置的所述太阳能聚能器阵列(224、302、908)上的所述第一选定数目的反射器(416),和

响应于确定(806、1406)被放置进入所述指向远离位置的所述第一选定数目的反射器(416),在所述控制器(228、916)处产生所述第一控制信号(234、322、324)。

13. 根据权利要求12所述的方法(800、1400),

其中接收(804、1402)来自所述控制器(228、916)的所述第一控制信号(234、322、324)包括在第一控制模块(212、906)处接收所述第一控制信号(234、322、324),和

其中定位(810、1410)所述第一选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置包括响应于接收(804、1402)所述第一控制信号(234、322、324),利用所述第一控制模块定位所述太阳能聚能器阵列(224、302、908)中的所述第一选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置。

14. 根据权利要求13所述的方法(800、1400),进一步包括

利用与所述控制器(228、916)信号通信的第二温度传感器(304)监测(802、1402)所述选择性反射板(1202)的第二局部温度;

接收(808、1408)来自所述控制器(228、916)的第二控制信号(322)以响应于所接收的对应于所监测的第二局部温度的第二控制信号(322)定位(810、1410)第二太阳能聚能器阵列(302)上的第二选定数目的反射器(416)进入指向远离位置,其中确定所述第二选定数目的反射器(416)以控制所述选择性反射板(1202)的所述第二局部温度;和

定位(810、1410)所述第二选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置以控制所述选择性反射板(1202)的所述第二局部温度。

15. 根据权利要求14所述的方法(800、1400),进一步包括

在所述控制器(228、916)处接收(804、1408)来自所述第二温度传感器(304)的第二温度数据,

响应于在所述控制器(228、916)处的所述第二温度数据,确定(806、1406)被放置进入所述指向远离位置的所述第二太阳能聚能器阵列(302)上的所述第二选定数目的反射器(416),和

响应于确定(806、1406)被放置进入所述指向远离位置的所述第二选定数目的反射器(416),在所述控制器(228、916)处产生所述第二控制信号(322),

其中接收(808)来自所述控制器(228、916)的所述第二控制信号(322)包括在第二控制模块处接收所述第二控制信号(322),和

其中定位(810、1410)所述第二选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置包括响应于接收所述第二控制信号(322),利用所述第二控制模块定位所述太阳能聚能器阵列中的所述第二选定数目的反射器(416)进入所述指向远离位置。

16. 根据权利要求15所述的方法(800、1400),进一步包括:当所述第一选定数目的反射器(416)处于所述指向远离位置时,反射入射太阳光远离(114)所述选择性反射板(1202)。

控制具有太阳能聚能器阵列的反射表面的温度的热管理系统

技术领域

[0001] 公开的系统和方法涉及太阳能聚能器(聚太阳能器,solar concentrator)阵列,更具体地涉及热管理太阳能聚能器阵列的系统和方法。

背景技术

[0002] 由太阳能或光伏电池发电持续经历显著兴趣。太阳能电池将通常来自太阳的光能转化为电能。太阳能电池上的光强可以被称为太阳数(number of Suns),其中1-太阳聚能(concentration)对应地球上 $1\text{kW}/\text{m}^2$ 下的标准照度。

[0003] 目前可用的聚能器太阳能发电机采用平板技术,其中光伏电池——在太阳能转化应用中被称为太阳能电池——被定位在距离反射器或聚能器组一定距离处的二维阵列上。太阳光反射离开反射器并被引导至太阳能电池,其将光能转化为电能。在聚能器阵列处收集每个太阳能电池处的电压,电压输出并输送至负载。由聚能器阵列输出的电功率的量由使用的太阳能电池的效率和聚能器阵列的面积和密度确定。聚能器阵列可以以具有设定数量的太阳能电池和反射器组的单元提供并沿平面定位以形成甚至更大的板,从而进一步增加来自太阳能阵列的可用功率。大的太阳能电池板一般称为太阳能翼。

[0004] 最近开发的太阳能阵列包括反射器,其可作为微机电系统("MEMS")反射器获得,其中MEMS反射器包括微型反射镜和控制零件。单组MEMS反射器——其配置为引导光至对应的太阳能电池——可以实施为模块。太阳能电池和微型MEMS反射器或微聚能器可以以比在通常太阳能阵列中太阳能电池和反射器更高的密度配置在聚能器阵列或微聚能器阵列("MCM")上。

[0005] 目前,太阳能电池和反射器正被在多种应用中使用。实例应用是在航天器上利用太阳能电池作为电源。其他应用包括陆地太阳能电源。

[0006] 在航天器上利用太阳能电池的问题是当太阳能电池板暴露至过大太阳光时它们可能过热。通常地,卫星不存在该问题,因为其具有相对于太阳可预测的位置并因此可以设计为沿卫星轨道限制太阳光的热影响。然而,非卫星航天器——诸如,例如,探空火箭或其他星际航天器——具有产生动态环境的轨迹和传感器,该动态环境导致使太阳能电池板过热的可能性,这可以导致对太阳能电池板的损害。

[0007] 不幸地,目前不存在当前已知的管理行进通过外太空的非轨道航天器所经历的动态变化和高度可变的热环境的方法。在这些航天器上,跨越航天器的太阳翼的总面积温度改变,其中变化基于如此因素,其包括航天器距离太阳的距离和太阳翼与太阳的角度。另外地,在太阳翼内的结构组成和零件的位置也在太阳翼内产生不同的温度区。此外,太阳翼周围的其他外部结构(如,来自辐射器、天线或航天器上的其他隆起物的反射)可以在太阳翼上产生阴影或过度照射,其也促使热控制挑战的复杂性。

[0008] 常用方案是减少太阳翼上的这些面积和/或利用白色热控制涂层或光学反射镜覆盖该面积。这些方法的实例可以包括利用无源(passive)热控制反射镜(如,麦哲伦金星雷达测绘探空火箭)、热毯、辐射器和陶瓷布天棚。这些方法的问题是它们导致降低太阳翼的

功率与质量比以及它们是非动态的固定方案。由此,这些固定方案可能不是完全有效的并且可降低工作寿命。

[0009] 在本领域存在对解决上述问题中至少一些以及任意其他可能问题的热管理太阳能板的系统和方法的需要。

发明内容

[0010] 公开了用于控制选择性反射板温度的热管理系统(“TMS”)。选择性反射板可以是反射镜或太阳能板并且可以位于航天器上。TMS可以包括太阳能聚能器阵列、温度传感器和控制器。太阳能聚能器阵列位于选择性反射板内并且具有以反射器组布置的多个反射器。温度传感器配置为监测温度传感器的位置处选择性反射板的温度(即,选择性反射板的局部温度)。控制器与温度传感器和太阳能聚能器阵列信号通信。控制器配置为利用温度传感器监测选择性反射板的局部温度并作为响应产生发送至太阳能聚能器阵列的控制信号。响应于监测温度传感器,控制信号引导太阳能聚能器阵列以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离(off-pointing)位置,其中确定选定数目的反射器以控制选择性反射板的局部温度。在该实例中,定位选定数目的反射器进入指向远离位置包括定位选定数目的反射器进入部分指向远离位置或完全指向远离位置,在完全指向远离位置中可能存在众多部分指向远离位置。太阳能聚能器阵列配置为接收控制信号,并作为响应定位选定数目的反射器进入指向远离位置以控制选择性反射板的局部温度,由此控制太阳能板的温度。

[0011] 在该实例中,控制器可以包括处理器和存储可执行指令的非暂时计算机可读储存介质,当可执行指令由处理器执行时,其可操作以利用温度传感器监测选择性反射板的局部温度并响应于监测温度传感器产生信号以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置。

[0012] 如此,在操作中,TMS执行如此方法,其包括:利用温度传感器监测选择性反射板的温度;响应于接收的对应监测的局部温度的信号在控制器处产生控制信号以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定选定数目的反射器以控制选择性反射板的局部温度;和在太阳能聚能器阵列处接收控制信号并作为响应定位选定数目的反射器进入指向远离位置,以控制选择性反射板的局部温度,由此控制太阳能板的温度。

[0013] 在检查下面附图和具体实施方式后,对于本领域技术人员来说,公开内容的其他装置、设备、系统、方法、特征和优势将是清楚的或将变得清楚。所有这类额外的系统、方法、特征和优势旨在包括在本说明书中,在公开内容的范围内并由所附权利要求保护。

附图说明

[0014] 通过参考下面的附图可以更好地理解本公开内容。在图解本公开内容的原理时,附图中零件不必须按比例,而是强调被放置。在附图中,贯穿不同视图,相同的参考数字指定对应的部件。

[0015] 图1是根据本公开内容的航天器的实施的实例的透视图。

[0016] 图2A是根据本公开内容的太阳能聚能器阵列的实例的透视图。

[0017] 图2B是根据本公开内容的用于向航天器提供电功率的太阳能电源的实例的示意图。

[0018] 图3是根据本公开内容的系统方框图,其显示了根据本公开内容的热管理系统 (“TMS”) 的实施的实例。

[0019] 图4A是根据本公开内容的在太阳能电池供能位置中太阳能电池和对应反射器的实例的横截面视图。

[0020] 图4B根据本公开内容的在太阳能电池非供能位置中太阳能电池和对应反射器的实例的横截面视图。

[0021] 图4C是根据本公开内容的当太阳光非垂直于太阳能电源时太阳能电池供能位置中的太阳能电池和对应反射器的实例的横截面视图。

[0022] 图4D是根据本公开内容的当太阳光非垂直于太阳能电源时太阳能非电池供能位置中的太阳能电池和对应反射器的实施的另一实例的横截面视图。

[0023] 图4E是根据本公开内容的太阳能电池和对应反射器的实例的横截面视图,其中选定的反射器处于太阳能电池供能位置和其他反射器处于太阳能电池非供能位置。

[0024] 图5是根据本公开内容图解用于控制来自聚能器阵列的功率输出的实例方法操作的流程图。

[0025] 图6是根据本公开内容的流程图,其图解用于改变远离太阳行进的航天器的聚能比 (concentration ratio) 的方法的实例操作。

[0026] 图7是根据本公开内容的流程图,其图解用于改变朝向太阳行进的航天器的聚能比的方法的实例操作。

[0027] 图8是根据本公开内容的流程图,其图解用于利用TMS控制具有太阳能聚能器阵列的太阳能板的温度的方法的操作实例。

[0028] 图9是根据本公开内容的实例太阳能电源的方框图,其图解用于使用聚能比为太阳能电池供能的方法的一个实例。

[0029] 图10是根据本公开内容的实例太阳能电源的方框图,其图解用于使用聚能比为太阳能电池供能的方法的另一个实例。

[0030] 图11是根据本公开内容的图表,其图解改变聚能比的来自太阳能电源的功率输出与不改变聚能比的太阳能电源的功率输出的比较。

[0031] 图12是根据本公开内容的具有利用TMS的反射镜部分的航天器的另一实施的实例的透视图。

[0032] 图13A是根据本公开内容的处于指向远离位置中的图12中所示的反射镜和反射镜中对应反射器的实例的横截面视图。

[0033] 图13B是根据本公开内容的处于非指向远离位置中的图12中所示的反射镜和对应反射器的实例的横截面视图。

[0034] 图14是根据本公开内容的流程图,其图解用于利用TMS控制如图12中所示的航天器的温度的方法的操作实例。

具体实施方式

[0035] 公开了用于控制选择性反射板温度的热管理系统 (“TMS”)。选择性反射板可以是反射镜或太阳能板并且可以位于航天器上。TMS可以包括太阳能聚能器阵列、温度传感器和控制器。太阳能聚能器阵列位于选择性反射板内并且具有以反射器组布置的多个反射器。

温度传感器配置为监测温度传感器的位置处选择性反射板的温度(即,选择性反射板的局部温度)。控制器与温度传感器和太阳能聚能器阵列信号通信。控制器配置为利用温度传感器监测选择性反射板的局部温度并作为响应产生发送至太阳能聚能器阵列的控制信号。响应于监测温度传感器,控制信号引导太阳能聚能器阵列以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定选定数目的反射器以控制选择性反射器板的局部温度。在该实例中,定位选定数目的反射器进入指向远离位置包括定位选定数目的反射器进入部分指向远离位置或完全指向远离位置,在完全指向远离位置中可能存在众多部分指向远离位置。太阳能聚能器阵列配置为接收控制信号,并作为响应定位选定数目的反射器进入指向远离位置以控制选择性反射板的局部温度,由此控制太阳能板的温度。如先前所讨论,选择性反射板可以是反射镜或太阳能板。如果选择性反射板是太阳能板,那么太阳能聚能器阵列包括多个光伏电池并且多个反射器以对应多个光伏电池的反射器组布置。

[0036] 在该实例中,控制器可以包括处理器和存储可执行指令的非暂时计算机可读储存介质,当可执行指令由处理器执行时,其可操作以利用温度传感器监测选择性反射板的局部温度并响应于监测温度传感器产生控制信号以定位太阳能聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置。

[0037] 如此,在操作中,TMS执行如此方法,其包括:利用温度传感器监测选择性反射板的温度;响应于接收的对应监测的局部温度的信号在控制器处产生控制信号以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定选定数目的反射器以控制选择性反射板的局部温度;和在太阳能聚能器阵列处接收控制信号并作为响应定位选定数目的反射器进入指向远离位置以控制选择性反射板的局部温度,由此控制选择性反射板的温度。

[0038] 在图1中,显示了航天器100的实施的实例的透视图。航天器100可以是太空探空火箭,其包括一对太阳能板102和104、高增益天线106、低增益天线108、航天器主体110和导航系统112。在该实例中,所示的每个太阳能板102和104是选择性反射板的实施的实例。而且,航天器100包括用于控制太阳能板102和104的温度的热管理系统(“TMS”) (未显示)。太阳能板102和104配置为接收从太阳(未显示)辐射的太阳光114。

[0039] 在该实例中,太阳能板102和104可以包括多个太阳能聚能器阵列(未显示)和温度传感器(未显示)。太阳能聚能器阵列位于太阳能板102和104内,并且温度传感器可以位于太阳能板102和104内或与其接触。一个或多个控制器(未显示)可以位于航天器主体110内,太阳能板102和104内,与太阳能板102和104相关联的航天器100上的其他位置中,或这些位置的组合。

[0040] 控制器(或多个控制器)可以是能够接收来自多个温度传感器的温度数据并作为响应产生发送至太阳能聚能器阵列的多个控制信号(未显示)的任何基于处理器的模块、装置或系统。控制器可以是航天器100的飞行控制计算机的一部分。响应于监测对应温度传感器——其对应太阳能聚能器阵列——的太阳能板上位置处太阳能板102或104的局部温度,控制信号被发送至多个太阳能聚能器阵列并引导太阳能聚能器阵列以各自定位对应聚能器阵列上选定数目的反射器进入指向远离位置。在该实例中,控制器确定对应太阳能聚能器阵列上选定数目的反射器,以控制太阳能板102或104上太阳能聚能器阵列的位置处太阳能板102或104的局部温度。在该实例中,定位选定数目的反射器进入指向远离位置包括定位选定数目的反射器进入部分指向远离位置或完全指向远离位置,在完全指向远离位置中

可以存在众多部分指向远离位置。本领域技术人员应当认识到短语“指向远离位置”意思是引导远离太阳能聚能器阵列和/或航天器100。

[0041] TMS包括太阳能板102或104上的一个或多个温度传感器、控制器(或多个控制器)、和/或一个或多个太阳能聚能器阵列,其中控制器与一个或多个温度传感器和一个或多个太阳能聚能器阵列两者信号通信。如先前所讨论,每个太阳能聚能器阵列配置为接收来自控制器的控制信号,并且作为响应定位选定数目的反射器进入指向远离位置以控制太阳能板102或104的局部温度,由此控制太阳能板102或104的温度。

[0042] 转至图2A,显示了用于由接收的太阳光114发电的太阳能聚能器模块200的实施的实例的透视透明图。太阳能聚能器模块200位于航天器100的太阳能板102或104中的一个内并且包括太阳能聚能器阵列202。太阳能聚能器阵列202包括保护玻璃204、任选的多个光伏电池206、基底208和多个反射器或聚能器210。太阳能聚能器模块200还包括控制模块212。在该实例中,术语“反射器”和“聚能器”可以交换地使用,因为它们两者描述相同类型的装置,但一般地,术语“聚能器”将与包括用于产生电力的光伏电池(即,太阳能电池)的太阳能聚能器模块或阵列相关地被使用,而术语“反射器”可以被用于不具有光伏电池的太阳能聚能器模块或阵列和具有光伏电池的太阳能聚能器模块或阵列两者。

[0043] 一般地,当太阳能聚能器模块200的热温度(thermal temperature)处于由太阳能板102和104的设计预定的可接受的操作范围内时,太阳能聚能器模块200可以被用于从太阳光114产生电功率。可接受的操作范围可以是允许太阳能聚能器模块200和/或太阳能板102或104操作而不引起对太阳能聚能器模块200和/或太阳能板102或104损害的预定热温度范围。可选地,如果太阳能聚能器模块200不包括任何光伏电池,则太阳能聚能器模块200可以被排他性地用于管理由太阳光114产生的热温度,从而助于保持太阳能聚能器模块200的热温度在可接受的操作范围内,该可接受的操作范围由聚能器模块200的设计和聚能器模块200的相关联结构——其一部分任选地可以不是太阳能板——预定。

[0044] 在太阳能聚能器模块具有多个光伏电池的情况中,在该实例中,光伏电池206可以在保护玻璃204上以 5×5 阵列布置,其导致在太阳能聚能器阵列202内包括总计二十五个光伏电池206。然而,本领域内普通技术员将认识到,太阳能聚能器阵列202可以包括任意数目的光伏电池206。反射器210可以以反射器组214布置,每个与对应光伏电池206相关联。包括在反射器组214内的每个反射器210可以相对于相关联的光伏电池206定位,从而聚焦或反射由照射至光伏电池206的太阳光114产生的多个光束216。

[0045] 一般地,太阳能聚能器模块200可以利用任何类型的光源操作,所述任何类型的光源可以为任何类型的辐射能量源,诸如,例如,建筑中的人造光、激光或来自太阳的太阳光114。然而,在该实例中,由于我们正描述太阳能聚能器模块200为处于航天器100的太阳能板102或104中,所以光源是太阳光114。在阅读本公开内容后,本领域普通技术人员将认识到,太阳能聚能器模块200可以用于非航天器应用中。

[0046] 转至反射器组214中的多个反射器210,每个反射器210可以是选择性可倾斜的,使得如果太阳光114的位置改变,位于相关联的反射器组214内的每个反射器210可以相应地倾斜,从而跟踪相对于相关联的光伏电池206的太阳和对应的太阳光114的改变的位置。引导太阳光114朝向光伏电池而取向的反射器处于光伏电池供能位置。光伏电池供能位置可以改变并且可以连续地更新。例如,由于太阳光114由太阳辐射,那么位于相关联的反射器

