



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103690188 B

(45)授权公告日 2017.10.13

(21)申请号 201310665086.5

US 7760926 B2, 2010.07.20, 全文.

(22)申请日 2013.12.09

CN 201562104 U, 2010.08.25, 说明书第0007、0010、0014段及附图1.

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 201562104 U, 2010.08.25, 说明书第0007、0010、0014段及附图1.

申请公布号 CN 103690188 A

CN 103083090 A, 2013.05.08, 全文.

(43)申请公布日 2014.04.02

CN 2291894 Y, 1998.09.23, 全文.

(73)专利权人 中国人民解放军第四军医大学  
地址 710032 陕西省西安市长乐西路17号

JP 2012216981 A, 2012.11.08, 全文.

(72)发明人 白石柱 董瑜 高蕊 贾骏  
郭秋云

JP 4408067 B2, 2010.02.03, 全文.

(74)专利代理机构 西安睿通知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 61218

JP 4486228 B2, 2010.06.23, 全文.

代理人 惠文轩

US 2012010533 A1, 2012.01.12, 全文.

(51)Int.Cl.

James J Xia等.New Clinical Protocol  
to Evaluate Craniomaxillofacial Deformity  
and Plan Surgical Correction.《Journal of  
Oral and Maxillofacial Surgery》.2009, 第67  
卷(第10期), 参见第二页第2页第6段至第3页第3  
段及附图2.

A61B 6/14(2006.01)

审查员 牛振宇

G03B 15/05(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(56)对比文件

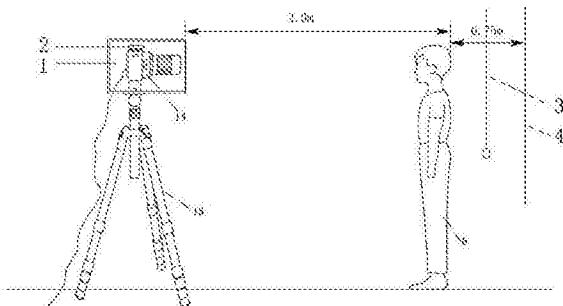
US 5951498 A, 1999.09.14, 全文.

(54)发明名称

头部正面拍摄装置及三维头部模型的自然  
头位校正方法

(57)摘要

本发明属于口腔临床医学影像学领域,公开了头部正面拍摄装置及三维头部模型的自然头位校正方法。该头部正面拍摄装置,包括:铅垂线、三脚架、至少一个闪光灯、固定在三脚架球形云台上的暗箱、以及固定在暗箱内部的相机;所述暗箱上安装有单向透视玻璃,所述单向透视玻璃的反面朝向相机的镜头,正面朝向铅垂线;每个闪光灯均朝向相机的前方;所述相机上安装有的闪光灯引闪器;所述相机电连接有计算机。



1. 三维头部模型的自然头位校正方法，应用于头部正面拍摄装置，所述头部正面拍摄装置包括：铅垂线(3)、三脚架(13)、至少一个闪光灯(5)、固定在三脚架(13)球形云台上的暗箱(1)、以及固定在暗箱(1)内部的相机(14)；所述暗箱(1)上安装有单向透视玻璃(12)，所述单向透视玻璃(12)的反面朝向相机(14)的镜头，正面朝向铅垂线(3)；每个闪光灯(5)均朝向相机(14)的前方；所述相机(14)上安装有的闪光灯引闪器(2)；所述相机(14)电连接有计算机；

其特征在于，所述方法包括以下步骤：

S1：在被拍摄者的面部标注至少4个标记点，令被拍摄者站立于暗箱的正前方，铅垂线位于被拍摄者的正后方；调整三脚架的高度，使被拍摄者头部的水平投影位于单向透视玻璃的中央，令被拍摄者的头部处于自然头位状态，被拍摄者的眼睛水平注视单向透视玻璃；

S2：计算机控制相机对被拍摄者头部正面进行远程拍摄，在拍摄的同时，闪光灯引闪器控制闪光灯发光，得到被拍摄者位于自然头位时的头部正面照片；然后利用头部正面照片中的铅垂线对头部正面照片进行水平校正；

S3：根据水平校正后头部正面照片中任意3个标记点两两之间的距离，以及所述3个标记点两两之间的实际距离，得出将水平校正后的头部正面照片还原至实际大小所需的缩放倍率；根据所述缩放倍率对水平校正后的头部正面照片进行缩放；利用人体三维扫描仪对被拍摄者头部的表面进行扫描，得到被拍摄者头部表面的三维模型；

