



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119604743 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 11

(21) 申请号 202380056798.9

(22) 申请日 2023.05.24

(30) 优先权数据

63/365,357 2022.05.26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.01.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2023/055352 2023.05.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/228113 EN 2023.11.30

(71) 申请人 内克斯特纳夫有限公司

地址 美国

(72) 发明人 迈克尔·多莫迪

巴德里纳特·纳加拉然 韩贵媛

阿伦·拉古帕蒂

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

专利代理师 杨林森

(51) Int.Cl.

G01C 21/20 (2006.01)

G01C 21/00 (2006.01)

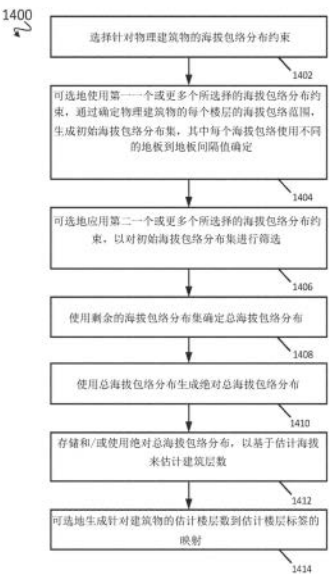
权利要求书3页 说明书27页 附图22页

(54) 发明名称

估计结构体中的楼层数和楼层标签

(57) 摘要

一种方法涉及：选择针对建筑物的海拔包络分布约束集，以及根据约束生成针对建筑物的海拔包络分布集。每个海拔包络分布包括一个或更多个第一海拔包络。使用海拔包络分布集并且根据约束生成针对建筑物的总海拔包络分布。总海拔包络分布包括一个或更多个第二海拔包络。确定建筑物的参考海拔，并且使用参考海拔和总海拔包络分布来确定绝对总海拔包络分布。总海拔包络分布包括一个或更多个第三海拔包络，第三海拔包络中的每一个对应于建筑物的相应的估计层数。



1. 一种方法, 包括:

选择针对物理建筑物的海拔包络分布约束集;

根据所述海拔包络分布约束集生成针对所述物理建筑物的海拔包络分布集, 每个海拔包络分布包括一个或更多个第一海拔包络, 所述第一海拔包络中的每一个对应于所述物理建筑物的相应的估计层数;

使用所述海拔包络分布集并且根据所述海拔包络分布约束集生成针对所述物理建筑物的总海拔包络分布, 所述总海拔包络分布包括一个或更多个第二海拔包络, 所述一个或更多个第二海拔包络中的每一个对应于所述物理建筑物的相应的估计层数;

确定所述物理建筑物的参考海拔; 以及

使用所述参考海拔和所述总海拔包络分布来确定绝对总海拔包络分布, 所述总海拔包络分布包括一个或更多个第三海拔包络, 所述第三海拔包络中的每一个对应于所述物理建筑物的相应的估计层数。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中,

根据所述海拔包络分布约束集生成针对所述物理建筑物的海拔包络分布集包括:

使用第一海拔包络分布约束生成初始海拔包络分布集;

使用第二海拔包络分布约束对所述初始海拔包络分布集进行筛选; 以及

使用所述初始海拔包络分布集在所述筛选之后的任何剩余海拔包络分布作为所述海拔包络分布集。

3. 根据权利要求2所述的方法, 其中,

所述第一海拔包络分布约束是最大层数; 并且

所述第二海拔包络分布约束是最大建筑物高度。

4. 根据权利要求2所述的方法, 其中,

所述初始海拔包络分布集包括多个海拔包络分布; 并且

所述海拔包络分布中的每一个包括与该海拔包络分布的每个层数相关联的最小海拔值和最大海拔值。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其中,

所述海拔包络分布约束集选自约束列表, 所述约束列表包括最小建筑物高度、最大建筑物高度、最小层高度、最大层高度、最小层数和最大层数。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其中,

选择所述海拔包络分布约束集包括: 基于包括所述物理建筑物的区域的形态, 各个和组合地验证初始选择的海拔包络分布约束集。

7. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:

识别移动装置的估计海拔;

针对所述绝对总海拔包络分布的每个层数, 在确定所述估计海拔在与所述层数对应的海拔包络内时, 将该层数添加到估计层数列表; 以及

向端点返回所述估计层数列表。

8. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:

识别移动装置的估计海拔;

针对所述绝对总海拔包络分布的每个层数, 计算与该层数对应的海拔包络的垂直中心

趋势;

针对所述绝对总海拔包络分布的每个层数,计算所述估计海拔与和该层数对应的所述垂直中心趋势之间的距离幅度;

针对所述绝对总海拔包络分布的每个层数,基于针对该层数的距离幅度有条件地将该层数添加到估计层数列表;以及

向端点返回所述估计层数列表。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,

基于针对该层数的距离幅度有条件地将该层数添加到估计层数列表包括:

如果与和其他层数对应的距离幅度相比,该层数的对应距离幅度是最小距离幅度,则将该层数添加到所述估计层数列表。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中,

基于针对该层数的距离幅度有条件地将该层数添加到估计层数列表包括:

如果该层数的对应距离幅度小于给定阈值,则将该层数添加到所述估计层数列表。

11. 根据权利要求8所述的方法,其中,

基于针对该层数的距离幅度有条件地将该层数添加到估计层数列表包括:

将所有可行的层数添加到所述估计层数列表,所述估计层数列表按其相应的距离幅度被排序。

12. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

识别移动装置的估计海拔数据;

针对所述绝对总海拔包络分布的每个层数,使用所述估计海拔数据以及与该层数对应的海拔包络来计算海拔交叠值;

针对所述绝对总海拔包络分布的每个层数,基于针对该层数的经计算的海拔交叠值有条件地将该层数添加到估计层数列表;以及

向端点返回所述估计层数列表。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,

基于针对该层数的经计算的海拔交叠值有条件地将该层数添加到估计层数列表包括:

如果与和其他层数对应的经计算的海拔交叠值相比,针对该层数的经计算的海拔交叠值是最大的经计算的海拔交叠值,则将该层数添加到所述估计层数列表。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中,

基于针对该层数的经计算的海拔交叠值有条件地将该层数添加到估计层数列表包括:

如果该层数的对应经计算的海拔交叠值大于给定百分比阈值,则将该层数添加到所述估计层数列表。

15. 根据权利要求12所述的方法,其中,

基于针对该层数的经计算的海拔交叠值有条件地将该层数添加到估计层数列表包括:

将所有可行的层数添加到所述估计层数列表,所述估计层数列表按其相应的经计算的海拔交叠值被排序。

16. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

将所述物理建筑物的每个估计层数映射到相同地命名的估计层标签;

基于区域和文化标准中的一者或二者,从所述映射中去除估计层标签;

将附加估计层标签添加到所述映射中;以及
将所述估计层数与所述估计层标签对准。

17. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

识别移动装置的估计位置和所述移动装置的估计海拔;

识别与所述移动装置的估计位置对应的一个或多个物理建筑物;

针对所述一个或多个物理建筑物中的每一个,识别与该建筑物相关联的相应的绝对总海拔包络分布;

针对所述一个或多个物理建筑物中的每一个,使用所述移动装置的估计海拔以及与该建筑物相关联的相应的绝对总海拔包络分布来确定估计层数列表;以及

针对所述一个或多个物理建筑物中的每一个,向端点返回所述估计层数列表。

18. 根据权利要求1所述的方法,其中,

所述参考海拔是所述物理建筑物的地面层的海拔,并且通过以下方式确定:i) 查询所述物理建筑物的覆盖区内的地形数据库的海拔,并且对跨所述物理建筑物的覆盖区的海拔求平均值,或者ii) 从建筑物数据库检索所述物理建筑物的地面层的海拔。

19. 根据权利要求1所述的方法,其中,

所述参考海拔是所述物理建筑物的地面层的海拔,并且通过查询所述物理建筑物的覆盖区之外的地形数据库的海拔并对所述海拔求平均值来确定。

20. 一种包括一个或多个服务器的系统,所述一个或多个服务器能够操作以:

选择针对物理建筑物的海拔包络分布约束集;

根据所述海拔包络分布约束集生成针对所述物理建筑物的海拔包络分布集,每个海拔包络分布包括一个或多个第一海拔包络,所述第一海拔包络中的每一个对应于所述物理建筑物的相应的估计层数;

使用所述海拔包络分布集并且根据所述海拔包络分布约束集生成针对所述物理建筑物的总海拔包络分布,所述总海拔包络分布包括一个或多个第二海拔包络,所述一个或多个第二海拔包络中的每一个对应于所述物理建筑物的相应的估计层数;

确定所述物理建筑物的参考海拔;以及

使用所述参考海拔和所述总海拔包络分布来确定绝对总海拔包络分布,所述总海拔包络分布包括一个或多个第三海拔包络,所述一个或多个第三海拔包络中的每一个对应于所述物理建筑物的相应的估计层数。

估计结构体中的楼层数和楼层标签

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2022年5月26日提交的美国临时专利申请第63/365,357号的优先权,该美国临时专利申请的全部内容通过引用整体并入本文以用于所有目的。

背景技术

[0003] 尤其当移动装置位于其中位置可能存在于地形上方(例如,在建筑物内)的城市环境中时,确定移动装置(例如,由用户操作的智能电话)在环境中的确切位置可能是相当具有挑战性的。对移动装置的海拔的不精确估计可能对移动装置的用户具有生死攸关的后果,因为不精确的海拔估计可能当应急人员在建筑物的多个楼层上搜索用户时延迟应急人员响应时间。在不太可怕的情况下,不精确的海拔估计会将用户引导至环境中的错误区域。

[0004] 实际上,移动装置的估计海拔通常是相对于参照系提供或者示出的。通常,相对于地球表面的海拔是椭球体之上的高度(HAE,height above ellipsoid)或平均海平面之上(AMSL)的高度。然而,这些值对终端用户可能并无用处,因为它假设用户能够解释海拔值,而这可能是直观的,或者可能是不直观的。

[0005] 报告海拔的其他方法包括:i)海平面之上的高度,所述海平面被认为是平均海平面,并且通过使用大地水准面(全球平均海平面的模型,用于测量精确地表高度)来确定;ii)使用地形数据库确定的地形之上的高度(HAT,height above terrain);以及iii)楼层数,这通常对用户最有用,尤其是在结构体内部时。

[0006] 尽管前两种方法分别容易从大地水准面数据库和地形数据库中获得,但第三种方法不容易获得,因为它依赖于广泛而详尽的建筑物楼层水平数据库,而这些数据库可能是使用耗时且昂贵的勘测操作构建的。

发明内容

[0007] 在一些实施方式中,方法涉及选择针对物理建筑物的海拔包络分布约束集。根据海拔包络分布约束集生成针对物理建筑物的海拔包络分布集,每个海拔包络分布包括一个或更多个第一海拔包络,并且第一海拔包络中的每一个对应于物理建筑物的相应的估计层数。使用海拔包络分布集并且根据海拔包络分布约束集生成针对物理建筑物的总海拔包络分布(aggregate altitude envelope distribution),总海拔包络分布包括一个或更多个第二海拔包络,一个或更多个第二海拔包络中的每一个对应于物理建筑物的相应的估计层数。确定物理建筑物的参考海拔,并且使用参考海拔和总海拔包络分布来确定绝对总海拔包络分布,总海拔包络分布包括一个或更多个第三海拔包络,第三海拔包络中的每一个对应于物理建筑物的相应的估计层数。

[0008] 在一些实施方式中,系统包括一个或更多个服务器,所述一个或更多个服务器能够操作以选择针对物理建筑物的海拔包络分布约束集,并且根据海拔包络分布约束集生成针对物理建筑物的海拔包络分布集。每个海拔包络分布包括一个或更多个第一海拔包络,第一海拔包络中的每一个对应于物理建筑物的相应的估计层数。使用海拔包络分布集并且

根据海拔包络分布约束集生成针对物理建筑物的总海拔包络分布,总海拔包络分布包括一个或更多个第二海拔包络,其中一个或更多个第二海拔包络中的每一个对应于物理建筑物的相应的估计层数。确定物理建筑物的参考海拔,并且使用参考海拔和总海拔包络分布来确定绝对总海拔包络分布,总海拔包络分布包括一个或更多个第三海拔包络,其中一个或更多个第三海拔包络中的每一个对应于物理建筑物的相应的估计层数。

附图说明

[0009] 图1显示了根据一些实施方式的用于估计移动装置的建筑物楼层数和/或楼层标签的简化操作环境。

[0010] 图2示出了根据一些实施方式的与图1的物理建筑物对应的建筑物模型的简化示例。

[0011] 图3示出了根据一些实施方式的示例海拔包络范围的表。

[0012] 图4示出了根据一些实施方式的海拔包络范围的示例分布的表。

[0013] 图5示出了根据一些实施方式的示例总海拔包络值的表。

[0014] 图6至图13示出了根据一些实施方式的示例总海拔包络分布的图形表示。

[0015] 图14示出了根据一些实施方式的用于确定总海拔分布的过程的一部分的简化示例。

[0016] 图15是根据一些实施方式的用于基于估计海拔来估计建筑物楼层数的过程的一部分的简化示例。

[0017] 图16示出了根据一些实施方式的示例绝对总海拔包络分布的图形表示。

[0018] 图17包括根据一些实施方式的用于基于估计海拔来估计建筑物楼层数的过程的一部分的简化示例。

[0019] 图18示出了根据一些实施方式的示例绝对总海拔包络分布的图形表示。

[0020] 图19包括根据一些实施方式的用于基于估计海拔来估计建筑物楼层数的过程的一部分的简化示例。

[0021] 图20示出了根据一些实施方式的示例绝对总海拔包络分布的图形表示。

[0022] 图21包括根据一些实施方式的用于将楼层数映射到楼层标签的过程的一部分的简化示例。

[0023] 图22包括根据一些实施方式的用于基于估计海拔来估计建筑物楼层数的过程的一部分的简化示例。

[0024] 图23示出了根据一些实施方式的操作环境的简化的从上向下的视图。

[0025] 图24示出了根据一些实施方式的图1所示的操作环境的发送器、移动装置和服务器的简化实现方式。

具体实施方式

[0026] 本文公开了估计结构体的楼层指示符如楼层数和/或楼层标签并且将估计的楼层指示符“映射”(即逻辑地关联或链接)到对应的估计海拔的方法。这样的结构体包括建筑物、停车库、纪念碑和其他结构体。这样的结构体在本文中称为“建筑物”,但该术语应理解为具有一个或更多个楼层的任何结构体。所映射的估计建筑物楼层指示符可以被添加到数

数据库中,以用于之后的检索。在检索时,估计的建筑物楼层指示符可以用于将移动装置的估计海拔转换为估计的楼层数和/或楼层标签。例如,在用户从高层办公楼呼叫诸如911的紧急服务的情况下,与接收由用户的移动装置报告的原始估计海拔值相比,指示用户所在建筑物的楼层的楼层指示符可能对试图联系用户的第一响应者明显更有用。

[0027] 如本文中公开的,估计楼层指示符并且将楼层指示符映射到对应的海拔是通过计算有利地执行的,并且不需要昂贵的建筑物调查来为每个物理建筑物创建这样的映射值。估计的建筑物楼层指示符包括估计的建筑物“楼层数”和/或估计的建筑物“楼层标签”。楼层数和楼层标签被称为“估计”是因为与基于对建筑物的物理调查来进行确定相比,楼层数和楼层标签可以大体上通过计算来确定。然而,在一些实施方式中,映射的数据中可以包括众包数据和勘测数据,因此映射的估计建筑物楼层指示符中的一些可以是基于用户或勘测人员提供的数据映射的。选择使用哪个楼层指示符可以来自估计值、映射值或者两者的组合。

[0028] 如本文所述,层标签有别于层数。该区分被作出,因为用户观察到的层标签可能并不反映真实的层计数(例如,从地面层开始计数),而且可能因地区与地区之间以及形态(morphology)与形态之间的不同而不同。例如,在美国,层标签“第1层”对应于地面水平层,而层标签“第2层”对应于地面水平之上的第一层。在其他地区,层标签“第1层”对应于地面水平层之上的第一层,而“地面层”对应于地面水平。例如,在加拿大蒙特利尔市,地面层标记为“RC”即“Rez-de-Chausée”,这是法语中表示地面层的短语。在另一示例中,尽管实际上存在第13层,但由于与数字13相关联的污名,因此层标签“第13层”经常被省略。在又一示例中,在一些地区或文化中,尽管实际上存在4、24、34、40等楼层数,但由于与数字4相关联的污名,因此包含数字4的任何楼层标签都会被省略。前文提供了几个常见的示例,但并非所有变化的详尽清单。

[0029] 图1示出了根据一些实施方式的用于估计移动装置的楼层数和/或楼层标签的简化操作环境100。操作环境包括第一建筑物190、第二建筑物191、移动装置120a-120e、卫星150、地面发射器的网络110a-110b和服务器130。图中还示出了来自卫星150的定位信号153、来自各自的发送器110a-110b的定位信号113a-113b、海拔指示符altitude 1至n+1、以及与服务器130相关联的通信和命令信号。

[0030] 如上所述,建筑物楼层标签可以因建筑物而异。例如,建筑物190包括标记的楼层,这些楼层从最低到最高的顺序为“L1层”、“地面层”、“第一层”和“顶层”。相比之下,建筑物191包括标记的楼层,这些楼层从最低到最高的顺序为“停车库”、“第一层”和“第二层”。因此,即使移动装置120b和移动装置120e二者都位于海拔水平Altitude 2,并且即使移动装置120b和移动装置120e二者都位于其各自建筑物的街道水平,移动装置120b也位于标记为“地面层”的建筑物楼层上,而移动装置120e位于标记为“第一层”的建筑物楼层上。

[0031] 相对于不同的地形,发送器110a-110b和移动装置120a-120e中的每一个可以位于不同的海拔或深度,这些海拔或深度位于各种自然或人工结构体(例如建筑物190/191)的内部或外部。定位信号113a-113b和153分别由发送器110a-110b和卫星150发送,随后由移动装置120使用已知的传输技术接收。虽然为了简单起见只示出了两个地面发射器,但可以理解的是,地面发射器110a-110b的网络可以包括远远多于两个的发送器。同样,虽然为简单起见只示出了一个卫星,但可以理解的是,卫星150可以包括远远多于一个的卫星。

[0032] 发送器110a-110b可以利用时隙、伪随机序列、频率偏移或者如本领域已知的或者本文中公开的其他方法,使用一个或更多个共同的复用参数来发送信号113a-113b。移动装置120a-120e可以采用不同的形式,包括移动电话或其他无线通信装置、便携式计算机、导航装置、跟踪装置、接收器或者可以接收信号113a-113b和/或153的其他合适装置。图24中示出了发送器110a-110b、移动装置120和服务130中的可能部件的示例,下文将对此进行讨论。特别地,每个发送器110a-110b和移动装置120a-120e可以包括大气传感器(例如,大气压力、温度和/或湿度传感器、气象站等),以用于生成大气条件(例如,大气压力和温度)的测量值,这些测量值用于估计移动装置120a-120e的未知海拔。

[0033] 存在用于估计移动装置的海拔的不同的方法。在基于气压的定位系统中,可以使用来自移动装置的经校准的压力传感器的压力的测量值连同来自经校准的参考压力传感器的网络的环境压力测量值以及来自网络或其他源的环境温度的测量值来计算海拔。移动装置的海拔的估计(h_{mobile})可以由移动装置、服务器或接收所需信息的另一机器如下计算:

$$[0034] \quad h_{mobile} = h_{sensor} - \frac{RT_{remote}}{gM} \ln \left(\frac{P_{sensor}}{P_{mobile}} \right) \quad (\text{等式 1}),$$

[0035] 其中, P_{mobile} 是移动装置的压力传感器对移动装置所在位置处的压力的估计值; P_{sensor} 是参考压力传感器对所在位置处的压力的估计值,该估计值在可容忍的压力的量(例如,小于5Pa)的范围内相对于真实压力是准确的; T_{remote} 是对参考压力传感器所在位置或者远程温度传感器的不同位置处的温度的估计值(例如,以开尔文为单位), h_{sensor} 是参考压力传感器的估计海拔,该估计海拔在期望的海拔误差量内(如小于1.0米), g 对应于重力加速度(例如, -9.8m/s^2), R 是气体常数, M 是空气(如干燥空气或其他)的摩尔质量。在等式1的替选实施方式中,如本领域普通技术人员可以理解的,负号(-)可以用正号(+)代替(例如, $g=9.8\text{m/s}^2$)。参考压力传感器的位置处的压力的估计值可以转换为与参考压力传感器对应的估计参考水平压力,因为它指定了参考压力传感器的经度和纬度处的压力的估计值,但参考水平海拔可以不同于参考压力传感器的海拔。参考水平压力可以确定如下:

$$[0036] \quad P_{ref} = P_{sensor} \times \exp \left(\frac{gM(h_{ref} - h_{sensor})}{RT_{remote}} \right) \quad (\text{等式 2}),$$

[0037] 其中 P_{sensor} 是参考压力传感器所在位置处的压力的估计值, P_{ref} 是参考水平压力估计值, h_{ref} 是参考水平海拔。移动装置的海拔 h_{mobile} 可以使用等式1计算,其中 h_{ref} 替换为 h_{sensor} , P_{ref} 替换为 P_{sensor} 。参考水平海拔 h_{ref} 可以是任何海拔,并且通常设置为平均海平面(MSL)。当有两个或更多个参考水平压力估计值可用时,参考水平压力估计值被合并成单个参考水平压力估计值(例如,使用参考压力的平均值、加权平均值或者其他合适的组合),并且将单个参考水平压力估计值用于参考水平压力估计值 P_{ref} 。

[0038] 如本文所公开的,与物理建筑物对应的建筑物模型是在计算上由单个“堆叠”楼层构建的。也就是说,建筑物模型是通过在计算上确定建筑物模型的每个楼层的垂直边界和/或偏移,并且将这些垂直边界和/或偏移累积起来而“构建”的。术语“建筑物楼层数”是指建筑物的水平,而不是用户将站立在其上的实际表面。用户在楼层上可能占据的物理空间在本文中被称为“海拔包络”,海拔包络以楼层的最低表面(即该楼层的“地面”)和该楼层的天花板为边界,该边界被地面到天花板的分隔间隔开。

[0039] 利用适当的介于中间的地板/天花板间隔值(“边界厚度”)通过逻辑上和或算术上使第一层与第二层相关联,第一层的海拔包络被“堆叠”在第二层的海拔包络之上或之下。边界厚度可以是地板的厚度或者天花板的厚度,这取决于所选择的惯例。作为简单的示例,具有两个堆叠楼层的建筑物模型的建筑物模型高度值可以等于每个楼层的累计高度。或者,如果最低楼层被建模为地下室,则具有两个堆叠楼层的建筑物模型的建筑物高度值可以刚好等于最顶上的堆叠楼层的高度。

