



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112997058 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 30

(21) 申请号 201980073431.1

(22) 申请日 2019.10.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112997058 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(30) 优先权数据
62/756,964 2018.11.07 US
62/772,887 2018.11.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.07

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/058313 2019.10.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/096794 EN 2020.05.14

(73) 专利权人 应用材料公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 傅晋欣
罗格·梅耶·蒂默曼·蒂杰森
卢多维克·戈代

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006
专利代理师 徐金国 赵静

(51) Int.Cl.
G01M 11/00 (2006.01)
G01J 3/28 (2006.01)

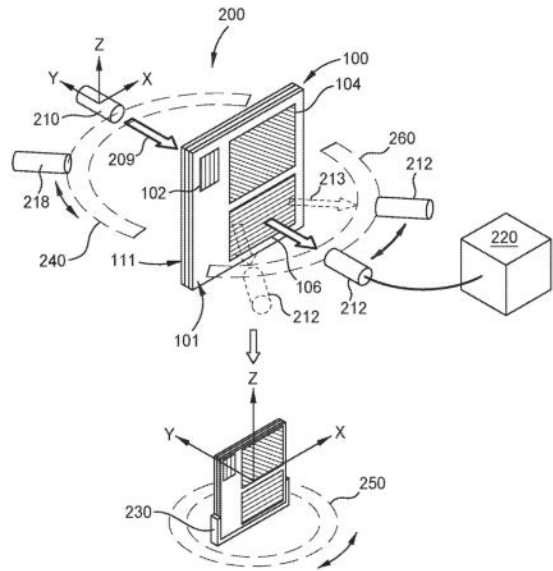
(56) 对比文件
W0 2007130990 A2, 2007.11.15
US 2016290927 A1, 2016.10.06

审查员 贺思远

权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称
用于波导计量的方法与设备

(57) 摘要
本文描述的实施方式涉及用于测量和表征利用玻璃基板的增强现实和虚拟现实波导结构的性能的设备。波导性能测量系统通常包括：光源，被配置为将光导向波导上的输入耦合光栅区域；以及一个或多个光探测器，被配置为从波导的第二侧上的输出耦合光栅区域收集光。光源和一个或多个光探测器设置在围绕波导定位的一个或多个可调节工作台上。在某些实施方式中，一个或多个可调节工作台被配置为以线性方式移动或以轨道运动围绕波导绕转和/或旋转。



1. 一种波导计量系统,包括:

光源,所述光源耦接到第一工作台并且被配置为将光导向设置在第二工作台上的样本波导保持器,所述光源设置在所述第二工作台的第一侧;

一个或多个扫描探测器,所述一个或多个扫描探测器耦接到第三工作台,所述第三工作台在所述第二工作台的与所述第一侧相对的第二侧,所述一个或多个扫描探测器被配置为收集在从所述样本波导保持器朝向所述第二侧的第一方向上传输的光;

反射探测器,所述反射探测器耦接到第四工作台,所述第四工作台在所述第二工作台的所述第一侧,所述反射探测器被配置为收集在从所述样本波导保持器朝向所述第一侧的第二方向上反射的光;和

光谱仪,所述光谱仪与所述一个或多个扫描探测器通信,其中所述系统被配置为测量在所述样本波导保持器中的样本波导的反射和透射光衍射效率特性。

2. 如权利要求1所述的计量系统,其中所述第一工作台被配置为关于x、y或z轴线性移动。

3. 如权利要求1所述的计量系统,其中所述第一工作台还被配置为独立于所述第二工作台的任何旋转围绕所述第二工作台绕转达约180°。

4. 如权利要求1所述的计量系统,其中所述第二工作台被配置为绕垂直轴旋转。

5. 如权利要求1所述的计量系统,所述系统进一步包含:

反射探测器,所述反射探测器设置在所述第一工作台上且与所述光源相邻。

6. 一种波导计量系统,包括:

光源,所述光源耦接到可移动的第一工作台并且被配置为朝向设置在第二工作台上的样本波导保持器传输光,所述光源设置在所述第二工作台的第一侧;

一个或多个散射仪,所述一个或多个散射仪耦接到可移动的第三工作台,所述第三工作台在所述第二工作台的与所述第一侧相对的第二侧,所述第三工作台独立于所述第一工作台而可移动,所述一个或多个散射仪被配置为收集在从所述样本波导保持器朝向所述第二侧的第一方向上传输的光;

一个或多个反射探测器,所述一个或多个反射探测器耦接到可移动的第四工作台,所述第四工作台在所述第二工作台的所述第一侧,所述第四工作台独立于所述第一工作台和所述第三工作台而可移动,所述反射探测器被配置为收集在从所述样本波导保持器朝向所述第一侧的第二方向上反射的光;和

光谱仪,所述光谱仪与所述一个或多个散射仪以及所述一个或多个反射探测器通信,其中所述系统被配置为测量在所述样本波导保持器中的样本波导的反射和透射光衍射效率特性。

7. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述第一工作台被配置为关于x、y和z轴线性移动。

8. 如权利要求7所述的计量系统,其中所述第一工作台还被配置为独立于所述第二工作台的任何旋转围绕所述样本波导保持器绕转达约180°。

9. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述第二工作台被配置为关于x、y和z轴线性移动。

10. 如权利要求9所述的计量系统,其中所述第二工作台还被配置为绕所述z轴旋转。

11. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述第三工作台与所述第四工作台被配置为独立于所述第二工作台的任何旋转围绕所述样本波导保持器绕转达约 180° 。

12. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述第一工作台和所述第二工作台被同步以测量样本波导的角度和空间均匀性特性。

13. 一种波导计量系统,包括:

准直光源,所述准直光源与可移动的第一工作台耦接;

