



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113939770 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 14

(21) 申请号 202080039578.1

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22) 申请日 2020.05.19

代理人 王益

(30) 优先权数据

62/854,398 2019.05.30 US

(51) Int.Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G02B 27/28 (2006.01)

2021.11.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/063882 2020.05.19

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/239516 EN 2020.12.03

(71) 申请人 ASML控股股份有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 D·C·卡皮里

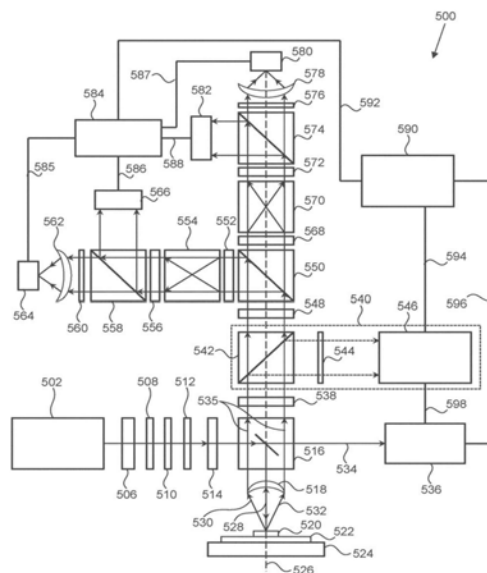
权利要求书2页 说明书31页 附图73页

## (54) 发明名称

自参考干涉仪和双重自参考干涉仪装置

## (57) 摘要

一种用于对准传感器设备的自参考干涉仪 (SRI) 系统,包括第一棱镜和第二棱镜。所述第一棱镜具有用于入射束的输入表面。所述第二棱镜被耦合至所述第一棱镜并且具有用于经重新组合的束的输出表面。所述经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像。所述第一棱镜和第二棱镜形状相同。一种用于对准传感器设备的双重自参考干涉仪 (DSRI) 系统,包括:第一棱镜组件,所述第一棱镜组件具有用于第一入射束和第二入射束的输入表面;和第二棱镜组件,所述第二棱镜组件耦合至所述第一棱镜组件并且具有用于第一经重新组合的束和第二经重新组合的束的输出表面。所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。



1. 一种用于对准传感器设备的自参考干涉仪 (SRI) 系统, 所述自参考干涉仪 (SRI) 系统包括:

第一棱镜, 所述第一棱镜具有用于入射束的输入表面; 和

第二棱镜, 所述第二棱镜耦合至所述第一棱镜并且具有用于经重新组合的束的输出表面,

其中所述经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像,

其中所述第一棱镜和第二棱镜形状相同。

2. 根据权利要求1所述的SRI系统, 其中所述第一棱镜和第二棱镜沿分束器界面邻接, 所述分束器界面包括偏振涂层。

3. 根据权利要求2所述的SRI系统, 其中:

所述第一棱镜中的第一反射平面垂直或平行于所述入射束的第一偏振平面; 并且

所述第二棱镜中的第二反射平面垂直或平行于所述入射束的第二偏振平面。

4. 根据权利要求1所述的SRI系统, 其中所述第一棱镜和第二棱镜不包括任何相位补偿涂层。

5. 根据权利要求1所述的SRI系统, 其中所述第一棱镜和所述第二棱镜包括一个或多个相位补偿涂层。

6. 根据权利要求1所述的SRI系统, 还包括与所述第一棱镜和第二棱镜邻接且包括分束器界面的矩形分束器棱镜, 所述分束器界面包括偏振涂层。

7. 根据权利要求1所述的SRI系统, 还包括板, 第一棱镜和第二棱镜被支撑在所述板上。

8. 根据权利要求1所述的SRI系统, 其中第一光学路径和第二光学路径在所述第一棱镜和第二棱镜内的接触反射点的数目为至多十。

9. 根据权利要求8所述的SRI系统, 其中接触反射点的数目为至多八。

10. 一种用于对准传感器设备的双重自参考干涉仪 (DSRI) 系统, 所述双重自参考干涉仪 (DSRI) 系统包括:

第一棱镜组件, 所述第一棱镜组件具有用于第一入射束和第二入射束的输入表面; 和

第二棱镜组件, 所述第二棱镜组件耦合至所述第一棱镜组件并且具有用于第一经重新组合的束和第二经重新组合的束的输出表面,

其中所述第一经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像,

其中所述第二经重新组合的束包括第三图像和相对于所述第三图像被转动180度的第四图像,

其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。

11. 根据权利要求10所述的DSRI系统, 其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件被设置在板上。

12. 根据权利要求10所述的DSRI系统, 其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件沿分束器界面邻接, 所述分束器界面包括偏振涂层。

13. 根据权利要求12所述的DSRI系统, 其中:

所述第一棱镜组件中的第一反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的

第一偏振平面;并且

所述第二棱镜组件中的第二反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第二偏振平面。

14. 根据权利要求10所述的DSRI系统,还包括与所述第一棱镜组件和第二棱镜组件邻接且包括分束器界面的矩形分束器棱镜,所述分束器界面包括偏振涂层。

15. 根据权利要求14所述的DSRI系统,其中:

所述第一棱镜组件中的第一反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第一偏振平面;并且

所述第二棱镜组件中的第二反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第二偏振平面。

16. 根据权利要求10所述的DSRI系统,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件不包括任何相位补偿涂层。

17. 根据权利要求10所述的DSRI系统,其中所述第一棱镜组件和所述第二棱镜包括一个或更多个相位补偿涂层。

18. 一种光刻设备,包括:

第一照射光学系统,所述第一照射光学系统被配置成照射衍射图案;

投影光学系统,所述投影光学系统被配置成将所述衍射图案的图像投影到衬底上;以及

对准传感器设备,所述对准传感器设备被配置成校正所述光刻设备的对准位置误差,所述对准传感器设备包括:

第二照射光学系统,所述第二照射光学系统被配置成沿照射路径传输辐射的至少一个照射束;

第一光学系统,所述第一光学系统包括第一光学器件和第二光学器件,并且被配置成朝向所述衬底上的所述衍射图案传输所述照射束并且沿信号路径传输信号束,所述信号束包括从所述衍射图案反射的衍射阶子束;

第二光学系统,所述第二光学系统包括第一偏振光学器件,所述第一偏振光学器件被配置成基于所述信号束的偏振将所述信号束分离并且传输到第一偏振光学支路和第二偏振光学支路中;

检测器系统,所述检测器系统包括一个或更多个检测器,并且被配置成基于从所述第一偏振支路和所述第二偏振支路所输出的所述信号束来测量所述衍射图案的对准位置;和

处理器,所述处理器被耦合至所述检测器系统,并且被配置成测量所述衍射图案的所述对准位置的改变,

其中,所述第一偏振光学支路包括第一棱镜组件并且所述第二偏振光学支路包括第二棱镜组件,并且

其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。

19. 根据权利要求18所述的光刻设备,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件与矩形分束器棱镜邻接。

20. 根据权利要求18所述的光刻设备,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件不包括任何相位补偿涂层。

## 自参考干涉仪和双重自参考干涉仪装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年5月30日递交的美国临时专利申请号62/854,398的优先权,所述美国临时专利申请的全部内容通过引用并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及干涉仪设备和系统,例如,用于光刻设备和系统的自参考干涉仪设备。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是一种将期望图案施加到衬底上、通常是施加到衬底的目标部分上的机器。光刻设备可以被用于例如集成电路(IC)的制造中。在该情况下,图案形成装置(其备选地被称为掩模或掩模版)可以被用于生成待被形成在IC的单个层上的电路图案。该图案可以被转印到衬底(例如,硅晶片)上的目标部分(例如,包括一个或若干管芯的一部分)上。图案的转印通常经由成像到设置在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)层上来进行。通常,单个衬底将包含被连续图案化的相邻目标部分的网络。已知的光刻设备包括:所谓的步进器,其中通过将整个图案一次曝光到目标部分上来照射每个目标部分;以及所谓的扫描器,其中通过在给定方向(“扫描”方向)上通过辐射束扫描图案来照射每个目标部分,同时在平行或反平行于该扫描方向上同步地扫描目标部分。也可以通过将图案压印到衬底上来将图案从图案形成装置转印到衬底上。

[0005] 另一光刻系统是干涉光刻系统,其中没有图案形成装置,而是将光束分成两束,并且通过使用反射系统使两束在衬底的目标部分处干涉。干涉导致在衬底的目标部分处形成线。

[0006] 在光刻操作期间,不同的处理步骤可能需要在衬底上按顺序形成不同的层。因此,可能有必要相对于在衬底上形成的现有图案以高精度地定位衬底。通常,对准标记被放置在待被对准的衬底上,并且相对于第二物体定位。光刻设备可以使用对准设备来检测对准标记的位置并且使用对准标记来对准衬底,以确保从掩模进行准确的曝光。在两个不同层的对准标记之间的对准不良被测量为重叠误差。

[0007] 为了监测光刻过程,测量图案化衬底的参数。例如,参数可以包括在图案化衬底中或在其上形成的连续层之间的重叠误差、以及显影的光致抗蚀剂的临界线宽(CD)。该测量可以在产品衬底和/或专用量测目标上执行。有多种用于测量在光刻过程中形成的微观结构的技术,包括使用扫描电子显微镜和各种专用工具。一种快速且无创形式的专用检查工具是散射仪,在散射仪中将辐射束引导到衬底表面的目标上,并且测量散射或反射束的性质。通过比较束在被衬底反射或散射之前和之后的性质,可以确定衬底的性质。例如,这可以通过将反射束与在已知测量库中存储的、与已知衬底性质相关联的数据进行比较来完成。光谱散射仪将宽带辐射束引导到衬底上,并且测量散射到特定窄角度范围内的辐射的光谱(作为波长的函数的强度)。相反,角分辨散射仪使用单色辐射束,并且测量根据角度变化的散射辐射的强度。

[0008] 这种光学散射仪可以被用于测量参数,诸如显影的光致抗蚀剂的临界尺寸或在图案化的衬底中或之上形成的两层之间的重叠误差(OVE)。可以通过比较照射束在被衬底反射或散射之前和之后的性质来确定衬底的性质。

[0009] 随着半导体器件变得越来越小,越来越精细,制造容许度不断提高。因此,需要继续改进量测测量。散射仪的一种示例性用途是用于临界尺寸(CD)量测,这对于测量图案化结构(诸如半导体晶片)特别有用。光学CD量测技术包括圆顶散射测量、光谱反射测量和光谱椭圆测量。所有这些技术都是基于测量不同入射方向的不同偏振光的反射强度。这种技术需要高消光比或偏振纯度。偏振分束器(PBS)按偏振状态划分光,以透射p偏振光,同时反射s偏振光。尽管理想的PBS可以透射100%的p偏振并且反射100%的s偏振,但是真正的PBS可以透射和反射s偏振光和p偏振光的混合物。P偏振光和S偏振光之间的比率称为消光比。光学CD需要高消光比。

[0010] 散射仪的另一示例性用途是用于重叠(OV)量测,这对于测量晶片上的叠置层的对准很有用。为了控制光刻过程以将器件特征准确地放置在衬底上,通常在衬底上提供对准标记或目标,并且光刻设备包括一个或更多个对准设备,必须通过该对准设备准确地测量衬底上标记的位置。在一种已知的技术中,散射仪测量来自晶片上目标的衍射光。

[0011] 理想地,重叠误差仅是衬底在光刻系统内的定位的产物。然而,实际上,重叠误差源自所述对准设备与所述衬底之间的相互作用。对准设备和衬底的变化会在评估对准标记的真实位置时产生误差。这种误差被称为“过程中”精度误差。对准设备光学器件包含制造像差,因此不能使其相同。衬底(例如,晶片叠层)同样具有由于制造和后制造过程而引起的性质变化。这个“过程中”的精度问题限制了对准设备的稳健性。

[0012] 因此,需要补偿对准设备和系统的变化,并且减小在所述对准设备和系统中使用的光学部件的总体覆盖区。

## 发明内容

[0013] 在一些实施例中,一种用于对准传感器设备的自参考干涉仪(SRI)系统包括第一棱镜和第二棱镜。所述第一棱镜具有用于入射束的输入表面。所述第二棱镜被耦合至所述第一棱镜并且包括用于经重新组合的束的输出表面。所述经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像。所述第一棱镜和第二棱镜形状相同。

[0014] 在一些实施例中,所述第一棱镜和第二棱镜沿分束器界面邻接。在一些实施例中,所述分束器界面包括偏振涂层。在一些实施例中,所述第一棱镜中的第一反射平面垂直或平行于所述入射束的第一偏振平面,并且所述第二棱镜中的第二反射平面垂直或平行于所述入射束的第二偏振平面。在一些实施例中,所述第一棱镜和第二棱镜不包括任何相位补偿涂层。在一些实施例中,所述第一棱镜和所述第二棱镜包括一个或更多个相位补偿涂层。在一些实施例中,所述SRI系统还包括与所述第一棱镜和第二棱镜邻接且具有分束器界面的矩形分束器棱镜。在一些实施例中,所述矩形分束器棱镜的所述分束器界面包括偏振涂层。在一些实施例中,所述SRI系统还包括板,第一棱镜和第二棱镜被支撑在所述板上。在一些实施例中,第一光学路径和第二光学路径在所述第一棱镜和第二棱镜内的接触反射点的数目为至多十。在一些实施例中,接触反射点的数目为至多八。

[0015] 在一些实施例中,一种用于对准传感器设备的双重自参考干涉仪(DSRI)系统包括

第一棱镜组件和第二棱镜组件。所述第一棱镜组件包括用于第一入射束和第二入射束的输入表面。所述第二棱镜组件被耦合至所述第一棱镜组件并且包括用于第一经重新组合的束和第二经重新组合的束的输出表面。所述第一经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像。所述第二经重新组合的束包括第三图像和相对于所述第三图像被转动180度的第四图像。所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。

[0016] 在一些实施例中,所述第一棱镜组件和第二棱镜组件被设置在板上。在一些实施例中,所述第一棱镜组件和第二棱镜组件沿分束器界面邻接。在一些实施例中,所述分束器界面包括偏振涂层。在一些实施例中,所述第一棱镜组件中的第一反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第一偏振平面,并且所述第二棱镜组件中的第二反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第二偏振平面。

[0017] 在一些实施例中,所述DSRI系统还包括与所述第一棱镜组件和第二棱镜组件邻接且具有分束器界面的矩形分束器棱镜。在一些实施例中,所述矩形分束器棱镜的分束器界面包括偏振涂层。在一些实施例中,所述第一棱镜组件中的第一反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第一偏振平面,并且所述第二棱镜组件中的第二反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第二偏振平面。在一些实施例中,所述第一棱镜组件和第二棱镜组件不包括任何相位补偿涂层。在一些实施例中,所述第一棱镜组件和所述第二棱镜包括一个或更多个相位补偿涂层。

[0018] 在一些实施例中,一种光刻设备包括:第一照射光学系统,所述第一照射光学系统被配置成照射衍射图案;投影光学系统,所述投影光学系统被配置成将所述衍射图案的图像投影到衬底上;以及对准传感器设备,所述对准传感器设备被配置成校正所述光刻设备的对准位置误差。所述对准传感器设备包括:第二照射光学系统,所述第二照射光学系统被配置成沿照射路径传输辐射的至少一个照射束;第一光学系统,所述第一光学系统包括第一光学器件和第二光学器件,并且被配置成朝向所述衬底上的所述衍射图案传输所述照射束并且沿信号路径传输信号束,所述信号束包括从所述衍射图案反射的衍射阶子束;第二光学系统,所述第二光学系统包括第一偏振光学器件,所述第一偏振光学器件被配置成基于所述信号束的偏振将所述信号束分离并且传输到第一偏振光学支路和第二偏振光学支路中;检测器系统,所述检测器系统包括一个或更多个检测器,并且被配置成基于从所述第一偏振支路和所述第二偏振支路所输出的所述信号束来测量所述衍射图案的对准位置;和处理器,所述处理器被耦合至所述检测器系统,并且被配置成测量所述衍射图案的所述对准位置的改变。所述第一偏振光学支路包括第一棱镜组件并且所述第二偏振光学支路包括第二棱镜组件。所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。

[0019] 在一些实施例中,所述第一棱镜组件和第二棱镜组件与矩形分束器棱镜邻接。在一些实施例中,所述第一棱镜组件和第二棱镜组件不包括任何相位补偿涂层。

[0020] 在下文中参考随附图详细地描述本发明的另外的特征和优点以及本发明的各个实施例的结构和操作。应注意,本发明不限于本文描述的具体实施例。本文仅出于说明性的目的来呈现这样的实施例。基于本发明中包含的教导,相关领域技术人员将明白额外的实施例。

## 附图说明

[0021] 被合并于本文中的并且构成说明书一部分的附图图示了本发明,并且与描述一起进一步用于解释本发明的原理,并且使得相关领域的技术人员能够制作和使用本发明。

[0022] 图1A是根据示例性实施例的反射光刻设备的示意图。

[0023] 图1B是根据示例性实施例的透射光刻设备的示意图。

[0024] 图2是根据示例性实施例的反射光刻设备的较详细的示意图。

[0025] 图3是根据示例性实施例的光刻单元的示意图。

[0026] 图4A和图4B是根据各种示例性实施例的增强的对准设备的示意图。

[0027] 图5是根据示例性实施例的对准传感器设备的示意图。

[0028] 图6图示出根据示例性实施例的用于使用自参考干涉仪来检测对准位置的流程图。

[0029] 图7A至图7C图示出根据示例性实施例的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明透视图。

[0030] 图7D图示出图7C的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明截面图。

[0031] 图7E图示出图7C的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明俯视平面图。

[0032] 图7F图示出图7C的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明主视平面图。

[0033] 图8A至图8C、图9A至图9C、和图10A至图10C图示出根据各个示例性实施例的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明透视图。

[0034] 图8D、图9D、和图10D分别图示出图8C、图9C、和图10C的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明截面图。

[0035] 图8E、图9E、和图10E分别图示出图8C、图9C、和图10C的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明俯视平面图。

[0036] 图8F、图9F、和图10F分别图示出图8C、图9C、和图10C的示例性自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明主视平面图。

[0037] 图11图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪棱镜系统的透明透视图。

[0038] 图12A至图12C、图13A至图13C、图14A至图14C、图15A至图15C、图16A至图16C、图17A至图17C、图18A至图18C、图19A和图19B、以及图20A至图20C图示出根据各个示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明透视图。

[0039] 图12D、图13D、图14D、图15D、图16D、图17D、图18D、图19C、和图20D分别图示出图12C、图13C、图14C、图15C、图16C、图17C、图18C、图19B、和图20C的示例性双重自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明截面图。

[0040] 图12E、图13E、图14E、图15E、图16E、图17E、图18E、图19D、和图20E分别图示出图12C、图13C、图14C、图15C、图16C、图17C、图18C、图19B、和图20C的示例性双重自参考干涉仪棱镜系统和辐射束的路径的透明俯视平面图。

[0041] 图12F、图13F、图14F、图15F、图16F、图17F、图18F、图19E、和图20F分别图示出图12C、图13C、图14C、图15C、图16C、图17C、图18C、图19B、和图20C的示例性双重自参考干涉仪

棱镜系统和辐射束的路径的透明主视平面图。

[0042] 根据下文阐明的详细描述,当与附图结合时,本发明的特征和优点将变得显而易见,附图中相似的附图标记标识相对应的元件。在附图中,相似的附图标记通常指示相同的、功能上类似的、和/或结构上类似的元件。另外,通常,附图标记的最左边的数字标识其中所述附图标记首次出现的附图。除非另外指明,否则遍及整个本公开中所提供的附图不应被解释为成比例的附图。

### 具体实施方式

[0043] 本说明书披露了合并本发明特征的一个或更多个实施例。所披露的实施例仅例示了本发明。本发明的范围不限于所披露的实施例。本发明由所附的权利要求限定。

[0044] 所描述的实施例以及说明书中对“一个实施例”、“实施例”、“示例实施例”等的引用,指示所描述的实施例可以包括特定的特征、结构或特性,但是可能不一定每个实施例都包括特定的特征、结构或特性。而且,这种短语不一定是指相同的实施例。此外,当结合实施例描述特定的特征、结构或特性时,应当理解,结合其它实施例(无论是否明确描述)来实现这种特征、结构或特性,也在本领域技术人员的知识的范围内。

[0045] 为了便于描述如图中所示一个元素或特征与另一元素或特征的关系,此处可以使用空间相对术语,诸如“在……下方”、“在……下面”、“在……下部”、“在……上方”、“在……上面”、“在……上部”、“顶部”、“底部”、“前”、“后”等。除了在图中描述的方位之外,空间相对术语还意图涵盖设备在使用或操作中的不同方位。该装置可以以其它方式定向(旋转90度或以其它方位),并且相应地,在此使用的相关描述语可以在空间上被同样地解释。

[0046] 如本文中使用的,术语“大约”或“大致”表示可以基于特定技术而变化的给定量的值。根据特定的技术,术语“大约”或“大致”可以表示给定量的值,该值在其例如10%到30%之间变化(例如,该值的 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 或 $\pm 30\%$ )。

[0047] 本公开的实施例可以以硬件、固件、软件或其任何组合来实现。本公开的实施例还可以被实现为存储在机器可读介质上的指令,该指令可以由一个或更多个处理器读取和执行。机器可读介质可以包括用于以机器(例如,计算装置)可读的形式来存储或透射信息的任何机制。例如,机器可读介质可以包括只读存储器(ROM);随机存取存储器(RAM);磁盘存储介质;光学存储介质;闪存设备;电、光、声或其它形式的传播信号(例如,载波、红外信号、数字信号等)等。此外,固件、软件、例程和/或指令可以在本文中描述为执行某些动作。但是,应当理解,这种描述仅仅是为了方便,并且这种动作实际上是由执行固件、软件、例程、指令等的计算装置、处理器、控制器或其它装置引起的。

[0048] 然而,在更详细地描述这种实施例之前,提供可以实现本公开的实施例的示例环境是有益的。

[0049] 示例光刻系统

[0050] 图1A和图1B分别是在其中实现本发明实施例的光刻设备100和光刻设备100'的示意图。光刻设备100和光刻设备100'各自包括:照射系统(照射器)IL,其被配置为调整辐射束B(例如,深紫外线或极紫外辐射);支撑结构(例如,掩模台)MT,其被配置为支撑图案形成装置(例如,掩模、掩模版或动态图案形成装置)MA,并且连接到第一定位器PM,该第一



定位器PM被配置为精确地定位图案形成装置MA；以及衬底台(例如,晶片台)WT,其被配置为保持衬底(例如,涂覆有抗蚀剂的晶片)W,并且连接到第二定位器PW,该第二定位器PW被配置为精确地定位衬底W。光刻设备100和100'还具有投影系统PS,该投影系统PS被配置为将通过图案形成装置MA赋予到辐射束B的图案投射到衬底W的目标部分(例如,包括一个或更多个管芯)C上。在光刻设备100中,图案形成装置MA投影系统PS是反射性的。在光刻设备100'中,图案形成装置MA和投影系统PS是透射性的。

[0051] 照射系统IL可以包括用于引导、整形或控制辐射束B的各种类型的光学部件,诸如折射、反射、折反射、磁性、电磁、静电或其它类型的光学部件、或其任何组合。

[0052] 支撑结构MT以以下方式来保持图案形成装置MA:依赖于图案形成装置MA相对于参考框架的定向、光刻设备100和100'中的至少一个的设计、以及其它条件(诸如图案形成装置MA是否被保持在真空环境中)。支撑结构MT可以使用机械、真空、静电或其它夹持技术来保持图案形成装置MA。支撑结构MT可以是例如框架或台,根据需要它们可以是固定的或可移动的。通过使用传感器,支撑结构MT可以确保图案形成装置MA例如相对于投影系统PS处于期望位置。

[0053] 术语“图案形成装置”MA应当被广义地解释为:指代可以被用于向辐射束B的截面赋予图案的任何装置,例如可以在衬底W的目标区域C中产生图案的装置。赋予到辐射束B的图案可以对应于在目标部分C中产生的、器件中的特定功能层,以形成集成电路。

[0054] 图案形成装置MA可以是透射性的(如在图1B的光刻设备100'中)或反射性的(如在图1A的光刻设备100中)。图案形成装置MA的示例包括掩模版、掩模、可编程反射镜阵列或可编程LCD面板。掩模在光刻中是众所周知的,并且包括诸如二元、交替相移或衰减相移等掩模类型、以及各种混合掩模类型。可编程反射镜阵列的示例采用小反射镜的矩阵布置,每个小反射镜可以单独倾斜,以便在不同方向上反射入射的辐射束。倾斜的反射镜将图案赋予在辐射束B中,该图案被小反射镜矩阵反射。

[0055] 术语“投影系统”PS可以包含任何类型的投影系统,包括折射、反射、折反射、磁性、电磁和静电光学系统、或其任何组合,以适合所使用的曝光辐射、或其它因素,诸如在衬底W上使用浸没液体或使用真空等。真空环境可以被用于EUV或电子束辐射,因为其它气体会吸收过多的辐射或电子。因此,借助于真空壁和真空泵可以向整个束路径提供真空环境。

[0056] 光刻设备100和/或光刻设备100'可以是具有两个(双台)或多个衬底台WT(和/或两个或更多掩模台)的类型。在这种“多台”机器中,可以并行使用附加衬底台WT,或者可以在一个或更多个其它衬底台WT上进行曝光的同时,在一个或更多个工作台上执行制备步骤。在某些情况下,附加台可以不是衬底台WT。

[0057] 光刻设备也可以是如下类型:其中衬底的至少一部分可以被具有相对较高折射率的液体(例如,水)覆盖,以填充投影系统与衬底之间的空间。也可以将浸没液体施加到光刻设备中的其它空间,例如在掩模与投影系统之间。浸没技术在本领域中是众所周知的,其用于增加投影系统的数值孔径。如本文中使用的术语“浸没”并不表示诸如衬底等结构必须淹没在液体中,而是仅表示在曝光期间液体位于投影系统与衬底之间。

[0058] 再次参考图1A和图1B,照射器IL从辐射源S0接收辐射束。光源S0和光刻设备100、100'可以是分开的物理实体,例如,当光源S0是准分子激光器时。在该情况下,不认为光源S0形成为光刻设备100、100'的一部分,并且借助于包括例如合适的定向反射镜和/或扩束

器的束透射系统BD(图1B中),将辐射束B从源S0传递到照射器IL。在其它情况下,光源S0可以是光刻设备100、100'的组成部分,例如当光源S0是汞灯时。可以将源S0和照射器IL以及束透射系统BD(如果需要的话)一起称为辐射系统。

[0059] 照射器IL可以包括用于调整辐射束的角度强度分布的调整器AD(图1B中)。通常,照射器的光瞳面中的强度分布的至少外部和/或内部的径向范围(通常分别称为外部 $\sigma$ 和内部 $\sigma$ )可以被调整。另外,照射器IL可以包括各种其它部件(图1B中),诸如积分器IN和聚光器CO。照射器IL可以被用于调整辐射束B,以在辐射束B截面中具有期望的均匀性和强度分布。

[0060] 参考图1A,辐射束B入射到保持在支撑结构(例如,掩模台)MT上的图案形成装置(例如,掩模)MA上,并且由图案形成装置MA图案化。在光刻设备100中,辐射束B从图案形成装置(例如,掩模)MA被反射。在从图案形成装置(例如,掩模)MA反射之后,辐射束B穿过投影系统PS,投影系统PS将辐射束B聚焦到衬底W的目标部分C上。借助于第二定位器PW和位置传感器IF2(例如,干涉仪、线性编码器或电容传感器),可以精确地移动衬底台WT(例如,以便将不同的目标部分C定位在辐射束B的路径中)。类似地,第一定位器PM和另一位置传感器IF1可以被用于相对于辐射束B的路径精确地定位图案形成装置(例如,掩模)MA。图案形成装置(例如,掩模)MA和衬底W可以使用掩模对准标记M1、M2和衬底对准标记P1、P2来对准。

[0061] 参考图1B,辐射束B入射在保持在支撑结构(例如,掩模台MT)上的图案形成装置(例如,掩模MA)上,并且由图案形成装置图案化。在穿过掩模MA之后,辐射束B穿过投影系统PS,投影系统PS将束聚焦到衬底W的目标部分C上。投影系统具有相对于光瞳共轭PPU的照射系统光瞳IPU。辐射的一部分从照射系统光瞳IPU处的强度分布发出,并且穿过掩模图案而不受掩模图案处的衍射的影响,并且在照射系统光瞳IPU处产生强度分布的图像。

[0062] 投影系统PS将掩模图案MP的图像MP'投影到涂覆在衬底W上的光致抗蚀剂层上,其中图像MP'由标记图案MP所产生的衍射束通过来自强度分布的辐射而形成。例如,掩模图案MP可以包括线和间隔的阵列。阵列处的与零阶衍射不同的辐射衍射会生成被转向的衍射束,该被转向的衍射束具有在垂直于线的方向上的方向变化。未被衍射的束(即,所谓的零阶衍射束)横穿图案,而传播方向没有任何变化。零阶衍射束穿过投影系统PS的上部透镜或上部透镜组(在投影系统PS的光瞳共轭PPU的上游),以到达光瞳共轭PPU。在光瞳共轭PPU平面中并且与零阶衍射束相关的强度分布的一部分是照射系统IL的照射系统光瞳IPU中强度分布的图像。孔阑装置PD例如设置在(或大致上位于)包括投影系统PS的光瞳共轭PPU的平面处。

[0063] 投影系统PS被布置为借助于透镜或透镜组L不仅捕获零阶衍射束,而且捕获第一阶或第一阶和更高阶的衍射束(未示出)。在一些实施例中,用于成像线图案的偶极照射,可以被用于利用偶极照射的分辨率增强效果,该线图案在垂直于线的方向上延伸。例如,第一阶衍射束在晶片W的水平上与相应的零阶衍射束干涉,以产生具有尽可能高的分辨率和过程窗口(即,可用的焦深与可容许的曝光剂量偏差相结合)的线图案MP的图像。在一些实施例中,可以通过在照射系统光瞳IPU的相对象限中提供辐射极(未示出)来减小像散像差。此外,在一些实施例中,可以通过阻挡投影系统的光瞳共轭PPU中的、与相对象限中的辐射极相关联的零阶束,来减小像散像差。这在于2009年3月31日发布的US 7,511,799 B2中有更详细的描述,其全部内容通过引用并入本文。

[0064] 借助于第二定位器PW和位置传感器IF(例如,干涉测量装置、线性编码器或电容传

感器),衬底台WT可以精确地移动(例如,以便将不同的目标部分C定位在辐射束B的路径中)。类似地,第一定位器PM和另一位置传感器(图1B中未示出)可以被用于相对于辐射束B的路径,精确地定位掩模MA(例如,在从掩模库机械取回之后,或者在扫描期间)。

[0065] 通常,掩模台MT的移动可以借助于形成为第一定位器PM的一部分的长行程模块(粗略定位)和短行程模块(精细定位)来实现。类似地,衬底台WT的移动可以使用形成为第二定位器PW的一部分的长行程模块和短行程模块来实现。在步进器的情况下(与扫描器相对),掩模台MT可以仅连接到短行程致动器,也可以被固定。可以使用掩模对准标记M1、M2和衬底对准标记P1、P2,来对准掩模MA和衬底W。尽管衬底对准标记(如图所示)占据了专用目标部分,但是它们可以位于目标部分之间的空间中(被称为划线对准标记)。类似地,在大于一个的管芯设置在掩模MA上的情况下,掩模对准标记可以位于管芯之间。

[0066] 掩模台MT和图案形成装置MA可以在真空腔室V中,其中真空机器人IVR可以被用于将诸如掩模等图案形成装置移入和移出真空腔室。备选地,当掩模台MT和图案形成装置MA在真空腔室外部时,类似于真空机器人IVR,真空外机器人可以被用于各种运输操作。真空内和真空外机器人都需要进行校准,以将任何有效负载(例如,掩模)平稳地转移到转移台的固定的运动支架上。

[0067] 光刻设备100和100'可以在以下模式中的至少一种模式下使用:

[0068] 1. 在步进模式下,支撑结构(例如,掩模台)MT和衬底台WT基本上保持静止,而赋予到辐射束B的整个图案被一次投射到目标部分C上(即,一次静态曝光)。然后,衬底台WT在X和/或Y方向上移动,使得可以曝光不同的目标部分C。

[0069] 2. 在扫描模式下,同步扫描支撑结构(例如,掩模台)MT和衬底台WT,同时赋予到辐射束B的图案被投射到目标部分C上(即,单次动态曝光)。衬底台WT相对于支撑结构(例如,掩模台)MT的速度和方向,可以通过投射系统PS的(缩小)放大率和图像反转特性来确定。

[0070] 3. 在另一模式下,支撑结构(例如,掩模台)MT保持基本静止,以保持可编程图案形成装置,并且在赋予辐射束B的图案被投射到目标部分C上的同时,衬底台WT被移动或扫描。可以采用脉冲辐射源S0,并且在衬底台WT的每次移动之后或在扫描期间的连续辐射脉冲之间,根据需要更新可编程图案形成装置。这种操作模式可以易于被应用于利用可编程图案形成装置(诸如可编程反射镜阵列)的无掩模光刻术。

[0071] 也可以采用上述使用模式或完全不同的使用模式的组合和/或变型。

[0072] 在另一实施例中,光刻设备100包括极紫外(EUV)源,该极紫外源被配置为输出用于EUV光刻的EUV辐射束。通常,EUV源被配置在辐射系统中,并且相应照射系统被配置为调整EUV源的EUV辐射束。

[0073] 图2更详细地示出了光刻设备100,其包括源收集器设备S0、照射系统IL和投影系统PS。源收集器设备S0被构建和布置为使得可以在源收集器设备S0的封闭结构220中保持真空环境。发射等离子体210的EUV辐射可以通过放电产生的等离子体源来形成。EUV辐射可以由气体或蒸气产生,例如氙气、锂蒸气或锡蒸气,其中产生非常热的等离子体210以发射在电磁光谱的EUV范围内的辐射。非常热的等离子体210通过例如放电来产生,该放电引起至少部分电离的等离子体。为了有效地生成辐射,可能需要例如10Pa的Xe、Li、Sn蒸气或任何其它合适的气体或蒸气的分压。在一个实施例中,提供激发的锡(Sn)等离子体以产生EUV辐射。

[0074] 由热等离子体210发出的辐射经由可选的气体阻挡或污染物阱230(在某些情况下也称为污染物屏障或箔片阱),从源腔室211进入收集器腔室212,气体屏障或污染物阱230定位在源腔室211中的开口中或开口的后面。污染物阱230可以包括通道结构。污染物阱230还可以包括气体阻挡或气体阻挡与通道结构的组合。本文进一步指出的污染物阱或污染物阻挡230至少包括通道结构。

[0075] 收集器腔室212可以包括辐射收集器C0,辐射收集器C0可以是所谓的掠入射收集器。辐射收集器C0具有上游辐射收集器侧251和下游辐射收集器侧252。穿过收集器C0的辐射可以从光栅光谱滤波器240反射出来以被聚焦在虚拟源点IF上。虚拟源点IF通常被称为中间焦点,并且源收集器设备被布置为使得中间焦点IF位于封闭结构220中的开口219处或开口219的附近。虚拟源点IF是辐射发射等离子体210的图像。光栅光谱滤波器240特别地被用于抑制红外(IR)辐射。

[0076] 随后,辐射穿过照射系统IL,该照射系统IL可以包括琢面场反射镜装置222和琢面光瞳反射镜装置224,琢面场反射镜装置222和琢面光瞳反射镜装置224被布置为:在图案形成装置MA处提供辐射束221的期望角度分布,并且在图案形成装置MA处提供期望的辐射强度均匀性。当辐射束221在由支撑结构MT保持的图案形成装置MA处反射时,形成图案化束226,并且图案化束226通过投影系统PS经由反射元件228、229成像到由晶片台或衬底台WT保持的衬底W上。

[0077] 照射光学单元IL和投影系统PS中通常可以存在比所示更多的元件。取决于光刻设备的类型,可以可选地存在光栅光谱滤波器240。此外,可以存在比图2所示更多的反射镜,例如,与图2所示的相比,在投影系统PS中可以存在一至六个附加反射元件。

[0078] 仅作为收集器(或收集器镜)的示例,如图2所示的收集器光学器件C0被描绘为具有掠入射反射器253、254和255的巢状收集器。掠入射反射器253、254和255围绕光轴O轴向对称地布置,并且这种类型的收集器光学器件C0优选地与放电产生的等离子体源(通常被称为DPP源)结合使用。

[0079] 示例性光刻单元

[0080] 图3示出了光刻单元300,有时也被称为光刻单元或簇。光刻设备100或100'可以形成为光刻单元300的一部分。光刻单元300还可以包括用于在衬底上执行曝光前和曝光后过程的一个或更多个装置。常规地,这些一个或更多个装置包括:用于沉积抗蚀剂层的旋涂机SC、用于使曝光的抗蚀剂显影的显影剂DE、冷却板CH和焙烤板BK。衬底运送装置或机器人R0从输入/输出端口I/O1、I/O2拾取衬底,在不同的处理装置之间移动它们,然后将它们传送到光刻设备100或100'的进料台LB。这些装置(通常被统称为涂覆显影装置)处于涂覆显影装置控制单元TCU的控制下,涂覆显影装置控制单元TCU本身由管理控制系统SCS控制,管理控制系统SCS也经由光刻控制单元LACU控制光刻设备。因此,可以操作不同的设备以使生产量和处理效率最大化。

[0081] 示例对准设备

[0082] 了控制光刻过程以将器件特征准确地置于衬底上,通常在衬底上提供对准“标记”,并且光刻设备包括一个或更多个对准设备和/或系统,必须通过该对准设备和/或系统准确测量标记在衬底上的位置。这些对准设备实际上是位置测量设备。已知来自不同时期和不同制造商的不同类型的标记和不同类型的对准设备和/或系统。当前在光刻设备中广

泛使用的一种系统基于自参考干涉仪(如美国专利号6,961,116(den Boef等人)中所述的)。通常,分别测量标记以获取X和Y位置。然而,可以使用美国公开号2009/195768A(Bijnen等人)中描述的技术,来执行组合的X和Y测量。这些公开的全部内容通过引用并入本文。

[0083] 图4A示出了根据一个实施例的对准设备400的截面示意图,该对准设备400可以被实现为光刻设备100或100'的一部分。在该实施例的示例中,对准设备400可以被配置为使衬底(例如,衬底W)相对于图案形成装置(例如,图案形成装置MA)对准。对准设备400还可以被配置为检测衬底上的对准标记的位置,并且使用检测到的对准标记的位置使衬底相对于图案形成装置或光刻设备100或100'的其它部件对准。衬底的这种对准可以确保衬底上一个或更多个图案的精确曝光。

[0084] 根据一个实施例,根据该实施例的示例,对准设备400可以包括照射系统412、分束器414、干涉仪426、检测器428、束分析器430和重叠计算处理器432。照射系统412可以被配置为提供具有一个或更多个通带的电磁窄带辐射束413。在一个示例中,一个或更多个通带可以在波长为大约500nm至大约900nm之间的光谱内。在另一示例中,一个或更多个通带可以是波长在大约500nm至大约900nm之间的光谱内的离散的窄通带。照射系统412还可以被配置为提供在长时间段内(例如,在照射系统412的寿命内)具有基本恒定的中心波长(CWL)值的一个或更多个通带。如上所述,在电流对准系统中,照射系统412的这种配置可以有助于防止实际CWL值与期望CWL值的偏移。并且,结果,与当前对准设备相比,使用恒定CWL值可以提高对准系统(例如,对准设备400)的长期稳定性和准确性。

[0085] 根据一个实施例,分束器414可以被配置为接收辐射束413并且将辐射束413分成至少两个辐射子束。在一个示例中,辐射束413可以被分成辐射子束415和417,如图4A所示。分束器414还可以被配置为将辐射子束415引导到放置在台422上的衬底420上。在一个示例中,台422可以沿方向424移动。辐射子束415可以被配置为照射定位在衬底420上的对准标记或目标418。在该实施例的示例中,对准标记或目标418可以涂覆有辐射敏感膜。在另一示例中,对准标记或目标418可以具有一百八十度(即,180°)的对称性。也就是说,当对准标记或目标418绕垂直于对准标记或目标418的平面的对称轴旋转180°时,旋转后的对准标记或目标418可以与未旋转的对准标记或目标418基本相同。衬底420上的目标418可以是:(a)抗蚀剂层光栅,包括由实心抗蚀剂线形成的栅条,或(b)产品层光栅,或,(c)重叠目标结构中的复合光栅叠层,其包括叠加或交错在产品层光栅上的抗蚀剂光栅。备选地,该栅条可以被蚀刻到衬底中。该图案对光刻投影设备、特别是投影系统PL中的色差敏感,并且照射对称性和这种像差的存在,将在印制光栅的变化中显现出来。被用于设备制造中的、进行测量线宽、间距和临界尺寸的一种在线方法,利用一种被称为“散射测量法”的技术。散射测量方法在J.Vac.Sci.Tech.B,Vol.15,no.2,pp.361-368(1997)的Raymond等人的“Multiparameter Grating Metrology Using Optical Scatterometry”和SPIE,Vol.3677(1999)的Niu等人的“Specular Spectroscopic Scatterometry in DUV Lithography”中有所描述,这两者均通过整体引用并入本文。在散射测量中,光被目标中的周期性结构反射,并且在给定角度下检测所得到的反射光谱。产生反射光谱的结构被重构,例如,使用严格耦合波分析(RCWA)或通过与仿真得出的模式库进行比较。因此,印制光栅的散射数据被用于重构光栅。可以根据印制步骤和/或其它散射测量过程的知识将光栅的参数(诸如线宽和形状)输入到由处理

单元PU执行的重构过程中。

[0086] 根据一个实施例,分束器414还可以被配置为接收衍射辐射束419,并且将衍射辐射束419分成至少两个辐射子束。在一个示例中,衍射辐射束419可以被分成衍射辐射子束429和439,如图4A所示。

[0087] 应当注意,即使分束器414被示为将辐射子束415朝向对准标记或目标418引导,并且将衍射辐射子束429朝向干涉仪426引导,但是本公开不限于此。对于相关领域的技术人员清楚的是,可以使用其它光学布置来获取以下的类似结果:照射衬底420上的对准标记或目标418,以及检测对准标记或目标418的图像。

[0088] 如图4A所示,干涉仪426可以被配置为通过分束器414接收辐射子束417和衍射辐射子束429。在一个示例实施例中,衍射辐射子束429可以是辐射子束415的、可以从对准标记或目标418反射的至少一部分。在该实施例的示例中,干涉仪426包括任何适当的光学元件组,例如,可以被配置为棱镜的组合,该棱镜的组合基于所接收的衍射辐射子束429形成对准标记或目标418的两个图像。应当理解,不需要形成高质量的图像,但是应当分辨对准标记418的特征。干涉仪426还可以被配置为将两个图像中的一个图像相对于两个图像中的另一图像旋转 $180^\circ$ ,并且以干涉方式重新组合旋转后和未旋转的图像。

[0089] 在一个实施例中,检测器428可以被配置为当对准设备400的对准轴线421穿过对准标记或目标418的对称中心(未示出)时,经由干涉仪信号427接收重新组合的图像,并且检测由于重新组合图像而产生的干涉。这种干涉可能是由于对准标记或目标418呈 $180^\circ$ 对称而导致的,并且根据示例实施例,重新组合的图像相长或相消干涉。基于检测到的干涉,检测器428还可以被配置为确定对准标记或目标418的对称中心的位置,并且因此,检测衬底420的位置。根据一个示例,对准轴线421可以与垂直于衬底420并且穿过图像旋转干涉仪426的中心的束对准。检测器428还可以被配置为通过实现传感器特性并且与晶片标记过程变化相互作用,来估计对准标记或目标418的位置。

[0090] 在另一实施例中,检测器428通过执行以下测量中的一个或多个,来确定对准标记或目标418的对称中心的位置:

[0091] 1. 测量各种波长的位置变化(颜色之间的位置偏移);

[0092] 2. 测量各种阶的位置变化(衍射阶之间的位置偏移);以及

[0093] 3. 测量各种偏振的位置变化(偏振之间的位置偏移)。

[0094] 例如,该数据可以利用任何类型的对准传感器,例如SMASH(SMArt对准传感器混合)传感器来获取,如美国专利No.6,961,116所述,该专利采用具有单个检测器和四个不同波长的自参考干涉仪,并且以软件或Athena(使用高阶对准增强的高级技术)提取对准信号,如美国专利No.6,297,876所述,该专利将七个衍射阶中的每个衍射阶引导到专用检测器,这两个专利通过整体引用并入本文。

[0095] 在一个实施例中,束分析器430可以被配置为接收和确定衍射的辐射子束439的光学状态。光学状态可以是束波长、偏振或束轮廓的量度。束分析器430还可以被配置为确定台422的位置,并且将台422的位置与对准标记或目标418的对称中心的位置相关联。这样,参考台422,可以精确地知道对准标记或目标418的位置以及因此衬底420的位置。备选地,束分析器430可以被配置为确定对准设备400或任何其它参考元件的位置,使得可以参考对准设备400或任何其它参考元件,来知晓对准标记或目标418的对称中心。束分析器430可以

是具有某种形式的波段选择性的点或成像偏振仪。根据一个实施例,根据其它实施例,束分析器430可以直接被集成到对准设备400中,或者经由几种类型的光纤连接:保偏单模、多模或成像。

