(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 120266082 A
(43)申请公布日 2025.07.04

(21)申请号 202380081079.2
(22)申请日 2023.09.22
(30)优先权数据
63/376,870 2022.09.23 US
63/506,070 2023.06.03 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.05.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2023/074960 2023.09.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/064935 EN 2024.03.28
(71)申请人 苹果公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 C·D·麦肯齐 B·海拉科
C·J·布鲁克斯 A·P·林德伯格
B·L·施米特钦
(74)专利代理机构 北京市汉坤律师事务所 11602
专利代理师 魏小薇 吴丽丽
(51)Int.Cl.
G06F 3/01(2006.01)

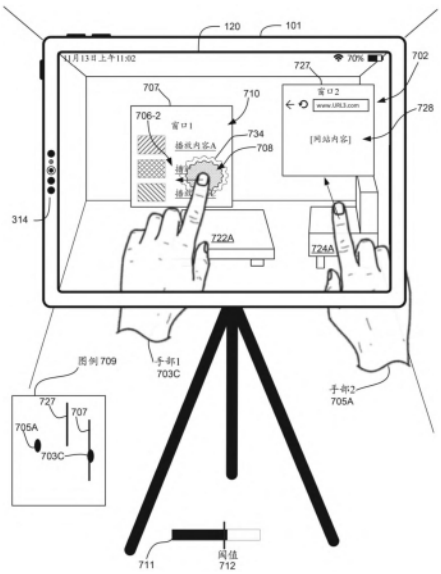
权利要求书19页 说明书103页 附图77页

(54)发明名称

用于三维环境中的深度冲突减轻的方法

(57)摘要

在一些实施方案中,计算机系统通过降低与三维环境中的一个或多个物理对象接触的虚拟对象的一个或多个部分的视觉显著性来促进该虚拟对象的深度冲突减轻。在一些实施方案中,计算机系统通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性。在一些实施方案中,计算机系统根据与虚拟对象的互动水平来修改视觉显著性。



CN 120266082 A

1.一种方法,所述方法包括:

在与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统处:

经由所述显示生成部件在三维环境中显示虚拟对象;

当在所述三维环境中显示所述虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备检测到第一输入,所述第一输入包括所述计算机系统的用户的第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的移动;以及

响应于检测到所述第一输入:

根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第二部分不具有深度冲突:

相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第二部分在所述三维环境中的显示;以及

根据确定在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象不具有深度冲突,维持所述虚拟对象的所述第一部分和所述第二部分的显示而不相对于所述虚拟对象的所述第二部分的所述视觉显著性降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测到所述第一输入而在所述三维环境中降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到所述虚拟对象在所述三维环境中的位置的改变;以及

响应于检测到所述虚拟对象在所述三维环境中的所述位置的所述改变:

根据确定所述虚拟对象在所述三维环境中的所述位置的所述改变使得所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的不同于所述第一部分的第三部分具有深度冲突,而所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的不同于所述第三部分的第四部分不具有深度冲突:

相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第四部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第三部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第四部分在所述三维环境中的显示。

3.根据权利要求1至2中任一项所述的方法,还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的

所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测到所述第一输入而在所述三维环境中降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的移动;以及

响应于检测到所述用户的所述第一部分的所述移动:

根据确定所述用户的所述第一部分的所述移动使得所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的不同于所述第一部分的第三部分具有深度冲突,而所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的不同于所述第三部分的第四部分不具有深度冲突:

相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第四部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第三部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第四部分在所述三维环境中的显示。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的方法,还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测到所述第一输入而在所述三维环境中降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到所述用户的所述视点相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的移动;以及

响应于检测到所述用户的所述视点的所述移动:

根据确定所述用户的所述视点的所述移动使得所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的不同于所述第一部分的第三部分具有深度冲突,而所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的不同于所述第三部分的第四部分不具有深度冲突:

相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第四部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第三部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第四部分在所述三维环境中的显示。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中:

相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性包括:

根据确定所述用户的所述第一部分与所述虚拟对象的所述第一部分之间的所述深度冲突的量是第一量,降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的第一量的视觉显著性;以及

根据确定所述用户的所述第一部分与所述虚拟对象的所述第一部分之间的所述深度冲突的所述量是大于所述第一量的第二量,降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第

一部分的第二量的视觉显著性,其中所述虚拟对象的所述第一部分的所述第二量大于所述虚拟对象的所述第一部分的所述第一量。

6.根据权利要求5所述的方法,其中所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的位置是第一位置,所述方法还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测到所述第一输入而在所述三维环境中降低所述虚拟对象的所述第一量的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到第二输入,所述第二输入包括所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象向第二位置的移动;以及

响应于检测到所述第二输入:

根据确定所述用户的所述第一部分到所述第二位置的所述移动增加了所述用户的所述第一部分与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分之间的所述深度冲突的程度,降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的大于所述第一量的所述第二量的所述视觉显著性。

7.根据权利要求5至6中任一项所述的方法,其中所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的位置是第一位置,所述方法还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测到所述第一输入而在所述三维环境中降低所述虚拟对象的所述第一量的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到第二输入,所述第二输入包括所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象向第二位置的移动;以及

响应于检测到所述第二输入:

根据确定所述用户的所述第一部分到所述第二位置的所述移动降低了所述用户的所述第一部分与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分之间的所述深度冲突的程度,降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的小于所述第一量的所述第二量的所述视觉显著性。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的方法,其中确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突是根据确定所述用户的第二部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的相应虚拟对象不具有深度冲突。

9.根据权利要求8所述的方法,还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测

到所述第一输入而相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到第二输入,所述第二输入包括所述用户的所述第二部分相对于所述三维环境中的所述相应虚拟对象的移动;以及

响应于检测到所述第二输入:

根据确定所述用户的所述第二部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述相应虚拟对象的第三部分具有深度冲突,并且在所述用户的所述第二部分的所述移动之后,所述用户的所述第二部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述相应虚拟对象的第四部分不具有深度冲突:

相对于所述三维环境中的所述相应虚拟对象的所述第四部分降低所述相应虚拟对象的所述第三部分的所述视觉显著性,同时相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性。

10.根据权利要求9所述的方法,其中:

相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性包括将所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性降低第一量值;以及

相对于所述三维环境中的所述相应虚拟对象的所述第四部分降低所述相应虚拟对象的所述第三部分的所述视觉显著性包括将所述相应虚拟对象的所述第三部分的所述视觉显著性降低不同于所述第一量值的第二量值。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的方法,还包括:

当根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,响应于检测到所述第一输入而相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性时,经由所述一个或多个输入设备检测到第二输入,所述第二输入包括所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的横向的移动;以及

响应于检测到所述第二输入:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述虚拟对象横向的所述移动使得所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点在所述三维环境中与所述虚拟对象的不同于所述第一部分的第三部分具有深度冲突,而在所述用户的所述第一部分在所述第二输入中的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分与所述虚拟对象的第四部分不具有深度冲突:

相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第四部分降低所述虚拟对象的所述第三部分的视觉显著性。

12.根据权利要求11所述的方法,其中相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性包括停止所述虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中的显示,所述方法还包括:

响应于检测到所述第二输入并且根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述虚拟对象横向的所述移动使得所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述

视点在所述三维环境中与所述虚拟对象的所述第三部分具有所述深度冲突,而在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分与所述虚拟对象的所述第四部分不具有深度冲突:

在所述三维环境中重新显示所述虚拟对象的所述第一部分。

13.根据权利要求1至12中任一项所述的方法,还包括:

经由所述一个或多个输入设备检测到指向所述虚拟对象的所述第一部分的第二输入;以及

响应于检测到所述第二输入:

根据确定所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第二部分不具有深度冲突,根据确定响应于检测到所述第一输入而相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性:

放弃执行与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分相关联的相应操作;以及

根据确定在所述用户的所述第一部分的所述移动之后,所述用户的所述第一部分的所述至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象不具有深度冲突,根据确定没有响应于检测到所述第一输入而相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性:

执行与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分相关联的所述相应操作。

14.根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低了其视觉显著性的所述虚拟对象的所述第一部分的量基于与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突的所述用户的所述第一部分的量,并且与和所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分不具有所述深度冲突的所述用户的所述第一部分的量无关。

15.根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低了其视觉显著性的所述虚拟对象的所述第一部分的量基于与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突的所述用户的所述第一部分的量、以及与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分不具有所述深度冲突的所述用户的所述第一部分的量。

16.根据权利要求1至15中任一项所述的方法,其中相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性包括显示所述虚拟对象的所述第一部分与所述虚拟对象的所述第二部分之间的视觉边界,其中在所述视觉边界内,所述虚拟对象的所述视觉显著性的改变是渐进的。

17.根据权利要求1至16中任一项所述的方法,还包括:

当检测到所述第一输入时并且在根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突而相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性之前:

基于所述用户的所述第一部分的所述移动的第一部分来在所述三维环境内移动所述虚拟对象以避免所述用户的所述第一部分与所述虚拟对象之间的所述深度冲突,直到所述用户的所述第一部分朝向所述虚拟对象的所述移动超过阈值移动为止;以及

响应于所述用户的所述第一部分朝向所述虚拟对象的所述移动超过所述阈值移动:

停止在所述三维环境内移动所述虚拟对象;以及

根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突而相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性。

18.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序存储在所述存储器中并且被配置为由所述一个或多个处理器执行,所述一个或多个程序包括用于以下操作的指令:

经由所述显示生成部件在三维环境中显示虚拟对象;

当在所述三维环境中显示所述虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备检测到第一输入,所述第一输入包括所述计算机系统的用户的第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的移动;以及

响应于检测到所述第一输入:

根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第二部分不具有深度冲突:

相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第二部分在所述三维环境中的显示;以及

根据确定在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象不具有深度冲突,维持所述虚拟对象的所述第一部分和所述第二部分的显示而不相对于所述虚拟对象的所述第二部分的所述视觉显著性降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性。

19.一种存储一个或多个程序的非暂态计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包括指令,所述指令在由与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统的一个或多个处理器执行时,使得所述计算机系统执行包括以下操作的方法:

经由所述显示生成部件在三维环境中显示虚拟对象;

当在所述三维环境中显示所述虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备检测到第一输入,所述第一输入包括所述计算机系统的用户的第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的移动;以及

响应于检测到所述第一输入:

根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第二部分不具有深度冲突:

相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第二部分在所述三维环境中的显示;以及

根据确定在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象不具有深度冲突,维持所述虚拟对象的所述第一部分和所述第二部分的显示而不相对于所述虚拟对象的所述第二部分的所述视觉显著性降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性。

20.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;

用于执行以下操作的装置:经由所述显示生成部件在三维环境中显示虚拟对象;

用于执行以下操作的装置:当在所述三维环境中显示所述虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备检测到第一输入,所述第一输入包括所述计算机系统的用户的第一部分相对于所述三维环境中的所述虚拟对象的移动;和

用于执行以下操作的装置:响应于检测到所述第一输入:

根据确定所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象的第二部分不具有深度冲突:

相对于所述虚拟对象的所述第二部分降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的视觉显著性;以及

维持所述虚拟对象的所述第二部分在所述三维环境中的显示;以及

根据确定在所述用户的所述第一部分的所述移动之后所述用户的所述第一部分的至少一部分相对于所述用户的所述视点与所述三维环境中的所述虚拟对象不具有深度冲突,维持所述虚拟对象的所述第一部分和所述第二部分的显示而不相对于所述虚拟对象的所述第二部分的所述视觉显著性降低所述三维环境中的所述虚拟对象的所述第一部分的所述视觉显著性。

21.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序存储在所述存储器中并且被配置为由所述一个或多个处理器执行,所述一个或多个程序包括用于执行根据权利要求1至17所述的方

法中的任一种方法的指令。

22.一种存储一个或多个程序的非暂态计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包括指令,所述指令在由与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统的一个或多个处理器执行时,使得所述计算机系统执行根据权利要求1至17所述的方法中的任一种方法。

23.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

用于执行根据权利要求1至17所述的方法中的任一种方法的装置。

24.一种方法,所述方法包括:

在与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统处:

经由所述显示生成部件在三维环境内显示第一虚拟对象;

当在所述三维环境内显示所述第一虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备在相应位置处检测到所述计算机系统的用户的第一部分;以及

当在所述相应位置处检测到所述用户的所述第一部分时:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的视点与所述第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,其中将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分给予了所述用户的所述第一部分相对于所述虚拟对象的所述第一部分至少部分地透明的外观;以及

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突,所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中可见,而不会使所述用户的所述第一部分看起来相对于所述虚拟对象至少部分地透明。

25.根据权利要求24所述的方法,其中在所述相应位置处检测到所述用户的所述第一部分包括:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的第二部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件:

以具有第二量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第二部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第二部分,其中将具有所述第二量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第二部分给予了所述用户的所述第一部分相对于所述第一虚拟对象的所述第二部分至少部分地透明的外观。

26.根据权利要求24至25中任一项所述的方法,其中以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分包括降低在检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置处的所述第一虚拟对象的所述第一部分的不透明程度。

27.根据权利要求26所述的方法,其中以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分包括不降低除所述第一虚拟对象的所述第一部分之外

的与所述用户的所述第一部分不具有深度冲突的所述第一虚拟对象的一个或多个部分的不透明程度。

28.根据权利要求24至27中任一项所述的方法,其中所述第一虚拟对象的所述第一部分包括前景虚拟内容和背景虚拟内容,其中所述前景虚拟内容比所述背景虚拟内容更靠近所述用户的所述视点,并且以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分包括将所述前景内容的不透明度降低第一程度,以及将所述背景内容的不透明度降低第二程度。

29.根据权利要求28所述的方法,其中所述第一不透明程度大于所述第二不透明程度。

30.根据权利要求29所述的方法,其中:

将所述前景内容的所述不透明度降低所述第一程度包括维持所述前景内容的显示;以及

将所述背景内容的所述不透明度降低所述第二程度包括停止所述背景内容的显示。

31.根据权利要求24至30中任一项所述的方法,其中带有应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分的具有所述第一量值的所述第一视觉效果的所述第一虚拟对象的所述第一部分,与不带有应用于所述第一虚拟对象的第二部分的具有所述第一量值的所述第一视觉效果的所述第二部分分离,并且具有所述第一量值的所述第一视觉效果从所述第一虚拟对象的所述第一部分到所述第二部分的过渡是基于距所述用户的所述第一部分的边缘的距离而渐进的。

32.根据权利要求24至31中任一项所述的方法,还包括:

当在所述三维环境内显示所述第一虚拟对象时并且当所述用户的所述第一部分在所述相应位置处时,经由所述一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到所述计算机系统的所述用户的第二部分;以及

当在所述第二相应位置处检测到所述用户的所述第二部分时:

根据确定所述用户的所述第二部分相对于所述用户的所述视点与相应虚拟对象的相应部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述相应虚拟对象的所述相应部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第二部分的所述第二相应位置相对应的所述相应虚拟对象的所述相应部分,其中将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述相应虚拟对象的所述相应部分给予了所述用户的所述第二部分相对于所述第一虚拟对象的所述相应部分至少部分地透明的外观;以及

根据确定所述用户的所述第二部分相对于所述用户的所述视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突,放弃将所述第一视觉效果应用于所述相应虚拟对象的所述相应部分,使得所述相应虚拟对象的所述相应部分在所述三维环境中可见,而不会使所述用户的所述相应部分看起来相对于所述相应虚拟对象至少部分地透明。

33.根据权利要求24至32中任一项所述的方法,其中所述用户的所述第一部分是所述用户的第一类型部分,所述方法还包括:

当在所述三维环境中显示所述第一虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到所述计算机系统的所述用户的第二部分,其中所述第二部分是所述用户的不同于所述第一类型部分的第二类型部分;以及

当在所述第二相应位置处检测到所述用户的所述第二部分时:

根据确定所述用户的所述第二部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有深度冲突,放弃将所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分,使得所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中可见,而不会使所述用户的所述第二部分看起来相对于所述第一虚拟对象的所述第一部分至少部分地透明。

34.根据权利要求24至33中任一项所述的方法,还包括:

当在所述三维环境内显示所述第一虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到第二用户的第二部分;以及

当在所述第二相应位置处检测到所述第二用户的所述第二部分时:

根据确定所述第二用户的所述第二部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有深度冲突,所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中可见,而不会使所述第二用户的所述第二部分看起来相对于所述第一虚拟对象的所述第一部分至少部分地透明。

35.根据权利要求24至34中任一项所述的方法,还包括:

当经由所述显示生成部件以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,经由所述一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到所述计算机系统的所述用户的第二部分;以及

当在所述第二相应位置处检测到所述用户的所述第二部分时:

根据确定所述用户的所述第二部分相对于所述用户的所述视点与相应虚拟对象的相应部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件:

以具有第二量值的所述第一视觉效果显示所述相应虚拟对象的所述相应部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第二部分的所述第二相应位置相对应的所述相应虚拟对象的所述相应部分,其中所述第二量值不同于应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分的所述第一量值,其中将具有所述第二量值的所述第一虚拟效果应用于所述相应虚拟对象的所述相应部分给予了所述用户的所述第二部分相对于所述相应虚拟对象的所述相应部分至少部分地透明的外观。

36.根据权利要求35所述的方法,其中:

以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分包括:

根据确定所述用户的第一身体的第一部分与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有第一深度冲突程度,以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分;以及

根据确定所述用户的所述第一身体的所述第一部分与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有不同于所述第一深度冲突程度的第二深度冲突程度,以具有不同于所述第一量值的第三量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分。

37.根据权利要求35至34中任一项所述的方法,其中:

以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分包括:

根据确定用户注意力指向与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有第一深度冲突程

度的所述用户的所述第一身体的所述第一部分,以具有不同于所述第一量值的第三量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分;以及

根据确定所述用户注意力离开与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有所述第一深度程度的所述用户的所述第一身体的所述第一部分,以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分。

38.根据权利要求24至37中任一项所述的方法,还包括:

当以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,经由所述一个或多个输入设备检测到所述计算机系统的所述用户的所述第一部分从所述相应位置移动到第二相应位置,其中所述用户的所述第一部分相对于所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述相应位置处的深度不同于所述用户的所述第一部分相对于所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述第二位置处的深度;以及

响应于在所述第二相应位置处检测到所述用户的所述第一部分:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突,

将所述第一虚拟对象的所述第一部分更新为以具有第二量值的所述第一视觉效果来显示,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述第二相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第二量值不同于所述第一量值。

39.根据权利要求24至38中任一项所述的方法,还包括:

当以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,其中所述用户的所述第一部分的互动程度是第一互动程度,检测到所述用户的所述第一部分的所述互动程度从所述第一互动程度改变到第二互动程度;以及

响应于检测到所述用户的所述第一部分的所述互动程度从所述第一互动程度改变到所述第二互动程度,以具有不同于所述第一量值的第二量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分。

40.根据权利要求24至39中任一项所述的方法,还包括:

当显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,经由所述一个或多个输入设备检测到来自所述用户的所述第一部分的指向所述第一虚拟对象的所述第一部分的第一输入;以及

响应于检测到指向所述第一虚拟对象的所述第一部分的所述第一输入,根据确定指向所述第一虚拟对象的所述第一部分的所述第一输入满足一个或多个标准,执行与所述第一虚拟对象的所述第一部分相关联的操作。

41.根据权利要求24至40中任一项所述的方法,还包括:

当以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,其中所述用户的物理环境内的光量是第一光量,经由

所述一个或多个输入设备检测到所述用户的所述物理环境内的第二光量;以及

响应于检测到所述物理环境内的所述第二光量:

根据确定所述物理环境内的所述第二光量满足一个或多个低光标准,停止将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分。

42.根据权利要求24至41中任一项所述的方法,其中在所述相应位置处检测到所述用户的所述第一部分之前并且在将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分之前,以第一α值显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,并且将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分包括:

以不同于所述第一α值的第二α值显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第二α值与具有所述第一量值的所述第一视觉效果被应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分的程度相对应,其中所述第一虚拟对象的所述第一部分与在所述相应位置处由所述用户的所述第一部分占据的所述第一虚拟对象的区域相对应。

43.根据权利要求24至42中任一项所述的方法,还包括:

当以具有所述第一量值的所述第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,经由所述一个或多个输入设备检测到所述计算机系统的所述用户的所述第一部分从所述相应位置移动到与远离所述第一虚拟对象的所述第一部分的横向移动相对应的第二相应位置;以及

响应于在所述第二相应位置处检测到所述用户的所述第一部分:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的所述第一部分不再具有所述深度冲突,将所述第一虚拟对象的所述第一部分更新为不再使具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分。

44.根据权利要求24至43中任一项所述的方法,还包括:

当显示所述第一虚拟对象的所述第一部分时,经由所述一个或多个输入设备检测到来自所述用户的相应部分的指向所述第一虚拟对象的所述第一部分的第一输入;以及

响应于检测到指向所述第一虚拟对象的所述第一部分的所述第一输入:

根据确定所述第一虚拟对象的所述第一部分被显示具有指示所述第一虚拟对象的所述第一部分与所述用户的所述相应部分具有深度冲突的所述第一视觉效果,放弃执行与所述第一虚拟对象的所述第一部分相关联的操作;以及

根据确定所述第一虚拟对象的所述第一部分不被显示具有指示所述第一虚拟对象的所述第一部分与所述用户的所述相应部分具有深度冲突的所述第一视觉效果,执行与所述第一虚拟对象的所述第一部分相关联的操作。

45.根据权利要求24至44中任一项所述的方法,还包括:

当检测到所述用户的所述第一部分到所述相应位置的移动时并且在根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突来将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分之前:

基于所述用户的所述第一部分在所述相应位置处的所述移动的第一部分来在所述三

维环境内移动所述第一虚拟对象以避免所述第一虚拟对象的所述第一部分与所述用户的所述第一部分之间的深度冲突,直到所述用户的所述第一部分朝向所述第一虚拟对象的所述第一部分的所述移动超过阈值移动为止;以及

响应于所述用户的所述第一部分朝向所述第一虚拟对象的所述第一部分的所述移动超过所述阈值移动:

停止在所述三维环境内移动所述虚拟对象;以及

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与所述第一虚拟对象的所述第一部分具有所述深度冲突来将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分。

46.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序存储在所述存储器中并且被配置为由所述一个或多个处理器执行,所述一个或多个程序包括用于以下操作的指令:

经由所述显示生成部件在三维环境内显示第一虚拟对象;

当在所述三维环境内显示所述第一虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备在相应位置处检测到所述计算机系统的用户的第一部分;以及

当在所述相应位置处检测到所述用户的所述第一部分时:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的视点与所述第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,其中将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分给予了所述用户的所述第一部分相对于所述虚拟对象的所述第一部分至少部分地透明的外观;以及

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突,所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中可见,而不会使所述用户的所述第一部分看起来相对于所述虚拟对象至少部分地透明。

47.一种存储一个或多个程序的非暂态计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包括指令,所述指令在由与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统的一个或多个处理器执行时,使得所述计算机系统执行包括以下操作的方法:

经由所述显示生成部件在三维环境内显示第一虚拟对象;

当在所述三维环境内显示所述第一虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备在相应位置处检测到所述计算机系统的用户的第一部分;以及

当在所述相应位置处检测到所述用户的所述第一部分时:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的视点与所述第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,其中将具有所述第一量值的

所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分给予了所述用户的所述第一部分相对于所述虚拟对象的所述第一部分至少部分地透明的外观;以及

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突,所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中可见,而不会使所述用户的所述第一部分看起来相对于所述虚拟对象至少部分地透明。

48.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;

用于执行以下操作的装置:经由所述显示生成部件在三维环境内显示第一虚拟对象;

用于执行以下操作的装置:当在所述三维环境内显示所述第一虚拟对象时,经由所述一个或多个输入设备在相应位置处检测到所述计算机系统的用户的第一部分;和

用于执行以下操作的装置:当在所述相应位置处检测到所述用户的所述第一部分时:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的视点与所述第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,经由所述显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示所述第一虚拟对象的所述第一部分,所述第一视觉效果应用于与检测到所述用户的所述第一部分的所述相应位置相对应的所述第一虚拟对象的所述第一部分,其中将具有所述第一量值的所述第一视觉效果应用于所述第一虚拟对象的所述第一部分给予了所述用户的所述第一部分相对于所述虚拟对象的所述第一部分至少部分地透明的外观;以及

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突,所述第一虚拟对象的所述第一部分在所述三维环境中可见,而不会使所述用户的所述第一部分看起来相对于所述虚拟对象至少部分地透明。

49.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序存储在所述存储器中并且被配置为由所述一个或多个处理器执行,所述一个或多个程序包括用于执行根据权利要求24至45所述的方法中的任一种方法的指令。

50.一种存储一个或多个程序的非暂态计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包括指令,所述指令在由与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统的一个或多个处理器执行时,使得所述计算机系统执行根据权利要求24至45所述的方法中的任一种方法。

51.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

用于执行根据权利要求24至45所述的方法中的任一种方法的装置。

52.一种方法,所述方法包括:

在与一个或多个输入设备和显示生成部件通信的计算机系统处：

经由所述显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象；

当经由所述显示生成部件在所述三维环境中显示所述第一虚拟对象时，其中所述计算机系统的用户的第一部分在所述三维环境中可见：

根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的互动水平对应于第一互动水平，经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的视觉效果，其中所述视觉效果以第一量值显示；以及

根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平对应于不同于所述第一互动水平的第二互动水平，经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的所述视觉效果，其中所述视觉效果以不同于所述第一量值的第二量值显示。

53.根据权利要求52所述的方法，所述方法还包括：

当经由显示生成部件以小于所述第一量值的相应量值在与所述用户的所述第一部分相对应的所述位置处显示应用于所述第一虚拟对象的所述视觉效果时，经由所述一个或多个输入设备检测到所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平提高到所述第一互动水平；以及

响应于检测到所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平提高到所述第一互动水平，经由所述显示生成部件以所述第一量值显示所述视觉效果。

54.根据权利要求52至53中任一项所述的方法，所述方法还包括：

当经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的所述位置处显示应用于所述第一虚拟对象的所述第一量值的所述视觉效果时，经由所述一个或多个输入设备检测到所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平降低到所述第二互动水平；以及

响应于检测到所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平降低到所述第二互动水平，经由所述显示生成部件以第二量值显示所述视觉效果。

55.根据权利要求52至54中任一项所述的方法，其中：

根据确定所述用户的注意力指向所述三维环境中的第一位置，所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是第一相应互动水平；并且

根据确定所述用户的所述注意力指向所述三维环境中不同于所述第一位置的第二位置，所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是不同于所述第一相应互动水平的第二相应互动水平。

56.根据权利要求52至55中任一项所述的方法，其中：

根据确定所述用户的所述第一部分具有第一姿态，所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是第一相应互动水平；并且

根据确定所述用户的所述第一部分具有不同于所述第一姿态的第二姿态，所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是不同于所述第一相应互动水平的第二相应互动水平。

57.根据权利要求52至56中任一项所述的方法，其中：

根据确定所述用户的当前视点是相对于所述三维环境的第一视点，所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是第一相应互动水平；以及

根据确定所述用户的所述当前视点是相对于所述三维环境的不同于所述第一视点的

第二视点,所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是不同于所述第一相应互动水平的第二相应互动水平。

58.根据权利要求57所述的方法,还包括:

当经由所述显示生成部件显示所述第一虚拟对象并且当所述用户的所述第一部分在所述三维环境中可见并且与所述第一虚拟对象的所述互动水平是所述第一相应互动水平时,检测到所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述当前视点从所述第一位置到不同于所述第一位置的第二位置的移动;以及

响应于检测到所述用户的所述第一部分相对于所述用户的所述当前视点从所述第一位置到所述第二位置的所述移动,根据确定所述用户的所述第一部分满足包括基于所述用户的所述第一部分的所述移动而满足的标准的一个或多个标准,将与所述第一虚拟对象的所述互动水平从所述第一相应互动水平修改到所述第二相应互动水平。

59.根据权利要求57至58中任一项所述的方法,还包括:

当经由所述显示生成部件显示所述第一虚拟对象并且当所述用户的所述第一部分在所述三维环境中可见并且与所述第一虚拟对象的所述互动水平是所述第一相应互动水平时,检测到所述用户的所述当前视点的改变;以及

响应于检测到所述用户的所述当前视点的所述改变,根据确定所述用户的所述第一部分满足包括基于所述用户的所述当前视点的所述改变而满足的标准的一个或多个标准,将与所述第一虚拟对象的所述互动水平从所述第一相应互动水平修改到所述第二相应互动水平。

60.根据权利要求57至59中任一项所述的方法,其中:

根据确定所述用户的所述当前视点是相对于所述三维环境的所述第一视点,所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是所述第一相应互动水平,与所述计算机系统的所述用户的注意力在所述三维环境中的相应位置无关;并且

根据确定所述用户的所述当前视点是相对于所述三维环境的不同于所述第一视点的第二视点,所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是不同于所述第一相应互动水平的第二相应互动水平,与所述计算机系统的所述用户的所述注意力在所述三维环境中的所述相应位置无关。

61.根据权利要求52至60中任一项所述的方法,其中:

根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述第一虚拟对象处于所述三维环境中的第一位置处,所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是第一相应互动水平;并且根据确定所述用户的所述第一部分相对于所述三维环境中的所述第一虚拟对象处于所述三维环境中的第二位置处,所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平是不同于所述第一相应互动水平的第二相应互动水平。

62.根据权利要求52至61中任一项所述的方法,还包括:

当经由所述显示生成部件在所述三维环境中显示所述第一虚拟对象时,其中所述计算机系统的所述用户的所述第一部分在所述三维环境中可见,并且不同于所述用户的所述第一部分的所述用户的第二部分在所述三维环境中可见:

根据确定满足一个或多个第一标准,将基于与所述用户的所述第一部分相关联的一个或多个第一特性的第一相应互动水平分配给所述用户的所述第一部分和所述用户的所述

第二部分;以及

根据确定满足不同于所述一个或多个第一标准的一个或多个第二标准,将基于与所述用户的所述第二部分相关联的一个或多个第二特性的第二相应互动水平分配给所述用户的所述第一部分和所述用户的所述第二部分。

63.根据权利要求62所述的方法,其中所述一个或多个第一标准包括当与所述用户的所述第一部分相关联的所述第一相应互动水平高于与所述用户的所述第二部分相关联的所述第二相应互动水平时满足的标准。

64.根据权利要求62至63中任一项所述的方法,其中所述一个或多个第一标准和所述一个或多个第二标准包括基于所述计算机系统的所述用户的注意力而满足的标准。

65.根据权利要求62所述的方法,其中所述一个或多个第一标准和所述一个或多个第二标准包括基于所述用户的所述第一部分或所述用户的所述第二部分的相应姿态而满足的标准。

66.根据权利要求62至65中任一项所述的方法,其中所述一个或多个第一标准和所述一个或多个第二标准包括基于所述用户的所述第一部分或所述用户的所述第二部分相对于所述三维环境的相应移动而满足的标准。

67.根据权利要求52至66中任一项所述的方法,其中所述用户的所述第一部分与第一相应互动水平相关联,并且不同于所述用户的所述第一部分的所述用户的第二部分与不同于所述第一相应互动水平的第二相应互动水平相关联。

68.根据权利要求52至67中任一项所述的方法,其中所述视觉效果包括修改在与所述用户的所述第一部分相对应的所述位置处的所述第一虚拟对象的半透明度。

69.根据权利要求52至68中任一项所述的方法,其中所述视觉效果包括停止所述第一虚拟对象相对于所述三维环境在对应于所述用户的所述第一部分的所述位置处的显示。

70.一种与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序存储在所述存储器中并且被配置为由所述一个或多个处理器执行,所述一个或多个程序包括用于以下操作的指令:

经由所述显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象;

当经由所述显示生成部件在所述三维环境中显示所述第一虚拟对象时,其中所述计算机系统的用户的第一部分在所述三维环境中可见:

根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的互动水平对应于第一互动水平,经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的视觉效果,其中所述视觉效果以第一量值显示;以及

根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平对应于不同于所述第一互动水平的第二互动水平,经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的所述视觉效果,其中所述视觉效果以不同于所述第一量值的第二量值显示。

71.一种存储一个或多个程序的非暂态计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包

括指令,所述指令在由与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统的一个或多个处理器执行时,使得所述计算机系统执行包括以下操作的方法:

经由所述显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象;

当经由所述显示生成部件在所述三维环境中显示所述第一虚拟对象时,其中所述计算机系统的用户的第一部分在所述三维环境中可见:

根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的互动水平对应于第一互动水平,经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的视觉效果,其中所述视觉效果以第一量值显示;以及

根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平对应于不同于所述第一互动水平的第二互动水平,经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的所述视觉效果,其中所述视觉效果以不同于所述第一量值的第二量值显示。

72.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;

用于执行以下操作的装置:经由所述显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象;

用于执行以下操作的装置:当经由所述显示生成部件在所述三维环境中显示所述第一虚拟对象时,其中所述计算机系统的用户的第一部分在所述三维环境中可见:

用于执行以下操作的装置:根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的互动水平对应于第一互动水平,经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的视觉效果,其中所述视觉效果以第一量值显示;和

用于执行以下操作的装置:根据确定所述用户与所述第一虚拟对象的所述互动水平对应于不同于所述第一互动水平的第二互动水平,经由所述显示生成部件在与所述用户的所述第一部分相对应的位置处显示应用于所述第一虚拟对象的所述视觉效果,其中所述视觉效果以不同于所述第一量值的第二量值显示。

73.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序存储在所述存储器中并被配置为由所述一个或多个处理器执行,所述一个或多个程序包括用于执行根据权利要求52至69所述的方法中的任一种方法的指令。

74.一种存储一个或多个程序的非暂态计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包括指令,所述指令在由与显示生成部件和一个或多个输入设备通信的计算机系统的一个或多个处理器执行时,使得所述计算机系统执行根据权利要求52至69所述的方法中的任一种方法。

75.一种计算机系统,所述计算机系统与显示生成部件和一个或多个输入设备通信,所述计算机系统包括:

一个或多个处理器;

存储器;和

用于执行根据权利要求52至69所述的方法中的任一种方法的装置。

用于三维环境中的深度冲突减轻的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2022年9月23日提交的美国临时申请63/376,870号以及2023年6月3日提交的美国临时申请63/506,070号的权益,这两个临时申请的内容全文以引用方式并入本文以用于所有目的。

技术领域

[0003] 本发明整体涉及提供计算机生成的体验的计算机系统,包括但不限于经由显示生成部件提供虚拟现实和混合现实体验的电子设备。

背景技术

[0004] 近年来,用于增强现实的计算机系统的发展显著增加。示例增强现实环境包括至少一些替换或增强物理世界的虚拟元素。用于计算机系统和其他电子计算设备的输入设备(诸如相机、控制器、操纵杆、触敏表面和触摸屏显示器)用于与虚拟/增强现实环境进行交互。示例虚拟元素包括诸如数字图像、视频、文本、图标和控制元素(诸如按钮和其他图形)的虚拟对象。

发明内容

[0005] 用于与包括至少一些虚拟元素的环境(例如,应用、增强现实环境、混合现实环境和虚拟现实环境)进行交互的一些方法和界面是麻烦、低效并且受限的。例如,提供用于执行与虚拟对象相关联的动作的不足反馈的系统、需要一系列输入来在增强现实环境中实现期望结果的系统,以及虚拟对象操纵复杂、繁琐且容易出错的系统,会给用户造成巨大的认知负担,并且减损虚拟/增强现实环境的体验感。此外,这些方法花费的时间比必要的要长,从而浪费了计算机系统的能量。这后一考虑在电池驱动的设备中是特别重要的。

[0006] 因此,需要具有改进的方法和界面的计算机系统来向用户提供计算机生成的体验,从而使得用户与计算机系统的交互对用户来说更有效且更直观。此类方法和界面任选地补充或替换用于向用户提供扩展现实体验的常规方法。此类方法和界面通过帮助用户理解所提供的输入与设备对这些输入的响应之间的联系,减少了来自用户的输入的数量、程度和/或性质,从而形成了更有效的人机界面。

[0007] 通过所公开的系统减少或消除了与计算机系统的用户界面相关联的上述缺陷和其他问题。在一些实施方案中,计算机系统是具有相关联显示器的台式计算机。在一些实施方案中,计算机系统是便携式设备(例如,笔记本计算机、平板计算机或手持式设备)。在一些实施方案中,计算机系统是个人电子设备(例如,可穿戴电子设备,诸如手表或头戴式设备)。在一些实施方案中,计算机系统具有触摸板。在一些实施方案中,计算机系统具有一个或多个相机。在一些实施方案中,计算机系统具有触敏显示器(也称为“触摸屏”或“触摸屏显示器”)。在一些实施方案中,计算机系统具有一个或多个眼睛跟踪部件。在一些实施方案中,计算机系统具有一个或多个手部跟踪部件。在一些实施方案中,除显示生成部件之外,

计算机系统还具有一个或多个输出设备,这些输出设备包括一个或多个触觉输出发生器和/或一个或多个音频输出设备。在一些实施方案中,计算机系统具有图形用户界面(GUI)、一个或多个处理器、存储器和一个或多个模块、存储在存储器中用于执行多个功能的程序或指令集。在一些实施方案中,用户通过触控笔和/或手指在触敏表面上的接触和手势、用户的眼睛和手在相对于GUI(和/或计算机系统)或用户身体的空间中的移动(如由相机和其他移动传感器捕获的)和/或语音输入(如由一个或多个音频输入设备捕获的)与GUI进行交互。在一些实施方案中,通过交互执行的功能任选地包括图像编辑、绘图、演示、文字处理、电子表格制作、玩游戏、接打电话、视频会议、收发电子邮件、即时通讯、测试支持、数字摄影、数字视频录制、网页浏览、数字音乐播放、记笔记和/或数字视频播放。用于执行这些功能的可执行指令任选地被包括在被配置用于由一个或多个处理器执行的暂态和/或非暂态计算机可读存储介质或其他计算机程序产品中。

[0008] 需要具有用于与三维环境中的内容进行交互的改进方法和界面的电子设备。此类方法和界面可补充或替换用于与三维环境中的内容交互的常规方法。此类方法和界面减少了来自用户的输入的数量、程度和/或性质,并且产生更高效的人机界面。对于电池驱动的计算设备,此类方法和界面节省功率,并且增大电池充电之间的时间间隔。

[0009] 在一些实施方案中,计算机系统通过降低与三维环境中的一个或多个物理对象接触的虚拟对象的一个或多个部分的视觉显著性来促进该虚拟对象的深度冲突减轻。在一些实施方案中,计算机系统通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性。在一些实施方案中,计算机系统根据与虚拟对象的互动水平来修改视觉显著性。

[0010] 需注意,上述各种实施方案可与本文所述任何其他实施方案相结合。本说明书中描述的特征和优点并不全面,具体来说,根据附图、说明书和权利要求书,许多另外的特征和优点对本领域的普通技术人员将是显而易见的。此外,应当指出,出于可读性和指导性目的,在原则上选择了本说明书中使用的语言,并且可以不这样选择以描绘或界定本发明的主题。

附图说明

[0011] 为了更好地理解各种所描述的实施方案,应结合以下附图参考下面的具体实施方式,其中类似的附图标号在所有附图中指示对应的部分。

[0012] 图1A是示出根据一些实施方案的用于提供XR体验的计算机系统的操作环境的框图。

[0013] 图1B至图1P是用于在图1A的操作环境中提供XR体验的计算机系统的示例。

[0014] 图2是例示根据一些实施方案的计算机系统的被配置为管理并协调针对用户的XR体验的控制器的框图。

[0015] 图3是例示根据一些实施方案的计算机系统的被配置为向用户提供XR体验的视觉组成部分的显示生成部件的框图。

[0016] 图4是例示根据一些实施方案的计算机系统的被配置为捕获用户的手势输入的手部跟踪单元的框图。

[0017] 图5是例示根据一些实施方案的计算机系统的被配置为捕获用户的注视输入的眼

睛跟踪单元的框图。

[0018] 图6A是例示根据一些实施方案的闪光辅助的注视跟踪流水线的流程图。

[0019] 图6B例示了根据一些实施方案的提供CGR体验的电子设备的示例性环境。

[0020] 图7A至图7H例示了根据一些实施方案的促进三维环境中的一个或多个虚拟对象的深度冲突减轻的计算机系统的示例。

[0021] 图8A至图8N是例示根据一些实施方案的通过降低三维环境中的虚拟对象的一个或多个部分的视觉显著性来促进虚拟对象的深度冲突减轻的示例性方法的流程图。

[0022] 图9A至图9H1例示了根据一些实施方案的通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的计算机系统的示例。

[0023] 图10A至图10M是例示根据一些实施方案的通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的示例性方法的流程图。

[0024] 图11A至图11G例示了根据一些实施方案的根据用户在三维环境中的互动来促进一个或多个虚拟对象的深度冲突减轻的计算机系统的示例。

[0025] 图12A至图12G是例示根据一些实施方案的根据用户在三维环境中的互动来促进一个或多个虚拟对象的深度冲突缓解的计算机系统的示例的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0026] 根据一些实施方案,本公开涉及用于向用户提供计算机生成的(CGR)体验的用户界面。

[0027] 本文所述的系统、方法和GUI提供了电子设备促进与三维环境中的对象交互并操纵三维环境中的对象的改进方式。

[0028] 在一些实施方案中,计算机系统显示包括一个或多个虚拟对象的三维环境。在一些实施方案中,计算机系统检测到计算机系统的用户的第一部分相对于三维环境内的第一虚拟对象的移动。在一些实施方案中,如果计算机系统确定第一虚拟对象的至少一部分在用户的第一部分的移动之后遇到与用户的第一部分的深度冲突,则计算机系统降低第一虚拟对象的在三维环境中与用户的第一部分具有深度冲突的该部分的视觉显著性。在一些实施方案中,降低第一虚拟对象的该部分的视觉显著性使得与第一虚拟对象具有深度冲突的用户的第一部分能够相对于用户的视点可见,从而减轻三维环境中第一虚拟对象与用户的第一部分之间的深度冲突。

[0029] 在一些实施方案中,计算机系统显示包括一个或多个虚拟对象的三维环境。在一些实施方案中,计算机系统检测到计算机系统的用户的第一部分相对于三维环境内的第一虚拟对象的移动。在一些实施方案中,如果计算机系统确定第一虚拟对象的第一部分在用户的第一部分的移动之后遇到与用户的第一部分的深度冲突,则计算机系统将视觉效果应用于在三维环境中与用户的第一部分具有深度冲突的第一虚拟对象的第一部分。在一些实施方案中,将视觉效果应用于在三维环境中与用户的第一部分具有深度冲突的第一虚拟对象的第一部分给予了用户的第一部分相对于虚拟对象的第一部分至少部分地透明的外观。

[0030] 在一些实施方案中,计算机系统显示包括一个或多个虚拟对象的三维环境。在一

些实施方案中,计算机系统检测到与第一虚拟对象的互动水平,该第一虚拟对象与用户身体的相应部分相关联,并且该相应部分与第一虚拟对象存在深度冲突。在一些实施方案中,计算机系统相对于用户身体的相应部分修改应用于第一虚拟对象的至少一部分的视觉效果。在一些实施方案中,对视觉效果的修改是降低第一虚拟对象的至少一部分的视觉显著性。在一些实施方案中,如果与第一虚拟对象的互动水平增加,则视觉效果的对应程度增加。在一些实施方案中,如果与第一虚拟对象的互动水平降低,则视觉效果的对应程度降低。

[0031] 图1A至图6B提供了用于向用户提供XR体验的示例计算机系统的描述(诸如下文相对于方法800、1000和/或1200所描述的)。图7A至图7H例示了根据一些实施方案的用于促进三维环境中的一个或多个虚拟对象的深度冲突减轻的示例技术。图8A至图8N是根据一些实施方案的通过降低三维环境中的虚拟对象的一个或多个部分的视觉显著性来促进虚拟对象的深度冲突减轻的方法的流程图。图7A至图7H中的用户界面用于例示图8A至图8N中的过程。图9A至图9H例示了根据一些实施方案的用于通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的示例技术。图10A至图10M是根据一些实施方案的通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的方法的流程图。图9A至图9H中的用户界面用于例示图10A至图10M中的过程。图11A至图11G例示了根据一些实施方案的用于根据用户在三维环境中的互动来促进一个或多个虚拟对象的深度冲突减轻的示例技术。图12A至图12G是根据一些实施方案的根据用户在三维环境中的互动来促进一个或多个虚拟对象的深度冲突减轻的示例的方法的流程图。图11A至图11G中的用户界面用于例示图12A至图12G中的过程。

[0032] 下文所描述的过程通过各种技术增强了设备的可操作性并且使用户-设备界面更高效(例如,通过帮助用户提供合适输入并减少操作设备/与设备交互时的用户错误),这些技术包括向用户提供改进的视觉反馈、减少执行操作所需的输入数量、提供附加控制选项而不会因附加显示控件使用户界面混乱、在已经满足一组条件时执行操作而无需进一步的用户输入、改善隐私性和/或安全性、在节省存储空间时提供更多样、详细和/或真实的用户体验,和/或附加技术。这些技术还通过使用户能够更快且更高效地使用设备而减少了电力使用并延长了设备的电池寿命。节省电池电量,并且因此节省重量,改善了设备的人体工程学。这些技术还使得能够进行实时通信,允许使用更少和/或不太精确的传感器,从而产生更紧凑、更轻且更便宜的设备,并且使得该设备能够在各种照明条件下使用。这些技术减少了能量使用,从而减少了由设备发出的热量,这对于可穿戴设备特别重要,其中如果完全在设备部件的操作参数内的设备产生太多热量,则对于用户来说,穿戴该设备会变得不舒服。

[0033] 此外,在本文所述的其中一个或多个步骤取决于已满足一个或多个条件的方法中,应当理解,所述方法可在多次重复中重复,使得在重复的过程中,在方法的不同重复中已满足决定方法中的步骤的所有条件。例如,如果方法需要进行第一步骤(如果满足条件),以及进行第二步骤(如果不满足条件),则普通技术人员将会知道,重复所声明的步骤,直到满足条件和不满足条件两者(不分先后)。因此,可将被描述为具有取决于已满足一个或多个条件的一个或多个步骤的方法重写为重复直到已满足该方法中所述的每个条件的方法。然而,这不需要系统或计算机可读介质声明该系统或计算机可读介质包含用于基于对应的

一个或多个条件的满足来进行视情况而定的操作的指令,并且因此能够确定是否已满足可能的情况,而无需明确地重复方法的步骤直到已满足决定方法中的步骤的所有条件。本领域的普通技术人员还将理解,类似于具有视情况而定的步骤的方法,系统或计算机可读存储介质可根据需要多次重复方法的步骤,以确保已进行所有视情况而定的步骤。

[0034] 在一些实施方案中,如图1A所示,经由包括计算机系统101的操作环境100向用户提供XR体验。计算机系统101包括控制器110(例如,便携式电子设备的处理器或远程服务器)、显示生成部件120(例如,头戴式设备(HMD)、显示器、投影仪、触摸屏等)、一个或多个输入设备125(例如,眼睛跟踪设备130、手部跟踪设备140、其他输入设备150)、一个或多个输出设备155(例如,扬声器160、触觉输出发生器170和其他输出设备180)、一个或多个传感器190(例如,图像传感器、光传感器、深度传感器、触觉传感器、取向传感器、接近传感器、温度传感器、位置传感器、运动传感器、速度传感器等),以及任选地一个或多个外围设备195(例如,家用电器、可穿戴设备等)。在一些实施方案中,输入设备125、输出设备155、传感器190和外围设备195中的一者或多者与显示生成部件120集成(例如,在头戴式设备或手持式设备中)。

[0035] 在描述XR体验时,各种术语用于区别地指代用户可以感测并且/或者用户可以与其进行交互(例如,利用由生成XR体验的计算机系统101检测到的输入进行交互,这些输入使得生成XR体验的计算机系统生成与提供给计算机系统101的各种输入对应的音频、视觉和/或触觉反馈)的若干相关但不同的环境。以下是这些术语的子集:

[0036] 物理环境:物理环境是指人们在没有电子系统帮助的情况下能够感测和/或交互的物理世界。物理环境诸如物理公园包括物理物品,诸如物理树木、物理建筑物和物理人。人们能够诸如通过视觉、触觉、听觉、味觉和嗅觉来直接感测物理环境和/或与物理环境交互。

[0037] 扩展现实:相反,扩展现实(XR)环境是指人们经由电子系统感测和/或交互的完全或部分模拟的环境。在XR中,跟踪人的物理运动的子集或其表示,并且作为响应,以符合至少一个物理定律的方式调整在XR环境中模拟的一个或多个虚拟对象的一个或多个特性。例如,XR系统可以检测人的头部转动,并且作为响应,以与此类视图和声音在物理环境中变化的方式类似的方式调整呈现给人的图形内容和声场。在一些情况下(例如,出于可达性原因),对XR环境中虚拟对象的特性的调整可以响应于物理运动的表示(例如,声音命令)来进行。人可以利用其感觉中的任一者来感测XR对象和/或与之交互,包括视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉。例如,人可以感测音频对象和/或与音频对象交互,音频对象创建3D或空间音频环境,3D或空间音频环境提供3D空间中点音频源的感知。又如,音频对象可以使能音频透明度,该音频透明度在有或者没有计算机生成的音频的情况下选择性地引入来自物理环境的环境声音。在某些XR环境中,人可以感测和/或只与音频对象交互。

[0038] XR的示例包括虚拟现实和混合现实。

[0039] 虚拟现实:虚拟现实(VR)环境是指被设计成对于一个或多个感官完全基于计算机生成的感官输入的模拟环境。VR环境包括人可以感测和/或交互的多个虚拟对象。例如,树木、建筑物和代表人的化身的计算机生成的图像是虚拟对象的示例。人可以通过在计算机生成的环境内人的存在的模拟和/或通过在计算机生成的环境内人的物理移动的一个子集的模拟来感测和/或与VR环境中的虚拟对象交互。

[0040] 混合现实:与被设计成完全基于计算机生成的感官输入的VR环境相比,混合现实(MR)环境是指被设计成除了包括计算机生成的感官输入(例如,虚拟对象)之外还引入来自物理环境的感官输入或其表示的模拟环境。在虚拟连续体上,混合现实环境是完全物理环境作为一端和虚拟现实环境作为另一端之间的任何状况,但不包括这两端。在一些MR环境中,计算机生成的感官输入可以对来自物理环境的感官输入的变化进行响应。另外,用于呈现MR环境的一些电子系统可以跟踪相对于物理环境的位置和/或取向,以使虚拟对象能够与真实对象(即,来自物理环境的物理物品或其表示)交互。例如,系统可以导致运动使得虚拟树木相对于物理地面看起来是静止的。

[0041] 混合现实的示例包括增强现实和增强虚拟。

[0042] 增强现实:增强现实(AR)环境是指其中一个或多个虚拟对象叠加在物理环境或物理环境的表示上方的模拟环境。例如,用于呈现AR环境的电子系统可具有透明或半透明显示器,人可以透过该显示器直接查看物理环境。该系统可以被配置为在透明或半透明显示器上呈现虚拟对象,使得人利用该系统感知叠加在物理环境之上的虚拟对象。另选地,系统可以具有不透明显示器和一个或多个成像传感器,该成像传感器捕获物理环境的图像或视频,这些图像或视频是物理环境的表示。系统将图像或视频与虚拟对象组合,并在不透明显示器上呈现组合物。人利用系统经由物理环境的图像或视频而间接地查看物理环境,并且感知叠加在物理环境之上的虚拟对象。如本文所用,在不透明显示器上显示的物理环境的视频被称为“透传视频”,意味着系统使用一个或多个图像传感器捕获物理环境的图像,并且在不透明显示器上呈现AR环境时使用那些图像。进一步另选地,系统可以具有投影系统,该投影系统将虚拟对象投射到物理环境中,例如作为全息图或者在物理表面上,使得人利用该系统感知叠加在物理环境之上的虚拟对象。增强现实环境也是指其中物理环境的表示被计算机生成的感官信息进行转换的模拟环境。例如,在提供透传视频中,系统可以对一个或多个传感器图像进行转换以施加与成像传感器所捕获的视角不同的选择视角(例如,视点)。又如,物理环境的表示可以通过图形地修改(例如,放大)其部分而进行转换,使得经修改部分可以是原始捕获图像的代表性的但不是真实的版本。再如,物理环境的表示可以通过以图形方式消除其部分或将其部分进行模糊处理而进行转换。

[0043] 增强虚拟:增强虚拟(AV)环境是指其中虚拟环境或计算机生成环境结合了来自物理环境的一项或多项感官输入的模拟环境。感官输入可以是物理环境的一个或多个特性的表示。例如,AV公园可以具有虚拟树木和虚拟建筑物,但人的脸部是从对物理人拍摄的图像逼真再现的。又如,虚拟对象可以采用一个或多个成像传感器所成像的物理物品的形状或颜色。再如,虚拟对象可以采用符合太阳在物理环境中的定位的阴影。

[0044] 在增强现实、混合现实或虚拟现实环境中,三维环境的视图对用户是可见的。三维环境的视图通常经由一个或多个显示生成部件(例如,向同一用户的不同眼睛提供立体内容的显示器或一对显示模块)通过虚拟视口对用户可见,该虚拟视口具有视口边界,该视口边界限定经由一个或多个显示生成部件对用户可见的三维环境的范围。在一些实施方案中,由视口边界限定的区域在一个或多个维度上小于用户的视觉范围(例如,基于用户的视觉范围、一个或多个显示生成部件的尺寸、光学属性或其他物理特性、和/或一个或多个显示生成部件相对于用户的眼睛的位置和/或取向)。在一些实施方案中,由视口边界限定的区域在一个或多个维度上大于用户的视觉范围(例如,基于用户的视觉范围、一个或多个显

示生成部件的尺寸、光学属性或其他物理特性、和/或一个或多个显示生成部件相对于用户的眼睛的位置和/或取向)。视口和视口边界通常随着一个或多个显示生成部件的移动而移动(例如,对于头戴式设备随着用户的头部移动,或者对于诸如平板电脑或智能电话之类的手持式设备随着用户的手部移动)。用户的视点确定在视口中可见的内容,视点通常指定相对于三维环境的位置和方向,并且随着视点移动,三维环境的视图也将在视口中移动。对于头戴式设备,视点通常基于用户的头部、面部和/或眼睛的位置、方向,以提供感知上准确的并且在用户正在使用头戴式设备时提供沉浸式体验的三维环境的视图。对于手持式或固定式设备,视点随着手持式或固定式设备的移动和/或随着用户相对于手持式或固定式设备的定位的变更而移动(例如,用户朝向、远离、向上、向下、向右和/或向左移动)。对于包括具有虚拟透传的显示生成部件的设备,经由一个或多个显示生成部件可见(例如,显示和/或投影)的物理环境的各部分基于与显示生成部件通信的一个或多个相机的视场,该一个或多个相机通常随着显示生成部件的移动而移动(例如,对于头戴式设备随着用户的头部的移动而移动,或者对于诸如平板电脑或智能电话之类的手持式设备随着用户的手部的移动而移动),因为用户的视点随着一个或多个相机的视场的移动而移动(并且经由一个或多个显示生成部件显示的一个或多个虚拟对象的外观基于用户的视点来更新(例如,虚拟对象的显示位置和姿态基于用户的视点的移动来更新))。对于具有光学透传的显示生成部件,经由一个或多个显示生成部件可见(例如,通过显示生成部件的一个或多个部分或完全透明部分光学可见)的物理环境的各部分基于用户通过显示生成部件的部分或完全透明部分的视场(例如,对于头戴式设备随着用户头部的移动而移动,或者对于诸如平板电脑或智能电话之类的手持式设备随着用户的手部的移动而移动),因为用户的视点随着用户通过显示生成部件的部分或完全透明部分的视场的移动而移动(并且一个或多个虚拟对象的外观基于用户的视点来更新)。

[0045] 在一些实施方案中,物理环境的表示(例如,经由虚拟透传或光学透传显示)可被虚拟环境部分地或完全地遮挡。在一些实施方案中,所显示的虚拟环境的量(例如,未显示的物理环境的量)基于虚拟环境的沉浸水平(例如,相对于物理环境的表示)。例如,增加沉浸水平任选地使得显示更多的虚拟环境,替换和/或遮挡更多的物理环境,并且降低沉浸水平任选地使得显示更少的虚拟环境,从而显露先前未被显示和/或遮挡的物理环境的部分。在一些实施方案中,在特定沉浸水平下,一个或多个第一背景对象(例如,在物理环境的表示中)比一个或多个第二背景对象更多地在视觉上被去强调(例如,变暗淡、变模糊、以增大的透明度显示),并且一个或多个第三背景对象停止显示。在一些实施方案中,沉浸水平包括由计算机系统显示的虚拟内容(例如,虚拟环境和/或虚拟内容)遮挡虚拟环境周围/后面的背景内容(例如,除了虚拟环境和/或虚拟内容之外的内容)的相关联的程度,任选地包括所显示的背景内容的项目的数量和/或背景内容的所显示视觉特性(例如,颜色、对比度和/或不透明度),经由显示生成部件显示的虚拟内容的角度范围(例如,以低沉浸度显示的内容的60度,以中等沉浸度显示的内容的120度,或以高沉浸度显示的内容的180度),和/或由虚拟内容占用的经由显示生成部件显示的视场的比例(例如,由虚拟内容以低沉浸度占用的视场的33%,由虚拟内容以中等沉浸度占用的视场的66%,或由虚拟内容以高沉浸度占用的视场的100%)。在一些实施方案中,背景内容被包括在其上显示有虚拟内容的背景中(例如,物理环境的表示中的背景内容)。在一些实施方案中,背景内容包括用户界面(例如,

由计算机系统生成的与应用相对应的用户界面)、不与虚拟环境和/或虚拟内容相关联或不包括在虚拟环境和/或虚拟内容中的虚拟对象(例如,由计算机系统生成的文件或其他用户的表示等),和/或真实对象(例如,表示用户周围的物理环境中的真实对象的透传对象,这些透传对象可见,使得它们经由显示生成部件显示和/或经由显示生成部件的透明或半透明部件可见,因为计算机系统不遮挡/妨碍它们透过显示生成部件的可见性)。在一些实施方案中,在低沉浸水平下(例如,第一沉浸水平),背景、虚拟和/或真实对象以不被遮挡的方式显示。例如,具有低沉浸水平的虚拟环境任选地与背景内容同时显示,该背景内容任选地以全亮度、颜色和/或半透明度显示。在一些实施方案中,在较高沉浸水平下(例如,高于第一沉浸水平的第二沉浸水平),背景、虚拟和/或真实对象以被遮挡的方式显示(例如,变暗淡、变模糊或从显示器移除)。例如,显示具有高沉浸水平的相应虚拟环境而不同时显示背景内容(例如,在全屏或完全沉浸模式中)。又如,以中等沉浸水平显示的虚拟环境与变暗、变模糊或以其他方式被去强调的背景内容同时显示。在一些实施方案中,背景对象的视觉特性在背景对象之间有所不同。例如,在特定沉浸水平下,一个或多个第一背景对象比一个或多个第二背景对象更多地在视觉上被去强调(例如,变暗淡、变模糊和/或以增大的透明度显示),并且一个或多个第三背景对象停止显示。在一些实施方案中,零沉浸度或零沉浸水平对应于停止显示的虚拟环境,并且替代地显示物理环境的表示(任选地具有一个或多个虚拟对象,诸如应用、窗口或虚拟三维对象),而物理环境的表示不被虚拟环境遮挡。使用物理输入元素调整沉浸水平提供了调整沉浸度的快速且高效的方法,这增强了计算机系统的可操作性并且使得用户-设备界面更高效。

[0046] 视点锁定的虚拟对象:当计算机系统在用户视点中的相同位置和/或定位处显示虚拟对象时,即使用户的视点偏移(例如,发生变化),虚拟对象也是视点锁定的。在其中计算机系统是头戴式设备的实施方案中,用户的视点被锁定到用户的头部的前向方向(例如,当用户直视前方时,用户的视点是用户视场的至少一部分);因此,在不移动用户的头部的情况下,即使在用户的注视偏移时,用户的视点也保持固定。在其中计算机系统具有可相对于用户的头部重新定位的显示生成部件(例如,显示屏幕)的实施方案中,用户的视点是在计算机系统的显示生成部件上呈现给用户的增强现实视图。例如,当用户的视点处于第一取向(例如,用户头部面向北)时显示在用户的视点的左上角中的视点锁定的虚拟对象继续显示在用户的视点的左上角中,即使在用户的视点改变到第二取向(例如,用户头部面向西)时也是如此。换句话讲,在用户的视点中显示视点锁定的虚拟对象的位置和/或定位与用户在物理环境中的定位和/或取向无关。在其中计算机系统是头戴式设备的实施方案中,用户的视点被锁定到用户的头部的取向,使得虚拟对象也被称为“头部锁定虚拟对象”。

[0047] 环境锁定的视觉对象:当计算机系统在用户的视点中的位置和/或定位处显示虚拟对象时,虚拟对象是环境锁定的(另选地,“世界锁定的”),该位置和/或定位基于三维环境(例如,物理环境或虚拟环境)中的位置和/或对象(例如,参考该位置和/或对象而选择和/或锚定到该位置和/或对象)。随着用户的视点移动,环境中相对于用户的视点的位置和/或对象改变,这导致环境锁定的虚拟对象显示在用户视点中的不同位置和/或定位处。例如,锁定到紧接在用户前面的树木上的环境锁定的虚拟对象显示在用户的视点的中心处。当用户的视点向右偏移(例如,用户头部向右转动)使得树木现在在用户的视点中处于中心左侧(例如,用户的视点中的树木定位偏移)时,锁定到树木上的环境锁定的虚拟对象

在用户的视点中显示在中心左侧。换句话讲,在用户的视点中显示环境锁定的虚拟对象的位置和/或定位取决于环境中虚拟对象被锁定到其上的位置和/或对象的定位和/或取向。在一些实施方案中,计算机系统使用静止的参照系(例如,在物理环境中锚定到固定位置和/或对象的坐标系),以便确定在用户的视点中显示环境锁定的虚拟对象的定位。环境锁定的虚拟对象可被锁定到环境的静止部分(例如,地板、墙壁、桌子或其他静止对象),或可被锁定到环境的可移动部分(例如,车辆、动物、人或甚至独立于用户的视点移动的用户身体的一部分诸如用户的手、手腕、手臂或脚的表示)使得虚拟对象随着视点或环境的该部分移动而移动以保持虚拟对象和环境的该部分之间的固定关系。

[0048] 在一些实施方案中,环境锁定或视点锁定的虚拟对象表现出惰性跟随行为,其相对于虚拟对象所跟随的参考点的移动而减少或延迟环境锁定或视点锁定的虚拟对象的运动。在一些实施方案中,在表现出惰性跟随行为时,当检测到虚拟对象正在跟随的参考点(例如,环境的一部分、视点或相对于视点固定的点,诸如距离视点5cm至300cm之间的点)的移动时,计算机系统有意地延迟虚拟对象的移动。例如,当参考点(例如,环境的该部分或视点)以第一速度移动时,虚拟对象被设备移动以保持锁定到参考点,但以相比于第一速度更慢的第二速度移动(例如,直到参考点停止移动或减慢,在该点处虚拟对象开始赶上参考点)。在一些实施方案中,当虚拟对象表现出惰性跟随行为时,设备忽略参考点的少量移动(例如,忽略参考点低于阈值移动量的移动,诸如移动0度至5度或移动0cm至50cm)。例如,当参考点(例如,虚拟对象被锁定到的环境的部分或视点)移动第一量时,参考点和虚拟对象之间的距离增大(例如,因为虚拟对象正被显示以便保持相对于与虚拟对象被锁定到的参考点不同的视点或环境的部分固定或基本上固定的位置),并且当参考点(例如,虚拟对象被锁定到的环境的部分或视点)移动大于第一量的第二量时,参考点和虚拟对象之间的距离先增大(例如,因为虚拟对象正被显示以便保持相对于与虚拟对象被锁定到的参考点不同的视点或环境的部分固定或基本上固定的位置),然后在参考点的移动量增大到阈值(例如,“惰性跟随”阈值)以上时减小,因为虚拟对象被计算机系统移动以保持相对于参考点固定或基本上固定的位置。在一些实施方案中,虚拟对象保持相对于参考点基本上固定的定位包括虚拟对象在一个或多个维度(例如,相对于参考点的定位的上/下、左/右和/或向前/向后)中在参考点的阈值距离(例如,1cm、2cm、3cm、5cm、15cm、20cm、50cm)内显示。

[0049] 硬件:有许多不同类型的电子系统使人能够感测各种XR环境和/或与各种XR环境进行交互。示例包括头戴式系统、基于投影的系统、平视显示器(HUD)、集成有显示能力的车辆挡风玻璃、集成有显示能力的窗户、被形成为被设计用于放置在人的眼睛上的透镜的显示器(例如,类似于隐形眼镜)、耳机/听筒、扬声器阵列、输入系统(例如,具有或不具有触觉反馈的可穿戴或手持控制器)、智能电话、平板设备和台式/膝上型计算机。头戴式系统可以具有一个或多个扬声器和集成的不透明显示器。另选地,头戴式系统可以被配置为接受外部不透明显示器(例如,智能电话)。头戴式系统可以结合用于捕获物理环境的图像或视频的一个或多个成像传感器和/或用于捕获物理环境的音频的一个或多个麦克风。头戴式系统可以具有透明或半透明显示器,而不是不透明显示器。透明或半透明显示器可以具有媒介,代表图像的光通过该媒介被引导到人的眼睛。显示器可以利用数字光投影、OLED、LED、uLED、硅基液晶、激光扫描光源或这些技术的任意组合。媒介可以是光学波导、全息图媒介、光学组合器、光学反射器、或它们的任意组合。在一个实施方案中,透明或半透明显示器可

被配置为选择性地变得不透明。基于投影的系统可以采用将图形图像投影到人的视网膜上的视网膜投影技术。投影系统也可被配置为将虚拟对象投影到物理环境中,例如作为全息图或在物理表面上。在一些实施方案中,控制器110被配置为管理和协调用户的XR体验。在一些实施方案中,控制器110包括软件、固件和/或硬件的合适组合。下文相对于图2更详细地描述了控制器110。在一些实施方案中,控制器110是相对于场景105(例如,物理环境)处于本地或远程位置的计算设备。例如,控制器110是位于场景105内的本地服务器。又如,控制器110是位于场景105之外的远程服务器(例如,云服务器、中央服务器等)。在一些实施方案中,控制器110经由一个或多个有线或无线通信通道144(例如,蓝牙、IEEE 802.11x、IEEE 802.16x、IEEE 802.3x等)与显示生成部件120(例如,HMD、显示器、投影仪、触摸屏等)通信地耦接。在另一个示例中,控制器110包括在显示生成部件120(例如,HMD或包括显示器和一个或多个处理器的便携式电子设备等)、输入设备125中的一个或多个输入设备、输出设备155中的一个或多个输出设备、传感器190中的一个或多个传感器和/或外围装设备195中的一个或多个外围装设备的壳体(例如,物理外壳)内,或者与上述设备中的一者或多者共享相同的物理壳体或支撑结构。

[0050] 在一些实施方案中,显示生成部件120被配置为向用户提供XR体验(例如,至少XR体验的视觉组成部分)。在一些实施方案中,显示生成部件120包括软件、固件和/或硬件的合适组合。下文相对于图3更详细地描述了显示生成部件120。在一些实施方案中,控制器110的功能由显示生成部件120提供和/或与该显示生成部件组合。

[0051] 根据一些实施方案,当用户虚拟地和/或物理地存在于场景105内时,显示生成部件120向用户提供XR体验。

[0052] 在一些实施方案中,显示生成部件穿戴在用户身体的一部分上(例如,他/她的头部上、他/她的手上等)。这样,显示生成部件120包括被提供用于显示XR内容的一个或多个XR显示器。例如,在各种实施方案中,显示生成部件120包围用户的视场。在一些实施方案中,显示生成部件120是被配置为呈现XR内容的手持式设备(诸如智能电话或平板设备),并且用户握持具有朝向用户的视场的显示器和朝向场景105的相机的设备。在一些实施方案中,手持式设备被任选地放置在穿戴在用户的头部上的壳体内。在一些实施方案中,手持式设备被任选地放置在用户前面的支撑件(例如,三脚架)上。在一些实施方案中,显示生成部件120是被配置为呈现XR内容的XR室、壳体或房间,其中用户不穿戴或握持显示生成部件120。参考用于显示XR内容的一种类型的硬件(例如,手持式设备或三脚架上的设备)描述的许多用户界面可以在用于显示XR内容的另一种类型的硬件(例如,HMD或其他可穿戴计算设备)上实现。例如,示出基于发生在手持式设备或三脚架安装的设备前面的空间中的交互而触发的与XR内容的交互的用户界面可以类似地用HMD来实现,其中交互发生在HMD前面的空间中,并且对XR内容的响应经由HMD来显示。类似地,示出基于手持式设备或三脚架安装的设备相对于物理环境(例如,场景105或用户身体的一部分(例如,用户的眼睛、头部或手))的移动而触发的与XR内容的交互的用户界面可以类似地用HMD来实现,其中移动是由HMD相对于物理环境(例如,场景105或用户身体的一部分(例如,用户的眼睛、头部或手))的移动引起的。

[0053] 尽管在图1A中例示了操作环境100的相关特征,但本领域的普通技术人员将从本公开中认识到,为了简洁起见并且为了不模糊本文所公开的示例实施方案的更多相关方

面,未例示各种其他特征。

[0054] 图1A至图1P示出了用于执行方法并且提供音频、视觉和/或触觉反馈作为本文所述的用户界面的一部分的计算机系统的各种示例。在一些实施方案中,计算机系统包括用于向计算机系统的用户显示任选地基于检测到的事件和/或由计算机系统检测到的用户输入生成的虚拟元素和/或物理环境的表示的一个或多个显示生成部件(例如,第一显示组件1-120a和第二显示组件1-120b和/或第一光学模块11.1.1-104a和第二光学模块11.1.1-104b)。由计算机系统生成的用户界面任选地由一个或多个矫正透镜11.3.2-216矫正,该一个或多个矫正透镜任选地可移除地附接到光学模块中的一个或多个光学模块,以使得用户界面更容易被原本会使用眼镜或隐形眼镜来矫正他们的视力的用户查看。虽然本文示出的许多用户界面示出了用户界面的单个视图,但HMD中的用户界面任选地使用两个光学模块(例如,第一显示组件1-120a和第二显示组件1-120b和/或第一光学模块11.1.1-104a和第二光学模块11.1.1-104b)来显示,一个光学模块用于用户的右眼并且不同的光学模块用于用户的左眼,并且向两个不同的眼睛呈现略微不同的图像以生成立体深度的错觉,用户界面的单个视图通常是右眼视图或左眼视图,深度效果在文本中或使用其他示意图或视图进行解释。在一些实施方案中,计算机系统包括用于向计算机系统的用户(当计算机系统未被穿戴时)和/或向计算机系统附近的其他人显示计算机系统的状态信息的一个或多个外部显示器(例如,显示组件1-108),该状态信息任选地基于检测到的事件和/或由计算机系统检测到的用户输入来生成。在一些实施方案中,计算机系统包括用于生成音频反馈的一个或多个音频输出部件(例如,电子部件1-112),该音频反馈任选地基于检测到的事件和/或由计算机系统检测到的用户输入来生成。在一些实施方案中,计算机系统包括用于检测输入的一个或多个输入设备,诸如用于检测关于设备的物理环境的信息的一个或多个传感器(例如,传感器组件1-356中的一个或多个传感器,和/或图1I),该信息可用于(任选地结合一个或多个照明器,诸如图1I中所描述的照明器)生成数字透传图像、捕获与物理环境相对应的视觉媒体(例如,照片和/或视频)、或确定物理环境中的物理对象和/或表面的姿态(例如,定位和/或取向),使得虚拟对象能够基于物理对象和/或表面的检测到的姿态而被放置。在一些实施方案中,计算机系统包括用于检测输入的一个或多个输入设备,诸如用于检测手部定位和/或移动的一个或多个传感器(例如,传感器组件1-356和/或图1I中的一个或多个传感器),这些传感器可用于(任选地结合一个或多个照明器,诸如图1I中所描述的照明器6-124)确定何时执行了一个或多个空中手势。在一些实施方案中,计算机系统包括用于检测输入的一个或多个输入设备,诸如用于检测眼睛移动的一个或多个传感器(例如,图1I中的眼睛跟踪和注视跟踪传感器),这些传感器可用于(任选地结合一个或多个灯,诸如图10中的灯11.3.2-110)确定注意力或注视位置和/或注视移动,这些位置和/或移动可任选地用于基于注视移动和/或停留来检测仅注视的输入。上述各种传感器的组合可用于确定用户面部表情和/或手部运动以用于生成用户的化身或表示,诸如用于实时通信会话的拟人化身或表示,其中化身具有基于或类似于设备的用户的检测到的面部表情、手部移动和/或身体移动的面部表情、手部移动和/或身体移动。注视和/或注意力信息任选地与手部跟踪信息组合以基于直接和/或间接输入来确定用户与一个或多个用户界面之间的交互,该直接和/或间接输入诸如空中手势或使用一个或多个硬件输入设备的输入,该硬件输入设备诸如一个或多个按钮(例如,第一按钮1-128、按钮11.1.1-114、第二按钮1-132和/或拨

盘或按钮1-328)、旋钮(例如,第一按钮1-128、按钮11.1.1-114和/或拨盘或按钮1-328)、数字表冠(例如,可按压并且可扭转或可旋转的第一按钮1-128、按钮11.1.1-114和/或拨盘或按钮1-328)、触控板、触摸屏、键盘、鼠标和/或其他输入设备。一个或多个按钮(例如,第一按钮1-128、按钮11.1.1-114、第二按钮1-132和/或拨盘或按钮1-328)任选地用于执行系统操作,诸如重新居中对设备的用户可见的三维环境中的内容、显示用于启动应用的主用户界面、开始实时通信会话、或发起虚拟三维背景的显示。旋钮或数字表冠(例如,可按压并且可扭转或可旋转的第一按钮1-128、按钮11.1.1-114和/或拨盘或按钮1-328)任选地可旋转以调整视觉内容的参数,诸如虚拟三维环境的沉浸水平(例如,虚拟内容在三维环境中占据用户视口的程度)或与三维环境和经由光学模块(例如,第一显示组件1-120a和第二显示组件1-120b和/或第一光学模块11.1.1-104a和第二光学模块11.1.1-104b)显示的虚拟内容相关联的其他参数。

[0055] 图1B例示了被配置为由用户穿戴并且提供虚拟和改变/混合现实(VR/AR)体验的头戴式显示(HMD)设备1-100的示例的前视图、顶视图、透视图。HMD 1-100可包括显示单元1-102或组件、连接到显示单元1-102并从该显示单元延伸的电子条带组件1-104,以及在任一端固定到电子条带组件1-104的带组件1-106。电子条带组件1-104和带1-106可以是保持组件的一部分,该保持组件被配置为缠绕在用户的头部周围以保持显示单元1-102抵靠用户的面部。

[0056] 在至少一个示例中,带组件1-106可包括被配置为缠绕在用户的头部后侧的第一带1-116和被配置为在用户的头部的顶部上方延伸的第二带1-117。如图所示,第二带可在电子条带组件1-104的第一电子条带1-105a与第二电子条带1-105b之间延伸。条带组件1-104和带组件1-106可以是固定机构的一部分,该固定机构从显示单元1-102向后延伸并且被配置为保持显示单元1-102抵靠用户的面部。

[0057] 在至少一个示例中,固定机构包括第一电子条带1-105a,该第一电子条带包括耦接到显示单元1-102(例如,显示单元1-102的外壳1-150)的第一近端1-134和与第一近端1-134相对的第一远端1-136。固定机构还可包括第二电子条带1-105b,该第二电子条带包括耦接到显示单元1-102的外壳1-150的第二近端1-138和与第二近端1-138相对的第二远端1-140。固定机构还可包括第一带1-116和第二带1-117,第一带包括耦接到第一远端1-136的第一端1-142以及耦接到第二远端1-140的第二端1-144,并且第二带在第一电子条带1-105a与第二电子条带1-105b之间延伸。条带1-105a-b和带1-116可经由连接机构或组件1-114耦接。在至少一个示例中,第二带1-117包括在第一近端1-134与第一远端1-136之间耦接到第一电子条带1-105a的第一端1-146以及在第二近端1-138与第二远端1-140之间耦接到第二电子条带1-105b的第二端1-148。

[0058] 在至少一个示例中,第一和第二电子条带1-105a-b包括塑料、金属或形成基本上刚性的条带1-105a-b形状的其他结构材料。在至少一个示例中,第一带1-116和第二带1-117由包括编织纺织品、橡胶等的弹性柔性材料形成。第一带1-116和第二带1-117可以是柔性的以在穿戴HMD 1-100时适形于用户头部的形状。

[0059] 在至少一个示例中,第一和第二电子条带1-105a-b中的一者或多者可限定内部条带体积并且包括设置在内部条带体积中的一个或多个电子部件。在一个示例中,如图1B所示,第一电子条带1-105a可包括电子部件1-112。在一个示例中,电子部件1-112可包括扬声

器。在一个示例中,电子部件1-112可包括计算部件,诸如处理器。

[0060] 在至少一个示例中,外壳1-150限定了第一前置开口1-152。前置开口在图1B中以虚线标记为1-152,这是因为显示组件1-108被设置成在组装HMD 1-100时从视场中遮挡第一开口1-152。外壳1-150还可限定后置第二开口1-154。外壳1-150还限定了第一开口1-152与第二开口1-154之间的内部体积。在至少一个示例中,HMD 1-100包括显示组件1-108,该显示组件可包括设置在前开口1-152中或跨该前开口以遮挡前开口1-152的前盖和显示屏幕(在其他图中示出)。在至少一个示例中,显示组件1-108的显示屏幕以及通常的显示组件1-108具有被配置为跟随用户面部的曲率的曲率。显示组件1-108的显示屏幕可以如图所示弯曲以与用户的面部特征和从面部的一侧到另一侧的总体曲率互补,例如从左到右和/或从顶部到底部,其中显示单元1-102被按压。

[0061] 在至少一个示例中,外壳1-150可限定第一开口1-152与第二开口1-154之间的第一孔1-126以及第一开口1-152与第二开口1-154之间的第二孔1-130。HMD 1-100还可包括设置在第一孔1-128中的第一按钮1-126,以及设置在第二孔1-130中的第二按钮1-132。第一按钮1-128和第二按钮1-132能够通过相应的孔1-126、1-130被按压。在至少一个示例中,第一按钮1-126和/或第二按钮1-132可以是可扭转拨盘以及可按压按钮。在至少一个示例中,第一按钮1-128是可按压并且可扭转的拨盘按钮,并且第二按钮1-132是可按压按钮。

[0062] 图1C例示了HMD 1-100的后透视图。HMD 1-100可包括从显示组件1-108的外壳1-150围绕外壳1-150的周边向后延伸的光密封件1-110,如图所示。光密封件1-110可被配置为从外壳1-150延伸到用户的面部,围绕用户的眼睛,以阻挡外部光可见。在一个示例中,HMD 1-100可包括第一显示组件1-120a和第二显示组件1-120b,这些显示组件设置在由外壳1-150限定的面向后的第二开口1-154处或其中和/或设置在外壳1-150的内部体积中并且被配置为通过第二开口1-154投射光。在至少一个示例中,每个显示组件1-120a-b可包括相应的显示屏幕1-122a、1-122b,这些显示屏幕被配置为在向后方向上通过第二开口1-154朝向用户的眼睛投射光。

[0063] 在至少一个示例中,参考图1B和图1C两者,显示组件1-108可以是包括被配置为在第一向前方向上投射光的显示屏幕的前置向前显示组件,并且后置显示屏幕1-122a-b可被配置为在与第一方向相反的第二向后方向上投射光。如上所述,光密封件1-110可被配置为阻挡HMD 1-100外部的光到达用户的眼睛,包括由图1B的前透视图中示出的显示组件1-108的前向显示屏幕投射的光。在至少一个示例中,HMD 1-100还可包括遮挡外壳1-150与后置显示组件1-120a-b之间的第二开口1-154的幕帘1-124。在至少一个示例中,幕帘1-124可以是弹性的或至少部分弹性的。

[0064] 图1B和图1C所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1D至图1F所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1D至图1F所示或所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1B和图1C所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0065] 图1D例示了HMD 1-200的示例的分解图,该HMD包括根据这些零件的模块化和选择性耦接而分离的各个部分或零件。例如,HMD 1-200可包括带1-216,该带可选择性地耦接到第一电子条带1-205a和第二电子条带1-205b。第一固定条带1-205a可包括第一电子部件1-

212a,并且第二固定条带1-205b可包括第二电子部件1-212b。在至少一个示例中,第一和第二条带1-205a-b能够可移除地耦接到显示单元1-202。

[0066] 此外,HMD 1-200可包括被配置为可移除地耦接到显示单元1-202的光密封件1-210。HMD 1-200还可包括透镜1-218,该透镜可例如在包括显示屏幕的第一组件和第二显示组件上可移除地耦接到显示单元1-202。透镜1-218可包括被配置用于矫正视力的定制处方透镜。如所指出的,在图1D的分解视图中示出并且在上文描述的每个零件能够被可移除地联接、附接、重新附接以及更换以更新零件或者为不同的用户换出零件。例如,带诸如带1-216、光密封件诸如光密封件1-210、透镜诸如透镜1-218,以及电子条带诸如电子条带1-205a-b可根据用户而被换出,使得这些部分被定制为贴合并且对应于HMD 1-200的单个用户。

[0067] 图1D所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1B、图1C和图1E至图1F所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1B、图1C和图1E至图1F所示或所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1D所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0068] 图1E例示了HMD的显示单元1-306的示例的分解图。显示单元1-306可包括前显示组件1-308、框架/外壳组件1-350和幕帘组件1-324。显示单元1-306还可包括设置在框架组件1-350与前显示组件1-308之间的传感器组件1-356、逻辑板组件1-358和冷却组件1-360。在至少一个示例中,显示单元1-306还可包括后置显示组件1-320,该后置显示组件包括设置在框架1-350与幕帘组件1-324之间的第一后置显示屏幕1-322a和第二后置显示屏幕1-322b。

[0069] 在至少一个示例中,显示单元1-306还可包括马达组件1-362,该马达组件被配置作为用于调整显示组件1-320的显示屏幕1-322a-b相对于框架1-350的位置的调整机构。在至少一个示例中,显示组件1-320机械地耦接到马达组件1-362,每个显示屏幕1-322a-b具有至少一个马达,使得马达能够平移显示屏幕1-322a-b以匹配用户的眼睛的瞳孔间距。

[0070] 在至少一个示例中,显示单元1-306可包括拨盘或按钮1-328,该拨盘或按钮可相对于框架1-350按压并且可由框架1-350外部的用户访问。按钮1-328可经由控制器电连接到马达组件1-362,使得按钮1-328可由用户操纵以使得马达组件1-362的马达调整显示屏幕1-322a-b的位置。

[0071] 图1E所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1B至图1D和图1F所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1B至图1D和图1F所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1E所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0072] 图1F例示了类似于本文所描述的其他HMD设备的HMD设备的显示单元1-406的另一示例的分解图。显示单元1-406可包括前显示组件1-402、传感器组件1-456、逻辑板组件1-458、冷却组件1-460、框架组件1-450、后置显示组件1-421和幕帘组件1-424。显示单元1-406还可包括马达组件1-462,该马达组件用于调整后置显示组件1-421的第一显示子组件1-420a和第二显示子组件1-420b的位置,包括用于瞳孔间调整的第一相应显示屏幕和第二

相应显示屏幕,如上所述。

[0073] 图1F的分解图所示的各种零件、系统和组件在本文中参考图1B至图1E以及本公开中所参考的后续图更详细地描述。图1F所示的显示单元1-406可与图1B至图1E所示的固定机构组装和集成,该固定机构包括电子条带、带以及包括光密封件、连接组件等的其他部件。

[0074] 图1F所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1B至图1E所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1B至图1E所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1F所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0075] 图1G例示了本文所描述的HMD设备的前盖组件3-100的透视分解图,例如图1G所示的HMD 3-100的前盖组件3-1或本文所示和所描述的任何其他HMD设备。图1G所示的前盖组件3-100可包括透明或半透明盖3-102、护罩3-104(或“遮蓬”)、粘合剂层3-106、包括双凸透镜面板或阵列3-110的显示组件3-108,以及结构装饰件3-112。粘合剂层3-106可将护罩3-104和/或透明盖3-102固定到显示器组件3-108和/或装饰件3-112。装饰件3-112可将前盖组件3-100的各种部件固定到HMD设备的框架或底座。

[0076] 在至少一个示例中,如图1G所示,包括双凸透镜阵列3-110的透明盖3-102、护罩3-104和显示组件3-108可被弯曲以适应用户面部的曲率。透明盖3-102和护罩3-104可在两个或三个维度上弯曲,例如,在Z-X平面内外沿Z方向竖直弯曲,在Z-X平面内外沿X方向水平弯曲。在至少一个示例中,显示组件3-108可包括双凸透镜阵列3-110以及具有像素的显示面板,这些像素被配置为通过护罩3-104和透明盖3-102投射光。显示组件3-108可在至少一个方向(例如,水平方向)上弯曲,以适应用户的面部从面部的一侧(例如,左侧)到另一侧(例如,右侧)的曲率。在至少一个示例中,显示组件3-108的每个层或部件(其将在随后的附图中示出并且更详细地描述,但是其可包括双凸透镜阵列3-110和显示层)可在水平方向上类似地或同心地弯曲以适应用户面部的曲率。

[0077] 在至少一个示例中,护罩3-104可包括透明或半透明材料,显示组件3-108通过该透明或半透明材料投射光。在一个示例中,护罩3-104可包括一个或多个不透明部分,例如在护罩3-104的背面上的不透明墨印刷部分或其他不透明膜部分。当HMD设备被穿戴时,后表面可以是护罩3-104面向用户的眼睛的表面。在至少一个示例中,不透明部分可以在护罩3-104的与后表面相对的前表面上。在至少一个示例中,护罩3-104的一个或多个不透明部分可包括周边部分,该周边部分在视觉上隐藏围绕显示组件3-108的显示屏幕的外周边的任何部件。以这种方式,护罩的不透明部分隐藏了HMD设备的原本会通过透明或半透明盖3-102和/或护罩3-104可见的任何其他部件,包括电子部件、结构部件等。

[0078] 在至少一个示例中,护罩3-104可限定一个或多个孔透明部分3-120,传感器可通过这些孔透明部分发送和接收信号。在一个示例中,部分3-120是孔,传感器可延伸通过该孔或者通过该孔发送和接收信号。在一个示例中,部分3-120是透明部分,或者比护罩的周围半透明或不透明部分更加透明的部分,通过这些部分,传感器可通过护罩并通过透明盖3-102发送和接收信号。在一个示例中,传感器可包括相机、IR传感器、LUX传感器,或HMD设备的任何其他视觉或非视觉环境传感器。

[0079] 图1G所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,本文所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1G所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0080] 图1H例示了HMD设备6-100的示例的分解图。HMD设备6-100可包括传感器阵列或系统6-102,该传感器阵列或系统包括安装到HMD 6-100的一个或多个部件的一个或多个传感器、相机、投影仪等。在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括托架1-338,传感器系统6-102的一个或多个传感器可固定/紧固在该托架上。

