



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02826027.9

[43] 公开日 2005 年 4 月 20 日

[11] 公开号 CN 1608386A

[22] 申请日 2002.10.24 [21] 申请号 02826027.9
 [30] 优先权
 [32] 2001.10.24 [33] US [31] 60/335,557
 [86] 国际申请 PCT/US2002/033960 2002.10.24
 [87] 国际公布 WO2003/036993 英 2003.5.1
 [85] 进入国家阶段日期 2004.6.24
 [71] 申请人 纽鲁克公司
 地址 美国弗吉尼亚
 [72] 发明人 安德鲁·卢克雅尼特萨

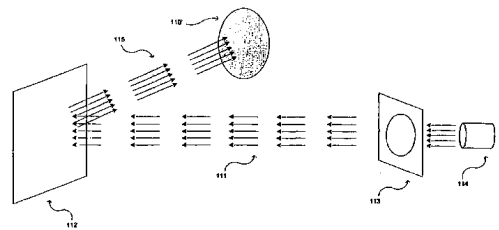
[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
 代理人 韩 宏

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 7 页

[54] 发明名称 三维图像的投影

[57] 摘要

这里公开了使用液晶显示屏和相位屏幕投影物体的真实三维图像的三维投影系统和相关方法。投影系统的某个实施例能够包括能够在相位屏幕上投影“振幅全息图”图像的，从而产生可观看的三维图像的成像系统。公开的成像系统使用至少一个液晶显示屏，一个用于计算平坦图像信息和控制液晶屏和相位屏幕的图像产生系统。屏幕具有记录在上面的规则的“相位”信息，它可以是不依赖于将投影的三维物体的已知的单个相位或相位加振幅全息图。在本发明的优选实施例中，投影系统使用一种图像产生系统，它使用神经网络反馈计算来计算适当的平坦图像信息和任意给定时刻将显示在液晶显示器上的适当的图像。



- 1、一种产生物体的三维图像的方法，所述方法包括：
 - 获得一个相位屏幕，所述相位屏幕具有表现其上的已知信息；
 - 在显示器上生成一个平坦图像，所述平坦图像表示振幅全息图，5 所述振幅全息图表示从所述物体的全息图像和所述屏幕中的所述已知信息计算得到的振幅信息；和
 - 从所述的显示器投影所述平坦图像到所述屏幕，以使它与所述屏幕的所述已知相位信息合并产生所述物体的三维图像。
- 2、根据权利要求1的方法，其中表现在所述相位屏幕上的所述已
10 知信息包括相位信息。- 3、根据权利要求2的方法，其中所述屏幕的所述相位信息与所述振幅全息图相干涉，产生所述物体的三维图像。
- 4、根据权利要求1的方法，其中表现在所述相位屏幕上的所述已
- 知信息包括混合的相位—振幅信息。
15 5、根据权利要求4的方法，其中所述屏幕的所述混合相位—振幅信息与所述振幅全息图相干涉，产生所述物体的三维图像。- 6、根据权利要求1的方法，其中所述显示器是一个透射性液晶显示器。
- 7、根据权利要求1的方法，其中所述振幅信息被迭代计算，以减
20 少所述物体的所述三维图像的误差。- 8、根据权利要求1的方法，其中所述计算的振幅信息由以下步骤获得：
 - 估算显示所述平坦图像时由所述显示器的各个像素产生的光波分量；
25 一由所述估算的光波分量和所述屏幕的已知信息的预期交互作用，计算一个物体得到的三维图像；

—比较得到的三维图像和期望的三维图像，获得误差程度；和
—调整所述平坦图像，直到所述误差达到预定阈值。

9、根据权利要求 8 的方法，其中所述计算的所述振幅信息的步骤是使用一神经网络被执行的。

5 10、一种用于产生物体的三维图像的系统，所述系统包括：

—一个相位屏，所述相位屏具有表现其上的已知信息；

—一个能够显示二维图像的透射性显示器；

—一个显示控制系统，包含一个计算设备，所述显示控制系统适于控制所述透射性显示器的像素，并且所述计算设备适于产生表示一个
10 振幅全息图的平坦图像，所述振幅全息图表示振幅信息，所述振幅信息由所述计算设备使用所述屏幕上的已知信息计算得出，从而当所述平坦图像投影到所述屏幕上时产生所述物体的全息图像；和