组214内的每个反射器210可以相应地倾斜,从而整天跟踪改变的太阳位置。类似地,引导太阳光114远离光伏电池而取向的反射器处于光伏电池非供能位置。

[0047] 再者,太阳能聚能器模块200可以用于可以将光能转化为电能的任何应用中。然而,如先前所叙述,由于本公开内容中的太阳能聚能器模块200被描述为航天器100的太阳能板102或104的一部分,因此本文描述的实施的实例主要涉及太阳能功率转化和热控制应用中太阳能聚能器模块的用途。图2A图解了可以用于相对紧凑应用——诸如,例如细线袖珍便携式发电机——的单个聚能器模块200。然而,单个聚能器模块200可以电连接其他聚能器模块或与其他聚能器模块联用,从而制造用于大规模太阳能发电机的二维或平铺阵列的多个聚能器模块(未图解)。这样的太阳能发电机可以用于这样的应用,诸如,例如,陆地便携式发电机、无人飞行器(“UAV”)、卫星或非轨道航天器100。

[0048] 保护玻璃204可以由允许光束216穿过的任何透明材料构造,诸如,例如,玻璃、塑料或二氧化硅。基底208可以用于支撑或安装反射器210。在一个非限制性实例中,基底208可以由熔凝硅石构造。

[0049] 控制模块212为聚能器模块200提供控制和遥测功能。控制模块212可以包括处理资源,诸如处理器(如,控制模块处理器242)和储存用于执行程序化功能的数据和指令的储存能力(如,控制模块存储器244)。控制模块212包括用于控制反射器210的位置和取向的功能,如下面更加详细描述。在不同实施的实例中,控制模块212可以控制反射器210或反射器组214的数目,以引导光至它们对应的光伏电池206,其中如此控制的反射器组214的数目是太阳能聚能器阵列202上反射器组214的总数目的聚能比。控制模块212还可以包括用于接收来自例如其他计算零件——诸如,例如,航天器上的飞行计算机——的信号或命令的通信接口。在该实例中,控制模块212可以是TMS的控制器或与TMS的控制器(或多个控制器)信号通信的装置、模块或系统。

[0050] 在参考图2B至图8下面描述的不同实施的实例中,在太阳能电源和更具体地用于航天器100的太阳能电源的背景下描述太阳能聚能器模块200的实例。应当理解,本公开内容不限于任何特定应用或用途,或精确形式的装置或方法。另外,下面太阳能聚能器阵列的描述将光伏电池称为太阳能电池。应当理解,术语“光伏电池”和“太阳能电池”可交换地使用。

[0051] 转至图2B,根据本公开内容,显示了为航天器100提供电功率的太阳能电源220的实例的示意图。在该实例中,太阳能电源220是简单显示的等效电源,其包括第一太阳能板102或第二太阳能板104的所有发电零件(即,多个太阳能聚能器模块)。本领域技术人员将认识到,(在该实例中)航天器100将包括对应其他太阳能板102或104的另一个太阳能电源(未显示)。然而,为了图解简单的目的,仅显示一个太阳能电源220,其对应单个太阳能板102或104,其中太阳能板102或104可以被称为太阳翼。

[0052] 在该实例中,显示太阳能电源220具有多个太阳能聚能器模块(“C mod”)222a至222i,其中每个太阳能聚能器模块222a至222i从每个太阳能聚能器模块222a至222i中的太阳能聚能器阵列224产生功率输出。每个太阳能聚能器模块222a至222i的功率输出被连接在一起提供聚能器阵列功率输出 $V_{\text{输出}226}$,其被用于为航天器100提供电功率。再认识到,为了图解简单,仅一个太阳能电源220被显示,如此,第二太阳能电源(未显示)也可以提供来自第二太阳能电源的第二聚能器阵列功率输出,其可以与 $V_{\text{输出}226}$ 结合以为航天器100提供

动力。

[0053] 航天器100还包括与太阳能电源220信号通信并配置为接收来自太阳能电源220的 $V_{\text{输出}226}$ 的控制器228。控制器228可以是TMS的控制器或与TMS的控制器(或多个控制器)信号通信的装置、模块或系统。

[0054] 控制器228与聚能器阵列功率输出(在 $V_{\text{输出}226}$)信号通信并配置为向航天器100中各种负载(未显示)分配来自太阳能电源220的电功率。控制器228还可以收集来自太阳能电源220和来自航天器100的数据并使用收集的数据控制太阳能电源220。控制器228可以包括处理器230和存储器资源232,以执行与太阳能电源220的控制相关的功能。例如,存储器资源232可以包括非暂时计算机可读介质,用于储存可执行指令,当所述可执行指令由处理器230执行时,其可操作以执行本文描述的功能。这类功能包括如下步骤:确定聚能比,和根据聚能比经由控制信号234向太阳能聚能器模块222a至222i发信号以定位反射器210在太阳能电池供电位置。

[0055] 在该实例中,控制器228是TMS的控制器并且还与位于对应太阳能电源220的太阳能板102或104内或沿其定位的多个温度传感器236a至236i信号通信。进一步,在该实例中,每个温度传感器236a至236i位于每个太阳能聚能模块222a至222i旁边,以便感测接近对应太阳能聚能模块222a至222i的太阳能板(102或104)的“局部”温度。如此,控制器228还配置为利用温度传感器236a至236i监测太阳能板102或104的局部温度,并作为响应,产生发送至太阳能板102或104上的太阳能电源220的太阳能聚能器阵列的另一控制信号234。控制器228通过经由温度信号238接收来自温度传感器234a至234i中每个的局部温度值来监测局部温度。

[0056] 当监测来自温度传感器234a至234i中每个的局部温度值时,响应于监测温度传感器234a至234i,控制器228产生控制信号234,其引导太阳能电源220中的一个或多个太阳能聚能器阵列(诸如,例如,224)以定位聚能器阵列上的选定数目的反射器210进入指向远离位置,其中确定选定数目的反射器以控制太阳能板102或104的局部温度。在该实例中,定位选定数目的反射器210进入指向远离位置包括定位选定数目的反射器210进入部分指向远离位置或完全指向远离位置,在完全指向远离位置中存在众多部分指向远离位置。太阳能聚能器阵列(诸如,例如,224)配置为接收控制信号234,并作为响应,定位选定数目的反射器210进入指向远离位置以控制太阳能板(102或104)的局部温度,由此控制对应太阳能电源220的太阳能板(102或104)的温度。

[0057] 在该热管理操作的实例中,控制器228可以包括存储器资源232,其包括储存可执行指令的非暂时计算机可读储存介质,当所述可执行指令由处理器230执行时,其可操作以利用温度传感器236a至236i监测太阳能板102或104的局部温度并响应于监测温度传感器236a至236i产生控制信号234以定位太阳能聚能器阵列(诸如,例如,224)上的选定数目的反射器210进入指向远离位置。下面更详细地描述这些和其他功能。

[0058] 在实施的另一实例中,控制器228可以与航天器100飞行计算机(未显示)通信,用于处理和存储器资源。在该实例中,飞行计算机可以使用由控制器228提供的遥测信号以向太阳能聚能器模块222a至222i发信号或发送命令来控制太阳能电源220的总功率输出。飞行计算机还可以向太阳能聚能器模块222a至222i提供信号和命令。

[0059] 注意,用于执行电功率和热控制功能的处理器230和存储器232在本文中描述为控

制器228的零件。该描述并不旨在将用于执行描述的电功率或热控制功能的处理资源限制于控制器228中的处理资源。如上面所提到的，航天器100可以包括飞行计算机，其可以用于执行本文中描述的控制功能中的一些或全部。还提到，控制器228可以作为包括其自身处理资源和软件零件的独立硬件零件操作，或作为可操作地连接至航天器100飞行计算机或其他处理装置、模块或系统或集成在其内的功能零件操作。

[0060] 如先前所描述，多个太阳能聚能器模块222a至222i可以在结构上集成以形成太阳能电源220的太阳翼，或太阳能板102或104。多个太阳能聚能器模块222a至222i连接与输出 V_{out226} 信号通信的太阳能聚能器阵列功率下的功率输出，其是太阳能电源220中聚能器模块222a至222i的全部的总功率输出，在该实例中，对应太阳能板102或104中的一个。再者，每个太阳能聚能器模块222a至222i包括控制模块212和太阳能聚能器阵列（诸如，例如，224），如图2B的太阳能聚能器模块222a中所示的。

[0061] 额外地，如上面参考图2A所描述配置每个太阳能聚能器模块222a至222i。作为实例，太阳能聚能器阵列224包括在太阳能聚能器阵列224中的在图2B中描绘为正方形的多个太阳能电池和反射器组单元240。每个太阳能聚能器模块222a至222i中的控制模块212可以包括控制模块处理器242，其可以实施为ASIC（“专用集成电路”）或FPGA（“现场可编程门阵列”）。控制模块212还可以包括控制模块存储器244，其包括或可以包括储存可执行指令的非暂时计算机可读储存介质，当所述可执行指令由控制模块处理器242执行时，其可操作以执行太阳能聚能器模块222a至222i的功能。这类功能可以包括，例如，根据聚能比控制太阳能电池供能位置中的选定数目的反射器210，或定位选定数目的反射器210进入指向远离位置。控制模块212可以包括太阳能电池和反射器组单元240的控制接口，通过其执行反射器组中反射器210的控制。

[0062] 可以有利地控制太阳能电源220的功率输出以产生在为航天器100提供动力所需的最小值和根据聚能比最大可用的功率输出之间期望的功率输出水平。额外地，可以通过将反射器210放置在不同的指向远离位置控制定位反射器组中的反射器210热控制太阳能板102或104的局部温度，指向远离位置以远离太阳能板102或104的方向反射掉入射太阳光114，其避免太阳能聚能器模块222a至222i吸收来自入射太阳光114的能量并因此加热太阳能聚能器模块222a至222i，其对应地加热在对应太阳能聚能器模块222a至222i的位置处的太阳能板102或104（即，在太阳能板102或104上产生局部温度值）。

[0063] 可以在任何给定时间通过确定可用的功率输出和航天器功率需求确定聚能比，并调节聚能比以确保聚能器阵列功率输出不过量但足够满足航天器100功率需求，如参考图6和7在下面描述中所图解的。

[0064] 在另一实例中，可以向控制模块212提供聚能比，其为通过地面控制通信由地面控制接收的设定值（set-point）聚能比。地面控制可以在任务期间跟踪航天器100的位置并确定来自太阳的太阳光114的强度何时由航天器100至太阳的距离影响至由太阳能电源220产生的功率不足或过量的程度（这取决于航天器100相对于太阳的方向）。地面控制基于航天器100至太阳的距离确定设定值聚能比并将该设定值聚能比通信至航天器。如果在任务期间航天器100能够跟踪航天器100相对太阳的位置，那么航天器100可以基于航天器100相对于太阳的位置确定设定值聚能比。

[0065] 可以根据用于为太阳能电池供能的反射器或太阳能聚能器的总数的比限定聚能

比。个体反射器或太阳能聚能器可以放置处于太阳能电池供能位置以引导太阳光114至太阳能电池,或处于太阳能电池非供能位置以引导太阳光114远离太阳能电池。当为太阳能电池供能时,取决于由太阳能电池接收的太阳光114的太阳光114强度,太阳能电池产生电能。处于太阳能电池供能位置的反射器的总数的聚能比可以导致全部太阳能电池被供能,但是仅由小于反射器的总数目的反射器的数目供能,这导致小于太阳能聚能器阵列(诸如,例如,240)最大功率输出能力的功率输出。

[0066] 额外地,在该实例中,地面控制可以确定沿太阳能板102和104的温度水平正变得过高并作为响应向控制器228、控制模块(诸如,例如,212)或两者发送控制信号,其选择太阳能聚能模块222a至222i中被放置处于不同的指向远离位置的反射器的数目,该指向远离位置以远离第一太阳能板102、第二太阳能板104或两者的方向反射掉入射太阳光114,以避免太阳能板102或104过热。

[0067] 在另一实例中,聚能比可以定义为小于太阳能电源220上总数目的太阳能电池或对应反射器组的数目,其中在那些反射器组中的所有反射器处于太阳能电池供能位置。在剩余反射器组中的所有反射器将处于太阳能电池非供能位置。在另一实例中,聚能比可以定义为小于太阳能电源220中的太阳能聚能器阵列的总数目的聚能器阵列(诸如,例如,240)的数目(假设所有聚能器模块222a至222i包括具有相同数目的太阳能电池的太阳能聚能器阵列)。

[0068] 在仍另一实例中,聚能比可以根据面积定义。太阳能电源220可以包括均匀分布的太阳能聚能器模块222a至222i,每个具有均匀分布的太阳能电池和反射器组240,以致太阳能电池在太阳能电源220上和对应地在太阳能板102或104上均匀分布。考虑到这类均匀分布,聚能比还可以定义为形成太阳能电源220的板的总面积的部分。例如,太阳能聚能器阵列224可以具有30sq. in.的面积——具有30个一平方英寸的太阳能电池。当被供能时,每个太阳能电池将提供总功率容量的 $1/30^{\text{th}}$ 。1/2的聚能比可以指30平方英寸聚能器阵列224的一半,以致被聚能器阵列224的一半面积包围的15个太阳能电池将被供能而另外15个太阳能电池将不被供能。

[0069] 作为实例,对于需要1kW的功率操作的航天器100,太阳能电源220可以利用总计100个太阳能电池产生25kW的最大功率容量。聚能比可以根据功率输出指定,以致25:1聚能比对应全部反射器取向处于太阳能电池供能位置。当航天器100在地球或地球附近操作时,聚能比将被设置为功率容量的1/25的初始聚能比。考虑到该初始聚能比,航天器100将控制太阳能电源将反射器的总数目的1/25放在太阳能电池供能位置,以产生1kW的电功率。

[0070] 在任务期间修改聚能比,以确保太阳能电源220产生需要的但仍没有过量的功率输出。例如,使用产生25kW的最大值的太阳能电源的需要1kW的功率来操作的航天器100将以1/25的初始聚能比开始从地球(在1AU的距离处)至木星(在5AU的距离处)的任务。随着航天器100行进进一步远离地球(和太阳),光强度降低,导致降低来自供能的太阳能电池的功率输出。因此,随着航天器100行进进一步远离地球,增加聚能比,启用增加数目的太阳能电池产生电功率。到航天器100到达木星的时候,聚能比为25:1,为所有可用的太阳能电池供能,以产生需要的1kW来操作航天器100。

[0071] 还可以使用聚能比控制具有比地球更靠近太阳的目的地的航天器100的太阳能电源220。例如,由在地球上具有1kW的最大容量的太阳能聚能器阵列提供动力处于至金星任

务的航天器100,可以在地球开始任务时为所有太阳能电池被供能。然后可以随着航天器100靠近金星而降低聚能比。因此随着航天器100靠近金星,减少被供能以为航天器100提供动力的太阳能电池的数目。

[0072] 额外地,当处于至金星、水星或比地球更靠近太阳的太阳系中其他位置的任务时,航天器100行进更靠近太阳,随着太阳光114的强度增加航天器100上产生的热的量也增加。该热将尤其集中在太阳能板102和104和航天器主体110的表面上。通过控制多个太阳能聚能模块(诸如,例如,200)内反射器210的位置,太阳能板102和104可以反射掉太阳能板102和104上入射太阳光114的一部分,因此减少太阳光114入射在太阳能板102和104上产生的热的量。通过该过程,通过控制器228,可以降低和控制(即,热管理)对应太阳能聚能模块的位置的局部温度,该控制器228利用对应温度传感器236a至236i监测局部温度,确定对应太阳能聚能器阵列(诸如,例如,224)中哪些反射器210需要被移动进入指向远离位置,其反射掉部分或全部在太阳能聚能器阵列上的入射太阳光114。

[0073] 如上所提到的,在任务期间,改变聚能比,这是因为太阳能电源220的可用功率输出随着航天器100移动靠近或远离太阳而变化。在实例实施中,聚能比可以由处理器230确定并通过从控制器228至每个太阳能聚能器模块222a至222i的每个控制模块(诸如,例如,106)的控制信号234提供至每个太阳能聚能器模块222a至222i。每个太阳能聚能器模块222a至222i通过鉴定选定数目的反射器取向入太阳能电池供能位置应用聚能比,其中选定数目的反射器对应每个太阳能聚能器模块222a至222i中反射器的总数中的反射器的聚能比。

[0074] 还可以通过处理器230确定和使用聚能比以计算反射器的总数目中的取向入太阳能电池供能位置的太阳能聚能器阵列224中的反射器的数目。然后,控制器228可以向每个太阳能聚能器模块222a至222i的每个控制模块(诸如,例如,212)发信号,该数目的反射器取向处于太阳能电池供能位置。

[0075] 同样地,在热管理应用中,处理器230可以确定反射器的总数目中取向入指向远离位置的太阳能聚能器阵列224中的反射器的数目。然后,控制器228可以向每个太阳能聚能器模块222a至222i的每个控制模块(诸如,例如,212)发信号,该数目的反射器取向处于指向远离位置。

[0076] 在图3中,根据本公开内容显示了TMS 300的实施的实例的系统方框图。如先前所描述,在该实例中,TMS 300包括太阳能聚能器阵列(诸如,例如,222a)、温度传感器(诸如,例如236a)和控制器(诸如,例如,228)。为了图解简单,仅显示第一太阳能板102具有太阳能电源(诸如,例如220),其中太阳能电源220包括控制模块(诸如,例如212)和太阳能聚能器阵列(诸如,例如224),同时显示第二太阳能板104具有太阳能聚能器阵列302和温度传感器304,其为第二电源306。然而,认识到,在第二太阳能板104的太阳能电源306中也将存在相同类型的零件、模块、装置和系统。在该实例中,显示第二太阳能电源306包括太阳能聚能器阵列302和温度传感器304,类似于太阳能聚能器阵列224和温度传感器236a。再如先前所讨论,虽然在图3中未显示,但本领域内普通技术人员将认识到,太阳能聚能器阵列302将是太阳能聚能器模块(未显示但类似于太阳能聚能器模块222a)的部分并且由控制模块(未显示但类似于控制模块212)控制。额外地,认识到,控制器228控制包括第二太阳能聚能器阵列302的第二太阳能板104的太阳能电源306内的第一太阳能聚能器模块222a和第二太阳能聚

能器模块(未显示)。而且,认识到,为了图解的目的,已经显示了仅两个太阳能板102和104,其中第一太阳能板102包括比第二太阳能板104更多的细节;然而,航天器100可以包括上至任意数目的多个太阳能板(未显示),其由航天器100的设计确定。在该实例中,每个太阳能板(诸如,例如太阳能板102和104两者)将配置具有相同类型的装置、零件和模块,使得例如,太阳能电源306也将包括太阳能聚能器模块(未显示),其将是与太阳能聚能器模块222a相同类型的装置、零件或模块,包括太阳能聚能器阵列302和控制模块(即,第二控制模块),太阳能聚能器阵列302将是与太阳能聚能器阵列224相同类型的装置、零件、或模块,和控制模块也将是与控制器228信号通信的控制模块212相同类型的装置、零件或模块。在这些实例中,控制模块(诸如,例如,第二太阳能电源306中的第一控制模块212和第二控制模块)将一般彼此不通信,但将分别从控制器228接收控制信号324和322,其响应于分别从第一温度传感器236a和第二温度传感器304接收温度信息数据312和318,将确定太阳能聚能器阵列224和302应当如何反应。