[0081] 图1I例示了包括前透明盖6-104和传感器系统6-102的HMD设备6-100的一部分。传感器系统6-102可包括多个不同的传感器、发射器、接收器,包括相机、IR传感器、投影仪等。透明盖6-104被示出在传感器系统6-102的前面,以示出各种传感器和发射器的相对位置以及系统6-102的每个传感器/发射器的取向。如本文所引用,“侧向”、“侧面”、“横向”、“水平”和其他类似术语是指如图1J所示的X轴所指示的取向或方向。术语诸如“竖直”、“向上”、“向下”以及类似术语是指如图1J所示的Z轴所指示的取向或方向。术语诸如“向前”、“向后”、“前向”、“后向”以及类似术语是指如图1J所示的Y轴所指示的取向或方向。

[0082] 在至少一个示例中,透明盖6-104可限定HMD设备6-100的前外表面,并且包括各种传感器及其部件的传感器系统6-102可在Y轴/方向上设置在盖6-104的后面。盖6-104可以是透明的或半透明的,以允许光穿过盖6-104,包括由传感器系统6-102检测到的光和由此发射的光两者。

[0083] 如本文其他地方所述,HMD设备6-100可包括一个或多个控制器,这些控制器包括用于将传感器系统6-102的各种传感器和发射器与一个或多个母板、处理单元和其他电子设备诸如显示屏等电耦接的处理器。此外,如以下将参考其他附图更详细地示出的,传感器系统6-102的各种传感器、发射器和其他部件可被耦接到图1I中未示出的HMD设备6-100的各种结构框架构件、托架等。为了清楚起见,图1I例示了传感器系统6-102的部件与其他部件未附接并且未电耦接。

[0084] 在至少一个示例中,该设备可包括一个或多个控制器,这些控制器具有被配置为执行存储在电耦接到处理器的存储器部件上的指令的处理器。这些指令可包括或使得处理器执行一个或多个算法,这些算法用于随时间的推移随着相机的初始位置、角度或方向由于意外掉落事件或其他事件而发生碰撞或变形来自我校正本文所述的各种相机的角度和位置。

[0085] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括一个或多个场景相机6-106。系统6-102可包括两个场景相机6-102,分别设置在HMD设备6-100的鼻梁或拱形结构的两侧,使得这两个相机6-106中的每一者大致对应于用户在盖6-103后面的左眼和右眼的位置。在至少一个示例中,场景相机6-106通常在Y方向上向前取向以在HMD 6-100的使用期间捕获用户前方的图像。在至少一个示例中,场景相机是彩色相机,并且当使用HMD设备6-100时,提供用于MR视频透传的图像和内容到面向用户的眼睛的显示屏幕。场景相机6-106还可用于环境和对象重建。

[0086] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括通常在Y方向上向前指向的第一深度传感器6-108。在至少一个示例中,第一深度传感器6-108可用于环境和对象重建以及用户

的手部和身体跟踪。在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括沿着HMD设备6-100的宽度(例如,沿着X轴)居中设置的第二深度传感器6-110。例如,第二深度传感器6-110可被设置在中央鼻梁上方或用户穿戴HMD 6-100时鼻子上方的适配结构上。在至少一个示例中,第二深度传感器6-110可用于环境和对象重建以及手部和身体跟踪。在至少一个示例中,第二深度传感器可包括LIDAR传感器。

[0087] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括深度投影仪6-112,该深度投影仪通常面向前以将电磁波(例如,以预先确定的光点图案的形式)投射到用户和/或场景相机6-106的视场中或视场内,或者投射到包括并且超出用户和/或场景相机6-106的视场的视场中或视场内。在至少一个示例中,深度投影仪能够以点光图案的形式投射光的电磁波,这些电磁波从对象反射并回到上述深度传感器中,包括深度传感器6-108、6-110。在至少一个示例中,深度投影仪6-112可用于环境和对象重建以及手部和身体跟踪。

[0088] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括面向下的相机6-114,其视场通常在Z轴上相对于HDM设备6-100指向下。在至少一个示例中,向下相机6-114可如图所示设置在HMD设备6-100的左侧和右侧上并且用于手部和身体跟踪、头戴式耳机跟踪以及面部化身检测和创建以用于在本文其他地方所述的HMD设备6-100的前向显示屏幕上显示用户化身。例如,向下相机6-114可用于捕获HMD设备6-100下方的用户面部的面部表情和移动,包括脸颊、嘴部和下巴。

[0089] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括下颌相机6-116。在至少一个示例中,下颌相机6-116可如图所示设置在HMD设备6-100的左侧和右侧上并且用于手部和身体跟踪、头戴式耳机跟踪以及面部化身检测和创建以用于在本文其他地方所述的HMD设备6-100的前向显示屏幕上显示用户化身。例如,下颌相机6-116可用于捕获HMD设备6-100下方的用户面部的面部表情和移动,包括用户的下颌、脸颊、嘴部和下巴。用于手部和身体跟踪、头戴式耳机跟踪和面部化身

[0090] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括侧相机6-118。侧相机6-118可被取向成在X轴或相对于HMD设备6-100的方向上捕获左侧和右侧视图。在至少一个示例中,侧相机6-118可用于手部和身体跟踪、头戴式耳机跟踪以及面部化身检测和重新创建。

[0091] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括用于在使用期间和/或使用之前确定身份、状态和用户的眼睛的注视方向的多个眼睛跟踪和注视跟踪传感器。在至少一个示例中,眼睛/注视跟踪传感器可包括鼻眼相机6-120,该鼻眼相机被设置在用户的鼻子的任一侧上,并且在穿戴HMD设备6-100时邻近用户的鼻子。眼睛/注视传感器还可包括设置在相应用户眼睛下方的用于捕获眼睛的图像以用于面部化身检测和创建、注视跟踪和虹膜标识功能的底部眼睛相机6-122。

[0092] 在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括红外照明器6-124,该红外照明器从HMD设备6-100向外指向以利用IR光照射外部环境以及其中的任何对象,以便利用传感器系统6-102的一个或多个IR传感器进行IR检测。在至少一个示例中,传感器系统6-102可包括闪烁传感器6-126和环境光传感器6-128。在至少一个示例中,闪烁传感器6-126可检测顶灯光刷新速率以避免显示器闪烁。在一个示例中,红外照明器6-124可包括发光二极管,并且可特别地用于低光环境,以用于在低光中照射用户的手部和其他对象,以便由传感器系统6-102的红外传感器检测。

[0093] 在至少一个示例中,多个传感器(包括场景相机6-106、向下相机6-114、下颌相机6-116、侧相机6-118、深度投影仪6-112和深度传感器6-108、6-110)可与电耦接控制器组合使用,以将深度数据与相机数据组合,用于手部跟踪和用于尺寸确定,以便更好地进行HMD设备6-100的手部跟踪以及对象识别和跟踪功能。在至少一个示例中,在上文描述并在图1I中示出的向下相机6-114、下颌相机6-116和侧相机6-118可以是能够在可见和红外光谱中工作的广角相机。在至少一个示例中,这些相机6-114、6-116、6-118可仅在黑白光检测中工作以简化图像处理并获得灵敏度。

[0094] 图1I所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1J至图1L所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1J至图1L所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1I所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0095] 图1J例示了包括固定到框架6-230的盖或护罩6-204的HMD 6-200的示例的下部透视图。在至少一个示例中,传感器系统6-202的传感器6-203可围绕HDM 6-200的周边设置,使得传感器6-203围绕显示区域或区域6-232的周边向外设置,以便不阻碍对所显示的光的查看。在至少一个示例中,传感器可设置在护罩6-204后面并且与护罩的透明部分对准,从而允许传感器和投影仪允许光来回通过护罩6-204。在至少一个示例中,不透明墨或其他不透明材料或膜/层可围绕显示区域6-232设置在护罩6-204上以将HMD 6-200的部件隐藏在显示区域6-232外部而不是由不透明部分限定的透明部分,传感器和投影仪在操作期间通过该不透明部分发送和接收光和电磁信号。在至少一个示例中,护罩6-204允许光从显示器(例如,在显示区域6-232内)穿过,但不允许光从围绕显示器和护罩6-204的周边的显示区域径向向外穿过。

[0096] 在一些示例中,护罩6-204包括透明部分6-205和不透明部分6-207,如上文和本文其他地方所述。在至少一个示例中,护罩6-204的不透明部分6-207可限定一个或多个透明区域6-209,传感器系统6-202的传感器6-203可通过该透明区域发送和接收信号。在所示的示例中,传感器系统6-202的传感器6-203通过护罩6-204传送和接收信号,或者更具体地通过护罩6-204的不透明部分6-207的透明区域6-209(或由其限定)传送和接收信号,该传感器可包括与图1I的示例中所示的那些相同或类似的传感器,例如深度传感器6-108和6-110、深度投影仪6-112、第一场景相机和第二场景相机6-106、第一向下相机和第二向下相机6-114、第一侧面相机和第二侧面相机6-118以及第一红外照明器和第二红外照明器6-124。这些传感器也在图1K和图1L的示例中示出。其他传感器、传感器类型、传感器数量和它们的相对位置可包括在HMD的一个或多个其他示例中。

[0097] 图1J所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1I和图1K至图1L所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1I和图1K至图1L所示或所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1J所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0098] 图1K例示了HMD设备6-300的示例的一部分的正视图,包括显示器6-334、托架6-336、6-338以及框架或外壳6-330。图1K所示的示例不包括前盖或护罩以便例示托架6-336、

6-338。例如,图1J所示的护罩6-204包括不透明部分6-207,该不透明部分将在视觉上覆盖/阻挡对显示器/显示区域6-334外部(例如,径向地/外围外部)的任何事物的查看,包括传感器6-303和托架6-338。

[0099] 在至少一个示例中,传感器系统6-302的各种传感器耦接到托架6-336、6-338。在至少一个示例中,场景相机6-306包括相对于彼此的角度的严格公差。例如,两个场景相机6-306之间的安装角度的公差可以是0.5度或更小,例如0.3度或更小。为了实现和保持这种严格公差,在一个示例中,场景相机6-306可安装到托架6-338而不是护罩。托架可包括悬臂,场景相机6-306以及传感器系统6-302的其他传感器可安装在该悬臂上,以在由用户导致其他托架6-226、外壳6-330和/或护罩的任何变形的掉落事件的情况下保持位置和取向不变。

[0100] 图1K所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1I至图1J和图1L所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1I至图1J和图1L所示或所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1K所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0101] 图1L例示了包括前显示器/盖组件6-404和传感器系统6-402的HMD 6-400的示例的底视图。传感器系统6-402可类似于上文和本文其他地方所描述的其他传感器系统,包括参考图1I至图1K所描述的。在至少一个示例中,下颌相机6-416可面向下以捕获用户的下部面部特征的图像。在一个示例中,下颌相机6-416可直接耦接到框架或外壳6-430或者一个或多个内部托架,这些内部托架直接耦接到所示的框架或外壳6-430。框架或外壳6-430可包括一个或多个孔/开口6-415,下颌相机6-416可通过这些孔/开口发送和接收信号。

[0102] 图1L所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1I至图1K所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1I至图1K所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1L所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0103] 图1M例示了瞳孔间距(IPD)调整系统11.1.1-102的后透视图,该IPD调整系统包括可滑动地接合/耦接到左和右调整子系统11.1.1-106a-b的相应导杆11.1.1-108a-b和马达11.1.1-110a-b的第一和第二光学模块11.1.1-104a-b。IPD调整系统11.1.1-102可耦接到托架11.1.1-112,并且包括与马达11.1.1-110a-b电连通的按钮11.1.1-114。在至少一个示例中,按钮11.1.1-114可经由处理器或其他电路部件与第一和第二马达11.1.1-110a-b电连通,以使得第一和第二马达11.1.1-110a-b激活并且分别使得第一和第二光学模块11.1.1-104a-b相对于彼此改变位置。

[0104] 在至少一个示例中,第一和第二光学模块11.1.1-104a-b可包括相应的显示屏幕,这些显示屏幕被配置为在穿戴HMD 11.1.1-100时朝向用户的眼睛投射光。在至少一个示例中,用户可操纵(例如,按压和/或旋转)按钮11.1.1-114以激活光学模块11.1.1-104a-b的位置调整以匹配用户眼睛的瞳孔间距。光学模块11.1.1-104a-b还可包括用于成像和测量用户的IPD的一个或多个相机或其他传感器/传感器系统,使得光学模块11.1.1-104a-b可被调整以匹配IPD。

[0105] 在一个示例中,用户可操纵按钮11.1.1-114以引起第一和第二光学模块11.1.1-104a-b的自动位置调整。在一个示例中,用户可操纵按钮11.1.1-114以引起手动调整,使得光学模块11.1.1-104a-b移动得更远或更近(例如当用户以一种方式或另一种方式旋转按钮11.1.1-114时),直到用户在视觉上匹配她/他自己的IPD。在一个示例中,手动调整经由一个或多个电路以电子方式进行通信,并且用于经由马达11.1.1-110a-b移动光学模块11.1.1-104a-b的电力由电源提供。在一个示例中,经由操纵按钮11.1.1-114的光学模块11.1.1-104a-b的调整和移动经由移动按钮11.1.1-114被机械地致动。

[0106] 图1M所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在任何其他附图所示和本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考任何其他附图所示或所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1M所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0107] 图1N例示了HMD 11.1.2-100的一部分的前透视图,包括限定第一孔11.1.2-106a和第二孔11.1.2-106b的外部结构框架11.1.2-102和内部或中间结构框架11.1.2-104。孔11.1.2-106a-b在图1N中以虚线示出,因为孔11.1.2-106a-b的视图可能被HMD 11.1.2-100的耦接到内部框架11.1.2-104和/或外部框架11.1.2-102的一个或多个其他部件阻挡,如图所示。在至少一个示例中,HMD 11.1.2-100可包括耦接到内部框架11.1.2-104的第一安装托架11.1.2-108。在至少一个示例中,安装托架11.1.2-108在第一和第二孔11.1.2-106a-b之间耦接到内部框架11.1.2-104。

[0108] 安装托架11.1.2-108可包括耦接到内部框架11.1.2-104的中间或中心部分11.1.2-109。在一些示例中,中间或中心部分11.1.2-109可以不是托架11.1.2-108的几何中间或中心。相反,中间/中心部分11.1.2-109可设置在远离中间部分11.1.2-109延伸的第一悬臂式延伸臂和第二悬臂式延伸臂之间。在至少一个示例中,安装托架108包括第一悬臂11.1.2-112和第二悬臂11.1.2-114,这些悬臂远离耦接到内部框架11.1.2-104的安装托架11.1.2-108的中间部分11.1.2-109延伸。

[0109] 如图1N所示,外部框架11.1.2-102可在其下侧限定弯曲几何形状,以在用户穿戴HMD 11.1.2-100时适应用户的鼻子。弯曲几何形状可被称为鼻梁11.1.2-111并且如图所示居中地位于HMD 11.1.2-100的下侧上。在至少一个示例中,安装托架11.1.2-108可在孔11.1.2-106a-b之间连接到内部框架11.1.2-104,使得悬臂11.1.2-112、11.1.2-114远离中间部分11.1.2-109向下并且横向向外延伸以与外部框架11.1.2-102的鼻架11.1.2-111几何形状互补。以这种方式,安装托架11.1.2-108被配置为适应用户的鼻子,如上所述。鼻梁11.1.2-111的几何形状适应鼻子,因为鼻梁11.1.2-111提供了符合用户鼻子的形状的曲率,从上方、上面和周围提供舒适的贴合度。

[0110] 第一悬臂11.1.2-112可在第一方向上延伸远离安装托架11.1.2-108的中间部分11.1.2-109,并且第二悬臂11.1.2-114可在与第一方向相反的第二方向上延伸远离安装托架11.1.2-10的中间部分11.1.2-109。第一悬臂11.1.2-112和第二悬臂11.1.2-114被称为“悬臂式”或“悬臂”臂,因为每个臂11.1.2-112、11.1.2-114分别包括自由远端11.1.2-116、11.1.2-118,这些自由远端不与内部框架11.1.2-102和外部框架11.1.2-104附连。以这种方式,臂11.1.2-112、11.1.2-114从中间部分11.1.2-109悬伸,该中间部分可连接到内部框

架11.1.2-104,而远端11.1.2-102、11.1.2-104未附接。

[0111] 在至少一个示例中,HMD 11.1.2-100可包括耦接到安装托架11.1.2-108的一个或多个部件。在一个示例中,部件包括多个传感器11.1.2-110a-f。多个传感器11.1.2-110a-f中的每个传感器可包括各种类型的传感器,包括相机、IR传感器等。在一些示例中,传感器11.1.2-110a-f中的一个或多个传感器可用于三维空间中的对象识别,使得维持多个传感器11.1.2-110a-f中的两个或更多个传感器的精确相对位置是重要的。安装托架11.1.2-108的悬臂性质可保护传感器11.1.2-110a-f在因用户意外掉落的情况下免受损坏和改变位置。因为传感器11.1.2-110a-f悬挑在安装托架11.1.2-108的臂11.1.2-112、11.1.2-114上,因此内部框架和/或外部框架11.1.2-104、11.1.2-102的应力和变形不被传递到悬臂11.1.2-112、11.1.2-114,并且因此不会影响耦接/安装到安装托架11.1.2-108的传感器11.1.2-110a-f的相对位置。

[0112] 图1N所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在本文所描述的设备、特征部、部件的任何其他示例中。同样,本文所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1N所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0113] 图10例示了用于电子设备(诸如HMD,包括本文所描述的HDM设备)中的光学模块11.3.2-100的示例。如本文所述的一个或多个其他示例所示,光学模块11.3.2-100可以是HMD内的两个光学模块中的一者,其中每个光学模块被对准以朝向用户的眼睛投射光。以这种方式,第一光学模块可经由显示屏幕向用户的第一只眼睛投射光,并且同一设备的第二光学模块可经由另一显示屏幕向用户的第二只眼睛投射光。

[0114] 在至少一个示例中,光学模块11.3.2-100可包括光学框架或外壳11.3.2-102,其也可被称为筒或光学模块筒。光学模块11.3.2-100还可包括耦接到外壳11.3.2-102的显示器11.3.2-104,该显示器包括一个或多个显示屏幕。显示器11.3.2-104可耦接到外壳11.3.2-102,使得显示器11.3.2-104被配置为在使用期间穿戴显示模块11.3.2-100所属的HMD时朝向用户的眼睛投射光。在至少一个示例中,外壳11.3.2-102可围绕显示器11.3.2-104并且提供用于耦接本文所述的光学模块的其他部件的连接特征部。

[0115] 在一个示例中,光学模块11.3.2-100可包括耦接到外壳11.3.2-102的一个或多个相机11.3.2-106。相机11.3.2-106可相对于显示器11.3.2-104和外壳11.3.2-102定位,使得相机11.3.2-106被配置为在使用期间捕获用户的眼睛的一个或多个图像。在至少一个示例中,光学模块11.3.2-100还可包括围绕显示器11.3.2-104的灯条带11.3.2-108。在一个示例中,灯条带11.3.2-108设置在显示器11.3.2-104与相机11.3.2-106之间。灯条带11.3.2-108可包括多个灯11.3.2-110。该多个灯可包括一个或多个发光二极管(LED)或被配置为在穿戴HMD时朝向用户的眼睛投射光的其他灯。灯条带11.3.2-108中的各个灯11.3.2-110可围绕灯条带11.3.2-108间隔开,并且因此在灯条带11.3.2-108上和显示器11.3.2-104周围的各个位置处围绕显示器11.3.2-104均匀地或不均匀地间隔开。

[0116] 在至少一个示例中,外壳11.3.2-102限定了查看开口11.3.2-101,当穿戴HMD设备时,用户可通过该查看开口查看显示器11.3.2-104。在至少一个示例中,这些LED被配置和布置成通过查看开口11.3.2-101将光发射到用户的眼睛上。在一个示例中,相机11.3.2-106被配置为通过查看开口11.3.2-101捕获用户的眼睛的一个或多个图像。

[0117] 如上所述,图10所示的光学模块11.3.2-100的部件和特征部中的每一者都可在与HMD一起设置的另一(例如,第二)光学模块中复制,从而与用户的另一只眼睛交互(例如,投射光和捕获图像)。

[0118] 图10所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1P所示或本文以其他方式所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,参考图1P或本文以其他方式所示或所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图10所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0119] 图1P例示了光学模块11.3.2-200的示例的截面图,包括外壳11.3.2-202、耦接到外壳11.3.2-202的显示组件11.3.2-204以及耦接到外壳11.3.2-202的透镜11.3.2-216。在至少一个示例中,外壳11.3.2-202限定了第一孔或通道11.3.2-212和第二孔或通道11.3.2-214。通道11.3.2-212、11.3.2-214可被配置为可滑动地接合HMD设备的相应轨道或导杆,以允许光学模块11.3.2-200相对于用户的眼睛调整位置,以匹配用户的瞳孔间距(IPD)。外壳11.3.2-202能够可滑动地接合导杆以将光学模块11.3.2-200固定在HMD内的适当位置。

[0120] 在至少一个示例中,光学模块11.3.2-200还可包括耦接到外壳11.3.2-202并且当穿戴HMD时设置在显示组件11.3.2-204与用户的眼睛之间的透镜11.3.2-216。透镜11.3.2-216可被配置为将光从显示组件11.3.2-204引导到用户的眼睛。在至少一个示例中,透镜11.3.2-216可以是透镜组件的一部分,包括可移除地附接到光学模块11.3.2-200的矫正透镜。在至少一个示例中,透镜11.3.2-216设置在灯条带11.3.2-208和一个或多个眼睛跟踪相机11.3.2-206上方,使得相机11.3.2-206被配置为通过透镜11.3.2-216捕获用户的眼睛的图像,并且灯条带11.3.2-208包括被配置为在使用期间通过透镜11.3.2-216将光投射到用户的眼睛的灯。

[0121] 图1P所示的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在本文所描述的设备、特征部、部件和零件的任何其他示例中。同样,本文所示和所描述的特征部、部件和/或零件中的任一者(包括其布置和配置)可单独地或以任何组合方式包括在图1P所示的设备、特征部、部件和零件的示例中。

[0122] 图2是根据一些实施方案的控制器110的示例的框图。尽管示出了一些具体特征,但本领域的技术人员将从本公开中认识到,为简洁起见并且为了不使本文所公开的实施方案的更多相关方面晦涩难懂,未示出各种其他特征。为此,作为非限制性示例,在一些实施方案中,控制器110包括一个或多个处理单元202(例如,微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、图形处理单元(GPU)、中央处理单元(CPU)、处理内核等)、一个或多个输入/输出(I/O)设备206、一个或多个通信接口208(例如,通用串行总线(USB)、FIREWIRE、THUNDERBOLT、IEEE 802.3x、IEEE 802.11x、IEEE 802.16x、全球移动通信系统(GSM)、码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、全球定位系统(GPS)、红外(IR)、蓝牙、ZIGBEE以及/或者类似类型的接口)、一个或多个编程(例如,I/O)接口210、存储器220以及用于互连这些部件和各种其他部件的一条或多条通信总线204。

[0123] 在一些实施方案中,一条或多条通信总线204包括互连和控制系统部件之间的通信的电路。在一些实施方案中,一个或多个I/O设备206包括键盘、鼠标、触摸板、操纵杆、一

个或多个麦克风、一个或多个扬声器、一个或多个图像传感器、一个或多个显示器等中的至少一种。

[0124] 存储器220包括高速随机存取存储器,诸如动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、双倍数据速率随机存取存储器(DDR RAM)或者其他随机存取固态存储器设备。在一些实施方案中,存储器220包括非易失性存储器,诸如一个或多个磁盘存储设备、光盘存储设备、闪存存储器设备或其他非易失性固态存储设备。存储器220任选地包括远离一个或多个处理单元202定位的一个或多个存储设备。存储器220包括非暂态计算机可读存储介质。在一些实施方案中,存储器220或者存储器220的非暂态计算机可读存储介质存储下述程序、模块和数据结构或者它们的子集,其中包括任选的操作系统230和XR体验模块240。

[0125] 操作系统230包括用于处理各种基础系统服务和用于执行硬件相关任务的指令。在一些实施方案中,XR体验模块240被配置为管理和协调一个或多个用户的单重或多重XR体验(例如,一个或多个用户的单重XR体验,或一个或多个用户的相应群组的多重XR体验)。为此,在各种实施方案中,XR体验模块240包括数据获取单元241、跟踪单元242、协调单元246和数据发送单元248。

[0126] 在一些实施方案中,数据获取单元241被配置为从图1A的至少显示生成部件120,以及任选地从输入设备125、输出设备155、传感器190和/或外围设备195中的一者或多者获取数据(例如,呈现数据、交互数据、传感器数据、位置数据等)。为此,在各种实施方案中,数据获取单元241包括指令和/或用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。

[0127] 在一些实施方案中,跟踪单元242被配置为映射场景105,并且跟踪至少显示生成部件120相对于图1A场景105的定位/位置,以及任选地跟踪输入设备125、输出设备155、传感器190和/或外围设备195中的一者或多者的位置。为此,在各种实施方案中,跟踪单元242包括指令和/或用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。在一些实施方案中,跟踪单元242包括手部跟踪单元244和/或眼睛跟踪单元243。在一些实施方案中,手部跟踪单元244被配置为跟踪用户的手部的一个或多个部分的定位/位置,以及/或者用户的手部的一个或多个部分相对于图1A的场景105的、相对于显示生成部件120和/或相对于坐标系(该坐标系是相对于用户的手部定义的)的运动。下文相对于图4更详细地描述了手部跟踪单元244。在一些实施方案中,眼睛跟踪单元243被配置为跟踪用户注视(或更广泛地,用户的眼睛、面部或头部)相对于场景105(例如,相对于物理环境和/或相对于用户(例如,用户的手))或相对于经由显示生成部件120显示的XR内容的定位或移动。下文相对于图5更详细地描述了眼睛跟踪单元243。

[0128] 在一些实施方案中,协调单元246被配置为管理和协调由显示生成部件120,以及任选地由输出设备155和/或外围装设备195中的一者或多者呈现给用户的XR体验。出于该目的,在各种实施方案中,协调单元246包括指令和/或用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。

[0129] 在一些实施方案中,数据发送单元248被配置为将数据(例如,呈现数据、位置数据等)发送到至少显示生成部件120,并且任选地发送到输入设备125、输出设备155、传感器190和/或外围设备195中的一者或多者。出于该目的,在各种实施方案中,数据发送单元248包括指令和/或用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。

[0130] 尽管数据获取单元241、跟踪单元242(例如,包括眼睛跟踪单元243和手部跟踪单元244)、协调单元246和数据发送单元248被示为驻留在单个设备(例如,控制器110)上,但应当理解,在其他实施方案中,数据获取单元241、跟踪单元242(例如,包括眼睛跟踪单元243和手部跟踪单元244)、协调单元246和数据发送单元248的任何组合可以位于单独计算设备中。

[0131] 此外,图2更多地用作可以存在于特定具体实施中的各种特征的功能描述,与本文所述的实施方案的结构示意图不同。如本领域的普通技术人员将认识到的,单独显示的项目可以组合,并且一些项目可以分开。例如,图2中单独示出的一些功能模块可在单个模块中实现,并且单个功能块的各种功能可在各种实施方案中通过一个或多个功能块来实现。模块的实际数量和特定功能的划分以及如何在其中分配特征将根据具体实施而变化,并且在一些实施方案中,部分地取决于为特定具体实施选择的硬件、软件和/或固件的特定组合。

[0132] 图3是根据一些实施方案的显示生成部件120的示例的框图。尽管示出了一些具体特征,但本领域的技术人员将从本公开中认识到,为简洁起见并且为了不使本文所公开的实施方案的更多相关方面晦涩难懂,未示出各种其他特征。出于该目的,作为非限制性示例,在一些实施方案中,显示生成部件120(例如,HMD)包括一个或多个处理单元302(例如,微处理器、ASIC、FPGA、GPU、CPU、处理核心等)、一个或多个输入/输出(I/O)设备和传感器306、一个或多个通信接口308(例如,USB、FIREWIRE、THUNDERBOLT、IEEE 802.3x、IEEE 802.11x、IEEE 802.16x、GSM、CDMA、TDMA、GPS、IR、蓝牙、ZIGBEE以及/或者类似类型的接口)、一个或多个编程(例如,I/O)接口310、一个或多个XR显示器312、一个或多个任选的面向内部并且/或者面向外部的图像传感器314、存储器320以及用于互连这些部件和各种其他部件的一条或多条通信总线304。

[0133] 在一些实施方案中,一条或多条通信总线304包括用于互连和控制各系统部件之间的通信的电路。在一些实施方案中,一个或多个I/O设备和传感器306包括惯性测量单元(IMU)、加速度计、陀螺仪、温度计、一个或多个生理传感器(例如,血压监测仪、心率监测仪、血液氧传感器、血糖传感器等)、一个或多个传声器、一个或多个扬声器、触觉引擎以及/或者一个或多个深度传感器(例如,结构光、飞行时间等)等。

[0134] 在一些实施方案中,一个或多个XR显示器312被配置为向用户提供XR体验。在一些实施方案中,一个或多个XR显示器312对应于全息、数字光处理(DLP)、液晶显示器(LCD)、硅上液晶(LCoS)、有机发光场效应晶体管(OLET)、有机发光二极管(OLED)、表面传导电子发射显示器(SED)、场发射显示器(FED)、量子点发光二极管(QD-LED)、微机电系统(MEMS)以及/或者类似的显示器类型。在一些实施方案中,一个或多个XR显示器312对应于衍射、反射、偏振、全息等波导显示器。例如,显示生成部件120(例如,HMD)包括单个XR显示器。在另一示例中,显示生成部件120包括针对用户的每只眼睛的XR显示器。在一些实施方案中,一个或多个XR显示器312能够呈现MR和VR内容。在一些实施方案中,一个或多个XR显示器312能够呈现MR或VR内容。

[0135] 在一些实施方案中,一个或多个图像传感器314被配置为获取与用户面部的包括用户的眼睛的至少一部分对应的图像数据(并且可被称为眼睛跟踪相机)。在一些实施方案中,一个或多个图像传感器314被配置为获取与用户的手以及任选地用户的手臂的至少一

部分对应的图像数据(并且可被称为手部跟踪相机)。在一些实施方案中,一个或多个图像传感器314被配置为面向前方,以便获取与在不存在显示生成部件120(例如,HMD)的情况下用户将会看到的场景对应的图像数据(并且可被称为场景相机)。一个或多个任选的图像传感器314可包括一个或多个RGB相机(例如,具有互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器或电荷耦合器件(CCD)图像传感器)、一个或多个红外(IR)相机和/或一个或多个基于事件的相机等。

[0136] 存储器320包括高速随机存取存储器,诸如DRAM、SRAM、DDR RAM或其他随机存取固态存储器设备。在一些实施方案中,存储器320包括非易失性存储器,诸如一个或多个磁盘存储设备、光盘存储设备、闪存存储器设备或其他非易失性固态存储设备。存储器320任选地包括远离一个或多个处理单元302定位的一个或多个存储设备。存储器320包括非暂态计算机可读存储介质。在一些实施方案中,存储器320或者存储器320的非暂态计算机可读存储介质存储下述程序、模块和数据结构或者它们的子集,其中包括任选的操作系统330和XR呈现模块340。

[0137] 操作系统330包括用于处理各种基础系统服务和用于执行硬件相关任务的过程。在一些实施方案中,XR呈现模块340被配置为经由一个或多个XR显示器312向用户呈现XR内容。为此,在各种实施方案中,XR呈现模块340包括数据获取单元342、XR呈现单元344、XR映射生成单元346和数据发送单元348。

[0138] 在一些实施方案中,数据获取单元342被配置为至少从图1A的控制器110获取数据(例如,呈现数据、交互数据、传感器数据、定位数据等)。出于所述目的,在各种实施方案中,数据获取单元342包括指令以及/或者用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。

[0139] 在一些实施方案中,XR呈现单元344被配置为经由一个或多个XR显示器312呈现XR内容。出于所述目的,在各种实施方案中,XR呈现单元344包括指令以及/或者用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。

[0140] 在一些实施方案中,XR映射生成单元346被配置为基于媒体内容数据生成XR图(例如,混合现实场景的3D图或可以在其中放置计算机生成对象以生成扩展现实的物理环境的图)。出于所述目的,在各种实施方案中,XR映射生成单元346包括指令以及/或者用于该指令的逻辑以及启发法和用于该启发法的元数据。

[0141] 在一些实施方案中,数据发送单元348被配置为将数据(例如,呈现数据、位置数据等)发送到至少控制器110,以及任选地输入设备125、输出设备155、传感器190和/或外围设备195中的一者或多者。出于所述目的,在各种实施方案中,数据发送单元348包括指令以及/或者用于指令的逻辑以及启发法和用于启发法的元数据。

[0142] 尽管数据获取单元342、XR呈现单元344、XR映射生成单元346和数据传输单元348被示出为驻留在单个设备(例如,图1A的显示生成部件120)上,但应当理解,在其他实施方案中,数据获取单元342、XR呈现单元344、XR映射生成单元346和数据传输单元348的任何组合可位于单独计算设备中。

[0143] 此外,图3更多地用作可能存在于特定实施方案中的各种特征的功能描述,与本文所述的实施方案的结构示意图不同。如本领域的普通技术人员将认识到的,单独显示的项目可以组合,并且一些项目可以分开。例如,图3中单独示出的一些功能模块可在单个模块中实现,并且单个功能块的各种功能可在各种实施方案中通过一个或多个功能块来实现。

模块的实际数量和特定功能的划分以及如何在其中分配特征将根据具体实施而变化,并且在一些实施方案中,部分地取决于为特定具体实施选择的硬件、软件和/或固件的特定组合。

[0144] 图4是手部跟踪设备140的示例实施方案的示意性图解。在一些实施方案中,手部跟踪设备140(图1A)由手部跟踪单元244控制(图2)来跟踪用户的手部的一个或多个部分的定位/位置,和/或用户的手部的一个或多个部分相对于图1的场景105(例如,相对于用户周围的物理环境的一部分、相对于显示生成部件120,或者相对于用户的一部分(例如,用户的面部、眼睛或头部),和/或相对于坐标系(该坐标系是相对于用户的手部定义的))的运动。在一些实施方案中,手部跟踪设备140是显示生成部件120的一部分(例如,嵌入头戴式设备中或附接到头戴式设备)。在一些实施方案中,手部跟踪设备140与显示生成部件120分开(例如,位于单独的外壳中或者附接到单独的物理支撑结构)。

[0145] 在一些实施方案中,手部跟踪设备140包括捕获至少包括人类用户的手406的三维场景信息的图像传感器404(例如,一个或多个IR相机、3D相机、深度相机和/或彩色相机等)。图像传感器404以足够的分辨率捕获手图像,以使手指及其相应定位能够被区分。图像传感器404通常捕获用户身体的其他部分、还或可能捕获身体的所有部分的图像,并且可以具有缩放能力或具有增大放大率的专用传感器以用期望分辨率捕获手的图像。在一些实施方案中,图像传感器404还捕获手406的2D彩色视频图像和场景的其他元素。在一些实施方案中,图像传感器404与其他图像传感器结合使用以捕获场景105的物理环境,或者用作捕获场景105的物理环境的图像传感器。在一些实施方案中,以将图像传感器404或其一部分的视场用于限定交互空间的方式相对于用户或用户的环境定位图像传感器,在该交互空间中,由图像传感器捕获的手移动被视为到控制器110的输入。

[0146] 在一些实施方案中,图像传感器404将包含3D图数据(以及此外,可能的彩色图像数据)的帧序列输出到控制器110,该控制器从该图数据提取高级信息。该高级信息通常经由应用程序接口(API)提供给在控制器上运行的应用,该应用相应地驱动显示生成部件120。例如,用户可以通过移动他的手406并改变他的手位姿来与在控制器110上运行的软件交互。

[0147] 在一些实施方案中,图像传感器404将斑点图案投影到包含手406的场景上并且捕获所投影图案的图像。在一些实施方案中,控制器110基于图案中斑点的横向偏移来通过三角测量计算场景中的点(包括用户的手的表面上的点)的3D坐标。这种方法是有利的,因为该方法不需要用户握持或穿戴任何种类的信标、传感器或其他标记。该方法给出了场景中的点在距图像传感器404的特定距离处相对于预先确定的参考平面的深度坐标。在本公开中,假设图像传感器404限定x轴、y轴、z轴的正交集合,使得场景中的点的深度坐标对应于由图像传感器测量的z分量。替代地,图像传感器404(例如,手部跟踪设备)可基于单个或多个相机或其他类型的传感器而使用其他3D映射方法,诸如立体成像或飞行时间测量。

[0148] 在一些实施方案中,手部跟踪设备140在用户移动他的手(例如,整个手或一根或多根手指)时捕获并处理包含用户的手的深度图的时间序列。在图像传感器404和/或控制器110中的处理器上运行的软件处理3D图数据以提取这些深度图中手的图像块描述符。软件可基于先前的学习过程将这些描述符与存储在数据库408中的图像块描述符匹配,以便估计每个帧中手的位姿。位姿通常包括用户的手关节和手指尖端的3D位置。

[0149] 软件还可以分析手和/或手指在序列中的多个帧上的轨迹以标识手势。本文所述的位姿估计功能可以与运动跟踪功能交替,使得每两个(或更多个)帧仅执行一次基于图像块的位姿估计,而跟踪用于找到在剩余帧上发生的位姿的变化。经由上述API向在控制器110上运行的应用程序提供位姿、运动和手势信息。该程序可以例如响应于位姿和/或手势信息而移动和修改呈现在显示生成部件120上的图像,或者执行其他功能。

[0150] 在一些实施方案中,手势包括空中手势。空中手势是在用户不触碰作为设备(例如,计算机系统101、一个或多个输入设备125和/或手部跟踪设备140)的一部分的输入元件(或独立于作为设备的一部分的输入元件)的情况下检测到的并且基于检测到的用户身体的一部分(例如,头部、一个或多个手臂、一只或多只手部、一根或多根手指和/或一条或多条腿)穿过空中的运动(包括用户的身体相对于绝对参考的运动(例如,用户的手臂相对于地面的角度或用户的手部相对于地面的距离)、相对于用户身体的另一部分的运动(例如,用户的手部相对于用户的肩部的移动、用户的一只手相对于用户的另一只手的移动、和/或用户的手指相对于用户的另一手指或手部的一部分的移动)、和/或用户身体的一部分的绝对运动(例如,包括手部以预先确定位姿将移动预定量和/或速度的轻击手势、或包括用户身体的一部分的预定速度或旋转量的摇动手势))的手势。

[0151] 在一些实施方案中,根据一些实施方案,在本文所述的各种示例和实施方案中使用的输入手势包括通过用户的手指相对于用户的手部的其他手指或部分的移动执行的用于与XR环境(例如,虚拟或混合现实环境)交互的空中手势。在一些实施方案中,空中手势是在用户不触碰作为设备的一部分的输入元件(或独立于作为设备的一部分的输入元件)的情况下检测到的并且基于所检测到的用户身体的一部分穿过空中的运动(包括用户的身体相对于绝对参考的运动(例如,用户的手臂相对于地面的角度或用户的手部相对于地面的距离)、相对于用户身体的另一部分的运动(例如,用户的手部相对于用户的肩部的移动、用户的一只手相对于用户的另一只手的移动、和/或用户的手指相对于用户的另一手指或手部的一部分的移动)、和/或用户身体的一部分的绝对运动(例如,包括手部以预先确定位姿将移动预定量和/或速度的轻击手势、或包括用户身体的一部分的预定速度或旋转量的摇动手势))的手势。

[0152] 在输入手势是空中手势的一些实施方案中(例如,在不存在与输入设备的物理接触的情况下,该输入设备向计算机系统提供关于哪个用户界面元素是用户输入的目标的信息,诸如与显示在触摸屏上的用户界面元素的接触、或与鼠标或触控板的接触以将光标移动到用户界面元素),手势考虑用户的注意力(例如,注视)以确定用户输入的目标(例如,对于直接输入,如下所述)。因此,在涉及空中手势的实施方案中,例如,输入手势与用户的手指和/或手的移动组合(例如,同时)检测到朝向用户界面元素的注意力(例如,注视)以执行捏合和/或轻击输入,如下所述。

[0153] 在一些实施方案中,直接或间接地参考用户界面对象来执行指向用户界面对象的输入手势。例如,根据用用户的手部在与三维环境中的用户界面对象的定位相对应的定位(例如,如基于用户的当前视点所确定的)处执行输入,直接在用户界面对象上执行用户输入。在一些实施方案中,在检测到用户对用户界面对象的注意力(例如,注视)时,根据在用户执行输入手势的同时用户的手部的定位不在与用户界面对象在三维环境中的定位相对应的该定位处,在用户界面对象上间接执行输入手势。例如,对于直接输入手势,用户能够

通过在与用户界面对象的显示定位相对应的定位处或附近(例如,从选项的外边缘或选项的中心部分测量的0.5cm、1cm、5cm内或0至5cm之间的距离内)发起手势来将用户的输入引导至用户界面对象。对于间接输入手势,用户能够通过关注用户界面对象(例如,通过注视用户界面对象)来将用户的输入引导至用户界面对象,并且在关注选项的同时,用户发起输入手势(例如,在计算机系统可检测到的任何定位处)(例如,在不对应于用户界面对象的显示定位的定位处)。

[0154] 在一些实施方案中,根据一些实施方案,在本文所述的各种示例和实施方案中使用的输入手势(例如,空中手势)包括捏合输入和轻击输入,以用于与虚拟或混合现实环境交互。例如,下文所述的捏合输入和轻击输入被执行为空中手势。

[0155] 在一些实施方案中,捏合输入是空中手势的一部分,该空中手势包括以下各项中的一项或多项:捏合手势、长捏合手势、捏合并拖动手势或双捏合手势。例如,作为空中手势的捏合手势包括手部的两个或更多个手指的移动以彼此接触,即,任选地,随后是彼此立即(例如,在0至1秒内)中断接触。作为空中手势的长捏合手势包括在检测到彼此接触的中断之前手部的两个或更多个手指彼此接触至少阈值时间量(例如,至少1秒)的移动。例如,长捏合手势包括用户保持捏合手势(例如,其中两个或更多个手指进行接触),并且长捏合手势继续直到检测到两个或更多个手指之间的接触中断为止。在一些实施方案中,作为空中手势的双捏合手势包括彼此立即(例如,在预定义时间段内)连续检测到的两个(例如,或更多个)捏合输入(例如,由同一手部执行)。例如,用户执行第一捏合输入(例如,捏合输入或长捏合输入),释放第一捏合输入(例如,中断两个或更多个手指之间的接触),并且在释放第一捏合输入之后的预定义时间段内(例如,在1秒内或在2秒内)执行第二捏合输入。

[0156] 在一些实施方案中,作为空中手势的捏合并拖动手势包括与将用户的手部的位置从第一位置(例如,拖动的开始位置)改变到第二位置(例如,拖动的结束位置)的拖动输入结合(例如,跟随)执行的捏合手势(例如,捏合手势或长捏合手势)。在一些实施方案中,用户在执行拖动输入的同时保持捏合手势,并且释放捏合手势(例如,打开他们的两个或更多个手指)以结束拖动手势(例如,在第二位置处)。在一些实施方案中,捏合输入和拖动输入由同一手部执行(例如,用户捏合两个或更多个手指以彼此接触并且利用拖动手势将同一手部移动到空中的第二位置)。在一些实施方案中,由用户的第一手部执行捏合输入,并且由用户的第二手部执行拖动输入(例如,在用户用用户的第一手部继续捏合输入的同时,用户的第二手部在空中从第一位置移动到第二位置。在一些实施方案中,作为空中手势的输入手势包括使用用户的两只手部执行的输入(例如,捏合和/或轻击输入)。例如,输入手势包括彼此结合(例如,并发地或在预定义时间段内)执行的两个(例如,或更多个)捏合输入。例如,使用用户的第一手部执行第一捏合手势(例如,捏合输入、长捏合输入或捏合并拖动输入),并且结合使用第一手部执行捏合输入,使用另一手部(例如,用户两只手部中的第二手部)执行第二捏合输入。

[0157] 在一些实施方案中,作为空中手势执行的轻击输入(例如,指向用户界面元素)包括用户的手指朝向用户界面元素的移动、用户的手部朝向用户界面元素的移动(任选地,用户的手指朝向用户界面元素延伸)、用户的手指的向下运动(例如,模仿鼠标点击运动或触摸屏上的轻击)、或用户的手部的其他预定义移动。在一些实施方案中,基于执行手指或手部的轻击手势移动的手指或手部的移动特性来检测作为空中手势执行的轻击输入,该轻击

手势移动是手指或手部远离用户的视点和/或朝向作为轻击输入的目标的对象,随后是移动的结束。在一些实施方案中,基于执行轻击手势的手指或手部的移动特性的变化来检测移动的结束(例如,远离用户的视点和/或朝向作为轻击输入的目标的对象的移动的结束、手指或手部的移动方向的反转和/或手指或手部的移动的加速方向的反转)。

[0158] 在一些实施方案中,基于对指向三维环境的一部分的注视的检测来确定用户的注意力指向三维环境的该部分(任选地,不需要其他条件)。在一些实施方案中,基于利用一个或多个附加条件检测到指向三维环境的一部分的注视来确定用户的注意力指向三维环境的该部分,附加条件诸如要求注视指向三维环境的该部分达至少阈值持续时间(例如,停留持续时间)和/或要求注视在用户的视点在距三维环境的该部分的距离阈值内时指向三维环境的该部分,以便设备确定用户的注意力指向三维环境的该部分,其中如果这些附加条件中的一者未满足,则设备确定注意力未指向注视指向的三维环境的该部分(例如,直到满足该一个或多个附加条件)。

[0159] 在一些实施方案中,用户或用户的一部分的就绪状态配置的检测由计算机系统检测。手的就绪状态配置的检测由计算机系统用作用户可能正准备使用由手执行的一个或多个空中手势输入(例如,捏合、轻击、捏合并拖动、双捏合、长捏合或本文所述的其他空中手势)与计算机系统交互的指示。例如,基于手是否具有预先确定的手形状(例如,拇指和一个或多个手指延伸并间隔开以准备做出捏合或抓取手势的预捏合形状,或者一个或多个手指延伸并且手掌背对用户的预轻击)、基于手是否处于相对于用户的视点的预先确定的定位中(例如,在用户的头部下方并且在用户的腰部上方并从身体延伸出至少15cm、20cm、25cm、30cm或50cm)和/或基于手是否已以特定方式移动(例如,朝向用户的腰部上方并且在用户的头部下方的用户前方的区域移动或远离用户的身体或腿部移动)来确定手的就绪状态。在一些实施方案中,就绪状态被用来确定用户界面的交互式元素是否对注意力(例如,注视)输入作出响应。

[0160] 在参考空中手势描述输入的场景中,应当理解,可使用附接到用户的一只或多只手或由用户的一只或多只手握持的硬件输入设备来检测类似手势,其中可使用光学跟踪、一个或多个加速度计、一个或多个陀螺仪、一个或多个磁力计和/或一个或多个惯性测量单元来跟踪硬件输入设备在空间中的定位,并且使用硬件输入设备的定位和/或移动来代替处于对应空中手势的一只或多只手的定位和/或移动。在参考空中位姿描述输入的场景中,应当理解,可使用附接到用户的一只或多只手或由用户的一只或多只手握持的硬件输入设备来检测类似位姿。可利用硬件输入设备中所含有的控件来检测用户输入,这些控件诸如一个或多个触敏输入元件、一个或多个压敏输入元件、一个或多个按钮、一个或多个旋钮、一个或多个拨号盘、一个或多个操纵杆、可检测手和/或手指的部分相对于彼此、相对于用户的身体和/或相对于用户的物理环境的定位或定位的变化的一只或多只手或手指覆盖物,和/或其他硬件输入设备控件,其中使用利用硬件输入设备中所含有的控件进行的用户输入来代替手和/或手指手势诸如处于对应空中手势的空中轻击或空中捏合。例如,被描述为利用空中轻击或空中捏合输入执行的选择输入可以另选地利用按钮按压、触敏表面上的轻击、压敏表面上的按压或其他硬件输入来检测。作为另一示例,被描述为利用空中捏合和拖动执行的移动输入可基于与硬件输入控件的交互(诸如按钮按压并保持、触敏表面上的触摸、压敏表面上的按压,或硬件输入设备(例如,连同与硬件输入设备相关联的手)穿过空

间的移动之后的其他硬件输入)来另选地检测。类似地,包括手相对于彼此的移动的双手输入可利用一个空中手势和手中未在执行空中手势的一个硬件输入设备、在不同的手中握持的两个硬件输入设备、或者由不同的手使用空中手势和/或由上述一个或多个硬件输入设备检测到的输入的各种组合执行的两个空中手势来执行。

[0161] 在一些实施方案中,软件可以例如通过网络以电子形式下载到控制器110,或者可以另选地在有形非暂态介质诸如光学、磁性或电子存储器介质上提供。在一些实施方案中,数据库408同样存储在与控制器110相关联的存储器中。另选地或除此之外,计算机的所描述的功能中的一些或全部可以在专用硬件(诸如,定制或半定制集成电路或可编程数字信号处理器(DSP))中实现。尽管在图4中示出了控制器110,但是举例来说,作为与图像传感器404分开的单元,控制器的处理功能中的一些处理功能或全部处理功能可以由合适的微处理器和软件或由图像传感器404(例如,手部跟踪设备)的外壳内的专用电路或与图像传感器404相关联的其他设备执行。在一些实施方案中,这些处理功能中的至少一些可由与显示生成部件120(例如,在电视接收机、手持式设备或头戴式设备中)集成或与任何其他合适的计算机化设备(诸如,游戏控制台或媒体播放器)集成的合适处理器执行。图像传感器404的感测功能同样可以集成到将由传感器输出控制的计算机或其他计算机化装置中。

[0162] 图4还包括根据一些实施方案的由图像传感器404捕获的深度图410的示意图。如上所述,深度图包括具有相应深度值的像素的矩阵。与手406对应的像素412已经从该图中的背景和手腕分割出来。深度图410内的每个像素的亮度与其深度值(即,测量的距图像传感器404的z距离)成反比,其中灰色阴影随着深度的增加而变得更暗。控制器110处理这些深度值以便标识和分割图像的具有人类手特性的组成部分(即,一组相邻像素)。这些特性可包括例如总体大小、形状和从深度图序列中的帧到帧的运动。

[0163] 图4还示意性地例示了根据一些实施方案的控制器110最终从手部406的深度图410提取的手部骨骼414。在图4中,手部骨骼414叠加在已经从原始深度图分割出来的手部背景416上。在一些实施方案中,手的以及任选地在连接到手的手腕或手臂上的关键特征点(例如,与指关节、手指尖端、手掌中心、手的连接到手腕的端部等对应的点)被标识并位于手骨骼414上。在一些实施方案中,控制器110使用这些关键特征点在多个图像帧上的位置和移动来根据一些实施方案确定由手部执行的手势或手部的当前状态。

[0164] 图5示出了眼睛跟踪设备130(图1A)的示例实施方案。在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130由眼睛跟踪单元243(图2)控制来跟踪用户注视相对于场景105或相对于经由显示生成部件120显示的XR内容的定位和移动。在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130与显示生成部件120集成。例如,在一些实施方案中,当显示生成部件120是头戴式设备(诸如,头戴式耳机、头盔、护目镜或眼镜)或放置在可穿戴框架中的手持式设备时,该头戴式设备包括生成XR内容以供用户查看的部件以及用于跟踪用户相对于XR内容的注视的部件两者。在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130与显示生成部件120分开。例如,当显示生成部件是手持式设备或XR室时,眼睛跟踪设备130任选地是与手持式设备或XR室分开的设备。在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130是头戴式设备或头戴式设备的一部分。在一些实施方案中,头戴式眼睛跟踪设备130任选地与也是头戴式的显示生成部件或不是头戴式的显示生成部件结合使用。在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130不是头戴式设备,并且任选地与头戴式显示生成部件结合使用。在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130不是头戴式设备,并且任选地是非

头戴式显示生成部件的一部分。

[0165] 在一些实施方案中,显示生成部件120使用显示机构(例如,左近眼显示面板和右近眼显示面板)来在用户眼睛前面显示包括左图像和右图像的帧,从而向用户提供3D虚拟视图。例如,头戴式显示生成部件可包括位于显示器和用户眼睛之间的左光学透镜和右光学透镜(在本文中被称为眼睛透镜)。在一些实施方案中,显示生成部件可包括或耦接到一个或多个外部摄像机,该一个或多个外部摄像机捕获用户的环境的视频以用于显示。在一些实施方案中,头戴式显示生成部件可具有透明或半透明显示器,并且在该透明或半透明显示器上显示虚拟对象,用户可以透过该透明或半透明显示器直接观看物理环境。在一些实施方案中,显示生成部件将虚拟对象投影到物理环境中。虚拟对象可例如被投影在物理表面上或作为全息图被投影,使得个体使用系统观察叠加在物理环境上方的虚拟对象。在这种情况下,可能不需要用于左眼和右眼的单独的显示面板和图像帧。

[0166] 如图5所示,在一些实施方案中,眼睛跟踪设备130(例如,注视跟踪设备)包括至少一个眼睛跟踪相机(例如,红外(IR)或近红外(NIR)相机),以及朝向用户眼睛发射光(例如,IR或NIR光)的照明源(例如,IR或NIR光源,诸如LED的阵列或环)。眼睛跟踪相机可指向用户眼睛以接收光源直接从眼睛反射的IR或NIR光,或者另选地可指向位于用户眼睛和显示面板之间的“热”镜,这些热镜将来自眼睛的IR或NIR光反射到眼睛跟踪相机,同时允许可见光通过。眼睛跟踪设备130任选地捕获用户眼睛的图像(例如,作为以每秒60帧-120帧(fps)捕获的视频流),分析这些图像以生成注视跟踪信息,并将注视跟踪信息传送到控制器110。在一些实施方案中,用户的两只眼睛通过相应的眼睛跟踪相机和照明源来单独地跟踪。在一些实施方案中,通过相应的眼睛跟踪相机和照明源来跟踪用户的仅一只眼睛。

[0167] 在一些实施方案中,使用设备特定的校准过程来校准眼睛跟踪设备130以确定用于特定操作环境100的眼睛跟踪设备的参数,例如LED、相机、热镜(如果存在的话)、眼睛透镜和显示屏的3D几何关系和参数。在将AR/VR装备递送给终端用户之前,可以在工厂或另一个设施处执行设备特定的校准过程。设备特定的校准过程可以是自动校准过程或手动校准过程。根据一些实施方案,用户特定的校准过程可以包括对特定用户的眼睛参数的估计,例如瞳孔位置、中央凹位置、光轴、视轴、眼睛间距等。根据一些实施方案,一旦针对眼睛跟踪设备130确定了设备特定参数和用户特定参数,就可以使用闪光辅助方法来处理由眼睛跟踪相机捕获的图像,以确定当前视轴和用户相对于显示器的注视点。

[0168] 如图5所示,眼睛跟踪设备130(例如,130A或130B)包括眼睛透镜520和注视跟踪系统,该注视跟踪系统包括定位在用户面部的被执行眼睛跟踪的一侧上的至少一个眼睛跟踪相机540(例如,红外(IR)或近红外(NIR)相机),以及朝向用户眼睛592发射光(例如,IR或NIR光)的照明源530(例如,IR或NIR光源,诸如NIR发光二极管(LED)的阵列或环)。眼睛跟踪相机540可指向位于用户眼睛592和显示器510(例如,头戴式显示器的左显示器面板或右显示器面板,或者手持式设备的显示器、投影仪等)之间的镜子550(这些镜子反射来自眼睛592的IR或NIR光,同时允许可见光通过)(例如,如图5的顶部部分所示),或者另选地可指向用户眼睛592以接收来自眼睛592的反射IR或NIR光(例如,如图5的底部部分所示)。

[0169] 在一些实施方案中,控制器110渲染AR或VR帧562(例如,用于左显示面板和右显示面板的左帧和右帧)并且将帧562提供给显示器510。控制器110将来自眼睛跟踪相机540的注视跟踪输入542用于各种目的,例如用于处理帧562以用于显示。控制器110任选地基于使

用闪光辅助方法或其他合适的方法从眼睛跟踪相机540获取的注视跟踪输入542来估计用户在显示器510上的注视点。根据注视跟踪输入542估计的注视点任选地用于确定用户当前正在看向的方向。

[0170] 以下描述了用户当前注视方向的几种可能的使用案例,并且不旨在进行限制。作为示例使用案例,控制器110可以基于所确定的用户注视的方向不同地渲染虚拟内容。例如,控制器110可以在根据用户当前注视方向确定的中央凹区域中以比在外围区域中的分辨率更高的分辨率生成虚拟内容。作为另一个示例,控制器可至少部分地基于用户当前注视方向来在视图中定位或移动虚拟内容。作为另一个示例,控制器可至少部分地基于用户当前注视方向来在视图中显示特定虚拟内容。作为AR应用中的另一个示例使用案例,控制器110可引导用于捕获XR体验的物理环境的外部相机在所确定方向上聚焦。然后,外部相机的自动聚焦机构可以聚焦于显示器510上用户当前正看向的环境中的对象或表面上。作为另一个示例使用案例,眼睛透镜520可以是可聚焦透镜,并且控制器使用注视跟踪信息来调整眼睛透镜520的焦点,使得用户当前正看向的虚拟对象具有适当的聚散度以匹配用户眼睛592的会聚。控制器110可以利用注视跟踪信息来引导眼睛透镜520调整焦点,使得用户正看向的靠近的对象出现在正确距离处。

[0171] 在一些实施方案中,眼睛跟踪设备是头戴式设备的一部分,该头戴式设备包括安装在可穿戴外壳中的显示器(例如,显示器510)、两个眼睛透镜(例如,眼睛透镜520)、眼睛跟踪相机(例如,眼睛跟踪相机540)、以及光源(例如,照明源530(例如,IR或NIR LED))。光源朝向用户眼睛592发射光(例如,IR或NIR光)。在一些实施方案中,光源可围绕透镜中的每个透镜布置成环或圆圈,如图5所示。在一些实施方案中,例如,八个照明源530(例如,LED)围绕每个透镜520布置。然而,可使用更多或更少的照明源530,并且可使用照明源530的其他布置和位置。

[0172] 在一些实施方案中,显示器510发射可见光范围内的光,并且不发射IR或NIR范围内的光,并且因此不会在注视跟踪系统中引入噪声。需注意,眼睛跟踪相机540的位置和角度以举例的方式给出,并且不旨在进行限制。在一些实施方案中,单个眼睛跟踪相机540位于用户面部的每一侧上。在一些实施方案中,可在用户面部的每一侧上使用两个或更多个NIR相机540。在一些实施方案中,可在用户面部的每一侧上使用具有较宽视场(FOV)的相机540和具有较窄FOV的相机540。在一些实施方案中,可在用户面部的每一侧上使用以一个波长(例如,850nm)操作的相机540和以不同波长(例如,940nm)操作的相机540。

[0173] 如图5中所例示的注视跟踪系统的实施方案可例如用于计算机生成的现实、虚拟现实和/或混合现实应用,以向用户提供计算机生成的现实、虚拟现实、增强现实和/或增强虚拟体验。

[0174] 图6A例示了根据一些实施方案的闪光辅助的注视跟踪流水线。在一些实施方案中,注视跟踪流水线通过闪光辅助的注视跟踪系统(例如,如图1和图5所示的眼睛跟踪设备130)来实现。闪光辅助的注视跟踪系统可保持跟踪状态。最初,跟踪状态为关闭或“否”。当处于跟踪状态时,当分析当前帧以跟踪当前帧中的瞳孔轮廓和闪光时,闪光辅助的注视跟踪系统使用来自先前帧的先前信息。当未处于跟踪状态时,闪光辅助的注视跟踪系统尝试检测当前帧中的瞳孔和闪光,并且如果成功,则将跟踪状态初始化为“是”并且在跟踪状态下继续下一个帧。

[0175] 如图6A所示,注视跟踪相机可捕获用户左眼和右眼的左图像和右图像。然后将所捕获的图像输入到注视跟踪流水线以用于在610处开始处理。如返回到元素600的箭头所指示的,注视跟踪系统可例如以每秒60帧至120帧的速率继续捕获用户眼睛的图像。在一些实施方案中,可以将每组所捕获的图像输入到流水线以用于处理。然而,在一些实施方案中或在一些条件下,不是所有所捕获的帧都由流水线处理。

[0176] 在610处,对于当前所捕获的图像,如果跟踪状态为是,则方法前进到元素640。在610处,如果跟踪状态为否,则如620处所指示的,分析图像以检测图像中的用户瞳孔和闪光。在630处,如果成功检测到瞳孔和闪光,则方法前进到元素640。否则,方法返回到元素610以处理用户眼睛的下一个图像。

[0177] 在640处,如果从元素610前进,则分析当前帧以部分地基于来自先前帧的先前信息来跟踪瞳孔和闪光。在640处,如果从元素630前进,则基于当前帧中检测到的瞳孔和闪光来初始化跟踪状态。检查元素640处的处理结果以验证跟踪或检测的结果可以是可信的。例如,可检查结果以确定是否在当前帧中成功跟踪或检测到用于执行注视估计的瞳孔和足够数量的闪光。在650处,如果结果不可能是可信的,则在元素660处,跟踪状态被设置为否,并且方法返回到元素610以处理用户眼睛的下一个图像。在650处,如果结果是可信的,则方法前进到元素670。在670处,跟踪状态被设置为是(如果尚未为是),并且瞳孔和闪光信息被传递到元素680以估计用户的注视点。

[0178] 图6A旨在用作可用于特定具体实施的眼睛跟踪技术的一个示例。如本领域普通技术人员所认识到的,根据各种实施方案,在用于向用户提供XR体验的计算机系统101中,当前存在或未来开发的其他眼睛跟踪技术可用于取代本文所述的闪光辅助的眼睛跟踪技术或与该闪光辅助的眼睛跟踪技术组合使用。

[0179] 图6B示出了根据一些实施方案的提供XR体验的电子设备101的示例性环境。在图6B中,真实世界环境602包括电子设备101、用户608和真实世界对象(例如,桌子604)。如图6B所示,电子设备101任选地安装在三脚架上或以其他方式固定在真实世界环境602中,使得用户608的一只或多只手空闲(例如,用户608任选地未用一只或多只手握持设备101)。如上所述,设备101任选地具有定位在设备101的不同侧面上的一组或多组传感器。例如,设备101任选地包括传感器组612-1和传感器组612-2,它们分别位于设备101的“后”侧和“前”侧上(例如,它们能够从设备101的相应侧面捕获信息)。如本文所用,设备101的前侧是面向用户608的侧面,并且设备101的后侧是背对用户608的侧面。

[0180] 在一些实施方案中,传感器组612-2包括眼睛跟踪单元(例如,上文参考图2所述的眼睛跟踪单元245),该眼睛跟踪单元包括用于跟踪用户的眼睛和/或注视的一个或多个传感器,使得眼睛跟踪单元能够“看”向用户608并且以先前所述的方式跟踪用户608的眼睛。在一些实施方案中,设备101的眼睛跟踪单元能够捕获用户608的眼睛的移动、取向和/或注视并且将所述移动、取向和/或注视看作输入。

[0181] 在一些实施方案中,传感器组612-1包括手部跟踪单元(例如,上文参考图2所述的手部跟踪单元243),该手部跟踪单元能够跟踪保持在设备101的“后”侧上的用户608的一只或多只手,如图6B所示。在一些实施方案中,手部跟踪单元任选地包括在传感器组612-2中,使得在设备101跟踪一只或多只手的位置时用户608能够附加地或另选地将一只或多只手保持在设备101的“前”侧上。如上所述,设备101的手部跟踪单元能够捕获用户608的一只或

多只手的移动、位置和/或手势并且将所述移动、位置和/或手势看作输入。

[0182] 在一些实施方案中,传感器组612-1任选地包括一个或多个传感器,该一个或多个传感器被配置为捕获包括桌子604的真实世界环境602的图像(例如,诸如上文参考图4所述的图像传感器404)。如上所述,设备101能够捕获真实世界环境602的部分(例如,一些或全部)的图像并且经由设备101的一个或多个显示生成部件(例如,设备101的显示器,该显示器任选地位于设备101的面向用户的侧面上,与设备101的面向真实世界环境602的捕获的部分的侧面相对)向用户呈现真实世界环境602的捕获的部分。

[0183] 在一些实施方案中,真实世界环境602的捕获的部分用于向用户提供XR体验,例如一个或多个虚拟对象叠加在真实世界环境602的表示上方的混合现实环境。

[0184] 因此,本文的描述描述了包括真实世界对象的表示和虚拟对象的表示的三维环境(例如,XR环境)的一些实施方案。例如,三维环境任选地包括存在于物理环境中的桌子的表示,该桌子被捕获并在三维环境中显示(例如,经由计算机系统的相机和显示器主动地显示或者经由计算机系统的透明或半透明显示器被动地显示)。如先前所述,三维环境任选地是混合现实系统,其中三维环境基于由计算机系统的一个或多个传感器捕获并经由显示生成部件显示的物理环境。作为混合现实系统,该计算机系统任选地能够选择性地显示物理环境的部分和/或对象,使得物理环境的相应部分和/或对象看起来好像它们存在于由计算机系统显示的三维环境中一样。类似地,该计算机系统任选地能够通过将虚拟对象放置在三维环境中在现实世界中具有对应位置的相应位置处来在三维环境中显示虚拟对象以看起来好像虚拟对象存在于现实世界(例如,物理环境)中一样。例如,该计算机系统任选地显示花瓶,使得该花瓶看起来好像现实的花瓶被放置在物理环境中的桌子的顶部上一样。在一些实施方案中,三维环境中的相应位置在物理环境中具有对应位置。因此,当计算机系统被描述为在相对于物理对象的相应位置(例如,诸如在用户的手部处或附近的位置或在物理桌子处或附近的位置)处显示虚拟对象时,计算机系统在三维环境中的特定位置处显示虚拟对象,使得看起来好像虚拟对象在物理环境中的物理对象处或附近一样(例如,虚拟对象显示在三维环境中的与物理环境中如果该虚拟对象是该特定位置处的现实对象则将显示该虚拟对象的位置相对应的位置处)。

[0185] 在一些实施方案中,在三维环境中显示的(例如,和/或经由显示生成部件可见的)存在于物理环境中的现实世界对象可与仅存在于三维环境中的虚拟对象交互。例如,三维环境可包括桌子和放置在桌子的顶部上的花瓶,其中桌子是物理环境中的物理桌子的视图(或表示),并且花瓶是虚拟对象。

[0186] 在三维环境(例如,真实环境、虚拟环境或者包括真实对象和虚拟对象的混合的环境)中,对象有时被称为具有深度或模拟深度,或者对象被称为在不同深度处可见、显示或放置。在本上下文中,深度是指不同于高度或宽度的维度。在一些实施方案中,相对于固定坐标集合定义深度(例如,其中房间或对象具有相对于固定坐标集合定义的高度、深度和宽度)。在一些实施方案中,相对于用户的位置或视点定义深度,在这种情况下,深度维度基于用户的位置和/或用户的视点的位置和角度而变化。在其中相对于用户的相对于环境的表面(例如,环境的地板或地面的表面)定位的位置定义深度的一些实施方案中,沿着平行于表面延伸的线更远离用户的对象被认为在环境中具有更大深度,和/或沿着从用户的位置向外延伸并且平行于环境的表面的轴线测量对象的深度(例如,在圆柱或基本上圆柱坐标

系中定义深度,其中用户的位置处于从用户的头朝向用户的脚延伸的圆柱的中心)。在其中相对于用户的视点定义深度(例如,相对于空间中的点的方向,该方向确定环境的哪个部分经由头戴式设备或其他显示器可见)的一些实施方案中,沿着平行于用户的视点的方向延伸的线更远离用户的视点的对象被认为在环境中具有更大深度,和/或沿着从用户的视点延伸并且平行于用户的视点的方向的线向外延伸的轴线来测量对象的深度(例如,在球面或基本上球面坐标系统中定义深度,其中视点的原点处于从用户的头向外延伸的球体的中心)。在一些实施方案中,相对于用户界面容器(例如,其中显示应用程序和/或系统内容的窗口或应用程序)定义深度,其中用户界面容器具有高度和/或宽度,并且深度是与用户界面容器的高度和/或宽度正交的维度。在一些实施方案中,在相对于用户界面容器限定深度的情况下,当容器被放置在三维环境中或被初始显示时(例如,使得容器的深度尺寸向外延伸远离用户或用户的视点),容器的高度和/或宽度通常与从基于用户的位置(例如,用户的视点或用户的位置)延伸到用户界面容器(例如,用户界面容器的中心或用户界面容器的另一特征点)的直线正交或基本上正交。在一些实施方案中,在相对于用户界面容器定义深度的情况下,对象相对于用户界面容器的深度是指对象沿着用户界面容器的深度维度的位置。在一些实施方案中,多个不同容器可具有不同深度维度(例如,在不同方向上和/或从不同起点延伸远离用户或用户的视点的不同深度维度)。在一些实施方案中,当相对于用户界面容器定义深度时,随着用户界面容器的位置、用户和/或用户的视点改变(例如,或当多个不同的观看者正在三维环境中观看同一容器时,诸如在亲自协作会话期间和/或当多个参与者处于具有包括容器的共享虚拟内容的实时通信会话中时),深度维度的方向对于用户界面容器保持恒定。在一些实施方案中,对于弯曲容器(例如,包括具有弯曲表面或弯曲内容物区域的容器),深度维度任选地延伸到弯曲容器的表面中。在一些情况下,z间隔(例如,两个对象在深度维度上的间隔)、z高度(例如,一个对象在深度维度上距另一对象的距离)、z位置(例如,一个对象在深度维度上的位置)、z深度(例如,一个对象在深度维度上的位置)或模拟z维度(例如,用作对象的维度的深度、环境的维度、空间中的方向和/或模拟空间中的方向)用于指代如上描述的深度的概念。

[0187] 在一些实施方案中,用户任选地能够使用一只或两只手与三维环境中的虚拟对象交互,好像虚拟对象是物理环境中的真实对象一样。例如,如上文所述,计算机系统的一个或多个传感器任选地捕获用户的一只或多只手并且在三维环境中显示用户的手部的表示(例如,以类似于在上文所述的三维环境中显示现实世界对象的方式),或者在一些实施方案中,由于显示生成部件的正显示用户界面的一部分的透明度/半透明度,或由于用户界面到透明/半透明表面上的投影或用户界面到用户的眼睛上或到用户的眼睛的视场中的投影,经由显示生成部件、经由通过用户界面看见物理环境的能力可看到用户的手部。因此,在一些实施方案中,用户的手部在三维环境中的相应位置处显示并且被视为好像它们是三维环境中的对象一样,这些对象能够与三维环境中的虚拟对象交互,好像这些虚拟对象是物理环境中的物理对象一样。在一些实施方案中,计算机系统能够结合用户的手部在物理环境中的移动来更新用户的手部在三维环境中的表示的显示。

[0188] 在下文所述的实施方案中的一些实施方案中,计算机系统任选地能够确定物理世界中的物理对象和三维环境中的虚拟对象之间的“有效”距离,例如,以用于确定物理对象是否正与虚拟对象直接交互(例如,手部是否正触摸、抓取、握持等虚拟对象或处于虚拟对

象的阈值距离内)。例如,与虚拟对象直接交互的手部任选地包括以下中的一者或多者:手部的按压虚拟按钮的手指、用户的抓取虚拟花瓶的手部、用户的手部的合在一起并捏合/保持应用程序的用户界面以及进行本文所述的任何其他类型的交互的两个手指。例如,当确定用户是否正与虚拟对象交互并且/或者用户正如何与虚拟对象交互时,计算机系统任选地确定用户的手部和虚拟对象之间的距离。在一些实施方案中,计算机系统通过确定手部在三维环境中的位置和感兴趣虚拟对象在三维环境中的位置之间的距离来确定用户的手部和虚拟对象之间的距离。例如,用户的该一只或多只手位于物理世界中的特定定位处,计算机系统任选地捕获该一只或多只手并且在三维环境中的特定对应定位(例如,如果手是虚拟手而不是物理手,则该手将在三维环境中被显示的定位)处显示该一只或多只手。任选地将手部在三维环境中的定位与感兴趣虚拟对象在三维环境中的定位进行比较,以确定用户的该一只或多只手和虚拟对象之间的距离。在一些实施方案中,计算机系统任选地通过比较物理世界中的定位(例如,而不是比较三维环境中的定位)来确定物理对象和虚拟对象之间的距离。例如,当确定用户的一只或多只手和虚拟对象之间的距离时,计算机系统任选地确定虚拟对象在物理世界中的对应位置(例如,如果该虚拟对象是物理对象而不是虚拟对象,则该虚拟对象将在物理世界中位于的定位),然后确定对应物理定位和用户的该一只或多只手之间的距离。在一些实施方案中,任选地使用相同的技术来确定任何物理对象与任何虚拟对象之间的距离。因此,如本文所述,当确定物理对象是否与虚拟对象接触或者物理对象是否处于虚拟对象的阈值距离内时,计算机系统任选地执行上文所述的技术中的任一种技术来将物理对象的位置映射到三维环境和/或将虚拟对象的位置映射到物理环境。

[0189] 在一些实施方案中,使用相同或类似的技术来确定用户的注视指向何处和何物,以及/或者由用户握持的物理触笔指向何处和何物处。例如,如果用户的注视指向物理环境中的特定定位,则计算机系统任选地确定三维环境中的对应定位(例如,注视的虚拟定位),并且如果虚拟对象位于该对应虚拟定位处,则计算机系统任选地确定用户的注视指向该虚拟对象。类似地,该计算机系统任选地能够基于物理触笔的取向来确定该触笔在物理环境中指向的方向。在一些实施方案中,基于该确定,计算机系统确定三维环境中的与物理环境中触笔指向的位置相对应的对应虚拟定位,并且任选地确定触笔指向三维环境中的对应虚拟定位处。

[0190] 类似地,本文所述的实施方案可指用户(例如,计算机系统的用户)在三维环境中的位置和/或计算机系统在三维环境中的位置。在一些实施方案中,计算机系统的用户正握持、穿戴或以其他方式位于计算机系统处或附近。因此,在一些实施方案中,计算机系统的位置用作用户的位置的代理。在一些实施方案中,计算机系统和/或用户在物理环境中的位置与三维环境中的相应位置相对应。例如,计算机系统的位置将是在物理环境中的位置(及其在三维环境中的对应位置),如果用户站在该位置,面向经由显示生成部件可见的物理环境的相应部分,则用户将从该位置看到物理环境中处于与对象由计算机系统的显示生成部件在三维环境中显示或经由该显示生成部件在三维环境中可见的对象相同的定位、取向和/或大小(例如,绝对意义上和/或相对于彼此)的这些对象。类似地,如果在三维环境中显示的虚拟对象是物理环境中的物理对象(例如,放置在物理环境中与这些虚拟对象在三维环境中的位置相同的位置处的物理对象,以及在物理环境中具有与在三维环境中时相同的大小和取向的物理对象),则计算机系统和/或用户的位置是用户将从该位置看到物理环境

中处于与由计算机系统的显示生成部件在三维环境中显示的虚拟对象相同的定位、取向和/或大小(例如,绝对意义上和/或相对于彼此和现实世界对象)的这些虚拟对象的定位。

[0191] 在本公开中,相对于与计算机系统的交互来描述各种输入方法。当使用一个输入设备或输入方法来提供示例,并且使用另一个输入设备或输入方法来提供另一个示例时,应当理解,每个示例可与相对于另一个示例描述的输入设备或输入方法兼容并且任选地利用该输入设备或输入方法。类似地,相对于与计算机系统的交互来描述各种输出方法。当使用一个输出设备或输出方法来提供示例,并且使用另一个输出设备或输出方法来提供另一个示例时,应当理解,每个示例可与相对于另一个示例描述的输出设备或输出方法兼容并且任选地利用该输出设备或输出方法。类似地,相对于通过计算机系统与虚拟环境或混合现实环境进行的交互来描述各种方法。当使用与虚拟环境的交互来提供示例时,并且使用混合现实环境来提供另一个示例时,应当理解,每个示例可与相对于另一个示例描述的方法兼容并且任选地利用这些方法。因此,本公开公开了作为多个示例的特征的组合的实施方案,而无需在每个示例实施方案的描述中详尽地列出实施方案的所有特征。

[0192] 用户界面和相关联的过程

[0193] 现在将注意力转向可在具有显示生成部件、一个或多个输入设备以及(任选)一个或多个相机的计算机系统(诸如,便携式多功能设备或头戴式设备)上实现的用户界面("UI")和相关联过程的实施方案。

[0194] 图7A至图7H例示了根据一些实施方案的促进三维环境中的一个或多个虚拟对象的深度冲突减轻的计算机系统的示例。

[0195] 图7A例示了计算机系统101(例如,安装在三脚架顶部的电子设备,如图6B中类似地所示)经由显示生成部件(例如,图1的显示生成部件120)从计算机系统101的用户的视点(例如,面向计算机系统101所在的物理环境的后壁)显示三维环境702。在一些实施方案中,计算机系统101包括显示生成部件(例如,触摸屏)和多个图像传感器(例如,图3的图像传感器314)。图像传感器任选地包括以下中的一者或多者:可见光相机;红外相机;深度传感器;或当用户与计算机系统101交互时计算机系统101能够用来捕获用户或用户的一部分(例如,用户的一只或多只手)的一个或多个图像的任何其他传感器。在一些实施方案中,下文所例示和描述的用户界面还可在头戴式显示器上实现,该头戴式显示器包括向用户显示用户界面或三维环境的显示生成部件,以及检测物理环境和/或用户的手部的移动(诸如由计算机系统解译为诸如空中手势的手势的移动)的传感器(例如,从用户面向外的外部传感器),和/或检测用户的注意力(例如,注视)的传感器(例如,朝向用户的面部面向内的内部传感器)。

[0196] 如图7A所示,计算机系统101捕获计算机系统101周围的物理环境(例如,操作环境100)(包括计算机系统101周围的物理环境中的一个或多个对象)的一个或多个图像。在一些实施方案中,计算机系统101在三维环境702中显示物理环境的表示,或者物理环境经由显示生成部件120可见。例如,三维环境702包括咖啡桌的表示722a,该表示任选地是物理环境中的物理咖啡桌的表示,并且三维环境702包括沙发的表示724a,该表示任选地是物理环境中的物理沙发的表示。

[0197] 在图7A中,三维环境702还包括虚拟对象707("窗口1")和727("窗口2")。虚拟对象707和727任选地在三维环境702中距用户的视点的不同距离处。例如,在图7A中,虚拟对象

727位于比虚拟对象707在三维环境702中的第二位置更靠近用户的视点的第一位置,如侧视图图例709所反映的。在一些实施方案中,虚拟对象707和727任选地是包含内容、三维对象(例如,虚拟时钟、虚拟球、虚拟汽车等)或由计算机系统101显示的不包括在显示生成部件120的物理环境中的任何其他元素的应用程序的用户界面中的一者或多者。例如,如图7A所示,虚拟对象707任选地是媒体浏览应用的用户界面。在一些实施方案中,如图7A所示,虚拟对象707包括对应于多个内容项(例如,电影、剧集、播客和/或音乐)的多个可选择选项。如图7A中作为示例所示,虚拟对象707包括可选择以使得计算机系统101发起第一内容项(“内容A”)的回放的第一可选择选项706-1、可选择以使得计算机系统101发起第二内容项(“内容B”)的回放的第二可选择选项706-2、和/或可选择以使得计算机系统101发起第三内容项(“内容C”)的回放的第三可选择选项706-3。附加地,在图7A中,虚拟对象727任选地是web浏览应用的用户界面。例如,如图7A所示,虚拟对象727正在显示与相应网站(“www.URL3.com”)相关联的内容728(例如,文本、图像、视频和/或音频)。

[0198] 在一些实施方案中,虚拟对象以相对于用户的视点的相应取向在三维环境702中显示(例如,在接收到在三维环境702中与虚拟对象交互的输入之前,稍后将对此进行描述)。如图7A所示,虚拟对象707和虚拟对象727在三维环境702中具有第一取向。例如,虚拟对象707和虚拟对象727的前置表面/部分在三维环境702中朝向用户的视点取向。应当理解,图7A中的虚拟对象707和727的取向仅仅是示例性的,并且其他取向也是可能的;例如,虚拟对象任选地在三维环境702中以不同取向显示。

[0199] 在一些实施方案中,计算机系统101减轻了三维环境702中的虚拟对象与计算机系统101的用户的一部分之间的深度冲突。例如,如下文更详细地讨论的,响应于确定用户的手部(例如,诸如手部703a或手部705a)在三维环境702内的移动使得虚拟对象与用户的手部在三维环境702内接触和/或相交,计算机系统101改变虚拟对象的外观以解决或减少虚拟对象与用户的手部之间的深度冲突。参考方法800、1000和/或1200提供上文和下文关于解决深度冲突的附加细节。

[0200] 在图7A中,计算机系统101检测到手部703a(“手部1”)在三维环境702中的移动(例如,在相应方向上和/或以相应量值(例如,速度和/或距离))。例如,如图7A所示,计算机系统101检测到手部703a在三维环境702中向前移动(例如,远离用户)并且相对于虚拟对象707朝向三维环境702中虚拟对象707的位置移动。在一些实施方案中,计算机系统101检测到手部703a的移动但没有检测到来自手部705a的输入。例如,计算机系统101检测到手部703a在三维环境702中的移动,但没有检测到手部705a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。在一些实施方案中,计算机系统101检测到手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),而不管计算机系统101的用户的注意力如何(例如,基于注视)。应当理解,虽然在图7A至图7H中例示了多只手部和多个对应输入,但是此类手部和输入不需要被计算机系统101同时检测到;相反,在一些实施方案中,计算机系统101响应于独立地检测到示出和描述的手部和/或输入而独立地响应于此类手部和/或输入。

[0201] 在一些实施方案中,如上所述,虚拟对象709a可能在三维环境702中遇到深度冲突。例如,如本文所描述的,手部703a在三维环境702内的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)可使得虚拟对象707的模拟位置在三维环境702中相对于用户的视点与手部703a接触和/或相交。在一些实施方案中,当虚拟对象709a首次显示在三维环境702中时,虚拟对

象709a遇到与三维环境702的一部分的深度冲突。应当理解,当虚拟对象正被描述为与用户的一部分(例如,用户的手部)相交和/或接触时,交叉点是描述在虚拟对象被显示在相对于用户的该部分的相应位置处的情况下将发生的明显空间或深度冲突的虚拟交叉点。

[0202] 在一些实施方案中,用户的手部703a在三维环境内相对于虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得虚拟对象707基于手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)而在三维环境702中移动。例如,如上文所讨论的,当计算机系统101检测到手部703a向前移动并且通过虚拟对象707相对于用户的视点的位置时,计算机系统101确定该移动使得手部703a在三维环境702中遇到与虚拟对象707的深度冲突(例如,至少部分地接触),如图7B所示。在一些实施方案中,当手部703a在三维环境702中接触虚拟对象707时,计算机系统101检测到手部703a继续在三维环境702中向后移动(例如,远离用户的视点)。在一些实施方案中,手部703a在三维环境702中接触虚拟对象707时的手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得计算机系统101基于手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)来移动虚拟对象707。例如,如图7B中的图例709所示,计算机系统101根据手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)在三维环境702中向后移动虚拟对象707(例如,远离用户的视点)。

[0203] 在一些实施方案中,计算机系统101基于手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)在三维环境702中移动虚拟对象707,直到手部703a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)超过进入虚拟对象707的移动阈值为止(例如,基于虚拟对象707与手部703a之间的深度冲突程度)。例如,如图7B所示,由手部703a相对于三维环境702中的虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)引起的虚拟对象707与手部703a之间的深度冲突低于深度冲突阈值(例如,深度冲突的量,诸如5%、10%、12%、15%、20%、25%、30%、40%或50%),如跟踪器711中的阈值712所表示。在一些实施方案中,如果手部703a相对于三维环境702中的虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)超过深度冲突阈值712,则计算机系统101改变虚拟对象707的一部分的视觉外观以解决或减少三维环境702中的深度冲突,如下文更详细地描述的。

[0204] 在图7B中,计算机系统101检测到用户的手部703b继续移动通过虚拟对象707在三维环境702中相对于用户的视点的位置。例如,如图7B所示,当用户的手部703b具有与虚拟对象707的深度冲突时,计算机系统101检测到手部703b相对于虚拟对象707移动,使得手部703b在三维环境702中与虚拟对象707之间的深度冲突的程度改变(例如,增加)。在一些实施方案中,如图7C所示,手部703b相对于三维环境702中的虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得虚拟对象707与手部703b之间的深度冲突超过上文所讨论的深度冲突阈值712,如跟踪器711中所指示的。例如,如图7C所示,用户的手部703b的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得大于阈值量的虚拟对象707在三维环境702中相对于用户的视点具有深度冲突。

[0205] 在一些实施方案中,当计算机系统101确定虚拟对象707与手部703b之间的深度冲突超过上文所讨论的深度冲突阈值时,计算机系统101改变虚拟对象707的一部分的视觉外观,如图7C所示。例如,计算机系统101改变在三维环境702中与手部703b具有深度冲突的虚拟对象707的第一部分708的视觉外观。在一些实施方案中,改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观包括改变虚拟对象707的第一部分708的视觉属性,诸如在三维环境702中与

手部703b接触/相交的虚拟对象707的第一部分708的不透明度、亮度、着色和/或饱和度。在一些实施方案中,改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观包括停止在三维环境702中显示虚拟对象707的第一部分708。例如,如图7C所示,包括在虚拟对象707的第一部分708中的可选择选项706-2的一部分不再显示在三维环境702中。附加地,三维环境702的各部分(例如,包括围绕显示生成部件120的物理环境)任选地在第一部分708不再被显示时变得通过虚拟对象707的第一部分708可见。在一些实施方案中,改变第一部分708的视觉外观减少了虚拟对象707的第一部分708相对于在三维环境702中不具有深度冲突的虚拟对象707的第二部分710的视觉显著性。例如,如图7C所示,虚拟对象707的第二部分710在三维环境702中不具有深度冲突(例如,因为虚拟对象707的第二部分710没有至少部分地接触手部703b(或用户的任何其他部分))。因此,计算机系统101在三维环境702中改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观时任选地维持虚拟对象707的第二部分710的显示(例如,不改变第二部分710的视觉外观)。

[0206] 在一些实施方案中,改变虚拟对象707的视觉外观包括在三维环境702中显示虚拟对象707的第一部分708与第二部分710之间的视觉边界(例如,羽状视觉边界)734。例如,如图7C所示,视觉边界734在视觉上将在三维环境702中具有深度冲突的第一部分708与不具有深度冲突的虚拟对象707的第二部分710分开。在一些实施方案中,计算机系统101沿三维环境702中的视觉边界734逐渐地(例如,在0.5秒、1秒、2秒、3秒、4秒、5秒、8秒或10秒的时间段内)改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观。例如,虚拟对象707中视觉外观的改变从虚拟对象707与手部703b之间的接触点到第一部分708与第二部分710之间的视觉边界734在量值(例如,大小)上逐渐地增长。在一些实施方案中,如图7C所示,改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观减轻(例如,解决或减少)了虚拟对象707与手部703b之间的深度冲突。例如,如图7C所示,改变虚拟对象707的第一部分708的视觉属性和/或停止虚拟对象707的第一部分708在三维环境702中的显示使得手部703b的正在接触虚拟对象707的一部分(例如,手部703b的一个或多个手指)能够通过虚拟对象可见,而不管三维环境702中深度冲突的存在。下文在方法800、1000和/或1200中提供了关于改变虚拟对象707的视觉外观以减少或解决三维环境702中深度冲突的附加细节。