[0040] 在一些实施方式中,建筑物模型的每个楼层的海拔包络被堆叠在建筑物模型的最低起点上或者另一层的海拔包络上。在其他实施方式中,建筑物模型的每个楼层都堆叠在建筑物模型的最高起点下方或者另一层下方。每个楼层包括垂直距离,称为地板到地板间隔。地板到地板间隔距离包括楼层的地面到天花板间隔以及边界厚度。

[0041] 图2示出了根据一些实施方式的与物理建筑物(例如图1中的建筑物190)对应的建筑物模型290a和290b的简化示例200。第一建筑物模型290a包括楼层220a-220d、边界厚度值206a-206d、地面到天花板间隔值202a-202d和地板到地板间隔值204a-204d。第二建筑物模型290b包括楼层220e-220h、边界厚度值206e-206h、地面到天花板间隔值202e-202h和地板到地板间隔值204e-204h。假设标记为楼层0的楼层为地下楼层。假设建筑物模型290a的标记为楼层1的楼层220b的地面为与地形的上表面垂直对准。相比之下,假设建筑物模型290b中的标记为楼层1的楼层220f的地面为与地形的上表面偏移达标记为边界厚度’的边界厚度值206e。

[0042] 在一些实施方式中,假设地板到地板间隔值在整个建筑物模型中是均匀的。在其他实施方式中,假设地板到地板间隔值在建筑物模型的一些或所有部分中是不均匀的。例如,对于楼层的子集,地板到地板间隔值可以较大(例如,在对酒店的大堂进行建模时)。

[0043] 在一些实施方式中,假设边界厚度值在整个建筑物模型中是均匀的。在其他实施方式中,假设边界厚度值在建筑物模型的一些或所有部分是不均匀的。例如,诸如在对大堂上方的天花板、大型会议室下方的地板等进行建模时,对于楼层的子集,边界厚度值可以较大。建筑物模型的顶部处的边界厚度值(也称为屋顶厚度)(如206d和206h)也可以大于建筑物模型的其余部分的边界厚度值。

[0044] 在一些实施方式中,考虑了住宅中人实际上可以位于的通常人口较少的地方,如阁楼或爬行空间。阁楼通常位于建筑物的顶部楼层之上,但在屋顶下方。阁楼通常不具有水平的平坦天花板,并且以屋顶和顶部楼层上方的地板/天花板厚度为界。爬行空间是垂直间隙很小的区域,通常位于建筑物下方,并且用于铺设布线、电缆、管道等。

[0045] 为了在对物理建筑物建模时考虑到阁楼,在一些实施方式中,会在估计楼层的顶部附近添加附加楼层,并且通常最大地板到天花板间隔值通常较小。在一些实施方式中,如果建筑物数据库提供了关于建筑物高度的统计数据,如最大高度(对应于屋顶的最顶端)或最小高度(对应于屋顶线或者屋顶的最低点),则可以计算出超过阈值(如2米)的差值。然后可以使用计算出的差来确定屋顶是否可能是倾斜的从而可以包含阁楼空间。这对于住宅来说可能比企业更为典型。如果建筑物数据库没有提供建筑物高度的最小值和最大值,则建筑物的给定高度可以是最小值/最大值,也或者可以是介于两者之间的一些度量,例如平均值或中位数。

[0046] 在一些实施方式中,如果建筑物数据库只提供了建筑物的一个高度,并且不知道

所提供的高度是否对应于该建筑物(即屋顶线)的最大高度或最小高度,则可以基于建筑物形态、建筑学趋势、建筑法规(即城市规则)、建筑物信息或其他信息来推断所提供的高度对应于最大高度还是最小高度。例如,如果根据建筑物数据库,某个建筑物的高度为5m,则该建筑物可以有两层(每层2.5m)并且具有平坦的屋顶,或者可以是单层房屋,并且地板到天花板间隔为3-3.5m,阁楼为1.5-2m。然而,如果建筑物位于郊区,例如圣何塞,而且已知邻近的住宅都是单层,或者建筑法规规定只能是单层住宅等,则5m的高度可以假设为屋顶最大高度,而不是屋顶线。相反,如果已知邻近的住宅具有多层,或者已知有关建筑物是公寓综合体,其单元意味着多层(即单元101、单元201),则5m的高度可以假设为屋顶线,因此是两层建筑物。

[0047] 为了在对物理建筑物建模时考虑爬行空间,在一些实施方式中,在估计楼的层底部附近添加附加的地下垂直间隔。例如,附加的地下垂直间隔通常不超过1m,以用于在构建估计楼层数时对爬行空间建模。这样的实施方式可以基于建筑学,使用建筑物地基的细节来推断是否存在爬行空间(例如,混凝土板上的房屋很可以没有爬行空间)。其他实施方式可以使用建筑物覆盖区来确定建筑物中是否存在阁楼或爬行空间。其他实施方式可以基于市场,一些市场如新奥尔良可能由于洪水风险而不具有地下特征。一些市场可以以尖屋顶为主(用于防雪),而另一些市场可以以平顶屋顶为主,这可以用于推断是否可能存在阁楼。

[0048] 建筑物模型的每个楼层都与一个或多个海拔包络相关联。海拔包络是由海拔包络最小值与海拔包络最大值界定的海拔范围,并且对应于移动装置的用户可能在物理建筑物的每个楼层上的实际位置,假设他们不会位于地板或天花板内部。

[0049] 对于使用均匀的地板到地板间隔值构建的建筑物模型,假设在层数=1处开始计数,并且地面与地形对准(即层数1应当具有为0m的最小海拔包络值),则海拔包络范围可以定义如下:

[0050] 海拔包络最小值=地板到地板间隔×(层数-1)(等式3),以及

[0051] 海拔包络最大值=(地板到地板间隔×层数)-(边界厚度)(等式4)。

[0052] 对于使用非均匀地板到地板间隔值构建的建筑物模型,假设在楼层数=1处开始计数,则海拔包络范围通常可以定义如下:

$$\text{海拔包络最小值} = \sum_{i=1}^{\text{关注层}-1} \text{地板到地板间隔}_i + \sum_{j=1}^{\text{关注层}-1} \text{边界厚度}_j$$

(等式5),

[0053] 以及

$$\text{海拔包络最大值} = \sum_{i=1}^{\text{关注层}} \text{地板到地板间隔}_i + \sum_{j=1}^{\text{关注层}-1} \text{边界厚度}_j$$

(等式6)

[0054] 在该惯例中,“关注层”是所考虑的最大楼层数,并且给定楼层的边界厚度高于地板到天花板间隔。

[0055] 对于使用均匀的地板到地板间隔值构建的建筑物模型,物理建筑物的地面层与地形未对准(例如,如图2中的建筑物模型290b所示),假设在楼层数=1处开始计数,则海拔包

络范围可以定义如下:

[0056] 海拔包络最小值=(地板到地板间隔×(层数-1)+(边界厚度’)(等式7),

[0057] 以及

[0058] 海拔包络最大值=地板到地板间隔×层数(等式8),

[0059] 其中,边界厚度’是在地形之上的边界厚度值(例如,图2中所示的边界厚度值206e)。

[0060] 对于使用非均匀地板到地板间隔值构建的建筑物模型,物理建筑物的地面层与地形未对准(例如,如图2中的建筑物模型290b所示),计数在楼层数=1处开始假设,则海拔包络范围可以定义如下:

$$\begin{aligned} \text{海拔包络最小值} = & \sum_{i=1}^{\text{关注层}-1} \text{地板到地板间隔}_i + \sum_{j=1}^{\text{关注层}-1} \text{边界厚度}_j \\ & + \text{边界厚度}' \quad (\text{等式 9}) \end{aligned}$$

[0061] 以及

$$\begin{aligned} \text{海拔包络最大值} = & \sum_{i=1}^{\text{关注层}} \text{地板到地板间隔}_i + \sum_{j=1}^{\text{关注层}-1} \text{边界厚度}_j \\ & + \text{边界厚度}' \quad (\text{等式 10}). \end{aligned}$$

[0062] 在该惯例中,“关注层”是所考虑的最大楼层数,给定楼层的边界厚度高于地板到天花板间隔,并且边界厚度’是高于地形的边界厚度值(例如图2中的边界厚度值206e)。

[0063] 根据一些实施方式,图3示出了为四层建筑物模型的每个楼层确定的海拔包络范围的示例表300。表300中的值是在假设建筑物模型的边界厚度为均匀的0.3m,地板到地板间隔为均匀的3m,并且使用等式3和等式4生成的,其中地板到地板间隔等于0.3m边界厚度加上2.7m地板到天花板间隔,并且最低非地下楼层的地面与地形的上表面对准。在实践中,由于层间隔在建筑物内可以不是恒定值,跨不同的建筑物也可以不是共同值,因此在一些实施方式中,假设存在各种可能的地板到地板间隔值,可以将这些楼层间隔值进行组合来计算总海拔包络分布。总海拔包络分布是一系列海拔范围(“海拔包络”),其中每个海拔范围都对应于与物理建筑物的特定楼层相关联的海拔。这种意义上的“分布”是海拔包络如何与建筑物的连续楼层数对应的表示。

[0064] 由于地板到地板间隔值的加法性质,因此建筑物模型内的较高楼层与较低楼层相比将具有更宽的可能海拔值范围。图4示出的示例表400示出了根据一些实施方式的计算确定的四层建筑物模型的海拔包络范围的两个分布,即“分布1”和“分布2”。表400中的分布1的海拔包络最小值和海拔包络最大值是使用等式3和等式4计算得出的,使用的是2.2m的均匀的地板到天花板间隔值和0.3m的边界厚度(即2.5m的地板到地板间隔值)。分布2的值是使用等式3和等式4计算得出的,使用的是均匀的2.7m的地板到天花板间隔值和0.3m的边界厚度(即3m的地板到地板间隔值)。

[0065] 虽然表400中仅示出了建筑物模型的两个海拔包络分布,但在一些实施方式中,海拔包络分布是针对广泛的地板到地板间隔值创建的。例如,可以通过以下方法来创建海拔包络分布集:生成每个地板到地板间隔值的海拔包络分布,从最小预期地板到天花板间隔

值(例如2.5m)开始,并且以均匀值(例如0.1m)递增地板到地板间隔值,直到达到最大预期地板到地板间隔值(例如4.5m)。地板到地板间隔值可以按所述的均匀值递增,或者可以按非均匀值递增。例如,在一些实施方式中,地板到地板间隔值可以是对数间距、具有重复间隔,或者可以根据特定间隔值进行加权。例如,在一些实施方式中,并非使地板到地板间隔值按0.1m的均匀值递增,直到达到4.5m,如2.5m、2.6m、2.7m……4.5m,地板到地板间隔值而是按递增率递增,如2.5m、2.6m、2.8m、3.5m……4.5m。或者,在一些实施方式中,对于多个分布,地板到地板间隔值保持固定,以用于在总海拔包络分布中为该间隔值提供更大权重,如2.5m、2.5m、2.5m……4.5m。在一些实施方式中,如下所述,然后对海拔包络分布集进行筛选(filter),以去除导致非物理的(例如,物理上不可能、不大可能或不切实际的)楼层或者建筑物模型的海拔包络分布。在一些实施方式中,从海拔包络分布集中筛选出的分布并不有助于总海拔包络分布。在其他实施方式中,从海拔包络分布集中筛选出的分布并不完全有助于总海拔包络分布(例如,它们的贡献被加权,使得与未从海拔包络分布集中筛选出的分布相比,它们对总海拔包络分布的贡献较小)。然后将任何剩余的海拔包络分布进行组合,以创建总海拔包络分布。

[0066] 在一些实施方式中,通过确定建筑物模型的每个楼层的总海拔包络最小值和总海拔最大值,来创建建筑物模型的总海拔包络分布。

[0067] 在其他实施方式中,海拔包络(即分布1、分布2等)中的每一个被确定为概率分布函数(均匀分布、高斯分布/正态分布或其他分布),并且当组合成总海拔包络分布时,总海拔包络分布可以类似于其峰值与加权海拔包络组合的峰值相对应的概率分布。例如,参照下面描述的图6,如果第一海拔包络分布602的2.2m的地板到天花板间隔值的权重高于第二海拔包络分布的2.7m的地板到天花板间隔值的权重,则总海拔包络分布606可以具有更多向较低端加权的楼层分布(即,606的层1范围更多集中于0-2.2m,而不是2.2m-2.7m)。

[0068] 在又一实施方式中,楼层的总海拔最小值是与该楼层相关联的每个海拔包络分布中的海拔包络的最小海拔包络最小值。同样,楼层的总海拔最大值是每个海拔包络分布中与该楼层相关联的海拔包络的最大海拔包络最大值。

[0069] 图5的楼层数查找表500示出了根据本实施方式构建的示例总海拔包络分布。如图所示,在一些实施方式中,如图4的表400所示,每个楼层的总海拔包络最小值是分布1或者分布2中该楼层的最小海拔包络值。同样,如图4的表400所示,每个楼层的总海拔包络最大值是分布1或分布2中该楼层的最大海拔包络值。在其他实施方式中,总海拔最小值在与每个海拔包络分布的楼层数相关联的海拔包络的海拔包络最小值的百分比(例如10%)范围内。类似地,在这样的实施方式中,总海拔最大值在与每个海拔包络分布的楼层数相关联的海拔包络的最大海拔包络最大值的百分比(例如10%)范围内。在其他实施方式中,每个海拔包络被确定为概率分布函数。这样的概率分布函数可以被集中(达到峰点)在跨与不同地板到地板间隔值对应的海拔包络分布有明显交叠的地方,并且总海拔包络分布可以集中在有多个海拔包络分布交叠的区域中。例如,在图4中,总海拔包络分布可以由分布1和分布2组合而成,其中总海拔包络分布可以集中在9m与9.7m之间,较少集中在7.5m与9m之间,并且较少集中在9.7m与11.7m之间。

[0070] 根据一些实施方式,图6示出了表400的海拔包络分布值和得到的楼层数查找表500的总海拔包络分布值的示例图形表示600。图形600包括第一海拔包络分布602、第二海

拔包络分布604、边界厚度622a-622f、总海拔包络分布606和包括楼层1-4的海拔包络范围的楼层数的图例610,其中每个楼层由唯一的填充图案指定。第一分布602中每个楼层的海拔包络范围与图4的表400中所示的分布1的值对应。同样,第二分布604中每个楼层的海拔包络范围与图4的表400中所示的分布2的值对应。边界厚度622a-622f被设置为固定值0.3m。如虚线所示,从第一海拔包络分布602和第二海拔包络分布604中选择最小海拔包络值和最大海拔包络值,以创建总海拔包络分布606。

[0071] 如本文所述,总海拔包络分布606的值被存储为层数查找表,以供之后检索。例如,在估计移动装置所在的物理建筑物时,可以检索与该物理建筑物相关联的总海拔包络分布,即层数查找表。在一些实施方式中,如果不确定移动装置位于哪栋物理建筑物中,则可以检索多个总海拔包络分布,每个分布都与移动装置可能位于的物理建筑物相对应。然后,检索到的总海拔包络分布可以用于将移动装置的估计海拔映射到每个物理建筑物的楼层数和/或楼层标签。

[0072] 例如,基于图5所示的楼层数查找表500的值,可以将7m的估计海拔转换或“映射”到层数3。由于可以存在交叠的海拔包络区域,因此也可以选择多个楼层数。例如,8m的海拔可以指示层数3或层数4,或者层数3(具有经指示的75%的可能性)或层数4(具有经指示的25%的可能性),其中百分比反映结果的置信度。在一些实施方式中,每个结果的置信度是根据与层数的形心(centroid)的距离导出的。下文将对确定和汇总估计楼层数及其关联的置信度进行进一步描述。

[0073] 在一些实施方式中,层数连同其各自的范围被预先计算一次(如下文详述),然后用于填充数据库以供随后查找,这些值只有在约束发生变化(建筑物进一步建造或拆除、数据库错误被确定和/或纠正等)时才被重新计算。

[0074] 根据一些实施方式,图7示出了使用海拔包络分布集构建的总海拔包络分布的另一示例。在该示例中,假设边界厚度较小。图中未示出地下室楼层/层数,但本文中公开的方法同样适用于地面水平以下有单层或多层的建筑物。图7包括示出海拔包络分布702的集合、使用海拔包络分布702生成的总海拔包络分布704和楼层数的图例710的图形700。

[0075] 在所示例中,海拔包络分布702包括各个海拔包络分布,每个海拔包络分布对应于从2.5m到4.5m的不同的地板到地板间隔值。在本示例中,没有对海拔包络分布702应用下文详细描述的海拔包络分布约束。因此,与较低层相比,总海拔包络分布704中的较高层具有不断变宽的海拔包络范围。例如,总海拔包络分布704中的层数7(“层#7”)的跨度约为17米至32米。如此宽的跨度使得使用来自总海拔包络分布704的值作为楼层数查找表来生成使用估计海拔的估计层数不太可能得到准确或有用的结果。

[0076] 在一些情况下,可以获得关于物理建筑物的具体的真实信息(例如,来自诸如建筑物数据库的数据源)。这样的信息可以包括建筑物中的实际楼层数、建筑物的实际高度等。然而,在许多情况下,只能获得一般性的区域性信息(例如,某个区域的最大建筑物高度、某个区域的最大楼层数等)。在没有关于物理建筑物信息的任何情况下,可以假设如本文所定义的楼层数1在地面上,这意味着楼层数1的海拔包络最小值(Altitude Envelope Min)在地形之上的高度值为0m,可以包括任何边界厚度。然而,与不假设任何约束相比,可以取决于建筑形态或建筑类型假设一些合理的约束,并且用于生成移动装置的估计海拔与估计建筑物楼层数之间更准确的映射。这样的海拔包络分布约束包括最低建筑物高度、最高建筑

物高度、最小楼层高度、最大楼层高度、最小楼层数和最大楼层数。通过使用这样的约束,在对物理建筑物进行建模时,可以有利地确定更严格的海拔包络分布。

[0077] 取决于选择了哪些海拔包络分布约束,可以确定四个不同的总分布,每个分布的质量各不相同。确定这些分布时可以考虑:1) 不使用任何约束;2) 约束楼层的数量(其可以包括或不包括地下室层数);3) 约束建筑物高度(其可以包括或不包括建筑物进入地面的深度);以及4) 同时使用前述两个约束。在海拔包络分布约束集(如果有)被选择之后,所选择的约束可选地用在生成海拔包络分布时,以及/或者可选地用于筛掉违反约束中的一个或更多个约束的任何海拔包络分布。除了这样的海拔包络分布约束外,还可以估计边界厚度,或者可以基于测量数据确定边界厚度。

[0078] 例如,如图8所示,在生成海拔包络分布时,可以使用对建筑物中的楼层数的海拔包络分布约束,并且在生成海拔包络分布后,可以将对最大建筑物高度的海拔包络分布约束应用于海拔包络分布。图8示出了根据一些实施方式的海拔包络分布值和得到的总海拔包络分布值的简化图形表示800。图形800包括来自图6的第一海拔包络分布602、第二海拔包络分布604、边界厚度622a-622f、第三海拔包络分布808、边界厚度822g-822i、总海拔包络分布606和楼层数的图例810。第三海拔包络分布808是使用4m的地板到地板间隔值生成的,并且边界厚度622a-622f和822g-822i被设置为0.3m的固定值。地下室楼层/层数未示出,但本文所公开的方法同样适用于具有地面水平以下的单层或多层的建筑物。

[0079] 如上所述,海拔包络分布可能受到建筑物中的最小或最大楼层数的约束。最大楼层数可以基于物理建筑物所在区域的一般信息。在一些实施方式中,当达到最大楼层数时,用于确定建筑物的每个楼层的海拔包络的过程会停止。在所示示例中,在生成分布602、604和808时,使用了对建筑物中的层数(即四)的海拔包络分布约束,并且在生成分布602、604和808后,应用了对最大建筑物高度(即12m)的海拔包络分布约束。由于这些约束,第三海拔包络分布808具有非物理楼层(即楼层数4)。第三海拔包络分布808中的楼层数4被认为是非物理楼层,因为它的高度包络只有半米多一点,因此,对于建筑物来说是不可行的楼层配置。由于分布808具有非物理楼层,因此在确定总海拔包络分布606时,从该分布中有利地排除了海拔值。如果没有对分布602、604和808应用建筑物高度约束,则第三海拔包络分布808也会对总海拔包络分布606有贡献。

[0080] 在一些实施方式中,选择海拔包络分布约束包括验证初始选择约束集的子步骤。在生成海拔包络分布时和/或在将约束应用于生成的海拔包络分布之前,可以验证使用之前初始选择的海拔包络分布约束集。

[0081] 例如,考虑给定区域的形态(如郊区,建筑物不会超过诸如20m的阈值),或者考虑给定区域的最大建筑物高度(如在芝加哥,建筑物不会高于区域的最高建筑物,如芝加哥的威利斯大厦),确定给定建筑物高度约束是否有效。在另一示例中,考虑给定区域的形态(例如,郊区,建筑物不会超过5层),或者考虑针对区域的最大建筑物楼层数(例如,建筑物的楼层数不会超过区域内层数最高的建筑物),确定对建筑物的楼层数的约束是否有效。

[0082] 除了验证初始约束集中的各个海拔包络分布约束外,还可以验证海拔包络分布约束的组合。例如,当假设特定的地板到地板间隔值和/或地板到天花板间隔值时,约束的一些组合可能导致非物理建筑物模型。例如,如果假设绝对最小地板到地板间隔值为2m(这是合理的,假设人们身高的上界),则要求建筑物具有八层的第一海拔包络分布约束和要求建

建筑物高度为10m的第二海拔包络分布约束的组合将导致非物理建筑物模型,因为每个楼层将只有1.25m高。在另一示例中,如果假设最大地板到地板间隔为5m,则具有10个楼层的100m的建筑物为非物理建筑物,因为每个得到的楼层的高度只有提出的建筑物高度的一半。

[0083] 本文公开了用于处理未通过验证的特定建筑物的各个海拔包络分布约束或海拔包络分布约束的组合(“非物理约束”)的若干选项。这些选项中的每一个可以共同或单独执行,并且包括:

[0084] i) 去除建筑物高度约束。如果确定建筑物高度约束对于建筑物所在区域来说是错误的或不可行的(例如,100m高的郊区房屋是不可能的,超过世界上最高的摩天大楼高度的摩天大楼高度是不可能的,等等),则可以执行该操作;