样本波导保持器,所述样本波导保持器设置在可移动的第二工作台上;

反射探测器,所述反射探测器耦接至可移动的第三工作台并被配置为收集从所述样本波导保持器在第一方向上反射的光,所述第三工作台在所述样本波导保持器的第一侧;

透射探测器,所述透射探测器耦接到可移动的第四工作台并被配置为收集从所述样本波导保持器在第二方向上传输的光,所述第四工作台在所述样本波导保持器的第二侧,其中所述第一工作台、所述第三工作台和所述第四工作台被配置为独立于所述第二工作台的任何旋转围绕所述样本波导保持器绕转达约 180° ;和

光谱仪,所述光谱仪与所述反射探测器以及所述透射探测器通信,其中所述系统被配置为测量在所述样本波导保持器中的样本波导的反射和透射光衍射效率特性。

14. 如权利要求13所述的计量系统,其中所述第一工作台与所述第二工作台被配置为关于x、y和z轴线性移动并绕所述z轴旋转。

15. 如权利要求13所述的计量系统,其中所述第三工作台与所述第四工作台被配置为关于x、y和z轴线性移动。

16. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述系统被配置为测量样本波导的视野和光耦合效率特性。

17. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述系统被配置为测量样本波导的颜色均匀性特性。

18. 如权利要求6所述的计量系统,其中所述光源是光引擎并且所述系统被配置为测量样本波导的图像分辨率和对比度特性。

19. 如权利要求13所述的计量系统,其中所述光源包括白光源、激光器或发光二极管。

用于波导计量的方法与设备

技术领域

[0001] 本揭示内容的实施方式大体涉及用于增强现实、虚拟现实和混合现实的波导以及用于表征这种波导的设备。更特定而言,本文描述的实施方式涉及一种用于确定波导组合器的运行效率的计量设备。

背景技术

[0002] 虚拟现实通常被认为是计算机生成的模拟环境,其中用户具有明显的实体存在。可以在三维(3D)中生成虚拟现实体验,并使用头戴显示器(HMD)进行观看以显示替代实际环境的虚拟现实环境,所述头戴显示器诸如眼镜或其他具有近眼显示面板作为镜头的可穿戴式显示设备。

[0003] 然而,增强现实技术提供了一种体验,其中用户仍然可以透过眼镜或其他HMD设备的显示镜头观看周围的环境,还可以看到虚拟物件的图像,这些图像被生成以用于显示,并表现为环境的部分或覆盖到环境上。增强现实可以包括任何类型的输入,诸如音频和触觉输入,以及可以增强或扩增用户体验环境的虚拟图像、图形和视频。作为新兴技术,增强现实存在许多挑战和设计限制。

[0004] 这样的挑战之一是控制增强现实显示设备的品质。许多当前的增强现实显示设备利用波导组合器来帮助将虚拟图像覆盖在周围环境上。由于波导趋于具有不均匀的性质,导致光从一个设备到另一设备的传播方式不同,因此制造波导组合器可具有挑战性。因此,制造后的波导组合器的品质控制对于在增强现实显示设备之间保持一致的性能至关重要。常规的波导计量系统被用于波导的表征和制造后的品质控制。常规的度量系统被配置为照射波导上的单个点并收集来自该单个点的光传播数据。由于先进的波导通常采用复杂的光栅设计并拥有具有不同光调变特性的多个不同区域,因此从单个点或区域收集光会导致整个波导性能的表征不完整且不准确。

[0005] 因此,本领域需要用于表征波导组合器性能的改进的方法和设备。

发明内容

[0006] 在一个实施方式中,提供了一种波导计量系统。所述波导计量系统包括:光源,耦接到第一工作台;样本保持器,耦接到第二工作台;以及一个或多个扫描探测器,设置在第三工作台上。所述光源被配置为朝向样本保持器引导光。所述扫描探测器设置为在轨道上(orbitally)邻近样本保持器并与光源相对,并且扫描探测器被配置为收集透射的光。光谱仪与扫描探测器通信。

[0007] 在一个实施方式中,提供了一种波导计量系统。所述波导计量系统包括:光源,耦接到第一工作台;样本保持器,耦接到第二工作台;一个或多个散射仪,耦接到第三工作台;以及一个或多个反射探测器,耦接到第四工作台上。所述光源被配置为朝向样本保持器传输光。所述散射仪设置为邻近样本保持器并与光源相对,并且散射仪被配置为收集从光源传输的光。反射探测器被配置为收集反射的光。光谱仪与反射探测器以及散射仪通信。

[0008] 在一个实施方式中,提供了一种波导计量系统。所述波导计量系统包括:白光源,耦接到第一工作台;样本保持器,耦接到第二工作台;两个或更多个反射探测器,耦接到第三工作台;以及两个或更多个透射探测器,耦接到第四工作台。所述白光源被配置为产生准直的入射光束。所述反射探测器被配置为收集从所述样本保持器的方向反射的光。所述透射探测器被配置为收集从所述白光源传输的光。光谱仪与所述反射探测器以及所述透射探测器通信。

附图说明

[0009] 可通过参考实施方式获得以上简要概述的本公开内容的更特定描述,以便能够更详细地了解本公开内容的上述特征,附图图示了其中一些实施方式。然而应注意到,附图仅图示示例性实施方式,且因此不应被视为限制实施方式的范围,并可允许其他等效的实施方式。