[0207] 如上所述,在一些实施方案中,虚拟对象707是或包括内容,诸如一个或多个用户界面。因此,在图7C中,当计算机系统101任选地维持虚拟对象707的第二部分710的显示时,计算机系统101维持虚拟对象707的第二部分710内包括的内容在三维环境702中的显示,诸如与内容A相关联的可选择选项(例如,图7A中的706-1)。附加地,当计算机系统101改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观以解决或减少与手部703b的深度冲突时,虚拟对象707的第一部分708内包括的内容的至少一部分在视觉外观上改变。例如,当计算机系统101改变虚拟对象707的第一部分708的不透明度、亮度、着色和/或饱和度的量和/或停止虚拟对象707的第一部分708的显示时,包括在第一部分708中的内容的一部分相对于用户的视点在三维环境702中不再可见,诸如可选择选项706-2的一部分,如图7C所示。在一些实施方案中,虚拟对象707的第一部分708的视觉外观的改变应用于虚拟对象707的第一部分708中的内容,但不应用于虚拟对象707的第二部分710中的内容。

[0208] 应当理解,图7C所示的虚拟对象707的第一部分708的外观的改变是示例性的,并且在一些实施方案中,与图7C所示的视觉外观相比,以改变后的视觉外观显示虚拟对象707

的第一部分708的较大量或较小量。例如,以改变后的视觉外观显示的虚拟对象707的第一部分708的量大于或小于(例如,5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%或60%)在三维环境702中具有深度冲突的虚拟对象707的第一部分708的量。

[0209] 在一些实施方案中,被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的量基于在三维环境702中与虚拟对象707具有深度冲突的用户的手部703b的量。例如,在图7C中,被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的第一部分708的量基于接触虚拟对象707的手部703b的量,而不管在三维环境702中没有接触虚拟对象707的手部703b的量。在图7C中,被显示具有改变后的视觉特性和/或不再显示的虚拟对象707的第一部分708的量对应于(例如,等于或成比例于)手部703b的在三维环境702中与虚拟对象707的第一部分接触/相交的第一手指的大小(例如,对应于手部703b的食指的大小)。在一些实施方案中,被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的量基于与三维环境702中的虚拟对象707具有深度冲突的手部703b的大小,如下文更详细地描述的。

[0210] 在图7C中,计算机系统101检测到手部703c的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),同时手部703c与三维环境中的虚拟对象707具有深度冲突。例如,如图7C所示,当手部703c正在三维环境702中与虚拟对象的第一部分708接触/相交时(例如,当第一部分708被显示具有改变后的视觉外观时),计算机系统101检测到手部703c相对于用户的视点向右移动。在一些实施方案中,计算机系统101检测到手部703c的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),但没有检测到手部703c与虚拟对象707的第一部分708之间的深度冲突程度的改变。附加地,在图7C中,计算机系统101检测到手部705a(“手部2”)相对于三维环境702中的虚拟对象727的移动。例如,如图7C所示,计算机系统101检测到手部705a相对于用户的视点远离用户并且朝向三维环境702中的虚拟对象727移动。如上文类似地所描述的,计算机系统101任选地检测到手部703c和705a的移动,而不管用户的注意力如何。

[0211] 图7C-1例示了与图7C所示的概念类似和/或相同的概念(具有许多相同的附图标记)。应当理解,除非下文指出,否则图7C-1所示的与图7A至图7H所示的元素具有相同附图标记的元素具有相同特征中的一个或多个或全部特征。图7C-1包括计算机系统101,该计算机系统包括显示生成部件120(或与之相同)。在一些实施方案中,计算机系统101和显示生成部件120分别具有图7C和图7A至图7H所示的计算机系统101和图1和图3所示的显示生成部件120的一个或多个特性,并且在一些实施方案中,图7A至图7H所示的计算机系统101和显示生成部件120具有图7C-1所示的计算机系统101和显示生成部件120的一个或多个特性。

[0212] 在图7C-1中,显示生成部件120包括朝向用户的面部取向的一个或多个内部图像传感器314a(例如,参考图5所描述的眼睛跟踪相机540)。在一些实施方案中,内部图像传感器314a用于眼睛跟踪(例如,检测用户的注视)。内部图像传感器314a任选地布置在显示生成部件120的左侧部分和右侧部分上,以使得能够对用户的左眼和右眼进行眼睛跟踪。显示生成部件120还包括从用户面向外的外部图像传感器314b和314c,以检测和/或捕获物理环境和/或用户的手部的移动。在一些实施方案中,图像传感器314a、314b和314c具有参考图7A至图7H所描述的图像传感器314的特性中的一个或多个特性。

[0213] 在图7C-1中,显示生成部件120被例示为显示任选地与参考图7A至图7H描述为经由显示生成部件120被显示和/或可见的内容相对应的内容。在一些实施方案中,该内容由

包括在显示生成部件120中的单个显示器(例如,图5的显示器510)显示。在一些实施方案中,显示生成部件120包括具有被合并(例如,由用户的大脑)以创建图7C-1所示的内容视图的显示输出的两个或更多个显示器(例如,分别用于用户的左眼和右眼的左显示面板和右显示面板,如参考图5所描述的)。

[0214] 显示生成部件120具有与图7C-1所示的内容相对应的视场(例如,由外部图像传感器314b和314c捕获并且/或者经由显示生成部件120对用户可见的视场,由俯视图中的虚线指示)。因为显示生成部件120任选地是头戴式设备,所以显示生成部件120的视场任选地与用户的视场相同或类似。

[0215] 在图7C-1中,用户被描绘为执行空中捏合手势(例如,利用手部1703C或手部2705A)以向计算机系统101提供输入以提供指向由计算机系统101显示的内容的用户输入。这种描述是示例性的而不是限制性的;用户任选地使用不同的空中手势和/或使用如参考图7A至图7H所描述的其他形式的输入来提供用户输入。

[0216] 在一些实施方案中,计算机系统101响应于如参考图7A至图7H所描述的用户输入。

[0217] 在图7C-1的示例中,因为用户的手部在显示生成部件120的视场内,所以其在三维环境内可见。也就是说,用户可任选地在三维环境中看到其自身身体的在显示生成部件120的视场内的任何部分。此外,如本文所描述的,由于与手部703c存在冲突而修改其视觉外观的对象707的部分708a(例如,与图7A至图7H中的部分708相对应)的大小和/或形状基于与对象707具有冲突的手部703c的该部分的大小和/或形状。例如,在图7C-1中,部分708a与和对象707存在冲突的手部703c的手指的大小、形状和/或取向相对应地被拉长和取向。应当理解,如图7A至图7H所示或参考这些图所描述和/或参考对应方法所描述的本公开的一个或多个或全部方面任选地以与图7C-1所示类似或相似的方式在计算机系统101和显示生成单元120上实现。

[0218] 在一些实施方案中,如图7D所示,响应于检测到手部703c相对于虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),计算机系统101改变虚拟对象707的第三部分714在三维环境702中的视觉外观。例如,如图7D所示,计算机系统101根据确定在手部703c相对于三维环境702中的虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后手部703c正在与虚拟对象707的第三部分714接触/相交而改变虚拟对象707的第三部分714的视觉属性(例如,亮度、半透明度、饱和度和/或着色)和/或停止虚拟对象的显示。在一些实施方案中,如上文类似地所讨论的,当计算机系统101改变虚拟对象707的第三部分714的视觉外观时,三维环境(包括围绕显示生成部件的物理环境)的在虚拟对象707后面的各部分变得通过虚拟对象707的第三部分714可见。如上文类似地所讨论的,在一些实施方案中,计算机系统101改变虚拟对象707的第三部分714的视觉外观以解决或减少三维环境702中虚拟对象707的第三部分714与手部703c之间的深度冲突。附加地,如图7D所示,计算机系统101根据确定在手部703c的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后第四部分716在三维环境702中不具有深度冲突而维持虚拟对象707的第四部分716的显示,如上文类似地所讨论的。例如,计算机系统101放弃改变虚拟对象707的第四部分716的视觉外观,如图7D所示。

[0219] 在一些实施方案中,如图7D所示,计算机系统101响应于检测到手部703c的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)而调整虚拟对象707的第一部分(例如,图7C中的

708)的至少一部分的视觉外观的改变。例如,如图7C所示,手部703c的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得虚拟对象707的第一部分的至少一部分在三维环境702中不再具有深度冲突(例如,不再与用户的手部703c的一部分接触/相交)。在一些实施方案中,调整虚拟对象707的第一部分的至少一部分的视觉外观的改变包括重新显示虚拟对象707的第一部分的至少一部分。例如,如图7D所示,计算机系统101在三维环境702中重新显示包括在虚拟对象707的第一部分中的可选择选项706-2的一部分。此外,在一些实施方案中,当计算机系统101调整虚拟对象707的第一部分的至少一部分的视觉外观的改变时,三维环境(包括围绕显示生成部件120的物理环境)702的在虚拟对象707后面通过虚拟对象707的第一部分可见的该部分(例如,如参考图7C所描述的)不再通过虚拟对象707的第一部分可见,如图7C所示。

[0220] 附加地,在一些实施方案中,响应于检测到手部705a相对于三维环境702中的虚拟对象727的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),计算机系统确定虚拟对象727的第一部分730遇到与三维环境702中的手部705a的深度冲突,如图7D所示。例如,如图例709所示,计算机系统101确定手部705a(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)朝向三维环境702中的虚拟对象727的移动使得虚拟对象727的第一部分730在手部705a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后至少部分地与手部705a接触/相交。在一些实施方案中,如上文类似地所讨论的,当计算机系统101确定手部705a与虚拟对象727的第一部分730具有深度冲突时,计算机系统101改变虚拟对象727的第一部分730在三维环境702中的视觉外观以解决或减少虚拟对象727与手部705a之间的深度冲突。例如,计算机系统101改变虚拟对象727的第一部分730(例如,包括在虚拟对象727的第一部分730中的网站内容的一部分)的视觉属性(例如,亮度、不透明度、饱和度和/或着色)和/或停止显示该第一部分,这使得手部705a能够通过虚拟对象727的第一部分730继续可见。此外,在一些实施方案中,当计算机系统101改变虚拟对象727的第一部分730在三维环境702中的视觉外观时,三维环境702的相对于用户的视点在虚拟对象727后面的各部分(包括围绕显示生成部件120的物理环境)变得通过虚拟对象727的第一部分730可见,如图7D所示。附加地,在一些实施方案中,根据确定手部(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)705a相对于虚拟对象727的移动没有使得虚拟对象727的第四部分732在三维环境702中遇到深度冲突,计算机系统101维持虚拟对象727的第四部分732在三维环境702中的显示。例如,如上文类似地所讨论的,计算机系统101不改变虚拟对象727的第四部分732在三维环境702中的视觉外观。

[0221] 在一些实施方案中,如上文类似地所讨论的,在三维环境702中被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的第三部分714的量基于在三维环境702中与虚拟对象707具有深度冲突的手部703c的量。另选地,如上文先前所提及的,在一些实施方案中,在三维环境702中被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象的一部分的量基于在三维环境702中与虚拟对象具有深度冲突的用户的手部的大小。例如,如上文所描述的,虚拟对象727的第一部分730在三维环境702中与用户的手部705a具有深度冲突。在一些实施方案中,在三维环境702中被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象727的第一部分730的量基于手部705a的大小,而不是严格地基于手部705a在三维环境702中与虚拟对象727正在接触/相交的该部分。例如,在图7D中,即使手部705a的第一部分(例如,一个或多个手指)在三维环境702中正在接触虚拟对象727,虚拟对象727的第一部分730的量也对应于(例如,等于或成比例于)手部

705a的第一部分和手部705a的第二部分(例如,该一个或多个手指中的其他手指和/或手掌),这些部分并未与三维环境702中的虚拟对象727接触/相交。因此,在一些实施方案中,如图7D所示,被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象727的第一部分730的量大于在三维环境702中实际与虚拟对象727的手部705a正在接触/相交的量。

[0222] 如上文类似地所描述的,在一些实施方案中,三维环境702中深度冲突的程度基于用户与三维环境702中的虚拟对象正在接触/相交的该部分(例如,手部)的量值(例如,量)。例如,如图7D所示,当虚拟对象707的第三部分714在手部703c相对于虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后遇到与手部703c的深度冲突时,手部703c以第一量值(例如,第一量)与虚拟对象707的第三部分714接触/相交,如图例713中的圆715a所指示的。作为示例,在图例713中,圆715a将第一量值表达为手部703c在三维环境702中正在接触/相交的虚拟对象707的第一表面区域。在一些实施方案中,如下文描述的,计算机系统101响应于检测到与三维环境702中的虚拟对象707具有深度冲突的手部703c的该部分的量值的改变,增加在三维环境702中被显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的该部分。

[0223] 在图7D中,计算机系统101检测到手部703d相对于用户的视点进一步/穿过虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。例如,如图7D所示,当手部703d正在与虚拟对象707的第三部分714接触/相交时,计算机系统101检测到手部703d远离用户并且相对于用户的视点在三维环境702中在虚拟对象707的后面移动。附加地,在图7D中,计算机系统101检测到手部705a相对于三维环境702中的虚拟对象727远离虚拟对象727的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。例如,如图7D所示,当手部705a正在与虚拟对象727的第一部分730接触/相交时,计算机系统101检测到手部705a朝向用户并且相对于用户的视点在三维环境702中在虚拟对象727的前方移动。在一些实施方案中,计算机系统101检测到手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)703d和705a,而不管用户的注意力如何。

[0224] 在一些实施方案中,响应于检测到手部703d远离用户的视点并且进入三维环境702中的虚拟对象707中的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),计算机系统101确定手部703d与虚拟对象707接触/相交的该部分的量值(例如,量)在三维环境702中改变。例如,如图7E中的图例709所示,计算机系统101检测到手部703d穿过虚拟对象707并且相对于用户的视点在虚拟对象707后面的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。在一些实施方案中,如图7E所示,计算机系统101确定手部703d与虚拟对象707接触/相交的该部分的量值增加到第二量值,如图例713中的圆715b所指示的。例如,如图7E中的图例713中的圆715b所指示的,当手部703d进一步移动到虚拟对象707中并且在虚拟对象707后面时,手部703d与三维环境702中的虚拟对象707的较大表面区域(例如,大于图7D中的圆715a所指示的表面区域)接触/相交。

[0225] 在一些实施方案中,根据确定手部703d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)增加了手部703d与三维环境702中的虚拟对象707正在接触/相交的该部分的量值,计算机系统101确定手部703d与虚拟对象707之间的深度冲突的程度在三维环境702中增加。例如,如图7E所示,手部703d相对于用户的视点在虚拟对象707后面的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得手部703e遇到与三维环境702中的虚拟对象707的第五部分718的深度冲突。应当理解,在图7E中,虽然当手部703e相对于用户的视点在虚拟对象707后

面时,手部703e不一定与虚拟对象707的第五部分718接触/相交,但手部703e在虚拟对象707后面的位置任选地使得手部703e的至少一部分在视觉上被虚拟对象707的第五部分718遮挡(例如,不可通过其可见),从而在三维环境702中产生深度冲突。在一些实施方案中,如上文类似地所描述的,根据确定在三维环境702中的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后虚拟对象707的第五部分718与手部703e具有深度冲突,计算机系统101改变三维环境702中的虚拟对象707的第五部分718的视觉外观。例如,计算机系统改变虚拟对象707的第五部分718的视觉属性(例如,亮度、不透明度、饱和度和/或着色)和/或停止显示该第五部分,以解决或减少深度冲突(例如,并且使得虚拟对象707后面的手部703e能够相对于用户的视点通过虚拟对象707的第五部分718可见)。附加地,如上文类似地所讨论的,在一些实施方案中,根据确定虚拟对象707的第六部分720的确响应于手部703d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)而遇到深度冲突,计算机系统维持虚拟对象707的第六部分720在三维环境702中的显示。例如,计算机系统101放弃改变三维环境702中的虚拟对象707的第六部分720的视觉外观。

[0226] 附加地,在一些实施方案中,响应于检测到手部705a相对于三维环境702中的虚拟对象727远离虚拟对象727的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),计算机系统101确定虚拟对象727不再与手部705a具有深度冲突,如图7E中的图例709所示。例如,如图7E所示,手部705a远离虚拟对象727的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得手部705a不再与三维环境702中的虚拟对象727的一部分接触/相交。在一些实施方案中,根据确定虚拟对象727在三维环境702中不再具有深度冲突,计算机系统101调整三维环境702中虚拟对象727的第一部分(例如,图7D中的730)的视觉外观的改变。例如,如图7E所示,计算机系统101相对于用户的视点重新显示包括在三维环境702中的虚拟对象727的第一部分中的网站内容728(例如,如图7D所示的网站内容的先前未显示的部分)和/或使其完全可见。

[0227] 在图7E中,当虚拟对象707在三维环境702中与手部703e具有深度冲突时,计算机系统101检测到用户的视点的移动。例如,如图7E所示,计算机系统101检测到手部705b抓握计算机系统101并且在向左方向(例如,关于用户身体的逆时针方向)上移动。在一些实施方案中,如下所描述,用户的视点的移动使得三维环境702的在用户的视场中的部分(包括围绕显示生成部件120的物理环境)根据视点的移动而改变。在一些实施方案中,用于改变用户的视点的输入对应于用户的头部在物理环境中的移动(例如,由用户穿戴的头戴式显示器在物理环境中的移动)。

[0228] 在一些实施方案中,如图7F所示,响应于检测到图7E中的手部705b的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),计算机系统101根据该移动相对于用户的新视点更新三维环境702的显示。例如,在图7F中,计算机系统101围绕用户的身体逆时针移动/成角度,使得计算机系统101在三维环境702中以一角度面向虚拟对象707和727的前置表面/部分。因此,如图7F所示,计算机系统101任选地更新虚拟对象707和727的取向的显示,使得虚拟对象709b的前置表面/部分相对于用户的新视点向右成角度。附加地,如图7F所示,当用户的视点移动时,物理环境的经由显示生成部件120可见的部分根据视点的移动而改变(例如,沙发的表示724a的较小部分相对于用户的新视点经由显示生成部件120在三维环境702中可见)。

[0229] 在一些实施方案中,用户的视点的移动使得虚拟对象707所遇到的深度冲突的程

度在三维环境702中改变。例如,如上所述,用户的视点的移动使得虚拟对象707和727的取向根据视点的移动而改变/转移。以下参考方法800给出了关于根据用户的视点的移动的虚拟对象707和727的取向的转移的附加细节。在一些实施方案中,虚拟对象707的取向的转移增加或减小了三维环境702中虚拟对象707的第五部分718与手部703e之间的深度冲突的程度。在一些实施方案中,当用户的视点的移动使得虚拟对象707所遇到的深度冲突程度改变和/或使得虚拟对象707在三维环境702中遇到深度冲突时,计算机系统101改变虚拟对象707的具有深度冲突的该部分的视觉外观,如上文类似地所描述的。例如,如图7F所示,计算机系统101调整与手部703e具有深度冲突的虚拟对象707的第五部分718的视觉外观的改变,而不改变三维环境702中不具有深度冲突的虚拟对象707的第六部分720的视觉外观。在一些实施方案中,如图7F所示,虚拟对象707的具有改变后的视觉外观的第五部分718的量在三维环境702中减小,因为虚拟对象707的第五部分718与手部703e之间的深度冲突从用户的新视点看来似乎减小。

[0230] 附加地,在一些实施方案中,如图7F所示,用户的视点的移动不会使得虚拟对象727相对于用户的新视点在三维环境702中遇到深度冲突。例如,如图7D所示,用户的视点的移动不会使得虚拟对象727相对于用户的新视点至少部分地与用户的手部(或另一对象)接触/相交。因此,如图7F所示,计算机系统101任选地维持虚拟对象727的显示并且任选地不改变虚拟对象727的任何部分在三维环境702中的视觉外观。

[0231] 在一些实施方案中,如上文先前参考图7A所描述的,虚拟对象707包括内容,诸如媒体浏览应用的用户界面。例如,如图7A所示,虚拟对象707包括多个可选择选项706-1至706-3,这些选项可被选择以使得计算机系统101显示与这些可选择选项相对应的内容。如图7F所示,虚拟对象707任选地包括可选择选项706-1。在一些实施方案中,如图7F所示并且如上文类似地所描述的,因为用户的手部703f与虚拟对象707的第五部分718(其包括可选择选项706-1的一部分)具有深度冲突,所以可选择选项706-1的该部分在三维环境702中具有改变后的视觉外观(例如,不显示或在三维环境702中不可见)。如下所述,指向可选择选项706-1的输入任选地不会使得计算机系统101执行与可选择选项706-1相关联的操作。

[0232] 在图7F中,计算机系统101检测到指向虚拟对象707中的可选择选项706-1的选择输入。例如,如图7F所示,计算机系统101在用户的注意力(例如,基于注视721)指向三维环境702中的可选择选项706-1时检测到由手部703f提供的空中手势(例如,其中手部703f的食指和拇指合在一起并且接触的空中捏合手势)、轻击手势或按钮按压。在一些实施方案中,如图7F所示,计算机系统检测到手部703f执行空中手势,同时手部703f与三维环境702中的虚拟对象707具有深度冲突(例如,相对于用户的视点在虚拟对象707的第五部分718后面)。附加地或另选地,在图7F中,计算机系统101检测到由手部705c提供的空中手势(例如,空中捏合手势)、轻击手势或按钮按压,同时用户的注意力(例如,基于注视721)指向三维环境702中的可选择选项706-1。

[0233] 在一些实施方案中,如图7G所示,响应于检测到由手部703f和/或手部705c提供的选择输入,计算机系统101放弃激活(例如,选择)虚拟对象707中的可选择选项706-1。例如,如图7G所示,计算机系统101放弃在三维环境702中在虚拟对象707中显示与可选择选项706-1相关联的内容(内容A)。如上文先前所描述的并且如图7G所示,可选择选项706-1的一部分包括在虚拟对象707的第五部分718中,该第五部分在三维环境702中被显示具有改变

后的视觉外观(例如,作为手部703f与虚拟对象707之间的深度冲突的结果)。因此,在一些实施方案中,因为可选择选项706-1的一部分被包括在虚拟对象707的与手部703f具有深度冲突的第五部分718中,所以计算机系统101放弃激活虚拟对象707中的可选择选项706-1(例如,尽管可选择选项706-1的其他部分仍在虚拟对象707中显示和/或可见)。如图7G所示,计算机系统101任选地不响应于检测到上述选择输入而在三维环境702中执行操作。应当理解,计算机系统101放弃响应于检测到指向虚拟对象707的第五部分718的至少一部分的其他输入而执行其他操作。例如,如果计算机系统101另选地检测到与滚动通过包括在虚拟对象707的第五部分718中的内容的请求相对应的输入,则计算机系统101将放弃在三维环境702中滚动虚拟对象707的内容。

[0234] 在图7G中,计算机系统101检测到手部705d相对于三维环境702中的虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。例如,如图7G所示,计算机系统101检测到手部705d远离用户(例如,相对于用户的视点向左和向前)并且朝向三维环境702中的虚拟对象707移动。在一些实施方案中,计算机系统101检测到手部705d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),同时手部703f与三维环境702中的虚拟对象707的第五部分718具有深度冲突(例如,同时手部703f相对于用户的视点位于虚拟对象707后面),如图7G所示。附加地,如上文参考图7E类似地所描述的,当计算机系统101检测到手部705a的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)时,手部703f任选地与虚拟对象707具有第二量值715b的深度冲突,如图例713中所指示的。

[0235] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的手部705d相对于虚拟对象707朝向虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),计算机系统101确定虚拟对象707的第七部分722与手部705d遇到深度冲突,如图7H所示。例如,如上文类似地所讨论的,计算机系统101确定在三维环境702中的手部705d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后,手部705d至少部分地与虚拟对象707的第七部分722接触/相交。如图7H所示,根据确定在手部705d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后虚拟对象707的第七部分722与手部705d遇到深度冲突,计算机系统101改变虚拟对象707的第七部分722的视觉外观,如类似于上文所讨论的。例如,如图7H所示,计算机系统101改变虚拟对象707的第七部分722的视觉属性(例如,亮度、不透明度、饱和度、和/或着色)和/或停止该第七部分的显示,以解决或减少手部705d与虚拟对象707的第七部分722之间的深度冲突。附加地,根据确定手部705d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)不会使得虚拟对象707的第八部分726在手部705d的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后与手部705d遇到深度冲突,计算机系统101维持虚拟对象707的第八部分726在三维环境702中的显示。例如,如上文类似地所讨论的,计算机系统101放弃改变三维环境702中的虚拟对象707的第八部分726的视觉外观。

[0236] 在一些实施方案中,如图7H中的图例709所示,计算机系统101在三维环境702中检测到手部705d与虚拟对象707的第七部分722具有深度冲突,而手部703f同时与虚拟对象707的第五部分718具有深度冲突。例如,如图7H所示,计算机系统101检测到手部705d至少部分地与虚拟对象707的第七部分722接触/相交,而手部703f同时相对于用户的视点位于虚拟对象707的第五部分718后面。因此,如图7H所示,计算机系统101同时显示具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的第五部分718和具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的第七

部分722,以分别解决或减少来自三维环境702中的手部703f和705d的深度冲突。在一些实施方案中,虚拟对象707的第五部分718的视觉外观的改变不同于三维环境702中虚拟对象707的第七部分722的视觉外观的改变。例如,如图7H所示,被显示具有降低的视觉显著性的虚拟对象的第五部分718的量不同于(例如,大于)被显示具有降低的视觉显著性的虚拟对象707的第七部分722的量。此外,虚拟对象707的第五部分718的视觉属性(例如,亮度、不透明度、饱和度和/或着色)的改变任选地不同于虚拟对象707的第七部分722的视觉属性的改变(例如,基于包括在部分718和722中的内容和/或深度冲突的程度)。

[0237] 附加地,在一些实施方案中,手部703f和手部705d的与虚拟对象707具有深度冲突的这些部分的量值(例如,量)是不同的。例如,如上文先前所提及的,手部703f与虚拟对象707具有第二量值715b的深度冲突,如图例713所指示。在一些实施方案中,手部705d与虚拟对象707具有小于第二量值715b的第三量值717a的深度冲突,如图例713中所指示的。例如,如上文类似地所讨论的,手部705d与虚拟对象707正在接触/相交的该部分所涉及的表面区域小于手部703f的位于虚拟对象707后面的部分(例如,相对于用户的视点而言)。因此,如上文所描述的并且如图7H所示,在一些实施方案中,计算机系统101基于每只手在三维环境702中与虚拟对象707发生冲突的量值(例如,量)分别地解决或减少与手部703f和705d的深度冲突。

[0238] 应当理解,在一些实施方案中,计算机系统101利用上述减轻技术(例如,改变虚拟对象的视觉属性和/或停止虚拟对象的一部分在三维环境中的显示)来减轻与除计算机系统的用户的手部之外的其他物理对象的深度冲突。例如,响应于检测到第一虚拟对象在三维环境中与除用户的手部以外的物理对象(例如,硬件输入设备诸如控制器、键盘、触控板、指针和/或鼠标,或除手部之外的用户的另一部分诸如手臂、脚、膝盖和/或肘部)遇到深度冲突,计算机系统利用上述技术来减少或解决三维环境中的第一虚拟对象与物理对象之间的深度冲突。

[0239] 图8A至图8N是例示根据一些实施方案的通过降低三维环境中的虚拟对象的一个或多个部分的视觉显著性来促进虚拟对象的深度冲突减轻的示例性方法800的流程图。在一些实施方案中,方法800在计算机系统(例如,图1中的计算机系统101,诸如平板电脑、智能电话、可穿戴计算机或头戴式设备)处执行,该计算机系统包括显示生成部件(例如,图1、图3和图4中的显示生成部件120)(例如,平视显示器、显示器、触摸屏和/或投影仪)和一个或多个相机(例如,向下指向用户的手的相机(例如,颜色传感器、红外传感器或其他深度感测相机)或从用户的头向前指向的相机)。在一些实施方案中,方法800通过存储在非暂态计算机可读存储介质中并由计算机系统的一个或多个处理器诸如计算机系统101的一个或多个处理器202(例如,图1A中的控制单元110)执行的指令来管理。方法800中的一些操作任选地被组合,并且/或者一些操作的次序任选地被改变。

[0240] 在一些实施方案中,方法800在与显示生成部件(例如,120)和一个或多个输入设备(例如,314)通信的计算机系统(例如,101)处执行。例如,计算机系统是或包括移动设备(例如,平板电脑、智能电话、媒体播放器或可穿戴设备)或计算机。在一些实施方案中,显示生成部件是与电子设备集成的显示器(任选地触摸屏显示器)、外部显示器诸如监视器、投影仪、电视机或用于投影用户界面或使得用户界面对一个或多个用户可见的硬件部件(任选地集成的或外部的)。在一些实施方案中,该一个或多个输入设备包括能够接收用户输入

(例如,捕获用户输入或检测到用户输入)并向电子设备发送与该用户输入相关联的信息。输入设备的示例包括触摸屏、鼠标(例如,外部的)、轨迹板(任选地是集成的或外部的)、触控板(任选地是集成的或外部的)、遥控设备(例如,外部的)、另一移动设备(例如,与电子设备分开)、手持式设备(例如,外部的)、控制器(例如,外部的)、相机、深度传感器、眼睛跟踪设备和/或运动传感器(例如,手部跟踪设备或手部运动传感器)。在一些实施方案中,计算机系统与手部跟踪设备(例如,一个或多个相机、深度传感器、接近传感器、触摸传感器(例如,触摸屏、触控板))通信。在一些实施方案中,手部跟踪设备是可穿戴设备,诸如智能手套。在一些实施方案中,手部跟踪设备是手持式输入设备,诸如遥控器或触笔。

[0241] 在一些实施方案中,计算机系统经由显示生成部件显示(802a)三维环境中的虚拟对象,诸如如图7A所示的三维环境702中的虚拟对象707或虚拟对象727。例如,三维环境被生成为、被显示为或以其他方式被使得能够通过计算机系统观看(例如,扩展现实(XR)环境,诸如虚拟现实(VR)环境、混合现实(MR)环境或增强现实(AR)环境)。在一些实施方案中,显示生成部件周围的物理环境通过显示生成部件的透明部分可见(例如,真实或现实透传)。例如,经由显示生成部件(例如,虚拟或视频透传)在三维环境中显示物理环境的表示,诸如图7A中的显示生成部件120周围的物理环境的所捕获部分的显示。在一些实施方案中,虚拟对象由计算机系统生成和/或是或包括内容,诸如显示内容(例如,文本、图像或视频)的网络浏览应用的窗口(如图7A中的虚拟对象727类似地示出)、显示照片或视频剪辑的窗口、用于控制计算机系统上的内容项播放的媒体播放器窗口(如图7A中的虚拟对象707类似地所示)、显示联系人信息(例如,电话号码、电子邮件地址和/或生日)的联系人应用中的联系人卡片和/或游戏应用的虚拟棋盘游戏。在一些实施方案中,虚拟对象被显示在三维环境中的相应位置处,该相应位置相对于三维环境的用户的当前视点处于计算机系统的用户的视场中。在一些实施方案中,虚拟对象包含多个部分,包括第一部分和第二部分,它们是该多个部分中的不同(例如,非重叠)部分。例如,虚拟对象的第一部分是或包括虚拟对象相对于用户的视点的顶部部分(例如,上半部),并且虚拟对象的第二部分是或包括虚拟对象相对于用户的视点的底部部分(例如,下半部)。又如,虚拟对象的第一部分是或包括虚拟对象相对于用户的视点的第一侧的外边缘,并且虚拟对象的第二部分是或包括虚拟对象相对于用户的视点的与第一侧不同的第二侧的外边缘。在一些实施方案中,虚拟对象的第一部分和第二部分具有由包括在虚拟对象中的内容(例如,内容的像素的表示)确定的第一视觉属性(例如,外观)。在一些实施方案中,第一视觉属性由照明效果、变暗效果、透明效果、模糊效果、发光效果和/或饱和效果确定,每个效果具有基于虚拟对象的内容的默认值。例如,当计算机系统显示具有第一视觉属性的虚拟对象的第一部分和第二部分时,第一视觉属性是基于虚拟对象的内容(诸如虚拟对象707的媒体浏览内容或虚拟对象727的web浏览内容,如图7A所示)自动地(例如,作为默认)确定和/或定义的。在一些实施方案中,第一视觉属性的特性不包括和/或不同于虚拟对象的大小、虚拟对象的照明、与虚拟对象相关联的阴影(例如,由其他对象投射到对象上)、或基于虚拟对象在三维环境中相对于用户的视点的相对放置的改变而自动地和/或以其他方式改变的其他视觉特性。

[0242] 在一些实施方案中,当在三维环境中显示虚拟对象时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(802b)第一输入,该第一输入包括计算机系统的用户的第一部分(例如,第一手部)相对于三维环境中的虚拟对象的移动,诸如手部703a相对于虚拟对象707的

移动,如图7A所示。例如,计算机系统检测到计算机系统的用户的第一手部(例如左手或右手)的移动,该移动由与计算机系统通信的一个或多个输入设备(例如,手部跟踪设备)检测到。在一些实施方案中,检测到用户的第一手部的移动,而没有检测到由用户的第一手部的两个或更多个手指执行的空中捏合手势。例如,计算机系统检测到用户的第一手部在空间中移动,而没有检测到第一手部的食指和拇指合在一起并且在指尖处接触。在一些实施方案中,计算机系统经由与计算机系统通信的硬件输入设备(例如,支持六自由度移动操作的控制器,或触控板、鼠标)检测到第一输入。例如,计算机系统检测到控制器在空间中的移动、鼠标在表面(例如,桌面)上的移动和/或用户的手部的手指在触摸板上的移动。在一些实施方案中,用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)相对于三维环境中的虚拟对象在空间中的相应方向上(例如,在竖直方向、水平方向或对角线方向上)。例如,计算机系统检测到用户的第一手部远离用户的身体并且朝向三维环境的经由显示生成部件可见的该部分(例如,三维环境的包括虚拟对象的部分)移动,诸如手部703a朝向三维环境702的经由显示生成部件120可见的该部分的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7A所示。在一些实施方案中,第一输入包括仅注意力和/或仅注视输入(例如,不包括来自用户的除提供注意力输入的那些部分之外的一个或多个部分的输入)。

[0243] 在一些实施方案中,响应于检测到第一输入(802c),根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突(例如,在用户的第一手部在空间中移动之后,第一手部至少部分地与三维环境中的虚拟对象的第一部分接触或相交,或在与虚拟对象的第一部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm或50cm)内),诸如如图7C和图7C-1所示的手部703c与虚拟对象707的第一部分708之间的接触,以及在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突(802d),计算机系统相对于虚拟对象的第二部分降低(802e)三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性,诸如如图7C和图7C-1所示的改变三维环境702中的虚拟对象707的第一部分708的视觉外观。在一些实施方案中,当用户的第一部分至少部分地与虚拟对象的第一部分接触或相交时,用户的第一部分相对于用户的视点在三维环境中与虚拟对象的第一部分产生了深度冲突。在一些实施方案中,当虚拟对象的第一部分与用户的第一部分具有深度冲突时,虚拟对象的第二部分与三维环境中的用户的第一部分不具有深度冲突。例如,在用户的第一手部在空间中移动之后,用户的第一手部不与三维环境中的虚拟对象的第二部分至少部分地接触或相交,诸如如图7C和图7C-1所示的手部703c不与虚拟对象707的第二部分710接触。在一些实施方案中,根据确定用户的第一手部至少部分地与三维环境中的虚拟对象的第一部分接触或相交,计算机系统自动地更新虚拟对象的第一部分的显示以解决或减少三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第一部分在三维环境中的显示。例如,计算机系统不再在三维环境中显示与用户的第一手部具有深度冲突的虚拟对象的第一部分以解决三维环境中的深度冲突(例如,使得虚拟对象的显示相对于用户的视点在三维环境中不再表现为被用户的第一手部遮挡)。在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第三部分的显示,该第三部分包括与用户的第一部分在三维环境中具有深度冲突的虚拟对象的第一部分。例

如,计算机系统不再显示虚拟对象中比用户的第一手部在三维环境中具有深度冲突的虚拟对象的第一部分更大(例如,在量上)的一部分。在一些实施方案中,如下文更详细地讨论的,虚拟对象的第一部分对应于用户的第一手部的大小,而不仅仅是用户的第一手部在三维环境中接触虚拟对象的部分。例如,如果计算机系统检测到用户的第一手部的一个或多个手指正在接触三维环境中的虚拟对象,则不再在三维环境中显示的虚拟对象的第一部分的大小对应于(例如,等于或成比例于)用户的第一手部的大小(例如,包括用户的第一手部的全部手指和手掌)。在一些实施方案中,当计算机系统相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,用户的第一部分相对于用户的视点通过三维环境中的虚拟对象可见。例如,当计算机系统不再在三维环境中显示虚拟对象的第一部分时,用户的第一手部的使得与三维环境中的虚拟对象产生深度冲突的该部分不再相对于用户的视点与虚拟对象的第一部分相交或接触。在一些实施方案中,如下文描述的,当计算机系统相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,虚拟对象的第二部分保持显示在三维环境中。例如,当计算机系统停止虚拟对象的第一部分的显示时,用户的第一手部和虚拟对象的第二部分从用户的视点可见并且不受阻挡。在一些实施方案中,当用户的第一部分响应于第一输入而与虚拟对象的第一部分接触或相交时,计算机系统以使得虚拟对象的第一部分不再显示在三维环境中的动画效果显示虚拟对象的第一部分。例如,如下文更详细地描述的,该动画效果包括当用户的第一手部与虚拟对象的第一部分接触时显露用户的第一手部的羽化效果(例如,当虚拟对象的第一部分不再显示时,虚拟对象的围绕用户的第一手部的部分相对于用户的视点被羽化)。在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括在三维环境中增加虚拟对象的第一部分相对于第二部分的透明度、降低第一部分相对于第二部分的亮度和/或颜色饱和度、以及/或者增加第一部分相对于第二部分的模糊度。在一些实施方案中,如下文更详细地讨论的,当虚拟对象的第一部分的显著性相对于虚拟对象的第二部分降低时,计算机系统放弃对指向虚拟对象的第一部分的输入作出响应。例如,如果计算机系统检测到指向虚拟对象的第一部分的选择输入,则计算机系统不响应于检测到该输入而对虚拟对象的第一部分执行选择操作。在一些实施方案中,计算机系统相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性达用户的第一部分保持与虚拟对象的第一部分接触的持续时间。例如,如果计算机系统检测到用户的第一手部远离三维环境中的虚拟对象的使得虚拟对象的第一部分在三维环境中不再具有深度冲突的移动,则计算机系统重新显示具有第一视觉属性的虚拟对象的第一部分(例如,在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分)。在一些实施方案中,当计算机系统响应于检测到用户的第一部分与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突而降低虚拟对象的第二部分相对于第一部分的视觉显著性时,计算机系统不相对于虚拟对象的第二部分降低三维环境的其他部分(例如,围绕虚拟对象的对象或物理环境的部分)的视觉显著性,并且/或者不修改三维环境的其他部分的视觉属性。

[0244] 在一些实施方案中,计算机系统维持(802f)虚拟对象的第二部分在三维环境中的显示,诸如维持与手部703c不具有深度冲突的虚拟对象707的第二部分710的显示,如图7C和图7C-1所示。例如,根据确定用户的第一手部没有至少部分地与三维环境中的虚拟对象的第二部分接触或相交,计算机系统维持虚拟对象的第二部分的显示,使其具有在第一输入之前的视觉外观。在一些实施方案中,计算机系统同时显示相对于虚拟对象的第二部分

具有降低的视觉显著性的虚拟对象的第一部分和具有第一视觉属性的虚拟对象的第二部分,如在图7C和图7C-1中的虚拟对象707中类似地所示。

[0245] 在一些实施方案中,根据确定在用户的第一部分的移动之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突(例如,虚拟对象没有与用户的第一手部的任何部分遇到深度冲突,诸如在第一手部的移动之后与用户的手部的任何手指均不具有深度冲突),诸如手部703c不接触虚拟对象727,如图7C和图7C-1所示,计算机系统维持(802g)虚拟对象的第一部分和第二部分的显示,而不相对于虚拟对象的第二部分的视觉显著性降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性,诸如如图7C和图7C-1所示的维持虚拟对象727的显示。例如,根据确定在用户的第一手部相对于用户的视点在空间中移动之后虚拟对象的第一部分和第二部分不至少部分地与用户的第一手部接触或相交,计算机系统维持具有上文所讨论的第一视觉属性的虚拟对象的第一部分和第二部分的显示。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于用户的该部分相对于三维环境的移动来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0246] 在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的该至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(804a)虚拟对象在三维环境中的位置的改变,类似于如图7A中的图例709所指示的虚拟对象707与虚拟对象727之间的位置差异。例如,当计算机系统的用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突时,计算机系统检测到虚拟对象在三维环境中的位置的改变。在一些实施方案中,当检测到第一输入并且在降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,虚拟对象位于三维环境中的第一位置处。在一些实施方案中,计算机系统检测到在用户的手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突时虚拟对象在三维环境中从第一位置移动到第二位置。在一些实施方案中,虚拟对象响应于用户输入而移动。例如,虚拟对象响应于用户的将虚拟对象移动到三维环境中的第二位置的第二手部所提供的输入而移动(例如,由用户的第二手部提供的指向虚拟对象的空中捏合手势(例如,其中用户的第二手部的食指和拇指靠在一起以进行接触),接着是用户的第二手部在相应方向上且在空间中以相应量值的移动)。在一些实施方案中,虚拟对象响应于检测到用户的视点的移动而移动。例如,虚拟对象在三维环境中被视点锁定,并且用户的视点的移动使得虚拟对象根据视点的移动而移动到第二位置。

[0247] 在一些实施方案中,响应于检测到虚拟对象在三维环境中的位置的改变(804b),根据确定虚拟对象在三维环境中的位置的改变使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,在虚拟对象改变三维环境中的位置之后,用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,或进入与虚拟对象的第三部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、

25cm、30或50cm)内),而用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第三部分的第四部分不具有深度冲突(804c),诸如手部705a与虚拟对象727的第一部分730具有深度冲突,该第一部分处于三维环境702中和与图7D中的手部703d具有深度冲突的虚拟对象707不同的位置处,计算机系统降低(804d)三维环境中的虚拟对象的第三部分相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性,诸如改变虚拟对象727的第一部分730的视觉外观,如图7D所示。在一些实施方案中,当用户的第一部分与虚拟对象的第三部分具有深度冲突时,用户的第一部分不再与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突。在一些实施方案中,当虚拟对象的第三部分与用户的第一部分具有深度冲突时,虚拟对象的第四部分在三维环境中与用户的第一部分不具有深度冲突。例如,在虚拟对象在三维环境中的位置的改变之后,用户的第一手部不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相交。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,根据确定用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,计算机系统自动地更新虚拟对象的第三部分的显示以解决或减少三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第三部分在三维环境中的显示。例如,计算机系统不再显示用户的第一手部在三维环境中与其具有深度冲突的虚拟对象的第三部分,以解决三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分增加第三部分的透明度、相对于第四部分降低第三部分的亮度和/或颜色饱和度、以及/或者相对于第四部分增加第三部分的模糊度。在一些实施方案中,当计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性时,计算机系统不再降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,这响应于第一输入而如此进行,如上文先前所讨论的)。例如,计算机系统在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分和/或以上文参考步骤802a-802g所描述的第一视觉属性重新显示虚拟对象的第一部分。

[0248] 在一些实施方案中,计算机系统维持(804e)虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示,诸如维持不具有深度冲突的虚拟对象727的第二部分732的显示,如图7D所示。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的,根据确定当虚拟对象在三维环境中改变位置时用户的第一手部不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相交,计算机系统维持以在该虚拟对象的位置的改变之前其具有的视觉外观显示虚拟对象的第四部分。在一些实施方案中,根据确定在虚拟对象在三维环境中的位置的改变之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突,计算机系统维持虚拟对象的第三部分和第四部分的显示,而不相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于对象在三维环境中的移动来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0249] 在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的该至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(806a)用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的移动,诸如在手部703c与虚拟对象707的第一部分708具有深度冲突时手部703c相对于虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7C和图7C-1所示。例如,当计算机系统的用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突时,计算机系统检测到用户的手部相对于虚拟对象的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部在空间中在相应方向上和以(例如,速度和/或距离的)相应量值移动。例如,当用户的手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突时,计算机系统检测到手部相对于虚拟对象向上或向下移动或相对于三维环境中的虚拟对象横向(例如,向左或向右)移动,诸如手部703c的向左移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7C和图7C-1所示。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部移动,而不管用户的注意力在三维环境中的位置。

[0250] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的第一部分的移动(806b),根据确定用户的第一部分的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,在用户的第一手部相对于三维环境中的虚拟对象移动之后,用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,或进入与虚拟对象的第三部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30或50cm)内),而用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第三部分的第四部分不具有深度冲突(806c),诸如手部703d遇到与虚拟对象707的第三部分714的深度冲突,如图7D所示,计算机系统降低(806d)三维环境中的虚拟对象的第三部分相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性,诸如改变虚拟对象707的第三部分714的视觉外观,如图7D所示。在一些实施方案中,当用户的第一部分与虚拟对象的第三部分具有深度冲突时,用户的第一部分不再与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,诸如手部703d不再与虚拟对象707的第一部分708具有深度冲突,如图7D所示。在一些实施方案中,当虚拟对象的第三部分与用户的第一部分具有深度冲突时,虚拟对象的第四部分在三维环境中与用户的第一部分不具有深度冲突。例如,用户的第一手部在手部相对于三维环境中的虚拟对象的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相交,诸如手部703d不接触虚拟对象707的第四部分716,如图7D所示。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,根据确定用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,计算机系统自动地更新虚拟对象的第三部分的显示以解决或减少三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第三部分在三维环境中的显示。例如,计算机系统不再显示用户的第一手部在三维环境中与其具有深度冲突的虚拟对象的第三部分,以解决三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步

骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分增加第三部分的透明度、相对于第四部分降低第三部分的亮度和/或颜色饱和度、以及/或者相对于第四部分增加第三部分的模糊度。在一些实施方案中,当计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性时,计算机系统不再降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,这响应于第一输入而如此进行,如上文先前所讨论的),诸如不再改变虚拟对象707的第一部分708的外观,如图7D所示。例如,计算机系统在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分和/或以上文参考步骤802a-802g所描述的第一视觉属性重新显示虚拟对象的第一部分。

[0251] 在一些实施方案中,计算机系统维持(806e)虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示,诸如维持不具有深度冲突的虚拟对象707的第四部分716的显示,如图7D所示。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的,根据确定当用户的第一手部相对于三维环境中的虚拟对象移动时用户的该手部不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相交,计算机系统维持以在用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之前其具有的视觉外观显示虚拟对象的第四部分。在一些实施方案中,根据确定在用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的移动之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突,计算机系统维持虚拟对象的第三部分和第四部分的显示,而不相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于用户的该部分相对于三维环境中的对象的移动来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0252] 在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的该至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(808a)用户的视点相对于三维环境中的虚拟对象的移动,诸如与显示生成部件120的移动相对应的手部705b的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7D所示。例如,当计算机系统的用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突时,计算机系统检测到用户的视点相对于虚拟对象的移动。在一些实施方案中,计算机系统检测到显示生成部件的移动,经由该显示生成部件向用户显示包括虚拟对象的三维环境。例如,计算机系统检测到显示生成部件在空间中在相应方向上和以(例如,速度和/或距离的)相应量值移动,诸如在空间中向左移动,如图7E所示。在一些实施方案中,计算机系统包括可配置为穿戴在用户的头部上的头戴式显示器。在一些实施方案中,检测到用户的视点的移动包括检测到用户的头部在空间中的移动(例如,其中用户的头部顺时针或逆时针旋转,从而使得用户的视点相应地顺时针或逆时针移动)。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户移动的视点的移动,而不管用户的注意力在三维环境中的位置。

[0253] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的视点的移动(808b),根据确定用户的视点的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,在用户的视点相对于三维环境中的虚拟对象移动之后,用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,或进入与虚拟对象的第三部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30或50cm)内),而用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第三部分的第四部分不具有深度冲突(808c),诸如手部703f与虚拟对象707的部分718之间的深度冲突,如图7F所示,计算机系统降低(808d)三维环境中的虚拟对象的第三部分相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性,诸如改变虚拟对象707的部分718的视觉外观,如图7F所示。在一些实施方案中,响应于检测到用户的视点的移动,电子设备更新三维环境的显示,以从用户的新(例如,更新后的)视点显示虚拟对象。例如,用户的视点的移动使得虚拟对象在视觉上看起来相对于用户的新视点转移和/或旋转(例如,基于用户的视点的逆时针或顺时针移动),诸如虚拟对象707相对于图7F中的用户的视点的旋转。在一些实施方案中,当虚拟对象相对于用户的新视点转移和/或旋转时,虚拟对象的第三部分在三维环境中与用户的第一部分至少部分地接触和/或相交。在一些实施方案中,当用户的第一部分与虚拟对象的第三部分具有深度冲突时,用户的第一部分不再与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突。在一些实施方案中,当虚拟对象的第三部分与用户的第一部分具有深度冲突时,虚拟对象的第四部分在三维环境中与用户的第一部分不具有深度冲突。例如,在用户的视点相对于三维环境中的虚拟对象的移动之后,用户的第一手部不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相交,诸如手部703f不接触虚拟对象707的部分720,如图7F所示。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,根据确定用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,计算机系统自动地更新虚拟对象的第三部分的显示以解决或减少三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第三部分在三维环境中的显示。例如,计算机系统不再显示用户的第一手部在三维环境中与其具有深度冲突的虚拟对象的第三部分,以解决三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分增加第三部分的透明度、相对于第四部分降低第三部分的亮度和/或颜色饱和度、以及/或者相对于第四部分增加第三部分的模糊度。在一些实施方案中,当计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性时,计算机系统不再降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,这响应于第一输入而如此进行,如上文先前所讨论的)。例如,计算机系统在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分和/或以上文参考步骤802a-802g所描述的第一视觉属性重新显示虚拟对象的第一部分。

[0254] 在一些实施方案中,计算机系统维持(808e)虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示,诸如维持不具有深度冲突的虚拟对象707的部分720的显示,如图7F所示。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的,根据确定当用户的视点相对于三维环境中的虚拟对象移动时用户的第一手部不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相

交,计算机系统维持以在用户的视点的移动之前其具有的视觉外观显示虚拟对象的第四部分。在一些实施方案中,根据确定在用户的视点相对于三维环境中的虚拟对象的移动之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突,计算机系统维持虚拟对象的第三部分和第四部分的显示,而不相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于用户的视点相对于三维环境中的对象的移动来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0255] 在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括(810a)根据确定用户的第一部分与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的量是第一量(诸如图7D中的图例707中的圆715a所指示的深度冲突的量),降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的第一量(诸如具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的量,如图7D所示)的视觉显著性(810b)。例如,如果用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得虚拟对象的第一部分在三维环境中与用户的手部具有深度冲突,则计算机系统基于用户的手部与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的量(诸如手部703d接触虚拟对象707的第三部分714的量,如图7D所示)来降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第一部分在三维环境中的显示以及维持虚拟对象的第二部分的显示。在一些实施方案中,不再显示在三维环境中的虚拟对象的第一部分的量基于(例如,成比例于)在三维环境中与虚拟对象的第一部分接触和/或相交的用户的手部的量(例如,用户的手部相对于虚拟对象的深度)。在一些实施方案中,计算机系统确定用户的手部与虚拟对象的第一部分具有第一量的深度冲突,且因此在视觉上将虚拟对象的第一部分降低第一量。例如,计算机系统停止虚拟对象的第一部分的第一量在三维环境中的显示。

[0256] 在一些实施方案中,根据确定用户的第一部分与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的量是大于第一量的第二量(诸如图7E中的图例707中的圆715b所指示的深度冲突的量),计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的第二量的视觉显著性,其中虚拟对象的第一部分的第二量大于虚拟对象的第一部分的第一量(810c),诸如具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的量,如图7E所示。例如,如上文所描述的,计算机系统降低其视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量是基于用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的量。在一些实施方案中,如果计算机系统确定用户的手部与虚拟对象的第一部分具有不同于上文所描述的深度冲突的第一量的深度冲突的第二量,则计算机系统降低虚拟对象的第一部分的大于上文所描述的虚拟对象的第一部分的第一量的第二量的视觉显著性。例如,如果用户的手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突的部分比上文所描述的部分更大,诸如图7E中的手部703e的部分比图7D中的手部703d的部分更大,则计算机系统停止虚拟对象的第一部分的更大部分在三维环境中的显示(例如,以减少和/或解决相对于用户的视点的深度冲突,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的),诸如具有改

变后的视觉外观的第五部分718的量,如图7E所示。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于对象与用户的该部分之间的深度冲突的量来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0257] 在一些实施方案中,用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的位置是第一位置(例如,空间中的第一位置)(812a)。在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的该至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一量的视觉显著性时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(812b)第二输入,该第二输入包括用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象到第二位置的移动,诸如手部703d进一步到虚拟对象707中的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7D所示。例如,当虚拟对象的第一部分在用户的手部相对于虚拟对象的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后与该手部具有深度冲突时,计算机系统检测到用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象的进一步移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部相对于虚拟对象从第一位置移动到第二位置。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象在相应方向上和/或以(例如,速度和/或距离的)相应量值移动,诸如手部703d相对于用户的视点在三维环境中向前的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7D所示。

[0258] 在一些实施方案中,响应于检测到第二输入(812c),根据确定用户的第一部分到第二位置的移动增加用户的第一部分与三维环境中的虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的程度(诸如增加手部703e与虚拟对象707的第五部分718之间的深度冲突的程度,如图7E所示),计算机系统降低(812d)三维环境中的虚拟对象的第一部分的大于第一量的第二量的视觉显著性,诸如增加具有改变后的视觉外观的虚拟对象707的量(诸如第五部分718的量,如图7E所示)。例如,如果计算机系统确定用户的手部相对于虚拟对象到第二位置的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)增加三维环境中的深度冲突的程度,则计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的更大量的视觉显著性。在一些实施方案中,用户的手部到第二位置的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)对应于用户的手部相对于用户的视点进一步到三维环境中的虚拟对象的第一部分中和/或在其后面的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)(例如,计算机系统检测到用户的手部在空间中远离用户移动),诸如手部703e在虚拟对象707后面的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7E中的图例709所示。在一些实施方案中,计算机系统停止虚拟对象的第一部分的第二量在三维环境中的显示以解决或减少用户的手部与虚拟对象的第一部分之间的增加的深度冲突,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的。在一些实施方案中,计算机系统改变三维环境中的虚拟对象的第一部分的第二量的视觉属性(例如,亮度、半透明度、饱和度和/或着色)以解决或减少用户的手部与虚拟对象的第一部分之间的增加的深度冲突,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基

于对象与用户的该部分之间的深度冲突的量来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0259] 在一些实施方案中,用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的位置是第一位置(例如,空间中的第一位置)(814a)。在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一量的视觉显著性时,诸如当手部705a与图7D中的虚拟对象727的第一部分730具有深度冲突时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(814b)第二输入,该第二输入包括用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象到第二位置的移动,诸如手部705a相对于用户的视点远离虚拟对象727的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7D所示。例如,当虚拟对象的第一部分在用户的手部相对于虚拟对象的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之后与该手部具有深度冲突时,计算机系统检测到用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象的进一步移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部相对于虚拟对象从第一位置移动到第二位置。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象在相应方向上和/或以(例如,速度和/或距离的)相应量值移动,诸如手部705a相对于图7D中的用户的视点的向后移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。

[0260] 在一些实施方案中,响应于检测到第二输入(814c),根据确定用户的第一部分到第二位置的移动降低用户的第一部分与三维环境中的虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的程度(诸如手部705b不再与虚拟对象727具有深度冲突,如图7E所示),计算机系统降低(814d)三维环境中的虚拟对象的第一部分的小于第一量的第二量的视觉显著性,诸如不再以改变后的视觉外观显示虚拟对象727的第一部分730,如图7E所示。例如,如果计算机系统确定用户的手部相对于虚拟对象到第二位置的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)降低三维环境中的深度冲突的程度,则计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的更小量的视觉显著性。在一些实施方案中,用户的手部到第二位置的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)对应于用户的手部相对于用户的视点远离三维环境中的虚拟对象的第一部分和/或在其前面的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)(例如,计算机系统检测到用户的手部在空间中朝向用户移动)。在一些实施方案中,计算机系统停止虚拟对象的第一部分的第二量在三维环境中的显示以解决或减少用户的手部与虚拟对象的第一部分之间的降低的深度冲突,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的。在一些实施方案中,计算机系统改变三维环境中的虚拟对象的第一部分的第二量的视觉属性(例如,亮度、半透明度、饱和度和/或着色)以解决或减少用户的手部与虚拟对象的第一部分之间的降低的深度冲突,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的。在一些实施方案中,如果用户的第一部分的移动使得虚拟对象的第一部分不再与用户的第一部分具有深度冲突,则计算机系统停止降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性,如图7E类似地所

示。例如,计算机系统在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分和/或在三维环境中以上文参考步骤802a-802g所描述的第一视觉属性重新显示虚拟对象的第一部分。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于对象与用户的该部分之间的深度冲突的量来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0261] 在一些实施方案中,确定用户的第一部分(例如,图7C和图7C-1中的手部703c)的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突是根据确定用户的第二部分(例如,图7C和图7C-1中的手部705a)相对于用户的视点与三维环境中的相应虚拟对象(例如,图7C和图7C-1中的虚拟对象707)不具有深度冲突(816)。例如,计算机系统检测到用户的第一手部与虚拟对象的第一部分至少部分地接触和/或相交,并且用户的第二手部不与三维环境中的任何对象至少部分地接触和/或相交,诸如手部703c与虚拟对象707具有深度冲突并且手部705a不与任何虚拟对象具有深度冲突,如图7C和图7C-1所示。例如,计算机系统确定用户的第二手部与三维环境中的虚拟对象或另一对象(例如,第二虚拟对象)不具有深度冲突。在一些实施方案中,计算机系统放弃降低三维环境中的相应虚拟对象的一部分的视觉显著性,因为用户的第二手部与相应虚拟对象不具有深度冲突,但的确降低了三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性,因为用户的第一手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的)。当对象遇到与用户的第一部分而不是用户的第二部分的深度冲突时改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的第一部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够使用用户的第二部分来在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0262] 在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的该至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性,诸如当手部703f与图7G中的虚拟对象707的部分718具有深度冲突时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(818a)第二输入,该第二输入包括用户的第二部分相对于三维环境中的相应虚拟对象的移动,诸如手部705d相对于虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7G所示。例如,当用户的第一手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突并且用户的第二手部与三维环境中的相应虚拟对象不具有深度冲突时,计算机系统检测到用户的第二手部相对于三维环境中的相应虚拟对象的移动。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的第二手部在空间中在相应方向上和/或以(例如,速度和/或距离的)相应量值移动,诸如手部705d相对于用户的视点朝向虚拟对象707的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7G所示。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的第二手部移动,而未同时检测到用户的第一手部在空间中移动,诸如而未检测到与虚拟对象707具有深度冲突的手部703f移动,如图7G所示。

[0263] 在一些实施方案中,响应于检测到第二输入(818b),根据确定用户的第二部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的相应虚拟对象的第三部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,在用户的第二手部的移动相对于三维环境中的相应虚拟对象移动之后,用户的第二手部与三维环境中的相应虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,或进入与相应虚拟对象的第三部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30或50cm)内),诸如手部705d接触虚拟对象707的部分722,如图7H所示,并且在用户的第二部分的移动之后,用户的第二部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的相应虚拟对象的第四部分不具有深度冲突(818c),诸如手部705d不接触虚拟对象707的部分726,如图7H所示,计算机系统相对于三维环境中的相应虚拟对象的第四部分降低(818d)相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性,同时相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性,诸如改变虚拟对象707的部分722的视觉外观,同时虚拟对象707的部分718还被显示具有改变后的视觉外观,如图7H所示。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,如果计算机系统确定用户的第二手部与三维环境中的相应虚拟对象(例如,虚拟对象)的第三部分具有深度冲突,则计算机系统相对于三维环境中的相应虚拟对象的第四部分降低相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,计算机系统停止相应虚拟对象的第三部分在三维环境中的显示和/或改变相应虚拟对象的第三部分在三维环境中的视觉属性(例如,亮度、半透明度、饱和度和/或着色)。在一些实施方案中,用户的第一部分与虚拟对象(例如,图7D中的虚拟对象707)的第一部分具有深度冲突,而用户的第二部分与相应虚拟对象(诸如,如图7D所示的虚拟对象727)的第三部分具有深度冲突。在一些实施方案中,用户的第一部分和用户的第二部分与三维环境中的同一虚拟对象(诸如,如图7H所示的虚拟对象707)具有深度冲突。例如,用户的第一手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突,并且用户的第二手部与虚拟对象的第三部分具有深度冲突,该第三部分不同于虚拟对象的第一部分。在一些实施方案中,计算机系统降低相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性,同时在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性。当对象遇到与用户的第一部分和用户的第二部分的深度冲突时改变对象的第一部分和对象的第二部分在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的第一部分和第二部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0264] 在一些实施方案中,相对于三维环境中的虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括将虚拟对象的第一部分的视觉显著性降低第一量值(例如,虚拟对象的第一部分的第一量)(820a),诸如图7H的图例713中的圆715b所指示的量值。例如,如上文参考步骤818a-818d类似地所描述的,计算机系统同时检测到用户的第一手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突并且用户的第二手部与三维环境中的相应虚拟对象的第三部分具有深度冲突。在一些实施方案中,计算机系统将虚拟对象的第一部分的视觉显著性降低第一量值,该第一量值基于用户的第一手部与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的程度。例如,用户的第一手部与虚拟对象的第一部分具有第一深度冲突程度,该第一深度冲突程度基于与虚拟对象的第一部分接触和/或相交的第一手部的量,诸如接触图7H中的虚拟对象707的部分718的手部703f的量。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似

地所描述的,计算机系统停止虚拟对象的第一部分的第一量值的显示和/或改变虚拟对象的第一部分的第一量值的视觉属性(例如,亮度、半透明度、饱和度和/或着色)以解决或减少用户的第一手部与三维环境中的虚拟对象之间的深度冲突。在一些实施方案中,如下文描述的,在三维环境中,用户的第一手部和用户的第二手部分别与虚拟对象和相应虚拟对象具有深度冲突的不同程度。

[0265] 在一些实施方案中,相对于三维环境中的相应虚拟对象的第四部分降低相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括将相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性降低不同于第一量值的第二量值(例如,虚拟对象的第一部分的第二量)(820b),诸如图7H中的图例713中的圆717a所指示的量值。在一些实施方案中,计算机系统将相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性降低第二量值,该第二量值基于用户的第二手部与相应虚拟对象的第三部分之间的深度冲突的程度。例如,用户的第二手部与相应虚拟对象的第三部分具有不同于上文所讨论的第一深度冲突程度的第二深度冲突程度,该第二深度冲突程度基于与相应虚拟对象的第三部分接触和/或相交的第二手部的量(例如,与虚拟对象707的部分718接触的手部703f的量大于与虚拟对象707的部分722接触的手部705d的量,如图7H所示)。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,计算机系统停止相应虚拟对象的第三部分的第二量值的显示和/或改变相应虚拟对象的第三部分的第二量值的视觉属性(例如,亮度、半透明度、饱和度和/或着色)以解决或减少用户的第二手部与三维环境中的相应虚拟对象之间的深度冲突。在一些实施方案中,用户的第一手部在三维环境中比用户的第二手部具有更大深度冲突程度。例如,相对于三维环境中的虚拟对象的第二部分降低的虚拟对象的第一部分的视觉显著性的第一量值大于相对于三维环境中的相应虚拟对象的第四部分降低的相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性的第二量值。在一些实施方案中,用户的第一手部在三维环境中比用户的第二手部具有更小深度冲突程度。例如,相对于三维环境中的虚拟对象的第二部分降低的虚拟对象的第一部分的视觉显著性的第一量值小于相对于三维环境中的相应虚拟对象的第四部分降低的相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性的第二量值,如图7H中的图例713中与圆715b的大小相比更小的圆717a的大小所指示的。当对象遇到与用户的第一部分和用户的第二部分的深度冲突时,在三维环境中以第一量值改变对象的第一部分的视觉属性并且以第二量值改变对象的第二部分的视觉属性提供了对象的显示与用户的第一部分和第二部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0266] 在一些实施方案中,当根据确定用户的第一部分的该至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突,响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时,诸如当手部703c与图7C和图7C-1中的虚拟对象707的第一部分708具有深度冲突并且用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(822a)第二输入,该第二输入包括用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象横向(例如,向左或向右)的移动,诸如手部703c相对于虚拟对象707向右的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入),如图7C和图7C-1所示。例如,当用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突时,计算机系统检测到用户的第一手

部在空间中在相应方向上和/或以(例如,速度和/或方向的)相应量值的移动。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的手部相对于虚拟对象和/或用户的视点横向移动,而不管用户的注意力在三维环境中的位置。

[0267] 在一些实施方案中,响应于检测到第二输入(822b),根据确定用户的第一部分相对于虚拟对象横向的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点在三维环境中与虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,在用户的手部相对于虚拟对象横向(例如,向左或向右)移动之后,用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,或进入与虚拟对象的第三部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30或50cm)内),而在第二输入中用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分与虚拟对象的第四部分不具有深度冲突(822c),诸如手部703d接触虚拟对象707的第三部分714,如图7D所示,计算机系统在三维环境中降低(822d)虚拟对象的第三部分相对于虚拟对象的第四部分的视觉显著性,诸如改变虚拟对象707的第三部分714的视觉外观,如图7D所示。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,根据确定用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,计算机系统自动地更新虚拟对象的第三部分的显示以解决或减少三维环境中的深度冲突。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第三部分在三维环境中的显示。在一些实施方案中,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,相对于虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性包括相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分增加第三部分的透明度、相对于第四部分降低第三部分的亮度和/或颜色饱和度、以及/或者相对于第四部分增加第三部分的模糊度。在一些实施方案中,当计算机系统降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性时,计算机系统不再降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,这响应于第一输入而如此进行,如上文先前所讨论的),诸如不再改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观,如图7D所示。例如,计算机系统在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分和/或以上文参考步骤802a-802g所描述的第一视觉属性重新显示虚拟对象的第一部分。附加地,在一些实施方案中,计算机系统维持虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示,诸如维持虚拟对象707的第四部分716的显示,如图7D所示。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所讨论的,根据确定当用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象横向移动时,用户的第一手部不与三维环境中的虚拟对象的第四部分至少部分地接触或相交,计算机系统维持以在用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)之前其具有的视觉外观显示虚拟对象的第四部分。在一些实施方案中,根据确定在用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的横向移动之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突,计算机系统维持虚拟对象的第三部分和第四部分的显示,而不相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分的视觉显著性降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性。当对象遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于用户的该部分相对于三维环境中的对象的横向移动来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三

维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0268] 在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第一部分在三维环境中的显示(例如,同时维持虚拟对象的第二部分的显示)(824a),诸如停止虚拟对象707的第一部分708的显示,如参考图7C和图7C-1所描述的。在一些实施方案中,响应于检测到第二输入并且根据确定用户的第一部分相对于虚拟对象的横向移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点在三维环境中与虚拟对象的第三部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤822a-822d类似地所描述的,在用户的手部相对于虚拟对象横向(例如,向左或向右)移动之后,用户的手部与三维环境中的虚拟对象的第三部分至少部分地接触或相交,或进入与虚拟对象的第三部分接触或相交的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30或50cm)内),而在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分与虚拟对象的第四部分不具有深度冲突(824b),诸如手部703d接触虚拟对象707的第三部分714,如图7D所示,计算机系统在三维环境中重新显示(824c)虚拟对象的第一部分(例如,如上文参考步骤822a-822d类似地所描述的),诸如重新显示虚拟对象707的第一部分708,如图7D所示。在一些实施方案中,在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分是渐进的。例如,计算机系统在检测到用户的手部不再与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突后的0.25秒、0.5秒、0.75秒、1秒、2秒、3秒、4秒、5秒或10秒重新显示虚拟对象的第一部分。当对象或对象的一部分在三维环境中不再具有深度冲突时在三维环境中重新显示对象的该部分提供了对象的该部分不再具有深度冲突的反馈,这便于用户输入以与对象的不再具有深度冲突的该部分交互,和/或使得对象的在三维环境中不再具有深度冲突的部分能够被自动地重新显示,从而改善用户-设备交互。

[0269] 在一些实施方案中,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(826a)指向虚拟对象的第一部分的第二输入,诸如由手部703f和/或手部705c提供的指向包括在虚拟对象707中的部分718中的可选择选项706-1的空中捏合手势,如图7F所示。例如,当在三维环境中显示虚拟对象时,计算机系统检测到与执行虚拟对象的第一部分的选择的请求相对应的输入。在一些实施方案中,第二输入包括指向虚拟对象的第一部分的空中捏合手势。例如,当用户的注意力(例如,基于注视,诸如图7F中的注视721)指向三维环境中的虚拟对象的第一部分(诸如虚拟对象707的可选择选项706-1的一部分,如图7F所示)时,计算机系统检测到用户的食指和拇指合在一起并且任选地进行接触。在一些实施方案中,第二输入包括和与计算机系统通信的硬件输入设备(例如,控制器)的交互。例如,计算机系统检测到硬件输入设备的硬件按钮的指向虚拟对象的第一部分的选择(例如,按压)。在一些实施方案中,第二输入对应于滚动通过包括在虚拟对象中的内容的请求。例如,第二输入包括用户的手部(例如,在检测到空中捏合手势和/或与硬件输入设备的交互之后)在空间中(例如,在相应方向上和以相应量值)的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。在一些实施方案中,第二输入由用户的第一部分(例如,与虚拟对象的第一部分具有深度冲突的用户的第一手部)提供。在一些实施方案中,第二输入由用户的第二部分(例如,用户的与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突的第二手部)提供。在一些实施方案中,第二输入由计算机系统的用户的注意力提供。例如,第二输入包括用户的指向虚拟对象的第一部分的注视的停留

(例如,达阈值时间量,诸如0.5秒、1秒、2秒、3秒、5秒、8秒、10秒、15秒、20秒或30秒)。

[0270] 在一些实施方案中,响应于检测到第二输入(826b),根据确定用户的第一部分的该至少第一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,当检测到第二输入时用户的手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突),诸如由于图7F中的手部703f与虚拟对象707的部分718之间的冲突,并且在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突,根据确定响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,第一虚拟对象的第一部分不显示在三维环境中)(826c),计算机系统放弃(826d)执行与三维环境中的虚拟对象的第一部分相关联的相应操作,诸如放弃激活虚拟对象707中的可选择选项706-1,如图7G所示。例如,如果计算机系统在用户的手部与虚拟对象的第一部分具有深度冲突时(诸如在手部703f与虚拟对象707的部分719具有深度冲突时,如图7F所示)检测到第二输入,则计算机系统放弃执行与虚拟对象的第一部分相关联的相应操作。在一些实施方案中,相应操作包括选择。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,虚拟对象是或包括内容,该内容任选地包括一个或多个可选择选项。在一些实施方案中,第二输入对应于选择至少部分地包括在虚拟对象的第一部分中的可选择选项的请求。在一些实施方案中,因为当检测到第二输入时虚拟对象的第一部分与用户的第一部分具有深度冲突(并且被显示具有相对于虚拟对象的第二部分降低的视觉显著性),所以计算机系统放弃执行指向虚拟对象的第一部分的选择(例如,包括在第一部分中的可选择选项)。在一些实施方案中,响应于检测到第二输入,计算机系统不执行任何操作(例如,诸如滚动操作),包括相应操作。

[0271] 在一些实施方案中,根据确定在用户的第一部分的移动之后,用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突,根据确定没有响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,当检测到第二输入时,虚拟对象的第一部分与用户的手部不具有深度冲突)(826e),计算机系统执行(826f)与三维环境中的虚拟对象的第一部分相关联的相应操作,诸如激活虚拟对象707中的可选择选项706-2,如参考图7A所描述的。例如,如果计算机系统在用户的手部与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突时检测到第二输入,则计算机系统执行与虚拟对象的第一部分相关联的相应操作。如上文所描述的,相应操作任选地包括对显示在虚拟对象的第一部分中的可选择选项的选择。在一些实施方案中,响应于在用户的第一部分与虚拟对象具有不深度冲突时检测到第二输入,计算机系统激活包括在虚拟对象的第一部分中的可选择选项。在一些实施方案中,相应操作包括滚动通过包括在三维环境中的虚拟对象中的内容。在一些实施方案中,响应于在用户的第一部分与虚拟对象不具有深度冲突时检测到第二输入,计算机系统滚动通过虚拟对象的内容。基于当检测到输入时三维环境中的对象是否具有深度冲突来响应于指向对象的输入而执行与对象相关联的相应操作有助于避免在对象具有深度冲突时无意地执行相应操作,和/或便于用户输入以在执行相应操作之前解决与对象的深度冲突,从而改善用户-设备交互。

[0272] 在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低了视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量基于与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突的用户的第一部分的量,诸如图7C和图7C-1中接触虚拟对象707的第一部分708的手部703c的量,并且与和三

维环境中的虚拟对象的第一部分不具有深度冲突的用户的第一部分的量无关(828),诸如图7C和图7C-1中不接触虚拟对象707的第一部分708的手部703c的量。例如,在三维环境中被移除和/或在三维环境中被显示具有降低的视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量基于与三维环境中的虚拟对象具有深度冲突的用户的手部的量,并且不一定基于用户的手部的大小。例如,当虚拟对象的第一部分在用户的手部相对于虚拟对象移动时遇到与用户的手部的深度冲突时,用户的手部的手指中的一个或多个手指接触虚拟对象(例如,图7C和图7C-1中的手部703c的手指),而手部的手掌不接触虚拟对象。在此类示例中,当用户的手部的一个或多个手指接触虚拟对象时,计算机系统任选地降低和与虚拟对象接触的该一个或多个手指的量(例如,大小)相对应的虚拟对象的第一部分的量的视觉显著性,诸如基于接触虚拟对象707的手部703c的手指并且不基于手部的不与虚拟对象接触的部分(例如,一个或多个手指中的其他手指和/或手部的手掌)的量(例如,大小)来改变虚拟对象的第一部分708的量的视觉外观。当对象遇到与用户的第一部分的深度冲突时,基于用户的具有深度冲突的第一部分的量(与用户的不具有深度冲突的第二部分无关)来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的第一部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0273] 在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低了视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量基于与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突的用户的第一部分的量,诸如图7D中接触虚拟对象727的第一部分730的手部705a的量,以及与三维环境中的虚拟对象的第一部分不具有深度冲突的用户的第一部分的量(830),诸如图7D中不接触虚拟对象727的第一部分730的手部705a的量。例如,在三维环境中被移除和/或在三维环境中被显示具有降低的视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量基于用户的手部的大小,诸如图7D中的手部705a的大小,而不仅仅基于与三维环境中的虚拟对象具有深度冲突的用户的手部的量。例如,当虚拟对象的第一部分在用户的手部相对于虚拟对象移动时遇到与用户的手部的深度冲突时,用户的手部的手指中的一个或多个手指接触虚拟对象,而手部的手掌不接触虚拟对象。即使用户的手部的仅一个或多个手指接触虚拟对象,计算机系统也任选地降低和与虚拟对象接触的该一个或多个手指的量(例如,大小)和不与虚拟对象接触的手部的部分(例如,一个或多个手指中的其他手指和/或手部的手掌)的量(例如,大小)相对应的虚拟对象的第一部分的量的视觉显著性,诸如基于整个手部705a的大小来在视觉上改变虚拟对象727的第一部分730的量,如图7D所示。当对象遇到与用户的第一部分的深度冲突时,基于用户的具有深度冲突的第一部分的量和用户的不具有深度冲突的第二部分的量来改变对象在三维环境中的视觉属性提供了对象的显示与用户的第一部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0274] 在一些实施方案中,相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括显示虚拟对象的第一部分与虚拟对象的第二部分之间的视觉边界,诸如图7C和图7C-1中的虚拟对象707中的视觉边界734,其中在视觉边界内,虚拟对象的视觉显著性的

改变是渐进的(832),如参考图7C和图7C-1类似地所描述的。例如,当虚拟对象响应于用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)而遇到与用户的手部的深度冲突时,计算机系统显示虚拟对象的与用户的手部具有深度冲突的第一部分(诸如图7C和图7C-1中的虚拟对象707的第一部分708)与虚拟对象的与用户的手部不具有深度冲突的第二部分(诸如图7C和图7C-1中的虚拟对象707的第二部分710)之间的视觉边界。在一些实施方案中,视觉边界具有羽状外观(例如,虚拟对象的第一部分和第二部分由锯齿状和/或非线性边界分开),如图7C和图7C-1类似地所示。在一些实施方案中,虚拟对象的在视觉边界内的区域包括从虚拟对象的第一部分的降低的视觉显著性到虚拟对象的第二部分的未降低的视觉显著性的渐进改变。例如,视觉边界的中心部分被显示具有在虚拟对象的第一部分的降低的视觉显著性与虚拟对象的第二部分的未降低的视觉显著性之间的视觉显著性。当对象的第一部分遇到与用户的一部分的深度冲突时,基于用户的该部分相对于三维环境中的对象的移动来在三维环境中显示对象的第一部分与对象的第二部分之间的视觉边界提供了对象的显示与用户的该部分存在冲突的反馈,这便于用户输入以解决或减少深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突时继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互,和/或降低三维环境中的深度冲突的显著性,这减轻了用户的眼睛疲劳,从而避免由深度冲突引起的用户的潜在身体不适。

[0275] 在一些实施方案中,当检测到第一输入时并且在根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突来相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性之前(834a),诸如当手部703a在图7A中相对于虚拟对象707移动时,计算机系统基于用户的第一部分的移动的第一部分来在三维环境内移动(834b)虚拟对象(诸如虚拟对象707在三维环境702中向后的移动,如图7B中的图例709所示)以避免用户的第一部分与虚拟对象之间的深度冲突,直到用户的第一部分朝向虚拟对象的移动超过阈值移动(例如,超出用户的手部与虚拟对象之间的接触点的阈值移动距离,诸如0.25m、0.5m、0.75m、1m、1.5m、2m、2.5m、8m或10m,和/或用户的手部进入虚拟对象的阈值移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)量,诸如从用户的视点进入虚拟对象1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、10cm、12cm、15cm、25cm、30cm、40或50cm)为止,诸如图7B中的阈值条711中的阈值712。例如,计算机系统响应于检测到用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得用户的手部与三维环境中的虚拟对象至少部分地相交或接触而在三维环境中移动虚拟对象。在一些实施方案中,计算机系统基于接触虚拟对象的用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)来在三维环境内移动虚拟对象。例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的,计算机系统检测到用户的手部相对于三维环境中的虚拟对象在空间中以相应量值和在相应方向上移动。在一些实施方案中,手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)对应于处于三维环境中的虚拟对象的方向上的相应方向上远离用户的移动。在一些实施方案中,当用户的手部接触三维环境中的虚拟对象时,手部任选地继续远离用户移动,这使得虚拟对象在三维环境中向后移动并且相对于用户的视点远离用户移动,诸如虚拟对象707的向后移动,如图7B所示。在一些实施方案中,如果手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)对应于处于三维环境中的虚拟对象的方向上的相应方向上朝向用户的移动(例如,如果在深度冲突发生之前用户的手部在虚拟对象后面),则手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)使得计算机系

统在三维环境中向前且相对于用户的视点朝向用户移动虚拟对象。

[0276] 在一些实施方案中,响应于用户的第一部分朝向虚拟对象的移动超过(和/或满足)阈值移动(834b),计算机系统停止(834c)在三维环境内移动虚拟对象,诸如停止在三维环境702中移动虚拟对象707,如图7C和图7C-1所示。例如,虚拟对象不再基于用户的手部相对于虚拟对象的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)来在三维环境中移动。在一些实施方案中,虚拟对象停止在三维环境中移动,而不管用户的手部到三维环境中的虚拟对象中和/或通过三维环境中的虚拟对象的进一步移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。例如,当用户的手部的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)满足和/或超过上文所讨论的阈值移动时,如果用户的手部继续进一步移动到三维环境中的虚拟对象中和/或移动通过三维环境中的虚拟对象,则计算机系统不继续移动三维环境中的虚拟对象。

[0277] 在一些实施方案中,计算机系统根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突来相对于虚拟对象的第二部分降低(834d)虚拟对象的第一部分的视觉显著性(例如,如上文参考步骤802a-802g类似地所描述的),诸如当移动满足阈值712时改变虚拟对象707的第一部分708的视觉外观,如图7C和图7C-1所示。当对象基于用户在三维环境中的移动来接触用户的一部分时在三维环境中移动对象提供了用户的该部分的移动与三维环境中的对象存在冲突的反馈,这便于用户输入以防止对象与用户的该部分之间的深度冲突和/或使得用户能够在存在深度冲突之前继续与计算机系统交互,从而改善用户-设备交互。

[0278] 应当理解,对方法800中的操作进行描述的特定顺序仅仅是示例性的,并非旨在表明所描述的顺序是可执行这些操作的唯一顺序。本领域的普通技术人员会想到多种方式来对本文所述的操作进行重新排序。

[0279] 图9A至图9H例示了根据一些实施方案的通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的计算机系统的示例。

[0280] 图9A例示了计算机系统101(例如,安装在三脚架顶部的电子设备)经由显示生成部件120(例如,图1的显示生成部件120)从计算机系统101的用户的视点(例如,面向计算机系统101所在的物理环境的后壁)显示三维环境902。如参考图1至图6B所描述的,计算机系统101任选地包括显示生成部件120(例如,触摸屏)和多个图像传感器(例如,图3的图像传感器314)。图像传感器任选地包括以下中的一者或多者:可见光相机;红外相机;深度传感器;或当用户与计算机系统101交互时计算机系统101能够用来捕获用户或用户的一部分(例如,用户的一只或多只手)的一个或多个图像的任何其他传感器。在一些实施方案中,下文所例示和描述的用户界面还可在头戴式显示器上实现,该头戴式显示器包括向用户显示用户界面或三维环境的显示生成部件,以及检测物理环境和/或用户的手部的移动(诸如由计算机系统解译为诸如空中手势的手势的移动)的传感器(例如,从用户面向外的外部传感器),和/或检测用户的注意力(例如,注视)的传感器(例如,朝向用户的面部面向内的内部传感器)。

[0281] 如图9A所示,计算机系统101捕获计算机系统101周围的物理环境(例如,图1的操作环境100)(包括计算机系统101周围的物理环境中的一个或多个对象)的一个或多个图像。在一些实施方案中,计算机系统101在三维环境902中显示物理环境的表示,或者物理环

境经由显示生成部件120可见。例如,三维环境902包括计算机系统101所位于的房间的物理地板以及后壁和侧壁的表示。三维环境902还包括沙发的表示916,其任选地是物理环境中的物理沙发的表示。

[0282] 在图9A中,三维环境902还包括虚拟对象904(对应于侧视图922中的对象904)、908(对应于侧视图922中的对象908)和910(对应于侧视图922中的对象910)。在图9A至图9H所例示的示例中,虚拟对象904、908和910任选地是包含内容、二维对象、三维对象或由计算机系统101显示的不包括在显示生成部件120的物理环境中的任何其他元素的应用程序的用户界面中的一者或多者。例如,如图9A所示,虚拟对象904任选地是照片管理应用程序的用户界面。在一些实施方案中,如图9A所示,虚拟对象904包括多个内容项(例如,照片)。虚拟对象908任选地是包括文本内容的待办事项用户界面。虚拟对象910任选地是音乐播放器用户,其包括一个或多个可选择虚拟对象以发起第一媒体项(“灵魂音乐混合”)的回放。在一些实施方案中,计算机系统101通过响应于确定在物理环境的位置中检测到的用户的手部(例如,诸如手部912或手部914)对应于三维环境902中的与虚拟对象904、908和910具有深度冲突的相应位置而将视觉效果应用于虚拟对象904、908和910的部分(例如,改变虚拟对象904、908和910的不透明度和/或透明度属性)来调整虚拟对象904、908和910或虚拟对象904、908和910的部分的可见性,如参考方法1000更详细地描述的。

[0283] 侧视图922例示了三维环境902的一部分的侧视图。侧视图922指示虚拟对象904、908和910的位置以及与用户的手部的位置相对应的相应手部位置(例如,手部912和手部914)。在侧视图922中,在虚拟对象904、908和910与手部912和914之间不存在深度冲突。响应于没有深度冲突,在图9A中,计算机系统101不将视觉效果应用于虚拟对象904、908和910。这由具有零视觉效果的效果指示器918和920进一步例示,并且由被例示为具有图案#00的手部912和914例示,出于例示性目的,以指示计算机系统不在三维环境902中显示与手部912和914相对应的视觉效果。效果指示器918指示应用于与手部912的相应位置相对应的虚拟内容(例如,虚拟内容的与手部912具有深度冲突的部分,诸如如稍后将描述的虚拟对象904的第一部分)的视觉效果的量值。效果指示器920指示应用于与手部914的相应位置相对应的虚拟内容(例如,虚拟内容的与手部912具有深度冲突的部分,诸如如稍后将描述的虚拟对象904的第二部分)的视觉效果的量值。

[0284] 在一些实施方案中,计算机系统101基于手部912和/或914的移动来更新虚拟对象904、908和/或910的位置以避免深度冲突。例如,从图9A到图9B,计算机系统101检测到手部912朝向虚拟对象904移动到物理环境的与三维环境902中的相应位置相对应的位置。在图11B中,虚拟对象904将以其他方式与手部912存在深度冲突,如参考方法1000更详细地描述的。然而,响应于手部912朝向虚拟对象904的移动,计算机系统101改变虚拟对象904的位置,如侧视图922所示(例如,远离手部912、远离用户的视点移动虚拟对象904),其中虚拟对象904的虚线指示虚拟对象904的先前位置,随后计算机系统101检测到手部朝向虚拟对象904移动到该位置并且因此将虚拟对象904移动到图9B所示的位置。在一些实施方案中,虚拟对象904到图9B的侧视图922所示的位置的移动基于手部912的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)。例如,计算机系统101任选地根据用户的对应手部的移动在三维环境902中向后移动虚拟对象904(例如,远离手部912的相应位置)。

[0285] 在一些实施方案中,计算机系统101基于手部912的移动(例如,空中手势、触摸手

势或手部输入)在三维环境902中移动虚拟对象904,直到手部912的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)和/或对象904的移动超过进入虚拟对象904的移动阈值(例如,0.1cm、0.3cm、0.5cm、1cm、3cm、5cm、10cm、20cm、50cm或100cm)为止。例如,如图9B所示,由手部912相对于三维环境902中的虚拟对象904的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)引起的对象904的移动低于以上阈值。在一些实施方案中,如果手部912相对于三维环境902中的虚拟对象904的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入)超过移动阈值,则计算机系统101通过将视觉效果应用于虚拟对象904的一部分来调整虚拟对象904的该部分的可见性,以解决或减少三维环境902中的深度冲突,如下文更详细地描述的。

