

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03B 35/02 (2006.01)

H01J 31/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02154383.6

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100524015C

[22] 申请日 1996.6.20 [21] 申请号 02154383.6
分案原申请号 96196420.0

[30] 优先权

[32] 1995.6.22 [33] IL [31] 114278

[32] 1995.12.1 [33] IL [31] 116223

[73] 专利权人 3DV 系统有限公司

地址 以色列特拉维夫

[72] 发明人 G·雅哈 G·I·伊丹

[56] 参考文献

US 5250795A 1993.10.5

US 3885180A 1975.5.20

GB 2214703A 1989.9.6

US4143263A 1979.3.6

EP0465806A2 1992.1.15

US4687326A 1987.8.18

审查员 刘经凤

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹光新 梁 永

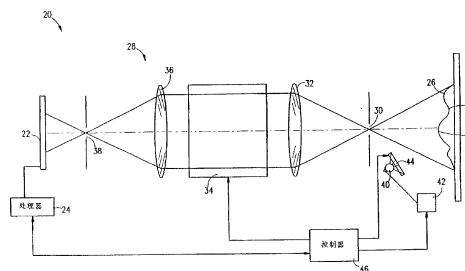
权利要求书 1 页 说明书 30 页 附图 21 页

[54] 发明名称

生成距景物距离的图像的装置和方法

[57] 摘要

生成指示景物目标距离的图像的装置，包括：
调制辐射光源(40)，具有第一调制功能(60)并将光辐射导向景物；检测器(22)，检测景物反射回的、经过第二调制功能(62)调制的光辐射，并且根据检测到的调制光辐射产生对应于景物区域距离的信号；处理器(24)，接收来自检测器的信号，并依据此信号形成能够指示摄像机与目标间距离的、具有亮度值分布的图像；控制器(46)，根据处理器形成的图像亮度值分布调节第一和第二调制功能中的至少一个。



1. 一种调制电子流的微通道阵列装置，包括：
微通道板，电子通过它加速；和
多个邻近微通道板的可切换电极，电极中的每一个在板的相应区域内调制电子的加速度。
2. 根据权利要求1的装置，其中微通道阵列包括光阴板，接收经微通道板加速的电子，并产生对应于电子的光子，其中电极包括镀在光阴板上的导电透光材料。
3. 根据权利要求2的装置，其中导电透光材料包括铟锡氧化物。
4. 一种形成景物图像的摄影机系统，包括：
光阳板，依据从景物入射到其上的光线，产生电子流；
微通道阵列装置，根据权利要求1-3中的任何一个，响应电子流，接收、调制、并产生光子；和
检测器，接收光子并形成与其对应的景物图像。
5. 根据权利要求1的装置，其中的图像是非全息摄影的图像。

生成距景物距离的图象 的方法和装置

发明领域:

本发明总地涉及用于产生三维图像的系统,具体地讲是涉及能够捕获景物中的图像并且可以判定到景物中的目标以及目标的各个部分的距离。

发明背景:

已知有各种技术可以用于产生景物的三维图像,即包括景深信息或距离信息的图像。典型的方法是飞行时间测量法,相位检测法和三角测量法。这些技术通常需要,例如用激光束对图像进行扫描,逐点地获取景深数据。然而,在许多应用中期望同时获得整幅图像的景深信息或距离信息。

美国专利 5, 200, 793, 在此引用作为参考,描述了一种距离检测的阵列摄象机,包括一个光源和一个 CCD 或其它检测器阵列。光电调制器调制由光源发出的目标景物的照明光线以及由景物反射回到检测器阵列的光线,这样,照明光线和检测到的光线具有相同的调制模式。当调制频率发生变化时,计算机分析阵列中每个象素上的光强变化,以便判定从摄象机到由象素成象的景物部分的距离。

S.Christie 等,在 Measurement Science and Technology 6 (1995 年 9 月)中的第 1301-1308 页中,该文献在此引用作为参考,描述了一种二维测距传感器系统。该系统包括照明感兴趣景物的激光器和获取景物图像的快门增强 CCD 摄象机。激光器经调制产生预期长度的照明脉冲,摄象机经快门选通控制使其在相同长度的时间内接收来自景物的光线。摄象机快门选通脉冲与照明脉冲同步,或者延迟一些。在快门选通脉冲期间,CCD 阵列的每个象素接收到的累计光强是摄象机到由象素成象的景物部分的距离的函数,计算机分析整个阵列接收到的光强,由此生成距离信息。

距离快门选通摄象机在本领域是熟知的。这种摄象机通常包括一个与用于照明景物的脉冲光源或频闪光源一起使用的快门选通检测器阵列。例如,可以通过与快门选通照明装置耦合来控制阵列的快门选通,例如由 Imco Electro-optics Ltd., Essex, U.K. 制造的增强透镜系统,或者

利用本领域中公知的其它方法。检测器阵列的门选通定时相对于光源有一定的延时，这样只能捕获到距摄象机的距离处于期望范围内的目标。摄象机不能判定在一定范围内的各种目标或不同位置。

发明概述：

本发明的目的是提供一种改进的测距摄象机，它可以基本上同时地从景物中的各个象素获得景深信息。

在本发明的一些方面中，测距摄象机同时产生景物的亮度图像和距离图像，两种图像是相互配准的。

在本发明的一个方面中，测距摄象机产生景物的三维图像。

在本发明的其它方面中，测距摄象机输出与摄象机到景物中的一个或多个目标的距离有关的信息。该距离信息可以用来过滤和/或进一步处理摄象机获取的图像，或者作为摄象机自身的反馈信息，使之为了进一步的选择和/或更高的精度而调节其距离-检测功能。

在本发明的优选实施方案中，测距摄象机包括用于照明感兴趣景物的光源和用于检测由景物中的目标反射回的辐射强度的检测器阵列，优选的是 CCD 阵列，在由本发明申请的申请人提交的题为“光学测距摄象机”的第一 PCT 专利申请中给出了相应的描述，该申请也给予了本申请的受让人，其内容在此引用作为参考。例如，可以利用机械或液晶光阀调制辐射源，光阀以预定的已知周期阻断和接通光源。以类似的方式调制反射光，这样优选地在预定的已知周期内阻断和接通到达检测器阵列的光辐射，该周期可以与阻断和接通辐射光源的时间周期相同，更加优选地是与之不同。然后，处理到达检测器阵列并在那里被检测的辐射强度，以便确定从摄象机到景物中的目标的距离。

在本发明的一些优选实施方案中，如上所述，可以利用一个或多个机械或液晶光阀调制辐射光源和反射辐射，还可以以类似的方式使用在本领域中众知的其它类型辐射调制器。由此，在本发明的一些优选实施方案中，利用一个或多个电光调制器例如，KDP 晶体调制器，调制光源辐射或检测的辐射。另外，在本发明的一些方面，可以通过向光源驱动电路提供适宜的波形来电调制辐射光源。此外，还可以利用本领域众知的复位/读出技术调制反射辐射，其中检测器阵列首先复位，即基本上完全清除阵列的单元中所积累的电荷，然后，经过一段已知的预定延迟，读出并测量在单元中积累的电荷。

辐射光源优选地包括一个激光器,但还可以包括适宜的其它类型的光源。

在本发明的一些优选实施方案中,测距摄象机可以包括一个远心光路系统,在由本申请人提交的题为“远心光学测距摄象机”的第二PCT专利申请中给出了相应的描述,该申请也给予了本申请的受让人,其内容在此引用作为参考。优选地,反射辐射由适宜的聚集光学装置接收,由电光调制器调制,例如KDP晶体调制器。更加优选地是光源辐射和反射辐射与公共光轴对准。在一个这样的优选实施方案中,光源辐射和反射辐射由公用电光调制器调制,而在其它的优选实施方案中,它们分别由不同的调制器调制。

在本发明的优选实施方案中,辐射光源由第一波形调制,反射辐射由第二波形调制。调节第一和第二波形的形状以及波形间的延迟以便给出检测器阵列中的各个单元检测到的光强与摄象机到由像素成象的目标的距离之间的预期的函数关系。

优选地是,调节第一和第二波形的形状以及波形间的延迟以便定义距离“窗口”,即从摄象机到目标的距离的一定范围,据此可以确定目标的距离。利用第一和第二波形分别调制辐射光源和反射辐射,摄象机可以只获得窗口内目标的图像。通过适当地调节距离窗口,可以简化对辐射进行检测以便确定从摄象机到窗口内目标的距离的处理过程,和/或提高其精度。优选地是,还对窗口进行调节以便使摄象机对于与感兴趣的景物部分相对应的在距摄象机的一定距离范围内的目标的动态范围最大化。

在本发明的优选实施方案中,第一和第二波形应当保证在检测器阵列的一场或一帧中能够多次阻断和接通光源辐射和/或反射辐射。优选地是,第一和第二波形包括多个脉冲,其中第二波形中的每一个脉冲以预定的,通常是恒定的,延迟跟随第一波形中的相应脉冲。考虑到标准视频场信号的持续时间为16毫秒,第一和第二波形的脉冲持续时间通常小于1毫秒,能够在一帧或一场的时间范围内包含几十或几百个这样的脉冲将是非常好的。这种多脉冲调制功能对于增加由摄象机生成的图像的信噪比是十分有帮助的。

在本发明的一些优选实施方案中,可以自适应地调节窗口以便获得一个或多个感兴趣目标的图像。优选地是,通过利用持续时间相对较

长的波形调制光源和反射辐射来初始定义第一窗口，它覆盖一个距摄象机的较大的距离范围。在这个窗口内获得感兴趣目标的图像，并判定距至少一个目标的距离。然后定义第二窗口，它至少包含一个目标，优选地覆盖一个比第一窗口窄的距离范围。以这种方式，获取第二幅图像，降低了非感兴趣目标的数目，可以更加精确地确定距至少一个感兴趣目标的距离。

优选地是，自适应地调节窗口使之跟踪至少一个感兴趣的目标。随着摄象机距目标的距离变化，调制波形随之变化，这样目标保持在由窗口覆盖的距离范围内。

另外，利用探测光束可以初始确定距感兴趣目标的距离，例如激光测距仪或本领域众知的其它类型的测距仪。然后调节窗口使目标处于它所覆盖的距离范围内。

在本发明的优选实施方案中，不能获得距摄象机的距离处于窗口之外的景物部分的图像，或者说这一部分的图像与景物中的感兴趣目标图像是分离的。然后，本发明用于，例如，从更远的背景中分辨出一个或多个感兴趣的目标。在一些优选实施方案中，感兴趣的目标图像与其它图像，例如利用本领域中众知的技术得到的计算机处理或计算机生成的图像，合并以便形成预期的混合图像。

在本发明的一些优选实施方案中，检测器阵列是二维矩阵阵列，例如 CCD 阵列，一个或多个光调制器调制到达阵列的反射光线，这样，不同的调制波形分别对应于阵列的不同行或相邻行构成的组。以这种方式，不同的距离窗口，即选择的不同距离范围，对应于不同行或相邻行构成的组。每个行或相邻行组将产生包含关于和与线相交的目标有关的景深信息的景物线图像。为了产生整幅图像，包括覆盖大范围的景深信息，阵列的视场通常在景物上扫描，获取并组合多线图像，如下所述。

在一些优选实施方案中，以 CCD 阵列为基准安置液晶光阀阵列，以便分别调制到达 CCD 阵列的每一行或连续相邻行组的反射光线。优选地是，驱动液晶阵列使得阵列的连续行或连续相邻行组在连续的时间周期内暴露在反射光下的时间相同。这样，每个连续行或连续相邻行组接收景物中的位于连续距离窗口内的目标所反射的光线，并且用来确定摄象机到这种目标的距离。

更加优选地是，驱动液晶阵列使得 CCD 阵列的第一行，靠近其第一边缘，接收来自相对地靠近摄象机的第一距离窗口的光线，CCD 阵列的最后一行，靠近与第一边缘相对的第二边缘，接收来自相对地远离摄象机的最后距离窗口的光线。阵列的每个连续行，在第一和最后行之间，接收来自连续距离窗口的光线，所有的距离窗口基本上连续地覆盖了第一和最后距离窗口之间的距离，优选地是以基本相等的间隔。

另外，在本发明的其它优选实施方案中，以 CCD 阵列为基准适当地安置和操作液晶光阀阵列，以便分别调制到达 CCD 阵列中的各个像素或相邻像素组的反射光线，这样，每个像素或相邻像素组具有自己的距离窗口。优选地，光阀阵列以自适应方式工作，这样，每个距离窗口跟踪距景物中的感兴趣目标上的目标点的距离，其图像由各自的像素或像素组获得。由此，可以调节与各个像素或像素组对应的距离窗口使之包含并产生距目标点的距离的精确读数，同时减少图像干扰。

在本发明的一些优选实施方案中，其中每个像素具有自己的距离窗口，相邻像素组组织在一起以“超-像素”方式工作。每个这样的超-像素包括，例如，三乘三的九个像素，由景物基本上沿公共光轴反射回来的光线在其上成象。光阀阵列的工作方式如下，每九个像素接收沿着公共光轴来自各个距离窗口的光线。以这种方式，可以捕获景物的完整图像，包括以预期的距离分辨率得到的景深信息，尽管牺牲了横向分辨率。任意大小的超-像素，例如 1×2 像素， 2×2 像素或 4×4 像素，可以用来在距离和横向分辨率之间实现最佳的折衷。

应当注意的是，尽管参照液晶光阀阵列描述了上述实施方案，但在本发明的其它优选实施方案中，可以把其它类型的光调制阵列由于该目的，例如，门选通可寻址微通道阵列，或者电光或声光调制器阵列。

在本发明的一些优选实施方案中，其中不同的距离窗口顺序地对应于检测器阵列的不同行，如上所述，每一行形成景物部分的线图像，阵列的视场以“推-扫”（“push-broom”）模式扫描景物。换句话说，摄象机优选地相对于景物横向移动，使得每一行形成的线图像以基本上垂直于行的纵向的方向扫描景物。摄象机沿着连续的平行线从检测器阵列的每一行获得线图像序列。

另外，摄象机的视场可以进行扫描，或者景物中的目标可以相对于摄象机横向移动，以便起到相同的效果。

优选地是，由摄象机完成的图像获取与检测器阵列对景物的传输或者扫描同步，这样在摄象机获取的图像序列中的任意位置上由阵列的任意行（除第一行之外）成象的景物部分基本上与在序列中的前一位置由阵列的前一行成象的景物部分相同，除了处于不同的距离窗口之外。以这种方式，可以获得景物的完整三维图像，因为对于景物中的每一目标点，反射光的强度都是在很宽的距离范围内作为距摄象机的距离的函数而测量的。

在本发明的其它优选实施方案中，摄象机包括扫描光学装置，它可以聚焦和调制景物的线图像，这样，可以依次地把线图像投射到检测器阵列的每一行上。由此，存在一个与阵列的每一行对应的连续距离窗口，该窗口由线图像驻留在行上的持续时间定义。到与线图像相交的景物目标的距离，位于一个连续距离窗口内，由上述的方法确定。扫描光学装置可以包括高速光-机械扫描仪，声光或电光调制器，或者本领中众知的其它类型扫描仪。

在本发明的一些优选实施方案中，摄象机可以包括三个具有辅助彩色滤光片的检测器阵列，优选的是本领域众知的红，绿和蓝三种颜色，由此可以获得景物的彩色图像。另外，摄象机可以只包括一个或两个具有本领域众知的且安装于其上的一个或多个条形或颗粒形彩色滤光片的检测器阵列，以便获取彩色图像。由此，关于阵列中的每个像素，可以获得图像亮度信息，颜色信息和景深信息。

在本发明的一些优选实施方案中，可以把维亮度和/或彩色图像与三维距离图像（即每个像素的距离信息）相互配准，并叠加起来为摄象机使用者生成和表示出景深图像。可以利用任何本领域中众知的方法产生这种景深图像，例如在二维照片上画出等距离线，或者利用伪彩色指示单色图像中的距离，或者利用计算机生成的等角投影的方法。

在本发明的一些优选实施方案中，摄象机安装在移动平台上，例如飞机上，以便获得飞机飞行时所经过的大地的地形图像，或者安装在海运平台上，或者在水下或者在水面上，或者安装在空运平台上。优选地是，摄象机工作在“推-扫”模式，如上所述摄象机对图像的获取

与移动平台对地的速度同步。摄象机获取的图像优选地用来测绘平台下的特征和目标，还可以用来计算该特征和目标的三维容量。在本发明的其它优选实施方案中，摄象机安装在机器人上或与机器人有关的装置上，该装置在预期的任务中利用摄象机提供的三维图像信息指引其行动。

另外，在本发明的一些优选实施方案中，摄象机可以用于生产过程的质量保证或质量控制，例如确定制品工件的多种尺寸并验证它是否符合标准。类似地，通过测量存储在容器中的体材料或商品的外形轮廓，其体积是已知的或利用摄象机可以测量的，可以确定材料或商品的体积。

在本发明的其它优选实施方案中，摄象机通常用在模块扫描仪中，用于获取感兴趣目标的三维图像。优选地是，图像是彩色图像。在一个这样的优选实施方案中，这些三维图像与系统一起用于快速三维模型建模，如本领域中众知的，以便复制感兴趣目标的一个或多个三维拷贝或模型，包括表面颜色的复制。

在本发明的其它优选实施方案中，摄象机安装在车辆上，用于避撞系统，例如通过识别潜在的障碍物并判断出车辆与障碍物间的距离。

在本发明的其它优选实施方案中，上述的测距摄象机与内窥镜一起使用，以便获得患者体内的感兴趣区域的图像。

在本发明的另一个优选实施方案中，摄象机与盲人使用的传感器矩阵相连。例如，传感器矩阵可以包括多个压在盲人皮肤上的探针，例如在他或她的前额上，其中每个探针施加到皮肤上的压力比例于盲人与由摄象机观察到的在景物中的相应点上的目标之间的距离。优选地是，盲人控制摄象机的距离窗口，这样，由探针施加的压力范围对应于预期的距盲人的距离范围。