[0096] 在一个实施例中,束分析器430还可以被配置为确定衬底420上的两个图案之间的重叠数据。这些图案之一可以是参考层上的参考图案。另一图案可以是在曝光层上的曝光图案。参考层可以是在衬底420上已存在的蚀刻层。参考层可以通过光刻设备100和/或100'将参考图案在衬底上曝光来生成。曝光层可以是与参考层相邻的、曝光后的抗蚀剂层。曝光层可以通过光刻设备100或100'将曝光图案在衬底420上曝光来生成。衬底420上的曝光图案可以对应于台422相对衬底420的移动。在一个实施例中,所测量的重叠数据还可以指示参考图案与曝光图案之间的偏移。所测量的重叠数据可以被用作校准数据以校准由光刻设备100或100'曝光的曝光图案,使得在校准之后,可以使曝光层与参考层之间的偏移最小化。

[0097] 在一个实施例中,束分析器430还可以被配置为确定衬底420的产品叠层轮廓的模型,并且可以被配置为在单次测量中测量目标418的重叠、临界尺寸和焦距。产品叠层轮廓包含有关叠层产品的信息,诸如对准标记、目标418或衬底420,并且可以包括标记过程变化引起的光学签名量测,该量测是照射变化的函数。产品叠层轮廓还可以包括产品光栅轮廓、标记叠层轮廓和标记不对称性信息。束分析器430的一个示例是由荷兰Veldhoven的ASML制造的Yeldeldstar™,如美国专利No. 8,706,442中所述,该专利通过整体引用并入本文。束分析器430还可以被配置为处理与该层中的曝光图案的特定性质有关的信息。例如,束分析器430可以处理:重叠参数(指示该层相对于衬底上的先前层的定位精度、或第一层相对于衬底上标记的定位精度)、聚焦参数、和/或该层中所描绘图像的临界尺寸参数(例如,线宽及其变化)。其它参数是与所描绘的曝光图案的图像的质量有关的图像参数。

[0098] 在一些实施例中,检测器阵列(未示出)可以连接到束分析器430,并且允许进行准确的叠层轮廓检测的可能性,如下所述。例如,检测器428可以是检测器阵列。对于检测器阵列,可能有多种选择:多模光纤束、每通道的离散引脚检测器、或CCD或CMOS(线性)阵列。出于稳定性原因,使用多模光纤束可以使得任何耗散元件位于较远的位置。离散PIN检测器可以提供较大的动态范围,但每个都需要单独的前置放大器。因此,元件的数目受到限制。CCD线性阵列提供了很多可以高速读取并且在使用相位步进检测时尤其值得关注的元件。

[0099] 在一个实施例中,第二束分析器430'可以被配置为接收和确定衍射辐射子束429的光学状态,如图4B所示。光学状态可以是束波长、偏振或束轮廓的量度。第二束分析器430'可以与束分析器430相同。备选地,第二束分析器430'可以被配置为执行束分析器430的至少所有功能,诸如确定台422的位置,以及将台422的位置与对准标记或目标418的对称中心的位置相关联。这样,参考对准台422,可以精确地知晓对准标记或目标418的对称中心的位置,并且因此知晓衬底420的位置。第二束分析器430还可以被配置为确定对准设备400或任何其它参考元件的位置,使得可以参考对准设备400或任何其它参考元件,来知晓对准标记或目标418的对称中心。第二束分析器430'还可以被配置为确定两个图案之间的重叠数据以及衬底420的产品叠层轮廓的模型。第二束分析器430'还可以被配置为在一次测量中测量目标418的重叠、临界尺寸和焦距。

[0100] 在一个实施例中,根据其它实施例,第二束分析器430'可以直接被集成到对准设



备400中,或者可以经由几种类型的光纤连接:保偏单模、多模或成像。备选地,第二束分析器430'和束分析器430可以被组合以形成单个分析器(未示出),该单个分析器被配置为接收和确定衍射辐射子束429和439的光学状态。

[0101] 在一个实施例中,处理器432从检测器428和束分析器430接收信息。例如,处理器432可以是重叠计算处理器。该信息可以包括由束分析器430构建的产品叠层轮廓的模型。备选地,处理器432可以使用所接收的关于产品标记的信息来构建产品标记轮廓的模型。在任一情况下,处理器432使用或结合产品标记轮廓的模型来构建叠层的产品和重叠标记轮廓的模型。然后,叠层模型被用于确定重叠偏移,并且使光谱对重叠偏移测量的影响最小化。处理器432可以基于从检测器428和束分析器430接收的信息来产生基本校正算法,包括但不限于照射束、对准信号的光学状态、相关联的位置估计,以及光瞳、图像和其它平面中的光学状态。光瞳面是这样的平面,在该平面中,辐射的径向位置定义了入射角,而角位置定义了辐射的方位角。处理器432可以参考晶片标记和/或对准标记418,利用基本校正算法来表征对准设备400。

[0102] 在一个实施例中,处理器432还可以被配置为基于从检测器428和束分析器430接收的信息,针对每个标记确定相对于传感器估计的印制图案位置偏移误差。该信息包括但不限于衬底420上的每个对准标记或目标418的产品叠层轮廓、对重叠、临界尺寸和焦距的测量。处理器432可以利用聚类算法将标记分组为相似恒定偏移误差的集合,并且基于该信息产生对准误差偏移校正表。聚类算法可以基于与每组偏移误差相关联的重叠测量、位置估计和附加的光学叠层过程信息。为多个不同标记计算重叠,例如,在已编程的重叠偏移周围具有正和负偏差的重叠目标。测量最小重叠的目标被作为参考(因为它以最佳精度进行测量)。根据该测得的小重叠以及其对应目标的已知编程重叠,可以推导出重叠误差。表1示出了如何执行该操作。在所示的示例中,最小测量重叠为-1nm。但是,这关于编程重叠为-30nm的目标。因此,该过程必须引入29nm的重叠误差。

[0103]

编程重叠	-70	-50	-30	-10	10	30	50
测量重叠	-38	-19	-1	21	43	66	90
测量重叠与编程重叠之间的差	32	31	29	31	33	36	40
重叠误差	3	2	-	2	4	7	11

[0104] 可以将最小值作为参考点,相对于此,可以计算测量重叠与由于编程重叠而预期的重叠之间的偏移。该偏移针对每个标记或具有相似偏移的标记集,来确定重叠误差。因此,在表1的示例中,在编程重叠为30nm的目标位置,最小测量重叠为-1nm。将其它目标处的预期重叠与测量重叠之间的差异与该参考进行比较。还可以在不同照射设置下根据标记和目标418获取诸如表1等表,可以确定并且选择导致最小重叠误差的照射设置及其对应校准因子。此后,处理器432可以将标记分组为相似的重叠误差的集合。用于标记分组的准则可以基于不同的过程控制来调整,例如针对不同过程的不同误差容限。



[0105] 在一个实施例中,处理器432可以确认组的所有或大多数成员具有相似的偏移误差,并且基于其附加光学叠层量测,将来自聚类算法的个体偏移校正应用于每个标记。处理器432可以确定每个标记的校正,并且将校正反馈给光刻设备100或100',以校正重叠中的误差,例如,通过将校正馈送到对准设备400中。

[0106] 示例性对准传感器设备

[0107] 如上文所论述的,过程中准确度误差(OPAE)是通过改变叠层厚度、材料和/或每个晶片上的过程(即,过程变化)和由于对准传感器之间的相互作用而导致的重叠误差所引起的。过程变化会改变来自衬底上的对准标记的反射光的光学性质,这会引入OPAE。虽然各种技术(诸如标记不对称性重构(MAR),其校正在对准标记中的不对称性)改善了传感器(例如,SMASH)和预测建模,但是晶片叠层性质变化(即,过程变化)导致对OPAE的较小的限制,并且不能进一步使用当前技术和系统来减小。过程变化与对准传感器相互作用并且产生不能被校准的对准位置误差(APE)。

[0108] APE是从参考对准位置(例如,衬底上的经校准的对准标记)的对准位置的改变或偏移。然而,APE是各种物理参数(例如,束波长、频谱带宽、数值孔径、束强度、束斑大小、束形状、束图案和/或偏振)的函数。例如,APE可以被建模为一个或多个物理参数的线性函数。当物理参数在对准和/或光刻设备中变化时,由于未知的过程变化所引起的所述参考对准位置的改变或偏移可以被测量,并且校正可以被确定和应用以便减小OPAE。

[0109] 图5图示出根据示例性实施例的对准传感器设备500。对准传感器设备500被配置成校正APE并且改善例如在光刻设备100或100'中的重叠。对准传感器设备500可以包括照射系统502,斑反射镜516,聚焦透镜518,偏振分束器550,检测器控制器584,一个或多个光学滤波器506、508、510、512、514、538、548、560、576以及APE处理器590。虽然对准传感器设备500在图5被示出为单独的设备,但是本公开的实施例不限于这个示例,并且本公开的对准传感器设备500实施例可以与其它光学系统一起使用,诸如而限于光刻设备100和/或100'、光刻元300、对准设备400、和/或其它光学系统。

[0110] 照射系统502被配置成沿照射路径朝向斑反射镜516传输照射束504。照射系统502类似于图4A和图4B中所描述的照射系统412。例如,照射系统502可以包括极紫外(EUV)源,所述极紫外(EUV)源被配置成产生EUV辐射束。照射系统502可以包括辐射系统中的EUV源和相对应的调节系统,所述调节系统被配置成调节所述EUV源的EUV辐射束。

[0111] 照射系统502可以被配置成提供具有一个或多个通带的电磁窄带照射束504。在一示例中,所述一个或多个通带可以在介于约500nm至约900nm之间的波长的频谱内。在一示例中,所述一个或多个通带可以在介于约10nm至约500nm之间的波长的频谱内。在另一示例中,所述一个或多个通带可以是在介于约500nm至约900nm之间的波长的频谱内的离散的窄通带。在另一示例中,所述一个或多个通带可以是在波长为大约10nm至大约500nm之间的频谱内的离散的窄通带。照射系统502还可以被配置为提供在长时间段内(例如,在照射系统502的使用寿命内)具有大致恒定的中心波长(CWL)值的一个或多个通带。如上文所论述的,在当前对准系统中,照射系统502的这种配置可以有助于防止实际CWL值与期望CWL值的偏移。并且,结果,与当前对准设备相比,使用恒定CWL值可以提高对准系统(例如,对准传感器设备500)的长期稳定性和准确度。

[0112] 在一些实施例中,照射系统502可以使用针对辐射源的宽带光源(即,具有宽的光

频率或波长范围——并且因而具有宽的颜色范围——的光源),所述辐射源可以给出大集光率(即,光扩展度,例如,所述源的面积(A)与从所述源来看系统的入射光瞳所对向的立体角( $\Omega$ )的乘积),从而允许多个波长的混合。在一些实施例中,照射束504可以包括在所述宽带中的多个波长,优选地,每个波长具有 $\Delta\lambda$ 的带宽和至少 $2\Delta\lambda$ (即,两倍于所述带宽)的间距。在一些实施例中,照射系统502可以包括若干个辐射“源”,所述辐射“源”用于已使用光纤束而被拆分的扩展辐射源的不同部分。以这种方式,角分辨散射频谱可以在多个波长下被并行地测量。例如,可以测量三维频谱(波长和两个不同的角度),三维频谱包含比二维频谱更多的信息。这允许测量更多信息,从而增加了量测过程的稳健性即鲁棒性。这在全部内容通过引用并入本文的EP 1628164A2中被更详细地描述。

[0113] 斑反射镜516是透射立方体,其中反射金属层被设置在所述立方体的中心。如图5中示出的,斑反射镜516可以与所述照射路径形成 $45^\circ$ 角,以便朝向衬底522引导照射束504。在实施例中,斑反射镜516可以是分束器,所述分束器被配置成朝向衬底522反射照射束504的第一部分(例如,50%)并且朝向束分析器536透射照射束504的第二部分(例如,50%)。束分析器536类似于在图4A和图4B中所描述的束分析器430,并且被配置成分析照射束504的各种性质,例如强度、束形状、对准位置和/或偏振。

[0114] 如图5中示出的,斑反射镜516可以朝向聚焦透镜518传输照射束504,所述聚焦透镜518将照射束504聚焦到衬底522上的衍射目标520上。在实施例中,衍射目标520可以是对准标记。在实施例中,衬底522由平台524支撑且沿对准轴线526对中。在一些实施例中,衬底522上的衍射目标520可以是1维光栅,所述1维光栅被印制成使得在显影之后,栅条由实体抗蚀剂线构成。在一些实施例中,所述衍射目标520可以是2维阵列或光栅,所述2维阵列或光栅被印制成使得在显影之后,光栅由所述抗蚀剂中的实体抗蚀剂导柱或通孔所形成。例如,栅条、导柱或通孔可以替代地被刻蚀到衬底522中。

[0115] 衍射目标520上的聚焦照射束504产生沿信号路径535的信号束,所述信号束包括从衍射目标520反射的衍射阶子束528、530、532。如图5中示出的,第一衍射阶子束528、第二衍射阶子束530、和第三衍射阶子束532向后朝向聚焦透镜518反射离开衍射目标520并且产生信号路径535。在一些实施例中,聚焦透镜518可以被定位在光瞳平面处。所述光瞳平面是这样的平面:其中辐射的径向位置限定入射角并且角位置限定所述辐射的方位角。

[0116] 在一些实施例中,第一衍射阶子束528可以是零衍射阶子束,第二衍射阶子束530可以是一阶衍射阶子束(例如,-1),并且第三衍射阶子束532可以是一阶衍射阶子束(例如,+1)。如图5中示出的,斑反射镜516阻挡和/或反射第一衍射阶子束528并且沿信号路径535透射第二衍射阶子束530和第三衍射阶子束532。在一些实施例中,斑反射镜516朝向束分析器536反射第一衍射阶子束528,所述束分析器536被配置成分析第一衍射阶子束528的各种性质,例如,强度、束形状、对准位置、和/或偏振。

[0117] 第二衍射阶子束530和第三衍射阶子束532沿信号路径535传输至偏振分束器550,所述偏振分束器550被配置成基于子束530、532的偏振将第二衍射阶子束530和第三衍射阶子束532分离并且传输到第一偏振光学支路(例如“X”方向、s偏振)和第二偏振光学支路(例如,“Y”方向、p偏振)中。其电场沿入射平面的偏振辐射被认为是p偏振(即,横向磁场(TM)),而其电场正交于即垂直于入射平面的偏振辐射被认为是s偏振(即,横向电场(TE))。偏振分束器550将信号路径535分裂成正交偏振分量(即,第一偏振光学支路和第二偏振光学支

路),并且将经s偏振的子束530、532传输到第一偏振光学支路(“X”方向,s偏振)中且将经p偏振的子束530、532传输到第二偏振光学支路(“Y”方向,p偏振)中。

[0118] 第一偏振光学支路被配置成传输经s偏振的子束530、532并且测量衍射目标520沿水平或“X”方向相对于对准轴线526的对准位置的任何改变、偏移和/或偏差。如图5中示出的,第一偏振光学支路可以包括第一偏振滤波器552、“X”方向自参考干涉仪(SRI-X) 554、第二偏振滤波器556、和偏振分束器558。经S偏振的子束530、532依次传输通过第一偏振滤波器552、SRI-X 554、和第二偏振滤波器556。在一些实施例中,第一偏振滤波器552、和第二偏振滤波器556每个都可以是波片,例如呈 $22.5^\circ$  ( $\pi/8$ )的半波片。在一些实施例中,第一偏振滤波器552和第二偏振滤波器556每个都可以是波片,例如呈 $45^\circ$  ( $\pi/4$ )的四分之一波片。

[0119] 半波片引发 $180^\circ$  ( $\pi$ )的相移且旋转在偏振矢量与快轴矢量之间所形成的偏振角 $\theta$ 至 $-\theta$ 。对于线偏振光,半波片转动 $\theta$ 至 $2\theta$ ,而对于椭圆(例如,圆)偏振光,半波片反转手性即手征性(例如,从右圆至左圆)。四分之一波片引发 $90^\circ$  ( $\pi/2$ )的相移,并且输出取决于形成在快轴矢量与慢轴矢量之间的输入偏振角 $\phi$ 。对于线偏振光, $\phi=0^\circ$ 在线性偏振中不产生变化, $\phi=45^\circ$ 产生圆偏振,并且 $0^\circ < \phi < 45^\circ$ 产生椭圆偏振。

[0120] 第一偏振滤波器552、SRI-X 554、和第二偏振滤波器556被配置成将经s-偏振的子束530、532的图像转动 $180^\circ$ 并且将异相 $180^\circ$ 的该两个图像重新组合。该两个经重新组合的图像被传输至偏振分束器558。偏振分束器558被配置成将这两个经重新组合的图像之间的差分离并且传输到第一位置检测器566中,且将这两个经重新组合的图像的和分离并且传输到第二位置检测器564中。如图5中示出的,聚焦透镜562可以被包括在第一偏振光学支路中以便将这两个经重新组合的图像的和聚焦到第二位置检测器564上。在一些实施例中,额外的聚焦透镜(类似于聚焦透镜562)可以被包括在第一位置检测器566与偏振分束器558之间以便对这两个经重新组合的图像的差进行聚焦。

[0121] 第二偏振光学支路类似于第一偏振光学支路,并且被配置成传输经p偏振的子束530、532并且测量衍射目标520沿竖直或“Y”方向相对于对准轴线526的对准位置的任何改变、偏移和/或偏差。如图5中示出的,第一偏振光学支路可以包括第一偏振滤波器568、“Y”方向自参考干涉仪(SRI-Y) 570、第二偏振滤波器572、和偏振分束器574。经P-偏振的子束530、532依次传输通过第一偏振滤波器568、SRI-Y 570和第二偏振滤波器572。在一些实施例中,第一偏振滤波器568和第二偏振滤波器572每个都可以是波片,例如呈 $22.5^\circ$  ( $\pi/8$ )的半波片。在一些实施例中,第一偏振滤波器568和第二偏振滤波器572每个都可以是波片,例如呈 $45^\circ$  ( $\pi/4$ )的四分之一波片。

[0122] 第一偏振滤波器568、SRI-Y 570、和第二偏振滤波器572被配置成将经p-偏振的子束530、532的图像转动 $180^\circ$ 并且将异相 $180^\circ$ 的该两个图像重新组合。这两个经重新组合的图像被传输至偏振分束器574。偏振分束器574被配置成将这两个经重新组合的图像之间的差分离并且传输到第三位置检测器582中,且将这两个经重新组合的图像的和分离并且传输到第四位置检测器580中。如图5中示出的,聚焦透镜578可以被包括在第二偏振光学支路中以便将这两个经重新组合的图像的和聚焦到第四位置检测器580上。在一些实施例中,额外的聚焦透镜(类似于聚焦透镜578)可以被包括在第三位置检测器582与偏振分束器574之间以便对这两个经重新组合的图像的差进行聚焦。

[0123] 如图5中示出的,检测器控制器584可以分别经由第一控制信号586、第二控制信号585、第三控制信号588和、第四控制信号587而被连接至第一位置检测器566、第二位置检测器564、第三位置检测器582、和第四位置检测器580。检测器控制器584被配置成基于从第一偏振支路和第二偏振支路所输出的信号束(例如,差与和)来测量并且检测衍射目标520相对于对准轴线526的对准位置。在一些实施例中,检测器控制器584被配置成测量衍射目标520沿水平或“X”方向和/或垂直或“Y”方向的对准位置的任何改变、偏移和/或偏差。在一些实施例中,,检测器控制器584可以将第二衍射阶子束530和第三衍射阶子束532组合以产生正弦相位。

[0124] 一个或更多个光学滤波器可以沿照射束504的照射路径和/或沿第二衍射阶子束530和第三衍射阶子束532的信号路径535而被设置。如上文所论述的,当光学滤波器沿所述照射路径和/或信号路径535而被设置时,沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504的一个或更多个物理参数被调整,并且发生衍射目标520(例如,衬底522上的经校准的衍射目标520)的对准位置从参考对准位置的改变或偏移。

[0125] 如图5中示出的,一个或更多个光学滤波器可以包括沿照射束504的照射路径和/或信号路径535而设置的频谱滤波器506、数值孔径(NA)滤波器508、中性密度(ND)滤波器510、图案化滤波器512、和/或偏振滤波器514。在一些实施例中,频谱滤波器506可以包括带通滤波器、带通干涉滤波器、陷波滤波器、短通滤波器、长通滤波器、阶梯滤波器和/或二向色滤波器。在一些实施例中,NA滤波器508可以包括被配置成改变沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504的光学功率和/或束形状的透镜、物镜和/或棱镜。在一些实施例中,ND滤波器510可以被配置成改变沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504的强度和/或斑大小。在一些实施例中,图案化滤波器512可以包括沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中的图案化掩模版和/或参考图案。在一些实施例中,偏振滤波器514可以包括设置在沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中的波片。例如,偏振滤波器514可以是半波片或四分之一波片。

[0126] 在一些实施例中,如图5中示出的,在一些实施例中,光学滤波器506、508、510、512、514可以设置在沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中的各种位置处,包括但不限于光学滤波器538、光学滤波器544、光学滤波器548、光学滤波器560、和/或光学滤波器576。例如,光学滤波器538可以是波片。例如,光学滤波器560可以是图案化掩模版和/或参考图案。例如,光学滤波器544可以是图案化掩模版和/或参考图案。

[0127] APE处理器590经由控制信号592被耦合至检测器控制器584。APE处理器590被配置成测量由一个或更多个光学滤波器506、508、510、512、514、538、544、548、560、576所引起的衍射目标520的对准位置的改变和/或偏移。APE处理器590接收来自检测器控制器584的所测量的对准位置值以计算衍射目标520的参考(即,经校准的)对准位置。当一个或更多个光学滤波器506、508、510、512、514、538、544、548、560、576被设置于沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中时,APE处理器590接收衍射目标520的后续(即,经修改的)对准位置并且计算两个所测量的对准位置之间的任何改变。基于所述改变,APE处理器590确定对准传感器设备500的传感器响应函数。APE处理器590被配置成基于所述传感器响应函数来校正对准传感器设备500的APE。在一些实施例中,APE处理器590被配置成通过针对一个或更多个物理参数进行所述传感器响应函数的导数和/或最小值的计算来校正APE。在一些

实施例中,所述传感器响应函数基于线性模型由APE处理器590计算。在一些实施例中,所述传感器响应函数基于非线性模型由APE处理器590计算。

[0128] 在实施例中,在检测器控制器584和/或APE处理器590确定了衍射目标520的参考(即,经校准的)对准位置之后,频谱滤波器506被设置于沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中以调整一个或多个物理参数。APE处理器590被配置成基于沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504的不同波长之间的改变来确定所述传感器响应函数。例如,照射束504可以具有700nm的初始波长( $\lambda$ )。衍射目标520的第一对准位置(例如,参考对准位置)在 $\lambda_0=700\text{nm}$ 的情况下被测量为 $x_0=0\text{nm}$ 。频谱滤波器506(例如陷波滤波器)将照射束504的波长从700nm调整至710nm,并且衍射目标520的第二对准位置在 $\lambda_1=710\text{nm}$ 的情况下被测量为 $x_1=4\text{nm}$ 。假定APE是波长的线性函数,则基于不同波长之间的改变的传感器响应函数由APE处理器590计算,使得所述传感器响应函数是 $\Delta x/\Delta\lambda=(4\text{nm}-0\text{nm})/(710\text{nm}-700\text{nm})=0.4$ 或 $\text{APE}=(0.4)\cdot\Delta\lambda$ 。

[0129] 在实施例中,在检测器控制器584和/或APE处理器590确定了衍射目标520的参考(即,经校准的)对准位置之后,NA滤波器508被设置于沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中以调整一个或多个物理参数。APE处理器590被配置成基于沿信号路径535的一个或多个不同的衍射阶子束528、530、532之间的改变来确定所述传感器响应函数。例如,照射束504可以具有1.35的初始NA。例如,第三衍射阶子束532的第一对准位置(例如,参考对准位置)在 $\text{NA}_0=1.35$ 的情况下被测量为 $x_0=0\text{nm}$ 。NA滤波器508将照射束504的NA从1.35调整至1.20,并且第三衍射阶子束532的第二对准位置在 $\text{NA}_1=1.20$ 的情况下被测量为 $x_1=3\text{nm}$ 。假定APE是衍射阶子束的线性函数,则基于不同衍射阶子束之间的改变的传感器响应函数由APE处理器590计算,使得所述传感器响应函数是 $\Delta x/\Delta\text{NA}=(3\text{nm}-0\text{nm})/(1.35-1.20)=20$ 或 $\text{APE}=(20)\cdot\Delta\text{NA}(\text{nm})$ 。

[0130] 在实施例中,在检测器控制器584和/或APE处理器590确定了衍射目标520的参考(即,经校准的)对准位置之后,偏振滤波器514被设置于沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504中以调整一个或多个物理参数。APE处理器590被配置成基于沿信号路径535的子束530、532和/或照射束504的不同偏振之间的改变来确定所述传感器响应函数。例如,照射束504可以具有 $30^\circ$ 的初始线性偏振( $\theta$ )。衍射目标520的第一对准位置(例如,参考对准位置)在 $\theta_0=35^\circ$ 的情况下被测量为 $x_0=5\text{nm}$ 。偏振滤波器514将照射束504的偏振从 $30^\circ$ 调整至 $45^\circ$ ,并且衍射目标520的第二对准位置在 $\theta_1=45^\circ$ 的情况下被测量为 $x_1=8\text{nm}$ 。假定APE是偏振的线性函数,则基于不同偏振之间的改变的传感器响应函数由APE处理器590计算,使得所述传感器响应函数是 $\Delta x/\Delta\theta=(8\text{nm}-5\text{nm})/(45^\circ-30^\circ)=0.2$ 或 $\text{APE}=(0.2)\cdot\Delta\theta(\text{nm}/^\circ)$ 。

[0131] 在一些实施例中,对准传感器设备500可以包括束分析器536和/或标记不对称性重构(MAR)光学支路540。在一些实施例中,如图5中示出的,MAR光学支路540可以被设置在斑反射镜516与偏振分束器550之间。MAR光学支路540被配置成测量并且确定衍射目标520中的不对称性。MAR光学支路540可以包括分束器542和MAR检测器546。分束器542反射沿信号路径535的子束530、532的一部分并且朝向偏振分束器550透射沿信号路径535的子束530、532的其余部分。在一些实施例中,如图5中示出的,MAR光学支路540可以包括光学滤波器544。例如,光学滤波器544可以是图案化掩模版和/或参考图案。在一些实施例中,MAR检

测器546经由控制信号598被耦合至束分析器536。例如，MAR检测器546可以接收和合并用于照射束504、534和/或由束分析器536所测量的第一衍射阶子束528的各个参数的参考值，并且基于这些参考值来优化针对衍射目标520的所检测的不对称性。

[0132] 在一些实施例中，APE处理器590经由控制信号596被耦合至束分析器536。例如，APE处理器590可以接收和合并用于照射束504、534和/或由束分析器536所测量的第一衍射阶子束528的各个参数的参考值，并且基于这些参考值来优化所述对准位置和/或传感器响应函数。在一些实施例中，APE处理器590经由控制信号594被耦合至MAR检测器546。例如，APE处理器590可以接收和合并由MAR检测器546所测量的衍射目标520的不对称性值，并且基于这些不对称性值来优化所述对准位置和/或传感器响应函数。

[0133] 示例性光学系统

[0134] 棱镜是楔形透明光学元件，其基于由于折射率差异而产生的折射来分离电磁(EM)辐射。通常，棱镜具有平坦的抛光表面。棱镜的横截面是多边形，并且棱镜的侧边是反向平行的。棱镜可以包括多个表面并且棱镜的表面之间的角度可以变化，但至少两个表面之间必须存在一角度。分束棱镜是一种被配置成将束拆分成两个或更多个束的反射棱镜的类型。偏振棱镜是一种被配置成基于非线性光学器件将束拆分成变化的偏振分量的棱镜的类型。

[0135] 非线性光学器件(NLO)涉及非线性介质中的EM辐射，这意味着所述介质的偏振(即，电偶极矩)与所述EM辐射的电场以非线性的方式相互作用。电场与介电场之间的正常线性关系在非线性介质中失效/中止。非线性相互作用可以自身显露/表现为偏振、频率、相位和/或束路径中的改变。

[0136] 非线性棱镜光学器件可以具有非线性折射率改变。例如，双折射材料具有取决于所述EM辐射的偏振和传播方向的折射率。双折射非线性介质引起双折射，其中未偏振的EM辐射被拆分成平行和垂直偏振的两个束路径。所述双折射非线性介质由与不同折射率相对应的两个偏振波分量组成。寻常光线(o-光线)具有沿垂直于光轴的方向的偏振，而非寻常光线(e-光线)(其不遵循Snell定律)具有沿所述介质的光轴的方向的偏振。

[0137] 光学干涉对应于两个或更多个光波的相互作用，其产生与多个分量辐照度的总和偏离的合成辐照度。如果两个束干涉以产生稳定图案，则它们必须具有几乎相同的频率(即，相干束)。干涉测量法是基于波或束的叠加来产生干涉以便提取信息的学科领域。干涉仪是组合两个或更多个光源以产生可以被测量或分析的干涉图案的工具或装置。通常，来自单个源的光被拆分成两个束(即，相干束)，这两个束沿不同的光学路径行进且稍后再次被组合以产生干涉图案。振幅分割/分振幅干涉仪使用部分反射器以将入射波的振幅分成稍后被重新组合的分立的束。

[0138] 自参考干涉仪(SRI)通过将像差束与通过对所述像差束的样本进行过滤所产生的参考束进行组合来产生干涉图案。例如，SRI(即，如图5中示出的SRI-X 554和SRI-Y 570)可以是多个棱镜，所述多个棱镜被组合以有效地提供对准目标的两个图案、将一个图像相对于另一个图像旋转180°、以及以干涉测量法重新组合所述图像。所述SRI可以是基于偏振的。通常，s偏振和p偏振束可以通过偏振SRI来分离，并且被重新组合以测量对准标记的对准位置。一种在当前光刻设备中广泛使用的系统的类型基于自参考干涉仪(例如，旋转干涉仪)，如在美国公开号2005/0041256A1(Kreuzer)中所描述的，所述美国公开的全部内容通

过引用而被并入本文中。

[0139] 示例性流程图

[0140] 图6图示出根据实施例的用于使用自参考干涉仪 (SRI) 来检测对准位置的流程图 600。应理解,可能不需要图6中的所有步骤来执行在本文中所提供的公开内容。另外,一些步骤可以被同时执行、或以与图6中示出的不同的顺序来执行。流程图600应相对于如图5中所示出的SRI-X 554和SRI-Y 570来描述。然而,流程图600不限于那些示例性实施例。

[0141] 在步骤602中,如在图5的示例中示出的,测量了衍射目标520的初始(例如,参考)对准标记。例如,衍射目标520可以是对称对准标记(例如,180°对称)。照射系统502被配置成沿照射路径朝向斑反射镜516传输照射束504。斑反射镜516可以朝向聚焦透镜518传输照射束504,所述聚焦透镜518将照射束504聚焦到衬底522上的衍射目标520上。衍射目标520上的经聚焦照射束504产生沿信号路径535的信号束,所述信号束包括从衍射目标520反射的衍射阶子束528、530、532。第二衍射阶子束530和第三衍射阶子束532沿信号路径535传输至偏振分束器550。偏振分束器550将信号路径535拆分成正交偏振分量(即,第一偏振光学支路和第二偏振光学支路),并且将经s偏振的子束530、532传输到第一偏振光学支路(“X”方向,s偏振)中且将经p偏振的子束530、532传输到第二偏振光学支路(“Y”方向,p偏振)中。第一偏振光学支路被配置成传输经s偏振的子束530、532并且测量衍射目标520的沿水平或“X”方向相对于对准轴线526的对准位置的任何改变、偏移和/或偏差。第二偏振光学支路类似于第一偏振光学支路,并且被配置成传输经p偏振的子束530、532并且测量衍射目标520的沿竖直或“Y”方向相对于对准轴线526的对准位置的任何改变、偏移和/或偏差。所述SRI(例如,如图5中示出的SRI-X 554或SRI-Y 570)接收子束530、532(例如,经s偏振的子束530、532或经p偏振的子束530、532)并且形成衍射目标520的两个图像。例如,第一图像可以基于子束530并且第二图像可以基于子束532。

[0142] 在步骤604中,所述图像中的一个图像相对于另一个图像被转动180°。例如,考虑到如图5中示出的SRI-X 554,经s偏振的子束530可以相对于经s偏振的子束532被转动180°。这可以利用包括两个棱镜的SRI来实现,这两个棱镜的相应的光学路径沿相反的方向转动,使得第一图像反射(例如,子束530)的取向相对于第二图像反射(例如,子束532)的取向被反向。

[0143] 在步骤606中,所述第一图像和第二图像在所述SRI中被重新组合。这可以通过布置所述SRI的两个棱镜使得该两个棱镜在分束器界面处被组合(即,被固定、结合)来实现。

[0144] 在步骤608中,经重新组合的图像可以由检测器检测。例如,考虑到如图5中示出的SRI-X 554,则可以由第一位置检测器566和/或第二位置检测器564来检测经s偏振的子束530(即,经转动180°的)和经s偏振的子束532。

[0145] 在步骤610中,可以测量衍射目标520的对准标记位置的中心。例如,检测器控制器584可以被配置成基于来自从所述SRI(例如,如图5中所示出的SRI-X 554和/或SRI-Y 570)所输出的子束530、532的图像束(例如,差与和)来测量衍射目标520的对准标记位置的中心。在一些实施例中,检测器控制器584被配置成测量衍射目标520的沿水平或“X”方向和/或竖直或“Y”方向的对准位置的任何改变、偏移和/或偏差。

[0146] 示例性自参考干涉仪

[0147] 图7A至图7C图示出根据示例性实施例的示例性自参考干涉仪 (SRI) 系统的透明透



视图。图7D图示出示例性实施例的透明截面图。图7E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图7F图示出示例性实施例的透明主视平面图。SRI系统700可以包括沿分束器界面730彼此邻接(即,组合)的第一棱镜710和第二棱镜720。在一些实施例中,SRI系统700可以是如图5中示出的SRI-X 554或SRI-Y570。在一些实施例中,SRI系统700可以被配置成接收子束530、532(例如,经s偏振的子束530、532、经p偏振的子束530、532),如图5中示出的。在一些实施例中,第一棱镜710、和第二棱镜720可以包括本领域普通技术人员已知的用于制造光学元件或棱镜的任何适当的材料。例如,第一棱镜710、和第二棱镜720可以由玻璃制成。

[0148] 如图7A和图7B中示出的,第一棱镜710和第二棱镜720可以沿分束器界面730彼此邻接(即,组合)。在一些实施例中,分束器界面730可以包括偏振涂层。在一些实施例中,第一棱镜710和/或第二棱镜720可以包括一个或更多个相位补偿涂层。

[0149] 如图7C至图7F中示出的,SRI系统700可以接收入射束740并且输出经重新组合的束750。例如,入射束740可以是子束530和/或子束532(例如,经s偏振的子束530、532,经p偏振的子束530、532),如图5中示出的。当入射束740通过输入表面712进入第一棱镜710时,分束器界面730将入射束740拆分成第一光学路径732和第二光学路径734。第一光学路径732和第二光学路径734在SRI系统700中沿相反的方向转动。光学反射沿第一光学路径732的取向相对于光学反射沿第二光学路径734的取向被反向。第一光学路径732和第二光学路径734在分束器界面730处被重新组合以产生经重新组合的束750。经重新组合的束750通过输出表面722离开第二棱镜720。

[0150] 在一些实施例中,入射束740可以是非偏振束。在一些实施例中,入射束740可以是偏振束。例如,如图5中示出的,入射束740可以是由偏振分束器550所偏振的子束530、532(例如,经s偏振的子束530、532,经p偏振的子束530、532)。第一棱镜710、和第二棱镜720形状相同。应注意,输入表面712和输出表面722是能够互换的,因为第一棱镜710、和第二棱镜720形状相同并且第一光学路径732和第二光学路径734关于分束器界面730对称。在一些实施例中,第一棱镜710、和第二棱镜720可以是相同的玻璃件。在一些实施例中,第一棱镜710和第二棱镜720中的一个可以包括一个或更多个相位补偿涂层。例如,第一棱镜710可以包括一个或更多个相位补偿涂层而第二棱镜720省略了任何相位补偿涂层。在一些实施例中,第一棱镜710、和第二棱镜720的分束器界面730可以包括偏振涂层,所述偏振涂层被配置成将入射束740分离成第一偏振平面(例如,第一光学路径732)和第二偏振平面(例如,第二光学路径734)。

[0151] 在一些实施例中,SRI系统700将入射束740拆分成沿第一光学路径732的第一图像和沿第二光学路径734的第二图像,将沿第二光学路径734的第二图像相对于沿第一光学路径732的第一图像转动 $180^\circ$ ,将沿第一光学路径732的第一图像与经转动的沿第二光学路径734的第二图像重新组合,以及输出经重新组合的束750。

[0152] 在一些实施例中,SRI系统700可以仅包括两个相同部件。在一些实施例中,SRI系统700还可以包括与第一棱镜710、和第二棱镜720邻接的且具有分束器界面的矩形分束器棱镜。例如,矩形分束器棱镜可以包括用于入射束740的输入表面712、用以分别将第一光学路径732和第二光学路径734引导至第一棱镜710和第二棱镜720的分束器界面730、以及用于经重新组合的束750的输出表面722。在一些实施例中,SRI系统700可以包括矩形分束器棱镜,所述矩形分束器棱镜被耦合至第一棱镜710、和第二棱镜720以及额外的一组相同的



第一棱镜710、和第二棱镜720。

[0153] 图8A至图8C图示出根据示例性实施例的示例性自参考干涉仪(SRI)系统的透明透视图。图8D图示出示例性实施例的透明截面图。图8E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图8F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例和图8A至图8F中所示出的SRI系统800的实施例是类似的。类似的附图标记被用于指示图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例的类似特征以及图8A至图8F中所示出的SRI系统800的实施例的类似特征。为简洁起见,SRI系统800的描述被省略。图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例与图8A至图8F中所示出的SRI系统800的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜810和第二棱镜820形状不同;第一棱镜810和第二棱镜820具有与SRI系统700的第一棱镜710和第二棱镜720不同的形状;并且SRI系统800省略了相位补偿涂层,因为第一棱镜810中的第一反射平面(例如,第一光学路径832)垂直于或平行于入射束840的在第一光学路径832中的第一偏振平面并且第二棱镜820中的第二反射平面(例如,第二光学路径834)垂直或平行于入射束840的在第二光学路径834中的第二偏振平面(即,SRI系统800消除了非平面褶皱)。

[0154] 图9A至图9C图示出根据示例性实施例的示例性自参考干涉仪(SRI)系统的透明透视图。图9D图示出示例性实施例的透明截面图。图9E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图9F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例和图9A至图9F中所示出的SRI系统900的实施例是类似的。类似的附图标记被用于指示图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例的类似特征以及图9A至图9F中所示出的SRI系统900的实施例的类似特征。为简洁起见,SRI系统900的描述被省略。图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例与图9A至图9F中所示出的SRI系统900的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜910和第二棱镜920形状相同但具有与SRI系统700的第一棱镜710和第二棱镜720不同的形状;并且SRI系统900省略了相位补偿涂层,因为第一棱镜910中的反射平面(例如,第一光学路径932)垂直于或平行于入射束940的在第一光学路径932中的第一偏振平面、并且第二棱镜920中的第二反射平面(例如,第二光学路径934)垂直或平行于入射束940的在第二光学路径934中的第二偏振平面(即,SRI系统900被相位补偿)。

[0155] 图10A至图10C图示出根据示例性实施例的示例性自参考干涉仪(SRI)系统的透明透视图。图10D图示出示例性实施例的透明截面图。图10E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图10F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例和图10A至图10F中所示出的SRI系统1000的实施例是类似的。类似的附图标记被用于指示图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例的类似特征以及图10A至图10F中所示出的SRI系统1000的实施例的类似特征。为简洁起见,SRI系统1000的描述被省略。图7A至图7F中所示出的SRI系统700的实施例与图10A至图10F中所示出的SRI系统1000的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜1010和第二棱镜1020形状相同但具有与SRI系统700的第一棱镜710和第二棱镜720不同的形状;并且SRI系统1000省略了相位补偿涂层,因为第一棱镜1010中的反射平面(例如,第一光学路径1032)垂直于或平行于入射束1040的在第一光学路径1032中的第一偏振平面、并且第二棱镜1020中的第二反射平面(例如,第二光学路径1034)垂直或平行于入射束1040的在第二光学路径1034中的第二偏振平面(即,SRI系统1000被相位补偿)。

[0156] 示例性双重自参考干涉仪

[0157] 类似于自参考干涉仪 (SRI), 双重自参考干涉仪 (DSRI) 将两个棱镜组件组合成单个系统。例如, 两个棱镜组件可以沿分束器界面被组合到公共的光学器件 (例如, 板) 上, 被组合成相邻棱镜 (例如, 并排), 或被组合成矩形分束器棱镜且具有位于所述矩形分束器棱镜的多个面上的棱镜组件, 以形成 DSRI。

[0158] 图11图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪 (DSRI) 系统的透明透视图。DSRI 系统1100可以包括被设置在板1102上的第一棱镜组件1110和第二棱镜组件1120。在一些实施例中, 第一棱镜组件1110和第二棱镜组件1120可以是在上文中描述且在图7A至图7F、图8A至图8F、图9A至图9F、和图10A至图10F中所示出的SRI系统700、800、900、1000。在一些实施例中, DSRI 系统1100可以是如图5中所示出的SRI-X 554或SRI-Y 570。在一些实施例中, DSRI 系统1100可以被配置成接收子束530、532 (例如, 经s偏振的子束530、532, 和经p偏振的子束530、532), 如图5中所示出的。在一些实施例中, 第一棱镜组件1110和第二棱镜组件1120可以包括本领域普通技术人员已知的用于制造光学元件或棱镜的任何适当的材料。例如, 第一棱镜组件1110和第二棱镜组件1120可以由玻璃制成。

[0159] 如图11中所示出的, 第一棱镜组件1110和第二棱镜组件1120可以彼此相邻。在一些实施例中, DSRI 系统1100可以包括板1102, 第一棱镜组件1110和第二棱镜组件1120可以被支撑 (即, 组合) 到所述板1102上。在一些实施例中, 第一棱镜组件1110和/或第二棱镜组件1120可以是如图7A至图7F、图8A至图8F、图9A至图9F、和图10A至图10F中所示出的SRI系统700、800、900、1000, 或其一些组合。

[0160] 图12A至图12C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪 (DSRI) 系统的透明透视图。图12D图示出示例性实施例的透明截面图。图12E图示出示例性实施例的透明俯视图。图12F图示出示例性实施例的透明主视平面图。DSRI 系统1200可以包括由具有分束器界面1230的矩形分束器棱镜1204彼此耦合的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220 (即, 棱镜组件1210、1220被设置在矩形分束器棱镜1204的多个面上)。在一些实施例中, 第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220类似于在上文中描述且在图7A至图7F、图8A至图8F、图9A至图9F、和图10A至图10F中所示出的SRI系统700、800、900、1000。在一些实施例中, DSRI 系统1200可以是如图5中所示出的SRI-X 554或SRI-Y 570。在一些实施例中, DSRI 系统1200可以被配置成接收子束530、532 (例如, 经s偏振的子束530、532, 和经p偏振的子束530、532), 如图5中所示出的。在一些实施例中, 第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220可以包括本领域普通技术人员已知的用于制造光学元件或棱镜的任何适当的材料。例如, 第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220可以由玻璃制成。

[0161] 如图12A和图12B中所示出的, 第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220可以由具有分束器界面1230的矩形分束器棱镜1204彼此耦合 (即, 棱镜组件1210、1220被设置在矩形分束器棱镜1204的多个面上)。在一些实施例中, 第一棱镜组件1210和/或第二棱镜组件1220可以是如图7A至图7F、图8A至图8F、图9A至图9F、和图10A至图10F中所示出的SRI系统700、800、900、1000, 或其一些组合。在一些实施例中, 矩形分束器棱镜1204的分束器界面1230可以包括偏振涂层。在一些实施例中, 第一棱镜组件1210和/或第二棱镜组件1220可以包括一个或多个相位补偿涂层。

[0162] 如图12C至图12F中所示出的, DSRI 系统1200可以分别接收第一入射束1240和第二

入射束1242,并且输出第一经重新组合的束1250和第二经重新组合的束1252。例如,第一入射束1240可以是子束530(例如,经s偏振的子束530、经p偏振的子束530),并且第二入射束1242可以是子束532(例如,经s偏振的子束532、经p偏振的子束532),如图5中所示出的。当第一入射束1240和第二入射束1242通过输入表面1212进入矩形分束器棱镜1204时,分束器界面1230将第一入射束1240分成第一光学路径1232和第二光学路径1234并且将第二入射束1242分成第三光学路径1236和第四光学路径1238。在DSRI系统1200中,第一光学路径1232和第二光学路径1234在第一棱镜组件1210中沿相反的方向被转动,并且第三光学路径1236和第四光学路径1238在第二棱镜组件1220中沿相反的方向被转动。光学反射沿第一光学路径1232的取向相对于光学反射沿第二光学路径1234的取向被反向,并且光学反射沿第三光学路径1236的取向相对于光学反射沿第四光学路径1238的取向被反向。第一光学路径1232和第二光学路径1234在分束器界面1230处被重新组合以产生第一经重新组合的束1250,并且第三光学路径1236和第四光学路径1238在分束器界面1230处被重新组合以产生第二经重新组合的束1252。第一经重新组合的束1250和第二经重新组合的束1252通过输出表面1222离开矩形分束器棱镜1204。

