



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110709320 B

(45) 授权公告日 2023.06.02

(21) 申请号 201880032276.4

(22) 申请日 2018.05.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110709320 A

(43) 申请公布日 2020.01.17

(30) 优先权数据  
62/507,697 2017.05.17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.11.15

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/033182 2018.05.17

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/213575 EN 2018.11.22

(73) 专利权人 威罗门飞行公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 克里斯多佛·尤金·费希尔  
迈克尔·富兰克林·摩根

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理  
有限公司 11262

专利代理师 陆建萍 杨明钊

(51) Int.Cl.  
*B64C 39/02* (2023.01)  
*B64U 10/14* (2023.01)  
*B64D 1/02* (2006.01)

审查员 陈艳

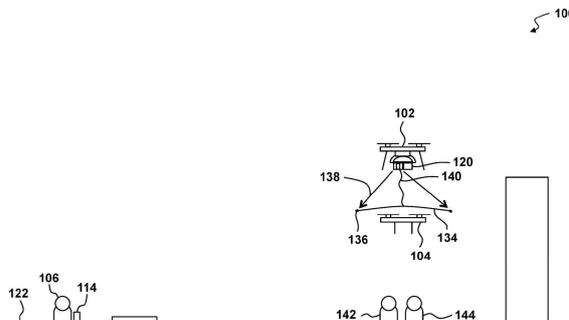
权利要求书4页 说明书14页 附图25页

## (54) 发明名称

用于拦截和对抗无人飞行器(UAV)的系统和  
方法

## (57) 摘要

用于识别(302)目标飞行器(104)、部署  
(304)包括至少一个效应器(134)的拦截器飞行  
器(102)、将拦截器飞行器操纵到接合目标飞行  
器(306)的定位、部署至少一个效应器以拦截目  
标飞行器(312)、以及确认目标飞行器已经被拦  
截(314)的系统、设备、和方法。



1. 一种用于拦截和对抗无人飞行器的方法,所述方法包括:

部署包括万向节的拦截器飞行器,所述万向节附接到所述飞行器,其中,多个部署设备可拆卸地附接到所述万向节,其中,所述多个部署设备中的每个部署设备包括:

朝向目标飞行器可部署的至少一个效应器;

发射器,所述发射器包括气体发生器,所述气体发生器用于部署对应的效应器,其中,与所述多个部署设备相关联的每个效应器包括多个重物,其中,所述多个重物围绕所述效应器的外边缘附接;以及

安全电路,所述安全电路包括常闭继电器,其中,当所述常闭继电器在未通电时,所述常闭继电器短路所述气体发生器;

通过用于移动所述拦截器飞行器的一个或更多个马达将所述拦截器飞行器操纵到接合所述目标飞行器的定位;

至少基于所述目标飞行器和所述拦截器飞行器之间的距离从所述多个部署设备中选择部署设备;

部署所选择的部署设备的效应器以拦截所述目标飞行器,其中,所选择的部署设备的效应器通过系绳连接到所述拦截器飞行器;以及

通过一个或更多个滚转马达和一个或更多个倾斜马达中的至少一个来旋转所述万向节,使得在所述效应器被部署之后,所述万向节以向下的定位被朝向地平面向下引导,以最小化在所述拦截器飞行器上的任何横向的力,其中,当所述系绳抓住所部署的效应器中的目标飞行器时,所述万向节处于所述向下的定位。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

识别所述目标飞行器。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

确认所述目标飞行器已经被拦截。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,确认所述目标飞行器已经被拦截还包括:

基于所述拦截器飞行器的定位的变化来确定所述目标飞行器被捕获在所述效应器中,其中,所述效应器经由系绳连接到所述拦截器飞行器;和

经由与所述拦截器飞行器通信的地面控制系统(GCS)提供以下中的至少一种:视觉指示、听觉指示和触觉反馈。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

经由与所述拦截器飞行器通信的地面控制系统(GCS)选择所述目标飞行器;和跟踪所选择的目标飞行器。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,选择所述目标飞行器还包括:

在所述GCS处接收来自所述拦截器飞行器的相机的视频馈送;

经由所述GCS的显示器显示包含所述目标飞行器的所述视频馈送;和

经由所述GCS的用户界面选择所述视频馈送中的所述目标飞行器。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,跟踪所选择的目标飞行器还包括:

通过使用所述GCS控制所述拦截器飞行器的移动来将所述拦截器飞行器操纵到在所述目标飞行器的设定距离内。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,跟踪所选择的目标飞行器还包括:

操纵包括所述至少一个效应器和相机的所述万向节,以将所述效应器朝向所述目标飞行器瞄准。

9. 根据权利要求5所述的方法,其中,部署所述拦截器飞行器还包括:

垂直地发射所述拦截器飞行器至设定高度;和

将所述拦截器飞行器朝向所述目标飞行器水平地飞行设定距离。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述设定高度基于一个或更多个先前遇到的目标飞行器的高度,并且其中,所述设定距离基于一个或更多个先前遇到的目标飞行器相对于所述GCS的范围。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,操纵所述拦截器飞行器以接合所述目标飞行器还包括:

将所述拦截器飞行器操纵到在所述目标飞行器的上方和在所述目标飞行器的设定距离内的定位。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中,操纵所述拦截器飞行器以接合所述目标飞行器还包括:

基于所述目标飞行器的定位的变化操纵所述拦截器飞行器。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中,操纵所述拦截器飞行器以接合所述目标飞行器还包括:

通过与所述拦截器飞行器通信的地面控制系统(GCS)提供一个或更多个命令;

其中,所述一个或更多个命令包括:所述拦截器飞行器垂直向上移动、所述拦截器飞行器垂直向下移动、所述拦截器飞行器朝向所述GCS移动、所述拦截器飞行器远离所述GCS移动、所述拦截器飞行器围绕相对于所述GCS恒定的半径的弧向左移动以及所述拦截器飞行器围绕相对于所述GCS恒定的半径的弧向右移动。

14. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在所述效应器中捕获所述目标飞行器,其中,所述效应器系在所述拦截器飞行器上,并且其中,所述效应器是以下中的至少一种:网、防水布、片材、武器和缠绕设备。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述拦截器飞行器和所述目标飞行器是无人飞行器(UAV)。

16. 一种用于拦截和对抗无人飞行器的系统,所述系统包括:

遥控飞行器,所述遥控飞行器包括用于移动所述遥控飞行器的一个或更多个移动马达;

附接到所述遥控飞行器的万向节,其中,多个部署设备可拆卸地附接到所述万向节,其中,每个部署设备包括:

效应器,所述效应器是朝向目标飞行器可部署的;

发射器,所述发射器包括气体发生器,所述气体发生器用于部署对应的效应器,其中,与所述多个部署设备相关联的每个效应器包括多个重物,其中,所述多个重物围绕所述每个效应器的外边缘附接;

系绳,所述系绳连接在所述效应器和所述遥控飞行器之间;以及

安全电路,所述安全电路包括常闭继电器,其中,当所述常闭继电器在未通电时,所述常闭继电器短路所述气体发生器;

其中,所述万向节还包括:

一个或多个滚转马达,其用于控制每个部署设备的滚转轴;以及

一个或多个倾斜马达,其用于控制每个部署设备的倾斜轴;

其中,每个部署设备的偏航轴经由所述遥控飞行器的移动来控制,并且所述遥控飞行器的移动通过所述一个或多个移动马达来控制;

其中,所述效应器经由所述一个或多个滚转马达、所述一个或多个倾斜马达和所述一个或多个移动马达的移动朝向所述目标飞行器定向;

其中,至少基于所述目标飞行器和所述遥控飞行器之间的距离从所述多个部署设备中选择部署设备;以及

其中,在所述效应器被部署之后,所述万向节以向下的定位被朝向地平面向下引导,以最小化在所述遥控飞行器上的任何横向的力,其中,当所述系绳抓住所部署的效应器中的目标飞行器时,所述万向节处于所述向下的定位。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述效应器是以下中的至少一种:网、防水布、片材、武器和缠绕设备。

18. 根据权利要求16所述的系统,还包括:

多个重物,其中,所述多个重物围绕所述效应器的外边缘附接;和

其中,所述发射器还包括:

多个通道,其中,所述多个重物中的每个重物被设置在所述多个通道的通道中;

其中,由所述气体发生器生成的气体从所述部署设备在不同方向上推动所述多个重物中的每个重物通过所述多个通道中的相应通道,使得所述效应器打开。

19. 根据权利要求16所述的系统,还包括:

地面控制站(GCS),所述地面控制站(GCS)与所述遥控飞行器通信,所述GCS包括处理器,所述处理器被配置为:

将所述遥控飞行器操纵到与所述目标飞行器接合的定位;和

部署至少一个所述效应器以拦截所述目标飞行器。

20. 一种用于拦截和对抗无人飞行器的方法,所述方法包括:

识别目标飞行器;

通过使用与拦截器飞行器通信的地面控制站(GCS)控制所述拦截器飞行器的移动来部署所述拦截器飞行器,其中,所述拦截器飞行器包括至少一个万向节,多个部署设备可拆卸地附接到所述至少一个万向节,其中,每个部署设备包括:

朝向目标飞行器可部署的效应器,以及

发射器,所述发射器包括气体发生器,所述气体发生器用于部署所述效应器;

经由所述GCS将所述拦截器飞行器操纵到与所述目标飞行器接合的定位,其中,所述操纵包括:所述拦截器飞行器垂直向上移动、所述拦截器飞行器垂直向下移动、所述拦截器飞行器朝向所述GCS移动、所述拦截器飞行器远离所述GCS移动、所述拦截器飞行器围绕相对于所述GCS恒定的半径的弧向左移动以及所述拦截器飞行器围绕相对于所述GCS恒定的半径的弧向右移动;

在所述GCS处接收来自所述拦截器飞行器的相机的视频馈送;

经由所述GCS的显示器显示包含所述目标飞行器的所述视频馈送;

经由所述GCS在所述视频馈送中选择所述目标飞行器；

跟踪所选择的目标飞行器；

通过操纵所述拦截器飞行器来减少所述拦截器飞行器和所跟踪的目标飞行器之间的距离,来将所跟踪的目标飞行器保持在所述效应器的范围内以接合所跟踪的飞行器；

操纵所述至少一个万向节,以将所述效应器朝向所述目标飞行器瞄准,其中,瞄准点显示在所述GCS的显示器上并且与所述效应器的预期向下路径对齐,并且其中,所述至少一个万向节由一个或更多个滚转马达、一个或更多个倾斜马达和一个或更多个移动马达操纵；

至少基于所述目标飞行器和所述拦截器飞行器之间的距离从所述多个部署设备中选择部署设备；

激活所述气体发生器来部署所述效应器,其中,当所述部署设备中的安全电路中的常闭继电器在未通电时,所述常闭继电器短路所述气体发生器；

经由所述GCS部署所述效应器以拦截所述目标飞行器；

通过所述一个或更多个滚转马达和所述一个或更多个倾斜马达中的至少一个来旋转所述至少一个万向节,使得在所述效应器被部署之后,所述至少一个万向节以向下的定位被朝向地平面向下引导,以最小化在所述拦截器飞行器上的任何横向的力,其中,当将所述效应器连接到所述拦截器飞行器的系绳抓住所部署的效应器中的目标飞行器时,所述至少一个万向节处于所述向下的定位；和

确认所述目标飞行器已经被拦截。

## 用于拦截和对抗无人飞行器 (UAV) 的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年5月17日提交的美国临时专利申请第62/507,697号的优先权和利益,该美国临时专利申请的内容出于所有目的据此通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 实施例通常涉及飞行器,且更具体地涉及拦截无人飞行器。

[0004] 背景

[0005] 无人飞行器 (UAV) (如四旋翼UAV) 的普及导致了对禁飞区的管理和设立。这些UAV的用户持续在禁飞区和诸如机场附近的其他地区操作UAV,这可能会对财产和生命造成伤害。

[0006] 概述

[0007] 一种方法实施例可以包括:部署拦截器飞行器,所述拦截器飞行器具有至少一个效应器;操纵拦截器飞行器到接合目标飞行器的定位;以及部署至少一个效应器以拦截目标飞行器。该方法还可以包括识别目标飞行器。该方法还可以包括确认目标飞行器已经被拦截。确认目标飞行器已经被拦截可以包括:基于拦截器飞行器的定位的变化来确定在效应器中对目标飞行器的捕获,其中,效应器通过系绳连接到拦截器飞行器;以及经由与拦截器飞行器通信的地面控制系统 (GCS) 提供以下中的至少一项:视觉指示、听觉指示、和触觉反馈。

[0008] 附加的方法实施例可以包括:经由与拦截器飞行器通信的地面控制系统 (GCS) 选择目标飞行器;以及跟踪所选择的目标飞行器。选择目标飞行器还可以包括:在GCS处接收来自拦截器飞行器的相机的视频馈送;经由GCS的显示器显示包含目标飞行器的视频馈送;以及,经由GCS的用户界面在视频馈送中选择目标飞行器。跟踪所选择的目标飞行器还可以包括:操纵拦截器飞行器到目标飞行器的设定距离内。跟踪所选择的目标飞行器还可以包括:操纵具有至少一个效应器和相机的万向节,以将效应器朝向目标飞行器对准。

[0009] 在另外的方法实施例中,部署拦截器飞行器还可以包括:垂直地发射拦截器飞行器到设定高度;以及使拦截器飞行器朝向目标飞行器水平地飞行设定距离。所述设定高度和设定距离可以基于一个或更多个先前遇到的目标飞行器的高度和范围。操纵拦截器飞行器以接合目标飞行器还可以包括:操纵拦截器飞行器到目标飞行器上方且在目标飞行器的设定距离内的定位。操纵拦截器飞行器以接合目标飞行器还可以包括:基于目标飞行器的定位的变化操纵拦截器飞行器。

[0010] 在另外的方法实施例中,操纵拦截器飞行器以接合目标飞行器还可以包括:经由与拦截器飞行器通信的地面控制系统 (GCS) 提供一个或更多个命令;其中所述一个或更多个命令可以包括:拦截器飞行器垂直向上移动、拦截器飞行器垂直向下移动、拦截器飞行器朝向GCS移动、拦截器飞行器远离GCS移动、拦截器飞行器围绕相对于GCS基本上恒定的半径的弧向左移动、以及拦截器飞行器围绕相对于GCS基本上恒定的半径的弧向右移动。该方法还可以包括:将目标飞行器捕获在效应器中,其中,效应器系在拦截器飞行器上,并且其中,

效应器可以是以下中的至少一种：网、防水布、片材、武器、和缠绕设备。拦截器飞行器和目标飞行器可以是无人飞行器(UAV)。

[0011] 系统实施例可以包括：遥控飞行器；可拆卸地附接到遥控飞行器的至少一个部署设备(deployment device)，其中，该至少一个部署设备包括：朝向目标可部署的效应器；用于部署效应器的发射器；以及连接在效应器和部署设备之间的系绳。效应器可以是以下中的至少一个：网、防水布、片材、武器、和缠结设备。该系统还可以包括：多个重物，其中，该多个重物是围绕效应器的外边缘附接的；并且其中，发射器还可以包括：气体发生器；和多个通道，其中，所述多个重物中的每一个重物被设置在所述多个通道中的通道中；其中，由气体发生器生成的气体从部署设备沿不同方向推动每个重物通过所述多个通道中的相应通道，使得效应器打开。该系统还可以包括：与拦截器飞行器通信的地面控制站(GCS)，该GCS具有处理器，该处理器被配置为：操纵拦截器飞行器到与目标接合的定位；并且部署至少一个效应器来拦截目标飞行器。

[0012] 另一方法实施例可以包括：识别目标飞行器；经由与拦截器飞行器通信的地面控制站(GCS)部署拦截器飞行器，该拦截飞行器包括至少一个效应器；经由GCS操纵拦截器飞行器到与目标飞行器接合的定位，其中，所述操纵包括：拦截器飞行器垂直向上移动、拦截器飞行器垂直向下移动、拦截器飞行器朝向GCS移动、拦截器飞行器远离GCS移动、拦截器飞行器围绕相对于GCS基本上恒定的半径的弧向左移动、以及拦截器飞行器围绕相对于GCS基本上恒定的半径的弧向右移动；在GCS处接收来自拦截器飞行器的相机的视频馈送；经由GCS的显示器显示包含目标飞行器的视频馈送；经由GCS在视频馈送中选择目标飞行器；跟踪所选择的目标飞行器；经由GCS部署至少一个效应器以拦截目标飞行器；以及，确认目标飞行器已经被拦截。

[0013] 附图简述

[0014] 图中的部件不一定按比例绘制，而是将重点放在示出本发明的原理上。相似的参考数字在所有不同的视图中指示相对应的部分。实施例是通过示例的方式示出的而不是将其限制于附图中的图中，其中：