[0085] ii) 去除最大楼层数约束。如果对建筑物的楼层数的约束被确定为错误的或者对建筑物所在区域而言是不可行的(例如,具有10层的郊区住宅是不可能的,具有超过400层的摩天大楼是不可能的),则可以使用该方法;

[0086] iii) 取消楼层数约束和建筑物高度约束二者。如果对楼层数和建筑物高度二者的约束都被确定为是错误的或者对建筑物所在区域而言是不可行的,则可以使用该方法;

[0087] iv) 标记建筑物以用于离线核实,并且警告用户。离线人工核实具有进一步加强和验证建筑数据集的优势;以及/或者

[0088] v) 警告用户以及/或者什么也不做。这具有使用最少资源的优势。

[0089] 作为上述选项(i)或者最初仅选择一个海拔包络分布约束的情况的示例,图9示出了根据一些实施方式的仅使用对建筑物中的最大层数的约束(例如,由于建筑物高度约束被去除或者由于建筑物高度约束不可用)构建的总海拔包络分布的示例。在本示例中,假设边界厚度较小,并且楼层数1的海拔包络的最低海拔与0m的建筑物高度对准(即楼层从下向上堆叠)。图9包括图形900,其示出了海拔包络分布集902、使用海拔包络分布902生成的总海拔包络分布904以及楼层数的图例910。图中未示出地下室楼层/层数,但本文公开的方法同样适用于地面以下有单层或多层的建筑物。

[0090] 在示出的示例中,海拔包络分布902包括各个海拔包络分布,每个海拔包络分布对应于范围在从2.5m到4.5m的不同地板到地板间隔值。考虑被建模的建筑物具有八层的最大值的约束,分布902被构建。

[0091] 作为上述选项(ii)或者最初仅选择一个海拔包络分布约束的情况的示例,图10示出了根据一些实施方式的仅使用对最大建筑物高度的约束(例如,由于去除了最大楼层数约束被或者由于最大楼层数不可用)构建的总海拔包络分布的示例。与图9所示的示例类似,在该示例中,假设边界厚度较小,并且楼层数1的海拔包络的最低海拔与0m的建筑物高度对准(即楼层从下向上堆叠)。图10包括图形1000,其示出了海拔包络分布1002的集合、使用海拔包络分布1002生成的总海拔包络分布1004以及楼层数的图例1010。图中未示出地下室楼层/层数,但本文所公开的方法同样适用于地面以下有单层或多层的建筑物。

[0092] 在没有对最大层数的约束的情况下,分布1002被初始地构建,并且每个分布对应于范围从2.5m至4.5m的不同的地板到地板间隔值。然而,在应用了对最大建筑物高度的20m的约束后,从分布1002的集合中筛选出分布1002的子集(图示为带虚线的矩形),因为它们导致建筑物的顶部处的非物理楼层(未示出)。例如,地板到天花板间隔小于2.5m的建筑物

的最顶层为非物理楼层。因此,分布1002的不使用虚线表示的子集被用来生成总海拔包络分布1004。

[0093] 作为在计算上从下向上堆叠楼层的备选方法,可以在计算上从建筑物的屋顶向下堆叠楼层。在这样的实施方式中,根据一些实施方式,如图11所示,可以去除具有在建筑物的底部产生非物理楼层的楼层间隔的分布(例如,底层的地板到地板间隔小于2.5m)。在一些实施方式中,对于具有地下室层的建筑物,在计算上从建筑物的屋顶向下堆叠的分布可以延伸到地面下,并且不会基于非物理约束被去除。

[0094] 与图10所示的类似,在本示例中,假设边界厚度较小。然而,在图11中,楼层数8的海拔包络的最高海拔与20m的建筑物高度对准(即楼层是在计算上从上向下堆叠的)。图11包括图形1100,其示出了海拔包络分布1102的集合、使用海拔包络分布1102生成的总海拔包络分布1104以及楼层数的图例1110。图中未示出地下室楼层/层数,但本文中公开的方法同样适用于地面以下有单层或多层的建筑物。

[0095] 在没有对最大层数的约束的情况下,分布1102被初始构建,并且每个分布对应于范围为从2.5m至4.5m的不同地板到地板间隔值。然而,在应用了对最大建筑物高度的20m的约束后,从分布1102的集合中筛选出分布1102的子集(图示为带虚线的矩形),因为它们导致建筑物的底部处的非物理楼层(未示出)(例如,地板到天花板间隔小于2.5m的最底层)。因此,分布1102的不使用虚线表示的子集被用来生成总海拔包络分布1104。

[0096] 如上所述,在一些实施方式中,可以将两个海拔包络分布约束进行组合,以减少甚至比个体约束更多的可能的海拔包络分布的数量。根据一些实施方式,图12示出了在应用最大楼层数约束和最大建筑物高度约束时使用海拔包络分布集构建的总海拔包络分布的示例。与图10所示的类似,在该示例中,假设边界厚度较小,并且楼层数1的海拔包络的最低海拔与0m的建筑物高度对准(即楼层在计算上从下向上堆叠)。图12包括图形1200,其示出了海拔包络分布1202的集合、使用海拔包络分布1202生成的总海拔包络分布1204以及楼层数的图例1210。图中未示出地下室楼层/层数,但本文所公开的方法同样适用于地面以下有单层或多层的建筑物。

[0097] 使用对最大层数的约束(即最大为6层)来初始地构建分布1202,并且每个分布对应于范围为从2.5m至4.5m的不同的地板到地板间隔值。然而,在应用了对最大建筑物高度的20m的约束后,从分布1202的集合中筛选出分布1202的子集(图示为带虚线的矩形),因为它们导致建筑物的顶部处的非物理楼层(未示出)(例如,地板到天花板间隔小于2.5m的最顶层)。因此,分布1202的不使用虚线表示的子集被用来生成总海拔包络分布1204。如图所示,与图11的总海拔包络分布1104、图10的总海拔包络分布1004,尤其是图9的总海拔包络分布904相比,两个海拔包络分布约束(最大楼层数和最大建筑物高度)的组合有利地减少了总海拔包络分布1204的海拔包络之间的交叠。因此,使用总海拔包络分布1204的建筑物楼层数查找表将比使用总海拔包络分布1104、1004或904的建筑物楼层数查找表更加准确。此外,使用总海拔包络分布1204的建筑物楼层数查找表可以在不对相关联的物理建筑物进行昂贵的调查的情况下有利地生成,同时仍基于用户的估计海拔为该建筑物提供准确的估计楼层数。

[0098] 如上所述,作为在计算上从下向上堆叠楼层的备选,还可以在计算上从建筑物的屋顶向下堆叠楼层,并且可以去除在建筑物的底部产生非物理楼层的楼层间隔(例如,底层

的地板到地板间隔小于2.5m)。根据一些实施方式,图13示出了在应用最大楼层数约束和最大建筑物高度约束时使用海拔包络分布集构建的总海拔包络分布的示例。与图11所示的类似,在该示例中,假设边界厚度较小,并且楼层数6的海拔包络的最大海拔与20m的最大建筑物高度对准(即楼层从上向下堆叠)。图13包括图形1300,其示出了海拔包络分布1302的集、使用海拔包络分布1302生成的总海拔包络分布1304以及楼层数的图例1310。图中未示出地下室楼层/层数,但本文所公开的方法同样适用于地面以下有单层或多层的建筑物。

[0099] 使用对最大楼层数的约束(即最大6层)来初始地构建分布1302,并且每个分布对应于2.5m至4.5m的不同地板到地板间隔值。然而,在应用了对最大建筑物高度的20m的约束后,从分布1302的集合中筛选出分布1302的子集(以带虚线的矩形表示),因为它们导致建筑物的底部处的非物理楼层(未示出)(例如,地板到天花板间隔小于2.5m的最底层)。因此,分布1302的不使用虚线表示的子集被用来生成总海拔包络分布1304。如图所示,与图11的总海拔包络分布1104、图10的总海拔包络分布1004,尤其是图9的总海拔包络分布904相比,两个海拔包络分布约束(最大楼层数和最大建筑物高度)的组合有利地减少了总海拔包络分布1304的海拔包络之间的交叠。因此,使用总海拔包络分布1304的建筑物楼层数查找表将比使用总海拔包络分布1104、1004或904的建筑物楼层查找表更加准确。

[0100] 在一些实施方式中,总海拔包络分布可以包括使用不同技术生成的海拔包络分布的组合。例如,总海拔包络分布的底部部分可以包括从下向上形成的海拔包络分布(例如,如参照图12所示和描述的那样),并且总海拔包络分布的顶部部分可以包括从上向下形成的海拔包络分布(例如,如参照图13所示和描述的那样),以进一步减少海拔包络交叠。例如,总包络分布的上半部分可以包括与楼层数4-6对应的总包络分布1304的上半部分,并且海拔包络分布的下半部分可以包括与楼层数1-3对应的总海拔分布1204的下半部分。此外,如果估计或确定建筑物的楼层数为奇数(可以是输入的约束、由其他约束确定或者使用从建筑物数据库检索的数据),则建筑物的中间楼层可以是中间楼层处的1204和1304的组合,可以是取自1204的最小值和取自1304的最大值,也可以是取自1304的最大值和取自1204的最小值,或者一些其他组合。

[0101] 根据一些实施方式,图14示出了用于确定总海拔分布的过程1400的部分的简化示例。图中所示的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合仅用于说明和解释目的。其他实施方式可以实现不同的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合以实现类似的功能或结果。在一些实施方式中,过程1400的每个步骤在服务器(例如图1中的服务器130)和/或移动装置(例如图1中的移动装置120a-120e附近)处执行。用于生成建筑物的估计楼层数到估计楼层标签的映射的过程可以独立于本文公开的其他过程使用。

[0102] 在步骤1402处,为正在构建楼层数查找表的物理建筑物(例如,诸如图5所示的)选择海拔包络分布约束集。如上所述,这样的海拔包络分布约束包括最小建筑物高度、最大建筑物高度、最小楼层高度、最大楼层高度、最小楼层数和最大楼层数。在一些实施方式中,海拔包络分布约束集包括一个或更多个这样的约束。在其他实施方式中,不使用任何约束,并且约束集为空集。在一些实施方式中,服务器130基于用户提供的设置(如配置设置)、来自数据库的约束可以用性、相关数据库(如建筑物和/或地形数据库)中的数据的质量或者提供的设计或容差标准,选择或者使用海拔包络分布约束集。在其他实施方式中,海拔包络分布约束集由服务器130基于尝试各种约束以生成优化结果(例如,海拔包络之间的交叠最小

的总海拔包络分布)的迭代过程自动选择或使用。

[0103] 如上所述,在一些实施方式中,步骤1402包括验证初始选择的约束集的子步骤。例如,可以使用关于物理建筑物所在区域的建筑形态的一般信息来验证初始选择的约束集。如上所述,这种验证包括:在给定物理建筑物所在区域的建筑形态的情况下确定是否有任何约束是不可行的。

[0104] 在步骤1404处,生成初始海拔包络分布集,可选地使用所选择的海拔包络分布约束中的一个或更多的第一集合来生成初始海拔包络分布集。在第一实施方式中,每个海拔分布包括一个或更多个堆叠的海拔包络,每个海拔包络对应于物理建筑物的建筑物楼层数,并且与另一个海拔包络或者与初始点通过地板到地板间隔值或地板到天花板间隔值加上边界厚度值间隔开。关于第一实施方式,集合中的海拔包络分布中的每一个是使用范围从最小值(如2.5m)到最大值(如4.5m)的不同的地板到地板间隔值或地板到天花板间隔值确定的。例如,在图8中,海拔包络分布集包括分布602、604和808,其中分布602对应于2.5m的地板到地板间隔值,分布604对应于3m的地板到地板间隔值,并且分布808对应于4m的地板到地板间隔值。同样在图8所示的示例中,即在步骤1402处选择的第一海拔包络分布约束是对最大层数的约束,该最大层数等于四层。因此,分布602、604和808中的每一个被构建,使得仅包括四层的最大数目。

[0105] 在第二实施方式中,可以通过堆叠具有固定的地板到地板间隔值(如3m)的海拔包络来确定初始海拔包络分布集,直到达到或超过建筑物的高度。虽然这种方法简单,但它可能对误差累积敏感,尤其是对于较高楼层。

[0106] 在第三实施方式中,建筑物的初始海拔包络分布集可以通过将建筑物的高度除以其中的楼层数来确定,前提是这两个值都是已知的(例如,来自建筑物数据库)。例如,8m的两层建筑物可能具有:地面层,其海拔包络是从建筑物的底部开始跨越0m至4m;以及顶层,其海拔包络跨越4m至8m。然而,这样计算出的海拔包络边界清晰,不会相互交叠,并且可能无法正确表征接近边界值的用户。在给定示例中,4.001m的用户海拔将被分配到建筑物的顶层(其海拔包络跨越4m至8m),而没有反映出用户距离地面层的边界0.001m。

[0107] 与后两个实施方式相比,本文中公开的第一实施方式有利地能够考虑各种地板间隔值,并且从海拔包络分布中筛选非物理的地板到地板间隔值(即基于人体高度的不可能的短的楼层)。此外,本文中公开的第一实施方式有利地允许非均匀的地板到地板间隔值。与后两个实施方式相比,本文中公开的第一实施方式有利地允许生成楼层范围的缓冲区(即交叠的楼层范围),该缓冲区可以用于确定用户的海拔何时可以可信地分配到除确定楼层之外的一个或更多个相邻楼层。

[0108] 参照前面的示例,与没有交叠的简单方法相比,具有交叠的楼层范围(例如,建筑物的在海拔上从0跨越至4.25m的地面层和建筑物的在海拔上从3.75跨越至8.25m的顶层)有利地改进了楼层数估计。例如,4.001m的用户海拔将被映射为可能位于建筑物的地面层或顶层,而简单方法只能将用户位置分配到顶层。如果4.001m的用户海拔噪声大,并且碰巧出现几毫米的波动,则用户的楼层数就会在建筑物的地面层与顶层之间来回跳跃,而本文公开的一些实施方式则指定了两个交叠的楼层。此外,如果用户的海拔也具有 $4.5\text{m} \pm 0.4\text{m}$ 的确定的置信度/不确定度,则4.1m至4.9m之间的用户海拔范围的交叠部分就可以指示地面层或者顶层,而简单方法仍然只能指示顶层,从而导致楼层数估计噪声大,并且用户体验

差。

[0109] 返回到图14,在步骤1406处,将所选择的海拔包络分布约束中的第二个或更多个应用于海拔包络分布集,以对海拔包络分布集进行筛选。在图8所示的示例中,第二海拔包络分布约束(即在步骤1402中选择的)是对等于20m的最大建筑物高度的约束。在图8所示的示例中,由于对最大建筑物高度的约束产生了分布808的非物理建筑物,因此如上所述,从总海拔包络分布集中对分布808进行筛选,并且此后不用于生成总海拔包络分布606。

[0110] 在步骤1408处,剩余的海拔包络分布集用于确定总海拔包络分布。在步骤1406处未将所选择的海拔包络分布约束中的第二个或更多个应用于海拔包络分布集的情况下,剩余的海拔包络分布集与步骤1404处生成的初始海拔包络分布集相同。类似地,在没有选择约束的情况下,或者如果没有一个初始约束通过验证,则剩余的海拔包络分布集与在步骤1404处确定的初始海拔包络分布集相同。

[0111] 在步骤1410处,使用总海拔包络分布生成绝对总海拔包络分布。与相对于地形的总海拔包络分布的海拔值相比,绝对海拔包络分布的海拔值都是相对于参照系的绝对海拔值,例如椭球体上高度,即地球椭球体之上的高度。为了生成绝对总海拔包络分布,一旦估计出建筑物的总海拔包络分布,就将其与最低层的参考海拔值如椭球体以上高度值相加。最低层的参考海拔值可以通过多种方式确定,包括:

[0112] a) 查询建筑物覆盖区内的地形数据库,并且对跨建筑物覆盖区的结果求平均值。替选地,可以使用最小或最大地形或者一些其他统计度量;以及/或者

[0113] b) 查询建筑物的覆盖区之外的地形数据库(向外到某个缓冲区,如10m)并且求平均值。这对于在建模中可能无法充分处理建筑物拆除问题的地形数据库有帮助。替选地,可以使用最小或最大地形或者一些其他统计度量。对于位于斜面上的建筑物,并且最低楼层入口位于地形的最低部分上,则最小地形可能表示最低楼层的地面的海拔;以及/或者

[0114] c) 查询建筑物数据库(如果可用),以直接检索最低楼层的参考海拔值。

[0115] 在步骤1412处,绝对总海拔包络分布和可选的(相对)总海拔包络分布被存储以供立即或之后使用。在一些实施方式中,绝对总海拔包络分布作为楼层数查找表存储在数据库中,并且与物理建筑物相关联(例如,通过地址、建筑物名称或指示符和/或坐标,或者作为更大数据结构的一部分)。此外,在步骤1414处,可选地生成估计楼层数到估计楼层标签的映射。步骤1414的详情将在下文中参照图21进行描述。

[0116] 如下所述,楼层数查找表可以用于例如由服务器和/或移动装置通过使用移动装置的估计海拔和绝对总海拔包络分布来估计移动装置位于物理建筑物的哪个楼层上。因此,一旦建筑物的绝对楼层数分布已知(即已从存储装置中生成或检索),海拔数据(例如来自移动装置)就可以映射到楼层数。本文公开的用于i) 确定总海拔包络分布,ii) 使用海拔包络分布将移动装置的估计海拔(以及可选的海拔不确定性/置信度)映射到楼层数,以及iii) 将映射的楼层数报告给端点的过程和技术可以彼此结合使用或单独使用。也就是说,使用本文公开的技术和过程确定的总海拔包络分布可以与使用海拔包络分布将移动装置的估计海拔(以及可选的海拔不确定性/置信度)映射到楼层数的替选过程(即与本文公开的过程相比)和/或将映射的楼层数报告给端点的替选过程一起使用。同样,本文中公开的使用海拔包络分布将移动装置的估计海拔(以及可选的海拔不确定性/置信度)映射到楼层数的技术和过程可以与用于确定总包络分布的替选过程以及/或者用于将映射的楼层数报

告给端点的备选过程一起使用。此外,本文公开的用于将映射的楼层数报告给端点的技术和过程可以与用于确定总海拔包络分布的备选过程以及/或者用于使用海拔包络分布将移动装置的估计海拔映射到楼层数的备选过程一起使用。

[0117] 图15包括过程1500的一部分的简化示例,过程可以用作图14的步骤1412的第一实施方式,该第一实施方式用于使用绝对总海拔包络分布,基于移动装置的估计海拔来估计建筑物楼层数。示出的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合仅用于说明和解释目的。其他实施方式可以实现不同的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合,以实现类似的功能或结果。在一些实施方式中,过程1500的每个步骤都在服务器(例如图1中的服务器130)和/或移动装置处执行。基于移动装置的估计海拔(以及可选的海拔不确定性/置信度)使用绝对总海拔包络分布来估计建筑物楼层数的过程1500可以与本文公开的其他过程结合或单独使用。

[0118] 参照图16的示例图形1600描述过程1500的步骤,根据一些实施方式,该示例图形包括绝对海拔包络分布1606、图例1610和估计海拔1630a-1630b。在一些场景中,如下文所述,可能无法确定移动装置位于哪个建筑物中。在这种情况下,在一些实施方式中,过程1500的步骤是针对移动装置可以位于其中的可能建筑物列表中的每个建筑物执行的。在其他实施方式中,如果建筑物的分布相似,则可以将分布进行组合。

[0119] 在步骤1502处,识别移动装置的估计海拔(例如,1630a或1630b)。如上所述,移动装置的估计海拔可以基于移动装置的气压传感器对大气压力的测量结果和/或使用移动装置接收到的定位信号来确定。在一些情况下,估计海拔可以是在服务器处从移动装置接收到的估计海拔。在其他情况下,估计海拔可以从服务器或其他源获取。在一些实施方式中,整个海拔估计过程可以在移动装置处执行。在步骤1504处,对于绝对海拔包络分布的每个楼层数,如果估计海拔在与该层数对应的海拔包络内,则将该层数添加到估计层数列表。参照图16,如果来自步骤1502的估计海拔是估计海拔1630a,则估计层数列表将只包括层数4。然而,如果来自步骤1502的估计海拔是估计海拔1630b,则估计层数列表将包括层数4和层数3二者,因为基于其交叠,估计海拔1630b既在与层数4对应的海拔包络内,又在与层数3对应的海拔包络内。在步骤1506处,将估计楼层数列表返回给端点,例如移动装置的用户、第一响应者、计算机系统、服务器和/或启动过程1500的装置。

[0120] 图17包括过程1700的一部分的简化示例,过程可以用作图14的步骤1412的第二实施方式,该第二实施方式用于使用绝对总海拔包络分布来基于估计海拔估计建筑物楼层数。示出的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合仅用于说明和解释目的。其他实施方式可以实现不同的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合,以实现类似的功能或结果。在一些实施方式中,过程1700的每个步骤在服务器(例如图1中的服务器130)和/或移动装置处执行。基于移动装置的估计海拔(以及可选的海拔不确定性/置信度)使用绝对总海拔包络分布来估计建筑物楼层数的过程1700可以与本文公开的其他过程结合或单独使用。

[0121] 在一些情况下,如下文所述,可能无法确定移动装置在哪个建筑物中。在这种情况下,在一些实施方式中,过程1700的步骤针对移动装置可以位于其中的可能建筑物列表中的每个建筑物执行。

[0122] 过程1700的步骤参照图18的示例图形1800来描述,该示例图形包括绝对海拔包络分布1806、图例1810、估计海拔1830、第一垂直距离幅度1840、第二垂直距离幅度1842和垂直中心趋势1852a-1852d。

[0123] 在步骤1702处,识别移动装置的估计海拔(例如1830)。在一些情况下,估计海拔可以是使用移动装置确定的估计海拔,该移动装置位于建筑物内,与绝对海拔包络分布对应。在其他情况下,估计海拔可以是来自服务器或其他源检索的海拔值。

[0124] 在步骤1704处,对于绝对海拔包络分布(例如1806)的每个层数,计算与该层对应的海拔包络的垂直中心趋势(例如1852a-1852d)。在一些实施方式中,每个垂直中心趋势是对应的海拔包络的平均值或中值。例如,在一些实施方式中,海拔包络的垂直中心趋势可以计算如下:

$$[0125] \quad \text{中心趋势} = \frac{\text{海拔包络最小值} + \text{海拔包络最大值}}{2} \quad (\text{等式 11}).$$

[0126] 在步骤1706处,针对绝对海拔包络分布的每个海拔包络,计算估计海拔与垂直中心趋势之间的距离幅度。通过确定估计海拔值(例如1830)与该海拔包络的中心趋势(例如1852d、1852c)之间的差的绝对值来针对海拔包络计算距离幅度(例如1840、1842)。