—一个光源，用于照射所述透射性显示器，从而在所述屏幕上投影所述平坦图像，所述光源由所述显示控制系统控制。

15 11、根据权利要求 10 的系统，其中表现在所述相位屏幕上的所述已知信息包括相位信息，并且其中所述屏幕的所述相位信息与所述振幅全息图干涉，产生所述物体的三维图像。

12、根据权利要求 10 的系统，其中表现在所述相位屏幕上的所述已知信息包括混合的相位—振幅信息，并且其中所述屏幕的所述混合
20 相位振幅信息与所述振幅全息图干涉，产生所述物体的三维图像。

13、根据权利要求 10 的系统，其中所述屏幕由具有聚合物层的玻璃制成，所述屏幕具有由激光在其中产生的复杂表面。

14、根据权利要求 10 的系统，其中所述透射性显示器是液晶显示器。

25 15、根据权利要求 10 的系统，包括至少三个透射性显示器和至少三个光源，每个所述透射性显示器和每个所述光源适于产生所述平坦

图像的三个彩色分量中的一个，所述平坦图像的所述彩色分量可组合产生所述物体的全彩色三维图像。

16、根据权利要求 10 的系统，其中在所述计算设备中迭代计算所述振幅信息，以降低所述物体的所述三维图像中的误差。

5 17、根据权利要求 10 的系统，其中所述计算设备使用一神经网络以降低所述物体的所述三维图像中的误差。

18、根据权利要求 10 的系统，其中所述计算设备根据以下步骤操作计算所述振幅信息：

10 一估算显示所述平坦图像时由所述透射性显示器的各个像素产生的光波分量；

一由所述估算的光波分量和所述屏幕的已知信息的预期交互作用，计算一个物体的得到的三维图像；

一比较得到的三维图像和期望的三维图像，获得误差程度；和

一调整所述平坦图像，直到所述误差达到预定阈值。

15 19、根据权利要求 18 的系统，其中用于计算所述振幅信息的所述步骤使用一神经网络执行。

20、根据权利要求 10 的系统，其中所述显示控制系统还包括用于感应所述三维图像的观看者的空间取向，并且其中所述计算设备适于调整所述产生的平坦图像，以使所述观看者能够感觉到所述三维图像。

三维图像的投影

相关申请的参考

本申请要求 2001 年 10 月 24 日申请的美国临时先专利申请序列号
5 60/335, 557 的申请日的利益。

技术领域

本发明涉及三维图像的投影。本发明尤其涉及利用立体方位
(aspect)图像的并行信息处理进行三维图像投影的装置和相关方法。

10

背景技术

投影显示器使用聚焦在一个扩散器上的图像向用户呈现一幅图
像。投影可以从扩散器与用户的同一侧完成，或者在使用电影放映机
的情况下，从扩散器与用户相反的一侧完成。图像典型地产生在一个
15 或多个“显示器”，比如小型液晶显示设备上，该显示设备反射或透射
一种图案的光，该图案由它的组分可转换像素形成。这样的液晶显示
器通常用微电子处理技术制造，从而显示器中的每个格状区域，或“像
素”是一个其反射或透射特性能够由电信号控制的区域。在液晶显示
器中，根据施加到特定像素的信号，入射到那一像素的光或者被反射、
20 或者被部分反射，或者被像素阻挡。在一些情况下，液晶显示器是透
射设备，其中通过任何像素的透射能够在一个范围内阶梯状变化（灰
度级），该范围从光完全阻挡的状态延伸到入射光完全透射的状态。

当一均匀光束从液晶显示器反射（或透射通过）时，光束获得一
个空间强度轮廓，它依赖于像素的透射状态。通过电子调整像素的透
25 射（或灰度级）以对应于一理想的图像，在液晶显示器上显示一图像。
该图像能够成像在一个散射屏上用于直接观看，或者它能够成像在一