[0010] 图1A示出了根据本揭示内容实施方式的波导组合器的示意性侧视图。

[0011] 图1B示出了根据本文描述的実施方式的图1A的波导组合器的示意性透视图。

[0012] 图2A示出了根据本揭示内容的实施方式的波导计量系统的示意性透视图。

[0013] 图2B示出了根据本揭示内容实施方式的图2A的计量系统的示意性平面图。

[0014] 图3A示出了根据本揭示内容的实施方式的波导计量系统的示意性透视图。

[0015] 图3B示出了根据本揭示内容实施方式的图3A的计量系统的示意性平面图。

[0016] 图4A示出了根据本揭示内容的实施方式的波导计量系统的示意性透视图。

[0017] 图4B示出了根据本揭示内容实施方式的图4A的计量系统的示意性平面图。

[0018] 为了协助了解,已尽可能使用相同的附图标记标定各图中共有的相同元件。已思及到,一个实施方式的元件与特征可被有益地并入其他实施方式中而无需进一步的叙述。

具体实施方式

[0019] 本文描述的实施方式涉及用于测量和表征利用玻璃基板的增强现实和虚拟现实波导结构的性能的设备。波导性能测量系统包括:光源,被配置为将光导向波导的第一侧上的输入耦合光栅区域;以及一个或多个光探测器,被配置为从波导的第二侧上的输出耦合光栅区域收集光。光源和一个或多个光探测器设置在围绕波导定位的一个或多个可调节工作台上。在某些实施方式中,一个或多个可调节工作台被配置为以线性方式移动或以轨道运动围绕波导旋转和/或绕转(revolve)。

[0020] 图1A-1B示出了具有三个多光栅103、105和107的波导组合器100(例如,用于VR或AR应用)的示意图。应该理解,以下描述的波导组合器100是示例性波导组合器,并且其他波导组合器可被使用或修改以完成本揭示内容的方面。例如,可以使用具有多于三个多光栅的波导组合器,例如五个或更多个多光栅。或者,可以使用具有少于三个多光栅的波导组合器,诸如两个多光栅。在另一示例中,可以使用在两个主平面侧上均具有光栅的波导组合器。在又一示例中,可以使用具有多于一个输入耦合区域和多于一个输出耦合区域的波导组合器。

[0021] 图1A示出了波导组合器100的第一侧101的侧视图。波导组合器100包括由第一多光栅103限定的输入耦合区域102,由第二多光栅105限定的中间区域104和由第三多光栅

107限定的输出耦合区域106。在一些实施方式中,布置输入耦合区域102、中间区域104和输出耦合区域106,以便在输入耦合区域102和输出耦合区域106之间实现光的实质全内反射。

[0022] 当在显示设备内操作时,输入耦合区域102从微显示器(未示出)接收具有一强度的入射光束(图1B所示)。多光栅103中的每个光栅相对于波导组合器100的平面(诸如第一侧面101)成一角度。在一个实施方式中,多光栅103将入射光束分成多个反射和透射衍射级,例如零级模式、正一级模式或负一级模式。在一个实施方式中,零级透射模式光束被折射进和折射出波导组合器100,并最终在背景中损耗。正一级模式光束通过全内反射经由波导组合器100耦合到中间区域104,并且负一级模式光束在波导组合器100中沿与正一级光束相反的方向传播。

[0023] 图1B示出了波导组合器100的透视图,示出了入射光束109在波导组合器100内的行进路径。波导组合器100具有平行设置的第一平面侧101和第二平面侧111,以使光能够在波导组合器100的内部尺寸内传播。波导组合器100由光学透明材料制成,光学透明材料被配置为使用户能够透视波导组合器100的主平面侧101、111。

[0024] 在一个实施方式中,由光源110产生的入射光束109被导向界定输入耦合区域102的第一多光栅103。第一多光栅103中的每个光栅相对于波导组合器100的平面(即平面侧)成一角度,以增强波导组合器100内的光的所需衍射级。在一个实施方式中,第一多光栅103中的每个光栅是倾斜的,使得正一级模式光束在波导组合器100内被反射。例如,第一多光栅103中的每个光栅成一角度,以抑制零级模式光束和负一级模式光束。

[0025] 在接触第一多光栅103之后,来自入射光束109的期望光束模式被分离并且在波导组合器100内向中间区域104反射。光路119A、119B是光束109在波导组合器100内的传播路径(例如,投影)。光束109传播通过中间区域104并与第二多光栅105接触时,会经历全内反射(TIR)。类似于第一多光栅103,第二多光栅105中的每个光栅相对于波导组合器100的平面成一角度,以在波导组合器100内反射期望的光束。在一个实施方式中,第二多光栅105中的每个光栅是倾斜的,使得正一级模式光束在波导组合器100内被反射。例如,第二多光栅105中的每个光栅成一角度,以抑制零级模式光束。在一个实施方式中,第二多光栅105中的每个光栅成一角度,以将正一级模式光束朝着输出耦合区域106反射,同时抑制零级模式光束。

[0026] 然后,由第二多光栅105反射的期望光束被引导到输出耦合区域106中的第三多光栅107。类似于第一多光栅103和第二多光栅105,第三多光栅107分离期望光束模式113并使期望光束模式113从第一侧101传播到波导组合器100之外,以便使光束与来自周围环境的环境光在图像平面上耦合。通常,图像平面位于与波导组合器100隔开一定距离的焦点处。

[0027] 图2A至2B示出了根据本揭示内容的实施方式的波导计量系统200的示意图。图2A示出了波导计量系统200的透视图。图2B示出了波导计量系统200的俯视图。因此,同时讨论图2A和2B,以便于理解本揭示内容。作为参考,在图2A中示出了x、y和z轴框架。y轴垂直于波导组合器100的平面侧101、111。z轴在垂直方向上平行于波导组合器100的平面侧101、111。x轴在水平方向上平行于波导组合器的平面侧101、111。

[0028] 计量系统200包括光源210、样本保持器230和一个或多个光探测器212。合适的光探测器的示例包括光学传感器、有源像素传感器(APS)、电荷耦合元件(CCD)、光敏电阻、光电二极管、半导体探测器等。光源210设置在与平面侧111相邻的第一工作台240上,并且被