[0163] 在一些实施例中,第一入射束1240和第二入射束1242可以是非偏振束。在一些实施例中,第一入射束1240和第二入射束1242可以是偏振束。例如,如图5中所示出的,第一入射束1240可以是子束530并且第二入射束1242可以是子束532,每个子束由偏振分束器550偏振(例如,经s偏振的子束530、532,经p偏振的子束530、532)。第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220形状相同。例如,如图12A至图12F中所示出的,DSRI系统1200由四个相同的棱镜来构造,所述四个相同的棱镜形成被设置在矩形分束器棱镜1204上的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220。应注意,输入表面1212和输出表面1222是能够互换的,因为第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220形状形同、并且第一光学路径1232和第二光学路径1234关于分束器界面1230对称且第三光学路径1236和第四光学路径1238关于分束器界面1230对称。在一些实施例中,第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220可以是相同的玻璃件。在一些实施例中,第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220中的一个可以包括一个或更多个相位补偿涂层。例如,第一棱镜组件1210可以包括一个或更多个相位补偿涂层,而第二棱镜组件1220省略了任何相位补偿涂层。在一些实施例中,矩形分束器棱镜1204的分束器界面1230可以包括偏振涂层,所述偏振涂层被配置成将第一入射束1240分离到第一偏振平面(例如,第一光学路径1232)和第二偏振平面(例如,第二光学路径1234)中,并且将第二入射束1242分离到所述第一偏振平面(例如,第三光学路径1236)和所述第二偏振平面(例如,第四光学路径1238)中。

[0164] 在一些实施例中,DSRI系统1200将第一入射束1240拆分成沿第一光学路径1232的第一图像和沿第二光学路径1234的第二图像并且将第二入射束1242拆分成沿第三光学路径1236的第三图像和沿第四光学路径1238的第四图像,将沿第二光学路径1234的所述第二图像相对于沿第一光学路径1232的第一图像转动 $180^\circ$ 、并且将沿第四光学路径1238的第四图像相对于沿第三光学路径1236的第三图像转动 $180^\circ$ ,将沿第一光学路径1232的第一图像与经转动的沿第二光学路径1234的第二图像重新组合、并且将沿第三光学路径1236的第三图像与经转动的沿第四光学路径1238的第四图像重新组合,并且输出第一经重新组合的束1250和第二经重新组合的束1252。

[0165] 在一些实施例中,DSRI系统1200可以包括矩形分束器棱镜1204和四个相同的部件(例如,第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220)。

[0166] 图13A至图13C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图13D图示出示例性实施例的透明截面图。图13E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图13F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例和图13A至图13F中所示出的DSRI系统1300的实施例是类似的。类似的附图标记被用于指示图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例的类似特征、以及图13A至图13F中所示出的SRI系统1300的实施例的类似特征。为简洁起见,DSRI系统1300的描述被省略。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例与图13A至图13F中所示出的DSRI系统1300的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜组件1310和第二棱镜组件1320形状相同但具有与DSRI系统1200的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220不同的形状。

[0167] 图14A至图14C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图14D图示出示例性实施例的透明截面图。图14E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图14F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例和图14A至图14F中所示出的SRI系统1400的实施例是类似的。类似的附图标记被用于指示图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例的类似特征以及图14A至图14F中所示出的SRI系统1400的实施例的类似特征。为简洁起见,DSRI系统1400的描述被省略。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例与图14A至图14F中所示出的SRI系统1400的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜组件1410和第二棱镜组件1420形状相同但具有与SRI系统1200的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220不同的形状;并且SRI系统1400省略了相位补偿涂层,因为第一棱镜组件1410中的第一反射平面(例如,第一光学路径1432)垂直于或平行于第一入射束1440的在第一光学路径1432中的第一偏振平面、并且第二棱镜组件1420中的第二反射平面(例如,第二光学路径1434)垂直或平行于第一入射束1440的在第二光学路径1434中的第二偏振平面,并且第一棱镜组件1410中的第三反射平面(例如,第三光学路径1436)垂直或平行于第二入射束1442的在第三光学路径1436中的第一偏振平面、并且第二棱镜组件1420中的第四反射平面(例如,第四光学路径1438)垂直或平行于第二入射束1442的在第四光学路径1438中的第二偏振平面(即,DSRI系统1400消除掉非平面褶皱)。

[0168] 图15A至图15C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图15D图示出示例性实施例的透明截面图。图15E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图15F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例和图15A至图15F中所示出的DSRI系统1500的实施例类似。类似的附图标记被用于指示图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例的类似特征以及图15A至图15F中所示出的DSRI系统1500的实施例的类似特征。为简洁起见,DSRI系统1500的描述被省略。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例与图15A至图15F中所示出的DSRI系统1500的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜组件1510和第二棱镜组件1520形状相同但具有与DSRI系统1200的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220不同的形状;并且DSRI系统1500省略了相位补偿涂层,因为第一棱镜组件1510中的第一反射平面(例如,第一光学路径1532)垂直或平行于第一入射束1540的在第一光学路径1532中的第一偏振平面,并且第

二棱镜组件1520中的第二反射平面(例如,第二光学路径1534)垂直或平行于第一入射束1540的在第二光学路径1534中的第二偏振平面,并且第一棱镜组件1510中的第三反射平面(例如,第三光学路径1536)垂直或平行于第二入射束1542的在第三光学路径1536中的第一偏振平面,并且第二棱镜组件1520中的第四反射平面(例如,第四光学路径1538)垂直或平行于第二入射束1542的在第四光学路径1538中的第二偏振平面(即,DSRI系统1500消除掉非平面褶皱)。

[0169] 图16A至图16C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图16D图示出示例性实施例的透明截面图。图16E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图16F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例和图16A至图16F中所示出的DSRI系统1600的实施例是类似的。类似的附图标记被用于指示图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例的类似特征以及图16A至图16F中所示出的DSRI系统1600的实施例的类似特征。为简洁起见,DSRI系统1600的描述被省略。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例与图16A至图16F中所示出的DSRI系统1600的实施例之间的主要区别在于:第一棱镜组件1610和第二棱镜组件1620形状相同但具有与DSRI系统1200的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220不同的形状。

[0170] 图17A至图17C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图17D图示出示例性实施例的透明截面图。图17E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图17F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例和图17A至图17F中所示出的DSRI系统1700是类似的。类似的附图标记被用于指示图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例的类似特征以及图17A至图17F中所示出的DSRI系统1700的类似特征。为简洁起见,DSRI系统1700的描述被省略。图12A至图12F中所示出的DSRI系统1200的实施例与图17A至图17F中所示出的DSRI系统1700之间的主要区别在于:第一棱镜组件1710和第二棱镜组件1720形状相同但具有与DSRI系统1200的第一棱镜组件1210和第二棱镜组件1220不同的形状。

[0171] 图18A至图18C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图18D图示出示例性实施例的透明截面图。图18E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图18F图示出示例性实施例的透明主视平面图。DSRI系统1800可以包括沿分束器界面1830彼此耦合的第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820。在一些实施例中,DSRI系统1800可以是如图5中所示出的SRI-X 554或SRI-Y 570。在一些实施例中,DSRI系统1800可以被配置成接收子束530和532(例如,经s偏振的子束530、532,经p偏振的子束530、532),如图5中所示出的。在一些实施例中,第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820可以包括本领域普通技术人员已知的用于制造光学元件或棱镜的任何适当的材料。例如,第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820可以由玻璃制成。

[0172] 如图18A和图18B中所示出的,第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820可以沿分束器界面1830彼此邻接(即,组合)。在一些实施例中,分束器界面1830可以包括偏振涂层。在一些实施例中,第一棱镜组件1810和/或第二棱镜组件1820可以包括一个或更多个相位补偿涂层。

[0173] 如图18C至图18F中所示出的,DSRI系统1800可以分别接收第一入射束1840和第二入射束1842,并且输出第一经重新组合的束1850和第二经重新组合的束1852。例如,第一入

射束1840可以是子束530(例如,经s偏振的子束530、经p偏振的子束530),并且第二入射束1842可以是子束532(例如,经s偏振的子束532、经p偏振的子束532),如图5中所示出的。当第一入射束1840和第二入射束1842通过输入表面1812进入第一棱镜组件1810时,分束器界面1830将第一入射束1840拆分成第一光学路径1832和第二光学路径1834、并且将第二入射束1842拆分成第三光学路径1836和第四光学路径1838。在DSRI系统1800中,第一光学路径1832和第二光学路径1834在第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820中沿相反的方向被转动,并且第三光学路径1836和第四光学路径1838在第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820中沿相反的方向被转动。光学反射沿第一光学路径1832的取向相对于光学反射沿第二光学路径1834的取向被反向,并且光学反射沿第三光学路径1836的取向相对于光学反射沿第四光学路径1838的取向被反向。第一光学路径1832和第二光学路径1834在分束器界面1830处被重新组合以产生第一经重新组合的束1850,并且第三光学路径1836和第四光学路径1838在分束器界面1830处被重新组合以产生第二经重新组合的束1852。第一经重新组合的束1850和第二经重新组合的束1852通过输出表面1822离开第二棱镜组件1820。

[0174] 在一些实施例中,第一入射束1840和第二入射束1842可以是非偏振束。在一些实施例中,第一入射束1840和第二入射束1842可以是偏振束。例如,如图5中所示出的,第一入射束1840可以是子束530并且第二入射束1842可以是子束532,每个子束由偏振分束器550偏振(例如,经s偏振的子束530、532,经p偏振的子束530、532)。应注意,输入表面1812和输出表面1822是能够互换的。在一些实施例中,第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820中的一个可以包括一个或更多个相位补偿涂层。例如,第一棱镜组件1810可以包括一个或更多个相位补偿涂层,而第二棱镜组件1820省略了任何相位补偿涂层。在一些实施例中,分束器界面1830可以包括偏振涂层,所述偏振涂层被配置成将第一入射束1840分离到第一偏振平面(例如,第一光学路径1832)和第二偏振平面(例如,第二光学路径1834)中,并且将第二入射束1842分离到所述第一偏振平面(例如,第三光学路径1836)和所述第二偏振平面(例如,第四光学路径1838)中。

[0175] 在一些实施例中,DSRI系统1800将第一入射束1840拆分成沿第一光学路径1832的第一图像和沿第二光学路径1834的第二图像、并且将第二入射束1842拆分成沿第三光学路径1836的第三图像和沿第四光学路径1838的第四图像,将沿第二光学路径1834的所述第二图像相对于沿第一光学路径1832的第一图像转动 $180^\circ$ 、并且将沿第四光学路径1838的第四图像相对于沿第三光学路径1836的第三图像转动 $180^\circ$ ,将沿第一光学路径1832的第一图像与经转动的沿第二光学路径1834的第二图像重新组合、并且将沿第三光学路径1836的第三图像与经转动的沿第四光学路径1838的第四图像重新组合,以及输出第一经重新组合的束1850和第二经重新组合的束1852。

[0176] 在一些实施例中,DSRI系统1800还可以包括与第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820邻接且具有分束器界面的矩形分束器棱镜。例如,矩形分束器棱镜可以包括输入表面1812、分束器界面1830和输出表面1822,所述输入表面1812用于第一入射束1840和第二入射束1842,所述分束器界面1830用以将第一光学路径1832和第三光学路径1836引导至第一棱镜组件1810且将第二光学路径1834和第四光学路径1838引导至第二棱镜组件1820,所述输出表面1822用于第一经重新组合的束1850和第二经重新组合的束1852。在一些实施例中,DSRI系统1800可以包括矩形分束器棱镜,被耦合至第一棱镜组件1810和第二棱镜组件

1820,以及额外的一组相同的第一棱镜组件1810和第二棱镜组件1820棱镜。

[0177] 图19A和图19B图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图19C图示出示例性实施例的透明截面图。图19D图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图19E图示出示例性实施例的透明主视平面图。图18A至图18F中所示出的DSRI系统1800的实施例和图19A至图19E中所示出的DSRI系统1900类似。类似的附图标记被用于指示图18A至图18F中所示出的DSRI系统1800的实施例的类似特征以及图19A至图19E中所示出的SRI系统1900的实施例的类似特征。为简洁起见,DSRI系统1900的描述被省略。图18A至图18F中所示出的DSRI系统1800的实施例与图19A至图19E中所示出的DSRI系统1900之间的主要区别在于:第一棱镜组件1910和第二棱镜组件1920形状相同。

[0178] 图20A至图20C图示出根据示例性实施例的示例性双重自参考干涉仪(DSRI)系统的透明透视图。图20D图示出示例性实施例的透明截面图。图20E图示出示例性实施例的透明俯视平面图。图20F图示出示例性实施例的透明主视平面图。图18A至图18F中所示出的DSRI系统1800的实施例和图20A至图20F中所示出的DSRI系统2000是类似的。类似的附图标记被用于指示图18A至图18F中所示出的DSRI系统1800的实施例的类似特征以及图20A至图20F中所示出的SRI系统2000的实施例的类似特征。为简洁起见,DSRI系统2000的描述被省略。图18A至图18F中所示出的DSRI系统1800的实施例与图20A至图20F中所示出的DSRI系统2000之间的主要区别在于:第一棱镜组件2010和第二棱镜组件2020形状相同。

[0179] 还可以使用以下方面来描述所述实施例:

[0180] 1.一种用于对准传感器设备的自参考干涉仪(SRI)系统,所述自参考干涉仪(SRI)系统包括:

[0181] 第一棱镜,所述第一棱镜具有用于入射束的输入表面;和

[0182] 第二棱镜,所述第二棱镜耦合至所述第一棱镜并且具有用于经重新组合的束的输出表面,

[0183] 其中所述经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像,

[0184] 其中所述第一棱镜和第二棱镜形状相同。

[0185] 2.根据方面1所述的SRI系统,其中所述第一棱镜和第二棱镜沿分束器界面邻接,所述分束器界面包括偏振涂层。

[0186] 3.根据方面2所述的SRI系统,其中:

[0187] 所述第一棱镜中的第一反射平面垂直或平行于所述入射束的第一偏振平面;并且

[0188] 所述第二棱镜中的第二反射平面垂直或平行于所述入射束的第二偏振平面。

[0189] 4.根据方面1所述的SRI系统,其中所述第一棱镜和第二棱镜不包括任何相位补偿涂层。

[0190] 5.根据方面1所述的SRI系统,其中所述第一棱镜和所述第二棱镜包括一个或更多个相位补偿涂层。

[0191] 6.根据方面1所述的SRI系统,还包括与所述第一棱镜和第二棱镜邻接且包括分束器界面的矩形分束器棱镜,所述分束器界面包括偏振涂层。

[0192] 7.根据方面1所述的SRI系统,还包括板,第一棱镜和第二棱镜被支撑在所述板上。

[0193] 8.根据方面1所述的SRI系统,其中第一光学路径和第二光学路径在所述第一棱镜

和第二棱镜内的接触反射点的数目为至多十。

[0194] 9. 根据方面8所述的SRI系统,其中接触反射点的数目为至多八。

[0195] 10. 一种用于对准传感器设备的双重自参考干涉仪(DSRI)系统,所述双重自参考干涉仪(DSRI)系统包括:

[0196] 第一棱镜组件,所述第一棱镜组件具有用于第一入射束和第二入射束的输入表面;和

[0197] 第二棱镜组件,所述第二棱镜组件耦合至所述第一棱镜组件并且具有用于第一经重新组合的束和第二经重新组合的束的输出表面,

[0198] 其中所述第一经重新组合的束包括第一图像和相对于所述第一图像被转动180度的第二图像,

[0199] 其中所述第二经重新组合的束包括第三图像和相对于所述第三图像被转动180度的第四图像,

[0200] 其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。

[0201] 11. 根据方面10所述的DSRI系统,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件被设置在板上。

[0202] 12. 根据方面10所述的DSRI系统,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件沿分束器界面邻接,所述分束器界面包括偏振涂层。

[0203] 13. 根据方面12所述的DSRI系统,其中:

[0204] 所述第一棱镜组件中的第一反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第一偏振平面;并且

[0205] 所述第二棱镜组件中的第二反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第二偏振平面。

[0206] 14. 根据方面10所述的DSRI系统,还包括与所述第一棱镜组件和第二棱镜组件邻接且包括分束器界面的矩形分束器棱镜,所述分束器界面包括偏振涂层。

[0207] 15. 根据方面14所述的DSRI系统,其中:

[0208] 所述第一棱镜组件中的第一反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第一偏振平面;并且

[0209] 所述第二棱镜组件中的第二反射平面垂直或平行于所述第一入射束和第二入射束的第二偏振平面。

[0210] 16. 根据方面10所述的DSRI系统,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件不包括任何相位补偿涂层。

[0211] 17. 根据方面10所述的DSRI系统,其中所述第一棱镜组件和所述第二棱镜包括一个或更多个相位补偿涂层。

[0212] 18. 一种光刻设备,包括:

[0213] 第一照射光学系统,所述第一照射光学系统被配置成照射衍射图案;

[0214] 投影光学系统,所述投影光学系统被配置成将所述衍射图案的图像投影到衬底上;以及

[0215] 对准传感器设备,所述对准传感器设备被配置成校正所述光刻设备的对准位置误差,所述对准传感器设备包括:



[0216] 第二照射光学系统,所述第二照射光学系统被配置成沿照射路径传输辐射的至少一个照射束;

[0217] 第一光学系统,所述第一光学系统包括第一光学器件和第二光学器件,并且被配置成朝向所述衬底上的所述衍射图案传输所述照射束并且沿信号路径传输信号束,所述信号束包括从所述衍射图案反射的衍射阶子束;

[0218] 第二光学系统,所述第二光学系统包括第一偏振光学器件,所述第一偏振光学器件被配置成基于所述信号束的偏振将所述信号束分离并且传输到第一偏振光学支路和第二偏振光学支路中;

[0219] 检测器系统,所述检测器系统包括一个或更多个检测器,并且被配置成基于从所述第一偏振支路和所述第二偏振支路所输出的所述信号束来测量所述衍射图案的对准位置;和

[0220] 处理器,所述处理器被耦合至所述检测器系统,并且被配置成测量所述衍射图案的所述对准位置的改变,

[0221] 其中,所述第一偏振光学支路包括第一棱镜组件并且所述第二偏振光学支路包括第二棱镜组件,并且

[0222] 其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件形状相同。

[0223] 19. 根据方面18所述的光刻设备,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件与矩形分束器棱镜邻接。

[0224] 20. 根据方面18所述的光刻设备,其中所述第一棱镜组件和第二棱镜组件不包括任何相位补偿涂层。

[0225] 尽管在本文中可以在IC的制造中具体参考使用光刻设备,但是应当理解,本文中描述的光刻设备可以具有其它应用,诸如制造集成光学系统、用于磁畴存储器、平板显示器、LCD、薄膜磁头等引导和检测图案。本领域技术人员将理解,在这种备选应用的上下文中,术语“晶片”或“管芯”在本文中的任何使用分别被认为是更通用的术语“衬底”或“目标部分”的同义词。本文所指的衬底可以在曝光之前或之后进行加工,例如在涂覆显影装置单元(通常在衬底上施加一层抗蚀剂并且显影被曝光的抗蚀剂的工具)、量测单元、和/或检查单元中。在适用的情况下,本文中的公开内容可以应用于这种和其它衬底处理工具。此外,例如可以为了制造多层IC而对衬底进行不止一次的处理,因此本文中使用的术语“衬底”也可以是指已包含多个经处理的层的衬底。

[0226] 尽管上面在光学光刻的上下文中已具体参考了本发明的实施例的使用,但是应当理解,本发明可以在其它应用中使用,例如压印光刻,并且在上下文允许的情况下不仅限于光学光刻。在压印光刻中,图案形成装置中的形貌限定了在衬底上产生的图案。可以将图案形成装置的形貌压入提供给衬底的抗蚀剂层中,然后通过施加电磁辐射、热、压力或其组合来使抗蚀剂固化。在抗蚀剂固化之后,将图案形成装置移出抗蚀剂,从而在其中留下图案。

[0227] 应当理解,本文中的措词或术语是出于描述而非限制的目的,使得本说明书的术语或措辞将由相关领域的技术人员根据本文中的教导进行解释。

[0228] 如本文中使用的,术语“衬底”描述了在其上添加有材料层的材料。在一些实施例中,衬底本身可以被图案化,并且添加在衬底上的材料也可以被图案化,或者可以不被图案化而保留。

[0229] 本发明的实施例可以以硬件、固件、软件或其任何组合来实现。本发明的实施例还可以被实现为存储在机器可读介质上的指令,该指令可以由一个或更多个处理器读取和执行。机器可读介质可以包括用于以机器(例如,计算设备)可读的形式用于存储或透射信息的任何机制。例如,机器可读介质可以包括只读存储器(ROM);随机存取存储器(RAM);磁盘存储介质;光学存储介质;闪存设备;电、光、声或其它形式的传播信号等。此外,固件、软件、例程和/或指令可以在本文中描述为执行某些动作。然而,应当理解,这种描述仅仅是为了方便,并且这种动作实际上是由执行固件、软件、例程和/或指令的计算设备、处理器、控制器或其它设备引起的。

[0230] 以下示例是本公开的实施例的说明性但非限制性的。对本领域中通常遇到的并且对相关领域的技术人员来说是很清楚的各种条件和参数的其它合适的修改和适应在本公开的精神和范围内。

[0231] 尽管在本文中可以具体参考根据本发明的装置和/或系统在集成电路制造中的使用,但是应当明确地理解,这种装置和/或系统具有很多其它可能的应用。例如,它可以用于制造集成光学系统、用于磁畴存储器、LCD面板、薄膜磁头等引导和检测图案。本领域技术人员将意识到,在这种备选应用的背景下,本文中对“模版”、“晶片”或“芯片”的任何使用均应当被视为分别由更通用的术语“掩模”、“衬底”和“目标部分”代替。

[0232] 尽管上面已经描述了本发明的特定实施例,但是应当理解,本发明可以不同于所描述的方式来实践。说明书并不旨在限制本发明。

[0233] 应当理解,“具体实施方式”部分(而不是“发明内容”和“摘要”部分)旨在用于解释权利要求。“发明内容”部分和“摘要”部分可以阐述发明人所设想的本发明的一个或更多个但不是全部示例性实施例,因此,并不旨在以任何方式限制本发明和所附权利要求。

[0234] 上面已经借助于功能构建块描述了本发明,功能构建块示出特定功能及其关系的实现。为了方便描述,本文中已经任意定义了这些功能构建块的边界。只要适当执行指定的功能及其关系,就可以定义其它边界。

[0235] 对特定实施例的前述描述将如此充分地揭示本发明的一般特性,以至于其它人可以在不背离本发明的一般概念的情况下通过应用本领域技术人员知识,而容易地修改这种特定实施例和/或使其适应于各种应用,而无需过度的实验。因此,基于本文中给出的教导和指导,这种适应和修改旨在在所公开的实施例的等同形式的含义和范围内。