些中间图像表面，自该表面图像能够由目镜放大给出一个虚像。

图像的三维显示在现代社会有很多潜在应用，它们一直是电子成像系统的目标。例如，从飞行员到医师的专业人员培训现在经常依靠三维图像的显示。而且，一幅图像的多个侧面能够观看，从而例如在
5 对人体或机械部件进行检查的模拟期间，不用改变数据或转换图像，观看者能够就看到那些部件的多角度和多视点的连续三维图像是很重要的。

从而，实时的三维图像显示长期以来在各种技术应用中被感兴趣。迄今为止，现有技术中已经知道几种技术用于产生三维和/或测定容量
10 的图像。这些技术在复杂度和产生的效果上不同，包括通过只要求心理深度暗示在一个二维显示上模拟三维图像的计算机图形；设计用来使观看者心理地融合两个视网膜图像（一个左眼的图像，一个右眼的图像）为一个给出深度感知的图像的立体效果显示；重新构造从物体反射的实际波阵面结构的全息图像；和通过激活在显示的容量内的各
15 种深度的实际光源建立具有真实的物理高度、深度和宽度的三维图像的测定容量显示。

基本上，三维成像技术能够分为两类：建立真实的三维图像的一类；建立看到三维图像的幻觉的一类。第一类包括全息显示，变焦距合成，旋转屏和发光二极管（“LED”）板。第二类包括要求心理深度暗
20 示的计算机图形，和根据两个（左和右）视网膜图像的心理融合的立体效果成像。立体效果成像显示能够再细分为要求使用专用眼镜的系统（例如，头戴型显示器和偏振滤光眼睛）和根据不需要使用专用眼睛的自动立体效果技术的系统。

近来，自动立体效果技术已经广泛报道，称为实时全彩色三维显
25 示最合意的技术。立体效果的原理是根据两个不同视点的同时成像，视点对应于一个观看者的左眼和右眼，产生二维图像的深度感知。在

立体效果成像中,使用从不同的地位对物体摄影的常规技术记录图像,不同的地位对应于观看者的两眼之间的距离。

平常,对从观看投影到屏幕上的一个物体的立体效果图像而接收一空间印象的观看者来说,必须确保左眼只看到左图像,右眼只看到右图像。尽管这一效果能够用戴帽子或眼睛获得,但是为了取消这一限制已经开发了自动立体效果技术。但是,传统上,自动立体效果系统通常地需要观看者的眼睛定位在距离观看屏幕的特定位置和距离(通常称为“观看区”),从而产生立体效果。

增大对自动立体效果显示的有效观看区的一种方法是建立多个同时观看区。但是,该方案强制大振幅增加了图像处理设备的带宽需要。而且,大量的研究已经关注于通过跟踪与屏幕相关联的眼睛/观看者位置并电子调整成像装置的发射特性来保持立体图像,从而消除观看区的限制。因此,使用快速的现代计算机和运动传感器,能够连续记录观看者的身体和头运动以及计算机中对应的图像适应,能够用立体投影产生环境和物体(虚拟现实)的空间印象。由于图像变得更复杂,实现该方案的现有技术已经证明越来越没有用处。

由于立体幻觉的特性,对该技术来说满足关于真实视觉效果:物理深度暗示的基本需要的观看者的感知是困难的。在自动立体效果中能够提供无焦点适应性调节、汇聚或两眼的的一致,并且现有技术的自动立体效果系统中只能从有限的观看区域中的离散位置观察到视差。

而且,不考虑设备的实现,立体效果显示还有很多固有问题。主要问题在于只有从一个位置观看时任意立体效果对给出正确的透视。从而,自动立体效果显示系统必须能够感知观看者的位置并随着观看者的运动再次产生具有不同的透视的立体成对图像。在现有技术中这是不能克服的困难任务。而且,由于缺乏物理暗示,即使对高清晰度

立体效果图像，观看者也会发生距离、速度和形状的错误判断。立体效果系统固有地给出与汇聚和物理暗示冲突的深度暗示，由于前者使用固定焦点调节，从而与由后者提供立体效果深度信息不一致。该不匹配引起视觉混乱和疲劳，并是很多人在观看立体效果三维图像时产生头痛的一部分原因。