[0077] 在该实例中,TMS 300配置为控制第一太阳能板102、第二太阳能板104或两者的温度。TMS 300至少包括第一太阳能聚能器阵列224(在太阳能聚能器模块222a内)、第一温度传感器236a和控制器228,其中,在该实例中,太阳能聚能器模块222a和第一温度传感器236a是第一太阳能板102内的太阳能电源220的部分。TMS 300还可以包括第一太阳能板102的太阳能电源220上的额外多个太阳能聚能器阵列——其配置在多个太阳能聚能器模块222b至222i(如图2B中所示)内——和额外多个温度传感器236b至236i(也在图2B中显示)。此外,TMS 300还可以包括一个或多个太阳能聚能器模块内(未显示)的一个或多个太阳能聚能器阵列(包括太阳能聚能器阵列302)和一个或多个温度传感器(包括温度传感器304)。在该实例中,一个或多个太阳能聚能器阵列和温度传感器也在第二板104的第二太阳能电源306上,类似于第一太阳能板102。如先前所描述,太阳能聚能器阵列(包括太阳能聚能器阵列224和302)中的每个可以具有多个光伏电池和对应多个光伏电池以反射器组布置的多个反射器。可选地,在非太阳能功率实例中,太阳能聚能器阵列中的每个(或一些)可以没有光伏电池并可以排他性地专门热加热管理,而不发电。额外地,温度传感器(包括温度传感器236a和304)中的每个配置为在一般靠近太阳能板102和104两者上的多个太阳能聚能器模块的位置的温度传感器的位置处监测太阳能板102和104的温度,用于局部温度值。

[0078] 控制器228分别经由信号路径308、310、312、314、316和318与第一太阳能电源220和第二太阳能电源306二者信号通信。具体地,在该实例中,控制器228分别经由信号路径308和310与控制模块212(其可以被称为第一控制模块212,由于第二太阳能聚能器阵列302将包括第二控制模块(未显示))和太阳能聚能器模块222a的太阳能聚能器阵列224信号通信。温度传感器236a经由信号路径312与控制器228信号通信。第二太阳能电源306经由信号路径314、316和318与控制器228信号通信,其中控制器228分别经由信号路径314和316与第二控制模块(未显示)和太阳能聚能器阵列302信号通信,并且经由信号路径318与温度传感器304信号通信。

[0079] 在该实例中,显示控制器228包括处理器230和存储器232,其中存储器232可以包括储存可执行指令的非暂时计算机可读储存介质(即,控制模块非暂时计算机可读储存介质),当所述可执行指令由处理器230执行时,其可操作以利用温度传感器236a和304监测太阳能板102和104的至少一个温度并响应监测温度传感器236a和304产生至少一个控制信号

(322、324或两者),以分别定位在第一太阳能聚能器阵列224和第二太阳能聚能器阵列302上的选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定选定数目的反射器以控制太阳能板102和104的温度。

[0080] 在该实例中,控制模块212(即,第一控制模块212,由于第二聚能器阵列302将具有第二控制模块)配置为接收来自控制器228的控制信号324,并响应于接收来自控制器228的第一控制信号324作为响应,产生第一控制模块信号325以定位太阳能聚能器阵列224上的选定数目的反射器进入指向远离位置。而且,在该实例中,控制模块212包括控制模块处理器242和控制模块存储器244,其中控制模块存储器244可以包括储存可执行指令的非暂时计算机可读储存介质(即,控制模块非暂时计算机可读储存介质),当所述可执行指令由控制模块处理器212执行时,其可操作以产生第一控制模块信号325。

[0081] 如先前所描述,太阳能聚能器阵列224和302配置为定位每个太阳能聚能器阵列224或302中选定数目的反射器进入指向远离位置,以控制太阳能板102和104的温度。认识到,在该实例中,具有光伏电池的太阳能聚能器阵列224和302每个产生聚能器阵列功率输出,其分别经由信号路径310和316被传输至控制器228。来自太阳能聚能器阵列224的聚能器阵列功率输出326可以与来自其他太阳能聚能器模块222b至222i中的其他太阳能聚能器阵列的个体输出功率结合,以产生图2B中所示聚能器阵列功率输出 $V_{\text{输出}226}$ 。然后,聚能器阵列功率输出 $V_{\text{输出}226}$ 可以与第二电源306中所有太阳能聚能器模块(未显示)的聚能器阵列功率输出(未显示)结合以产生结合的聚能器阵列功率输出328,其经由与信号路径310和316二者信号通信的信号路径320被传输至控制器228。

[0082] 本领域技术人员认识到,航天100、太阳能电源220和306、控制器228和TMS 300的电路、零件、模块和/或装置,或与其相关联的电路、零件、模块和/或装置被描述为彼此信号通信,其中信号通信指允许电路、零件、模块和/或装置传递和/或接收来自另一电路、零件、模块和/或装置的信号和/或信息的电路、零件、模块和/或装置之间的任何类型的通信和/或连接。通信和/或连接可以沿允许信号和/或信息从一个电路、零件、模块和/或装置传递至另一个并且包括无线或有线信号路径的电路、零件、模块和/或装置之间的任何信号路径。信号路径可以是物理的,诸如,例如,导线、电磁波导、电缆、附着的和/或电磁或机械上连接的终端、半导体或介电材料或装置,或其他类似物理连接或耦联(couplings)。额外地,信号路径可以是非物理的,诸如至数字零件的自由空间(在电磁传播的情况中)或信息路径,其中通信信息以不同的数字格式从一个电路、零件、模块和/或装置传递至另一个,而没有通过直接电磁连接传递。

[0083] 图4A是可以用于图2B中的聚能器阵列224的太阳能电池和反射器组单元400的实例的横截面图。在该实例中,太阳能聚能器阵列包括用于发电的光伏电池(即,太阳能电池)。图4A中的太阳能电池和反射器组单元400包括安装在第一平面基底404上的太阳能电池402,第一平面基底优选由玻璃或如上面参考图2A所描述的一些其他适合的透明材料制成。对应的反射器组包括安装在第二平面基底408上的多个反射器406,第二平面基底408与第一平面基底404间隔开并与其平行,以致太阳能电池402与反射器组中的反射器406直接相对。取向第一和第二基底404和408,以致太阳光114在第一平面基底404处入射板。虽然图4A中显示太阳光114以基本上法向入射角引导至第一平面基底404,但是当如在下面参考图4C所描述,太阳光114的入射角从法向偏移时,可以调节反射器406以保持光指向太阳能电

池402。在该实例中,太阳光114穿过透明的第一平面基底404朝向反射器组中的反射器406。反射器406反射并引导反射的和引导的太阳光410返回朝向第一平面基底404上的太阳能电池402。

[0084] 在该公开内容内描述的各种实施的实例中,太阳能电池402可以是接收光并产生指示光强度的电信号的任何适合的电子零件。对应的反射器406包括布置以反射光返回朝向太阳能电池402的反射镜。在各种实施的实例中,反射器406可以实施为并入微型反射镜和控制零件以增加聚能器阵列上太阳能电池和反射器组单元400的密度的微机电系统(“MEMS”)零件。每个反射器406可以由致动器412控制,所述致动器412配置为通过围绕一个或多个维度旋转反射镜取向反射器406。致动器412还可以通过移动反射器靠近或进一步远离太阳能电池402而提供平移取向。致动器412可以接收来自控制模块212的信号,其按照控制模块212所命令的来移动反射器406。

[0085] 通过控制每个反射器的取向,控制模块212可以控制引导至对应反射器的太阳能电池的太阳光114的强度。例如,控制模块212可以向反射器组中的每个反射器406发送信号,以引导反射的和引导的太阳光410至太阳能电池402,如图4A中所示。图4A中每个反射器406的该位置可以称为太阳能电池供能位置,其是允许反射器406引导光至太阳能电池402的反射器406的位置或取向。

[0086] 图4B是太阳能电池和反射器组单元400的横截面图,其中反射器406以太太阳能电池非供能位置取向。控制模块212可以向致动器412发送信号以取向反射器406使反射的太阳光414以远离太阳能电池402的方向指向(与引导朝向太阳能电池402的反射和引导的太阳光410不同)。当反射器406引导反射的太阳光414以致反射的太阳光414不为太阳能电池402供能时,太阳能电池402不产生电信号且不贡献聚能器模块222a至222i(在图2B中)的电功率输出。在该实例中,显示图4B中的反射器406取向为引导反射的太阳光414沿太阳光114的入射角返回。然而,太阳能电池非供能位置可以是允许反射器406以不朝向太阳能电池402的任意方向引导光的反射器406的任意位置或取向。

[0087] 类似地,太阳能电池非供能位置还对应热管理的指向远离位置,这是因为反射的太阳光414不被反射器组单元400吸收并被反射返回进入外空间且远离航天器100。如此,该指向远离位置(其还对应太阳能电池非供能位置)降低在太阳能板102或104内反射器组单元400的位置处的太阳能板102或104的局部温度。

[0088] 如上所提到的,可以根据小于具有全部反射器处于太阳能电池供能位置的反射器组的总数的反射器组的数目限定聚能比。图4A和4B图解了以该方式限定的聚能比可以如何被用于控制太阳能聚能器阵列224的功率输出。如果每个太阳能电池和反射器组单元240中的所有反射器406取向太阳能电池供能位置,如图4A所示,那么每个太阳能电池402产生对应入射光强度的基本上最大的电输出。如果每个太阳能电池和反射器组单元240中的所有反射器406取向太阳能电池非供能位置,如图4B所示,那么将没有来自每个对应太阳能电池402的有效功率输出。增加聚能比增加具有处于太阳能电池供能位置的所有反射器的反射器组的数目,导致更高的功率输出。减少聚能比减少具有处于非太阳能电池供能位置(也对应指向远离位置)的所有反射器的反射器组的数目,导致更低的功率输出,并且通过引导反射的太阳光414远离太阳能聚能阵列224而不在太阳能电池402上收集任何太阳光114减少太阳能聚能阵列224上产生的热的量。

[0089] 在航天器100的操作期间,太阳能电池供能位置可以改变。如上所提到的,太阳能电池220的覆盖板上光的入射角可以从基本上90°改变。航天器100可以包括控制太阳能电池220的取向和位置的硬件和软件零件,以当航天器100在太空中行进时保持基本上90°的入射角。对于航天器100可以不可能总是保持太阳能电池220上90°的光的入射角。如果不能保持基本上90°的光的入射角,那么为太阳能电池402供能的反射器组中的反射器406可以被调节以保持供能的太阳能电池402上的最大强度。实际上,响应太阳能电池220的取向的改变,修改反射器406的太阳能电池供能位置。

[0090] 图4C是当太阳光114非法向于太阳能电池220(图2B)时太阳能电池402和处于太阳能电池供能位置的对应反射器406的横截面图。与图4A和4B中实例中所示的太阳光114的入射角不同,图4C中图解的实例中太阳光114的入射角不是基本上90°的。当入射角改变远离法向时,控制模块212(图2B中)通过向致动器412发信号定位反射器406以保持引导反射的太阳光410至太阳能电池402来控制反射器406。因此,取决于反射器和太阳光114的入射角,反射器406的太阳能供能位置改变。类似地,取决于反射器和太阳光114的入射角,反射出入射太阳光114和控制太阳能聚能器阵列224附近的局部温度的反射器406的远离位置也改变。

[0091] 转至图4D,显示了当太阳光114非法向于太阳能电池220时,太阳能电池402和处于太阳能电池非供能位置的对应反射器406的实施的另一实例的横截面图。类似于图4B中所示的实例,在该实例中,控制模块212可以发送信号至致动器412以取向反射器406来使反射的太阳光414以远离太阳能电池402的方向指向(与引导朝向太阳能电池402的反射的和引导的太阳光410不同)。再者,当反射器406引导反射的太阳光414以致反射的太阳光414不为太阳能电池402供能时,太阳能电池402不产生电信号且不贡献聚能器模块222a至222i(在图2B中)的电功率输出。在该实例中,显示图4B中的反射器406取向处于指向远离位置以引导反射的太阳光414在远离太阳光114的入射角的倾斜角度下。因为反射的太阳光414被反射返回入外太空并远离航天器100,所以由于反射的太阳光414不照射太阳能电池402,太阳能电池处于非供能位置并且反射器组单元400不吸收来自太阳光114的热能。如此,该指向远离位置也降低在太阳能板102或104内反射器组单元400的位置处太阳能板102或104的局部温度。

[0092] 如上所提到的,可以根据聚能器阵列或太阳能电池中反射器的总目限定聚能比。这可以导致应用聚能比至反射器组中的反射器的数目。图4E是实例太阳能电池402和对应反射器的横截面图,其中选定的反射器406处于太阳能供能位置和其他反射器416处于太阳能电池非供能位置。当取向处于太阳能电池供能位置的反射器406的选定数目小于反射器组中反射器的全部时,太阳能电池402产生小于最大量的电功率。反射器组中的一些反射器406将被放置进入太阳能电池供能位置,和在相同反射器组中的其他反射器416将被放置处于太阳能电池非供能位置,如图4E中所示。在聚能器阵列中放置处于太阳能电池供能位置的选定的反射器406的总目可以对应在聚能阵列中反射器的总数目的聚能比。在该实例中,与处于非指向远离位置的其他反射器406相比,反射器416处于指向远离位置,这是因为反射器416引导反射的太阳光414远离反射器组单元400进入外太空,而其他反射器406引导反射的太阳光410至太阳能电池402。如此,处于指向远离位置的反射器416也减少和控制反射器组单元400处的局部温度。

[0093] 使用聚能比控制太阳能聚能器阵列224的功率输出有利地确保航天器100功率要求被满足而不产生过量功率水平。作为实例,从地球行进至木星需要1kW的功率的航天器100将设置初始聚能比至小于足以产生1kW功率的最大聚能比,并增加聚能比直到靠近木星达到最大聚能比以产生相同的1kW的功率。类似地,从地球行进至金星需要1kW的功率的航天器100将设置初始聚能比为足以产生1kW功率的最大聚能比,并减少聚能比直到达到在金星上产生相同1kW的功率所需的最小聚能比。额外地,还可以利用使用聚能比来热管理太阳能聚能模块的局部温度。

[0094] 图5至7是图解用于使用聚能比控制太阳能聚能器阵列的功率输出的方法的流程图。注意,图5至7中图解的方法假设聚能比基于监测可用功率输出和航天器100的功率需求。如上面所提到的,可以使用其他方法确定聚能比,诸如但不限于,基于至太阳的距离。在图5至7中的方法的下面的描述中,对图2B中所示零件进行参考,除非另有说明。图5至7中的方法可以实施为软件零件,其包括储存在存储器中并由控制模块212中或航天器100上的另一计算装置中的处理器执行的计算机执行的指令。

[0095] 图5是图解用于控制来自太阳能聚能器阵列224的功率输出的第一实例方法500的操作的流程图。在图2B中图解的实施的非限制性实例中,控制器228确定聚能比并将关于聚能比(或聚能比本身)的信息通信至控制模块212。在步骤502,控制模块212接收信号或命令以定位选定数目的反射器处于太阳能电池供电位置,其中选定数目的反射器是太阳能聚能器阵列224上的反射器的聚能比。

[0096] 在步骤504,控制模块212定位太阳能聚能器阵列224上选定数目的反射器进入太阳能电池供电位置以从太阳能聚能器阵列224产生功率输出。控制模块212通过向对应选定数目的反射器的致动器发信号定位反射器。

[0097] 如上面所提到的,对于行进远离太阳的航天器100和对于行进朝向太阳的航天器100,可以有利地调节聚能比。图6是图解对于行进远离太阳的航天器用于改变聚能比的方法600的实例操作的流程图。图6中方法600可以由控制器228执行,从而确定聚能比以向每个太阳能聚能器模块222a至222i中的控制模块212发信号。在可选实例中,太阳能电源220可以使用具有控制模块212的单个太阳能聚能器模块222a至222i实施,所述控制模块212执行本文中对于控制器228描述的操作。

[0098] 在步骤602,确定小于最大聚能比的初始聚能比。在上面实例中,对于行进至木星的航天器——其中航天器功率需求为1kW和总最大功率输出能力为25kW,初始聚能比可以设置为1/25,以产生基本上在地球时需要的1kW。选择对应1/25的反射器组的数目并取向至太阳能电池供电位置。在步骤604,控制器228可以评估总线功率负载,以确定航天器功率需求。在步骤606,测量来自太阳能聚能器阵列224或多个阵列的可用功率输出。如上面所提到的,当航天器100进一步从太阳行进时由于太阳光114的降低的强度,可用功率输出将降低。

[0099] 在决定方框608,将可用功率输出与航天器100功率需求进行比较。如果可用功率输出高于航天器100功率需求(“是”路径),可以保留不改变聚能比。如果可用功率输出小于航天器100功率需求(“否”路径),则在步骤610,可以增加聚能比。注意,可以应用阈值,其中可用功率应当被保持在航天器功率需求加阈值下。

[0100] 方法600中控制从决定方框608和步骤610二者前进至步骤604以连续监测航天器100功率需求,然后至步骤606以连续监测可用功率输出。

[0101] 图7是图解对于行进朝向太阳的航天器用于改变聚能比的方法700的实例操作的流程图。图7中的方法700可以由控制器228执行,从而确定聚能比以向每个太阳能聚能器模块222a至222i中的控制模块212发信号。在可选实例中,太阳能电源220可以使用具有控制模块212的单个太阳能聚能器模块222a至222i实施,所述控制模块212执行本文中对于控制器228描述的操作。

[0102] 在步骤702,确定大于初始位置处最小聚能比的初始聚能比。在上面实例中,对于行进至金星的航天器——其中航天器功率需求为1kW和总最大功率输出能力为1kW,初始聚能比可以设置为10:1,以产生基本上在初始位置时需要的1kW,初始位置为地球。选择对应10:1的反射器组的数目或反射器组中的全部并将其取向至太阳能电池供能位置。在步骤704,控制器228可以评估总线功率负载,以确定来自聚能器阵列224需要的功率。在步骤706,测量来自太阳能聚能器阵列224或多个阵列的可用功率。如上面所提到的,当航天器100朝向太阳行进时由于随着航天器100接近太阳而增加的太阳光114的强度,功率输出将增加。

[0103] 在决定方框708,将可用功率输出与航天器功率需求进行比较。如果可用功率输出小于航天器功率需求(“否”路径)加阈值,则可以保留不改变聚能比。如果可用功率高于航天器功率需求加阈值(“是”路径),则在步骤710,可以降低聚能比。注意,阈值可以是指示认为过量的功率水平的适合的值得。

[0104] 方法700中控制从决定方框708和步骤710二者前进至步骤704以连续监测航天器100功率需求,然后至步骤706以连续监测可用功率输出。

[0105] 图8是图解根据本公开内容用于利用TMS 300控制具有太阳能聚能器阵列的太阳能板的温度的方法800的操作实例的流程图。在该实例方法中,TMS 300执行用于控制具有太阳能聚能器阵列的太阳能板的温度的方法,其中太阳能聚能器阵列具有多个光伏电池和对应多个光伏电池以反射器组布置的多个反射器。方法800包括利用与控制器228信号通信的温度传感器(诸如,例如,236a)监测802太阳能板(102或104)的温度。温度传感器产生在太阳能聚能器模块(诸如,例如,222a)——其在温度传感器附近——附近的太阳能板的局部温度并发送传感器数据(其包括测量的局部温度数据)至控制器228。控制器228然后接收804来自温度传感器的测量的局部温度数据并确定(在决定步骤806)太阳能板的局部温度是否需要被调节。如果太阳能板的局部温度不需要被调节,那么方法返回至步骤802,在此处温度传感器继续监测温度传感器的位置处的太阳能板的局部温度并且方法重复。