[0127] 在步骤1708处,针对绝对海拔包络分布的每个层数,基于针对该层数的海拔包络的距离幅度,有条件地将该层数添加到估计层数列表。

[0128] 有条件地将楼层数添加到估计楼层数列表涉及:基于一个或多个指定条件将楼层数添加到估计楼层数列表。如果满足条件,则将楼层数添加到估计楼层数列表。如果不满足条件,则不将楼层数添加到估计楼层数列表。例如,在一些实施方式中,如果与和其他楼层数对应的距离幅度相比,该距离幅度是最小距离幅度,则将该楼层数添加到估计楼层数列表。在这种情况下,所有其他楼层数都被排除在估计楼层数列表之外。在其他实施方式中,如果楼层数的对应距离幅度小于给定阈值(例如5m),则将该楼层数添加到估计楼层数列表。在这样的实施方式中,所有其他楼层数都被排除在估计楼层数列表之外。在其他实施方式中,将所有层数都添加到估计层数列表,并且根据距离幅度以及从距离幅度映射的置信度对估计层数列表进行排序。在这些实施方式中的每一个中,估计层数列表还可以包括与估计层数中的每一个对应的距离幅度值。

[0129] 例如,参照图18,如果来自步骤1702的估计海拔是估计海拔1830,则估计楼层数列表可以仅包括楼层数4,因为距离幅度1840小于距离幅度1842。在其他实施方式中,如果距离幅度1840小于阈值并且距离幅度1842大于阈值,则估计楼层数列表可以只包括楼层数4。在其他实施方式中,估计层数列表可以包括所有层数,并且其会按从最小距离幅度到最大距离幅度被排序(即层数4、层数3、层数2,然后是层数1)。在步骤1710处,估计楼层数和/或楼层标签的列表被返回到端点(例如,返回到服务器、移动装置和/或启动过程1700的装置)。

[0130] 图19包括过程1900的一部分的简化示例,过程可以用作图14的步骤1412的第三实施方式,该第三实施方式用于使用绝对总海拔包络分布来基于估计海拔估计建筑物楼层数。示出的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合仅用于说明和解释目的。其他实施方式可以实现不同的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合,以实现类似的功能或结果。在一些实施方式中,过程1900的每个步骤在服务器(例如图1中的服务器130)和/或移动装置处执行。基于移动装置的估计海拔(以及可选的海拔不确定性/置信度)使用绝对总海拔包络分布来估计建筑物楼层数的过程1900可以与本文公开的其他过程结合或单独使用。

[0131] 在一些情况下,如下文所述,可能无法确定移动装置在哪个建筑物中。在这种情况下

下,在一些实施方式中,过程1900的步骤针对移动装置可以位于其中的可能建筑物列表中的每个建筑物执行。在一些实施方式中,如果建筑物的分布相似,则可以将分布进行组合。

[0132] 根据一些实施方式,参照图20的示例图形2000描述过程1900的步骤,该示例图形包括绝对海拔包络分布2006、图例2010、第一计算海拔交叠值2040、第二计算海拔交叠值2042、估计海拔2030和置信区间2031。

[0133] 在步骤1902处,识别移动装置的估计海拔数据(例如2030)。在一些情况下,估计海拔数据包括估计海拔以及与估计海拔对应的不确定性/置信区间,通常表示为 $X \pm Y$ m,尽管该区间也可以是不对称的($+Y$ m, $-Z$ m)。如图20所示,估计海拔数据2030包括估计海拔2030(其由圆点表示)以及对应的置信区间2031(其由以圆点为中心的须表示)。在一些实施方式中,估计海拔数据可以从移动装置接收。在其他情况下,估计海拔数据可以从服务器或者其他源检索。

[0134] 海拔数据的下界计算如下,当置信区间对称时,估计海拔置信度值是估计海拔置信区间的一半,或者当置信区间不对称时,估计海拔置信度值是估计海拔置信区间的一部分:

[0135] 下界 = (估计海拔) - (估计海拔置信度值) (等式12),并且海拔数据的上界被计算如下:

[0136] 上界 = (估计海拔) + (估计海拔置信度值) (等式13)。

[0137] 在一些实施方式中,置信区间或估计海拔置信度值的确定或计算如于2020年5月19日提交的美国专利第10,655,961号和/或于2021年9月7日提交的美国专利申请第17/447,027号所述,这两个美国专利的全部内容并入本文中。在其他实施方式中,置信区间或估计海拔置信度值已由另一个过程计算出。在其他实施方式中,置信区间或估计海拔置信度值是固定值。

[0138] 在步骤1904处,对于绝对海拔包络分布的每个楼层数,计算海拔数据与和该楼层对应的海拔包络之间的海拔交叠值。在一些实施方式中,本文所述的海拔数据包括估计海拔值,并且可选地包括与估计海拔相关联的海拔不确定性/置信度值。给定楼层的海拔交叠值可以包括垂直跨度(如5m)或交叠百分比(如10%),其中等式12的下界与等式13的上界之间的海拔范围与该楼层的海拔包络最小值和海拔包络最大值之间的海拔范围交叠。例如,在图20中,置信区间2031与楼层数4的海拔包络交叠达第一海拔交叠值2040。同样,置信区间2031与楼层数3的海拔包络交叠达第二海拔交叠值2042。

[0139] 在步骤1906处,对于绝对海拔包络分布的每个楼层数,基于计算出的该楼层数的交叠值,将该楼层数添加到估计楼层数列表。在一些实施方式中,如果与其他楼层数对应的计算海拔交叠值相比,该楼层数的计算海拔交叠值是最大计算海拔交叠值,则将该楼层数添加到估计楼层数列表。在这样的实施方式中,所有其他楼层数都会被排除在估计楼层数列表之外。在其他实施方式中,如果层数对应的经计算的海拔交叠值大于给定百分比阈值(例如20%)或者相对于海拔包络范围或移动装置的估计海拔范围测量的距离范围(例如3m),则将该层数添加到估计层数列表。在这样的实施方式中,所有其他层数都被排除在估计层数列表之外。在其他实施方式中,所有层数都被添加到估计层数列表,并且估计层数列表按其相应的经计算的海拔交叠值被排序。在这些实施方式中的每一个中,估计层数列表还可以包括估计海拔数据的相关联的置信区间。此外,在这些实施方式中的每一个中,估计

层数列表还可以包括每个楼层数的相关联的置信区间或不确定性。在步骤1908处,估计楼层数列表被返回到端点(例如,返回到服务器、移动装置和/或启动过程1900的装置)。

[0140] 由于用户的体验可以只与楼层标签(即所观察到的)而不是真正的楼层数对准,因此可能需要或希望将估计楼层数转换为对应的估计楼层标签。在一些实施方式中,首先编制用于去除和添加楼层标签的规则列表。这样的列表可以是特定于地理的、特定于形态的,或者特定于建筑类型的。例如,规则列表可以指定旧金山市中心的地理围栏内的所有建筑物都没有“层13”。在另一示例中,该列表可以指定蒙特利尔的邮政编码中的建筑物的“地面层”为底层,并且第1层位于地面层的正上方。在另一示例中,规则列表可以规定,北京10m以上的建筑物缺少所有带“4”的楼层标签。在另一示例中,规则列表可以将多个规则进行组合。这样的规则列表可以用特定的例外情况进行补充,例如已知遵循不同模式或者具有预定义楼层标签方案的特定建筑物。

[0141] 在一些实施方式中,建筑物中的不同楼层可以具有混合用途。例如,建筑物的北侧可以包括卧室和走廊,南侧可以包括阁楼空间。在这样的情况下,用户的2D位置在确定楼层标签时变得重要。

[0142] 图21示出了过程2100的一部分,过程是图14中所示步骤1414的示例实施方式,以根据一些实施方式可选地生成建筑物的估计楼层数到估计楼层标签的映射。示出的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合仅用于说明和解释目的。其他实施方式可以实现不同的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合,以实现类似的功能或结果。在一些实施方式中,过程2100的每个步骤在服务器(例如图1中的服务器130)和/或移动装置处执行。用于生成建筑物的估计楼层数到估计楼层标签的映射的过程可以与本文公开的其他过程结合或单独使用。

[0143] 在步骤2102处,建筑物的绝对总海拔分布的每个估计楼层数被映射到相同地命名的估计楼层标签(例如,由服务器)。例如,楼层数1被映射到“楼层数1”或“第一层”,楼层数2被映射到“楼层数2”或“第二层”,以此类推。术语“映射(map)”、“经映射的(mapped)”、“正映射(mapping)”和“转换(translate)”在该下文中指逻辑地、描述地和/或编程地使(例如,数据库、数据集或者其他数据对象中的)一个或更多个项目与一个或更多个其他项目相关联。

[0144] 在步骤2104处,基于区域和/或文化标准从映射中标记或去除楼层标签。例如,“第13层”、“第4层”、“第39层”在一些文化中可能被认为是“不吉利”的。在一些实施方式中,步骤2104涉及组合、识别或检索规则列表(其例如,来自服务器),该规则列表可以特定于区域或者包括建筑物到建筑物上下文。这样的规则与上述规则类似,例如旧金山的建筑物中不能有“第13层”。然后基于这些规则从映射中去除楼层标签。

[0145] 在步骤2106处,确定是否存在足够数量的楼层标签(即每个楼层数存在至少一个可用的楼层标签)。如果确定存在足够数量的楼层标签,则过程继续到步骤2108。

[0146] 在步骤2108处,(例如,由服务器)将新的楼层标签添加到适当位置(例如,“大厅”、“夹层”、“观测台”)的映射。在一些实施方式中,步骤2108涉及组合、识别或检索规则列表,这些规则列表可以是特定于区域的,或者可以是关于建筑物到建筑物上下文的(其例如,来自服务器)。这些规则与上述规则类似,例如,蒙特利尔的建筑物可以有“地面层”。然后基于这些规则将楼层标签添加到映射中。

[0147] 然后,在步骤2110处,将估计的楼层数与估计的楼层标签对准,并且丢弃过多的估

计楼层标签(例如,由服务器)。楼层标签数量过多是在步骤2106处确定的楼层标签数量不足的逆问题。例如,如果从映射中去除了估计的楼层标签“第13层”,则估计楼层数13将与楼层标签“第14层”对准。

[0148] 备选地,如果建筑物数据库包括所有可能的住宅单元编号,则这样的住宅单元编号的格式可以被解释为可行的楼层标签。例如,如果公寓楼群包括公寓编号101、102、201和202,则楼层标签可以使用公寓编号的第一位数字来为这样的楼群建立楼层标签1和2。或者,如果有楼层标签的附加来源(例如,建筑物中所有电梯库的电梯按钮列表,或者来自建筑物平面图中的楼层列表),则服务器可以使用这些信息来建立楼层标签。

[0149] 由于每个区域可以有数百个物理建筑物,并且每个建筑物可以有許多可能的楼层标签的排列(permutation),并且由于除了考虑可以包含已知公寓编号、电梯按钮信息等的大型数据集之外,还要考虑区域和文化规则的大型数据集,因此过程2100有利地由可操作为访问和操作大型数据集的一个或更多个服务器执行。

[0150] 如果在步骤2106处确定楼层标签的数量少于楼层数的数量,则过程继续执行到步骤2112,在该步骤处,将楼层标签的数量递增一或更大。然后,过程返回到步骤2102,以使用更大的可行楼层标签缓冲区进行重新处理。

[0151] 图22示出了过程2200的一部分,过程是根据一些实施方式的图14中所示步骤1412的示例实施方式。示出的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合仅用于说明和解释目的。其他实施方式可以实现不同的特定步骤、步骤的顺序和步骤的组合,以实现类似的功能或结果。在一些实施方式中,过程2200的每个步骤在服务器(例如图1中的服务器130)和/或移动装置处执行。

[0152] 根据一些实施方式,过程2200的一部分将参照图23中所示的图形2300进行描述。图形2300提供了操作环境的简化从上向下视图,其包括移动装置的估计位置的形心2302、形成2D(二维)置信区域2306的半径的估计位置的置信度2304、第一建筑物多边形2308、第二建筑物多边形2310和第三建筑物多边形2312。建筑物多边形是物理建筑物的至少二维从上向下的轮廓。建筑物多边形可以从建筑物、地形或拓扑数据集中存储和检索,如本领域公知的。图中还示出了交叠区域2320、2321和2322。交叠区域2320、2321和2322分别由该区域各自的建筑物多边形的交叠部分和置信区域2306的内部定义。

[0153] 在一些实施方式中,2D置信区域2306是均匀密度分布(例如,正态分布或其他分布)。在其他实施方式中,2D置信区域2306遵循非均匀分布,例如加权分布,即在靠近形心2302的地方权重较大,而在远离形心2302的地方权重较小。对于均匀分布,当根据移动装置最有可能位于哪个建筑物内被分类时,具有相同交叠区域(例如10%)的两个交叠建筑物覆盖区可以具有相同的重要性。然而,在2D置信区域2306遵循非均匀分布的实施方式中,距离形心2302较近的交叠区域的权重可以高于距离形心2302较远的类似大小的交叠区域。所应用的交叠区域权重可以在交叠区域被分类时使用以确定移动装置最有可能位于哪个建筑物内。

[0154] 在所示例中,第一建筑物多边形2308对应于位于“主街123号”处的建筑物,或者以名称或指示符(例如“帝国大厦”、“1号楼”、“A1”等)标识的建筑物,该建筑物高50m,有17层,在交叠区域2320处与2D置信区域2306有2.5%的交叠,并且与形心2302的最短距离为1.41个单位。也就是说,2D置信区域2306的2.5%与第一建筑物多边形2308交叠。

[0155] 第二建筑物多边形2310对应于位于“主街234号”处的建筑物,该建筑物高30m,有9层,与2D置信区域2306有7.3%的交叠区域2321,并且与形心2302的最近距离为1个单位。也就是说,2D置信区域2306的7.3%与第二建筑物多边形2310交叠。

[0156] 第三建筑物多边形2312对应于位于“主街345号”处的建筑物,该建筑物高20m,有6层,与2D置信区域2306有42.8%的交叠区域2322,并且与形心2302的最近距离为0个单位,因为形心位于2312内。也就是说,2D置信区域2306的42.8%与第三建筑物多边形2312交叠。

[0157] 返回到图22,在步骤2202处,确定估计用户位置(例如,位于形心2302处)和估计用户海拔(即,3D(三维)估计位置)。在一些情况下,可以使用移动装置(即用户携带的装置)确定估计用户位置和估计海拔,并且可以参考移动装置的估计位置和/或估计海拔。在其他情况下,估计用户位置和估计海拔可以是服务器或其他数据源检索的值。如上所述,在一些实施方式中,移动装置的2D位置可以使用在移动装置处接收到的定位信号来确定。移动装置的海拔可以使用类似的定位信号和/或基于使用移动装置的气压传感器进行的大气压力测量来确定。

[0158] 在步骤2204处,识别与估计用户位置对应的一个或更多个物理建筑物。对于估计的3D定位(例如,包括所有3D不确定性的圆柱体积或椭球体等),与估计位置的2D置信区域(例如,2306)交叠的所有建筑物多边形都被包括在用户装置可以位于其中的一组潜在建筑物内。例如,如图23所示,2D置信区域2306与建筑物多边形2308、2310和2312交叠。因此,潜在建筑物初始集包括与建筑物多边形2308、2310和2312对应的建筑物。在一些实施方式中,如果潜在建筑物的高度与估计位置的估计海拔不交叠,则可以从该集合中去除这些建筑物。例如,如果用户装置的估计海拔为100m,则高度小于100m(或者小于100m和一些缓冲区,以考虑四舍五入、海拔不确定性和建筑物数据库不确定性)的任何建筑物都将从潜在建筑物集合中去除(例如,如果用户被估计在帝国大厦顶层附近,并且具有400m的2D不确定性,则用户不可能在其他建筑物中,因此可以推断出比所提供的更好的2D不确定性)。参照图23,由于形心2302靠近第三建筑物多边形2312,因此“主街345号”可能是最靠近的建筑物,并且将在返回的可能建筑物及其各自的楼层估计列表中被分类为第一位。然而,如果形心2302处的估计位置的海拔值在主街345号的可行的楼层范围之外,则可以将该建筑物从列出潜在建筑物的应用编程接口(API)响应中去除。

[0159] 在一些实施方式中,如果潜在建筑物集合中的剩余建筑物的数量等于零,则存在几种选项,包括以下任意组合:不向用户返回估计楼层数,警告用户在估计位置的区域内未检测到对应的建筑物,和/或使用估计楼层数“基本情况”。估计层数基本情况假设对建筑物高度或楼层数没有约束,并且使用过程2200将与估计位置相关联的椭球体以上高度或地形以上高度转换为估计楼层数和估计楼层数置信度,但警告用户未检测到建筑物。

[0160] 在一些实施方式中,如果潜在建筑物集合中的剩余建筑物的数量等于一,则使用过程2200将与估计位置相关联的椭圆形以上高度或地形以上高度转换为估计楼层数和估计楼层数置信度。

[0161] 在一些实施方式中,如果潜在建筑物集合中的剩余建筑物的数量大于1,则对于潜在建筑物集合中的每个建筑物,使用过程2200将与估计位置相关联的椭圆形以上高度或地形以上高度转换为估计楼层数和估计楼层数置信度。在一些实施方式中,将每个建筑物的估计楼层数单独列出但按可能的建筑物排序返回给用户。在一些实施方式中,可以通过计

算形心(例如2302)与每个建筑物多边形之间的距离度量并且按该度量分类,来估计最可能的建筑物。在这样的实施方式中,该度量是平均距离、中位数距离或2D置信区域(例如2306)与建筑物多边形的交叠。在其他实施方式中,可以根据与2D置信区域(例如2306)的交叠百分比对潜在建筑物进行分类。

[0162] 在其他实施方式中,该度量是对交叠面积的测量,并且建筑物可以按照与用户的2D置信区域交叠的建筑物多边形的面积而不是按照百分比被分类。在其他实施方式中,该度量是交叠比例,并且可以按照交叠建筑物多边形与用户的2D置信区域的交叠比例对建筑物进行分类。交叠比例的计算是将交叠面积除以建筑物多边形的总面积。因此,与用户的2D置信区域完全地交叠的非常小的建筑物多边形将被分类在与用户的2D置信区域部分地交叠的非常大的建筑之前。

[0163] 在其他实施方式中,可以只包括集合中的建筑物,或者如果与室外有明显交叠(即与建筑物没有明显交叠),则可以将“室外”作为选项。

[0164] 返回来再看图22,在步骤2206处,识别与集合中每个的潜在建筑物对应的绝对总海拔包络分布。在一些实施方式中,从服务器或数据库检索绝对总海拔包络分布,该服务器或数据库用于存储绝对总海拔包络分布,如过程1400的步骤1412所述。在步骤2208处,对于潜在建筑物集合中的每个建筑物,使用该建筑物的估计海拔和绝对总海拔包络分布来确定估计楼层数列表。在一些实施方式中,除了估计楼层数之外或者代替估计楼层数,还使用参照图21所述的估计楼层数到估计楼层标签的映射来确定估计楼层标签。

[0165] 在步骤2210处,在组合了潜在建筑物的集合并且为该集合中的每个建筑物计算了相关联的估计楼层数(具有范围)之后,可以将估计楼层数报告或返回给端点(例如,用户、移动装置、服务器或者启动过程2200的装置)。在一些实施方式中,估计楼层数经由应用编程接口(API)返回给端点。本文公开的用于生成返回给端点的API响应的内容的技术和过程可以与本文公开的其他过程结合或单独使用。

[0166] 在一些实施方式中,API响应的一般形式可以是估计楼层数 = {{ADDRESS0, FLOORRANGE0, STATUS0}, {ADDRESS1, FLOORRANGE1, STATUS1}, ...}。例如,如果用户的地形以上高度等于(26+/-3)米,并且用户的位置与三个建筑物交叠,如图23所示,则潜在建筑物集合中可以排除一个太矮的建筑物(即:主街345号)、并且剩余的建筑物可以按照到用户形心的距离被分类,例如,估计楼层数 = {{“主街234号”, “8+/-1”, “”}, {“主街123号”, “10+/-2”, “”}}。在一些实施方式中,到用户形心的距离作为API响应的一部分被返回。在一些实施方式中,到用户形心的距离作为API响应的一部分被返回,并且这些结果由接收系统来分类。

[0167] 在其他实施方式中,楼层表示还可以定义为楼层范围,例如,估计楼层数 = {{“主街234号”, “7,8,9”, “”}, {“主街123号”, “8,9,10,11”, “”}}。替选地,可以用非对称误差来定义楼层表示,例如,估计楼层数 = {{“主街234号”, “8+/-1”, “”}, {“主街123号”, “10+/-2”, “”}}。

[0168] 在其他实施方式中,矮楼可以被包括在API响应中,但其状态会被标记,例如,估计楼层数 = {{“主街345号”, “”, “矮楼”}, {“主街234号”, “8+/-1”, “”}, {“主街123号”, “10+/-2”, “”}}。

[0169] 在其他一些实施方式中,由于室外部分是最大的交叠部分,因此可以将室外部分包括在API响应中,例如,估计楼层数 = {{“室外”, “”, “”}, {“主街234号”, “8+/-1”, “”},

{“主街123号”, “10+1/-2”, “”} }。

[0170] 在另一些实施方式中, 楼层表示可以用置信度百分比来定义, 例如, 估计楼层数 = {{“主街234号”, “8(80%), 7(10%), 9(10%)”, “”}, {“主街123号”, “10(60%), 9(10%), 8(10%), 11(20%)”, “”}}。

[0171] 在其他实施方式中, 楼层或地址表示可以按照置信度百分比被排列, 但不公开各个置信度, 例如, 估计层数 = {{“主街234号”, “8, 7, 9”, “”}, {“主街123号”, “10, 9, 8, 11”, “”}}。

[0172] 在其他实施方式中, 楼层表示可以是置信度最高的楼层/最可能的楼层(公开或不公开置信度), 后面是楼层的范围(公开或不公开置信度), 例如, 估计楼层数 = {{“主街234号”, “8(80%), [8(80%), 7(10%), 9(10%)]”, “”}, {“主街123号”, “10(60%), [10(60%), 9(10%), 8(10%), 11(20%)]”, “”}}, 估计楼层数 = {{“主街234号”, “8, [8, 7, 9]”, “”}, {“主街123号”, “10, [10, 9, 8, 11]”, “”}}。

[0173] 在其他实施方式中, 楼层表示可以用置信度百分比定义, 但只返回每个建筑物的置信度值最高的楼层, 例如, 估计楼层数 = {{“主街234号”, “8(80%)”, “”}, {“主街123号”, “10(60%)”, “”}}。

