



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102084228 A

(43) 申请公布日 2011. 06. 01

(21) 申请号 200880128023. 3

(22) 申请日 2008. 01. 23

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2010. 09. 13

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/FR2008/000081 2008. 01. 23

(87) PCT申请的公布数据  
W02009/092868 FR 2009. 07. 30

(71) 申请人 利兹法国产品公司  
地址 法国圣大道

(72) 发明人 伯纳德·费罗尔  
菲利普·戈来米莱特  
让-玛丽·马盖因 让·特莱多特  
弗雷德里克·魏曼

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理  
有限责任公司 11204

代理人 余滕 王艳春

(51) Int. Cl.  
G01J 3/02 (2006. 01)  
G01J 3/51 (2006. 01)

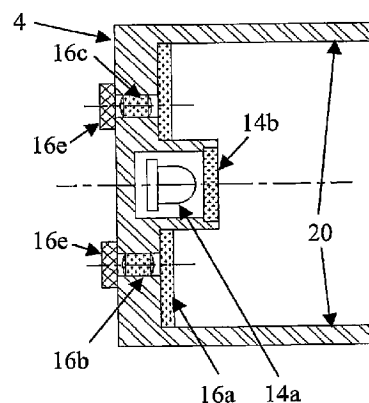
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

### (54) 发明名称

三维物体的空间色度测量设备和方法

### (57) 摘要

本发明涉及三维物体的空间色度测量设备与方法, 以根据多个分析点对三维物体的平缓起伏和色度坐标进行数字化建模。为此, 本发明的测量设备结合照明装置和至少四个光学探测装置, 光学探测装置包括对基本相同的光波长范围敏感的至少两个双探测装置, 以通过立体视觉效果确定被分析物体的平缓起伏。因此, 本发明提出了一种三维物体 (2) 的空间色度测量设备, 其包括探测头 (4), 探测头 (4) 由物体的照明装置 (14) 和用于探测物体 (2) 反射的光的至少四个探测装置 (16) 组成, 所述设备还包括用于处理由探测装置 (16) 接收的信息的处理单元 (8)。至少两个双探测装置 (16c, 16e) 对基本相同的光波长范围敏感。



1. 一种三维物体 (2) 的空间色度测量设备, 包括探测头 (4), 所述探测头 (4) 由物体照明装置 (14) 和用于探测所述物体 (2) 反射的光的至少四个探测装置 (16) 构成, 所述设备还包括用于处理由所述探测装置 (16) 接收的数据的处理单元 (8), 其特征在于, 至少两个双探测装置 (16c, 16e) 对基本相同的光波长范围敏感。

2. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 所述两个双探测装置 (16c, 16e) 都包括与至少一个矩阵光子传感器 (16e) 相关联的双滤光元件 (16c)。

3. 根据权利要求 2 所述的设备, 其特征在于, 所述矩阵光子传感器 (16e) 被分成分别接收来自每个所述双滤光元件 (16c) 的光线的多个区域。

4. 根据权利要求 3 所述的设备, 其中, 所述矩阵光子传感器 (16e) 是 CMOS 传感器。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的设备, 其中, 所述两个双探测装置 (16c, 16e) 对与绿光波长范围基本相同的一个波长范围敏感。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的设备, 其中, 所述两个初级探测装置 (16b, 16e) 中的一个对蓝光波长区域范围敏感, 另一个对红光波长区域范围敏感。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的设备, 其中, 所述照明装置 (14) 由中央光源 (14a) 组成, 所述探测装置 (16) 围绕所述中央光源 (14a) 被布置。

8. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的设备, 其中, 所述照明装置 (14) 由围绕探测装置 (16) 布置的环形光源 (14a) 组成。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的设备, 其中, 所述探测头 (4) 上设置有具有预定深度的端盖 (20)。

10. 一种三维物体 (2) 的空间色度测量方法, 包括以下步骤:

i. 发出至少一束光以照射待分析的物体 (2);

ii. 在至少四个探测装置 (16) 上接收由所述物体 (2) 反射的光线;

iii. 将所述探测装置 (16) 收集的光信息传送至处理单元 (8),

其特征在于, 由所述物体 (2) 反射的光束被对基本相同的光波长范围敏感的至少两个双探测装置 (16c, 16e) 探测。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 包括预先对所述探测装置 (16) 进行校准的步骤。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的方法, 其中, 所述处理单元 (8) 通过迭代计算确定多个分析点相对于所述探测头 (4) 的相对位置。

13. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 所述处理单元 (8) 通过立体视觉法确定多个分析点相对于所述探测装置 (16) 的距离。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法, 其中, 所述处理单元 (8) 确定多个分析点中所述物体 (2) 表面的法线的坐标。

15. 根据权利要求 12 至 14 中任一项所述的方法, 其中, 在最小深度与预定的最大深度之间实现深度的所述迭代计算, 所述最小深度对应于所述探测装置 (16) 与所述端盖 (20) 端部之间的距离。

16. 根据权利要求 12 至 15 中任一项所述的方法, 其中, 迭代步长基本等于与预定最小深度的像素对应的范围的大小。

17. 根据权利要求 9 至 16 中任一项所述的方法, 其中, 所述处理单元 (8) 将色度值强度超过经校准预定的值的分析点丢弃。

18. 根据权利要求 13 至 17 中任一项所述的方法,包括根据所述分析点的位置计算多个加权的分析点的色度坐标的步骤。

19. 根据权利要求 13 至 18 中任一项所述的方法,其中,通过双线性插值调整各点的所述色度坐标。

## 三维物体的空间色度测量设备和方法

[0001] 本发明涉及平缓起伏 (bas relief) 三维物体的非侵入式、空间色度 (colorimétrique) 测量的设备和方法。

### 技术领域

[0002] 在这点上,本发明涉及空间色度诊断领域,又称色度计量领域。

### 背景技术

[0003] 从现有技术中已知,存在允许分析二维物体色度特性的各种方案。例如,牙科医师和修复学家使用能精确限定牙齿色度绘图 (cartographie) 的仪器,以制作与原牙具有基本相同的色度特性的假牙。为此,有必要根据多个分析点精确地得到牙齿的色度。

[0004] 在这点上,专利文献 W0 05/080929 示出了一种设备,用于在二维空间中且在多个点上测量牙齿的色度特性。

[0005] 同样地,专利文献 W0 06/002703 披露了一种设备,其由几个发光二极管组成,这些发光二极管向物体发射不同颜色的光束。随后这些光束被物体反射,并且被探测系统和中央图像处理单元接收。因此,对图像各点进行分析以确定由与发光二极管发出的不同波长对应的各个色阶 (niveaux de couleurs) 组成的光谱。

[0006] 基于这些色阶,中央处理单元为被分析表面的各点计算相应的色度坐标。因此,该专利文献所描述的设备能够确定被分析物体的二维色度绘图。

[0007] 然而,由于在测量中未考虑被分析物体的起伏或形态结构 (topologie),这些方案并不令人满意。因此,现有技术的设备只能计算被近似视为平面的物体的色度坐标。

[0008] 目前,三维物体的空间和色度测量的组合已广泛应用于牙科领域、生物统计学、工业或艺术计量等。更具体地,根据空间中的三个方向同时测量被分析物体的空间坐标和色度坐标的事实充分提高了结果的质量。

[0009] 事实上,由于物体接收的光量与该物体和这些照明装置之间距离的平方成比例减少,因此色度坐标的值直接取决于被测物体相对于照明装置的位置。同样地,光线与物体法线的夹角越大,在漫反射的范围内反射的光的量就越少。因此,现有技术的设备实现的近似产生了显著误差,该误差至少部分地改变 (dénaturer) 了所实现的色度分析的质量。

[0010] 另一个与色度测量相关的困难来自于待分析物体的照明选择。事实上,优选地使用允许根据预定的几何和色度标准进行光通量分布 (répartition) 的照明装置。然而,该选择取决于质量、成本、体积 (encombrement) 和寿命的标准。

### 发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种三维物体的空间色度测量设备和方法来克服现有技术的前述缺点,该设备和方法允许基于大量分析点对该物体的平缓起伏和色度坐标进行数字化建模。

[0012] 此外,本发明的目的还在于提供一种通过考虑测量设备的参数来计算三维物体色

度绘图的方法。

[0013] 为此,根据本发明的测量设备提供了照明装置和单色探测装置的组合,其中至少两个双探测装置对基本相同的光波长范围敏感,以通过立体视觉效果确定被分析物体的平缓起伏。

[0014] 更具体地,本发明的对象是三维物体的空间色度测量设备,其包括探测头,该探测头由物体照明装置和用于探测物体反射的光的至少四个探测装置构成,所述设备还包括处理由探测装置接收的数据的处理单元,其中至少两个双探测装置对基本相同的光波长范围敏感。