[0015] 图1A描绘了具有拦截器UAV和被识别的目标UAV的飞行器拦截系统的实施例；

[0016] 图1B描绘了图1A的系统的实施例，其中拦截器UAV从基站发射；

[0017] 图1C描绘了图1A的系统的实施例，其中拦截器UAV朝向目标UAV进行操纵；

[0018] 图1D描绘了图1A的系统的实施例，其中拦截器UAV被定位于目标UAV上方；

[0019] 图1E描绘了图1A的系统的实施例，其中拦截器UAV部署了效应器；

[0020] 图1F描绘了图1A的系统的实施例，其中目标UAV被捕获在效应器中；

[0021] 图1G描绘了图1A的系统的实施例，其中拦截器UAV朝向基站进行操纵；

[0022] 图1H描绘了图1A的系统的实施例，其中捕获的目标UAV被拦截器UAV释放；

[0023] 图1I描绘了图1A中的具有被识别出的第二目标UAV的系统的实施例；

[0024] 图2描绘了具有含可寻址存储器的处理器的UAV控制器；

[0025] 图3描绘了用于利用拦截器飞行器来拦截目标飞行器的方法实施例的功能框图；

[0026] 图4A-4D描绘了当操作者命令拦截器UAV到达期望定位以接合目标UAV时用户的视野的示意图表示；

[0027] 图5A-5B描绘了关于用户操纵拦截器UAV的径向命令系统；

- [0028] 图6A描绘了地面控制站(GCS)的具有空投区图形覆盖的用户界面实施例;
- [0029] 图6B描绘了GCS的具有空投按钮和风向覆盖图的用户界面实施例;
- [0030] 图6C描绘了GCS的具有自动跟踪器的用户界面实施例,其在显示器上显示目标UAV的被跟踪移动;
- [0031] 图7示出了拦截器UAV和/或GCS的计算设备实施例的顶层功能框图;
- [0032] 图8描绘了具有万向节和多个部署设备的拦截器UAV的透视图;
- [0033] 图9描绘了万向节和多个部署设备的透视图;
- [0034] 图10A描绘了部署设备的透视图;
- [0035] 图10B描绘了图10A的部署设备的另一透视图;
- [0036] 图10C描绘了图10A的部署设备的关于线C-C的透视截面图;
- [0037] 图10D描绘了图10A的部署设备的关于线C-C的侧截面图;
- [0038] 图11A描绘了具有用于重物释放的较窄角度的部署设备;
- [0039] 图11B描绘了具有用于重量释放的较宽角度的部署设备;
- [0040] 图12描绘了拦截器UAV相对于目标UAV的用于接合目标UAV的各种定位;
- [0041] 图13A描绘了具有朝向目标UAV部署效应器的拦截器UAV的飞行器拦截系统的实施例;以及
- [0042] 图13B描绘了图13A的系统的实施例,其中,一旦效应器被部署,则万向节被旋转到向下的定位。

[0043] 详细描述

[0044] 随着UAV变得更有能力并且价格降低,它们造成干扰或破坏的可能性也大大增加了。因此,需要一种有效的装置和操作手段来终止或至少限制这种威胁的操作。然而,反UAV(CUAV)设备和方法需要详细了解威胁的定位、速度和轨迹。即使这样的信息可用,威胁的拦截也需要精确定时才能有效。这些CUAV方法过于笨拙、过于昂贵,以至于无法被广泛使用,并且移动性不够。鉴于这种设备的复杂性,产生的另一个问题关于是否有足够训练有素的人员来执行这种CUAS操作。因此,需要一种相对便宜、快速部署且易于操作的CAUS系统和方法。

[0045] 本实施例的不同方面允许识别、选择、跟踪和拦截目标飞行器,例如无人飞行器(UAV),其可以位于设定的地理区域(例如禁飞区)中。用户或操作者可以识别目标飞行器并发射拦截器飞行器,例如UAV,以跟踪和拦截目标UAV。拦截器UAV可以导航到目标UAV附近的定位。拦截器UAV可以具有至少一个部署设备,该部署设备可以包含效应器,例如网。在一些实施例中,拦截器UAV可具有多个部署设备。效应器可以被部署以例如通过将目标UAV缠绕在网中来捕获目标UAV。效应器可以通过系绳附接到拦截器UAV,以便目标UAV可以返回到拦截器UAV的操作者。拦截器UAV然后可以捕获额外的目标UAV,返回到操作者,或者在目标UAV处于效应器中的情况下着陆。

[0046] 图1A描绘了飞行器拦截系统100的实施例,其具有拦截器UAV 102和被识别的目标UAV 104。本文讨论的是UAV,但是可以使用任何有人驾驶或无人驾驶的飞行器(AV)。操作者106或用户可以识别在设定地理区域108内的目标UAV 104。地理区域108可以是禁飞区,例如在建筑物110、政府设施、机场等附近的区域。操作者106可以例如通过将拦截器UAV 102上的指示器或箭头(未示出)或基站112朝向目标UAV 104对准来将拦截器UAV 102朝向目标

UAV 104对准。

[0047] 拦截器UAV 102可以包括多个推进设备,例如对于四旋翼飞行器实施例的四个旋翼。拦截器UAV 102还可以包括具有可寻址存储器的处理器以及收发器或接收器和发射器,以与地面控制系统(GCS) 114通信。操作者106可以使用GCS 114来控制拦截UAV 102。拦截UAV 102可以包括起落架116,例如一条或更多条支腿。万向节118可以提供用于保持一个或更多个部署设备120和相机130的安装位置,其中万向节可以附接到拦截器UAV 102。一个或更多个部署设备120可以可拆卸地附接到万向节118,使得操作者106或另一个人可以容易地添加或移除它们。拦截器UAV 102可以被放置在基站112上,基站112可以位于地面122上、建筑物上、移动的车辆上等。基站112可以向拦截器UAV 102提供电力和/或数据传输。在一些实施例中,基站112可以具有外壳,以在不使用时保护拦截器UAV 102免受恶劣天气的影响。

[0048] 每个部署设备120可以是独立的,以允许容易地附接到拦截器UAV 102和/或万向节118和从拦截器UAV 102和/或万向节118移除。部署设备120可以具有基本上矩形的形状因子,例如5英寸x 5英寸x 3英寸。部署设备120可以包括效应器(134,图1E),例如20英尺的网。效应器可以通过重力、气体发生器、CO<sub>2</sub>筒、火器筒等发射。小电流(如1安培)可以用来驱动效应器。部署设备120可以是一次性使用的设备。效应器可以系到部署设备120上,以防止任何捕获的目标UAV 104坠落并对地面122上的个人或财产造成伤害或破坏。效应器和部署设备之间的系绳连接(140,图1E)放弃了在UAV 102本身上对附接点的需要。部署设备120上的系绳连接点(未示出)可以位于万向节118和/或拦截器UAV 102的中心轴处或其附近。

[0049] 拦截器UAV 102可以携带一个或更多个部署设备120,其中在一个实施例中,拦截器UAV 102可以携带两个部署设备120。在具有多个部署设备120的实施例中,每个部署设备120可以具有用于重物(136,图1E)相对于部署设备120被释放的不同的效应器部署力和/或不同角度。例如,如图11A所示,与具有较宽的角度相比,用于重物释放的较窄的角度可导致效应器在打开之前离开部署设备120更远的距离。如图11B所示,与具有较窄的角度相比,用于重物释放的较宽的角度可导致效应器在打开之前离开部署设备120更短的距离。在一些实施例中,拦截器UAV可以携带具有不同尺寸效应器、不同尺寸系绳、不同重物释放角度、和/或不同效应器部署力的不同部署设备120。具有不同的部署设备120可以允许GCS114的操作者106基于目标UAV 104的尺寸、特征、距拦截器UAV 102的距离、风、天气条件等来选择要使用的部署设备120。例如,操作者106可以首先尝试使用具有较小效应器尺寸和较短范围的部署设备120来捕获目标UAV 104。如果目标UAV 104未被捕获或逃避捕获,则操作者106可以部署具有更大效应器尺寸和更长范围的第二部署设备120。

[0050] 拦截器UAV 102的飞行器可以能够悬停飞行,并且可以是各种已知的和商业上可获得的飞行器中的任何一种,除控制系统外,例如四旋翼UAV。同样,威胁或目标UAV 104可以是能够悬停的商业上可获得的飞行器。

[0051] 图1B描绘了图1A的系统100的实施例,其中拦截器UAV 102从基站112发射124。拦截器UAV 102可以根据UAV的能力以任意数量的方法发射,例如人类操作者发射、通过目标上光标(CoT)消息自动排队等。一旦目标UAV 104被识别,操作者106可以通过GCS 114命令拦截器UAV 102发射。拦截器UAV可以垂直地发射124到地面122以上的设定高度或者由操作者106在GCS 114中选择的高度。拦截器UAV 102可以是垂直起降的(VTOL) UAV。在一些实施

例中,拦截器UAV 102可以例如经由跑道水平起飞。

[0052] 图1C描绘了图1A的系统100的实施例,其中拦截器UAV 102朝向目标UAV 104进行操纵126。一旦拦截器UAV 102达到设定高度,如图1B所示,它可以远离操作者106并朝向目标UAV 104水平飞行。在一些实施例中,拦截器UAV 102可以相对于操作者106且朝向目标UAV 104自动到达设定高度和距离,例如40英尺高和100英尺远。一旦拦截器UAV 102到达该位置,操作者106可以通过GCS 114手动控制拦截器UAV 102到达最终期望的位置以拦截目标UAV 104。在其他实施例中,拦截器UAV 102可以经由自动驾驶仪飞行来接合目标UAV 104。

[0053] 在一些实施例中,该系统是自动化的,使得拦截器UAV 102的飞行路径的初始部分可以由自动化系统而不是操作者106来执行。即,操作者可以通过将拦截器UAV 102放置在操作者前方的地面上来部署拦截器UAV 102,并将拦截器UAV 102瞄准目标UAV 104的位置或朝向目标UAV 104的位置。然后,该系统将例如通过垂直起飞或另一种起飞方法自动地将拦截器UAV 102从地面起飞,并将其飞行至相对于操作者106的设定的预定义的高度和距离。虽然这些预定义的距离可以变化,但是它们可以对应于先前遇到的目标UAV 104的典型高度和范围。在拦截器UAV 102已经自动飞行到该预定义的定位之后,如果需要,则操作者106可以通过GCS 114提供控制输入,以相对于目标UAV 104进一步定位拦截器UAV 102,如本文所述。

[0054] 图1D描绘了图1A的系统的实施例,其中拦截器UAV 102被定位128于目标UAV 104上方。如图1C所示,一旦拦截器UAV 102在目标UAV 104附近,它就可以操纵以被定位128在目标UAV 104上方。传感器和/或捕获设备(例如具有视场132的照相机130)可以固定地或可拆卸地被附接到万向节118。视频馈送可以被发送并通过操作者106经由GCS 114的显示器被察看。来自相机130的视频馈送可用于将拦截器UAV 102定位128在与目标UAV 104接合的定位处。如图6C所示,操作者106可以通过GCS 114选择自动跟踪器来跟踪目标UAV 104的移动。当目标UAV 104相对于拦截器UAV 102移动时,万向节118可以跟踪该移动,使得部署设备保持瞄准目标UAV 104。在一个实施例中,拦截器UAV 102可以自动追踪目标UAV 104,直到拦截器UAV 102处于与目标UAV 104接合的范围内。拦截器UAV 102可以使追踪模式自动跟随所选择的目标UAV 104,并减小在拦截器UAV 102和所选择的目标UAV 104之间的距离。

[0055] 图1E描绘了图1A的系统100的实施例,其中拦截器UAV 102部署了效应器134。操作者106可以经由GCS 114的用户界面从部署设备120部署效应器134。在效应器134被部署之前,可能需要满足一个或更多个预定义的安全标准。在一个实施例中,操作者106可以选择GCS 114上的“发射授权”控制,并且一旦满足一个或更多个条件,例如安全条件、在拦截器UAV 102和目标UAV 104之间的距离、拦截器UAV 102和目标UAV 104的相对定位等,拦截器UAV 102的自动发射模式可以部署效应器134。效应器134可以是具有附接在效应器134的端部处以使其扩张的一个或更多个金属块(slug)或重物136的网。在一个实施例中,效应器134可以是矩形网,具有金属块附接到每个角落。气体发生器可以由电流(例如来自电池的1安培电流)触发,以沿不同方向推进138每个重物136,从而帮助确保效应器134向外扩张。效应器134可以在设定距离处(例如距离部署20英尺)达到最大扩张。系绳140可以将效应器134连接到部署设备120或万向节。在系绳140连接到部署设备120的实施例中,部署设备120可以容易地被操作者106更换或替换,而不需要对拦截器UAV 102本身进行改变。在一个实

施例中,部署设备120可以包括位于部署设备底部处的卡扣接口,以卡扣到万向节的底部的相应接口中,如图10B所示。在一个实施例中,可以用一只手通过卡扣接口将部署设备卡扣到万向节中。可以使用其他合适的附接方法,例如磁体、卡扣配合、过盈配合、锁、螺栓等。一个或更多个人142、144或物体可以位于目标UAV 104下方。系绳140确保一旦目标UAV 104被拦截,目标UAV 104不会掉到地面而对个人142、144造成伤害或对财产造成损失。系绳140还允许目标UAV 104被完整地捕获,从而可以在稍后获得和分析关于设备或其操作者的信息,例如存储在处理器中的信息或在外壳体上的识别标记。系绳140可以是高拉伸强度尼龙绳或其他合适的材料。

[0056] 虽然本文阐述的实施例使拦截器UAV 102被定位在目标UAV 104上方,以允许通过效应器134的重力进行部署,但是所公开的系统和方法包括其中拦截器UAV 102可以相对于目标UAV 104处于可选定位的实施例,例如在图12所描绘的不同实施例中所示的在侧面、在后面、在前方、和在下方。在这样的实施例中,效应器134可能必须通过诸如爆炸装药(explosive charge)、加压装药(pressurized charge)、火箭发动机等设备或器具被推向目标UAV 104。在效应器134下降到目标UAV 104之上的实施例中,可能不需要效应器推进设备或器具朝向目标UAV 104移动效应器134,这可以减少有效载荷重量和/或允许更大的效应器134,从而增加与目标UAV 104接触的可能性。此外,考虑到风、角度和移动的影响,将效应器134直线下降允许更容易地确定效应器134的轨迹。

[0057] 系统100还可以考虑一个或更多个轨迹扰动,以确保效应器134正确地瞄准目标UAV 104,并在正确的时间被部署,以增加捕获目标UAV 104的可能性。轨迹扰动可以包括拦截器的姿态角,即安装在万向节上的部署设备120总是“指向”目标UAV 104的位置或在其方向上;在拦截器UAV 102和目标UAV 104之间的距离,即,系统100可以等待直到目标UAV 104在附接到效应器134的系绳140的长度内;拦截器UAV 102的速度,例如,系统可以在拦截器UAV 102的较高速度下增加“超前角”;风速和风向;和/或归因于轨迹的扰动的其他可能条件或因素。在一个实施例中,可以通过使用多个传感器进行实时传感器读取并处理从这些传感器接收的数据来进一步检测扰动。

[0058] 图1F描绘了图1A的系统100的实施例,其中目标UAV 104被捕获在效应器134中。当重物136闭合效应器134时,效应器134缠绕目标UAV 104。效应器134禁止或抑制目标UAV 104的移动。在一些实施例中,效应器134可以禁用目标UAV 104的推进系统。万向节118可以提供例如2轴旋转,使得一旦效应器134被发射,万向节可以旋转到向下的定位,使得当系绳140抓住被拦截的目标UAV 104的重量时万向节118面向下,如图13A-13B所示。万向节118的这种定位最小化了可能导致拦截器UAV 102向地面122倾斜或者以其他方式失去控制的对拦截器UAV 102上的力。当效应器134拦截目标UAV 104并且拦截器UAV 102被捕获的目标UAV 104的力下拉时,拦截器UAV 102的定位的变化可以被确定并用于确认目标UAV 104已经被捕获。在一个实施例中,系绳140可以具有设定长度,例如四十英尺。在其他实施例中,系绳140可以具有可调长度。可调长度可以在部署时被确定。系绳140可以由轻质材料制成,例如尼龙,以最小化重量。在其他实施例中,金属或其他材料可用于系绳140和/或效应器134。如果效应器134没有捕获目标UAV 104,例如如果强风改变效应器134的部署或者目标UAV 104采取规避动作,则随后的部署设备可以被部署来拦截目标UAV 104。

[0059] 图1G描绘了图1A的系统100的实施例,其中拦截器UAV 102朝向基站112进行操纵

146。一旦目标UAV被拦截,拦截器UAV 102可以朝向操作者106、基站112、或远离地理区域108的其他期望位置、地面上的个人142、144、建筑物110、或其他位置进行操纵146。操作者106可以通过GCS 114来控制拦截器UAV 102的方向和/或飞行路径。在其他实施例中,拦截器UAV 102可以在部署后通过自动驾驶仪返回到设定定位。

[0060] 图1H描绘了图1A的系统100的实施例,其中捕获的目标UAV 104被拦截器UAV 102释放148。捕获的目标UAV 104可以通过GCS的用户界面而被释放148。在其他实施例中,拦截器UAV 102可以着陆,以及操作者106或另一个人可以分离部署设备120。在一些实施例中,部署设备120的附接或拆卸可以经由基站112远程完成。捕获的目标UAV 104可以被放置在预定位置中。预定位置可以允许个人执行取证分析 (forensic analysis) 并确定目标UAV 104的来源和弱点 (vulnerabilities)。预定位置还可以允许控制目标UAV 104的潜在武器,例如化学、生物、核、放射、和爆炸物 (CBNRE)。预定位置减少或消除了个人为了找到和取回被拦截的目标UAV 104而进行搜索的需要。因此,例如在GCS 114的用户界面上,具有与目标UAV 104相关联的预定位置向拦截器UAV 102的用户提供了自动检索模式选项,包括目标UAV 104在被捕获后将被放置在何处的可预测性。在一个实施例中,拦截器UAV 102可以基于考虑风估计、减小系绳长度、和/或使控制回路能够感测系绳摆动并限制摆动幅度,将捕获的目标UAV放置在预定位置内。