配置为产生入射光束209并将其导向波导组合器100的输入耦合区域102。计量系统200可以使用任何合适类型的光,包括但不限于白光源、光引擎图像生成器、激光器或发光二极管(LED)。在一实施方式中,光源210包括准直装置(未示出)。在一些示例中,光源210将准直光导向波导组合器100的输入耦合区域102。在其他示例中,光源210将未准直或漫射的光导向波导组合器100的输入耦合区域102。

[0029] 在一个实施方式中,第一工作台240还包括设置在其上的一个或多个反射探测器218。合适的反射探测器的示例包括光学传感器、有源像素传感器(APS)、电荷耦合元件(CCD)、光敏电阻、光电二极管、半导体探测器等。反射探测器218被配置为探测和收集从平面侧111反射或折射、并且未透射通过波导组合器100内部的任何光束。一个或多个反射探测器218和光源210可以以任何合适的数量和配置布置在第一工作台240上。例如,两个反射探测器218和单个光源210可以以线性配置或月牙形配置来布置,在光源210的每个外围侧上存在一个反射探测器218。此外,每个反射探测器218可以相对于中心光源210以及反射探测器218和光源210的焦点成一角度定向。或者,可以在第一工作台240上设置单个反射探测器218。在一些实施方式中,第一工作台240包括一个或多个扫描臂,扫描臂被配置为致动第一工作台240,并因而致动单个反射探测器218,从而能够利用单个反射探测器218收集以不同角度反射的光,并且不需要利用设置在不同的位置和/或角度的多个探测器。

[0030] 第一工作台240可关于x、y和z轴进行线性调整,以使光源210和/或反射探测器218可以相对于波导组合器100沿垂直和水平方向移动。例如,第一工作台240可以包括在x、y和z方向上延伸的多个引导构件,第一工作台240可以在多个引导构件上移动。在另一个示例中,第一工作台240可以耦接到配置成沿着x、y和z轴线性移动的扫描臂。在又一个示例中,第一工作台240可以设置在配置为沿着x、y和z轴线性移动的滚动平台上。

[0031] 第一工作台240被进一步配置为绕通过第一工作台240的一点的z轴旋转。例如,第一工作台240绕通过第一工作台240的z轴,从约1度旋转到约360度。在一些实施方式中,第一工作台240还被配置为在波导组合器100的平面侧111围绕波导组合器100在约1度至约180度之间绕转(例如,轨道性旋转、回转)。例如,第一工作台240被配置为绕波导组合器100并且绕z轴沿顺时针或逆时针方向绕转约180度。第一工作台240的线性、旋转和绕转可调整性的组合使光源210能够以不同的角度并且以与波导组合器100不同的距离将入射光束209朝向输入耦合区域102引导。另外,第一工作台240的线性、旋转和绕转可调整性的组合使得反射探测器218能够以不同的角度和距离测量反射光束。

[0032] 要注意的是,第一工作台240以及本文所述的任何其他工作台可以包括一个或多个可移动(例如可操纵)的支撑结构,用于在其上支撑一个或多个光源和/或探测器。例如,在一些实施方式中,本文所述的工作台可包括一个或多个可移动平台、支架、铰接臂、扫描臂、引导件、轨道、轨迹等。

[0033] 样本保持器230设置在第二工作台250上,并且被配置为固定样本(例如波导组合器100)以进行分析。类似于第一工作台240,第二工作台250可关于x、y和z轴线性调节,使得波导组合器100可在垂直和水平方向上移动。例如,第二工作台250可以包括在x、y和z轴上延伸的多个引导构件,第二工作台250可以在多个引导构件上移动。在另一示例中,第二工作台可以耦接至可调节扫描臂,可调节扫描臂被配置为使第二工作台250在x、y和z轴上线性移动。在又一个示例中,第二工作台250可以设置在配置为沿着x、y和z轴线性移动的滚动

平台上。

[0034] 第二工作台250还被配置为绕通过该工作台的中心点的z轴旋转360度。例如,第二工作台250绕z轴沿顺时针或逆时针方向旋转。第二工作台250的线性和旋转可调节性的组合使得波导组合器100能够相对于光源210、反射探测器218和光探测器212在水平和垂直角度的范围内对光进行输入耦合和输出耦合。测量以不同角度输入耦合和输出耦合的光的能力使得能够更精确地测量波导组合器100的光栅特性,由此可以改善这些光栅的图案化或蚀刻。在某些实施方式中,将棱镜(未示出)安装在固定于第二工作台250上的波导组合器100上,以将光耦合到输入耦合区域102中或使光从输出耦合区域106耦合出。在这样的实施方式中,折射率匹配流体被用作波导组合器100和棱镜之间的中间物,以防止输入耦合光和输出耦合光有不期望的反射和折射。可在此使用的折射率匹配流体的示例包括基于二氧化硅的匹配液体、油和凝胶。

[0035] 一个或多个光探测器212设置在第三工作台260上,第三工作台260邻近于平面侧101并且与第二工作台240和光源210相对。光探测器212以任何合适的数量和配置布置在第三工作台260上。例如,三个光探测器212以月牙形配置布置,每个远端光探测器相对于中央探测器围绕三个光探测器212的焦点以约45度的角度定位。在另一实施方式中,三个光探测器212以线性配置布置,在第三工作台260上彼此等间隔。或者,可以在第三工作台260上设置单个光探测器212。第三工作台260可以耦接到扫描臂,从而使得能够通过单个光探测器212收集以不同角度衍射的光,并且不需要利用多个探测器。