[0106] 相反,如果太阳能板的局部温度需要被调节,那么控制器228发送控制信号808至对应温度传感器的太阳能聚能器模块以调节太阳能聚能器阵列(对应太阳能聚能器模块诸如,例如,224)上的选定数目的反射器的位置进入指向远离位置,以便降低由在太阳能板的该部分上的入射太阳光114产生的热的量。太阳能聚能器模块接收来自控制器228的控制信号,并作为响应,定位810太阳能聚能器阵列上的选定数目的反射器进入指向远离位置。然后方法返回至步骤802,在此处温度传感器继续监测温度传感器的位置处的太阳能板的局部温度并且方法重复。

[0107] 在该实例中,控制信号由太阳能聚能器模块内的控制模块(诸如,例如,212)接收,并且控制器228、控制模块或两者确定需要被放置处于指向远离位置以控制太阳能板的局部温度的反射器的选定的数目和位置,其中控制模块控制选定的反射器的调节。在该实例

中,还可以使用在航天器100上的另一处理器或控制器结合控制器228和控制模块以确定需要被放置处于指向远离位置以控制太阳能板的局部温度的反射器的选定的数目和位置。在该实例中,通过由控制器228、控制模块或两者定位选定数目的反射器进入指向远离位置以控制太阳能板的局部温度由此控制太阳能板的温度。

[0108] 在该实例中,定位第一选定数目的反射器进入指向远离位置的步骤可以包括定位第一选定数目的反射器进入部分指向远离位置或完全指向远离位置。额外地,定位第一选定数目的反射器进入指向远离位置的步骤可以包括利用第一微聚能器模块(“MCM”)内的多个致动器调节第一选定数目的反射器中每个反射器的位置和角度。此外,接收来自控制器的第一控制信号的步骤可以包括在第一控制模块处接收第一控制信号,和定位第一选定数目的反射器进入指向远离位置的步骤可以包括响应接收第一控制信号利用第一控制模块定位太阳能聚能器阵列中的第一选定数目的反射器进入指向远离位置。而且,方法还可以包括:利用与控制器信号通信的第二温度传感器监测选择性反射板的第二局部温度;接收来自控制器的第二控制信号以响应于对应监测的第二局部温度的接收的第二控制信号定位第二太阳能聚能器阵列上的第二选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定第二选定数目的反射器以控制选择性反射板的第二局部温度;和定位第二选定数目的反射器进入指向远离位置以控制选择性反射板的第二局部温度。仍进一步,方法还可以包括:在控制器处接收来自第二温度传感器的第二温度数据;在控制器处响应于第二温度数据确定将放置进入指向远离位置的第二太阳能聚能器阵列上的第二选定数目的反射器;和响应于确定将放置进入指向远离位置的第二选定数目的反射器,在控制器处产生第二控制信号。接收来自控制器的第二控制信号可以包括在第二控制模块处接收第二控制信号,并且定位第二选定数目的反射器进入指向远离位置可以包括响应于接收第二控制信号利用第二控制模块定位太阳能聚能器阵列中的第二选定数目的反射器进入指向远离位置。

[0109] 如上面所描述的,可以应用聚能比至单独或以反射器组的选定数目的反射器。图9是由太阳能电源902提供动力的航天器100内的太阳能产生动力的空间系统900的实例的方框图,其图解了根据聚能比为反射器组供能。太阳能电源902包括多个MCM 904a至904i,其中MCM 904a至904i每个包括控制模块906和微聚能器阵列908。图9中的微聚能器阵列608包括太阳能电池和对应的MEMS反射器组。MCM 904a至904i是上面参考图2A和2B描述的聚能器模块200和222a至222i的实例。微聚能器阵列908是上面参考图2A和2B描述的太阳能聚能器阵列202和224的实例。太阳能电源902还可以包括多个温度传感器910a至910i,其分别对应在MCM 904a至904i的位置处的温度传感器。

[0110] 图9中的微聚能器阵列904a中的控制模块906可以执行上面参考图5和8描述的方法500和800。在该实例中,控制模块906可以是前面所描述的处理器或专用集成电路(“ASIC”)、数字信号处理器(“DSP”)、现场可编程门阵列(“FPGA”)、或其他类似装置或零件。可以在反射器组中根据聚能比选择反射器的数目。以该方式,选定数目的反射器是反射器组的总数目的聚能比,其是太阳能电池的数目。选定数目的反射器组的每个中的所有反射器取向进入太阳电池供能位置,如图4A所示。图9显示了第一套反射器组912,作为未选择为对应第一套反射器组912的太阳能电池供能的反射器组。认识到,图案是用于图解的目的。图9中指示为灰色方框的第二套反射器组914是选定数目的反射器组,其对应选定为对应第二套反射器组914的每个的太阳能电池供能的一一半的聚能比。图9中的实例图解了选择太阳

能电池的聚能比以供能来输出每个太阳能电池的最大功率。来自微聚能器阵列904a的总功率输出是微聚能器阵列904a的总功率输出能力的聚能比。如前,控制器916可以接收来自温度传感器910a至912i的局部温度数据和来自MCM 904a至904i的输出电压 $V_{\text{输出}920}$ 并作为响应,产生可以发送至多个MCM 904a至904i以控制太阳能电池和MEM聚能器908中反射器的位置的控制信号。在该实例中,控制器916可以是如前面所描述的处理器,或ASIC、DSP、FPGA或其他类似装置或零件。

[0111] 图10是使用太阳能阵列1002为航天器100提供动力的实例空间系统1000的方框图。太阳能阵列1002包括多个微聚能器模块1004和1006,每个微聚能器模块1004和1006配置为图9中的MCM 904a至904i。在图10所示的实例中,航天器100可以确定聚能比并选择对应聚能比的MCM 1008的数目,然后为取向进入太阳能电池供能位置的选择的MCM 1008上所有的反射器组供能。图10显示了具有作为灰色盒子的第一套MCM 1004的太阳能阵列1002,所述第一套MCM 1004代表选择以产生MCM 1008的最大功率输出能力1010的MCM 1004。在第一套MCM 1004中,对应每个MCM 1004中每个微聚能器阵列908(在图9中)中的每个太阳能电池的每个反射器组被取向至太阳能电池供能位置,诸如例如,图4A中反射器406的取向。显示为白色盒子的第二套MCM 1006代表未选择发电的MCM 1006。在第二套MCM 1006中,对应每个MCM 1006中每个微聚能器阵列908(在图9中)中的每个太阳能电池的每个反射器组被取向至太阳能电池非供能位置(对应于指向远离位置),诸如例如,图4B中反射器406的取向。

[0112] 图11是图表1100,其图解来自具有在任务期间改变太阳能聚能比的太阳能聚能器模块222a至222i的图2B中太阳能电源220的实施实例的功率输出与来自具有不实施改变的聚能比的太阳能聚能器阵列的通常太阳能电源的功率输出的比较。图11中图表1100具有两个垂直轴。在右侧的垂直轴1102(“阵列功率”)表示归一化功率输出,以致1的值表示航天器功率需求和20的值表示 $20 \times$ 航天器功率需求。在左侧的垂直轴(“聚能”)1104表示可以由图2B中的太阳能电源220的实例实施使用的聚能比的值。水平轴1105表示以AU为单位的距太阳的距离。

[0113] 图表1100显示了表示通常太阳能电源的功率输出的第一曲线1106。第一曲线1106使用右侧的垂直轴(“阵列功率”)显示随着距太阳的距离增加功率输出下降。由第一曲线1106显示的功率输出从在1个AU(在地球)处的大约 $25 \times$ 航天器功率需求的功率输出下降至在木星的距太阳5个AU距离处的大约1的功率输出。功率输出的下降是由于随着航天器行进一步远离太阳光强度减小。

[0114] 图11显示了第二曲线1108,其表示图2B中太阳能电源220的实例实施的功率输出,其改变聚能器模块222a至222i的聚能比。第二曲线1108也使用右侧的垂直轴(“阵列功率”)显示随着航天器行进远离太阳在任务进程期间保持基本上水平的功率输出。

[0115] 图11在第三曲线1110处显示了太阳能电源220的实例实施的聚能比和功率输出之间的关系。第三曲线1110使用聚能垂直轴1104并显示了当航天器100行进远离太阳时聚能比增加以保持由第二曲线1108所指示的功率输出水平。如上所描述的,在任务开始时的低聚能比导致每个MCM内的一部分反射器取向处于太阳能电池供能位置和剩余的反射器取向处于太阳能电池非供能。当航天器行进远离太阳时聚能比增加,如由第三曲线1110所指示的。聚能比的增加导致在任务期间越来越多的反射器取向处于太阳能电池供能位置,直到

在大约5A.U处所有反射器处于太阳能电池供能位置。功率输出贯穿任务进程依然是基本上水平。

[0116] 用于控制聚能器阵列的功率输出的系统和方法的实施实例使用聚能器将光聚焦在光伏电池上以产生电能。注意,反射器组中的个体反射器可以被取向处于太阳能电池非供能位置,用于不涉及电功率分配管理的功能。如关于热管理所讨论的,太阳能电池非供能位置也对应指向远离位置,以控制太阳能电池的温度。另外,为了热管理,例如,航天器100可以被暴露至具有足以引起对航天器损坏的能量的光的突然爆发。这类暴露可以是由于旨在摧毁或损坏航天器100的实体的激光攻击,或由于来自自然或其他非自然来源的光的高强度爆发。

[0117] 破坏性光能量的突然爆发可以被航天器100探测到。例如,在任务期间,控制器228可以连续地监测可用功率输出。当监测可用功率输出时,控制器228可以感测由来自太阳入射在太阳能聚能器阵列224上的光不可能引起的尖峰(spike)或突然的功率激增(surge)。控制器228可以从尖峰或突然的功率激增确定航天器100处于来自足以引起损坏的光能量的突然爆发的攻击。作为响应,可以控制太阳能聚能器阵列224取向选定数目的反射器组处于指向远离位置(即,太阳能电池非供能位置)以引导激光远离航天器100。类似于热管理的状况,选定数目可以是反射器组的所有——其将关闭至航天器100的电功率,或足以反射来自激光的能量远离航天器100的数目。该响应可以被自主地编程入控制程序或可以在已知威胁之前由地面潜在地命令。

[0118] 转至图12,根据本公开内容显示了航天器1200的另一实施的实例的透视图。在该实例中,航天器1200包括航天器1200的主体1204上的选择性反射板,其是具有制成反射镜的部分1202的反射镜,其当航天器1200的主体1204被入射太阳光114时利用TMS(未显示)控制航天器1200的主体1204的温度。此外,航天器1200还包括两个太阳能板1206和1208,其也可以在每个太阳能板1206和1208中包括TMS(未显示),如先前所描述的。如果存在,每个太阳能板1206和1208中的TMS可以包括如先前关于图2A至11所描述的太阳能聚能器模块。然而,制成反射镜的部分1202内的TMS将不包括如先前所描述的相同类型的太阳能聚能器模块。相反地,制成反射镜的部分1202内的TMS将不使用任何太阳能电池(诸如,例如,太阳能电池402)。TMS可以使用多个反射器(未显示)以通过定位反射器进入指向远离位置来打开制成反射镜的部分1202或定位反射器进入非指向远离位置来关闭制成反射镜的部分1202而“关闭”或“打开”制成反射镜的部分1202。

[0119] 具体而言,在图13A中,根据本公开内容显示了反射镜部分1202(图12中所示)和处于指向远离位置的反射镜部分1202中的对应反射器1300的实例的横截面图。如果反射镜部分1202使用如此太阳能聚能器阵列——其中反射器1300是太阳能聚能器阵列上的反射器组单元,那么该实例类似于图4A至4E中所示的实例,除了该实例中反射镜部分1202不包括太阳能电池(诸如太阳能电池402),因为反射镜部分1202不是太阳能板而仅仅是配置为当反射器(未显示)处于指向远离位置时反射掉太阳光114的反射镜。通过反射掉太阳光114,TMS减少航天器1200的主体1204上的热的量。

[0120] 在该实例中,反射镜部分1202将被假设使用类似于太阳能聚能器模块200的多个太阳能聚能器阵列(未显示),除了在该实例中的多个太阳能聚能器阵列将不具有太阳能电池和将供TMS使用以吸收或反射掉太阳光114。

[0121] 类似于先前的讨论,在该实例中,TMS包括反射镜部分1202上的一个或多个温度传感器、控制器(或多个控制器)和一个或多个太阳能聚能器阵列,其中控制器与一个或多个温度传感器和一个或多个太阳能聚能器阵列二者信号通信。如先前所讨论的,每个太阳能聚能器阵列配置为接收来自控制器的控制信号,并作为响应,定位选定数目的反射器进入指向远离位置以控制反射镜部分1202的局部温度,由此控制航天器1200的主体1204的温度。

[0122] 如此,返回至图13A,其是反射镜部分1202和具有取向处于指向远离位置的反射器1300的反射器组单元1302的横截面图,取向处于指向远离位置的反射器1300反射掉反射器组单元1302上的所有入射太阳光114。类似于图2A中所示的实例,太阳能聚能器模块还可以包括控制模块(未显示),其中控制模块配置为向致动器1304发送信号以取向反射器1300使反射的太阳光1306以远离反射器组单元1302的方向指向。再者,控制模块为太阳能聚能器模块提供控制和遥测功能。控制模块可以包括处理资源,诸如处理器,和储存用于执行编程的功能的数据和指令的储存能力。控制模块包括用于控制反射器1300的位置和取向的功能。控制模块可以控制许多反射器1300或反射器组引导光远离反射器组单元1302和其他反射器组单元。控制模块还可以包括用于接收来自,例如,其他计算零件——诸如例如航天器1200上的飞行计算机——的信号或命令的通信接口。如先前所描述的,在该实例中,控制模块可以是TMS的控制器或与TMS的控制器(或多个控制器)信号通信的装置、模块或系统。

[0123] 当反射器1300引导反射的太阳光1306以致反射的太阳光1306不被反射器组单元1302吸收时,反射器组单元1302并因此航天器1200的反射镜部分1202和主体1204不增加温度,这是因为来自太阳光114的能量被反射远离航天器1200。在该实例中,显示反射器1300垂直于太阳光114的入射角取向,以便引导反射的太阳光114沿太阳光114的入射角返回。然而,指向远离位置可以是允许反射器1300以远离反射器组单元1302和航天器1200的任意方向引导光的反射器1300的任何位置或取向。

[0124] 如此,反射器1300的指向远离位置辅助航天器1200的热管理,这是因为反射的太阳光414不被反射器组单元1302吸收并被反射返回进入外太空并远离航天器1200。因此,指向远离位置降低反射镜部分1202内反射器组单元1302的位置处的反射镜部分1202的局部温度。

[0125] 在该实例中,类似关于图2A至4E描述的实例,反射器组单元1302包括第一平面基底1308和安装在与第一平面基底1308间隔开并平行的第二平面基底1310上的多个反射器1300,所述第一平面基底1308优选由玻璃、塑料、二氧化硅或一些其他适合的透明材料制成(如上面参考图2A所描述)。取向第一和第二基底1308和1310以致太阳光114在第一平面基底1308处入射至反射器组单元1302。虽然图13A中显示太阳光114被以基本上法向入射角引导至第一平面基底1308,但是可以调节反射器1300在适当位置以当太阳光114的入射角偏移远离法向时反射掉入射的太阳光114。在该实例中,太阳光114穿过透明的第一平面基底1308朝向反射器组单元1302中的反射器1300。反射器1300反射并引导反射的太阳光1306通过第一平面基底1308并远离航天器1200。此外,在该实例中,第二基底1310可以由熔凝硅石或其他类似材料构造。第二基底1310可以配置为当入射有入射太阳光114时增加温度或反射器组单元1302可以包括能量吸收材料层1312,所述能量吸收材料层1312位于邻近第二基底1310的表面并在其上。

[0126] 在图13B中,根据本公开内容,显示处于非指向远离位置的反射器组单元1302和对应反射器1300的实例的横截面图。类似于图13A所示实例,在该实例中,控制模块可以向致动器1304发送信号以取向反射器1300以远离太阳光114的方向指向,以致太阳光不被反射器1300反射远离反射器组单元1302,而是入射在能量吸收材料层1312或第二基底1310上。以该方式,能量吸收材料层1312、第二基底1310或两者吸收部分或大部分的来自入射太阳光114的能量并在反射器组单元1302处产生热,这增加靠近反射器组单元1302的位置的反射镜部分1202的局部温度。因此,通过利用反射器组单元1302中的反射器1300,TMS可以通过移动反射器处于指向远离位置(即,太阳光114反射位置)或非指向远离位置(即,太阳光114吸收位置)管理反射镜部分1202的局部温度。

[0127] 转至图14,根据本公开内容显示了图解用于利用TMS控制航天器1200的温度的方法操作实例的流程图1400。在该实例中,选择性反射板是(图12至13B的)反射镜部分1202。

[0128] 方法包括利用与控制器信号通信的第一温度传感器监测1402选择性反射板(即,反射镜部分1202)的第一局部温度和接收1404来自控制器的第一控制信号以响应对应于监测的第一局部温度的接收的第一控制信号定位太阳能聚能器阵列上的第一选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定第一选定数目的反射器以控制选择性反射板的第一局部温度。然后,TMS确定1406(在控制器处根据来自第一温度传感器的接收的第一温度数据)温度传感器处的局部温度是否需要调节。如果温度传感器处的局部温度不需要调节,那么方法返回步骤1402并且方法重复步骤1402至1406。

[0129] 相反地,如果温度传感器处的局部温度需要调节,那么响应于在控制器处的第一温度数据TMS确定将放置进入指向远离位置的太阳能聚能器阵列上的第一选定数目的反射器,并响应于确定将放置进入指向远离位置的第一选定数目的反射器在控制器处产生第一控制信号。然后,将控制信号发送1408至对应于温度传感器的太阳能聚能器模块以调节太阳能聚能器阵列内选定数目的反射器的位置进入指向远离位置,以便减少通过在反射镜部分1202的那部分上入射太阳光114产生的热的量。作为响应,太阳能聚能器阵列定位1410第一选定数目的反射器进入指向远离位置以控制选择性反射板的第一局部温度,由此控制选择性反射板的温度。然后,方法返回步骤1402,其中重复步骤1402至1410。

[0130] 在该实例中,定位第一选定数目的反射器进入指向远离位置的步骤可以包括定位第一选定数目的反射器进入部分指向远离位置或完全指向远离位置。额外地,定位第一选定数目的反射器进入指向远离位置的步骤可以包括利用第一微聚能器模块("MCM")内的多个致动器调节第一选定数目的反射器中的每个反射器的位置和角度。此外,接收来自控制器的第一控制信号的步骤可以包括在第一控制模块处接收第一控制信号,和定位第一选定数目的反射器进入指向远离位置的步骤可以包括响应接收第一控制信号利用第一模块定位太阳能聚能器阵列中的第一选定数目的反射器进入指向远离位置。而且,方法还可以包括:利用与控制器信号通信的第二温度传感器监测选择性反射板的第二局部温度;接收来自控制器的第二控制信号以响应于对应监测的第二局部温度的接收的第二控制信号定位第二太阳能聚能器阵列上第二选定数目的反射器进入指向远离位置,其中确定第二选定数目的反射器以控制选择性反射板的第二局部温度;和定位第二选定数目的反射器进入指向远离位置以控制选择性反射板的第二局部温度。仍进一步,方法还可以包括:在控制器处接收来自第二温度传感器的第二温度数据;在控制器处响应于第二温度数据确定将放置进入