因此根据本发明的优选实施方案，提供了一种装置，用于生成指示距景物目标的距离的图像，包括：

辐射调制光源，具有第一调制功能，并将光辐射指向景物；

检测器，检测景物反射回来的，经第二调制功能调制的光辐射，并响应于检测到的调制光辐射，生成与距景物区域的距离相应的信号；

处理器，接收来自检测器的信号并根据信号形成图像，该图像具有指示目标与设备间的距离的光强值分布；和

控制器,改变第一和第二调制功能中的至少一个,以便响应处理器形成的图像的光强值分布。

此外,根据本发明的优选实施方案,提供了一种装置,用于生成指示距景物目标的距离的图像,包括:

辐射调制光源,具有第一调制功能,并将光辐射指向景物;

检测器,包括一个具有第二调制功能的检测器调制器,和一个检测器阵列,该阵列包括数个检测器单元,其中检测器检测景物中的数个平行空间区域反射回来的光辐射,并响应于检测到的光辐射,生成与距景物该区域的距离相应的信号;和

处理器,用于形成图像,该图像至少包括所述数个空间区域中的一些并具有指示目标与设备间的距离的光强值分布;

其中,数个空间区域中的每一个都具有相对于设备的由检测器调制器确定的距离边界,和

其中,数个空间区域中的至少一个具有与至少一个其它空间区域的边界不同的距离边界。

根据本发明的优选实施方案,还提供了一种系统,用于生成指示距景物目标的距离的分布图像,包括:

用于生成上述图像的装置,该装置形成景物的数个连续图像,数个图像中至少有一个包括一个或多个没有包含在至少一个其它图像中的景物区域;和

图像处理器,它把数个图像合并成分布图像,用以指示到景物目标的距离。

根据本发明的优选实施方案,还提供了一种装置,用于生成指示距景物目标的距离的图像,包括:

辐射调制光源,将光辐射指向景物;

远心光学装置,接收和准直由景物反射的光辐射;

调制器,调制校准的光辐射;

检测器,检测由调制的准光辐射形成的图像;和

处理器,响应于检测到的图像的光强分布,形成具有指示目标与设备间距离的光强值分布的图像,

其中,光源和检测器是轴线对准的,和

其中,对景物反射的校准光辐射进行调制的调制器不对光源直接指

向景物的光辐射进行调制。

根据本发明的优选实施方案，还提供了一种装置，用于生成指示距景物目标距离的图像，包括：

辐射调制光源，具有第一调制功能，并将光辐射指向景物；

第一检测器，检测景物反射回来的经第二调制功能调制的光辐射，并响应于检测到的调制光辐射，生成与到景物区域的距离相对应的信号；

第二检测器，与第一检测器轴线对准，检测景物反射回来的未经第二调制功能调制的光辐射，并响应于检测到的光辐射，生成与景物区域反射回来的光强相对应的信号；

处理器，接收来自第一和第二检测器的信号并根据信号生成图像，该图像具有指示目标与设备间的距离的光强值分布。

根据本发明的优选实施方案，还提供了一种指引机器人的系统，包括一个能够生成指示距景物目标距离的图像的装置，如上所述，和一个机器人，它利用导引装置指示的距目标的距离，按照景物中的目标行动。

根据本发明的另一个优选实施方案，还提供了一种判定工件尺寸的系统，包括一个生成工件图像的装置，用以指示距工件区域的距离，和一个利用图像和指示距离来判定工件尺寸的计算机。优选地，计算机比较工件尺寸和标准尺寸。另外，计算机还根据确定的尺寸来确定工件的体积。

根据本发明的另一个优选实施方案，还提供了生成工件三维模型的系统，它包括判定工件尺寸的系统，如上所述，以及快速建模装置，该装置接收尺寸判定系统确定的尺寸，并根据尺寸生成三维模型。优选地是，快速建模装置从产生工件图像的装置接收图像信息的图像信息，更加优选地是包括颜色信息，并将图像信息施加到三维模型的表面。

根据本发明的优选实施方案，还提供了一种车辆导引系统，它包括产生图像的装置，该图像指示出与沿着其运动方向、在其前方的景物中的目标之间的距离，如上所述，以及一个处理器，该处理器利用图像和示出的距离来识别景物中的危险。

根据本发明的优选实施方案，还提供了内窥镜成象系统，它包括具

有用于插入目标体内的远端和用于连接光学装置的近端的内窥镜，和生成图像的装置，如上所述，该装置与内窥镜的近端相连，以便导引光辐射通过内窥镜进入体内，并检测那里反射的光辐射。

根据本发明的优选实施方案，还提供了产生景物触知（tactile）图像的系统，它包括产生包含景物中的多个目标点距离信息在内的景物图像的测距摄像机，如上所述，和与目标体表面相接触的触知探头的可寻址矩阵，每个探头根据与景物中的多个目标点中的各个目标点间的距离向表面施加一定的压力。

根据本发明的优选实施方案，还提供了调制电子流的微通道阵列装置，包括：

微通道板，利用它可以对电子进行加速；和

数个邻近微通道板的可切换电极，每个电极在板的相应位置上调制电子的加速度。

优选地是，微通道阵列包括光电阴极，它接收经微通道板加速的电子并产生响应电子的光子，其中电极包括镀在光电阴极上的导电透光材料。

根据本发明的优选实施方案，还提供了生成景物图像的摄像机系统，包括：

光电阳极，它响应由景物入射到其上的光辐射、产生电子流；

微通道阵列装置，如上所述，它响应电子流、调制和产生光子；和检测器，接收光子并产生相应的景物图像。

根据本发明的优选实施方案，还提供了一种产生指示景物目标距离的图像的方法，包括：

根据第一调制功能调制辐射光源射出的光辐射，并将辐射指向景物；

根据第二调制功能调制景物反射回的光辐射；

检测反射光辐射、并响应于检测到的光辐射而产生与距景物区域的距离相对应的信号；

形成具有亮度值分布的、指示景物目标距离的图像；和

响应于图像的亮度值分布，改变第一和第二调制功能中的至少一个。

此外，根据本发明的优选实施方案，还提供了一种产生指示景物目

标距离的图像的方法, 包括:

根据第一调制功能调制辐射光源射出的光辐射, 并将光辐射指向景物;

在景物中界定数个平行空间部分, 每个部分都具有距离边界;

检测每个平行空间部分反射回的光辐射、并响应于检测到的光辐射产生对应于景物区域距离的信号;

形成具有亮度值分布的、指示景物目标距离的图像,

其中, 对数个空间部分的界定包括对数个部分中的每一个的距离边界的界定, 和

其中, 数个空间部分中至少有一个的距离边界与至少一个其它的空间部分的距离边界不同。

根据本发明的优选实施方案, 还提供了一种生成指示景物目标距离的扩展图像的方法, 包括:

根据上述的方法, 生成景物的第一幅图像;

相对于景物, 横向扫描空间部分;

以生成第一幅图像相同的方式生成第二幅图像; 和

配准并合并第一幅图像和第二幅图像, 产生扩展图像。

根据本发明的优选实施方案, 还提供了一种生成包括叠加在独立获得的背景图像上的感兴趣目标在内的复合图像的方法, 包括:

生成第一幅包括感兴趣目标在内的景物图像, 第一幅图像指示出景物目标距离;

判定由第一幅图像指示出的、距目标的距离;

界定包括距至少一个目标的距离在内的距离范围;

从第一幅图像中去除距离范围之外的目标, 从而形成滤波图像; 和把滤波图像叠加在背景图像上。

根据本发明的优选实施方案, 还提供了一种生成景物复合图像的方法, 包括插入到复合图像预定区域的预定的嵌入图像, 方法包括:

在景物中标识区域;

生成包括标识区域在内的第一幅图像, 第一幅图像指示出景物目标距离;

判定第一幅图像中的区域边界的位置和到区域的距离, 如第一幅图像所示;

根据到区域的距离, 调节嵌入图像的比例使之配合区域边界; 和把调节后的嵌入图像叠加到第一幅图像中的区域, 形成复合图像。

优选地是, 该方法还包括: 在第一幅图像中识别感兴趣目标, 其中距感兴趣目标的距离小于距区域的距离; 对第一幅图像进行滤波, 以便形成感兴趣目标的滤波图像; 把感兴趣目标的滤波图像叠加到区域内的嵌入图像上。

通过下述的优选实施方案详述, 并结合附图将更加全面地理解本发明。

附图简述

图 1 是根据本发明优选实施方案的光学测距摄象机简图;

图 2A 是根据本发明优选实施方案的远心光学测距摄象机简图;

图 2B 是根据本发明的替换优选实施方案的远心光学测距摄象机简图;

图 2C 是根据本发明优选实施方案的包括两个检测器阵列的另一种光学测距摄象机简图;

图 3 是根据本发明优选实施方案, 显示出示例了与图 1 或图 2B 的摄象机一起使用的调制方案的波形简图;

图 4 是根据本发明优选实施方案, 由测距摄象机成象的景物简图;

图 5 是根据本发明优选实施方案, 通过将图 3 所示的波形施加到图 1 或图 2B 中的摄像机而获得的距离相关图像滤波函数的简图;

图 6A 是根据本发明的另一个优选实施方案, 示例了与图 1 或图 2B 中的摄像机一起使用的、替代调制方案的波形的简图;

图 6B 是通过将图 6A 所示的波形施加到图 1 或图 2B 中的摄像机而获得的距离相关图像滤波函数的简图;

图 7 是根据本发明的优选实施方案, 自适应光学测距摄像机系统的简图;

图 8A 是根据本发明的优选实施方案, 生成复合视频图像的光学测距摄像机系统的简图;

图 8B 是图 8A 的系统生成的视频图像的简图;

图 9 是根据本发明的另一个优选实施方案, 生成复合视频图像的光学测距摄像机系统的简图;

图 10 是根据本发明的优选实施方案, 光学测距线成像摄像机的简

图;

图 11 是根据本发明的优选实施方案,优选地在图 10 的摄像机中使用的、光阀阵列的剖面简图;

图 12A 是根据本发明的优选实施方案,示例了与图 10 中的摄像机一起使用的、调制方案的波形的简图;

图 12B 是根据本发明的优选实施方案,通过将图 11A 所示的波形施加到图 10 中的摄像机而获得的距离相关图像滤波函数序列的简图;

图 13 是根据本发明的优选实施方案,利用图 10 的线成像摄像机的地形成像系统简图;

图 14 是根据本发明的另一个优选实施方案,利用图 10 的线成像摄像机的图像扫描系统简图;

图 15 是根据本发明的另一个优选实施方案,光学测距线成像摄像机的简图;

图 16 是根据本发明的优选实施方案,与图 10 的线成像摄像机中的检测器阵列一起使用的、彩色带状滤波器的简图;

图 17A 是根据本发明的另一个优选实施方案,彩色测距摄像机的简图;

图 17B 是根据本发明的优选实施方案,在图 17A 的摄像机中用来产生多距离窗口的检测器的部分简图;

优选实施方案详述

现参照图 1,该图根据本发明的优选实施方案示例了光学测距摄像机 20,如在此引用作为参考的、上面提到的第二个 PCT 申请所述。摄像机 20 包括检测器阵列 22,优选地是 CCD 阵列,例如 Eastman Kodak,Rochester,New York 制造的 KAF 0400 CCD 阵列,EG&G Reticon,Sunnyvale,California 制造的 HS 0512J CCD 阵列。CCD22 产生的信号由视频处理器 24 处理,该处理器优选地产生由摄像机成象的景物 26 的三维数字图像,或维视频图像,它指示出感兴趣目标的距离,下面将详细讨论。

摄像机 20 还包括光学组件 28,它对从景物 26 接收到的光线进行调制。组件 28 包括入射光圈 30、汇聚透镜 32、光调制器 34、聚焦透镜 36 和出射光圈 38。优选地是,光圈 30 和汇聚透镜 32 构成远心光学系统,由此,透镜 32 将从景物 26 接收到的光线瞄准调制器 34。

光调制器 34 优选地包括电光调制器, 例如 KDP 晶体或本领域众知的其它适宜材料, 另外还可以包括本领域众知的其它类型的光调制器, 例如声光调制器、液晶光阀或高速机械光阀。应当清除的是, 为了简化说明, 这里只是简略地示出了组件 28, 实际上摄像机 20 包括额外的透镜和/或其它本领域众知的光学元件。

摄像机 20 还包括光源 40, 优选地包括大功率激光二极管, 例如 Opto Power Corporation, City of Industry, California 制造的 OPC - 1003 - 813 激光二极管, 和本领域众知的适用光学元件, 以便利用激光二极管产生基本均匀的景物照明。另外, 光源 40 可以包括任何其它类型的激光器或非相干光源, 例如频闪灯。驱动电路 42 为光源 40 提供输入功率。光调制器 44, 可以是与调制器 34 相同的类型, 与光源 40 共同调制对景物 26 的照明。另外, 驱动电路 42 还向光源提供经适当调制的输入功率, 以便在不需要额外调制器 44 的条件下对景物照明进行调制。

控制器 46 通过控制调制器 44 和/或电路 42 来调节对景物 26 的照明调制, 以及通过控制调制器 34 来调制由景物反射回来的、入射到阵列 22 上的光辐射。优选地是, 控制器 46 与视频处理器 24 通信, 这样可以自适应地调制照明和反射光辐射, 下面将详细描述。

图 2A 展示了本发明的替代优选实施方案, 包括远心光学测距摄像机 50, 如在此引用作为参考的第二 PCT 申请所述。摄像机 50 包括检测器阵列 22、光学组件 28 和光源 40。摄像机 50 通常与摄像机 20 相似, 但是其主要差别是在于在摄像机 50 中公共调制器 52 对光源 40 射出的照明光和从景物 26 反射回到阵列 22 上的光辐射均进行调制。优选地, 调制器 52 包括 KDP 晶体, 或者任何其它适宜类型的调制器, 如上所述。光源 40 射出的照明光经投射透镜 54 准直后, 通过合束器 58 平行对准光轴 56。

调制器 52 可以用来向照明光和反射光辐射提供公共调制波形。然而在本发明的优选实施方案中, 调制器 52 由控制器 46 驱动提供多种波形, 优选地是提供给照明光的第一波形和提供给反射光辐射的第二波形, 下面将详细描述。

应当理解的是, 当分别施加第一和第二波形时, 通常调制器 52 将不加区分地透射照明光和反射光辐射。优选地是, 由此, 视频处理器

24 控制阵列 22，以便使阵列只响应调制器 52 根据第二波形而透射的光辐射并产生信号。这样，例如在阵列 22 包含 CCD 阵列的本发明优选实施方案中，如上所述，视频处理器 24 优选地与第二波形同步地启动阵列的电子光阀，如本领域所众知的。类似地，驱动电路 42 优选地与第一波形同步地驱动光源 40。

图 2B 展示了本发明的另一个优选实施方案，包括远心光学测距摄像机 59。摄像机 59 与示于图 2A 的摄像机 50 相似，只是摄像机 59 包括对景物 26 的照明光进行调制的调制器 44，该调制器与调制反射光辐射的调制器 52 是独立的。这样，施加给摄像机 20 的调制波形将等价地施加给远心摄像机 59，并具有相似的结果，下面将详细描述。

图 2C 展示了本发明的另一个优选实施方案，包括具有两个检测器阵列 22 和 65 的远心光学测距摄像机 64。检测器阵列 22 接收景物 26 反射回来的、并经过调制器 52 调制的光辐射，与图 2B 和上述的其它优选实施方案中描述的检测器阵列基本类似。然而，阵列 65 接收景物 26 反射回来的、在景物反射后未经调制的光辐射。利用分束器 66，阵列 65 与阵列 22 平行对准。由此，成象透镜 67 和出射光圈 68 在阵列 65 上形成了景物 26 的非调制图像，该图像优选地基本上与形成在阵列 22 上的（调制）图像配准。

如在上面的摄像机 59 中提到的，施加给摄像机 20 的调制波形将等价地施加给远心摄像机 64，对于阵列 22 接收的图像具有相似的结果。下面还将描述阵列 65 接收的非调制图像的用途。

尽管图 1、2A、2B 和 2C 所示的优选实施方案包括远心成象单元，应当理解的是本发明的原理可以类似地用来制作非远心光学测距摄像机，如上述的第一 PCT 申请所显示和描述的。

图 3 简略地示例了用于驱动图 1 所示的调制器 44 和 34 以便分别调制景物 26 的照明光和其反射光辐射的波形 60 和 62。优选地波形均为所示的矩形脉冲。当每个波形处于高值时，各自的调制器允许光线通过。当每个波形处于低值时，调制器阻断光线。优选地是，波形 60 和 62 保持使各自的调制器导通的高值的持续周期为 T ，其中调制器 34 的导通时间相对于调制器 44 滞后时间 τ 。

尽管图 3 的波形是矩形脉冲，还可以使用其它的波形，下面将描述这样的例子。应当理解的是图 3 的脉冲形状仅仅是为了说明的简化而

理想化的，但是为实现本发明，这样的理想化脉冲形状并不是必需的。

图4是利用图1所示的摄像机20对景物70进行成象的简图，其中摄像机受图3所示的波形控制。景物70包含数个目标，包括第一目标72、第二目标74和第三目标76，距摄像机20的距离分别为 D_1 、 D_2 和 D_3 。当目标72、74和76由摄像机20内的光源40照明时，它们通常向摄像机反射回光线，该光线经光学组件28汇聚并聚焦到检测器阵列22上。假定调制器34和44工作在CW模式，即始终保持导通状态，各个目标反射回的光线将在检测器阵列的一个或多个单元上产生各自的、基本恒定的照射光，各个目标的图像聚焦在检测器阵列上。照射光的亮度通常是、尤其是各个目标距摄像机的距离以及目标辐射光谱的函数。响应于这些基本恒定的照射光，检测器阵列22的单元产生各自的原始信号值 S_1 、 S_2 和 S_3 。