其中，所述任意3个标记点分别为A点、B点和C点，在所述水平校正后头部正面照片中，所述A点和所述B点之间的距离为c，所述A点和所述C点之间的距离为b，所述B点和所述C点之间的距离为a；测得所述A点和所述B点之间的实际距离为l，所述A点和所述C点之间的实际距离为n，所述B点和所述C点之间的距离为m；

所述根据水平校正后头部正面照片中任意3个标记点两两之间的距离，以及所述3个标记点两两之间的实际距离，得出将水平校正后的头部正面照片还原至实际大小所需的缩放倍率，具体包括：

根据预设公式： $(a^2 - b^2 - c^2)p^2 \pm 2\sqrt{(n^2 - b^2 p^2)(l^2 - c^2 p^2)} + l^2 + n^2 - m^2 = 0$  计算得到将水平校正后的头部正面照片还原至实际大小所需的缩放倍率p；

S4：以任意一个标记点为原点，建立二维直角坐标系和三维直角坐标系；在二维直角坐标系中，x轴为过原点的冠状轴，y轴为过原点的垂直轴；在三维直角坐标系中，x轴为过原点的冠状轴，y轴为过原点的矢状轴，z轴为过原点的垂直轴；任意选取多个非原点的标记点，在二维直角坐标系中，测量得出第i标记点的x轴坐标值 $x_i$ 和y轴坐标值 $y_i$ ，i取1至N，N为选取的标记点的个数；则在三维直角坐标系中，第i标记点的x轴坐标值为 $x_i$ ，第i标记点的z轴坐标值为 $y_i$ ；然后在被拍摄者头部表面的三维模型中，测量得出第i标记点到原点的距离 $T_i$ ，在缩放后的头部正面照片中，测量得出第i标记点到原点的距离 $D_i$ ；根据 $T_i$ 和 $D_i$ ，即可计算得出三维直角坐标系中第i标记点的y轴坐标值；

其中，所述根据 $T_i$ 和 $D_i$ ，计算得出三维直角坐标系中第i标记点的y轴坐标值，具体包括：

根据直角三角形的计算公式，计算得出第i标记点至三维直角坐标系中xoz平面的距离 $|y'_i|$ ；根据在被拍摄者头部表面的三维模型，判断第i标记点处于xoz平面的哪一侧，根据判断结果进一步确定第i标记点y轴坐标值 $y'_i$ 是否大于0；若 $y'_i > 0$ ，则 $y'_i = |y'_i|$ ；

S5;将被拍摄者头部表面的三维模型复制到三维直角坐标系中,使所述选取的任一标记点与自身的坐标点相重合,从而得到被拍摄者头部表面的自然头位三维模型。

2.如权利要求1所述的三维头部模型的自然头位校正方法,其特征在于,在步骤S3中,利用CT扫描仪对被拍摄者头部的内部进行扫描,得到被拍摄者头部内部的三维模型;

在步骤S5之后,将被拍摄者头部内部的三维模型复制到三维直角坐标系中,将被拍摄者头部内部的三维模型、以及被拍摄者头部表面的自然头位三维模型进行配准,得出被拍摄者头部内部的自然头位三维模型。

## 头部正面拍摄装置及三维头部模型的自然头位校正方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于口腔临床医学影像学领域,涉及头部正面拍摄装置及三维头部模型的自然头位校正方法。

### 背景技术

[0002] 自然头位(natural head position,NHP)是目前已经得到公认的评价面部容貌的最佳参考基准。自然头位指:人在放松状态下,头部直立,双眼注视与眼睛水平某点时头部所处的一种可重复的生理位置,反映了个体在生活状态下的真实情况。研究表明相对于其他参考平面,自然头位具有高度的可重复性,因此在对患者面部容貌进行分析、在对容貌畸形进行诊断、在确定治疗方案和在评价治疗效果时,自然头位是重要的参考基准。NHP的获取方法分为两种:第一种为记录NHP,是让被测个体在自然放松状态下自我调节头部位置(需要在其前方放一面镜子),然后通过侧面照片、头颅侧位片等影像资料,将头部位置连同颅外的一根铅垂线、水平线、在面部所标记的点或标记物记录下来。但此获取方法不能得到NHP时的正面照片,且只能在二维空间上从侧面进行观察。第二种为评价NHP,即有经验或经过一定训练的医师对通过传统方式拍摄得到的照片、X光片或三维头部模型根据其主观认识,通过图片或三维头部模型旋转将图像中被测者的头部调节到自然、直立的位置。当前三维头部模型NHP的校正普遍采用这种方法,但其准确性与可重复性容易受到医生主观影响。