[0036] 第三工作台260被配置为在波导组合器100的平面侧101围绕波导组合器100在约1度至约180度之间绕转。例如,第三工作台260被配置为绕波导组合器100并且绕z轴沿顺时针或逆时针方向绕转大约180度。第三工作台260的绕转可调节性使光探测器212能够相对于波导组合器100以不同角度测量离开输出耦合区域106的透射光束213。

[0037] 在图2A所示的实施方式中,光探测器212还耦接到光谱仪220,但任何合适的光计量系统可以用于表征波导组合器性能。光探测器212可以进一步包括任何合适种类的光传感器,包括但不限于扫描散射仪或锥光散射仪。光探测器212被配置为探测并收集从波导组合器100的输出耦合区域106传播的透射光束213。

[0038] 在测量波导组合器100的性能特性时,光散射数据由反射探测器218和光探测器212收集,并将数据传输到光谱仪220以进行数据分析。在由光谱仪220进行分析后,结果被传输到并显示在图形用户界面(GUI)(未示出)上。在一个实施方式中,样本波导组合器100的性能特性被显示为与波导组合器100的平面侧101、111之一相对应的二维网格。

[0039] 计量系统200中使用的探测器212、218的数量和工作台240、250、260的可调节性使用户能够更准确地测量波导组合器100的广泛的性能特性。在一实施方式中,计量系统200被配置为测量和分析波导组合器100的反射衍射效率。在另一实施方式中,计量系统200被配置为测量和分析波导组合器100的透射衍射效率。

[0040] 图3A至3B示出了根据本揭示内容的实施方式的计量系统300的示意图。图3A示出了波导计量系统300的透视图。图3B示出了波导计量系统300的俯视图,为了清楚起见,工作台240、250从工作台260、370偏移。因此,同时讨论图3A和3B,以便于理解本揭示内容。作为参考,在图3A中示出了x、y和z轴框架,其具有与图2A基本相似的定向。

[0041] 计量系统300的配置与计量系统200相似。然而,与计量系统200不同,计量系统300

的一个或多个反射探测器218设置在第四工作台370上,第四工作台370邻近波导组合器100的平面侧111。第四工作台370被配置为在波导组合器100的平面侧111围绕波导组合器100在约1度至约180度之间绕转,类似于第三工作台260。例如,第四工作台370被配置为绕波导组合器100并且绕z轴沿顺时针或逆时针方向绕转约180度。第四工作台370的绕转可调节性使反射探测器218能够相对于波导组合器100以不同角度测量反射光束。

[0042] 一个或多个反射探测器218可以以任何合适的数量和配置布置在第四工作台370上。例如,三个反射探测器218可以以线性或月牙形配置来布置。远端反射探测器可各自相对于中央反射探测器围绕三个反射探测器218的焦点以45度角定向。或者,在另一个实施方式中,可以在第四工作台370上设置单个反射探测器218。第四工作台370可以耦接到扫描臂,从而使得能够通过单个反射探测器218收集以不同角度反射的光,并且不需要利用多个探测器。

[0043] 与计量系统200相比,加入具有耦接到其上的一个或多个反射探测器218的第四工作台370使得计量系统300能够执行波导组合器100的附加类型的性能特性分析。例如,第四工作台370的添加使得计量系统300能够测量视野特性以及波导组合器100的整体耦合效率。在一个实施方式中,第一工作台240和第二工作台250被同步,以同时在空间上被调节。第一工作台240和第二工作台250的空间位置和定向的同时调整使计量系统300还能够测量波导组合器100的角度均匀性和空间均匀性。在另一个实施方式中,计量系统还被配置为测量波导组合器100的颜色均匀性。在又一个实施方式中,计量系统300利用光引擎作为光源210,并且被配置为测量波导组合器100的图像分辨率和对比度特性。

[0044] 图4A至4B示出了根据本揭示内容的实施方式的计量系统400的示意透视图。图4A示出了波导计量系统400的透视图,图4B示出了波导计量系统400的俯视图,其中为了清楚起见,工作台240和250从工作台480和490偏移。因此,同时讨论图4A和4B,以便于理解本揭示内容。作为参考,在图4A中示出了x、y和z轴框架,其具有与图2A基本相似的定向。

[0045] 计量系统400的配置与计量系统300相似。但是,与计量系统300不同,第三工作台260和第四工作台370被第五工作台480和第六工作台490代替。第五工作台480和第六工作台490彼此相对设置,各面向波导组合器100的不同平面侧。在一实施方式中,第五工作台480邻近平面侧111设置,第六工作台490邻近平面侧101设置。

[0046] 此外,第五工作台480和第六工作台490可关于x、y和z轴线性调节。例如,第五工作台480和第六工作台490可以包括在x、y和z方向上延伸的多个引导构件,这些工作台可以在多个引导构件上移动。在另一个示例中,第五工作台480和第六工作台490可以耦接到可调节扫描臂,可调节扫描臂被配置为沿着x、y和z轴线性移动工作台。在又一个示例中,第五工作台480和第六工作台490可以设置在配置为沿着x、y和z轴线性移动的滚动平台上。第五工作台480和第六工作台490的线性可调节性使得反射探测器218和光探测器212能够以不同的垂直和水平角度和距离来测量反射和透射光束。

[0047] 一个或多个光探测器212设置在第五工作台480上。光探测器212可以以任何合适的数量和配置布置在第五工作台480上。例如,三个光探测器212可以以线性或月牙形配置来布置。此外,每个远端光探测器可以围绕三个光探测器218的焦点相对于中央光探测器以一角度定位。或者,在另一个实施方式中,可以在第五工作台480上设置单个光探测器212。第五工作台480可以耦接到扫描臂,从而使得能够通过单个光探测器212收集以不同角度衍