[0015] 使用对基本相同的光波长范围敏感的至少两个双探测装置允许通过立体视觉法计算被分析点相对于探测装置的距离。因此,可根据空间中的三个方向确定所述物体的空间坐标,可根据分析点相对于探测头的位置(距离和表面法线)修正色度坐标。

[0016] 此外,同时实现多个单色探测装置允许依靠算法组成被分析物体的数字化彩色图像,其中每个单色探测装置均以互补的方式对可见波长范围的一部分敏感。该方法带来了比彩色矩阵光子传感器更好的精确度,以及比连续多谱单色光子探测系统更低的采集速度。

[0017] 根据具体实施方式:

[0018] - 两个双探测装置包括:与至少一个矩阵光子传感器相关联的双滤光元件;

[0019] - 将矩阵光子传感器分成多个区域,这些区域分别接收来自双滤光元件中每个的光线。因此,光子传感器区域不需要彼此同步;

[0020] - 矩阵光子传感器是 CMOS 传感器,因此,即使光子使一个像素严重饱和,也几乎不会对邻近像素产生任何影响。然而,提供将围绕分析点的像素的色度值考虑在内的双线性插值(interpolation bilinéaire),以使获得的结果平滑;

[0021] - 两个双探测装置对与绿光波长范围基本相同的波长范围敏感,这允许获取尤其与被分析物体的形态结构相关的结果;

[0022] - 两个初级探测装置中的一个对蓝光波长区域范围敏感,另一个对红光波长区域范围敏感;

[0023] - 照明装置由中央光源组成,探测装置围绕该中央光源被布置;

[0024] - 照明装置由围绕探测装置布置的环形光源组成,这是有利的,因为该光源对一组分析点来说基本是均匀的;

[0025] - 探测头上设置有具有预定深度的端盖以减少该方法的计算时间。事实上,迭代计算是在与端盖深度基本对应的最小距离和与观察范围的深度对应的最大距离之间实现的;

[0026] 根据另一方面,本发明还涉及三维物体的空间色度测量方法,其包括以下步骤:发出至少一束光以照射待分析的物体;在至少四个探测装置上接收由物体反射的光线;以及将所述探测装置收集的光信息传送至处理单元。由物体反射的光线被对基本相同的光波长范围敏感的至少两个双探测装置探测。

[0027] 根据具体实施方式:

[0028] - 该方法包括预先对探测装置进行校准的步骤;

[0029] - 处理单元通过迭代计算确定多个分析点相对于探测头的相对位置,以考虑这些

点相对于光源和探测装置的位置来调整被分析物体的色度坐标；

[0030] - 处理单元通过立体视觉法确定多个分析点相对于探测装置的距离；

[0031] - 处理单元确定多个分析点中物体表面的法线的坐标；

[0032] - 在最小深度与确定的最大深度之间实现深度的迭代计算，最小深度对应于探测装置与端盖端部之间距离；

[0033] - 迭代步长基本等于与预定最小深度的像素对应的范围的大小。因此所测量的值基本上是各向同性的；

[0034] - 处理单元将色度值强度超过经校准预定的值的分析点丢弃，从而识别由镜面反射导致的误差；

[0035] - 该方法包括根据分析点的位置计算多个加权的分析点的色度坐标的步骤；

[0036] - 各点的色度坐标通过双线性插值被调整，从而服从 (respecter) 被分析物体的色度的线性。

#### 附图说明

[0037] 参照附图阅读下面具体的实施方式，本发明的其它特征和优点将会变得显而易见，图中分别示出了：

[0038] 图 1 是根据本发明的测量设备的示意图；

[0039] 图 2a 和 2b 是包括环形照明装置的本发明探测头的第一实施方式的示意图；

[0040] 图 3a 和 3b 是包括中央照明装置的本发明探测头的第二实施方式的示意图；

[0041] 图 4 是双探测装置的工作示意图。

#### 具体实施方式

[0042] 需要注意的是，术语“各向同性 (isotropic) 测量”指的是测量分辨率在空间中的三个方向上基本上是相同的。

[0043] 现在将参照图 1 描述根据本发明的测量设备的一个实施方式。在该实施方式中，该设备允许实现三维物体 2 的空间色度测量，本例中的三维物体 2 是牙齿。