[0003] 另外,关于患者的三维头部模型,目前大部分需要进行CT扫描后通过三维重建获得,重建三维模型能够准确的反映患者头部的三维形态,但是无法记录患者面部皮肤的色彩信息,因此与患者的彩色照片无法建立准确的对应关系。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提出头部正面拍摄装置及三维头部模型的自然头位校正方法。该头部正面拍摄装置能够得到人处于自然头位时的正面照片。该三维头部模型的自然头位校正方法能够准确地将被拍摄者头部表面的三维模型和被拍摄者头部内部的三维模型校正至自然头位状态。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明采用如下技术方案予以实现。

[0006] 技术方案一:

[0007] 头部正面拍摄装置,包括:铅垂线、三脚架、至少一个闪光灯、固定在三脚架球形云台上的暗箱、以及固定在暗箱内部的相机;所述暗箱上安装有单向透视玻璃,所述单向透视玻璃的反面朝向相机的镜头,正面朝向铅垂线;每个闪光灯均朝向相机的前方;所述相机上安装有的闪光灯引闪器;所述相机电连接有计算机。

[0008] 本技术方案的特点和进一步改进在于:

[0009] 所述闪光灯的个数为2,两个闪光灯均与暗箱处于同一高度,所述每个闪光灯的朝向与相机的镜头朝向的夹角为45°。

[0010] 所述头部正面拍摄装置,还包括纯色背景布,所述单向透视玻璃的正面朝向所述

纯色背景布,所述铅垂线位于单向透视玻璃和纯色背景布之间;所述纯色背景布与单向透视玻璃的水平距离在2.5m到3m之间。

[0011] 所述头部正面拍摄装置,还包括螺栓、相机快装板;所述暗箱通过螺栓固定在三脚架的球形云台上;所述暗箱的内部底面上固定有相机固定台,所述相机通过相机快装板固定在所述相机固定台上;所述暗箱在面向铅垂线的一侧设置有插槽,所述单向透视玻璃安装在所述插槽上。

[0012] 技术方案二:

[0013] 三维头部模型的自然头位校正方法,基于上述头部正面拍摄装置,包括以下步骤:

[0014] S1:在被拍摄者的面部标注至少4个标记点,令被拍摄者站立于暗箱的正前方,铅垂线位于被拍摄者的正后方;调整三脚架的高度,使被拍摄者头部的水平投影位于单向透视玻璃的中央,令被拍摄者的头部处于自然头位状态,被拍摄者的眼睛水平注视单向透视玻璃;

[0015] S2:计算机控制相机对被拍摄者头部正面进行远程拍摄,在拍摄的同时,闪光灯引闪器控制闪光灯发光,得到被拍摄者位于自然头位时的头部正面照片;然后利用头部正面照片中的铅垂线对头部正面照片进行水平校正;

[0016] S3:根据水平校正后头部正面照片中任意3个标记点两两之间的距离,以及所述3个标记点两两之间的实际距离,得出将水平校正后的头部正面照片还原至实际大小所需的缩放倍率;根据所述缩放倍率对水平校正后的头部正面照片进行缩放;利用人体三维扫描仪对被拍摄者头部的表面进行扫描,得到被拍摄者头部表面的三维模型;

[0017] S4:以任意一个标记点为原点,建立二维直角坐标系和三维直角坐标系;在二维直角坐标系中,x轴为过原点的冠状轴,y轴为过原点的垂直轴;在三维直角坐标系中,x轴为过原点的冠状轴,y轴为过原点的矢状轴,z轴为过原点的垂直轴;任意选取多个非原点的标记点,在二维直角坐标系中,测量得出第i标记点的x轴坐标值 $x_i$ 和y轴坐标值 $y_i$ ,i取1至N,N为选取的标记点的个数;则在三维直角坐标系中,第i标记点的x轴坐标值为 $x_i$ ,第i标记点的z轴坐标值为 $y_i$ ;然后在被拍摄者头部表面的三维模型中,测量得出第i标记点到原点的距离 $T_i$ ,在缩放后的头部正面照片中,测量得出第i标记点到原点的距离 $D_i$ ;根据 $T_i$ 和 $D_i$ ,即可计算得出三维直角坐标系中第i标记点的y轴坐标值;