[0236] 本发明的广度和范围不应当受到任何上述示例性实施例的限制,而应当仅根据所附权利要求及其等同形式来限定。

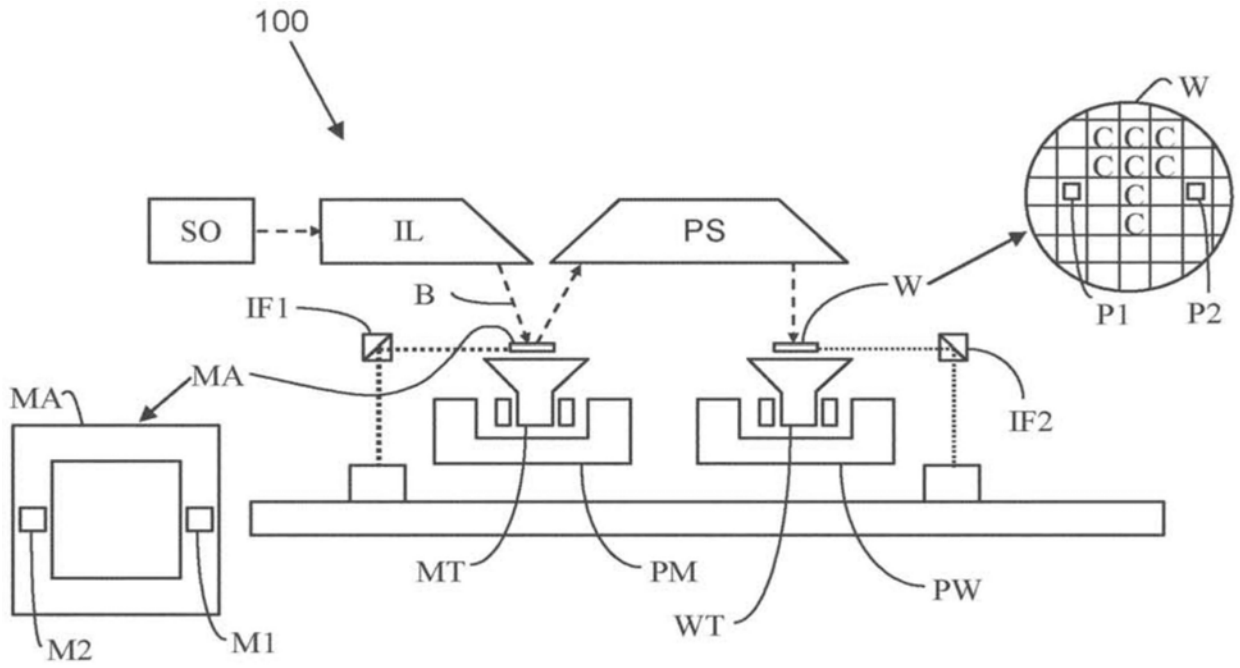


图1A

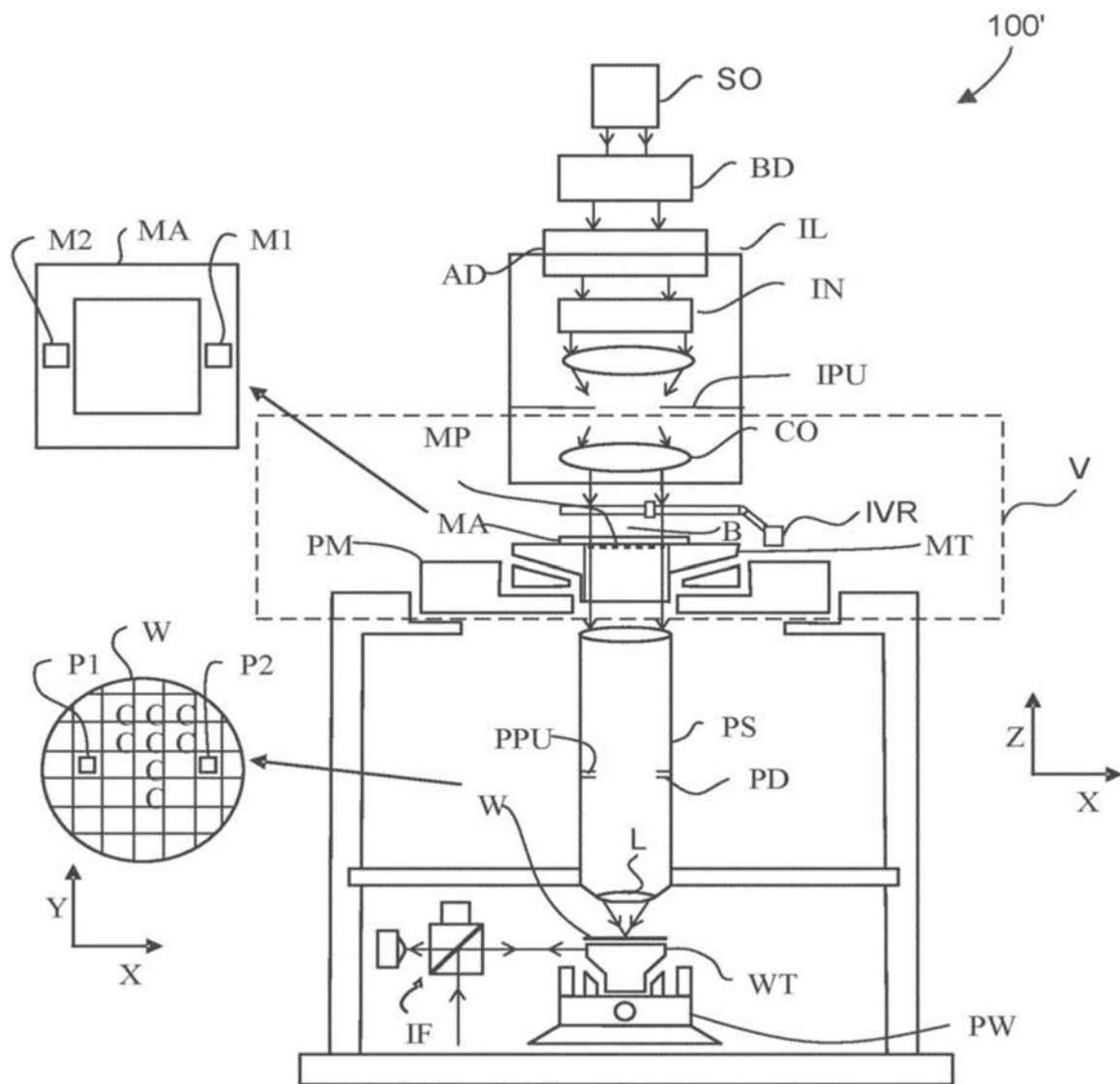


图1B

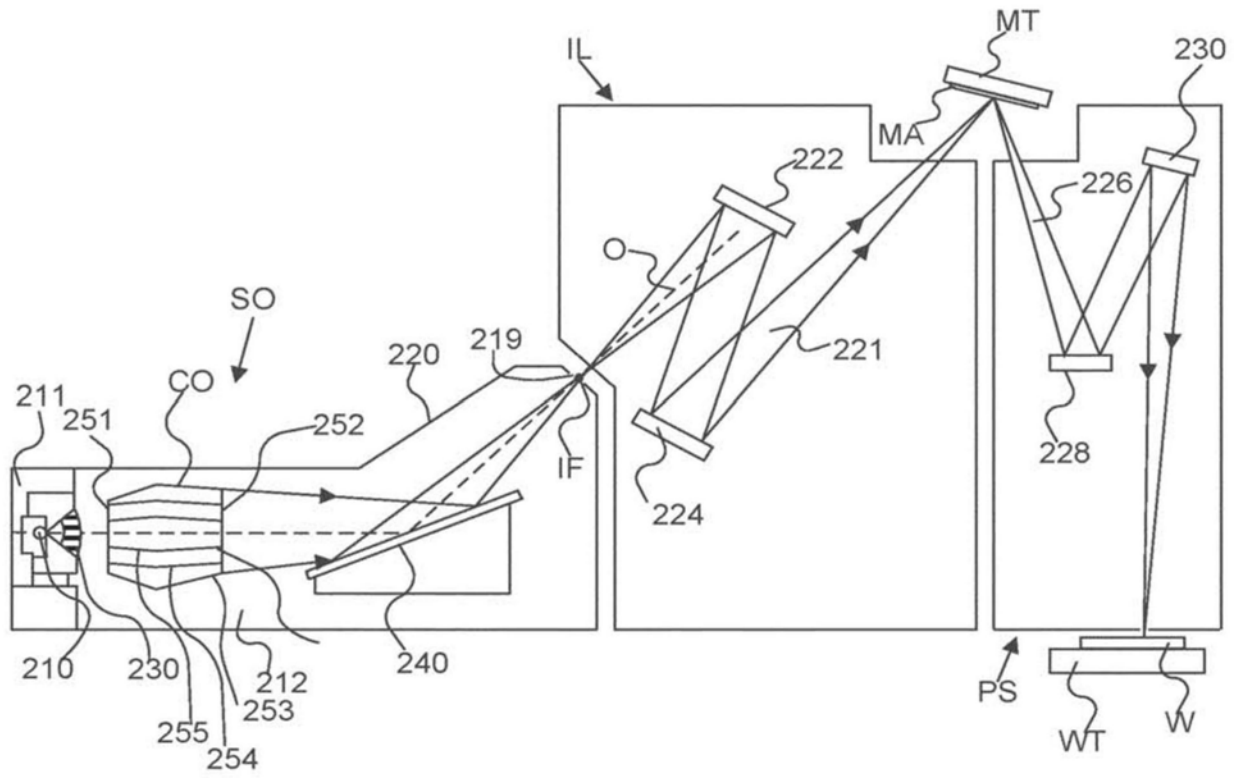


图2

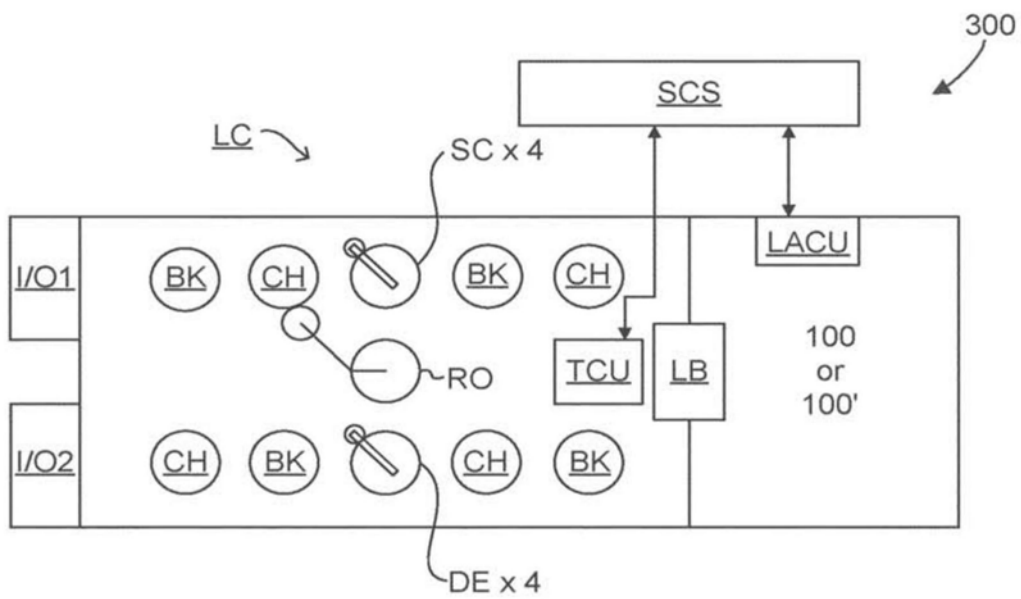


图3

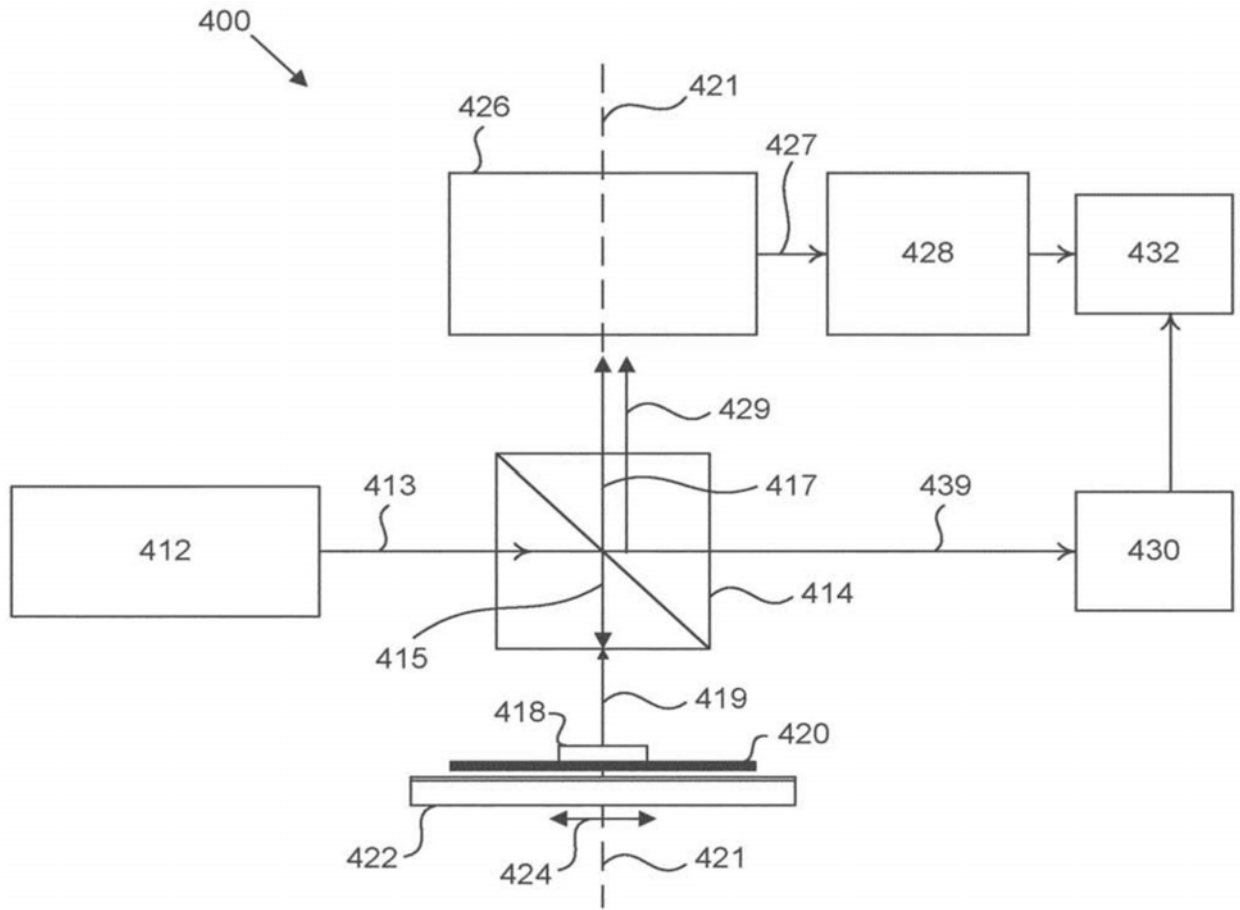


图4A

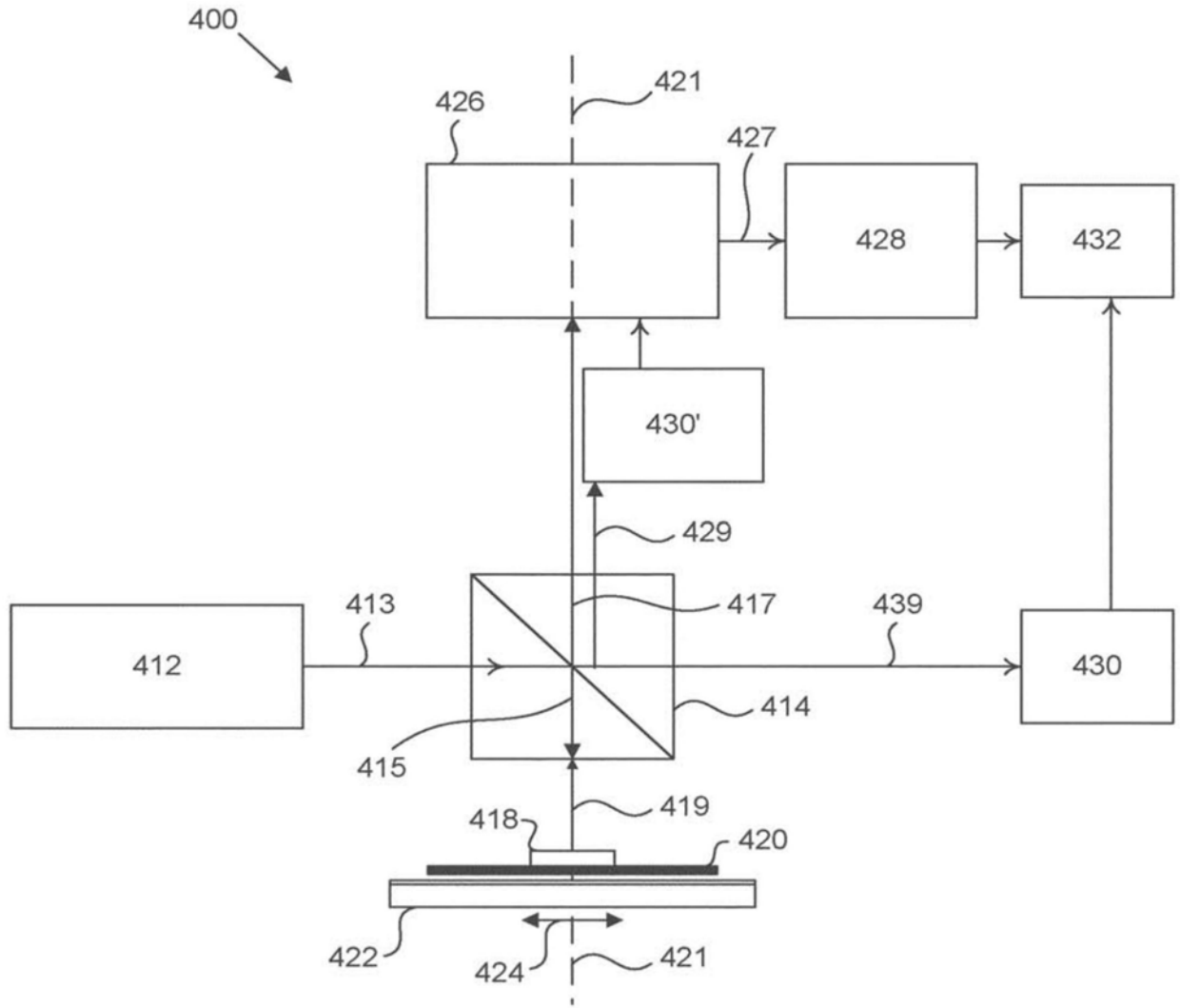


图4B

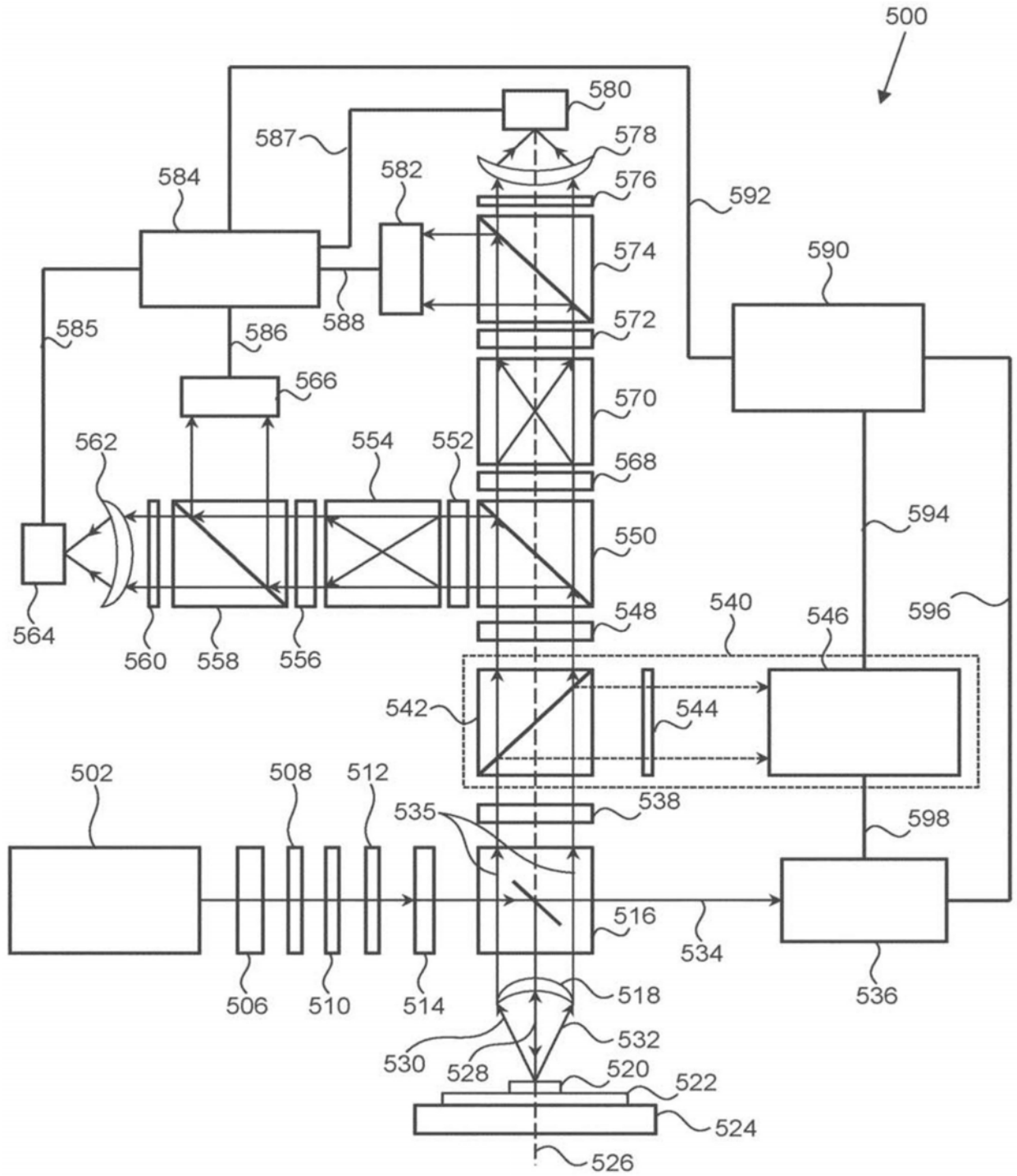


图5



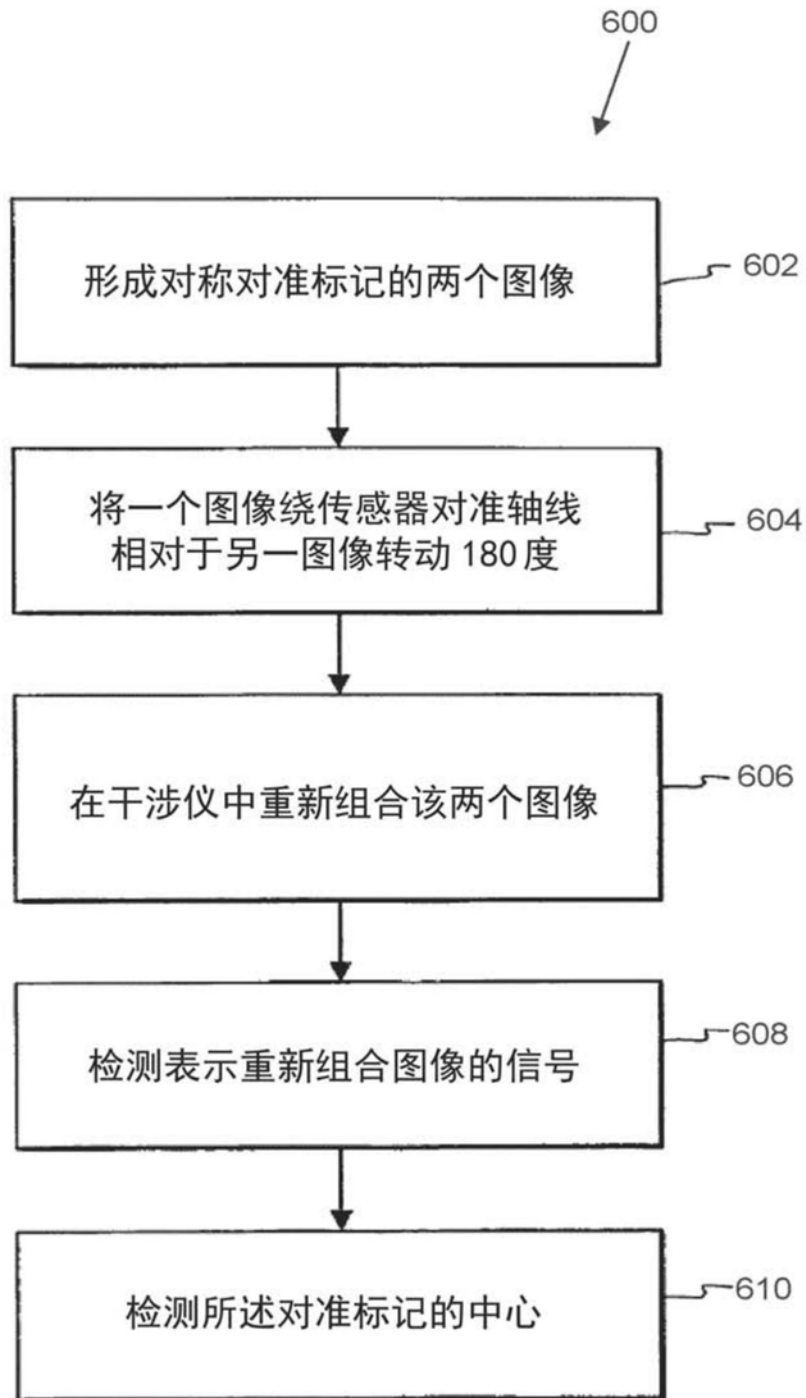


图6

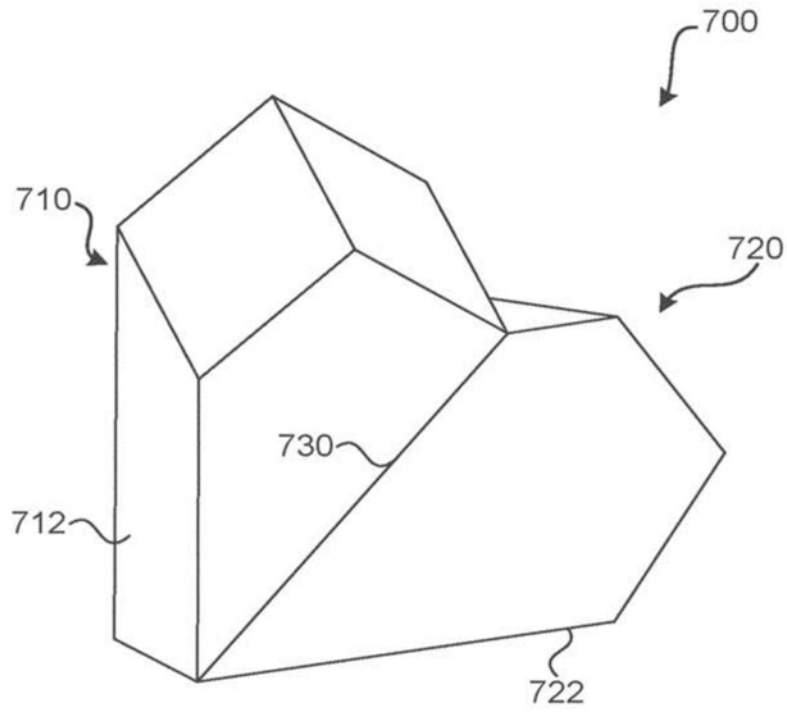


图7A

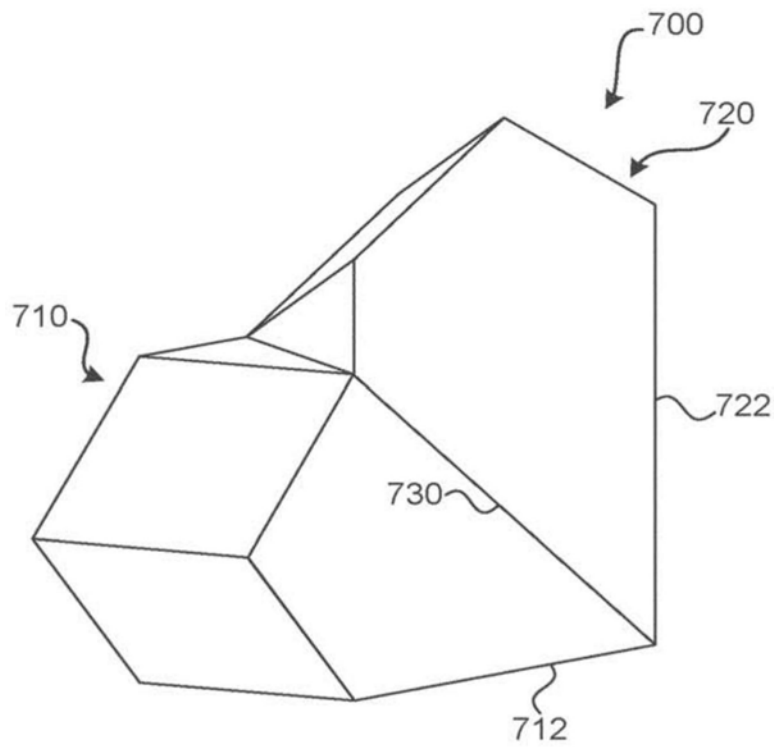


图7B

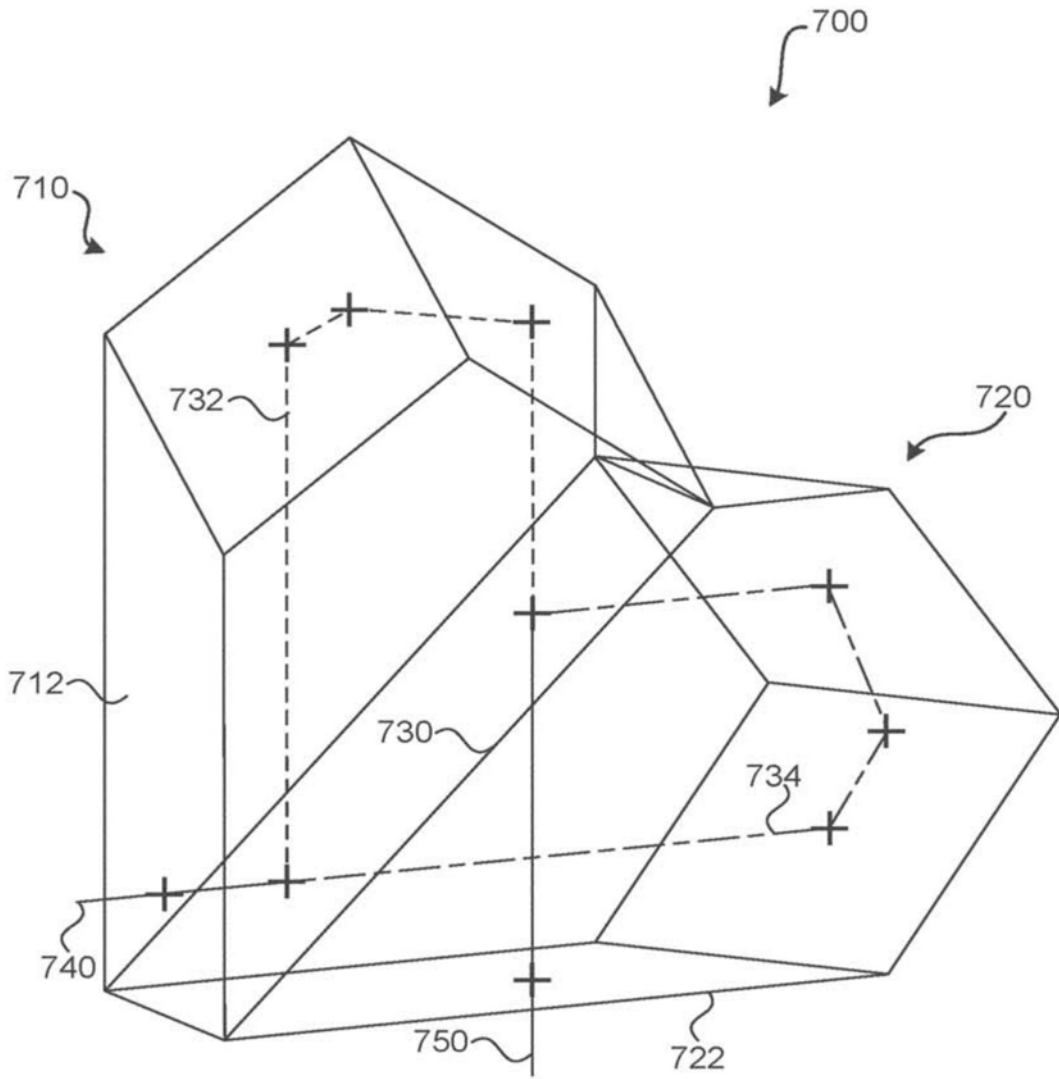


图7C

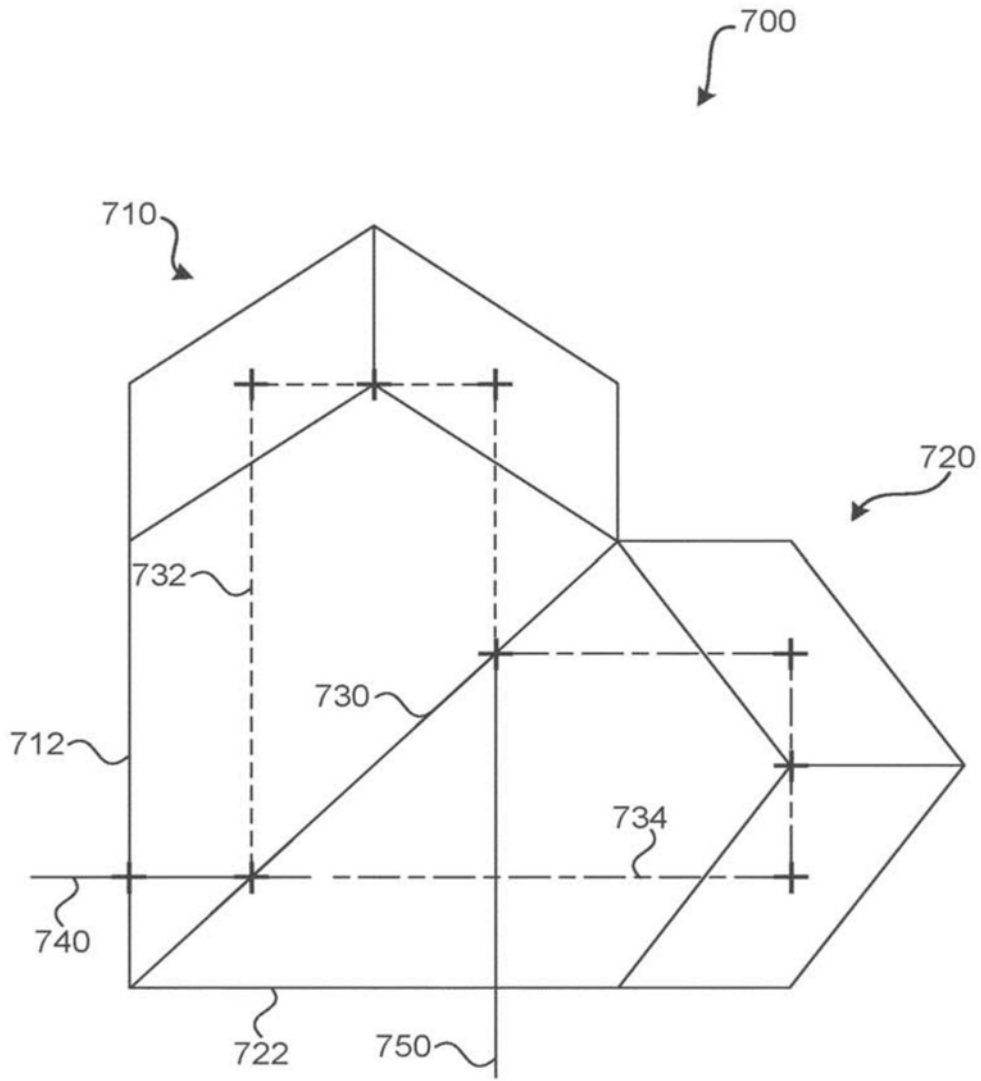


图7D

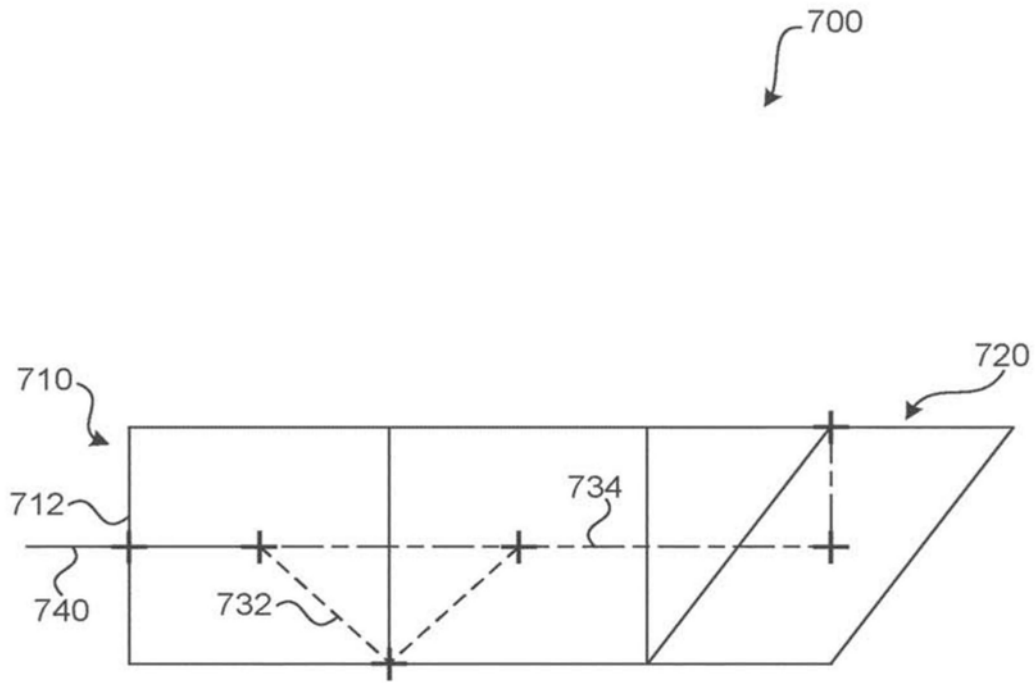


图7E

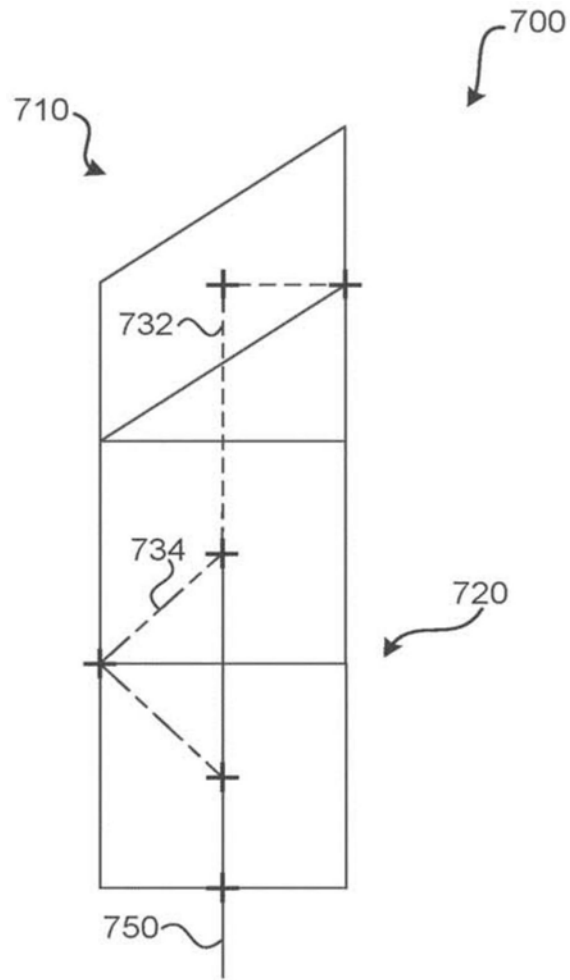


图7F

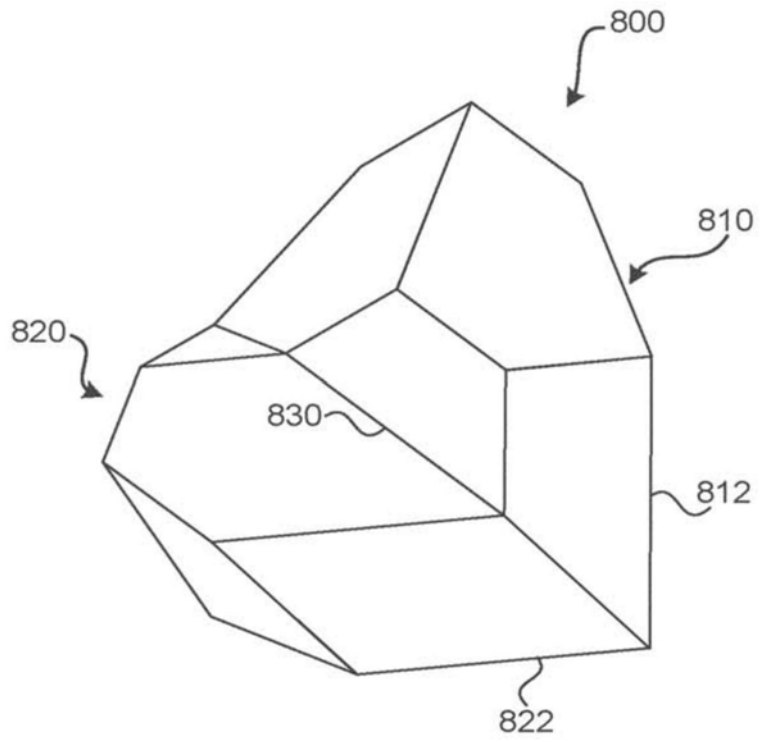


图8A

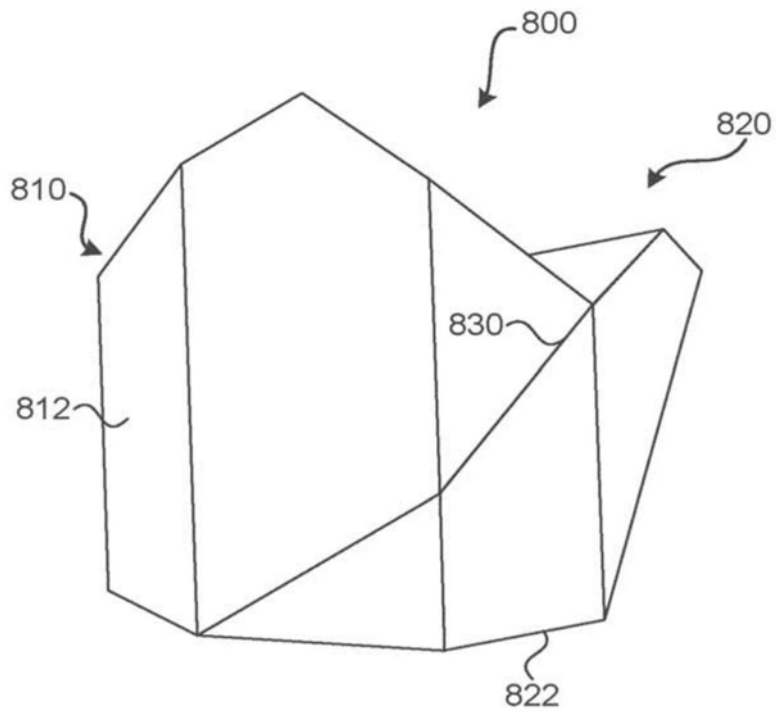


图8B