[0044] 当然，任何其它平缓起伏的三维物体 2、即其形态结构不具有任何间隙 (contre-dépouille) 的三维物体也可以作为这类空间色度测量的物体。例如，被测三维物体 2 可以是画、工业生产的零件、票等。

[0045] 根据本发明的设备优选地包括探测头 4 和连接至处理单元 8 的支撑壳体 6，处理单元 8 处理来自探测头 4 的数据。

[0046] 处理单元 8 与支撑壳体 6 分离，并且通过通信装置 10 连接至支撑壳体 6。这种结构还允许减小支撑壳体 6 的尺寸，以及降低测量设备的生产成本。因此，该测量设备是紧凑的，以能够由操作人员轻松地单手操控。处理单元 8 还可被集成在更稳固的支撑件 8 上，从而提高测量结果的精确度并且测量更大体积的物体 2。

[0047] 有利地，探测头 4 收集的数字数据通过通信装置 10 传送至处理单元 8，处理单元 8 允许通过迭代计算重构被分析物体的空间色度坐标。通信装置 10 可选地为有线或无线。

[0048] 应该注意的是，探测头 4 具有适于被测三维物体 2 大小的尺寸以减少对由探测头 4 提供给处理单元 8 的数据进行处理的时间。

[0049] 图 2a 和 2b 是根据本发明的探测头 4 的第一实施方式的示意图。在该例中,探测头 4 包括:中央照明 (éclairage) 装置 14;以及四个光学探测装置 16,围绕中央照明装置 14 并与其等距布置。

[0050] 环形照明装置 14 包括可见光范围内的宽谱 (spectre) 光源 14a。可以考虑使用或多或少的光源 14a 的可能性。然而实验结果显示,从八个光源 14a 开始,各个分析点处的分辨率相对恒定。因此环形照明装置 14 提供的照明是连续的,并且功率易于根据测量要求被调节。环形照明装置 14 还有利地包括毛玻璃或全息玻璃 14b,其位于光源 14a 的下游以提高照明均匀性 (homogénéité)。

[0051] 根据可选的实施方式,环形光源 14 可由圆形氖管组成。

[0052] 有利地,光学探测装置 16 由消除红外干扰的红外滤光片 16a 组成,CMOS 型光子 (photonique) 传感器 (之后示出) 对红外干扰敏感。根据一个实施方式,红外滤光片 16a 是 SCOTT 公司的滤光片 BG40。

[0053] 探测装置 16 还包括置于光学元件 16a 后面且位于环形照明装置 14 中央的四个滤光元件 16b、16c。优选地,滤光元件 16b、16c 为允许同时对从被分析物体射向光子传感器 (之后示出) 的光线进行过滤和聚焦的透镜。

[0054] 这四个滤光元件 16b、16c 的光轴基本平行于彼此并且基本与环形照明装置 14 的传播轴一致。

[0055] 此外,根据不同的变型,滤光元件 16b、16c 还可具有朝同一点或朝不同点会聚的光轴、或甚至这些不同可能的组合。

[0056] 第一对初级 (primaire) 滤光元件 16b 由 HOYA 公司的型号为 B440 的蓝色滤光透镜和 SCOTT 公司的型号为 DG570 的红色滤光透镜组成。优选地,这对滤光元件相对于环形照明装置 14 的中心轴线对称地布置。

[0057] 此外,探测装置 16 还包括具有基本相同带宽的一对双滤光元件 16c。有利地,双滤光元件 16c 是绿色透镜,例如,HOYA 公司的型号为 G550 的透镜。双滤光元件 16c 被有利地布置为绕环形照明装置 14 的中心轴线形成旋转对称。

[0058] 分别对应于四个滤光元件 16b、16c 分为四个象限的光子传感器 16e 被布置在滤光元件 16b、16c 的后面,以接收通过滤光元件 16b、16c 传播的光线。光子传感器 16e 优选地是 CMOS 传感器。

[0059] 双滤光元件 16c 与相应的光子传感器区 16e 的组合形成了双探测装置 (16b、16c)。同样地,初级滤光元件 16b 与相应的光子传感器区 16e 的组合形成了初级探测装置 (16b、16e)。

[0060] 根据参照图 3a 和 3b 描述的第二实施方式,探测头 4 由具有四个滤光元件 16b、16c 的探测装置 16 组成,滤光元件 16b、16c 围绕中央照明装置 14 被布置,被优选地定位在全息型柔和滤光片 (filtrediffusant) 14b 的后面。