[0286] 在图9C中,计算机系统101检测到手部912相对于用户的视点继续朝向三维环境902中的虚拟对象904的位置移动并移动通过该位置的相应位置。例如,如图9C所示,计算机系统101检测到手部912移动到相对于虚拟对象904的相对位置,使得在三维环境902中存在手部912与虚拟对象904之间的第一深度冲突程度。参考方法1000更详细地描述了深度冲突的程度。作为响应,计算机系统101将具有第一量值的第一视觉效果应用于虚拟对象904的一部分(例如,虚拟对象904的与手部912存在冲突的部分),使得手部912的一部分(例如,手部912的手指部分,如果手指与对象904存在冲突的话)具有部分透明的视觉外观。例如,出于例示性目的,具有第一量值的视觉效果的虚拟对象904的部分对应于手部912的部分中的图案#01,如图9C所示。以第一填充值示出的效果指示器918对应于具有视觉效果的第一量值的虚拟对象904的第一部分,如图9C所示。在这种情况下,以具有第一量值的第一视觉效果显示虚拟对象904的第一部分导致使手部912的对应部分看起来部分地透明,任选地,同时虚拟对象904的第一部分的内容保持至少部分地可见并且手部912的部分起来部分地透明。

[0287] 在一些实施方案中,将第一视觉效果应用于虚拟对象904的第一部分不包括将第一视觉效果应用于在与手部912相对应的位置处不具有深度冲突(即使手部912通过被定位成从用户的视点重叠或阻挡虚拟对象904来遮挡虚拟对象904的其他部分)的虚拟对象的其他部分。

[0288] 在一些实施方案中,应用于虚拟对象904、908和910的视觉效果的量值基于与手部912和/或手部914的深度冲突程度而不同,如参考方法1000更详细地描述的。例如,如图9D所示,计算机系统检测到手部912的部分(例如,手部912的手指部分)已从图9C中的侧视图922所示的第一位置移动到图9D中的侧视图922所示的第二位置,从而导致与虚拟对象904的相应部分的更大深度冲突程度。作为响应,计算机系统101将具有第二量值的第一视觉效果应用于与手部912具有深度冲突的虚拟对象904的部分,使得手部912的手指部分看起来具有较大程度的透明度(例如,具有第二量值的视觉效果),如用图9D中的图案#02和具有视觉效果的增加量值的效果指示器918所例示的。图9D还示出了具有第一量值的视觉效果的虚拟对象904的第二部分(例如,对应于手部912的上手掌),该视觉效果应用于虚拟对象904的第二部分,如用图案#01所例示的。在图9D中,具有第一量值的视觉效果的虚拟对象904的第二部分对应于由计算机系统101将手部912的第二部分(例如,手部912的上手掌)检测为与虚拟对象904的第二部分存在冲突的相应位置。如图9D所例示的,应用于虚拟对象904的第一部分和第二部分的视觉效果给出手部912的手指部分比手部912的手掌部分更透明的外观,因为计算机系统101检测到与手部912的上手掌部分相比,手部912的手指部分与虚拟

对象904的第二部分具有更大深度冲突程度。

[0289] 在一些实施方案中,计算机系统101根据用户的两只手部与虚拟对象的相应部分的对应冲突程度来将所公开的视觉效果应用于这两只手部。例如,在图9D中,与用户的左手部相对应的手部914的第一部分(例如,手指部分)被检测为与虚拟对象910的相应部分具有第一深度冲突程度。响应于第一深度冲突程度,计算机系统101将具有第一量值的视觉效果应用于虚拟对象910的第一部分,如用图案#01和效果指示器920所例示的,该效果指示器具有视觉效果的第一量值,该第一量值小于由效果指示器920指示的与在与手部912的第一部分的位置相对应的位置处应用于虚拟对象904的第一部分的视觉效果的第二量值相对应的视觉效果的量值。在一些实施方案中,当将具有第一量值的第一视觉效果应用于虚拟对象910的第一部分时,计算机系统101不将具有第一量值的第一视觉效果应用于除虚拟对象910的第一部分之外的虚拟对象的部分,如图9D所示。例如,用指示零视觉效果的图案#00例示了除手部914的第一部分之外的部分,因为在除手部914的第一部分之外的部分与虚拟对象910之间不存在检测到的深度冲突。

[0290] 在一些实施方案中,计算机系统101响应于检测到用户的注意力指向与虚拟对象具有深度冲突的手部而改变虚拟对象或虚拟对象的相应部分的透明程度。例如,从图9D到图9E,计算机系统101检测到用户的注意力924指向手部912,而手部912相对于虚拟对象904的位置尚未改变。作为响应,并且如图9D所示,计算机系统101以具有第三量值(例如,比第二量值更高的透明度)的视觉效果显示虚拟对象904。例如,出于例示性目的,具有第三量值的视觉效果的虚拟对象904的部分对应于手部912的手指部分中的图案#03。与虚拟对象904相对应的增强效果指示器918指示视觉效果的第三量值,其现在大于与图9D中的效果指示器918相对应的视觉效果的第二量值。在一些实施方案中,如图9E所示,仅改变与用户的注意力924的相应位置相对应的虚拟对象904的部分。在一些实施方案中,在视觉外观上改变与手部912具有深度冲突的虚拟对象904的所有部分,而不管用户的注意力924指向虚拟对象904的特定部分和/或手部912的特定部分的相应位置。

[0291] 在图9E中,计算机系统101检测到手部914移动到如侧视图922所描绘的虚拟对象910和虚拟对象904更后面的位置,从而使得虚拟对象910的第一部分与手部914的第一部分之间的冲突程度大于图9D中的虚拟对象910的第一部分与手部914的第一部分之间的冲突程度。从图9D到图9E,手部914在侧视图922中示出为移动到虚拟对象910更后面且移动到虚拟对象904后面的位置。作为响应,计算机系统将具有第二量值的第一视觉效果应用于虚拟对象910的第一部分,并且将具有第一量值的第一视觉效果应用于虚拟对象904的第二部分。以这种方式,由于相应的深度冲突程度,手部914的第一部分被给予比手部914的第二部分更透明的外观。

[0292] 在图9F中,计算机系统101检测到用户的注意力924已从指向手部912移动到指向手部914,而手部912和914相对于对象904和910的相对位置尚未改变。响应于用户的注意力924指向手部914,计算机系统以具有第四量值(例如,比第三量值更高的透明度)的视觉效果显示与手部914的相应部分相对应的虚拟对象910的第一部分。例如,出于例示性目的,具有第四量值的视觉效果的虚拟对象910的第一部分对应于手部914的相应部分中的图案#04。与第四量值相对应的效果指示器920包括甚至比图9E中的与视觉效果的第三量值相对应的填充更大的填充。图9F还例示了响应于用户的注意力924从手部912移动到手部914,计

算机系统101将视觉效果应用于虚拟对象904的部分,该视觉效果具有小于当注意力924指向手部912时的量值的量值。在一些实施方案中,该量值小于在注意力指向手部912之前的量值(例如,小于如图9D中的效果指示器918所指示的量值)。在9G中,计算机系统检测到手部914移动到其中手部914不再与虚拟对象904的第二部分存在冲突但虚拟对象910的第一部分包括与手部914的第一部分的第一深度冲突程度的位置。在这种情况下,如果计算机系统检测到朝向虚拟对象910的第一部分的激活输入(例如,来自手部914或另一手部,诸如当注意力指向虚拟对象910的第一部分时的空中捏合手势),则计算机系统不执行与虚拟对象910相关联的操作。

[0293] 在一些实施方案中,计算机系统101响应于检测到用户的手部在横向方向上(例如,相对于虚拟对象的平面)移动而改变应用于虚拟对象或虚拟对象的部分的视觉效果的程度。例如,从图9F到图9G,计算机系统101检测到手部912的相应位置相对于用户的视点在横向方向上移动远离,从而导致手部912的较少部分与对象904的较少部分具有深度冲突。作为响应,计算机系统101显示虚拟对象904的部分,这些部分与手部912不具有深度冲突(例如,其任选地与图9F中的手部912具有深度冲突)、具有零视觉效果。当计算机系统101继续检测到用户的手部912在横向方向上移动到其中用户的手部912不与虚拟对象904的部分存在冲突的位置时,计算机显示具有零视觉效果的虚拟对象904,如图9H所例示的。图9H还例示了如果计算机系统101检测到属于除计算机系统101的用户之外的另一用户的其他手部(例如,手部926),则计算机系统101不将视觉效果应用于与该手部具有深度冲突的内容,而不管虚拟对象(例如,908)的部分与此类手部存在深度冲突。在这种情况下,如图9H所示,与虚拟对象908相对应的效果指示器940不指示应用于虚拟对象908的任何部分的任何视觉效果。参考方法1000提供计算机系统101如何以及何时基于深度冲突来将视觉效果应用于虚拟对象的附加或另选细节。

[0294] 图9H-1例示了与图9H所示的概念类似和/或相同的概念(具有许多相同的附图标记)。应当理解,除非下文指出,否则图9H-1所示的与图9A至图9H所示的元素具有相同附图标记的元素具有相同特征中的一个或多个或全部特征。图9H-1包括计算机系统101,该计算机系统包括显示生成部件120(或与之相同)。在一些实施方案中,计算机系统101和显示生成部件120分别具有图9H和图9A至图9H所示的计算机系统101和图1和图3所示的显示生成部件120的特性中的一个或多个特性,并且在一些实施方案中,图9A至图9H所示的计算机系统101和显示生成部件120具有图9H-1所示的计算机系统101和显示生成部件120的特性中的一个或多个特性。

[0295] 在图9H-1中,显示生成部件120包括朝向用户的面部取向的一个或多个内部图像传感器314a(例如,参考图5所描述的眼睛跟踪相机540)。在一些实施方案中,内部图像传感器314a用于眼睛跟踪(例如,检测用户的注视)。内部图像传感器314a任选地布置在显示生成部件120的左侧部分和右侧部分上,以使得能够对用户的左眼和右眼进行眼睛跟踪。显示生成部件120还包括从用户面向外的外部图像传感器314b和314c,以检测和/或捕获物理环境和/或用户的手部的移动。在一些实施方案中,图像传感器314a、314b和314c具有参考图9A至图9H所描述的图像传感器314的特性中的一个或多个特性。

[0296] 在图9H-1中,显示生成部件120被例示为显示任选地与参考图9A至图9H描述为经由显示生成部件120被显示和/或可见的内容相对应的内容。在一些实施方案中,该内容由

包括在显示生成部件120中的单个显示器(例如,图5的显示器510)显示。在一些实施方案中,显示生成部件120包括具有被合并(例如,由用户的大脑)以创建图9H-1所示的内容视图的显示输出的两个或更多个显示器(例如,分别用于用户的左眼和右眼的左显示面板和右显示面板,如参考图5所描述的)。

[0297] 显示生成部件120具有与图9H-1所示的内容相对应的视场(例如,由外部图像传感器314b和314c捕获并且/或者经由显示生成部件120对用户可见的视场,由俯视图中的虚线指示)。因为显示生成部件120任选地是头戴式设备,所以显示生成部件120的视场任选地与用户的视场相同或类似。

[0298] 在图9H-1中,用户被描绘为执行空中捏合手势(例如,利用手部914或手部912)以向计算机系统101提供输入以提供指向由计算机系统101显示的内容的用户输入。这种描述是示例性的而不是限制性的;用户任选地使用不同的空中手势和/或使用如参考图9A至图9H所描述的其他形式的输入来提供用户输入。

[0299] 在一些实施方案中,计算机系统101响应于如参考图9A至图9H所描述的用户输入。

[0300] 在图9H-1的示例中,因为用户的手部在显示生成部件120的视场内,所以其在三维环境内可见。也就是说,用户可任选地在三维环境中看到其自身身体的在显示生成部件120的视场内的任何部分。应当理解,如图9A至图9H所示或参考这些图所描述和/或参考对应方法所描述的本公开的一个或多个或全部方面任选地以与图9H-1所示类似或相似的方式在计算机系统101和显示生成单元120上实现。

[0301] 图10A至图10M是例示根据一些实施方案的通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的示例性方法1000的流程图。在一些实施方案中,方法1000在计算机系统(例如,图1中的计算机系统101,诸如平板电脑、智能电话、可穿戴计算机或头戴式设备)处执行,该计算机系统包括显示生成部件(例如,图1、图3和图4中的显示生成部件120)(例如,平视显示器、显示器、触摸屏和/或投影仪)和一个或多个相机(例如,向下指向用户的手部的相机(例如,颜色传感器、红外传感器或其他深度感测相机)或从用户的头部向前指向的相机)。在一些实施方案中,方法1000通过存储在非暂态计算机可读存储介质中并由计算机系统的一个或多个处理器诸如计算机系统101的一个或多个处理器202(例如,图1A中的控制单元110)执行的指令来管理。方法1000中的一些操作任选地被组合,并且/或者一些操作的次序任选地被改变。

[0302] 图10A至图10N是例示根据一些实施方案的通过响应于检测到用户的一个或多个部分而将视觉效果应用于三维环境中的一个或多个虚拟对象来调整该一个或多个虚拟对象的可见性的示例性方法1000的流程图。在一些实施方案中,方法1000在计算机系统(例如,图1中的计算机系统101,诸如平板电脑、智能电话、可穿戴计算机或头戴式设备)处执行,该计算机系统包括显示生成部件(例如,图1、图3和图4中的显示生成部件120)(例如,平视显示器、显示器、触摸屏和/或投影仪)和一个或多个相机(例如,向下指向用户的手部的相机(例如,颜色传感器、红外传感器或其他深度感测相机)或从用户的头部向前指向的相机)。在一些实施方案中,方法1000通过存储在非暂态计算机可读存储介质中并由计算机系统的一个或多个处理器诸如计算机系统101的一个或多个处理器202(例如,图1A中的控制单元110)执行的指令来管理。方法1000中的一些操作任选地被组合,并且/或者一些操作的

次序任选地被改变。

[0303] 在一些实施方案中,方法1000在与显示生成部件(例如,120)和一个或多个输入设备(例如,314)通信的计算机系统(例如,101)处执行。例如,计算机系统包括参考方法800所描述的设备。在一些实施方案中,显示生成部件包括如参考方法800所描述的显示器。在一些实施方案中,该一个或多个输入设备包括参考方法800所描述的设备。

[0304] 在一些实施方案中,计算机系统经由显示生成部件显示(1002a)三维环境内的第一虚拟对象,诸如如图9A所示的三维环境902中的虚拟对象904或虚拟对象910。在一些实施方案中,三维环境是参考方法800和/或1200所描述的三维环境。在一些实施方案中,第一虚拟对象是参考方法800和/或1200所描述的虚拟对象。

[0305] 在一些实施方案中,当在三维环境内显示第一虚拟对象时,计算机系统经由该一个或多个输入设备在相应位置处检测到(1002b)计算机系统的用户的第一部分(例如,手部、手臂和/或手指),诸如图9B中的手部912。在一些实施方案中,计算机系统检测到计算机系统的用户的第一部分的移动,如参考方法800和/或1200所描述的。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的第一部分在第一位置处或内达预先确定的时间阈值(例如,0.02秒、0.03秒、0.05秒、0.1秒、0.2秒、0.3秒、0.5秒、0.7秒、1秒或3秒)。在一些实施方案中,检测到用户的第一部分包括在第一虚拟对象在三维环境内的位置的阈值距离(例如,1cm、3cm、5cm、7cm、10cm、13cm、15cm、20cm、30cm、40cm、50cm、60cm、70cm、80cm、90cm或100cm)内的第一位置处检测到用户的第一部分。在一些实施方案中,第一位置对应于计算机系统从其显示三维环境的视点的位置,其任选地对应于计算机系统的用户的物理环境中的物理位置。在一些实施方案中,计算机系统从其显示三维环境的视点对应于计算机系统的用户在三维环境内的虚拟位置。计算机系统任选地检测到除用户的第一部分之外的其他类型的输入,诸如触控板输入(例如,手指触摸触控板并且在一方向上和/或以一定量值移动)或输入设备输入(例如,手持式输入设备的移动,该手持式输入设备在被握在用户的手部中时检测到输入设备的移动的方向和/或量值)。参考方法800和/或1200描述了附加的输入。

[0306] 在一些实施方案中,当在相应位置处检测到用户的第一部分(1002c)时,根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突(参考方法800描述了深度冲突的详细说明)(1002d),计算机系统经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,其中将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分给予了用户的第一部分相对于虚拟对象的第一部分至少部分地透明的外观,诸如手部912被示出为具有图案#01,如图9C所示。本文所用的图案编号是出于例示性目的而提供的,并且应当理解,本文所描述的视觉效果任选地相对于手部与之存在冲突的虚拟对象来实现。在一些实施方案中,与用户的第一部分是否在计算机系统的物理环境中无关,三维环境不包括用户的第一部分的表示。在一些实施方案中,计算机系统检测到用户的第一部分在物理环境的与三维环境中的相应位置相对应的位置处的移动。例如,用户的第一部分在相对于计算机系统的位置处,该位置任选地对应于在接触参考方法800所描述的第一虚拟对象的第一部分的阈值距离内的位置。例如,当用户的第一部分至少部分地与第一虚拟对象的第一部分接触或相交时,第一虚拟对象的第一部分任选地包括具有第一量值(例如,第一透明度)的第一视觉效果,使得用户的第一部分相对于第一虚

拟对象的第一部分看起来部分透明(例如,半透明)。在一些实施方案中,当第一虚拟对象的第一部分与用户的第一部分具有深度冲突时,第一虚拟对象的第一部分是部分可见的。在一些实施方案中,计算机系统检测到在相对于第一虚拟对象的第一部分的位置处的用户的第一部分包括相对于虚拟对象的第一部分的第一深度(例如,平坦或齐平)。在一些实施方案中,如将参考步骤1024-1032描述的,具有第一量值的应用于第一虚拟对象的第一部分的第一视觉效果根据用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有的所确定的深度冲突而增加或减少,这给予了用户的第一部分看起来更加或较不透明、半透明或不透明的外观。例如,在相应位置处开始朝向第一虚拟对象的第一部分的(或远离用户的视点)的用户的第一部分的移动任选地使得第一虚拟对象的第一部分从具有第一量值的第一视觉效果改变到应用于其的具有第二量值(例如,比第一透明程度更大的透明度)的第一视觉效果。在一些实施方案中,作为所述移动的结果,用户的第一部分包括更远离用户的视点(或更远离计算机系统的视点)的第二深度(例如,浅)。在一些实施方案中,与用户的第一部分与用户的视点之间的甚至更大距离相对应的甚至进一步移动导致第三深度(例如,中等或深度)以及具有第三量值的第一视觉效果在与用户的第一部分的位置相对应的位置处应用于第一虚拟对象的第一部分。在一些实施方案中,具有第三量值的第一视觉效果大于具有第二量值(例如,比第二透明度程度更高的透明度)的应用于第一虚拟对象的第一部分的第一视觉效果。

[0307] 在一些实施方案中,根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突(1002e),第一虚拟对象的第一部分在三维环境中可见,而不会使用户的第一部分看起来相对于虚拟对象(诸如相对于图9C中的手部914)至少部分地透明。在一些实施方案中,作为用户的第一部分与任何虚拟对象都不具有深度冲突的结果,第一虚拟对象的第一部分在用户的第一部分后面、前面和/或透过用户的第一部分可见,并且/或者第一虚拟对象的第一部分不被显示具有如上文所描述的该(或任何)半透明度。响应于与用户的第一部分的深度冲突而将视觉效果应用于虚拟对象的一部分减少了虚拟对象的视觉遮挡并且提供了用户与虚拟对象存在冲突的反馈,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0308] 在一些实施方案中,在相应位置处检测到用户的第一部分包括(1004a)根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第二部分具有深度冲突,计算机系统经由显示生成部件以具有第二量值的第一视觉效果显示(1004c)第一虚拟对象的第二部分,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第二部分,诸如与图9E中的对象904具有冲突的手部912和914,和应用于对象904的不同部分的对应视觉效果。参考方法800描述了深度冲突的详细说明。在一些实施方案中,与第一虚拟对象的第一部分相比,第一虚拟对象的第二部分包括与用户的第一部分的更高深度冲突程度。在一些实施方案中,与第一虚拟对象的第一部分相比,第一虚拟对象的第二部分包括与用户的第一部分的更低深度冲突程度。在一些实施方案中,第一虚拟对象的第二部分不同于第一虚拟对象的第一部分。例如,相对于计算机系统的用户的视点,第二部分任选地是第一虚拟对象的上部部分、下部部分、左部分、右部分或中心部分。第一部分任选地是除第二部分之外的任何部分。在一些实施方案中,从用户的视点来看,第一部分和第二部分具有不同的深度。例如,第二部分任选地包括从第一虚拟对象突出的三维视觉效果(例如,具

有与第一虚拟对象隔开的深度或程度(或距离)以便向外朝向用户突出)。第一部分任选地呈现为二维的。在一些实施方案中,将具有第二量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第二部分给予了用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第二部分至少部分地透明的外观,诸如手部912的手掌部分被示出为具有图案#02,如图9D所示。本文所用的图案编号是出于例示性目的而提供的,并且应当理解,本文所描述的视觉效果任选地相对于手部与之存在冲突的虚拟对象来实现。在一些实施方案中,具有第二量值的第一视觉效果与具有第一量值的第一视觉效果相同。在一些实施方案中,具有第二量值的第一视觉效果不同于具有第一量值的第一视觉效果。例如,第二量值任选地包括高于第一不透明程度的第二不透明程度和/或低于第一透明程度的第二透明程度。响应于与用户的第一部分的深度冲突而将视觉效果应用于虚拟对象的第二部分减少了虚拟对象的视觉遮挡并且提供了用户与虚拟对象存在冲突的反馈,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0309] 在一些实施方案中,以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括降低在检测到用户的第一部分的相应位置处的第一虚拟对象的第一部分的不透明程度(例如,增加透明程度)(1006),诸如相对于图9C中的对象904和手部912所示。在一些实施方案中,计算机系统降低第一虚拟对象的第一部分而非第一虚拟对象的其他部分的不透明度或可见性(例如,改变不透明程度和/或透明程度或半透明程度)(例如,维持其他部分的视觉外观)。在一些实施方案中,第一虚拟对象的其他部分与用户的第一部分不具有深度冲突。响应于与用户的第一部分的深度冲突而降低虚拟对象的一部分的不透明度减少了虚拟对象的视觉遮挡并且提供了用户与虚拟对象存在冲突的反馈,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0310] 在一些实施方案中,以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括不降低除第一虚拟对象的第一部分之外的与用户的第一部分不具有深度冲突的第一虚拟对象的一个或多个部分的不透明程度(1008),诸如不降低图9C中的与手部912不具有深度冲突的对象904的部分的不透明度。在一些实施方案中,降低仅第一虚拟对象的第一部分在检测到用户的第一部分的相应位置处的不透明程度,而第一虚拟对象的其他部分(例如,不具有深度冲突的部分)的不透明度保持不变。响应于与用户的第一部分的深度冲突而降低虚拟对象的一部分的不透明度而不降低第一虚拟对象的不具有深度冲突的一个或多个部分减少了虚拟对象的视觉遮挡并且提供了用户与虚拟对象存在冲突的反馈,同时维持与虚拟对象的其他部分交互的可见性和/或能力。

[0311] 在一些实施方案中,第一虚拟对象的第一部分包括前景虚拟内容(诸如图9D中的虚拟对象910)和背景虚拟内容(诸如图9D中的虚拟对象908),其中前景虚拟内容比背景虚拟内容更靠近用户的视点,并且以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括将前景内容的不透明度降低第一程度(诸如手部912的手指部分被示出为具有图案#02,如图9D所示)以及将背景内容的不透明度降低第二程度(1010)(诸如手部914的手指部分被示出为具有图案#01,如图9D所示)。在一些实施方案中,将具有第一量值的第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分包括确定第一部分中的第一视觉效果所应用于的区域是对应于前景虚拟内容还是背景虚拟内容。例如,计算机系统任选地将前景内容的不透明度降低第一程度,并且将背景内容的不透

明度降低第二程度,该第二程度高于第一程度、低于第一程度或与第一程度相同。在一些实施方案中,用户的第一部分与前景虚拟内容和背景虚拟内容两者具有深度冲突。响应于与用户的第一部分的深度冲突而将前景虚拟内容和背景虚拟内容的不透明度降低到不同或相同程度减少了虚拟对象的视觉遮挡并且提供了用户与虚拟对象存在冲突的反馈,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0312] 在一些实施方案中,第一不透明程度大于第二不透明程度(1012),诸如在图9D中将对象904的不透明度降低得比对象908的不透明度更多。例如,第一虚拟对象被显示具有更加透明的前景(不透明度更低)内容和较不透明(不透明度更多)的背景内容。因此,被显示具有第一不透明程度的前景内容给予了用户的第一部分相对于虚拟对象的第一部分的背景内容更加透明(不透明度更低)的外观。响应于与用户的第一部分的深度冲突而将前景虚拟内容的不透明度降低得比背景虚拟内容的不透明度更多减少了前景内容对背景内容的视觉遮挡。

[0313] 在一些实施方案中,其中将前景内容的不透明度降低第一程度包括维持前景内容的显示(1014a),并且将背景内容的不透明度降低第二程度包括停止背景内容的显示(1014b),诸如如果对象908在图9D中停止显示而对象904保持显示。在一些实施方案中,将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分包括临时停止显示背景内容,同时维持前景内容的显示,尽管增加了半透明度(但不是总透明度)。通过响应于与用户的第一部分的深度冲突而停止显示背景内容来消除由背景虚拟内容施加的视觉遮挡提供了减少由背景中的内容引起的用户的视觉杂乱和认知负担的有效方式,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0314] 在一些实施方案中,带有应用于第一虚拟对象的第一部分的具有第一量值的第一视觉效果的第一虚拟对象的第一部分,与不带有应用于第一虚拟对象的第二部分的具有第一量值的第一视觉效果的第二部分分离(1016),诸如图9C中带有该视觉效果的对象904的部分与不带有该视觉效果的对象904的部分分离。例如,与第一虚拟对象的第一部分具有应用于第一虚拟对象的第一部分的第一量值的第一视觉效果相反,第一虚拟对象的第二部分任选地不包括具有应用于第一虚拟对象的第二部分的第一量值的第一视觉效果。因此,第一虚拟对象的第二部分任选地与第一部分在空间上分离和/或在外观上分离,即使第一部分和第二部分是同一第一虚拟对象的一部分。在一些实施方案中,具有第一量值的第一视觉效果的第一虚拟对象的第一部分被任选地显示具有将第一部分与第二部分分离的周边边缘或边界。在一些实施方案中,第一虚拟对象的第一部分与用户的第一部分具有第一深度冲突程度,并且第一虚拟对象的第二部分与用户的第一部分具有不同于第一深度冲突程度的第二深度冲突程度。在一些实施方案中,根据确定第一虚拟对象的第二部分与用户的第一部分具有第二深度冲突程度,第一虚拟对象的第二部分以具有第二量值的第一视觉效果来显示,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第二部分。在一些实施方案中,第二量值对应于将第一虚拟对象的第二部分的不透明度降低第二程度,该第二程度高于与应用于第一虚拟对象的第一部分的第一量值视觉效果相关联的第一程度、低于第一程度或与第一程度相同。因此,第一虚拟对象的第二部分任

选地看起来与第一部分在外观上分离,即使第一部分和第二部分是同一第一虚拟对象的一部分。在一些实施方案中,具有第一量值的第一视觉效果的第一虚拟对象的第一部分被任选地显示具有将第一部分与第二部分分离的周边边缘或边界。在一些实施方案中,具有第二量值的第一视觉效果的第一虚拟对象的第二部分被显示具有将第一部分与第二部分分离的周边边缘或边界。在一些实施方案中,具有第一量值的第一视觉效果从第一虚拟对象的第一部分到第二部分的过渡是基于距用户的第一部分的边缘的距离而渐进的,诸如图9C中的对象904的部分之间的过渡是羽化的或渐进的。例如,计算机系统显示第一视觉效果从第一部分到第二部分的渐进过渡,任选地包括在第一虚拟对象的区域中和/或通过第一虚拟对象的第一部分的周边边缘和/或边界的“羽化”或平滑化(例如,增加透明度),该区域与具有第一视觉效果的第一虚拟对象的第一部分的边缘距预先确定的距离(例如,0.01cm、0.02cm、0.03cm、0.04cm、0.05cm、0.07cm、0.09cm、1cm、1.5cm、2cm、2.5cm或3cm)。在一些实施方案中,该区域对应于检测到用户的第一部分的区域。提供第一视觉效果从第一虚拟对象的第一部分到第二部分的渐进过渡使得观看第一部分的用户察觉不到响应于与用户的第一部分的深度冲突而第一部分与第二部分清楚地不同或分离,这允许计算机系统向用户传达由第一虚拟对象呈现的内容,而不管用户与第一虚拟对象冲突,从而增加用户将解决或减少与第一虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0315] 在一些实施方案中,当在三维环境内显示第一虚拟对象时并且当用户的第一部分在相应位置处时,计算机系统经由该一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到计算机系统的用户的第二部分(1018a),诸如图9E中的手部912。在一些实施方案中,用户的第二部分对应于用户的第一手部、手臂、手掌和/或第一手部的一个或多个手指(例如,左手部或右手部)。在一些实施方案中,用户的第一部分对应于用户的第二手部(例如,与用户的两只手部的第一手部相对)。在一些实施方案中,计算机系统在三维环境中同时检测到用户的第一部分和第二部分。在一些实施方案中,第二相应位置是与检测到用户的第一部分的第一相应位置不同的位置。

[0316] 在一些实施方案中,当在第二相应位置处检测到用户的第二部分时,根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与相应虚拟对象(例如,第一虚拟对象或不同的虚拟对象)的相应部分具有深度冲突(例如,如参考步骤1002所描述的),计算机系统经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第二部分的第二相应位置相对应的相应虚拟对象的相应部分,其中将具有第一量值的第一视觉效果应用于相应虚拟对象的相应部分给予了用户的第二部分相对于第一虚拟对象的相应部分至少部分地透明的外观(1018b),诸如,如图9E所示,手部912的手指部分被示出为具有与被显示具有该视觉效果的对象910的对应部分相对应的图案#03。在一些实施方案中,计算机系统将包括第一视觉效果的视觉效果应用于与用户的手部或用户的手部的部分的相应位置相对应的虚拟对象或虚拟对象的部分,如本文参考步骤1002所描述的,任选地而不将视觉效果应用于与用户的其他部分的相应位置相对应的虚拟对象或虚拟对象的部分,如将在步骤1020中更详细地描述的。参考步骤1002更详细地描述了具有第一量值的第一视觉效果。

[0317] 在一些实施方案中,根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与任何虚拟对象

都不具有深度冲突(例如,如参考步骤1002所描述的),放弃将第一视觉效果应用于相应虚拟对象的相应部分,使得相应虚拟对象的相应部分在三维环境中可见,而不会使用户的相应部分看起来相对于相应虚拟对象(诸如相对于图9C中的与任何对象不具有深度冲突的手部914)至少部分地透明(1018c)。在一些实施方案中,作为用户的第二部分与任何虚拟对象都不具有深度冲突的结果,相应虚拟对象的相应部分在用户的第二部分后面、前面和/或透过用户的第二部分可见,并且/或者相应虚拟对象的相应部分不被显示具有该(或任何)半透明度,并且/或者相应虚拟对象的相应部分保持不变。基于这些部分与内容的深度冲突的特性来将所公开的视觉效果应用于用户的不同部分传达个性化深度冲突信息,从而便于个性化动作以解决或减少深度冲突。

[0318] 在一些实施方案中,用户的第一部分是用户的第一类型部分(1020a),诸如图9C中的手部912。在一些实施方案中,当在三维环境内显示第一虚拟对象时,计算机系统经由该一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到(1020b)第二用户(例如,不同于计算机系统的用户,诸如用户的物理环境中除该用户之外的人)的第二部分(例如,检测到第二用户的手部),诸如图9H和图9H-1中的手部926。在一些实施方案中,当在第二相应位置处检测到第二用户的第二部分(1020c)时,根据确定第二用户的第二部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,第一虚拟对象的第一部分在三维环境中可见,而不会使第二用户的第二部分看起来相对于第一虚拟对象的第一部分至少部分地透明(1020d),诸如,如图9H和图9H-1所示,手部926被示出为具有图案#11以指示计算机系统不在对象908上显示与手部926相对应的视觉效果。在一些实施方案中,第二用户/人不同于计算机系统的用户。在一些实施方案中,第二用户是不同于计算机系统的第二计算机系统的用户。在一些实施方案中,第二用户的第二部分是如步骤1018所描述的用户的第一类型部分。在一些实施方案中,第二用户的第二部分是如步骤1018所描述的第二用户的第二类型部分。在一些实施方案中,尽管计算机系统确定第二用户的第二部分与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,但计算机系统不将包括第一视觉效果的视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分。当除系统的用户的部分之外的用户的部分具有与相应虚拟对象的深度冲突时不应用视觉效果提供了除用户之外没有人与虚拟对象存在冲突的反馈,并且减少了用户不能控制的对象对虚拟内容的显示的中断,从而减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0319] 在一些实施方案中,当经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分(诸如在图9D中被示出为具有图案#02的手部912的上手掌部分),该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分(1022a)时,计算机系统经由该一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到计算机系统的用户的第二部分(例如,用户的第二手部),诸如图9D中的手部912或图9E中的手部914的手指部分,并且当检测到用户在第二相应位置处的第二部分(1022b)时,根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与相应虚拟对象(例如,第一虚拟对象或第二虚拟对象)的相应部分具有深度冲突,诸如与图9D中的对象904或图9E中的对象910具有深度冲突,计算机系统经由显示生成部件以具有第二量值的第一视觉效果显示(1022c)相应虚拟对象的相应部分,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第二部分的第二相应位置相对应的相应虚拟对象的相应部分,其中第二量值不同于应用于第一虚拟对象的第一部分的第一量值,其中将具有第二量值的第一虚拟效果应用于相应虚拟对象的相应部分给予了用户的第二部

分相对于相应虚拟对象的相应部分至少部分地透明的外观(1022d),诸如在图9D中,手部912的手指部分被示出为具有与应用于与手部912的手指部分存在冲突的对象904的部分的视觉效果量相对应的图案#03。例如,用户的第二部分任选地不同于如本文所描述的用户的第一部分。在一些实施方案中,用户的第二部分在不同于用户的第一部分的第一相应位置的第二相应位置中。在一些实施方案中,第一虚拟对象的第一部分与相应虚拟对象的相应部分相同或不同于该相应部分。在一些实施方案中,与用户的第一部分与第一虚拟对象的第一部分之间的冲突程度相比,用户的第二部分包括与相应虚拟对象的相应部分的更高深度冲突程度。在一些实施方案中,与用户的第一部分与第一虚拟对象的第一部分之间的冲突程度相比,用户的第二部分包括与相应虚拟对象的相应部分的更低深度冲突程度。在一些实施方案中,具有第二量值的第一视觉效果不同于具有第一量值的第一视觉效果。例如,第二量值任选地包括高于第一不透明程度的第二不透明程度和/或低于第一透明程度的第二透明程度。在一些实施方案中,具有第二量值的第一视觉效果的相应虚拟对象的相应部分和具有第一量值的第一视觉效果情况下的第一虚拟对象的第一部分在三维环境的当前显示的视点中同时可见。在一些实施方案中,计算机系统根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与相应虚拟对象(例如,第一虚拟对象或第二虚拟对象)的相应部分不具有深度冲突来显示相应虚拟对象的相应部分,而没有将具有第二量值的第一视觉效果应用于与检测到用户的第二部分的第二相应位置相对应的相应虚拟对象的相应部分。例如,计算机系统不应用具有第二量值的第一视觉效果,直到计算机系统检测到用户的第二部分已改变到与相应虚拟对象的相应部分存在深度冲突的相应位置的点为止。响应于与相应虚拟对象的相应部分的相应深度冲突而应用视觉效果来在视觉上区分用户的看起来透明的第一部分与用户的看起来更加透明、较不透明或同等透明的第二部分提供了关于用户的两个部分的深度冲突的个性化反馈,从而便于用户采取正确动作以解决或减少深度冲突。

[0320] 在一些实施方案中,以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括(1026a)根据确定用户的第一身体的第一部分与第一虚拟对象的第一部分具有第一深度冲突程度,以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分(1026b),诸如相对于图9C中的手部912的手指,以及根据确定用户的第一身体的第一部分与第一虚拟对象的第一部分具有不同于第一深度冲突程度的第二深度冲突程度,以具有不同于第一量值的第三量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分(1026c),诸如相对于图9D中的手部912的手指部分。在一些实施方案中,用户的第一身体对应于第一手部(例如,左手部或右手部)。与用户的第一身体的第一部分与第一虚拟对象的第一部分之间的第一冲突程度相比,具有第二深度冲突程度的用户的第一身体的第一部分包括与第一虚拟对象的第一部分的更高深度冲突程度。在一些实施方案中,第三量值任选地包括低于(第一量值的)第一不透明程度和/或(第二量值的)第二透明程度的第三不透明程度。在一些实施方案中,计算机系统根据确定用户的(例如,第一身体的)第二部分与相应虚拟对象的相应部分具有不同于第一深度冲突程度的第二深度冲突程度来以具有第二量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分。在一些实施方案中,与用户的第一身体的第一部分与第一虚拟对象的第一部分之间的冲突程度相比,用户的第一身体的第二部分包括与相应虚拟对象的相应部分的更低深度冲突程度。在一些实施方案中,计算机系统根据检测到的与用户的第一身体的第一部分和/或第二部分的深度冲突程度来显示虚拟对象的不同改变(例如,视觉效果

的不同量值)。在一些实施方案中,计算机系统根据确定用户的第二身体的第一部分与相应虚拟对象的相应部分具有第一深度冲突程度来以具有第一量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分。在一些实施方案中,用户的第二身体对应于与第一手部相对的另一手部(例如,左手部或右手部)。在一些实施方案中,计算机系统根据确定用户的第二身体的第一部分与相应虚拟对象的相应部分具有第二深度冲突程度来以具有第三量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分。响应于与用户的身体的一部分的对应深度冲突程度而将具有一定量值程度或水平的视觉效果应用于相应虚拟对象的相应部分指示了用户的该部分的当前位置,其中深度冲突程度根据用户的身体的该部分的在物理环境中的移动来改变,并且提供了用户与虚拟对象存在冲突以及需要用户的身体的该部分的多少移动来解决或减少与虚拟对象的深度冲突的反馈。

[0321] 在一些实施方案中,以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括(1028b)根据确定用户注意力指向与第一虚拟对象的第一部分具有第一深度冲突程度的用户的第一身体的第一部分,以具有不同于第一量值的第三量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分(1028b),诸如相对于图9E中的手部912,以及根据确定用户注意力离开与第一虚拟对象的第一部分具有第一深度程度的用户的第一身体的第一部分,以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分(1028c),诸如相对于图9D中的手部912。在一些实施方案中,当计算机系统检测到用户的注意力指向用户的第一身体的第一部分或检测到用户想要引导他们的注意力以与用户的第一身体的第一部分交互或互动的指示时,计算机系统改变视觉效果的量值(例如,将相应虚拟对象的相应部分的不透明程度从第一不透明程度改变到低于第一不透明程度的第二不透明程度,和/或将透明程度从第一透明程度改变到高于第一透明程度的第二透明程度)。在一些实施方案中,当计算机系统检测到用户的注意力指向不包括用户的第一身体的第一部分的位置或者检测到用户想要引导他们的注意力以与除相应虚拟对象之外的一个或多个虚拟对象交互或互动的指示时,相应虚拟对象的相应部分的不透明程度保持不变并且呈现在检测到用户的注意力指向用户的第一身体的第一部分之前所应用的具有该量值程度的视觉效果。在一些实施方案中,当计算机系统检测到用户的注意力指向用户的第一身体的第二部分或检测到用户想要引导他们的注意力以与用户的第一身体的第二部分交互或互动的指示时,计算机系统将第一虚拟对象的第一部分的不透明程度从第一不透明程度改变到低于第一不透明程度的第二不透明程度(例如,将透明程度从第一透明程度改变到高于第一透明程度的第二透明程度)。基于注意力所指向的用户的第一身体的部分而改变视觉效果任选地具有参考方法1200所描述的特性中的一个或多个特性。在一些实施方案中,根据确定用户注意力指向与相应虚拟对象的相应部分具有第一深度冲突程度的用户的第二身体的第一部分,计算机系统以具有第三量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分。在一些实施方案中,用户的第二身体对应于与第一手部相对的另一手部(例如,左手部或右手部)。在一些实施方案中,根据确定用户注意力离开与相应虚拟对象的相应部分具有第一深度程度的用户的第二身体的第一部分,计算机系统以具有第一量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分。响应于检测到用户的注意力指向用户的第一身体的一部分而改变视觉效果的量值提供了计算机系统检测到用户的注意力正指向用户的第一身体的该部分的反馈,并且确保用户所聚焦的该部分容易可见,从而增强用户与计算机系统之间的交互。

[0322] 在一些实施方案中,当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(1030a)计算机系统的用户的第一部分从相应位置移动到第二相应位置,其中用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在相应位置处的深度不同于用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在第二位置处的深度,诸如手部912从图9C到图9D的移动。在一些实施方案中,用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在相应位置处的深度任选地对应于比第一虚拟对象的第一部分在相应位置处相对于用户的视点的深度更浅、更深或相等的深度。在一些实施方案中,用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在第二位置处的深度对应于比用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在相应位置处的深度更深或更浅的深度。

[0323] 在一些实施方案中,响应于在第二相应位置处检测到用户的第一部分(1030b),根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,计算机系统将第一虚拟对象的第一部分更新为(1030c)以具有第二量值的第一视觉效果来显示,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的第二相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,该第二量值不同于第一量值,诸如从图9C到图9D应用于与手部912的手指部分具有深度冲突的对象904的部分的更新后的视觉效果。例如,如果用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在第二位置处的深度对应于比第一虚拟对象的第一部分相对于用户的视点在相应位置处的深度更浅的深度,则第二量值任选地包括高于第一不透明程度的第二不透明程度和/或低于第一透明程度的第二透明程度。在一些实施方案中,计算机系统根据确定第一虚拟对象的第一部分与用户的第一部分之间的深度冲突增加来改变在第一方向上显示第一虚拟对象的第一部分的视觉效果的量值(例如,增加量值)。在一些实施方案中,计算机系统根据确定第一虚拟对象的第一部分与用户的第一部分之间的深度冲突增加来改变在不同于第一方向的第二方向上显示第一虚拟对象的第一部分的视觉效果的量值(例如,减小量值)。响应于检测到用户的第一部分相对于相应虚拟对象的相应部分在相对于用户的视点的相应位置处的深度而改变视觉效果的量值提供了用户或多或少地与虚拟对象存在冲突的反馈,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0324] 在一些实施方案中,当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,其中用户的第一部分的互动程度是第一互动程度(例如,如参考方法1200所描述的),诸如相对于图9D中的手部912所示,计算机系统检测到(1032a)用户的第一部分的互动程度(例如,用户交互的频率和/或用户交互的新近度)从第一互动程度改变到第二互动程度(例如,如参考方法1200所描述的),诸如从图9D到图9E。参考方法1200描述了用户的该部分的互动和检测到该互动的改变的一个或多个细节。

[0325] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的第一部分的互动程度从第一互动程度改变到第二互动程度,计算机系统以具有不同于第一量值的第二量值的第一视觉效果显示(1032b)第一虚拟对象的第一部分,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,诸如从图9D到图9E应用于对象904的不同部分的视觉效果的改变后的量值。在一些实施方案中,应用于第一虚拟对象的第一部分的第一

视觉效果基于互动程度而改变。例如,第二量值任选地包括高于第一不透明程度的第二不透明程度和/或低于第一透明程度的第二透明程度。在一些实施方案中,计算机系统根据确定改变后的互动程度(例如,如参考方法1200所描述的更高的互动程度)来显示具有改变后的量值(例如,更高的透明程度)的第一视觉效果。在一些实施方案中,计算机系统根据确定比第二互动程度更低的互动程度来显示具有改变后的量值(例如,更低的透明程度)的第一视觉效果。响应于检测到用户互动而将具有不同量值程度或水平的视觉效果的改变应用于相应虚拟对象的相应部分减少了当用户更多地与虚拟对象互动时的显示杂乱,从而减少与用户接口的交互中的错误。

[0326] 在一些实施方案中,当显示第一虚拟对象(诸如图9B中的对象904)的第一部分时,计算机系统经由该一个或多个输入设备(例如,注视跟踪设备、手部跟踪设备、遥控器、一个或多个触敏表面、一个或多个按钮、拨号盘和/或旋钮)检测到(1034a)来自用户的第一部分(诸如来自手部912或914)的指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入。在一些实施方案中,响应于检测到指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入,根据确定指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入满足一个或多个标准,计算机系统执行(1034b)与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作,诸如响应于对象904中的按钮的选择而执行图9B中的操作。在一些实施方案中,该一个或多个标准包括当计算机系统检测到来自计算机系统的用户的指向第一虚拟对象的第一部分的手势/输入以选择第一虚拟对象的第一部分来执行操作时满足的标准。在一些实施方案中,第一输入包括当用户的注意力指向第一虚拟对象的第一部分时的空中捏合手势(例如,用户的手部的食指和拇指合在一起并且在指尖处接触)。在一些实施方案中,来自用户的第一输入包括经由该一个或多个输入设备由用户的手部的一个或多个手指提供的选择输入(例如,轻敲、触摸或点击)。来自用户的第一输入任选地包括其他类型的输入,诸如触控板输入(例如,手指触摸触控板)或输入设备输入(例如,经由诸如触笔或遥控器的手部持式输入设备的选择)。在一些实施方案中,第一输入是仅注意力和/或仅注视输入(例如,不包括来自用户的除提供注意力输入的那些部分之外的一个或多个部分的输入),其中用户的注意指向第一虚拟对象的第一部分长于时间阈值。在一些实施方案中,与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作包括显示内容、显示网页、显示另一虚拟对象、播放多媒体、启动应用程序、提供菜单、安装程序、滚动通过第一虚拟对象、移动第一虚拟对象或下载内容。响应于指向第一虚拟对象的第一部分的用户输入而执行操作提供了与虚拟对象的高效交互。

[0327] 在一些实施方案中,当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,其中用户的物理环境内的光量是第一光量(例如,由与计算机系统通信的光传感器检测到),诸如应用于图9C中的对象904的视觉效果,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(1036a)用户的物理环境内的第二光量,诸如来自图9C的光量是否改变。在一些实施方案中,响应于检测到物理环境内的第二光量(1036b),根据确定物理环境内的第二光量满足一个或多个低光标准(或一天中的时间要求),计算机系统停止(1036c)将具有第一量值的第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,诸如停止以该视觉效果显示图9C中的对象904,即使手部912保持与对象904的冲突。在一些实施方案中,如果计算机系统的光传感器确定没有足够的光来以预先确

定的精确度捕获用户的第一部分(例如,0勒克斯、5勒克斯、10勒克斯、50勒克斯或100勒克斯),则满足该一个或多个低光标准。在一些实施方案中,如果一天中的当前时间是在日出之前(任选地30分钟、45分钟、1小时或2小时)和/或在日落之后(任选地30分钟、45分钟、1小时或2小时),则满足一天中的时间要求。在一些实施方案中,当计算机设备检测到低光物理环境(例如,低于发光阈值(例如,5流明、10流明、15流明、20流明、25流明、50流明、60流明、70流明、80流明、100流明、125流明、150流明或200流明)的平均流明输出)时,包括第一视觉效果的视觉效果被禁用。即使如此,计算机系统任选地被配置为继续监测用户的第一部分以及与虚拟对象的深度冲突。在一些实施方案中,根据确定物理环境内的第二光量不满足该一个或多个低光标准,计算机系统继续以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分。响应于低光物理环境而停止应用第一视觉效果减少了用户与计算机系统之间的交互中的错误,并且减少了纠正此类错误所需的输入。

[0328] 在一些实施方案中,在相应位置处检测到用户的第一部分之前并且在将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分之前,以第一α值显示第一虚拟对象的第一部分(1038a),诸如相对于图9B中的对象904,并且将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分包括以不同于第一α值的第二α值显示(1038b)第一虚拟对象的第一部分,该第二α值对应于将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分的程度,其中第一虚拟对象的第一部分对应于用户的第一部分在相应位置处占据的第一虚拟对象的区域,例如相对于与图9C中的手部912的手指部分具有深度冲突的对象904的部分。在一些实施方案中,将视觉效果应用于虚拟对象的第一部分(或其他部分)的方式是通过计算机系统将不同的α值应用于在用户界面和/或三维环境中消耗的用户的第一部分的面积和/或体积。如果第一视觉效果被确定为具有较高的量值,则计算机系统任选地将较高的α值应用于由用户的第一部分消耗的面积和/或体积,并且如果第一视觉效果被确定为具有较低的量值,则计算机系统任选地将较低的α值应用于由用户的第一部分消耗的面积和/或体积。以这种方式,占据由用户的手部消耗的区域和/或体积的虚拟内容(或虚拟内容的部分)在该区域和/或体积内以更大透明度来显示。通过改变α值来改变将视觉效果应用于虚拟对象的程度提供了用于操纵虚拟对象的透明程度的快速且高效的手段,这附加地减少了计算机系统的功率使用。

[0329] 在一些实施方案中,当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时,该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分,诸如相对于图9F中的手部912,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(1040a)计算机系统的用户的第一部分从相应位置移动到与远离第一虚拟对象的第一部分的横向移动(例如,在物理空间中,基本上直的和/或沿着x-y平面的横向移动)相对应的第二相应位置,诸如手部912从图9F到图9H和图9H-1的移动(例如,在与用户的视点正交的方向上移动超过阈值量(例如1cm、3cm、5cm、10cm、100cm、1000cm或10000cm)(诸如相对于用户的视点横向移动)以及在与用户的视点平行的方向上(诸如朝向或远离用户的视点)移动小于阈值量的移动)。

[0330] 在一些实施方案中,响应于在第二相应位置处检测到用户的第一部分(1040b),根据确定用户的第一部分相对于用户的视点不再与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,计算机系统将第一虚拟对象的第一部分更新为(1040c)不再使具有第一量值的第一视觉效

果应用于第一虚拟对象的第一部分,诸如相对于图9H和图9H-1中的对象904和手部912的手指部分所示。在一些实施方案中,将第一虚拟对象的第一部分更新为不再具有第一量值的第一视觉效果包括将第一视觉效果从第一量值改变到第二量值(例如,根据用户的第一部分与第一虚拟对象的第一部分的当前深度冲突,从第一虚拟对象的第一部分的较低不透明度改变到第一虚拟对象的第一部分的较高不透明度或较低不透明度)。在一些实施方案中,将第一虚拟对象的第一部分更新为不再具有第一量值的第一视觉效果包括将第一虚拟对象的第一部分返回到应用具有第一量值的第一视觉效果之前的外观(例如,第一虚拟对象的第一部分不再具有应用于其的第一视觉效果)。在一些实施方案中,计算机系统根据确定用户的第一部分相对于用户的视点继续与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突来继续以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分。响应于检测到用户的部分在横向方向上远离相应虚拟对象的相应部分移动而将改变应用于视觉效果提供了用户改变或减少用户的部分与相应虚拟对象之间的深度冲突的反馈,从而提供关于如何减少或解决冲突的反馈。

[0331] 在一些实施方案中,当显示第一虚拟对象的第一部分时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到来自用户的相应部分(例如,用户的第一部分或用户的第二部分)的指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入(例如,直接输入或间接输入),诸如指向对象904中的按钮的输入。在一些实施方案中,第一输入对应于步骤1034中所描述的第一输入。在一些实施方案中,用户的相应部分对应于用户的右手部或左手部、手臂、手掌和/或右手部或左手部的一个或多个手指。

[0332] 在一些实施方案中,响应于检测到指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入(1042b),根据确定第一虚拟对象的第一部分被显示具有指示第一虚拟对象的第一部分与用户的相应部分具有深度冲突的第一视觉效果,诸如相对于图9C中的对象904所示(例如,根据确定用户的一部分(例如,用户的相应部分或不同部分)与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突),计算机系统放弃(1042c)执行与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作,诸如不允许和与图9C中的手部912的手指部分具有深度冲突的对象904的部分交互。在一些实施方案中,根据确定第一虚拟对象的第一部分不被显示具有指示第一虚拟对象的第一部分与用户的相应部分具有深度冲突的第一视觉效果(例如,因为用户的一部分与第一虚拟对象的第一部分不具有(例如,没有用户的部分与其具有)深度冲突),计算机系统执行(1042d)与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作,诸如允许和与除与图9C中的手部912的手指部分具有深度冲突的对象904的该部分之外的对象904的部分交互。例如,因为没有用户的部分与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突,所以第一虚拟对象的第一部分任选地在用户的第一部分后面、前面和/或透过用户的第一部分可见,并且/或者第一虚拟对象的第一部分不被显示具有如上文所描述的该(或任何)半透明度。在该示例中,第一虚拟对象的第一部分可由第一输入交互(例如,可选择)以执行操作。当相应虚拟对象的相应部分包括响应于来自用户的一部分的输入的视觉效果时,放弃执行与该相应部分相关联的操作减少了用户与计算机系统之间的交互中的错误并且减少了纠正此类错误所需的输入。

[0333] 在一些实施方案中,当检测到用户的第一部分到相应位置的移动时并且在根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突来将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分之前(1044a),诸如手部914从图

9A到图9B的移动,计算机系统基于用户的第一部分在相应位置处的移动的第一部分来在三维环境内移动(1044b)第一虚拟对象以避免第一虚拟对象的第一部分与用户的第一部分之间的深度冲突,直到用户的第一部分朝向第一虚拟对象的第一部分的移动超过阈值移动为止(例如,如方法800中所描述的),诸如对象904从图9A到图9B的移动。

[0334] 在一些实施方案中,响应于用户的第一部分朝向第一虚拟对象的第一部分的移动超过(和/或满足)阈值移动(1044c),计算机系统停止(1044d)在三维环境内移动虚拟对象(例如,如方法800中所描述的),诸如停止图9B中的对象904的移动,并且计算机系统根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突(例如,如步骤1002中所描述的)来将具有第一量值的第一视觉效果应用于(1044e)第一虚拟对象的第一部分,诸如将视觉效果应用于图9C中的对象904。当对象基于用户在三维环境中的移动而接触用户的一部分时在三维环境中移动对象提供了用户与虚拟对象存在冲突的反馈,同时避免降低对象的可见性,从而增加用户将解决或减少与虚拟对象的深度冲突的可能性并且减少用户与计算机系统之间的交互中的错误。

[0335] 应当理解,对方法1000中的操作进行描述的特定顺序仅仅是示例性的,并非旨在表明所描述的顺序是可执行这些操作的唯一顺序。本领域的普通技术人员会想到多种方式来对本文所述的操作进行重新排序。

[0336] 图11A至图11G例示了根据一些实施方案的基于互动水平来减轻与三维环境中的一个或多个虚拟对象的深度冲突的计算机系统的示例。

[0337] 图11A例示了安装在三脚架1101上的计算机系统101,该计算机系统经由显示生成部件(例如,图1的显示生成部件120)从计算机系统的用户的视点显示三维环境1102。如上参考图1至图6所述,计算机系统101任选地包括显示生成部件(例如,触摸屏)和多个图像传感器(例如,图3的图像传感器314)。图像传感器任选地包括以下中的一者或多者:可见光相机;红外相机;深度传感器;或当用户与计算机系统101交互时计算机系统101能够用来捕获用户或用户的一部分(例如,用户的一只或多只手)的一个或多个图像的任何其他传感器。在一些实施方案中,下文所例示和描述的用户界面还可在头戴式显示器上实现,该头戴式显示器包括向用户显示用户界面或三维环境的显示生成部件,以及检测物理环境和/或用户的手部的移动(诸如由计算机系统解译为诸如空中手势的手势的移动)的传感器(例如,从用户面向外的外部传感器),和/或检测用户的注视的传感器(例如,朝向用户的面部面向内的内部传感器)。

[0338] 如图11A所示,计算机系统101捕获计算机系统101周围的物理环境(例如,操作环境100)(包括计算机系统101周围的物理环境中的一个或多个对象)的一个或多个图像。在一些实施方案中,计算机系统101在三维环境1102中显示物理环境的表示,或者物理环境的各部分经由计算机系统101的显示生成部件120可见。例如,三维环境1102包括用户的物理环境中的左墙壁和右墙壁、天花板和地板的各部分。在图11A中,三维环境1102还包括真实世界对象。例如,桌子1122A和沙发1124是存在于用户的物理环境中并且经由计算机系统101的显示生成部件可见的对象。

[0339] 在图11A中,三维环境1102还包括虚拟内容,诸如虚拟内容1107和虚拟内容1111。虚拟内容1107和虚拟内容1111任选地是应用的用户界面(例如,消息传送用户界面或内容浏览用户界面)、三维对象(例如,虚拟时钟、虚拟球或虚拟汽车)、虚拟环境(例如,完全或几

乎完全包括虚拟内容的沉浸式视觉体验)或由计算机系统101显示的不包括在计算机系统101的物理环境中的任何其他元素中的一者或多者。

[0340] 应当理解,对“相对于”用户身体的一部分(例如,手部、包括在手部中的手指和/或手掌)“应用”的视觉效果的描述任选地对应于以下实施方案:当虚拟内容的相应部分任选地与用户身体的这一部分发生视觉深度冲突时,任选地对虚拟内容的该部分应用视觉效果;并且,该描述任选地还对应于以下实施方案:视觉效果被附加地或另选地应用于用户身体的该部分的视觉表示(例如,数字化表示)。例如,计算机系统101任选地检测到手指与包括虚拟内容的虚拟窗口的一部分的视觉深度冲突。响应于检测到视觉深度冲突,计算机系统任选地降低相应虚拟内容在与手指相对于用户的当前视点的位置相对应的位置处的视觉显著性(例如,虚拟窗口的该部分在手指与相对于用户的当前视场的部分重叠的位置处增加半透明度)。附加地或另选地,如果用户的手部的表示是数字表示,诸如模仿手部的外观和取向的用户的手部的动画图形表示,则计算机系统101任选地降低用户的手指和/或用户的手部的表示的不透明度(例如,增加半透明度)。

[0341] 如本文所提及的,深度冲突和/或视觉深度冲突是指用户身体的相应部分(例如,手部)和虚拟内容相对于计算机系统101的用户的视点的视觉冲突。应当理解,当虚拟对象正被描述为与用户的一部分(例如,用户的手部)相交和/或接触时,交叉点是描述在虚拟对象被显示在相对于用户的该部分的相应位置处的情况下将发生的明显空间或深度冲突的虚拟交叉点。作为示例,深度冲突任选地包括其中虚拟内容诸如虚拟应用用户界面任选地显示在环境(例如,VR和/或XR环境)中在用户的相应部分(例如,用户的手部)与用户的视点之间的位置处的场景。如本文所提及的,虚拟内容相对于用户的视点与用户的相应部分“相交”任选地类似于其中具有虚拟内容的相同大小和位置的真实世界对象相对于用户的视点被放置在用户的身体的相应部分之间并且与之相交的场景。例如,如果真实世界方块任选地遮挡并紧贴在用户的手部前方,则该真实世界方块会呈现与手部的视觉深度冲突并与手部相交。类似地,如果计算机系统101任选地在任选地遮挡用户的手部并与之相交的环境中的虚拟位置处显示虚拟方块,则虚拟方块将类似地呈现与手部的视觉深度冲突。本文所描述的各实施方案涉及减轻此类视觉深度冲突,从而允许用户获得关于他们的身体相对于虚拟内容的直觉,同时继续查看虚拟内容的各部分,由此引导他们解决/减轻此类深度冲突。在一些实施方案中,根据确定相应手部距相应虚拟内容大于阈值距离(例如,0.01m、0.05m、0.1m、0.5m、1m、5m、10m、15m、25m、50m或100m),即使用户的注意力指向相应手部,计算机系统也放弃将视觉效果应用于相应虚拟内容的一部分。

[0342] 在一些实施方案中,分别相对于手部1103A和/或手部1105A应用相对于图7和/或图9以及方法800和/或方法1000所描述的视觉效果以解决和减轻视觉深度冲突。在一些实施方案中,这样的效果分别相对于一只或多只手部来应用。例如,相对于图7A至图7H所描述的视觉显著性的修改任选地应用于虚拟内容的在视觉上与用户的身体的多个部分存在冲突的部分以减轻视觉深度冲突。类似地,相对于图9A至图9H所描述的半透明视觉效果任选地应用于与用户的身体的多个部分在视觉上存在冲突的相应虚拟内容的一部分以减轻深度冲突。尽管以另选方案例示,但应当理解,视觉效果任选地应用于由双手、单手和/或无手引起的深度冲突。例如,计算机系统101任选地将半透明效果应用于虚拟内容,该虚拟内容在视觉上与右手和左手存在冲突、仅与右手存在冲突、仅与左手存在冲突、和/或既不与右

手也不与左手存在冲突。

[0343] 在图11A中,图例1150例示了相应手部相对于相应虚拟内容的轮廓视图。手部1103A(对应于图例1150中的手部1103B)被描绘为具有相对于虚拟内容1107的第一相应深度,并且手部1105A(对应于图例1150中的手部1105B)被描绘为具有相对于虚拟内容1111的第二相应深度。在一些实施方案中,计算机系统101维持和/或确定相应手部的相应互动水平。例如,互动1103C对应于分配给和/或检测为对应于手部1103A的互动水平。计算机系统101任选地基于检测到的互动水平来应用相对于相应手部的视觉效果的量值。例如,效果1103E例示了基于互动1103C应用于与手部1103A存在冲突的虚拟内容的视觉效果(例如,半透明效果)的第一量值。类似地,右互动1105C反映了分配给右手1105A和/或相对于右手1105A检测到的互动水平,并且效果右1105E例示了基于右手互动1105C的视觉效果的第二量值(例如,相应虚拟内容的视觉显著性的降低)。

[0344] 在一些实施方案中,计算机系统101向用户的身体的相应部分(例如,手部1103A和手部1105A)分配了共享的互动水平。因此,在一些实施方案中,尽管用户的相应部分相对于虚拟内容的相应深度不同,但是相对于用户的身体(例如,手部)的相应部分应用的相应视觉效果任选地具有相同的量值。在一些实施方案中,计算机系统101向用户的身体的相应部分分配了不同的互动水平。在一些实施方案中,应用的视觉效果的量值和与用户的身体的相应部分(例如,对应的手部)相关联的互动水平成比例(例如,直接地、相反地和/或非线性地成比例)。

[0345] 在图11A中,计算机系统101检测到手部1103A与虚拟内容1107相交并且手部1105A与虚拟内容1111相交。为了减轻相应深度冲突,计算机系统101任选地相对于相应手部应用视觉效果。例如,虚拟内容1107的一部分任选地以第一半透明度显示,对应于相对于手部1103A的第一水平的视觉显著性。类似地,计算机系统101任选地停止相对于手部1105A的虚拟内容1111的一部分的显示,其中虚拟内容的该部分的大小任选地对应于相对于手部1105A的第二水平的视觉显著性。因此,计算机系统101任选地通过修改虚拟内容的视觉显著性来指示用户的手部与虚拟内容的相交程度,从而提供用于减轻相交的量同时维持虚拟内容的不经受视觉显著性降低的其他部分的可见性的反馈。

[0346] 如先前所描述的,计算机系统101任选地确定相对于用户的相应手部的互动水平,并且任选地至少部分地基于该互动水平来修改视觉效果(例如,对视觉显著性的修改,包括修改半透明度和/或停止虚拟内容的显示)。例如,除了手部1105A与虚拟内容1111的相交深度之外,计算机系统101任选地确定手部1105A相对地靠近虚拟内容1111的相应部分(例如,中心、顶部或底部),并且任选地基于互动1105C来分配相应水平的视觉效果。附加地,计算机系统101检测到手部1103A相对地远离虚拟内容1107的相应部分(例如,中心、顶部或底部),并且因此基于该空间关系分配了相应互动水平1103C。如下文进一步详细描述的并且参考方法1200,在一些实施方案中,在确定和/或分配对用户的一个或多个相应手部的互动中包括附加或另选的因素。

[0347] 在图11B中,计算机系统101检测到用户的注意力朝向手部1103A转移,如注意力指示符1121所指示的,同时手部相对于图11A所示的虚拟内容1107和1111维持相同的空间关系(例如,横向和深度关系)。响应于注意力朝向手部1103A转移,在图11B中,计算机系统101增加分配给手部1103A的互动水平,如互动1103C和视觉效果右1103E的相对增加所反映的。

如图例1150所示,互动1103C等于或几乎等于互动1105C,而不管手部1105A与虚拟内容1111之间的相对较大深度冲突,因为用户的注意力指向手部1103A。在一些实施方案中,计算机系统101根据互动水平来修改视觉效果的量值。例如,互动1103C与应用于虚拟内容的视觉效果的量值共享近似线性的比例关系,该虚拟内容与手部1103A的相应部分在视觉上存在冲突。在一些实施方案中,在与手部的相应部分存在冲突的虚拟内容的相应部分处应用视觉效果。例如,在将遮挡用户的手指的位置处显示的虚拟内容的一部分(例如,如果虚拟内容是完全不透明的)任选地以视觉效果(例如,半透明、停止相应内容的显示、以及/或者修改相应内容的颜色)来显示,以减轻手指的位置处的深度冲突。

[0348] 在一些实施方案中,如果手指满足一个或多个标准(诸如当用户的注意力指向手指和/或包括手指的手部1103A时满足的标准),则计算机系统101增加所显示的视觉效果的量值(例如,由于分配因注意力而增加的与手部1103A的互动)。视觉效果例如任选地是增加虚拟内容的具有手指的类似大小和/或形状的部分的半透明度,使得用户的手指变得通过虚拟内容至少部分地可见。在一些实施方案中,响应于检测到注意力指向虚拟内容的相应部分(用户的身体的相应部分),相对于与用户的身体的多个部分在视觉上存在冲突的多个部分相对应的位置,将视觉效果应用于虚拟内容的多个部分。例如,计算机系统任选地相对于用户的多个手指在虚拟内容的多个部分处应用半透明效果。因此,在一些实施方案中,计算机系统101根据用户的注意力来增强在对应于用户的手部的位置处应用视觉效果的程度。在一些实施方案中,计算机系统101根据确定手部1105C已维持相对于虚拟内容1111的空间关系和/或不是用户注意力的目标来维持互动1105C和视觉效果的量值1105E。如方法1200中所描述的,在一些实施方案中,附加因素可修改分配给相应手部的互动水平,作为如图11B所示的补充或替代。

[0349] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的注意力从用户的身体的第一相应部分(例如,手部的第一手指)转移到用户的身体的第二相应部分(其中用户的身体的第一相应部分和第二相应部分呈现与相同的相应虚拟内容存在视觉深度冲突),计算机系统101任选地维持互动水平和对应量值的视觉效果。例如,计算机系统101任选地检测到用户的注意力从手部1103A的食指转移到拇指,这两者任选地呈现了深度冲突,并且计算机系统任选地维持分配给手部1103A的互动水平,尽管用户的注意力短暂地朝向手指之间的间隙空间转移(例如,向不包括用户的身体的空间)。

[0350] 图11B-1例示了与图11B中所示的概念类似和/或相同的概念(具有许多相同的附图标记)。应当理解,除非下文指出,否则图11B-1所示的与图11A至图11B所示的元素具有相同附图标记的元素具有相同特征中的一个或多个或全部特征。图11B-1包括计算机系统101,该计算机系统包括显示生成部件120(或与之相同)。在一些实施方案中,计算机系统101和显示生成部件120分别具有图11B和图11A至图11G所示的计算机系统101和图1和图3所示的显示生成部件120的特性中的一个或多个特性,并且在一些实施方案中,图11A至图11G所示的计算机系统101和显示生成部件120具有图11B-1所示的计算机系统101和显示生成部件120的特性中的一个或多个特性。

[0351] 在图11B-1中,显示生成部件120包括朝向用户的面部取向的一个或多个内部图像传感器314a(例如,参考图5所描述的眼睛跟踪相机540)。在一些实施方案中,内部图像传感器314a用于眼睛跟踪(例如,检测用户的注视)。内部图像传感器314a任选地布置在显示生

成部件120的左侧部分和右侧部分上,以使得能够对用户的左眼和右眼进行眼睛跟踪。显示生成部件120还包括从用户面向外的外部图像传感器314b和314c,以检测和/或捕获物理环境和/或用户的手部的移动。在一些实施方案中,图像传感器314a、314b和314c具有参考图11A至图11G所描述的图像传感器314的特性中的一个或多个特性。

[0352] 在图11B-1中,显示生成部件120被例示为显示任选地与参考图11A至图11B描述为经由显示生成部件120被显示和/或可见的内容相对应的内容。在一些实施方案中,该内容由包括在显示生成部件120中的单个显示器(例如,图5的显示器510)显示。在一些实施方案中,显示生成部件120包括具有被合并(例如,由用户的大脑)以创建图11B-1所示的内容视图的显示输出的两个或更多个显示器(例如,分别用于用户的左眼和右眼的左显示面板和右显示面板,如参考图5所描述的)。

[0353] 显示生成部件120具有与图11B-1所示的内容相对应的视场(例如,由外部图像传感器314b和314c捕获并且/或者经由显示生成部件120对用户可见的视场,由俯视图中的虚线指示)。因为显示生成部件120任选地是头戴式设备,所以显示生成部件120的视场任选地与用户的视场相同或类似。

[0354] 在图11B-1中,用户被描绘为执行空中捏合手势(例如,利用手部1103A或手部1105A)以向计算机系统101提供输入以提供指向由计算机系统101显示的内容的用户输入。这种描述是示例性的而不是限制性的;用户任选地使用不同的空中手势和/或使用如参考图11A至图11G所描述的其他形式的输入来提供用户输入。

[0355] 在一些实施方案中,计算机系统101响应于如参考图11A至图11G所描述的用户输入。

[0356] 在图11B-1的示例中,因为用户的手部在显示生成部件120的视场内,所以其在三维环境内可见。也就是说,用户可任选地在三维环境中看到其自身身体的在显示生成部件120的视场内的任何部分。此外,如本文所描述的,由于与手部1105A冲突而修改其视觉外观的对象1111的该部分的大小和/或形状基于与对象1111冲突的手部1105A的该部分的大小和/或形状。例如,在图11B-1中,对象1111的部分与和对象1111存在冲突的手部1105A的手指的大小、形状和/或取向相对应地被拉长和取向。应当理解,如图11A至图11G所示或参考这些图所描述和/或参考对应方法所描述的本公开的一个或多个或全部方面任选地以与图11B-1所示类似或相似的方式在计算机系统101和显示生成单元120上实现。

[0357] 在图11C中,计算机系统101检测到用户的注意力从手部1103A移开并移向手部1105A。

[0358] 响应于注意力从手部1103A移开,计算机系统101任选地降低分配给手部1103A的互动水平。在一些实施方案中,注意力从手部1103A移开包括检测到注意力从手部1103A的相应点或部分移开。例如,计算机系统101任选地确定与虚拟内容具有深度冲突的用户身体的部分的中心(例如,在视觉上与虚拟内容存在冲突的指尖的中心),并且如果用户的注意力偏离用户身体的部分的中心,则任选地降低分配给手部1103A的互动水平。在一些实施方案中,如果注意力转移到也与虚拟内容存在冲突的用户手部的第二相应点或部分,则互动水平的分配对注意力从视觉上与虚拟内容存在冲突的相应手部的相应点或部分的转移不敏感。例如,用户的手指任选地与虚拟内容具有视觉深度冲突,并且响应于用户的注意力任选地从手指的指尖转移到手指的指节而维持分配给包括手指的手部的互动水平。

[0359] 在一些实施方案中,响应于注意力1121从图11C中的手部1103A移开到手部1105A,相对于手部1103A应用的视觉效果的对应量值根据如先前所描述的互动水平而减小。响应于注意力1121朝向图11C中的手部1105A转移,应用于与手部1105A存在冲突的虚拟内容的互动水平和视觉效果的对应量值增加,类似于相对于图11B中的手部1103A所描述的。

[0360] 在图11D中,用户的手部1103A、1105A在平行于相应虚拟内容的平面内移位(例如,同时维持相对于虚拟内容的相应深度)。在一些实施方案中,分配给身体的相应部分的互动水平至少部分地基于手部相对于虚拟内容(例如,相对于虚拟内容和/或其他虚拟内容(诸如可交互内容)的中心点)的位置。例如,在图11D中,手部1103A从虚拟内容1107的下边缘朝向虚拟内容1107的中心和/或朝向虚拟内容1107内的虚拟按钮1109(例如,可交互内容)转移。响应于这样的转移,计算机系统101任选地增加互动1103C,因为手部1103A更靠近虚拟内容1107的特定部分(例如,中心、顶部或底部)和/或因为手部1103A更靠近虚拟按钮1109。在一些实施方案中,计算机系统101放弃响应于检测到手部朝向相应虚拟内容转移而对互动进行修改。例如,尽管未示出,但虚拟内容1107任选地包括不可交互内容(例如,系统时钟、电池指示符和/或表示网络连接的图标),计算机系统101任选地不将其视为修改互动水平的参考点,并且响应于检测到手部1103A朝向不可交互内容转移,计算机系统101任选地不基于朝向不可交互内容的转移而增加互动。在一些实施方案中,计算机系统101基于手部与虚拟内容的多个部分的接近度来增加或减少互动水平。例如,因为手部1103A正在朝向虚拟内容1107的中心并且朝向虚拟按钮1109转移,所以计算机系统101任选地增加互动1103C,增加的程度大于以下两种情况:(1)当虚拟按钮1109不存在时,手部1103A朝向虚拟内容中心转移;以及类似地,(2)手部1103A朝向虚拟按钮1109转移,但没有朝向虚拟内容1107的中心转移。

[0361] 相对于如图11C所例示的,在图11D中,手部1105A从虚拟内容1111的中心移开,并且计算机系统101相应地减少分配给手部1105A的互动1105C。附加地,用户的注意力不再指向手部1105A,并且互动1105C任选地响应于注意力从手部1105A移开而减少。在图11D中,根据修改后的互动水平来修改在与手部1103A和手部1105A在视觉上存在冲突的相应虚拟内容的相应位置处应用的视觉效果的量值。例如,任选地增加相对于手部1105A应用的效果1103E的量值,并且任选地减小相对于手部1103A应用的效果1105E的量值。

[0362] 在图11E中,用户的视点相对于虚拟内容1107和虚拟内容1111以及手部1103A和1105A向左转移。不管视点的转移,手部1103A和手部1105A相对于彼此以及相对于虚拟内容1107和1111的位置被维持。例如,手部1103A任选地保持在虚拟内容1107的中心附近和/或虚拟按钮1109附近,并且手部1105A任选地保持在虚拟内容1111的右上角附近(例如,远离中心)。在一些实施方案中,计算机系统101基于用户的当前视点修改分配给相应手部的互动水平。例如,计算机系统101检测到,由于用户的视点向左转移,手部1103A相对更靠近用户视点的相应部分,诸如用户视点的中心(例如,“视点中心”),并因此增加了分配给手部1103A的互动。相反,由于用户的视点向左转移,手部1105A变得相对更远离视点中心。因此,计算机系统101减少分配给手部1105的互动1105C。

[0363] 在一些实施方案中,计算机系统101检测到用户的视点的竖直移动,并且类似地根据相应部分相对于虚拟内容和/或用户的视点的相对位置来修改分配给用户的相应部分的互动。例如,在手部1103A相对于虚拟内容1107的深度被维持时,计算机系统101检测到用户

的视点向下转移,并且响应于该向下转移,任选地减少互动1103C(例如,因为手部1103A相对更远离用户视点的中心)。

[0364] 从图11E到图11F,手部1103A和手部1105A维持相对于相应虚拟内容的相应横向位置,但进一步移动到相应虚拟内容中或超出相应虚拟内容。例如,手部1103A进一步移动到虚拟内容1107中,从而任选地增加与虚拟内容1107的视觉深度冲突,并且计算机系统101作为响应任选地增加对应效果1103E,但任选地维持互动1103C(例如,因为手部1103A不是用户注意力的目标,并且/或者被带到更靠近相应虚拟内容,诸如虚拟内容1107的横向平面内的虚拟内容1107的中心)。类似地,手部1105A进一步朝向虚拟内容1111移动,并且计算机系统101响应于手部1105A的移动任选地增加效果1105E并且任选地维持互动1105C。

[0365] 在图11G中,用户的注意力1121转移为对应于手部1105A。在一些实施方案中,如先前所描述的,计算机系统101不基于用户的注意力是否指向用户的该部分来增加或减小相对于用户的该部分所应用的视觉效果的量值。例如,计算机系统101任选地将该部分相对于虚拟内容的位置和/或该部分相对于用户的当前视点的位置(如参考图11F所描述的)视为修改分配给该部分的互动并因此修改视觉效果的量值的因素,但是在确定分配给该部分的互动时不考虑注意力1121的位置。因此,在这样的实施方案中,如图11G所示,计算机系统没有响应于注意力1121转移到手部1105A而增加效果1105E的量值。

[0366] 图12A至图12G是例示根据一些实施方案的通过基于与用户身体的一部分的互动水平降低三维环境中的虚拟对象的一个或多个部分的视觉显著性来促进虚拟对象的深度冲突减轻的示例性方法1200的流程图。在一些实施方案中,方法1200在计算机系统(例如,图1中的计算机系统101,诸如平板电脑、智能电话、可穿戴计算机或头戴式设备)处执行,该计算机系统包括显示生成部件(例如,图1、图3和图4中的显示生成部件120)(例如,平视显示器、显示器、触摸屏和/或投影仪)和一个或多个相机(例如,向下指向用户的手部的相机(例如,颜色传感器、红外传感器或其他深度感测相机)或从用户的头部向前指向的相机)。在一些实施方案中,方法1200通过存储在非暂态计算机可读存储介质中并由计算机系统的一个或多个处理器诸如计算机系统101的一个或多个处理器202(例如,图1A中的控制单元110)执行的指令来管理。方法1200中的一些操作任选地被组合,并且/或者一些操作的次序任选地被改变。

[0367] 在一些实施方案中,方法1200在与一个或多个输入设备和显示生成部件通信的计算机系统处执行。在一些实施方案中,计算机系统、一个或多个输入设备和/或显示生成部件具有方法800和/或1000的计算机系统、一个或多个输入设备和/或显示生成部件的特性中的一个或多个特性。

[0368] 在一些实施方案中,计算机系统经由显示生成部件显示(1202a)三维环境中的第一虚拟对象,诸如图11A中的虚拟内容1107。例如,第一虚拟对象任选地是应用(诸如媒体回放应用、因特网浏览应用、通信应用等)的用户界面。在一些实施方案中,第一虚拟对象被显示在相对于三维环境的相应位置处。在一些实施方案中,三维环境对应于真实世界、扩展现实(XR)和/或虚拟现实环境。在一些实施方案中,第一虚拟对象具有方法800和/或1000的虚拟对象的特性中的一个或多个特性。在一些实施方案中,三维环境具有方法800和/或1000的三维环境的特性中的一个或多个特性。

[0369] 在一些实施方案中,计算机系统经由显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对

象,其中计算机系统的用户的第一部分在三维环境中可见(1202b),诸如图11A中的手部1103A。例如,计算机系统任选地被配置为检测用户的各部分的移动、手势、姿态和/或布置,诸如用户的一个或多个手部、手指、手臂、腿或其他合适的部分。在一些实施方案中,显示生成部件包括视觉透传,诸如包括一个或多个透镜和一个或多个反射镜的物理视觉透传和/或对应于包括在计算机系统中的一个或多个数字成像部件(例如,相机)的视图的数字透传,该数字透传被配置为允许查看用户的物理环境中未被计算机系统显示的虚拟内容遮挡的部分和/或允许查看用户的第一部分。

[0370] 在一些实施方案中,当计算机系统在三维环境中显示(1202c)第一虚拟对象时,根据确定用户与第一虚拟对象的互动水平对应于第一互动水平(诸如互动1103C),计算机系统经由显示生成部件在对应于用户的第一部分(例如,用户的第一手部、手臂或手指)的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果,其中该视觉效果以第一量值显示,诸如效果1103E。例如,计算机系统任选地确定计算机系统的用户打算使用先前所描述的第一手部与内容交互,并且相应地确定对应于第一手部的第一互动水平。在一些实施方案中,第一互动水平是对应于用户与第一手部的互动水平的定性和/或定量描述符。例如,计算机系统任选地基于用户的注视和/或用户的第一部分与三维环境的各方面之间的空间关系来确定低、中、高或数值水平的互动,诸如下文参考步骤1204a-1206a更详细地描述的。影响所确定的互动水平的因素任选地包括用户的视点、用户的注视、用户的注视持续时间、该部分相对于第一虚拟对象和/或第一虚拟对象的相应部分的位置、和/或用户的该部分相对于用户的视点的速度。在一些实施方案中,响应于确定用户与用户的第一部分的第一互动程度,计算机系统任选地在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果以反映第一互动水平。视觉效果任选地具有参考方法800和/或1000所描述的与用户的手部相关联的视觉效果的特性的一个或多个特性。

[0371] 在一些实施方案中,当计算机系统在三维环境中显示第一虚拟对象时,根据确定用户与第一虚拟对象的互动水平对应于不同于第一互动水平(例如,高于或低于第一互动水平)的第二互动水平(诸如图11B和图11B-1中的效果1103E),计算机系统经由显示生成部件显示(1202d)在对应于用户的第一部分(例如,用户的第一手部、手臂或手指)的位置处应用于第一虚拟对象的视觉效果,其中该视觉效果以不同于第一量值的第二量值显示,诸如相对于图11A在图11B和图11B-1所示。(例如,大于或小于第一量值)。例如,第二互动水平任选地对应于使用第一部分的相对更少或更大量的互动,诸如不存在指向与用户的第一部分相对应的(例如,第一虚拟对象的)区域的注视。应当理解,相对于第一互动水平所描述的因素任选地类似地适用于影响第二互动水平的因素。在一些实施方案中,响应于确定用户与第一部分的互动对应于第二(例如,较小)水平,计算机系统以反映第二互动水平的第二量值在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果。例如,计算机系统任选地响应于确定与先前所描述的视觉效果的第一量值相比用户没有与用户的第一手部进行互动或较少互动而任选地显示应用于用户的第一手部的相对更不透明的视觉效果。基于与第一部分的互动水平以相应量值在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果通过提供关于第一部分与虚拟对象之间的潜在深度冲突的适当视觉反馈改善了用户设备交互,从而潜在地改善虚拟内容在视觉上/空间上与第一部分存在冲突的可见性,并使用户更好地感知他们相对于虚拟对象的输入,从而降低接收错误输

入的可能性。

[0372] 在一些实施方案中,计算机系统经由显示生成部件以小于第一量值的相应量值在对应于用户的第一部分的位置处显示(1204a)应用于第一虚拟对象的视觉效果,诸如与图11A中的手部1103A相关联的互动1103C。在一些实施方案中,当以小于第一量值的相应量值在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到用户与第一虚拟对象的互动水平提高到第一互动水平,如图11B和图11B-1中的互动1103C所示。例如,计算机系统任选地检测到用户的注意力任选地从三维环境的相应位置(例如,从第二部分、从不包括虚拟内容和/或对象的空间、从不同于第一虚拟对象的相应虚拟对象)转移到用户的第一部分,并且作为响应,任选地修改(例如,增加)第一互动水平。在一些实施方案中,根据确定用户的注意力已经停留在用户的第一部分上的时间量低于阈值时间量(例如,0.0001秒、0.001秒、0.01秒、0.1秒、1秒、10秒或100秒)来修改用户的互动水平,并且提高互动水平。在一些实施方案中,在步骤1202a-1202d中所描述的影响互动水平的一个或多个因素影响了互动水平的增加。例如,计算机系统任选地检测到用户的第一部分朝向虚拟对象的相应部分(例如,中心)移动,并且任选地响应于该移动而增加互动水平。在一些实施方案中,第一部分的姿态、第一部分的手势、用户的视点的转移(例如,朝向用户的第一部分)和/或用户的当前视点。在一些实施方案中,根据深度冲突(例如,用户的手部远离或朝向用户的视点的移动(例如,空中手势、触摸手势或手部输入))的增加来修改互动水平。

[0373] 在一些实施方案中,响应于检测到用户与第一虚拟对象的互动水平提高到第一互动水平,计算机系统经由显示生成部件以第一量值显示(1204b)视觉效果,诸如图11B和图11B-1中的效果1103E。例如,计算机系统任选地以相对于方法800和/或1000所描述的第一效果程度在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果。响应于检测到用户互动水平增加而以第一量值显示视觉效果改善了在视觉上与虚拟内容存在冲突的用户的第一部分的可见性,从而允许用户继续查看第一虚拟对象并指示用户可能希望纠正的用户与虚拟内容之间的潜在深度冲突。

[0374] 在一些实施方案中,当计算机系统在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的第一量值的视觉效果(诸如图11B和图11B-1中的效果1103E)时,计算机系统经由该一个或多个输入设备检测到(1206a)用户对第一虚拟对象的互动水平(诸如图11C中的互动左1103C)降低到第二互动水平。在一些实施方案中,互动水平的降低具有与步骤1204a-1204b中所描述的一个或多个因素相反的一个或多个特性。例如,计算机系统任选地检测到:用户的注意力从第一部分的相应部分(例如,中心)移开、停止停留在第一部分的相应部分上、用户的第一部分朝向虚拟对象的相应部分(例如,中心)移动、停止维持第一部分的姿态、停止执行第一部分的手势,以及/或者用户的视点的移动(例如,远离用户的第一部分)。响应于这种检测,计算机系统任选地降低互动水平以对应于第二互动水平。

[0375] 在一些实施方案中,响应于检测到用户与第一虚拟对象的互动水平降低到第二互动水平,计算机系统经由显示生成部件以第二量值显示(1206b)视觉效果,诸如图11C中由于注意力1121朝向手部1105A转移而引起的效果1103E。例如,计算机系统任选地以相对于方法800和/或1000所描述的第二效果程度在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果。响应于用户的互动水平降低到第二互动水平而以第二量值显示

视觉效果允许用户更容易地看到虚拟对象的未遮挡视图并且改善了对未显示在对应于用户的第一部分的位置处的相应虚拟内容的视觉聚焦。

[0376] 在一些实施方案中,根据确定用户的注意力(诸如注意力1121)指向三维环境中的第一位置(诸如手部1103A),用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平(1208a)(诸如图11A中的互动1103C)。例如,第一位置任选地对应于用户的第一部分的相应部分,诸如用户的手部的手指、手掌、中心和/或指节。根据确定用户的注意力满足一个或多个标准(包括当注意力指向用户的第一部分的相应部分(例如,手部的中心)和/或在阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm或50cm)内时满足的标准),计算机系统任选地确定互动水平是第一相应互动水平(例如,比下文描述的相对更高的互动水平)。因此,在一些实施方案中,计算机系统确定用户的注意力是三维环境中指向或接近用户的第一部分的相应部分的第一位置,并且作为响应,将与第一虚拟对象的互动水平设置为第一相应互动水平。在一些实施方案中,第一位置对应于虚拟对象的相应部分(例如,虚拟对象的中心和/或包括在虚拟对象内的虚拟内容)。在一些实施方案中,如果用户的注意力进一步远离第一虚拟对象的相应部分,则相对地降低互动水平。例如,计算机系统任选地检测到用户的注意力指向用户的手部的中心和/或第一虚拟对象,并且任选地检测到注意力转移到手部的指尖和/或不包括用户的手部的任何部分的位置和/或远离第一虚拟对象的中心的位置,并且响应于检测到注意力转移而相对地降低与第一虚拟对象的互动水平。在一些实施方案中,如相对于用户的第一部分所描述的,向用户的第二部分(例如,第二手部)的第二相应部分提供了类似或相同的处理。