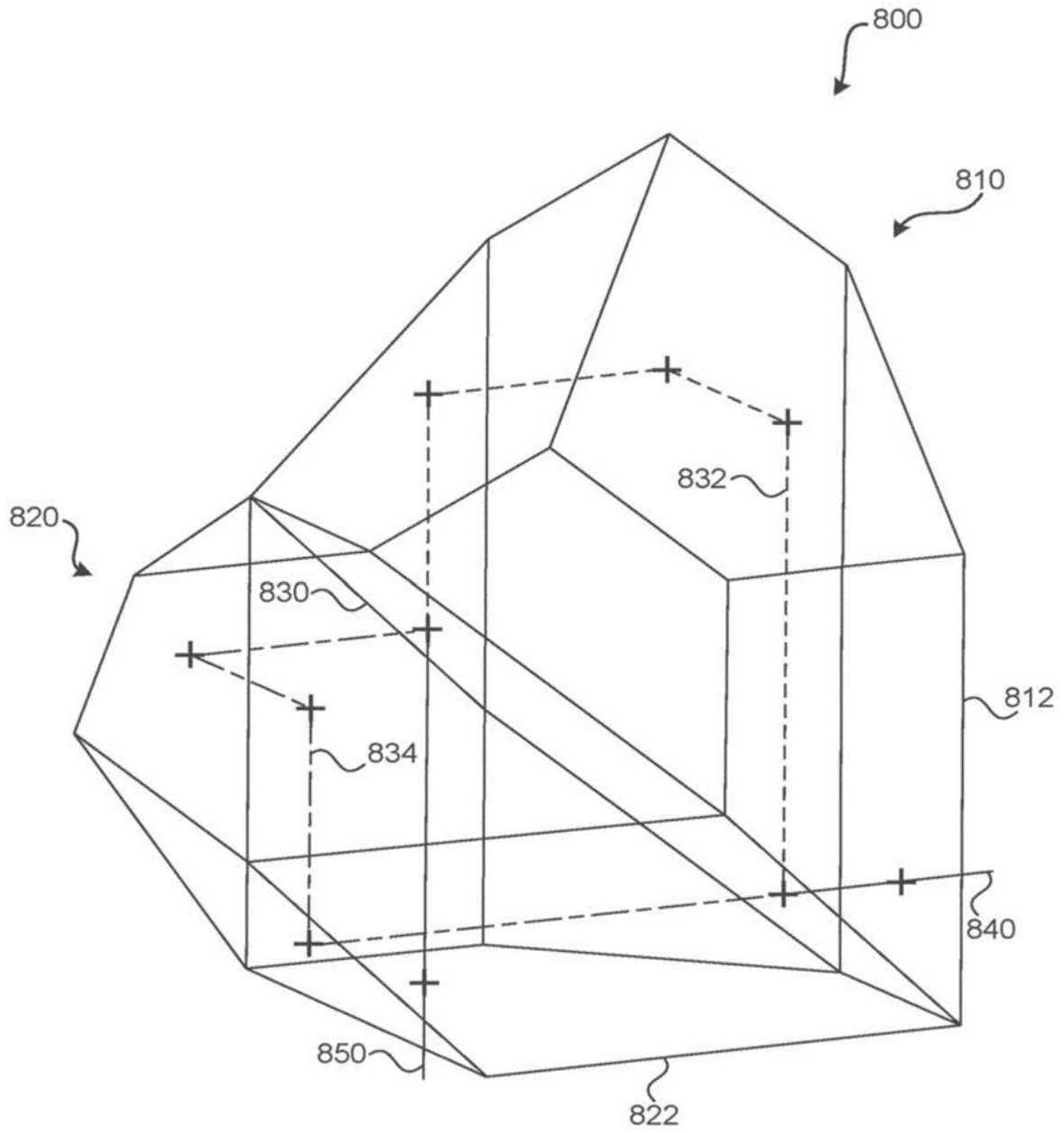


图8C



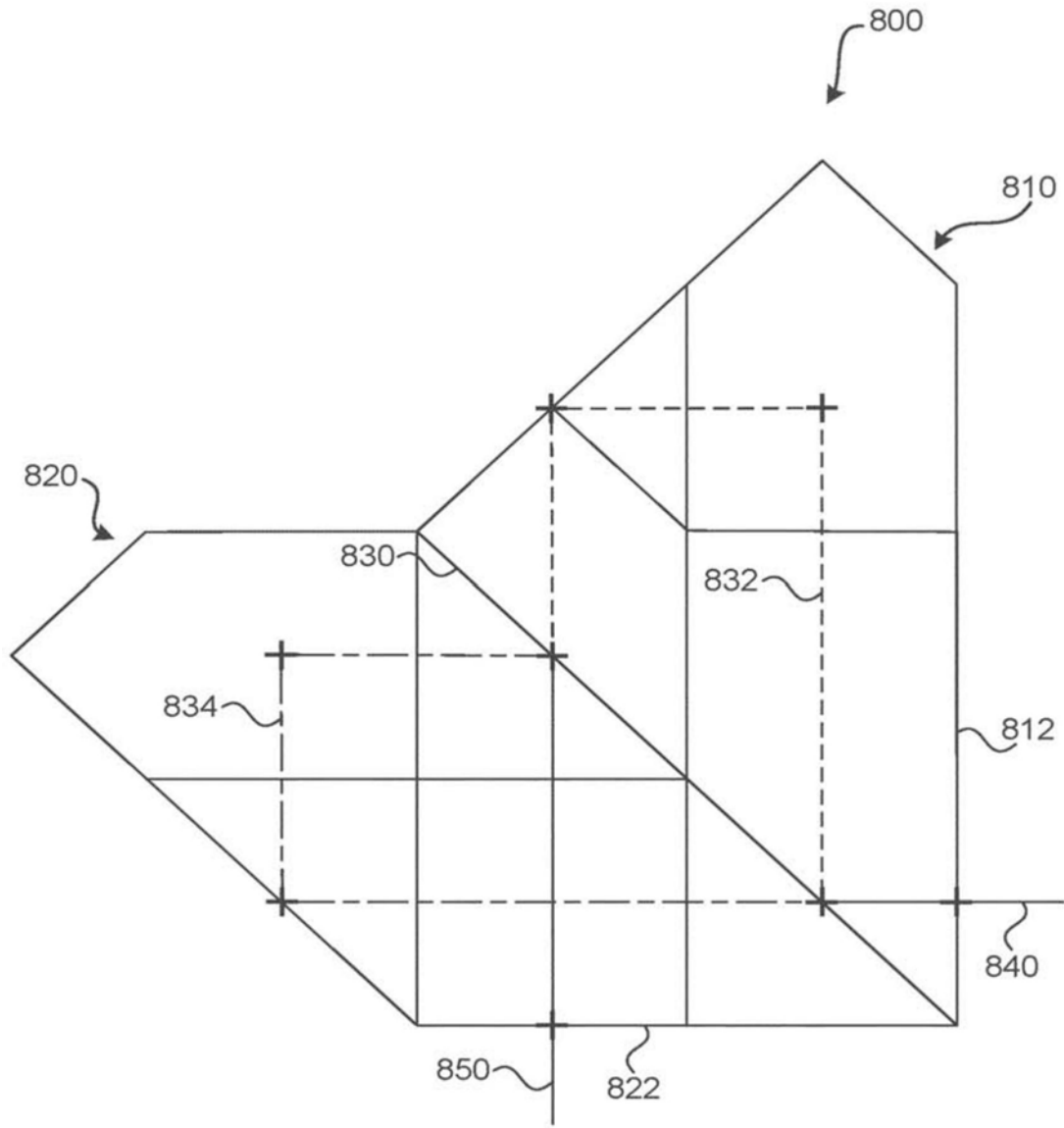


图8D

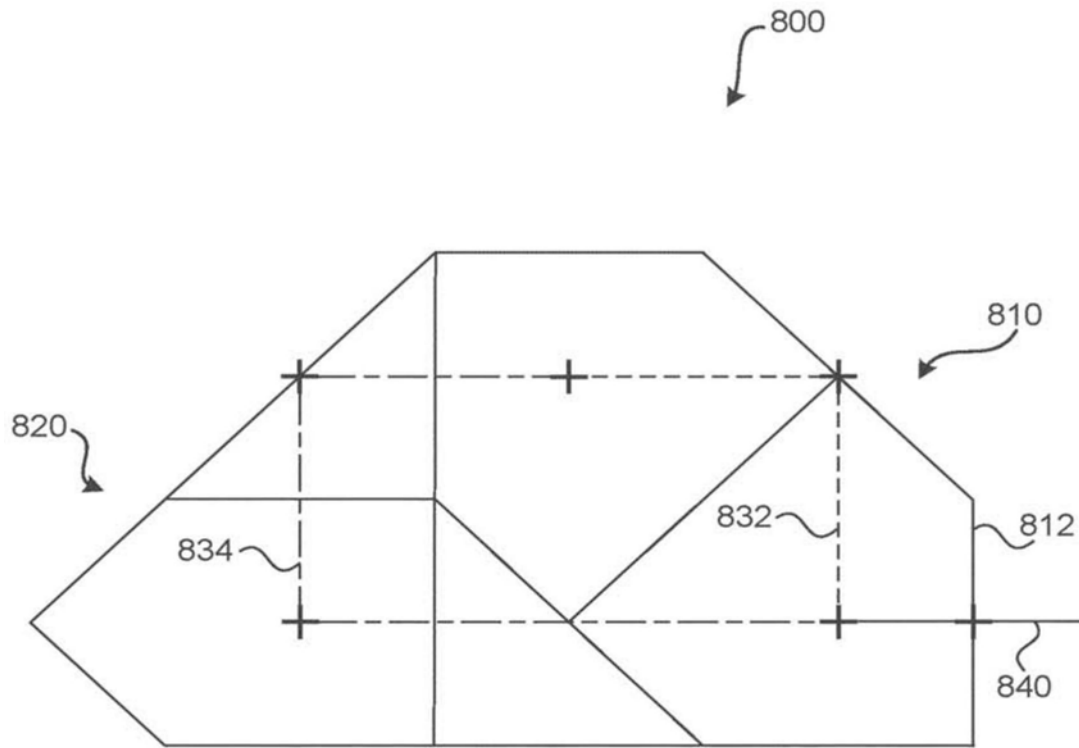


图8E

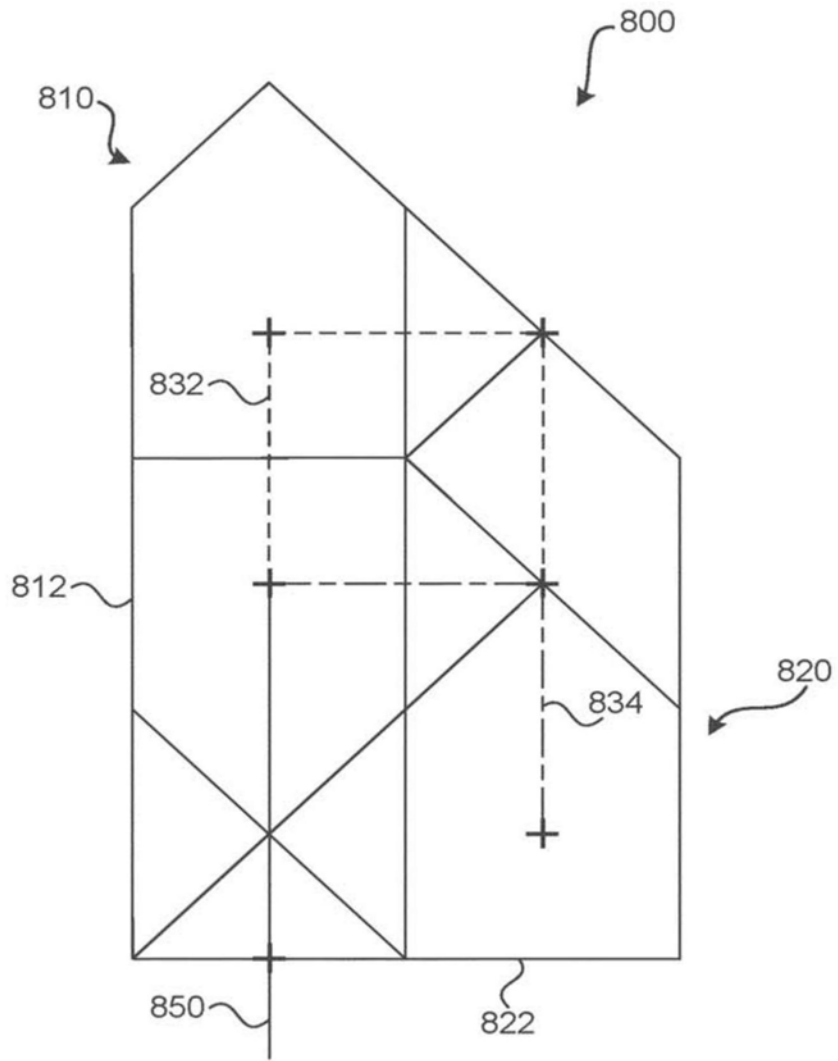


图8F

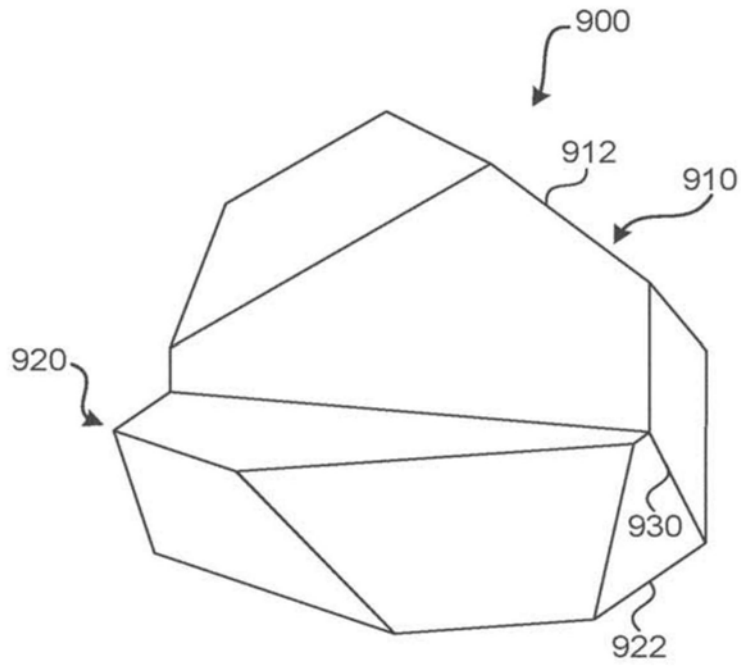


图9A

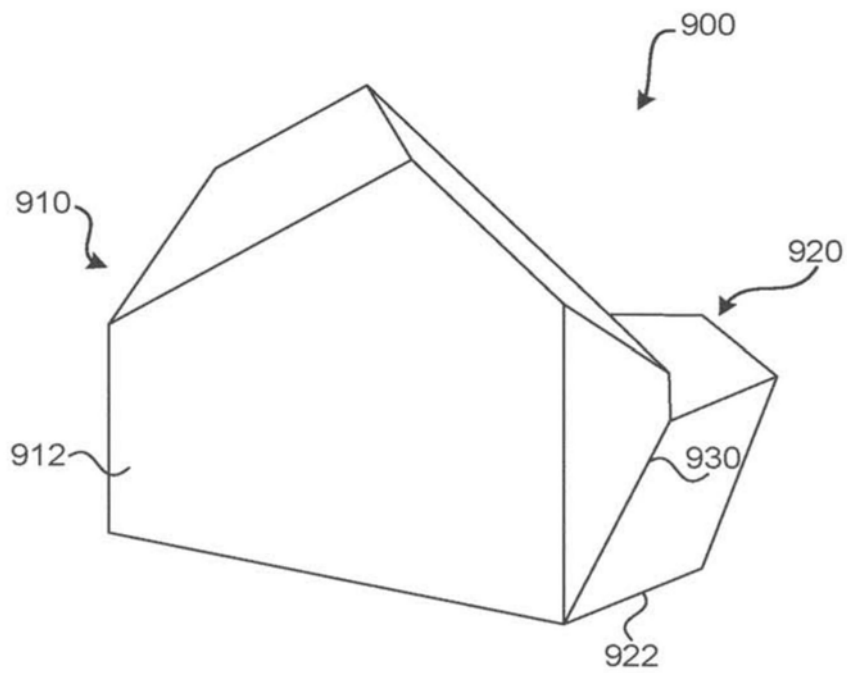


图9B

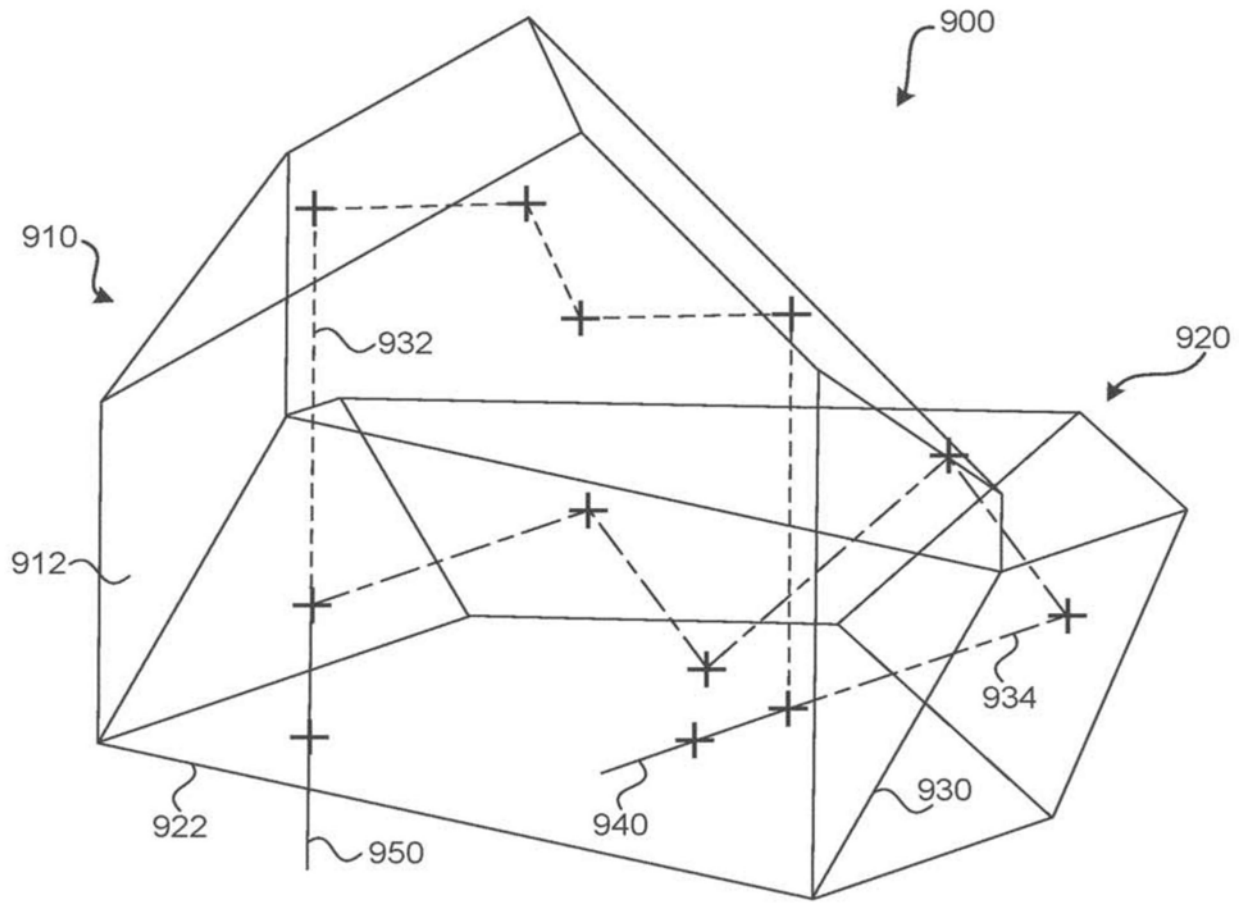


图9C

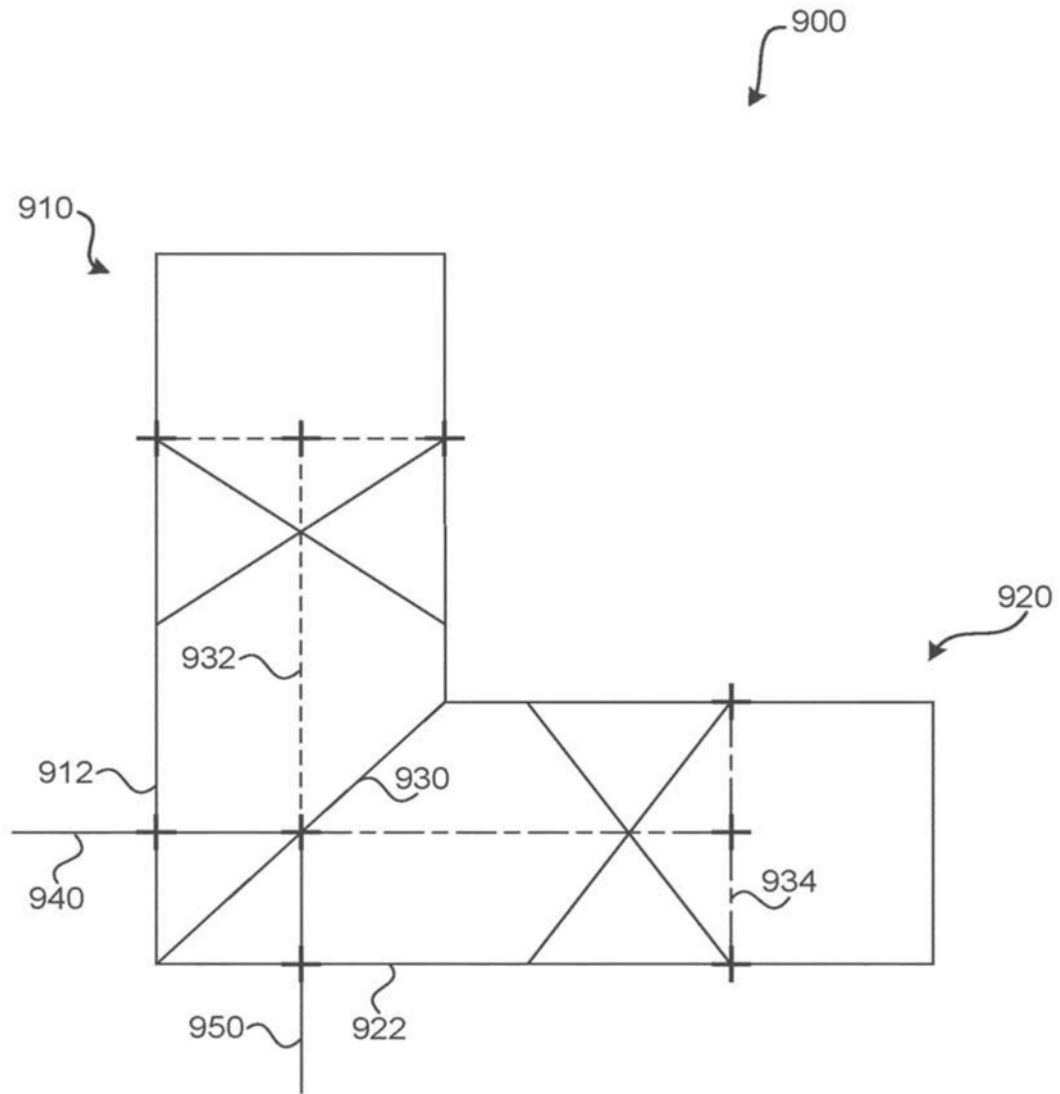


图9D

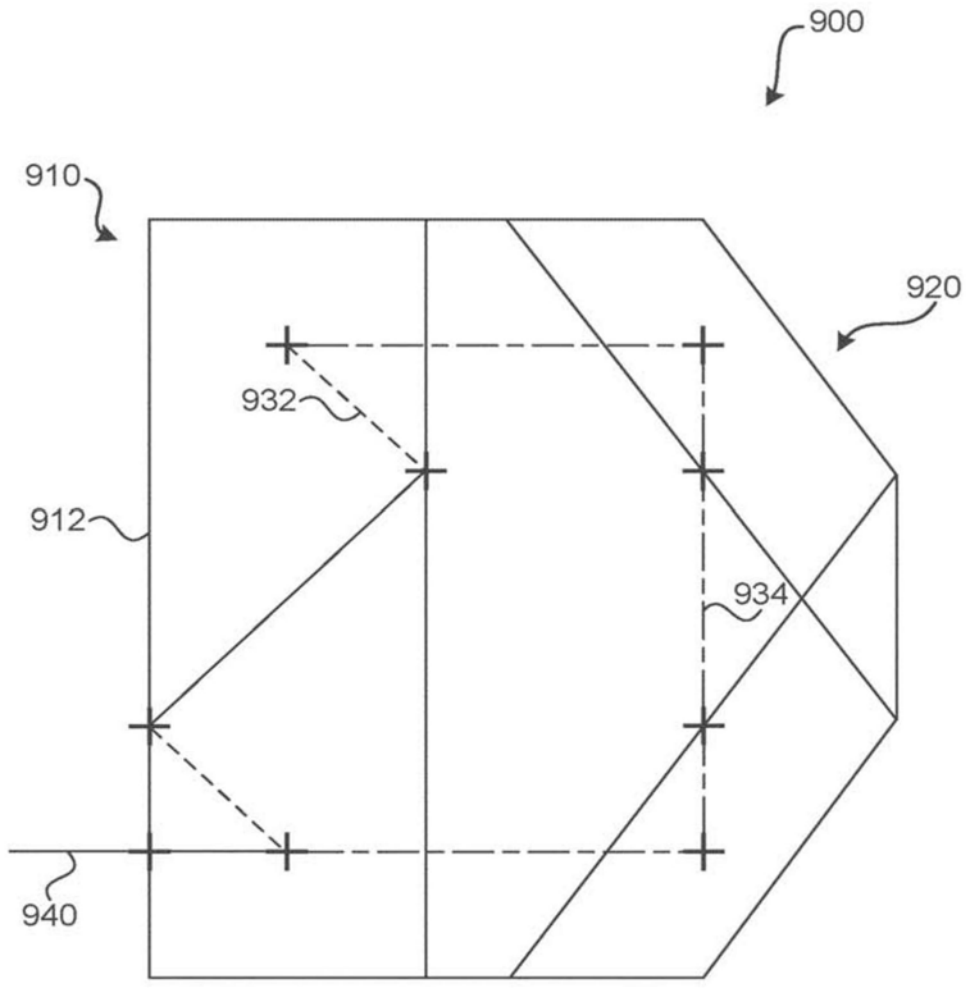


图9E

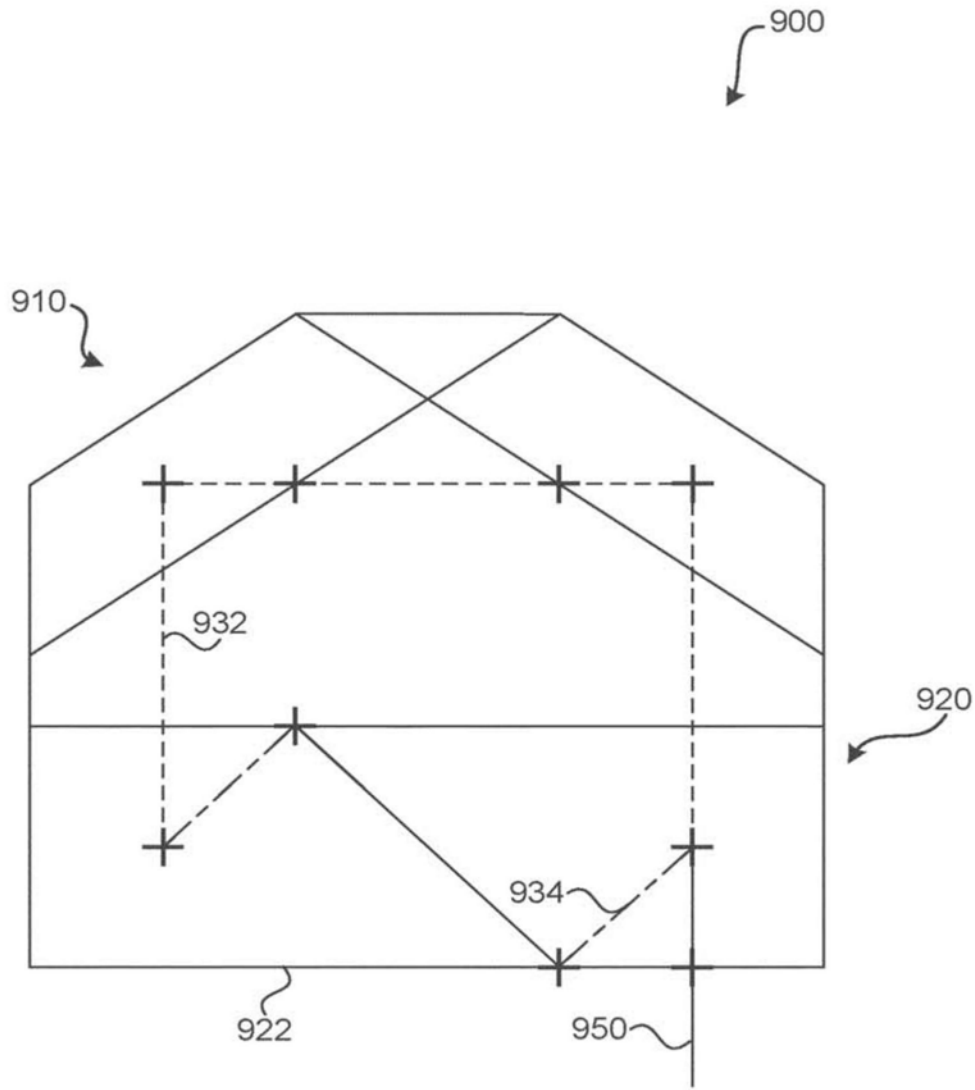


图9F



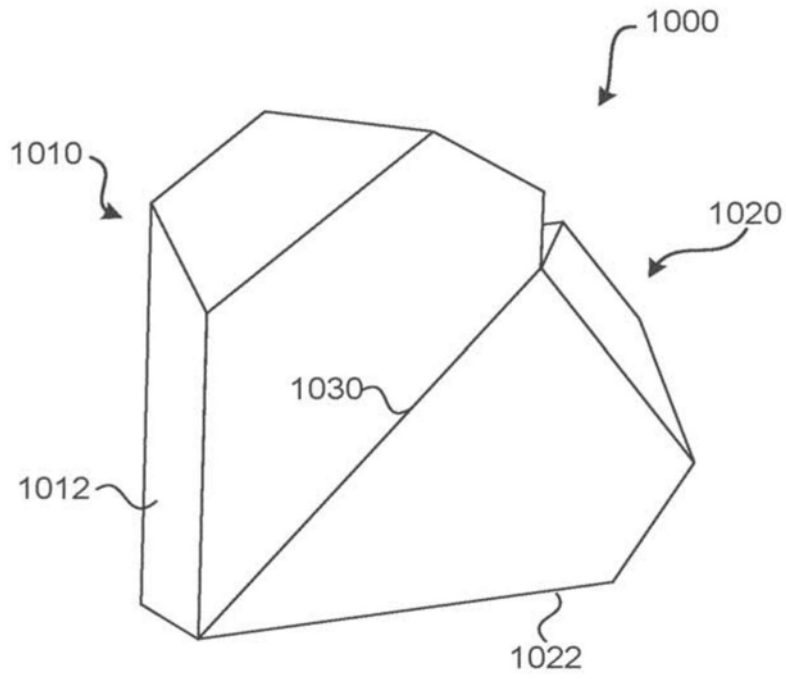


图10A

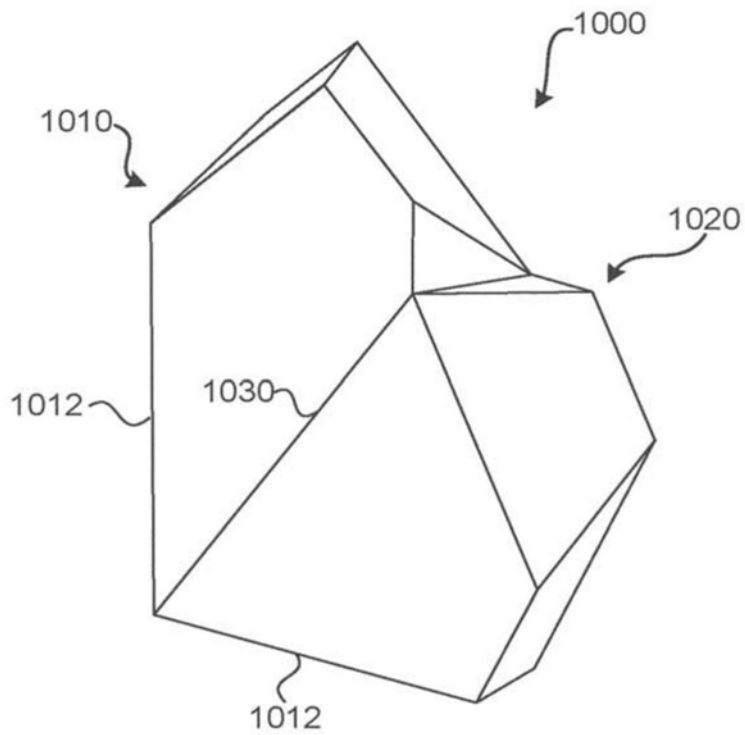


图10B

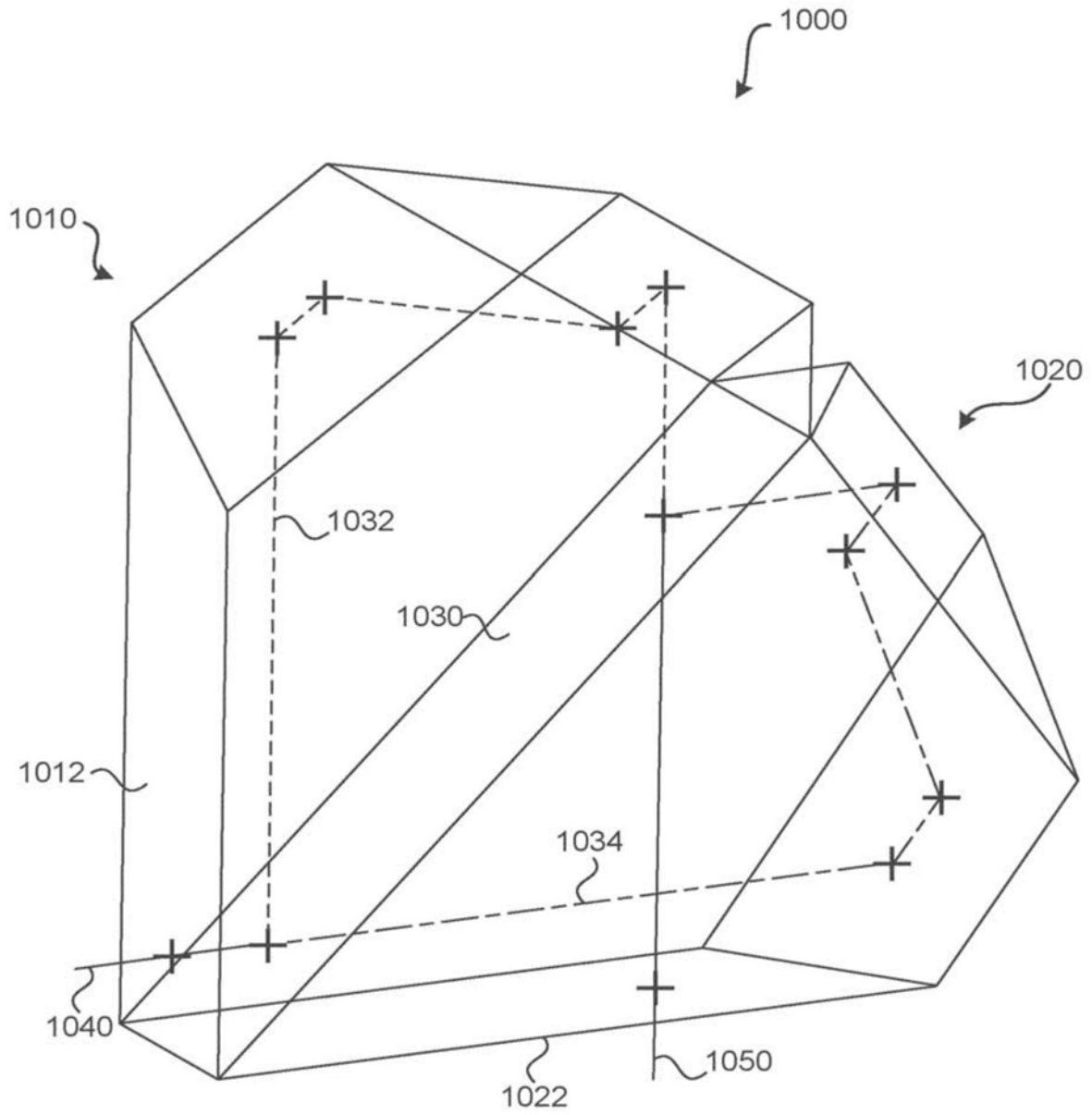


图10C

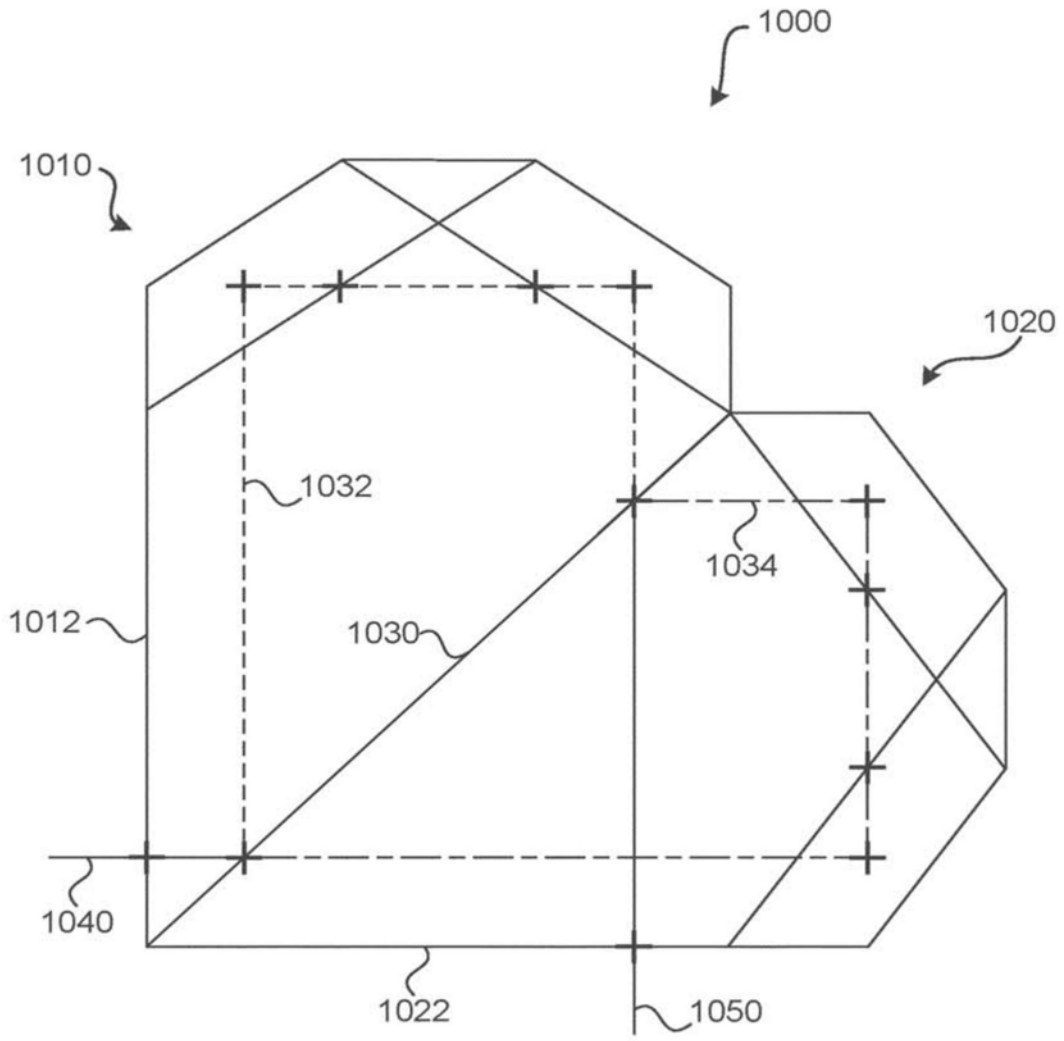


图10D

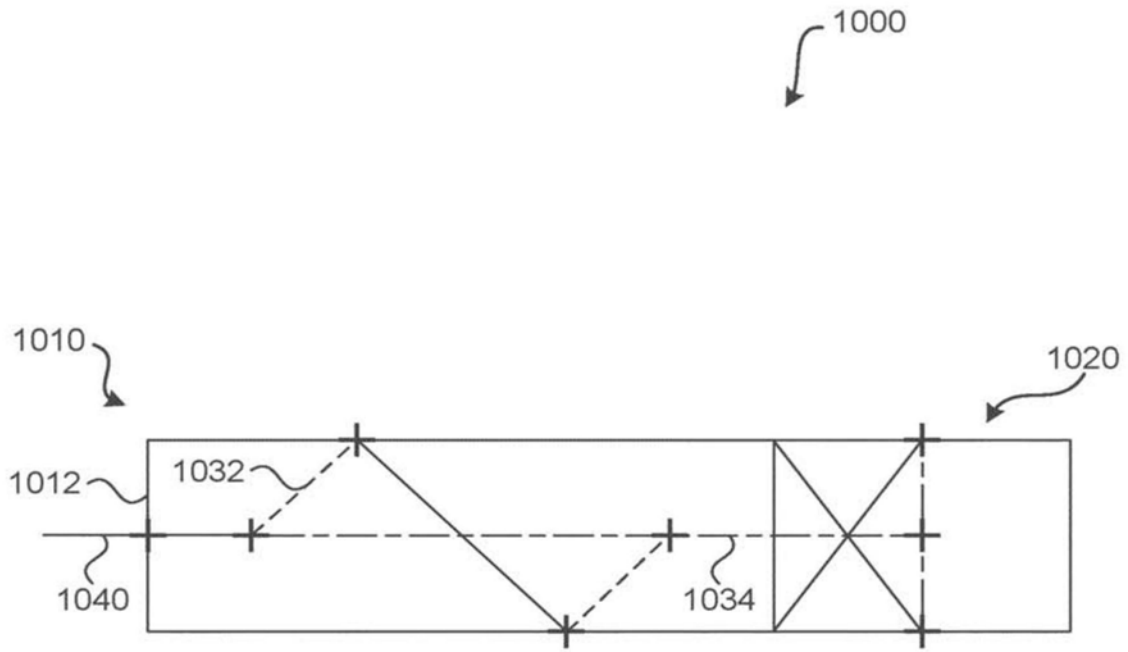


图10E

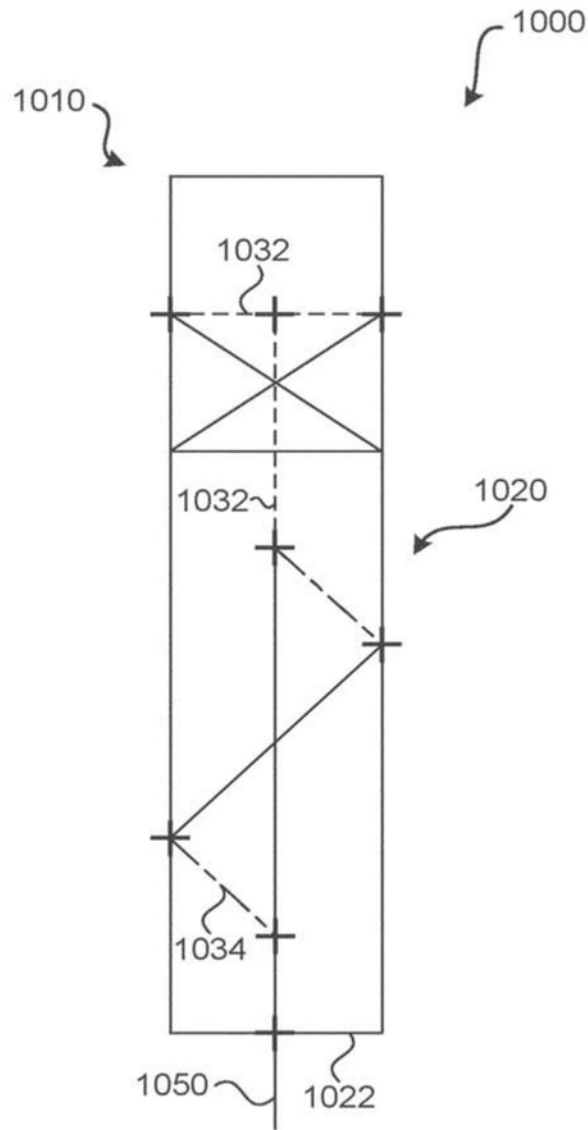


图10F

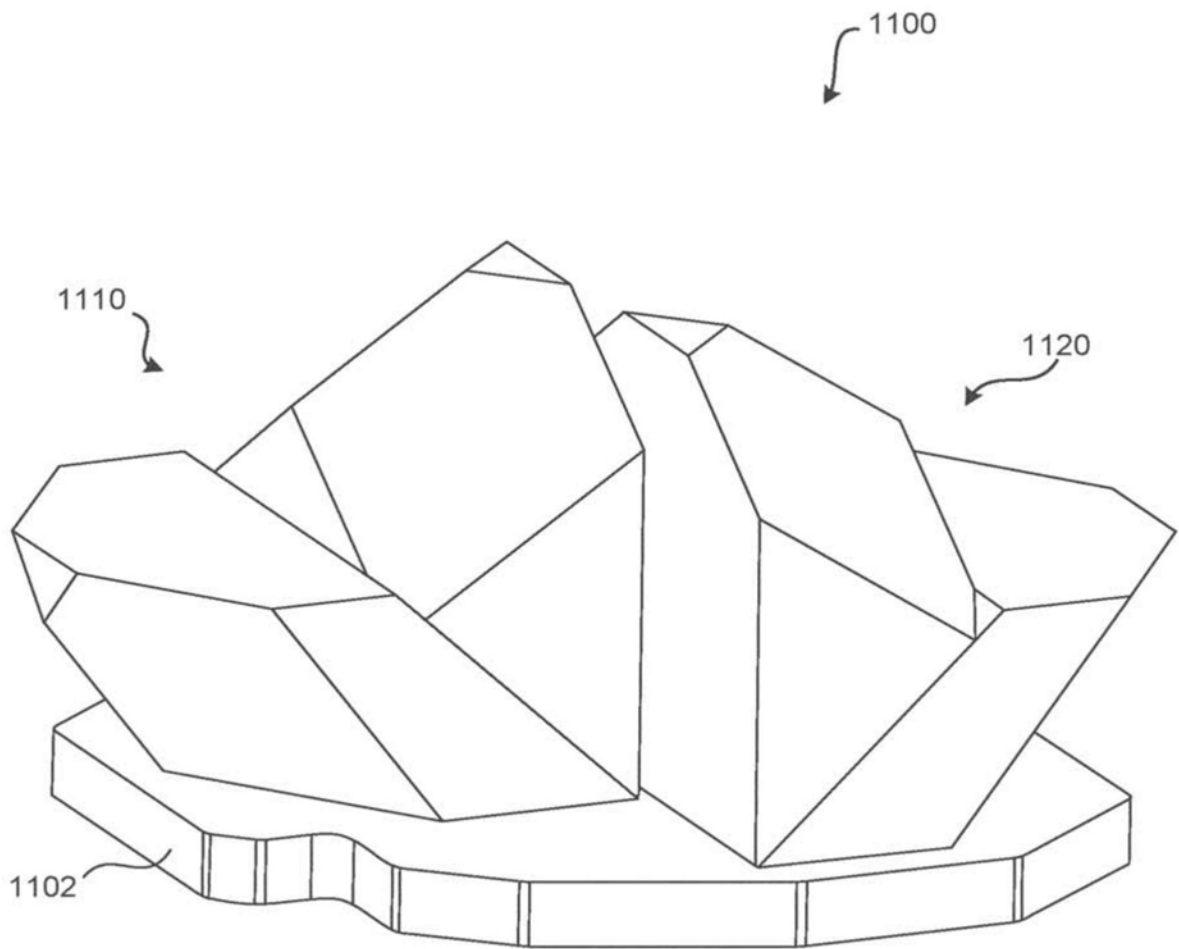


图11

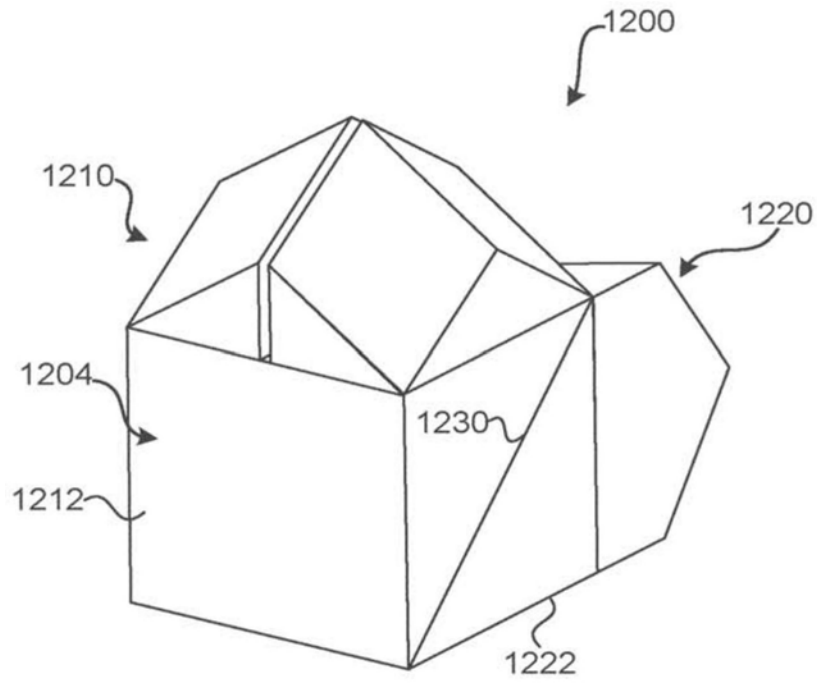