[0061] 根据该实施方式,探测装置 16 具有分别为红色和蓝色的两个初级滤光元件 16b 以及绿色的两个双滤光元件 16c。

[0062] 有利地,这两个双滤光元件 16c 置于两个初级滤光元件 16b 之间以保持相对于探测头 4 的转动轴线的对称性。然而,双滤光元件 16c 还可被并排地布置。

[0063] 在这个实施方式中,探测头 4 包括四个独立且同步的光子传感器 16e,光子传感器

16e 还被布置在滤光元件 16b、16c 的后面以接收通过滤光元件 16b、16c 传播的光线。

[0064] 优选地在探测头 4 上设置有具有预定深度的端盖 (embout decloisonnement) 20, 该端盖允许限定室, 在该室中被分析物体不会受到外界光的干扰。端盖 20 的深度限定出最小观察深度。事实上, 被分析物体 2 不能位于相对于探测装置 16 的可变距离处, 该可变距离对应于端盖 20 标称距离前面或后面的预定容许 (tolerance) 距离。

[0065] 在手持测量设备的范畴内, 该端盖 20 具有几厘米的深度, 或者在装配于支撑件上的测量设备范畴内, 该端盖 20 具有几米的深度。

[0066] 有利地, 端盖 20 的深度是待测物体 2 深度的五倍以上。同样地, 被分析物体 2 的宽度和高度优选地约是该待测物体深度的三倍以上。

[0067] 在应用阶段, 根据本发明的设备可通过支撑壳体 6 被保持并且通过该设备的控制电路 9 被启动。

[0068] 优选地, 操作人员首先通过将白色表面抵靠端盖 20 放置来完成测量设备的校准。测量的持续时间被确定使得光子传感器的最大强度不超过可接受的最大强度的约 85%。因此, 当进行测试时, 可能的反射效果将被转化为与可接受的最大强度相等的强度并且因此可被探测到。

[0069] 然后, 将根据本发明的测量设备的端盖 20 抵靠待分析物体 2 放置, 使得该物体至少部分地免受外界光的影响。

[0070] 然后, 根据本发明的方法包括: 实现至少一次测量, 或者实现极短时间内的非侵入式数字化。事实上, 通过使用完全无害 (parfaiteinnocuité) 的照明装置 14 无接触地实现该测量。另一方面, 测量时间可小于十分之一秒。

[0071] 在第二次测量期间, 照明装置 14 发出的光线朝向被分析物体 2 传播, 然后被反射向探测装置 16。

[0072] 因此, 这些反射光束相继通过光学元件 16a, 滤光元件 16b、16c, 然后到达矩阵光子传感器 16e。因此, 构成矩阵光子传感器 16f 的像素中的每一个收集与分析点相对应的光学数据。随后这些数据通过具有中央单元 12 的通信装置 10 向处理单元 8 传送, 以推断出被分析物体 2 的空间色度绘图。

[0073] 由双滤光元件 16c 和相应的矩阵传感器 16e 组成的双探测装置允许根据处理单元 8 的立体视觉计算, 确定各个被分析点的空间坐标。

[0074] 实际上, 双探测装置在相同的光谱条件下接收由物体反射的光。在这种情况下, 双探测装置所获得的值应该是相等的。

[0075] 在根据本发明的具有图 4 所示特征的测量设备范围内, 由被分析物体上的点重发 (réémission) 的光强的值可以通过如下关系式表示:

$$[0076] \quad L_{O_G} = \frac{L_{p_G}}{\cos(b_G) \times d_{2G}^2} \text{ 和 } L_{O_D} = \frac{L_{p_D}}{\cos(b_D) \times d_{2D}^2},$$

[0077] 其中

[0078] - $L_{O_D}$  表示基于右传感器确定的、由分析点重发的光强的值;

[0079] - $L_{O_G}$  表示基于左传感器确定的、由分析点重发的光强的值;

[0080] - $L_{p_D}$ , 在物体上漫反射后由右传感器的像素接收的光能;

[0081] - $L_{p_G}$ , 在物体上漫反射后由左传感器的像素接收的光能;

[0082]  $-b_p$ , 右传感器在一个像素处的法线 (normale) 与来自物体的光线之间的夹角;

[0083]  $-b_g$ , 左传感器在一个像素处的法线与来自物体的光线之间的夹角;