[0061] 图1I描绘了图1A的系统100的实施例,其中第二目标UAV 150被识别。如果识别出额外的目标UAV 150,拦截器UAV 102可以继续拦截每个目标UAV 150,直到所有的部署设备120被使用为止。操作者106可以可拆卸地分离用过的部署设备120,并将新的部署设备120可拆卸地附接到拦截器UAV 102的万向节上。操作者106然后可以命令拦截器UAV 102以操纵朝向152另外的目标UAV 150或着陆154以增加另外的部署设备120。在一些实施例中,接合152新目标UAV 150或着陆154的决定可以由自动驾驶仪控制,并且基于剩余的部署设备120、电池电量、风力条件、和/或影响飞行操作的其他因素。

[0062] 图2描绘了具有含可寻址存储器304的处理器302的UAV控制器300。UAV控制器300可以是独立的设备,或者与现有的UAV控制器集成在一起来用于控制UAV的移动和操作。自动驾驶仪306可用于使一些或全部的UAV飞行控制自动化。在一些实施例中,UAV控制器300可以通过与用户控制器310(例如地面控制系统)通信的收发器308发送和接收信号。在其他实施例中,收发器可以用单独的发射器和接收器代替。

[0063] 用户控制器310可以包括具有可寻址存储器的处理器312和用户接口314,以允许用户或操作者对拦截器UAV的控制。用户界面314可以包括显示器、一个或更多个按钮、一个或更多个操纵杆、灯、语音用户界面、或控制拦截器UAV的其他输入端。在一些实施例中,用户控制器310可以包括触觉反馈316,例如振动,以在动作完成时通知用户。当拦截器UAV成功捕获目标UAV并且目标UAV的重量导致拦截器UAV下拉时,触觉反馈316可以导致用户控制器310振动。该触觉反馈316可以向用户或用户控制器310的操作者提供动作已经成功发生或未能发生的附加确认。

[0064] UAV控制器300可以从全球定位系统 (GPS) 318和惯性测量单元 (IMU) 320接收输入,以确定拦截器UAV的定位。UAV控制器300可以使用高度计322的输入来确定拦截器UAV的姿态。定位输入 (318, 320) 和高度输入322可以被UAV控制器300的处理器302用来确定拦截器UAV的定位。电池324可用于给UAV控制器300和/或拦截器UAV的一个或更多个系统或推进设

备供电。

[0065] UAV控制器300还可以从测距系统326(例如,RADAR或LIDAR);传感器328,例如相机;和/或目标跟踪器330,例如自动跟踪器接收关于目标UAV的输入。在一些实施例中,UAV控制器300可以从一个或多个外部源接收目标UAV的定位信息。这些外部源可以包括基于地面的外部雷达、外部相机系统等。这些外部源可以通过无线通信链路从GCS 310发送目标UAV的定位,或者通过附加的无线通信链路直接从外部源发送目标UAV的定位。来自外部源的目标UAV的定位信息可以通过标准化的消息协议发送给拦截器UAV。然后,该信息可以被自动用于增强其机载传感器,并更好地命令拦截器UAV自身朝向目标UAV靠近。在一个实施例中,测距系统326可用于确定从拦截器UAV到目标UAV的距离,使得用户控制器310的操作者或UAV控制器300的自动驾驶仪306可确定何时释放部署设备334的效应器336。效应器336(例如网)可以通过系绳338连接到部署设备。当通过用户界面314或自动驾驶仪306触发时,气体发生器340可以沿不同方向推动效应器336的一个或多个重物,以打开效应器336,使得效应器336接触目标UAV。安装到拦截器UAV上的万向节332可以被用于使部署设备334偏转朝向目标UAV。万向节332可以被定位成直接向下朝向地面,但是可以成一定角度,以便以与垂直方向成高达大约九十度的角度,即基本平行于地面,来发射部署设备334。

[0066] 在一个实施例中,目标跟踪器330可以是基于相机视觉的跟踪器。在另一个实施例中,目标跟踪器330可以包括一个或多个对象检测设备,例如RADAR、LIDAR等。拦截器UAV可以包括一个或多个微型RADAR或LIDAR设备来检测和跟踪目标。拦截器UAV可以与提供RADAR或LIDAR检测和处理的单元通信,其中数据可以上传到拦截器UAV并由拦截器UAV处理以跟踪目标。

[0067] 图像捕获设备(例如相机328)可以附接到万向节332,以便实时或接近实时地向用户界面314提供视频馈送,用户界面314可以用于将效应器336瞄准目标UAV并发射到目标UAV处。在一些实施例中,目标跟踪器330可以经由用户界面314或自动驾驶仪306被激活,以跟踪目标UAV的定位,并移动万向节332和/或拦截器UAV,以将目标UAV保持在部署效应器336并拦截目标UAV的范围和角度内。

[0068] 图3描绘了用于利用拦截器飞行器拦截目标飞行器的方法实施例300的功能框图。首先,诸如目标飞行器的威胁被识别(步骤302)。目标飞行器可以是UAV。在一些实施例中,可能不需要诸如RADAR、LIDAR等的复杂的支持系统来提供定位信息。相反,该系统可以至少部分地利用操作者的或其他观察者的视觉来通过简单的直接视觉手段识别和跟踪威胁。操作者也可以使用一个或多个机载相机来识别威胁UAV。

[0069] 诸如拦截器UAV的飞行器被描绘为已部署(步骤304),其中操作者可以手动部署拦截UAV。在一些实施例中,自动驾驶仪可以将UAV部署到相对于操作者的设定高度和距离,例如,距地面40英尺和距操作者100英尺。

[0070] 飞行器被操纵到接合目标飞行器的定位(步骤306)。远程操作者可以通过控制器(例如地面控制站(GCS))将拦截器UAV操纵到拦截目标UAV的定位。在一个实施例中,拦截器UAV可以被定位在目标UAV的正上方。拦截器UAV可以被控制成朝向和远离操作者可移动,并且围绕离操作者大致恒定半径的弧移动。操作者可以使用对拦截器UAV和目标UAV的直接视觉观察,通过控制器将拦截器UAV操纵到相对靠近目标UAV的定位。操作者可以使用来自拦截器UAV上的相机的图像来操纵拦截器UAV到效应器可以朝向目标UAV被部署的定位。

[0071] 为了简化拦截器的操作,并从而消除对高度训练有素的操作者的要求,系统的接口可以利用在相对于操作者的定位或视角的方向上设定的控制输入,例如左、右、上、下等。也就是说,拦截器的引导可以从操作者自己的视觉参考点被给出。例如,“向上”或“向下”;“离开我”或“走向我”;和/或“往我的右边”或“往我的左边”。通过这种相对简单的指令,未经训练的操作者可以很容易地将拦截器UAV“行进”或移动到他们选择的位置。因此,所公开的系统消除或大大减少了对目标UAV的详细GPS位置和轨迹、驾驶技能、对飞机飞行动力学的理解、或任何复杂导航知识的需求。该公开的控制系统允许更多可用的操作者和对目标飞行器的威胁的更快反应。

[0072] 可以通过操作者在GCS的显示器上选择目标UAV来选择目标飞行器(步骤308),以确保识别和选择正确的飞行器。GCS可以显示来自安装在拦截器UAV的万向节上的相机的视频馈送。一旦目标UAV在该视频馈送中可见,操作者可以选择目标UAV,以确保选择正确的目标。在一些实施例中,自动驾驶仪可以基于设定标准自动选择目标UAV。

[0073] 在拦截和对抗UAV实施例的一些方面,可以跟踪选择的目标飞行器(步骤310)。自动跟踪器可以用来跟踪所选择的目标UAV的移动。自动跟踪器可以操纵UAV和/或被安装在UAV上的万向节,以将目标UAV保持在拦截器UAV的范围内。操作者可以操纵UAV以紧跟目标UAV,而自动跟踪器可以操纵万向节以保持锁定在目标UAV上。

[0074] 拦截器UAV可以部署效应器来拦截目标飞行器(步骤312)。空投效应器(如网、防水布等)可拦截目标UAV。效应器可以包括围绕效应器的周边或拐角设置的一个或多个重物。重物可以以不同角度从部署设备被推动,以打开效应器并增加其表面积。重物还可以确保效应器在目标UAV周围闭合并固定它。在部署设备和效应器之间可以附接系绳,以确保目标UAV不会撞击地面并对地面上的任何个人或财产造成破坏。

[0075] 在一个实施例中,可以确定并传达目标飞行器已经被拦截的确认(步骤314)。在一些实施例中,自动驾驶仪可以确认目标UAV是否已经被拦截。在其他实施例中,操作者可以视觉确认目标UAV是否已经被拦截。在一些实施例中,控制器可以具有触觉反馈。当目标UAV被捕获并且效应器拉动连接到拦截器UAV的系绳时,控制器可以从拦截器UAV接收信号以振动并表示该动作。然后,操作者可以使用视觉和触觉反馈来确认目标UAV已经被拦截。

[0076] 图4A-4D描绘了当操作者命令拦截器UAV 400到达期望定位以接合目标UAV 410时用户视野的示意表示。操作者命令拦截器UAV 400(描绘为十字)到达期望的定位。如图4A所示,操作者首先识别目标UAV 410,目标UAV 410被描绘为十字,在背景420中从操作者的定位上方并远离操作者的定位飞行。拦截器UAV 400在前景430中被描绘为在地面上较低。在这个示例中,两个UAV 400、410具有相对相同的物理尺寸,其中所示的差异归因于距操作者的距离。

[0077] 在图4B中,操作者已经垂直地发射拦截器UAV 400,使得UAV现在悬停在前景430上方,且因此仍然看起来比目标UAV 410大。这种拦截器UAV 400的发射是由操作者提供命令以在相对于操作者(即向上450)的方向上引导拦截器UAV来实现的。在一些实施例中,对拦截器UAV 400接口的操作者的命令是“上升”、“向上”等。在其他实施例中,操作者的命令是按压向上的箭头或其他这样的符号,或者通过使用操纵杆控制器。

[0078] 图4C示出了操作者提供相对命令以将拦截器UAV 400从前景430移动到背景420。该命令可以是“往外”、“向外”、“离开”、“远离”、“进入”、“向内”、“向后移动”等。该命令也可

以是在用户界面上指向远离操作者的箭头。当目标UAV 410位于远离操作者的位置时,操作者可以使用他或她的视图来通常将拦截器UAV 400定位在远离操作者的距离处或附近。这可以通过移动拦截器UAV 400直到拦截器UAV看起来与目标UAV 410的物理尺寸大致相同来实现。如果两个UAV的物理尺寸不同,操作者可以根据已知或怀疑的相应飞行器的尺寸差异进行调节。

[0079] 在拦截器UAV 400已经移动到感知的相对高度和远离操作者的距离之后,可以完成最后的操纵。如图4D所示,操作者侧向移动拦截器UAV 400,直到它位于威胁UAV 410上方。这种侧向运动可以简单地是UAV在平行于其先前远离观察者行进的方向上移动,这最初看起来是相对于操作者的右或左运动,然而在一段距离上,远离操作者的运动分量可能持续增加,直到引导UAV向右或向左几乎完全产生相对的“远离”或“返回”运动。

[0080] 操作者将拦截器UAV 400移动到目标UAV 410的过程中使用的各种动作可以以不同的顺序进行。例如,如图4C所示,在操作者将拦截器UAV 400移开之前,操作者可以将拦截器UAV 400对准目标UAV 410上方,如图4D所示。此外,在定位拦截器UAV 400的过程中,尤其是在目标UAV 410正在移动的情况下,可以对拦截器UAV 400相对于目标UAV410的定位进行多次调节。

[0081] 在一些实施例中,拦截器UAV 400可以具有向下看的相机405,操作者使用该相机405来更精确地将拦截器UAV 400直接对准目标UAV 410上方。利用所公开的系统,操作者可以首先使用他或她的直接(即抬头)观察来操纵拦截器UAV 400到通常在目标UAV 410上方的定位,并且然后,通过转换以使用在用户界面上的显示器显示来自安装在拦截器UAV 400上的向下看的相机405的实时或接近实时的图像来对准两个飞行器。

[0082] 图5A-5B描绘了相对于用户操纵拦截器UAV的径向命令系统。图5A描绘了操作者的前视图,其中图5B描绘了操作者的俯视图。所公开的离开/返回和侧向命令可以在径向坐标系中,其中操作者505位于坐标的中心点处。如所示,离开或向外方向510和向内或返回方向520沿着径向方向,并且侧向向左或逆时针方向530和向右或顺时针方向540沿着固定半径的弧。在该实施例中,使用该径向坐标系,由操作者命令的拦截器UAV 500的运动将总是相对于操作者的。也就是说,不管操作者505面向哪个方向,命令向外/向内、向右/向左和向上/向下应该总是相对于操作者505的移动,从而导致拦截器UAV的简化操作。

[0083] 在一些实施例中,系统可以例如通过用户界面中的GPS接收器或由操作者505控制的地面控制站(GCS)确定操作者505的实际定位,并围绕该定位调节径向坐标系。这将允许操作者505自由移动,同时相对于操作者505的当前定位保持径向坐标系。

[0084] 操作者505可以使用GCS来在“高级无头模式”控制中控制三个独立变量:高度、距离和定位。高度可以被定义为拦截器UAV 500高于地平面的高度,例如在0-150m之间,如图5A所示。范围可以被定义为拦截器UAV 500径向远离510、520操作者505或GCS的距离,例如在0-500m之间。如图5B所示,定位可以被定义为在围绕操作者505的弧上向左530或向右540平移。定位可以是拦截器UAV 500发射方向的 $\pm 360$ 度。因此,无论目标UAV相对于用户走向何处,GCS的所有控制输入都可以相同。用户可以通过“抬头”视觉飞行看到目标UAV和拦截器UAV。拦截器UAV可以自动指向远离操作者505的地方,以简化控制。GCS上的零按钮/操纵杆输入可能导致拦截器UAV的定位保持。

[0085] 图6A描绘了具有空投区图形覆盖640的地面控制站(GCS)610的用户界面实施例。

GCS 610上的用户界面的显示器620在显示器上示出带有瞄准点630(例如十字准线)的向下相机图像。瞄准点630可以位于中央视场(CFOV)的显示器620的中心。瞄准点然后可以与效应器的预期向下路径对准。在一些实施例中,作用的区域或轮廓640也显示在显示器620上,以促进与目标威胁UAV 650的接合。该轮廓640可以指示瞄准点620周围的区域,效应器将在该区域使目标UAV 650失效。该轮廓640可以基于到目标UAV 650的距离增加或减少显示器620上的尺寸。

[0086] GCS 610还可以包括一组控制箭头660,以允许操作者相对于目标UAV 650操纵拦截器UAV。控制箭头660可以包括向前或远离662、靠近或向后663、向右或顺时针664、以及向左或逆时针665。GCS 610可以包括一组高度控制按钮666,以允许操作者改变拦截器UAV 650的高度。高度控制按钮666可以包括向上667和向下668。在一个实施例中,按钮可以是显示器、一个或更多个按钮、一个或更多个操纵杆、灯、语音用户界面、或其他用户输入端。

[0087] 在一些实施例中,显示器620和移动控件660、666所使用的坐标系可以与抬头控制系统的径向系统相匹配,其中向右664和向左665控件沿着以操作者为中心点的恒定半径的弧移动拦截器UAV,并且向前662和向后663控件分别将UAV移离和移向操作者。控件660、666也可以使用x-y坐标系,其中向右控件664和向左控件665沿着直线移动拦截器UAV,向前控件662和向后控件663沿着垂直于其的直线移动拦截器UAV。

[0088] 在使用控件的径向坐标系的实施例中,拦截器UAV可以被配置为相对于操作者的定位保持其在偏航方向上的定向,以便适当地保持定向。UAV可以连续指向远离操作者的方向,以确保左右控件的输入分别沿距操作者定位弧的恒定半径来引导UAV,而向外和向内控件的输入分别引导UAV直接远离操作者或朝向操作者返回。在一些实施例中,拦截器UAV可以处于任何定向,并且系统可以基于拦截器UAV相对于操作者和/或GCS的定位和定向的定向来调节拦截器UAV的移动。

[0089] 图6B描绘了具有空投按钮680和风向覆盖图614的GCS 612的用户界面实施例。一旦目标UAV 650处于相机的中心视野,操作者只需使用空投按钮680来部署效应器。风向可以在覆盖图614中示出。在一个实施例中,针对风的调节可以由GCS的操作者手动或通过显示器620和/或瞄准点630的调节来进行。风数据可以通过诸如方向和速度等直接信息显示,也可以通过屏幕上的图形方式显示。以这种方式,操作者可以手动调节拦截器UAV相对于目标UAV 650的定位,使得释放的网将空投并被相对风吹到目标UAV 650上。在另一个实施例中,控制器可以针对风自动进行调节,而不需要操作者输入。在这样的实施例中,系统将通过修改显示的信息来针对风自动进行调节。例如,系统可以基于风向和速度以及特定效应器的拖曳或漂移作用来调节十字准线630或相机定心和/或定位,以允许操作者将拦截器UAV与显示器中的威胁UAV 650对准,并且在考虑风作用之后仍然获得与效应器的接触。

[0090] 在一些实施例中,跟踪目标UAV 650包括进一步操纵拦截器UAV以追踪目标UAV 650。拦截器UAV与目标UAV 650接合,以终止目标UAV 650的操作。如图1E所示,目标UAV 650的接合可以通过多种方式中的任何一种来完成,例如拦截器UAV从上方将效应器(例如网、防水布、片材、弹头、射弹等)空投到目标UAV 650上。在一些实施例中,当效应器从较高的拦截器UAV空投到目标UAV 650上时,其仅由于重力而移动。效应器的尺寸和形状可以变化,但是它可以允许拦截器UAV与目标UAV 650和/或与目标UAV 650上的传感器、武器、或其他装备接合和交互,并且使得这种目标UAV 650不可操作或至少降低其有效性。