图12A

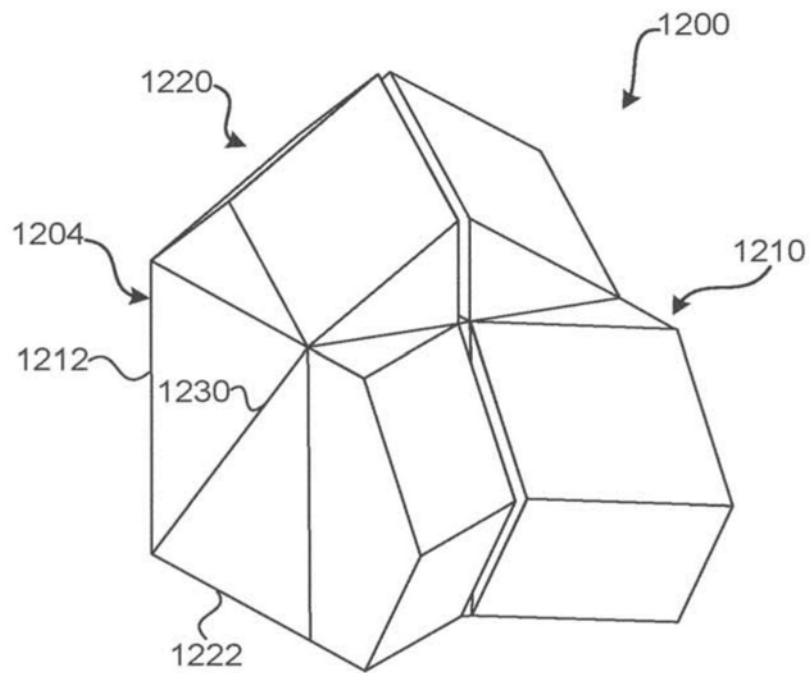


图12B

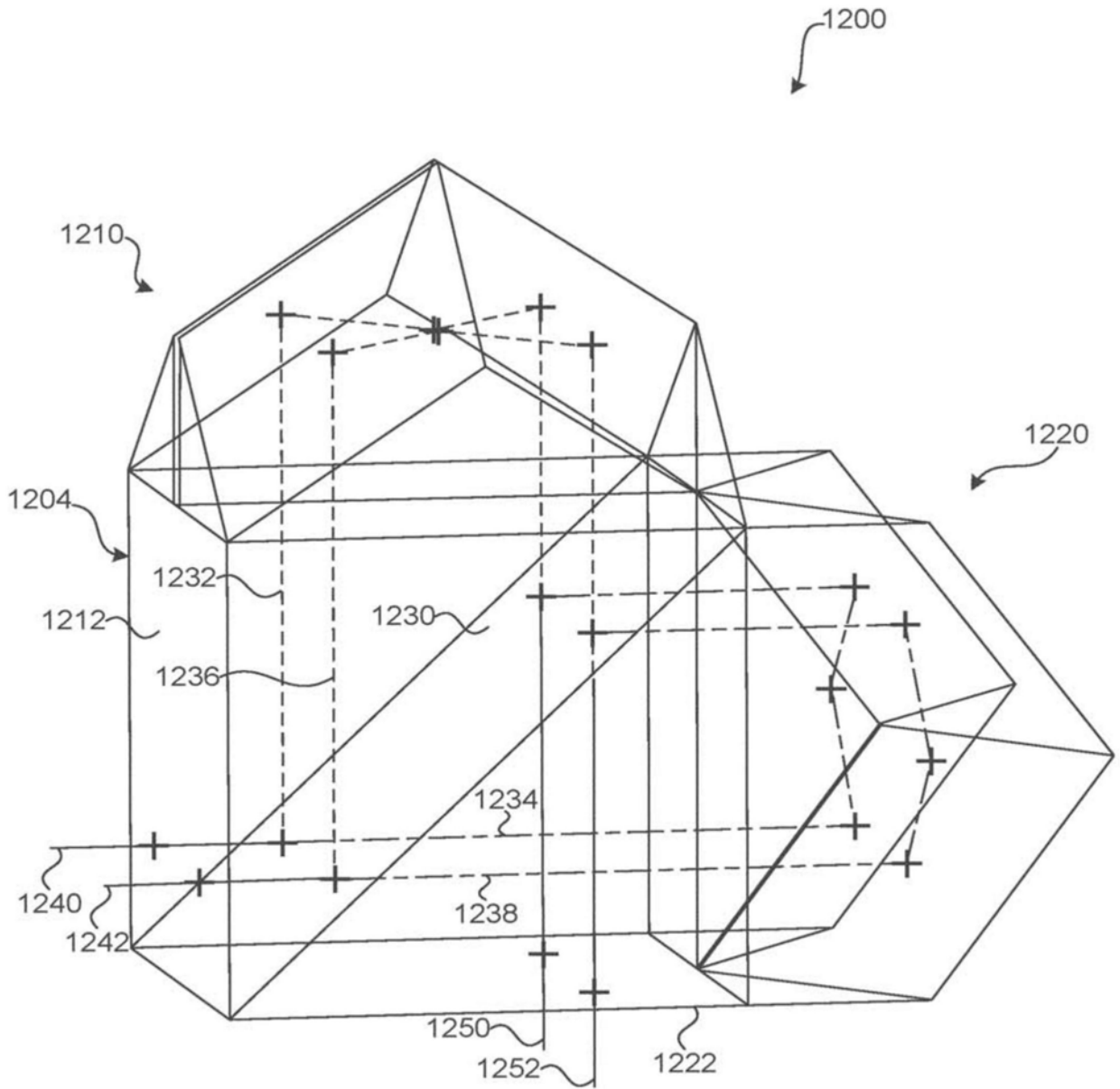


图12C



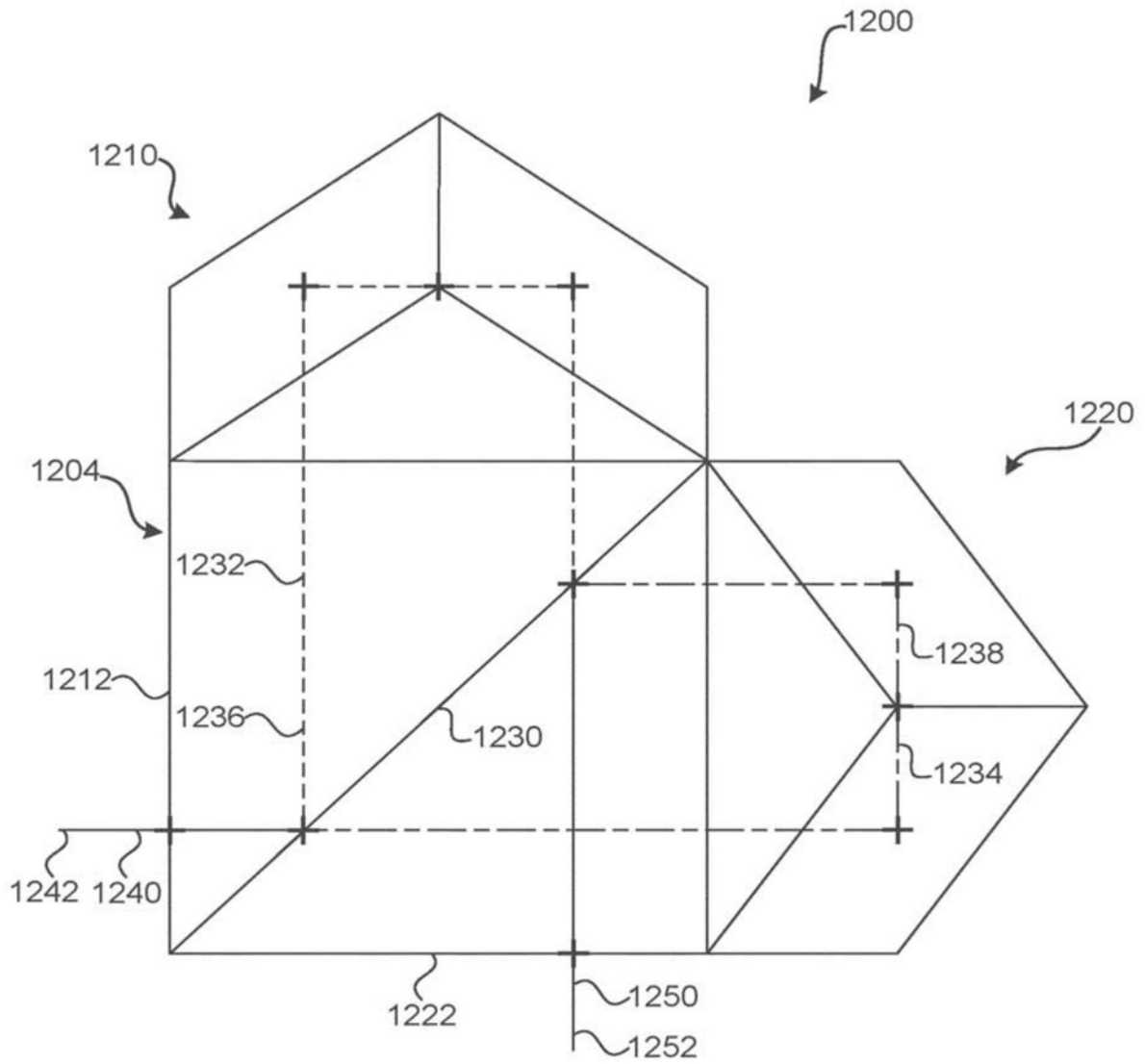


图12D

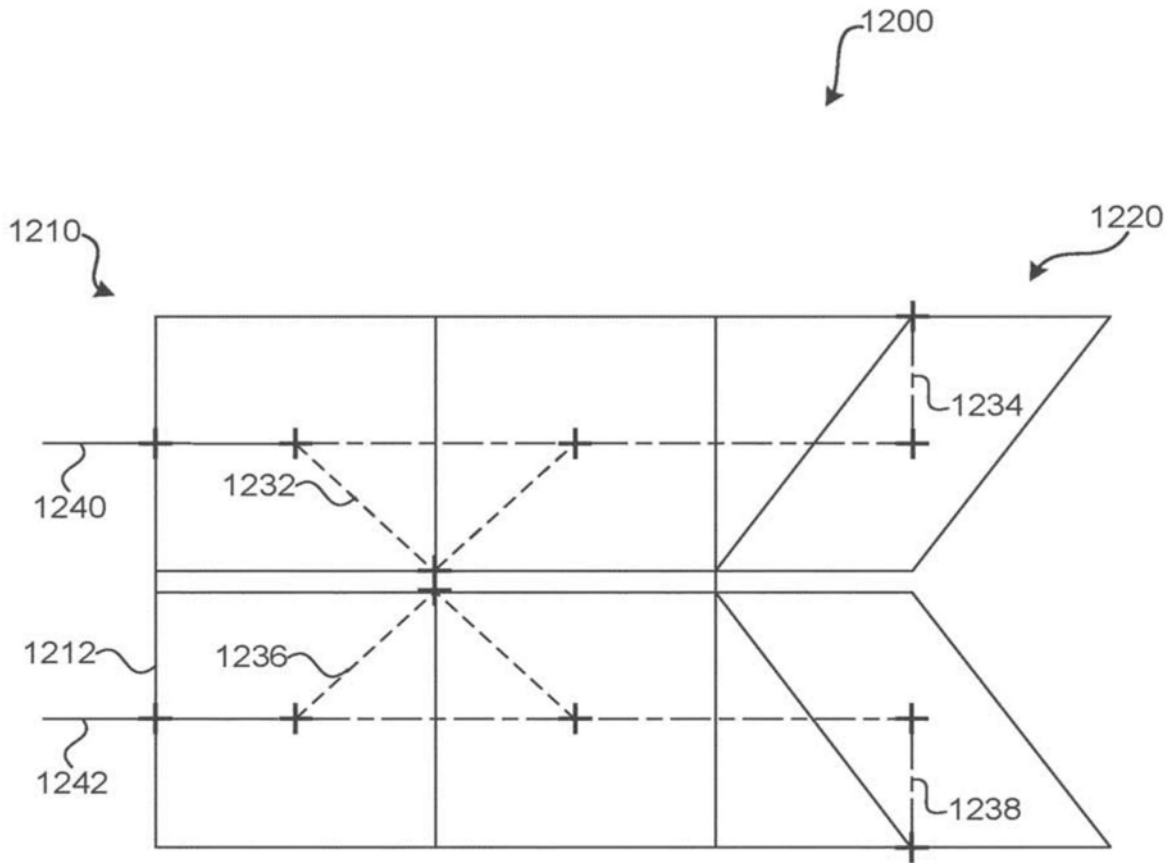


图12E

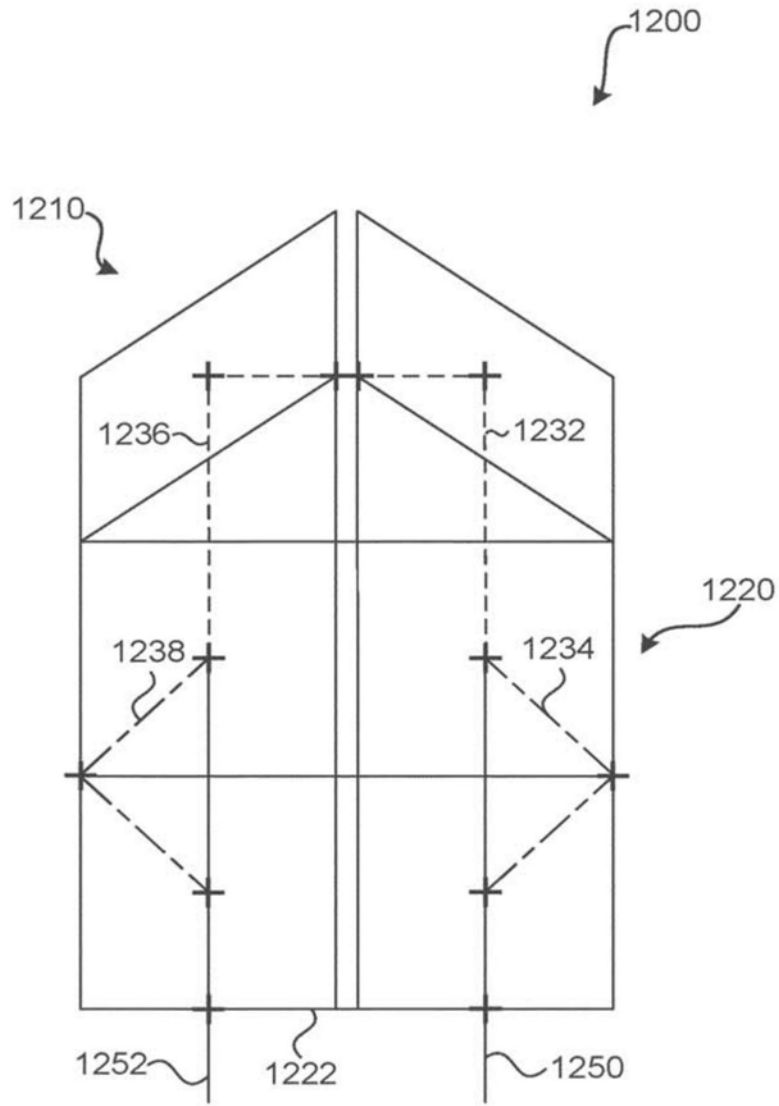


图12F

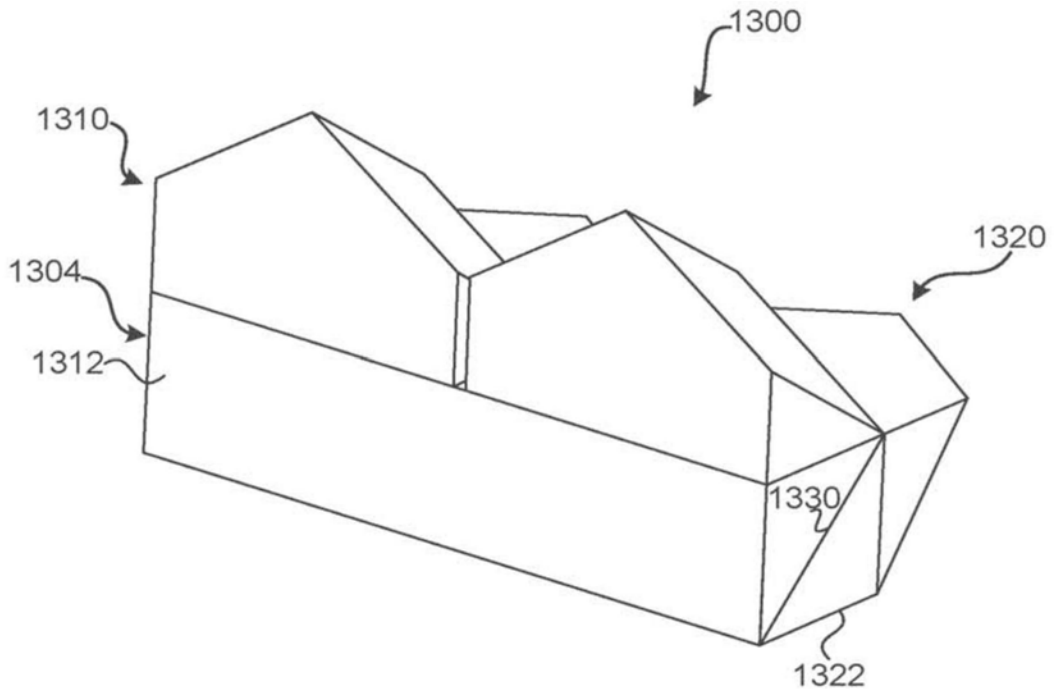


图13A

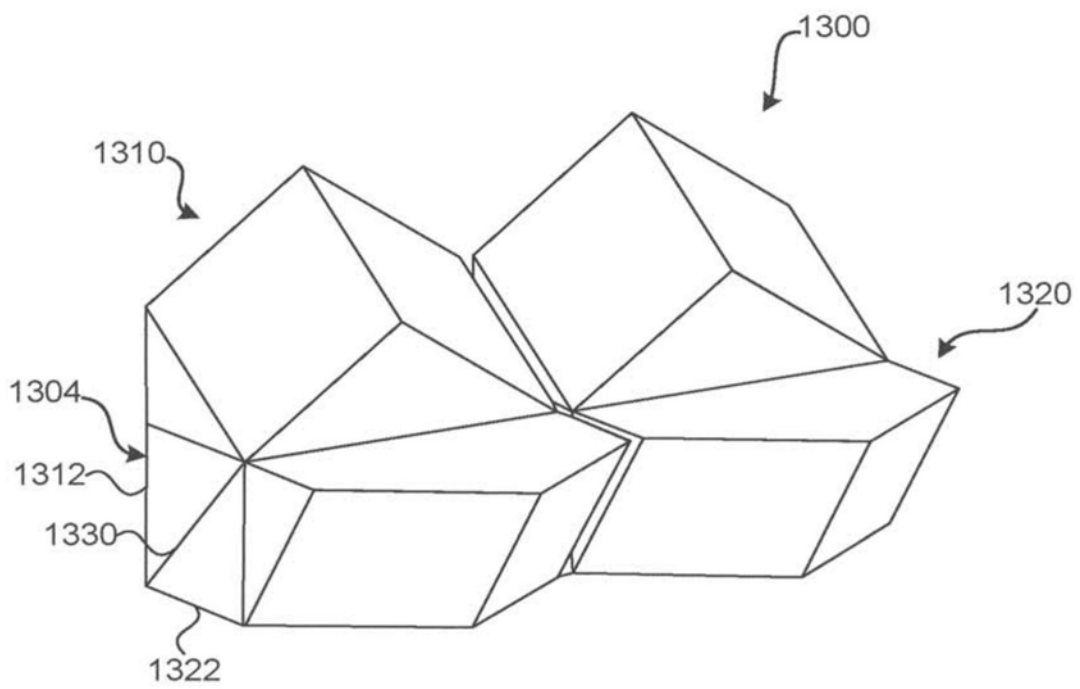


图13B

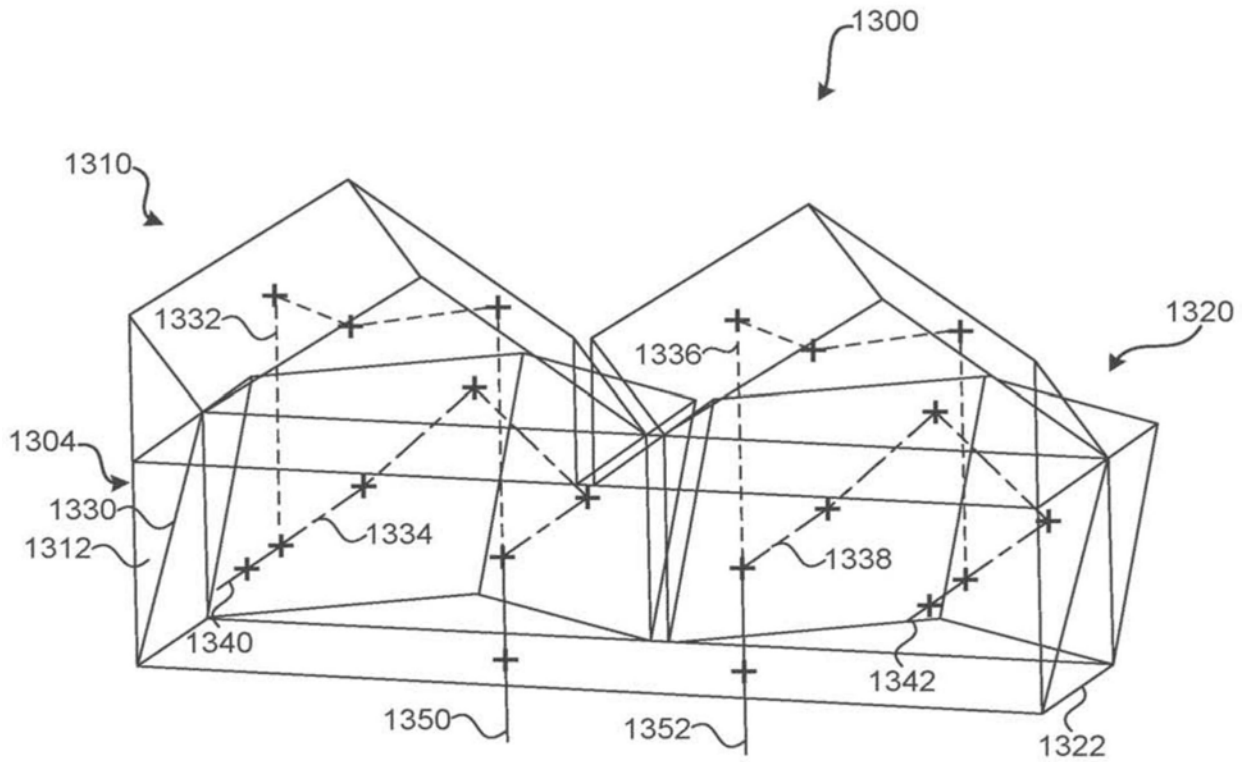


图13C

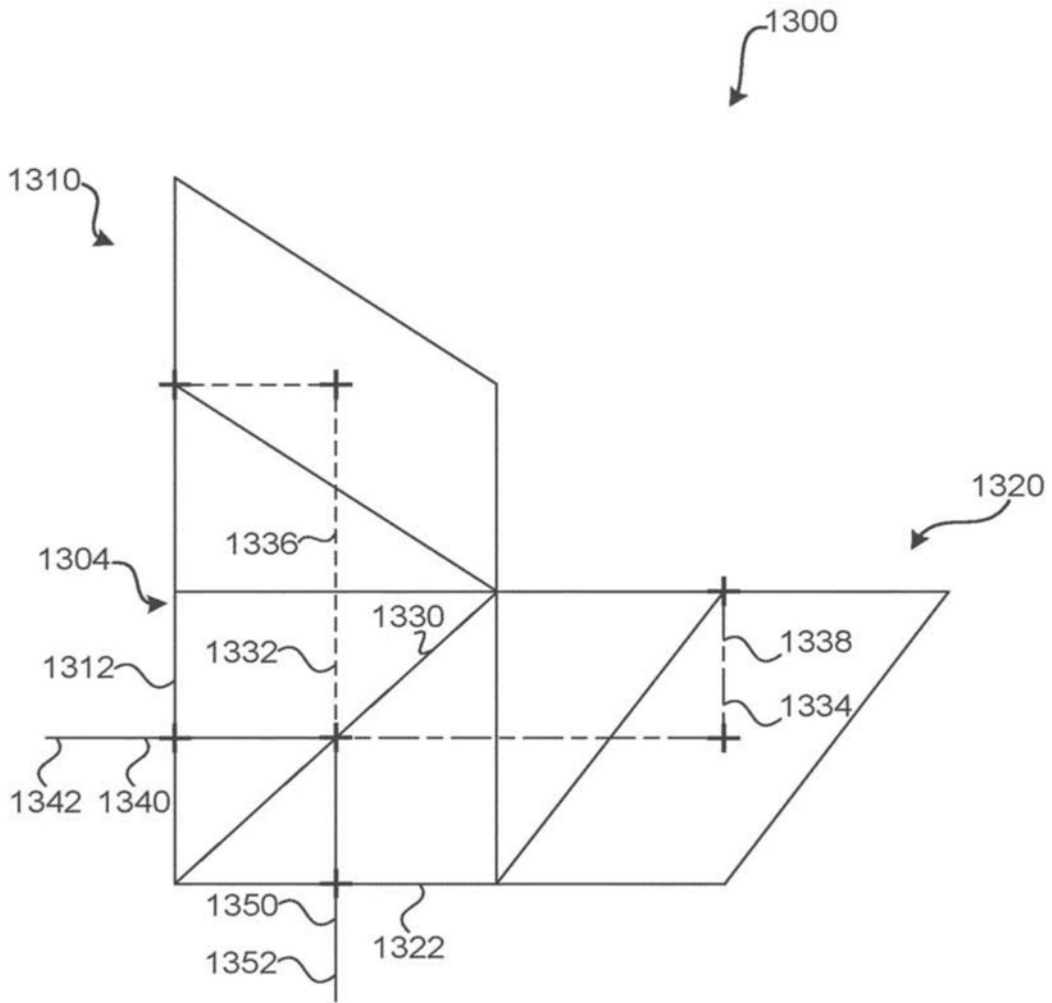


图13D

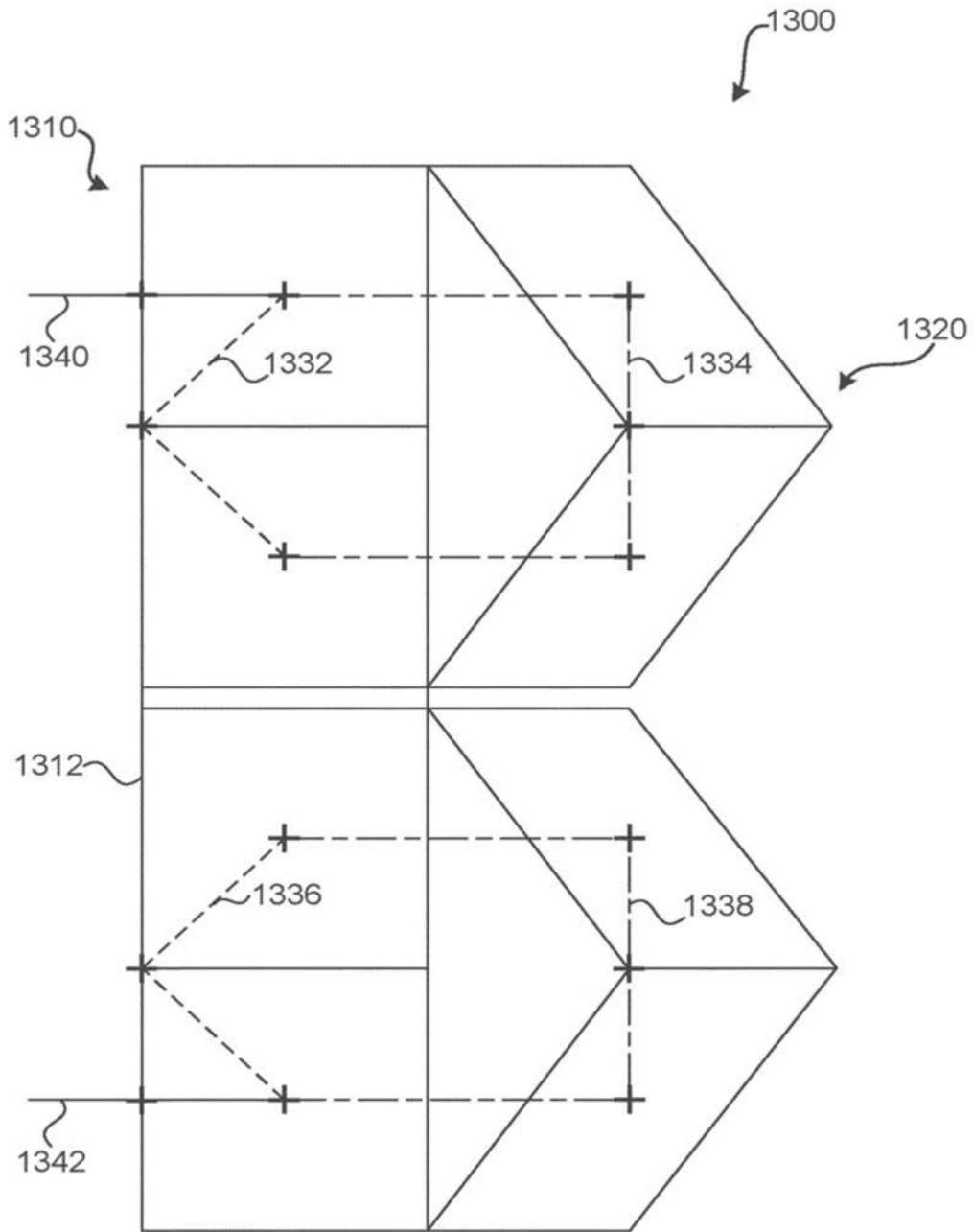


图13E

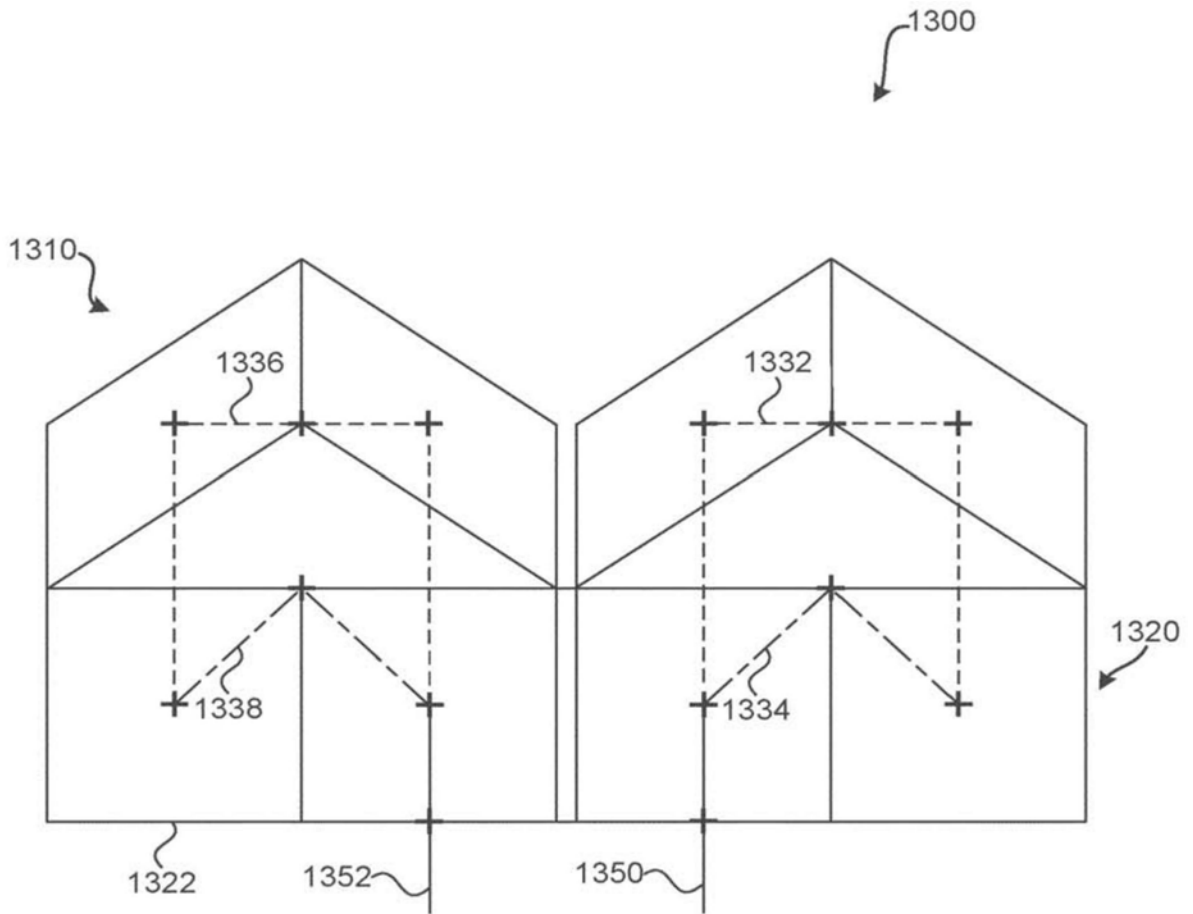


图13F



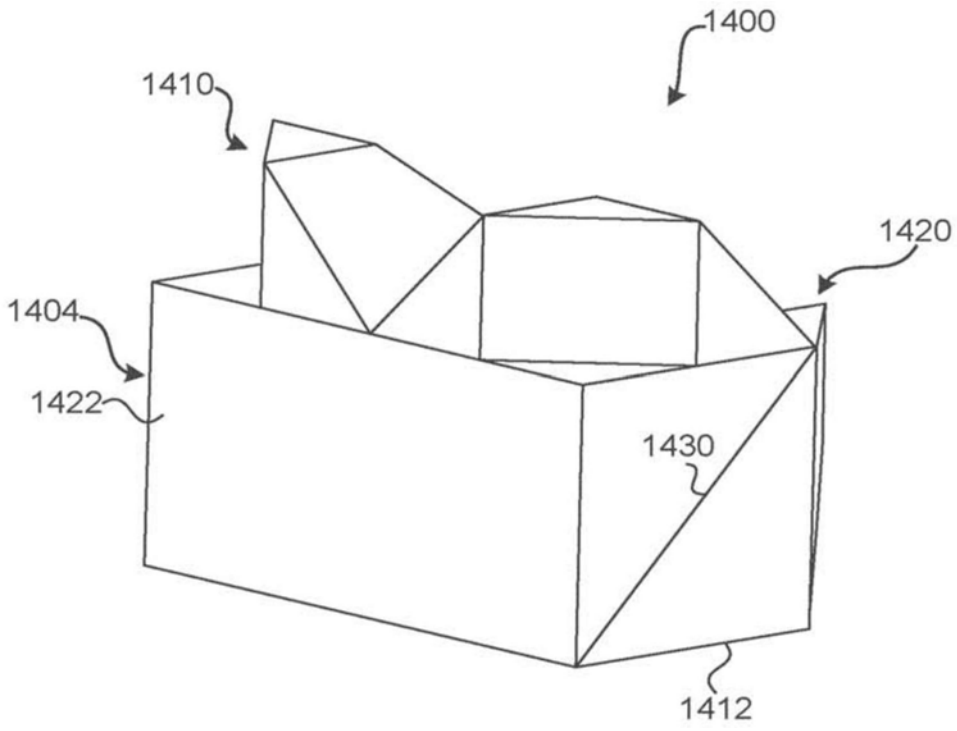


图14A

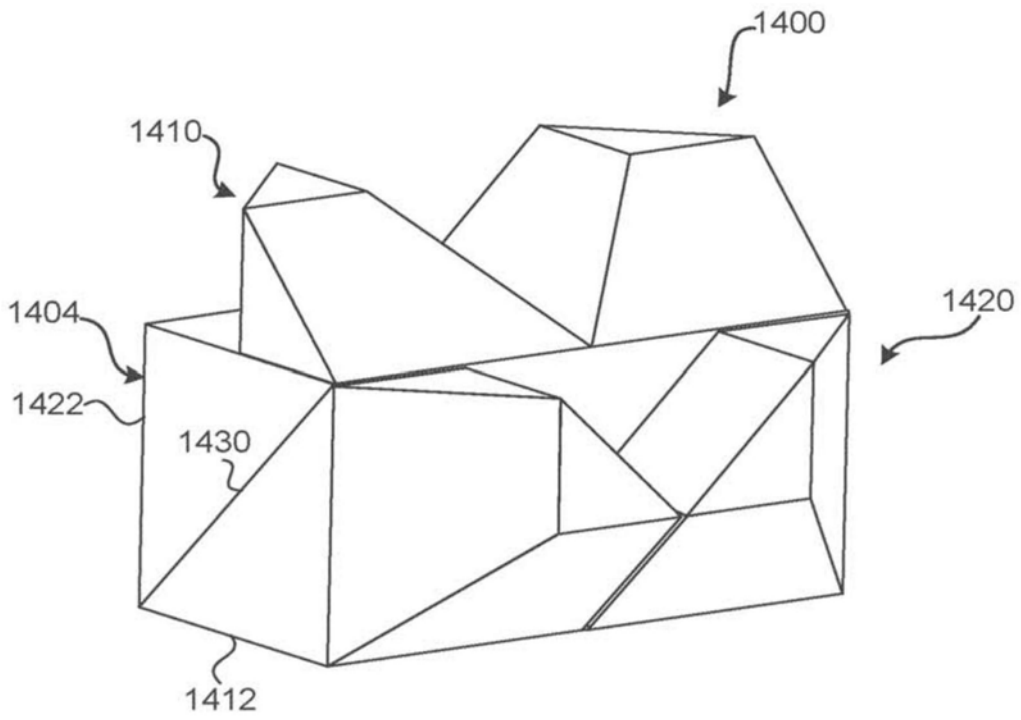


图14B

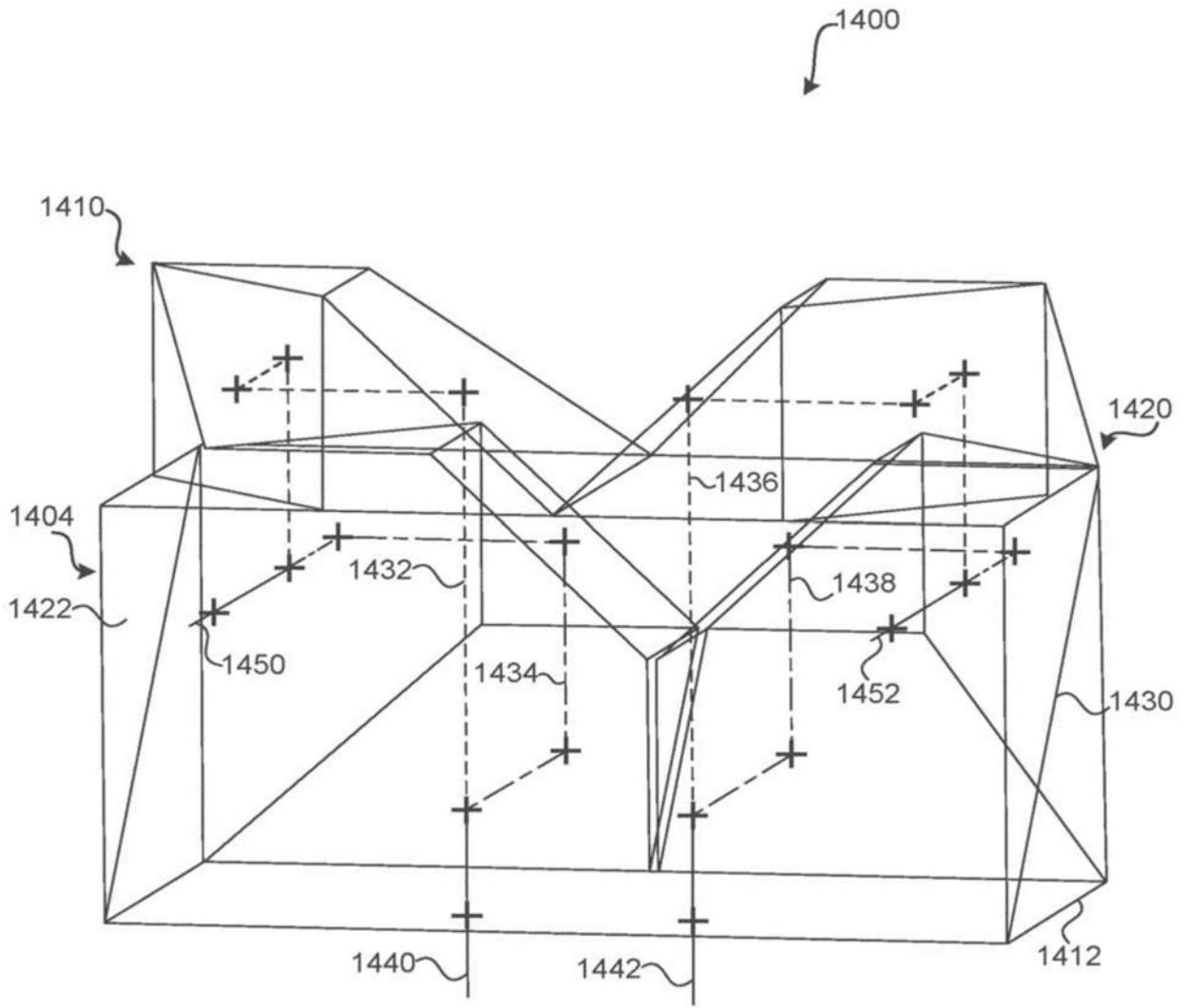


图14C

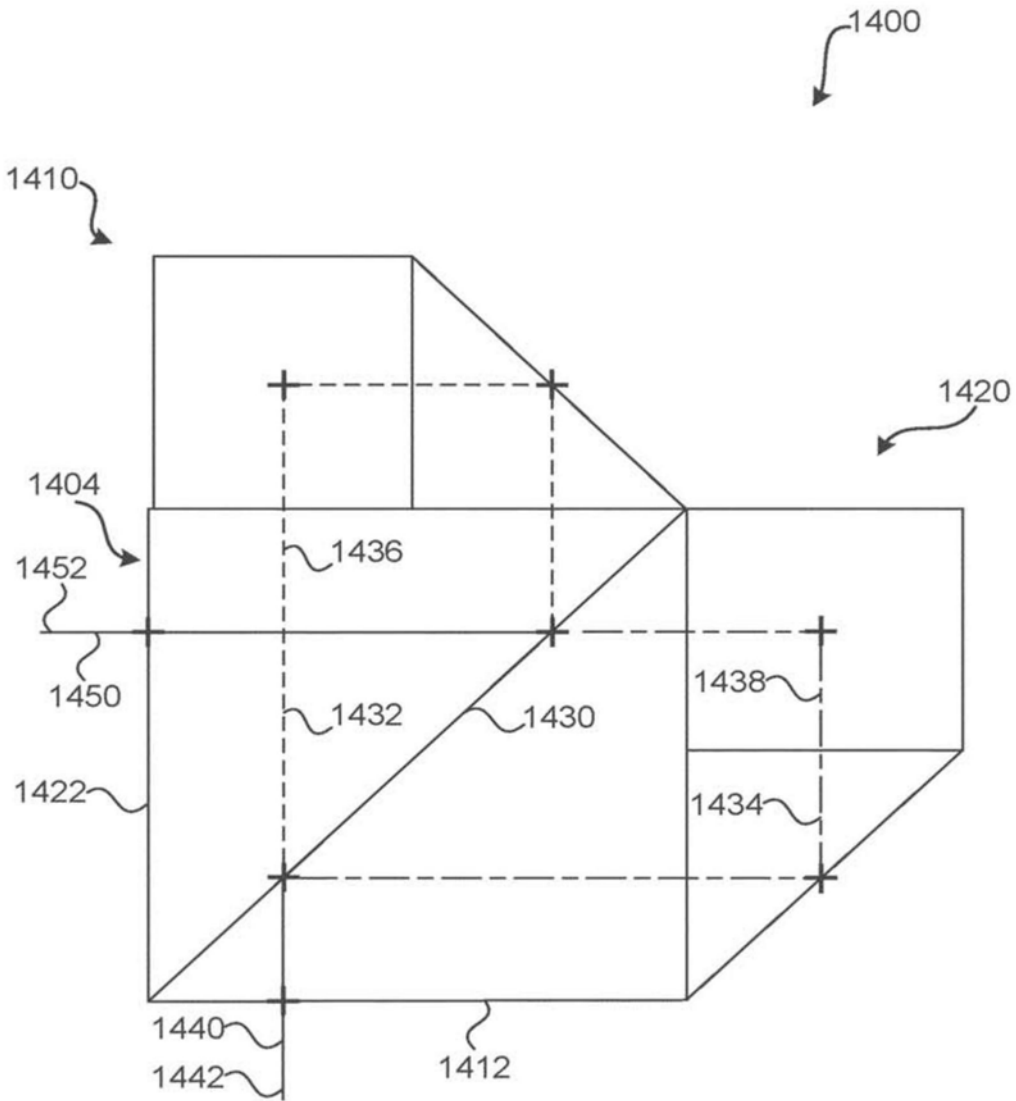


图14D

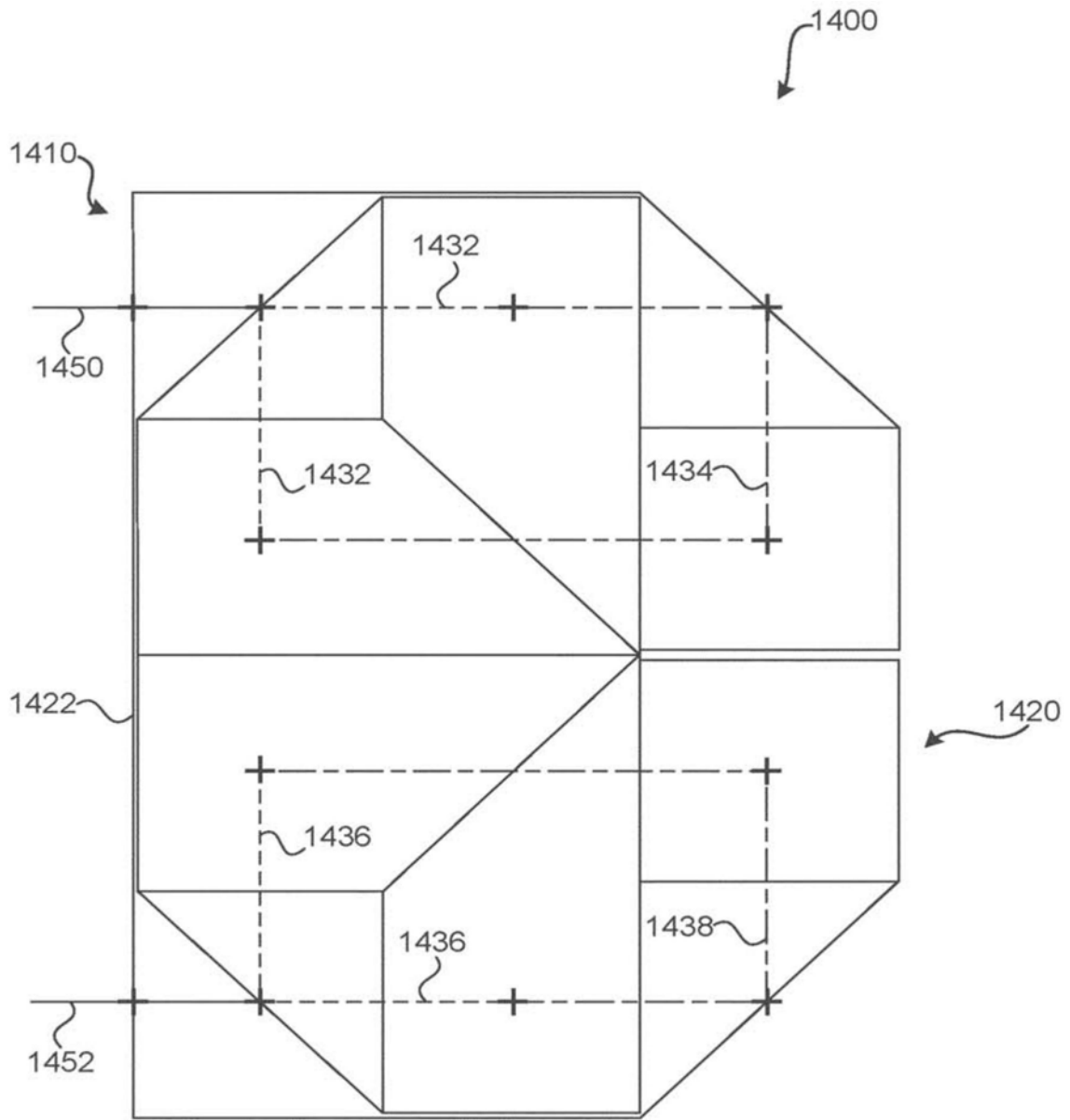


图14E

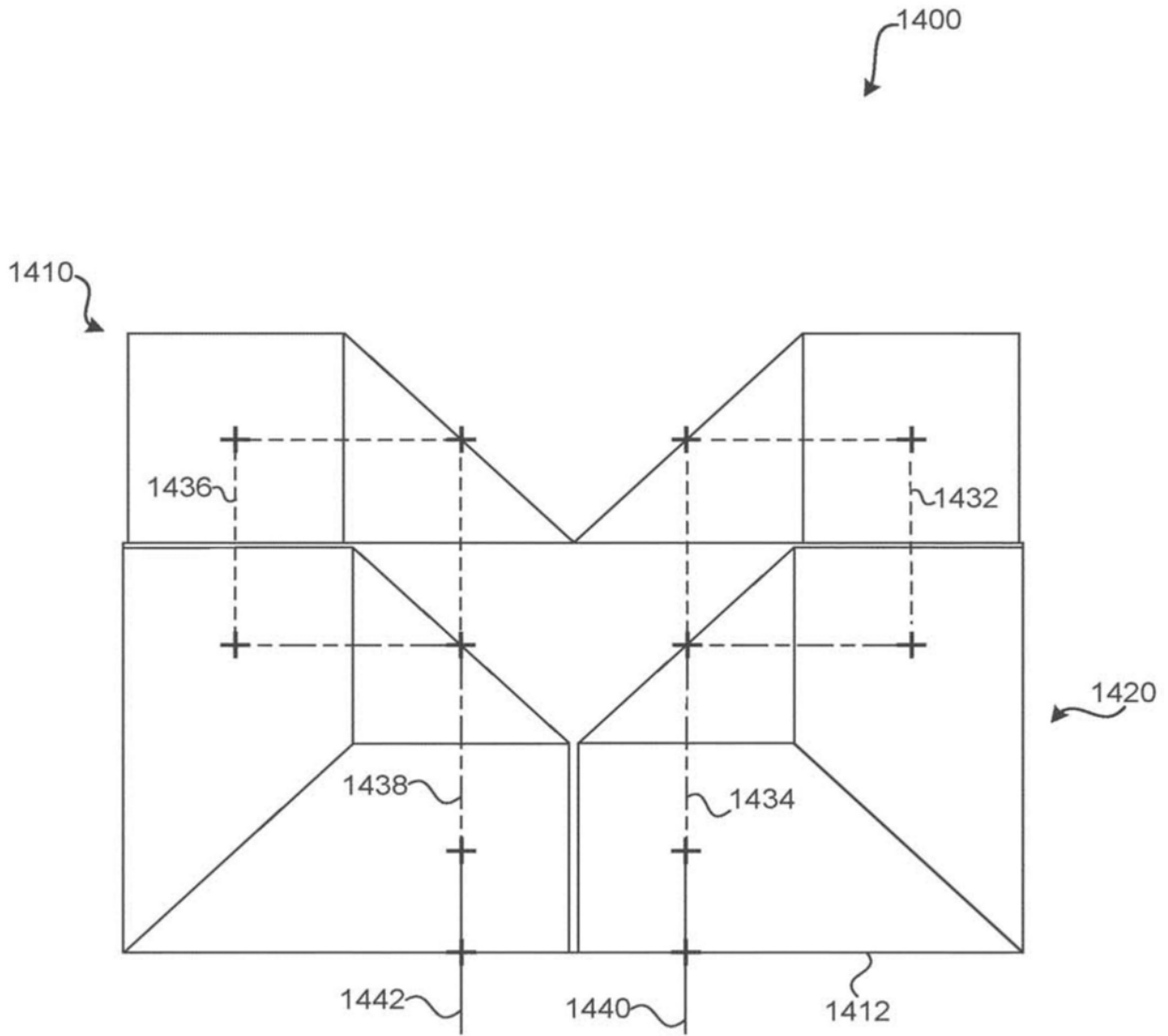