[0018] S5:将被拍摄者头部表面的三维模型复制到三维直角坐标系中,使所述选取的任一标记点与自身的坐标点相重合,从而得到被拍摄者头部表面的自然头位三维模型。

[0019] 本技术方案的特点和进一步改进在于:

[0020] 在步骤S3中,利用CT扫描仪对被拍摄者头部的内部进行扫描,得到被拍摄者头部内部的三维模型;

[0021] 在步骤S5之后,将被拍摄者头部内部的三维模型复制到三维直角坐标系中,将被拍摄者头部内部的三维模型、以及被拍摄者头部表面的自然头位三维模型进行配准,得出被拍摄者头部内部的自然头位三维模型。

[0022] 本发明的有益效果为:本发明能够得到人处于自然头位时的正面照片,操作简单,所拍摄的照片较标准。本发明所提出的三维头部模型的自然头位校正方法能够准确的将被拍摄者头部表面的三维模型和被拍摄者头部内部的三维模型校正至自然头位状态,从而可为面部容貌的评价提供一个很好的参照基准,利于以后临床及相关的科学的研究。

## 附图说明

- [0023] 图1为本发明的头部正面拍摄装置的正视示意图；
- [0024] 图2为本发明的头部正面拍摄装置的俯视示意图；
- [0025] 图3为本发明的暗箱内部结构示意图；
- [0026] 图4为本发明的单向透视玻璃示意图。
- [0027] 附图标记：1-暗箱，2-闪光灯引闪器，3-铅垂线，4-纯色背景布，5-闪光灯，6-被拍摄者，7-插槽，8-螺栓，9-相机固定台，10-相机快装板，11-把手；12-单向透视玻璃，13-三脚架，14-相机。

## 具体实施方式

- [0028] 下面结合附图对本发明作进一步说明：
- [0029] 参照图1，为本发明的头部正面拍摄装置的正视示意图；参照图2，为本发明的头部正面拍摄装置的俯视示意图。该头部正面拍摄装置主要利用相机14对人体头部正面进行拍摄。例如，相机14采用100mm定焦镜头。在该头部正面拍摄装置，设置有三脚架13，三脚架13具有可调节的伸缩脚，其顶部具有球形云台，可以用来固定暗箱1。参照图3，为本发明的暗箱内部结构示意图；参照图4，为本发明的单向透视玻璃示意图。暗箱1呈长方体形状，其中五个面采用不透明的材料制成，而在剩余的一面设置有插槽7，在插槽7内安装有单向透视玻璃12。暗箱1的底面通过螺栓8固定在三脚架13的球形云台上，暗箱1的内部底面上固定有相机固定台9，相机14通过相机快装板10固定在相机固定台9上。单向透视玻璃12的反面朝向暗箱1的内部，相机14的镜头朝向单向透视玻璃12的反面，单向透视玻璃12的正面朝向暗箱1的外部，可保证从暗箱1外部观察单向透视玻璃时，可以将单向透视玻璃视为一面镜子，而位于暗箱1内部的相机14可清楚拍摄暗箱外部的物体。暗箱1的顶部还设置有把手11，通过把手11可以方便地安装或卸下暗箱1。
- [0030] 本发明实施例中，在暗箱1的正前方2.3m处设置有铅垂线3，铅垂线3从室内的天花板或顶部垂下，主要用于照片进行水平校正。在暗箱1的正前方2.75m处设置有纯色背景布4，例如，纯色背景布4采用蓝色背景布，宽1.7m，高2m。纯色背景布4主要用于提供照片的背景。此时，铅垂线3位于暗箱1和纯色背景布4之间。单向透视玻璃12的正面朝向铅垂线3和纯色背景布4。
- [0031] 本发明实施例中，在暗箱1的左侧设置有闪光灯5和柔光灯箱，在暗箱1的右侧也设置有闪光灯5和柔光灯箱，所有的闪光灯5和柔光灯箱均安装在对应的三脚架上，两个闪光灯5均与暗箱1处于同一高度，每个闪光灯5的照射方向均与相机14的镜头朝向呈45度角，每个闪光灯5的发光方向均朝向相机14的镜头的前方。相机14通过数据线连接计算机，计算机用于调节相机14的拍摄参数，可以控制相机14进行远程拍摄，也可以对拍摄得到的照片进行图像处理。在相机14的顶部安装有闪光灯引闪器2，当相机进行拍摄的同时，闪光灯引闪器2控制闪光灯5发光，从而可以为拍摄过程提供足够的光照。例如，闪光灯引闪器2采用无线引闪器，闪光灯引闪器2与相机2电连接，当相机2进行拍摄的同时，向闪光灯引闪器2发送控制信号，闪光灯引闪器2将该控制信号发送至每个闪光灯5的接收器中，从而控制每个闪光灯5进行发光。