指向远离位置的第二个太阳能聚能器阵列上的第二个选定数目的反射器;和响应于确定将放置进入指向远离位置的第二个选定数目的反射器,在控制器处产生第二个控制信号。接收来自控制器的第二个控制信号可以包括在第二个控制模块处接收第二个控制信号,并且定位第二个选定数目的反射器进入指向远离位置可以包括响应于接收第二个控制信号利用第二个控制模块定位太阳能聚能器阵列中的第二个选定数目的反射器进入指向远离位置。

[0131] 应当理解,本公开内容的各个方面或细节在不背离本公开内容范围的情况下可以改变。不排除也不限制要求保护的公开内容至公开的精确形式。此外,前面的描述仅仅出于说明的目的,并非出于限制的目的。按照上面的描述修改和变化是可能的,或者其可以由实践本公开内容而获得。权利要求和其等效形式限定本公开内容的范围。

[0132] 在不同描绘的实例中的流程图和方框图图解了说明性实例中的装置和方法的一些可能实施的结构、功能和操作。在这方面,流程图或方框图中的每个方框可以表示模块、片段、功能、操作或步骤的部分、其一些组合。

[0133] 在说明性实例的一些可选实施中,方框中提到的功能或多个功能可以不按附图中提到的顺序发生。例如,在一些情况中,连续显示的两个方框可以基本上同时执行,或方框可以有时以反向顺序执行,这取决于涉及的功能。同样,除了流程图或方框图中图解的方框,还可以添加其他方框。

[0134] 出于说明和描述的目的已经提出了不同的说明性实例的描述,并且其不旨在详尽或限制于公开形式中的实例。对于本领域普通技术人员许多修改和变化将是清楚的。进一步,不同的说明性实例可以提供与其他期望的实例相比不同的特征。选择和描述选择的实例或多个实例,从而最佳解释实例的原理、实际应用,并确保本领域普通技术人员能够理解作为适于考虑的特定用途的具有各种修改的各种实例的公开内容。