射的光,并且不需要利用多个探测器。

[0048] 类似地,一个或多个反射探测器218设置在第六工作台490上,并且可以以任何合适的数量和配置布置在第六工作台490上。例如,可以将三个反射探测器218布置成线性或月牙形配置,每个远端反射探测器都围绕三个反射探测器218的焦点相对于中央反射探测器成一角度定位。或者,在另一个实施方式中,可以在第六工作台490上设置单个反射探测器218。第六工作台490可以耦接到扫描臂,从而使得能够通过单个反射探测器218收集以不同角度反射的光,并且不需要利用多个探测器。

[0049] 通过利用第五工作台480和第六工作台490代替第三工作台260和第四工作台370,计量系统400能够执行计量系统200、300无法执行的另外形式的波导组合器100的特性分析。例如,通过利用光探测器212或反射探测器218探测透射光束213或反射光束414的会聚,计量系统400可以测量波导组合器100的整体光功率。在另一个示例中,通过沿着x、y和z轴移动第五工作台480并利用光探测器212在多个位置测量光束213,计量系统400可以在不同角度测量波导组合器100的空间均匀性。在又一个示例中,通过利用产生准直的入射光束209的准直光源210,计量系统400可以测量入射和出射光瞳尺寸,从而确定波导组合器100的光瞳复制(pupil replication)特性。

[0050] 综上所述,本文描述了一种用于测量波导组合器性能的可调节且灵活的计量系统。波导组合器遍体具有不均匀的性质,并利用多个衍射光栅来折射和反射光束。利用多个平移、绕转和/或旋转工作台以及多个光探测器使计量系统能够在更广泛的位置和角度范围内收集数据。因此,利用多个平移和旋转台以及多个光探测器的计量系统提供了改进的波导组合器表征,这使得能够在波导组合器的制造中进行更好的品质控制。

[0051] 虽然前述内容关于本揭示内容的实施方式,但可在不脱离本揭示内容的基本范围的情况下设计本揭示内容的其他与进一步的实施方式,且本揭示内容的范围由随附的权利要求书确定。