[0377] 在一些实施方案中,根据确定用户的注意力指向三维环境中的不同于第一位置的第二位置(诸如手部1105A),用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平(1208b),诸如与图11B和图11B-1中的手部1103A相关联的效果1103C。例如,计算机系统任选地确定用户的注意力指向第二位置,该第二位置任选地不指向用户的第一部分的相应部分,以及/或者指向比第一位置更远离用户的相应部分。在一些实施方案中,第二位置对应于空白空间和/或虚拟内容。在一些实施方案中,第二位置不指向虚拟对象的相应部分或更远离虚拟对象的相应部分。基于用户的注意力修改相应互动水平提供了调节互动(以及对应视觉效果)的直观方式,而不需要手动输入来影响对互动和/或所显示的视觉效果的这种修改。

[0378] 在一些实施方案中,根据确定用户的第一部分(诸如图11A中的手部1103A)具有第一姿态(例如,就绪状态姿态),用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平(1210a)。例如,计算机系统任选地确定用户的第一部分的一个或多个相应部分任选地以一个或多个空中姿态布置,诸如一个或多个手指的张开、一个或多个手指的伸直、一个或多个手指的闭合、一个或多个手指的卷曲、包括两个或更多个相应手指的接触的空中捏合、指向手势(例如,利用食指)和/或一个或多个手指的交叉。在一些实施方案中,响应于确定用户的第一部分(例如,手部)已单独地或连续地呈现此些空中姿态中的一者或多者,计算机系统将与第一虚拟对象的互动水平设置为对应于第一相应互动水平。在一些实施方案中,计算机系统将一个或多个空中姿态的缺失确定为对应于将互动水平设置为第一相应互动水平的请求。在一些实施方案中,如果用户的第一部分维持姿态达阈值时间量(例如,0.0001秒、0.001秒、0.01秒、0.1秒、1秒、10秒或100秒),则计算机系统确定用户的第一部分具有第

一姿态。

[0379] 在一些实施方案中,根据确定用户的第一部分具有不同于第一姿态的第二姿态(例如,不同于就绪状态姿态的姿态),用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平(1210b)(例如,小于第一相应互动水平)。在一些实施方案中,确定用户的第一部分具有第二姿态和第二姿态的一个或多个特性与相对于第一姿态所描述的类似或相同。例如,计算机系统任选地检测到建立和/或维持了不同于第一姿态的空中姿态(例如,以及/或者确定用户的第一部分不对应于相应空中姿态),计算机系统任选地将相应互动水平设置为用户的第二相应互动水平。在一些实施方案中,第二相应互动水平相对高于或低于第一相应水平,使得根据互动水平应用的对应视觉效果根据用户的第一部分的相应姿态(例如,第一和/或第二)而增加或减少。根据用户的第一部分的相应姿态来确定互动水平使得用户能够同时将输入指向其他虚拟内容,并且减少了对手动修改应用于虚拟内容的互动和/或视觉效果的输入的需要。

[0380] 在一些实施方案中,根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的第一视点(诸如图11D中计算机系统101相对于环境1102的视点),由于手部1103A相对于计算机系统的视点的位置,用户的互动水平(诸如与第一虚拟对象的互动1103C)是第一相应互动水平(1212a)(诸如图11D中的互动1103C)。在一些实施方案中,用户的当前视点包括用户相对于三维环境的位置、取向和/或视场。例如,用户的当前视点任选地包括从用户的相应部分(例如,用户的头部)的当前取向可见的内容。在一些实施方案中,计算机系统基于当前视点修改互动水平。例如,计算机系统任选地确定虚拟对象的相应部分和/或用户的第一部分的相应部分相对于用户视场的相应部分具有空间关系。该相应部分任选地是相对于用户视场的中心或中心部分的虚拟对象的中心或中心部分。例如,响应于用户的视点转移(例如,用户的相应部分转移)使得用户视场的中心更靠近虚拟对象的中心,计算机系统任选地确定用户打算在更大程度上与第一虚拟对象交互,并因此任选地提高用户的互动水平(例如,提高到第一相应互动水平)。在一些实施方案中,当用户的视点从虚拟对象的相应部分移开时,计算机系统降低所确定的互动水平。在一些实施方案中,用户的互动水平的变化率相对于距虚拟对象的相应部分的等距位移是均匀的(或非均匀的)。因此,计算机系统任选地基于用户的当前视点建立第一相应互动水平。附加地或另选地,计算机系统确定相对于用户视场的相应部分和用户的第一部分的第二空间关系。第二空间关系和对互动水平的修改任选地与相对于虚拟对象的相应部分和/或用户视点(例如,视场)之间的空间关系所描述的类似或相同。例如,计算机系统任选地响应于检测到当前视点的转移以与用户的第一部分的中心对准而增加互动水平,并且任选地响应于检测到当前视点远离用户的第一部分的中心转移而降低互动水平。

[0381] 在一些实施方案中,根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的不同于第一视点的第二视点(诸如图11E中计算机系统101相对于环境1102的视点),由于计算机系统的修改后的视点,用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平(1212b)(诸如图11E中的互动1103)。例如,如相对于用户的视点远离或朝向虚拟对象的相应部分转移所描述的,第一视点任选地对应于用户的第一视点的中心与虚拟对象的中心的对准或接近对准(例如,对应于第一相应互动水平),并且第二视点任选地对应于用户的第二视点的中心与虚拟对象的中心的偏离(例如,对应于低于第一相应水平的第二相应

互动水平)。基于用户的视点确定相应互动水平改善了潜在感兴趣的虚拟对象的相应部分的可见性,而无需输入和/或用户身体的各部分的移动,从而释放这些部分以其他方式与虚拟内容交互,并且减少对手动修改虚拟对象的视觉显著性的输入的需要。

[0382] 在一些实施方案中,当计算机系统经由显示生成部件显示第一虚拟对象(诸如虚拟内容1107)并且当用户的第一部分(诸如手部1107)在三维环境中可见并且与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平(诸如图11C中的互动1103C)时,计算机系统检测到(1214a)用户的第一部分相对于用户的当前视点从第一位置到不同于第一位置的第二位置的移动,诸如通过从图11C中的手部1103A移动到如图11D所示。例如,类似于步骤1212a-1212b中所描述的,计算机系统任选地至少部分地基于第一虚拟对象的相应部分与用户的第一部分之间的空间关系来确定互动水平。因此,在一些实施方案中,用户的第一部分朝向或远离用户视场的相应部分的移动修改了所确定的互动水平。

[0383] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的第一部分相对于用户的当前视点从第一位置到第二位置的移动,根据确定用户的第一部分满足一个或多个标准(包括基于用户的第一部分的移动(诸如更靠近虚拟内容1107的中心)而满足的标准),计算机系统将与第一虚拟对象的互动水平从第一相应互动水平修改(1214b)到第二相应互动水平,诸如图11E中的互动1103C。例如,当维持用户的当前视点时,计算机系统任选地检测到用户的第一部分(例如,手部)从第一位置朝向第二位置转移的移动,诸如用户视场的相应部分(例如,中心)。响应于检测到移动,计算机系统任选地修改(例如,增加)互动水平(例如,增加到第一相应互动水平)。在一些实施方案中,该一个或多个标准包括当该移动使得用户的第一部分更靠近用户视场的相应部分(例如,中心)时满足的标准,并且/或者包括当该移动将用户的第一部分推离用户视场的相应部分和/或第一虚拟对象的相应部分时满足的标准。在一些实施方案中,互动水平附加地或另选地响应于用户的第一部分相对于用户的视点和/或第一虚拟对象的深度修改而增加。在一些实施方案中,一个或多个标准包括当用户朝向或远离包括在第一虚拟对象中的相应虚拟内容(例如,虚拟按钮、文本字段和/或媒体)移动用户的第一部分时满足的标准。在一些实施方案中,一个或多个标准包括当用户的第一部分不可见时满足的标准,使得计算机系统确定互动水平是默认值(例如,对应于在步骤1212a-1212b和步骤1220a-1220b中进一步详细描述的缺少互动)。基于用户的第一部分的移动来修改相应互动水平提供了改变应用于与用户的第一部分存在冲突的虚拟内容的视觉效果的直观方式,确保视觉效果反映了用户的第一部分的当前位置,并且减少了对手动进行这种修改的输入的需要。

[0384] 在一些实施方案中,当计算机系统显示第一虚拟对象并且当用户的第一部分在三维环境中可见并且与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平时,计算机系统检测到(1216a)用户的当前视点的改变(例如,如步骤1212a-1212b中所描述的)。

[0385] 在一些实施方案中,响应于检测到用户的当前视点的改变,根据确定用户的第一部分满足一个或多个标准(包括基于用户的当前视点的改变而满足的标准),计算机系统将与第一虚拟对象的互动水平从第一相应互动水平修改(1216b)到第二相应互动水平。(例如,如步骤1212a-1212b中所描述的)。在一些实施方案中,当前视点的改变不仅包括用户的一部分(例如,他们的头部)的重新定向,而且附加地或另选地包括用户在三维环境内移动到新位置和/或新定向,如步骤1204a-1206a中所描述的,以及用户的相应部分移动到新位

置和/或定向,如步骤1212a-1212b和步骤1214a-1214b中所描述的。基于用户的当前视点的改变来修改与第一虚拟对象的互动水平在视觉上指示了用户的第一部分相对于当前视点的位置,从而强调用户可能希望解决的与虚拟内容的潜在深度冲突。

[0386] 在一些实施方案中,根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的第一视点(诸如图11F中计算机系统101相对于环境1102的视点),用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平(诸如图11F中的互动1103C),与用户的注意力(诸如图11G中计算机系统的注意力1121)在三维环境中的相应位置无关(1218a)。例如,当维持用户的当前视点时,计算机系统检测到指向三维环境中的第一位置的用户的注意力,基于用户的当前视点确定互动水平对应于第一相应互动水平,如步骤1212a-1216b中所描述的,并且检测到用户的注意力向三维环境中的第二位置的转移。响应于检测到用户注意力的转移,计算机系统任选地维持互动水平(例如,放弃对互动水平的修改和/或对视觉效果的修改)。第一位置和/或第二位置任选地包括虚拟内容的相应部分、用户的相应部分、以及/或者既不包括虚拟内容也不包括用户的相应部分。无论如何,如果用户的视点被维持,则计算机系统任选地放弃基于用户注意力的转移修改所确定的互动水平,从而使得互动水平与用户注意力的相应位置无关。

[0387] 在一些实施方案中,根据确定用户的当前视点是诸如图11D所示的相对于三维环境的不同于第一视点的第二视点,用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平诸如图11D中的互动1103E,与计算机系统的用户的注意力在三维环境中的相应位置无关(1218b)。例如,第二视点、互动水平和用户注意力的第二位置任选地具有相对于第一视点所描述的一个或多个特性。当用户看向三维环境中的虚拟内容时,维持用户注意力的互动水平的独立性提供了一致的视觉体验,从而减少用户相对于虚拟内容在视觉上重新定位自己的需要。

[0388] 在一些实施方案中,根据确定用户的第一部分相对于第一虚拟对象(诸如图11C中的虚拟内容1107)处于三维环境中的第一位置(诸如手部1103A的位置)处,用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平(诸如图11C中的互动1103C)(1220a)。在一些实施方案中,类似于步骤1212a至1214b中所描述的,计算机系统任选地基于用户的第一部分(例如,手部)与第一虚拟对象之间的空间关系来修改视觉互动。在一些实施方案中,视觉互动的这种修改类似地应用于第一虚拟对象内的相应虚拟内容与用户的第一部分之间的空间关系。例如,计算机系统任选地检测到用户的第一部分的相应位置在位于与包括在虚拟对象内的相应内容相距第一距离处的第一位置。该相应虚拟内容任选地包括文本输入字段、可选择选项(例如,应用的包括在第一虚拟对象中的“ok”、“刷新”和/或“关闭”方面)和/或媒体内容。应当理解,基于相应虚拟内容与用户的第一部分之间的空间关系来修改视觉互动的描述类似地适用于第一虚拟对象的相应部分(例如,第一虚拟对象的拐角、边界、主体、中心和/或区域)之间的类似空间关系。例如,计算机系统任选地确定用户的第一部分具有距第一虚拟对象的相应部分(例如,中心)的第一位移并且相应地将互动水平设置为第一相应互动水平。

[0389] 在一些实施方案中,根据确定用户的第一部分相对于三维环境中的第一虚拟对象处于三维环境中的第二位置(诸如图11D中的手部1103A的位置),用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平(诸如图11D所示的互动1103C)

(1220b)。例如,响应于经由该一个或多个输入设备检测到用户的第一部分到第二相应位置(例如,横向地和/或在距相应内容和/或第一虚拟对象的相应部分更近或更远的深度处,诸如相对于用户的当前视点的相应内容和/或第一虚拟对象的拐角或中心)的移动,计算机系统任选地修改互动水平以对应于高于或低于第一相应互动水平的第二相应互动水平。在一些实施方案中,互动水平响应于用户的第一部分更靠近(和/或更远离)相应内容和/或第一虚拟对象的相应部分的移动而增加(和/或减少)。该相应部分任选地包括相应虚拟内容(例如,文本输入字段或可选择选项)的边界、中心和/或拐角。在一些实施方案中,如果第一部分保持在远离相应内容的相应距离处,则计算机系统维持互动水平。例如,响应于检测到第一部分沿着中心具有第一虚拟对象的球形区域的表面移动,计算机系统任选地维持(例如,放弃修改)互动水平。应当理解,相对于相应内容描述的上述实施方案任选地在用户的当前视点被维持时出现。在一些实施方案中,当用户的第一部分与相应内容之间的相对位移被维持时用户的视点转移,并且响应于该转移,根据确定用户的第一部分满足一个或多个标准(包括当用户的第一部分保持在相应内容和/或第一虚拟对象的相应部分的阈值距离(例如,0cm、1cm、2cm、3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm或50cm)内时满足的标准),计算机系统放弃对互动水平的修改。基于用户的第一部分相对于第一虚拟对象的相应位置来修改互动水平向用户给出了反馈以正确地将用户的第一部分相对于第一虚拟对象定向,从而隐含地建议潜在的未来移动以减少用户的第一部分与第一虚拟对象之间的视觉冲突。

[0390] 在一些实施方案中,当经由显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象时,其中计算机系统的用户的第一部分(诸如图11A中的手部1103A)在三维环境中可见,并且与用户的第一部分不同的用户的第二部分(诸如图11A中的手部1107A)在三维环境中可见(例如,用户的第一手部、手臂、手指和/或手掌以及与第一部分不同的用户的第二手部、手臂、手指和/或手掌任选地可见。),根据确定满足一个或多个第一标准,计算机系统将基于与用户的第一部分相关联的一个或多个第一特性的第一相应互动水平分配(1222a)给用户的第一部分和用户的第二部分,诸如在图11A中将互动1103C分配给互动1103E。在一些实施方案中,一个或多个第一标准包括当用户的第一部分可见时满足的标准、基于如步骤1202a-1220b中所描述的确定的与用户的第一部分的互动水平的一个或多个相应标准、以及/或者基于与用户的第一部分的相应第一互动水平和与用户的第二部分的相应第二互动水平之间的相对关系而满足的标准。例如,计算机系统任选地为用户的两个部分确定相应互动水平(例如,用户正在注视第一部分并因此设置相对较高的第一相应互动水平),并且根据确定用户的第一部分具有比用户的第二部分的第二相应互动水平相对更高或更低的相应互动水平(例如,第一相应水平),计算机系统任选地将对应于用户的相应部分的相应互动水平设置为相同的互动水平(例如,更高的互动水平或更低的互动水平)。

[0391] 在一些实施方案中,根据确定满足不同于一个或多个第一标准的一个或多个第二标准,计算机系统将基于与用户的第二部分相关联的一个或多个第二特性的第二相应互动水平分配(1222b)给用户的第一部分和用户的第二部分,诸如在图11A中将互动1103E分配给互动1103C。在一些实施方案中,一个或多个第二标准具有一个或多个第一标准的一个或多个特性,但是相对于用户的第二部分。例如,计算机系统任选地确定第二相应互动水平相对高于第一相应互动水平,并且作为响应,任选地将相应互动水平设置为第二相应互动水平,其中第二相应互动水平基于相对于用户的第一手部所描述的但应用于用户的第二手部

的影响互动的一个或多个因素。向用户的多个部分分配共享的互动水平改善了关于用户的这些部分与虚拟对象之间的空间关系的用户直觉,从而增加和/或减少对第一虚拟对象的视觉聚焦,而不需要手动输入来减少视觉遮挡,并且还指示未来移动以解决潜在的深度冲突。

[0392] 在一些实施方案中,一个或多个第一标准包括当与用户的第一部分(诸如手部1103A)相关联的第一相应互动水平(诸如图11D中的互动1103C)高于与用户的第二部分(诸如手部1105A)相关联的第二相应互动水平(诸如互动1105C)时满足的标准(1224)。例如,如步骤1222a-1222b中所描述的。在一些实施方案中,不同于第一标准的一个或多个第二标准包括当与用户的第二部分相关联的相应互动水平高于与用户的第一部分相关联的第一相应互动水平时满足的标准。基于与用户的单个部分的互动来向用户的多个部分分配共享的互动水平降低了由用户的多个部分引起的视觉遮挡的水平,而不需要指向用户的每个部分的单独的手动交互来降低由用户的多个部分引起的视觉遮挡。

[0393] 在一些实施方案中,一个或多个第一标准和一个或多个第二标准包括基于计算机系统的用户的注意力(诸如图11C中的注意力1121)而满足的标准(1226)。例如,如步骤1208a-1208b和步骤1222a-1222b中所描述的,如果计算机系统检测到满足当用户的注意力指向用户的第一部分时满足的标准,则计算机系统任选地将第一相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分。类似地,如果计算机系统检测到满足当用户的注意力指向用户的第二部分时满足的标准,则计算机系统任选地将第二相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分。例如,计算机系统任选地检测到用户的注意力指向用户的第一部分而任选地不指向用户的第二部分,并且任选地将第一相应互动水平分配给用户的第一部分和第二部分。基于指向用户的单个部分的注意力来向用户的多个部分分配共享的互动水平降低了由用户的多个部分引起的视觉遮挡的水平,而不需要指向用户的每个部分的单独的手动交互来降低由用户的多个部分引起的视觉遮挡。

[0394] 在一些实施方案中,一个或多个第一标准和一个或多个第二标准包括基于用户的第一部分或用户的第二部分的相应姿态(诸如手部1103A和/或手部1105A的姿态)而满足的标准(1228)。例如,如步骤1210a-1210b和步骤1222a-1222b中所描述的,如果计算机系统检测到满足当用户的第一部分呈现第一姿态(或第二姿态)时满足的标准,则计算机系统任选地将第一相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分。类似地,如果计算机系统检测到满足当用户的第二部分呈现第一姿态(或第二姿态)时满足的标准,则计算机系统任选地将第二相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分。例如,计算机系统任选地检测到手部的第一部分以空中捏合姿态布置,而用户的第二部分没有以此类姿态布置,并且任选地将第一相应互动水平分配给用户的第一部分和第二部分。相反,当手部的第一部分没有呈现第一姿态时,任选地不满足一个或多个第一标准,并且当手部的第一部分没有呈现第一姿态时,任选地不满足一个或多个第二标准。例如,如果计算机系统检测到手部的第一部分没有以预期的空中捏合姿态布置,则任选地不满足第一一个或多个标准,并且当手部的第二部分没有以预期的空中捏合姿态布置时,任选地不满足第二一个或多个标准。基于用户的单个部分的相应姿态向用户的多个部分分配共享的互动水平降低了由用户的多个部分引起的视觉遮挡的水平,而不需要用户的多个部分的单独姿态来减少由用户的多个部分引起的视觉遮挡。

[0395] 在一些实施方案中,一个或多个第一标准和一个或多个第二标准包括基于用户的第一部分(诸如手部1103A)或用户的第二部分(诸如手部1105A)相对于三维环境的相应移动(诸如手部1103A的移动,如从图11C到图11D所示)而满足的标准(1230)。例如,如步骤1214a-1214b和步骤1222a-1222b中所描述的,如果计算机系统检测到满足当用户的第一部分相对于用户的当前视点移动到第二位置时满足的标准,该移动满足相应标准,则计算机系统任选地将第一相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分。类似地,如果计算机系统检测到满足当用户的第二部分相对于用户的当前视点移动到第二位置时满足的标准,该移动满足相应标准,则计算机系统任选地将第二相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分。例如,计算机系统任选地检测到用户的第一部分已移动到第二位置(例如,靠近第一虚拟对象的中心)而用户的第二部分尚未移动到第二位置和/或尚未满足相应标准(例如,尚未移动得比用户的第一部分更靠近第一虚拟对象的中心和/或不比用户的第一部分更靠近中心),并且任选地将第一相应互动水平分配给用户的第一部分和第二部分。在一些实施方案中,当用户的第一部分不以特定方式移动(例如,不执行与指示用户的相应部分的互动增加相关联的空中手势)时,不满足一个或多个第一标准,并且当用户的第二部分不以特定方式移动(例如,不执行空中手势)时,不满足一个或多个第二标准。基于用户的单个部分的相应移动向用户的多个部分分配共享的互动水平降低了由用户的多个部分引起的视觉遮挡的水平,而不需要由用户的多个部分执行单独的移动来降低由用户的多个部分引起的视觉遮挡。

[0396] 在一些实施方案中,用户的第一部分(诸如图11D中的手部1103A)与第一相应互动水平(诸如图11D中的互动1103C)相关联,并且用户的第二部分(诸如图11D中的手部1105A)(不同于用户的第一部分)与第二相应互动水平(诸如图11D中的互动1105E)(不同于第一相应互动水平)相关联(1232)。例如,计算机系统任选地为用户的相应部分维持相应独立的互动水平,诸如用户的第一部分的第一互动水平和用户的第二部分的第二互动水平,其中每个互动水平以本文参考方法1200所描述的方式中的一个或多个方式来确定。在一些实施方案中,响应于满足如步骤1222a-1230中所描述的一个或多个标准,计算机系统放弃将第一相应互动水平分配给用户的第二部分和/或放弃将第二相应互动水平分配给用户的第一部分。因此,在一些实施方案中,计算机系统为用户的相应部分维持独立的互动水平。向用户的相应部分分配不同的互动水平减少了用户的相应部分的互动水平的不必要的和/或不期望的修改,从而减少对互动水平和对应的视觉效果水平进行此类修改的处理和功耗。

[0397] 在一些实施方案中,视觉效果包括修改在对应于用户的第一部分的位置处的第一虚拟对象(诸如虚拟内容1107)的半透明度,诸如图11A所示,如效果1103C所表示的(1234)。在一些实施方案中,视觉效果具有相对于方法1000所描述的视觉效果的一个或多个特性。修改第一虚拟对象的半透明度改善了用户的第一部分在对应于用户的第一部分的位置处的可见性,同时保留了用户查看虚拟内容并与之交互的能力。

[0398] 在一些实施方案中,视觉效果包括停止第一虚拟对象(诸如虚拟内容1111)相对于三维环境在对应于用户的第一部分的位置处的显示,诸如图11A所示,如效果1105E所表示的(1236)。在一些实施方案中,视觉效果具有相对于方法800所描述的视觉效果的一个或多个特性。停止第一虚拟对象的显示改善了用户的第一部分在对应于用户的第一部分的位置处的可见性,同时保留了用户查看当前保持显示的虚拟内容并与之交互的能力。

[0399] 应当理解,对方法1200中的操作进行描述的特定顺序仅仅是示例性的,并非旨在表明所描述的顺序是可执行这些操作的唯一顺序。本领域的普通技术人员会想到多种方式来对本文所述的操作进行重新排序。在一些实施方案中,方法800、1000和/或1200的方面/操作可在这些方法之间互换、替换和/或添加。例如,方法800、1000和/或1200的各种对象操纵和/或视觉调整技术任选地在这些方法之间互换、替换和/或添加。为了简明起见,此处不再重复这些细节。

[0400] 出于解释的目的,前面的描述是通过参考具体实施方案来描述的。然而,上面的例示性讨论并非旨在是穷尽的或将本发明限制为所公开的精确形式。根据以上教导内容,很多修改形式和变型形式都是可能的。选择和描述实施方案是为了最佳地阐明本发明的原理及其实际应用,以便由此使得本领域的其他技术人员能够最佳地使用具有适合于所构想的特定用途的各种修改的本发明以及各种所描述的实施方案。

[0401] 如上文所述,本技术的一个方面在于采集并使用得自各种来源的数据,以改善用户的XR体验。本公开预期,在一些实例中,这些所采集的数据可包括唯一地标识或可用于联系或定位特定人员的个人信息数据。此类个人信息数据可以包括人口统计数据、基于位置的数据、电话号码、电子邮件地址、推特ID、家庭地址、与用户的健康或健身水平有关的数据或记录(例如,生命体征测量、药物信息、锻炼信息)、出生日期或任何其他标识或个人信息。

[0402] 本公开认识到在本发明技术中使用此类个人信息数据可用于使用户受益。例如,个人信息数据可用于改善用户的XR体验。另外,本公开还预期个人信息数据有益于用户的其他用途。例如,健康和健身数据可以用于提供对用户总体健康状况的见解,或者可以用作对使用技术追求健康目标的个人的积极反馈。

[0403] 本公开预期,负责此类个人信息数据的收集、分析、公开、传递、存储或其他用途的实体将遵守完善的隐私政策和/或隐私措施。具体地,此类实体应当实现并坚持使用被公认为满足或超出对维护个人信息数据的隐私性和安全性的行业或政府要求的隐私政策和措施。此类政策应该便于用户访问,并应该随着对数据的收集和/或使用的变化而被更新。来自用户的个人信息应该出于合法且合理的实体用途进行收集,并且不得在这些合法用途之外共享或出售。另外,这样的收集/共享应该在接收到用户的知情同意之后进行。附加地,此类实体应当考虑采取任何必要的步骤,以用于保护和保障对此类个人信息数据的访问,并确保有权访问个人信息数据的其他实体遵守其他实体的隐私政策和程序。此外,此类实体可使其本身经受第三方评估以证明其遵守广泛接受的隐私政策和实践。另外,政策和实践应该适应于采集和/或访问的特定类型的个人信息数据,并适应于包括特别管辖范围的考虑的适用法律和标准。例如,在美国,对某些健康数据的收集或获取可能受联邦和/或州法律的管辖,诸如健康保险流通和责任法案(HIPAA);而其他国家的健康数据可能受到其他法规和政策的约束并应相应处理。因此,对于每个国家中的不同个人数据类型,应该主张不同的隐私措施。

[0404] 不管前述如何,本公开还预期用户选择性地阻止使用或访问个人信息数据的实施方案。也就是说,本公开预期硬件元件和/或软件元件,以防止或阻止对这样的个人信息数据的访问。例如,就XR体验而言,本发明技术可被配置为在注册服务期间或之后任何时候允许用户选择“选择加入”或“选择退出”参与对个人信息数据的收集。除了提供“选择加入”和“选择退出”选项以外,本公开还预期提供与访问或使用个人信息相关的通知。例如,可在下

载应用时向用户通知其个人信息数据将被访问,然后就在个人信息数据被应用访问之前再次提醒用户。

[0405] 此外,本公开的意图是个人信息数据应该以最小化无意或未经授权访问或使用的风险的方式来管理和处理。一旦不再需要数据,可通过限制收集数据和删除数据使风险最小化。此外,并且当适用时,包括在某些健康相关应用中,数据去标识可以用于保护用户的隐私。可在适当时通过移除特定标识符(例如,出生日期)、控制所存储数据的量或特异性(例如,在城市级别而不是在地址级别收集位置数据)、控制数据如何被存储(例如,在用户之间聚合数据)、和/或其他方法来促进去标识。

[0406] 因此,虽然本公开广泛地覆盖了使用个人信息数据来实现一个或多个各种所公开的实施方案,但本公开还预期各种实施方案也可在无需访问此类个人信息数据的情况下被实现。也就是说,本发明技术的各种实施方案不会由于缺少此类个人信息数据的全部或一部分而无法正常进行。例如,可通过基于非个人信息数据或绝对最低限度量的个人信息(诸如,与用户相关联的设备所请求的内容、对服务可用的其他非个人信息、或可公开获得的信息)推断偏好来生成XR体验。

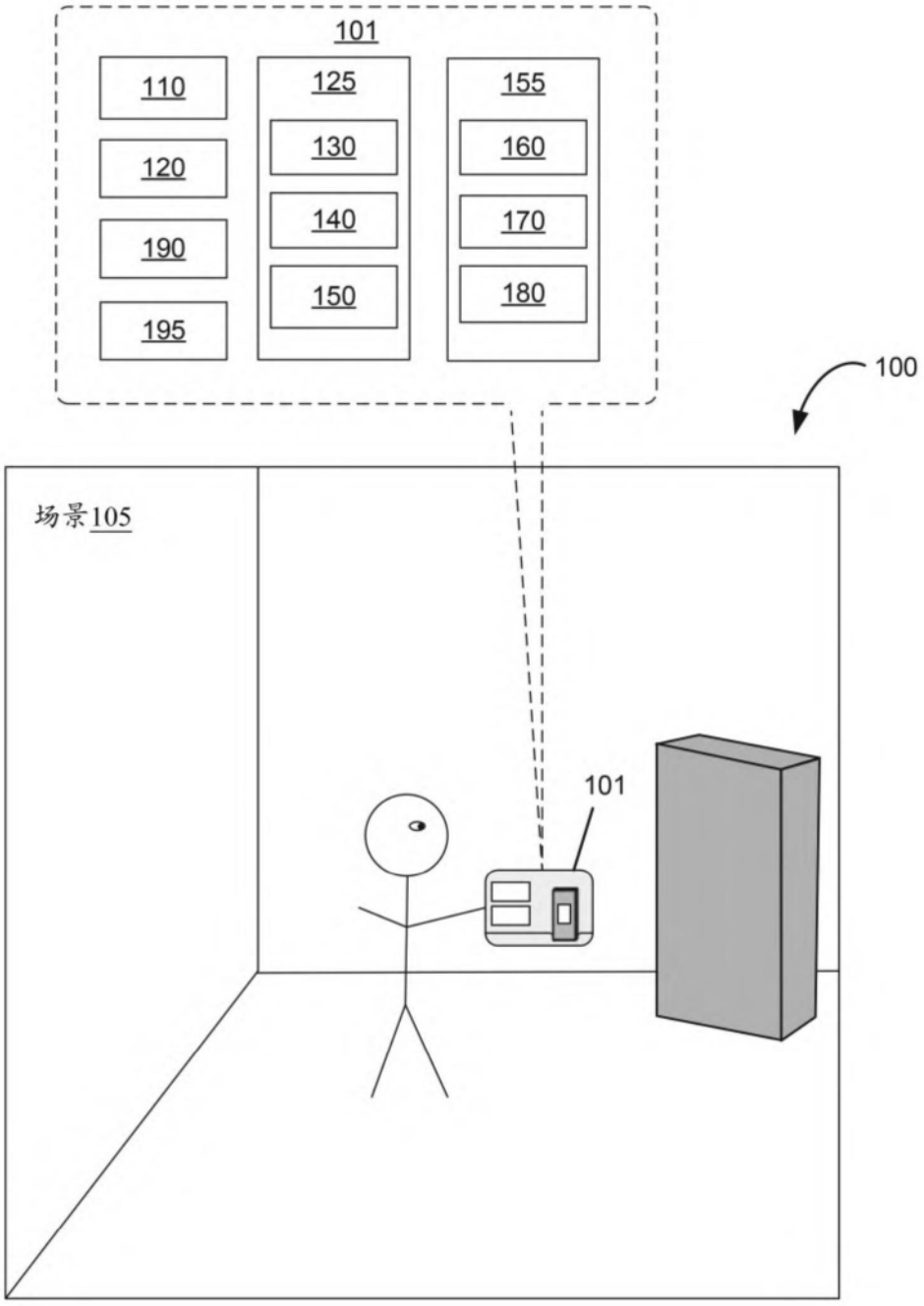

101
110
120
190
195
125
130
140
150
155
160
170
180
100
场景105
101

图1A

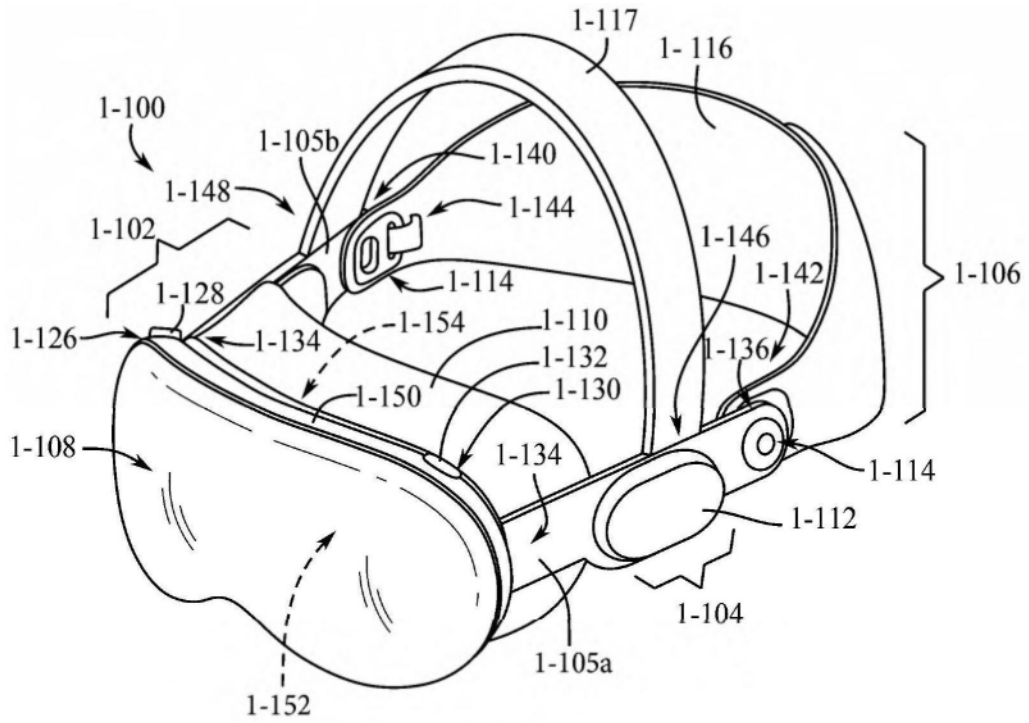

1-117
1-116
1-100
1-105b
1-140
1-148
1-144
1-102
1-146
1-142
1-106
1-128
1-114
1-126
1-134
1-154
1-110
1-132
1-136
1-150
1-130
1-108
1-134
1-114
1-112
1-104
1-105a
1-152

图1B

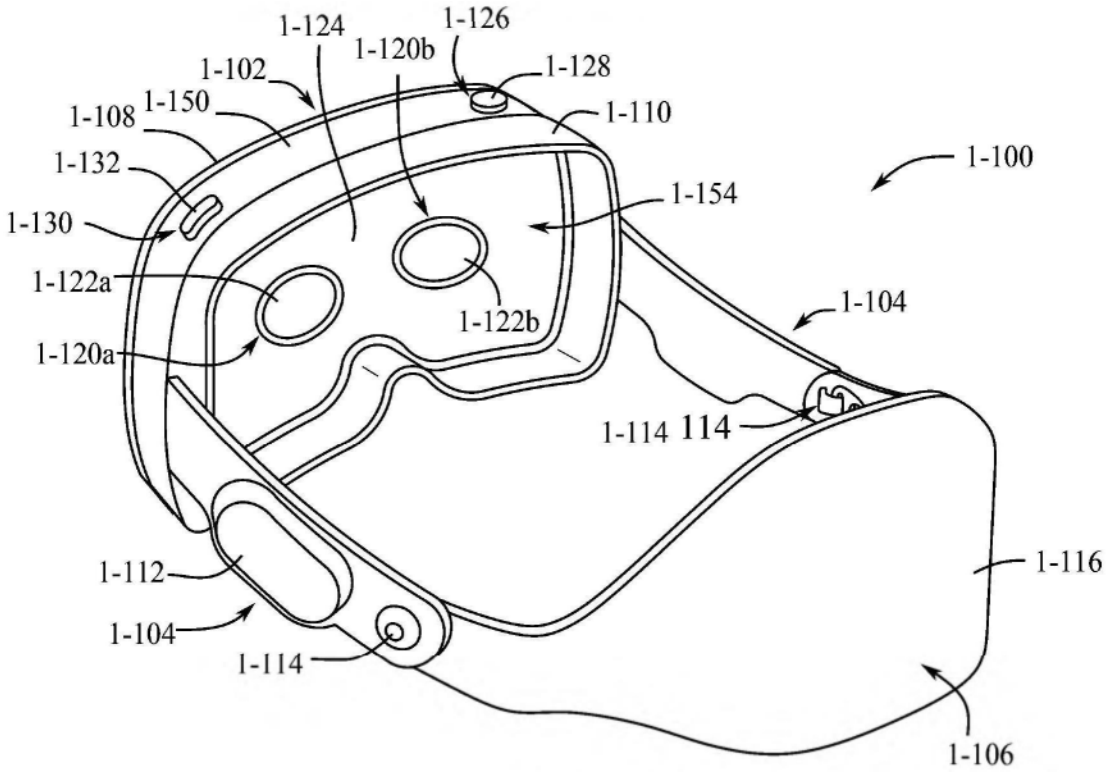

1-124
1-126
1-120b
1-102
1-128
1-150
1-108
1-110
1-100
1-132
1-154
1-130
1-122a
1-122b
1-104
1-120a
1-114
114
1-112
1-116
1-104
1-114
1-106

图1C

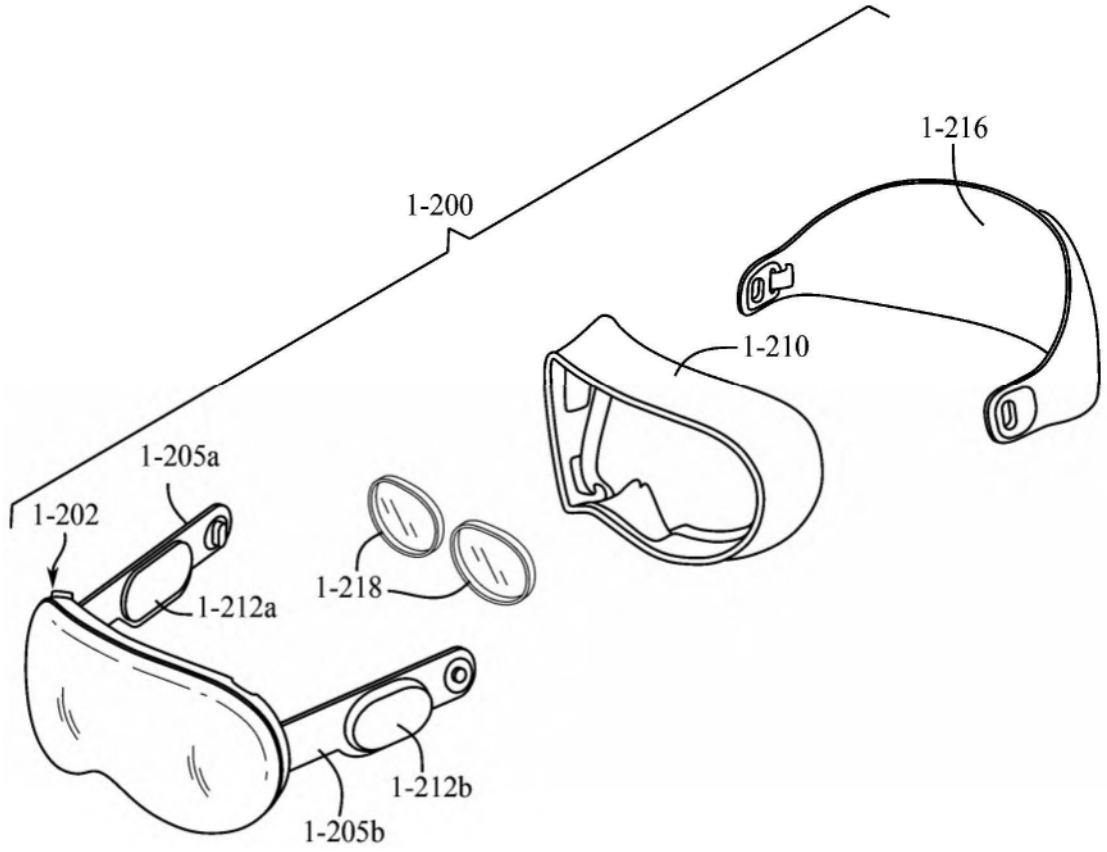


图1D

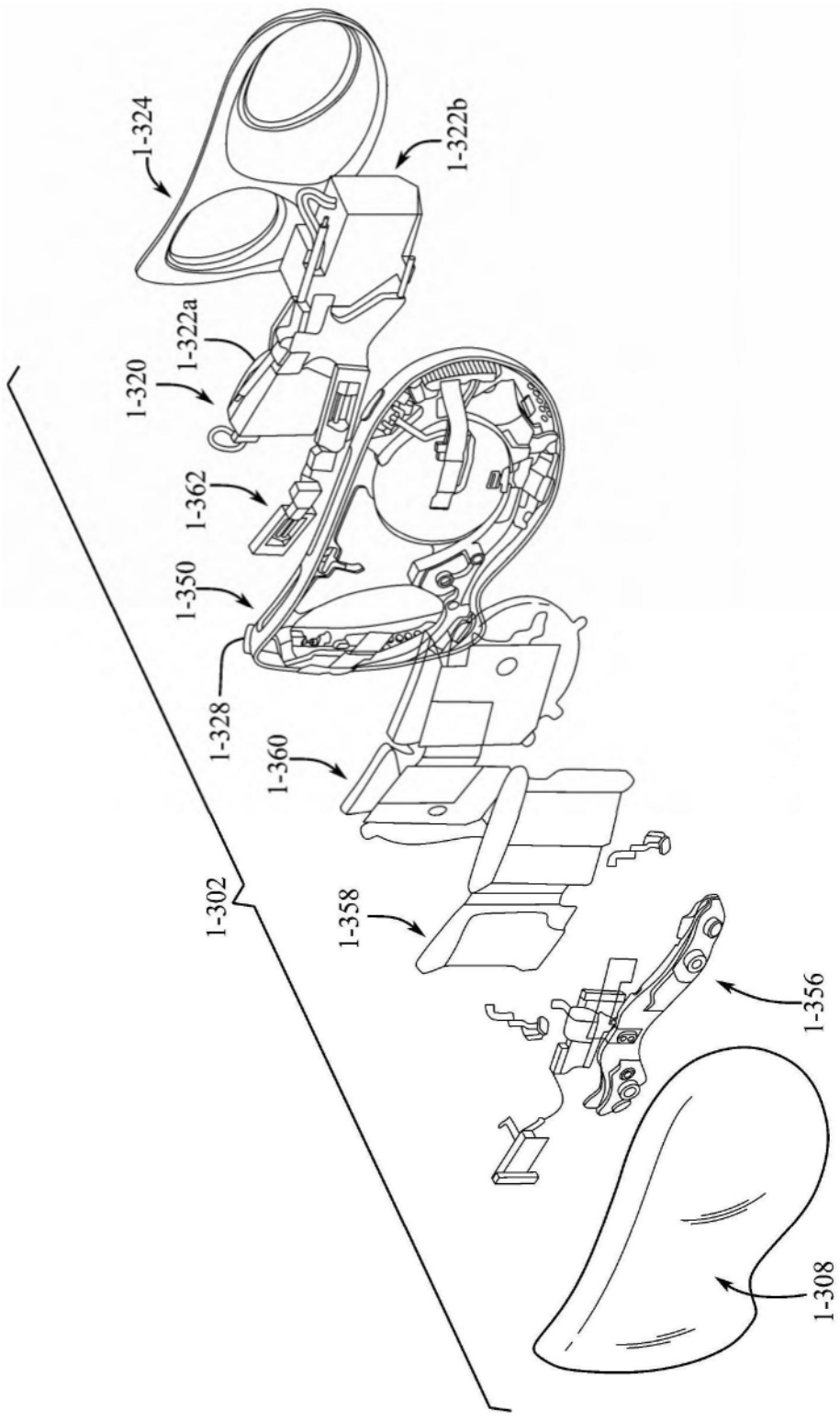

1-324
1-322b
1-322a
1-320
1-362
1-350
1-328
1-360
1-358
1-302
1-356
1-308

图1E

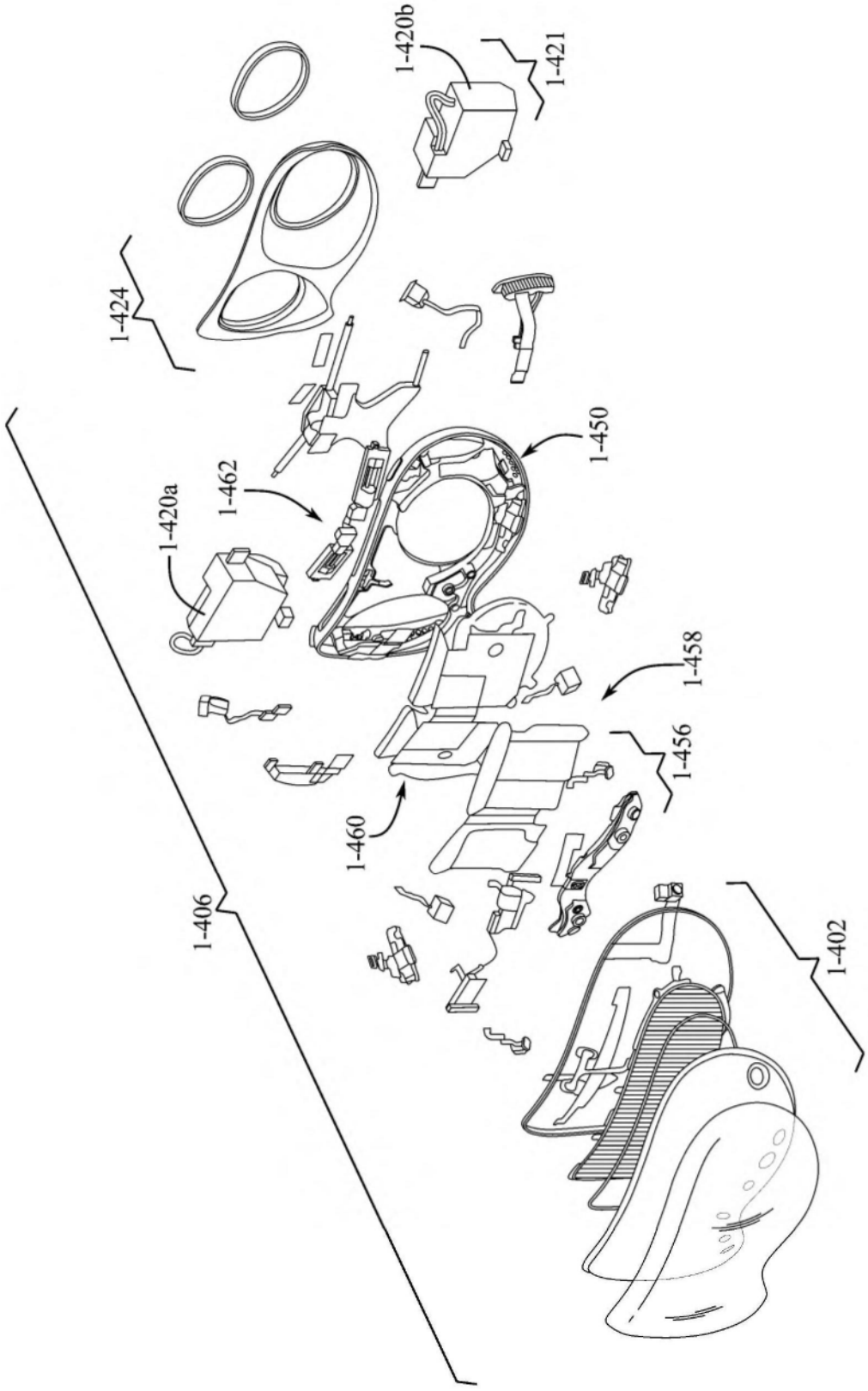


图1F

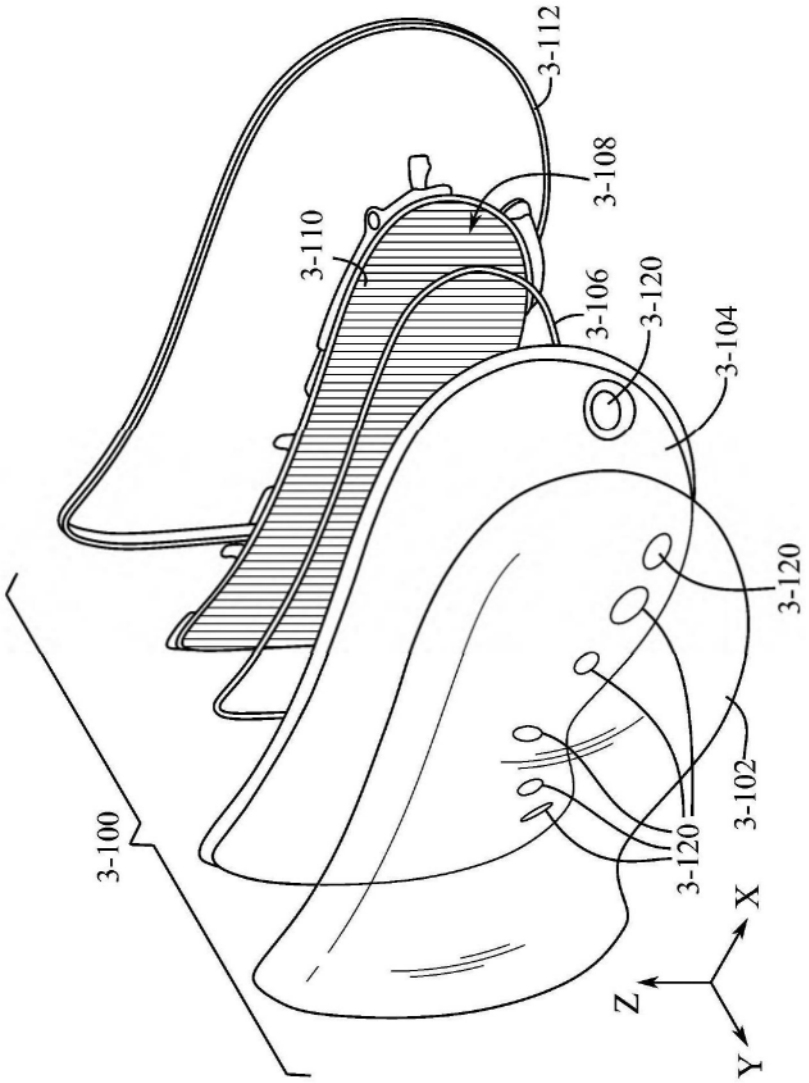


图1G

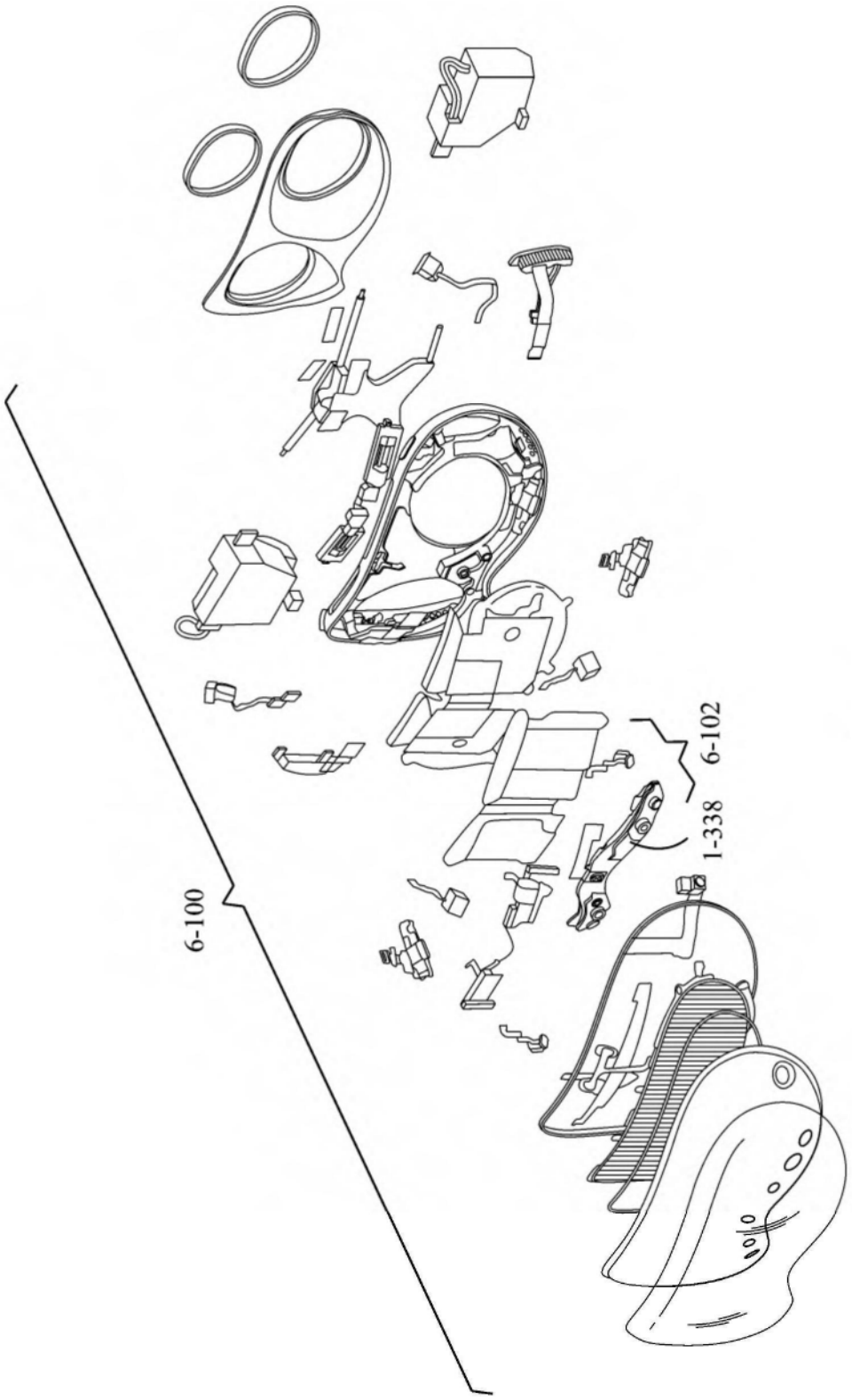


图1H

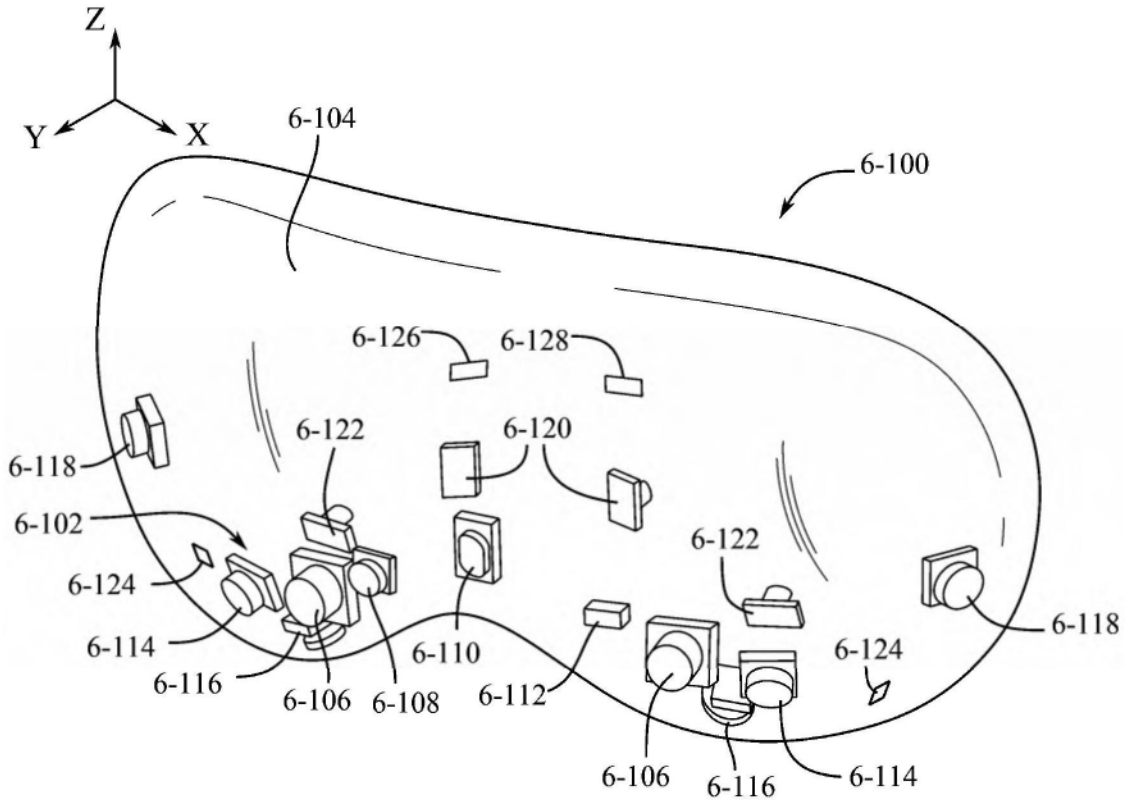

Z
Y
X
6-104
6-100
6-126
6-128
6-122
6-120
6-118
6-102
6-124
6-114
6-116
6-106
6-108
6-110
6-112
6-122
6-124
6-118
6-106
6-116
6-114

图1I

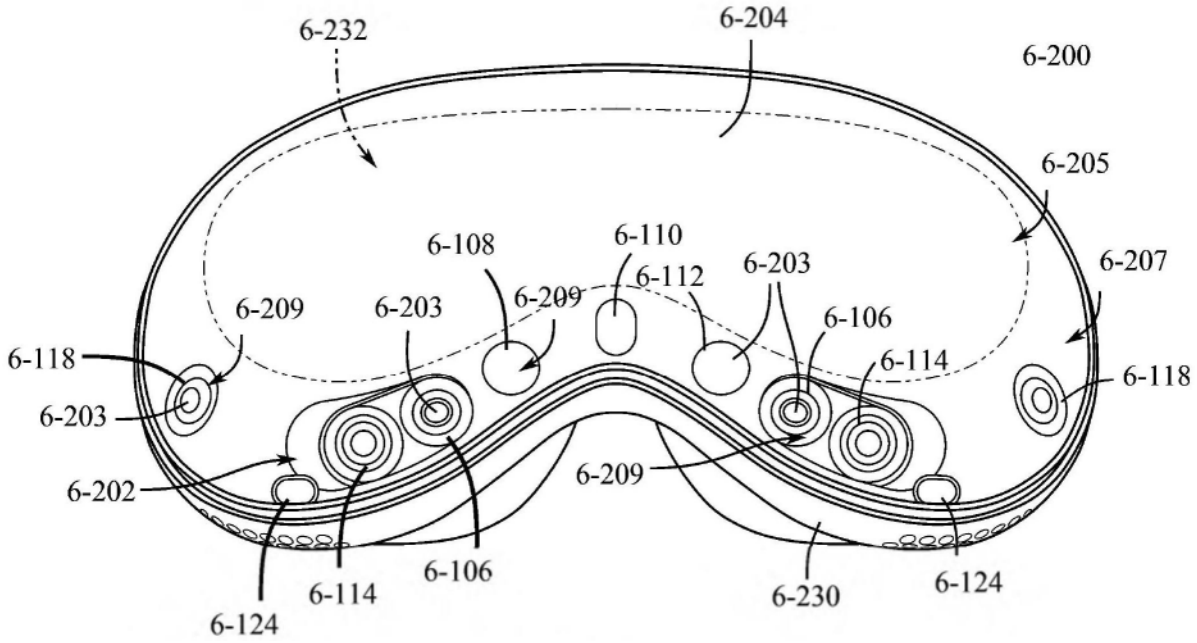

6-232
6-204
6-200
6-205
6-207
6-108
6-110
6-112
6-203
6-209
6-203
6-209
6-106
6-114
6-118
6-118
6-203
6-202
6-209
6-106
6-114
6-124
6-230
6-124

图1J

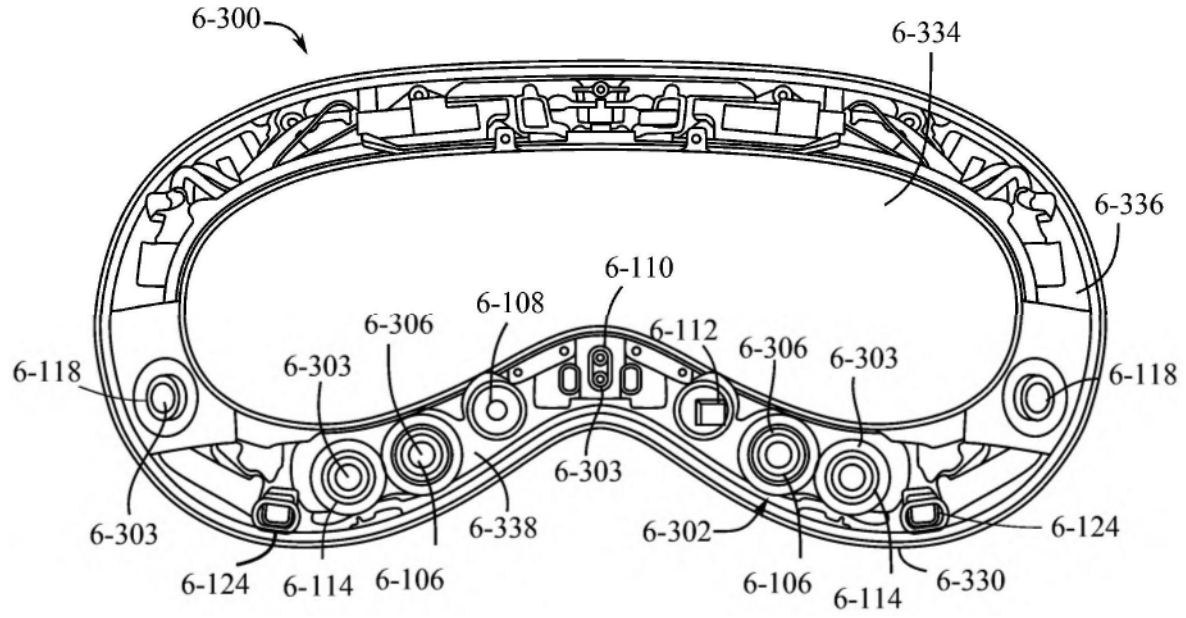

6-300
6-334
6-336
6-110
6-108
6-306
6-112
6-306
6-303
6-303
6-118
6-118
6-303
6-303
6-338
6-302
6-124
6-124
6-114
6-106
6-106
6-114
6-330

图1K

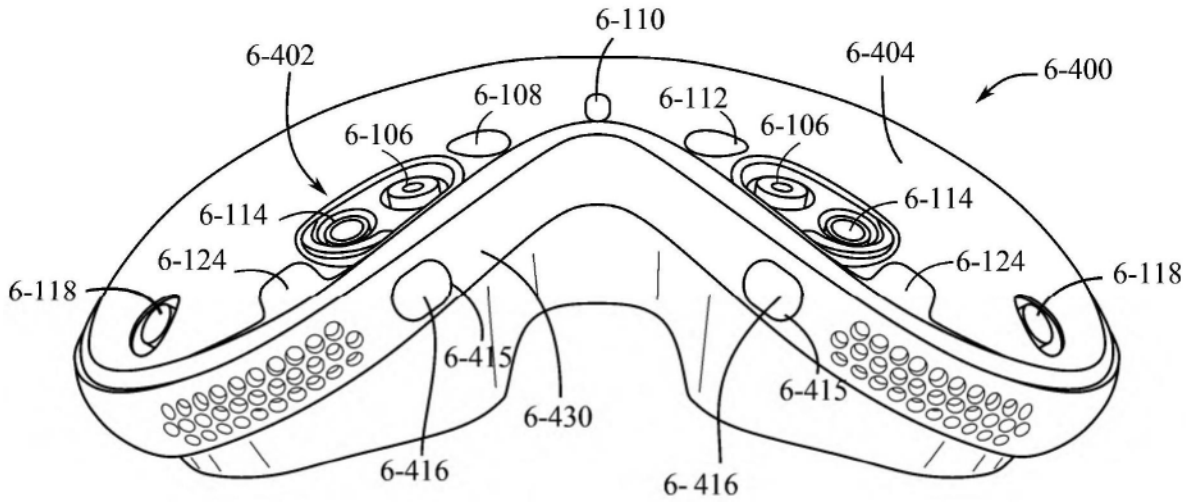

6-110
6-402
6-404
6-400
6-108
6-112
6-106
6-106
6-114
6-114
6-124
6-124
6-118
6-118
6-415
6-415
6-430
6-416
6-416

图1L

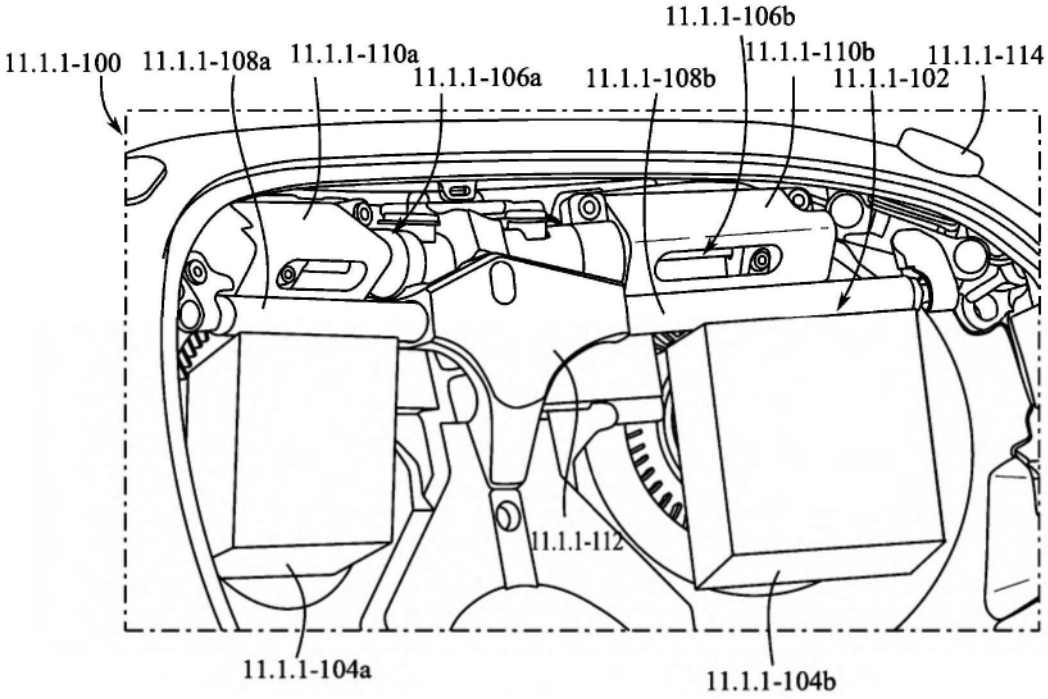

11.1.1-100
11.1.1-108a
11.1.1-110a
11.1.1-106a
11.1.1-106b
11.1.1-108b
11.1.1-110b
11.1.1-102
11.1.1-114
11.1.1-112
11.1.1-104a
11.1.1-104b

图1M

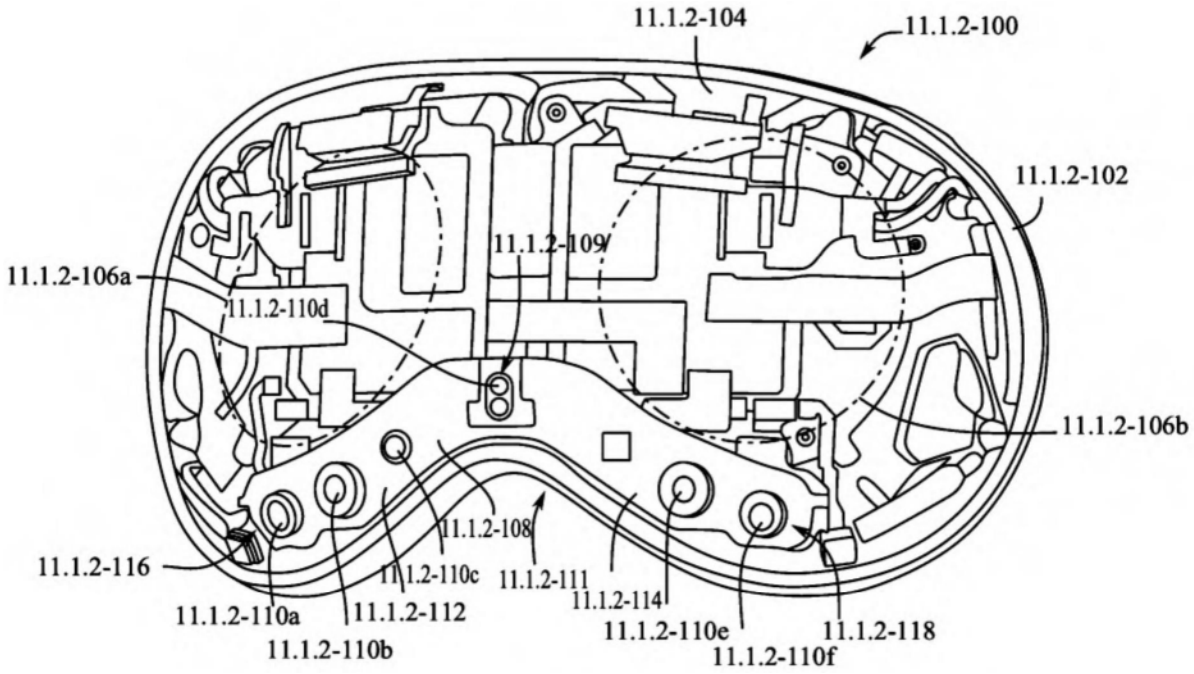

11.1.2-104
11.1.2-100
11.1.2-102
11.1.2-109
11.1.2-106a
11.1.2-110d
11.1.2-106b
11.1.2-108
11.1.2-116
11.1.2-110c
11.1.2-111
11.1.2-114
11.1.2-110a
11.1.2-112
11.1.2-110e
11.1.2-118
11.1.2-110b
11.1.2-110f

图1N

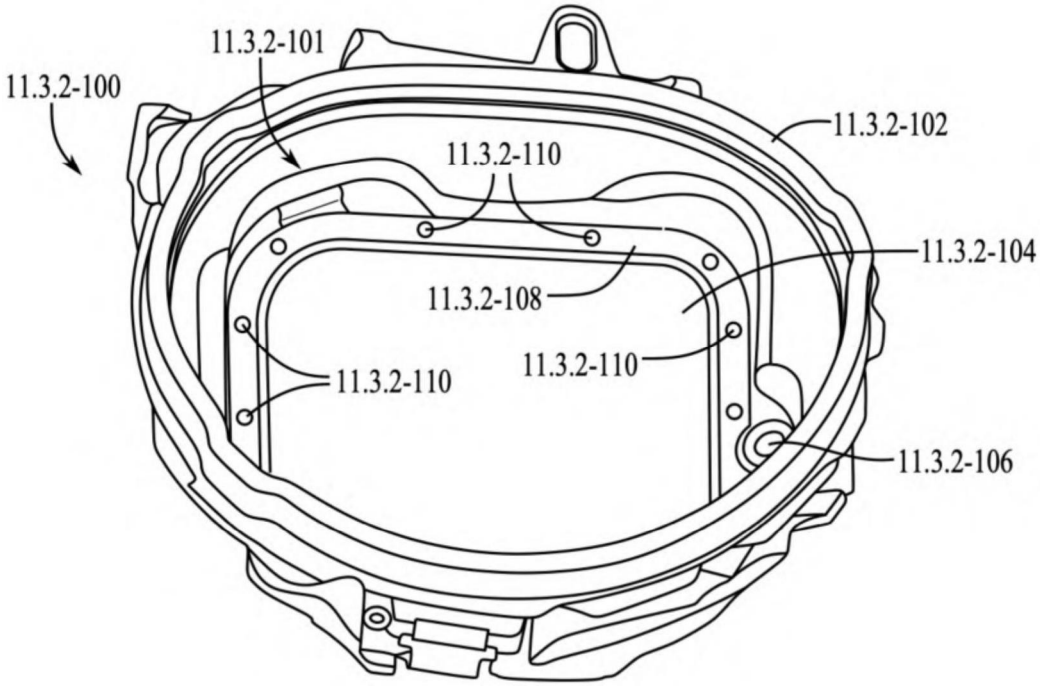

11.3.2-101
11.3.2-100
11.3.2-102
11.3.2-110
11.3.2-104
11.3.2-108
11.3.2-110
11.3.2-110
11.3.2-106

图10

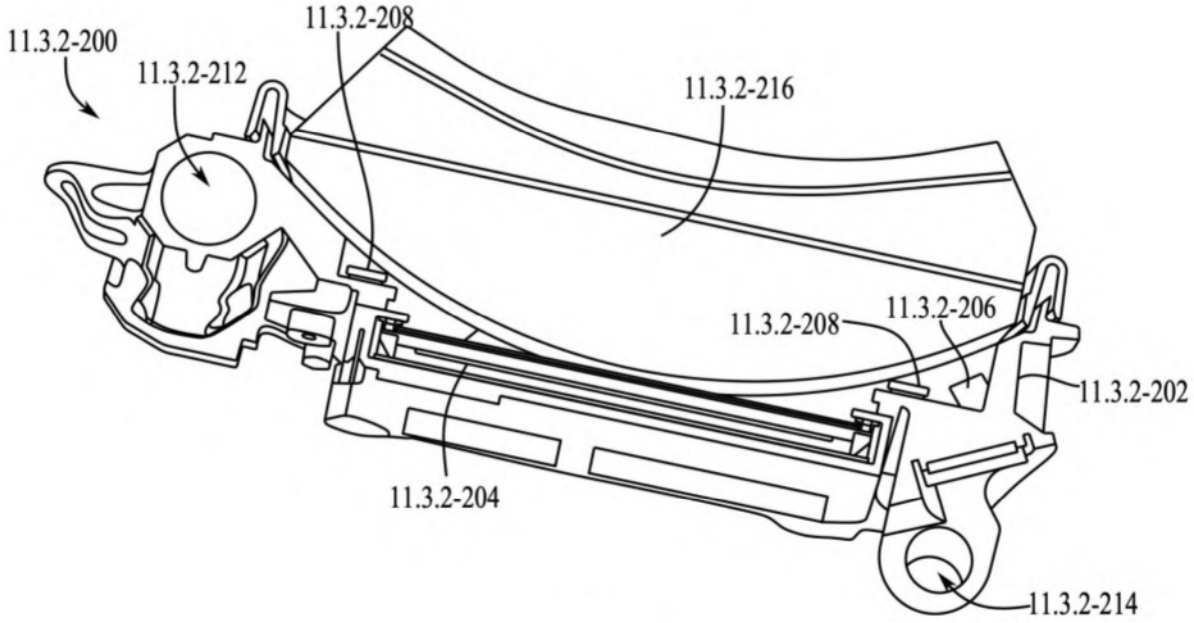

11.3.2-208
11.3.2-200
11.3.2-212
11.3.2-216
11.3.2-208
11.3.2-206
11.3.2-202
11.3.2-204
11.3.2-214

图1P

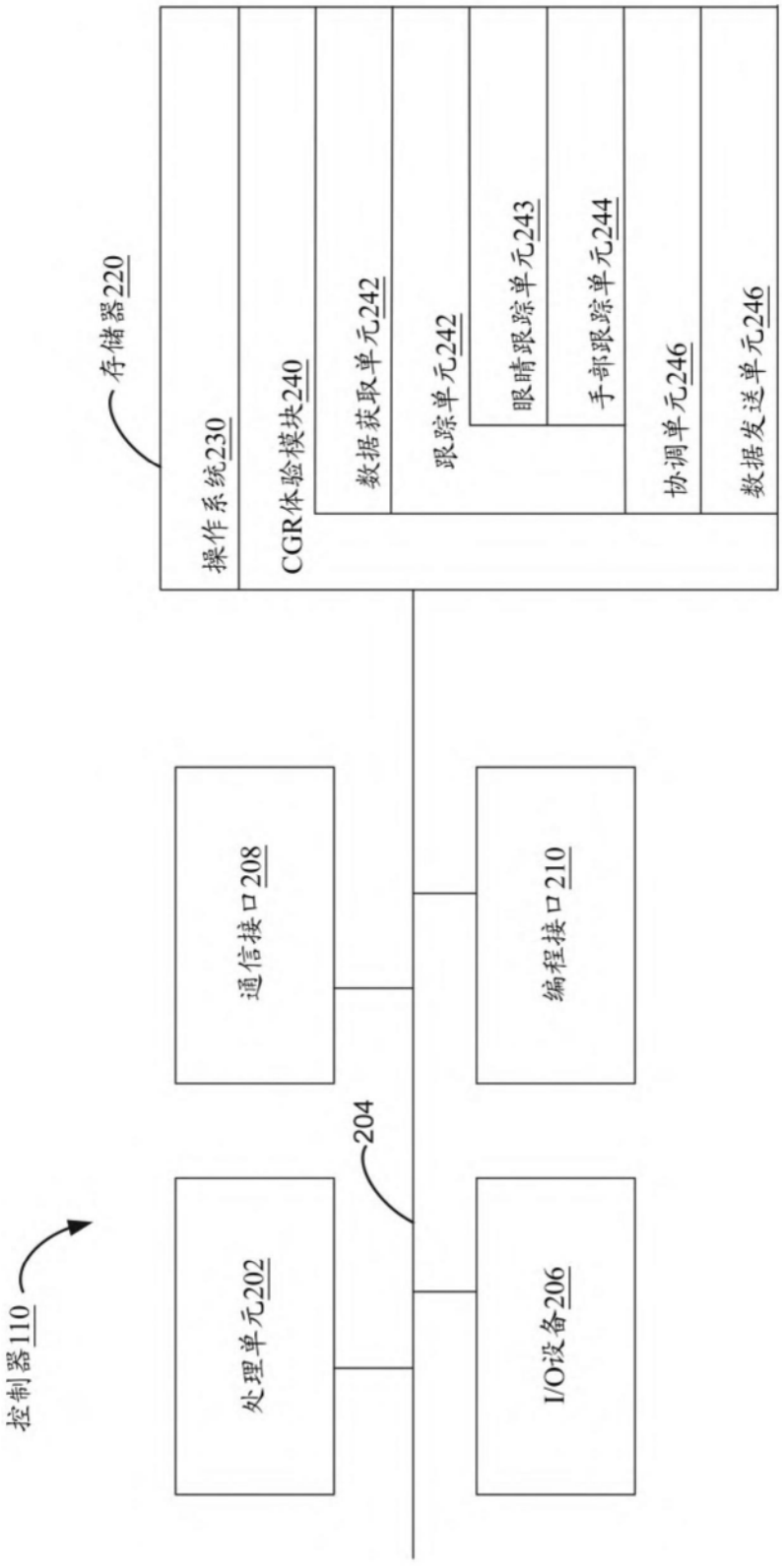

控制器110
处理单元202
204
I/O设备206
通信接口208
编程接口210
存储器220
操作系统230
CGR体验模块240
数据获取单元242
跟踪单元242
眼睛跟踪单元243
手部跟踪单元244
协调单元246
数据发送单元246

图2

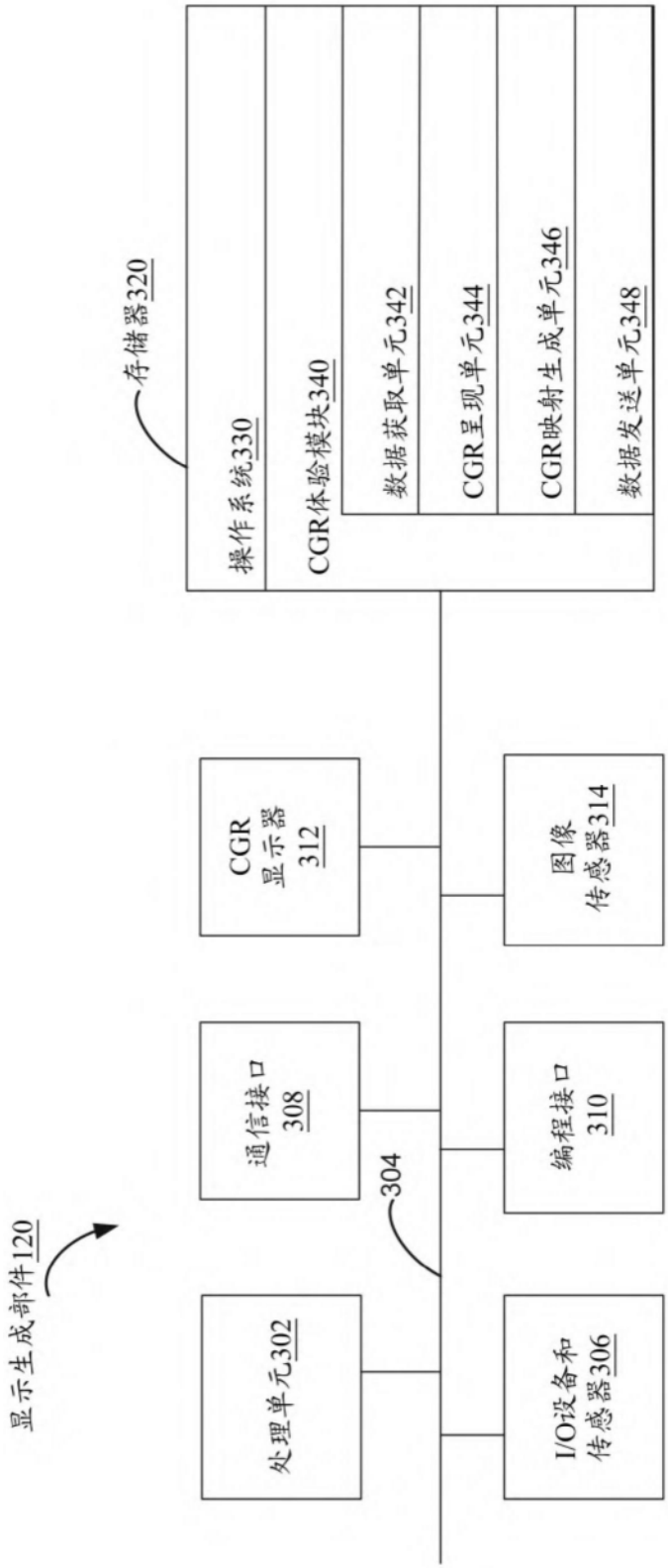
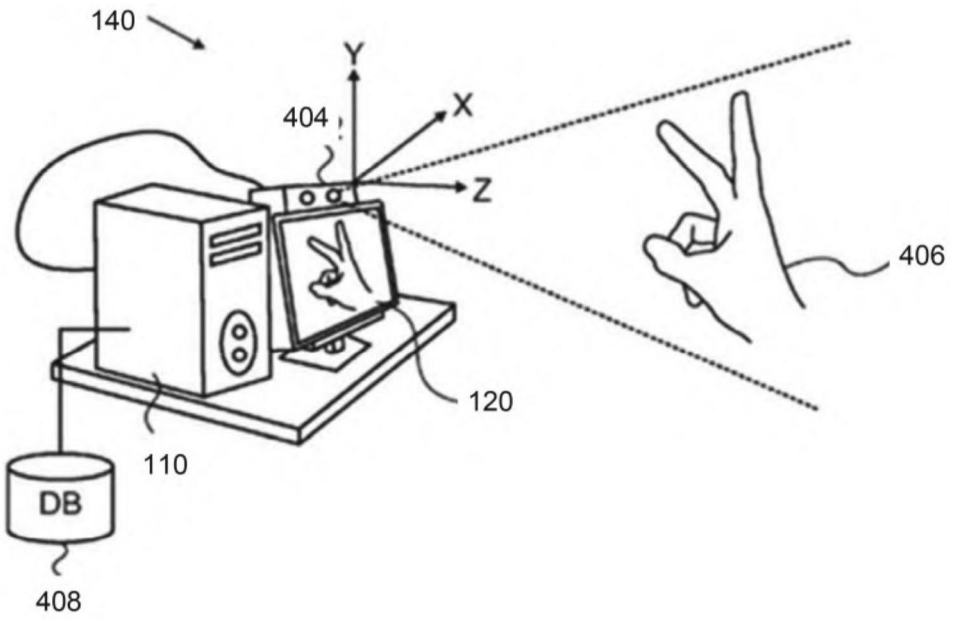

显示生成部件120
处理单元302
304
通信接口308
CGR显示器312
存储器320
操作系统330
CGR体验模块340
数据获取单元342
CGR呈现单元344
CGR映射生成单元346
数据发送单元348
I/O设备和传感器306
编程接口310
图像传感器314