[0091] 例如,在一些实施例中,效应器可以是由拦截器UAV从目标UAV 650上方向下空投到该目标UAV 650的网,如图1F所示。在一些实施例中,网具有小于目标UAV 650的直径的宽度的开口,并且甚至可以被定尺寸为小于目标UAV 650的旋翼。以这种方式,网将缠绕目标UAV 650,防止或限制其运动,以使其可操作或至少基本无效。该网可以被加重物或以其他方式被构造成在其部署时扩张,以便于最大化其尺寸,且从而最大化其接触威胁UAV 650的可能性。在一些实施例中,网可以在从拦截器UAV被空投之前或之后旋转,这有利于网的打开。效应器可以是不透明或半透明的材料,以干扰或防止在目标UAV 650上使用任何相机或其他传感器。同样,效应器可以是导电材料,例如金属丝网,以防止或至少限制来自目标UAV 650的无线电信号的传输。拦截器UAV每次飞行可以携带多个效应器,可以使用这些效应器直到来自UAV 650的威胁被减轻为止。

[0092] 图6C描绘了带有自动跟踪器的GCS 616实施例的用户界面,该自动跟踪器在显示器620上显示目标UAV 650的被跟踪移动618、622、624。操作者可以通过使用锁定按钮626和/或在显示器620上选择目标UAV 650来激活自动跟踪器。自动跟踪器可用于所公开的系统中,以允许操作者“锁定”目标UAV 650。自动跟踪系统可以使用各种不同的方法来执行自动跟踪,包括但不限于视频图像中的对比。一旦“锁定”,如果威胁飞行器移动到下方,拦截器UAV可自动保持在威胁飞行器上方。在其他实施例中,拦截器UAV的万向节可以移动以将目标UAV 650保持在瞄准点630或空投区内,如图6A所示。

[0093] 图7示出了拦截器UAV和/或GCS的计算设备实施例的顶层功能框图。实施例700被显示为具有处理器724(诸如,中央处理单元(CPU))、可寻址存储器727、外部设备接口726(例如,可选的通用串行总线端口和相关的处理和/或以太网端口和相关的处理)、以及可选的用户界面729(例如,状态灯阵列和一个或多个拨动开关、和/或显示器、和/或键盘和/或指针-鼠标系统、和/或触摸屏)的计算设备720。可选地,可寻址存储器727可以例如是:闪存、eprom、和/或磁盘驱动器或其他硬盘驱动器。这些元件可以经由数据总线728彼此通信。处理器724可以具有操作系统725(诸如,支持网络浏览器723和/或应用722的操作系统),其可以被配置成执行根据在本文中描述的示例性实施例的过程步骤。

[0094] 图8描绘了具有万向节802和多个部署设备804的拦截器UAV 800的透视图。拦截器UAV 800可以是能够悬停飞行的任何飞行器,并且可以是各种已知的和商业上可获得的飞行器中的任何一种,例如所示的四旋翼UAV或六旋翼UAV。在一些实施例中,拦截器UAV 800可以是能够保持在目标UAV周围或附近的保持模式的固定翼飞行器。万向节802可以固定地或可拆卸地附接到拦截器UAV 800上。一个或多个部署设备804可以可拆卸地附接到万向节。部署设备804可以通过万向节802的移动相对于拦截器UAV 800定位。

[0095] 图9描绘了万向节802和多个部署设备804的透视图。万向节802可以具有一个或多个滚转马达(roll motor)806,以控制所附接的部署设备804的滚转轴808。万向节802还可以具有一个或多个倾斜马达810,以控制所附接的部署设备804的倾斜轴812。部署设备804的偏航轴可以通过拦截器UAV的移动来控制,即通过控制拦截器UAV的马达来控制。部署设备底部814可以附接到万向节802。每个部署设备804可以可拆卸地附接到部署设备底部814。如图8所示,通过滚转马达806、倾斜马达810、和控制拦截器UAV 800的一个或多个马达,部署设备可以朝向目标UAV并跟踪目标UAV的移动。在一些实施例中,相机可以附接到部署设备底部814,使得部署设备的定向对应于地面控制系统(GCS)接收的视频馈送。如图1H

所示,部署设备804可以从部署设备底部814或万向节802移除。

[0096] 图10A是部署设备804的透视图。图10B描绘了图10A的部署设备804的另一透视图。图10C描绘了图10A的部署设备804的关于线C-C的透视截面图。图10D描绘了图10A的部署设备804的关于线C-C的侧截面图。部署设备可以包括外壳1000、盖1002、气体发生器1004、气体发生器保持器1006、金属块1008、内壳1010、卡扣接口1012和印刷电路板组件(PCBA)连接器1014。网(未示出)可以被设置在部署设备804的内部容积1016中。部署设备可以由碳纤维结构或其他合适的材料制成,以吸收致动期间效应器的反冲以及一旦目标被捕获则下落的目标对系绳的冲击。

[0097] 气体发生器1004可以例如通过来自电池的1安培电流来触发,以生成填充封闭容积1018的气体,并将每个金属块1008从它们相应的金属块管1020推动出。金属块1008的移动然后可以导致盖1002打开或爆裂。在一些实施例中,盖1002可以被铰链到或系绳连接到部署设备804。效应器(例如设置在内部容积1016中的网)可以在孔1022或其他连接器处连接到每个金属块。每个金属块1008可以沿不同方向被推动,这可以导致效应器打开并达到用于覆盖和拦截目标的最大表面积。系绳(未示出)可以连接到部署设备804和效应器。在一个实施例中,系绳可以可拆卸地附接到拦截器UAV上,允许操作者启动命令,以便释放系绳,以及从而从空中释放被捕获的UAV。

[0098] 每个部署设备804可以可拆卸地附接到部署设备底部,例如通过用一只手经由卡扣接口1012将部署设备卡扣到位。在一些实施例中,卡扣接口1012可以提供从部署设备804发射效应器所需的电脉冲。在一些实施例中,通过示例而非限制的方式,部署设备804可以是大约3.5英寸×5.3英寸×5.3英寸并且具有大约100立方英寸的容积。部署设备804可以是轻质的,例如低于550克。部署设备804可以具有最小数量的部件,例如二十个或更少。外壳1000、盖1002和内壳1010可以由注射成型塑料制成。在一些实施例中,气体发生器1004可以最后添加。部署设备804可以在没有安装气体发生器1004的情况下运输或储存。

[0099] 部署设备804可以包括安全电路,以防止气体发生器1004意外发射。安全电路可能具有2欧姆的电桥电阻,其中气体发生器在 $0.4A \times 10$ 秒时不会发射,而会在 $2ms \times 1.2$ 安培时发射。安全电路可以包括对极双掷常闭(NC)继电器,该对极双掷常闭继电器在未通电时短路气体发生器1004。在一些实施例中,安全控制可以在飞行器中完成,而不是在气体发生器1004的致动器中完成。为了执行致动器,飞行器可以向继电器提供12V电压,以打开发生器两端的短路并将发生器连接到两个发射触点。为了发射,可以向发射触点提供 $1.2A \times 2ms$ 的电流。安全电路可以是基于软件的、物理电路、或者软件和硬件的组合。在一些实施例中,用于气体发生器1004的发射电路可以使用发射帽。当执行被命令时,发射帽可以被充电,并且一旦执行命令被移除,帽自行放电。

[0100] 图11A描绘了具有用于释放重物1104的较窄角度1102的部署设备1100。每个部署设备1100可以具有用于重物1104相对于部署设备1100被释放的不同的效应器部署力和/或不同的角度1102。如图11B所示,与具有较宽的角度相比,用于重量释放的较窄的角度1102可导致效应器1106在打开之前离开部署设备1100更远的距离1108。如图10C所示,气体发生器可被触发以生成填充封闭容积的气体并将每个重物1104从它们相应的管1114被推动出1112。在一些实施例中,系绳1116可以连接到效应器1106,并且可以限制效应器1106从部署设备1100行进的总距离。

[0101] 图11B描绘了与图11A的部署设备1100相比具有用于重物1122被释放的较宽角度1120的部署设备1118。与图11A所示的较窄角度相比,用于重物1122被释放的较宽角度1120可导致效应器1124在打开之前离开部署设备1118较短的距离1126。如图10C所示,气体发生器可被触发以生成填充封闭容积的气体,并将每个重物1122从它们相应的管1130被推动出1128。在一些实施例中,系绳1132可以连接到效应器1124,并且可以限制效应器1124从部署设备1118行进的总距离。

[0102] 图12描绘了拦截器UAV 1200相对于目标UAV 1202的用于接合目标UAV 1202的各种定位。拦截器UAV 1200可以被定位于目标UAV 1202的1204上方,以允许通过重力部署效应器。在一些实施例中,拦截器UAV 1200可以相对于目标UAV 104处于可选定位,例如相对于目标UAV 104成角度1206、相对于目标UAV 104在侧面1208、和在目标UAV 104下方的下平面1210。拦截器UAV 1200可以移动双轴万向节和/或拦截器UAV 1200本身的定向,如在1210下方的定位,以提供三轴控制来部署能够捕获目标UAV 1202的效应器,如图1E所示。在一个实施例中,用于识别和跟踪目标UAV的相机可以对准部署设备,使得无论相机指向哪里,效应器都准备好发射,而不需要进一步调节拦截器UAV的角度和/或定位。

[0103] 图13A描绘了具有拦截器UAV 1300的飞行器拦截系统的实施例,该拦截器UAV 1300朝向目标UAV 1304部署效应器1302。拦截器UAV 1306被定位成与目标UAV 1304成角度1306。万向节1308倾斜,以将部署设备1310朝向目标UAV 1304对准。随着效应器1302被部署,连接到效应器1302的重物1312从部署设备1310被推动1314。系绳1316将效应器1302连接到部署设备1310。

[0104] 图13B描绘了图13A的系统的实施例,其中一旦效应器1302被部署,万向节1308就旋转1318至向下定位,使得当系绳1316抓住被拦截的目标UAV 1304的重量时,万向节1308和部署设备1310面向下。万向节1308和部署设备1310的该定位最小化了拦截器UAV 1300上可能使拦截器UAV 1300不平衡的任何侧向力。

[0105] 设想了上述实施例的特定特征和方面的各种组合和/或子组合可以被做出并且仍然落在本发明的范围内。因此,应理解,所公开的实施例的各种特征和方面可以彼此组合或替代,以便形成所公开的发明的不同模式。此外,意图是本发明的范围在本文中通过示例的方式被公开,并且不应受到上述特定公开的实施例的限制。