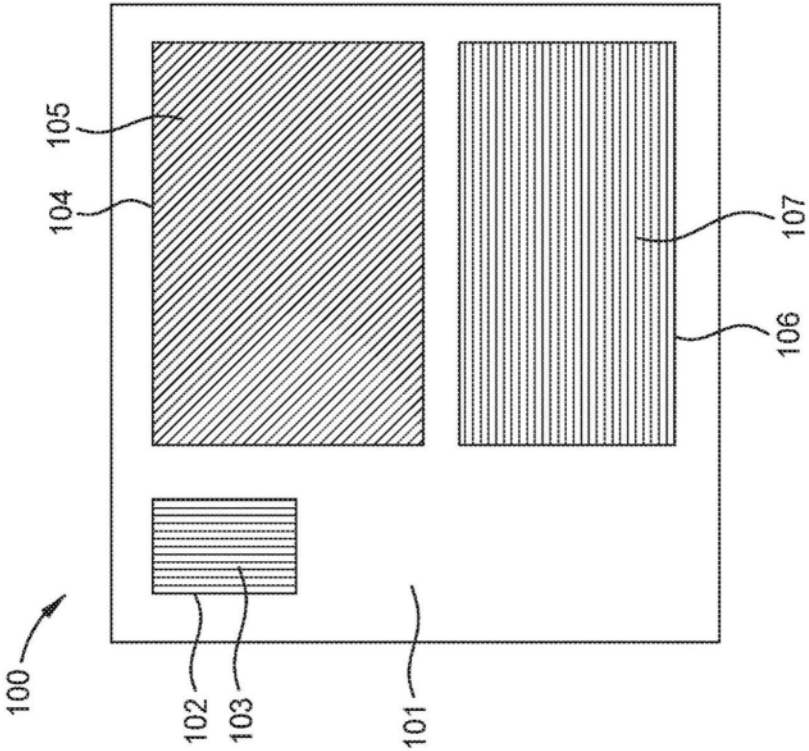


图1A

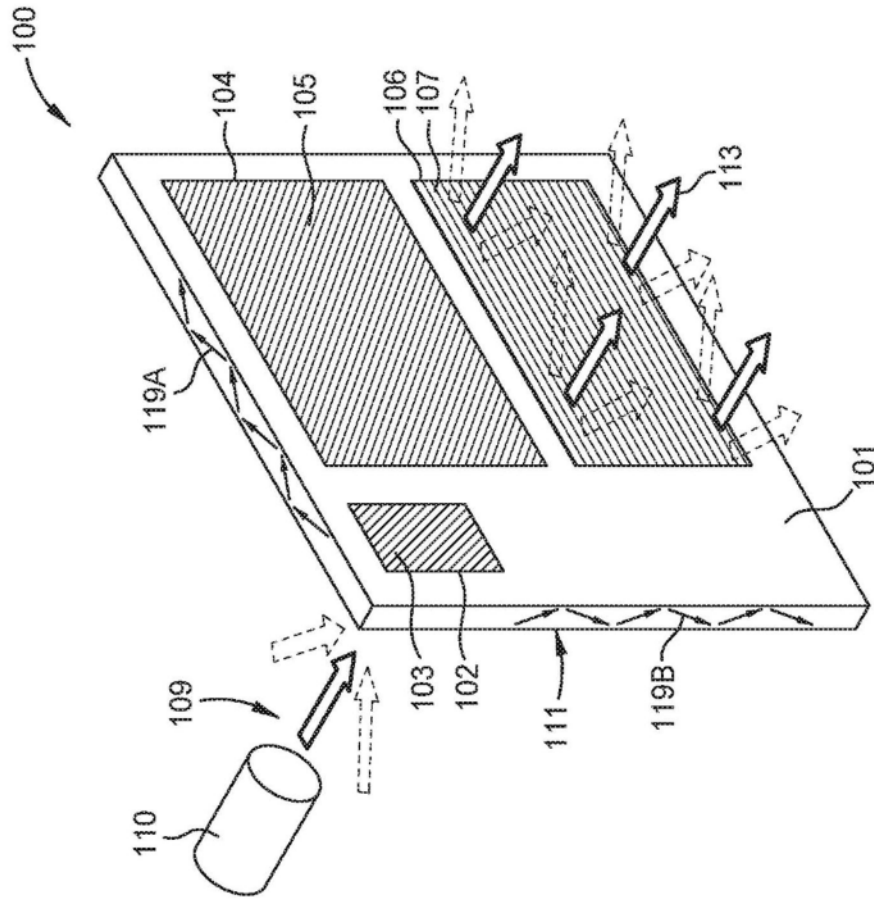


图1B

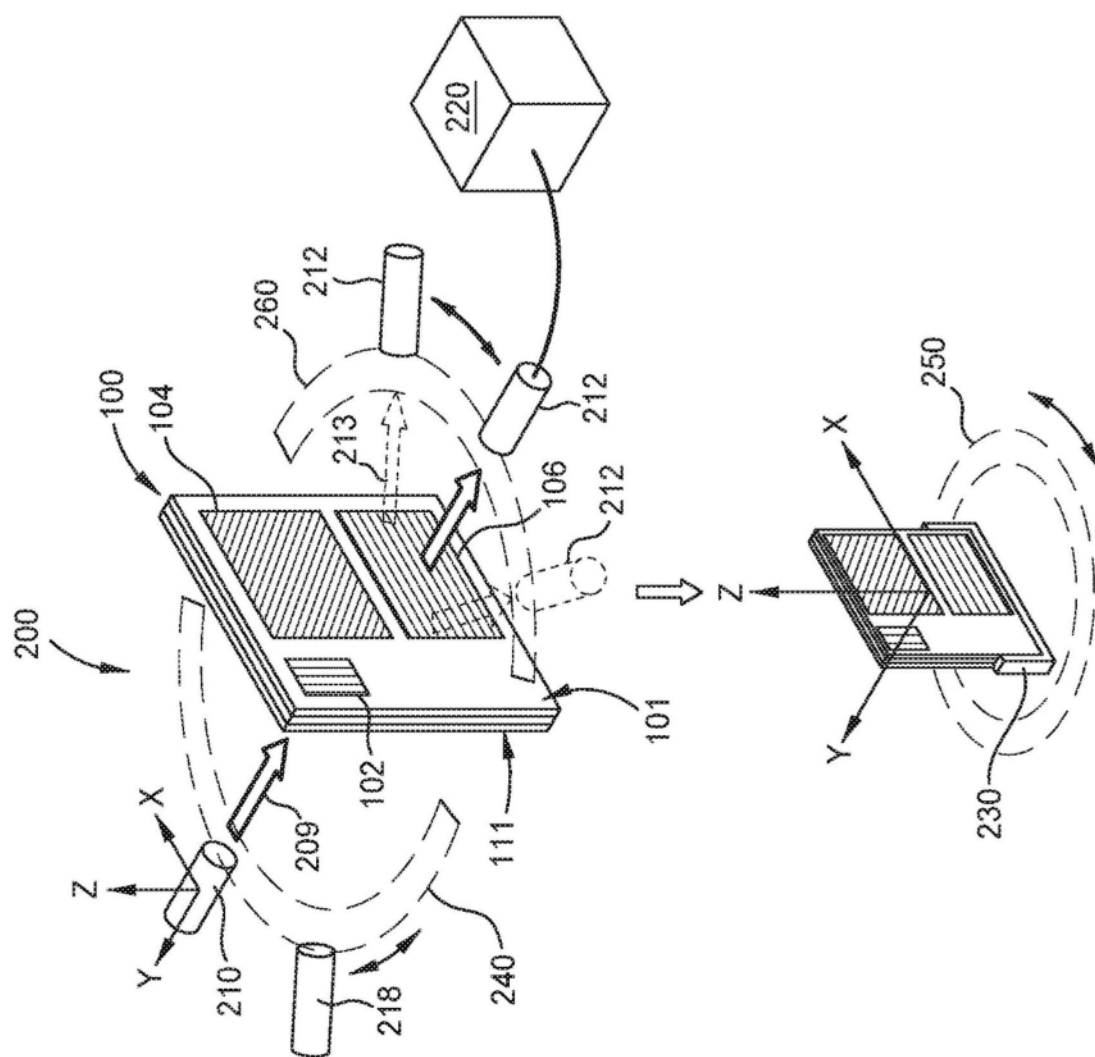


图2A

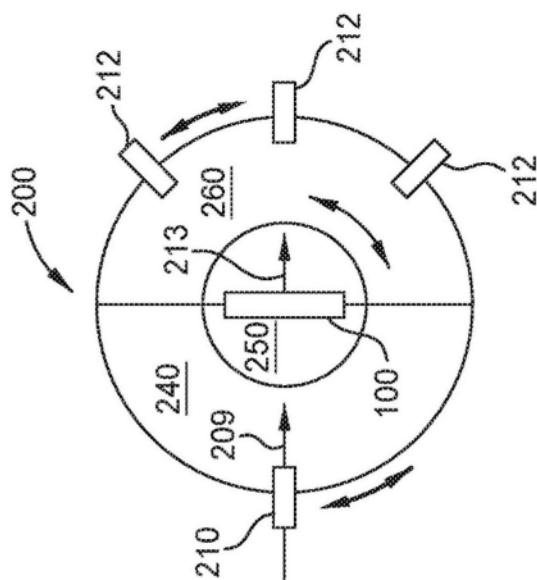