图3



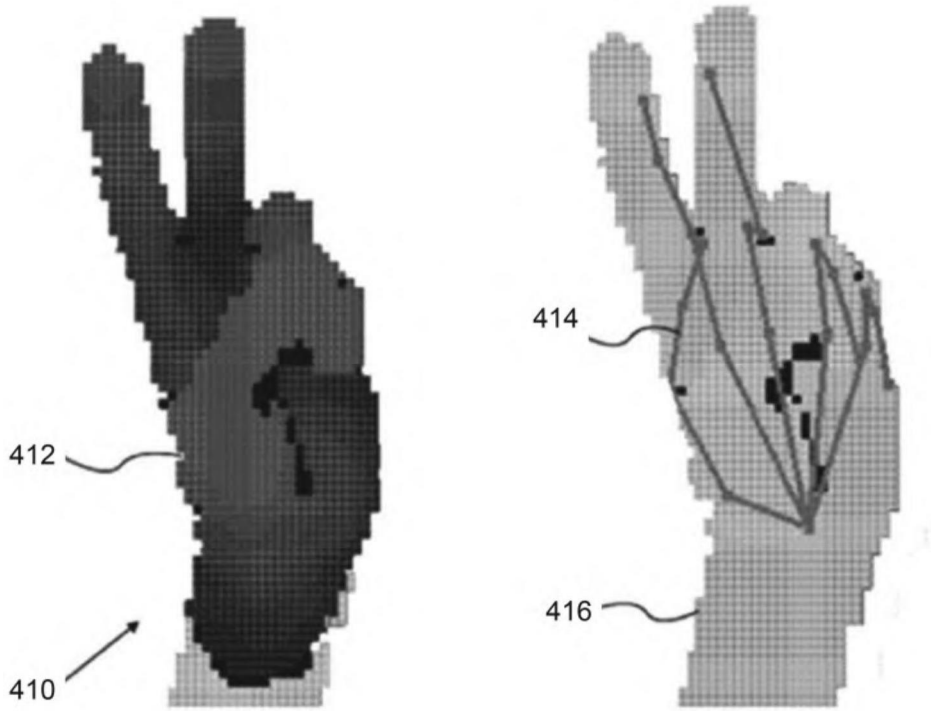


图4

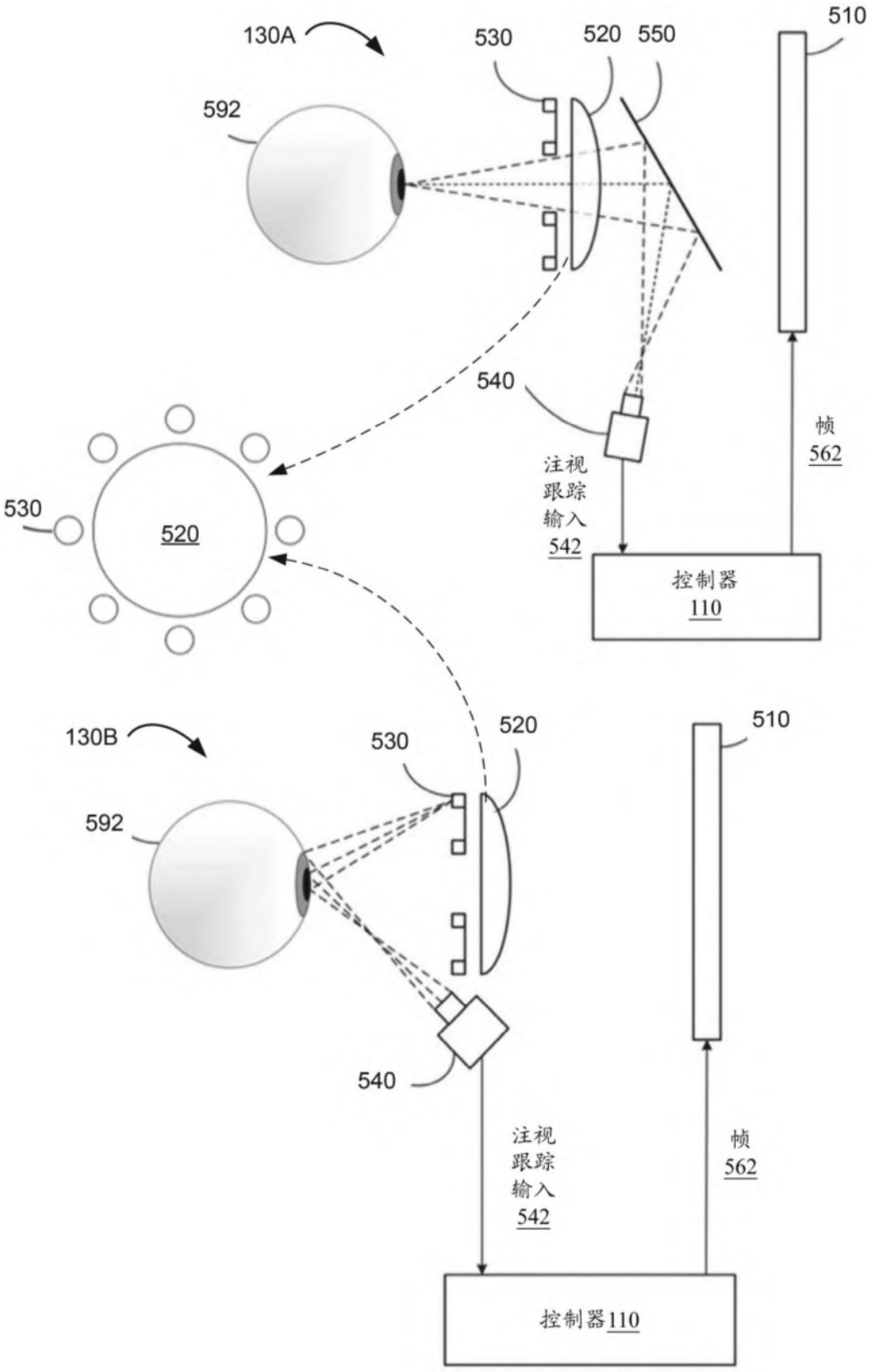

130A
530
520
550
510
592
540
帧
562
注视
跟踪
输入
542
530
520
控制器
110
130B
530
520
510
592
540
帧
562
注视
跟踪
输入
542
控制器110

图5

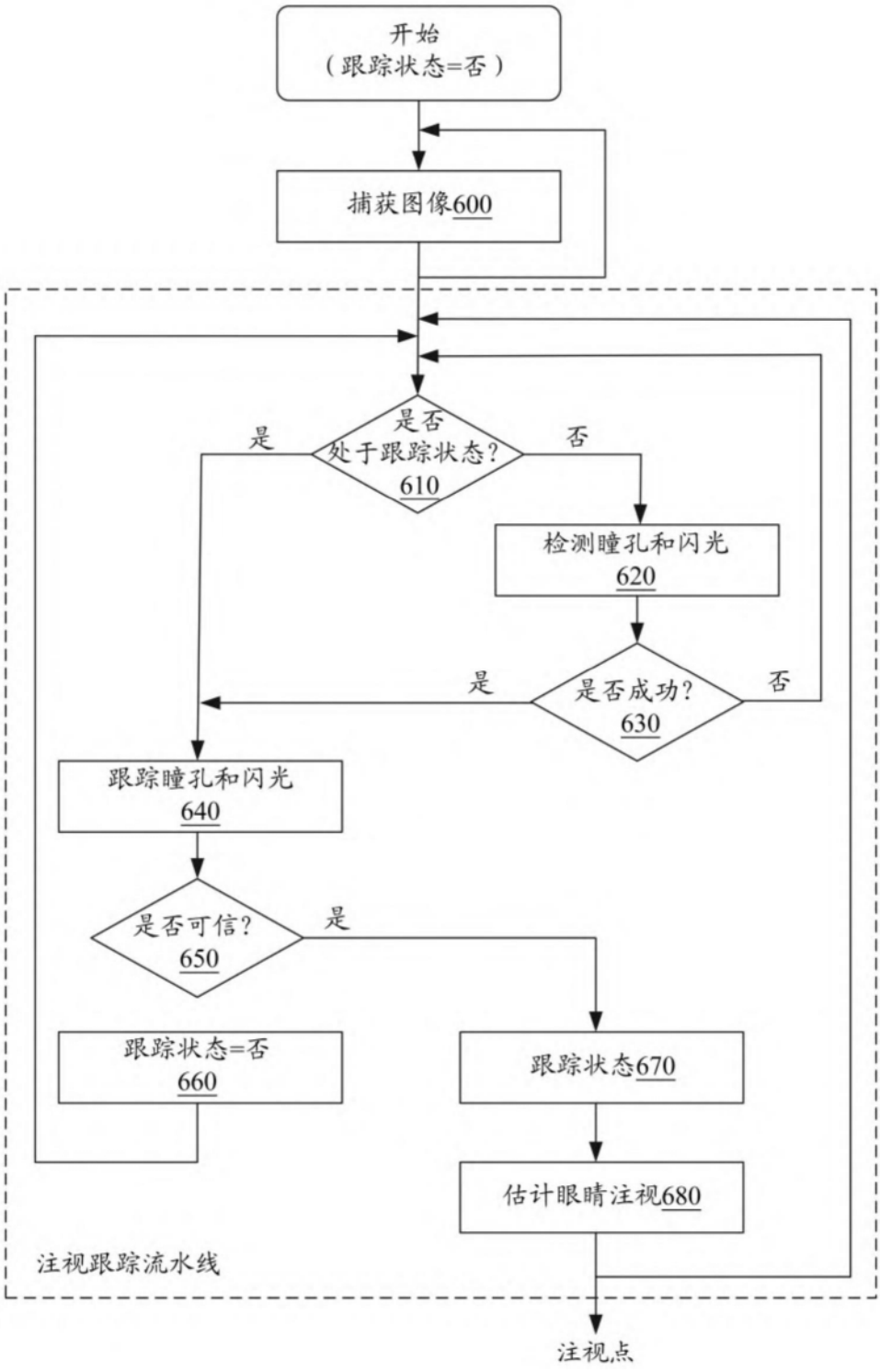

开始
（跟踪状态=否）
捕获图像600
是否
处于跟踪状态?
610
是
否
检测瞳孔和闪光
620
是否成功?
630
是
否
跟踪瞳孔和闪光
640
是否可信?
650
是
跟踪状态=否
660
跟踪状态670
估计眼睛注视680
注视跟踪流水线
注视点

图6A

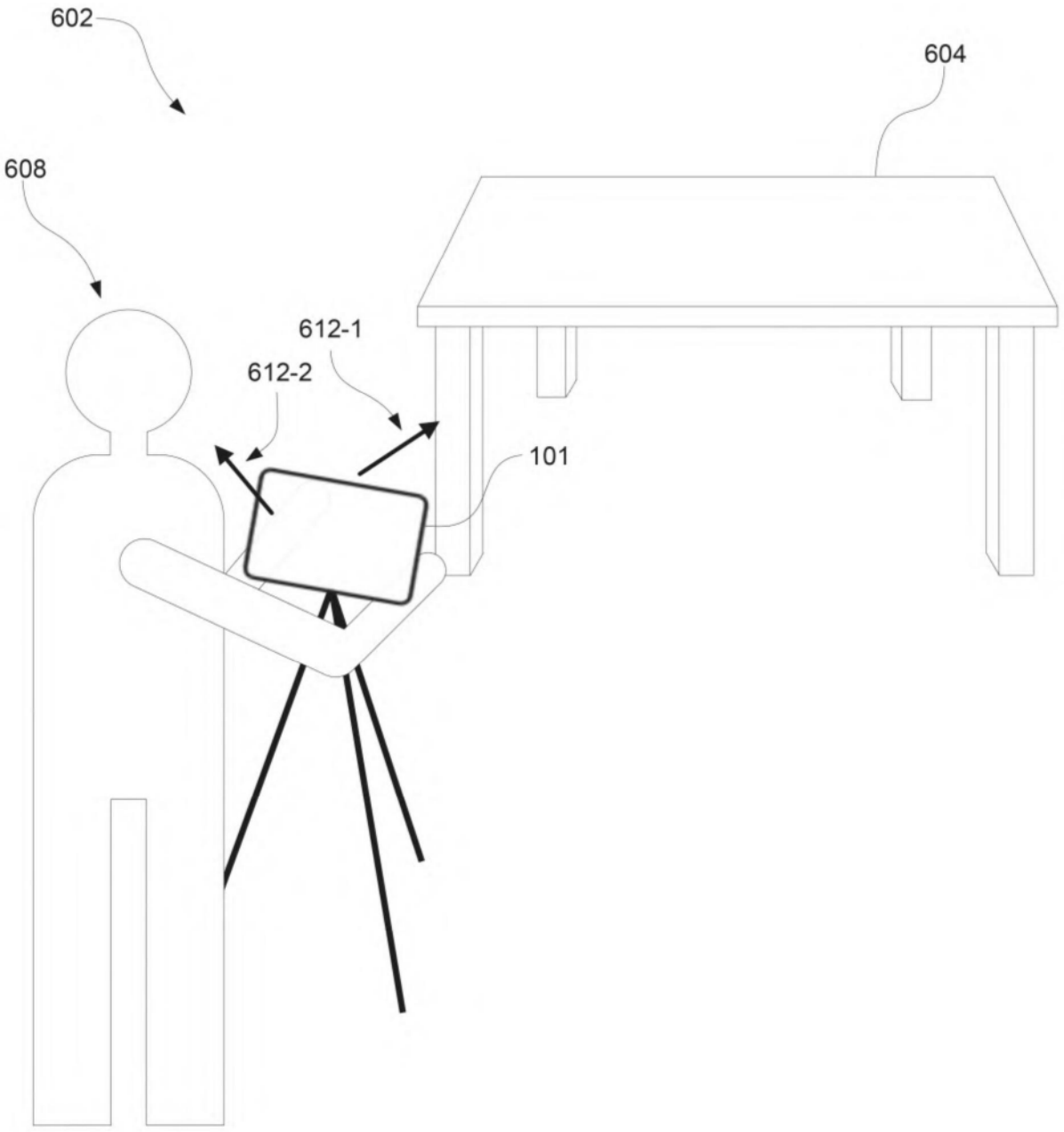


图6B

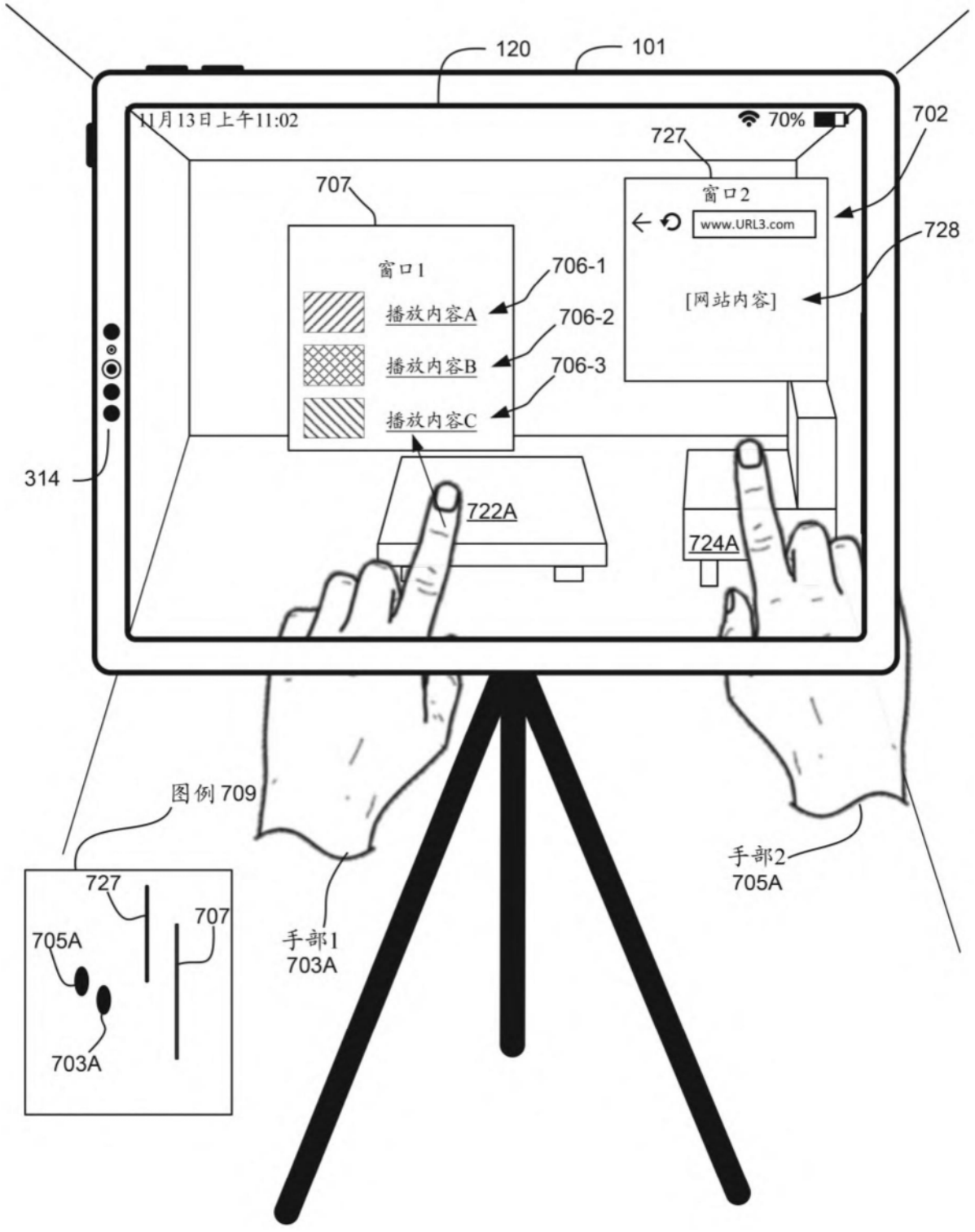

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
707
窗口2
www.URL3.com
728
窗口1
706-1
播放内容A
706-2
播放内容B
706-3
播放内容C
[网站内容]
314
722A
724A
图例 709
727
707
705A
703A
手部1
703A
手部2
705A

图7A

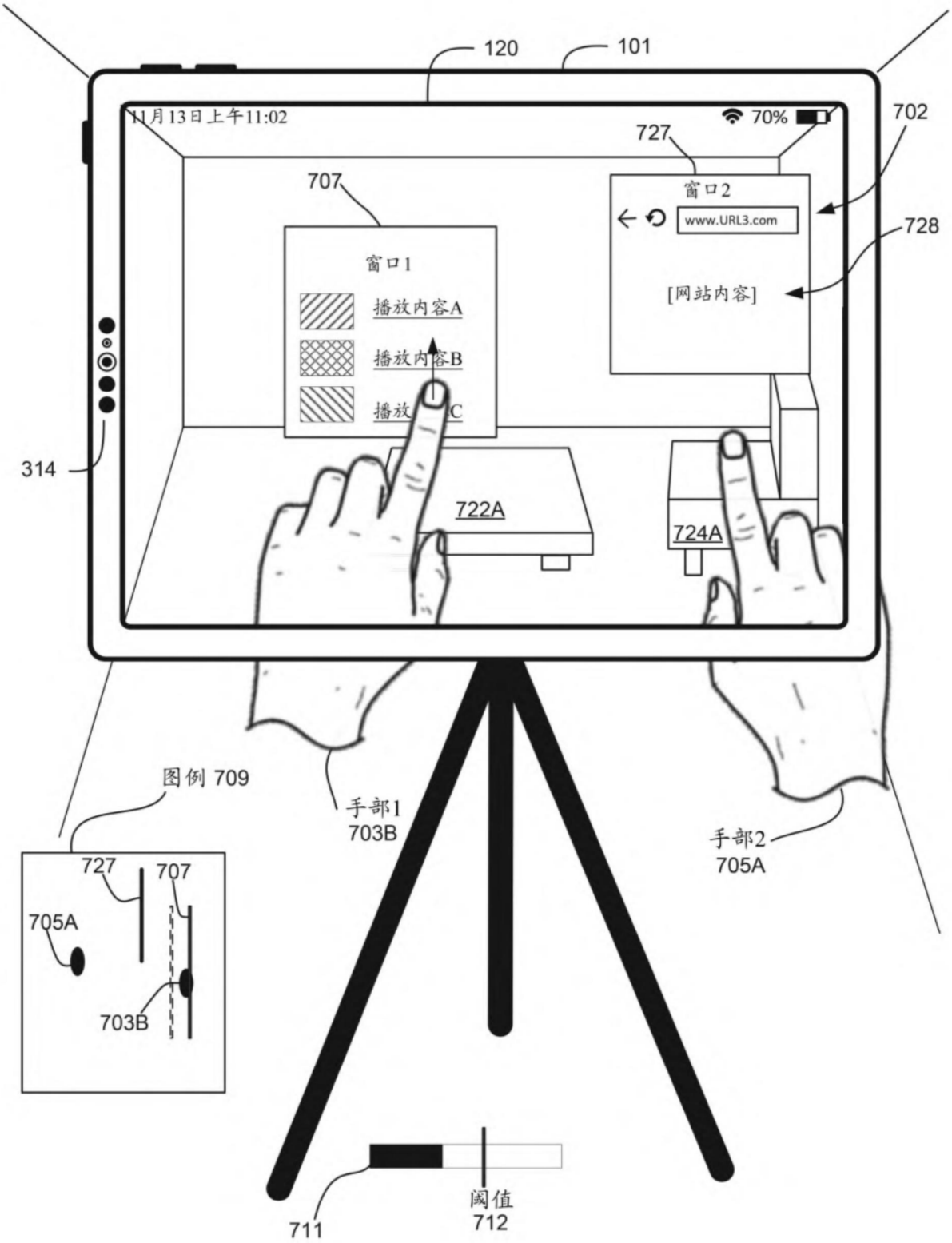

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
707
窗口2
www.URL3.com
728
窗口1
播放内容A
播放内容B
播放C
[网站内容]
314
722A
724A
图例 709
手部1
703B
手部2
705A
727
707
705A
703B
阈值
712
711

图7B

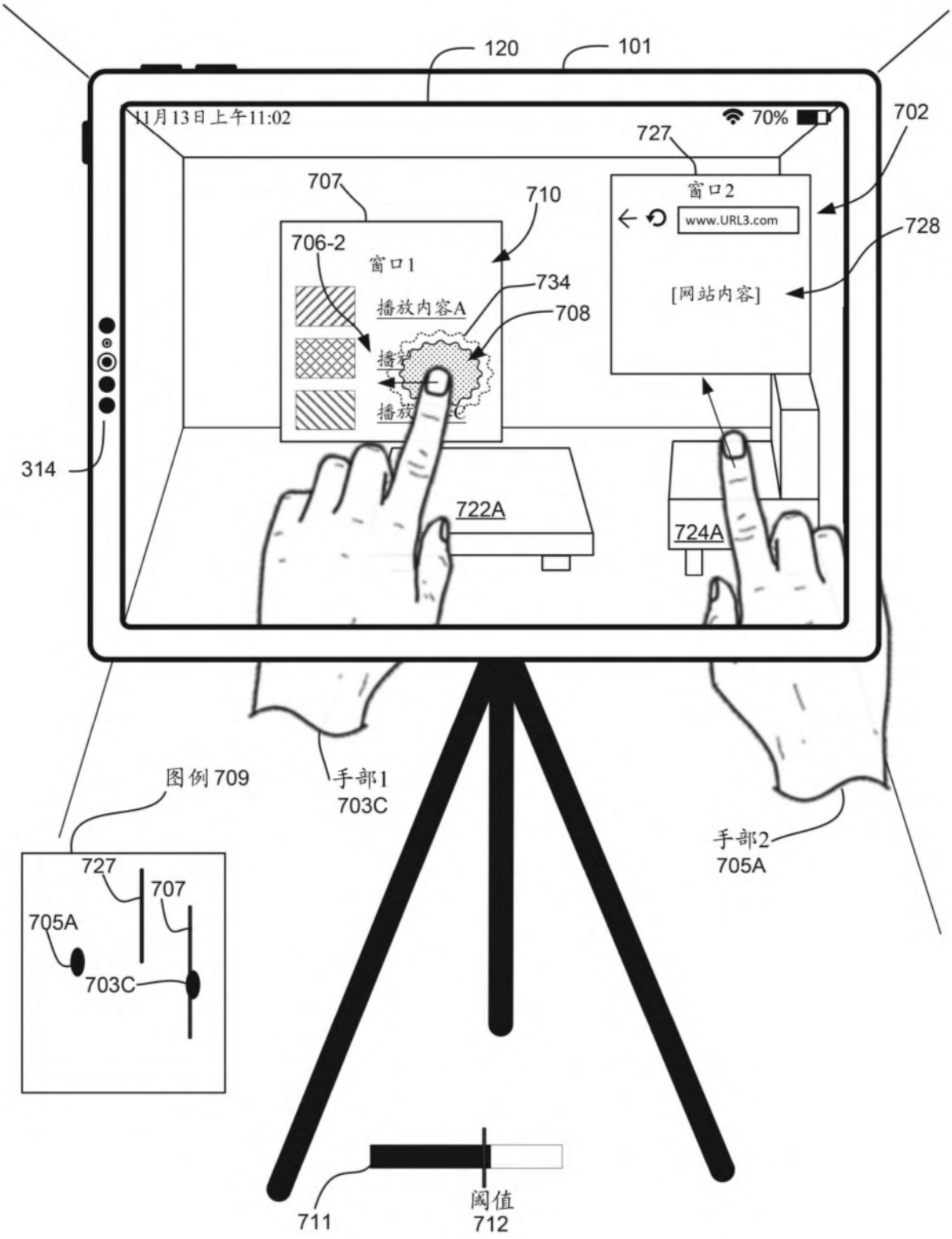

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
707
710
窗口2
www.URL3.com
728
706-2
窗口1
734
播放内容A
708
[网站内容]
314
722A
724A
图例709
手部1
703C
手部2
705A
727
707
705A
703C
711
阈值
712

图7C

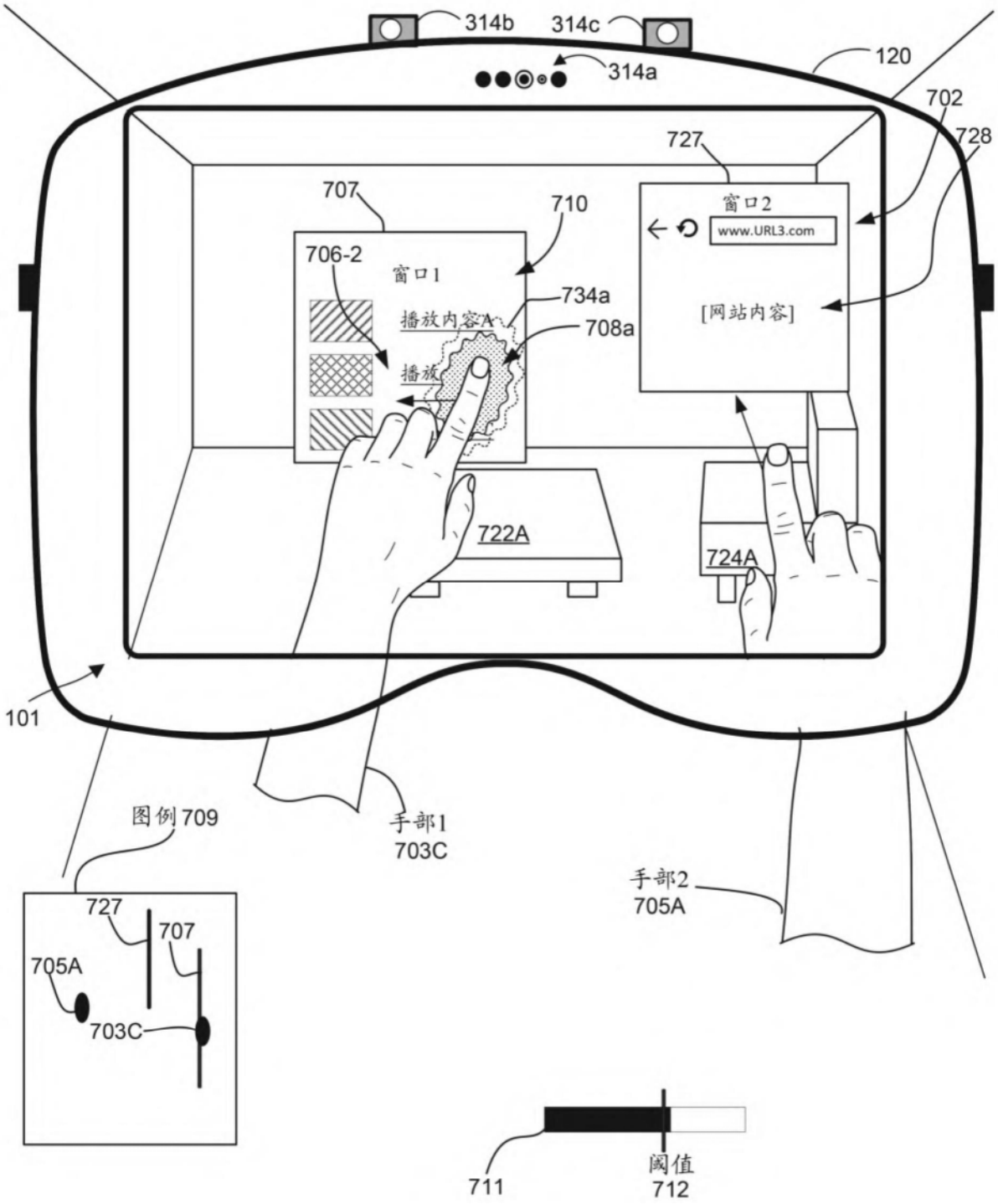

314b
314c
314a
120
702
728
727
707
710
706-2
窗口1
734a
播放内容A
708a
播放
窗口2
www.URL3.com
[网站内容]
722A
724A
101
图例709
手部1
703C
手部2
705A
727
707
705A
703C
711
阈值
712

图7C-1

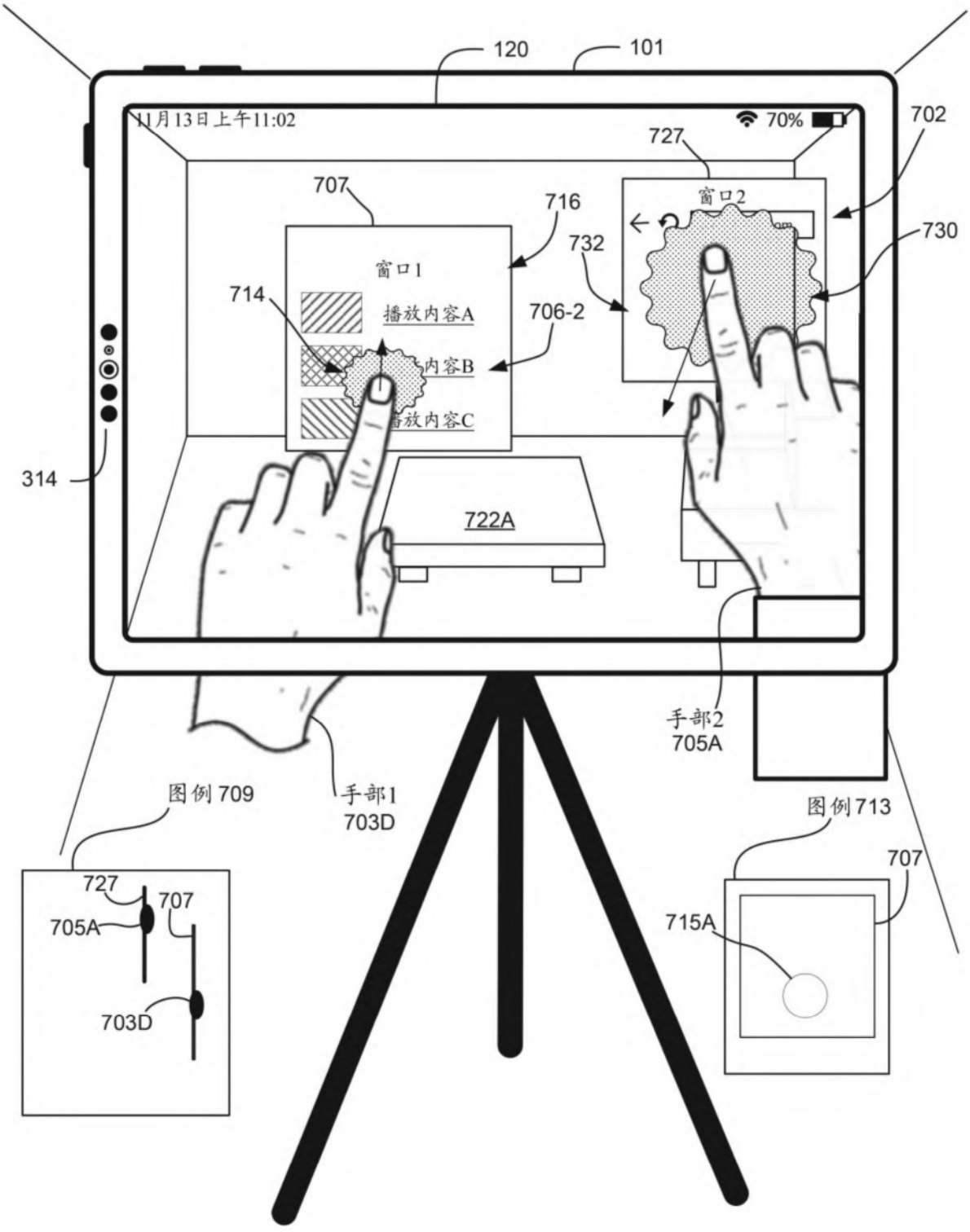

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
707
716
窗口2
730
732
窗口1
714
播放内容A
706-2
内容B
播放内容C
314
722A
手部2
705A
手部1
703D
图例709
图例713
727
707
705A
707
715A
703D

图7D

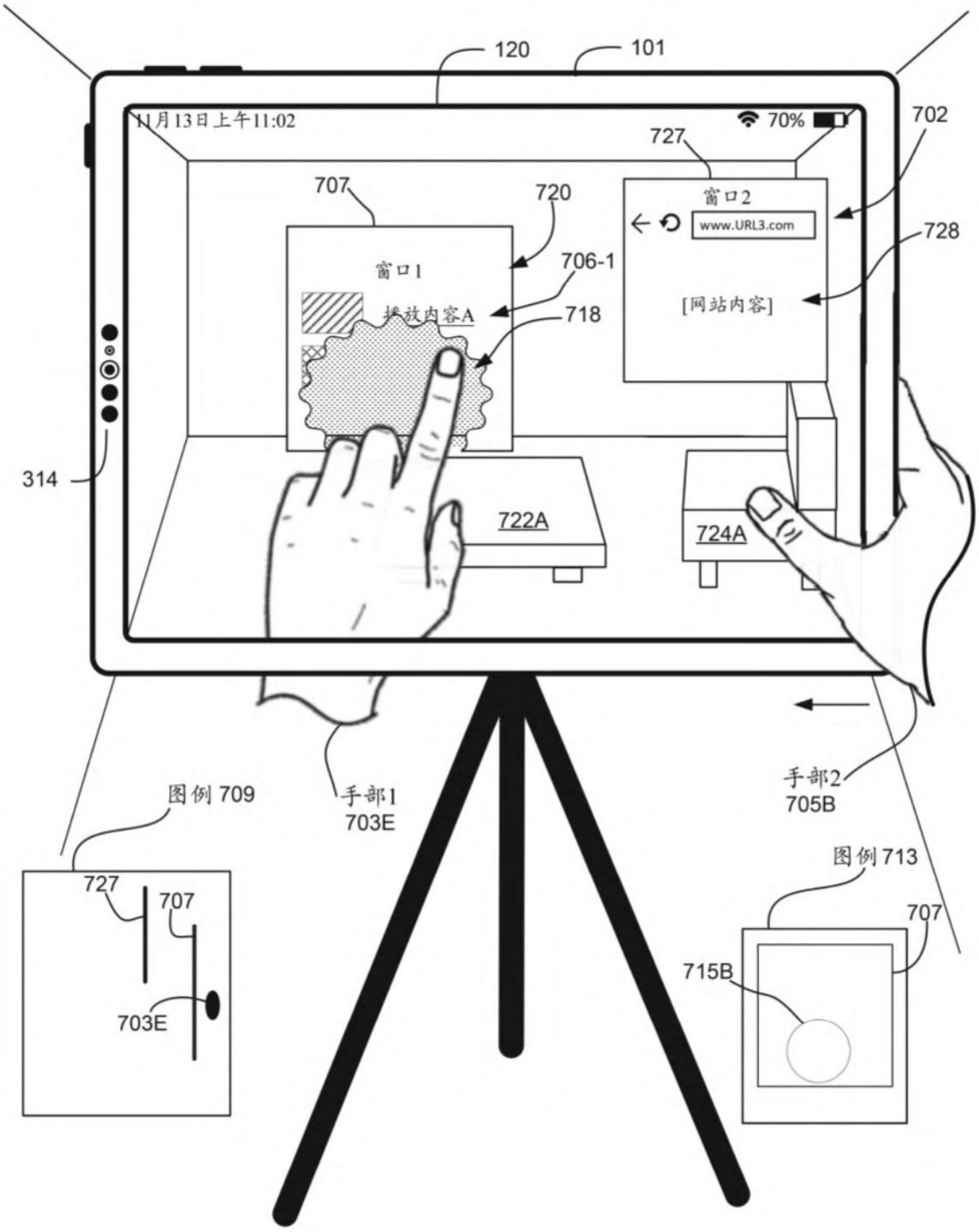

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
707
720
窗口2
www.URL3.com
728
窗口1
706-1
播放内容A
718
[网站内容]
314
722A
724A
手部1
703E
手部2
705B
图例 709
727
707
703E
图例 713
707
715B

图7E

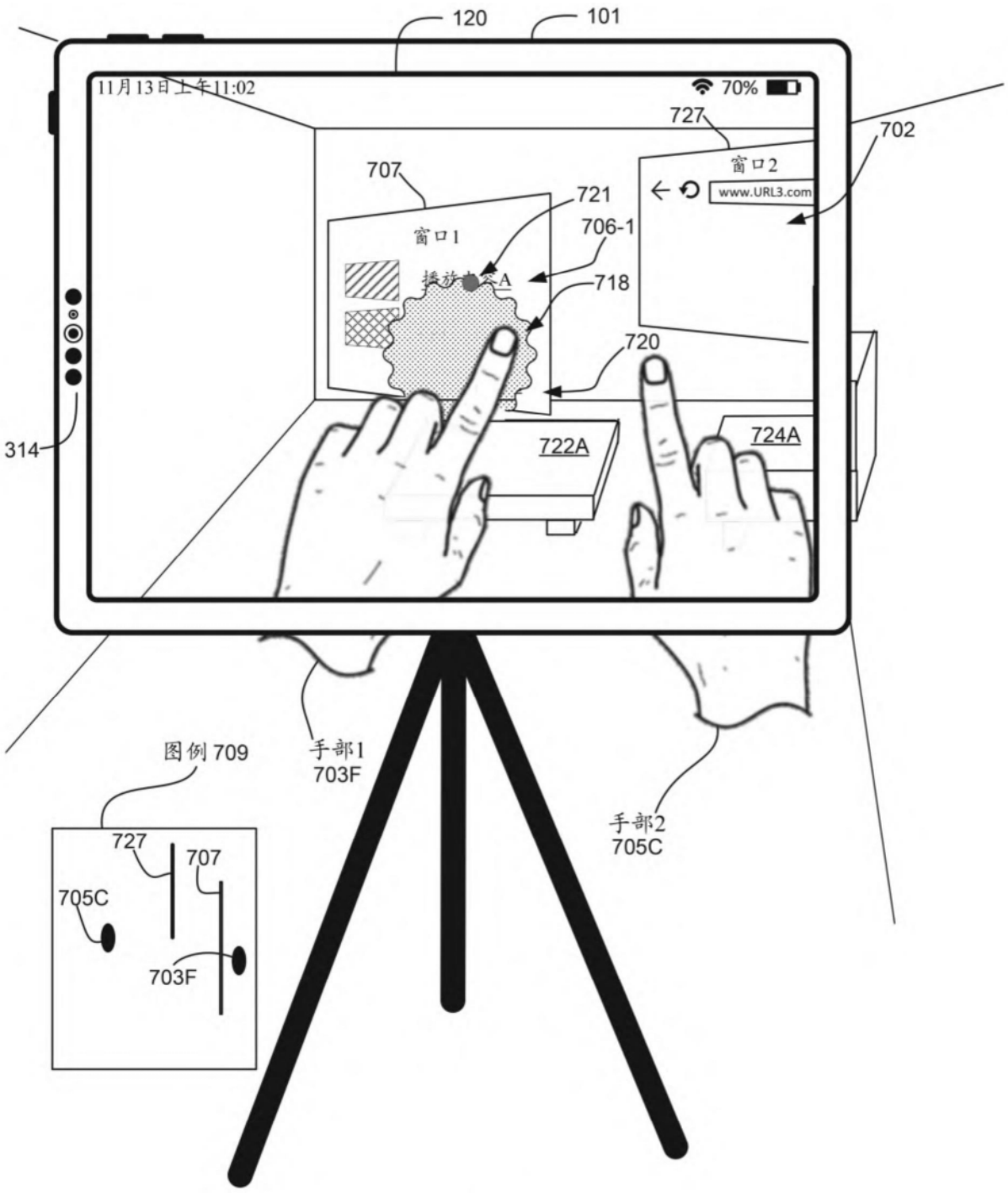

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
窗口2
www.URL3.com
707
721
窗口1
706-1
718
720
722A
724A
314
图例 709
手部1
703F
手部2
705C
727
707
705C
703F

图7F

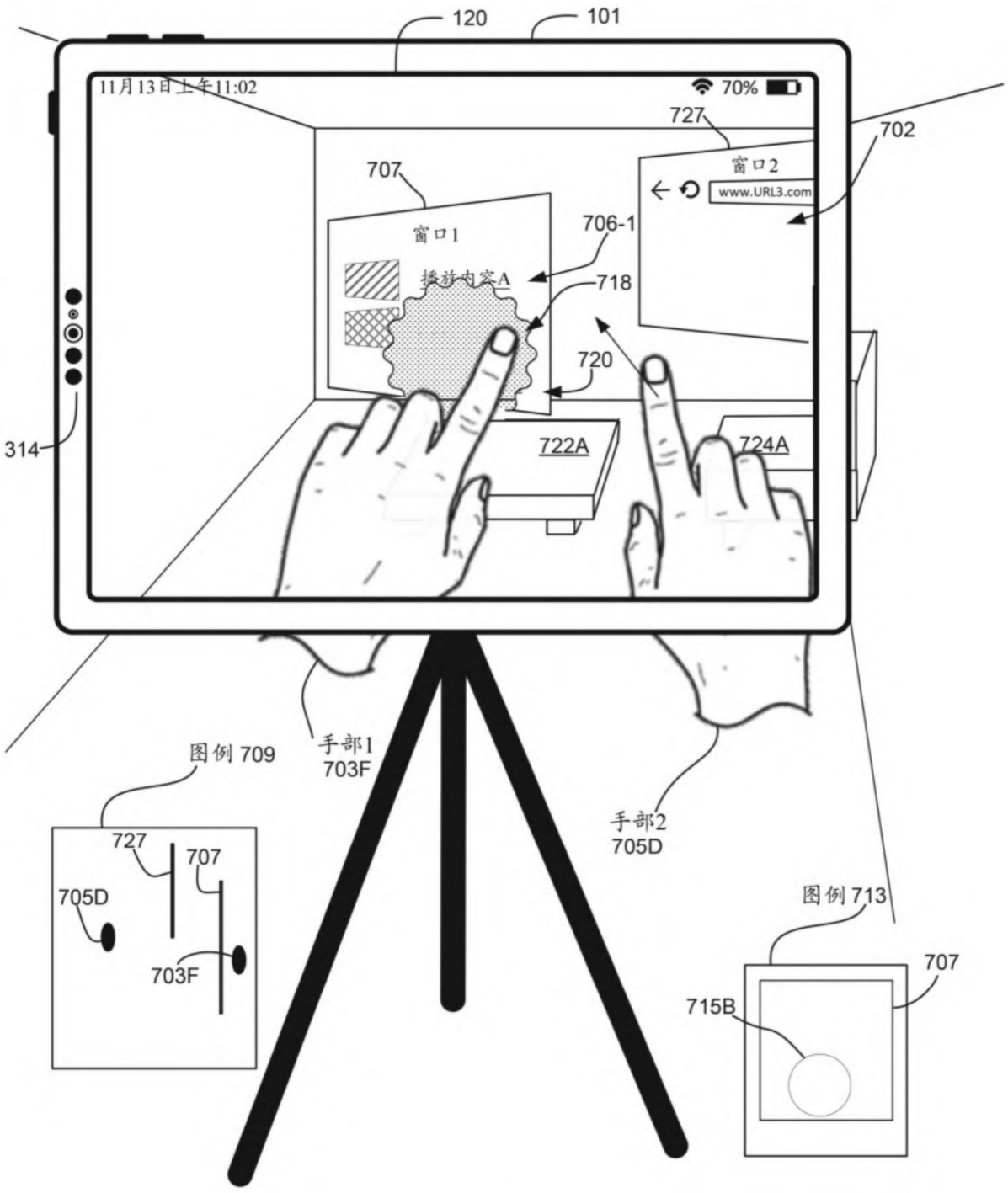

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
窗口2
www.URL3.com
707
窗口1
706-1
播放内容A
718
720
314
722A
724A
图例 709
手部1
703F
727
707
705D
703F
手部2
705D
图例 713
707
715B

图7G

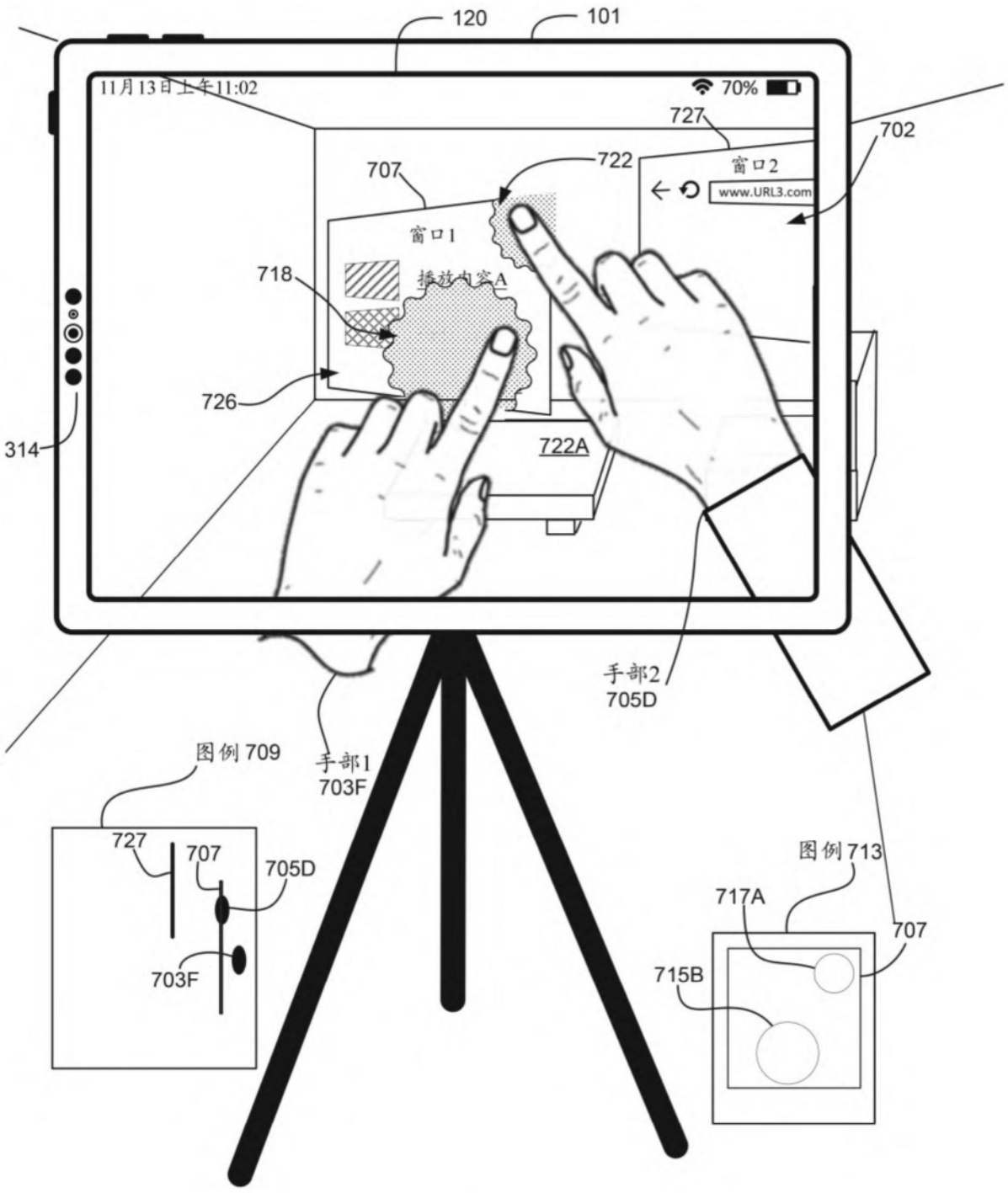

120
101
11月13日上午11:02
70%
727
702
窗口2
www.URL3.com
707
722
窗口1
播放内容A
718
726
314
722A
手部2
705D
图例709
手部1
703F
727
707
705D
703F
图例713
717A
707
715B

图7H

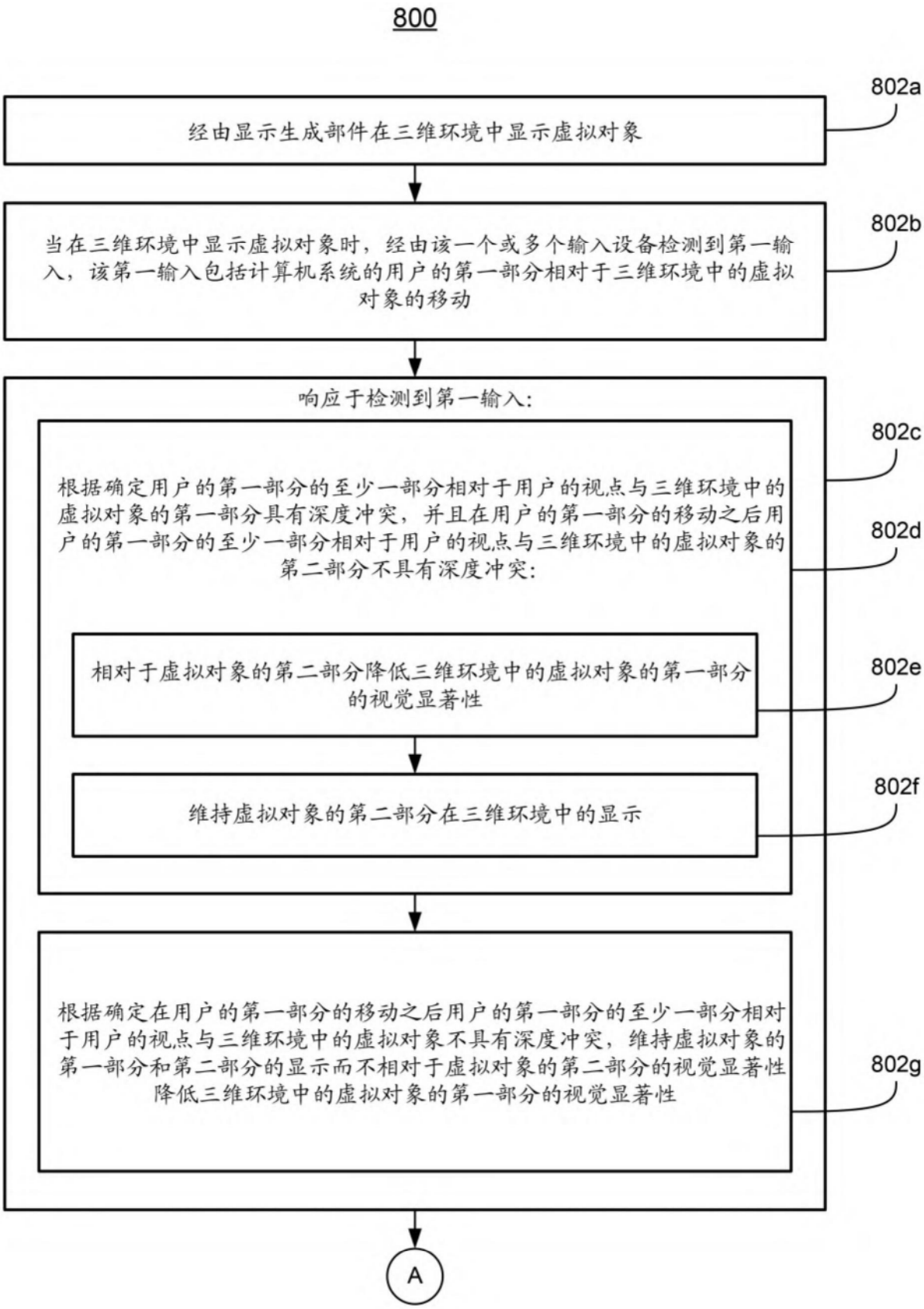

800
802a
经由显示生成部件在三维环境中显示虚拟对象
802b
当在三维环境中显示虚拟对象时，经由该一个或多个输入设备检测到第一输入，该第一输入包括计算机系统的用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的移动
响应于检测到第一输入：
802c
根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突：
802d
802e
相对于虚拟对象的第二部分降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性
802f
维持虚拟对象的第二部分在三维环境中的显示
802g
根据确定在用户的第一部分的移动之后用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突，维持虚拟对象的第一部分和第二部分的显示而不相对于虚拟对象的第二部分的视觉显著性降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性
A

图8A

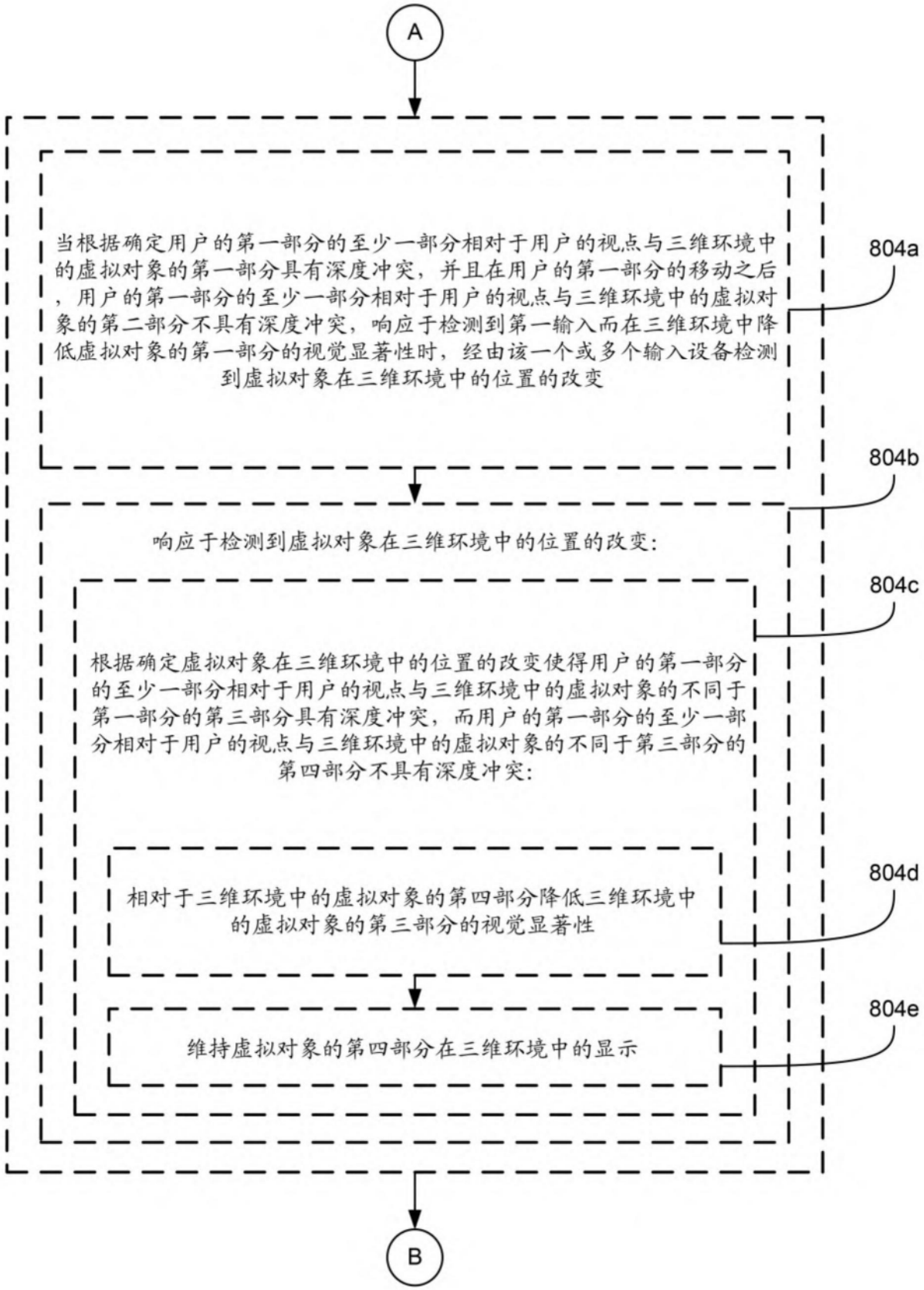

A
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到虚拟对象在三维环境中的位置的改变
804a
804b
响应于检测到虚拟对象在三维环境中的位置的改变：
804c
根据确定虚拟对象在三维环境中的位置的改变使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突，而用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第三部分的第四部分不具有深度冲突：
804d
相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性
804e
维持虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示
B

图8B

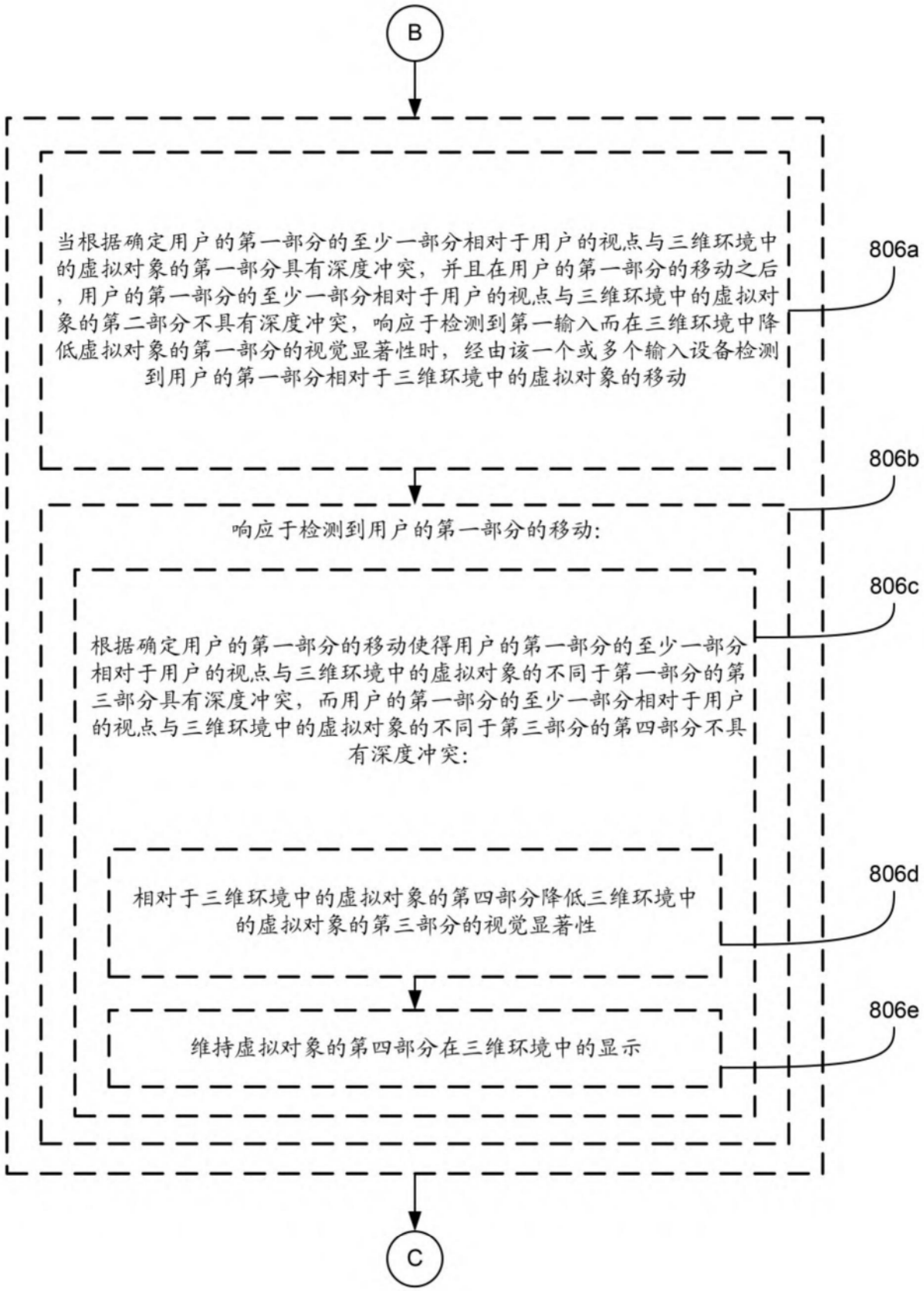

B
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的移动
806a
806b
响应于检测到用户的第一部分的移动：
806c
根据确定用户的第一部分的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突，而用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第三部分的第四部分不具有深度冲突：
806d
相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性
806e
维持虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示
C

图8C

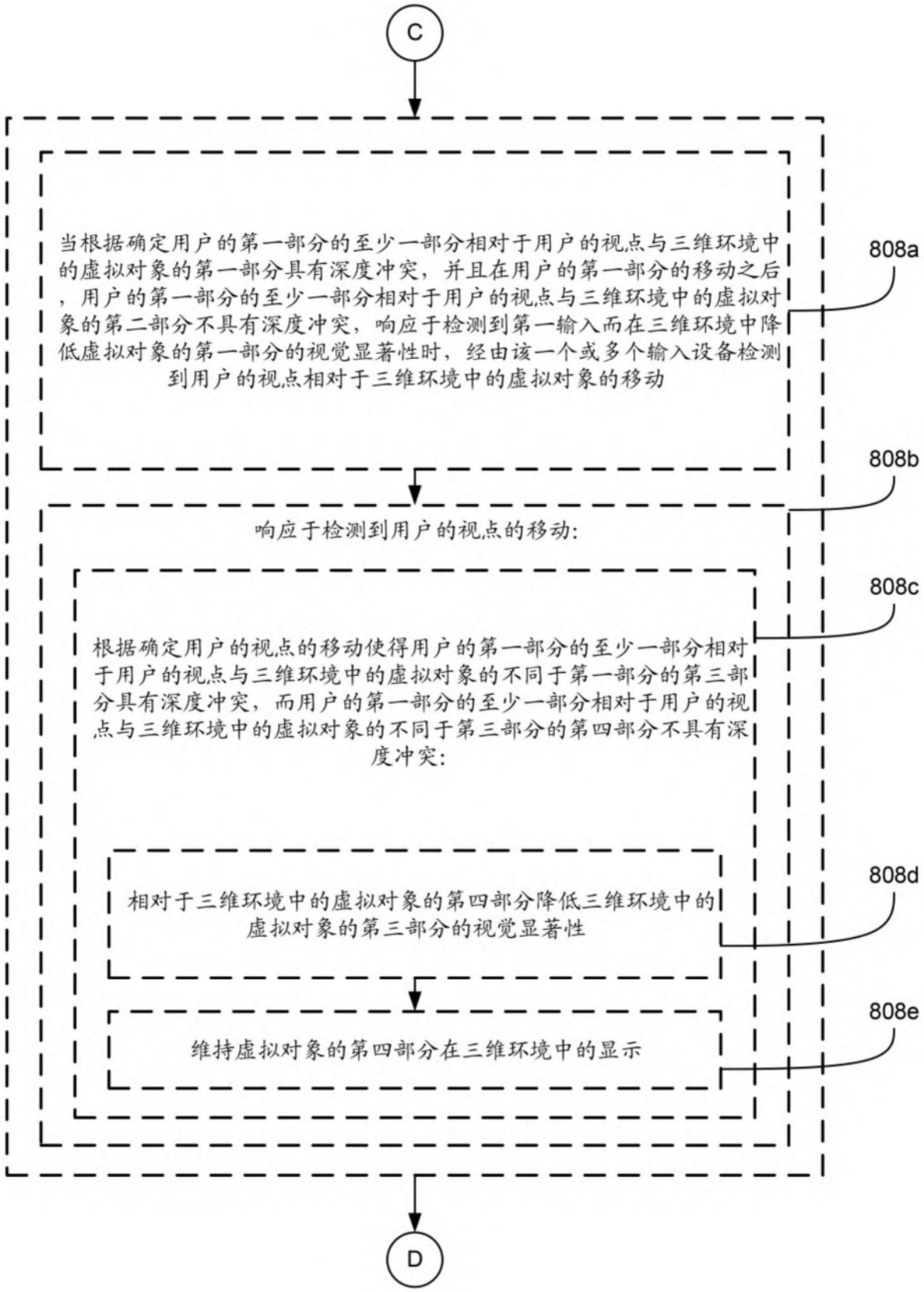

C
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到用户的视点相对于三维环境中的虚拟对象的移动
808a
808b
响应于检测到用户的视点的移动：
808c
根据确定用户的视点的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突，而用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的不同于第三部分的第四部分不具有深度冲突：
808d
相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分降低三维环境中的虚拟对象的第三部分的视觉显著性
808e
维持虚拟对象的第四部分在三维环境中的显示
D

图8D

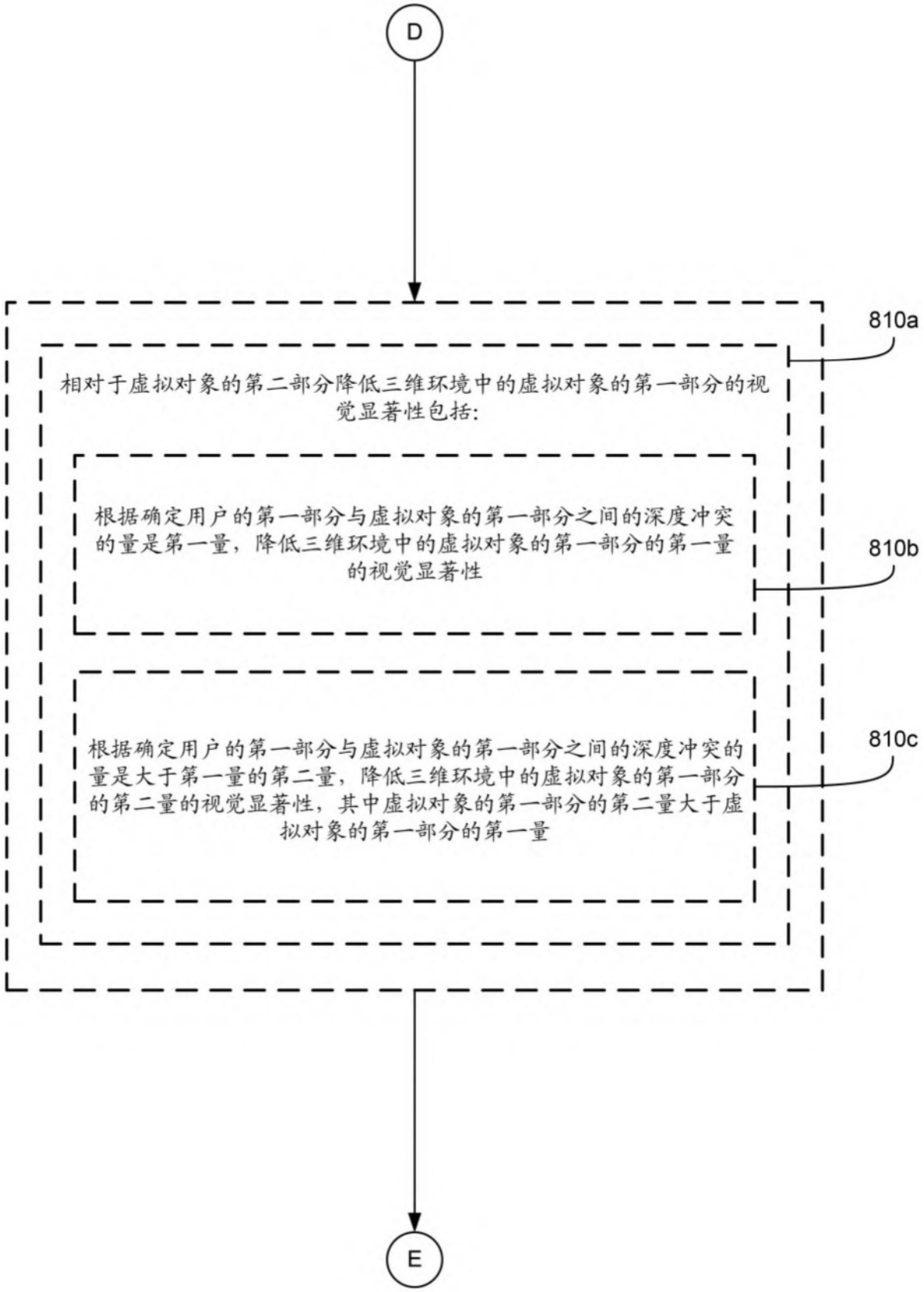

D
810a
相对于虚拟对象的第二部分降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括:
根据确定用户的第一部分与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的量是第一量，降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的第一量的视觉显著性
810b
根据确定用户的第一部分与虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的量是大于第一量的第二量，降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的第二量的视觉显著性，其中虚拟对象的第一部分的第二量大于虚拟对象的第一部分的第一量
810c
E

图8E

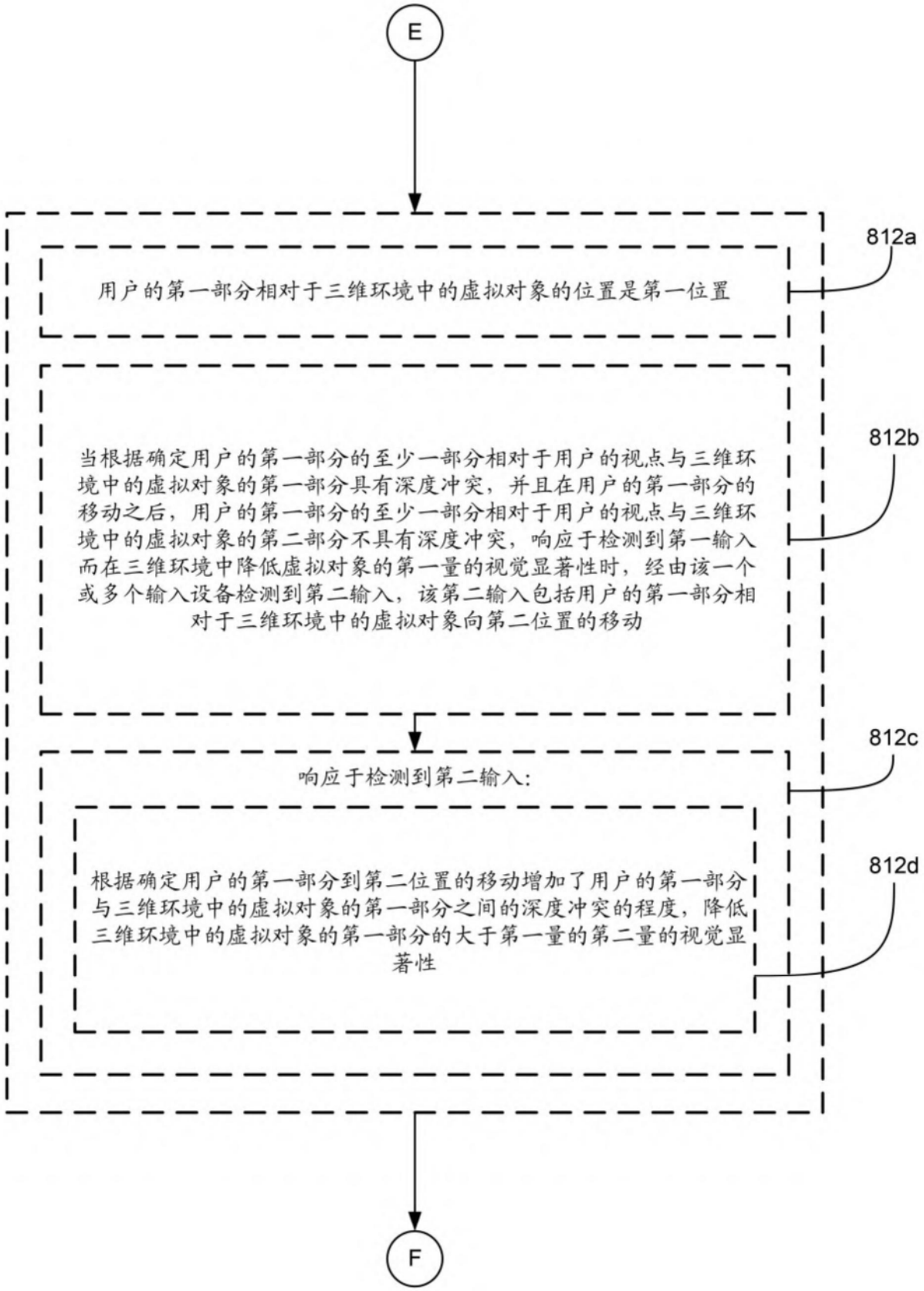

E
812a
用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的位置是第一位置
812b
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一量的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到第二输入，该第二输入包括用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象向第二位置的移动
812c
响应于检测到第二输入：
812d
根据确定用户的第一部分到第二位置的移动增加了用户的第一部分与三维环境中的虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的程度，降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的大于第一量的第二量的视觉显著性
F

图8F

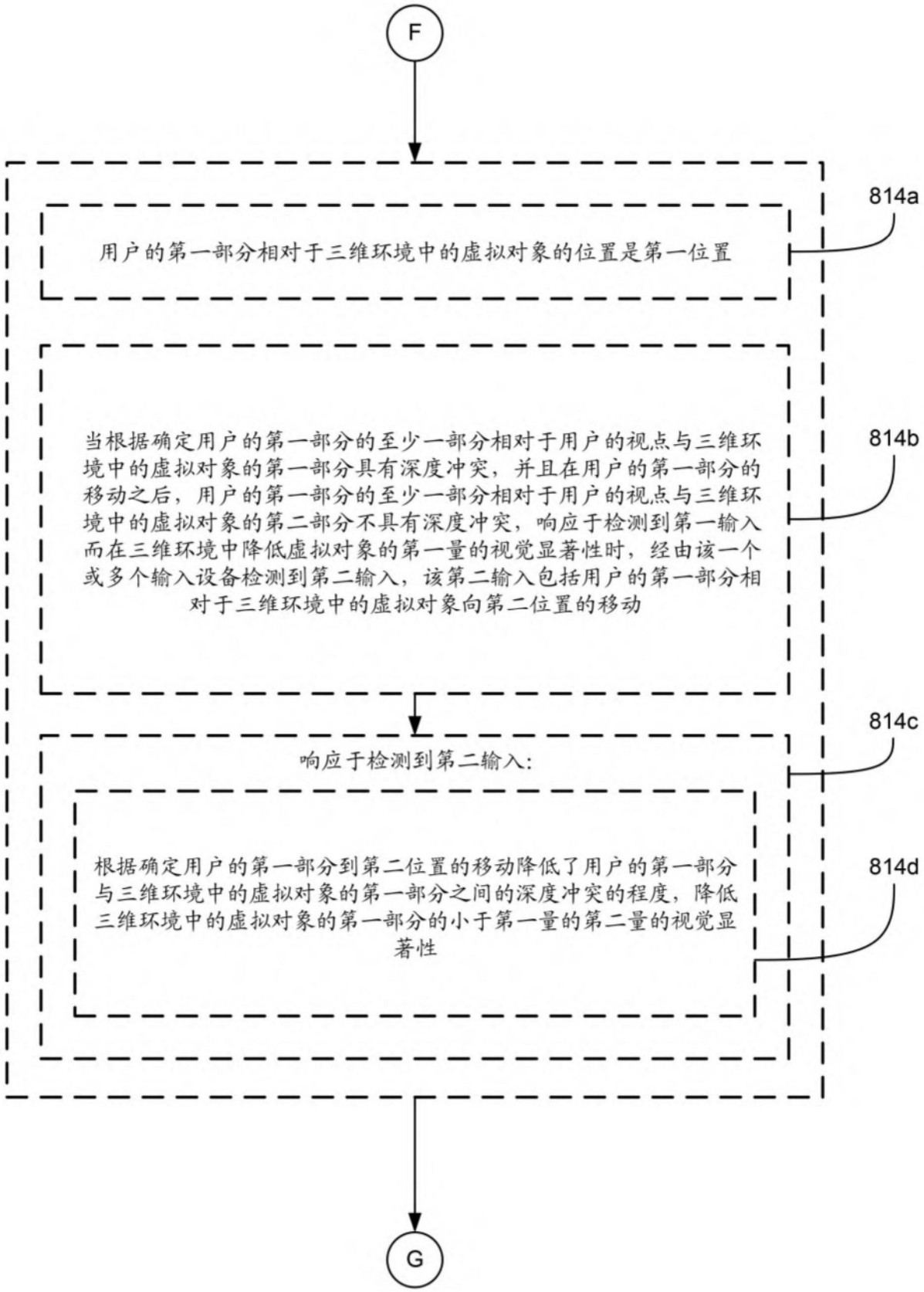

F
814a
用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的位置是第一位置
814b
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而在三维环境中降低虚拟对象的第一量的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到第二输入，该第二输入包括用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象向第二位置的移动
814c
响应于检测到第二输入：
814d
根据确定用户的第一部分到第二位置的移动降低了用户的第一部分与三维环境中的虚拟对象的第一部分之间的深度冲突的程度，降低三维环境中的虚拟对象的第一部分的小于第一量的第二量的视觉显著性
G

图8G

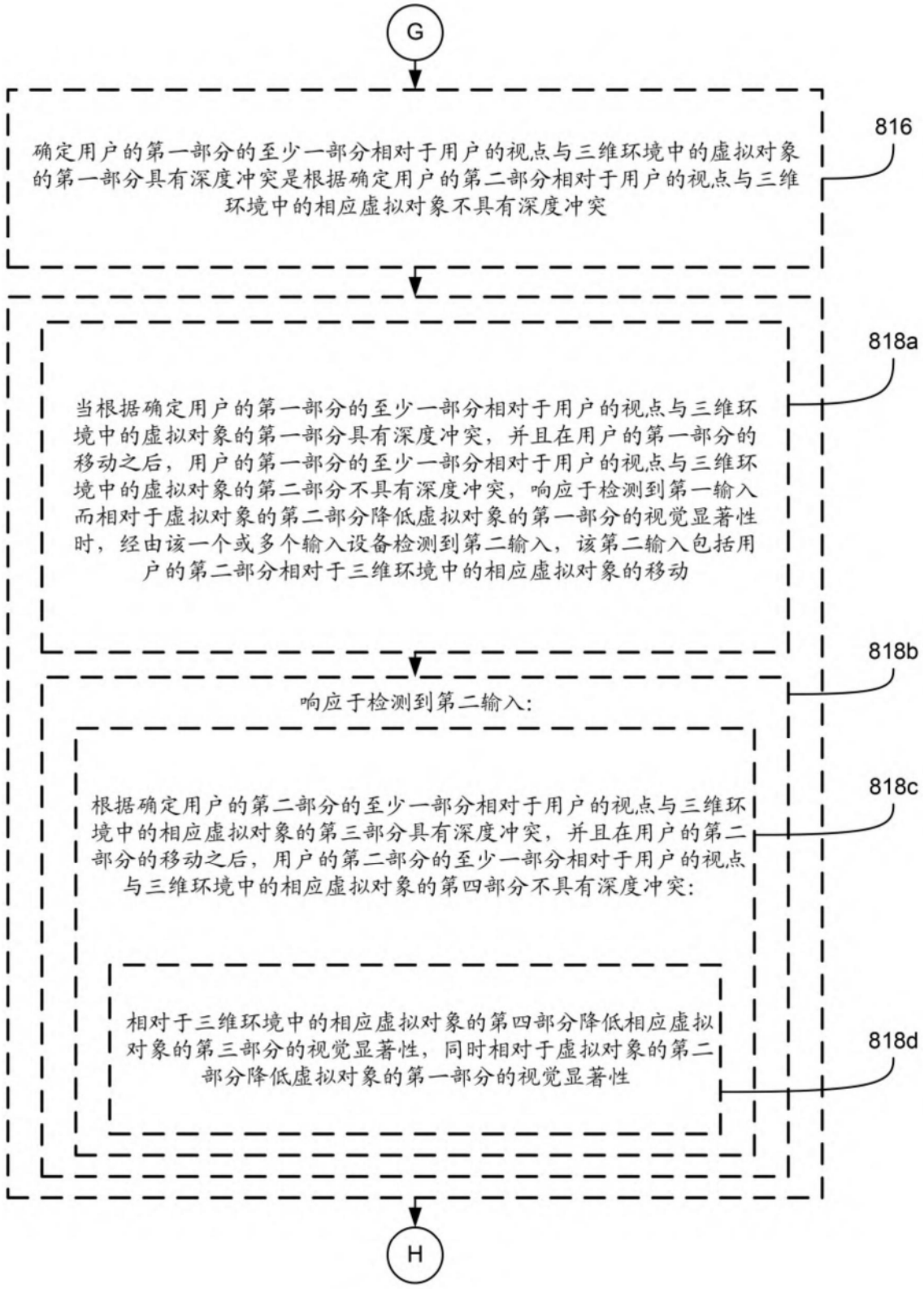

G
816
确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突是根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与三维环境中的相应虚拟对象不具有深度冲突
818a
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到第二输入，该第二输入包括用户的第二部分相对于三维环境中的相应虚拟对象的移动
818b
响应于检测到第二输入：
818c
根据确定用户的第二部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的相应虚拟对象的第三部分具有深度冲突，并且在用户的第二部分的移动之后，用户的第二部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的相应虚拟对象的第四部分不具有深度冲突：
818d
相对于三维环境中的相应虚拟对象的第四部分降低相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性，同时相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性
H

图8H

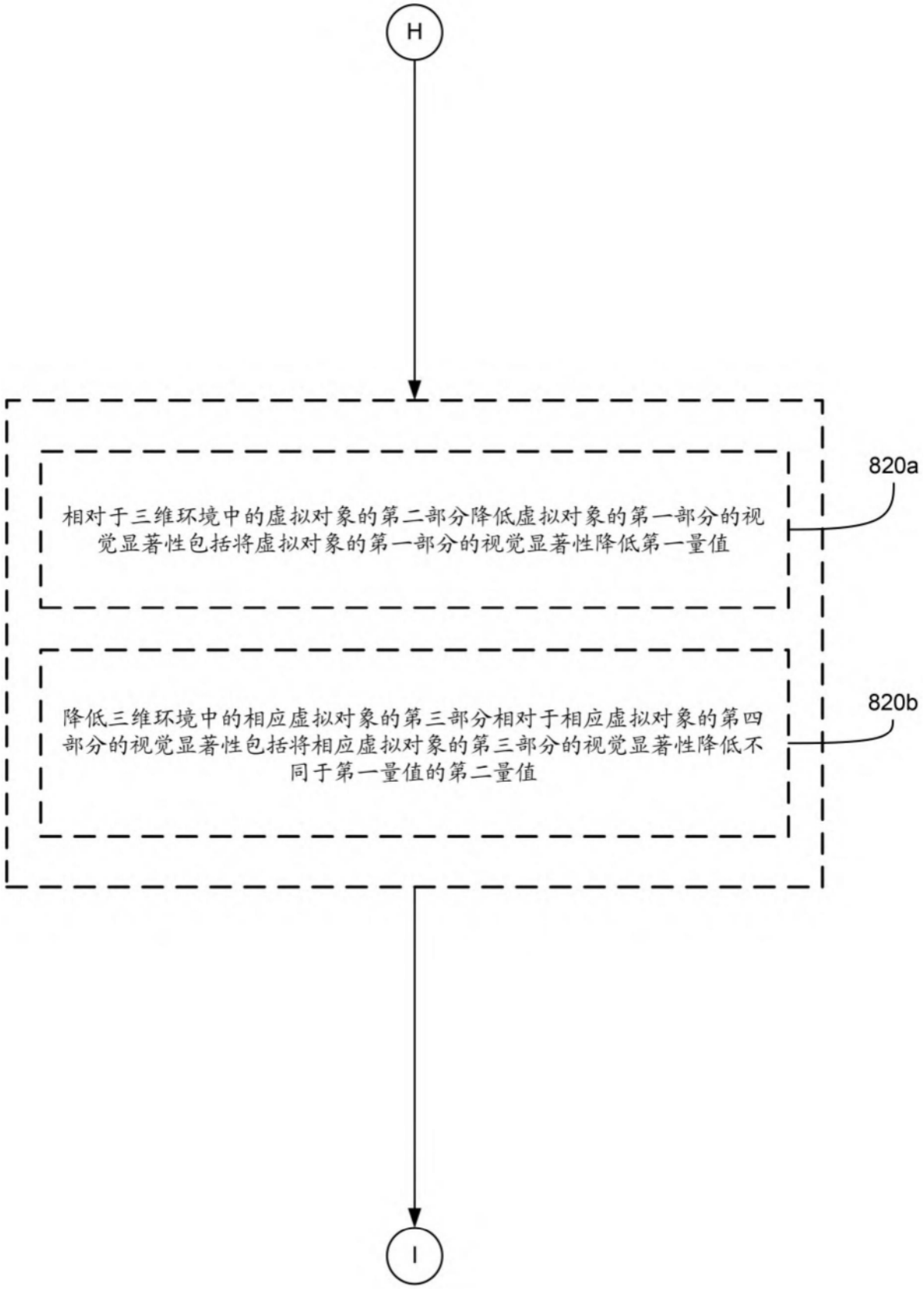

H
820a
相对于三维环境中的虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括将虚拟对象的第一部分的视觉显著性降低第一量值
820b
降低三维环境中的相应虚拟对象的第三部分相对于相应虚拟对象的第四部分的视觉显著性包括将相应虚拟对象的第三部分的视觉显著性降低不同于第一量值的第二量值
I

图8I

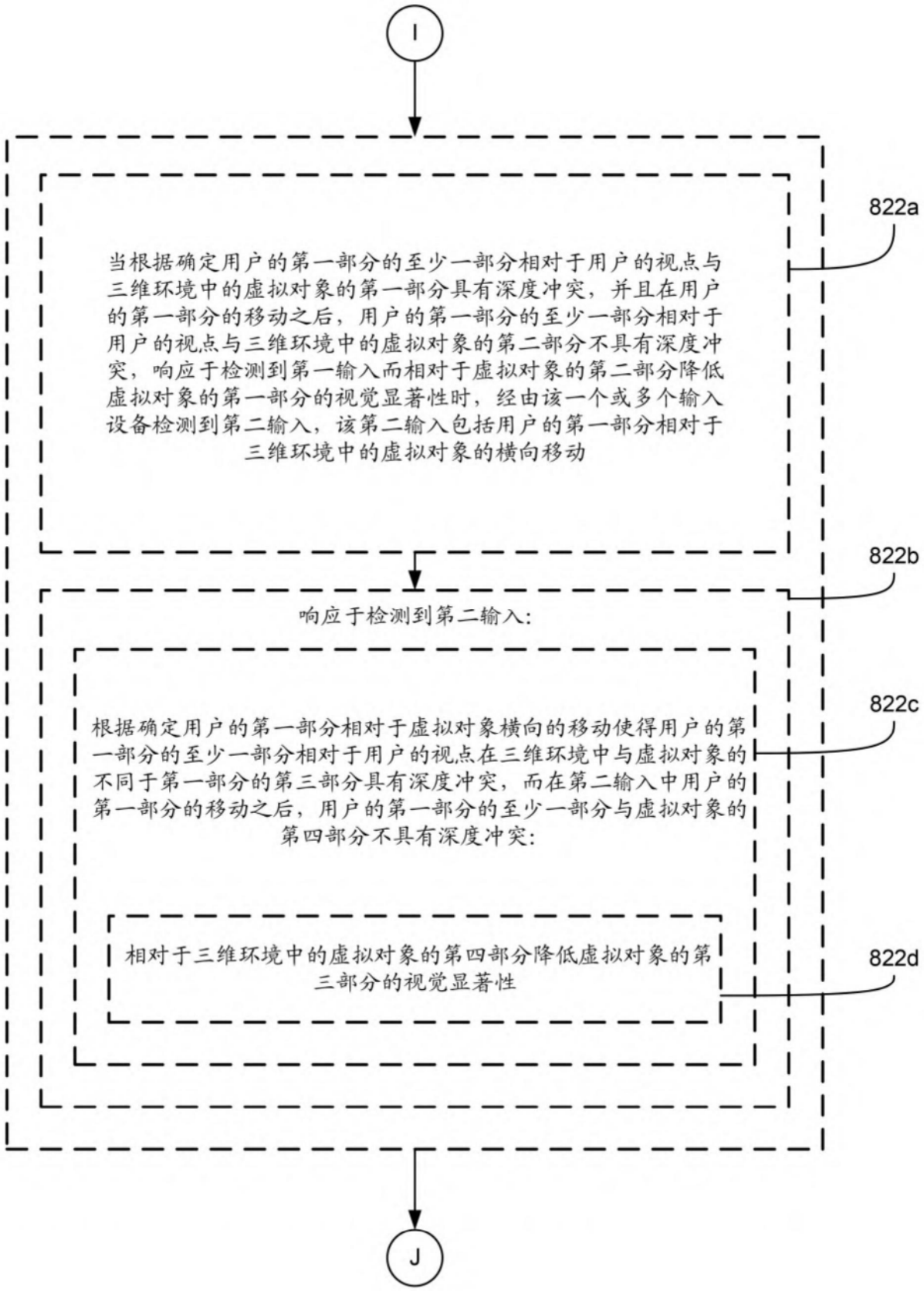

I
822a
当根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性时，经由该一个或多个输入设备检测到第二输入，该第二输入包括用户的第一部分相对于三维环境中的虚拟对象的横向移动
822b
响应于检测到第二输入：
822c
根据确定用户的第一部分相对于虚拟对象横向的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点在三维环境中与虚拟对象的不同于第一部分的第三部分具有深度冲突，而在第二输入中用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分与虚拟对象的第四部分不具有深度冲突：
822d
相对于三维环境中的虚拟对象的第四部分降低虚拟对象的第三部分的视觉显著性
J