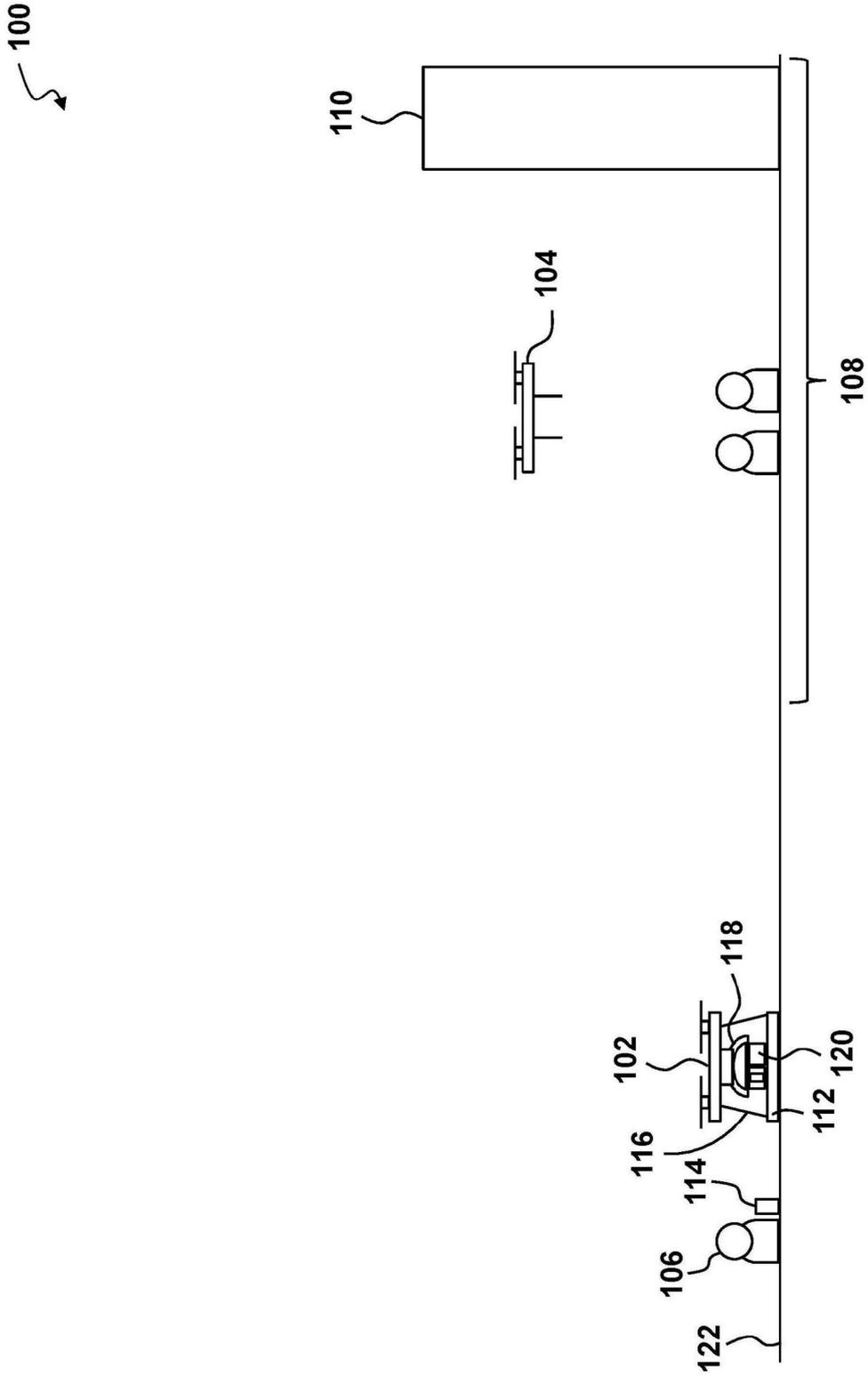


图1A

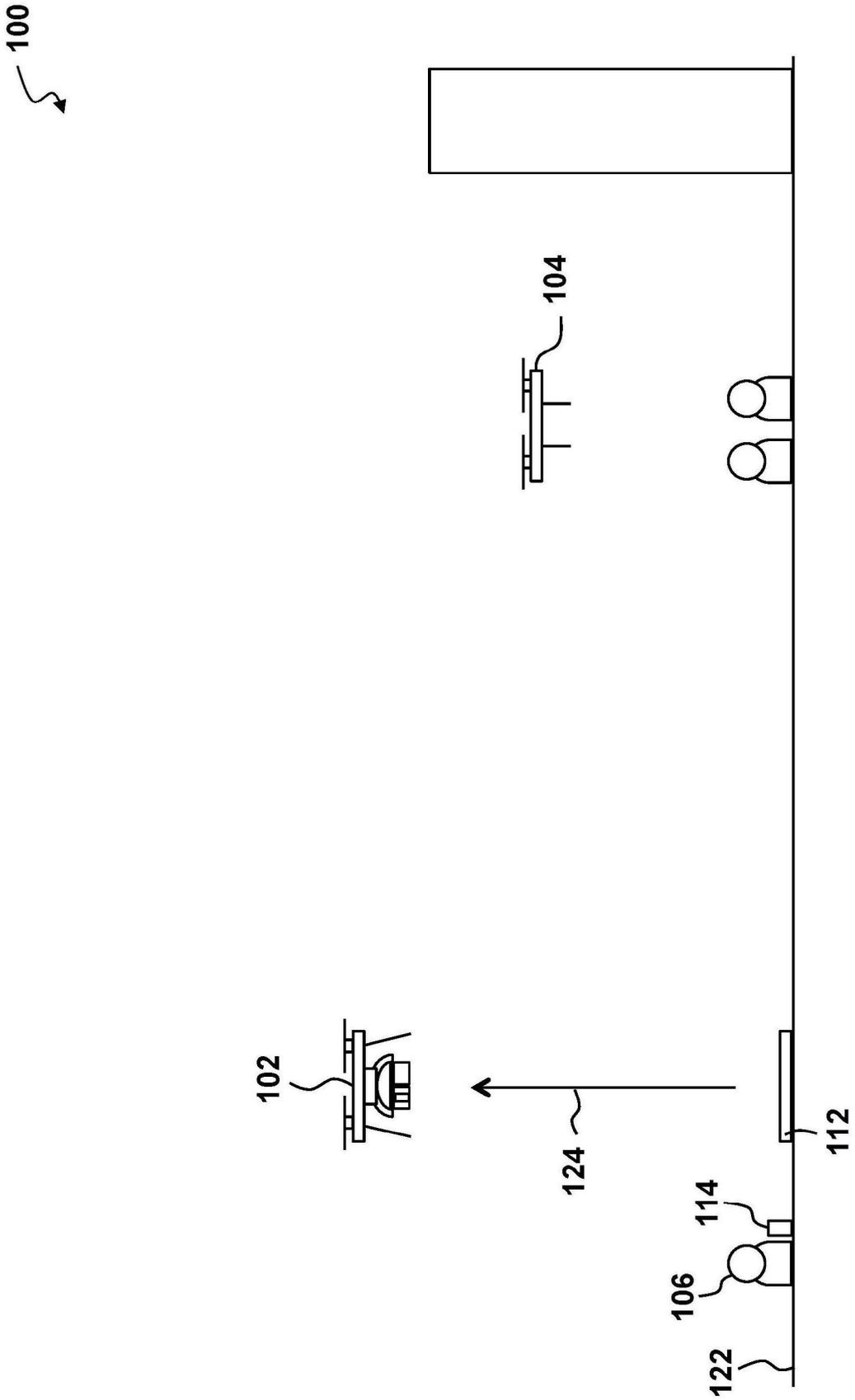


图1B

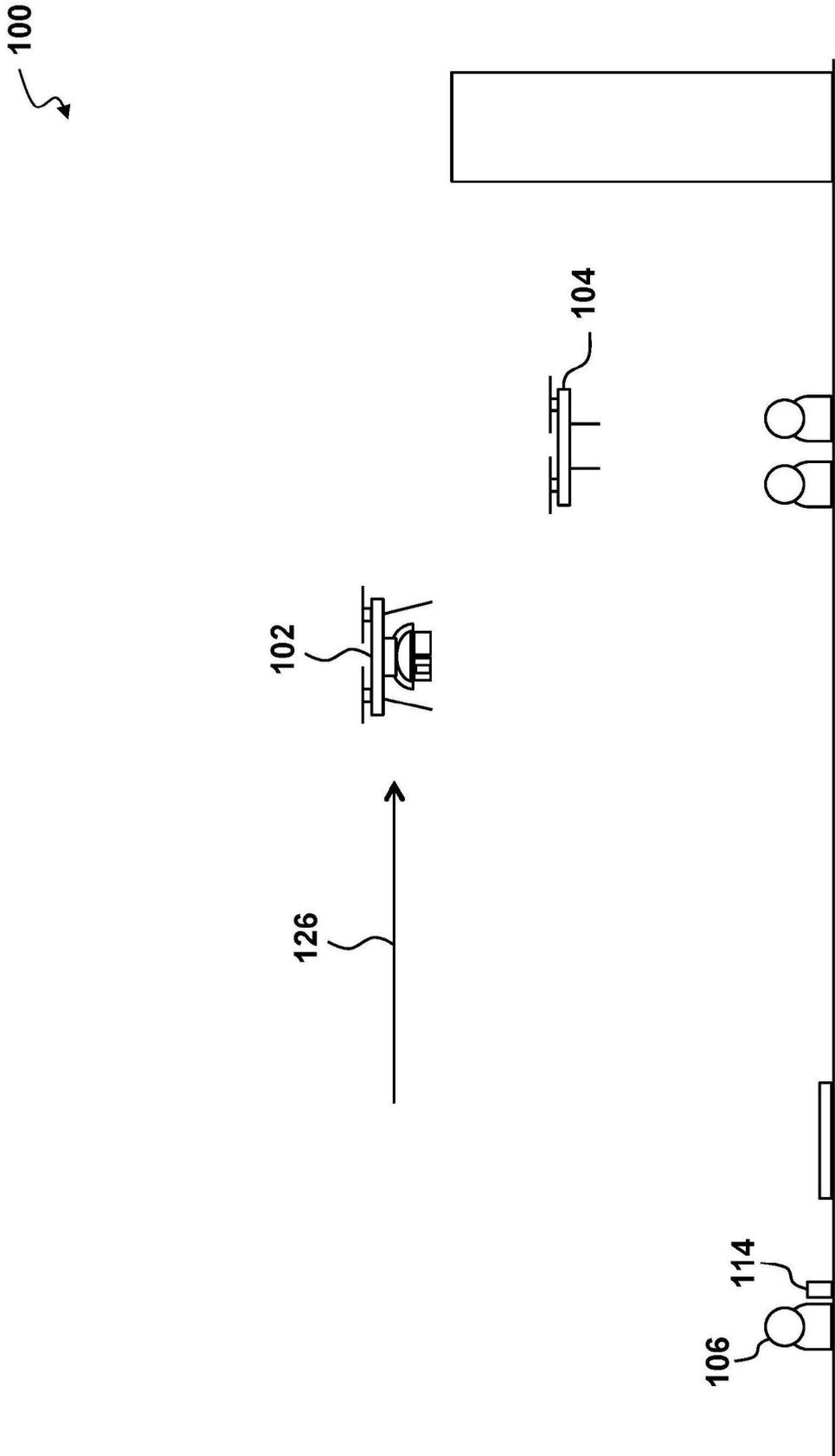


图1C

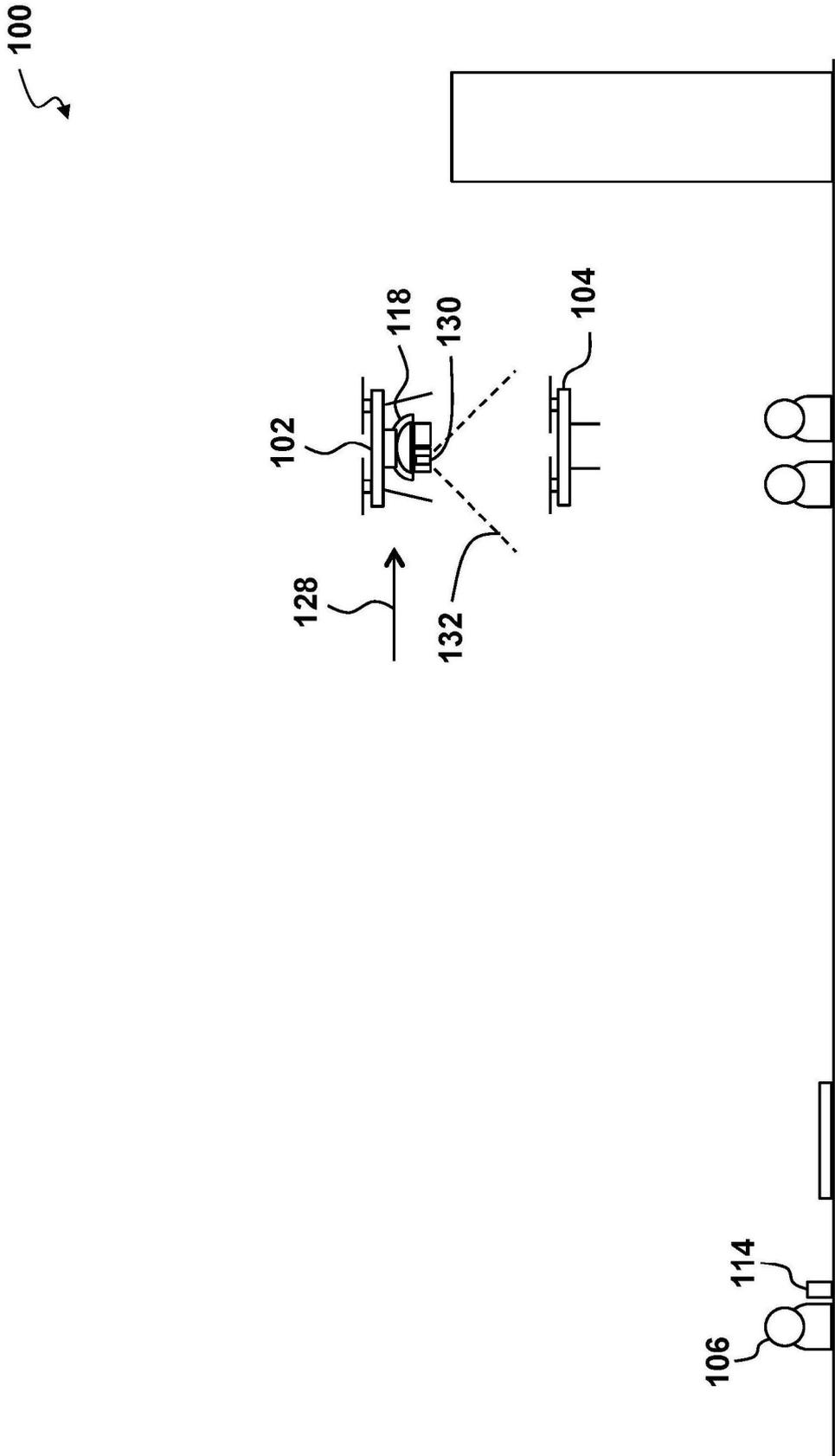


图1D

100

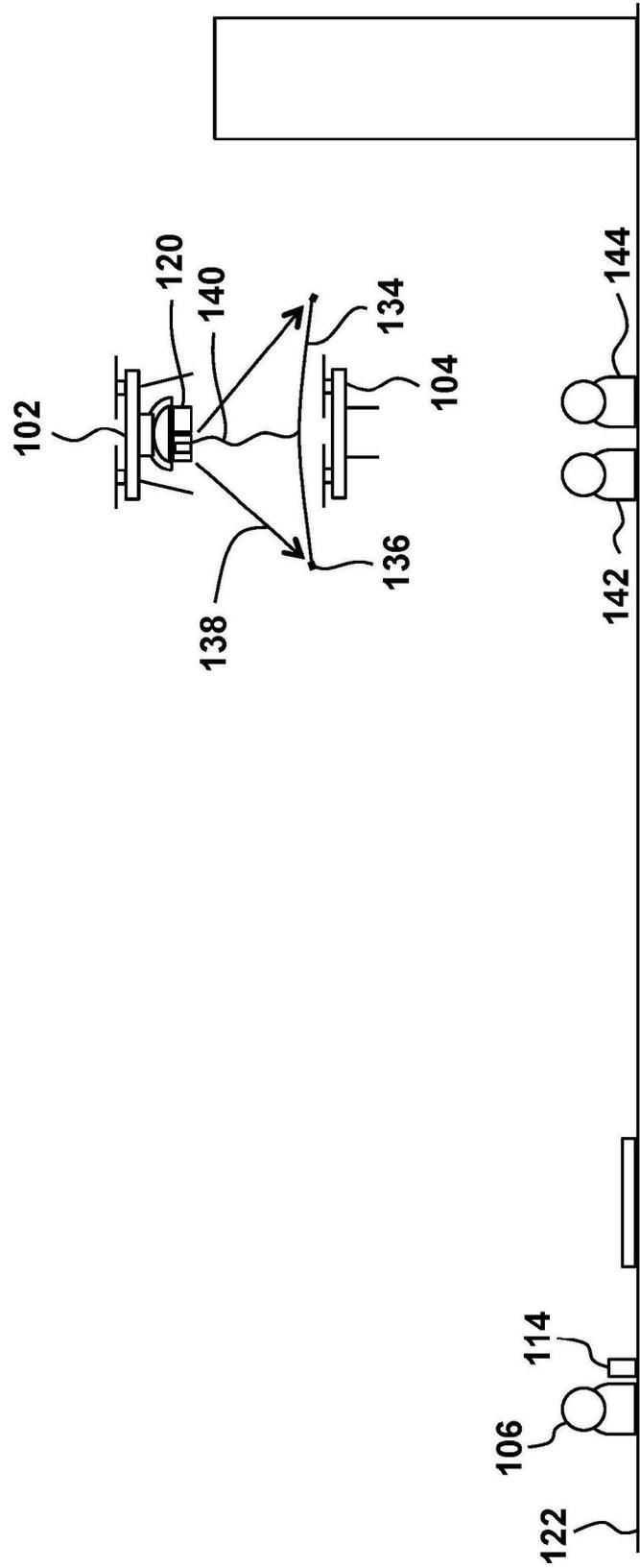


图1E

100

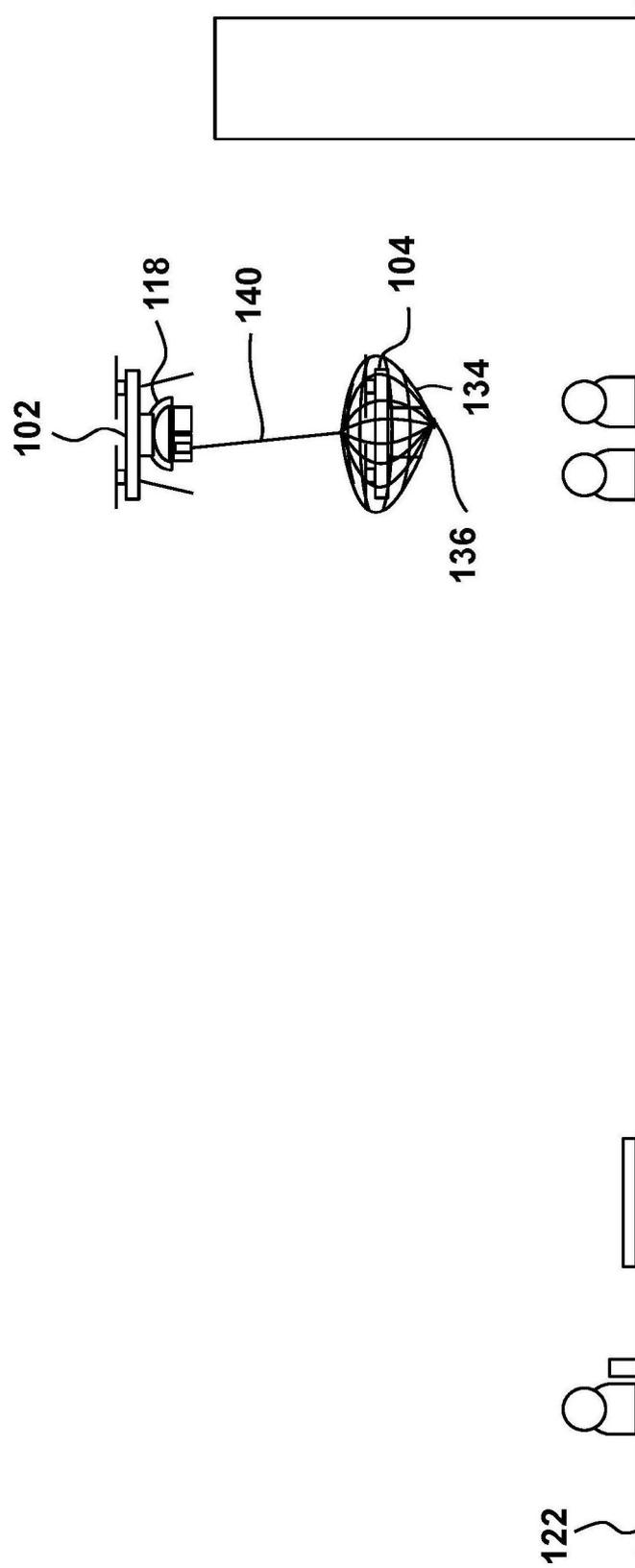


图1F

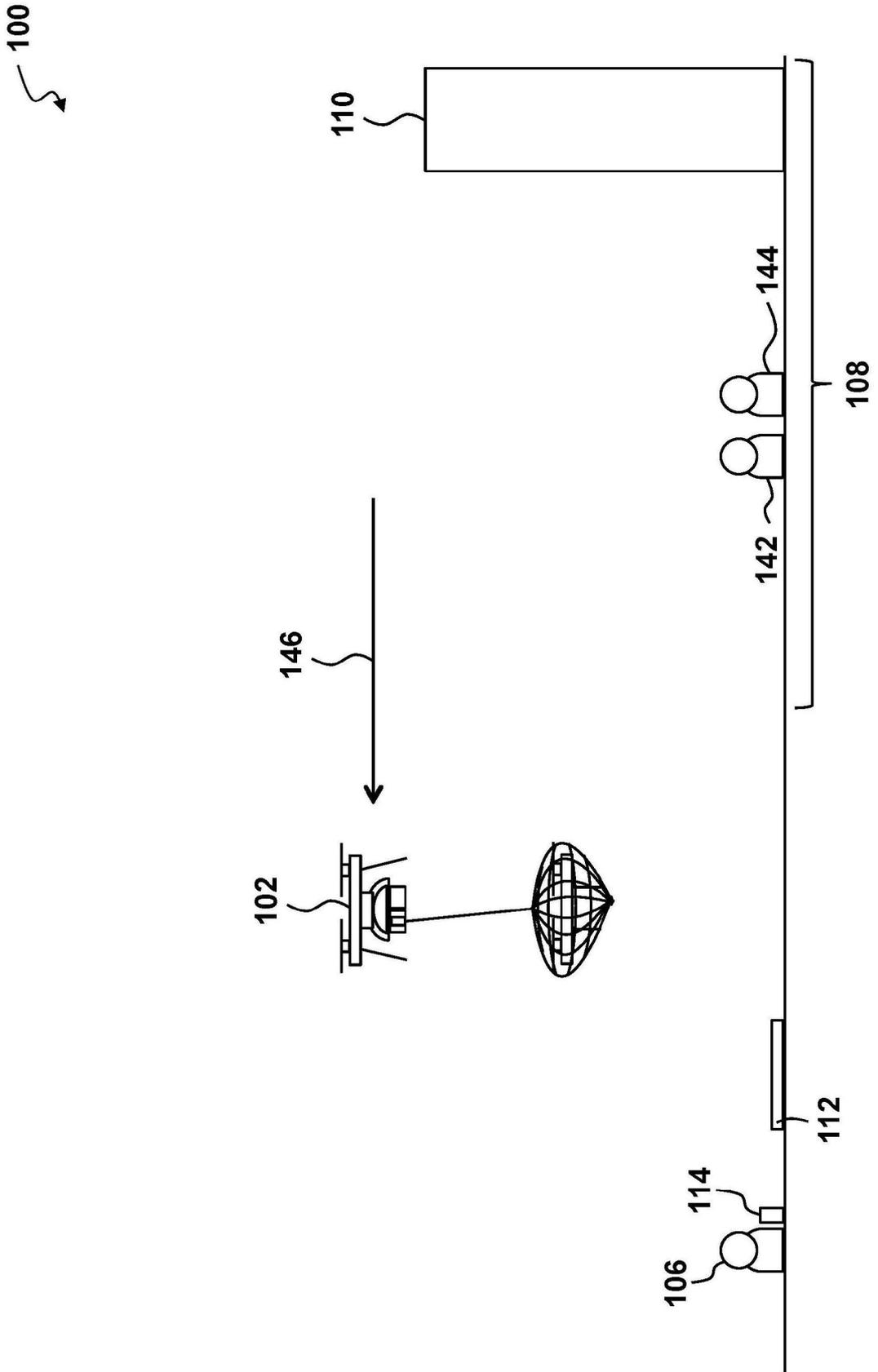


图1G

100