[0032] 本发明实施例还提出了三维头部模型的自然头位校正方法,该三维头部模型的自然头位校正方法基于上述头部正面拍摄装置,该三维头部模型的自然头位校正方法包括以下步骤:

[0033] 标注标记点:在被拍摄者6的面部标注4个标记点,例如在被拍摄者6的额部中央点、鼻尖点、左右颧骨点分别用红笔标注4个标记点。需要采集被拍摄者的头部正面照片时,被拍摄者6完全放松站立于暗箱的正前方2m处,令被拍摄者6的头位处于自然头位状态;然后调节三脚架的伸缩脚,使被拍摄者头部的水平投影位于单向透视玻璃的中央,本发明实施例中,单向透视玻璃宽度为35~40cm,高度为45~50cm。此时,令被拍摄者6的眼睛水平注视单向透视玻璃。至此,即完成了拍摄前的准备过程。

[0034] 拍摄头部正面照片:计算机首先调节相机的拍摄参数,然后控制相机对被拍摄者头部正面进行远程拍摄,在拍摄的同时,闪光灯引闪器控制闪光灯发光,得到被拍摄者位于自然头位时的头部正面照片。利用头部正面照片中的铅垂线对头部正面照片进行水平校正,例如,可以旋转头部正面照片,使铅垂线处于竖直状态,使铅垂线与实际情况保持一致,此时得到的头部正面照片为经过水平校正的头部正面照片。

[0035] 三维扫描及照片缩放:根据水平校正后的头部正面照片中任意3个标记点两两之间的距离,以及3个标记点两两之间的实际距离,得出将水平校正后的头部正面照片还原至实际大小所需的缩放倍率;根据缩放倍率对水平校正后的头部正面照片进行缩放。照片缩放的具体过程如下:设任意3个标记点分别为A点、B点和C点,在水平校正后的头部正面照片中,A点和B点之间的距离为c,A点和C点之间的距离为b,B点和C点之间的距离为a。A点和B点之间的实际距离为l,A点和C点之间的实际距离为n,B点和C点之间的距离为m。此时,根据以下公式:

$$(a^2 - b^2 - c^2)p^2 \pm 2\sqrt{(n^2 - b^2 p^2)(l^2 - c^2 p^2)} + l^2 + n^2 - m^2 = 0$$

[0037] 上式中,p为将水平校正后的头部正面照片还原至实际大小所需的缩放倍率。根据缩放倍率p对水平校正后的头部正面照片进行缩放。

[0038] 然后利用人体三维扫描仪对被拍摄者头部的表面进行扫描(例如采用美国3DMD人体头部可见光三维扫描设备),得到被拍摄者头部表面的三维模型;利用CT扫描仪对被拍摄者头部的内部进行扫描,得到被拍摄者头部内部的三维模型。被拍摄者头部表面的三维模型只包含头部表面的三维数据,不包含头部内部(例如颅骨)的三维数据。在本发明实施例中,分别采用CT扫描仪和人体三维扫描仪对被拍摄者头部进行扫描,即可得到拍摄者头部全面的三维数据。

[0039] 标记点的坐标转换:以鼻尖点的标记点作为原点,建立二维直角坐标系和三维直角坐标系。二维直角坐标系的x轴为过原点的冠状轴,冠状轴为人体的左右方向的一条轴,在二维直角坐标系中,人体的从右向左方向为x轴的正轴。二维直角坐标系的y轴为过原点的垂直轴,垂直轴为人体的上下方向的一条轴,在二维直角坐标系中,人体的从下至上方向为y轴的正轴。