图2B

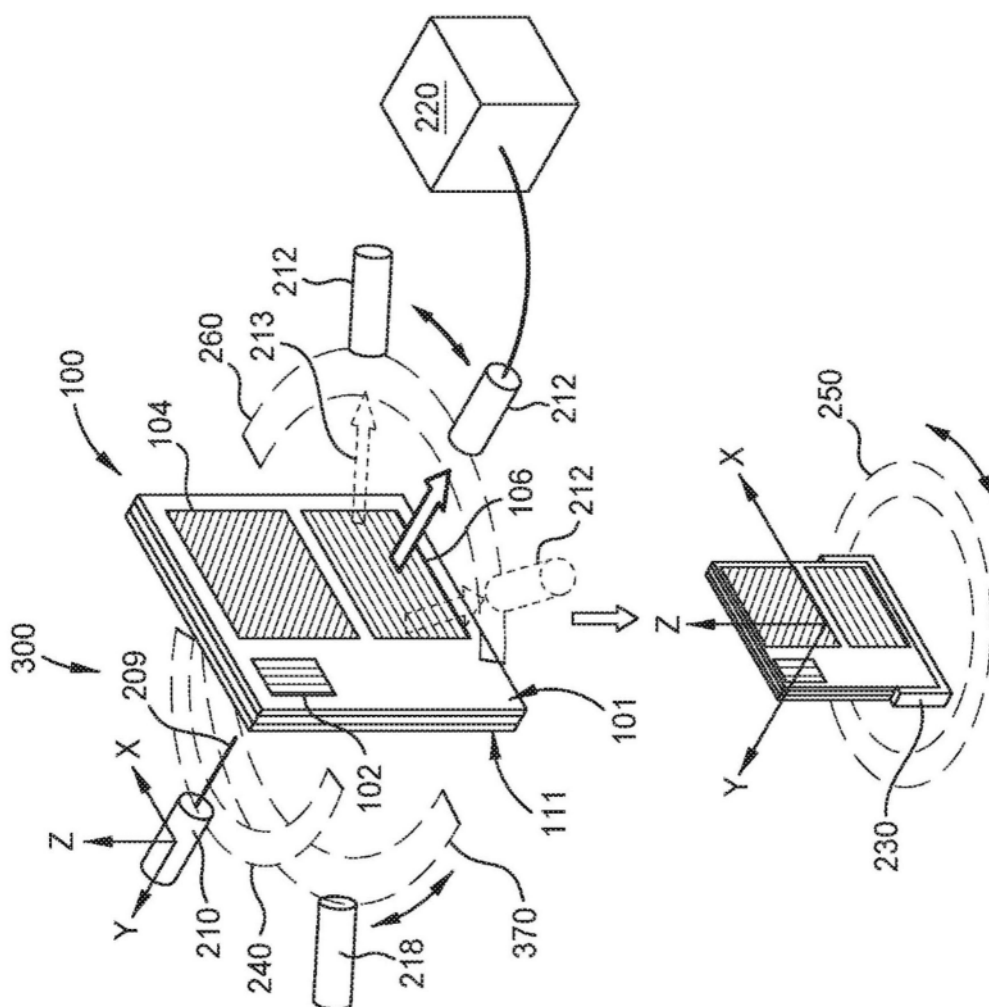


图3A

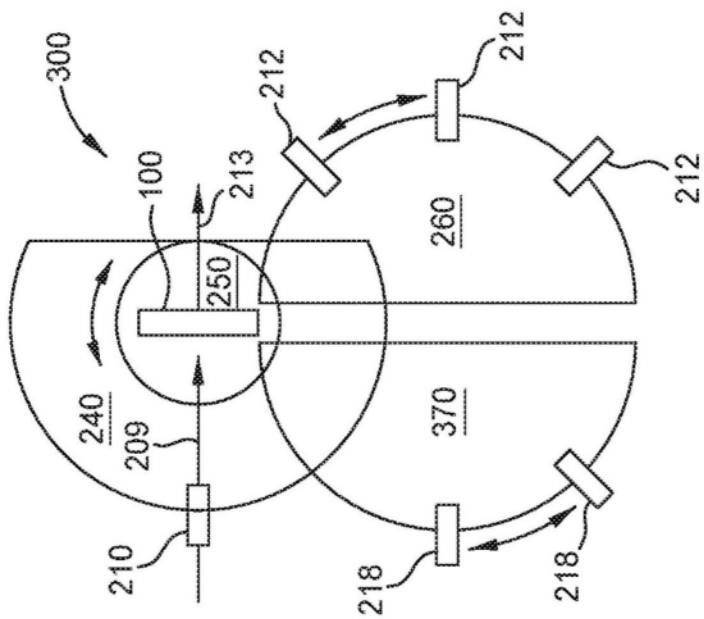


图3B

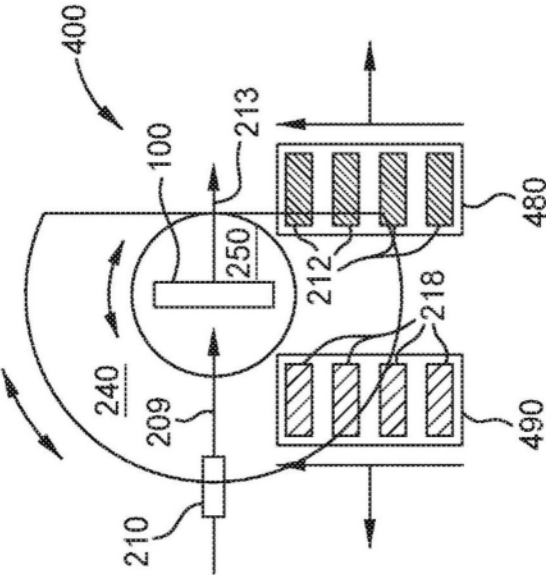


图4B