图8J

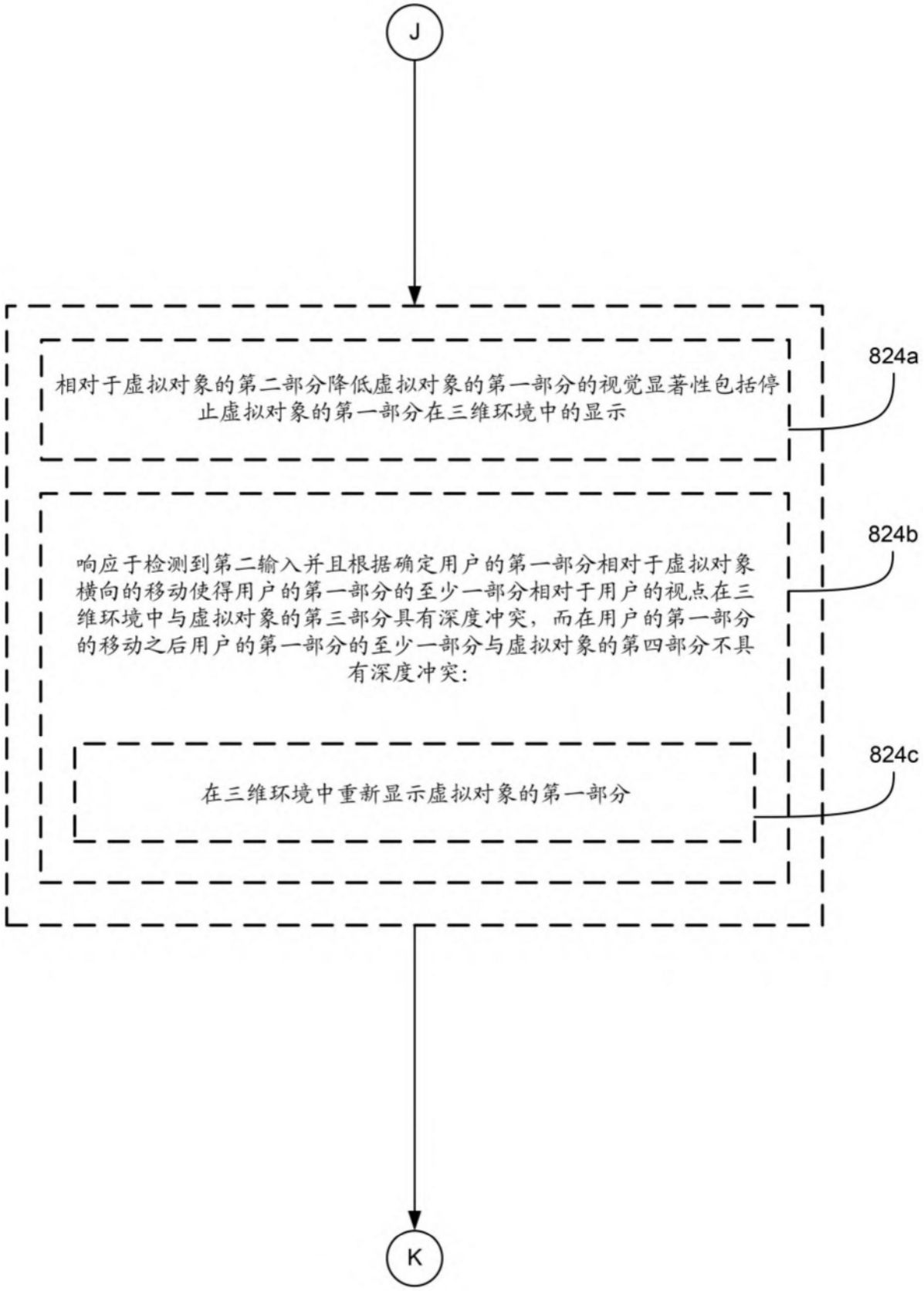

J
相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括停止虚拟对象的第一部分在三维环境中的显示
824a
响应于检测到第二输入并且根据确定用户的第一部分相对于虚拟对象横向的移动使得用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点在三维环境中与虚拟对象的第三部分具有深度冲突，而在用户的第一部分的移动之后用户的第一部分的至少一部分与虚拟对象的第四部分不具有深度冲突：
824b
在三维环境中重新显示虚拟对象的第一部分
824c
K

图8K

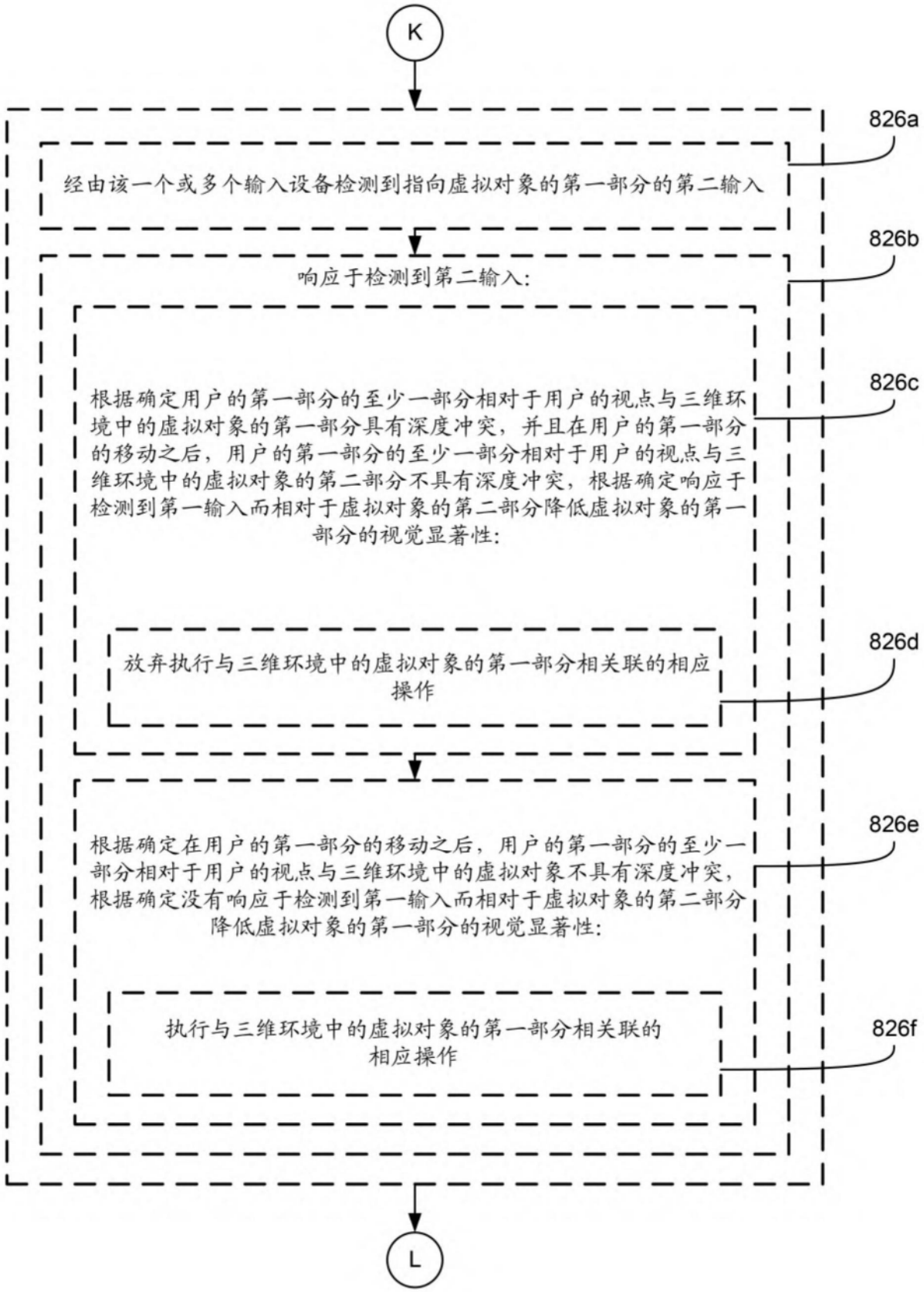

K
826a
经由该一个或多个输入设备检测到指向虚拟对象的第一部分的第二输入
826b
响应于检测到第二输入:
826c
根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突，并且在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第二部分不具有深度冲突，根据确定响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性:
826d
放弃执行与三维环境中的虚拟对象的第一部分相关联的相应操作
826e
根据确定在用户的第一部分的移动之后，用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象不具有深度冲突，根据确定没有响应于检测到第一输入而相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性:
826f
执行与三维环境中的虚拟对象的第一部分相关联的相应操作
L

图8L

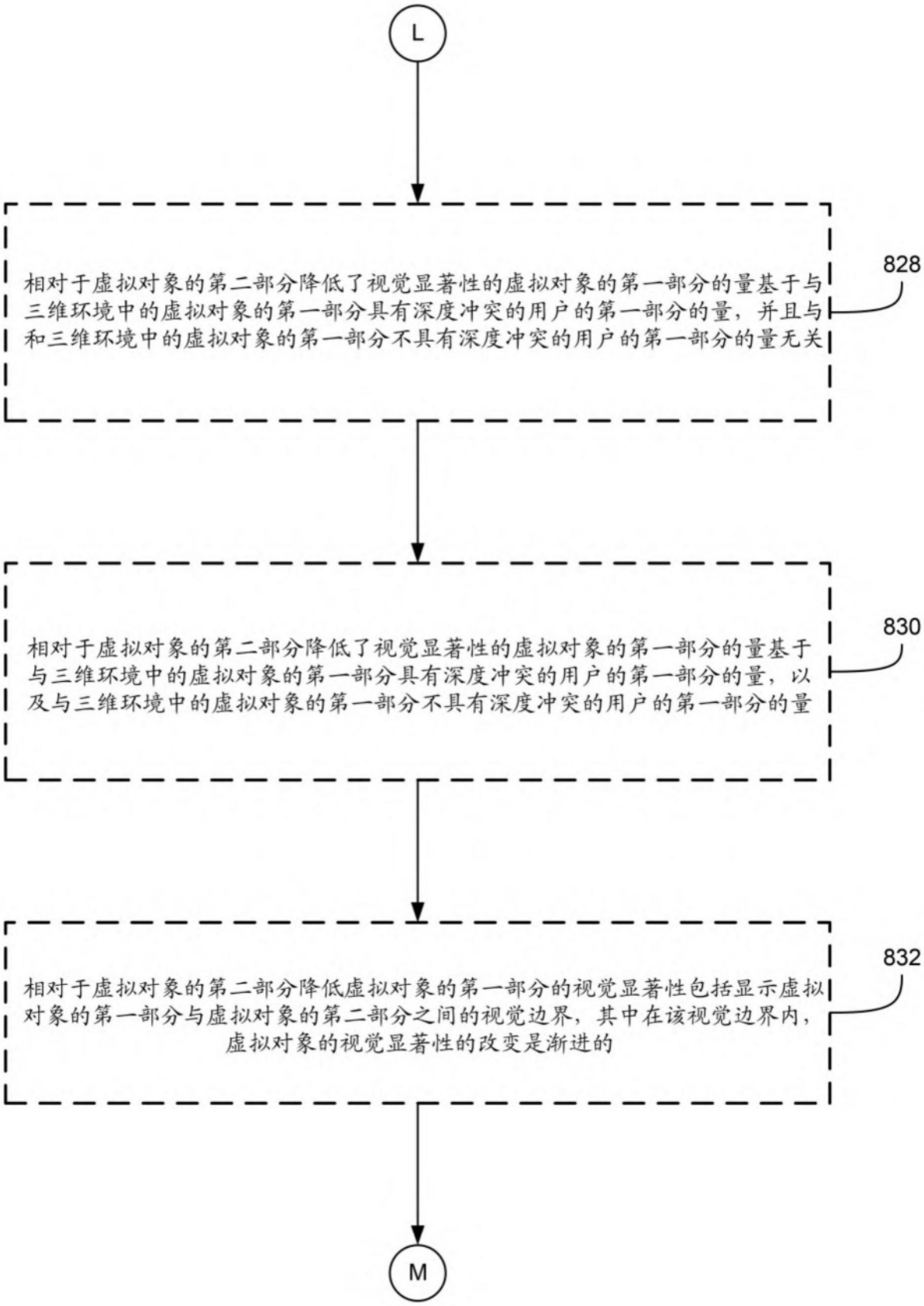

L
相对于虚拟对象的第二部分降低了视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量基于与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突的用户的第一部分的量，并且与和三维环境中的虚拟对象的第一部分不具有深度冲突的用户的第一部分的量无关
828
相对于虚拟对象的第二部分降低了视觉显著性的虚拟对象的第一部分的量基于与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突的用户的第一部分的量，以及与三维环境中的虚拟对象的第一部分不具有深度冲突的用户的第一部分的量
830
相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性包括显示虚拟对象的第一部分与虚拟对象的第二部分之间的视觉边界，其中在该视觉边界内，虚拟对象的视觉显著性的改变是渐进的
832
M

图8M

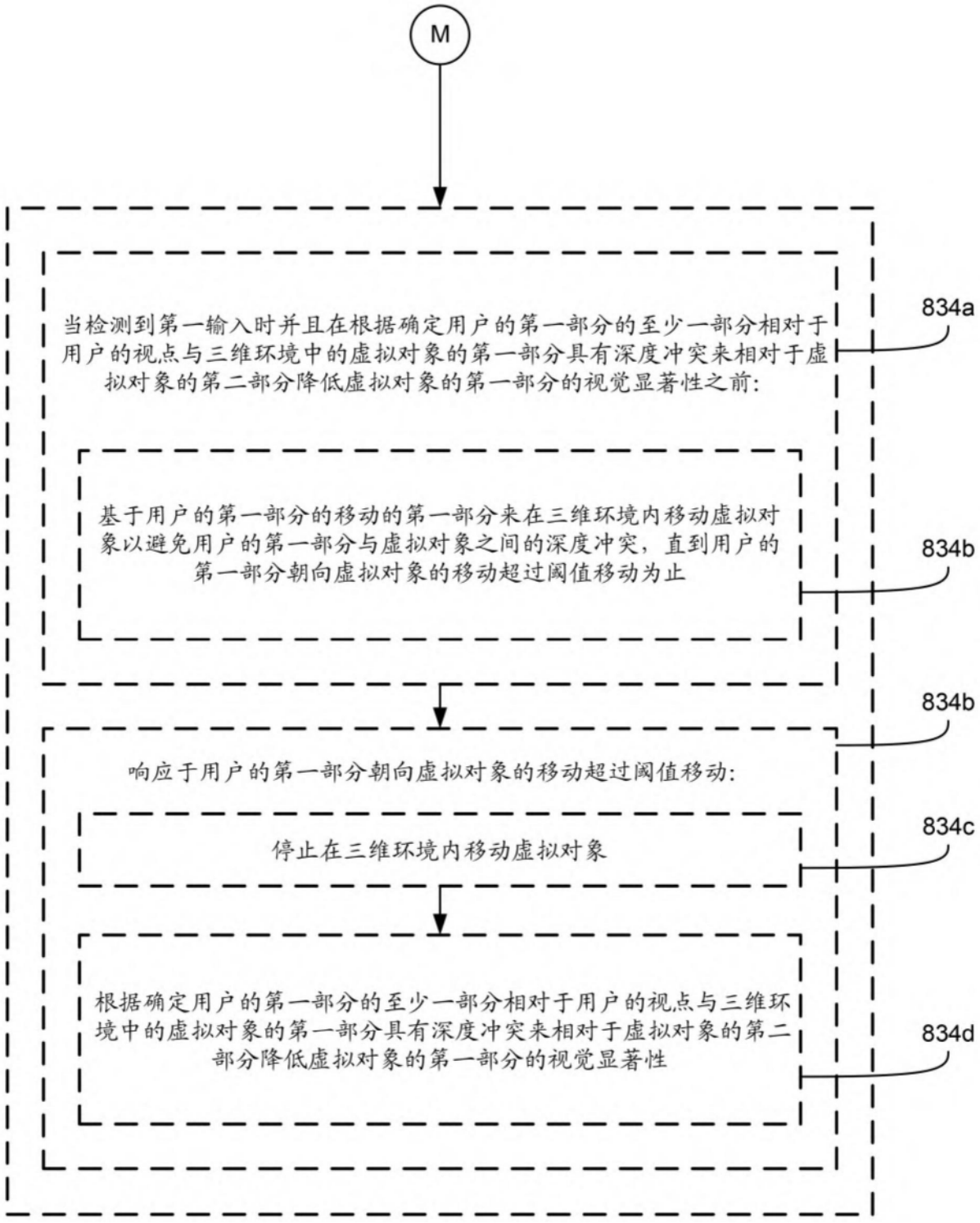

M
当检测到第一输入时并且在根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突来相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性之前:
834a
基于用户的第一部分的移动的第一部分来在三维环境内移动虚拟对象以避免用户的第一部分与虚拟对象之间的深度冲突，直到用户的第一部分朝向虚拟对象的移动超过阈值移动为止
834b
834b
响应于用户的第一部分朝向虚拟对象的移动超过阈值移动:
停止在三维环境内移动虚拟对象
834c
根据确定用户的第一部分的至少一部分相对于用户的视点与三维环境中的虚拟对象的第一部分具有深度冲突来相对于虚拟对象的第二部分降低虚拟对象的第一部分的视觉显著性
834d

图8N

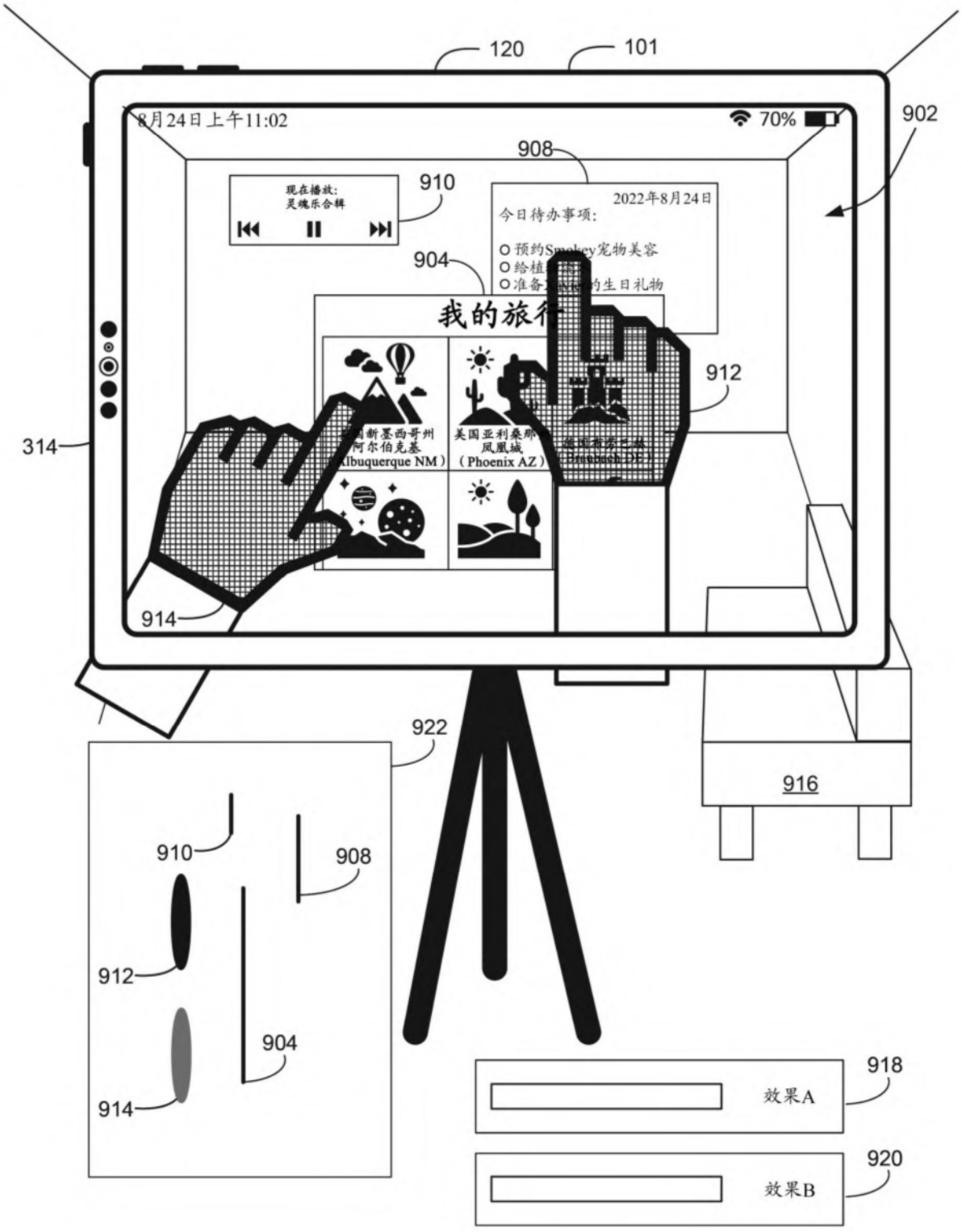

120
101
902
8月24日 上午11:02
70%
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
904
我的旅行
912
美国亚利桑那州
凤凰城
(Phoenix AZ)
314
914
922
916
910
908
912
904
914
效果A
918
效果B
920

图9A

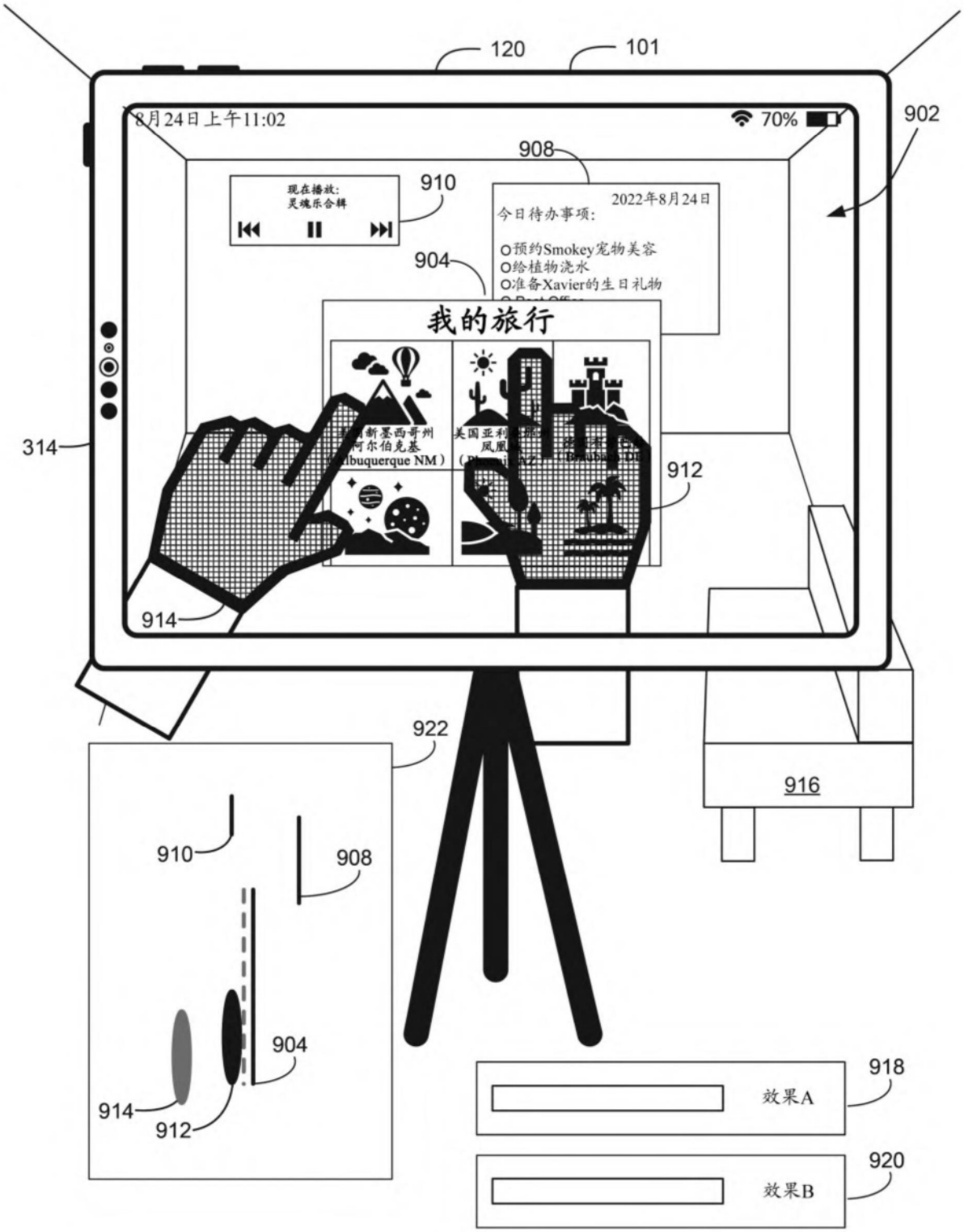

120
101
902
8月24日 上午11:02
70%
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
我的旅行
314
912
914
922
916
910
908
904
914
912
效果A
918
效果B
920

图9B

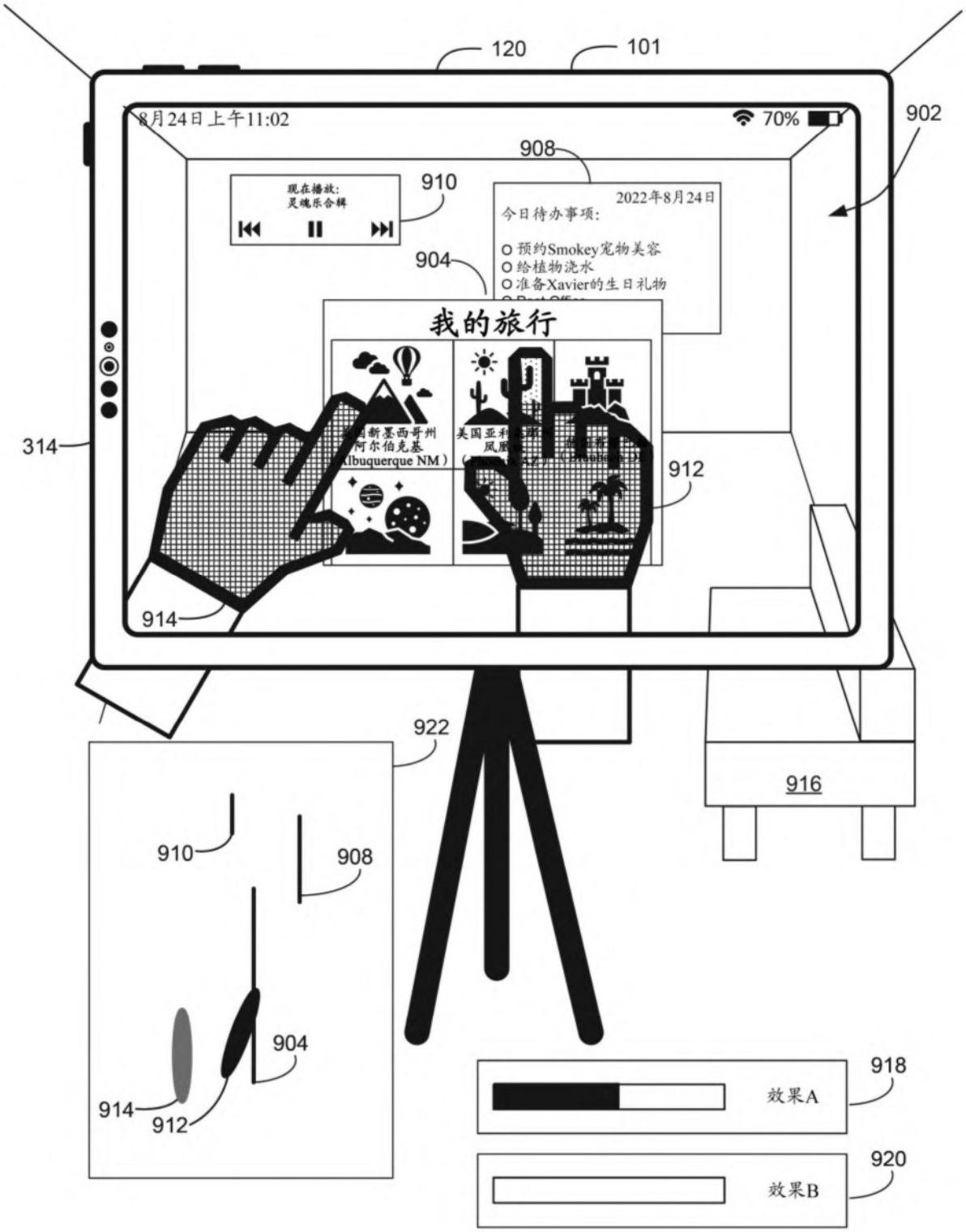

120
101
902
8月24日 上午11:02
70%
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
我的旅行
314
912
914
922
916
910
908
904
914
912
效果A
918
效果B
920

图9C

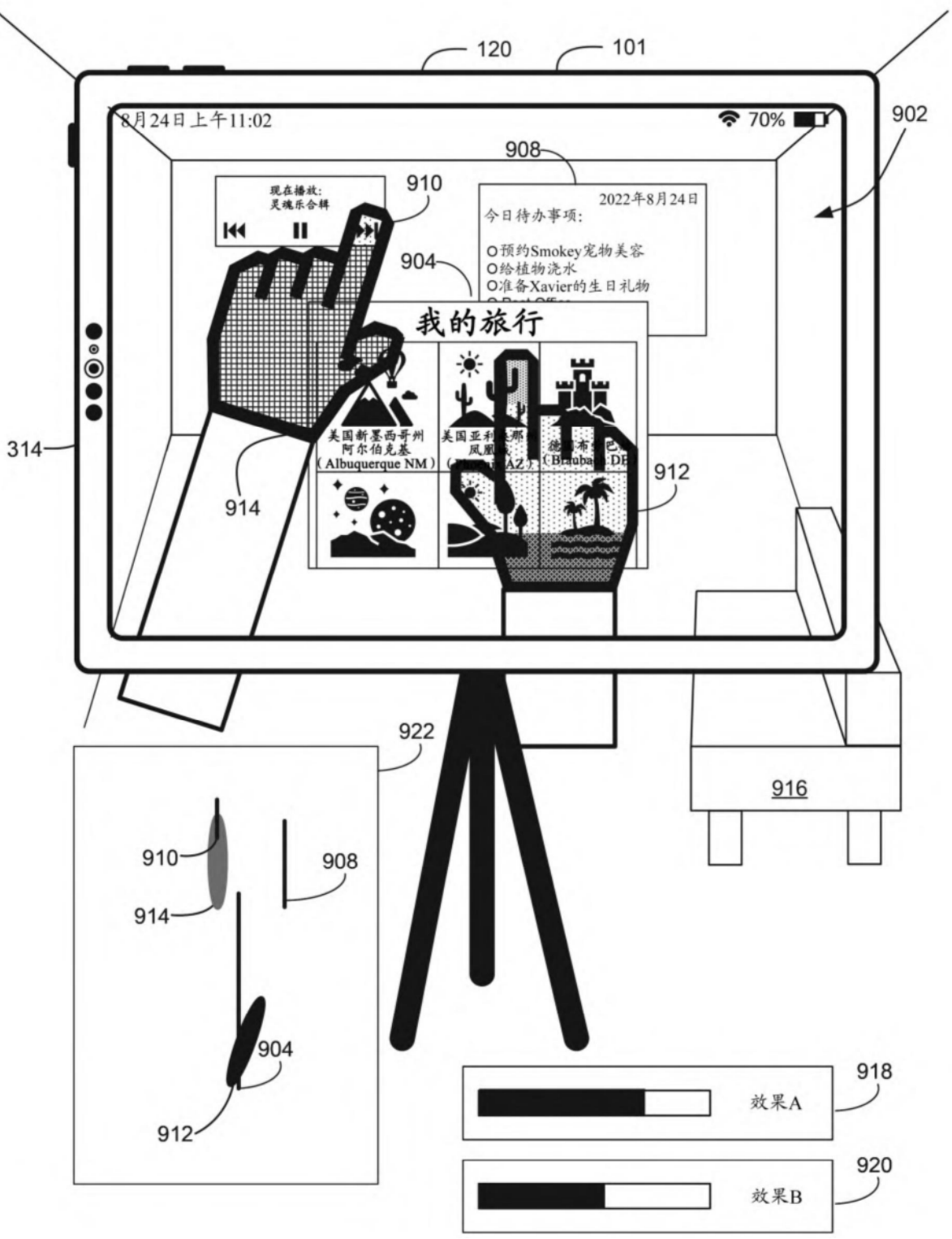

120
101
902
8月24日 上午11:02
70%
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
我的旅行
美国新墨西哥州
阿尔伯克基
(Albuquerque NM)
314
914
912
922
916
910
908
914
904
912
效果A
918
效果B
920

图9D

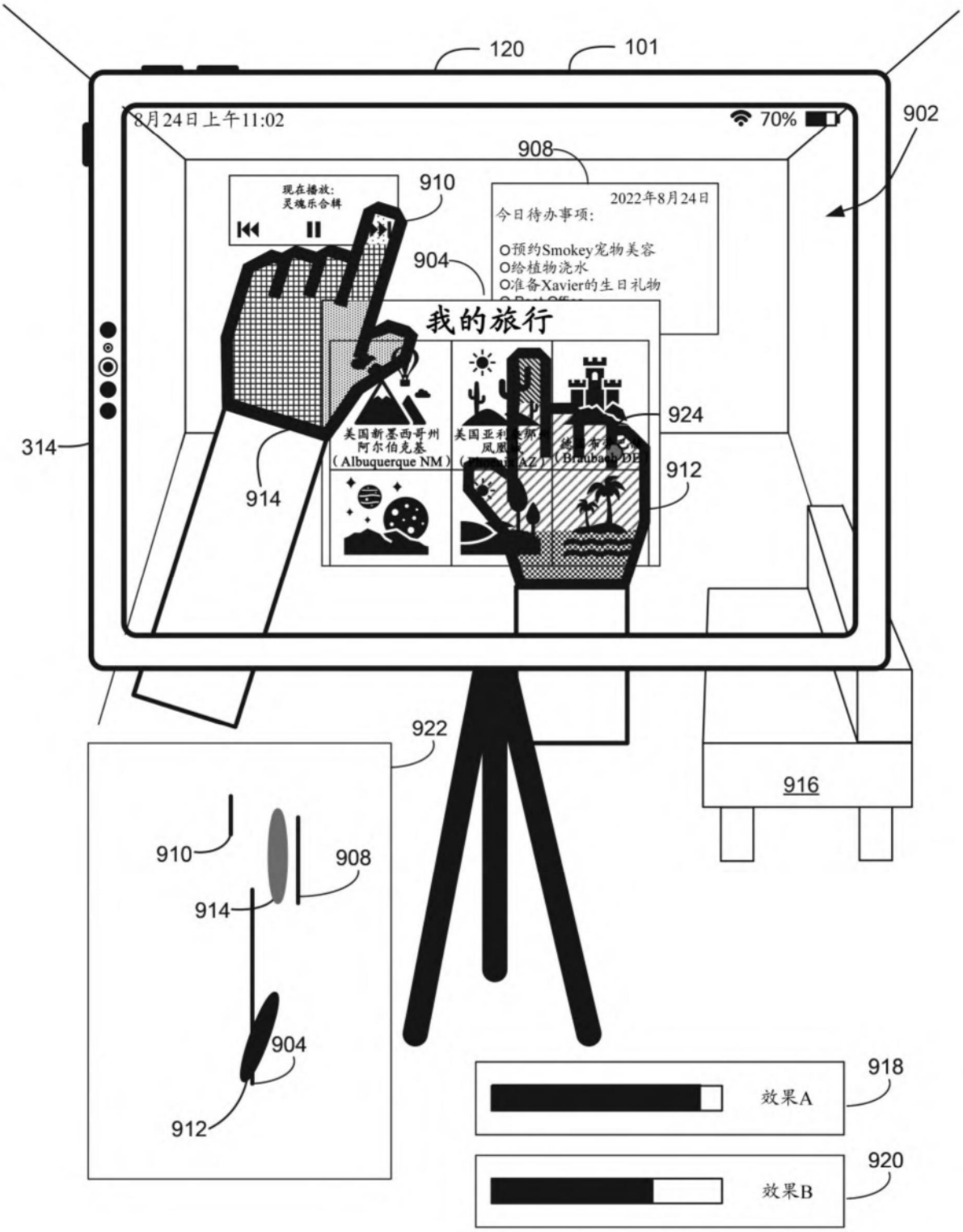

120
101
902
8月24日上午11:02
70%
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
O预约Smokey宠物美容
O给植物浇水
O准备Xavier的生日礼物
904
我的旅行
美国新墨西哥州
阿尔伯克基
(Albuquerque NM)
924
912
914
314
922
916
910
908
914
904
912
效果A
918
效果B
920

图9E

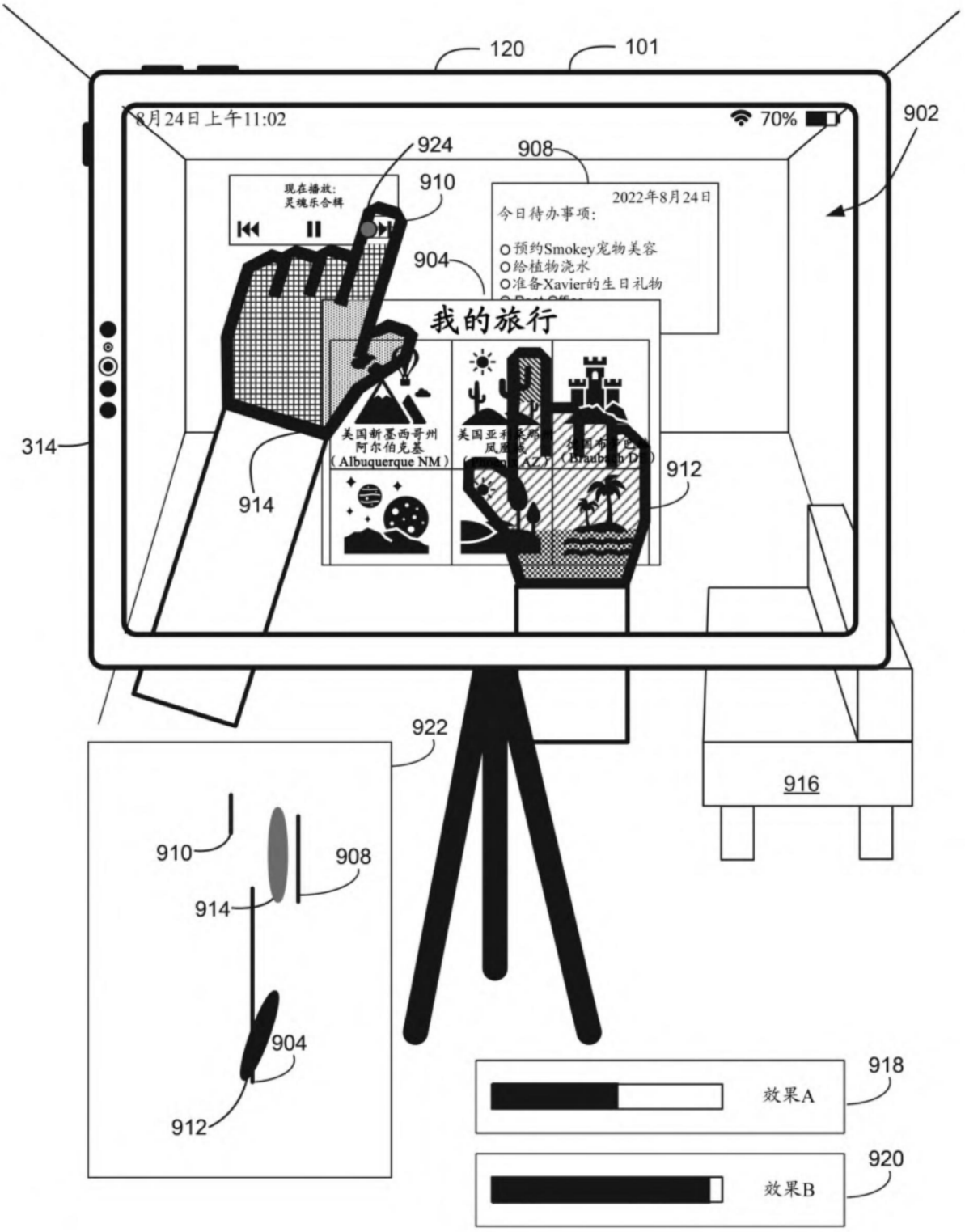

120
101
902
8月24日 上午11:02
70%
924
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
我的旅行
美国新墨西哥州
阿尔伯克基
(Albuquerque NM)
314
914
912
922
916
910
908
914
904
912
效果A
918
效果B
920

图9F

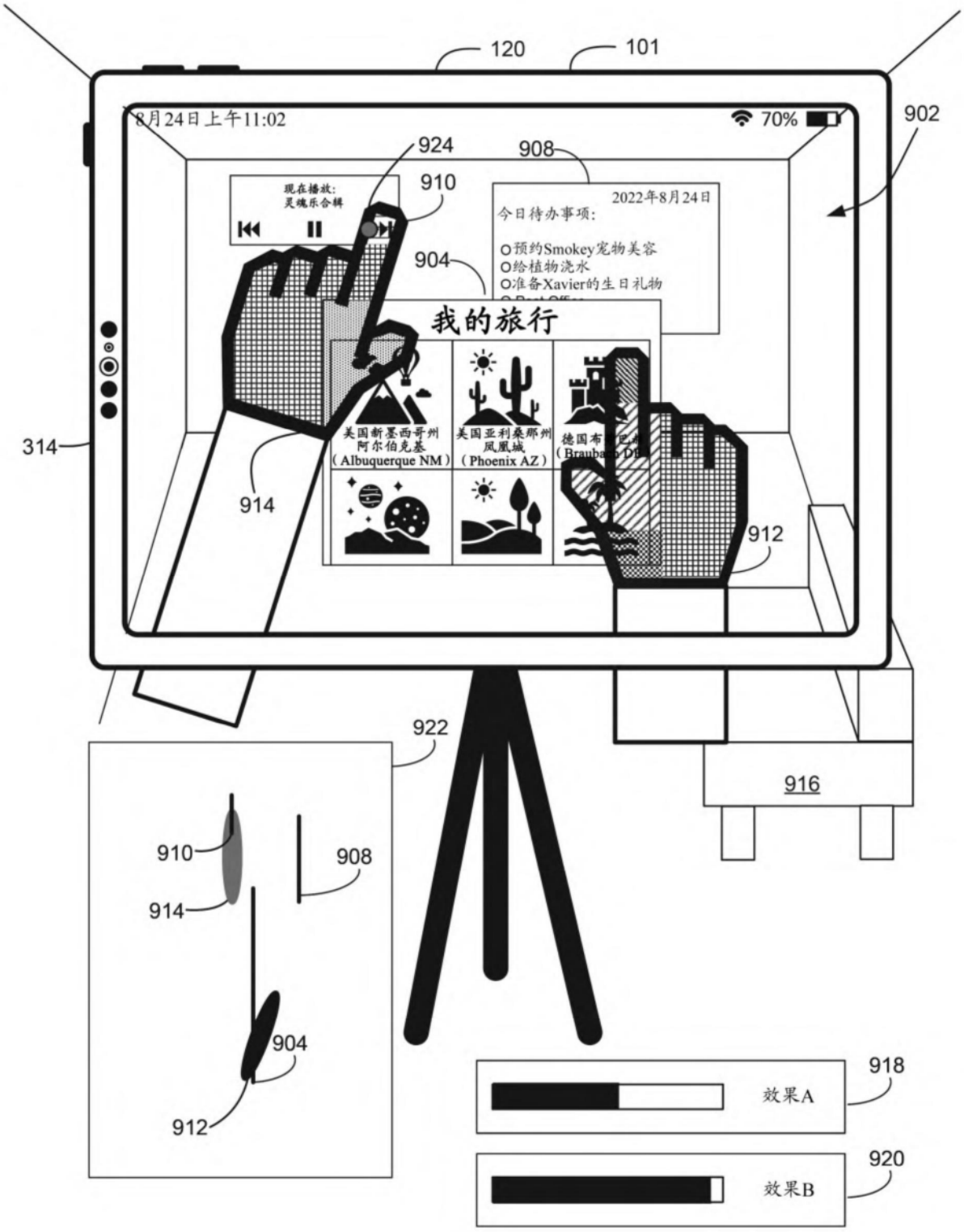

120
101
902
8月24日上午11:02
70%
924
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
我的旅行
美国新墨西哥州
阿尔伯克基
(Albuquerque NM)
美国亚利桑那州
凤凰城
(Phoenix AZ)
314
914
912
922
916
910
908
914
904
912
效果A
918
效果B
920

图9G

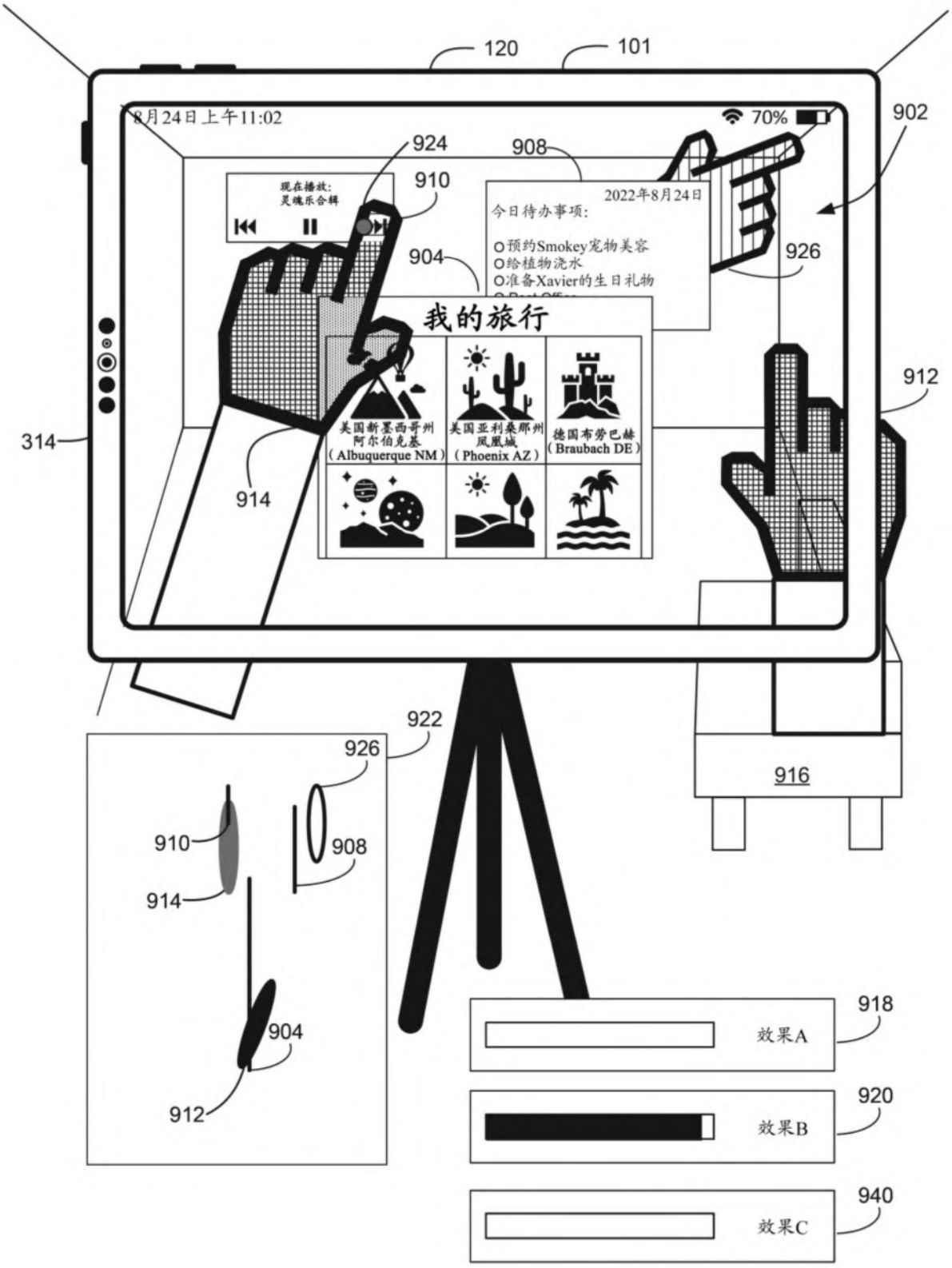

120
101
902
8月24日 上午11:02
70%
924
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
926
我的旅行
912
314
美国新墨西哥州
阿尔伯克基
(Albuquerque NM)
美国亚利桑那州
凤凰城
(Phoenix AZ)
德国布劳巴赫
(Braubach DE)
914
922
926
916
910
908
914
904
912
效果A
918
效果B
920
效果C
940

图9H

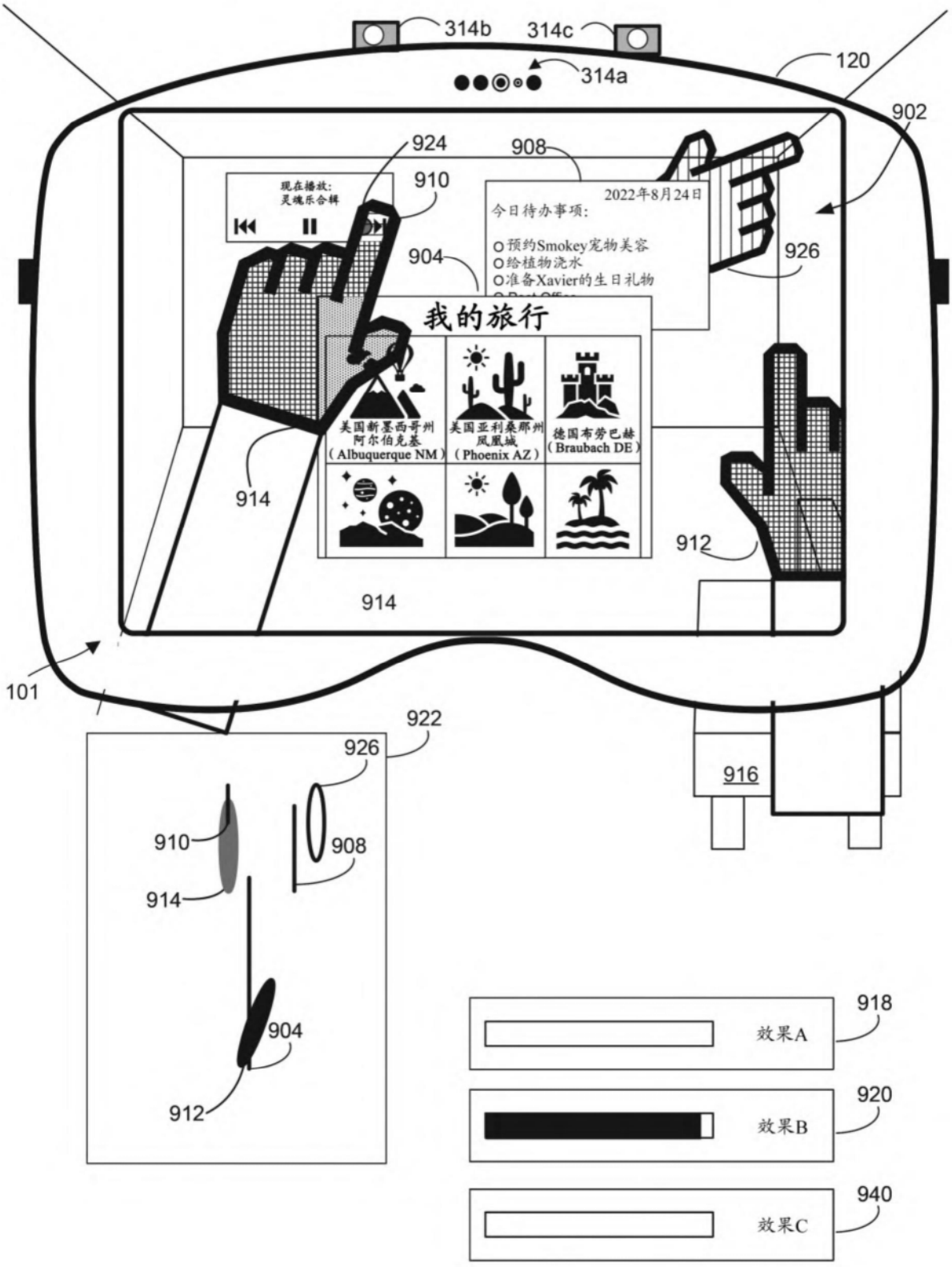

314b
314c
314a
120
902
924
908
910
现在播放:
灵魂乐合辑
2022年8月24日
今日待办事项:
预约Smokey宠物美容
给植物浇水
准备Xavier的生日礼物
904
926
我的旅行
美国新墨西哥州
阿尔伯克基
(Albuquerque NM)
美国亚利桑那州
凤凰城
(Phoenix AZ)
德国布劳巴赫
(Braubach DE)
914
912
914
101
922
926
916
910
908
914
904
912
效果A
918
效果B
920
效果C
940

图9H-1

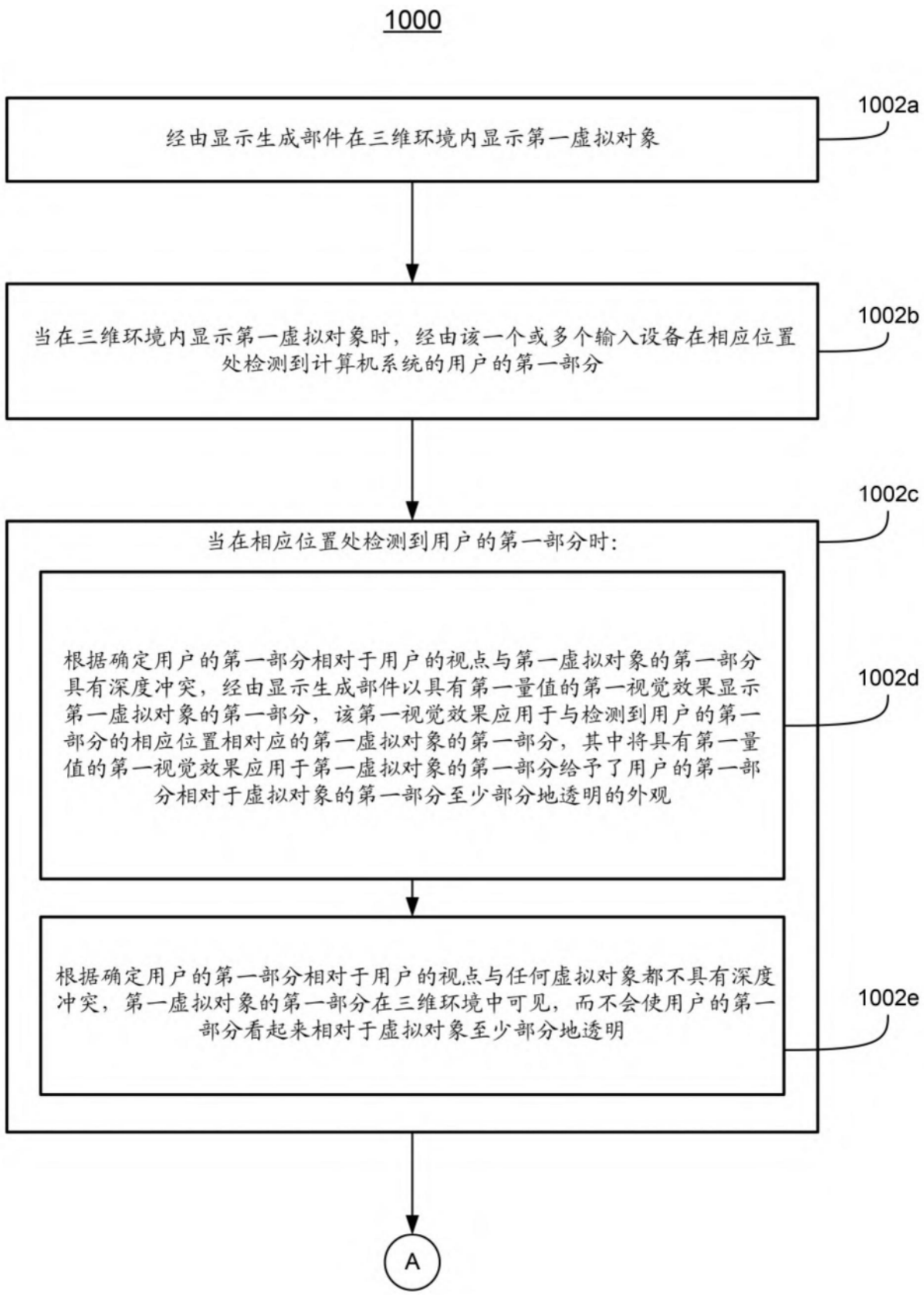

1000
经由显示生成部件在三维环境内显示第一虚拟对象
1002a
当在三维环境内显示第一虚拟对象时，经由该一个或多个输入设备在相应位置处检测到计算机系统的用户的第一部分
1002b
当在相应位置处检测到用户的第一部分时：
1002c
根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突，经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，其中将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分给予了用户的第一部分相对于虚拟对象的第一部分至少部分地透明的外观
1002d
根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突，第一虚拟对象的第一部分在三维环境中可见，而不会使用户的第一部分看起来相对于虚拟对象至少部分地透明
1002e
A

图10A

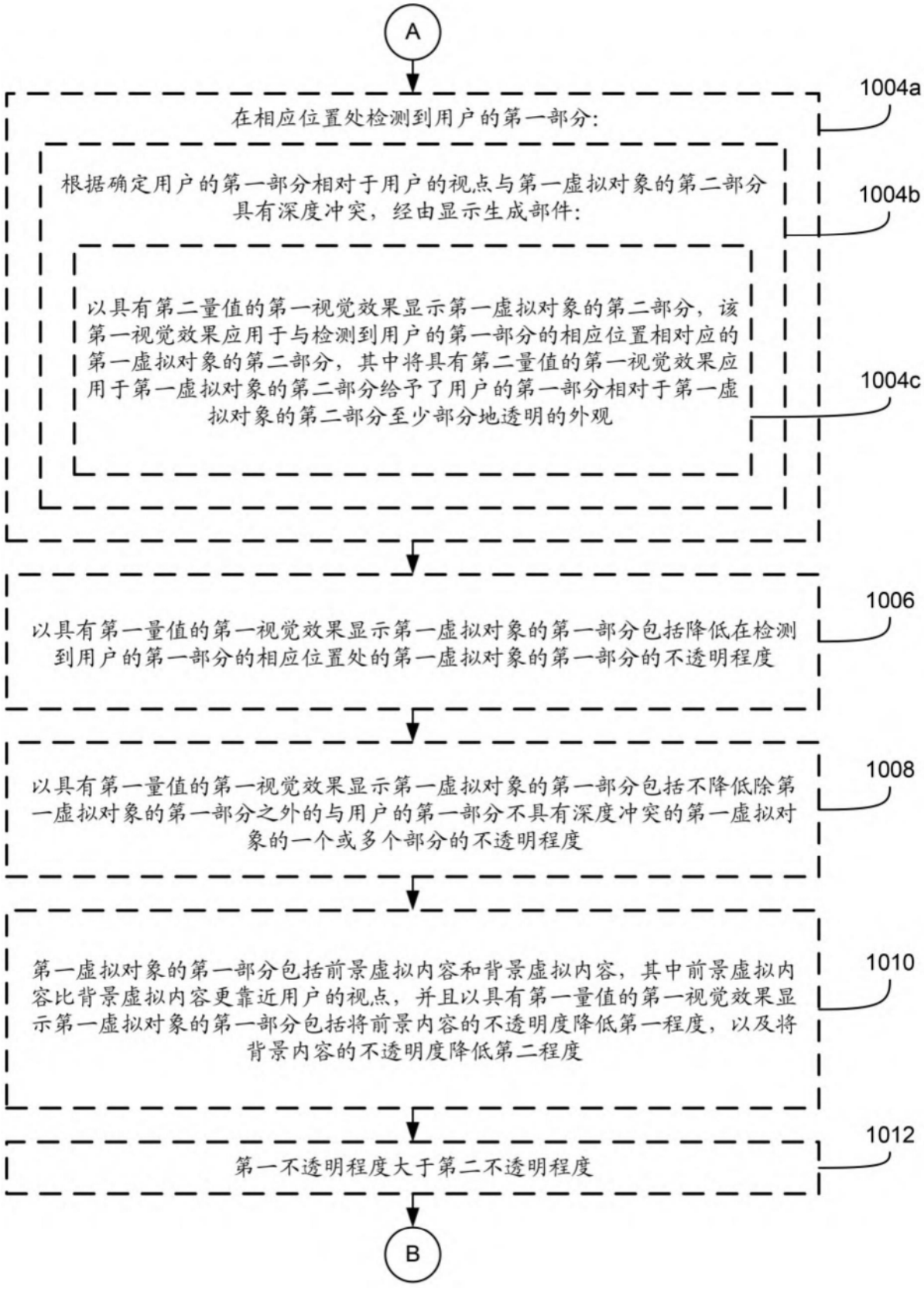

A
1004a
在相应位置处检测到用户的第一部分:
1004b
根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第二部分具有深度冲突，经由显示生成部件:
1004c
以具有第二量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第二部分，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第二部分，其中将具有第二量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第二部分给予了用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第二部分至少部分地透明的外观
1006
以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括降低在检测到用户的第一部分的相应位置处的第一虚拟对象的第一部分的不透明程度
1008
以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括不降低除第一虚拟对象的第一部分之外的与用户的第一部分不具有深度冲突的第一虚拟对象的一个或多个部分的不透明程度
1010
第一虚拟对象的第一部分包括前景虚拟内容和背景虚拟内容，其中前景虚拟内容比背景虚拟内容更靠近用户的视点，并且以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括将前景内容的不透明度降低第一程度，以及将背景内容的不透明度降低第二程度
1012
第一不透明程度大于第二不透明程度
B

图10B

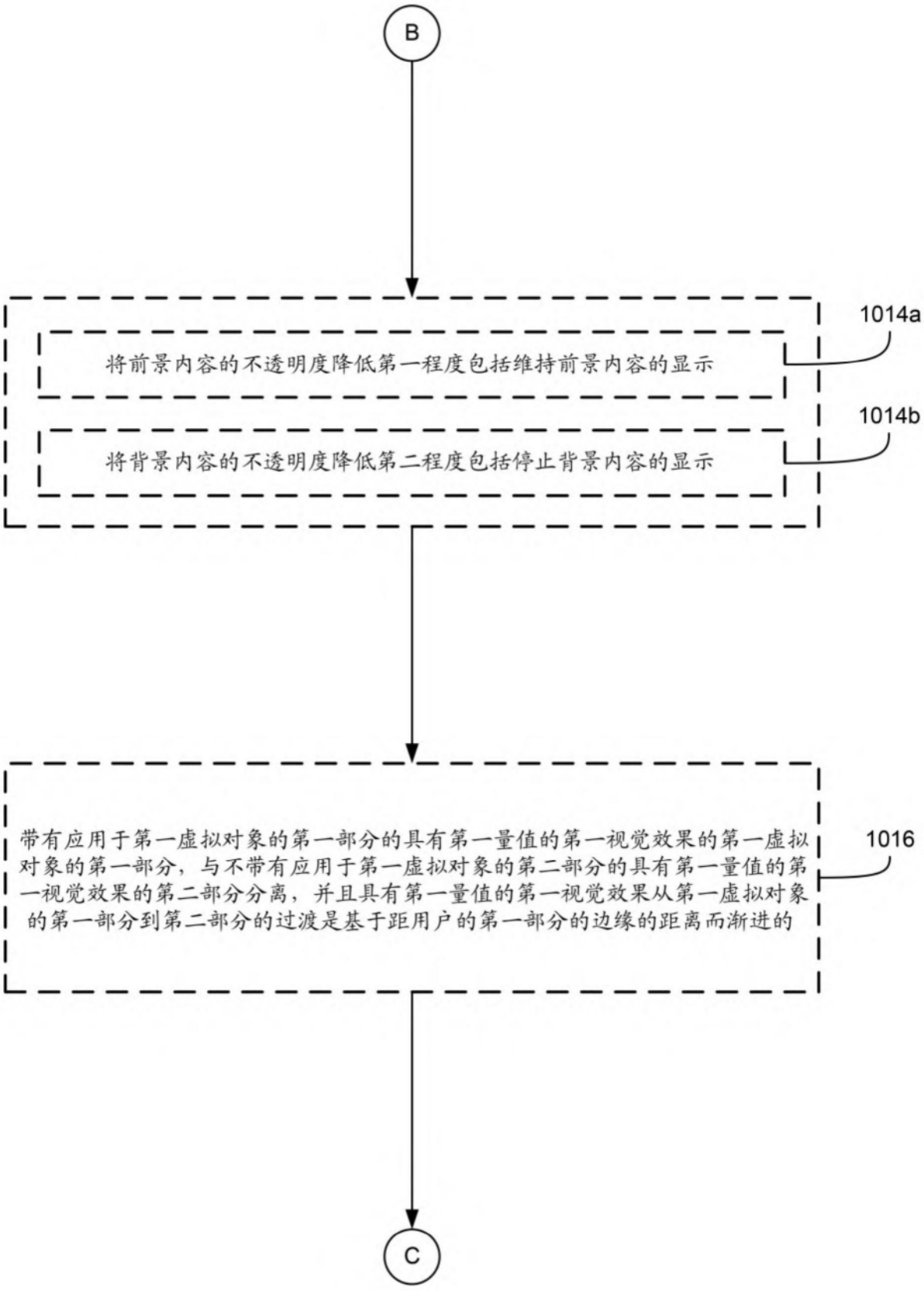

B
1014a
将前景内容的不透明度降低第一程度包括维持前景内容的显示
1014b
将背景内容的不透明度降低第二程度包括停止背景内容的显示
1016
带有应用于第一虚拟对象的第一部分的具有第一量值的第一视觉效果的第一虚拟对象的第一部分，与不带有应用于第一虚拟对象的第二部分的具有第一量值的第一视觉效果的第二部分分离，并且具有第一量值的第一视觉效果从第一虚拟对象的第一部分到第二部分的过渡是基于距用户的第一部分的边缘的距离而渐进的
C

图10C

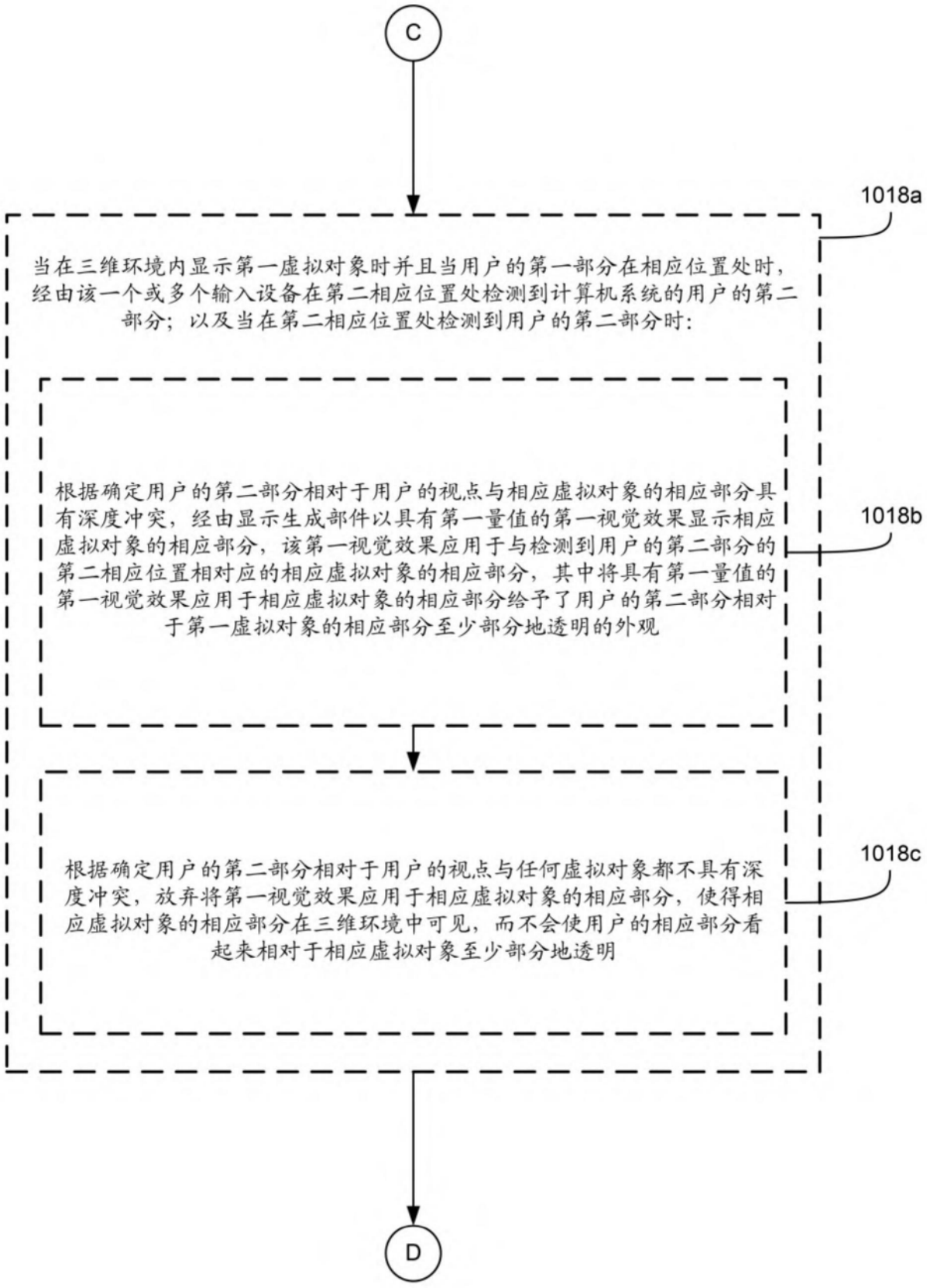

C
1018a
当在三维环境内显示第一虚拟对象时并且当用户的第一部分在相应位置处时，经由该一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到计算机系统的用户的第二部分；以及当在第二相应位置处检测到用户的第二部分时：
根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与相应虚拟对象的相应部分具有深度冲突，经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第二部分的第二相应位置相对应的相应虚拟对象的相应部分，其中将具有第一量值的第一视觉效果应用于相应虚拟对象的相应部分给予了用户的第二部分相对于第一虚拟对象的相应部分至少部分地透明的外观
1018b
根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与任何虚拟对象都不具有深度冲突，放弃将第一视觉效果应用于相应虚拟对象的相应部分，使得相应虚拟对象的相应部分在三维环境中可见，而不会使用户的相应部分看起来相对于相应虚拟对象至少部分地透明
1018c
D

图10D

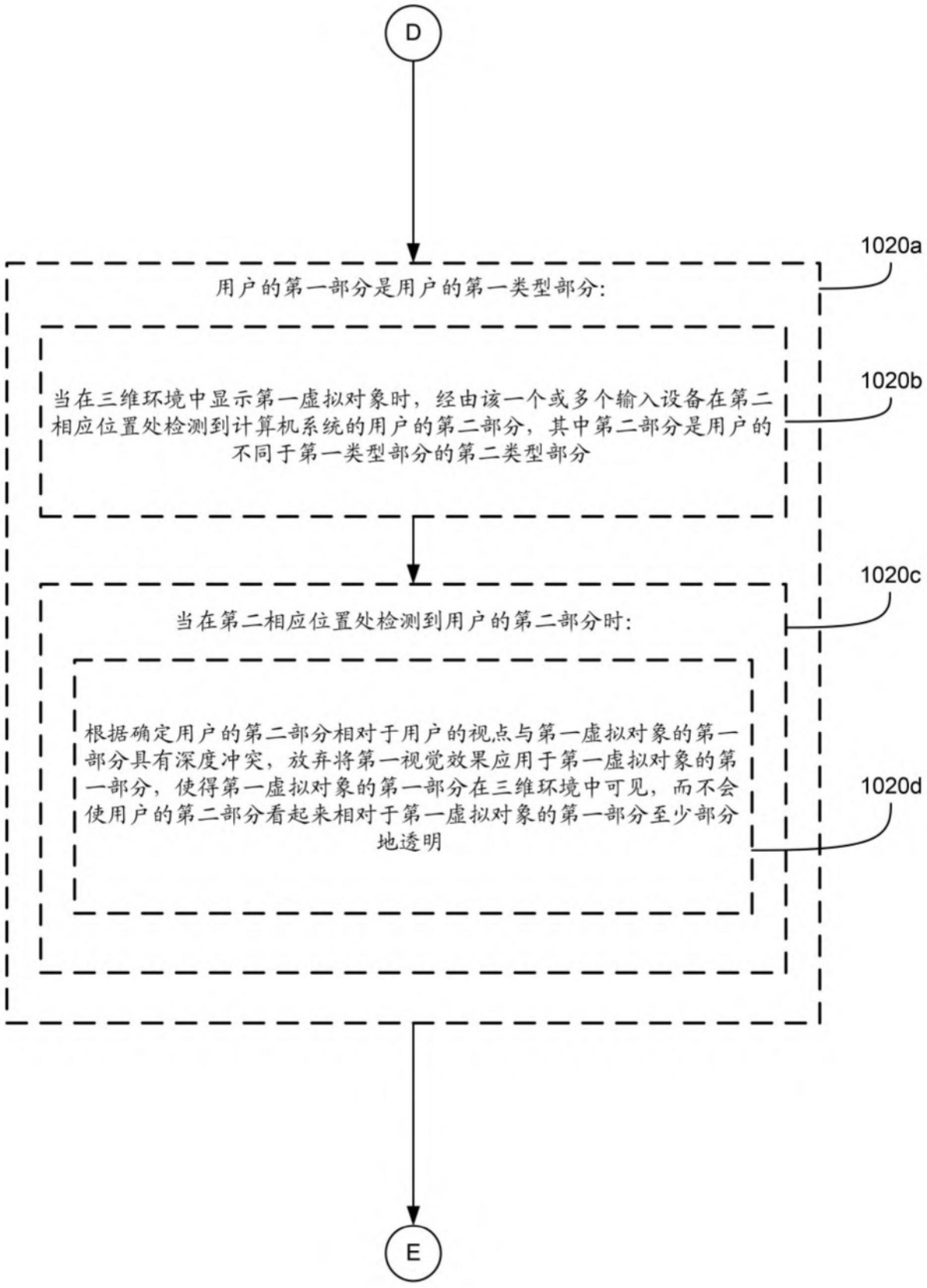

D
1020a
用户的第一部分是用户的第一类型部分:
1020b
当在三维环境中显示第一虚拟对象时，经由该一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到计算机系统的用户的第二部分，其中第二部分是用户的不同于第一类型部分的第二类型部分
1020c
当在第二相应位置处检测到用户的第二部分时:
1020d
根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突，放弃将第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分，使得第一虚拟对象的第一部分在三维环境中可见，而不会使用户的第二部分看起来相对于第一虚拟对象的第一部分至少部分地透明
E

图10E

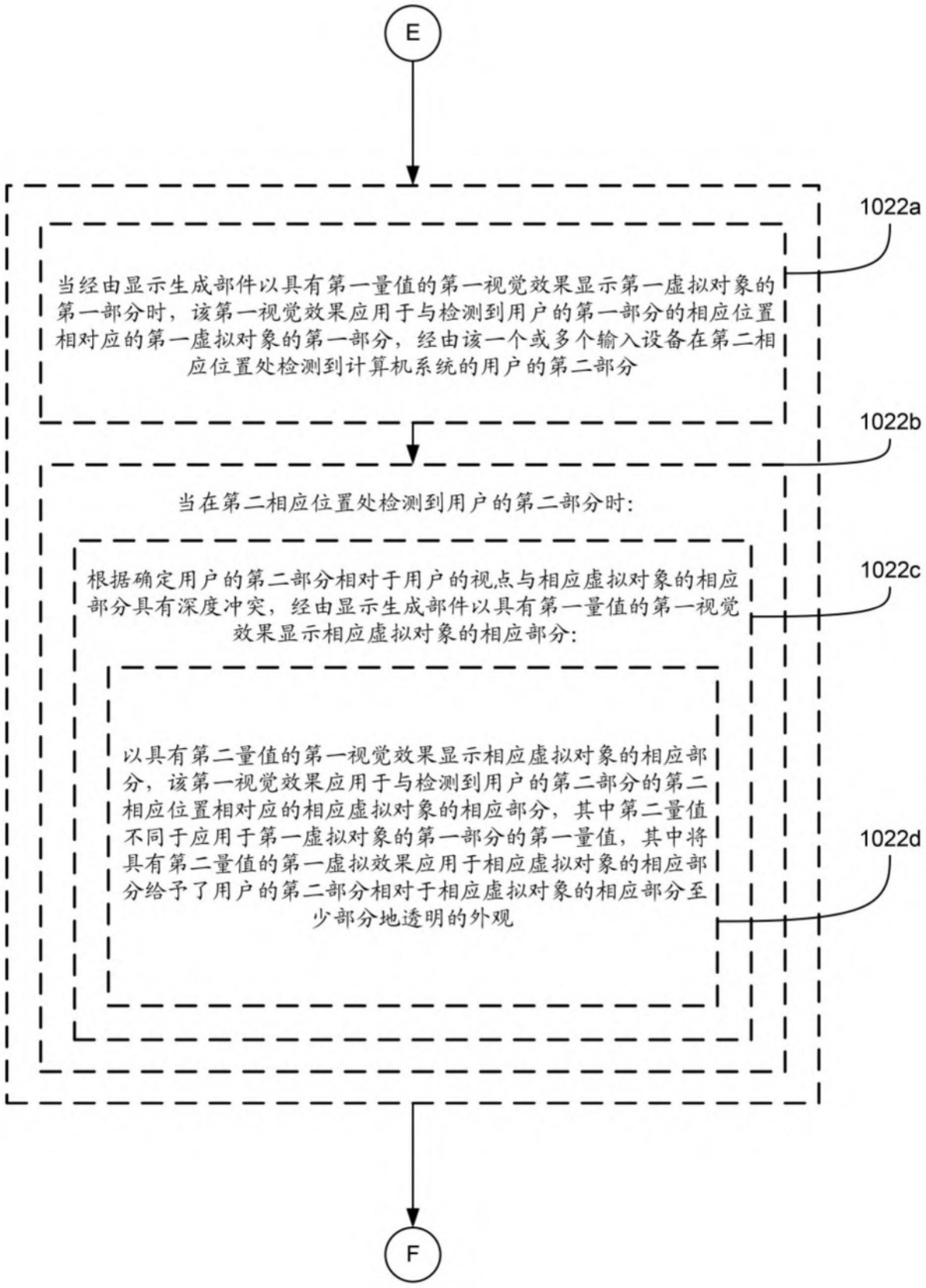

E
1022a
当经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，经由该一个或多个输入设备在第二相应位置处检测到计算机系统的用户的第二部分
1022b
当在第二相应位置处检测到用户的第二部分时：
1022c
根据确定用户的第二部分相对于用户的视点与相应虚拟对象的相应部分具有深度冲突，经由显示生成部件以具有第一量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分：
1022d
以具有第二量值的第一视觉效果显示相应虚拟对象的相应部分，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第二部分的第二相应位置相对应的相应虚拟对象的相应部分，其中第二量值不同于应用于第一虚拟对象的第一部分的第一量值，其中将具有第二量值的第一虚拟效果应用于相应虚拟对象的相应部分给予了用户的第二部分相对于相应虚拟对象的相应部分至少部分地透明的外观
F

图10F

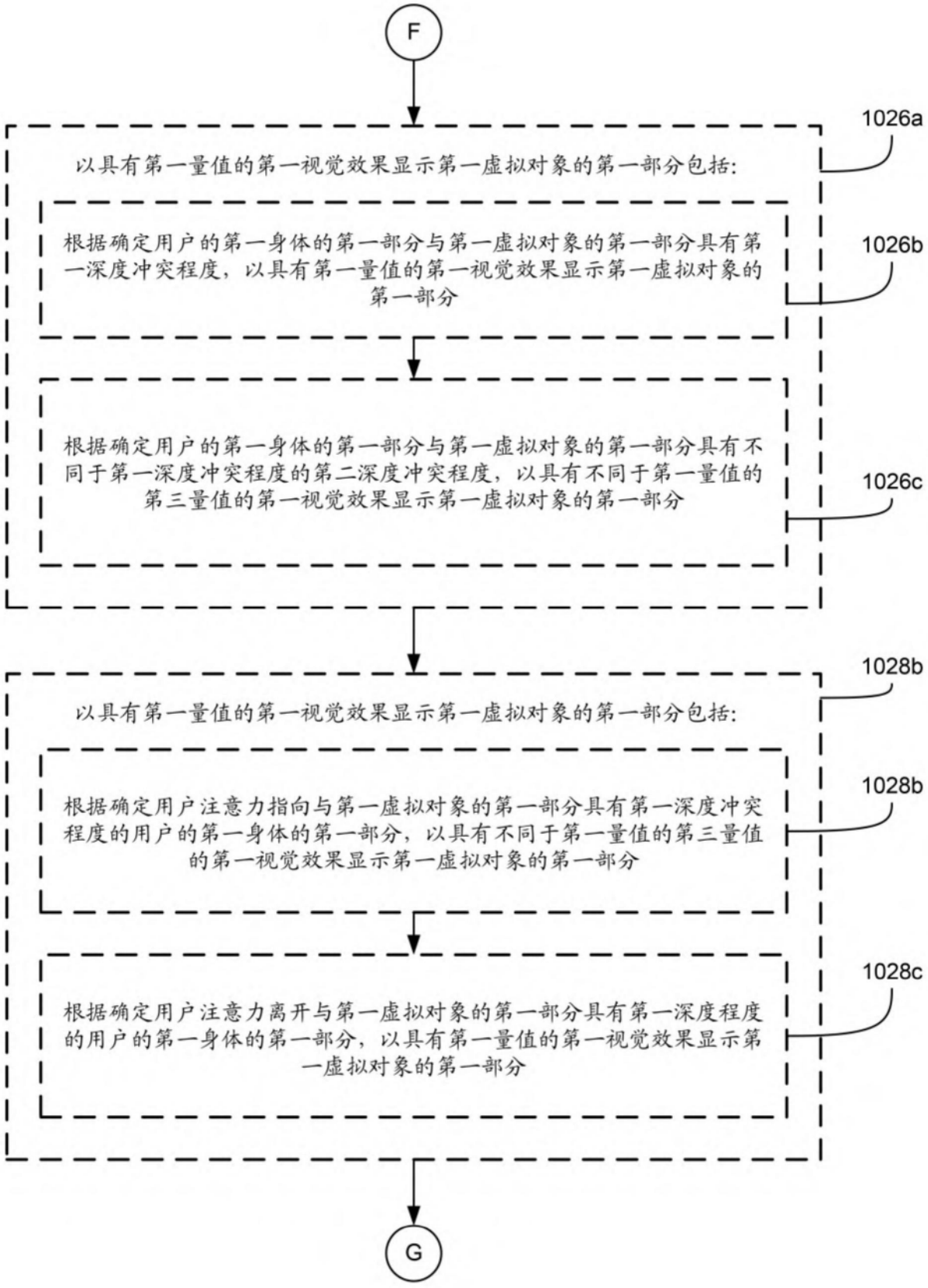

F
1026a
以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括:
根据确定用户的第一身体的第一部分与第一虚拟对象的第一部分具有第一深度冲突程度，以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分
1026b
根据确定用户的第一身体的第一部分与第一虚拟对象的第一部分具有不同于第一深度冲突程度的第二深度冲突程度，以具有不同于第一量值的第三量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分
1026c
1028b
以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分包括:
根据确定用户注意力指向与第一虚拟对象的第一部分具有第一深度冲突程度的用户的第一身体的第一部分，以具有不同于第一量值的第三量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分
1028b
根据确定用户注意力离开与第一虚拟对象的第一部分具有第一深度程度的用户的第一身体的第一部分，以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分
1028c
G