[0174] 在其他实施方式中, 地址表示可以用百分比置信度以及绝对置信度值来定义, 例如, 估计楼层数 = {{“主街234号(50%)”, “8+/-1”, “”}, {“主街123号(30%)”, “10+/-2”, “”}}。

[0175] 在其他实施方式中, 如果有关于无人居住的建筑物的附加信息, 则可以从API接口响应中去除这些信息, 或者向用户发出警告。例如, 如果234号大街是一栋废弃建筑, 例如, 估计楼层数 = {{“主街123号”, “10+/-2”, “”}}, 或者估计楼层数 = {{“主街234号”, “8+/-1”, “无人居住”}, {“主街123号”, “10+/-2”, “”}}。

[0176] 在其他实施方式中, 如果可以获得关于受限或禁区(例如无人值守的服务器机房)的楼层数的附加信息, 则可以从API响应中去除这些楼层数。例如, 如果主街234号有楼层8作为服务器机房, 则, 估计楼层数 = {{“主街234号”, “7, 9”, “”}, {“主街123号”, “10+/-2”, “”}}。

[0177] 在其他实施方式中, 建筑物表示可以用置信度百分比来定义, 但只返回置信度值最高的建筑物, 例如, 估计楼层数 = {{“主街234号(60%)”, “8+/-1”, “”}}。

[0178] 在其他实施方式中, 楼层表示和建筑物表示可以用置信度百分比来定义, 但只返回置信度值最高的建筑物和置信度值最高的楼层, 例如, 估计楼层数 = {{“主街234号(60%)”, “8(80%)”, “”}}。

[0179] 关于过程1400和本文所述的其他过程, 由于每个地理区域可以有数百甚至数千个物理建筑物, 并且每个建筑物可以有楼层数和楼层标签的许多可能的排列, 并且除了考虑可以包含已知公寓编号、电梯按钮信息等的大型数据集之外, 还考虑了区域和文化规则的大型数据集, 因此本文公开的过程有利地由一个或更多个移动装置和/或服务器执行而不是手动执行。这是因为这样的移动装置可以操作为测量物理大气效应, 并且将表示这些测量结果的数据发送到一个或更多个服务器, 这些服务器可以操作为访问大型数据集并且对其大型数据集进行操作。例如, 选择海拔包络分布约束、验证海拔包络分布约束、构建海拔包络分布的范围、将海拔包络分布约束应用于海拔包络分布、生成结果总海拔包络分布, 以

及生成绝对总海拔包络分布对于区域来说可能要重复数百甚至数千次。此外,如果不考虑数百也可能考虑数千个区域。由于本文中公开的过程有利地由移动装置和/或服务器执行,因此与涉及勘测建筑物和/或手动检索和手动创建这样的映射的手动过程相比,为任何数量的区域提供估计海拔到估计楼层数和/或楼层标签映射的数据集可以有利地以低成本快速创建。

[0180] 在一些实施方式中,如果需要,可以选择性地选择每个楼层数的总楼层分布,以加强对单个楼层分布的约束。在一些实施方式中,地板到地板间隔、地板到天花板间隔以及边界厚度确实需要在整个建筑物中保持统一。在一些实施方式中,可以使用类似技术映射地下楼层(即地下室层),尽管建筑物深度(类似于建筑物高度)可能没有很好地文件化,也不容易评估,并且地下室楼层数可能没有很好地文件化,也不容易评估。在这种情况下,可以关于通风和建筑地基进行一些假设,以限制地面以下楼层和/或建筑物深度的数量。此外,在一些实施方式中,可以直接对地面以下层数/楼层和/或深度进行假设。例如,一个假设可以是,建筑物的地面以下层数/楼层不超过五层,深度不超过20m,或者地面以下层数/楼层不超过五层,深度总和不超过20m。还可以基于建筑物所在的地理区域,对建筑物深度和地面以下层数/楼层作出其他假设。

[0181] 由于建筑物楼层可以合理地假设为水平(或平坦)的,而地形不一定是水平的,因此在一些实施方式中,优选地直接使用建筑物的绝对总海拔包络分布,而不是移动装置的地形上高度值,来将移动装置的椭球体上高度海拔值转换为下文所述的估计楼层数。例如,在建于倾斜地形上的建筑物中,建筑物的一侧有位于地下的低层部分,当用户在不改变楼层的情况下围绕建筑物的楼层水平行走时,椭球体上高度值预计不会有太大变化。然而,如果下面的地形数据库指示是斜坡地形(已被挖掘出来用于建造建筑物),则移动装置的地形上高度值可以会发生变化。因此,地形上高度可能不如椭球体上高度稳定,并且可能会无意中造成估计楼层数报告的错误。

[0182] 如上所述,移动装置的估计海拔数据可以通过多种方式测量,如椭球体上高度(HAE)、平均海平面(MSL)、地形上高度(HAT)等。如果建筑物数据库包括以相对于地面的高度(即HAT)测量/表示的数据,即建筑物数据库提供了不同楼层/楼层数的总海拔包络分布,则移动装置的估计海拔数据就需要在必要时通过本领域已知的过程转换为HAT。此外,如果建筑物数据库包括以绝对高度(即HAE或MSL)测量/表示的数据,即建筑物数据库提供了不同楼层/楼层数的绝对总海拔包络分布,则移动装置的估计海拔数据将根据需要通过本领域已知的过程转换为HAE或MSL。然而,由于直接使用HAT存在上述约束,因此需要谨慎行事。

[0183] 本文的公开内容所描述的或以其他方式实现的任何方法(也被称为“过程”或“方法”)可以由硬件部件(例如,机器)、软件模块(例如,存储在机器可读介质中)或其组合来实现。特别地,由本文的公开内容所描述的或以其他方式实现的任何方法可以由本文描述的任何具体和有形的系统来实现。作为示例,机器可以包括一个或更多个计算装置、处理器、控制器、集成电路、芯片、片上系统、服务器、可编程逻辑器件、现场可编程门阵列、电子装置、专用电路系统和/或本文描述的或本领域以其他方式已知的其他合适的装置。本文设想了包括程序指令的一个或更多个非暂态机器可读介质,所述程序指令在由一个或更多个机器执行时使所述一个或更多个机器执行或实现包括本文描述的任何方法的步骤的操作。如

本文所使用的,机器可读介质包括可以在本申请提交的管辖范围的法律下授予专利的所有形式的机器可读介质(包括但不限于,一个或更多个非易失性或易失性存储介质、可移除或不可移除介质、集成电路介质、磁存储介质、光存储介质、或任何其他存储介质,包括RAM、ROM和EEPROM),但是不包括不能在本申请提交的管辖范围的法律下授予专利的机器可读介质(例如,暂态传播信号)。本文中公开的方法提供了执行的规则的集合。本文还设想了包括一个或更多个机器和一个或更多个非暂态机器可读介质的、用于实现本文描述的任何方法的系统。本文还设想了执行或实现、或者被配置成、可操作成或适于执行或实现包括本文所述的任何方法的步骤的操作的一个或更多个机器。本文描述的并非现有技术的每个方法表示在表征地形之上的高度的置信度的领域中提供显著优势的处理流程中的特定规则集合。本文所描述的方法步骤可以是与顺序无关的,并且可以并行地或以与所描述的顺序不同的顺序执行,如果可能这样做的话。如本领域普通技术人员将理解的,本文描述的不同方法步骤可以被组合以形成任何数量的方法。本文中所公开的任何方法步骤或特征可以出于任何原因从权利要求中省略。为了避免模糊本公开内容的概念,未在附图中示出某些公知的结构和装置。当两个事物彼此“耦接”时,那两个事物可以直接连接在一起,或者被一个或更多个介入物分开。在没有线或介入物连接两个特定事物的情况下,除非另有说明,否则在至少一个实施方式中设想那些事物的耦接。在一个事物的输出端和另一事物的输入端彼此耦接的情况下,即使信息经过一个或更多个介入物,从输出端发送的信息也以其输出的形式或其修改版本被输入端接收。除非另有说明,否则任何已知的通信路径和协议都可以用于发送本文公开的信息(例如,数据、命令、信号、比特、符号、芯片等)。词语“包括”、“包含”、“含有”、“具有”等应被解释为包含性的含义(即,不限于),而不是排他性的含义(即,仅由其组成)。除非另有说明,否则使用单数或复数的词语也分别包括复数或单数。除非另有说明,否则在具体实施方式中使用的词语“或”和词语“和”涵盖列表中的任何项和所有项。词语“一些”、“任何”和“至少一个”指的是一个或更多个。术语“可能”或“可以”在本文中被用来指示示例,而不是要求——例如,可能执行或可以执行操作、或者可能具有或可以具有特性的事物不需要在每个实施方式中执行该操作或具有该特性,而是在至少一个实施方式中该事物执行该操作或具有该特性。除非描述了备选方法,否则可以使用已知技术(例如,请求组件经由查询或其他已知方法来请求来自于源的数据,源搜索并定位该数据,并且源收集数据并将其发送至请求组件,或者其他已知技术)实现对来自数据源的数据的访问。

[0184] 图24示出了根据一些实施方式的发送器2401、移动装置2402和服务器2403的部件。通信路径的示例通过部件之间的箭头示出。

[0185] 作为示例,在图24中,每个发射器2401可以包括:用于与移动装置(例如,本领域已知的或本文以其他方式公开的天线和RF前端部件)交换信息的移动装置接口11;一个或更多个处理器12;用于提供信息和/或程序指令的存储和检索的存储器/数据源13;用于测量发射器处或发射器附近的环境条件(例如,压力、温度、湿度、其他)的(一个或多个)大气传感器14;用于与服务器交换信息的服务器接口15(例如,天线、网络接口或其他);以及本领域普通技术人员已知的任何其他部件。存储器/数据源13可以包括存储具有可执行指令的软件模块的存储器,并且处理器12可以通过执行来自模块的指令来执行不同的动作,包括:(i)执行本文所述的部分或全部方法或者本领域技术人员理解为可以在发送器处执行的其他方法;(ii)使用所选择的时间、频率、代码和/或相位生成用于发送的定位信号;(iii)处

理从移动装置或其他源接收的信号;或者(iv)本公开内容所述操作所需的处理。由发射器生成和发射的信号可以携带不同信息,所述不同信息一旦由移动设备或服务器确定,便可以识别以下项:发射器;发射器的定位;在该发射器处或该发射器附近的环境条件;和/或本领域已知的其他信息。(一个或多个)大气传感器14可以与发射器集成在一起,或者与发射器分离并与发射器共处一地或位于发射器附近(例如,在阈值距离量内)。

[0186] 作为示例,在图24中,移动装置2402可以包括:用于与发射器(例如,本领域已知的或本文以其他方式公开的天线和RF前端部件)交换信息的发射器接口21;一个或更多个处理器22;用于提供信息和/或程序指令的存储和检索的存储器/数据源23;用于测量移动装置处的环境条件(例如,压力、温度、其他)的(一个或多个)大气传感器24(例如气压计和温度传感器);用于测量其他条件的(一个或多个)其他传感器25(例如,用于测量移动和取向的惯性传感器);用于允许用户提供输入并接收输出的用户接口26(例如,显示器、键盘、麦克风、扬声器、其他);用于与服务器或移动装置外部的其他装置交换信息的另一接口27(例如,天线、网络接口或其他);以及本领域普通技术人员已知的任何其他部件。设想了GNSS接口和处理单元(未示出),其可以与其他部件(例如,接口21和处理器22)或独立天线、RF前端以及专用于接收和处理GNSS信令的处理器集成在一起。存储器/数据源23可以包括存储具有可执行指令的软件模块的存储器,并且处理器22可以通过执行模块中的指令来执行不同的操作,包括:(i)执行本文所述或本领域普通技术人员理解为可以在移动装置上执行的部分或全部方法;(ii)基于来自移动装置和发送器的压力的测量值、来自发送器或其他源的溫度测量值以及计算所需的任何其他信息,估计移动装置的海拔;(iii)处理接收的信号以确定位置信息(例如,信号的到达或行进时间;移动装置与发送器之间的伪范围;发送器大气状况;发送器和/或位置或其他发送器信息);(iv)使用位置信息来计算移动装置的估计位置;(v)基于来自移动装置的惯性传感器的测量值来确定移动;(vi)GNSS信号处理;或者(vii)本公开内容所述操作所需的处理。

[0187] 作为示例,在图24中,服务器2403可以包括:用于与移动装置(例如,天线、网络接口或其他)交换信息的移动装置接口31;一个或更多个处理器32;用于提供信息和/或程序指令的存储和检索的存储器/数据源33;用于与发射器(例如,天线、网络接口或其他)交换信息的发射器接口34;以及本领域普通技术人员已知的任何其他部件。存储器/数据源33可以包括存储具有可执行指令的软件模块的存储器,并且处理器32可以通过执行模块中的指令来执行不同的操作,包括:(i)执行本文所述或本领域普通技术人员理解为可以在服务器上执行的部分或全部方法;(ii)估计移动装置的海拔;(iii)计算移动装置的估计位置;或者(iv)本公开内容所述操作所需的处理。如本文所述由服务器执行的步骤还可以在远离移动装置的其他机器——包括企业的计算机或任何其他合适的机器——上被执行。

[0188] 本文公开的某些方面涉及估计移动装置的地点——例如,其中该地点用以下项来表示:纬度、经度和/或海拔坐标;x坐标、y坐标和/或z坐标;角坐标;或其他表示。可以使用各种技术来估计移动装置的地点,所述各种技术包括三边测量,该三边测量是使用几何形状来使用由移动装置从不同信标(例如,地面发射器和/或卫星)接收的不同“定位”(或“测距”)信号行进的距离来估计移动装置的地点的过程。如果地点信息例如来自信标的定位信号的发射时间和接收时间是已知的,则这些时间之间的差乘以光速将提供该定位信号从该信标到移动装置行进的距离的估计。与来自不同信标的不同定位信号对应的不同估计距离

可以与例如那些信标的位置的地点信息一起用来估计移动装置的地点。基于来自信标(如发送器和/或卫星)和/或大气测量值的定位信号估计移动装置的位置(以纬度、经度和/或海拔表示)的定位系统和方法在于2012年3月6日颁发的共同授予的美国专利第8,130,141号以及于2015年6月16日颁发的美国专利第9,057,606号中均有描述。注意,术语“定位系统”可以是指卫星系统(例如,全球导航卫星系统(GNSS),例如GPS、格洛纳斯(GLONASS)、伽利略(Galileo)和罗盘/北斗(Compass/Beidou))、地面发射器系统和混合卫星/地面系统。

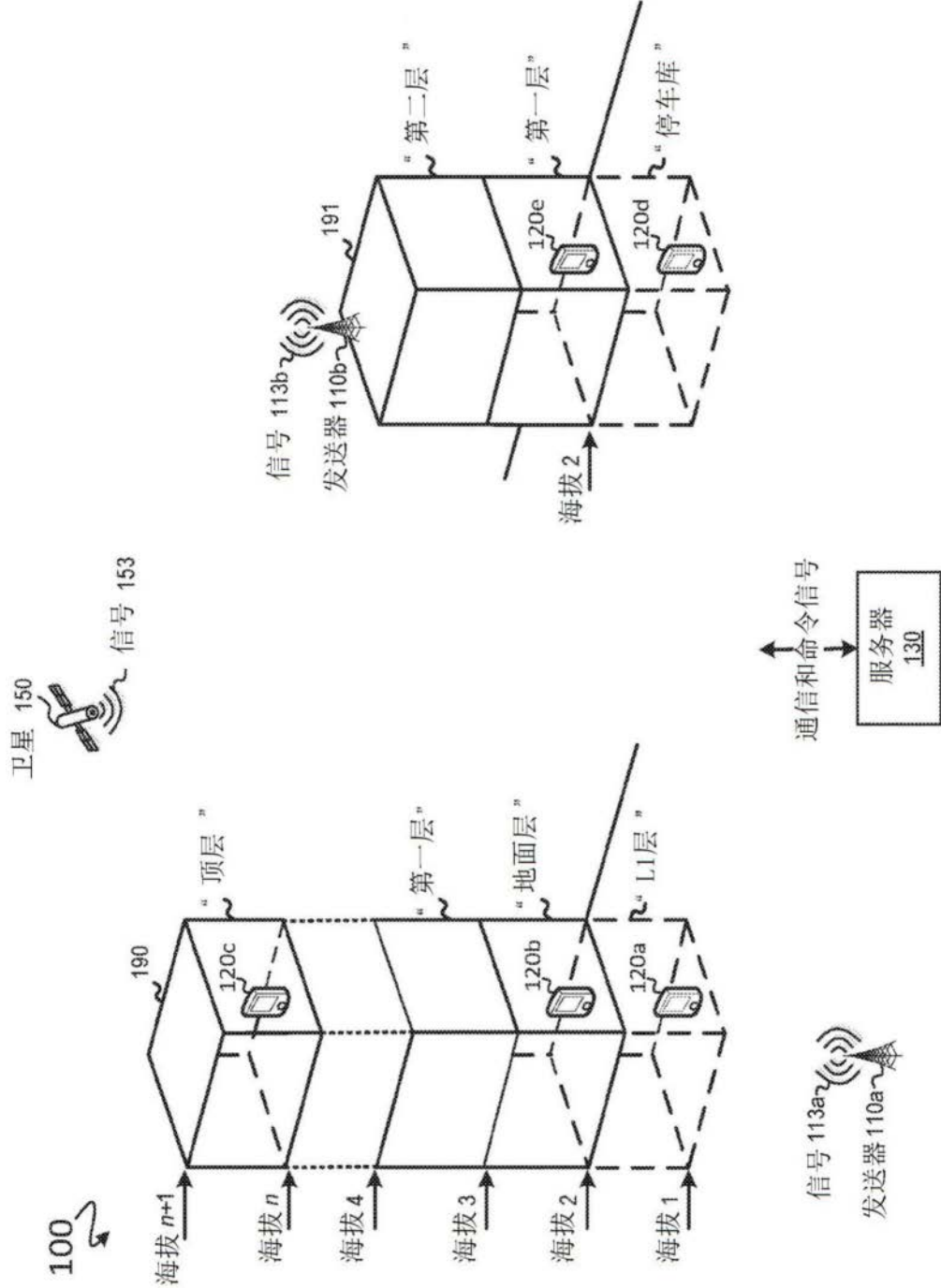


图1

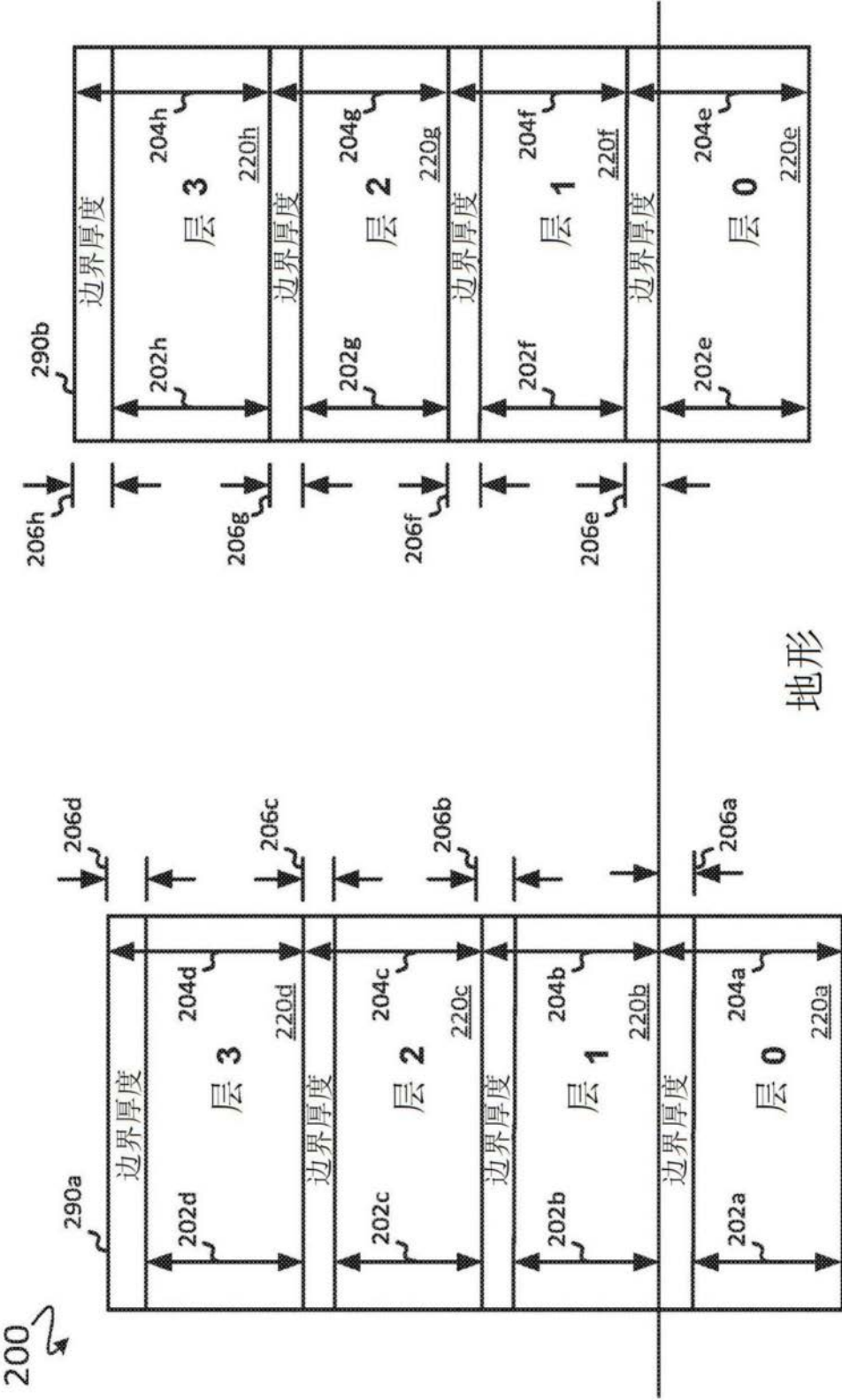


图2

300

海拔包络 最小值 (米)	海拔包络 最大值 (米)	楼层数
0	2.7	1
3	5.7	2
6	8.7	3
9	11.7	4

图3

400

海拔包络 最小值 (米) (2.5 m)	海拔包络 最大值 (米) (2.5 m)	海拔包络 最小值 (米) (3 m)	海拔包络 最大值 (米) (3 m)	楼层数
0	2.2	0	2.7	1
2.5	4.7	3	5.7	2
5	7.2	6	8.7	3
7.5	9.7	9	11.7	4