然而，在电子显示系统中近来的工作已经集中在各种立体效果观看系统的开发上，它们显然最容易适用于电子三维成像。全息成像技术，尽管在通过重新建立从三维物体上反射光的实际波阵面提供真实的三维图像方面比传统的以立体效果为基础的技术先进，但比其他三维成像技术更复杂。全息图像记录和重建的基础现有技术如图 1a、图 1b 和图 1c 中说明。图 1a 说明了一种普遍接受的产生全息图的方法。一个相干光束由分光器源 103 分为两个光束。第一光束 105 向物体 102 前进，而第二光束 104（通常称为“主”光束）直接到记录媒体 101。第一光束 105 从物体 102 反射，并接着与记录媒体 101（一个全息板或胶片）上的第二（主）光束 104 干涉。这两个光束重叠从而在记录媒体中被记录为一全息图。图 1b 示出了记录的全息图 100 在记录媒体 101 上的呈现。

一旦全息图 100 用根据图 1a 的方式记录，则能够用于重建该物体的全息图像 110。如果另一个第二“主”光束 104 发送到图 2b 所示的记录的全息图，则光波阵面将在全息图表面中以预定角度形成。该光波阵面将对应于三维物体的全息图像 104。相反，如果相干光，比如第一光束 105 发送到原始三维物体 102，接着作为反射光束 106 反射到全息图 100，如图 1c 所示，接着全息图把光束 104' 反射到图像源（对应于图 1a 的“主”光束）。这是通常由光学相关器使用的原理。但是，全息成像技术还没有完全适用于实时电子三维显示。

提供几个方位或“多方位 (multi aspect)”显示从而用户想要时

能够看到特定物体的很多方位和图像是理想的。以灵活的方式进行这样的观看，从而观看者观看立体图像时不用对观看者的头的位置进行限制会更加有用。最后，对这样的—个系统来说能够提供更好的三维图像质量，同时不需要专用帽子即可操作会是理想的。

- 5 因此，在技术中仍然需要不用专用帽子就能够将高质量的三维图像投影到多个观看位置的改进的方法和装置。

发明内容

- 考虑到前述和其他的未满足的需要，本发明的—个目的是提供—
10 种三维图像系统，能够实现—特定物体的多方位和视野的投影。

同样，本发明的—个目的是提供用于多方位三维成像的装置和相关方法，它不限制观看者在受限制的观看区域中就能提供高清晰度图像。本发明的再—个目的是这样的装置和相关方法不需要观看者利用专用观看设备，比如帽子或眼镜。

- 15 而且，本发明的—个目的是提供真实的三维显示器和相关的成像方法，它能够用电子产生和控制的图像显示全息图像。

进而，本发明的—个目的是提供—种三维显示器和相关成像方法，当与相位屏幕成对时能够使用已经被计算产生三维图像的图像来显示全息图像。

- 20 为了实现这些和其他目的，根据本发明的三维投影系统和相关方法使用液晶显示屏，或多个液晶显示屏，和物体的振幅全息显示投影其上的—个屏幕。根据本发明的投影系统的实施例包括能够数字计算图像信息并使用该信息控制液晶显示器的特性的—个成像系统。计算的图像信息与理想的三维图像景象相关。计算的图像信息使液晶显示
25 器以这样的方式被控制，图像产生在显示器上，且光通过显示器并碰撞屏幕，与屏幕上的相位信息相互作用产生可观看的三维图像。该成

像系统包括一个或多个液晶显示屏，一个图像产生系统，用于执行与三维图像产生相关的计算并控制液晶屏，和一个屏幕。在这样的实施例中，屏幕具有记录在其上的规则的“相位”信息，它能够是不依赖于将被投影的三维物体的仅相位的或混合相位振幅的全息图。

5 在本发明的优选实施例中，用于显示一幅图像的多个方位，从而建立三维观看体验的系统和方法利用至少两个液晶屏，一个用于控制液晶显示屏的图像产生系统，和产生三维可视图像的相位屏幕。在这样的优选实施例中的图像产生系统是一个自动立体效果图像产生系统，它使用神经网络反馈计算来计算将在任意给定时刻显示的适当的
10 立体效果图像对。