图14F

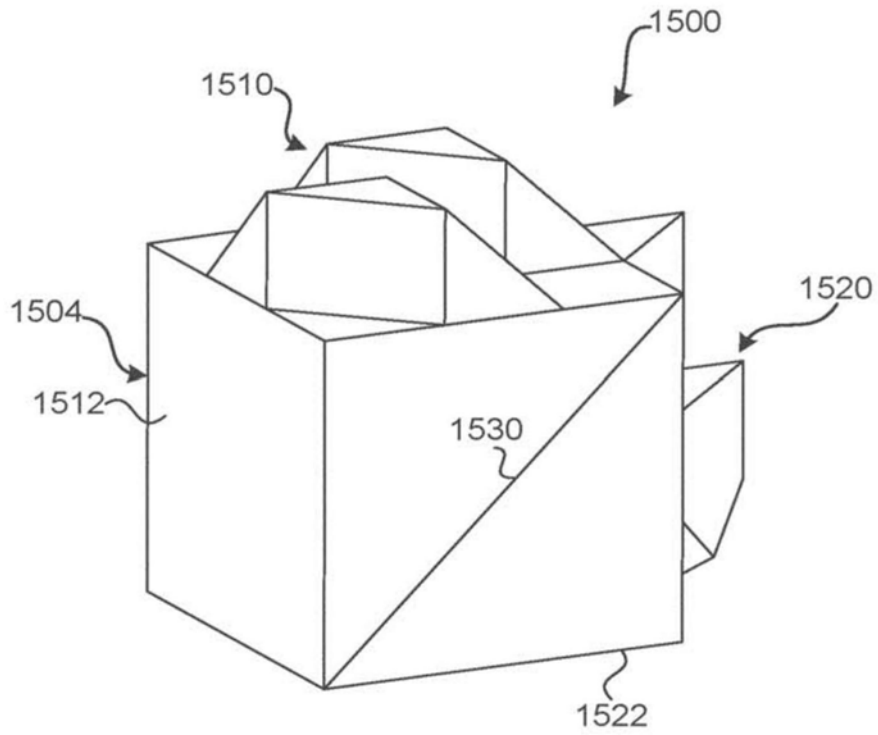


图15A

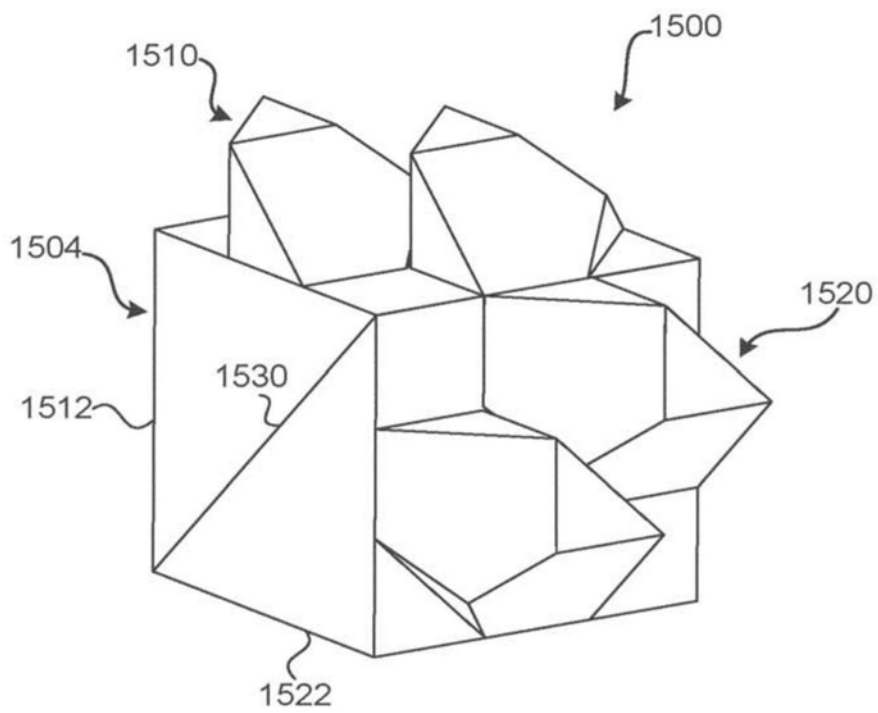


图15B

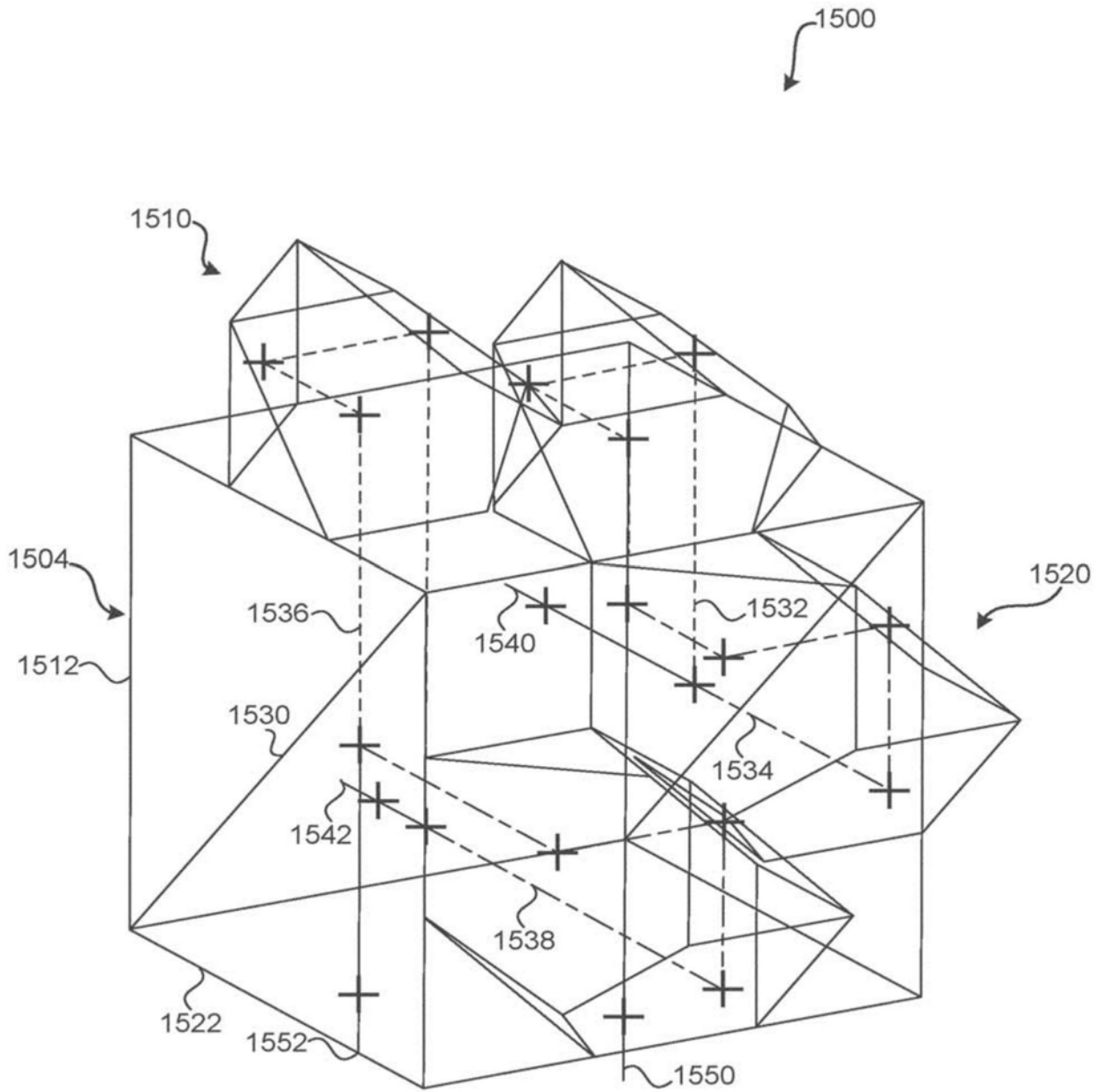


图15C

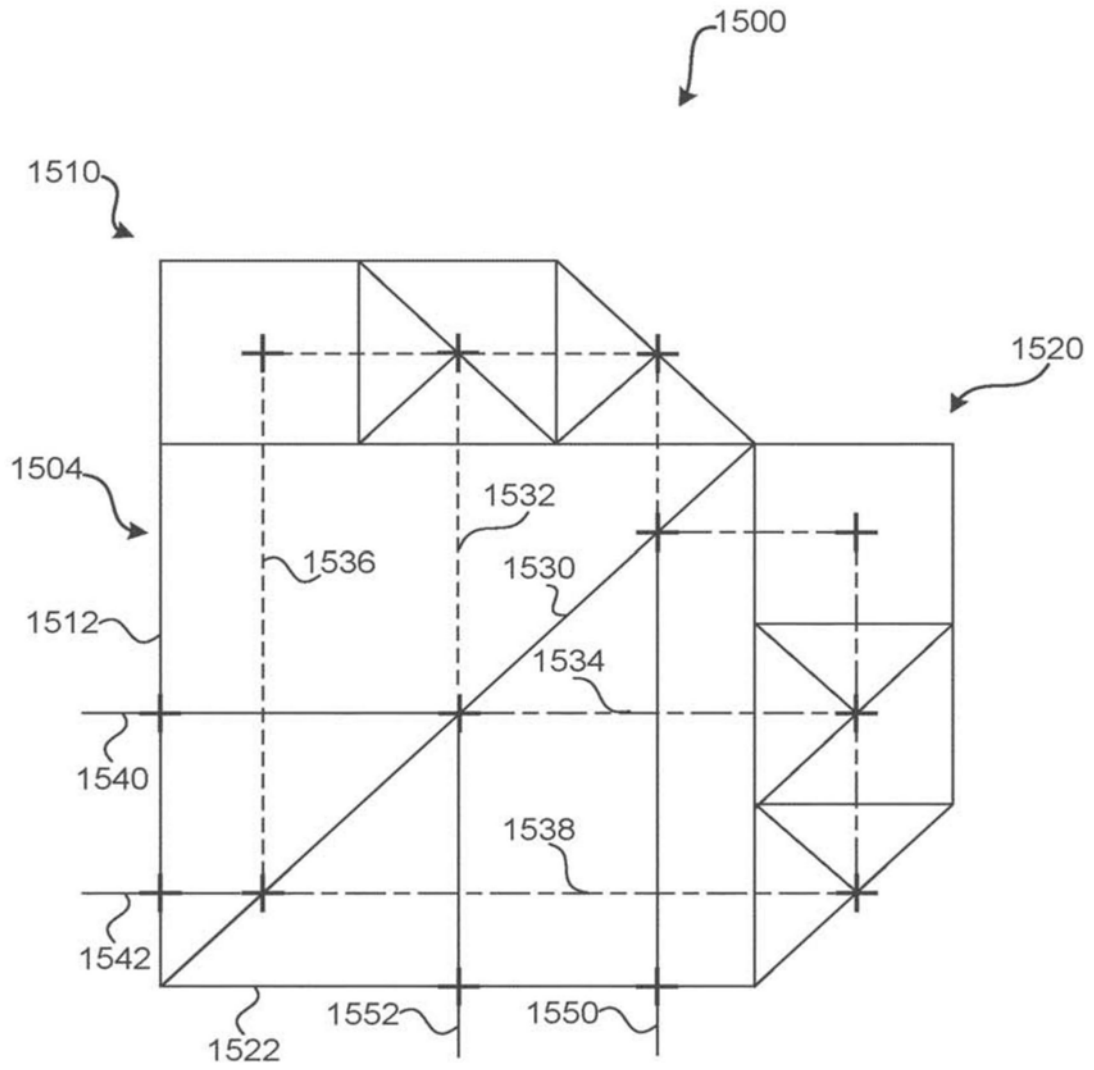


图15D



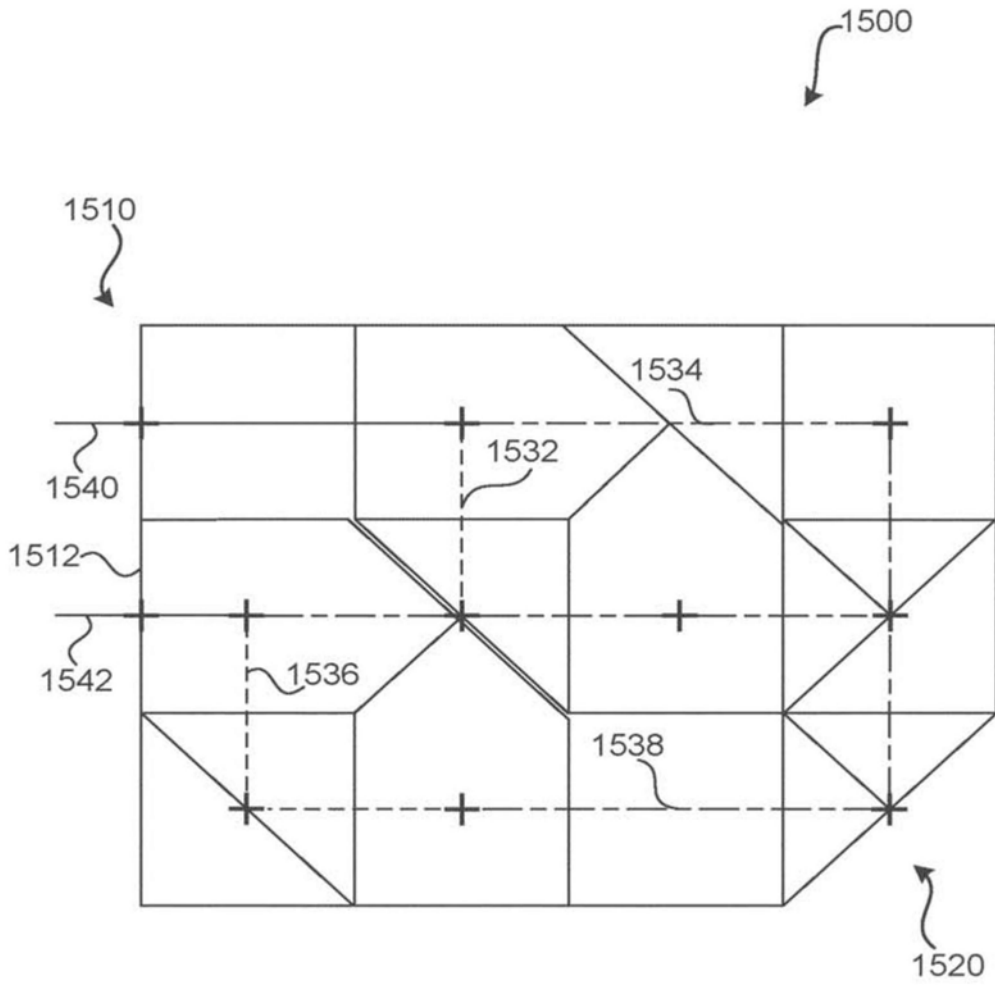


图15E

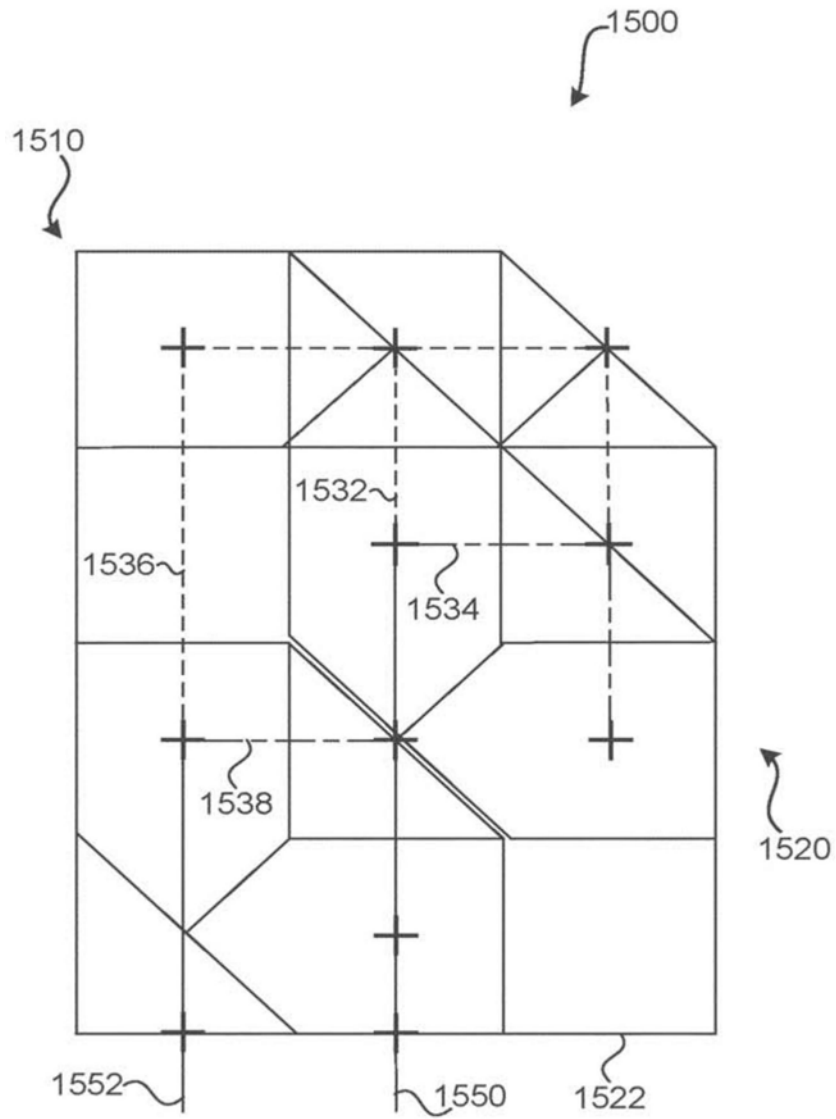


图15F

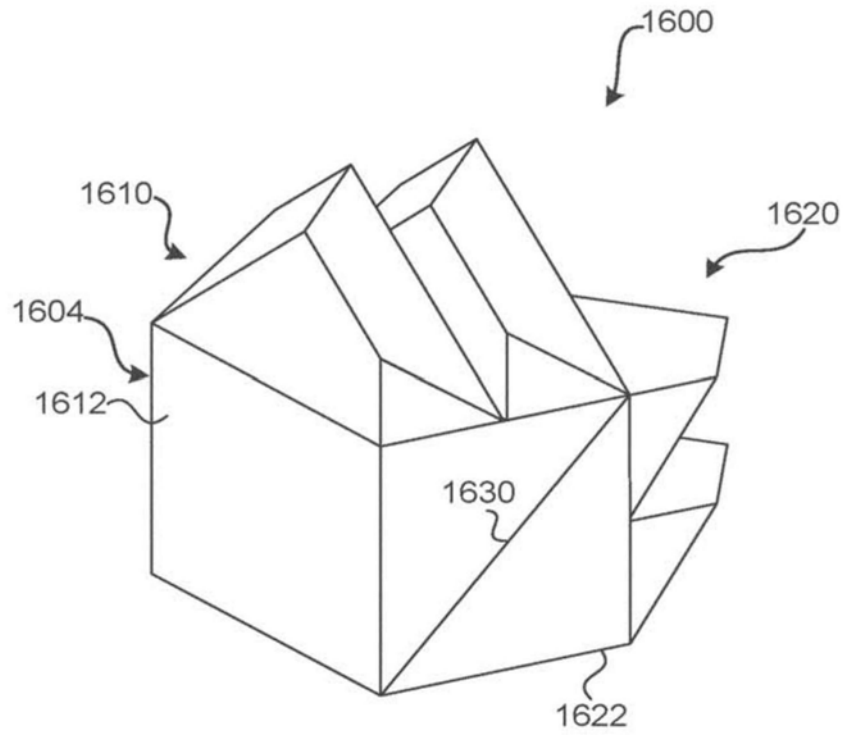


图16A

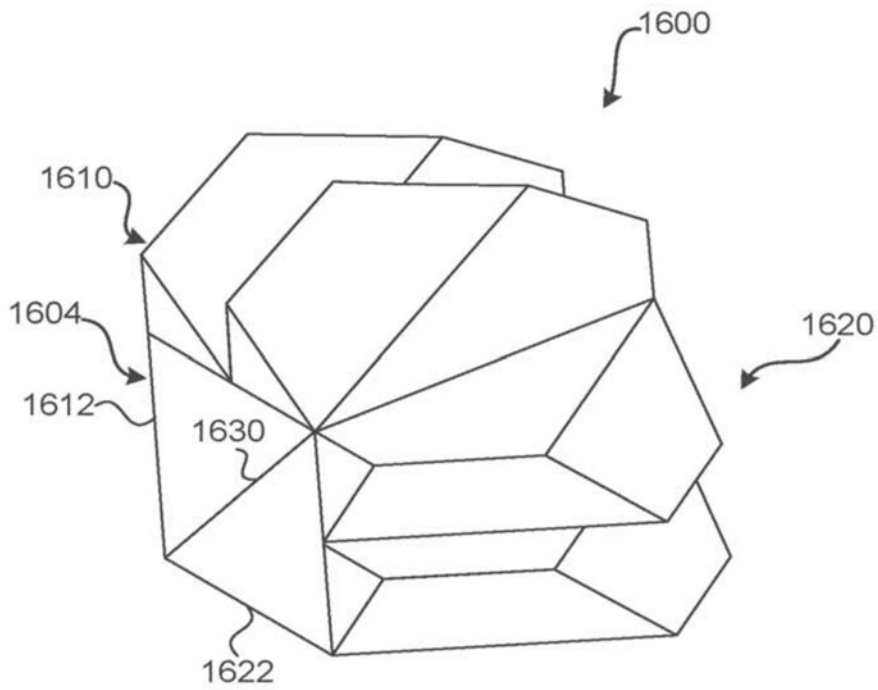


图16B

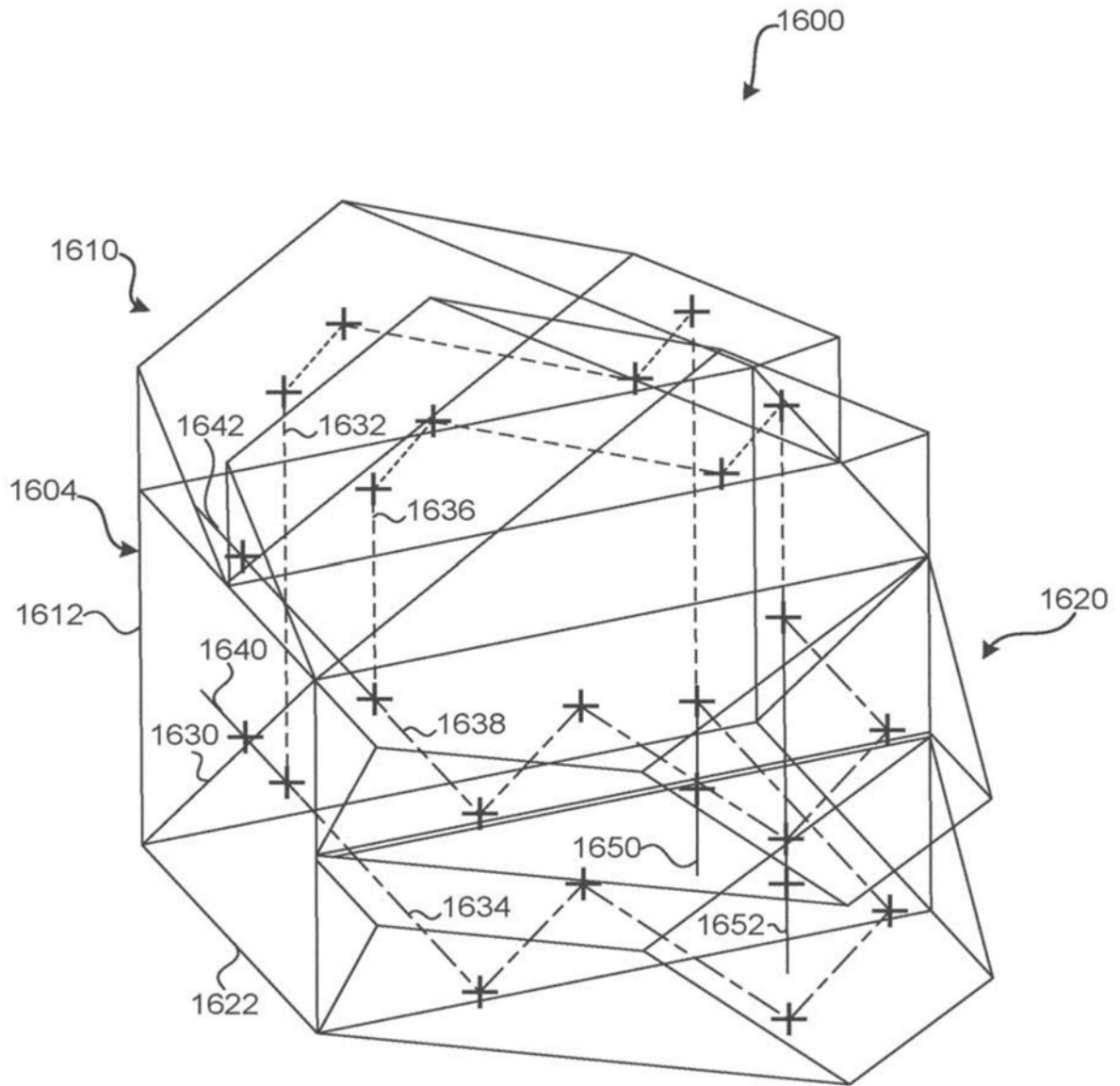


图16C

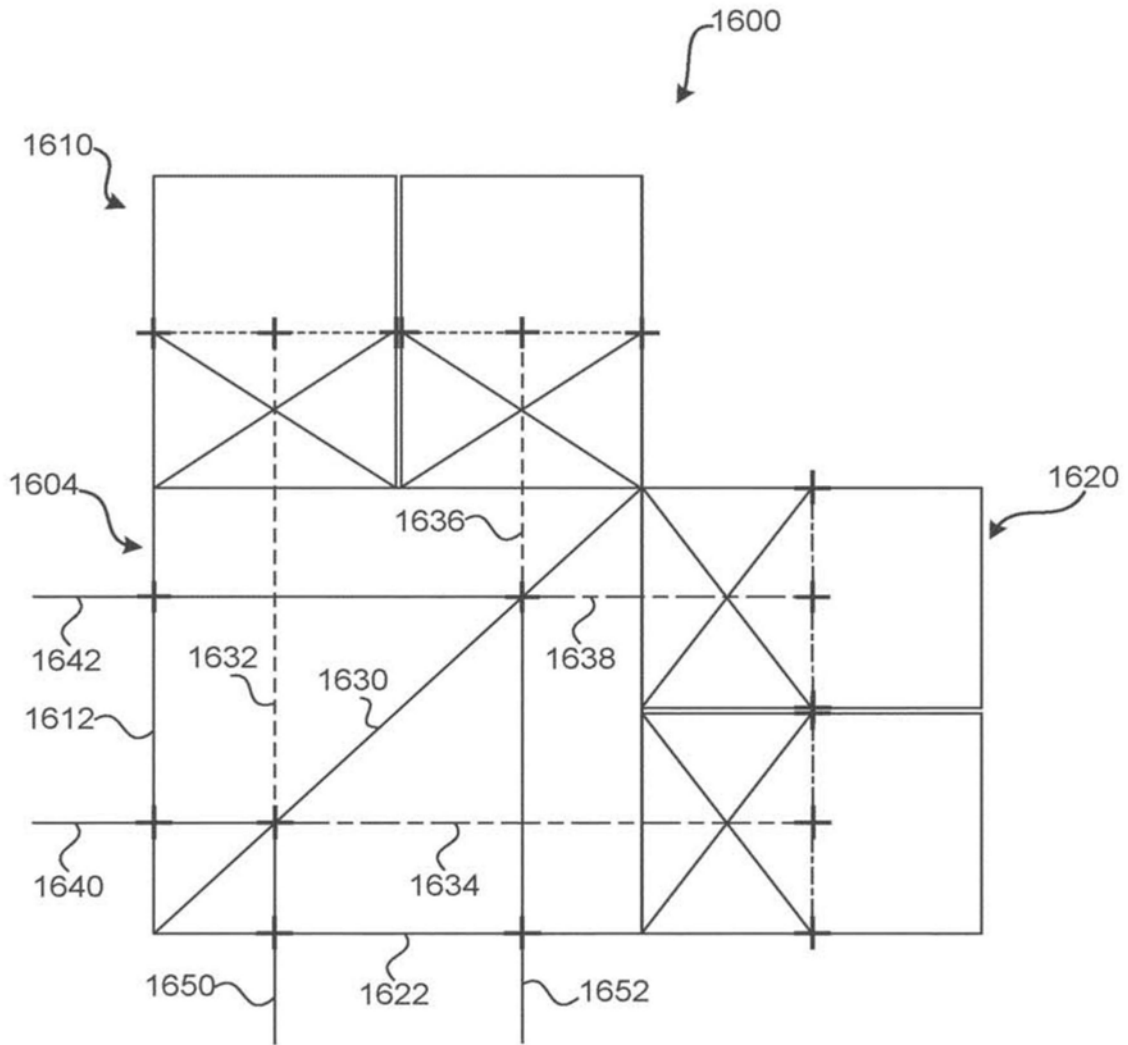


图16D

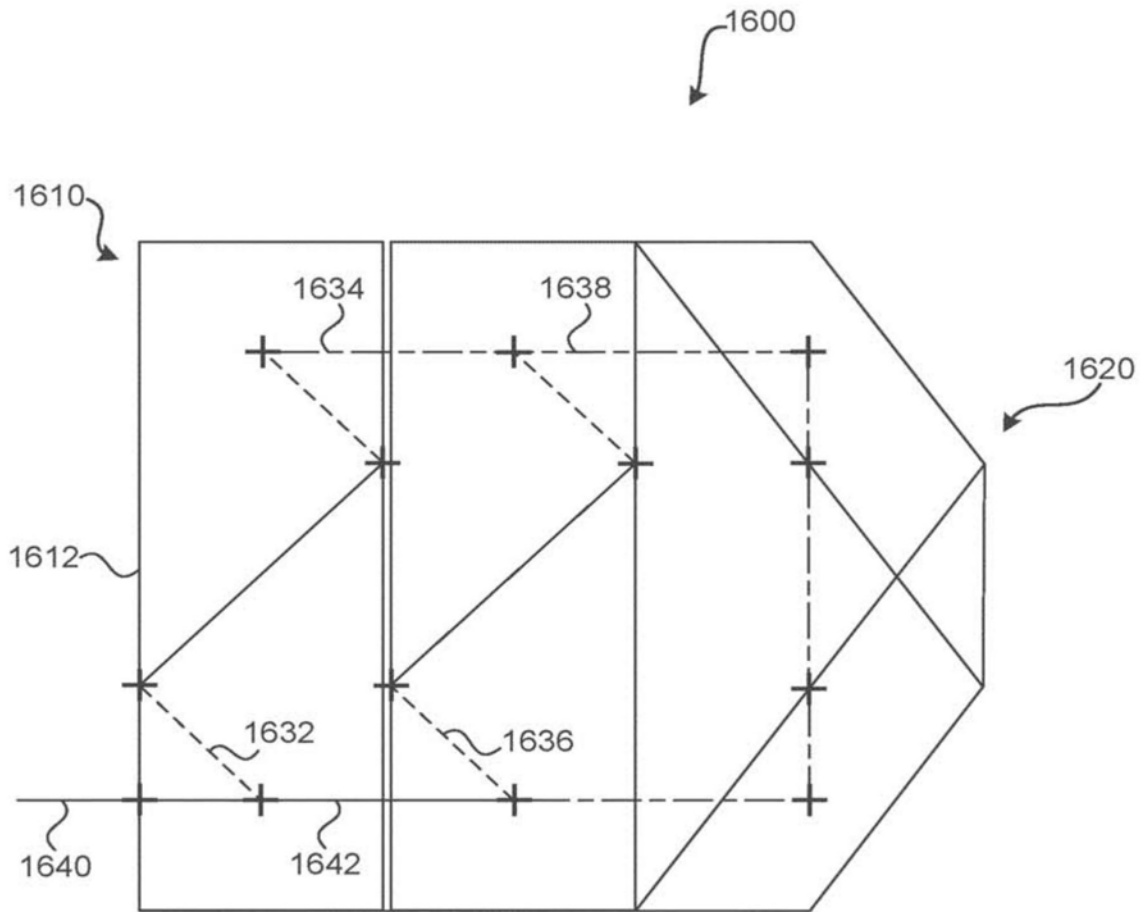


图16E

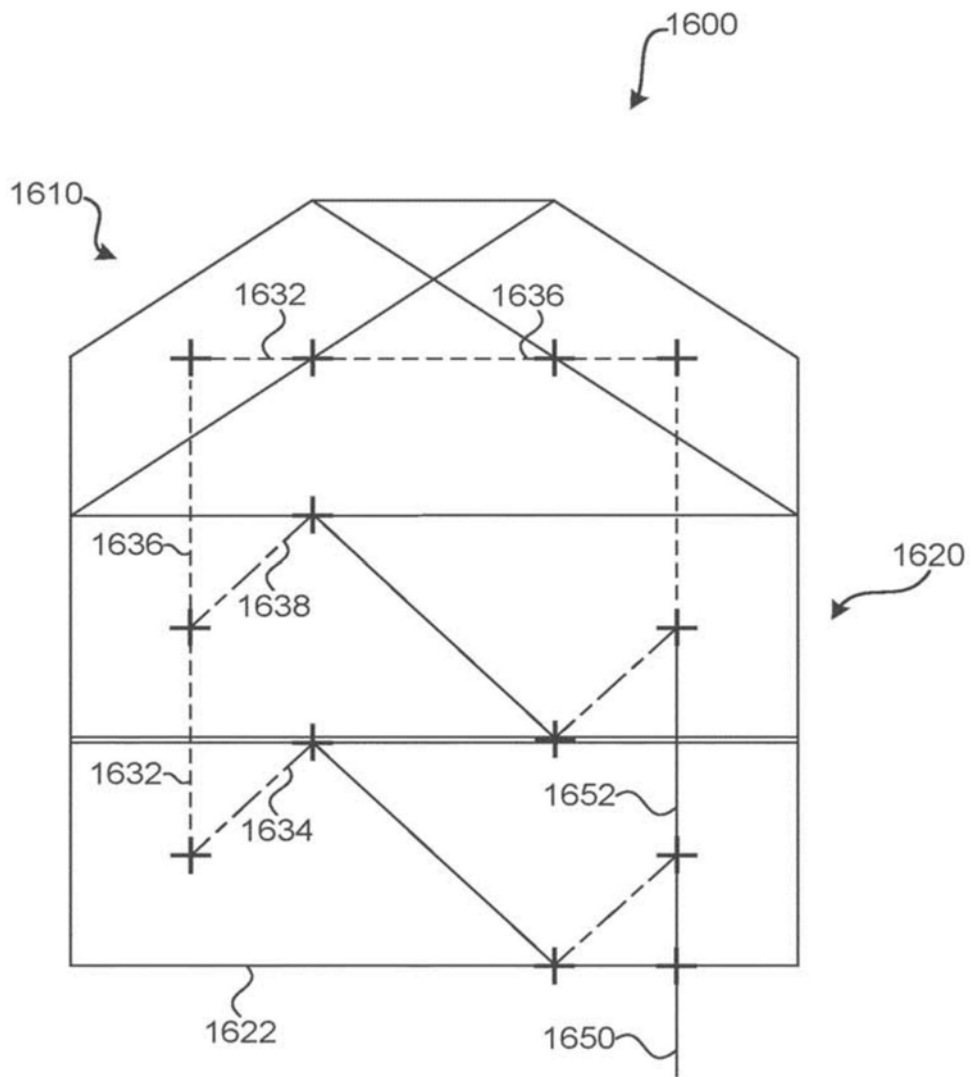


图16F

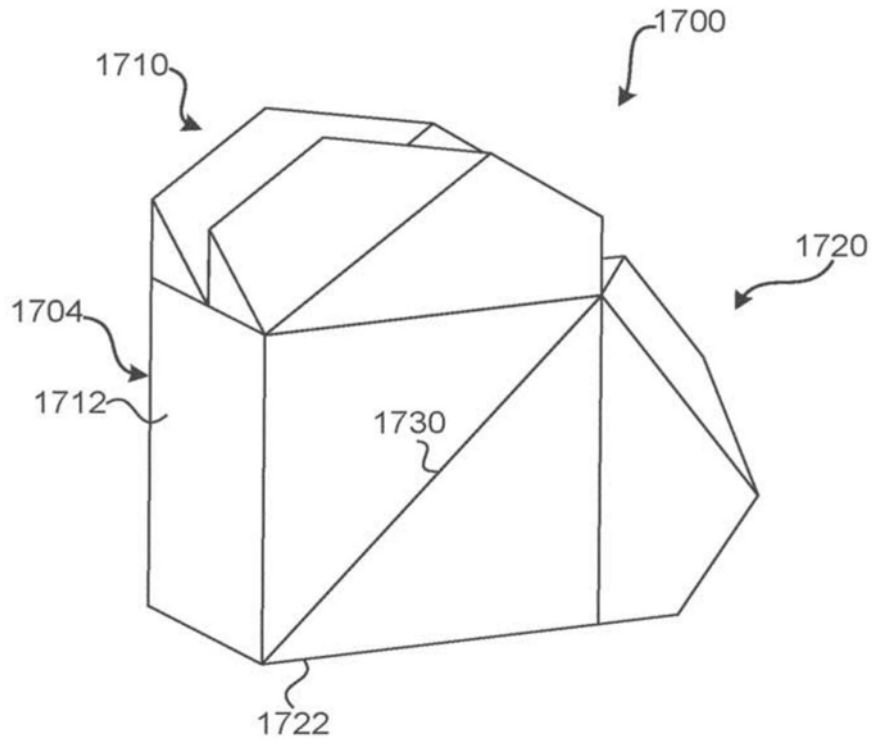


图17A

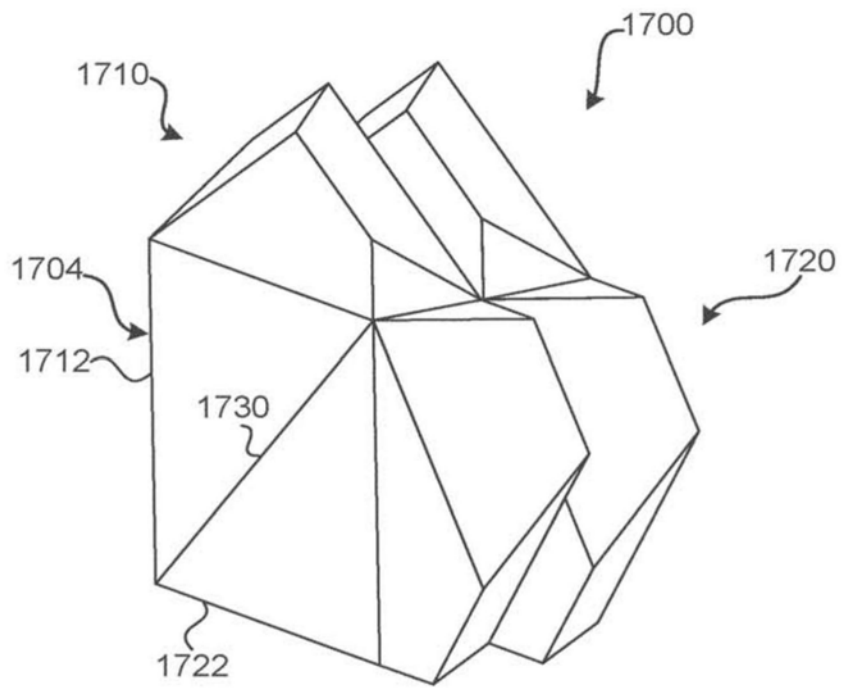


图17B



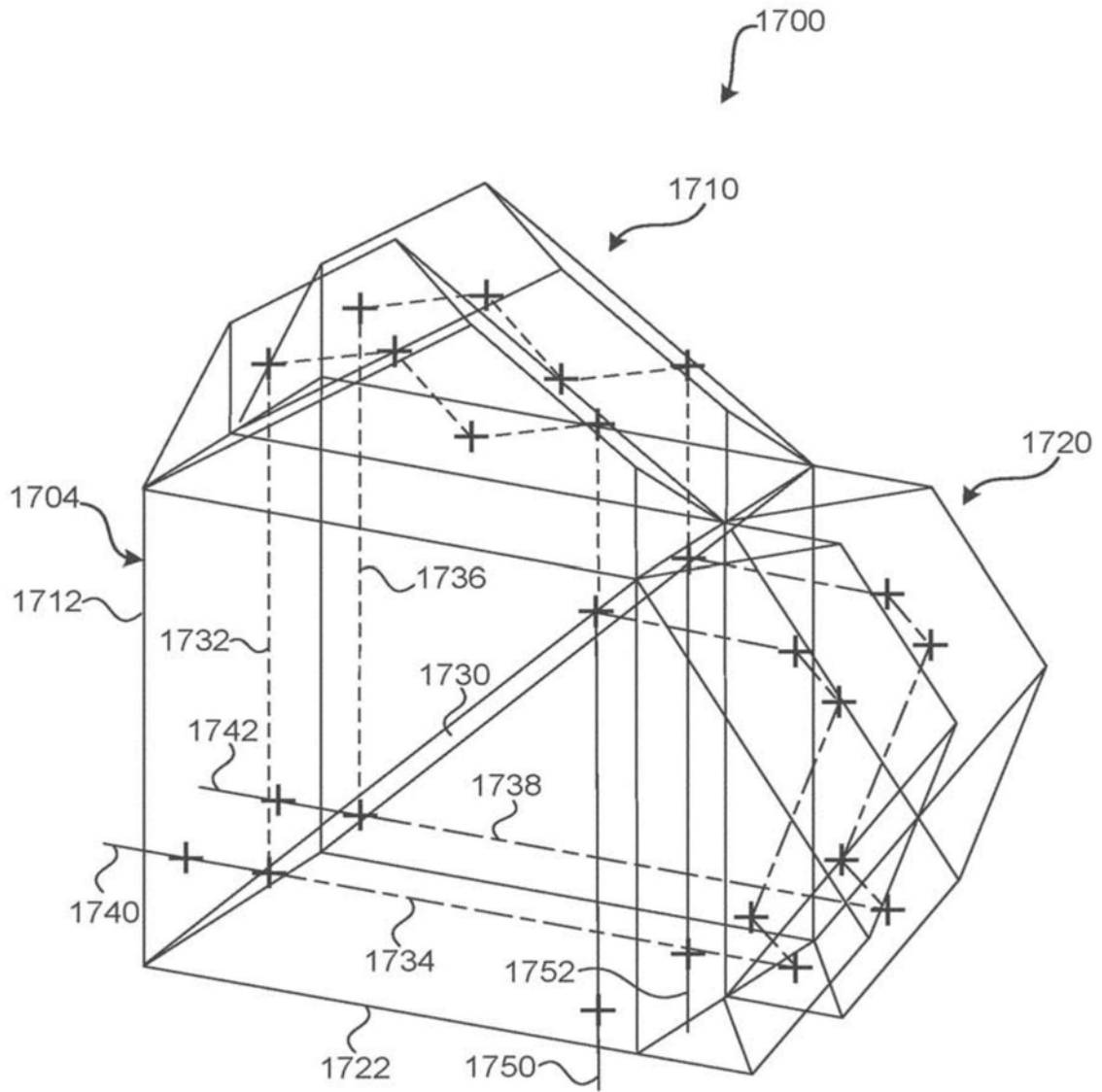


图17C

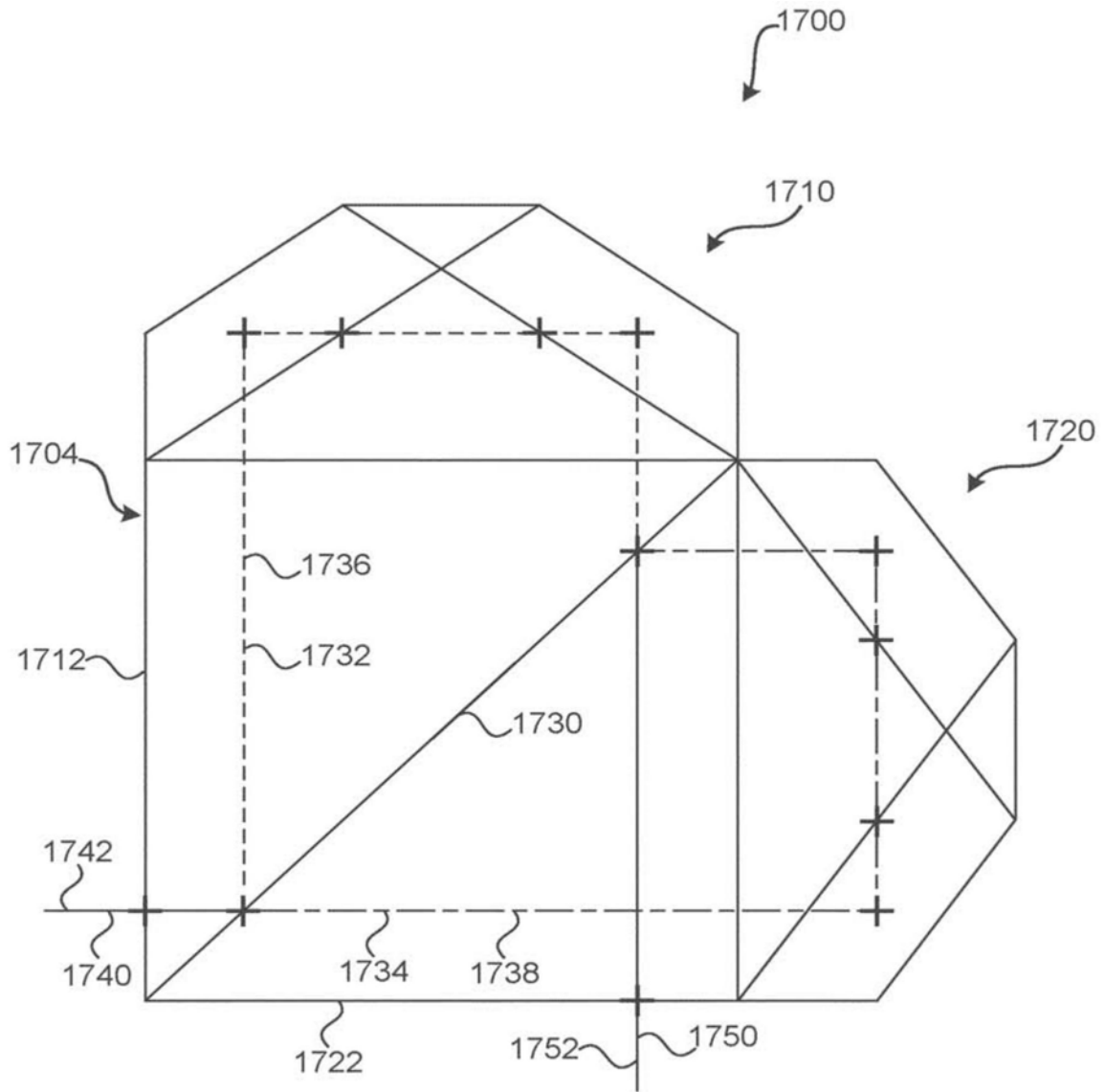


图17D

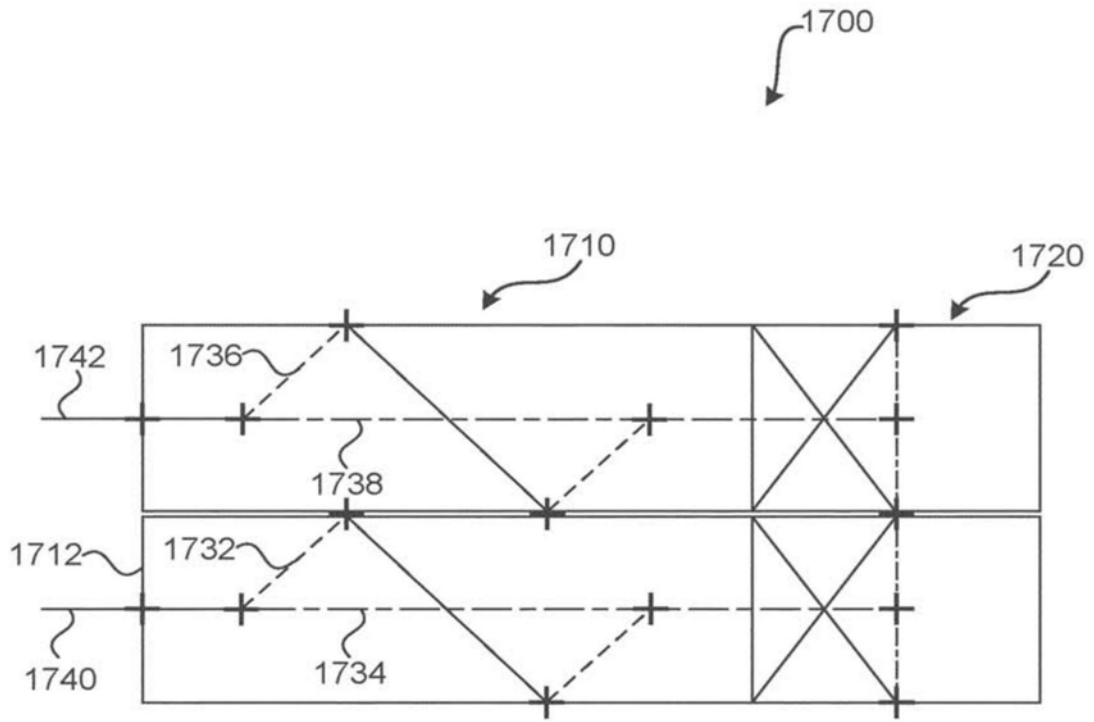