图10G

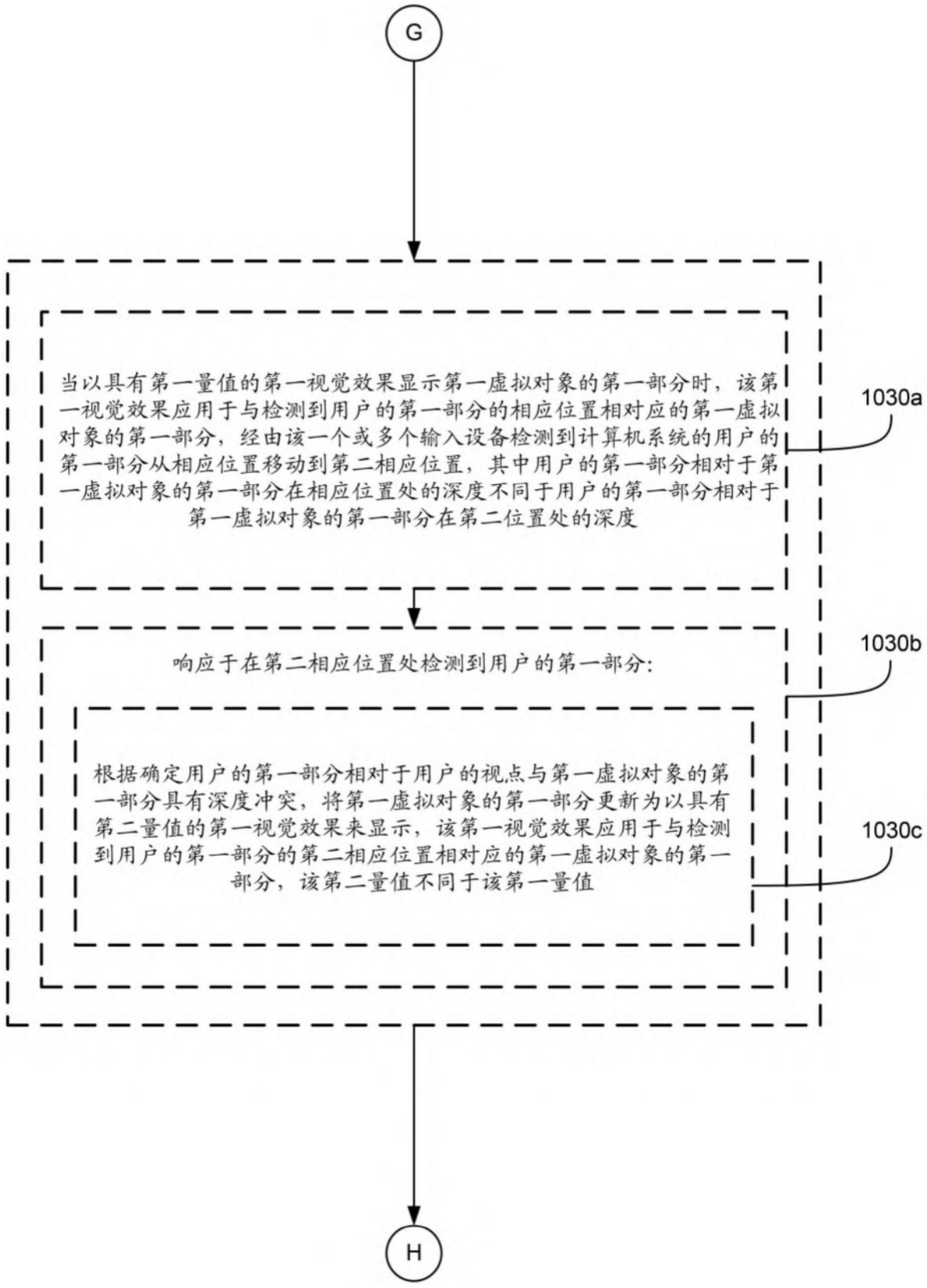

G
当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，经由该一个或多个输入设备检测到计算机系统的用户的第一部分从相应位置移动到第二相应位置，其中用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在相应位置处的深度不同于用户的第一部分相对于第一虚拟对象的第一部分在第二位置处的深度
1030a
响应于在第二相应位置处检测到用户的第一部分：
1030b
根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突，将第一虚拟对象的第一部分更新为以具有第二量值的第一视觉效果来显示，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的第二相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，该第二量值不同于该第一量值
1030c
H

图10H

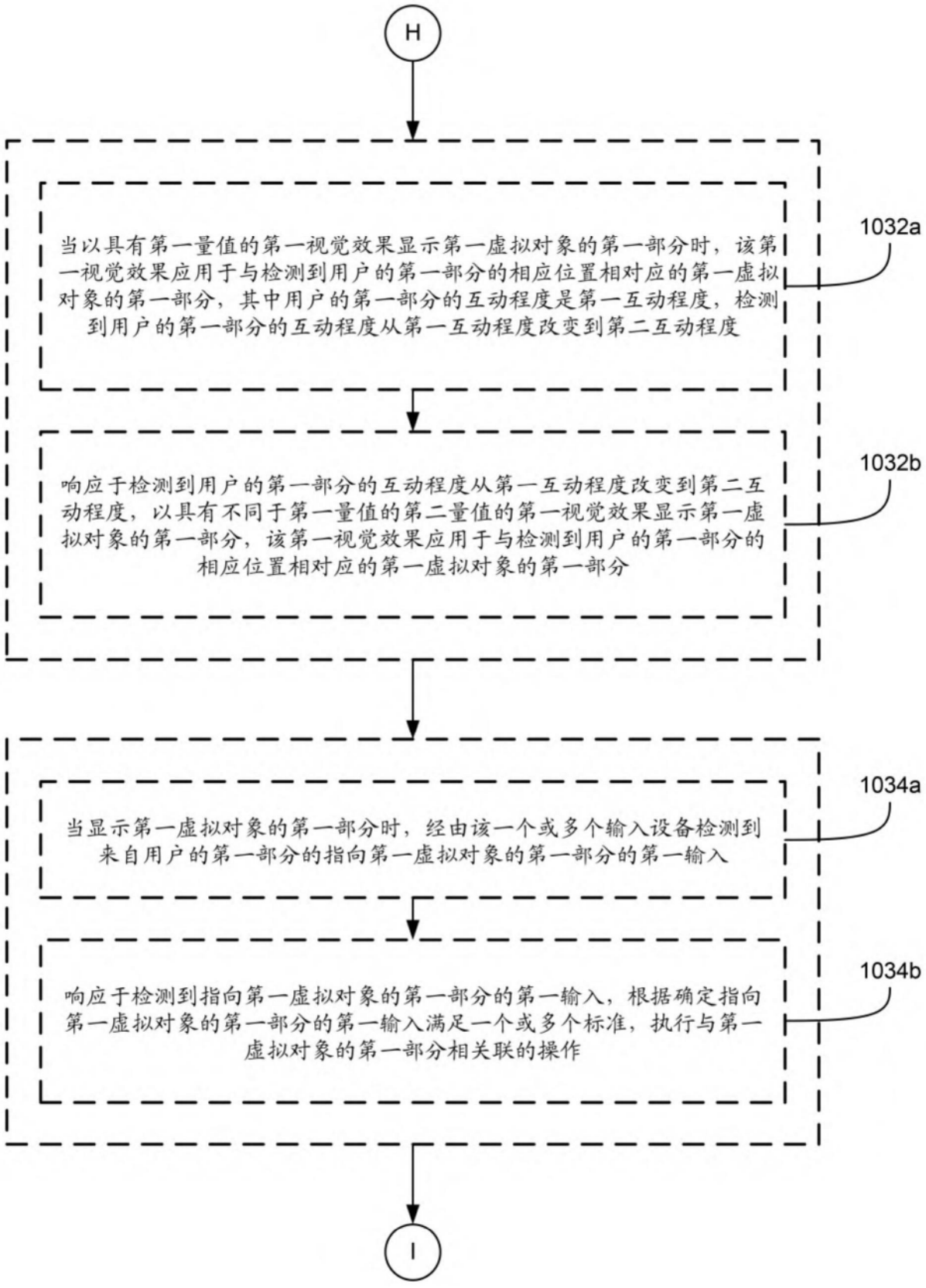

H
当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，其中用户的第一部分的互动程度是第一互动程度，检测到用户的第一部分的互动程度从第一互动程度改变到第二互动程度
1032a
响应于检测到用户的第一部分的互动程度从第一互动程度改变到第二互动程度，以具有不同于第一量值的第二量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分
1032b
当显示第一虚拟对象的第一部分时，经由该一个或多个输入设备检测到来自用户的第一部分的指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入
1034a
响应于检测到指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入，根据确定指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入满足一个或多个标准，执行与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作
1034b
I

图10I

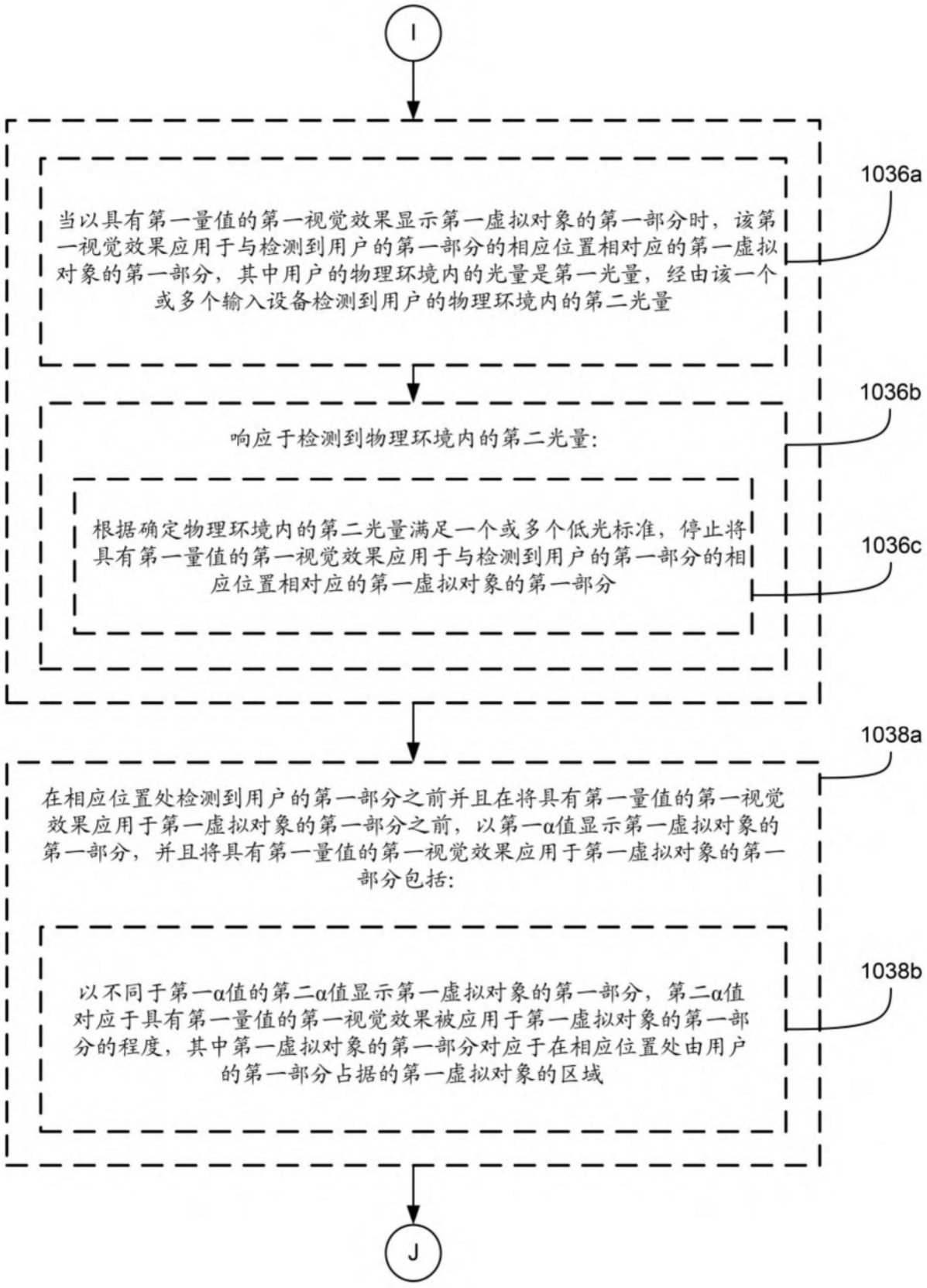

I
当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，其中用户的物理环境内的光量是第一光量，经由该一个或多个输入设备检测到用户的物理环境内的第二光量
1036a
响应于检测到物理环境内的第二光量:
1036b
根据确定物理环境内的第二光量满足一个或多个低光标准，停止将具有第一量值的第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分
1036c
在相应位置处检测到用户的第一部分之前并且在将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分之前，以第一α值显示第一虚拟对象的第一部分，并且将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分包括:
1038a
以不同于第一α值的第二α值显示第一虚拟对象的第一部分，第二α值对应于具有第一量值的第一视觉效果被应用于第一虚拟对象的第一部分的程度，其中第一虚拟对象的第一部分对应于在相应位置处由用户的第一部分占据的第一虚拟对象的区域
1038b
J

图10J

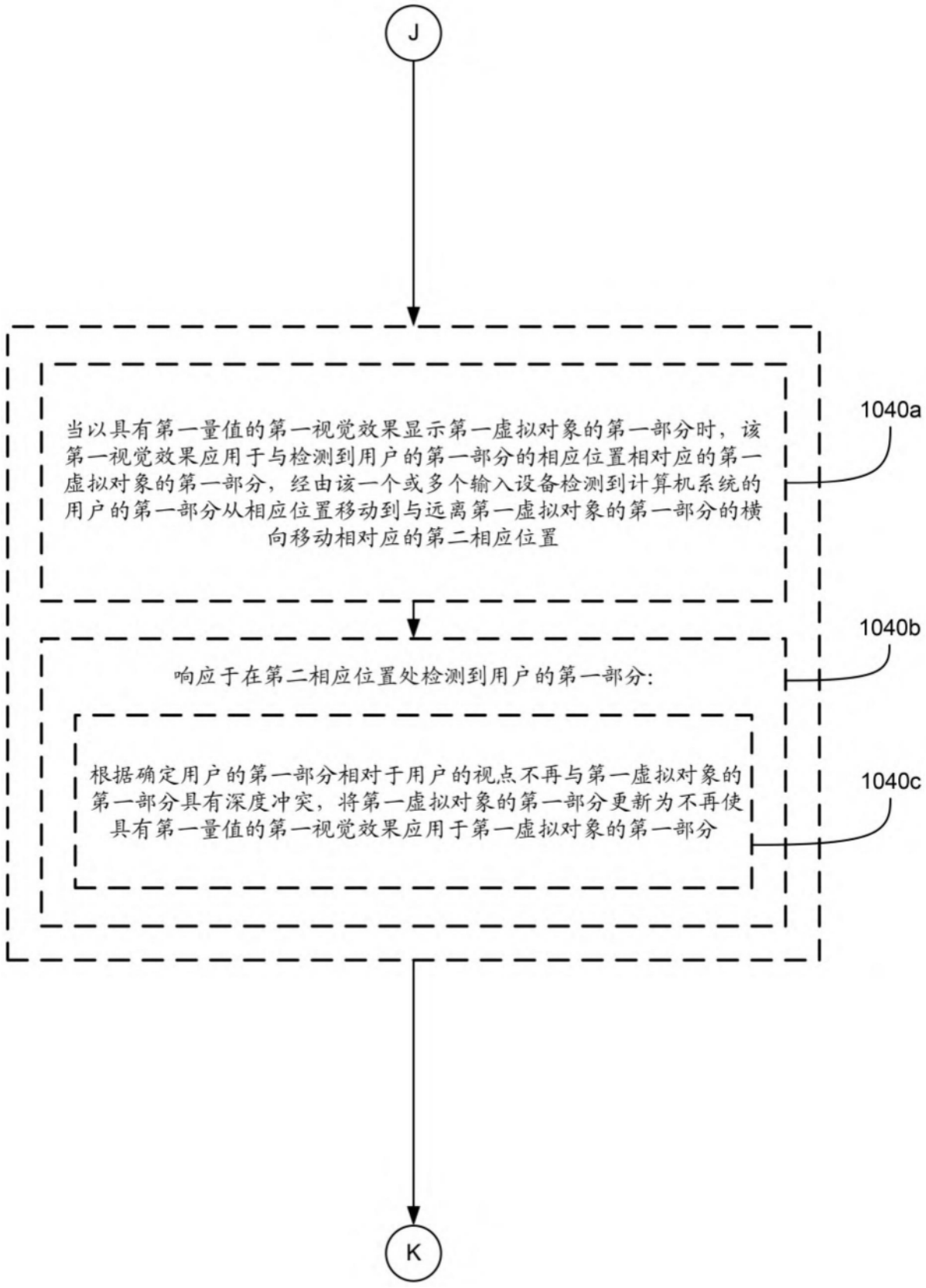

J
当以具有第一量值的第一视觉效果显示第一虚拟对象的第一部分时，该第一视觉效果应用于与检测到用户的第一部分的相应位置相对应的第一虚拟对象的第一部分，经由该一个或多个输入设备检测到计算机系统的用户的第一部分从相应位置移动到与远离第一虚拟对象的第一部分的横向移动相对应的第二相应位置
1040a
响应于在第二相应位置处检测到用户的第一部分：
1040b
根据确定用户的第一部分相对于用户的视点不再与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突，将第一虚拟对象的第一部分更新为不再使具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分
1040c
K

图10K

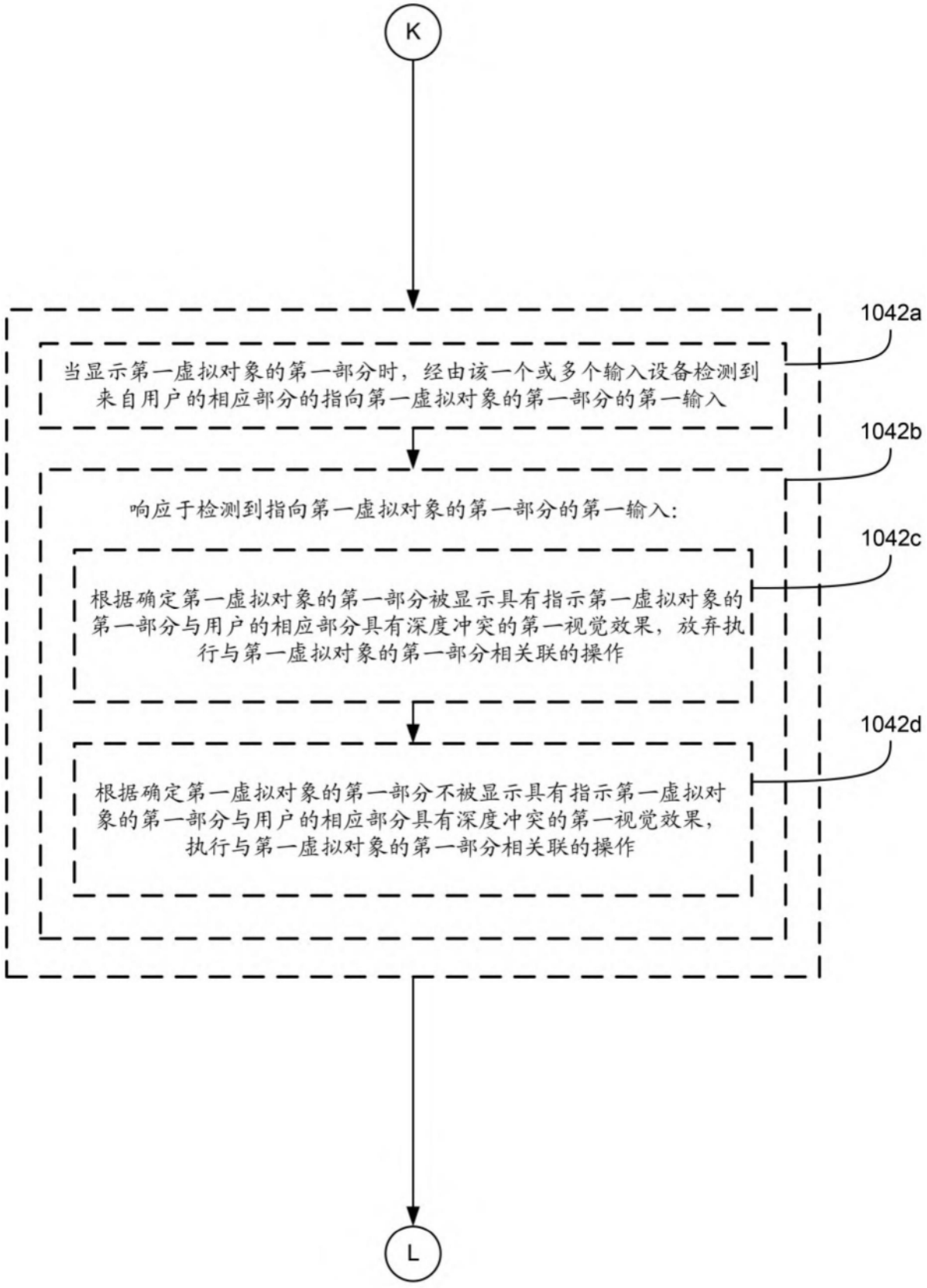

K
1042a
当显示第一虚拟对象的第一部分时，经由该一个或多个输入设备检测到来自用户的相应部分的指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入
1042b
响应于检测到指向第一虚拟对象的第一部分的第一输入：
1042c
根据确定第一虚拟对象的第一部分被显示具有指示第一虚拟对象的第一部分与用户的相应部分具有深度冲突的第一视觉效果，放弃执行与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作
1042d
根据确定第一虚拟对象的第一部分不被显示具有指示第一虚拟对象的第一部分与用户的相应部分具有深度冲突的第一视觉效果，执行与第一虚拟对象的第一部分相关联的操作
L

图10L

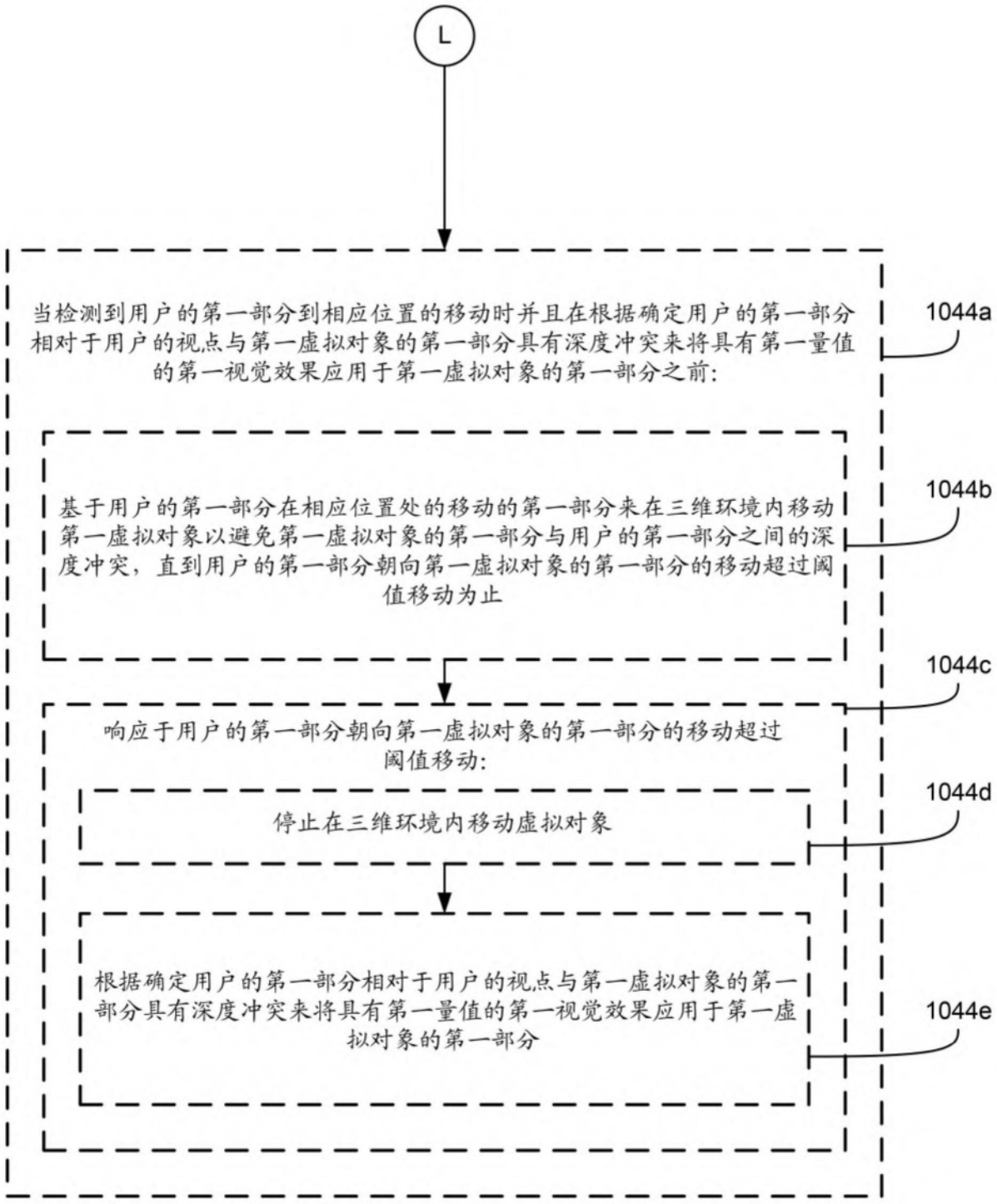

L
当检测到用户的第一部分到相应位置的移动时并且在根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突来将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分之前:
1044a
基于用户的第一部分在相应位置处的移动的第一部分来在三维环境内移动第一虚拟对象以避免第一虚拟对象的第一部分与用户的第一部分之间的深度冲突，直到用户的第一部分朝向第一虚拟对象的第一部分的移动超过阈值移动为止
1044b
响应于用户的第一部分朝向第一虚拟对象的第一部分的移动超过阈值移动:
1044c
停止在三维环境内移动虚拟对象
1044d
根据确定用户的第一部分相对于用户的视点与第一虚拟对象的第一部分具有深度冲突来将具有第一量值的第一视觉效果应用于第一虚拟对象的第一部分
1044e

图10M

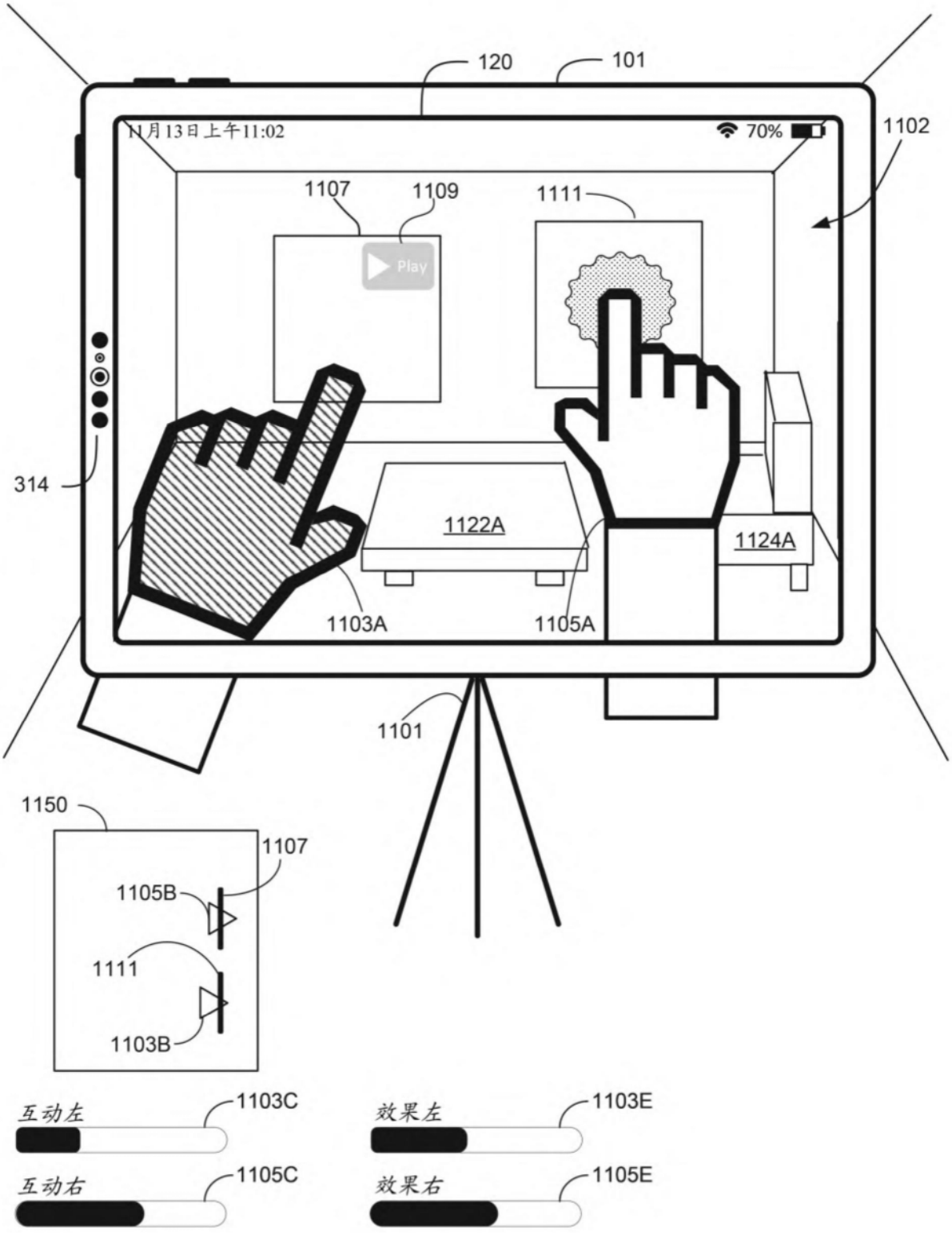

120
101
11月13日 上午11:02
70%
1102
1107
1109
1111
Play
314
1122A
1124A
1103A
1105A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11A

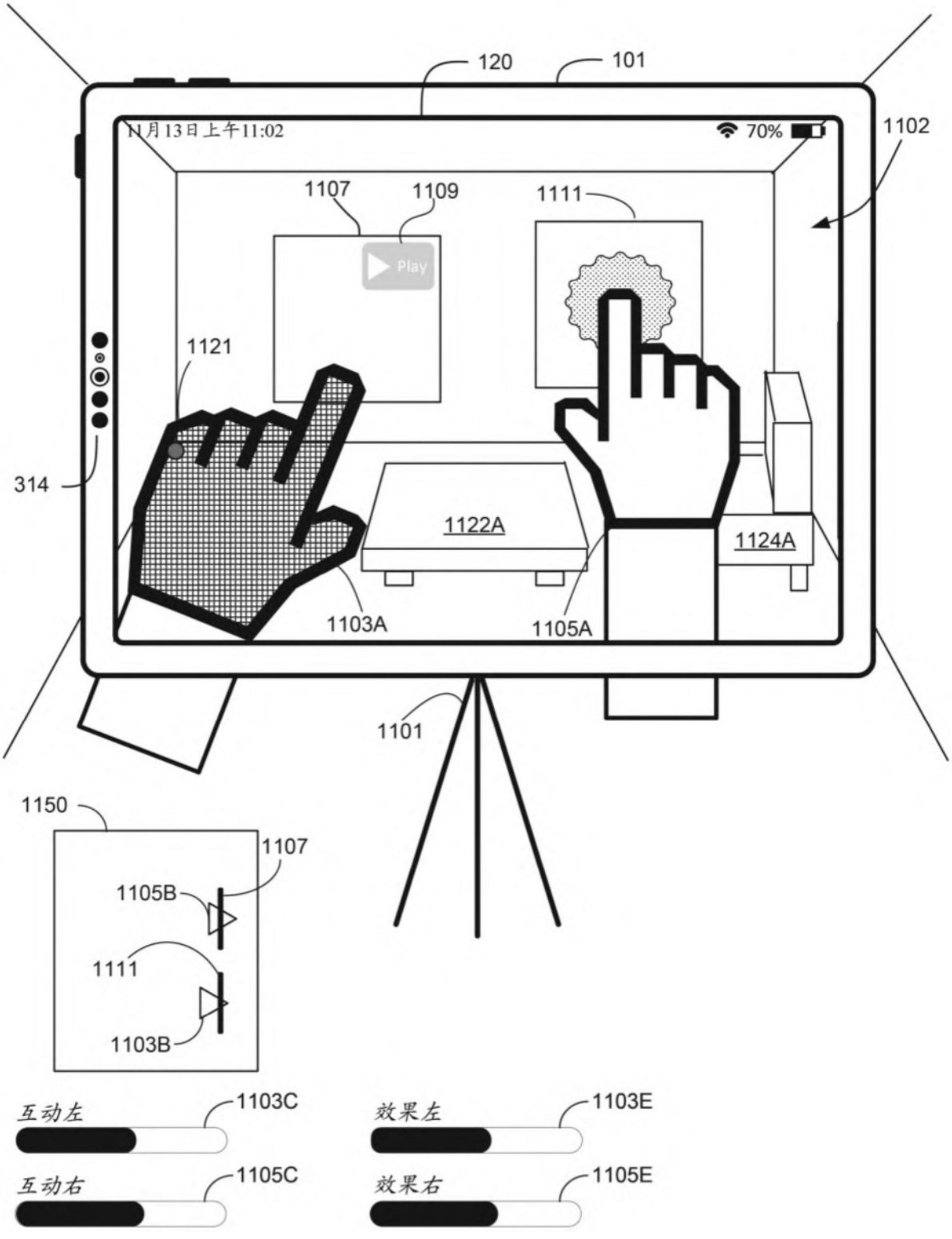

120
101
11月13日 上午11:02
70%
1102
1107
1109
1111
Play
1121
314
1122A
1124A
1103A
1105A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11B

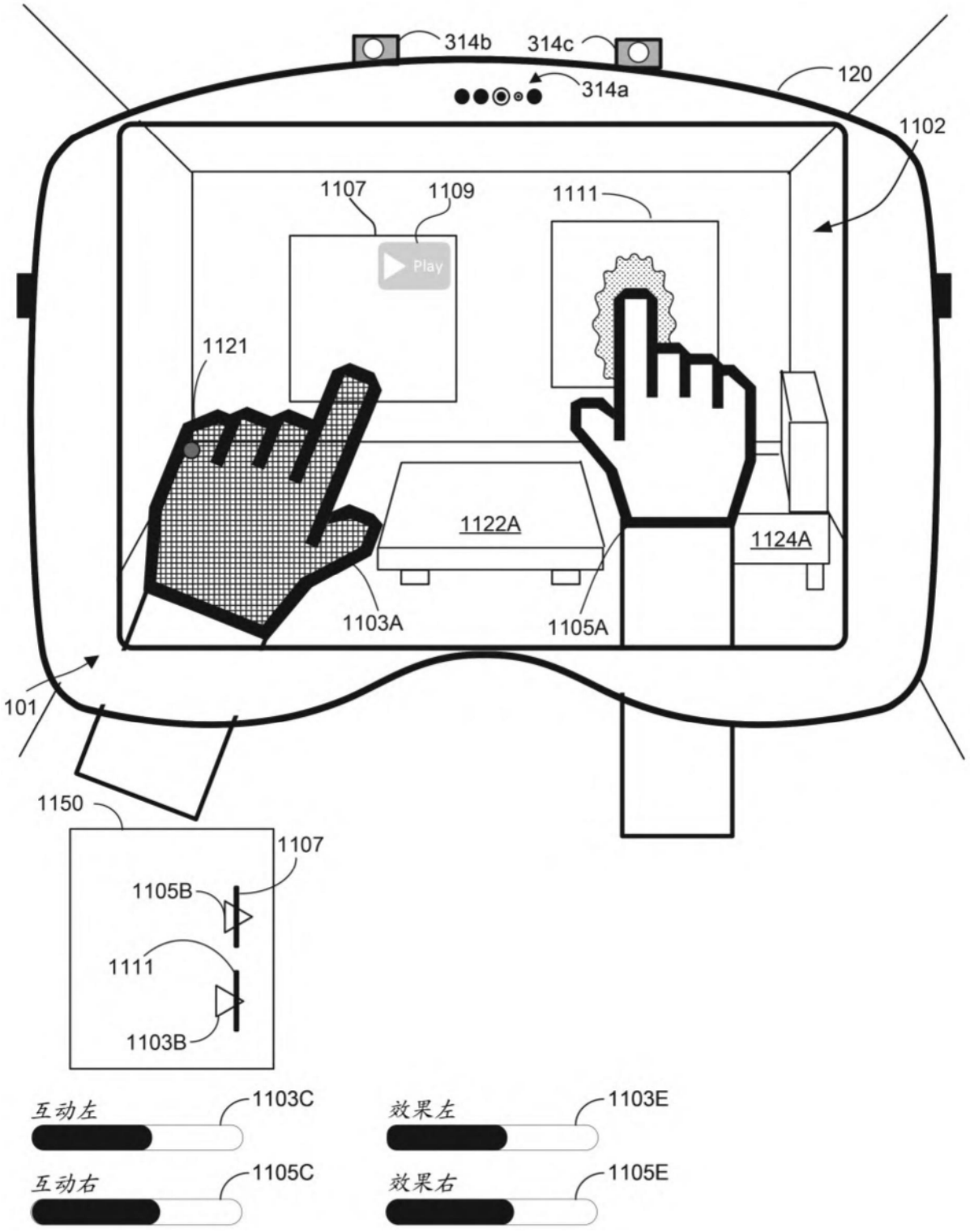

314b
314c
314a
120
1102
1107
1109
1111
Play
1121
1122A
1124A
1103A
1105A
101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11B-1

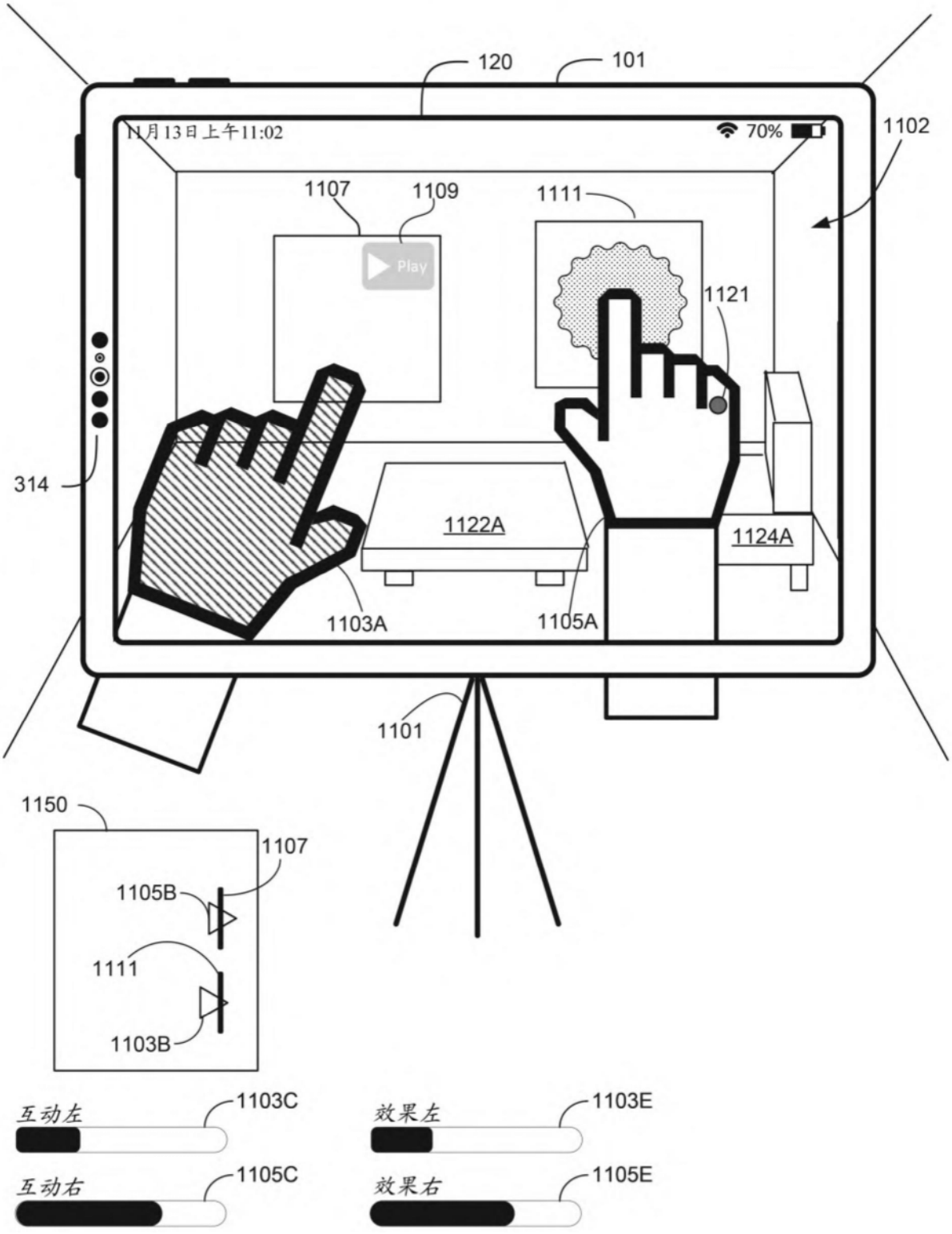

120
101
11月13日上午11:02
70%
1102
1107
1109
1111
Play
1121
314
1122A
1124A
1103A
1105A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11C

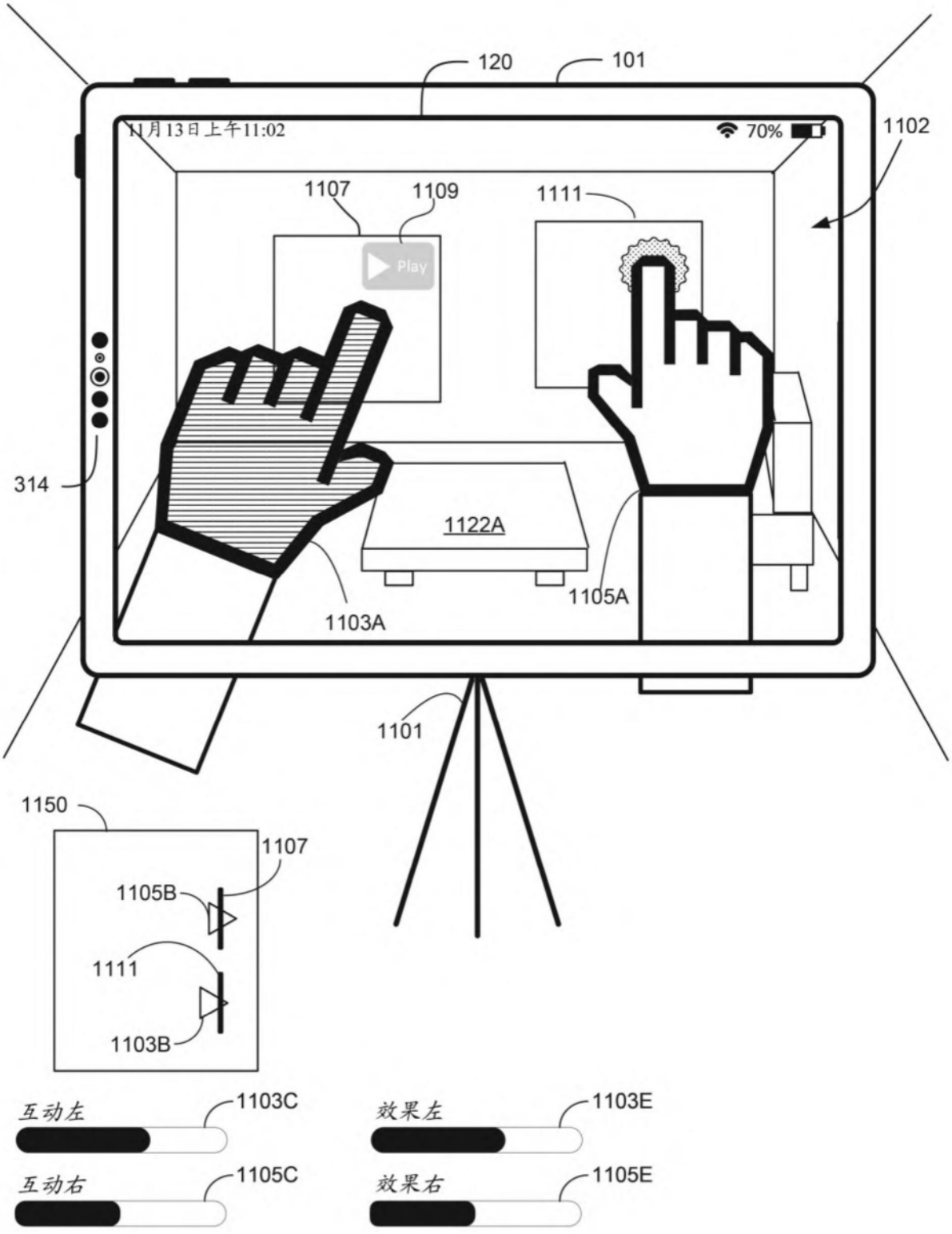

120
101
1102
11月13日 上午11:02
70%
1107
1109
1111
Play
314
1122A
1103A
1105A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
互动右
1105C
效果左
1103E
效果右
1105E

图11D

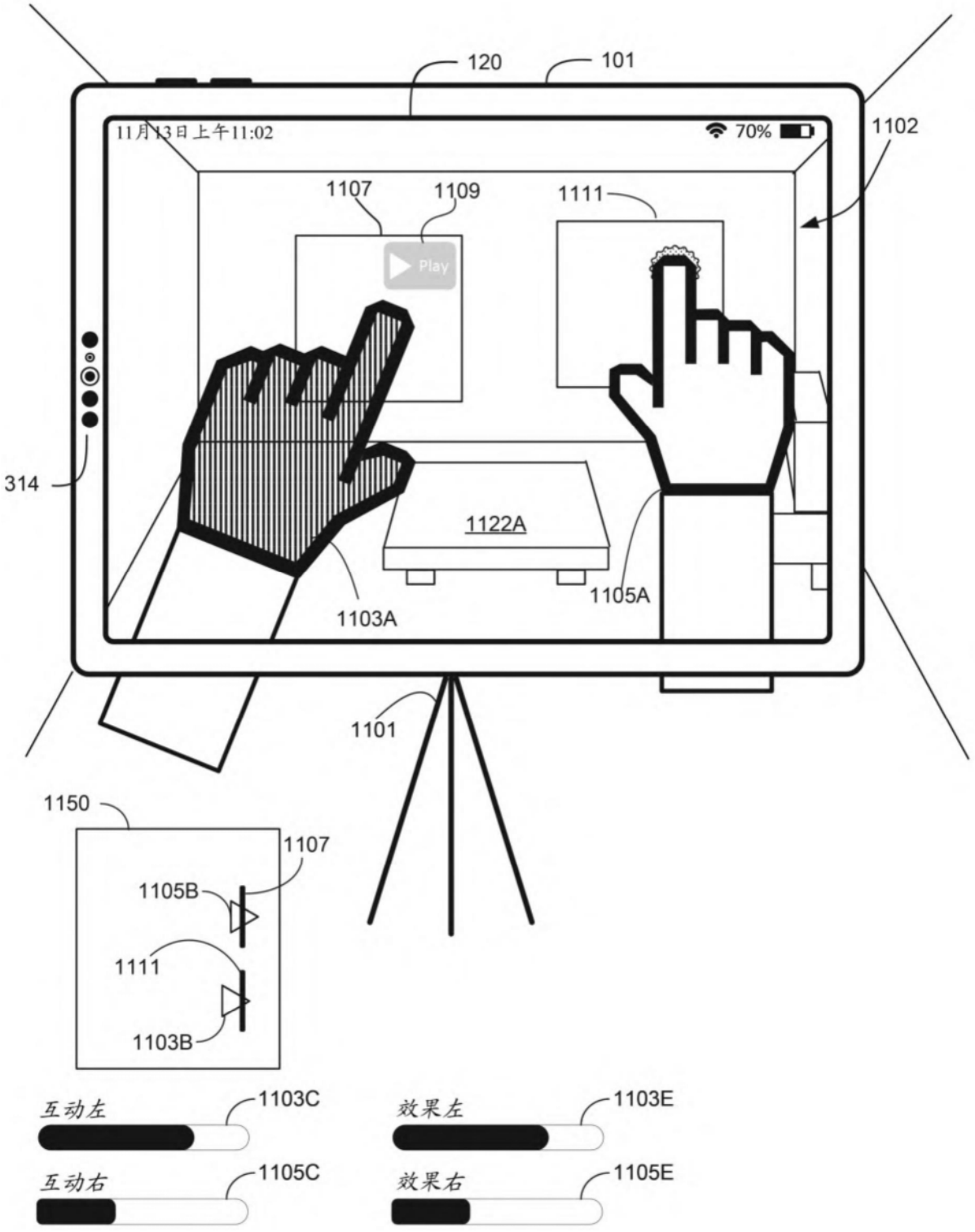

120
101
11月13日 上午11:02
70%
1102
1107
1109
1111
Play
314
1122A
1103A
1105A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11E

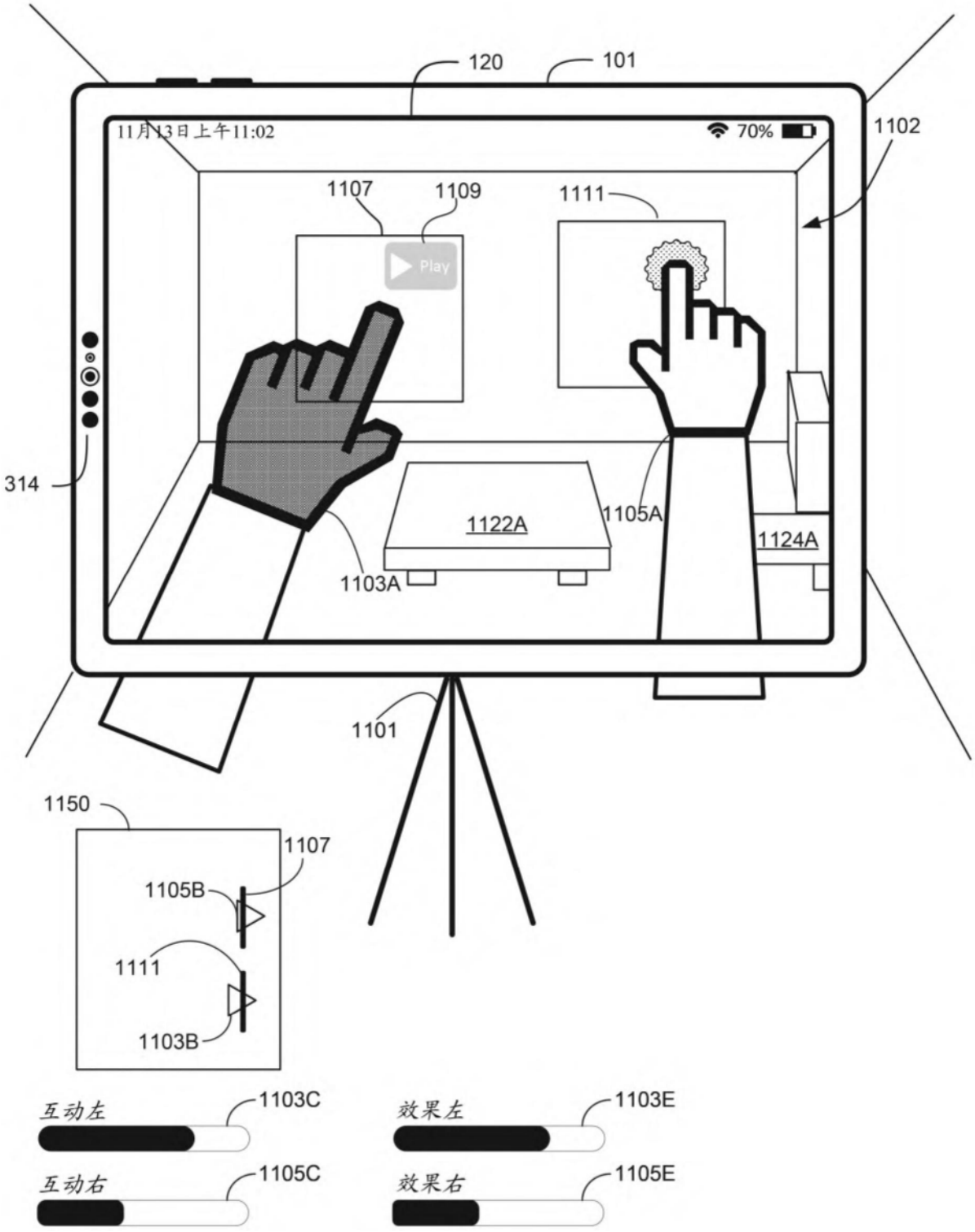

120
101
11月13日上午11:02
70%
1102
1107
1109
1111
Play
314
1122A
1105A
1124A
1103A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11F

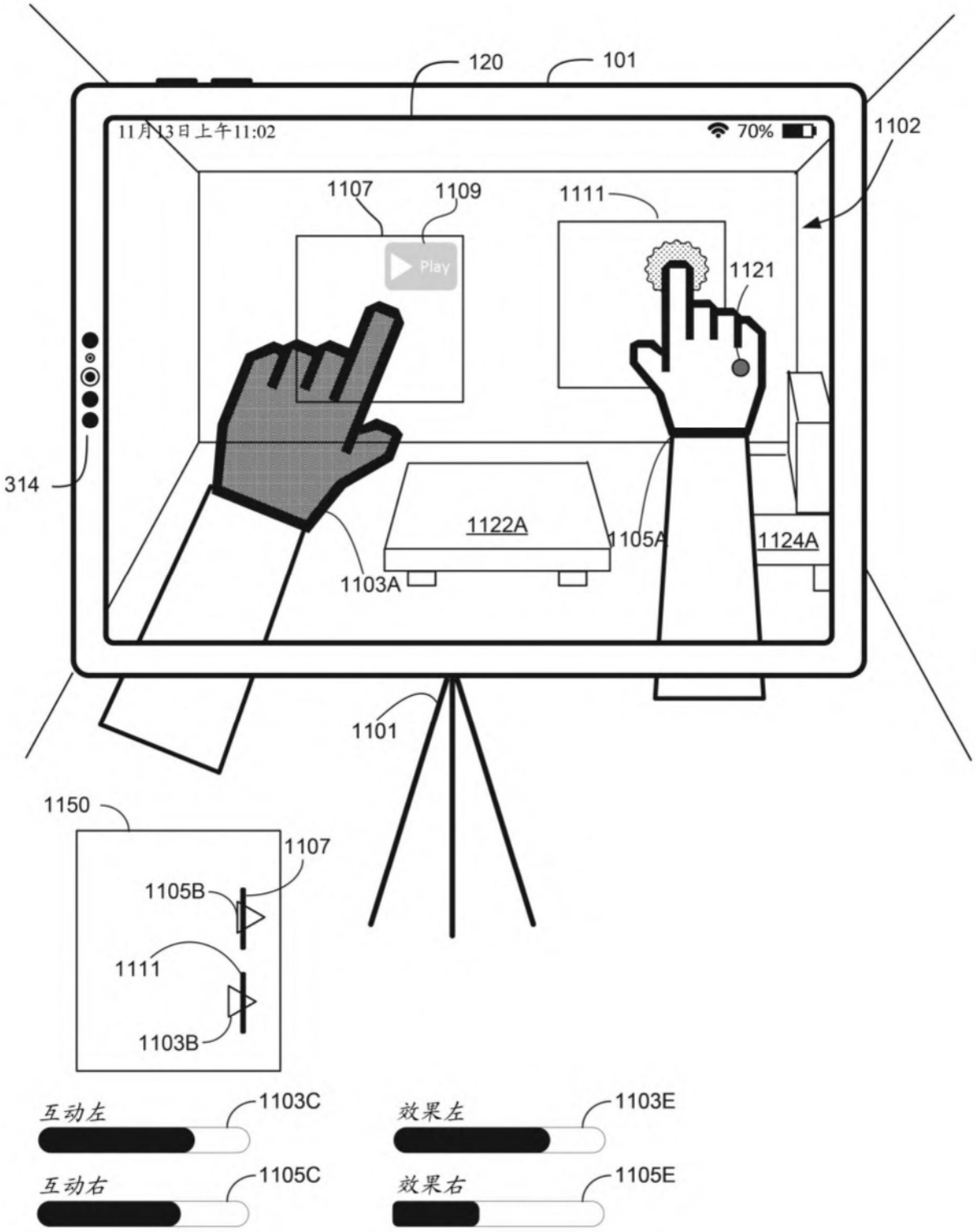

120
101
11月13日上午11:02
70%
1102
1107
1109
1111
Play
1121
314
1122A
1105A
1124A
1103A
1101
1150
1107
1105B
1111
1103B
互动左
1103C
效果左
1103E
互动右
1105C
效果右
1105E

图11G

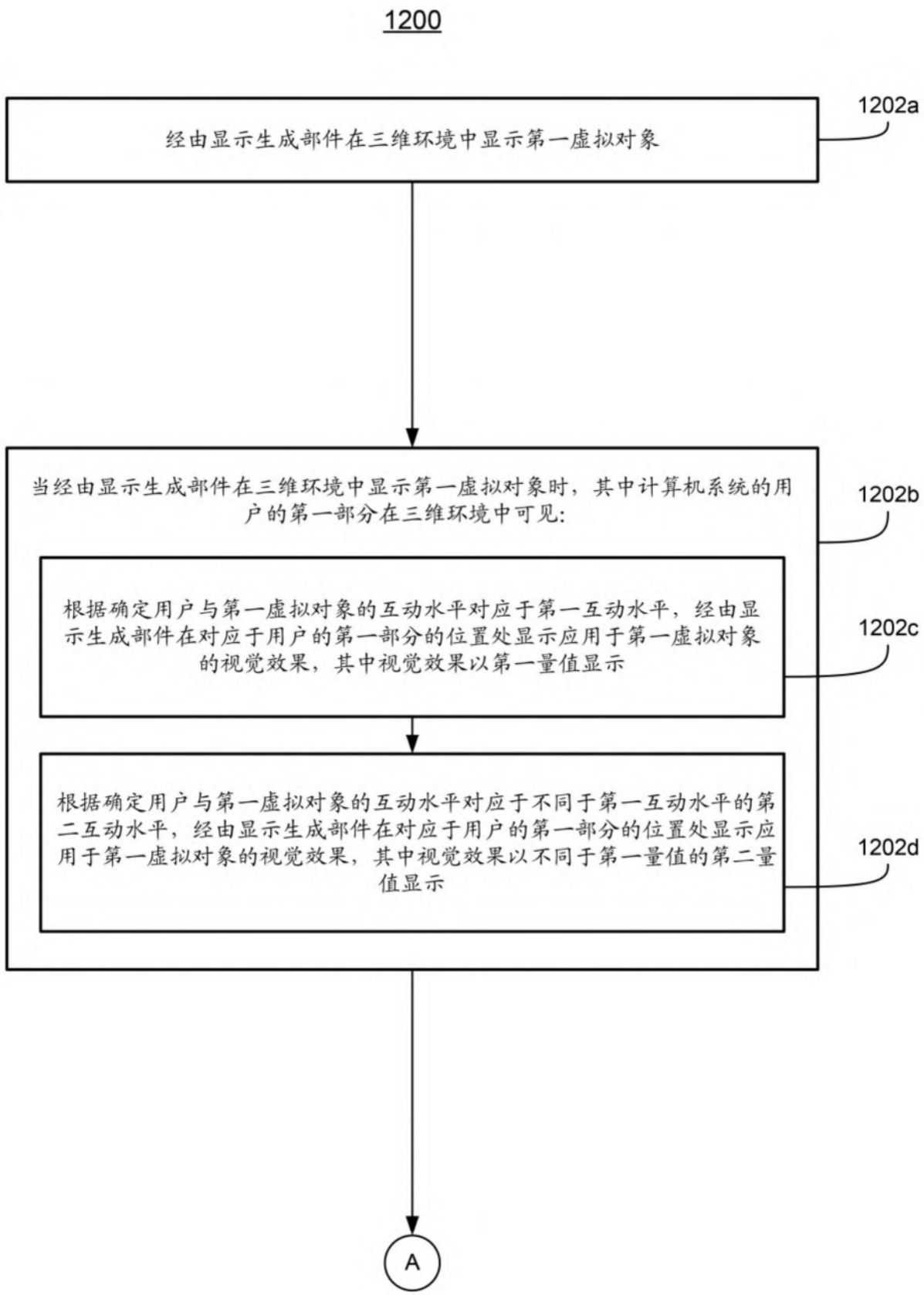

1200
经由显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象
1202a
当经由显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象时，其中计算机系统的用户的第一部分在三维环境中可见：
1202b
根据确定用户与第一虚拟对象的互动水平对应于第一互动水平，经由显示生成部件在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果，其中视觉效果以第一量值显示
1202c
根据确定用户与第一虚拟对象的互动水平对应于不同于第一互动水平的第二互动水平，经由显示生成部件在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果，其中视觉效果以不同于第一量值的第二量值显示
1202d
A

图12A

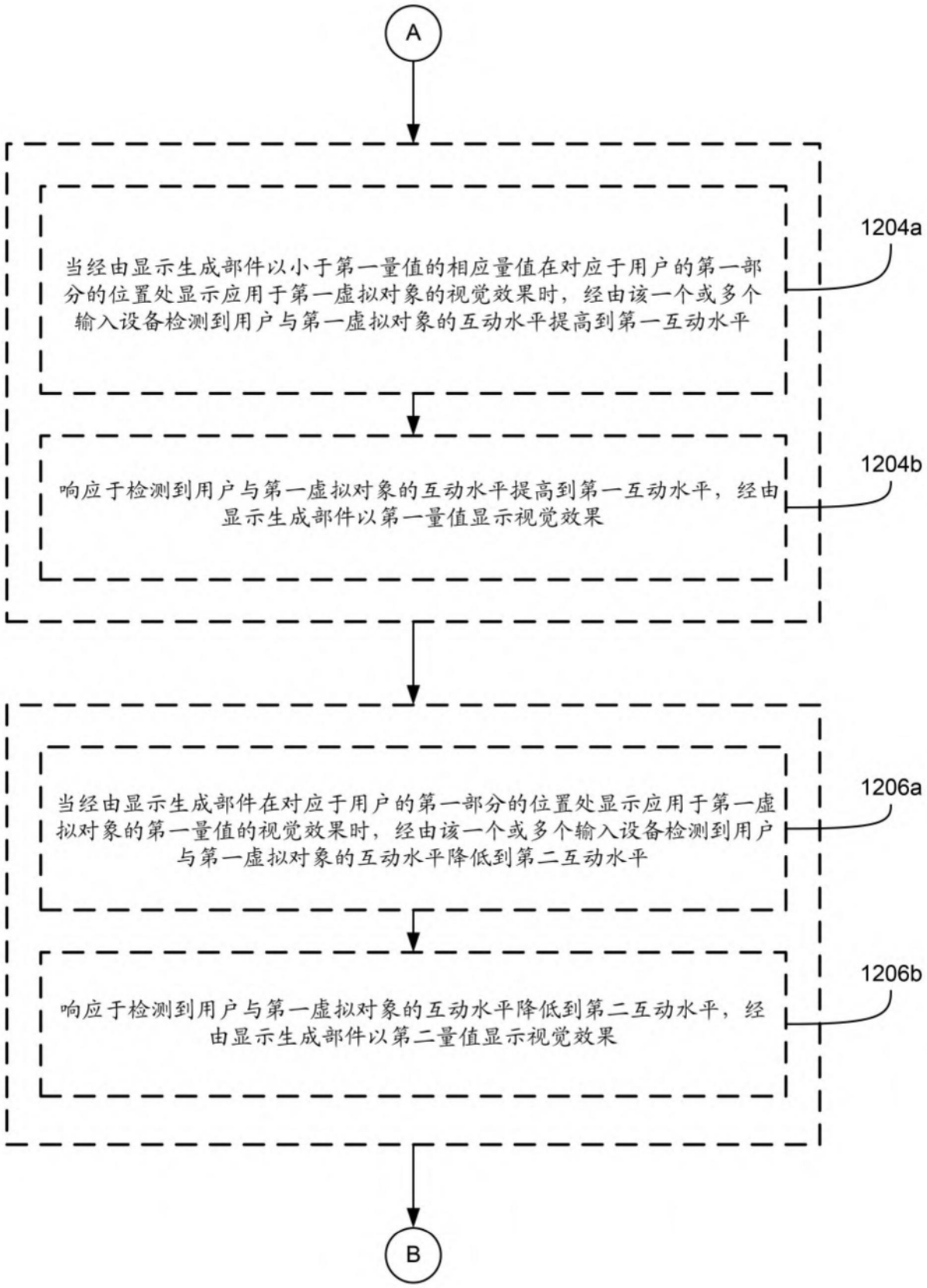

A
当经由显示生成部件以小于第一量值的相应量值在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的视觉效果时，经由该一个或多个输入设备检测到用户与第一虚拟对象的互动水平提高到第一互动水平
1204a
响应于检测到用户与第一虚拟对象的互动水平提高到第一互动水平，经由显示生成部件以第一量值显示视觉效果
1204b
当经由显示生成部件在对应于用户的第一部分的位置处显示应用于第一虚拟对象的第一量值的视觉效果时，经由该一个或多个输入设备检测到用户与第一虚拟对象的互动水平降低到第二互动水平
1206a
响应于检测到用户与第一虚拟对象的互动水平降低到第二互动水平，经由显示生成部件以第二量值显示视觉效果
1206b
B

图12B

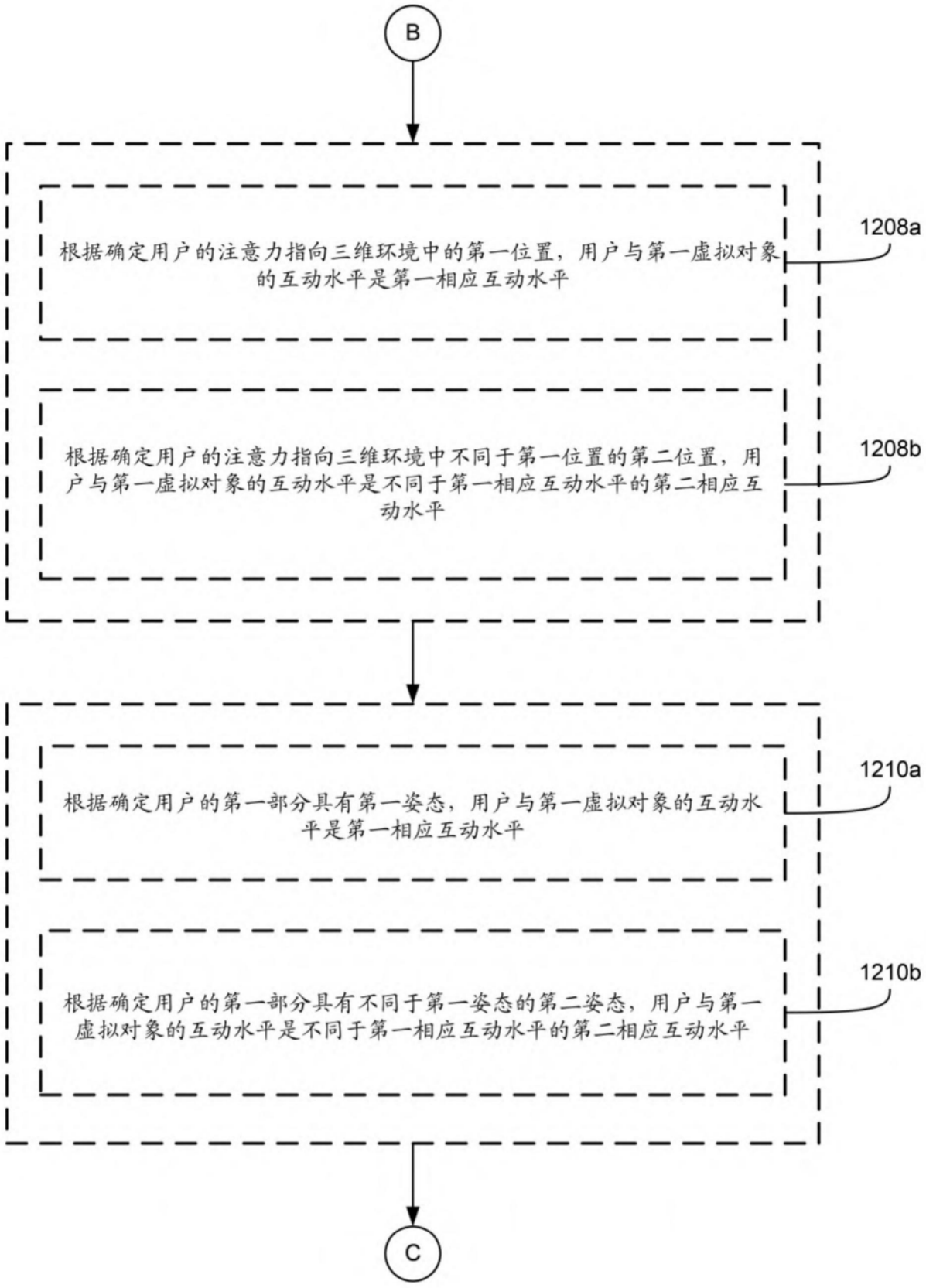

B
根据确定用户的注意力指向三维环境中的第一位置，用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平
1208a
根据确定用户的注意力指向三维环境中不同于第一位置的第二位置，用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平
1208b
根据确定用户的第一部分具有第一姿态，用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平
1210a
根据确定用户的第一部分具有不同于第一姿态的第二姿态，用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平
1210b
C

图12C

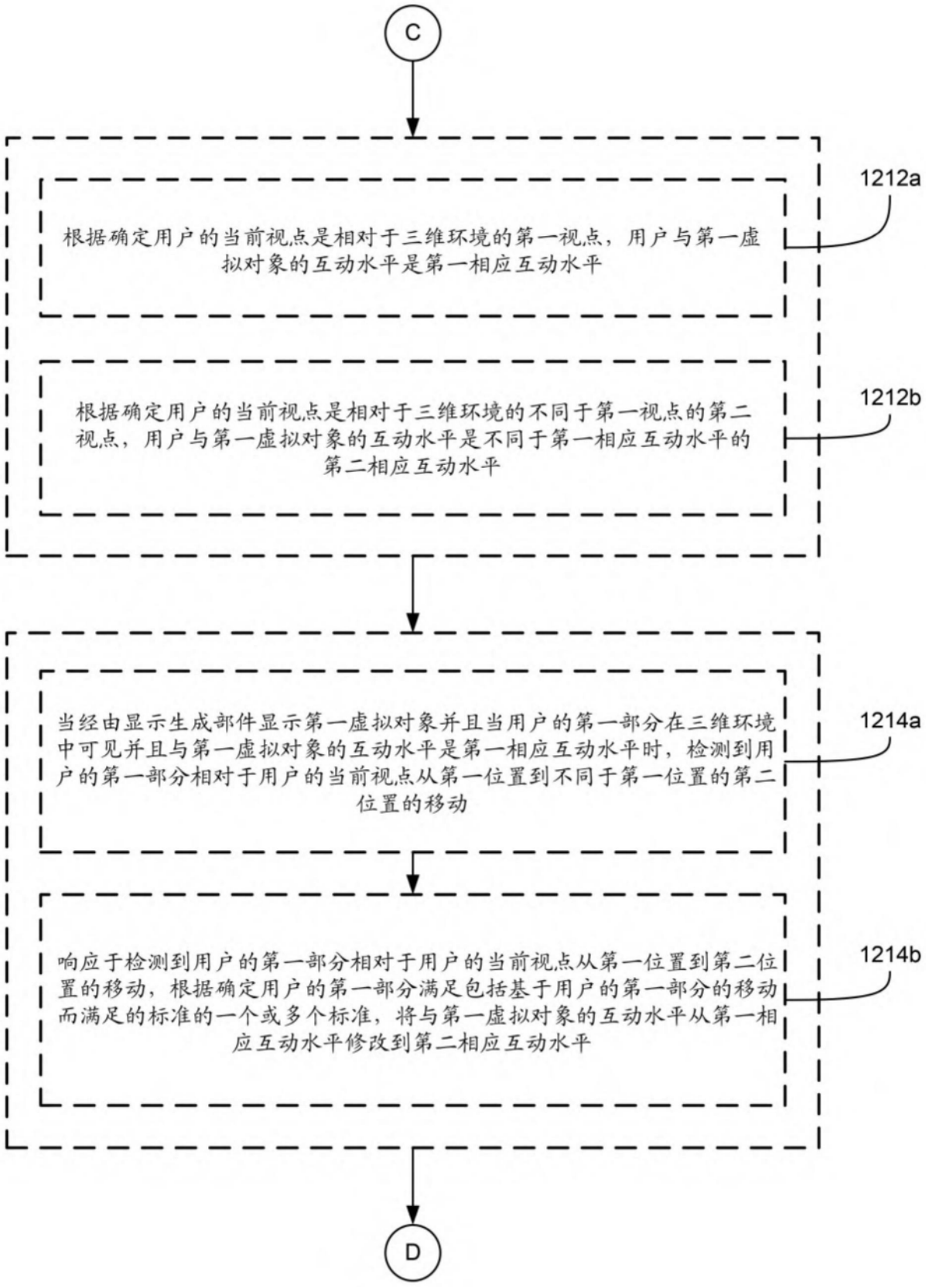

C
根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的第一视点，用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平
1212a
根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的不同于第一视点的第二视点，用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平
1212b
当经由显示生成部件显示第一虚拟对象并且当用户的第一部分在三维环境中可见并且与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平时，检测到用户的第一部分相对于用户的当前视点从第一位置到不同于第一位置的第二位置的移动
1214a
响应于检测到用户的第一部分相对于用户的当前视点从第一位置到第二位置的移动，根据确定用户的第一部分满足包括基于用户的第一部分的移动而满足的标准的一个或多个标准，将与第一虚拟对象的互动水平从第一相应互动水平修改到第二相应互动水平
1214b
D

图12D

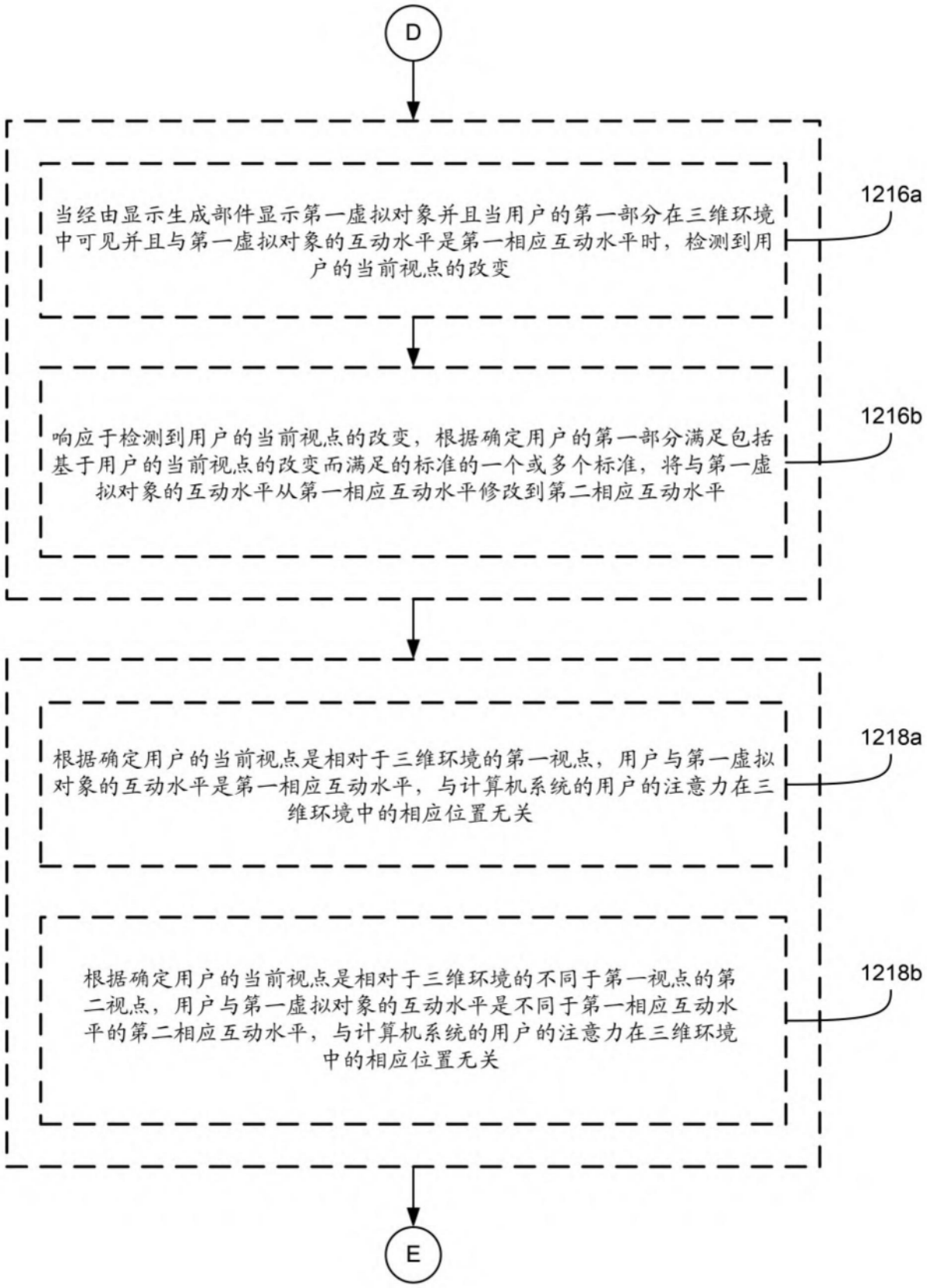

D
当经由显示生成部件显示第一虚拟对象并且当用户的第一部分在三维环境中可见并且与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平时，检测到用户的当前视点的改变
1216a
响应于检测到用户的当前视点的改变，根据确定用户的第一部分满足包括基于用户的当前视点的改变而满足的标准的一个或多个标准，将与第一虚拟对象的互动水平从第一相应互动水平修改到第二相应互动水平
1216b
根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的第一视点，用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平，与计算机系统的用户的注意力在三维环境中的相应位置无关
1218a
根据确定用户的当前视点是相对于三维环境的不同于第一视点的第二视点，用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平，与计算机系统的用户的注意力在三维环境中的相应位置无关
1218b
E

图12E

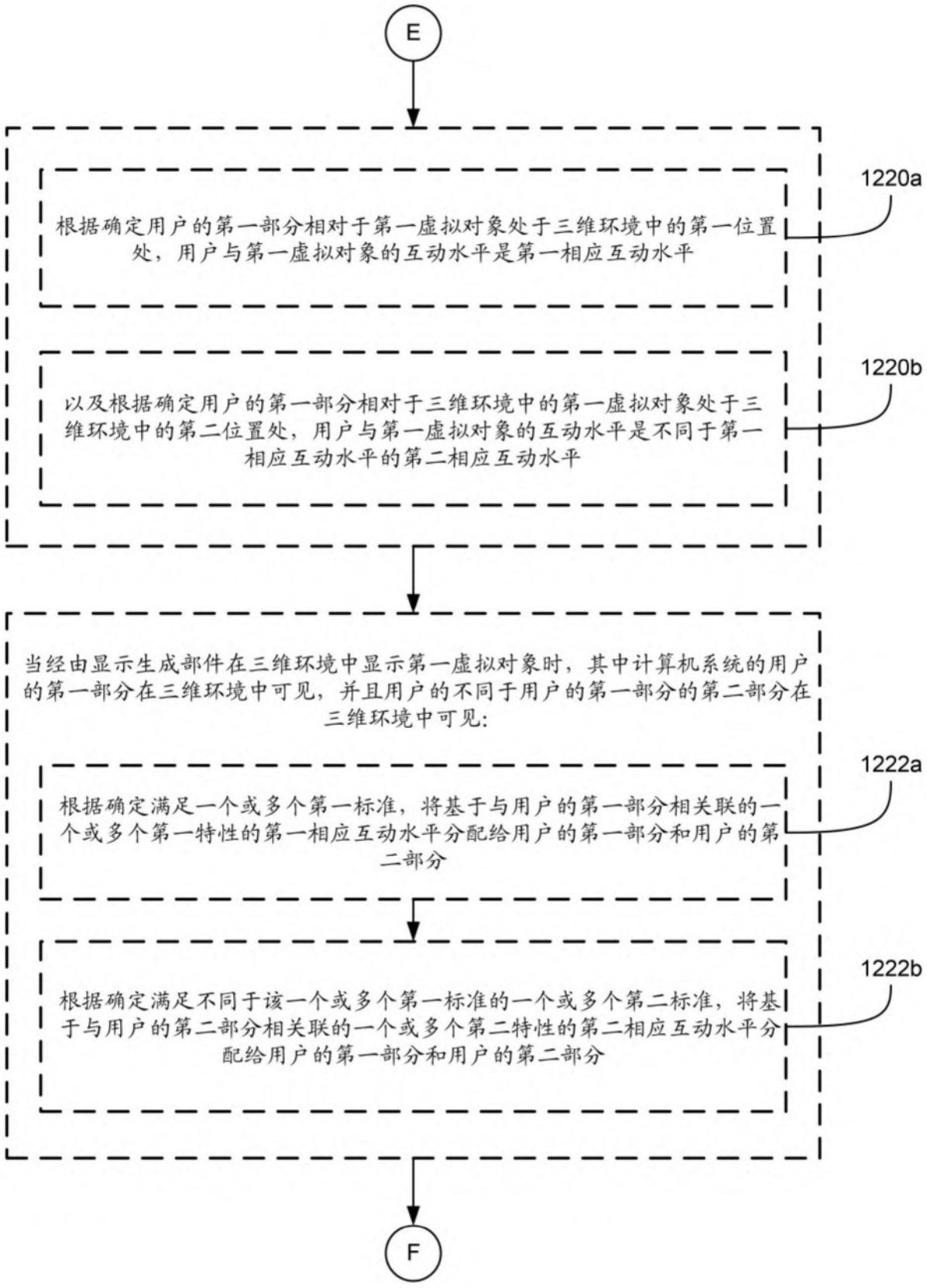

E
根据确定用户的第一部分相对于第一虚拟对象处于三维环境中的第一位置处，用户与第一虚拟对象的互动水平是第一相应互动水平
1220a
以及根据确定用户的第一部分相对于三维环境中的第一虚拟对象处于三维环境中的第二位置处，用户与第一虚拟对象的互动水平是不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平
1220b
当经由显示生成部件在三维环境中显示第一虚拟对象时，其中计算机系统的用户的第一部分在三维环境中可见，并且用户的不同于用户的第一部分的第二部分在三维环境中可见:
根据确定满足一个或多个第一标准，将基于与用户的第一部分相关联的一个或多个第一特性的第一相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分
1222a
根据确定满足不同于该一个或多个第一标准的一个或多个第二标准，将基于与用户的第二部分相关联的一个或多个第二特性的第二相应互动水平分配给用户的第一部分和用户的第二部分
1222b
F

图12F

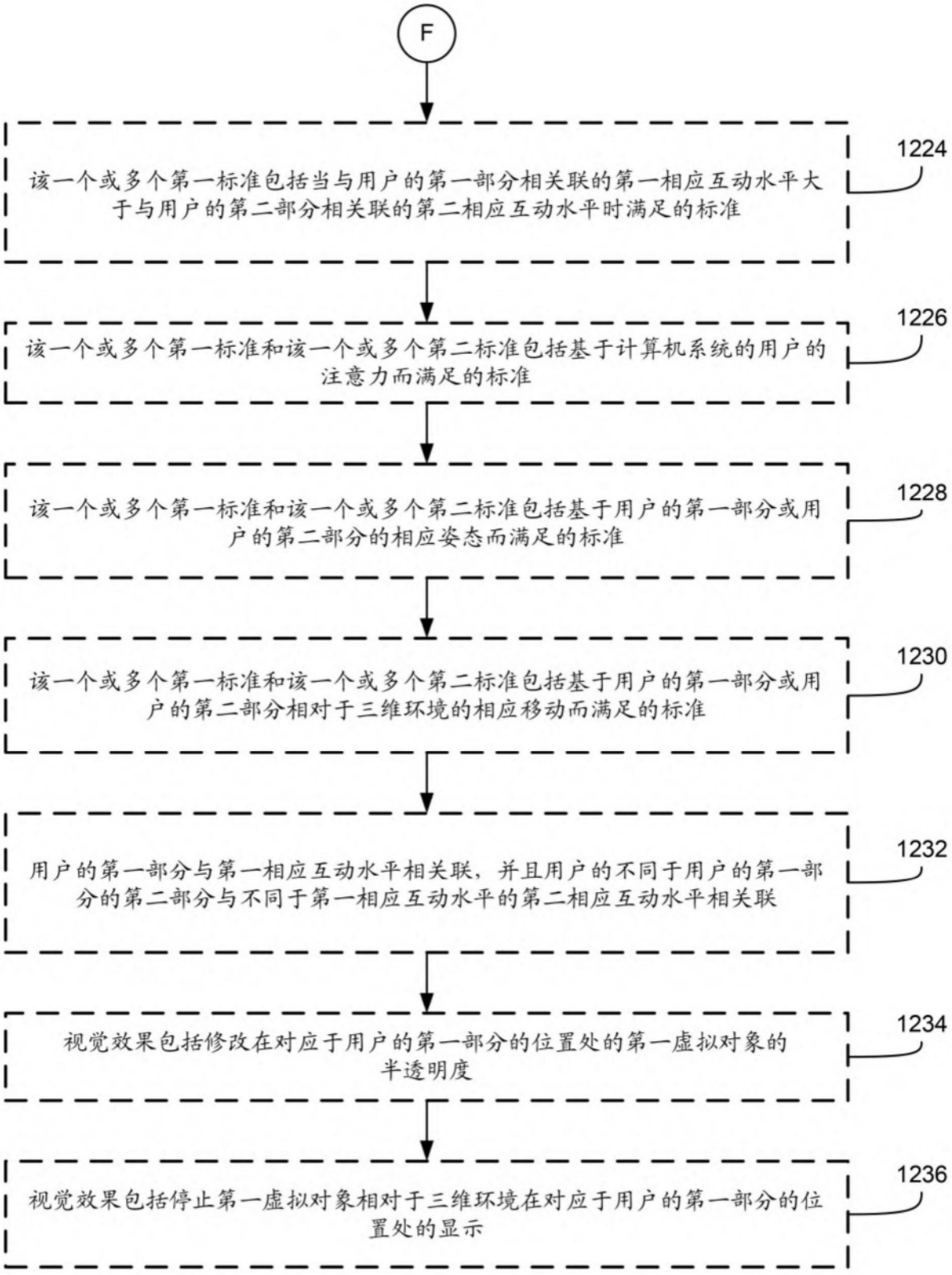

F
该一个或多个第一标准包括当与用户的第一部分相关联的第一相应互动水平大于与用户的第二部分相关联的第二相应互动水平时满足的标准
1224
该一个或多个第一标准和该一个或多个第二标准包括基于计算机系统的用户的注意力而满足的标准
1226
该一个或多个第一标准和该一个或多个第二标准包括基于用户的第一部分或用户的第二部分的相应姿态而满足的标准
1228
该一个或多个第一标准和该一个或多个第二标准包括基于用户的第一部分或用户的第二部分相对于三维环境的相应移动而满足的标准
1230
用户的第一部分与第一相应互动水平相关联，并且用户的不同于用户的第一部分的第二部分与不同于第一相应互动水平的第二相应互动水平相关联
1232
视觉效果包括修改在对应于用户的第一部分的位置处的第一虚拟对象的半透明度
1234
视觉效果包括停止第一虚拟对象相对于三维环境在对应于用户的第一部分的位置处的显示
1236

图12G