然而，当调制器34和44由波形62和60驱动时，由于光源40射出的光线到达各个目标并返回摄像机20所需的传输时间不同，响应于目标72、74和76反射的光线、由阵列22产生的信号与原始信号不同。传输时间通常用 $t_i=2D_i/c$ 表示，其中 c 是光速，下标 i 是指景物70中的第 i 个目标。如图3所示，对 T 和 τ 的一种选择界定了一个距离窗口78，分别由最小和最大距离 $D_{\min}$ 和 $D_{\max}$ 界定，其中 $D_{\min}=(\tau-T)c/2$ ， $D_{\max}=(\tau+T)c/2$ ，除非 $\tau<T$ ，这种情况下 $D_{\min}=0$ 。当调制器34和44都如所示的方式工作时，来自窗口78外部的目标，例如目标76的光将因为 $D_3>D_{\max}$ 而被调制器舍弃，因此阵列22将不会产生响应于这种目标的具体信号。

此外，如图5所示，由阵列22响应于窗口78内部的目标，例如目标72或74，而生成的信号 I_i 的强度与目标距摄像机的距离基本上呈线性关系。分别响应于目标72和74的信号 I_1 和 I_2 通过下面的公式而归一化：

$$\underline{I}_i=I_i/S_i\tau f \quad (1)$$

其中 I_i 是第 i 个目标产生的非归一化信号， f 是对阵列22进行采样而使用的适宜的场频率或帧频率。

当保持调制器34和44瞬时开启时，利用检测器阵列22获得原始信号值 S_i 如上所述。另外，如图2C所示，摄像机64中的检测器阵列65可以用于获取这些原始信号。对照射到阵列22上的光线进行调制，

如上所述,以便获得距离信息,而照射到阵列 65 上的光线基本上未进行调制(除了对光源 40 进行调制的情况之外)。这样,可以同时获得距离响应信号 I_i 和原始信号 S_i 。

然而,在本发明的一些优选实施方案中,其中 T 和 τ 基本上小于场或帧周期 $1/f$, 图 3 所示的波形可以在单场或单帧内顺序地重复多次。这种情况下,非归一化信号通常将比例于单场或单帧内波形的重复次数而增加,通常这种增加将提高摄像机捕获的图像的信噪比。如本领域众知的,如果 N 是波形在单场内重复的次数,信噪比的提高通常在 N 的均方根和 N 之间的范围内,这取决于噪声是源噪声为主还是电路噪声为主。因为 T 和 τ 通常均小于 1 毫秒,波形可以优选地在持续时间大约为 16 毫秒的单个视频场内重复 1000 次(或更多),使信噪比提高因子为 30 或更高。

归一化信号对距摄像机 20 的距离的线性函数依赖关系是改变照明波形 60 与反射光辐射调制波形 62 间的叠盖范围的结果,在对波形 60 进行有效地延时 $2D_i/c$ 之后,该延时时间是由照明光源 40 射出的光线到达各个目标后再返回摄像机所必需的。该函数在目标位于距离 $D_i = \tau c/2$ 处时具有最大值,还具有比例于 T 的宽度 ($D_{\max} - D_{\min}$)。这样可以根据响应于目标而产生的归一化信号判定摄像机 20 距窗口 78 内目标的距离。由窗口中心附近的目标 72 产生的归一化信号 I_1 将大于位于距摄像机更远处的目标 74 产生的信号 I_2 。

尽管如上所述波形 60 和 62 具有相等的持续时间 T , 这些波形可以分别具有不同的持续时间 T_{60} 和 T_{62} 。例如,可以延长 T_{60} 或 T_{62} 以便产生更强的信号 I_1 和 I_2 。结果,然而,归一化信号对目标距离的函数关系将不再是图 5 所示的三角形,而是梯形,这样窗口中心部分的距离差异将无法区分。因此,在本发明的优选实施方案中,波形 60 和 62 的持续时间是相同的。这种判定目标距离的方法还描述于上述的、在此引用作为参考的 PCT 专利申请,如这些 PCT 专利申请所述,其它调制波形可以类似地用于驱动调制器 34 和 44,但是参照图 3 所示的矩形脉冲波形,可以十分容易地解释归一化信号与目标距离的一般依赖关系和在此描述的摄像机 20 的应用。

还应理解的是,尽管波形 60 和 62 显示为理想的矩形,但是在实际应用中,光源提供的波形以及调制器 34 和 44 调制后的反射光辐射通

常将分别具有有限的上升时间和有限的下降时间，例如下图 6A 所示。结果，响应函数的拐角将是圆滑的，而不是图 5 所示的锐角。然而，在使用其它非理想波形时，可以同样地应用本发明的原理。

从上述讨论还应理解的是，窗口 78 的中心位置可以通过改变 τ 来控制，窗口的宽度可以通过改变 T 来控制。优选地是，当在景物中识别感兴趣目标时，或者自动地或者按照摄像机操作人的命令通过控制器 46 自适应地控制 τ ，以便使感兴趣目标保持在窗口中心附近，在该位置上目标产生的归一化信号将达到最大值。

此外， T 优选地由控制器 46 控制，以便限制窗口 78 的宽度使其只包括包含感兴趣目标在内的、一定的目标距离范围。如图 5 所示，通过增加归一化信号与距离间的依赖关系的斜率，对 T 的限制可以用来提高目标距离判定的精度，这样处于不同距离上的目标在归一化信号上的差异将增大。通过从阵列 22 获得的图像中去除非感兴趣目标，例如图 4 中的目标 76，限制 T 还可以用于减少图像的“聚集”。

在本发明的一些优选实施方案中， τ 和 T 受控制器 46 的控制以便优化目标的动态范围和摄像机的距离检测。例如，当景物包含几个距摄像机距离不同的感兴趣的目标时， τ 和 T 可被控制以将窗口的中心移到距摄像机最远的目标处附近。如本领域众知的，由目标反射回的光线在阵列 22 上产生的辐照度通常按照摄像机距目标的距离的三次或四次幂减少。由此，响应于最远处信号而产生的（非归一化）信号通常将是最弱的信号，将窗口中心移到最远目标处将有助于使信号的动态范围最大。类似地，如果一个目标的反射率低于另一个目标或所有目标，可以把低反射率目标作为窗口中心以便增强信号的动态范围。

图 6A 是示例了替代优选实施方案的时序图，其中波形 60 用于调制照明光，波形 62 用于调制反射光辐射，它们一般是比图 3 中的理想矩形脉冲更接近于实际调制波形的梯形脉冲。此外，波形 60 的持续时间 T_{60} 基本上比波形 62 的持续时间 T_{62} 长。

图 6B 简单地示例了当摄像机 20 根据图 6A 的波形工作时，从目标 72、74 和 76 接收到的归一化信号强度 I_i ，如图 4 所示。距离小于 $D_{\min}$ 的目标的归一化信号基本上为零，如上所述。对于距离大于 D_{mid} 直到 $D_{\max}$ 的目标，例如在距离 D_3 处的目标 76，归一化信号基本上为一。 D_{mid} 在很大程度上取决于 T_{62} 以及波形 60 和 62 的上升时间。 $D_{\max}$

在很大程度上取决于时间 τ 和 $T60$ 之和。优选地是， $D_{\max}$ 大于摄像机与景物中的、最远处的主要目标间的距离。另外， $D_{\max}$ 的选取应保证 $D_{\max} > c/f$ ，其中如前面所标注的， c 是光速， f 是摄像机20的场或帧速率，这样所有距离大于 D_{mid} 的目标将产生基本上等于1的归一化信号。

由此，在 $D_{\min}$ 和 D_{mid} 之间的感兴趣距离范围内，归一化信号是单调递增函数，据此，根据本发明的原理可以分别判定目标72和74的距离 $D1$ 和 $D2$ 。优选地忽略距离范围之外的目标。通过调节 $T62$ 可以增加或减少该范围。应当理解的是，对于感兴趣距离范围内的目标，归一化信号的每一个值对应唯一的目标，这与图5所示的函数不同，其中位于0和1之间的归一化信号的确定值对应着两个不同的目标距离。在图5所示的方案中，必需采用其它方法将这两个距离相互区分开，例如对采样不同的距离窗口而获得的结果进行比较。

图7展示了本发明优选实施方案，其中摄像机20从景物70内的距离窗口获取三维图像信息，其中窗口的中心距离及其宽度是自适应受控的。优选地是，首先，调制器34和44工作于CW模式时，摄像机20接收二维图像数据，如上所述。图形数据由图像分析仪80接收，该仪器识别景物70内的目标并通过操作台82和视频显示器84向操作人显示视频图像。图像分析仪80和操作台82优选地包括一台或多台用于图像处理的数字计算机，如本领域所众知的。优选地通过使用跟踪球、鼠标或其它本领域众知的定点输入装置，通过操作台82，向图像分析仪80和/或独立的系统控制器86指示目标，操作人可以识别出景物70中的至少一个目标，例如目标72。

一旦识别出感兴趣目标，系统控制器86拾取关于目标72的初始距离范围读数。如图7所示，通过将本领域众知的距离测距仪88，例如激光距离测距仪，瞄准目标72并接收距离范围读数来获取这种初始距离范围读数。系统控制器86利用初始距离范围读数判定 τ 和 T 的适宜值，以便产生预期的距离窗口，优选地是以目标72的距离为中心。

在本发明的另一个优选实施方案中，不必使用距离测距仪88，系统控制器86就可以获取初始距离范围读数。优选地，利用控制器46控制调制器34和44，以便通过使用较大的 T 值，产生以目标72的估计距离为中心的宽窗口。如果估计目标72的距离不是很方便， τ 值

可以在一定的范围内扫描以便在不同的距离上产生多个窗口，直到找到初始距离范围为止。此后，优选地降低 T 值，以便使窗口更加接近于包括目标 72 和任何其它感兴趣目标在内的距离范围，这样能够以优化的精度和减少的图像干扰判定这些目标的距离，如上所述。

尽管在上述的优选实施方案中，通过操作人以交互方式初始识别感兴趣目标，而在本发明的其它优选实施方案中，图像分析仪 80 根据程序化的图像特征可以自动地识别感兴趣目标。例如，采用图像分析方法和/或本领域众知的自动目标识别方法，可以对图像分析仪进行编程使其可以识别出车辆、人或建筑物。这些识别标记传递给系统控制器 86，系统控制器控制距离测距仪 88 和/或摄像机 20 跟踪并判定到识别目标的距离。

然而，至少识别一个感兴趣目标，并获得其初始距离范围，此后图像分析仪 80 优选地继续跟踪目标及其距摄像机 20 的距离。系统控制器 86 自适应地调节 τ 和 T ，以便使窗口 78 处于预定的宽度，并基本上以目标为中心。

图 8A 和 8B 简略地示例了本发明的优选实施方案，其中摄像机 20 与本领域众知的图像处理器 90 一起使用，以便生成预期的复合图像。

复合图像通常用于娱乐业，例如新闻广播，人为地将感兴趣目标，通常是利用视频摄像机其图象的人物，插入到独立获取的背景的前面。人物或其它感兴趣目标的图像背景通常必需是已知的，具有特定颜色的，通常为蓝色。在获得人物或其它感兴趣目标的图像之后，进行色调-键控，即识别出图像中的具有特定颜色的所有象素，然后独立获得的背景图像逐象素地替换色彩-标识象素。这种色调键控方法要求人物或其它感兴趣目标后面的预定颜色背景是固定的，以及人物或其它感兴趣目标基本上不包括任何预定的色彩。

然而，如图 8A 所示，摄像机 20 可以有选择地获取窗口 96 内的人物 92 和 94 的图像，而把距离较远的建筑物 98 排除在获得的图像之外。优选地是，调节 τ 和 T 使得阵列 22 产生的、响应于人物 92 和 94 的图像的归一化信号基本相等，人物 94 距摄像机 20 的距离远于人物 92。这种归一化信号的等值有助于更加精确地判断人物 94 的距离，还有助于产生更加宜于观看的图像，这是因为更加清楚地重建了人物 92 和 94。

如图 8B 所示, 图像处理器 90 从摄像机 20 接收独立获得的图像, 并把它与背景 100 复合, 从而在显示器 102 上产生所需的、合并视频图像, 或者, 类似地, 记录和/或传输这种合并视频图像。不需要固定的背景或色调-键控。背景 100 可以是真实的、独立获取的图像, 或者是合成的计算机生成图像, 或者是真实图像和人造图像的合体。

图 9 简略地示例了另一个本发明的优选实施方案, 其中摄像机 20 和图像处理器 90 与广告板 104 一起用来产生复合图像, 其中所需的图片, 例如广告信息, 人工地放置在广告板上的图像中。这种优选实施方案优选地用在国际体育广播中, 例如在不同的国家中产生针对特定听众的广告。

由此, 如图所示, 摄像机 20 捕获包括目标 106 和广告板 104 在内的图像, 并分别判定距目标和广告板的距离, 如上所述。另外, 图像处理器 90 还利用本领域众知的图像分析方法, 识别出广告板 104 的边界并判定广告板相对于摄像机 20 的位置和方向。边界 108 优选地包括易识别特征, 例如反射带, 红外反射材料带或红外 LED 行或者其它灯组成的行。另外, 广告板 104 可以是色调-键控的, 以便于图像处理器 90 精确地判定位置和方向。然后, 在对图像或消息的大小和视角进行适当地调节之后, 图像处理器把所需的图像或消息插入从摄像机 20 接收到的图像中的广告板 104 中。目标 106 的图像叠加在广告板中的图像或消息上。

图 10 是根据本发明另一个优选实施方案的测距、线成象摄像机 110 的简略表示图。摄像机 110 的使用方式可以类似与本领域众知的线性阵列成象装置, 例如线阵列 CCD 摄像机和扫描仪。这种装置通常产生目标或景物的窄线部分图像(无景深信息)。装置的视场光学地或机械地在目标或景物上扫描, 并把多个产生的图像合并成单个二维图像。正如下面所述, 优选地是, 视场扫描、线成象摄像机 110 扫描目标或图像, 以便生成包括三维信息在内的图像。

如图 10 所示, 摄像机 110 包括检测器阵列 112, 优选地是与摄像机 20 中的阵列 22 相似的 CCD 阵列。阵列 112 包括数个检测单元的平行行 114。视频处理器 116 为阵列 112 提供驱动信号, 并从那里接收图像响应视频信号。类似于摄像机 20, 线成象摄像机 110 显示为对景物 26 进行成象, 景物由驱动电路 42 通过调制器 44 驱动的光源 40 照

明。

摄像机 110 中的光学组件 118 包括汇聚透镜 120、线光阀阵列 122 和成象透镜 124。光阀阵列 122 包括数个长而窄的光阀单元 130、132、134、...136，并优选地安装在基本上与检测器阵列 112 所在的平面平行的平面上，单元 130 - 136 的指向基本平行于行 114。控制器 126 利用集成切换网络 128 控制线光阀阵列 122，该网络优选地在控制器 126 的控制下以预定的顺序开启各个光阀单元 130 - 136。另外，控制器 126 还控制驱动电路 42 和调制器 44，如上面参照摄像机 20 中的控制器 46 所描述的，并控制和接收来自视频处理器 116 的数据。

优选地是，光阀阵列 122 是液晶光阀阵列，或者是门选通微通道单元阵列，或者是电光或声光调制单元阵列。

例如，图 11 示例了本发明的优选实施方案，其中光阀阵列 122 包括门选通微通道单元阵列，以部分剖面图的形式显示。阵列 122 包括镀在第一玻璃板 138 上的光阳极板 137、微通道板 139、和镀在第二玻璃板 145 上的光阴极板 143，集成切换网络 128 叠加在光阴极板上。光阳极 137 和光阴极 143 可以包括任何本领域众知的适宜材料，例如磷光体。切换网络 128 优选地包括数个导电、透光电极，例如镀在光阴极 143 表面上的 ITO 条（铟锡氧化物）。应当理解的是，尽管为了示例的清楚，图中所示的玻璃板 138 和 145 以及微通道板 139 都是分离的，而在实际应用中，这些单元通常是紧压在一起的，位于一个真空模中，如本领域所众知的。

微通道板 139 优选地与本领域众知的传统微通道板类似，其差别在于组成光阀单元 130、132、134、...136 的、板内的不同微通道组在相应电极的控制下可以独立地切换或选通。电极通过网络 128 独立地、可切换地与负高压源相连，优选地是在 - 200VDC 左右，这是本领域众知的。

光阀阵列 122 的操作，如图 11 所示，将通过下例得到理解。打在光阳极 137 上的电子在微通道板 139 的附近产生光电子。当对应于单元 130 的一个电极 147 与负高压相连时，在单元 130 附近区域产生的光电子通过由单元 130 组成的板 139 中的微通道而得到加速，在微通道中还会产生二次电子，如本领域众知的。然后，这些电子通过电极

147, 打到光阴极 143 上, 由此, 在单元 130 附近的阴极区域产生光子。假定其余的电极 141 未与负高压相连, 这种过程将基本上不会在任何其它单元 132、134、...136 上发生。由此, 光阀单元 130 充分地开启, 而其余光阀单元充分地闭合。光阀单元 132、134、...136 优选地以类似的顺序、随着单元 130 而顺序地开启。