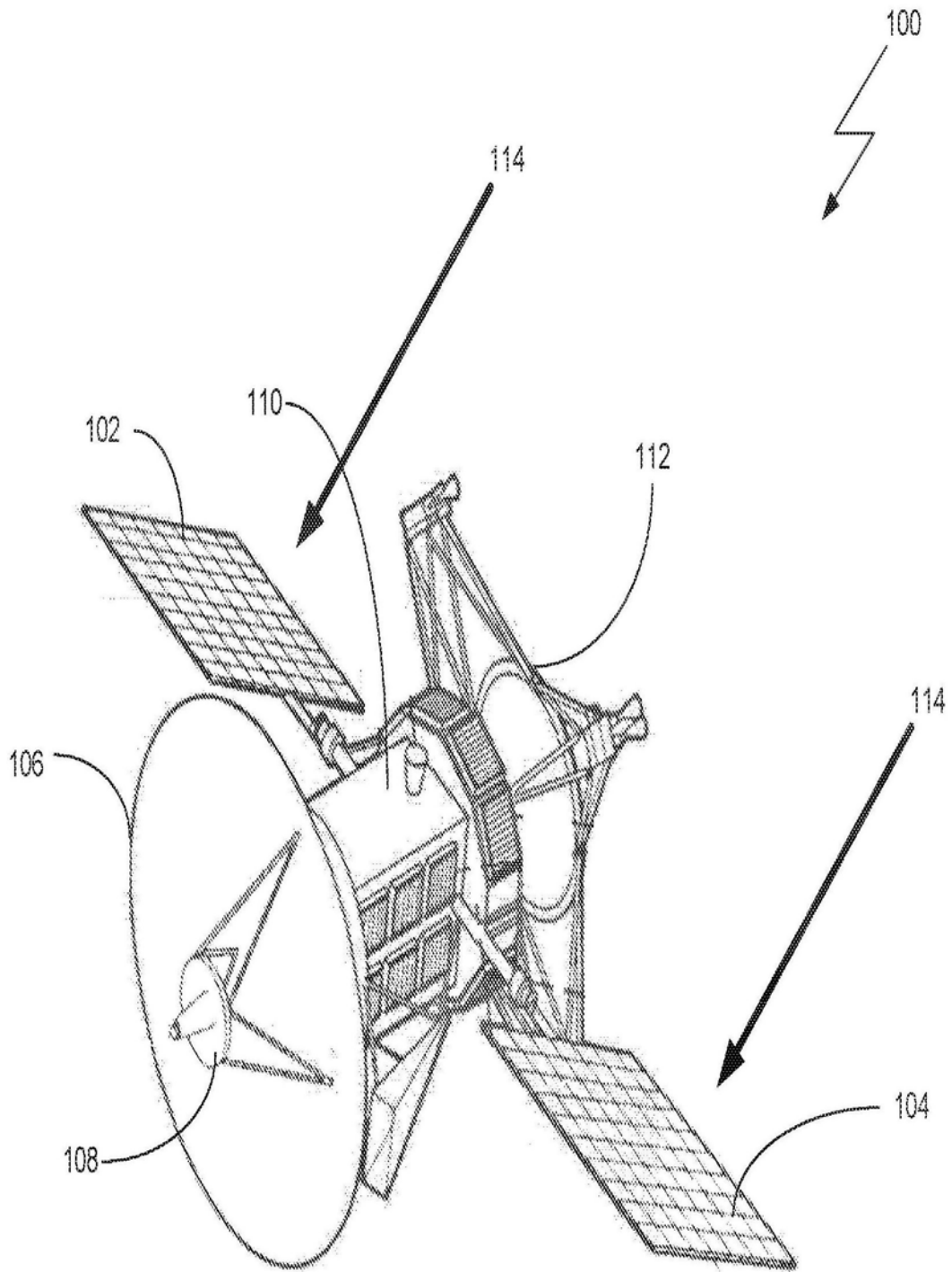


图1

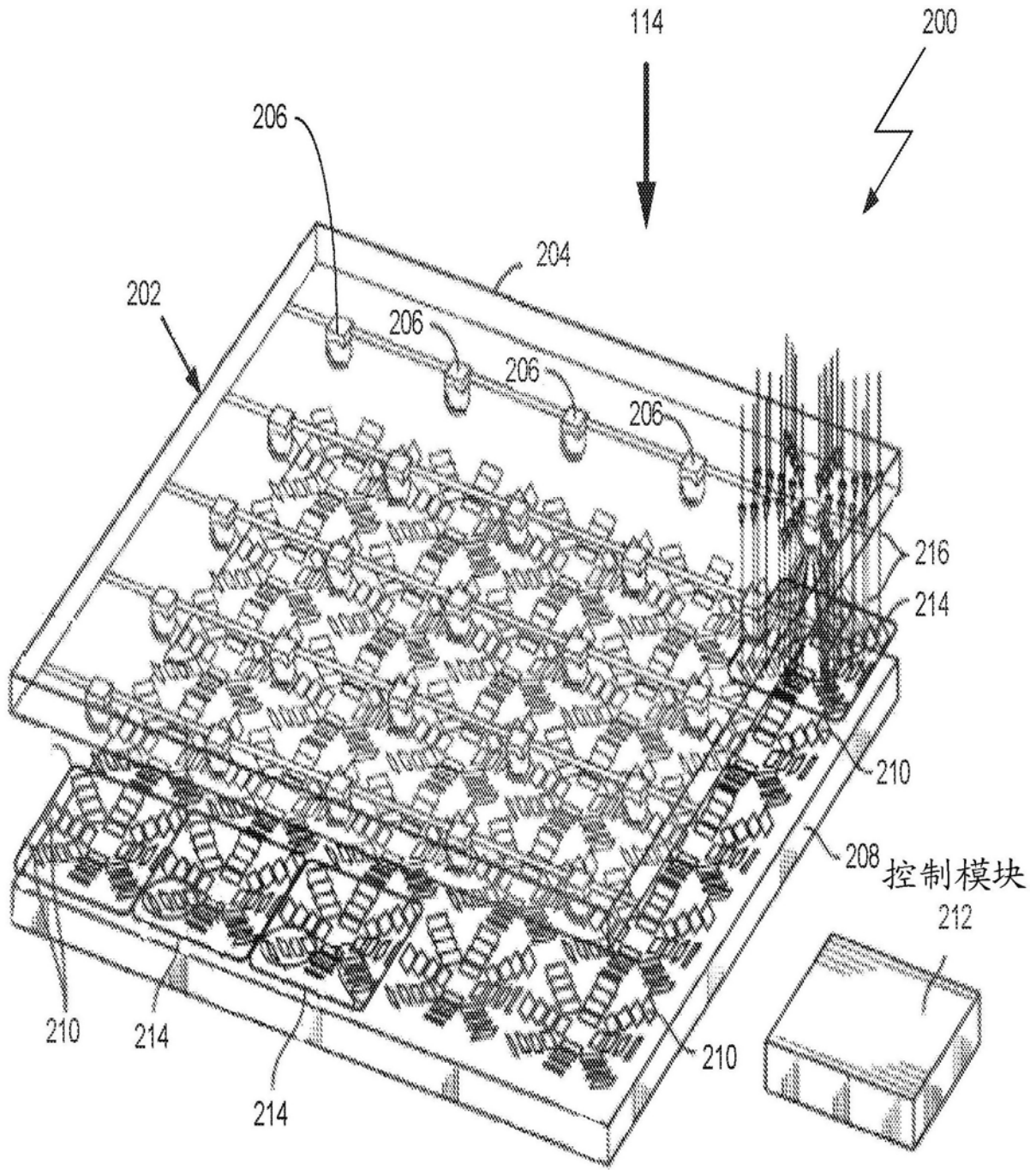


图2A

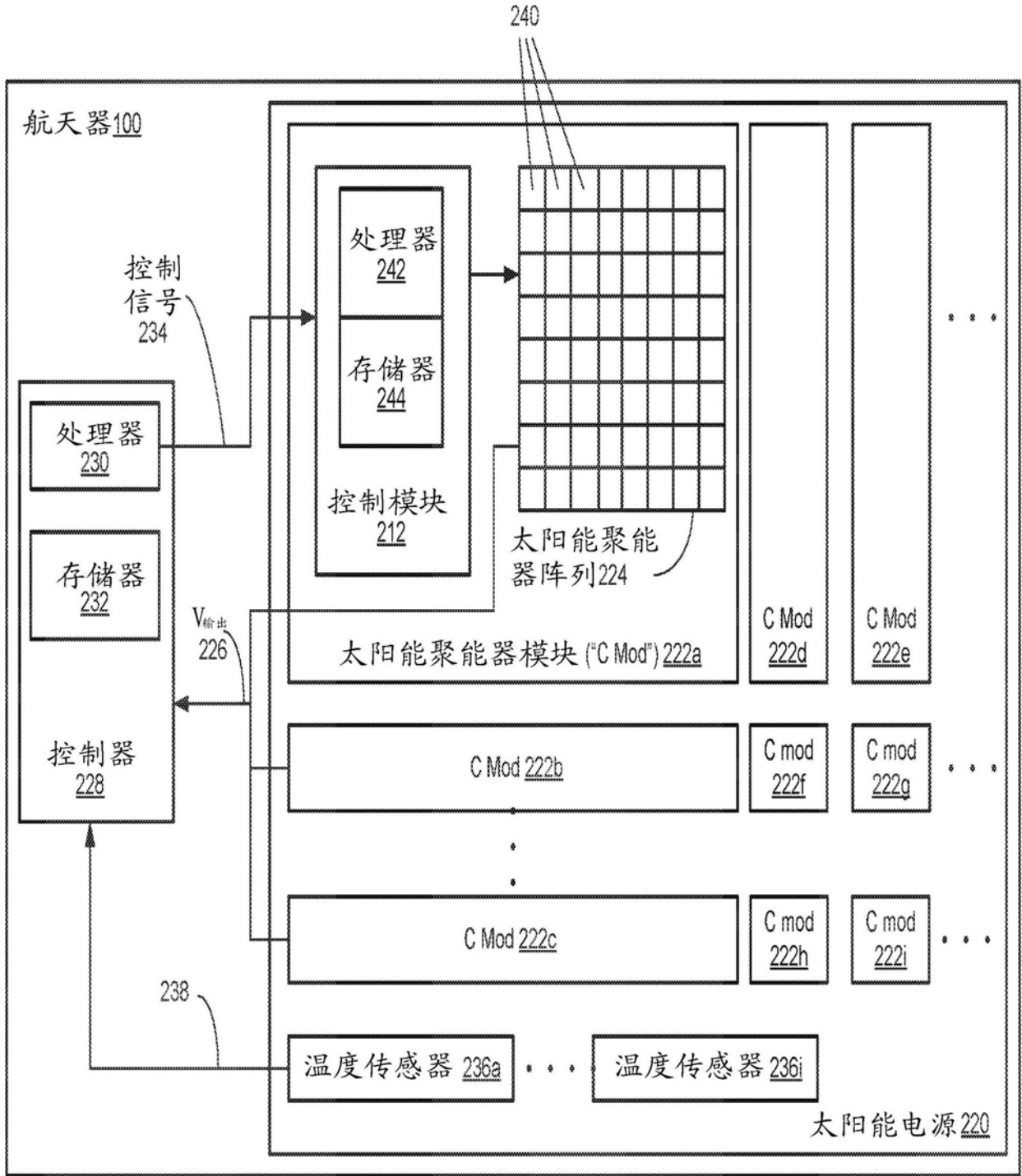


图2B

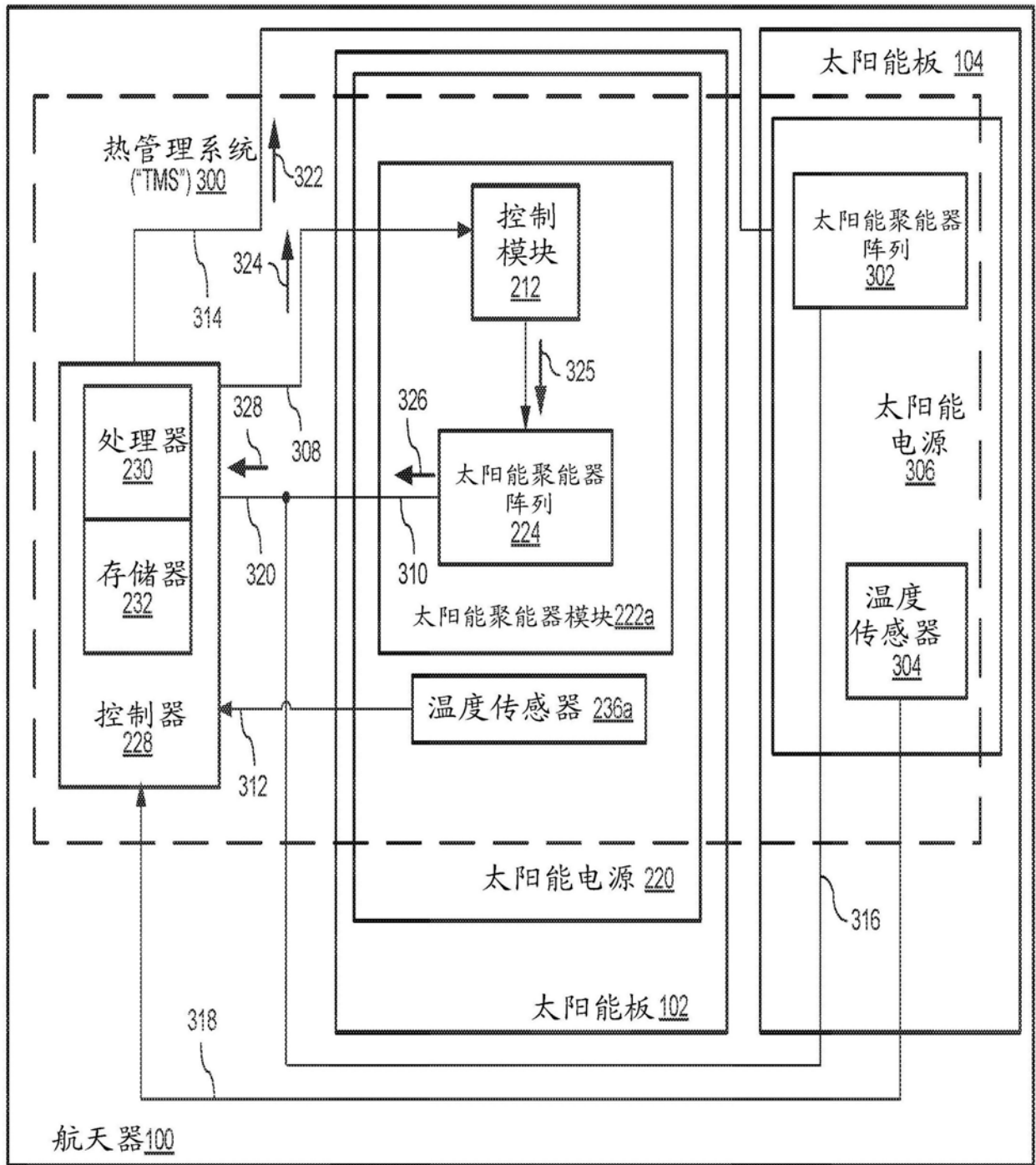


图3

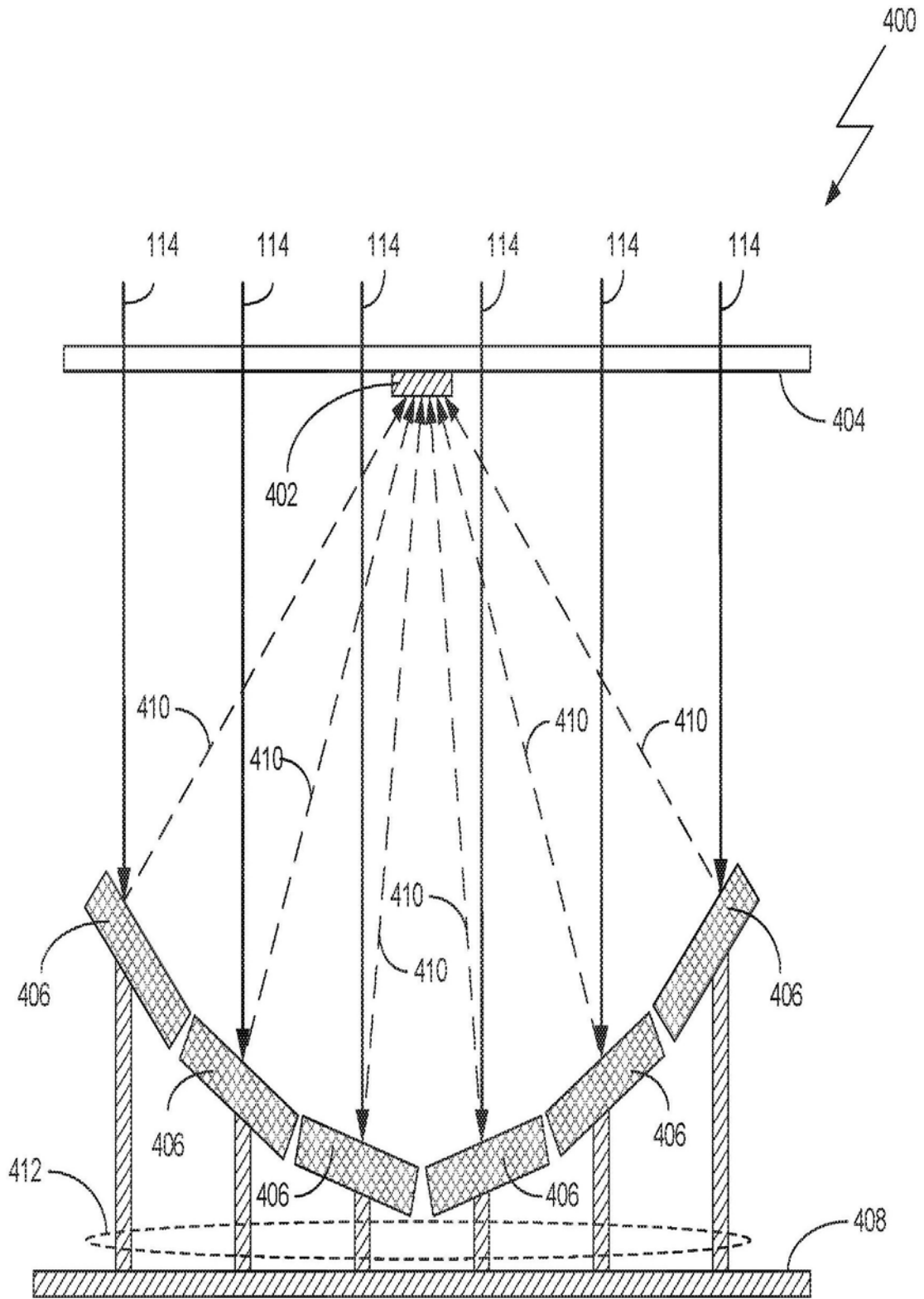


图4A

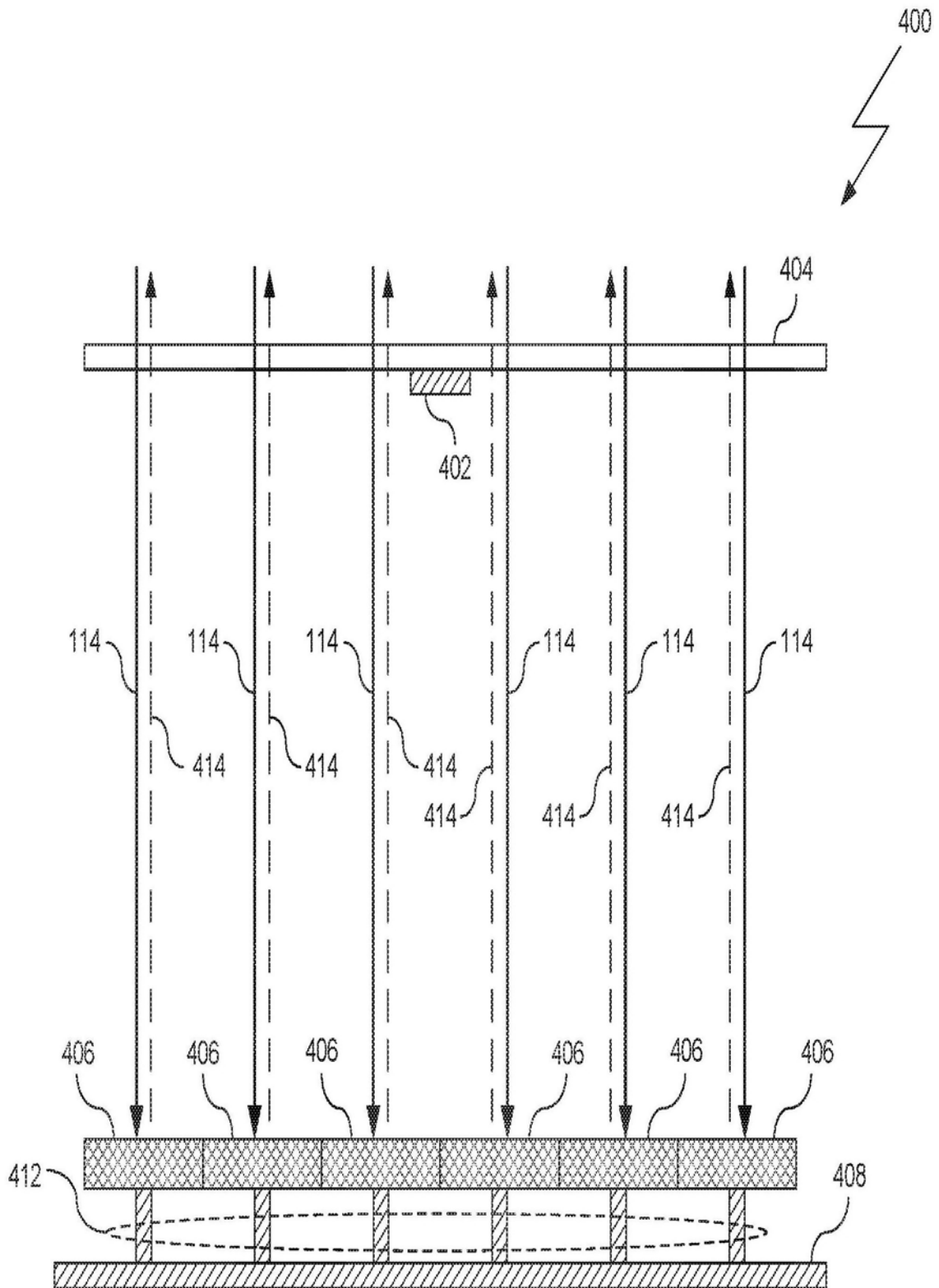


图4B

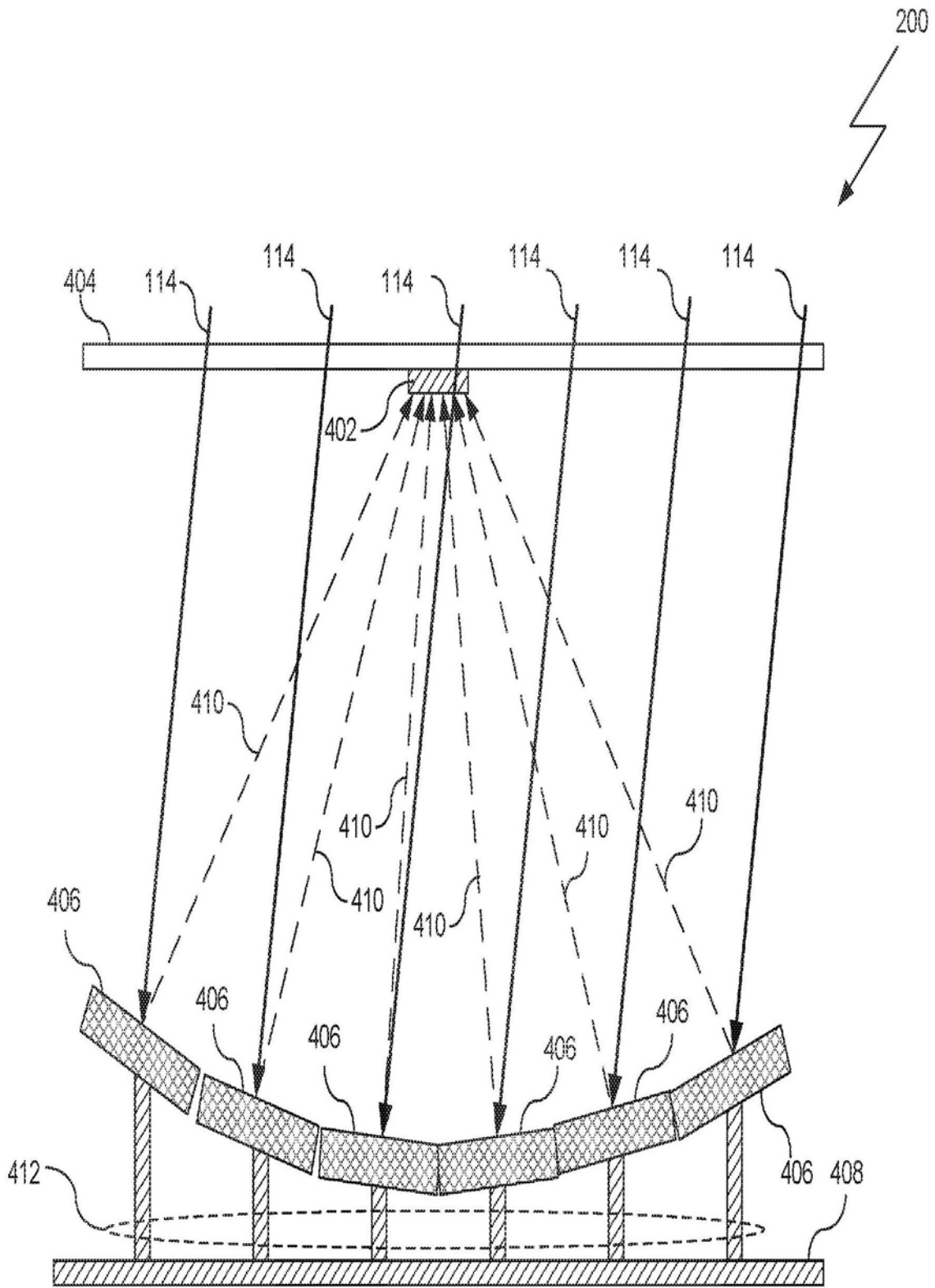