图17E

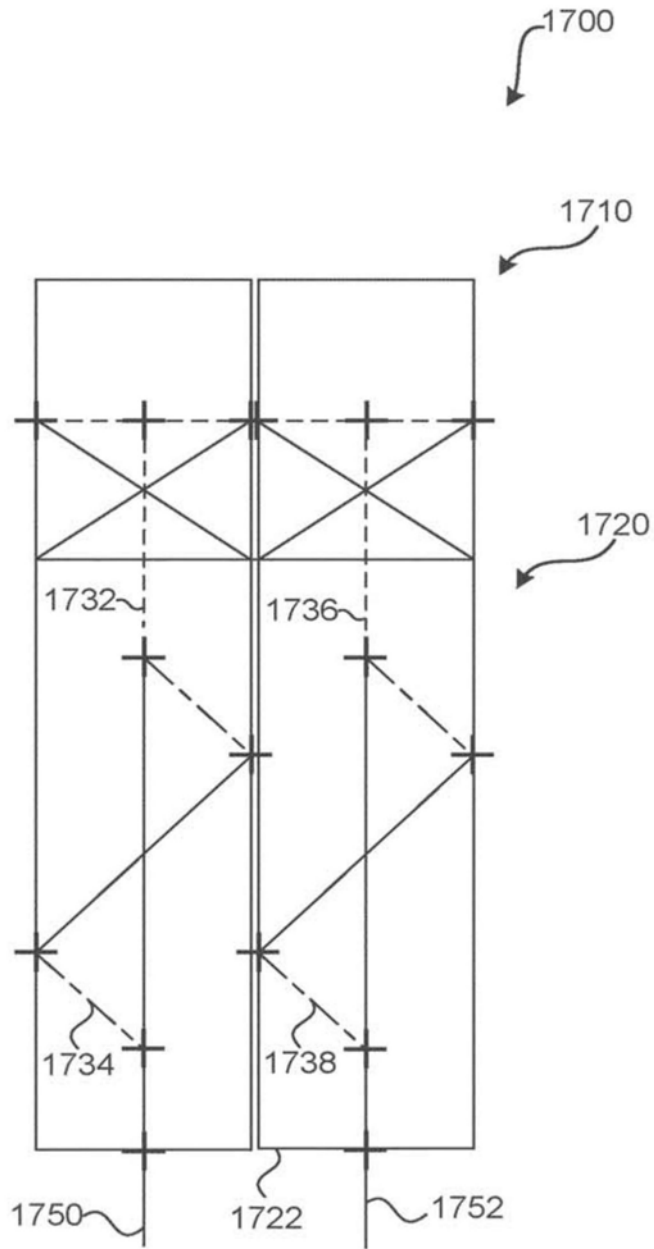


图17F

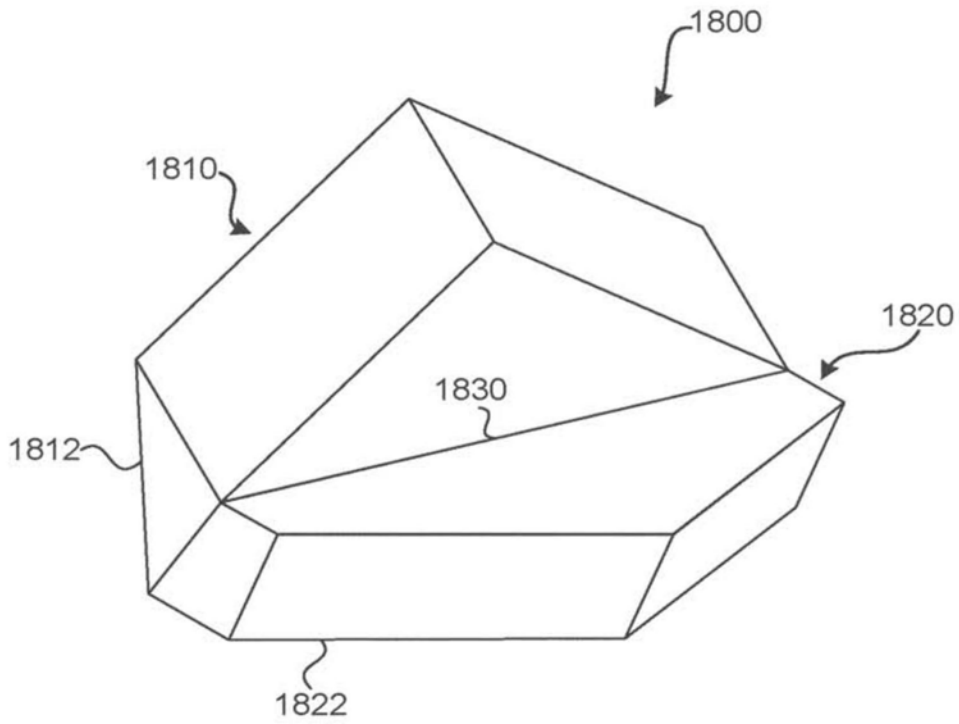


图18A

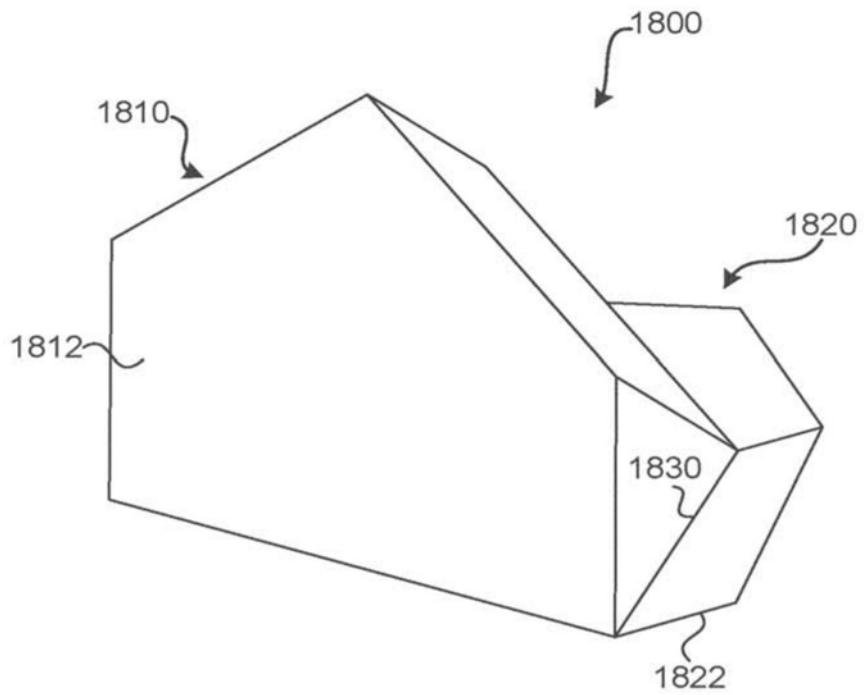


图18B

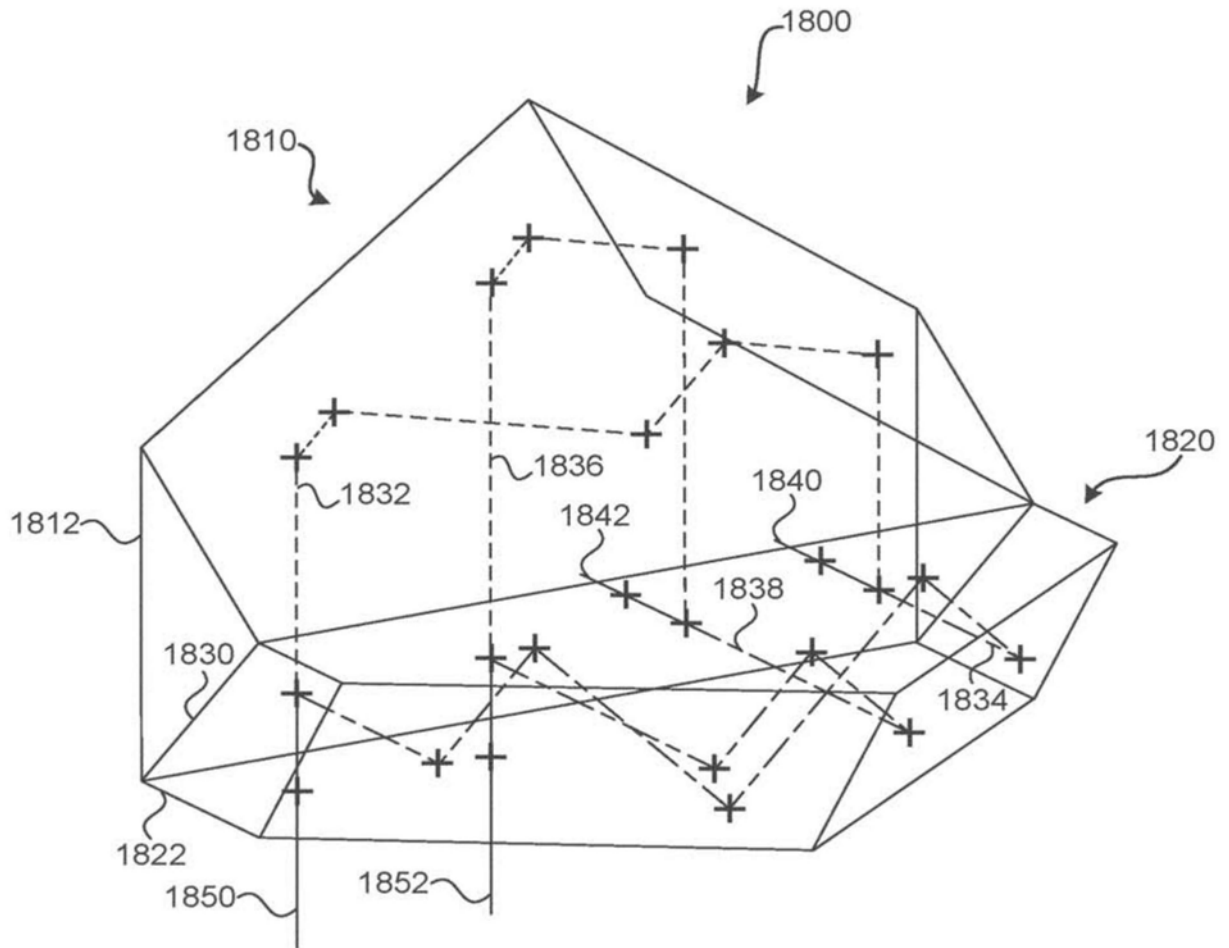


图18C

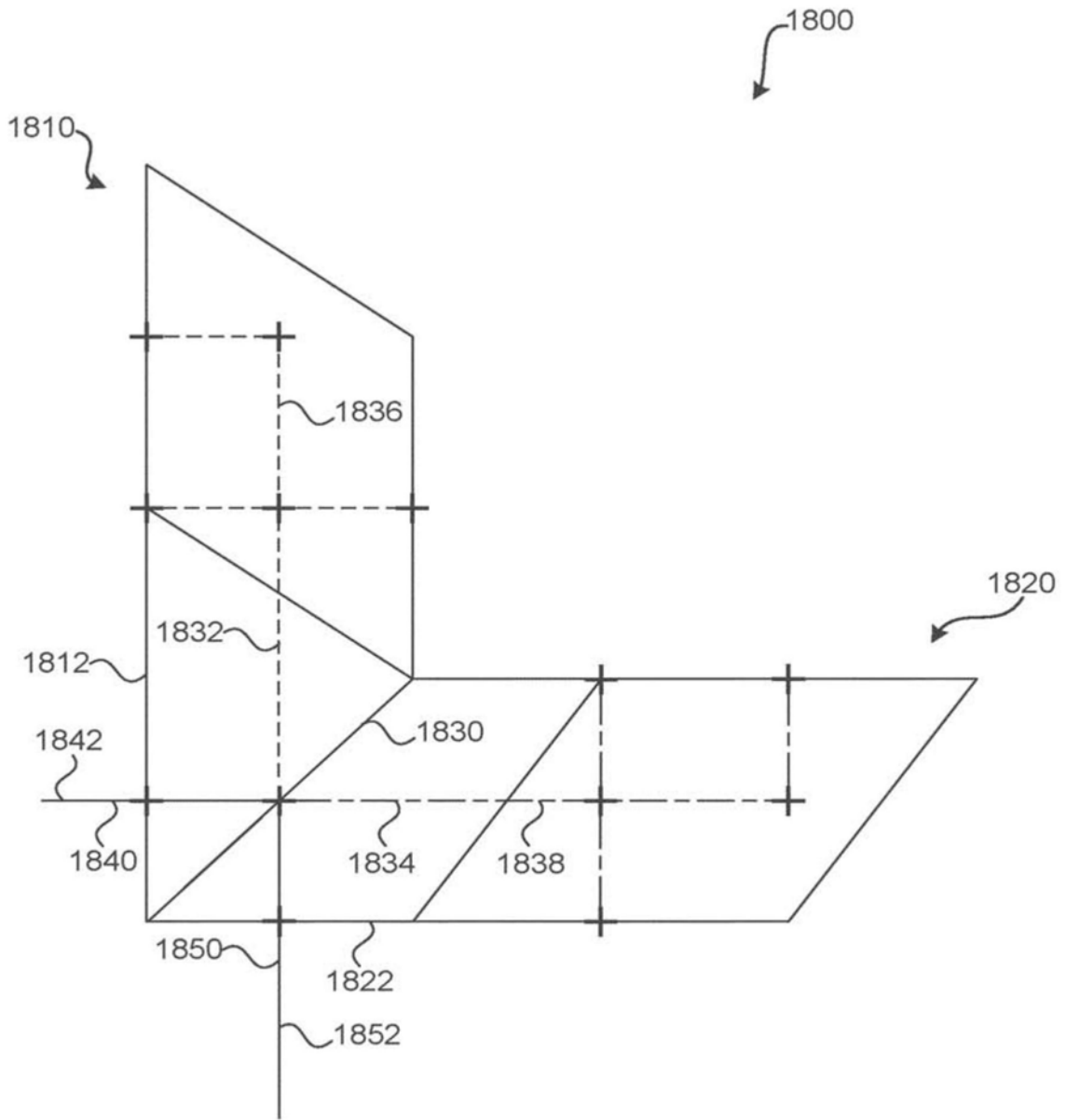


图18D

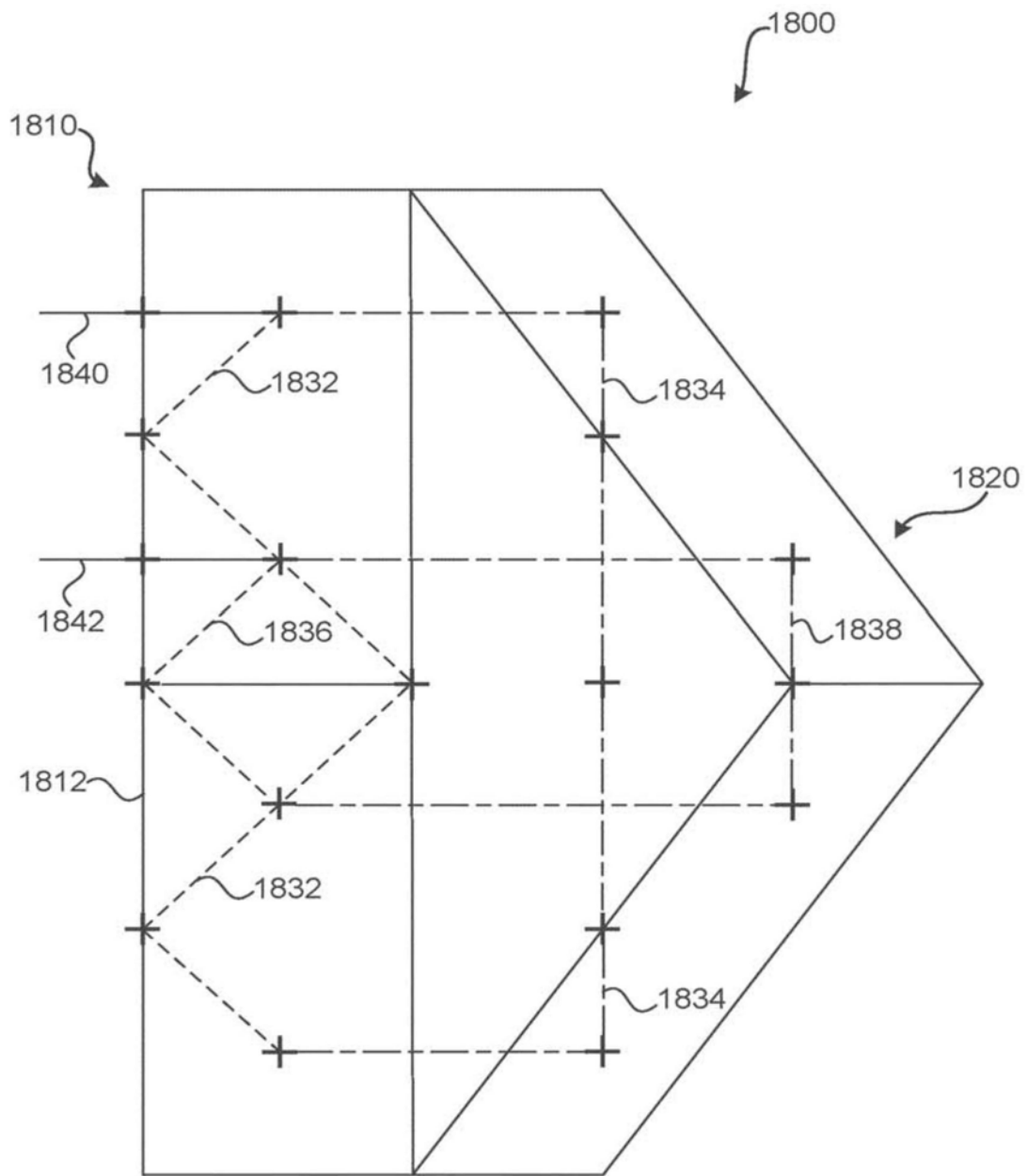


图18E



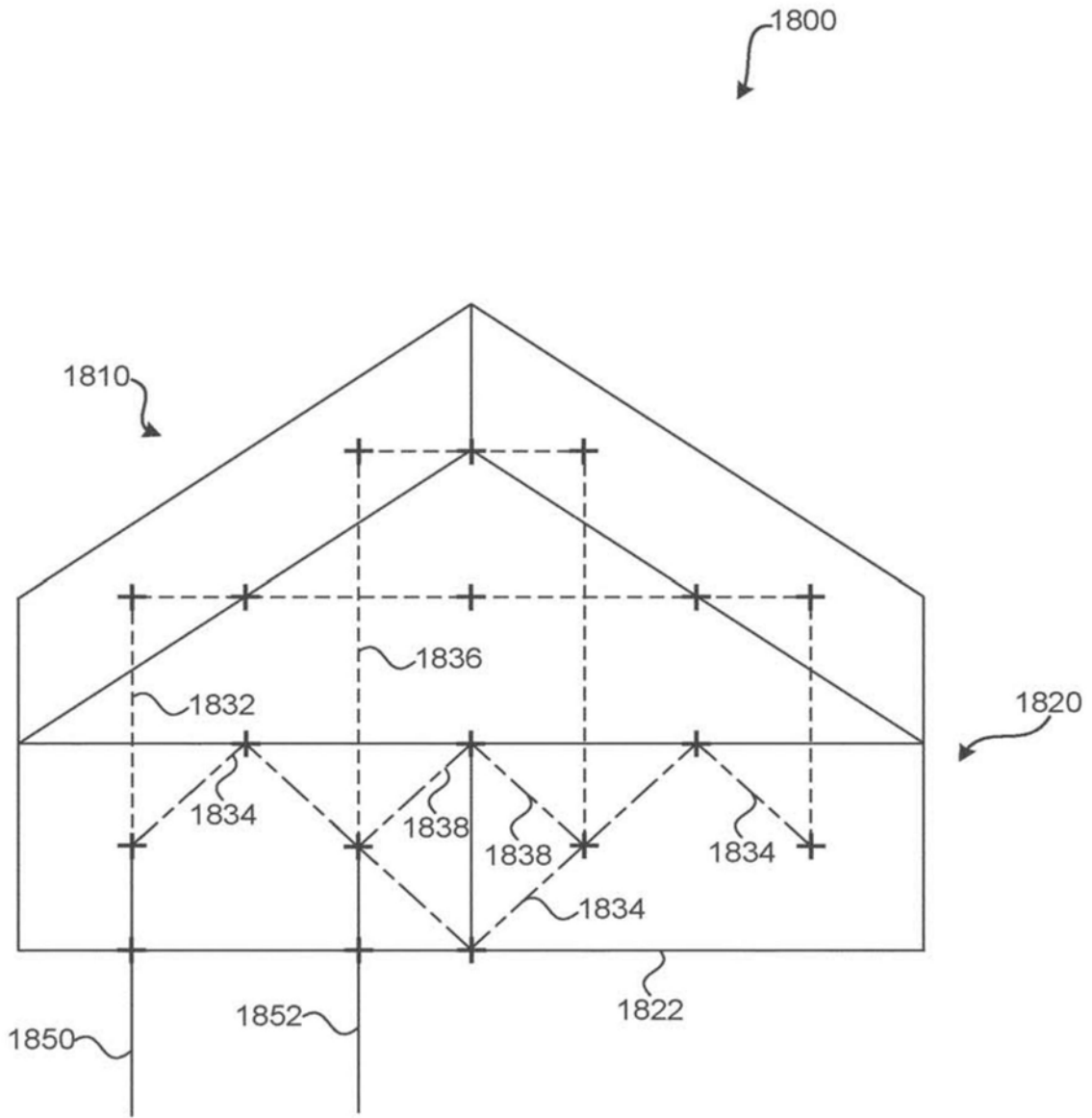


图18F

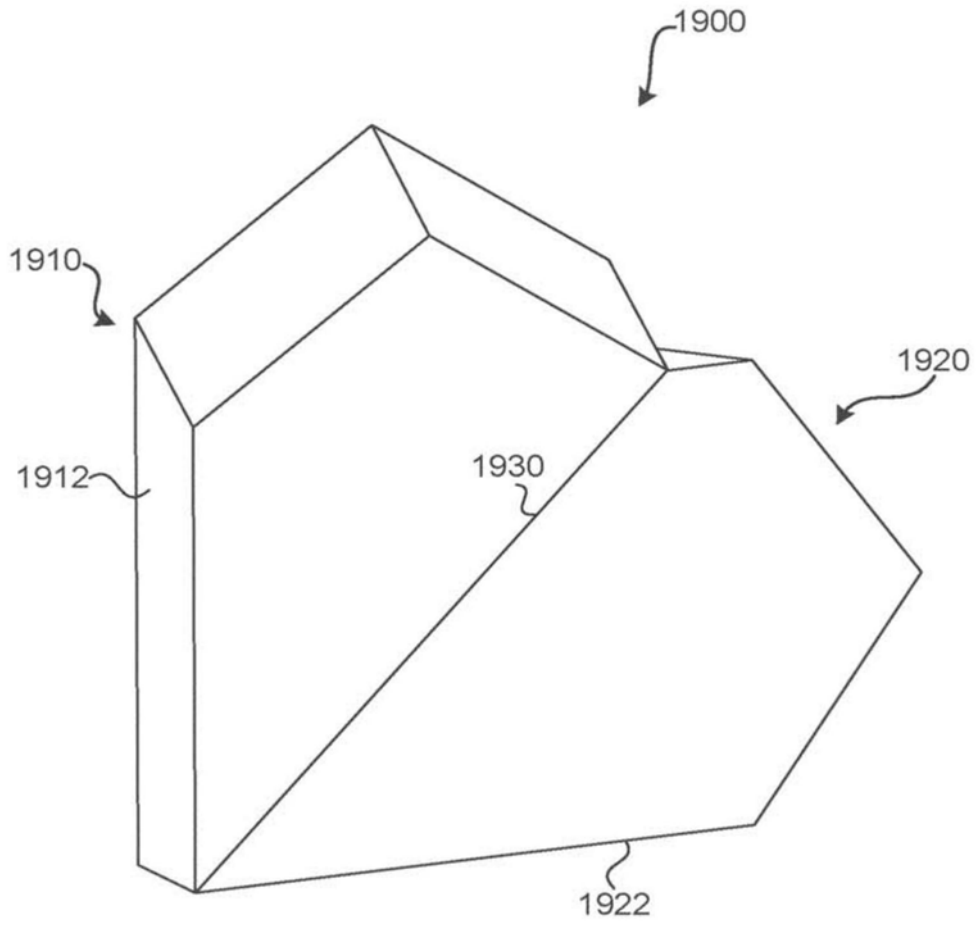


图19A

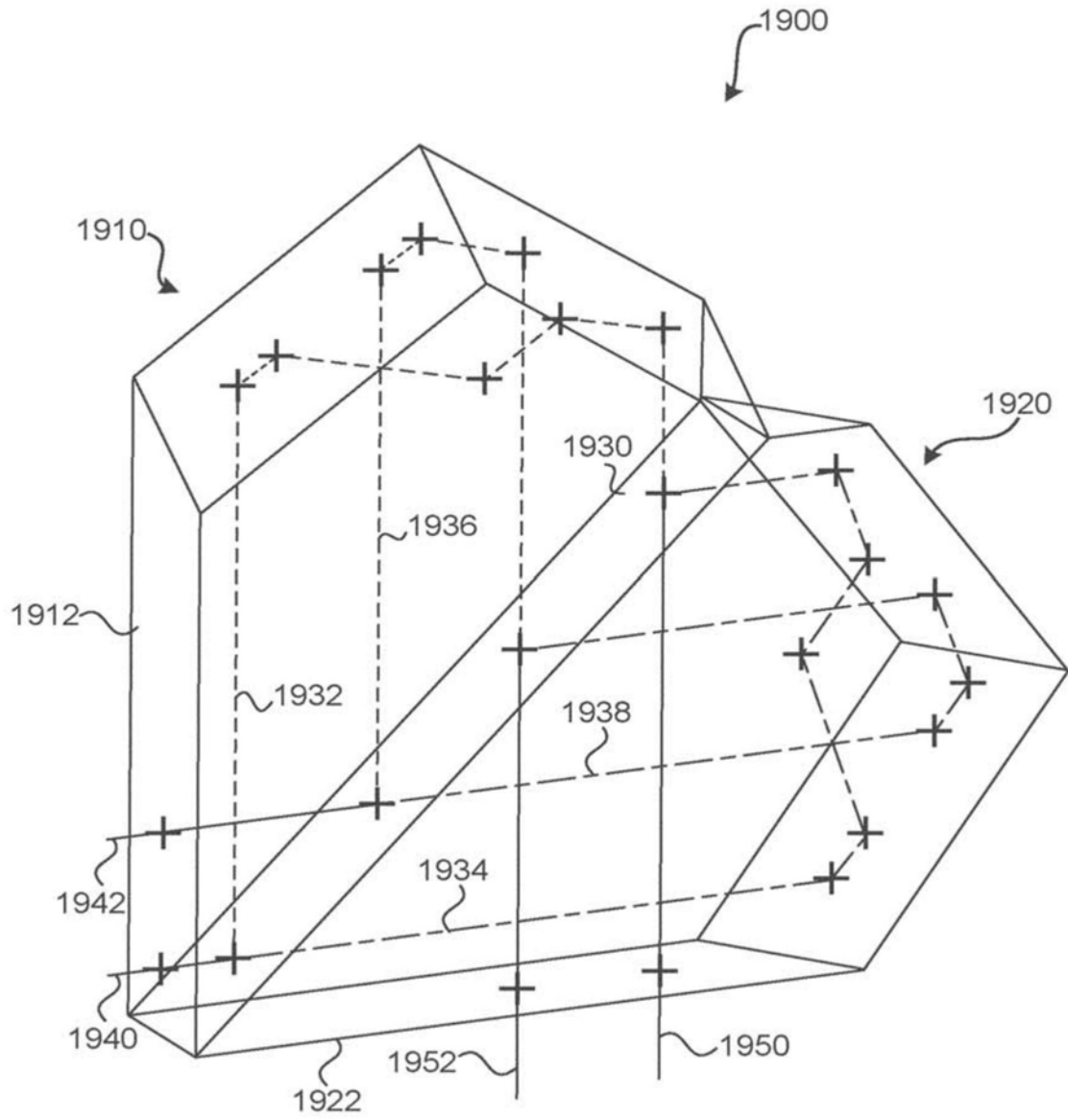


图19B

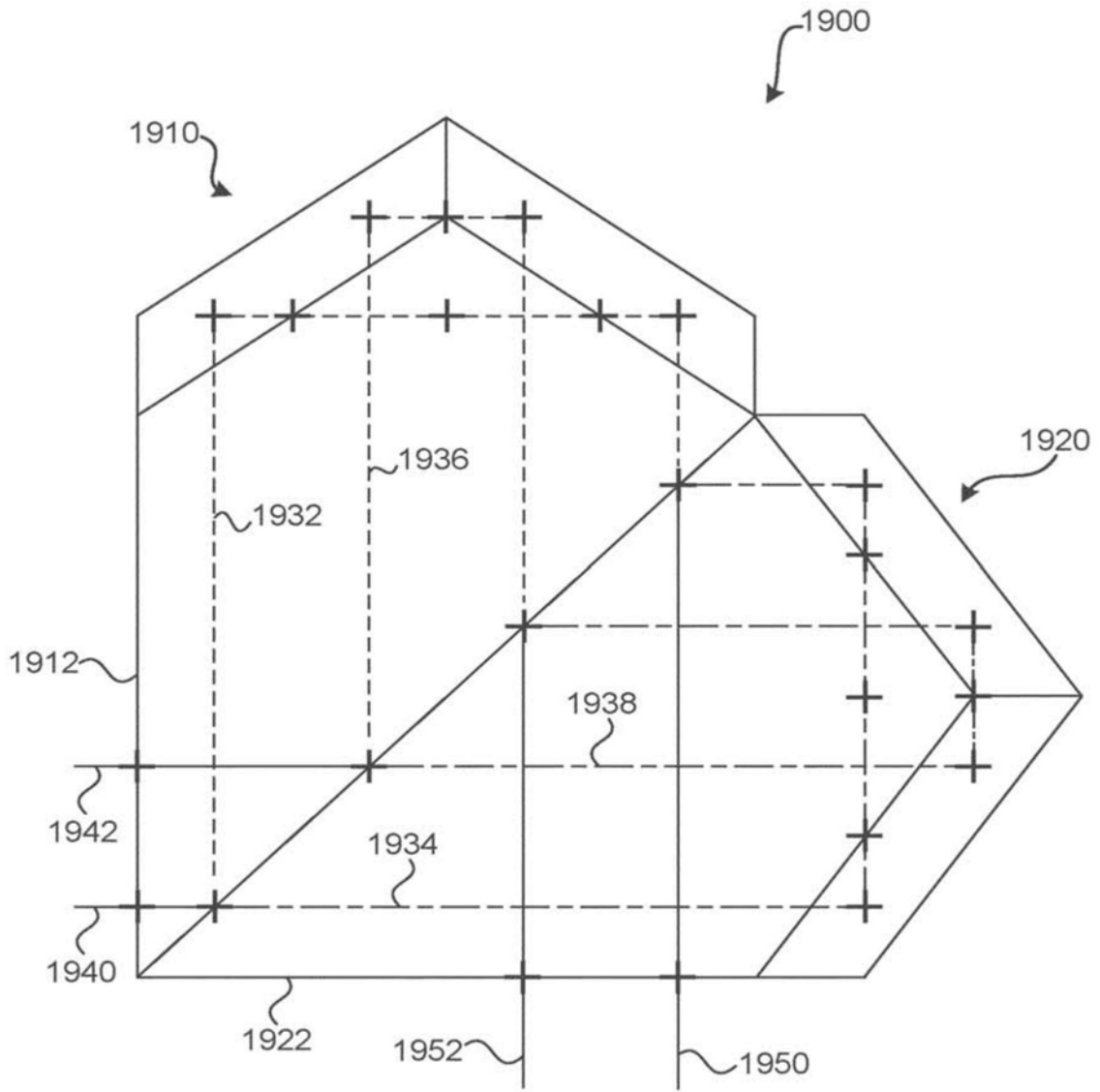


图19C

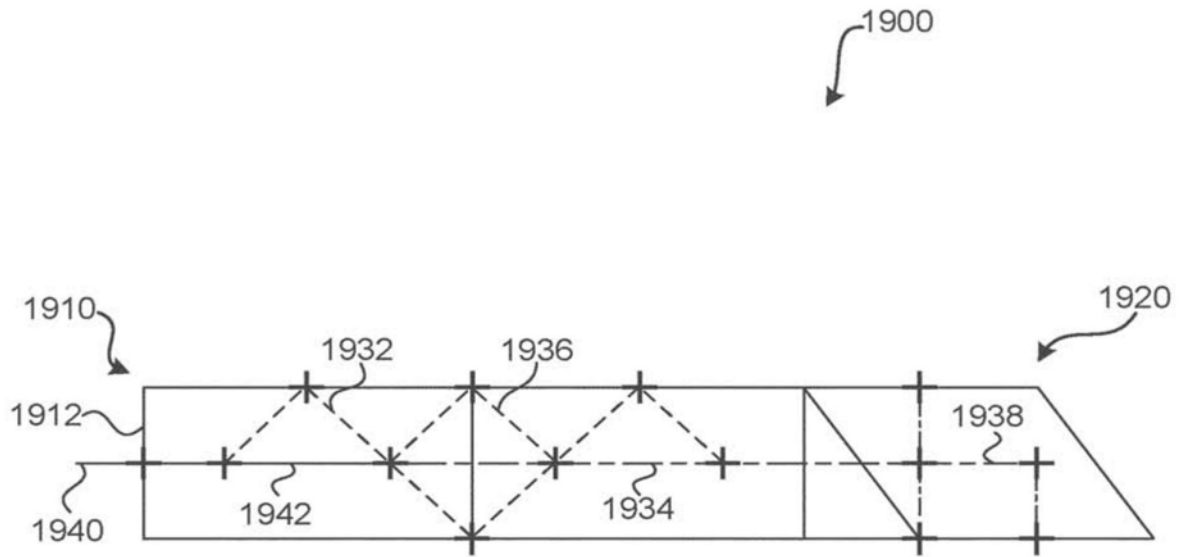


图19D

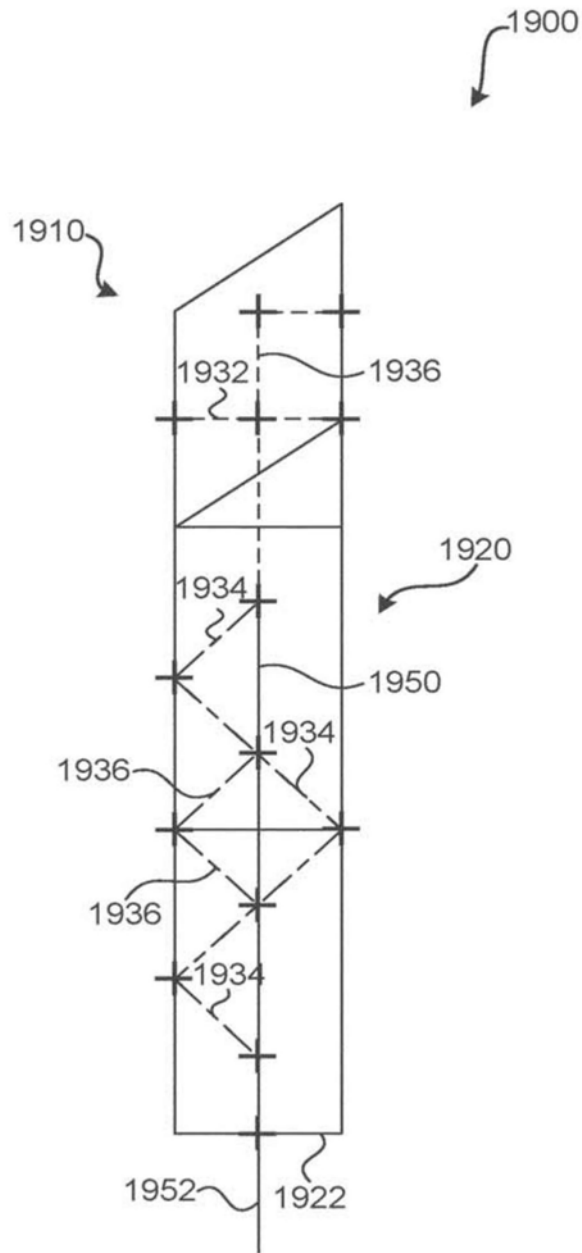


图19E

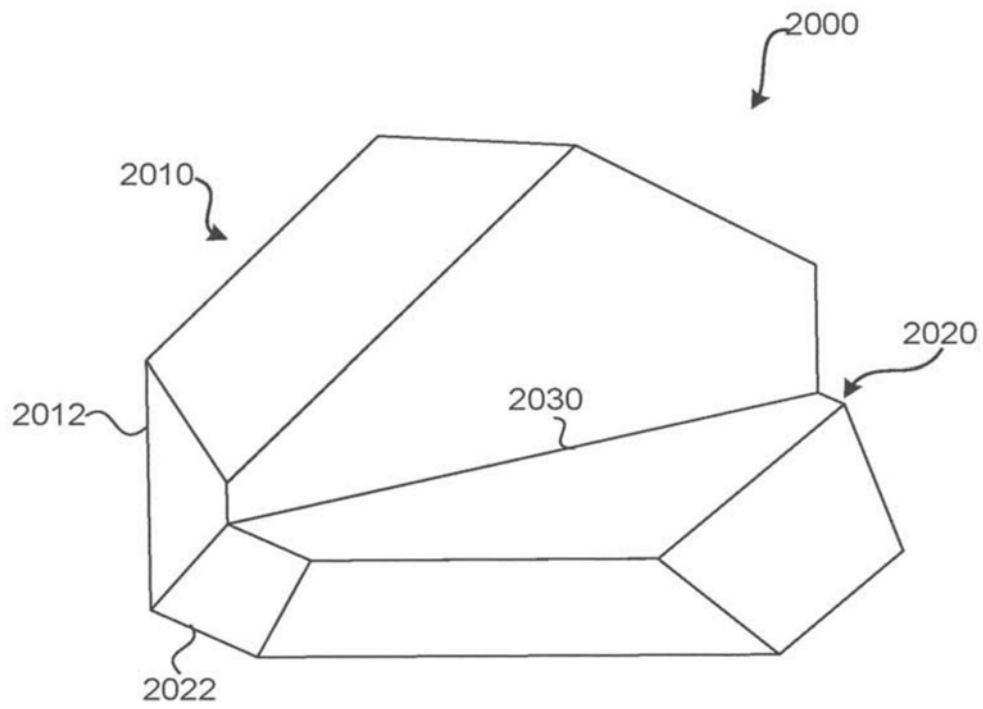


图20A

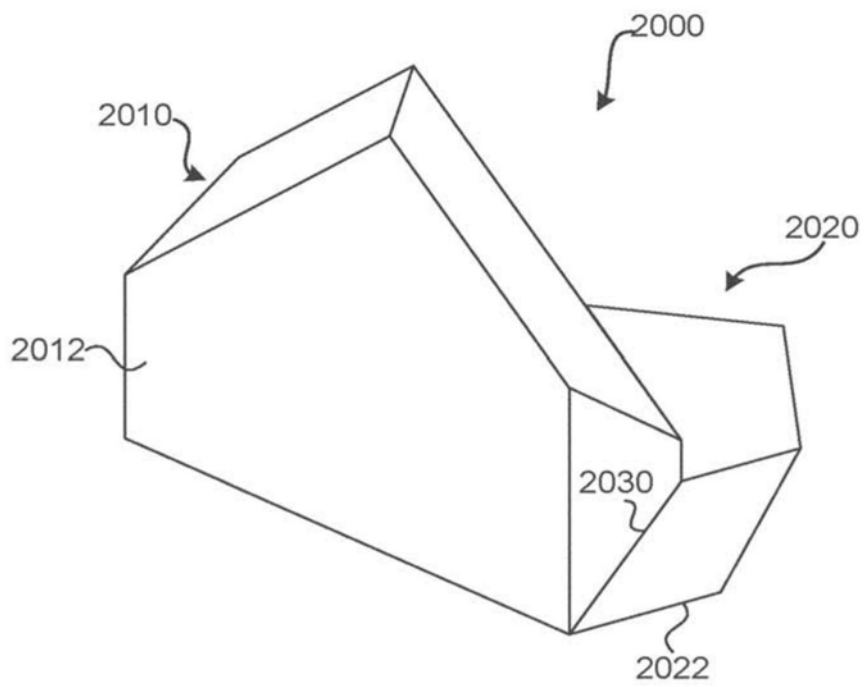


图20B

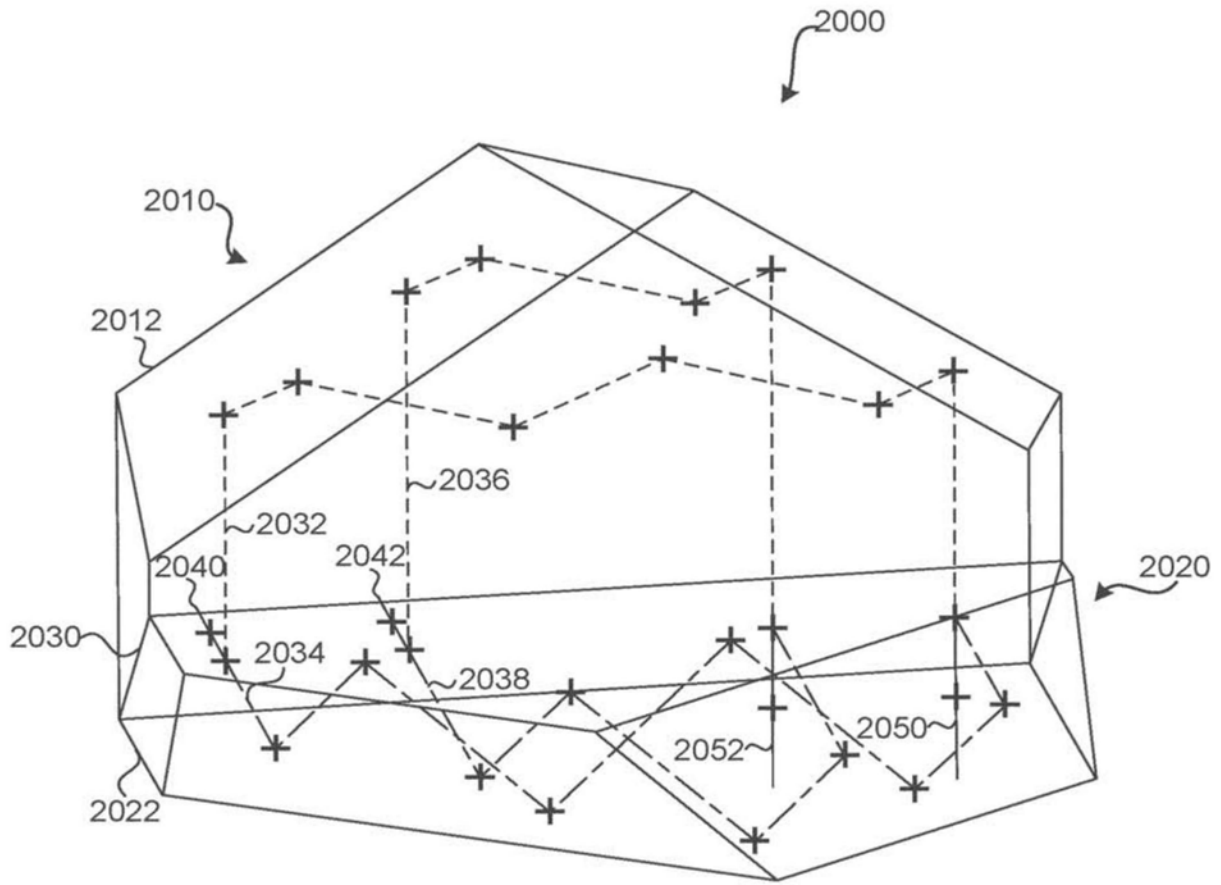


图20C



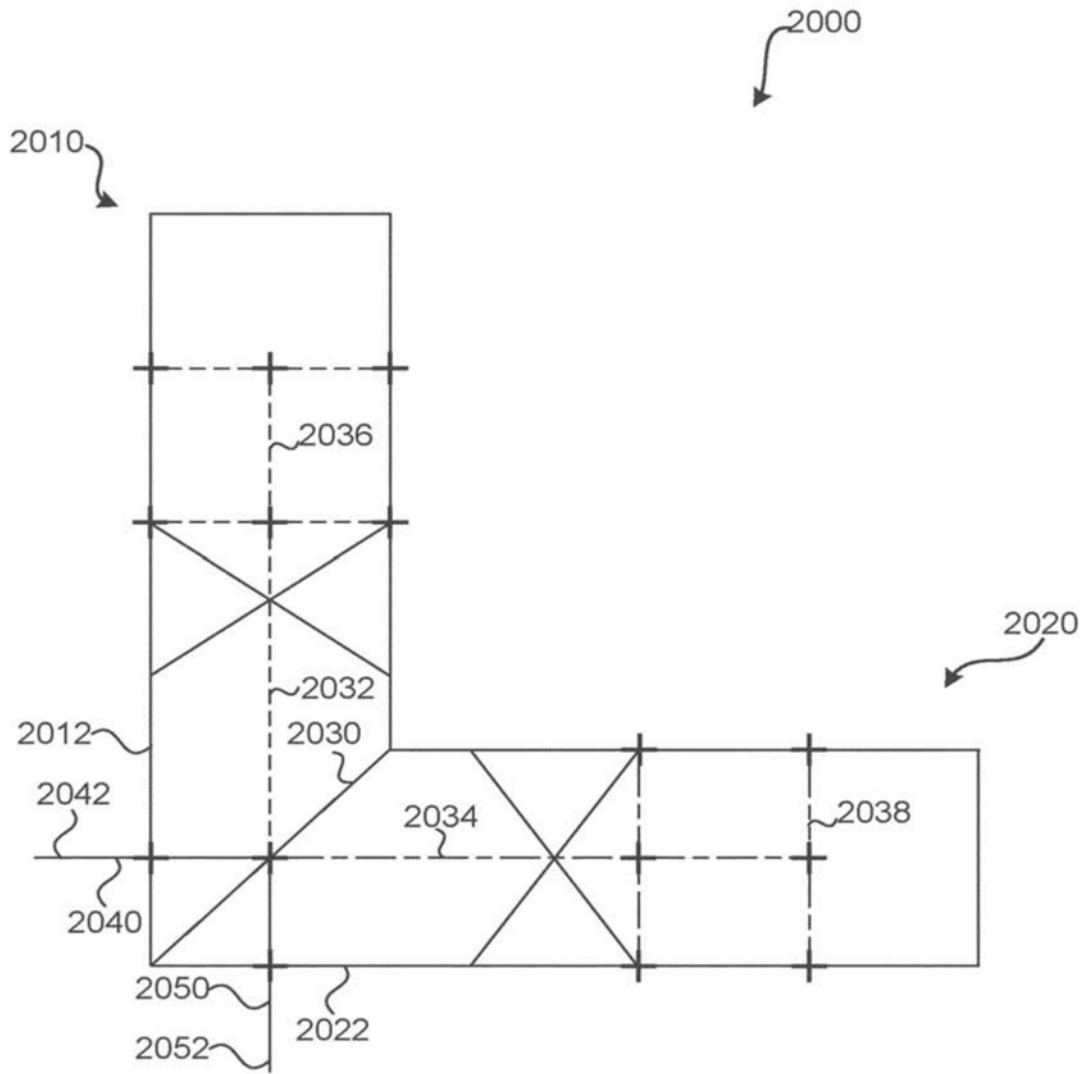


图20D



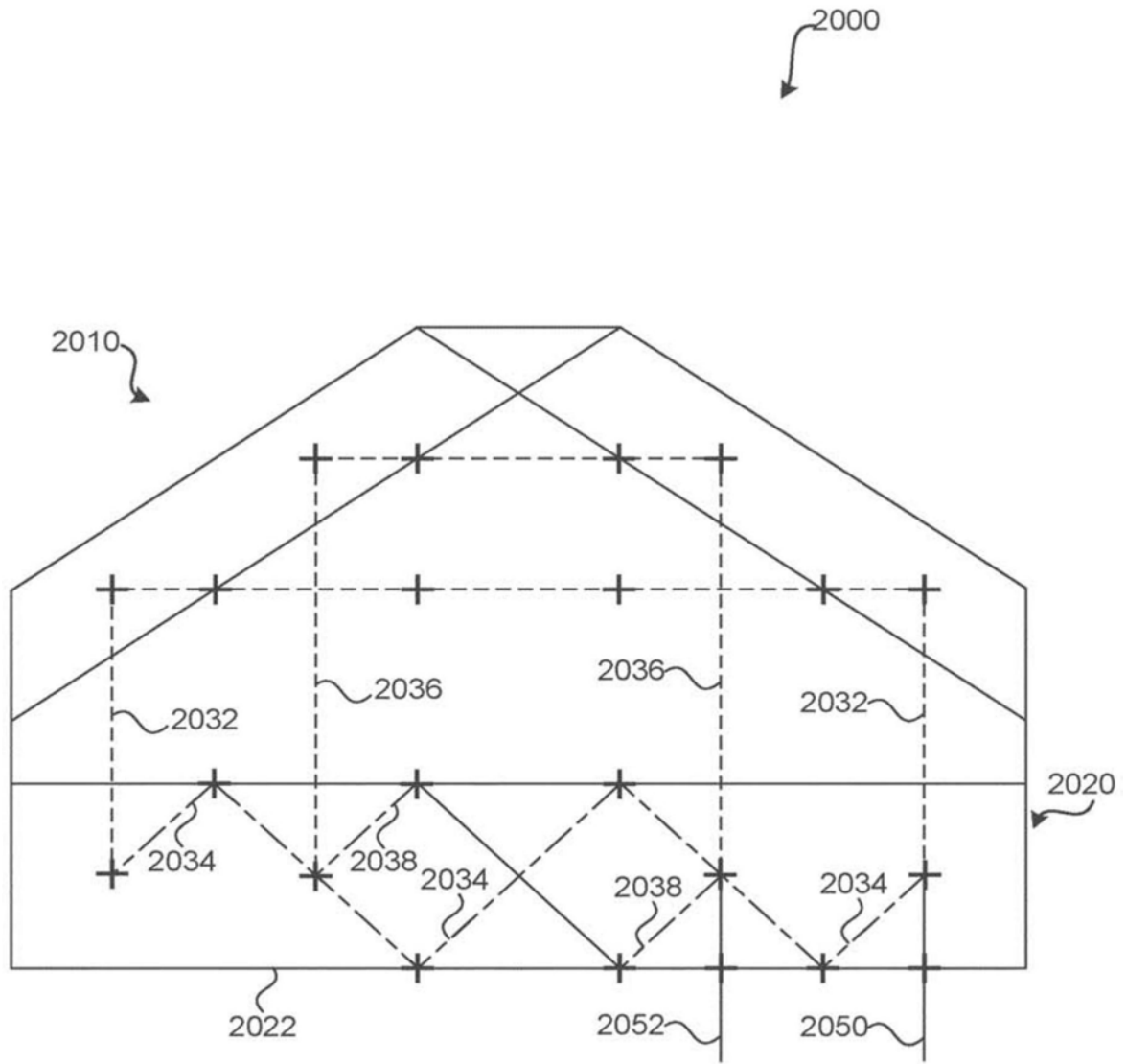


图20F