汇聚透镜 120 把景物 26 反射回的光线映射在光阀阵列 122 上, 该阵列以下述的方式调制光线。然后, 成象透镜 124 把来自光阀阵列的调制光线聚焦在检测器阵列 112 上。优选地是, 光学组件 118 是这样构造和对准的, 即光阀阵列 122 中的每个单元 130 - 136 成象在检测器阵列 112 的一行 114 上, 或者成象在相邻行组 114 上, 这取决于单元 130 - 136 相对于行 114 的数目和尺寸。尽管在图 10 中, 成象透镜 124 以近似于单位放大的比例将光阀阵列 122 映射到检测器阵列 112 上, 应当理解的是通过适当地选择和对准成象透镜 124 可以选取任何适宜的放大比例, 这取决于光阀阵列 122、检测器阵列 112 与它们各自的单元 130 - 136 和行 114 的相对尺寸。此外, 如果光阀阵列 122 和光阀单元 130 - 136 的尺寸可以小得与检测器阵列 112 和行 114 的尺寸相匹配, 光阀阵列 122 可以直接安置在检测器阵列 112 附近, 并直接接触与其耦合, 这样, 就不必插入成象透镜 124, 简化了光学组件 118。

图 12A 是时序图, 根据本发明的优选实施方案, 它简略地示例了施加给摄像机 110 中的调制器 44 和光阀阵列 122 的切换和调制脉冲 140。调制器 44 和光阀单元 122 在持续时间为 T 的矩形脉冲波形的作用下初始开启, 允许光线从中通过。当调制器 44 和单元 130 关闭时, 基本上相同的调制波形施加给单元 132。当单元 132 关闭时, 单元 134 开启, 沿着阵列 122 以这样的顺序进行下去直到最后一个单元 136 开启。如上所述, 当每个光阀单元 130 - 136 开启时, 检测器阵列 112 的相应行 114 或行组就暴露在景物 26 反射回的光线之下。

如图 12B 所示, 示于图 12A 的调制图案 140 产生一系列连续的、相互叠盖的、由光阀单元 130 - 136 限定的距离窗口 142。检测器阵列 112 的每一行 114 或行组只接收景物 26 中的、位于由相应光阀单元 130 - 136 定义的窗口口内部的目标反射回的光线。如上面参照图 3、4 和 5 或者 6A 和 6B 所描述的, 可以确定窗口口 142 的宽度和各自的

中心距离, 以及归一化信号强度。距离窗口 142 间的相互叠盖可以用来解决距离模糊的问题, 例如根据图 5 的方案, 当感兴趣目标只包含在单一距离窗口内时, 就能遇到上述问题。

应当理解的是, 调制图案 140 和最后的窗口 142 是以示例的方式显示在这里的, 利用可以类似地使用任何适宜的调制图案。例如, 施加到调制器 44 上的调制波形可以类似于图 6A 所示的, 并参照图形进行了描述的波形 60。施加到光阀单元 130 - 136 的波形可以类似于图 6A 所示的波形 62, 并相应地按照图 12A 所示的方式使用。在这种情况下, 可以定义一系列相互叠盖的距离窗口, 类似于图 6B 所示的距离窗口。

此外, 应当理解的是施加给连续光阀单元的调制脉冲在时间上可以是叠盖的, 这样相应的距离窗口与它们各自的相邻窗口具有更大的叠盖。另外, 可以在调制脉冲间引入一定的延时, 以便使距离窗口分离开。此外, 施加给连续光阀单元 130 - 136 的波形不必都具有相同的持续时间, 但是, 例如其持续时间可以沿着阵列、从一个单元到另一个单元地逐渐增加, 这样在距摄像机 110 较远的距离上, 距离窗口较宽。

应当理解的是, 线成象摄像机 110 捕获的各帧图像包括图像段阵列。各个图像段基本上与其相邻段横向接触, 捕获不同距离窗口内的目标。由此, 在两个图像段边界上的目标通常在两个图像段内具有不同的归一化亮度值, 或者是在两个图像段中的一个上出现, 而在另一个上不出现。由此, 在本发明的优选实施方案中, 如通过与传统的、本领域众知的线阵列成象装置相比较而在前面提到的, 图像段光学或机械地扫描过景物, 这样至少在一图像段中可以捕获到景物中的感兴趣目标, 该图像段具有包含感兴趣目标的距离窗口。

图 13 简略地示例了在用于三维勘测成象的机载系统 146 中线成象摄像机 110 的使用。系统 146 包括摄像机 110, 它安装得相对于飞机 148 是下视的, 其指向应保证光阀单元 130 - 136 的长度方向与飞机的航向基本垂直。摄像机 110 捕获景物 150 的图像, 它通常包括建筑物 152 和 154、植物 156 和地形特征 158。

如图 13 所示, 阵列 122 中的各个光阀单元 130、132、134、...136 定义了各自的图像段 160、162、164、...166。优选地, 图像段具有

基本相同的角宽度、或图像段厚度，由阵列 122 中的光阑单元的高度定义，还具有景深基本相同的距离窗口，例如，如图 12B 所示。为了示例的清晰，图 13 只包括了少量的图像段，尽管在实际应用中可以使用任意数目的图像段，直至达到阵列 122 中的行 114 的数目。

当飞机 148 飞过景物 150 时，图像段 160 - 166 以“推-扫”（“push-broom”）模式扫描过景物，这样各个图像段将逐行地捕获位于各个距离窗口内部的景物目标的、完整的二维图像。对于位于任意图像段窗口内的目标距摄像机 110 的距离，例如图像段 166 中的建筑 152，可以利用其归一化信号强度而精确地确定，如上所述。如果需要，可以自适应地调节距离窗口以便适应景物中的高度变化，例如地形特征 158 的坡度。优选地是，飞机 148 的高度和对地速度是已知的、可控制的，更优选地是恒定的，这样从摄像机 110 接收线图形的图像处理器 170 可以把线图形和距离信息一起组合成景物 150 的完整三维图像。

更优选地是，检测器阵列 112 的扫描速率与对地速度同步，这样，例如在摄像机 110 捕获的一场或一帧中的图像段 160 所捕获的景物面积由后续场或帧中的图像段 162 捕获。由此，视频处理器 194 和辅助图像采集系统可以方便而精确地对准多个图像段和相应的景深窗口。

在本发明的一些优选实施方案中，摄像机 110 获取的线图像和距离信息用在三维照相测量法中，以便判定图像特征的横向尺寸和高度，例如建筑物 152 和 154，和地形特征 158。这些尺寸和高度可以用在精确的地形图和大地勘测中。类似地，它们可以用来计算特征的体积，例如建筑物 152，通常很难从传统的照片和视频图像推导出。

应当理解的是，尽管图 13 显示了安装在飞机 148 上的摄像机 110，还可以描述其它类似的本发明优选实施方案，其中摄像机安装在其它形式的机载平台上，或者在太空或海洋平台上。例如，摄像机可以安装在海面船只或海下船只上以便测量水下或海底特征。

图 14 简略地显示了本发明的替代优选实施方案，其中摄像机 110 以固定的方式安装，并产生景物 172 的多个包括目标 174、176 和 178 的距离信息在内的线图像段 160 - 166。安装在转轴 182 上的反射镜 180 在景物 172 上扫描线图像，这样类似于参照图 13 而在上面描述的

方式, 图像处理器 170 可以获取景物的完整三维图像。优选地, 转轴 182 由检流计、多边形扫描仪或本领域众知的其它装置转动。

图 15 仍显示了本发明的另一个优选实施方案, 其中线成像摄像机 190 可以快速地获取景物 26 的三维图像。摄像机 190 包括含有多个行 193 的检测器阵列 192, 优选地是 CCD 阵列, 类似于摄像机 110 中的阵列 112, 和与阵列 192 耦合的、类似于视频处理器 116 的视频处理器 194。

如上面优选实施方案所述, 驱动电路 42 驱动光源 40 为景物 26 照明, 而调制器 44 根据所需的调制波形交替地开启和关闭照明光束 196 的通路。柱形透镜 198 聚焦光束 196, 以便在景物 26 上产生狭窄的线照明 200, 其中照明线 200 的长轴垂直于图 15 的平面并且基本上平行于阵列 192 中的行 193。扫描马达 204, 例如本领域众知的检流计装置, 转动扫描反射镜 202, 使照明线 200 垂直地扫描过景物 26。例如, 利用由伺服马达适当地转动的多边形反射镜也可以类似地实现这种扫描。

景物 26 反射回的光线经过光学组件 210 的汇聚和扫描, 最后聚焦在阵列 192 上。组件 210 包括入射光圈 212、汇聚透镜 214、光调制器 216、聚焦透镜 218 和出射光圈 220。调制器 216 优选地包括声光晶体, 它在控制器 222 的驱动下使从景物 26 接收到的图像光束 224 发生偏转, 以便使光束垂直地扫描过阵列 192。应当理解的是图像光束 224 包括与照明线 200 相似的窄线反射光。

控制器 222 还控制和接收来自视频处理器 194 的图像数据, 如参照图 10 示出的控制器 126 所作的描述, 并控制驱动器 42、调制器 44 和检流计 204。

优选地是, 当照明光束 196 垂直扫描过景物 26 时, 调制器 44 反复地开启、闭合, 这样照明线 200 可以照明水平段序列。对于每个这样的段, 调制器 216 优选地使图像光束 224 顺序地扫描过阵列 192 中的所有行 193, 从最顶端的行开始, 到最低端的行结束。由此, 图像光束 224 以基本相同的驻留时间顺序地驻留在各个类 193 上, 该驻留时间在功能上等于图 3 和 12A 所示的调制波形的持续时间 T 。类似地, 如图 12A 所示, 光束 224 到达各个行 193 的时间相对于照明光束 196 有一定的延时, 该延时基本上等于在阵列的前一行上的累计驻留时

间。

应当理解的是，对于由照明线 200 在调制器 44 开启时所处的位置界定的、景物 26 的每个段，摄像机 190 形成包括距离信息在内的、景物的线图像。段内的距离信息被捕获在连续的距离窗口内，每个窗口对应于阵列 192 的不同行 193。当马达 204 和反射镜 202 使光束 196 扫描过全部景物 26 时，摄像机 190 形成全部景物的完整三维图像。

在本发明的优选实施方案中，摄像机 190 以推扫模式扫描景物，例如通过把摄像机固定在飞机 148 上，以替换图 13 中所示的摄像机 110，或者把摄像机固定在一些其它适宜类型的平台上。在这种情况下，不需要马达 204，因为照明线 200 可以随着飞机的移动对景物进行扫描。然而，因为在摄像机 190 的单场或帧中获取的所有距离窗口处于同一图像段内（与摄像机 110 不同），可以简化把摄像机产生的各个线图像记录到复合三维图像中的过程。反射镜 202 优选地可以用光束混合器替换，例如图 2 所示的光束混合器 58，这样可以对准光束混合器 196 和和反射光束 224。

上述的本发明优选实施方案通常可以用来产生单色或彩色图像。利用可见光、红外光或紫外光照明感兴趣目标，采用适当的光学装置、调制器和检测器控制和接收光辐射，就可以产生单色图像。

此外，本发明的原理可以通过使用其它类型的光辐射来类似地产生三维图像。例如，利用声学传感器和/或辐射器阵列，例如本领域众知的麦克风或压电晶体，可以产生声学图像，例如声纳或超声波图像，并且根据本发明可以判断图像中目标的景深信息。对于海下声学成像，可以优选地使用本领域众知的声学透镜，代替图 1 和 2A - C 中的光学透镜 32 和 36。

图 16 示例了根据本发明的优选实施方案，为了在摄像机 110 中产生彩色图像而对检测器阵列 112 做的修改。阵列 112 上覆盖了彩色条形滤波器 230，包括多个条形 232，每个条形基本上覆盖阵列 112 的单个、独立列，且垂直于行 114。条形 232 交替地透过各种颜色的光线，优选的顺序是红、绿、蓝、绿、红、绿、等等，如本领域众知的。由此，阵列 112 中的行 114 中的相邻的像素交替地暴露在红、绿或蓝光之下（优选地是，照明光源 40 产生的光线是白光）。来自邻近像素的信号优选地合并在一起产生局部亮度和色调信息。

由此, 摄像机 110 产生的多个线图像中的每一个通常除亮度信息和景深信息之外, 还包括彩色信息。然后, 例如, 如参照图 13 或图 14 所作的描述, 优选地对这些彩色线图像进行扫描和合并, 最后产生三维彩色图像。

类似地, 图 1 的摄像机 20 中的、或者图 2A 的摄像机 50 中的、或者图 2B 的摄像机 59 中的检测器阵列 22 可以包括图 16 所示的彩色条形滤波器或者本领域众知的彩色镶嵌滤光镜。另外, 具有适当的分色镜的三个 CCD 检测器阵列, 例如本领域众知的二向色棱镜组件, 可以用来替换摄像机 20、摄像机 50、摄像机 59 或下述的摄像机 240 中的阵列 22, 以便产生 RGBD (红-绿-蓝-景深) 图像, 即包括景深信息的彩色图像。

此外, 在本发明的优选实施方案中, 任何上述的光学测距摄像机产生产生的三维图像信息融合在一起, 并用来增强摄像机获取的二维亮度图像。类似地, 二维亮度图像可以用来锐化或增强三维图像。应当理解的是二维和三维图像本质上是相互对应的, 因为它们都来自同一检测器阵列。由此, 例如, 利用本领域众知的图像滤波法, 可以把二维和三维图像中的图像信息合并在一起, 以便锐化或平滑图像中的边缘, 和/或校正邻近该边缘的图像颜色。

图 17A 简略地示例了针对像素的测距摄像机 240, 根据本发明的另一个优选实施方案。摄像机 240 包括检测器矩阵阵列 241, 它包括数个与图 10 所示的、摄像机 110 中的阵列 112 类似的检测器单元 242。摄像机 240 还包括光学组件 243, 它包括液晶光阀阵列 244, 以及透镜 120 和 124, 与摄像机 110 中的一样。示于图 17A 的、摄像机 240 的其它元件在结构和功能上基本上与摄像机 110 中的类似。

光阀阵列 244 包括数个光阀单元 246。适当地对准组件 243, 并把它安置在检测器阵列 142 附近, 这样每个光阀单元 246 将分别调制由景物 26 反射的、到达阵列 241 中的每个检测器单元 242 或相邻检测器单元组的光线。光阀阵列 244 受控制器 126 控制, 这样不同的光阀单元 246 可以在相同或不同的时刻开启和关闭。由此, 每个检测器单元 242 或单元组具有其各自的距离窗口, 这取决于对相应的光阀单元所作的调制。

光阀阵列 244 可以优选地工作在自适应状态, 这样, 每个距离窗口

可以跟踪景物 26 中的点目标距离，其图像由各自的检测器单元 242 或单元组获取。可以调节每个这样的距离窗口使其包含和产生点目标距离的精确读数，同时降低图像的干扰。

如图 17B 所示，在使用摄像机 240 的本发明优选实施方案中，阵列 241 中的相邻检测器单元 242 组组织在一起，以“超像素” 250 的形式共同工作。每个这样的超像素可以包括，例如， 3×3 的九像素组，景物 26 反射回的光线通过光学组件 243，基本上沿着公共轴成象在超像素上。光阀阵列 244 的工作方式如下，超像素 250 中的每九个单元沿着公共轴接收来自不同距离窗口的光线。在图 17B 中，这些窗口编号为 W1 到 W9，并且对应于光阀单元 246 以及顺序开启和闭合的九个检测器单元，根据图 12A 所示的调制波形。

以这种方式，在摄像机 240 的单场或帧内可以以期望的距离分辨率，获得包括景深信息在内的、景物的完整图像，尽管牺牲了横向分辨率。任何期望尺寸的超像素，例如， 1×2 像素、 2×2 像素或 4×4 像素，可以用来实现景物目标距离的最佳收敛。

在本发明的一些优选实施方案中，上述的测距摄像机，例如摄像机 20，安装或者连接在机器人上，该机器人在预定的任务，利用摄像机提供的三维图像信息导引其行动。

在本发明的其它优选实施方案中，摄像机 20、50 或 110 用于制造过程的质量保障或质量控制，例如，判定生产工件的多种尺寸以及确认尺寸是否符合标准。类似地，通过测量体材料的外轮廓，可以确定材料的体积。存储在容器中的物品的体积可以以类似的方法判定，容器的尺寸也是已知的或者可以利用摄像机进行测量。