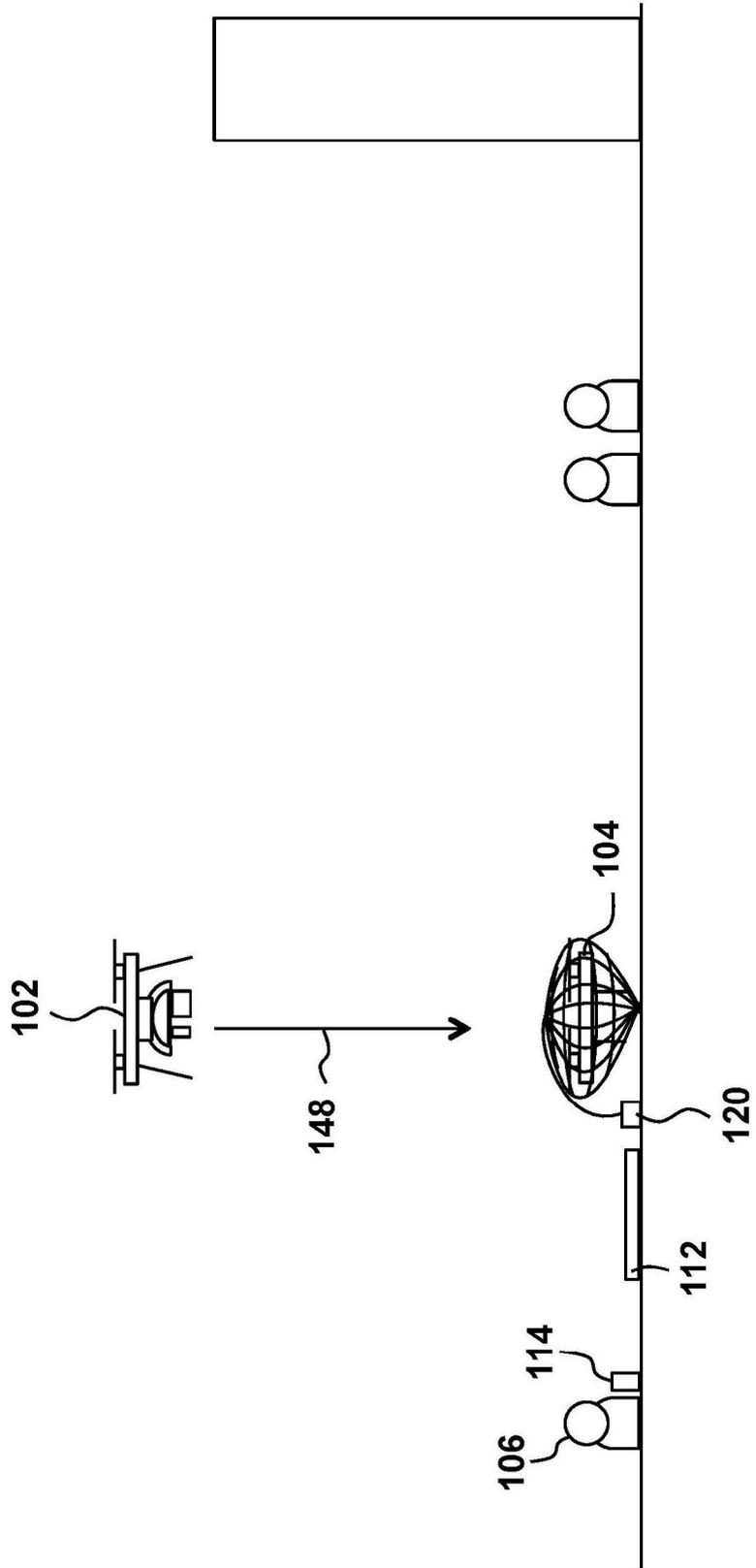


图1H

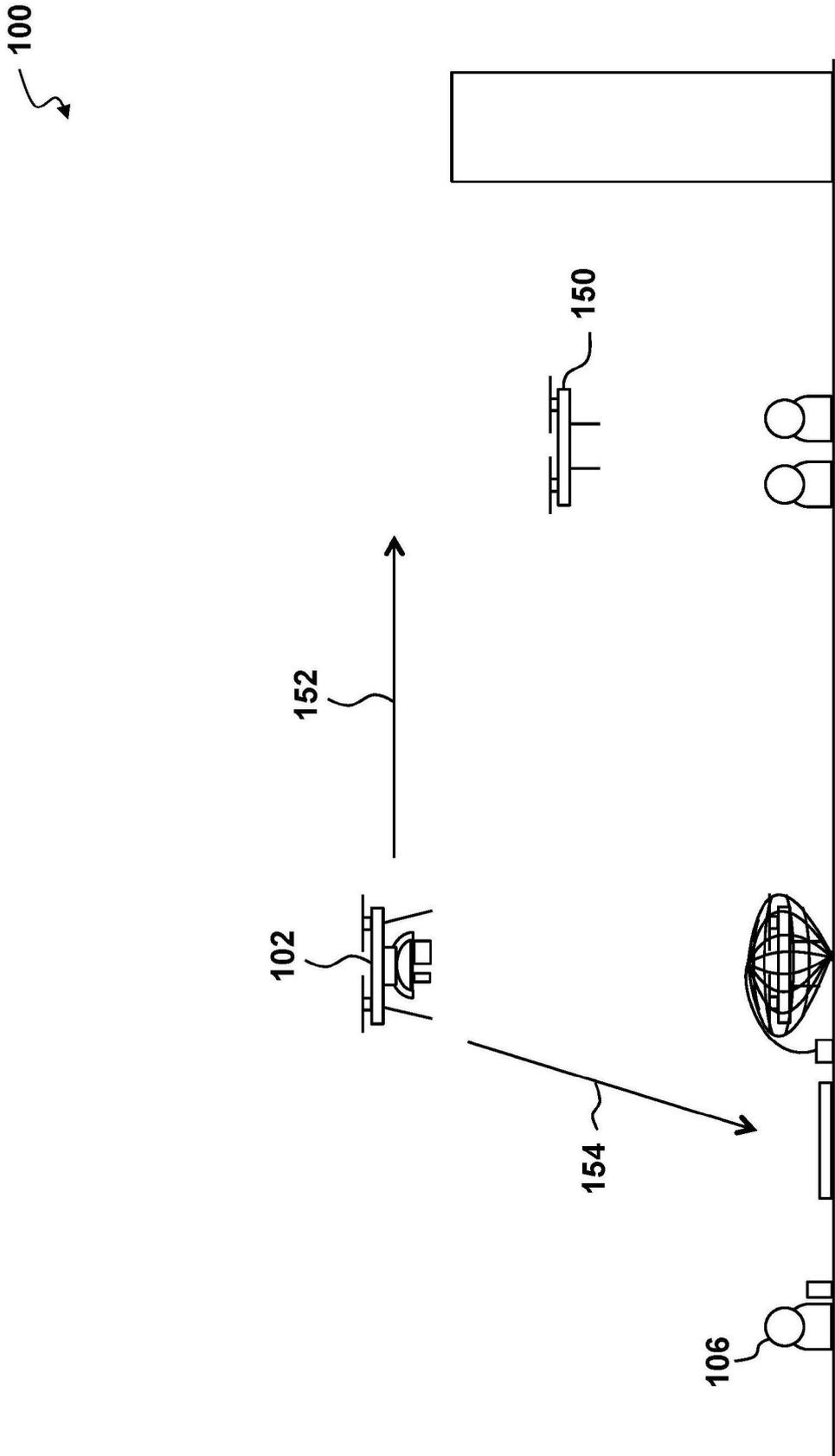


图11

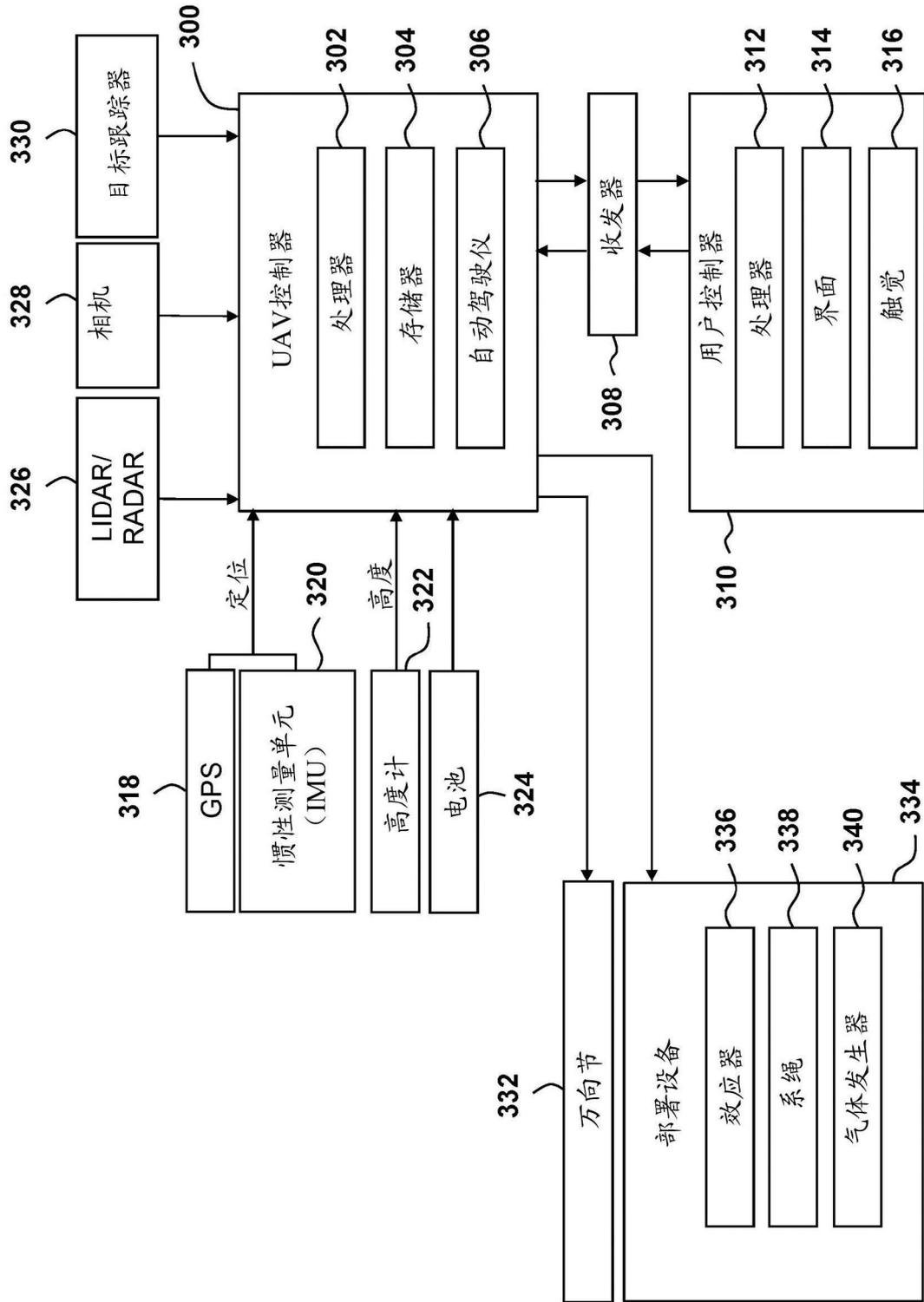


图2

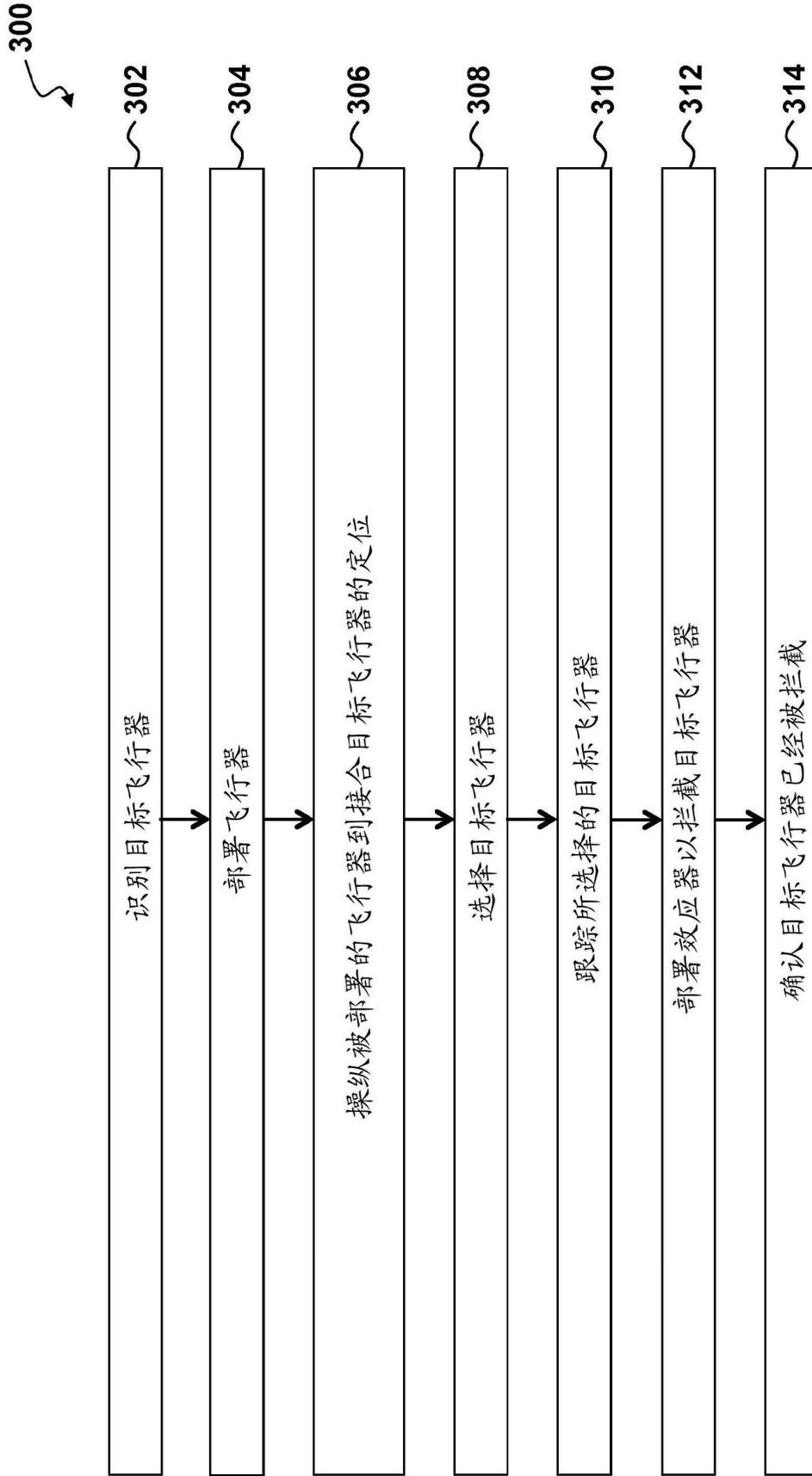


图3

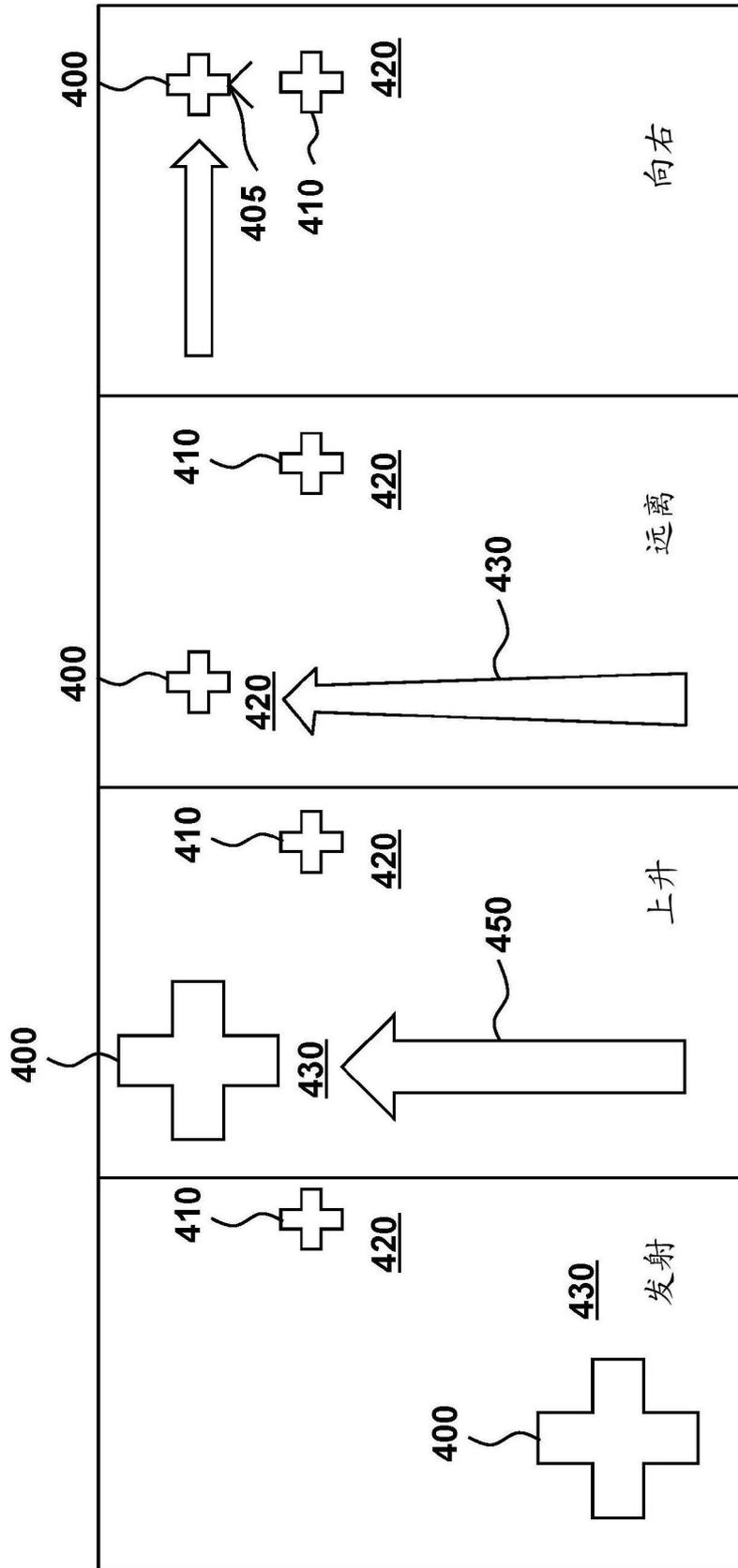


图4A

图4B

图4C

图4D

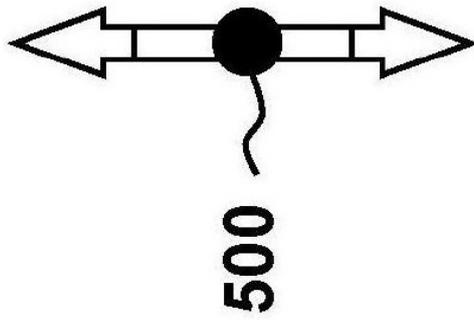


图5A

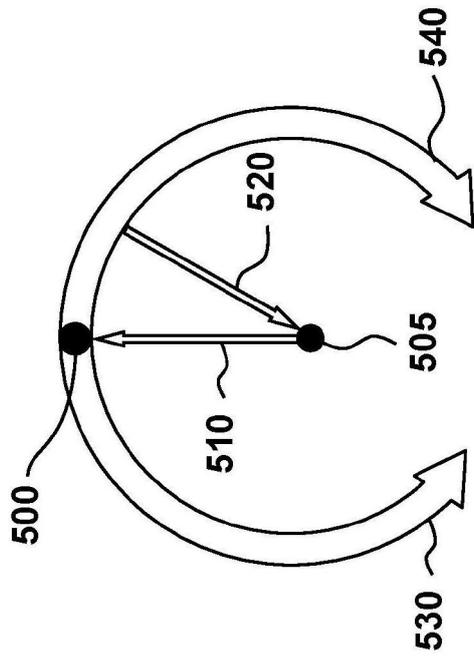


图5B