分布1: 假设地板到天花板间隔为 2.2 米, 并且边界厚度为 0.3 米。
分布2: 假设地板到天花板间隔为 2.7 米, 并且边界厚度为 0.3 米。

图4

500

海拔包络 最小值 (米)	海拔包络 最大值 (米)	楼层数
0	2.7	1
2.5	5.7	2
5	8.7	3
7.5	11.7	4

图5

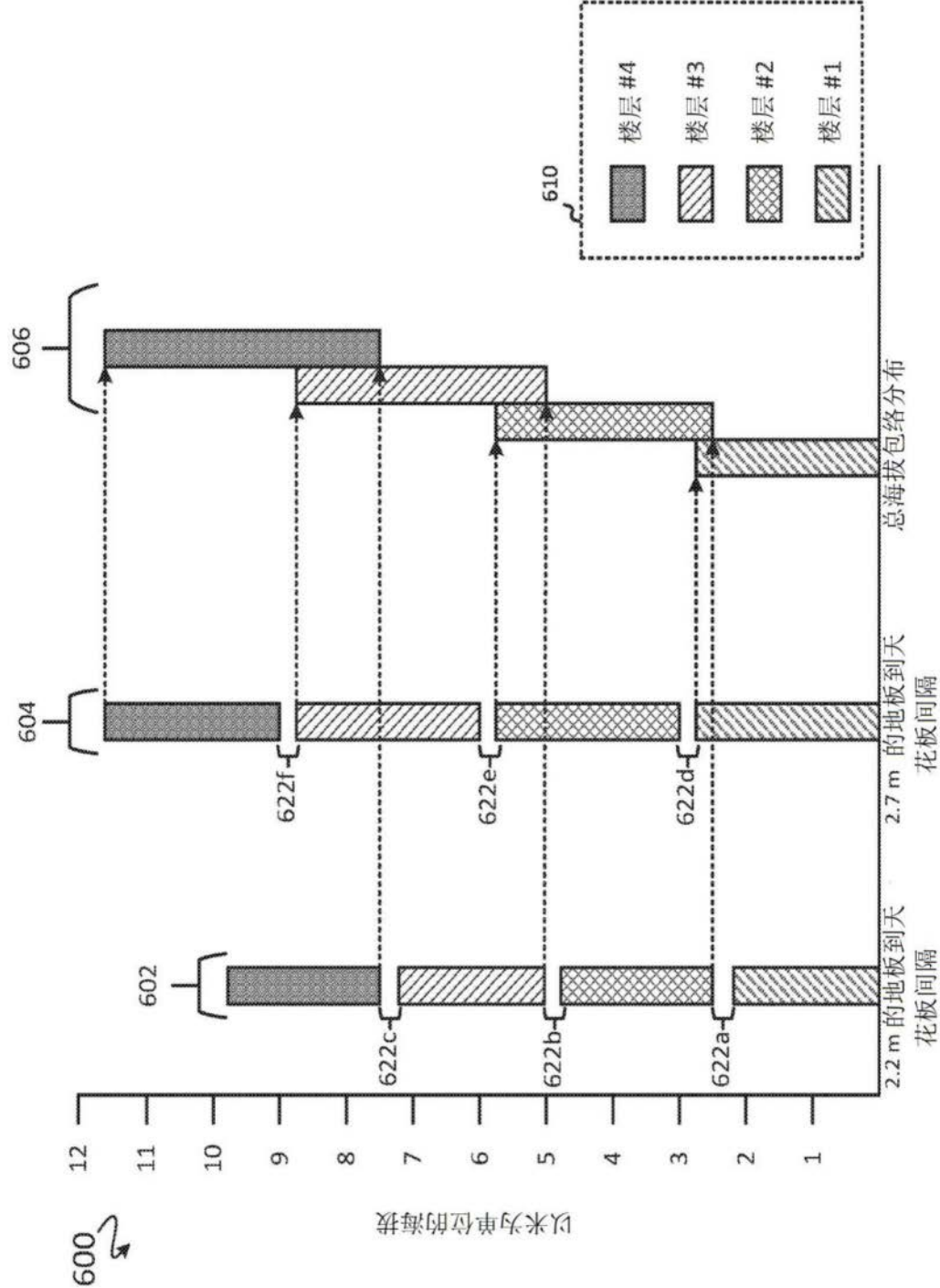


图6

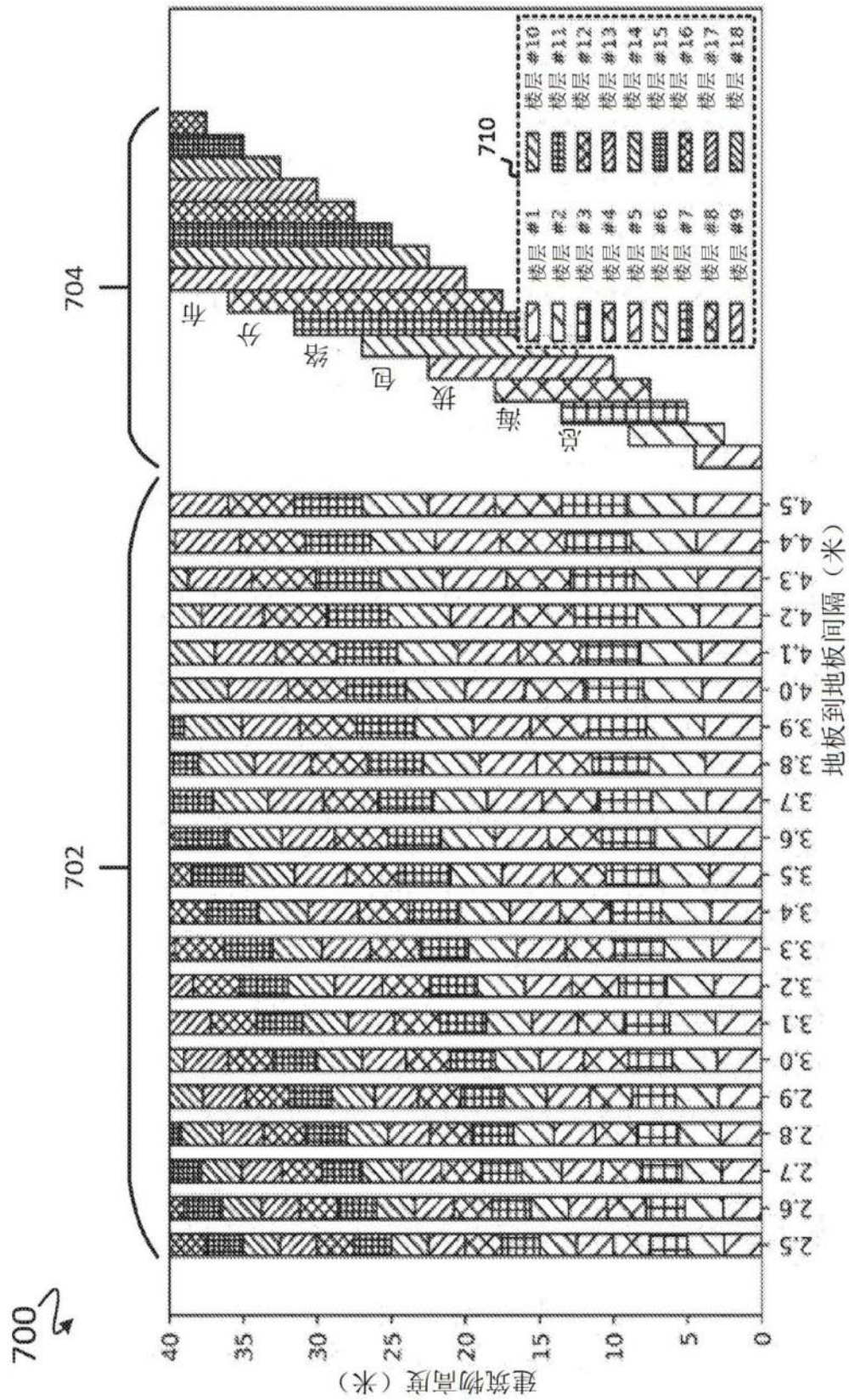


图7

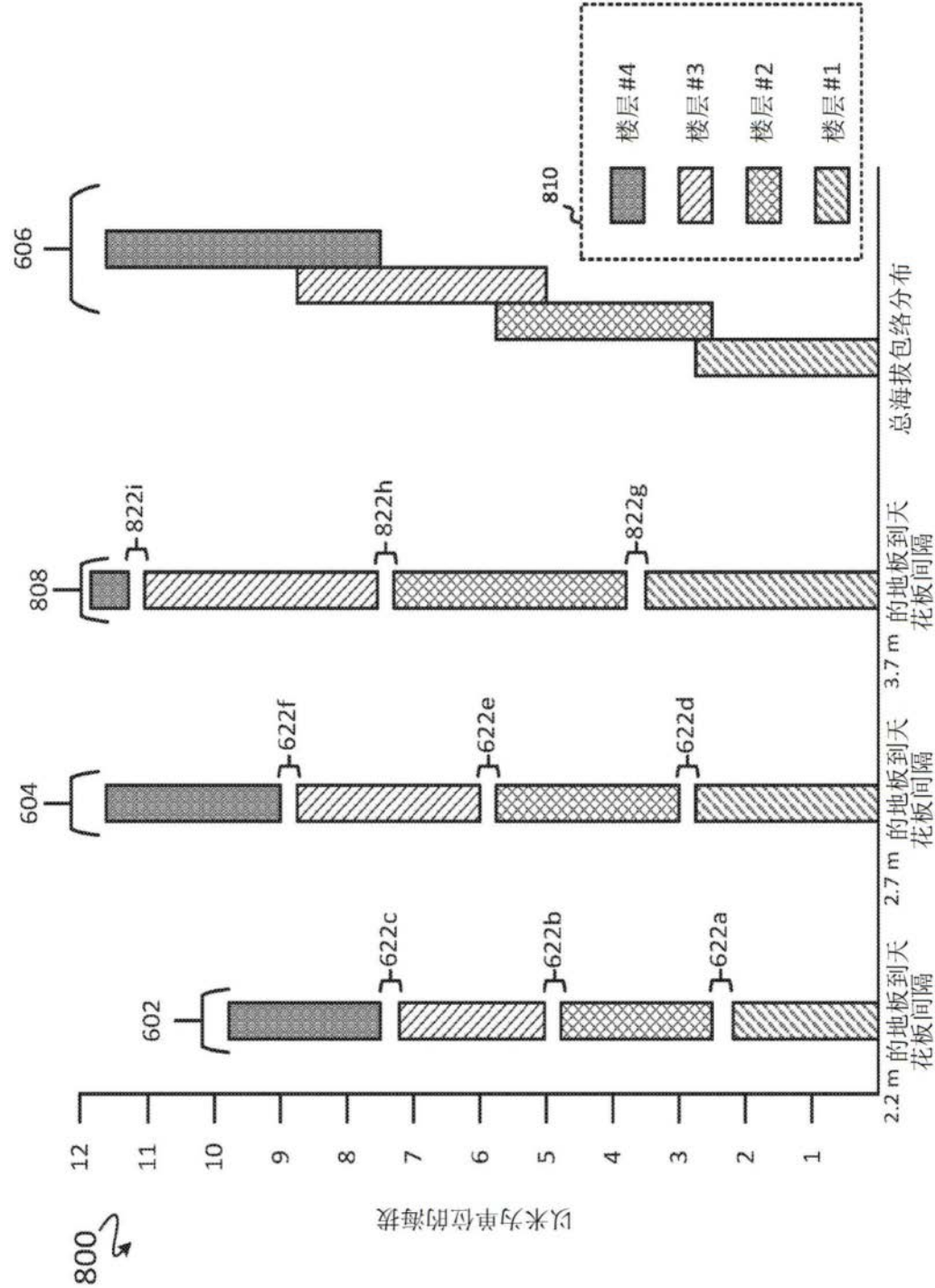


图8

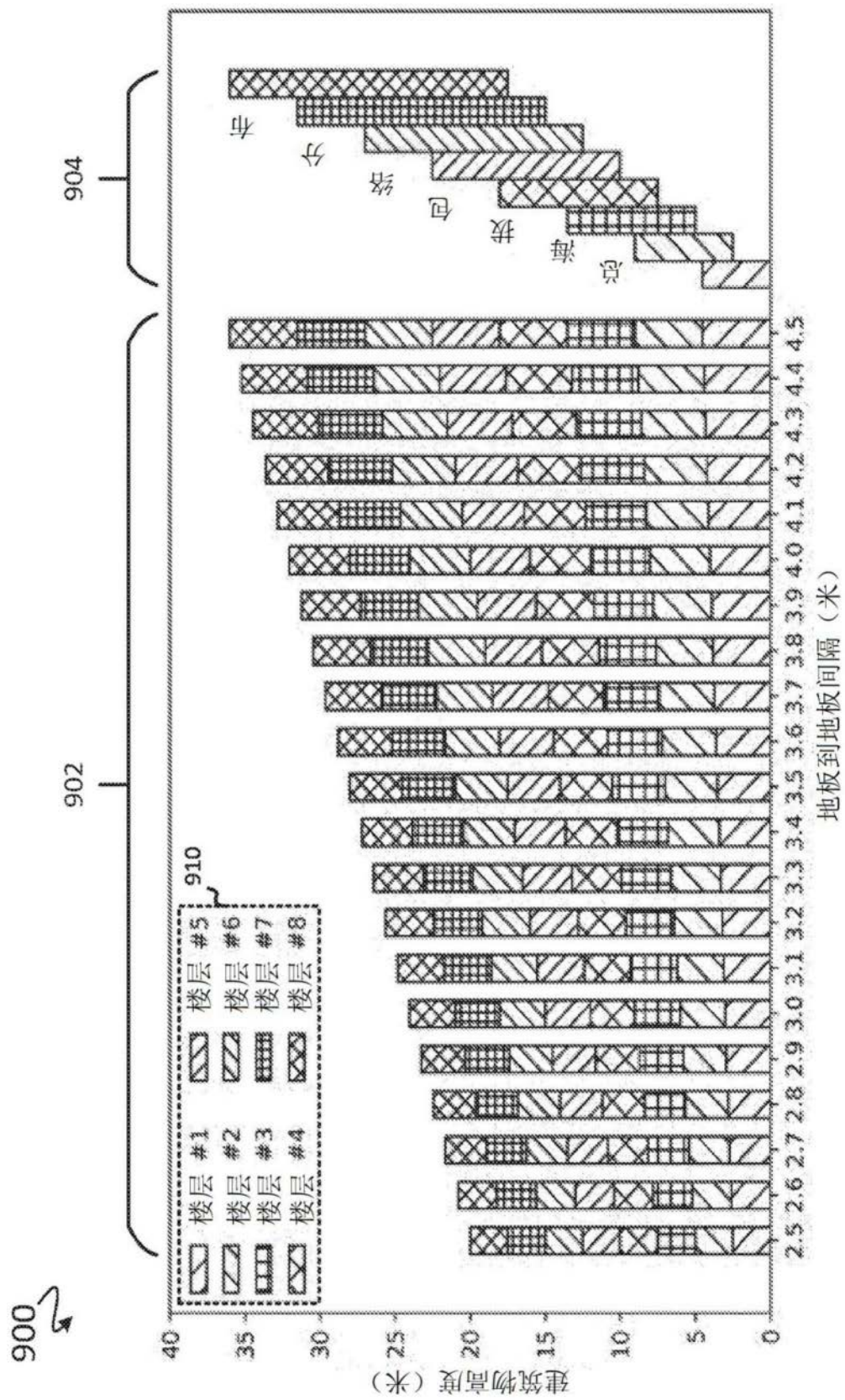


图9