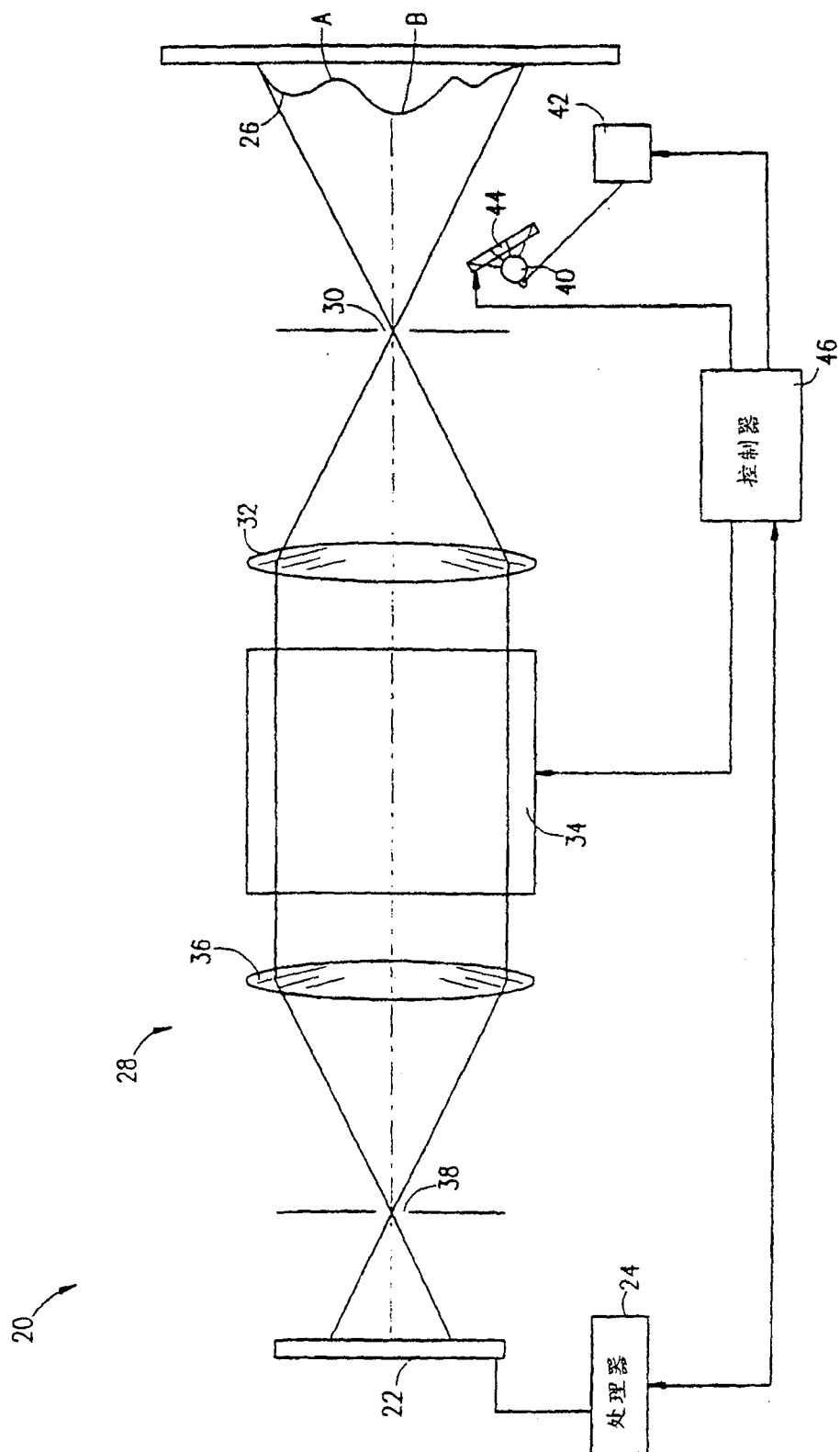
在本发明的其它优选实施方案中，摄像机 20、50 或 110 用在模块扫描仪中，以便获取感兴趣目标的三维图像。优选地是，图像是彩色图像。在一个这样的实施方案中，这些三维图像与本领域众知的、用于快速三维原型建模的系统一起用来重建包括颜色重建在内的、感兴趣目标的一个或多个三维副本或模型。

在本发明的其它优选实施方案中，例如，摄像机 20 安装在汽车上，用于避撞系统。优选地是，摄像机 20 作为图像分析系统的一部分，该系统识别出可能的危险物体，并利用摄像机的输出信息判定车辆距危险物体的距离。

在本发明的其它优选实施方案中，上述的测距摄像机，例如摄像机 20 或 50，与内窥镜一起使用，以便获取患者体内的感兴趣区域的三维图像。

在本发明的其它优选实施方案中，摄像机 20 或摄像机 50 与供盲人使用的传感器矩阵相连。传感器矩阵包括多个可以压靠在盲人皮肤上的探针，例如他或她的前额上，其中各个探针施加到皮肤上的压力比例于由摄像机获取的、景物中相应点上的目标与人之间的距离。优选地是，盲人控制摄像机的距离窗口，这样，探针施加的压力范围对应于预期的、与人之间的距离范围。

应当理解的是上述的优选实施方案是示例的方式说明的，发明的全部范围只受权利要求的限制。



1
[X]

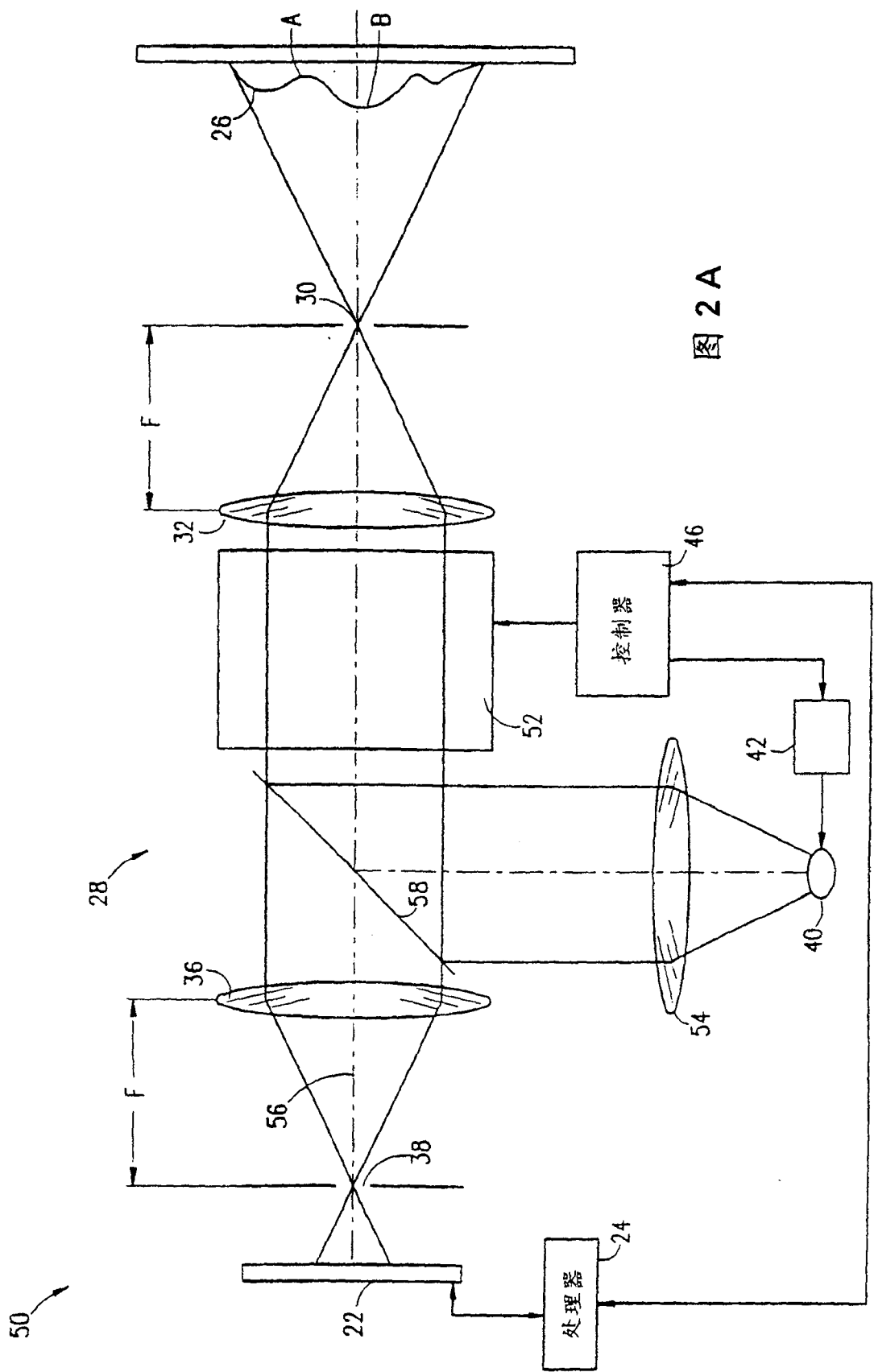


图 2 A

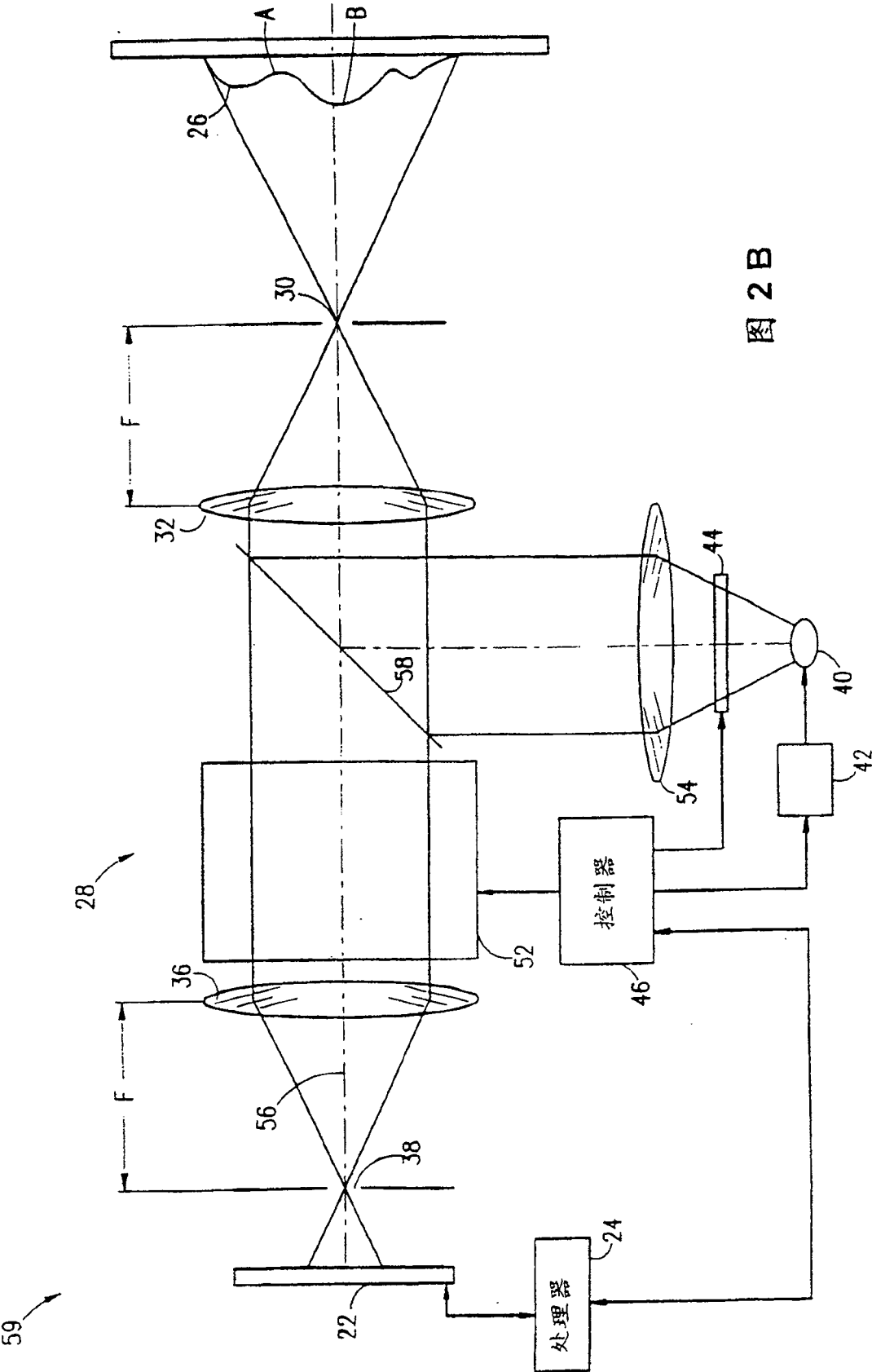
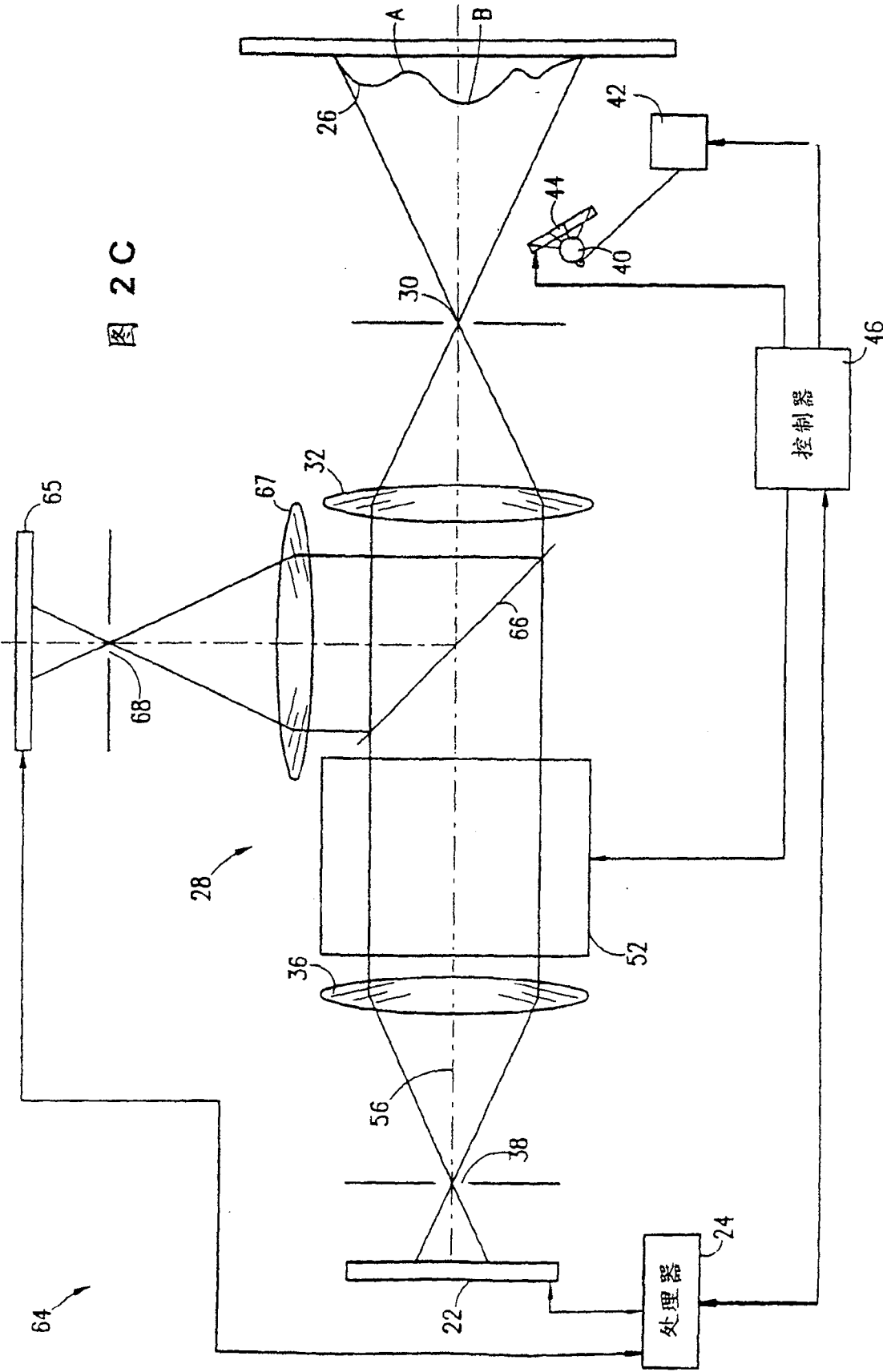