图4C

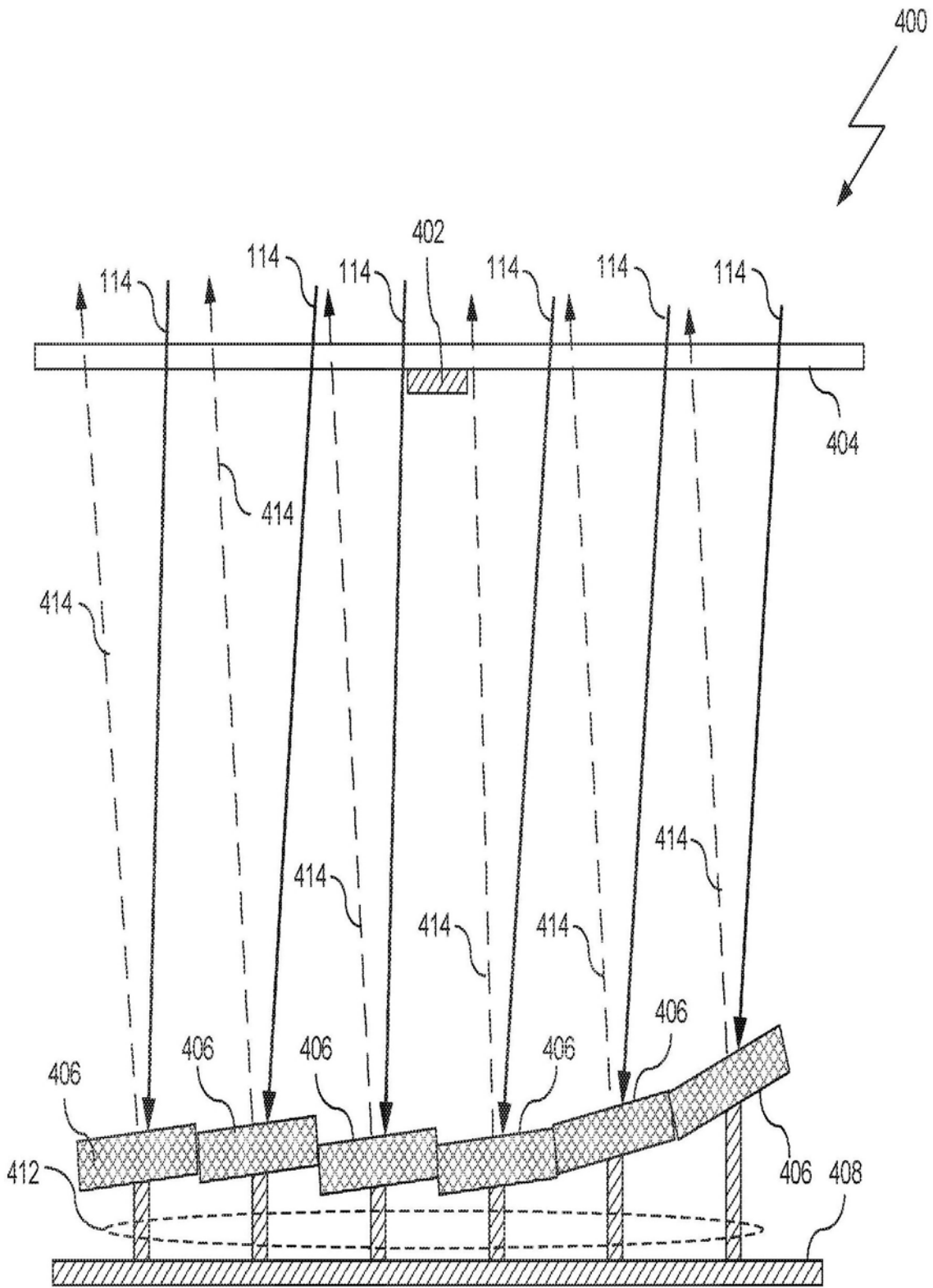


图4D

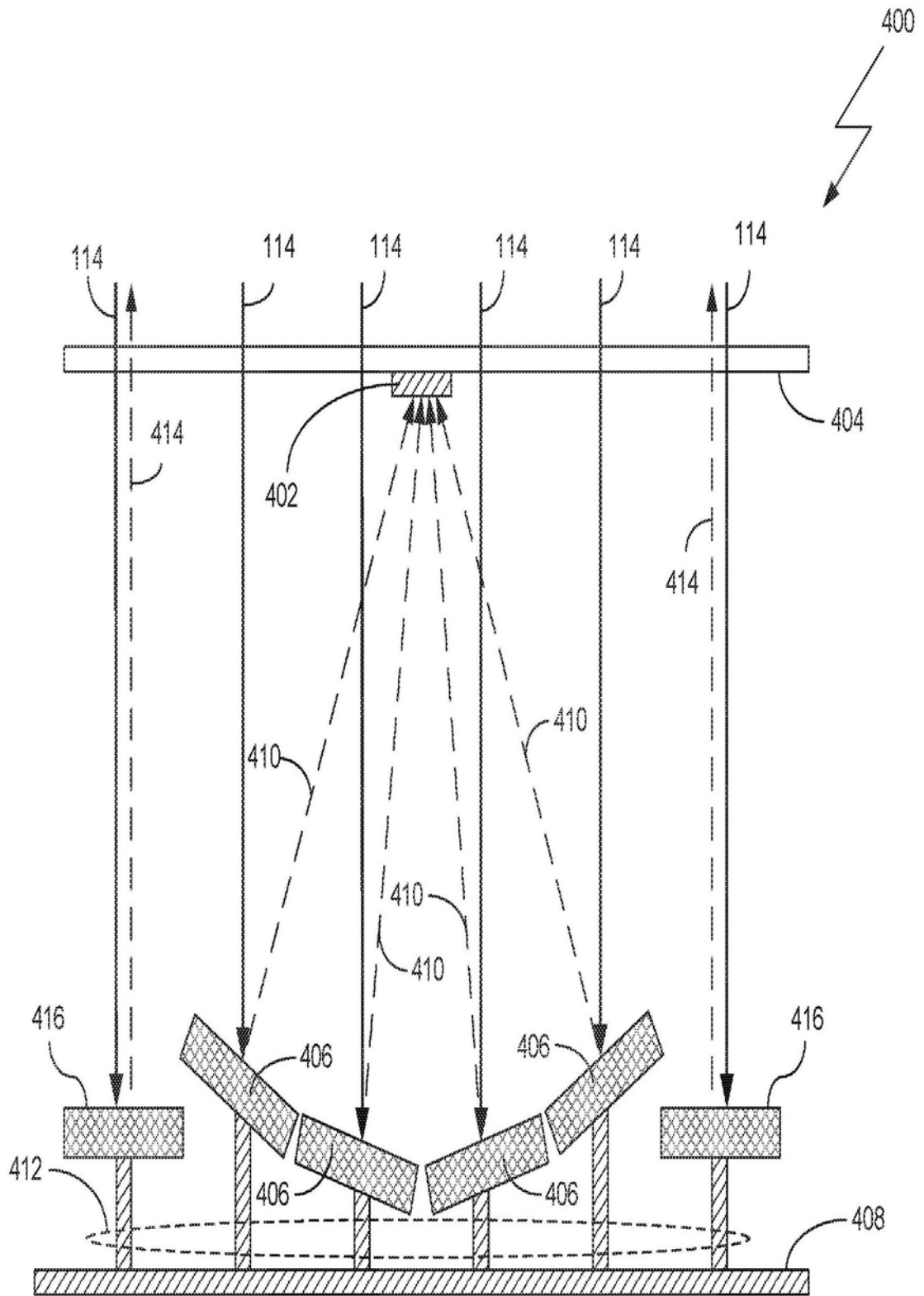


图4E

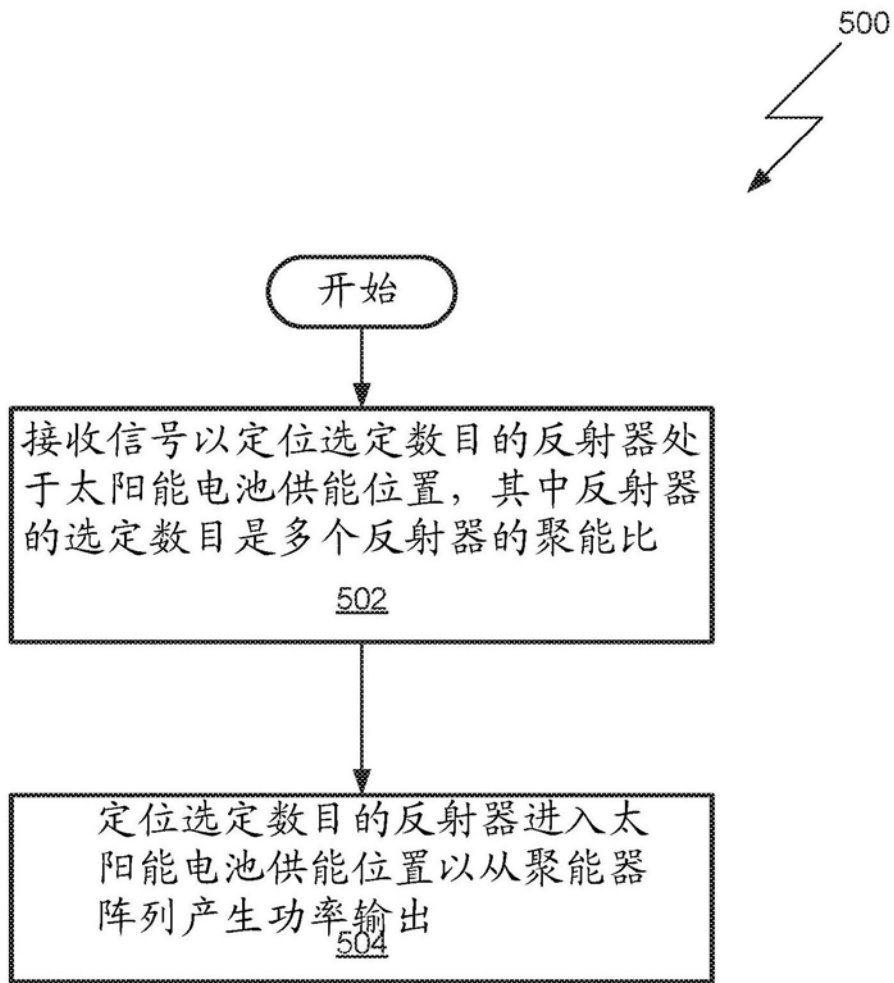


图5

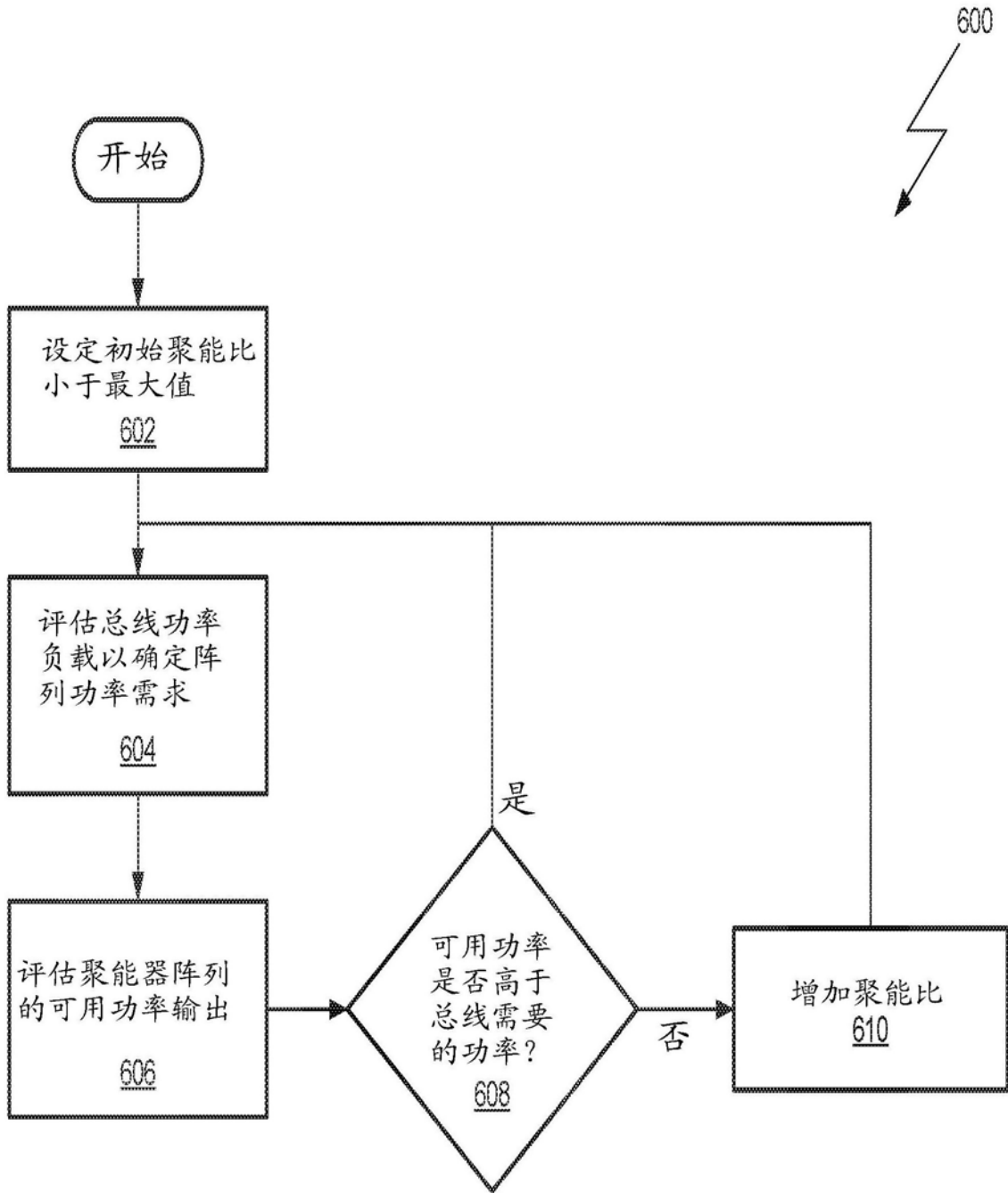


图6

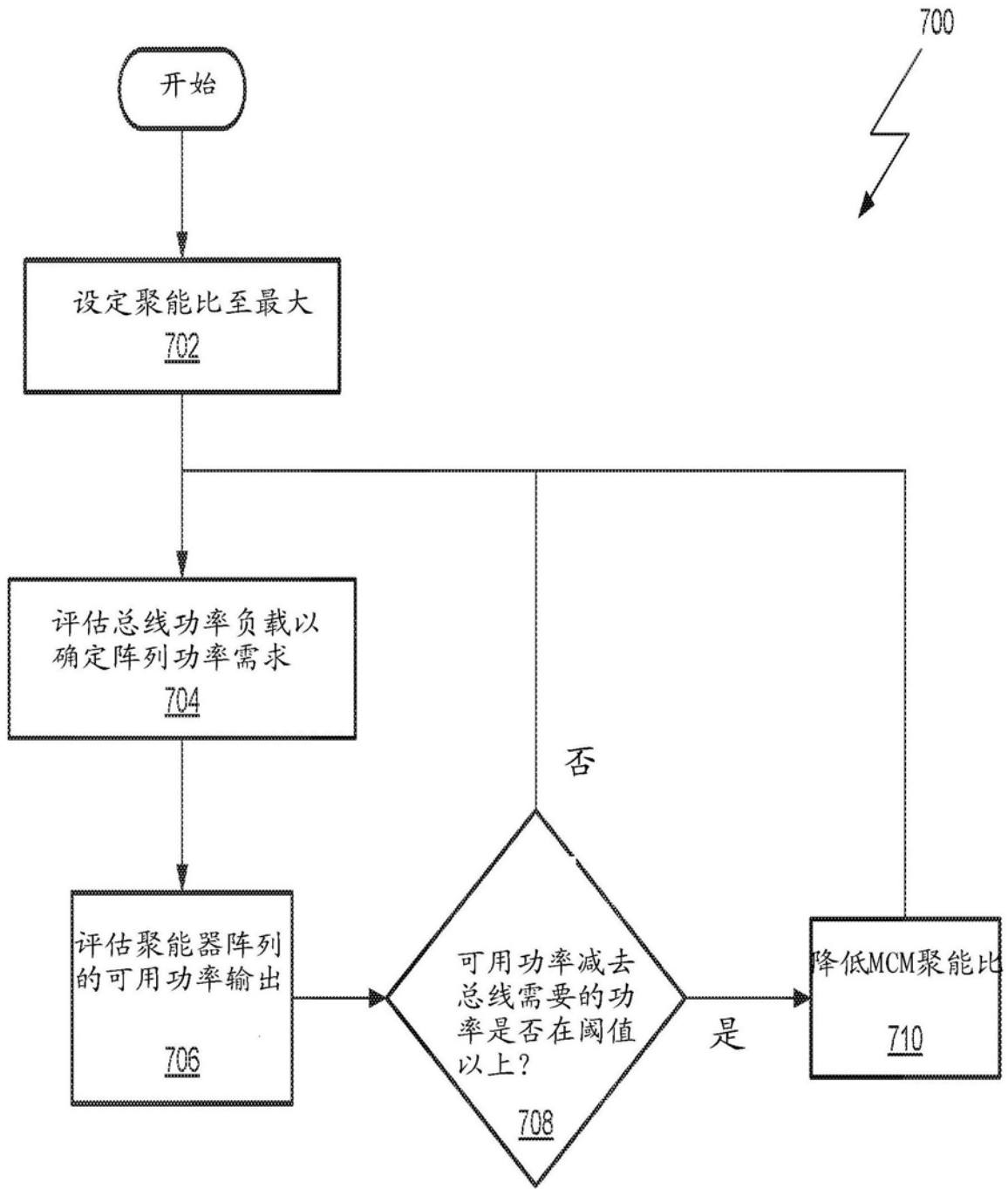


图7

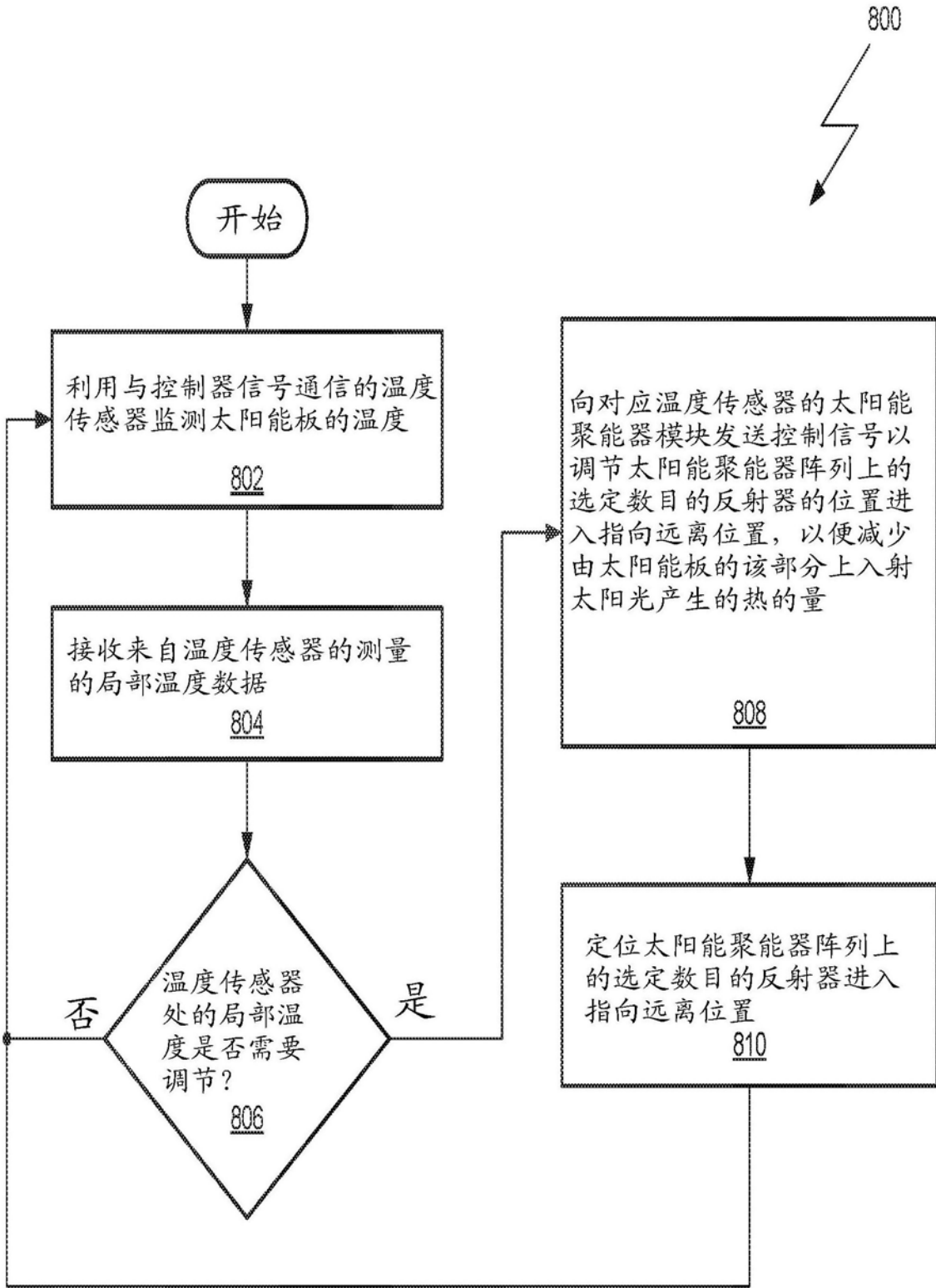


图8