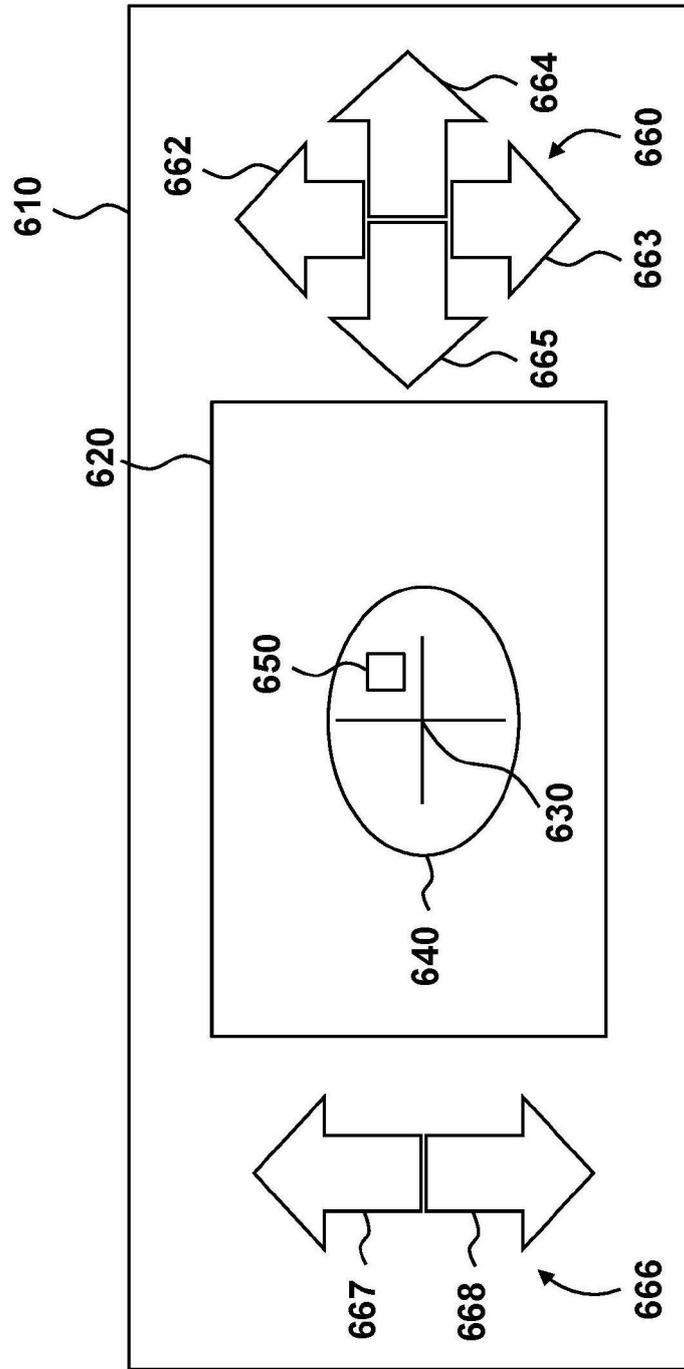


图6A

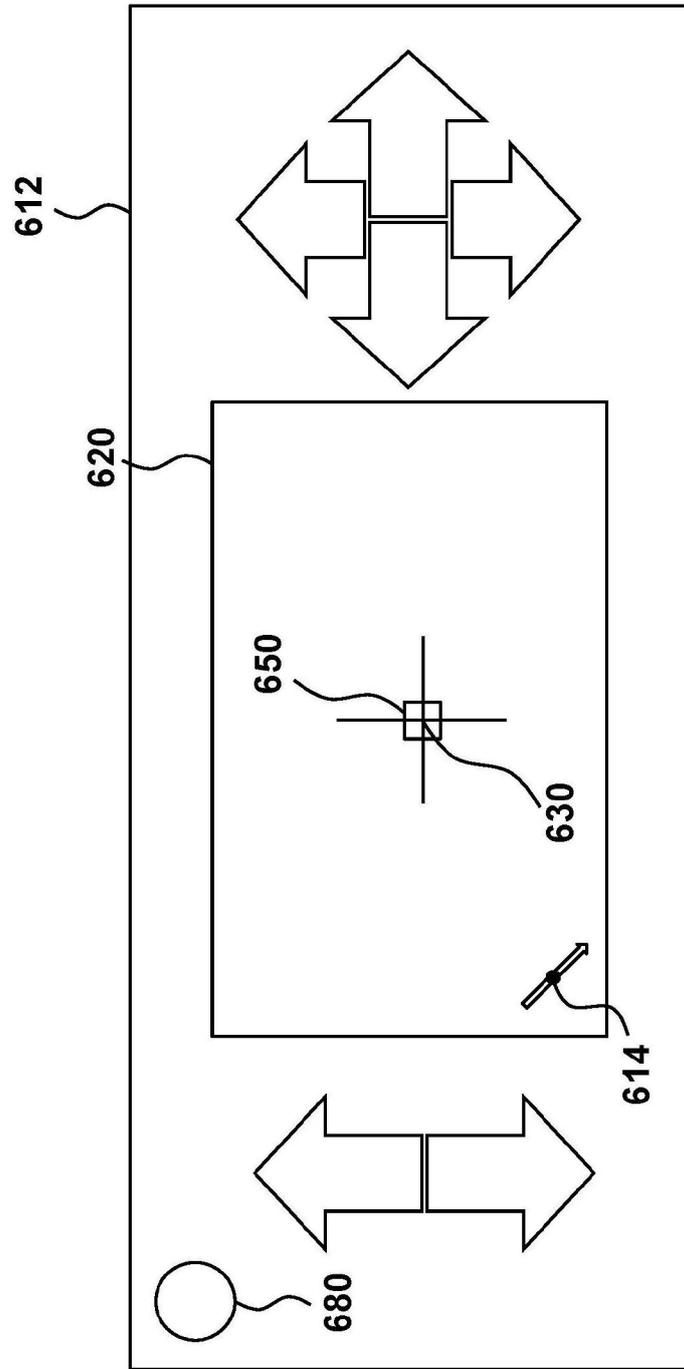


图6B

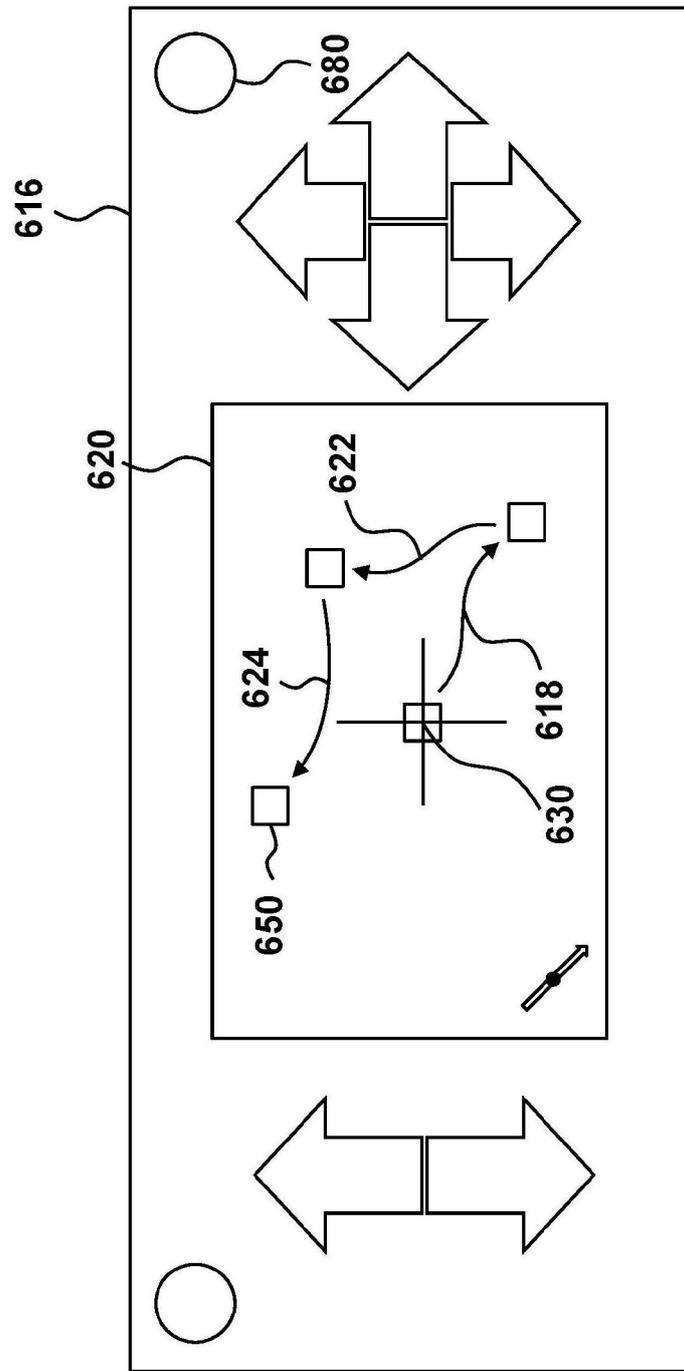


图6C

700

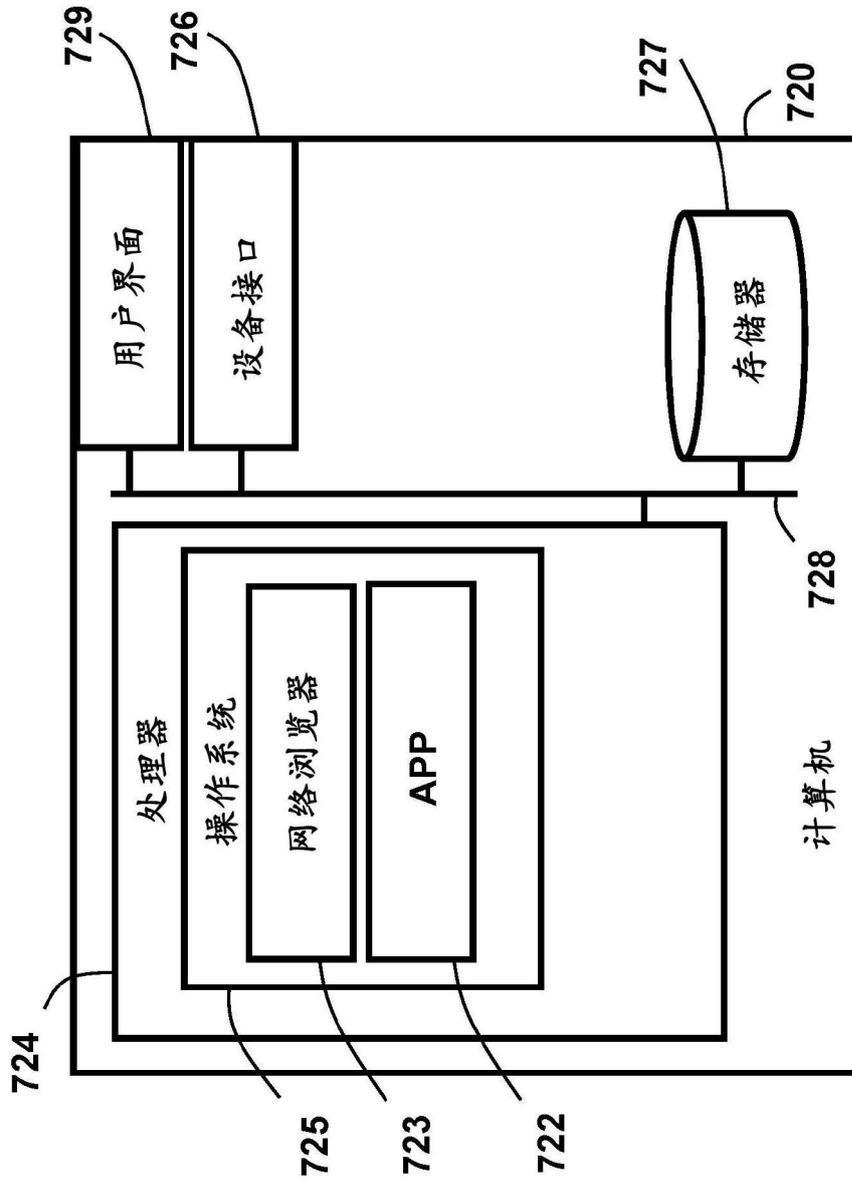


图7

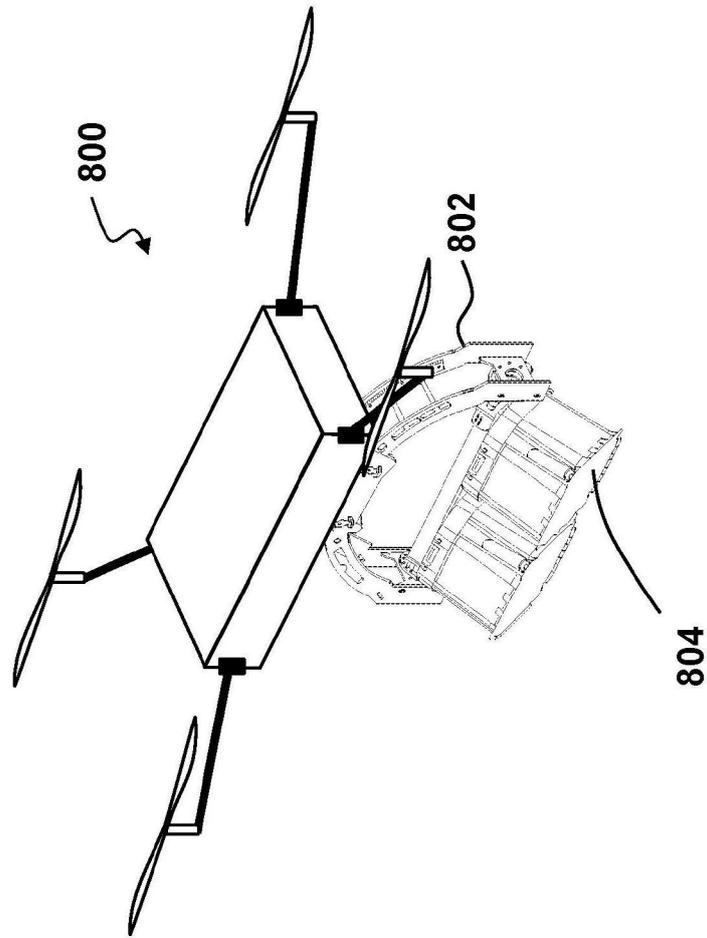


图8

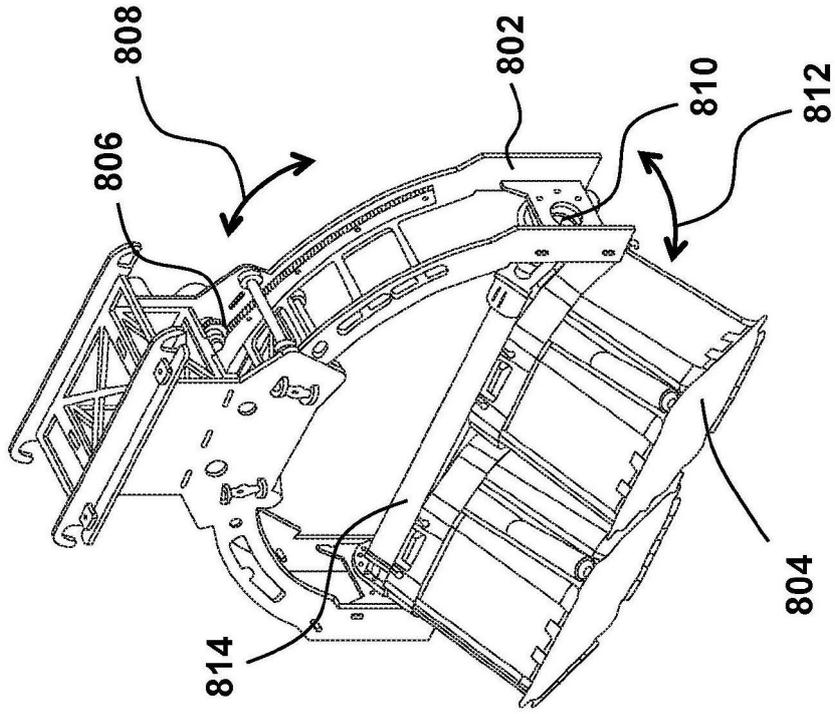


图9

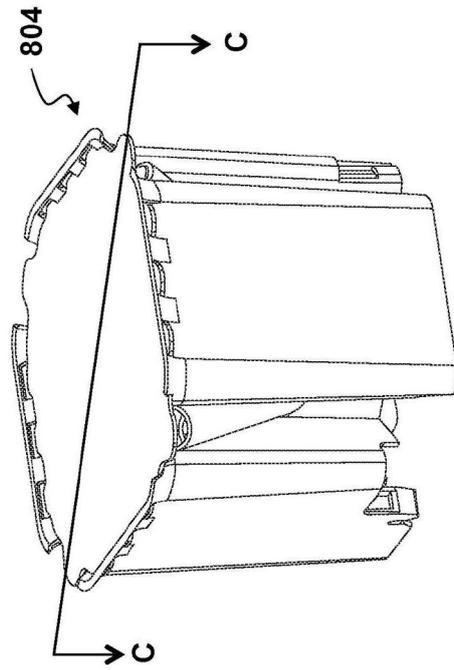


图10A

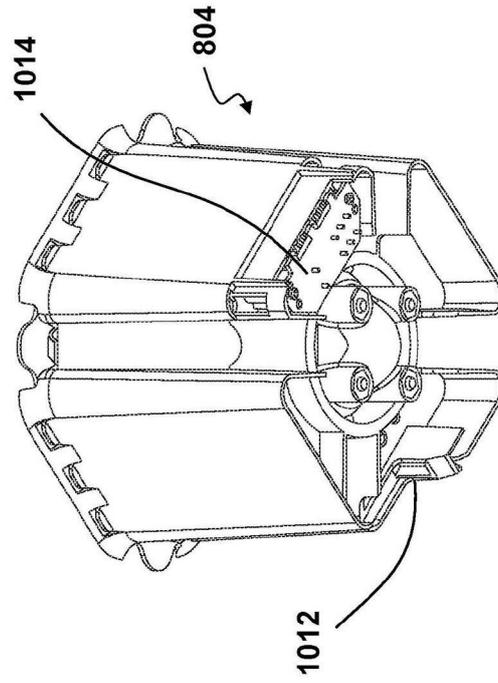