图 2 B



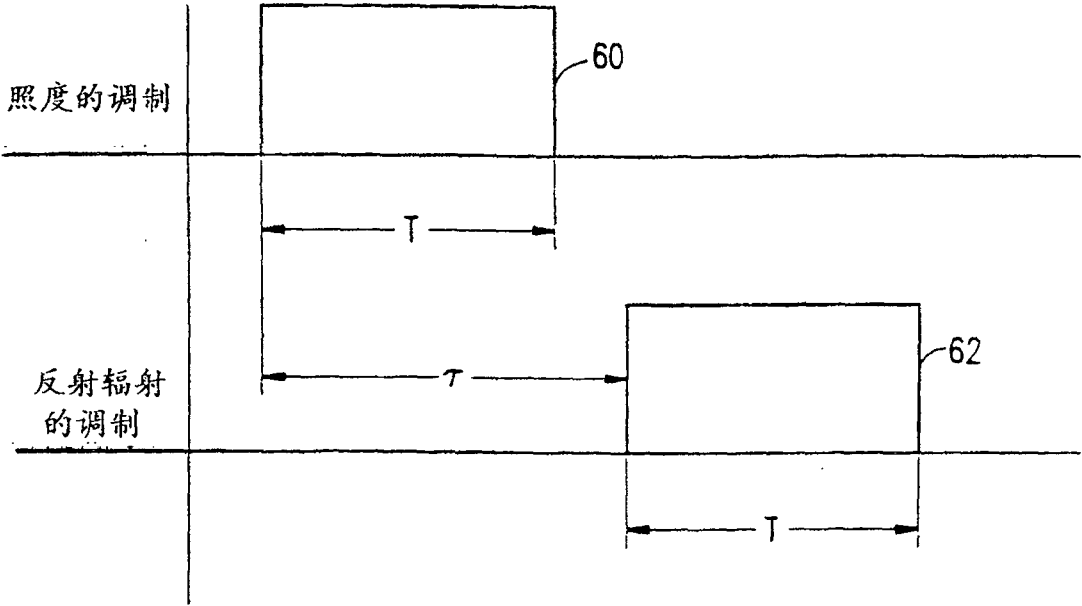


图 3

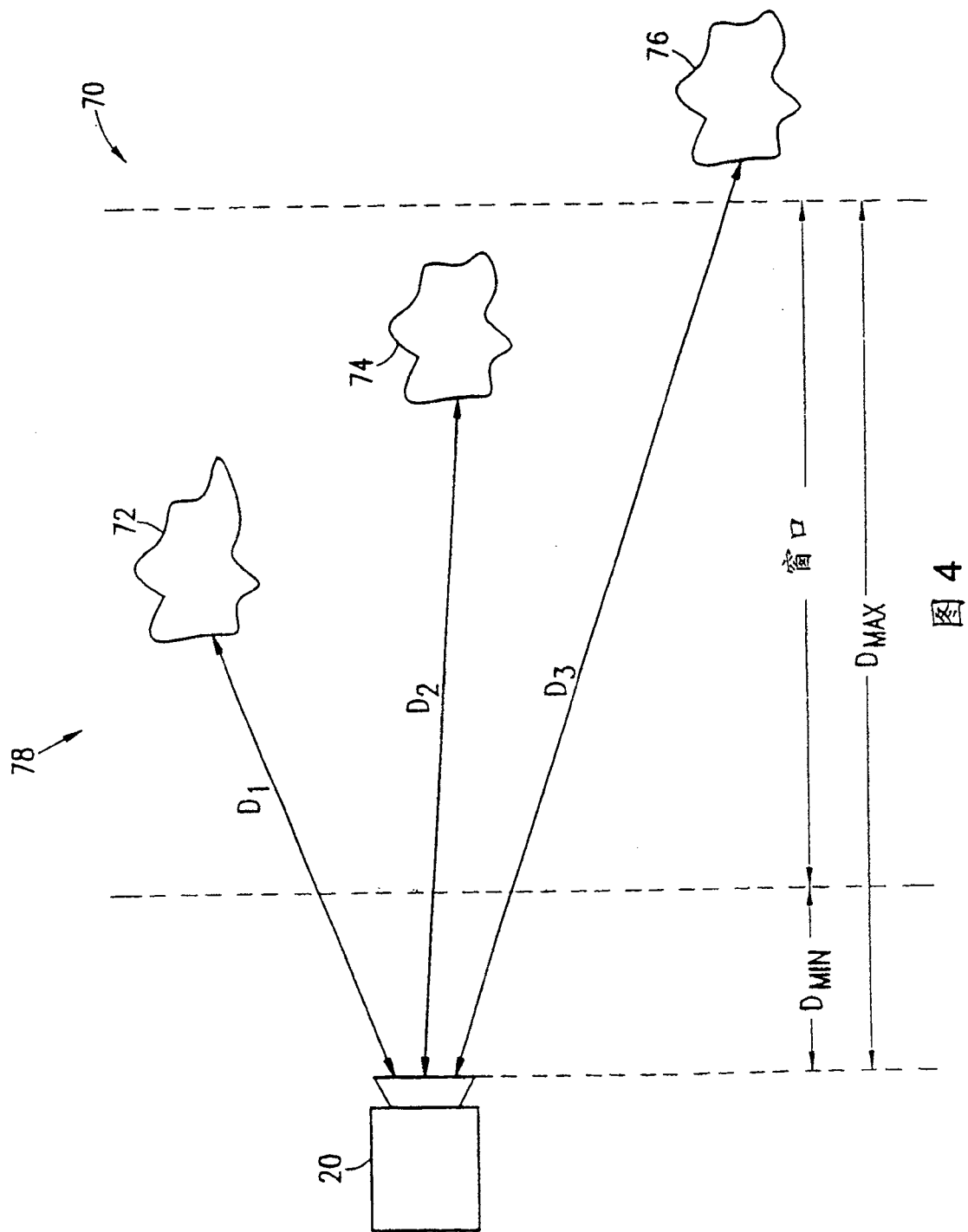


图 4

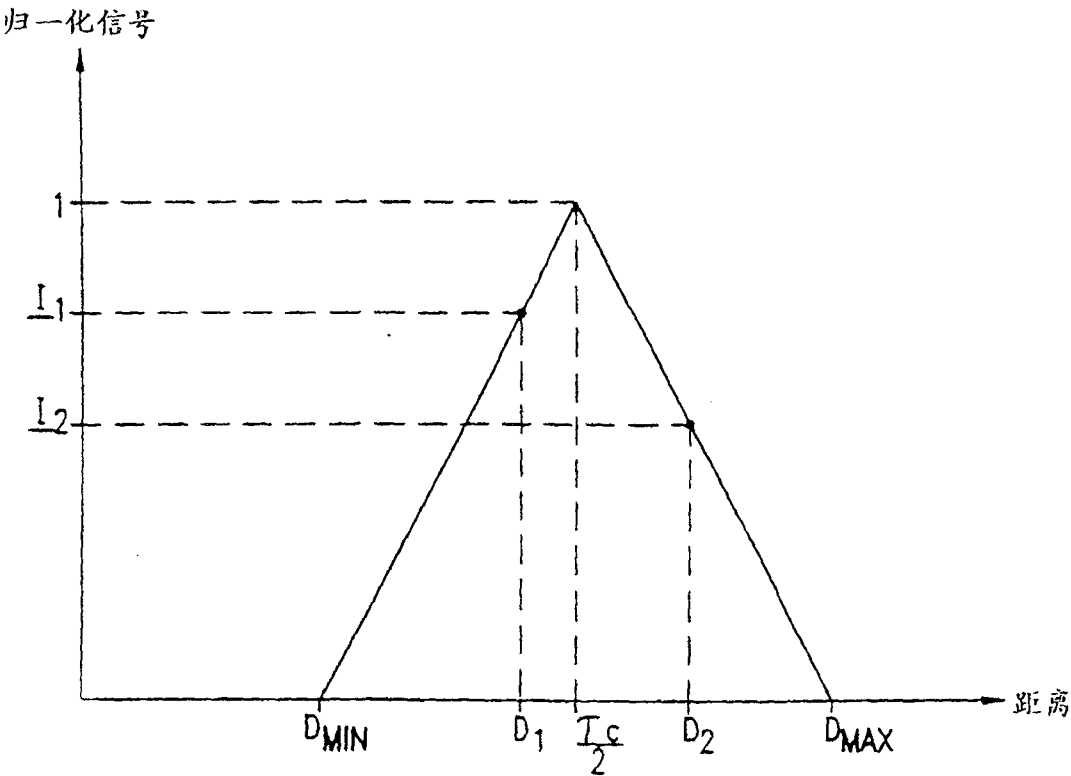


图 5

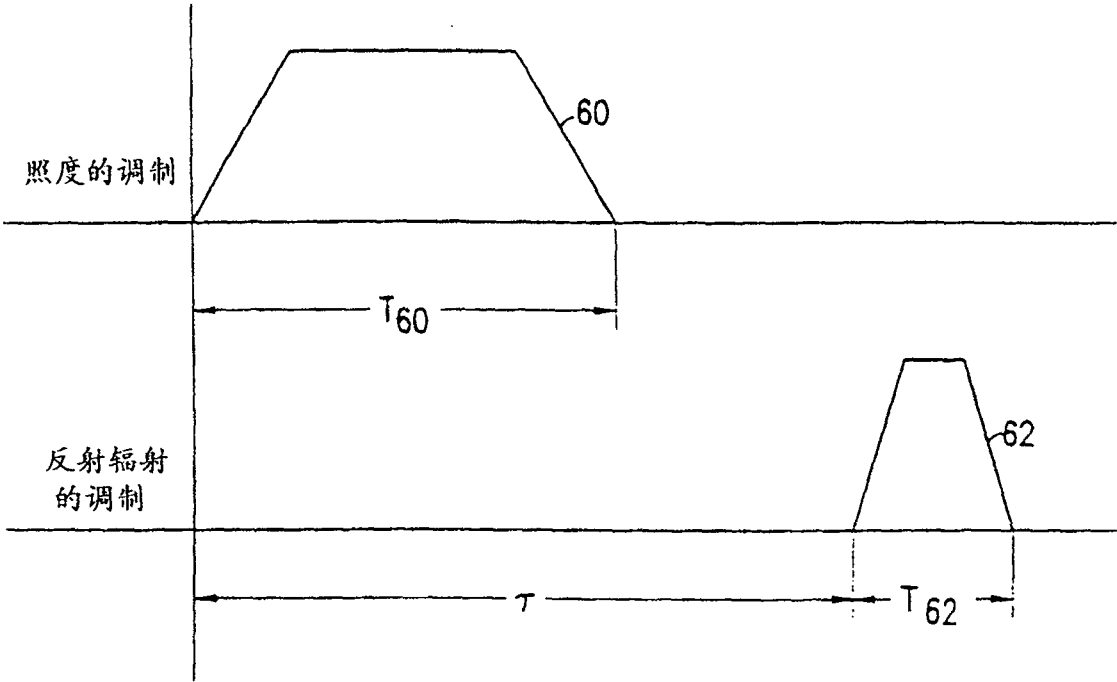


图 6 A

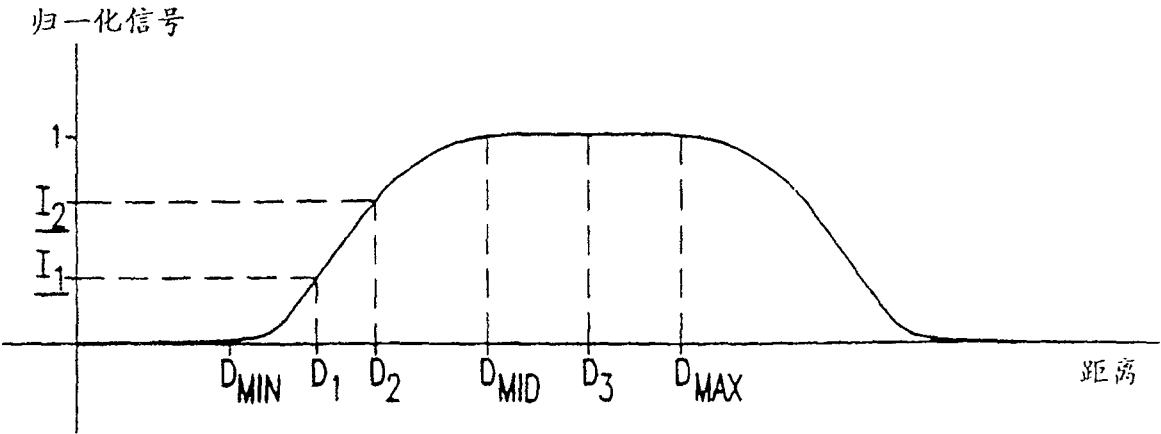


图 6 B

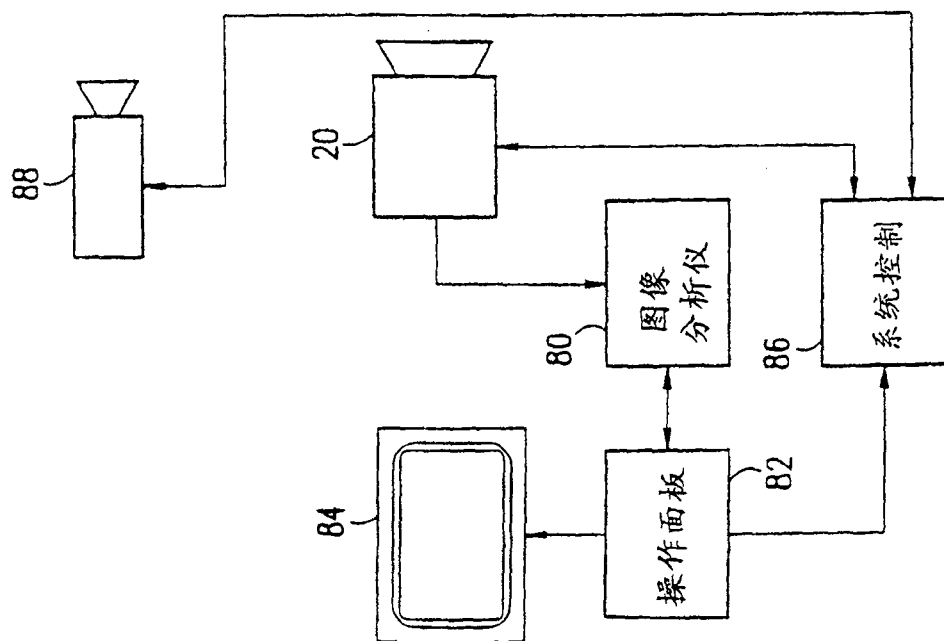
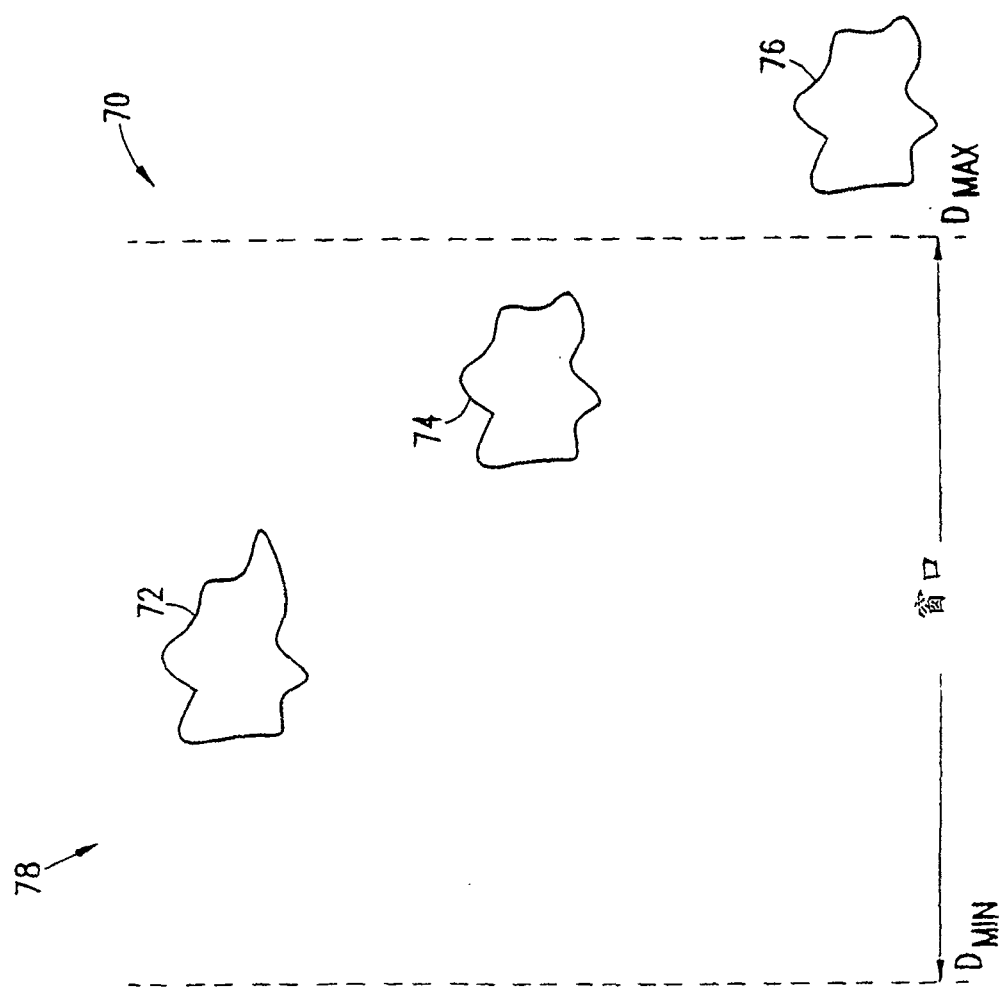