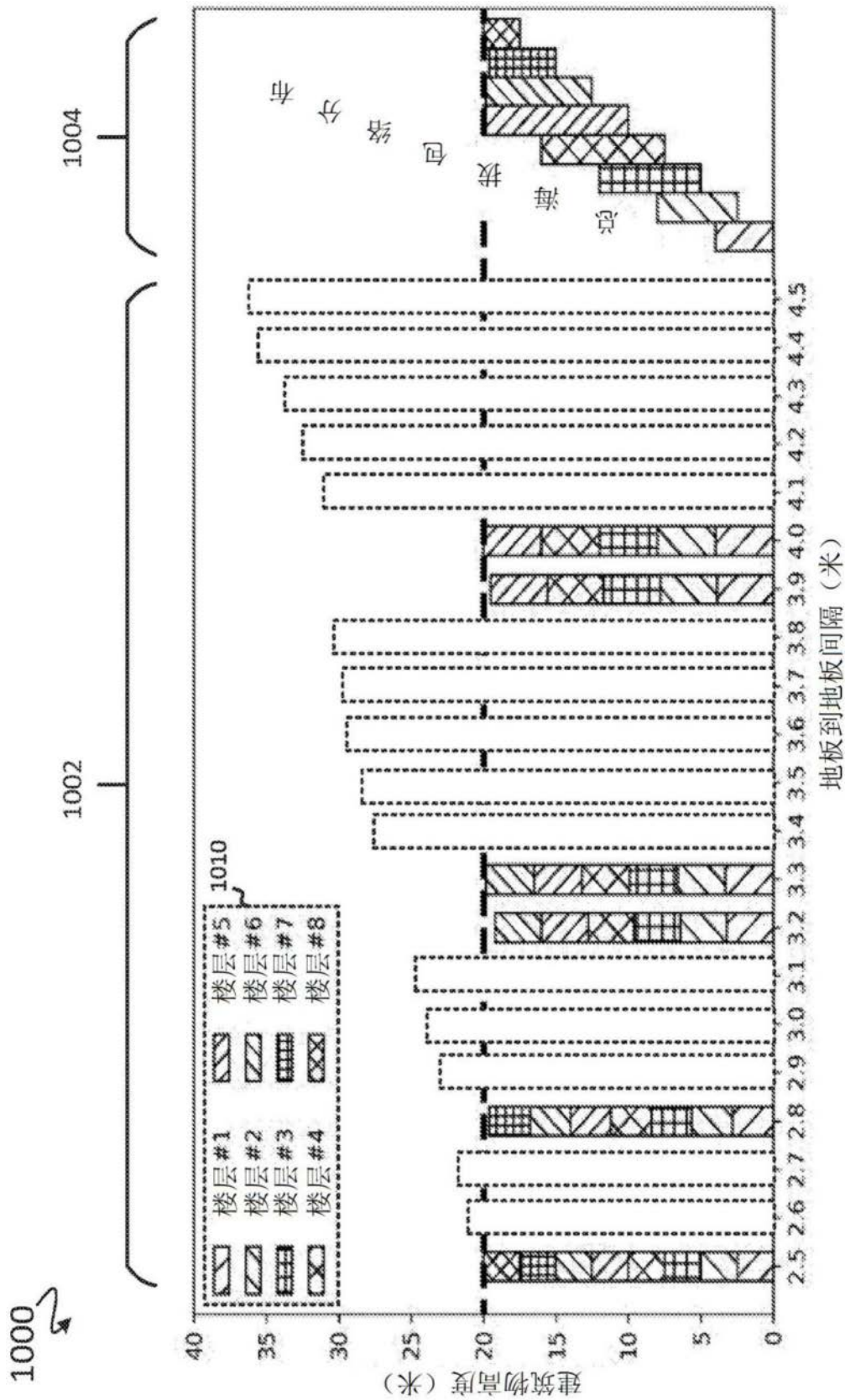


图10

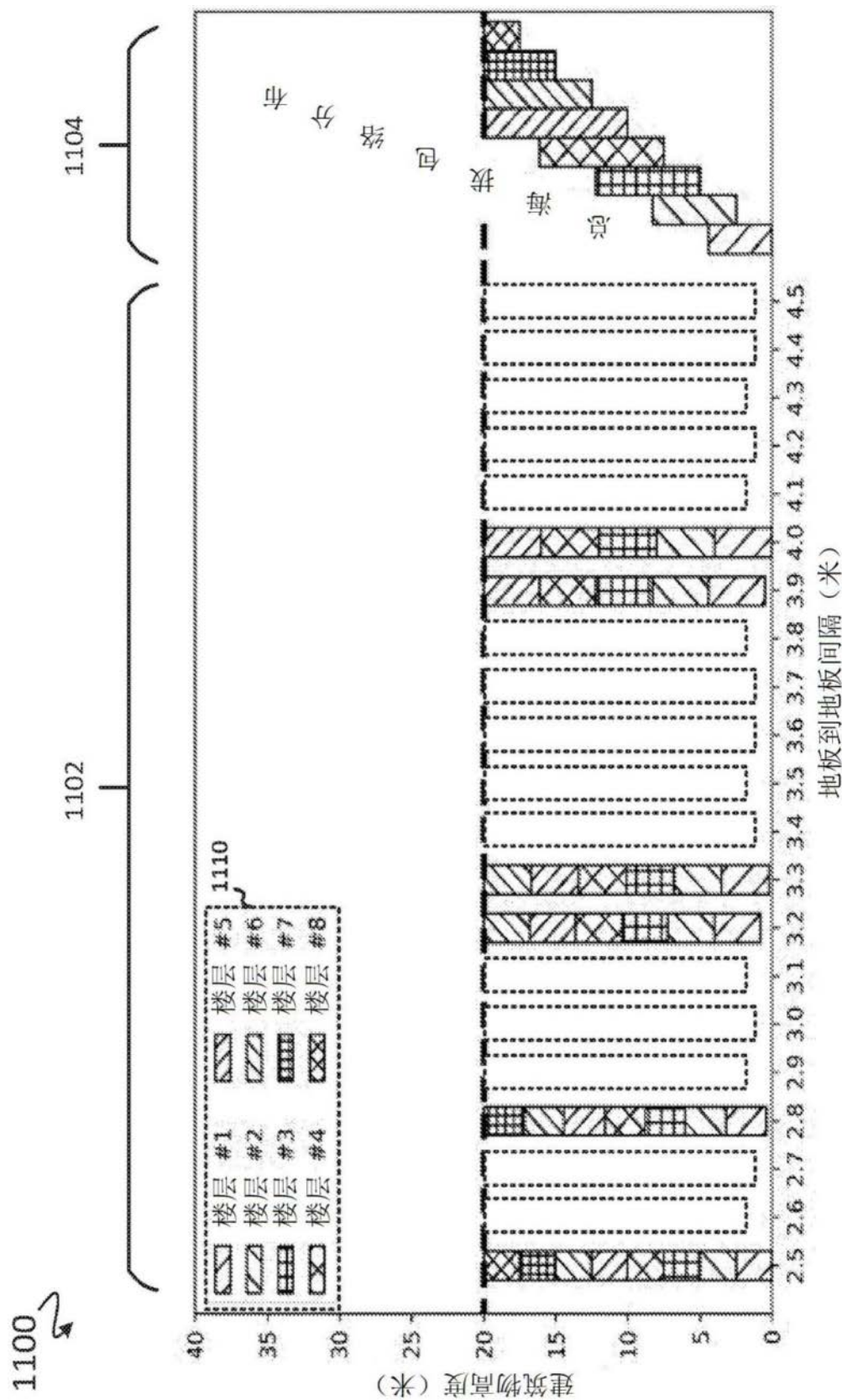


图11

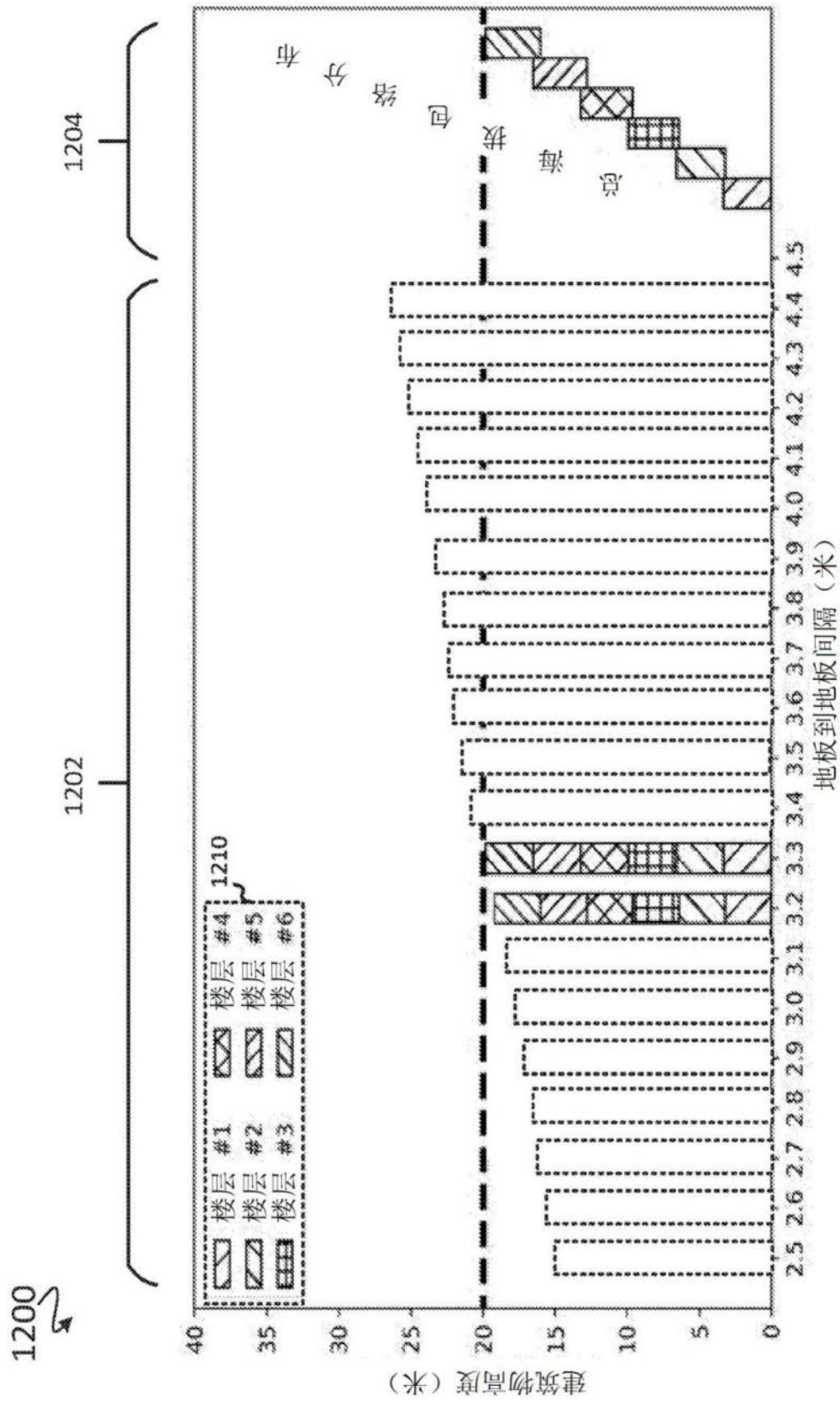


图12

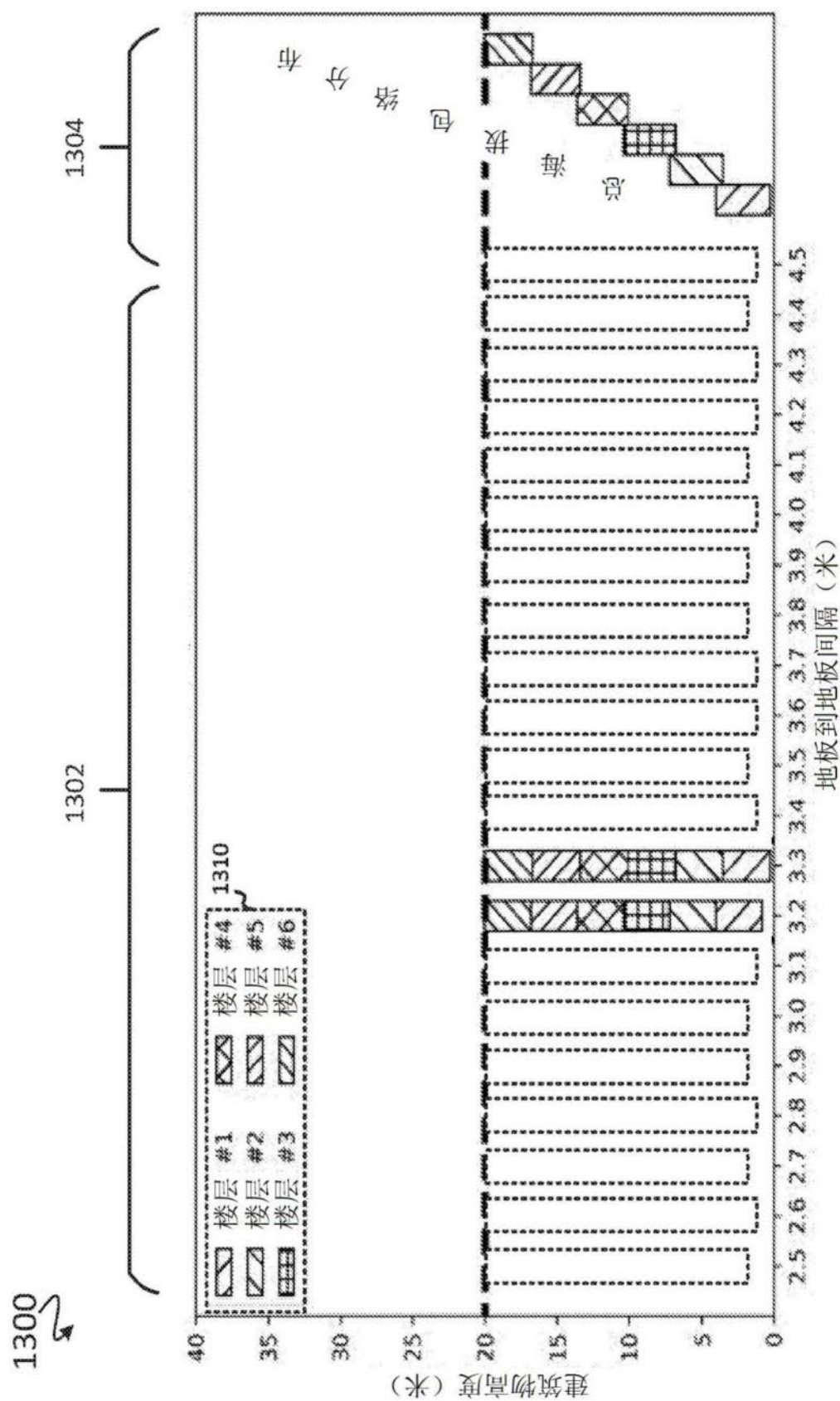


图13

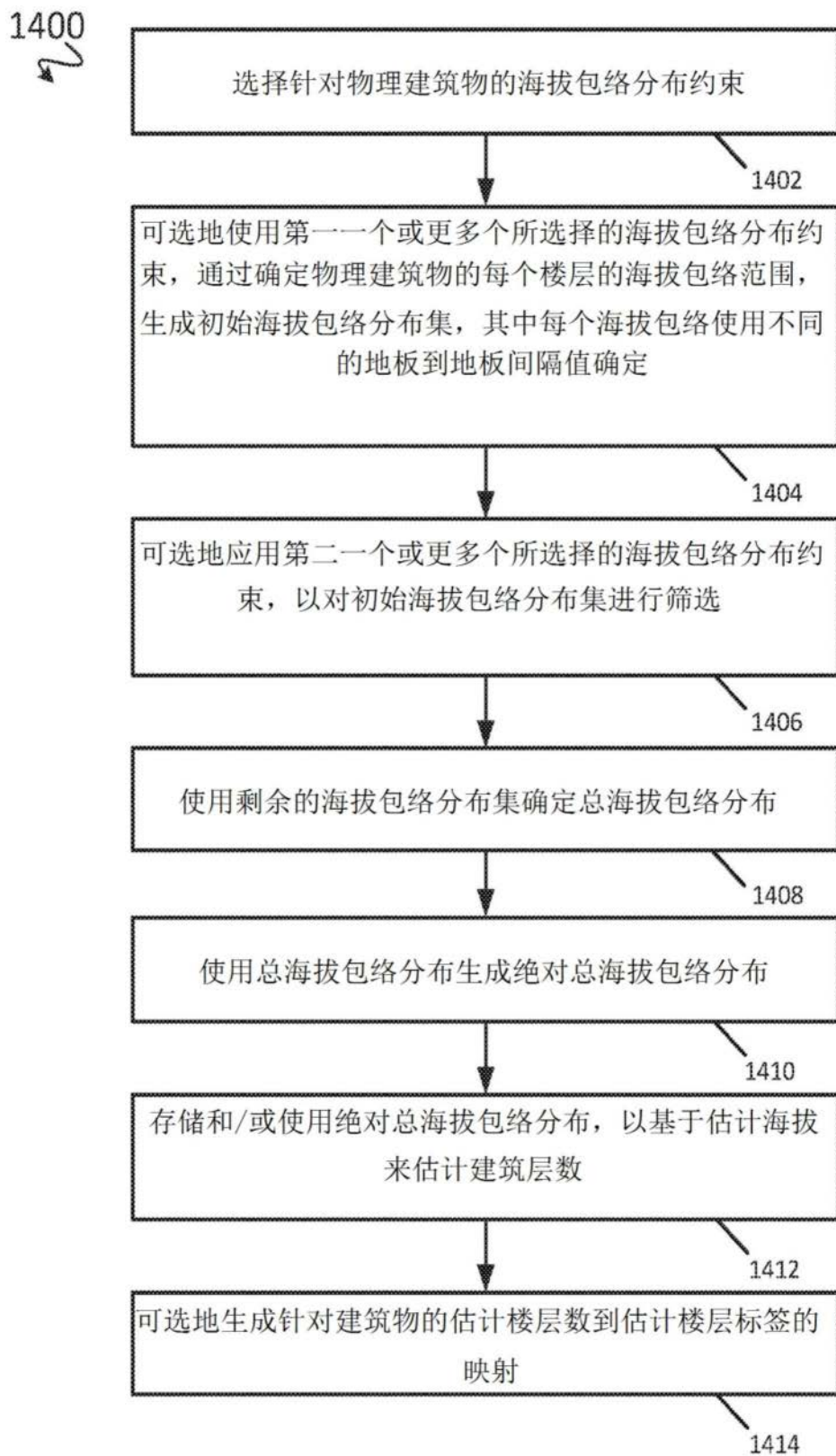


图14

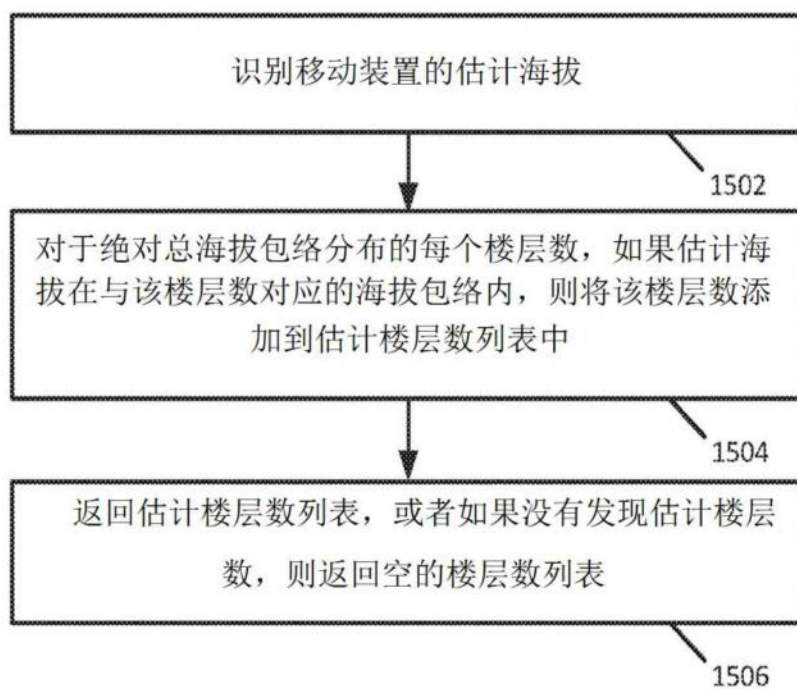
1500
~

图15

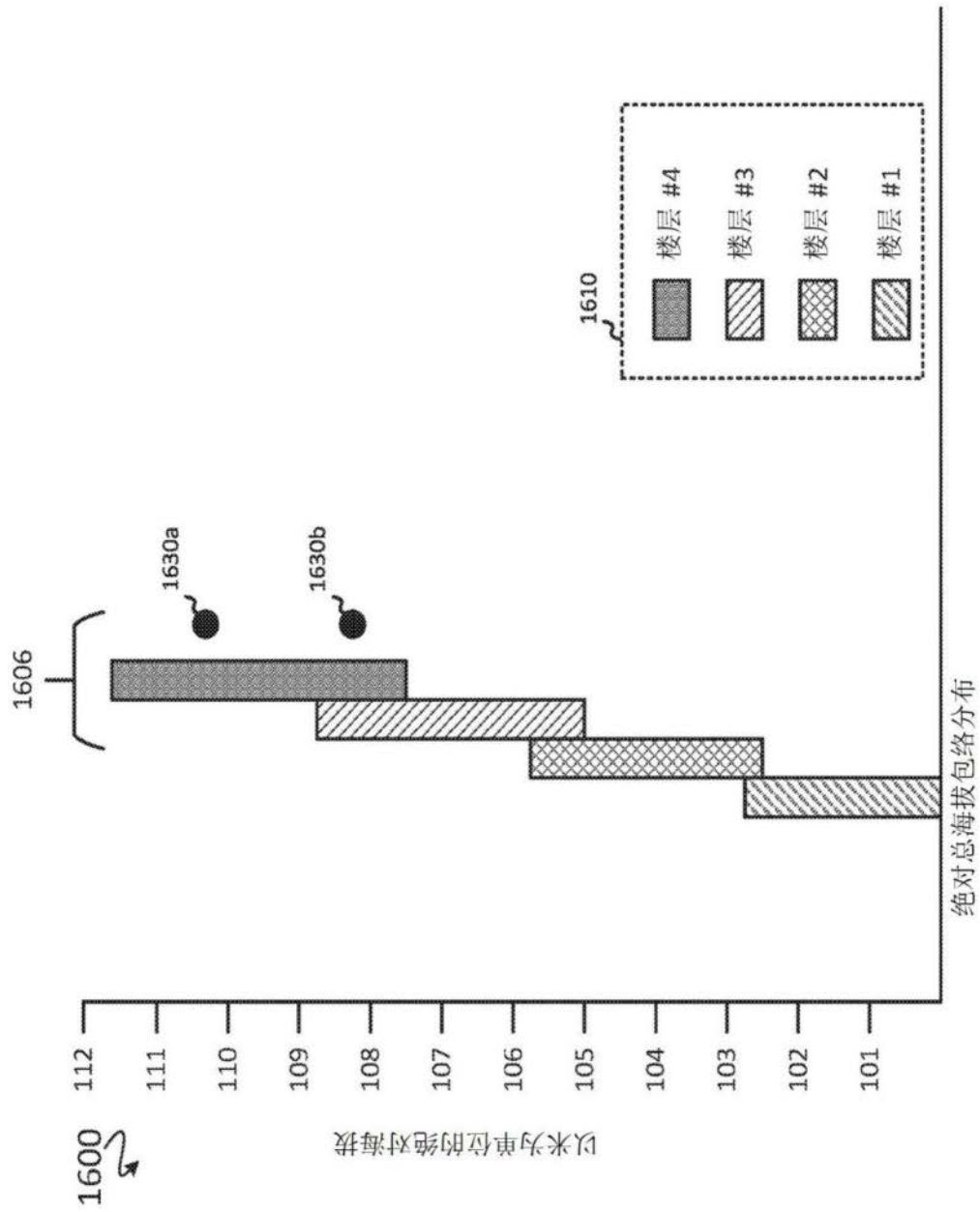


图16

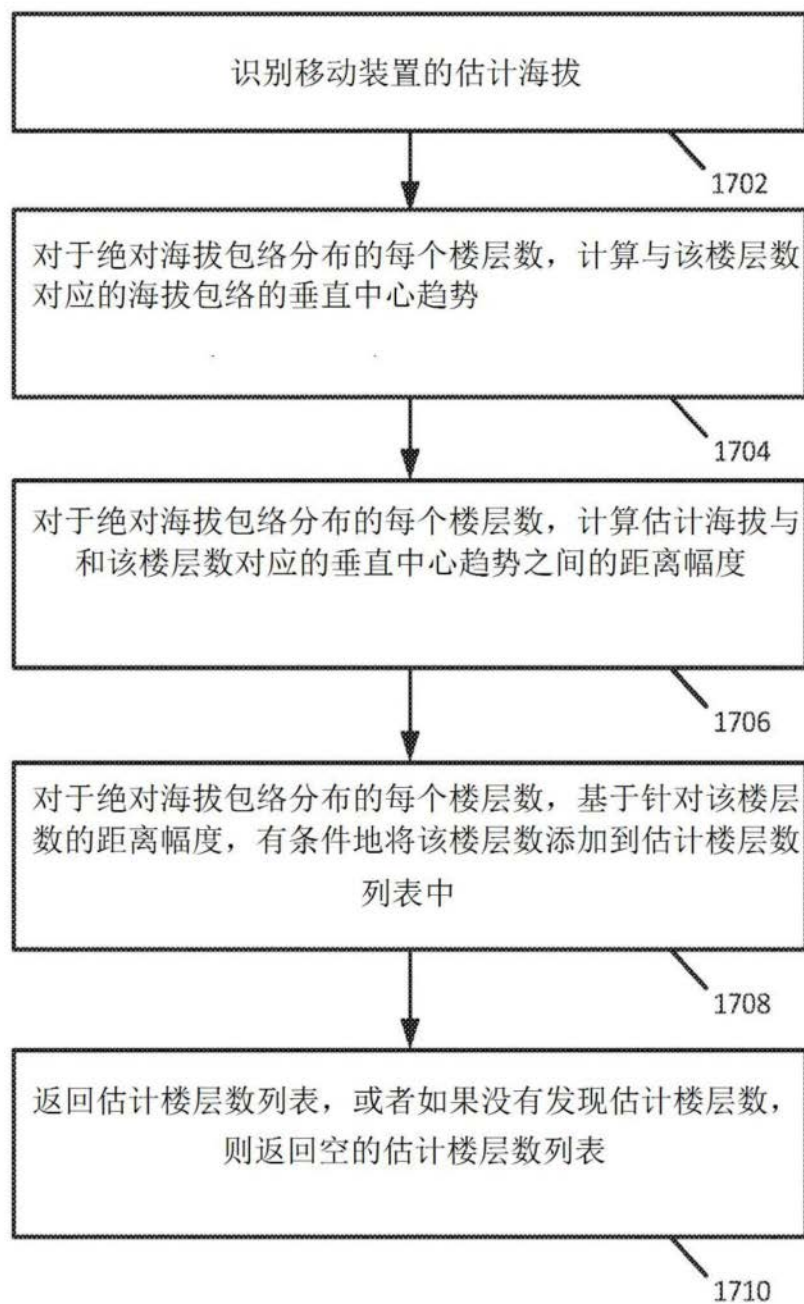