图10B

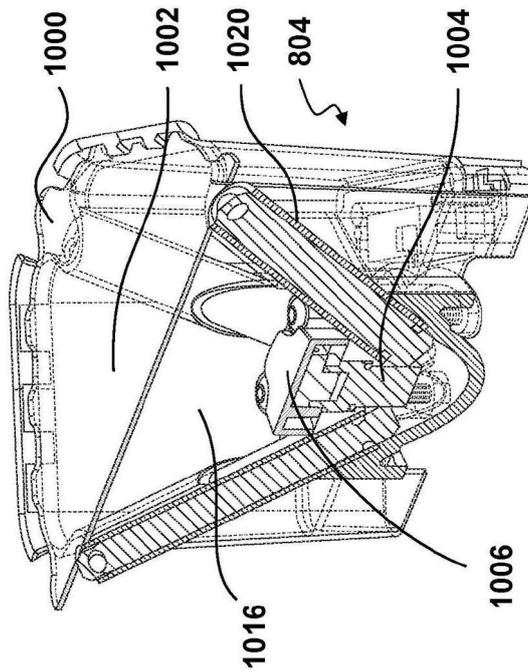


图10C

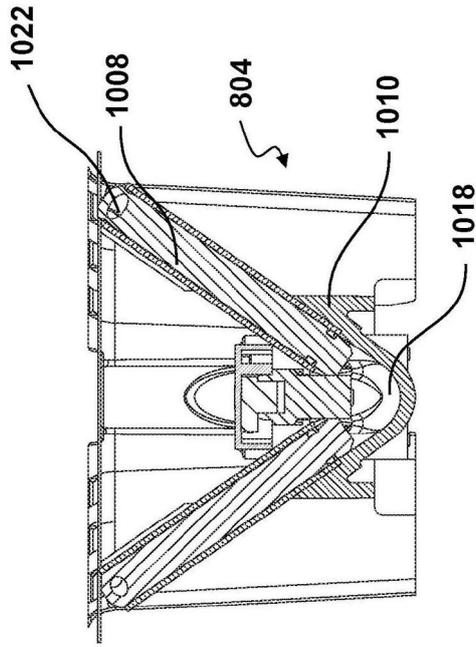


图10D

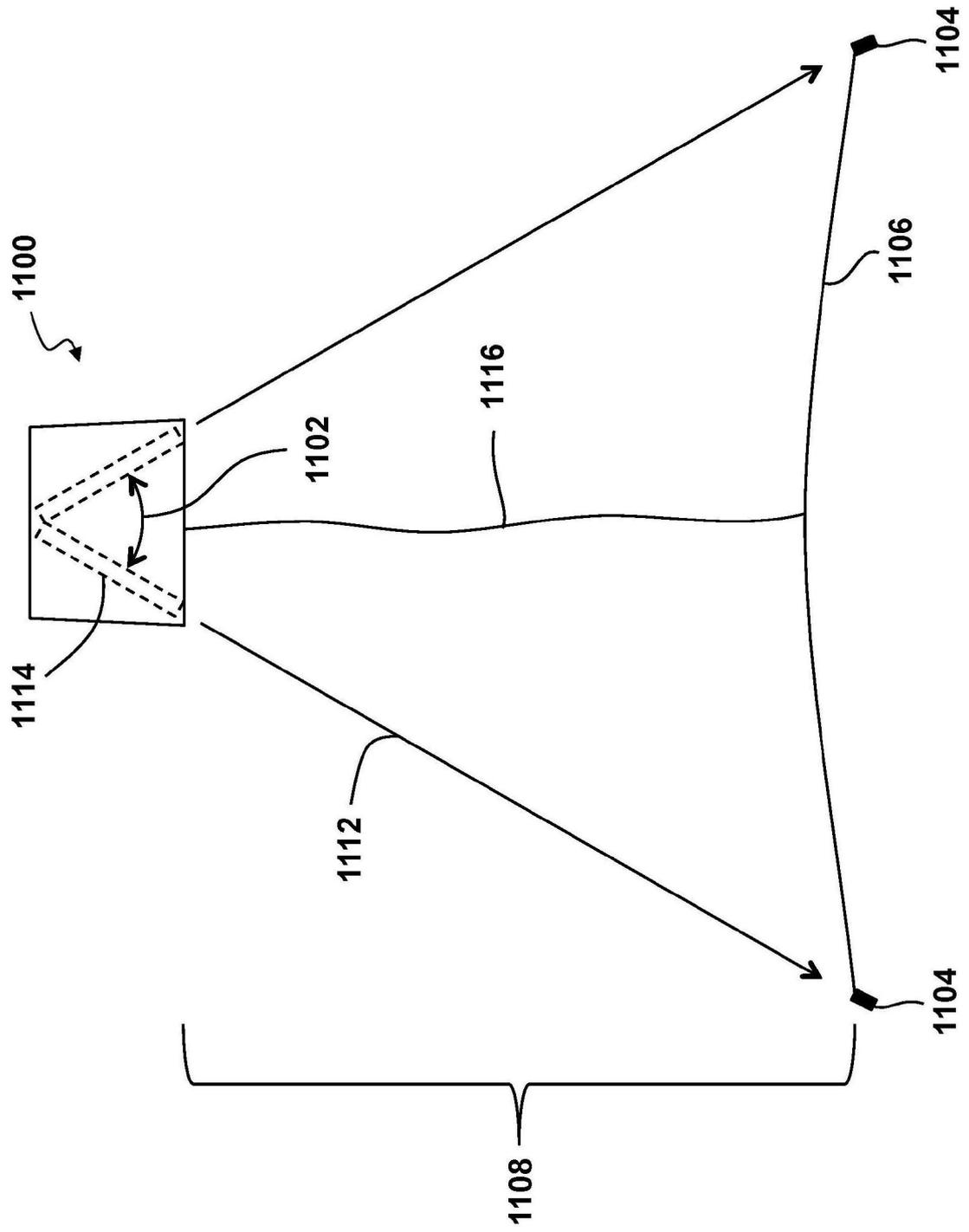


图11A

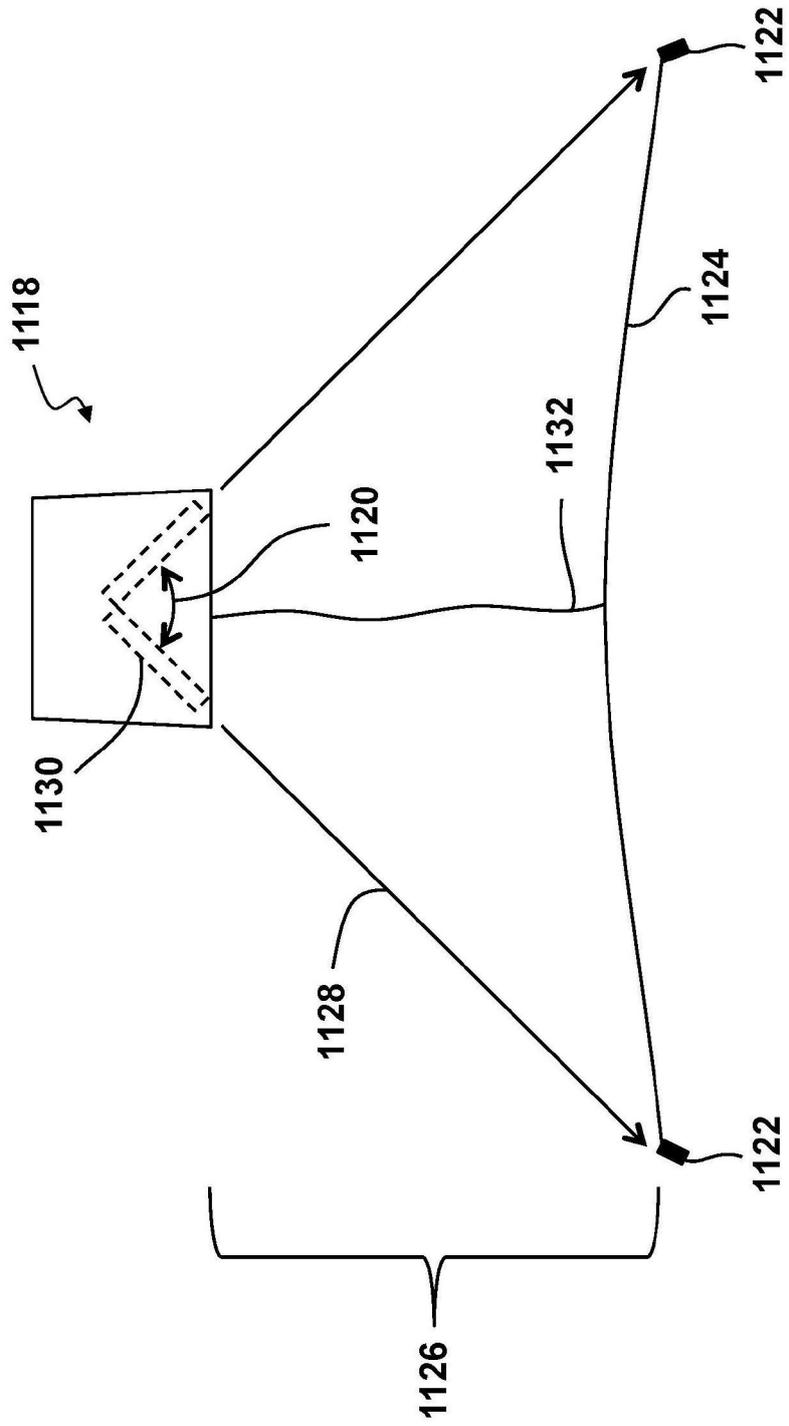


图11B

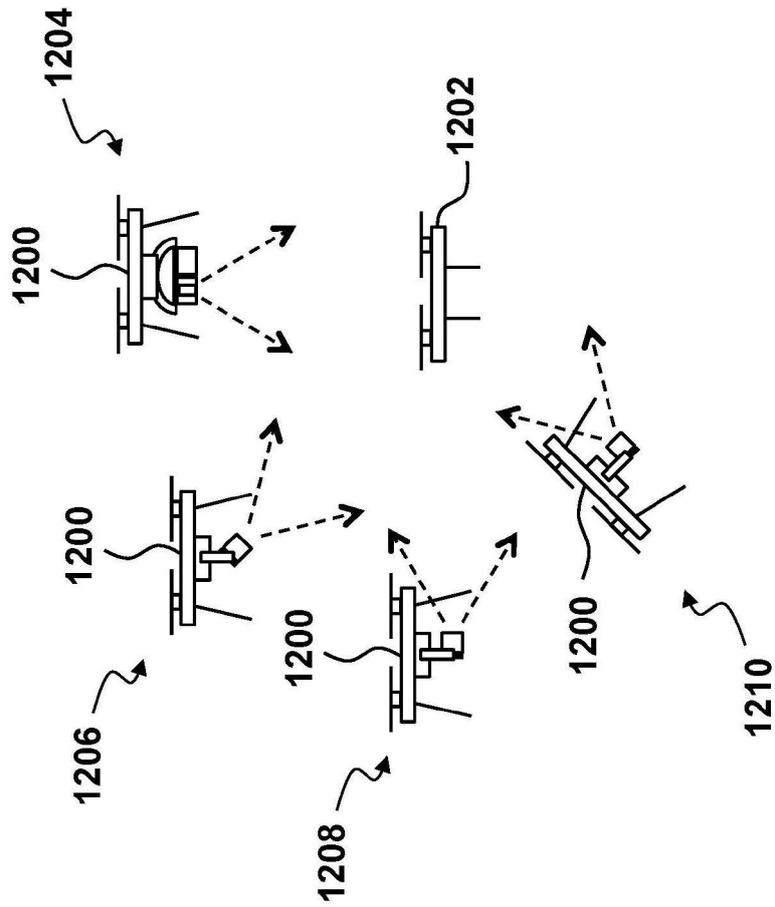


图12

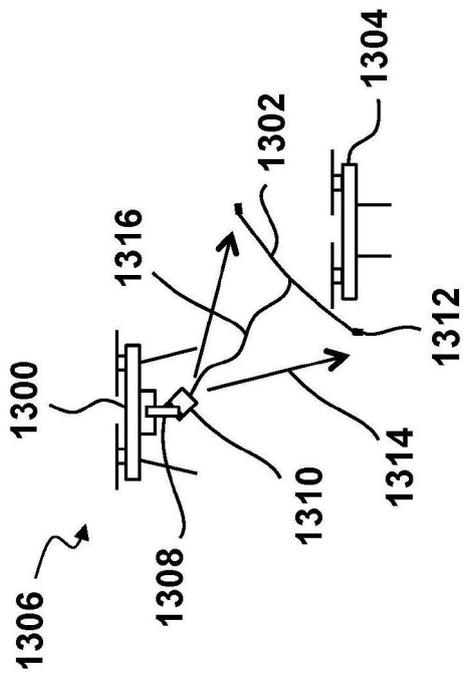


图13A

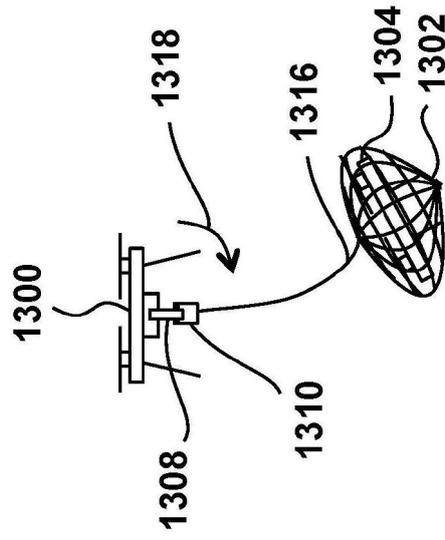


图13B