图 7

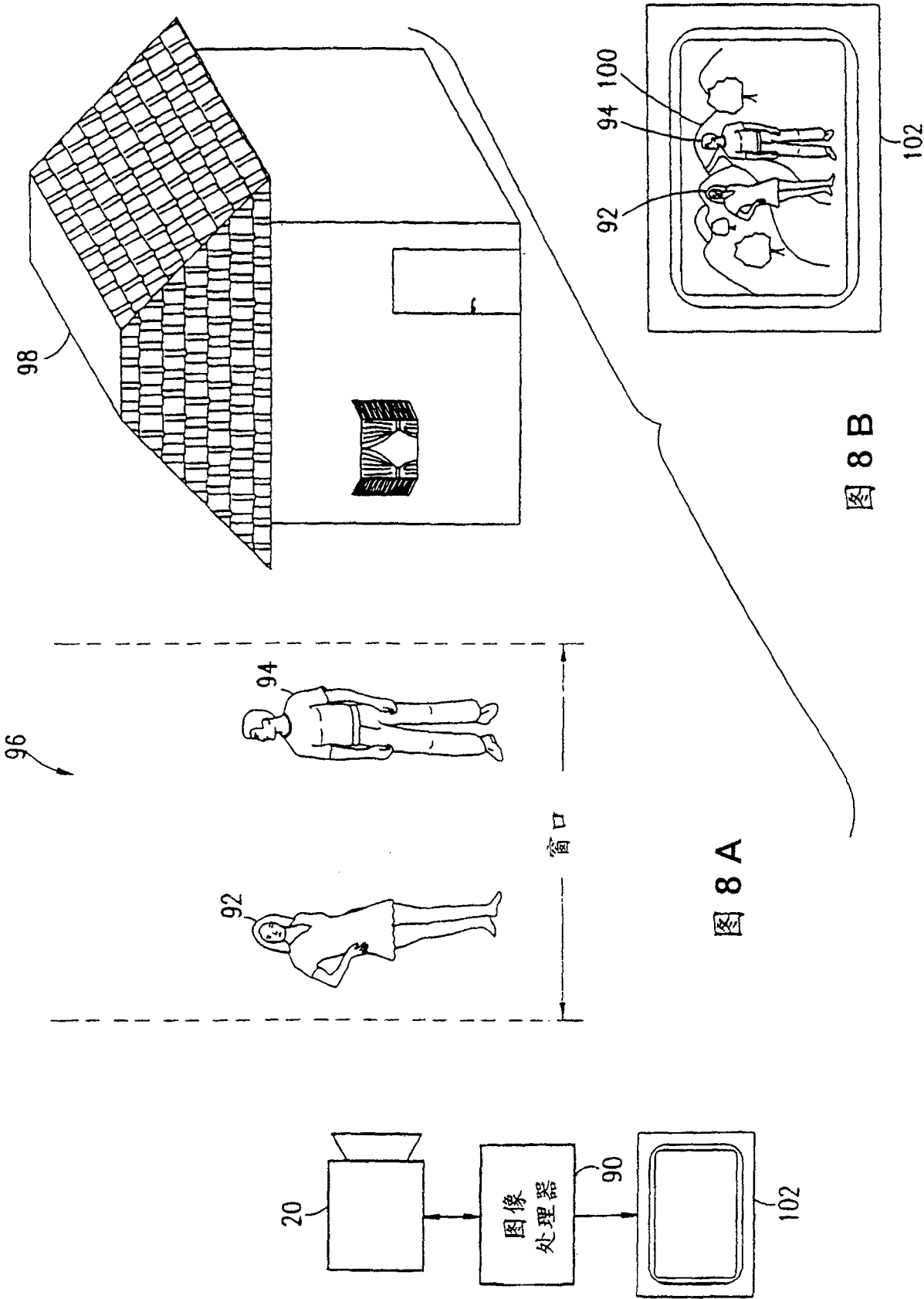


图 8 A

图 8 B

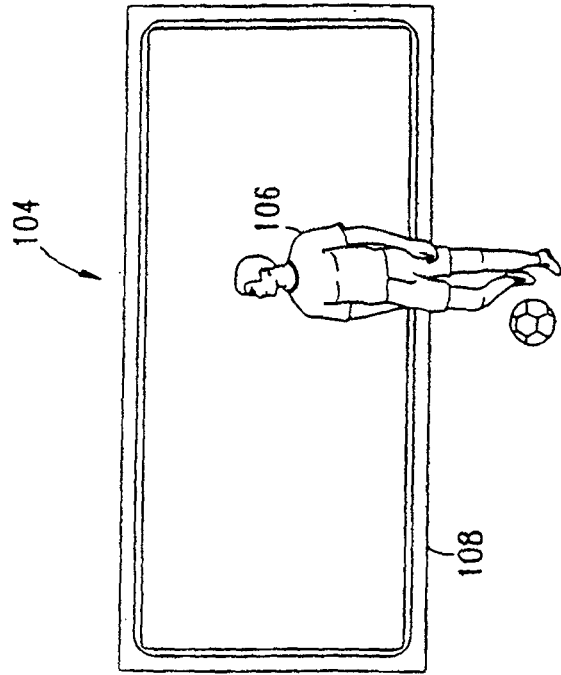
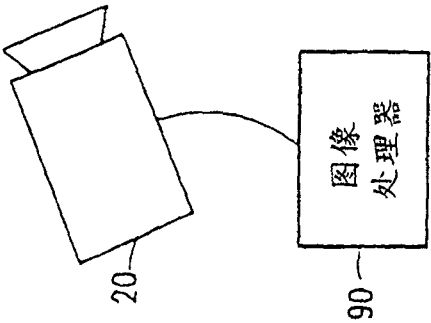
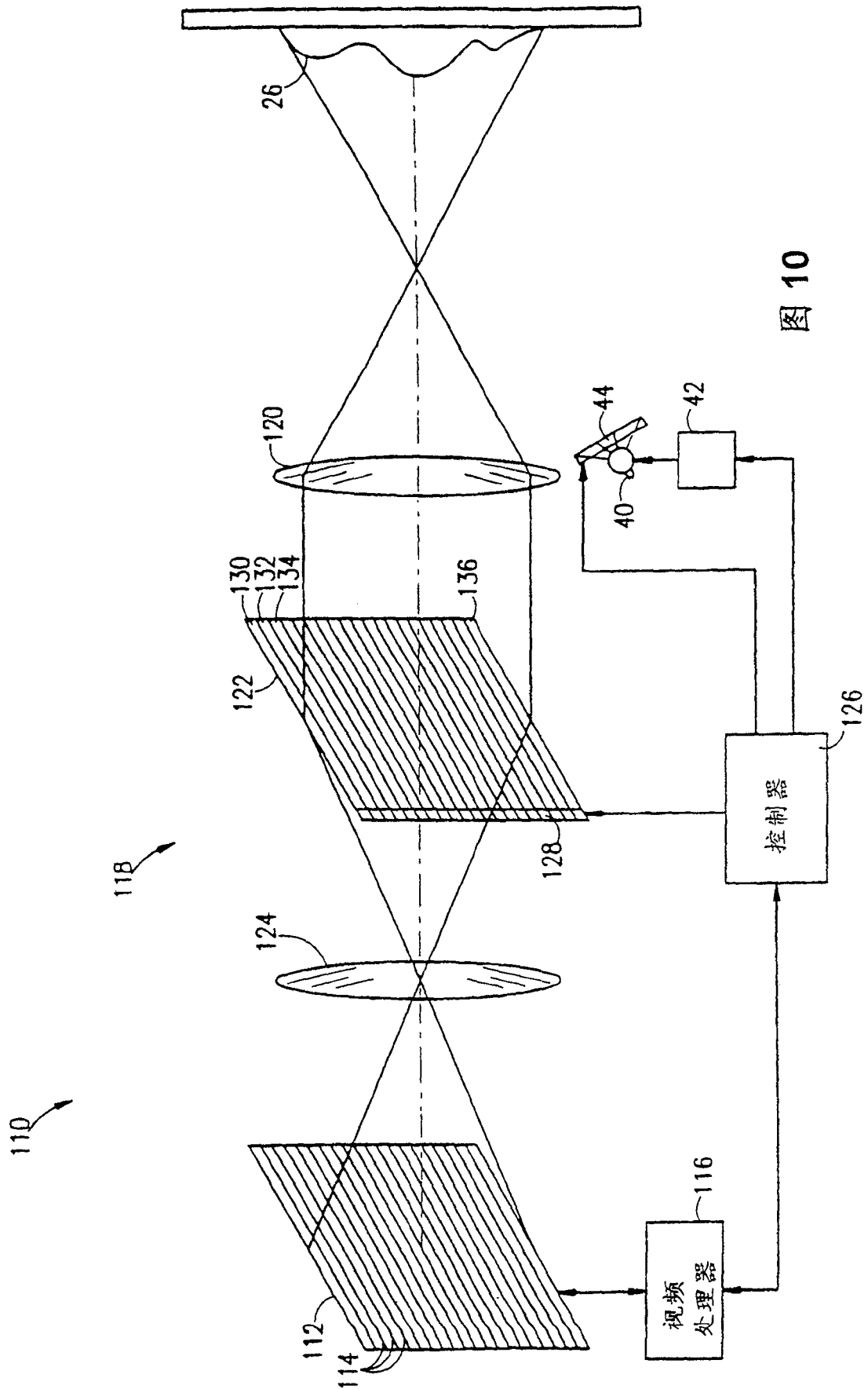