1700
↘

图17

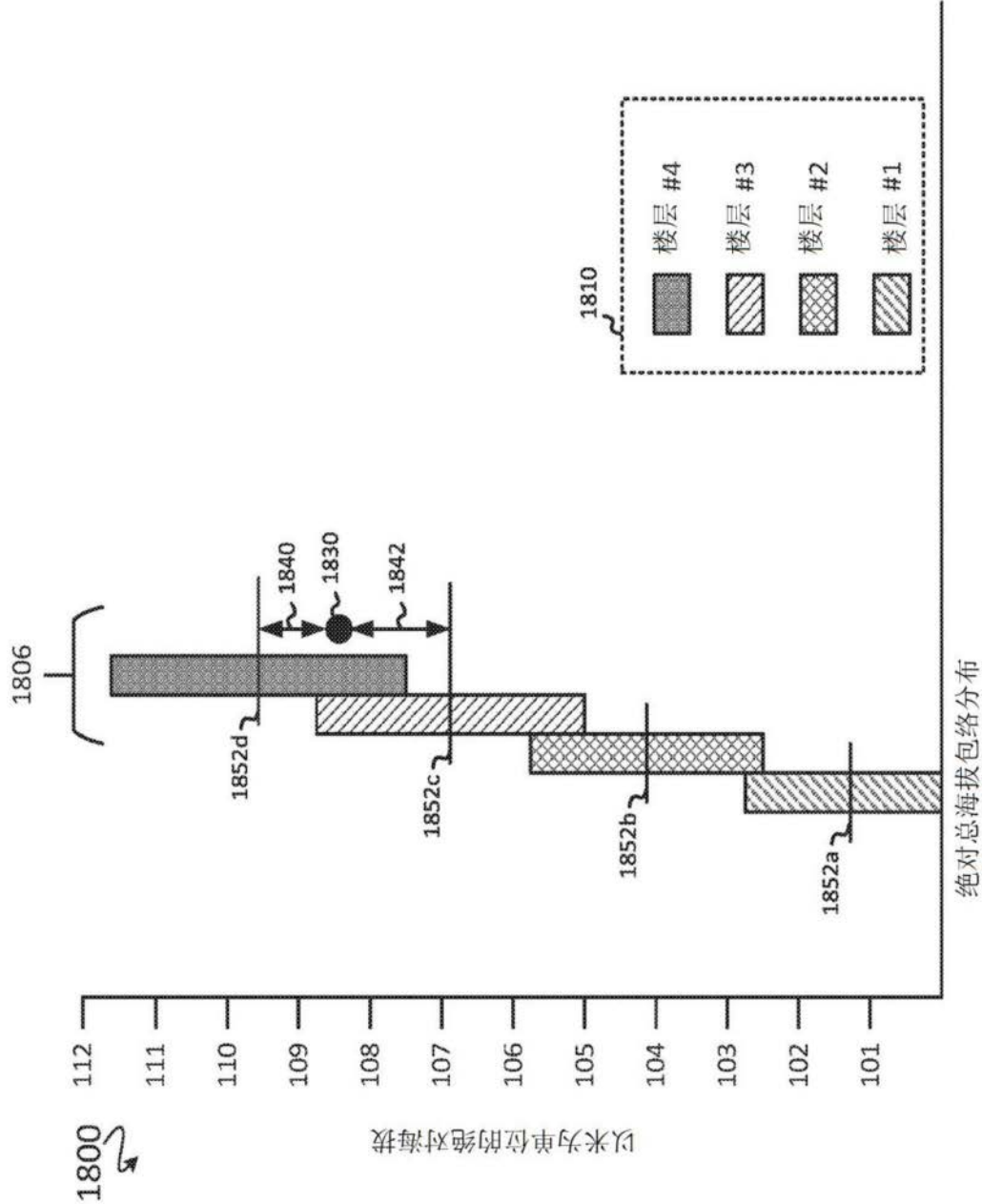


图18

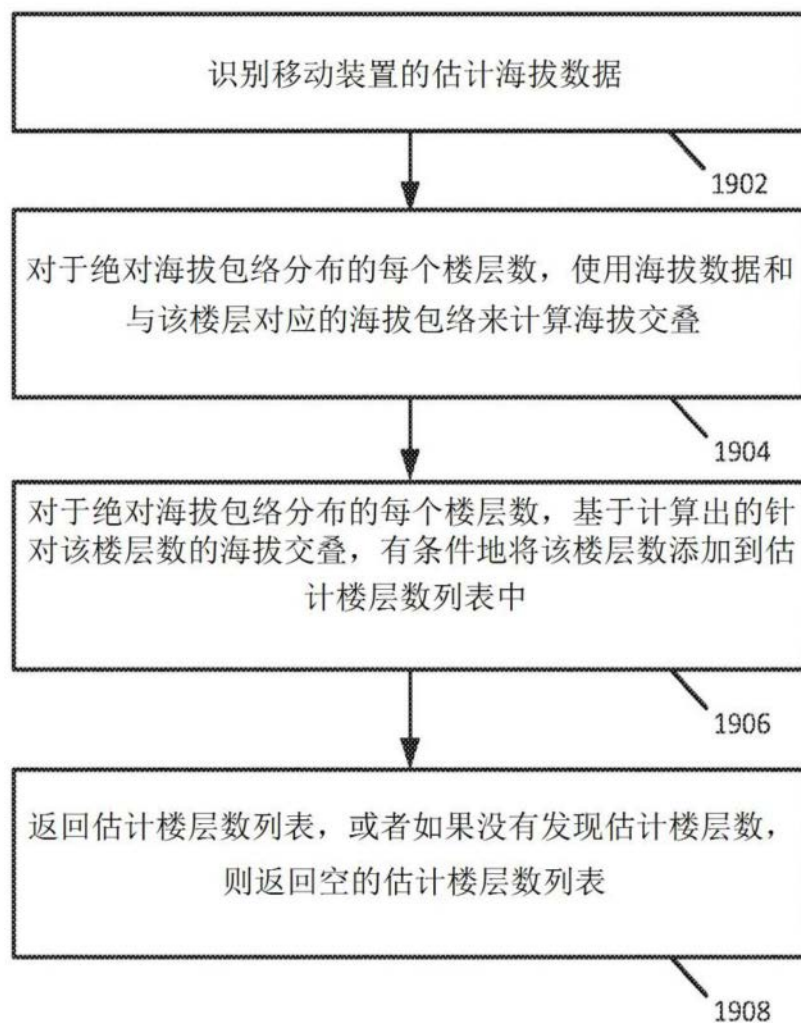
1900


图19

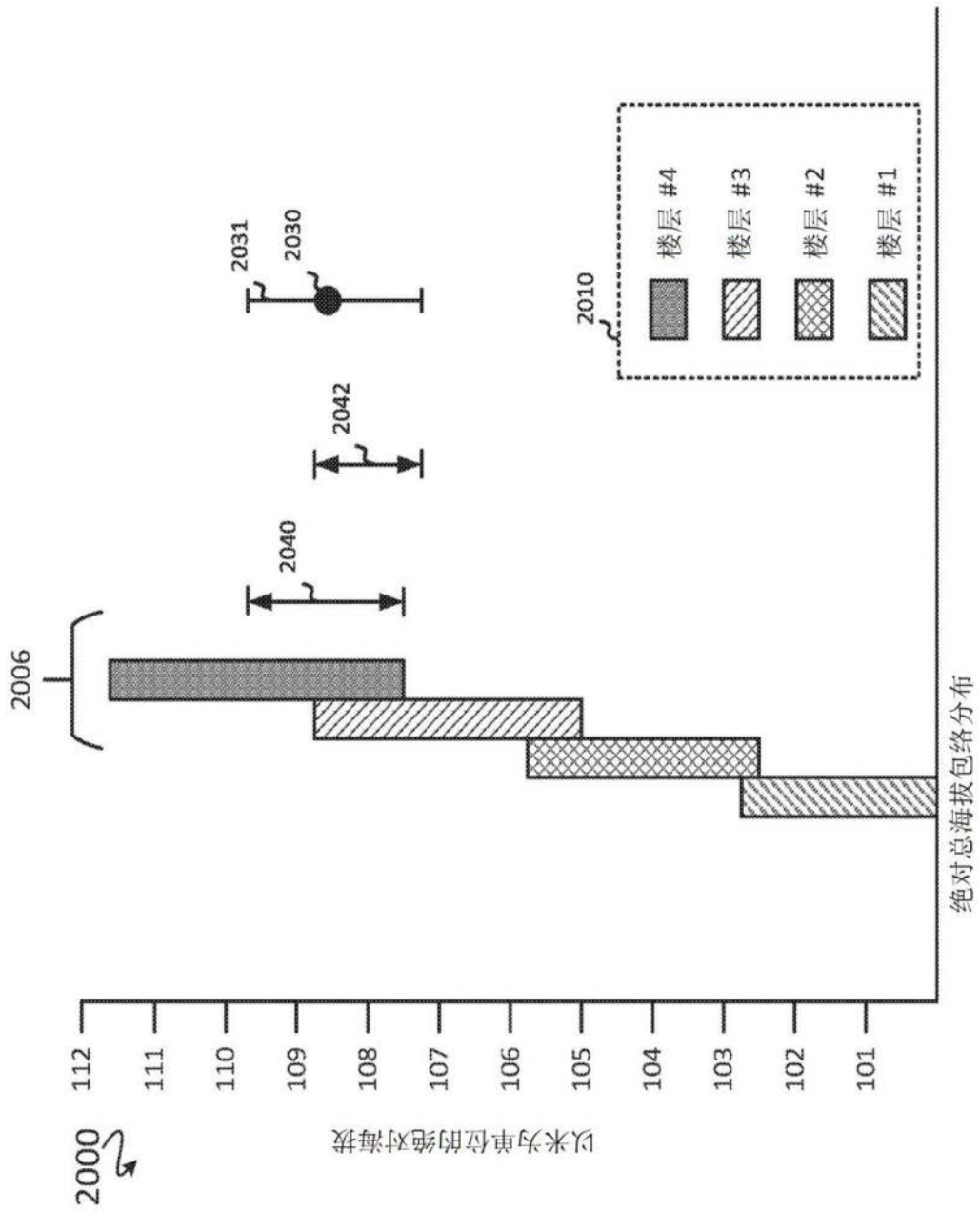


图20

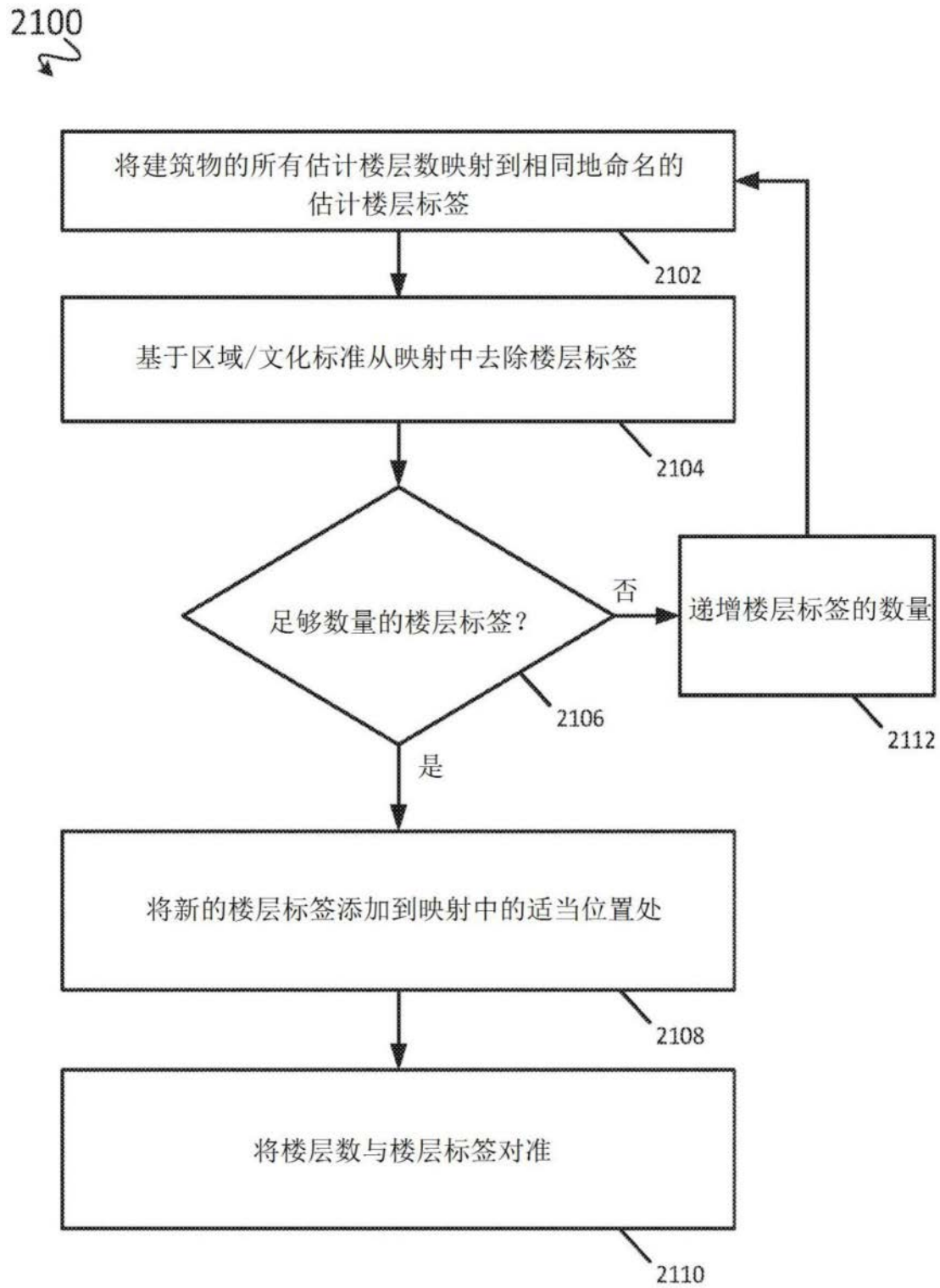


图21

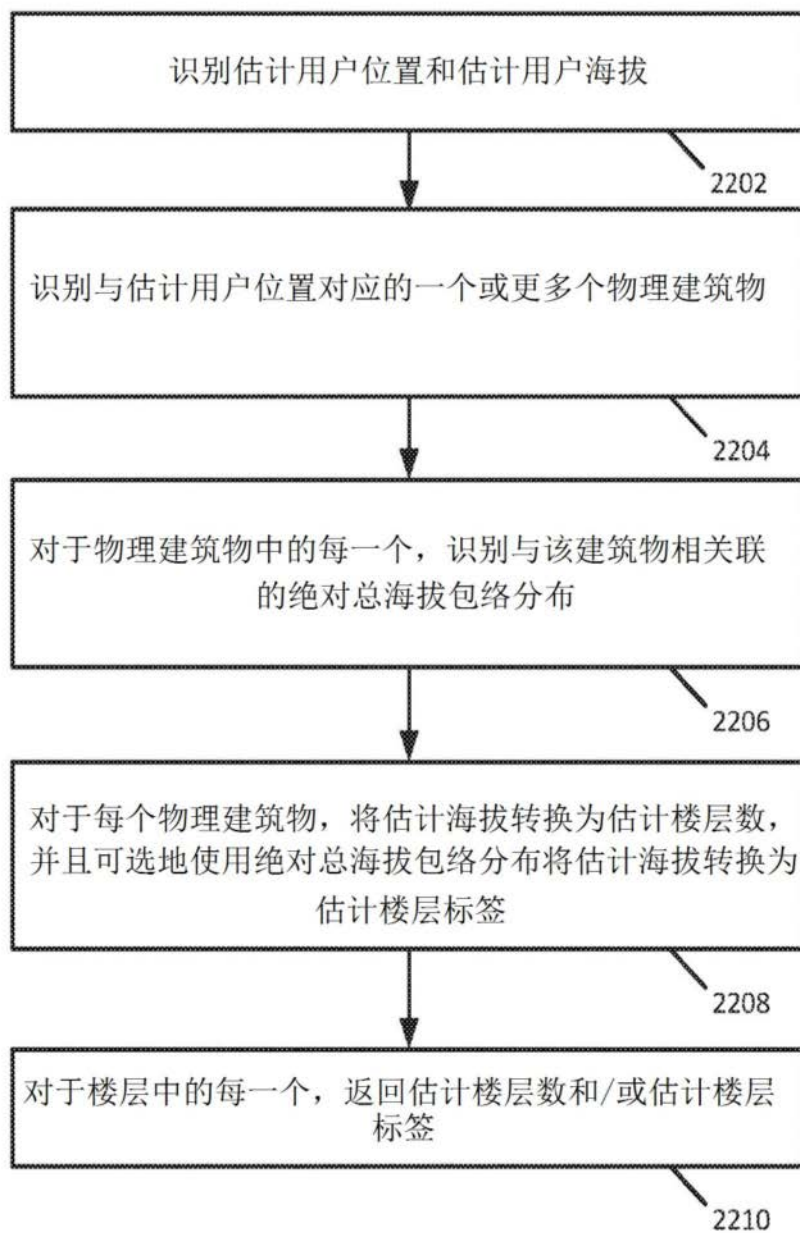
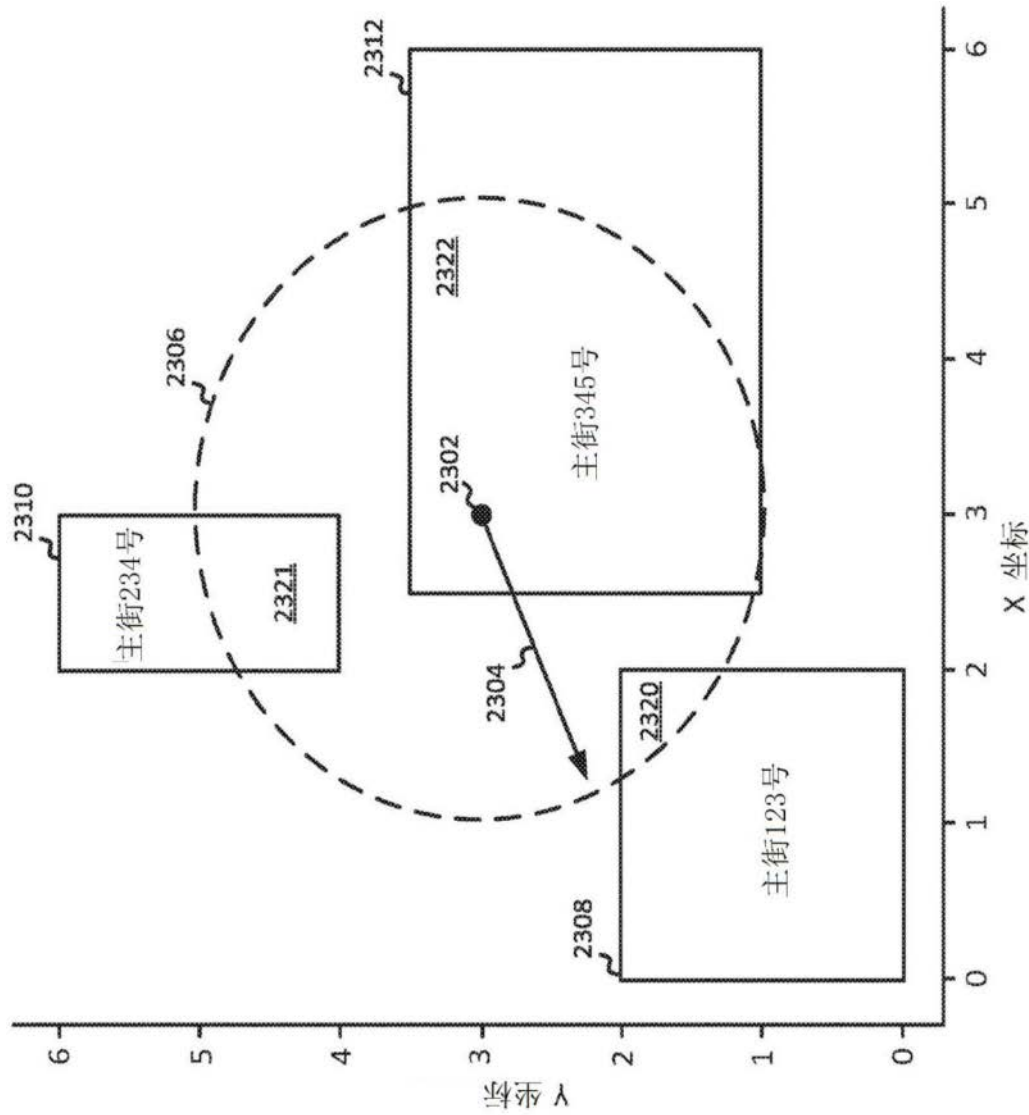
2200
2

图22



2300

图23

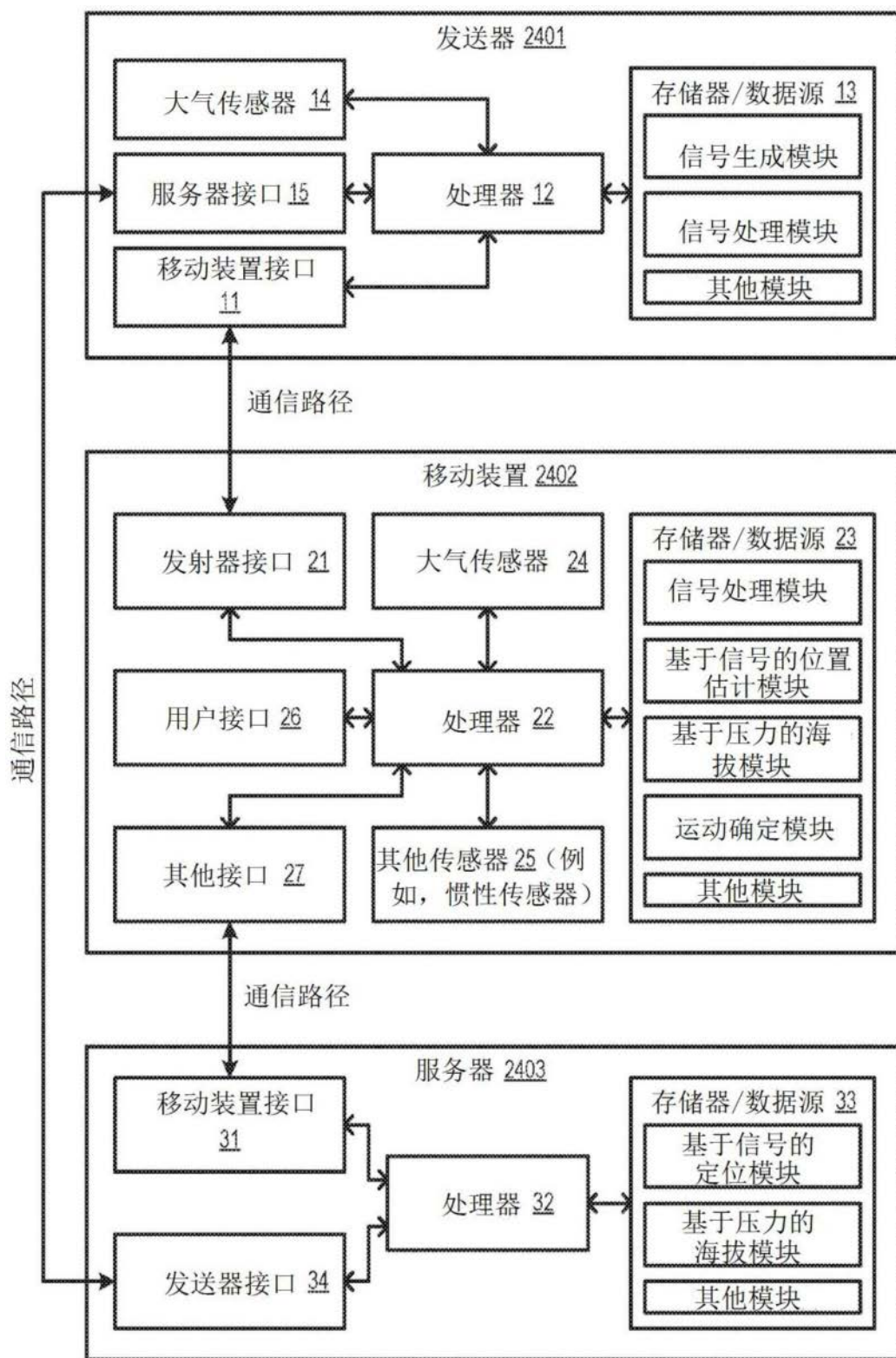


图24