[0040] 三维直角坐标系的x轴为过原点的冠状轴,冠状轴为人体的左右方向的一条轴,在三维直角坐标系中,人体的从右向左方向为x轴的正轴。三维直角坐标系的y轴为过原点的矢状轴,矢状轴为人体的前后方向的一条轴,在三维直角坐标系中,人体的从前向后方向为

y轴的正轴。三维直角坐标系的z轴为过原点的垂直轴,垂直轴为人体的上下方向的一条轴,在三维直角坐标系中,人体的从下至上方向为z轴的正轴。

[0041] 在建立二维直角坐标系和三维直角坐标系以后,对剩余的3个标记点(额部中央点以及左右颧骨点对应的3个标记点)进行坐标转换。在缩放后的头部正面照片中,测量得出选取的第*i*标记点的x轴坐标值 $x_i$ 和y轴坐标值 $y_i$ ,*i*取1至3。根据三维直角坐标系和二维直角坐标系中坐标轴和原点的设置方式,可以得知:三维直角坐标系第*i*标记点x轴坐标值 $x'_i$ 等于 $x_i$ ,三维直角坐标系中第*i*标记点z轴坐标值 $z'_i$ 等于 $y_i$ 。三维直角坐标系中第*i*标记点y轴坐标值 $y'_i$ 的计算过程如下:在被拍摄者头部表面的三维模型中,测量得出第*i*标记点到原点的距离 $T_i$ ,也就是说, $T_i$ 为第*i*标记点到原点的线段长度。在缩放后的头部正面照片中,测量得出第*i*标记点到原点的距离 $D_i$ ,根据投影关系可知: $D_i$ 为第*i*标记点到原点的线段在xoz平面的投影的长度。根据直角三角形的计算公式,可以得出第*i*标记点至三维直角坐标系中xoz平面的距离。由于在三维直角坐标系中, $|y'_i|$ 为第*i*标记点至三维直角坐标系中xoz平面的距离,所以在计算出第*i*标记点至三维直角坐标系中xoz平面的距离时,也就计算出 $|y'_i|$ 。然后,根据在被拍摄者头部表面的三维模型判断第*i*标记点处于xoz平面的哪一侧,根据判断结果进行进一步判断:第*i*标记点y轴坐标值 $y'_i$ 是否大于0。例如,当额部中央点的标记点处于xoz平面的前侧,此时, $y'_i > 0$ , $y'_i$ 等于 $|y'_i|$ 。

[0042] 被拍摄者头部表面的三维模型的配准:将被拍摄者头部表面的三维模型复制到三维直角坐标系中,通过旋转和平移被拍摄者头部表面的三维模型,使第*i*标记点移动至第*i*标记点的坐标点( $x'_i$ , $y'_i$ , $z'_i$ )处。这样,就可以确定被拍摄者头部表面的三维模型在三维直角坐标系中的位置,从而得到被拍摄者头部表面的自然头位三维模型。

[0043] 被拍摄者头部内部的三维模型的配准:将被拍摄者头部内部的三维模型复制到三维直角坐标系中,根据每个标记点和被拍摄者头部内部之间的已知的位置关系,对被拍摄者头部内部的三维模型进行平移和旋转,将被拍摄者头部内部的三维模型、以及被拍摄者头部表面的自然头位三维模型进行配准,例如可以事先在眼内外眦、口角等处设置标记点,然后可以根据这些标记点和被拍摄者头部内部之间的已知的位置关系,完成被拍摄者头部内部的三维模型的配准。