图 9





10

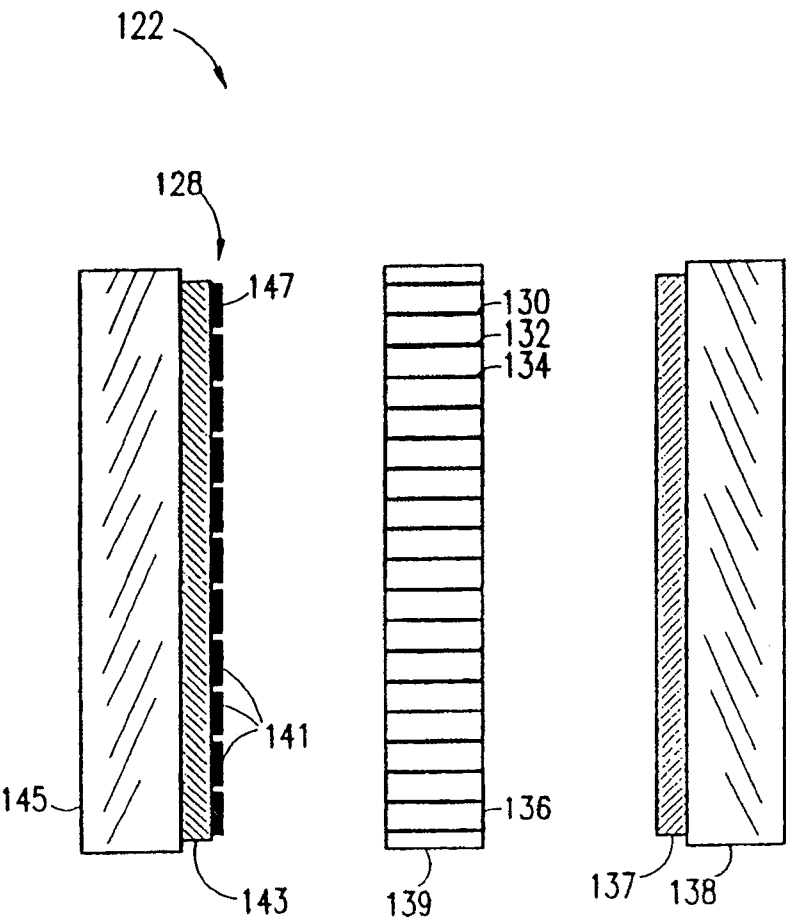


图 11

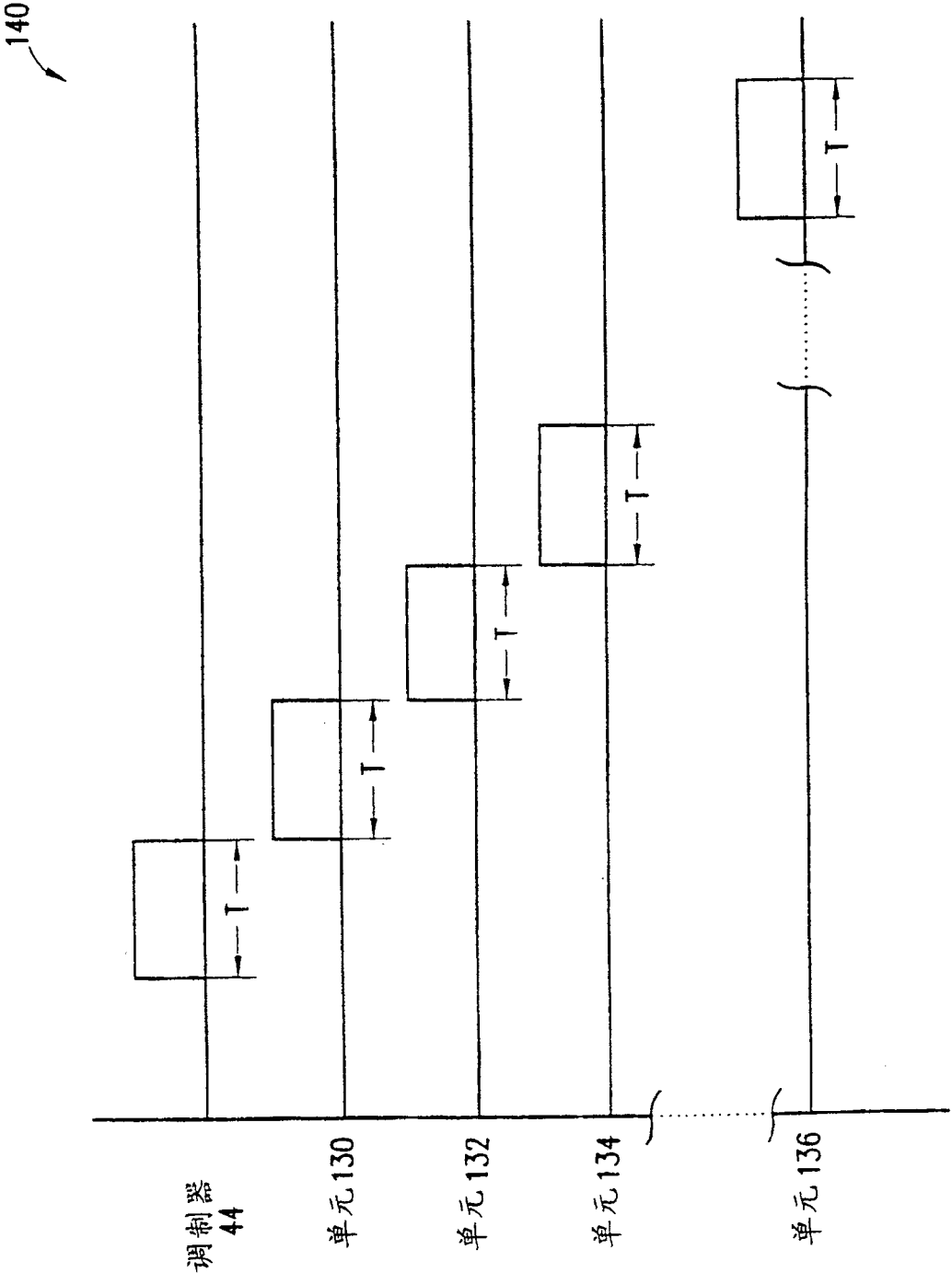


图 12 A

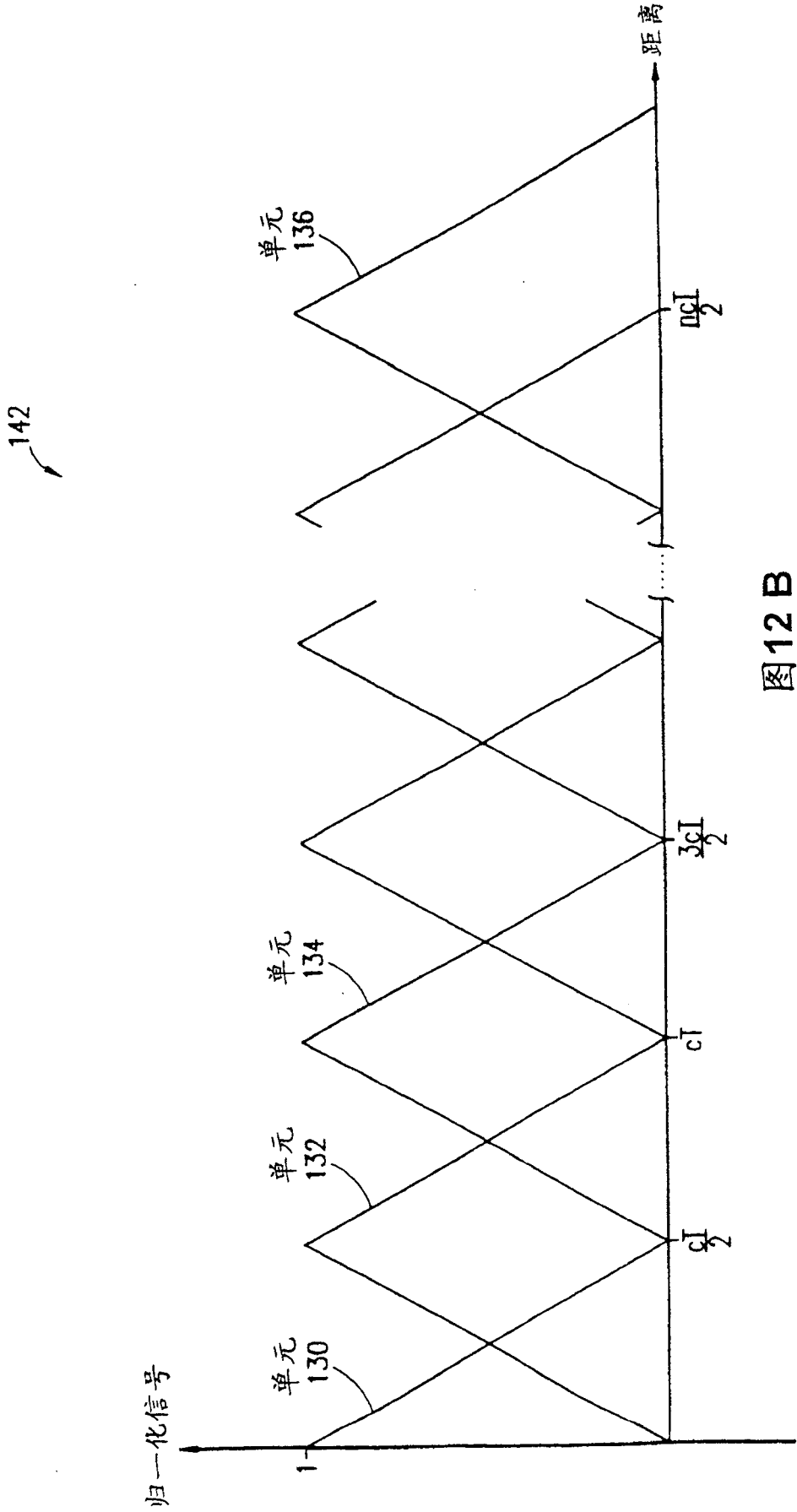


图12 B

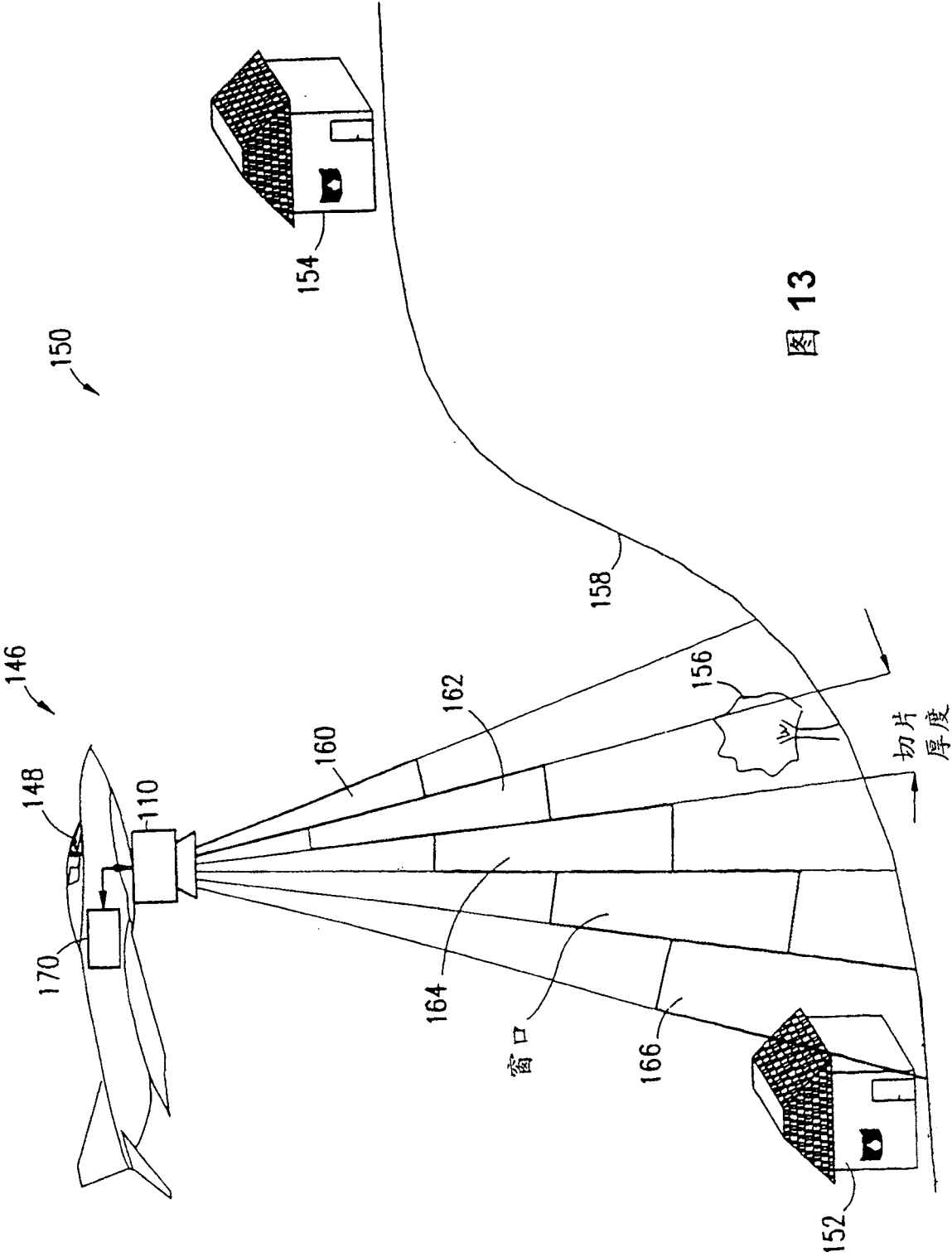


图 13

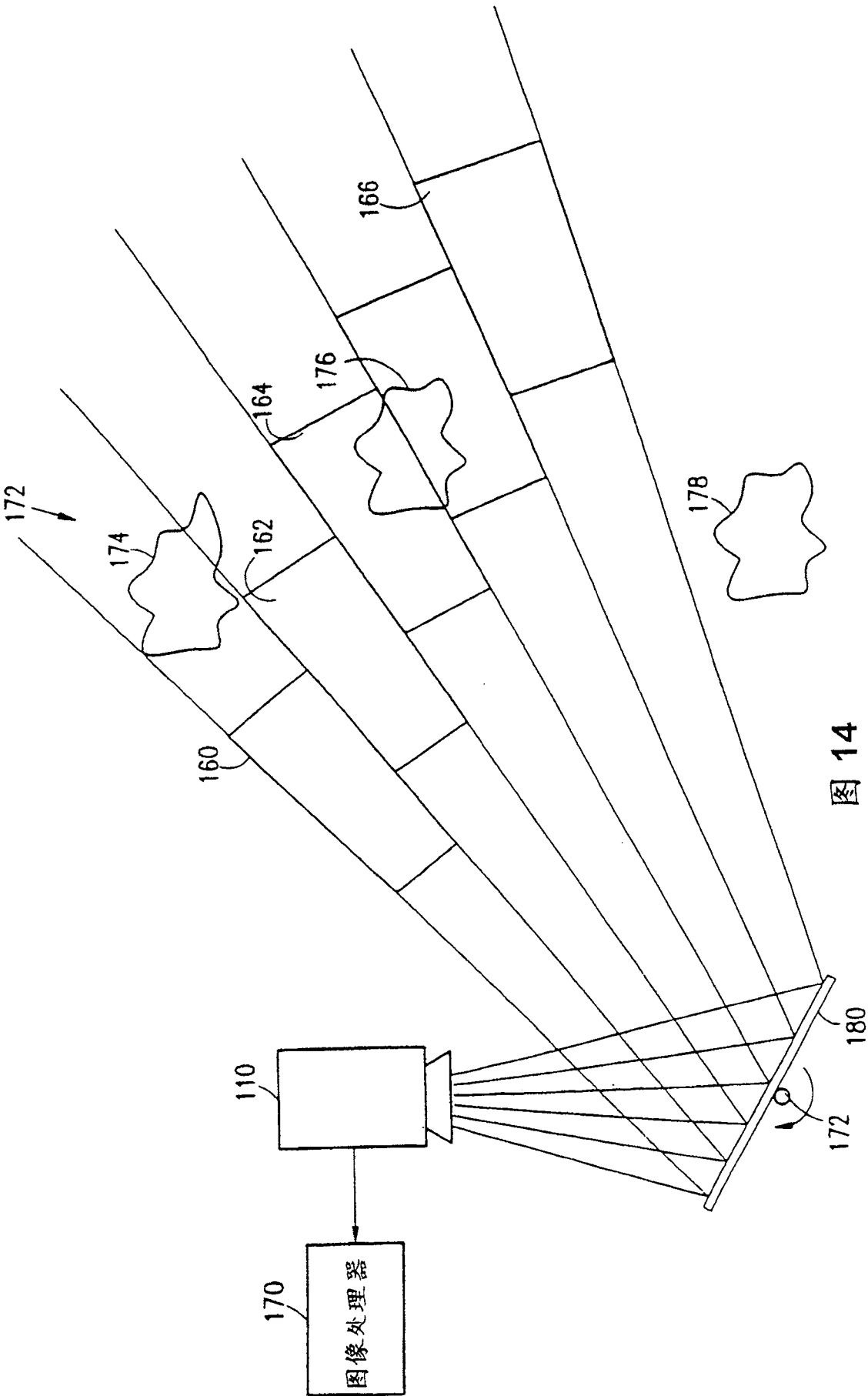


图 14

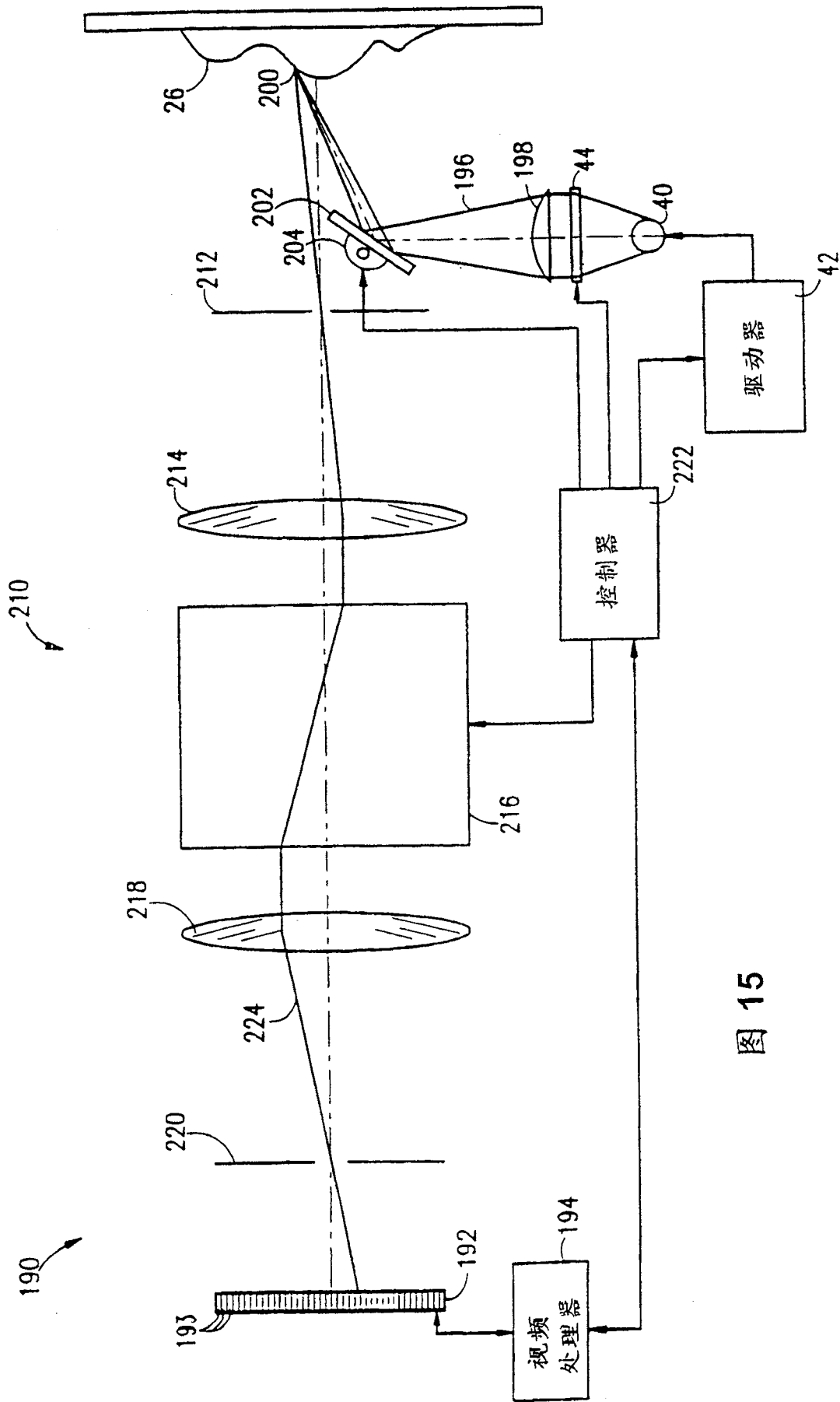


图 15

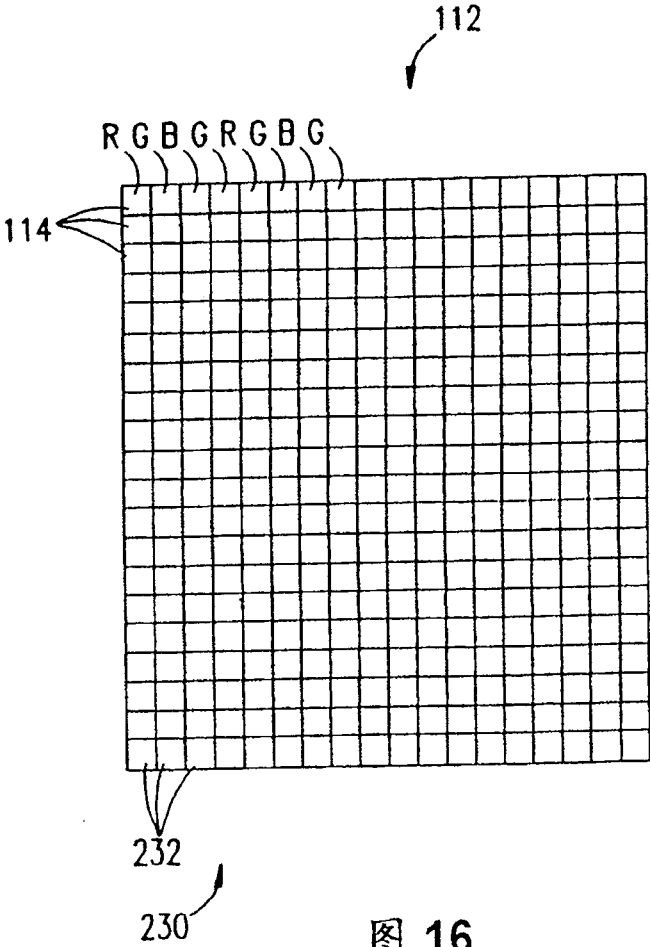
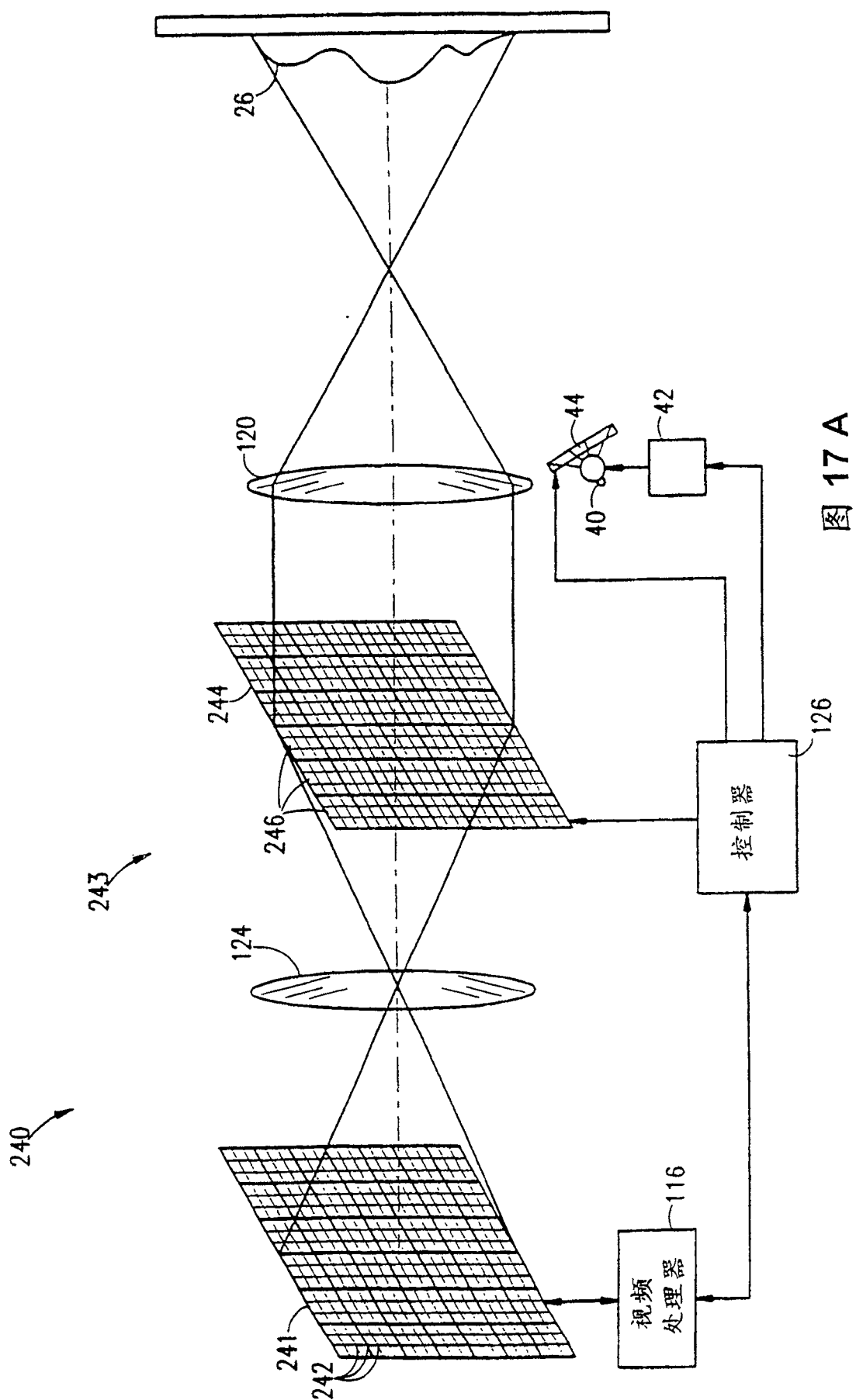


图 16



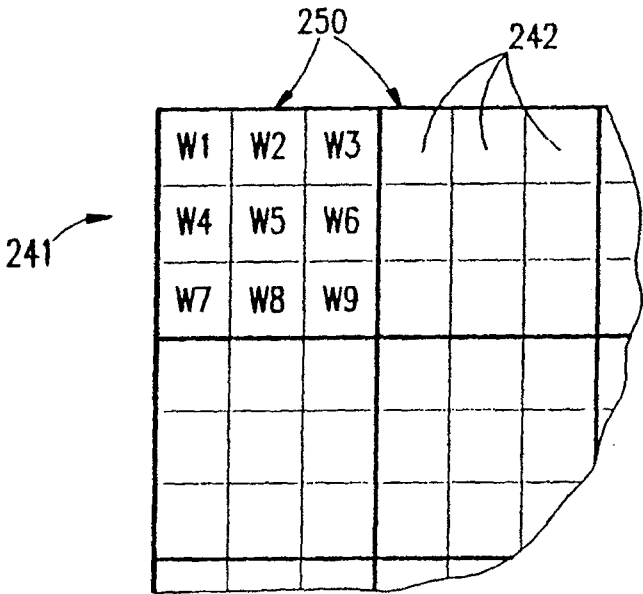


图 17 B