 根据本发明的某些实施例，分离的若干组液晶屏能够用于每种颜色，从而能够获得全彩色显示。在一个这样的实施例中，单个液晶屏能够提供用于红光、蓝光和绿光中的每一个。在一个实施例中，投影系统是三色彩色连续投影系统。在该实施例中，投影系统具有用于例
15 如三种不同颜色，比如红、绿和蓝的三个光源。图像显示器连续显示图像的红、绿和蓝分量。液晶显示器和光源连续转换，从而当显示红色图像时，对应的液晶显示器由红色光源发出的光照射。当由适当的液晶显示器显示图像的绿色部分时，显示器用来自绿色光源的光照射，等等。

20 现在将参照附图详细说明本发明的各种优选方面和实施例。

附图说明

 图 1a、图 1b 和图 1c 是现有技术中使用的产生全息图的一种方法和这样的全息图的特性的说明。

25 图 2 是说明由根据本发明的实施例的一个投影系统产生全息图像的示意图。

图 3 是说明根据本发明的实施例的投影系统的示意图。

图 4 是说明本发明的实施例中使用的成像处理单元的计算和控制结构的示意图。

图 5 是说明根据本发明的实施例获得的光线的立体效果方向的示意图。

图 6 是说明根据本发明的实施例的一个处理方法的流程图，其中自动控制适当的立体效果图像的显示。

图 7 是说明根据本发明的实施例的能够用于控制多方位图像数据的显示的适当的神经网络的示意图。

10

具体实施方式

在本发明的优选实施例中本发明是用至少两个液晶屏，一个用于控制液晶屏的图像产生系统和一个相位屏显示一幅图像的多个方位，从而建立三维观看体验的系统和方法。

15

如图 2 所示，本发明使用具有记录在其上的规则的“相位”信息 F 的屏幕 112。这能够是不依赖于将投影的三维物体的公知的仅相位或混合相位振幅全息图。特别是，本发明能够使用“thick Denisyuk's”全息图，但不限于此。例如，一个屏幕能够用具有特殊的聚合物层的玻璃制成，该玻璃具有由激光产生的复杂（complex）表面。

20

为了在相位屏幕上显示三维物体 o 的图像 110'，第一步是考虑“相位”屏幕的特性和将被成像的期望的三维物体，计算至少一个“平坦的”（即二维）图像。下面关于自动立体效果图像对的计算说明这一计算过程。本领域普通技术人员将很容易理解，就像本发明的实施例中需要的一样，那些计算能够容易地应用到计算一个图像。上面提到的平坦图像实质上是一个振幅全息图。这里，这些平坦的计算的图像能够概念上称为 $F+0$ ，或 $F-0$ ，其中 F 表示期望的图像的相位信息，0

25

表示整个三维物体图像。这些图像显示在液晶显示屏 113 上并投影到
(与光源 114 结合产生光束 111) 相位屏幕, 在那里由于屏幕和计算
图像的交互作用, 相位信息 F 被分离出去。结果建立了真实的全息波
阵面 115 并从而建立物体 0 的真实三维图像 110'。尽管该投影通常用
5 常用光实现, 但是也可能用相干光源: R, G, B。由于屏幕中有“相位”,
相位信息用作为分光器, 并只有三维图像出现在屏幕上。

在现有技术的通常接受的方法中, 全息图用光或用三维物体图像
照亮。本发明通过一“振幅全息图(amplitude holograms)”来照射一
“相位”表面。在特定情况下, “相位”屏幕能够是任何一种具有规则
10 函数的表面, 而不只是“相位”全息图。实际三维图像包括具有不同
相位和振幅的许多光波。但是, 传统的液晶显示器只能重新建立振幅
信息。因此本发明利用一个屏幕, 它包含已知的相位信息(或者, 相
位加振幅)。结果, 该屏幕能够在特别计算的只有振幅的图像信息(以
在液晶显示屏上产生并在屏幕上成像的图像的形式提供)中加入适当
15 的相位信息, 从而再构造真实的三维图像光结构。因此, 在本发明的
说明书中, 屏幕称为“相位”屏幕, 而计算的二维图像称为“振幅全
息图”。