[0084]  $-d_{2p}$ , 从分析点到右传感器上相应像素的光路长度; 以及

[0085]  $-d_{2g}$ , 从分析点到左传感器上相应像素的光路长度。

[0086] 因此, 根据本发明的方法提出了对预定最小深度与最大深度之间的分析点的各个可能深度, 以迭代的方式计算深度, 对于该深度, 由分析点重发并基于双探测装置计算的光强值 ( $Lo_g, Lo_p$ ) 是最接近的。

[0087] 值得注意的是, 最小深度有利地对应于端盖 20 的深度, 而最大深度则对应于观察范围的深度。优选地, 迭代步长 (pas d'itération) 基本等于与预定的最小深度的像素对应的范围的大小。

[0088] 在这个阶段, 处理单元 8 确定与多个分析点的深度和所述分析点重发的光强相对应的几个数据, 多个分析点的深度和所述分析点重发的光强与双探测装置的长度范围相对应。因此, 处理单元推断出被测物体的各个分析点的坐标 ( $x, y, z$ )。

[0089] 处理单元 8 还基于这些数据确定各个分析点的法线, 以能够恢复该分析点的颜色。该操作是通过计算经过各个分析点的中平面而实现的。

[0090] 最后, 处理单元 8 基于初级探测装置和双探测装置收集的光强值确定被分析物体的色度绘图。根据分析点的空间位置、特别根据这些分析点相对于探测装置 16 的距离以及物体在这些分析点的每个处的表面法线的方向, 对该色度绘图进行加权 (pondérée)。

[0091] 可以进行多组测量以提高结果的精确性。

[0092] 本发明并不限于上面所描述和示出的实施方式。特别地, 本领域技术人员可以在本发明的范围内为上述设备和方法实现各种变型。

[0093] 特别地, 虽然使用单色滤光透镜是优选的, 但是滤光元件 16b、16c 可以由组合有彩色滤光片的透镜构成。此外, 为了提高结果的质量, 特别地在色度平面上, 根据本发明的设备还可以由四对或更多探测装置 16 构成。