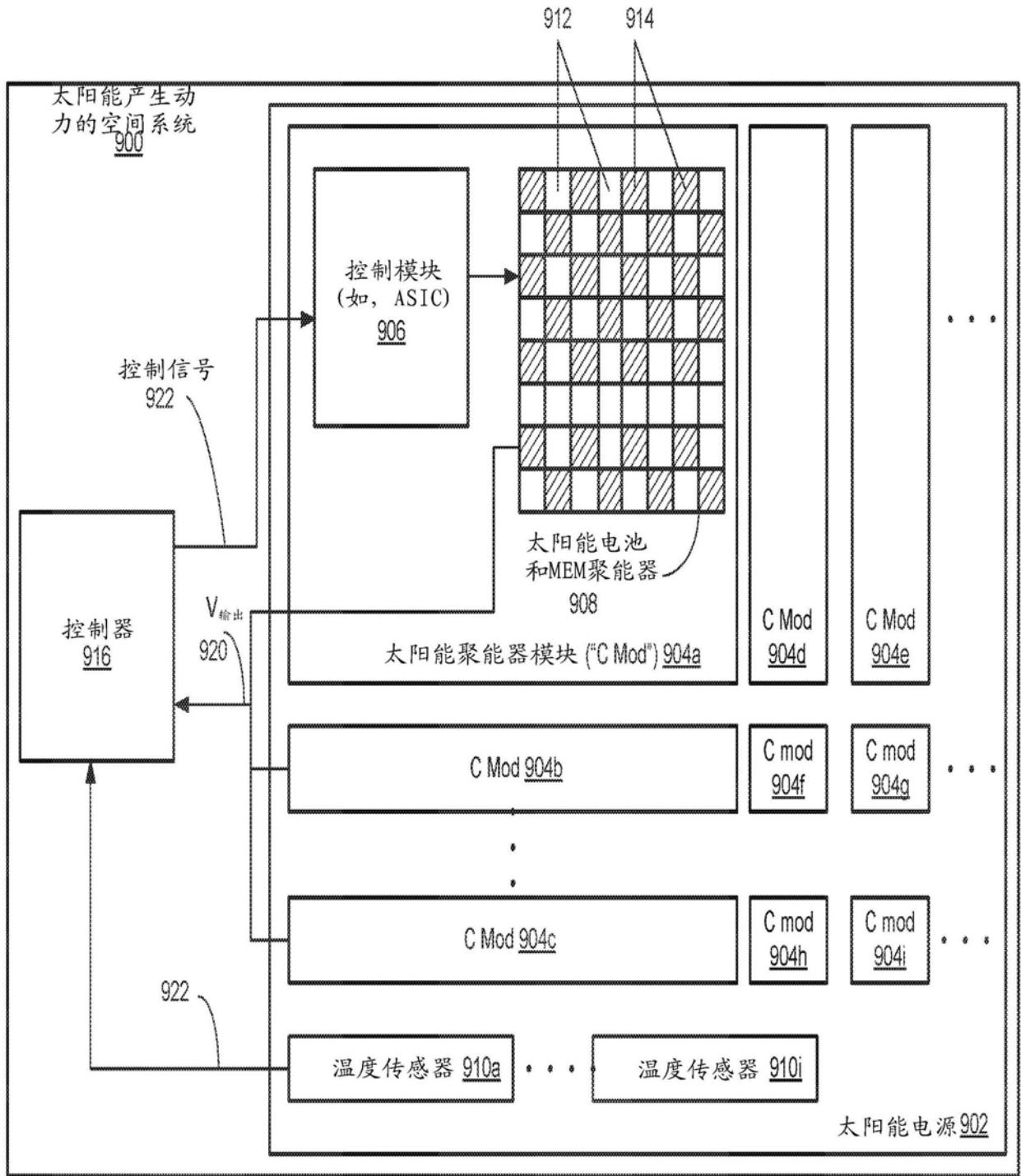


图9

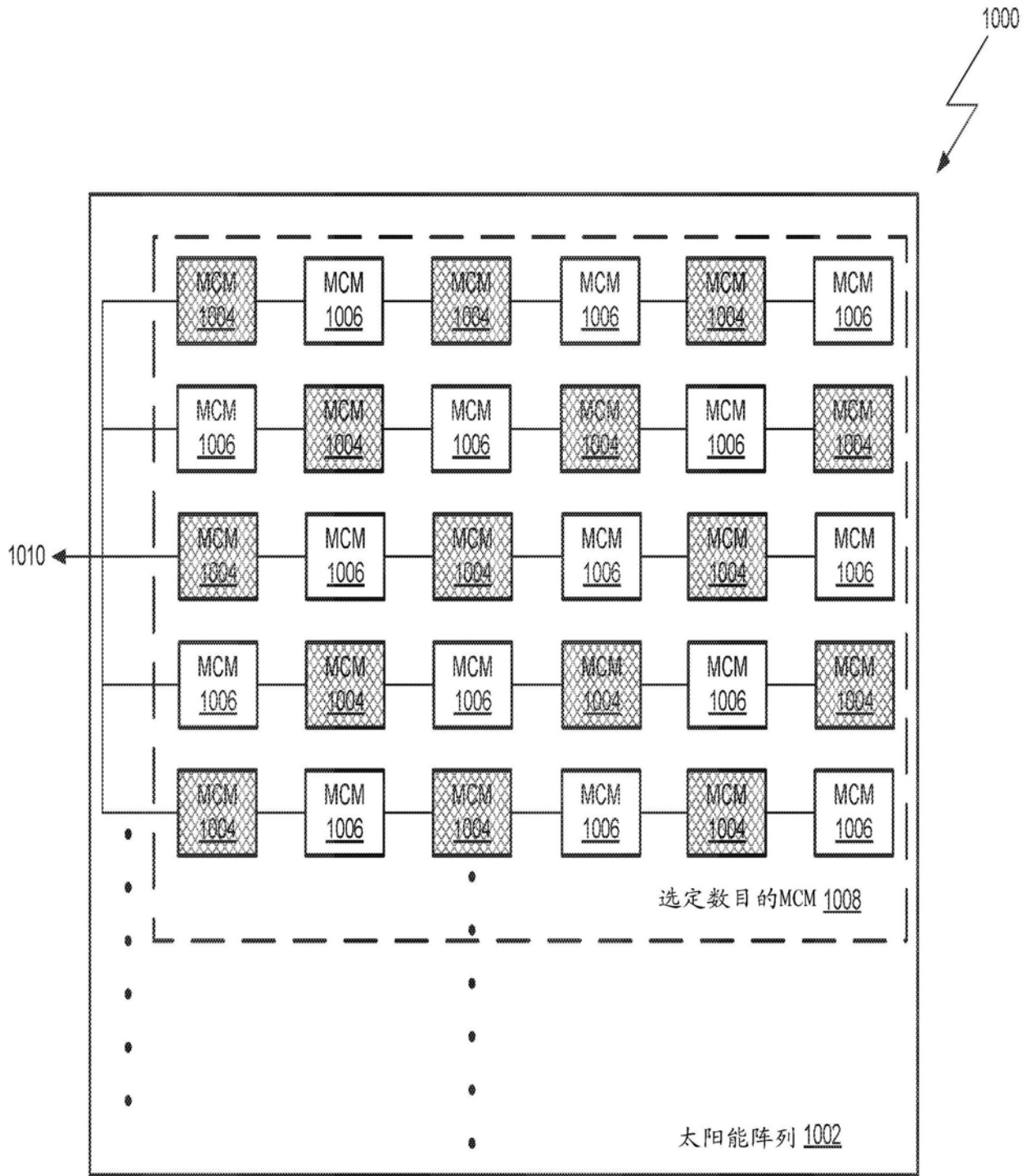


图10

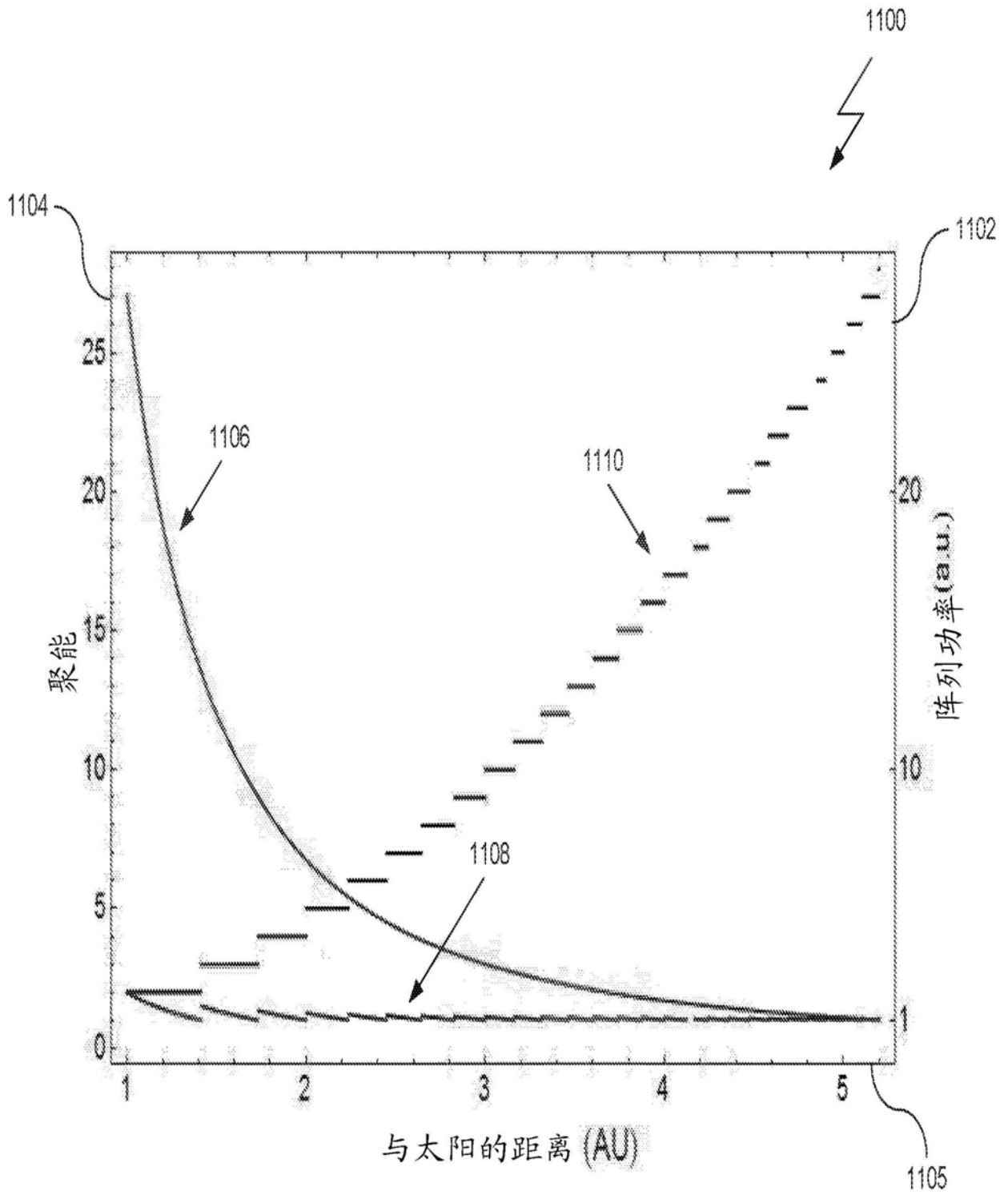


图11

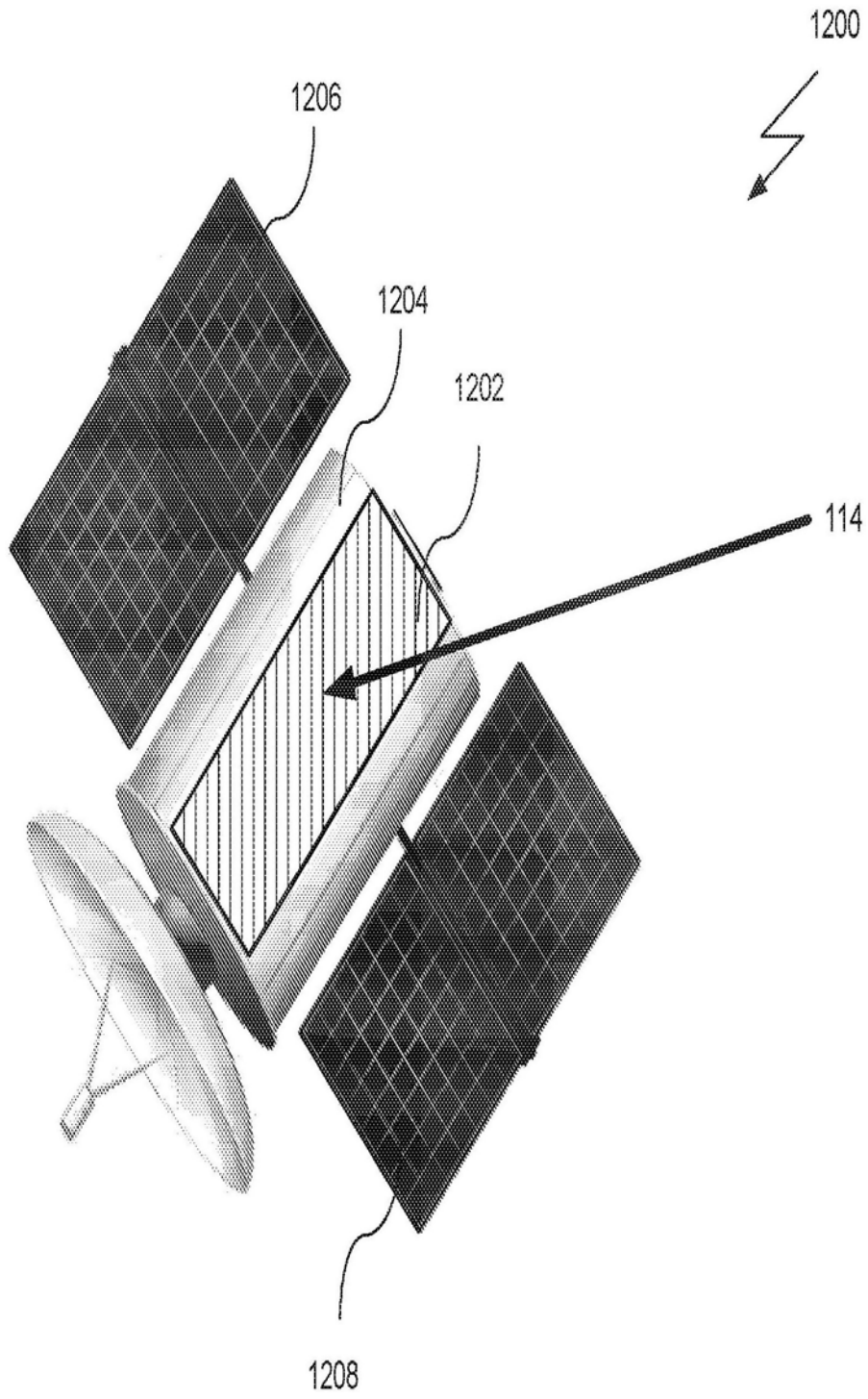


图12

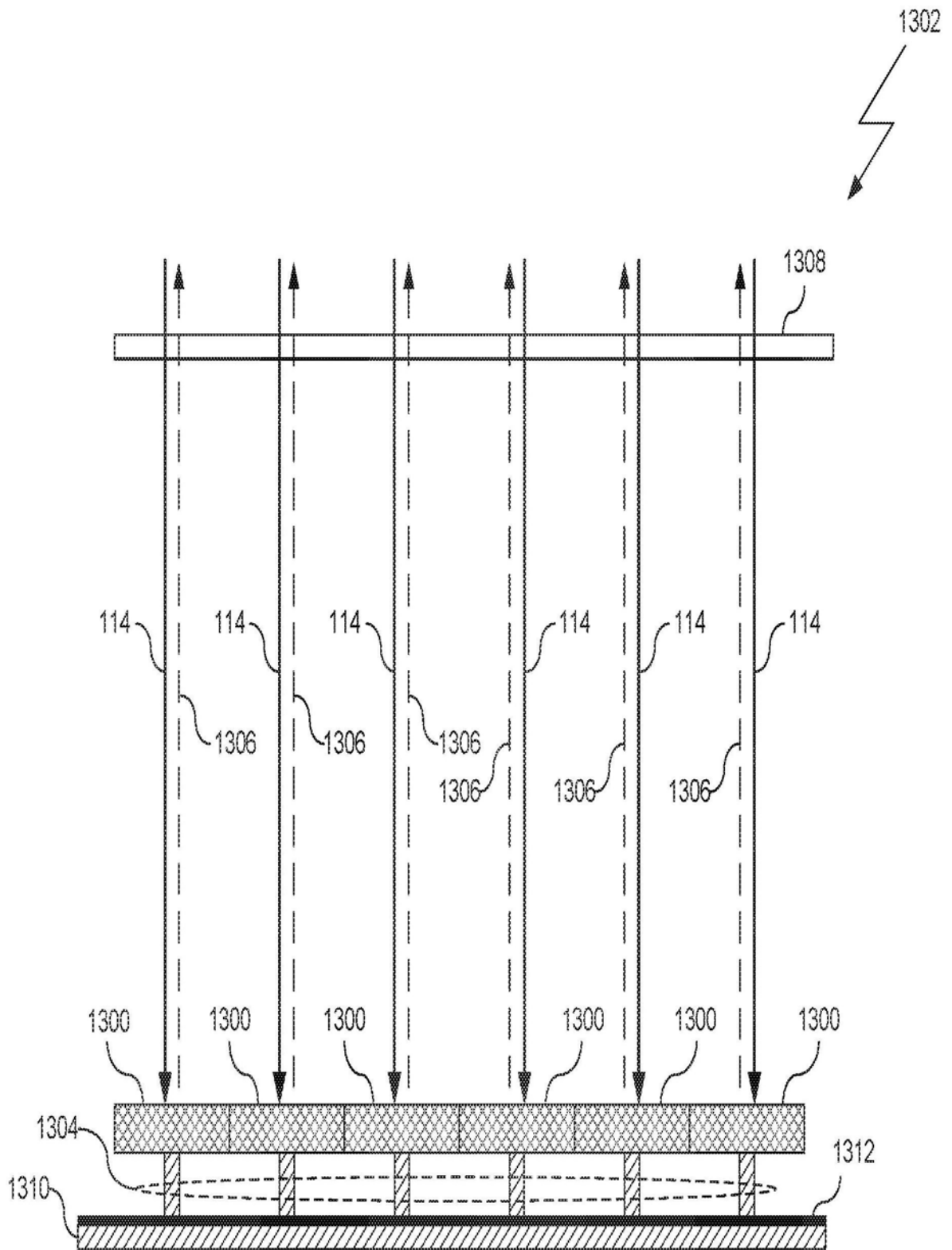


图13A

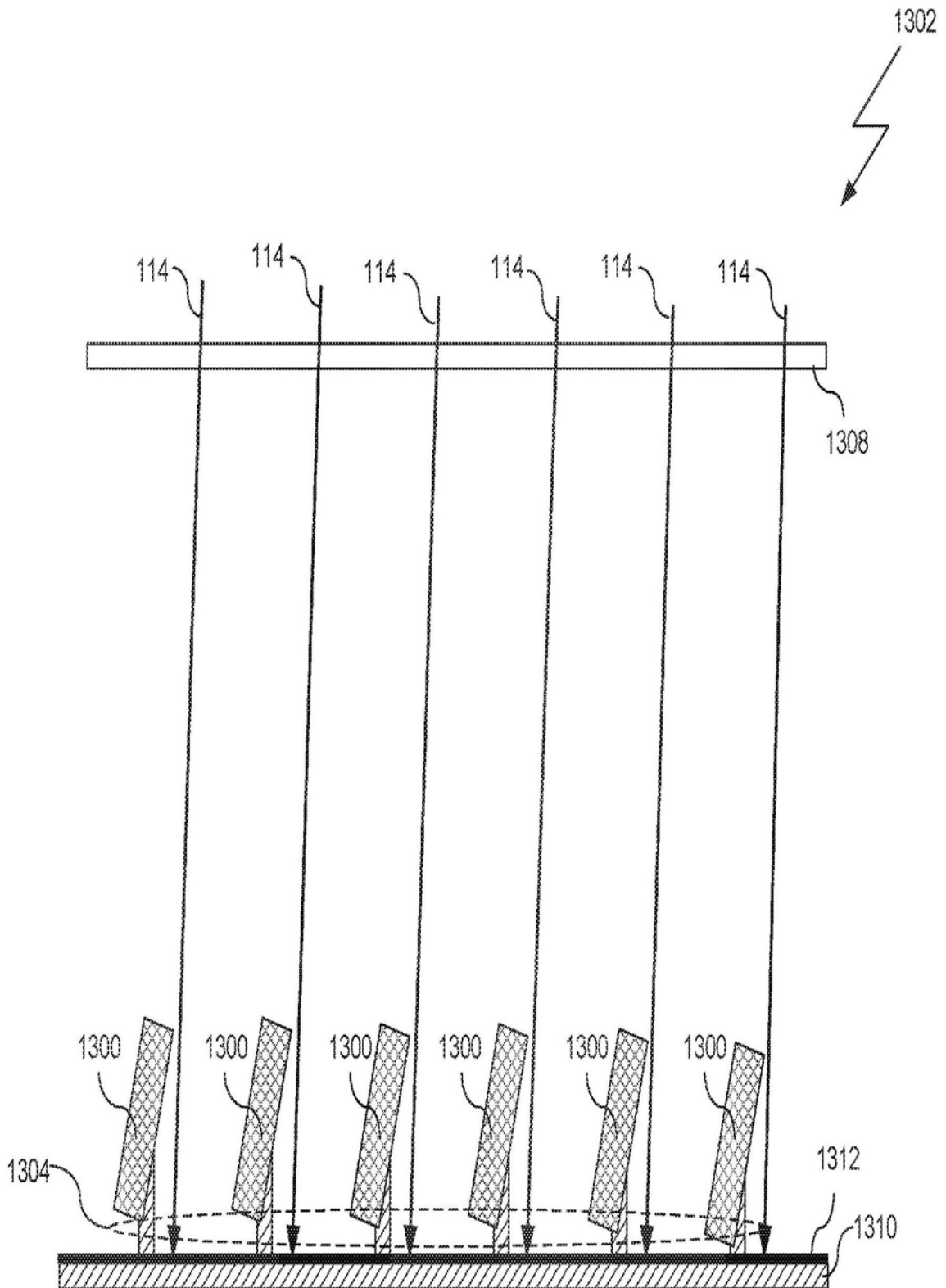


图13B

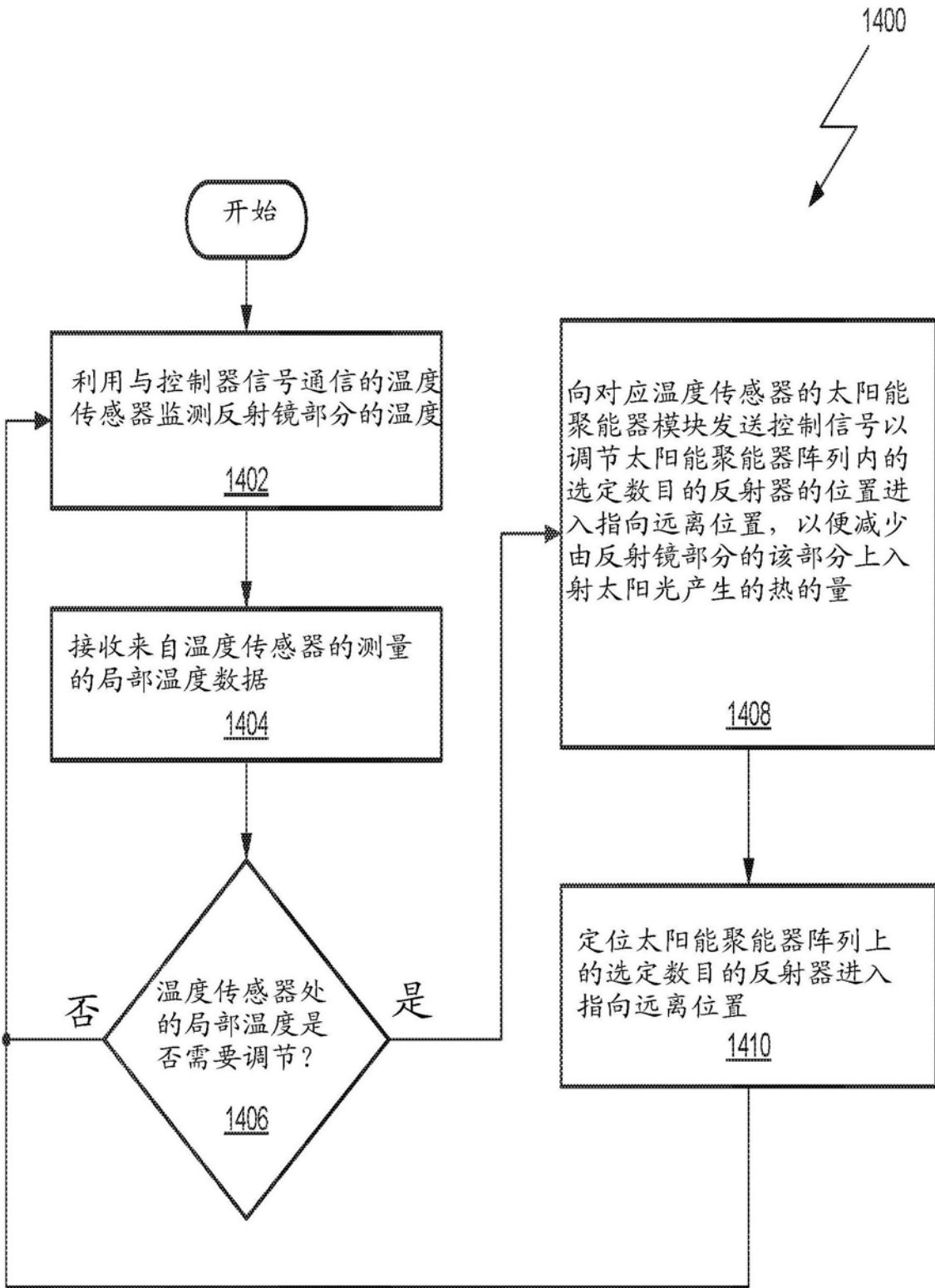


图14