根据本发明的方案的一个重大进步是能够投影大的三维图像。而
且, 它是一个经济实用的方法, 因为它与建立大全息图相比更有可能
20 建立具有规则“相位”结构的大屏幕。

另一个优点在于计算出现在液晶显示屏中的“振幅全息图”。当记
录一典型的全息图时, 每个点必须沿着整个全息图分布。该处理需要
高质量记录材料和全息图的一个场景中所有物体必须固定。通过使用
计算的图像, 本发明能够把多余的部分最小化并在具有比照片材料的
25 分辨率更低的液晶屏中显示“全息图”。

在本发明的替换的实施例中, 分离的液晶屏能够用于每种主要颜

色，以产生多彩色显示。

原则上，对于“相位”屏幕，相位结构恰好是任意、预定、规则函数系统。该函数系统必须是完整的，并与下降的冗余目标正交。特别是，本发明能够使用诸如正弦和余弦的三角函数或沃尔什函数（即，
5 也能够是非三角函数）。

图像计算

现在将对于一个例子说明用于计算适用于本发明的图像信息的方法，该方法基于用至少两个液晶显示屏产生用于自动立体效果成像的图像对。本领域普通技术人员将很容易理解该示例性的计算方法如何
10 能够使用在本发明的实施例中。

现在参照图 3，计算装置 1 提供对照明子系统 2 和在由空间掩蔽 5 分离的两个考虑的液晶显示屏 4 和 6 上图像的显示的控制。由计算装置 1 控制的照明源 2 照射透射性液晶显示器 4 和 6，它们显示由计算装置 1 提供给它们的图像。

15 图 4 说明了计算装置 1 的细节。本发明包括一个提供给存储单元 12 立体象对或方位的数据库 8。存储单元 12 具有几个功能。最初存储单元 12 将从立体象对数据库 8 中提取并存储特定立体象对。

存储单元 12 向处理块 14 提供理想的立体象对，从而产生计算的图像。计算的图像能够从处理块 14 直接发送到液晶显示屏和发光单元
20 控制器 16 或保存在存储单元 12 中，以便由控制单元 16 读取。单元 16 接着向适当的液晶显示屏 4、6 提供计算的图像以及控制照射透射性液晶显示屏 4、6 的发光。处理块 14 也能够向液晶显示器和发光控制单元 16 提供指令，从而提供适当的照明。

对所有的自动立体效果显示器来说，计算装置 1 产生的图像需要
25 是一个由观看者位置信号 10 表示的观看者位置的函数。本技术领域已知各种产生适当的观看者位置信号的方法。例如，授予 Street 的美

国专利 5, 712, 732 说明了一种自动计算观看者位置和距离的自动立体效果图像显示系统。Street 的显示系统包括距离测量装置，允许系统按照相对于屏幕的距离和位置（左-右）确定观看者头部的位置。同样，授予 Popovich 的美国专利 6, 101, 008 指教了利用数字成像设备实时跟踪观看者的位置并使用跟踪的位置适当修正显示图像。

应当注意到存储单元 12 保持液晶显示器的各个单元或元件的累计信号。从而存储单元 12 和处理块 14 具有累计并分析向着“相位”屏幕穿过液晶显示屏的相关屏幕元件的光。

参照图 5, 它是根据本发明的能够由液晶显示屏产生的光束运动的图。尽管关于将显示立体左、右眼视野的一对成组的液晶显示屏进行了显示和说明，但是能够对到达相位屏幕的投影“振幅全息图”作出类似的计算。在该图示中，说明了三屏液晶显示系统。在该例子中，显示器包括呈现在近屏 18, 掩蔽屏 20 和远图像屏 22 上的图像。这些屏的相对位置是已知的，并输入到处理块用于后面的图像显示。尽管说明了能够保存图像信息的液晶显示屏，但是掩蔽屏 20 也能够是更简单的空间掩蔽设备，比如扩散器。