[0094] 另一方面, 还应考虑到能够用 CDD 传感器或任何其它类型的光子传感器替代 CMOS 矩阵光子传感器。

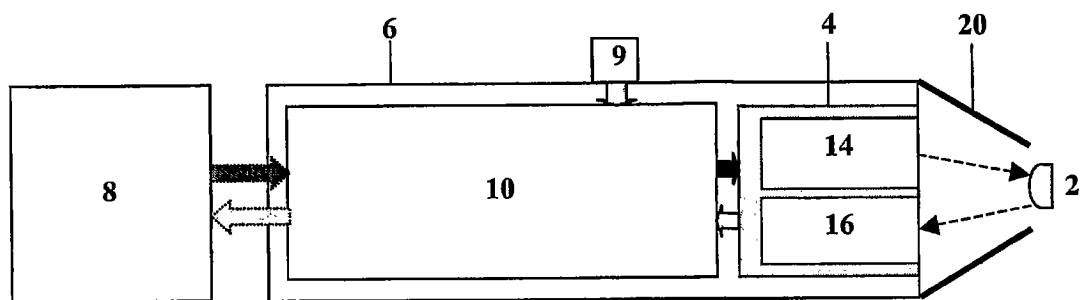


图 1

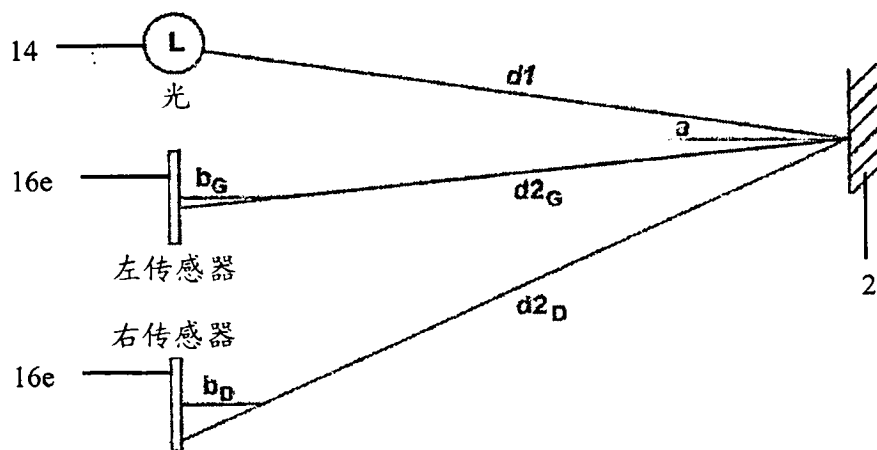


图 2

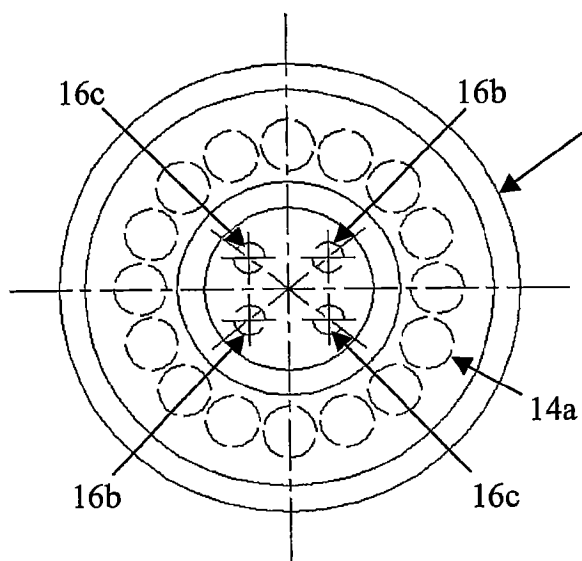


图 2a

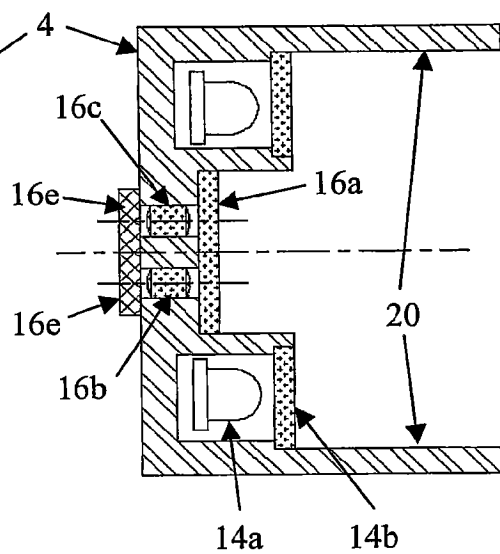


图 2b

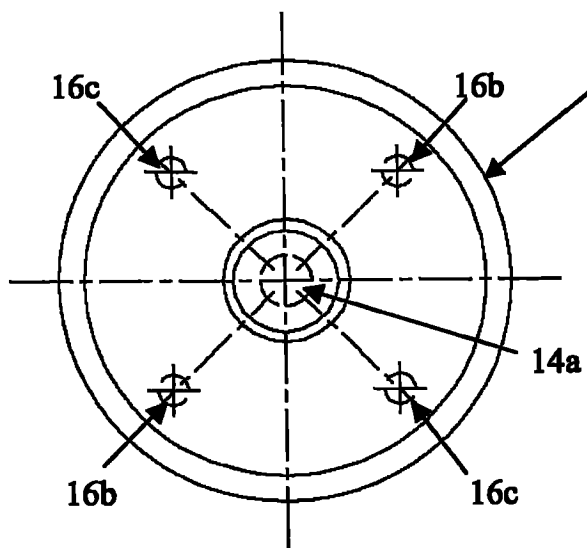


图 3a

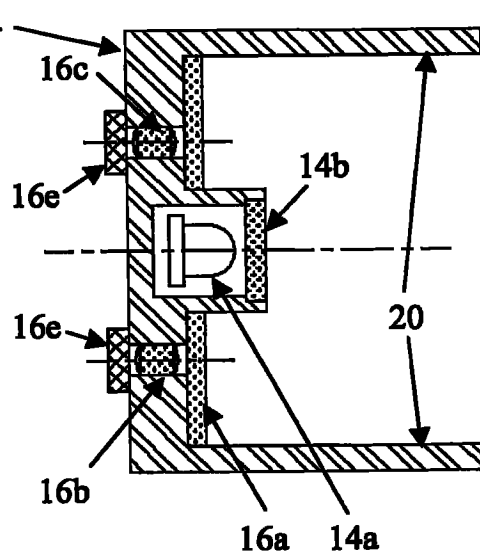


图 3b