[0044] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

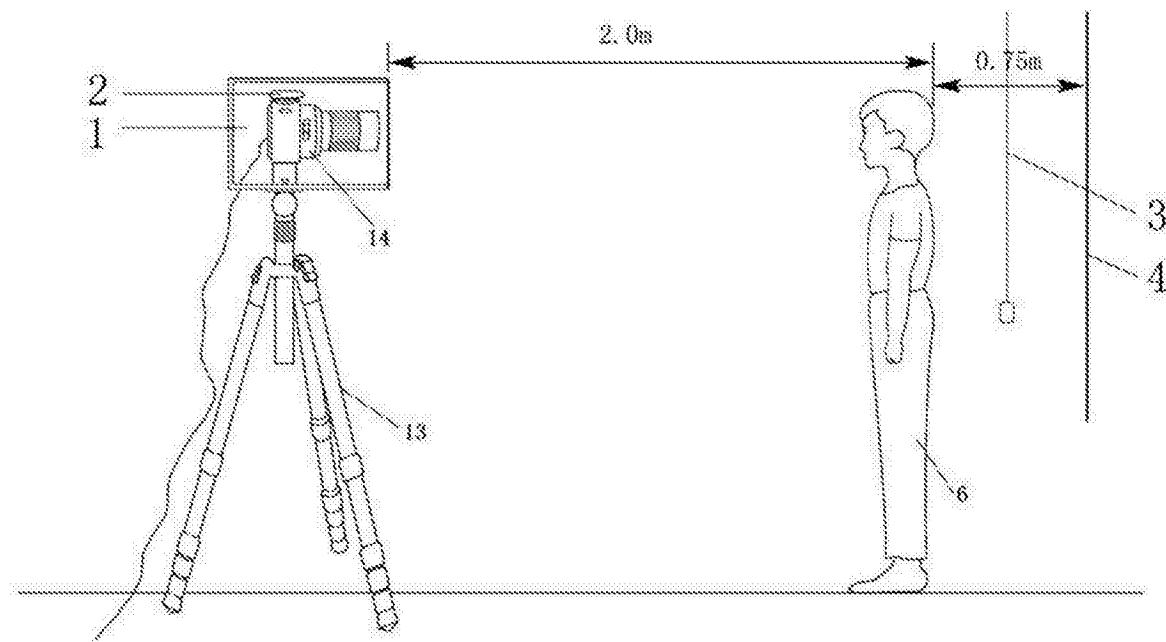


图1

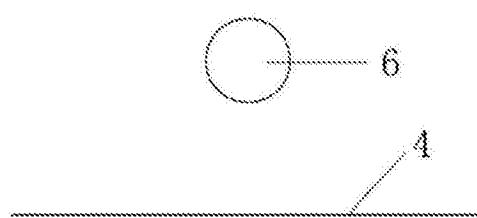
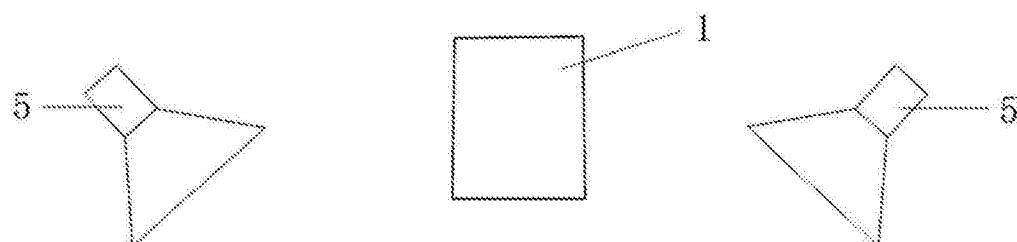


图2

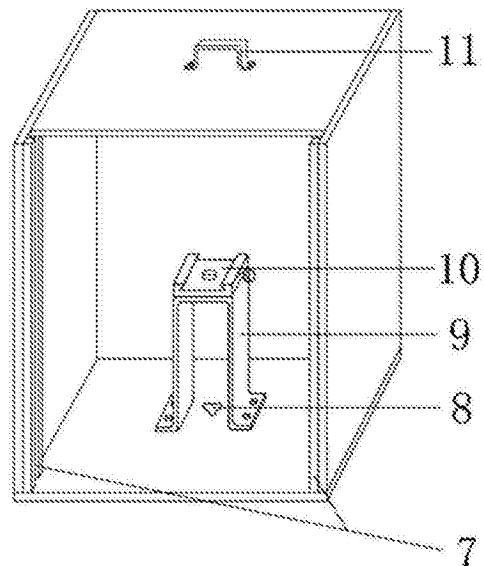


图3

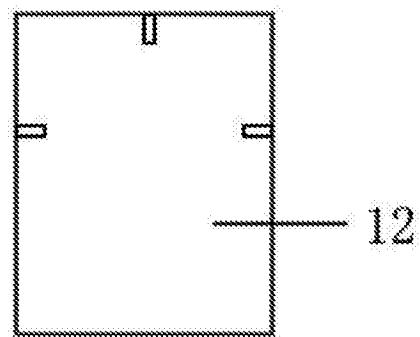


图4