为观看者呈现每个立体象对所需的信息的不同部分通过向每个屏发送适当计算的图像而显示在屏板 18, 20 和 22 的每个元件中。在该图示中，左眼 36 看到发送到该屏的计算的图像的在屏板 18 上的一部分 28。由于屏实际上是可透射的，左眼也看到显示在掩蔽液晶显示屏 20 上的计算图像的一部分 26。另外，再由于每个液晶显示屏的透射系数，左眼 36 也看到显示在远液晶显示屏 22 上的计算图像的一部分 24。以这种方式，计算图像的期望的部分是由观看者的左眼看到的部分。

显示器通常是单色设备：每个像素或“打开”或“关闭”，或设置到中间强度级。显示器通常不能单独控制图像的多于一种色彩分量的强度。为了提供彩色控制，一个显示系统可以使用三对独立的液晶显

示器。三对液晶显示器中每一对由分离的光源照射，光源具有激发人眼中三种类型的锥体之一的光谱成分。三个显示器中每个反射（或透射）构成彩色图像的一个色彩分量的一个光束。三个光束接着通过棱镜，二色滤波器系统和/或其他光学元件合并为一个彩色图像光束。

5 同样，右眼 34 看到近屏 18 上的计算图像的共同部分 28，以及看到显示在掩蔽屏 20 上的计算图像的一部分 30，以及远屏 22 上的计算图像的一部分 32。计算图像的这些部分是用于计算从相位屏导致的投影图像的那些部分。

由观看者的右眼和左眼看到的计算图像的这些部分构成由观看者
10 看到的两个景象，从而产生一个立体图像。

参照图 6，说明用于本发明的图像处理数据流程。前面提到的存储单元 12，处理块 14 和液晶显示控制器和照明控制器 16 调节从远屏 22 发出的光辐射和掩蔽 20 和近屏 18 的透射系数。

关于一个物体的多个考虑的二维（2-D）图像（即多个计算图像）
15 的信息，每一个都在液晶显示屏上多个不同区域中进行描述，并且有选择地，关于观看者的右眼和左眼的位置的信息由处理块 14 进行调整。

对应于近屏 18 的一部分 18 的透射信号，对应于左眼和右眼各自
（26, 30）的掩蔽 20 和对应于左眼和右眼各自的图像的那些部分（24,
20 32）的发光辐射的远屏 22 的透射系数跟随设置程序被输入到处理块中。

接着识别来自所有屏的单元的光信号，它们被引导向每个观看者的右眼和左眼。在该例子中，来自单元 28、26 和 24 的信号全部引向观看者的左眼 36，而来自块 28、30 和 32 的信号被引向观看者的右眼
25 34。

这些左眼和右眼信号中每一个在求和操作 38 中被求和，产生一个

用于左眼 42 和右眼 40 的值。这些信号接着在比较操作 48 中与每个方位的图像的相关部分和物体方位 44 和 46 的图像的相关区域相比较。

紧记信号当然是观看者眼睛位置的函数，检测的信号能够有某种程度的改变。来自比较的任何误差对每个近屏、掩蔽屏和远屏的每个单元被识别。每个误差接着与设置阈值信号进行比较，如果误差信号
5 超过设置阈值信号，处理块控制改变对应于远屏 22 单元的至少一部分的照明辐射的信号，并改变液晶显示器的掩蔽屏和近屏单元的至少一部分的透射系数。

如果作为观看者位置移动的结果，关于物体的计算图像的信息发
10 生改变，处理块感知该运动并将对应于远屏单元照明辐射的信号以及掩蔽屏和近屏单元的透射系数输入到存储单元中，直到信息被修改。当观看者位置改变足够远以至需要一个新的视野时，该视野或图像从数据库中提取并进行处理。

在一个简单的例子中，如图 3 所示，本发明包括两个透射液晶显
15 示屏。远屏 4 和最近（下文称为近）屏 6 由放置空间掩蔽 5 的间隙分离。该掩蔽可以是纯相位（例如，两面凸状或无规则屏）、振幅或复杂的透明度。这些屏幕由计算机 1 控制。由该系统形成的观看图像根据观看者的眼睛的位移形成一个自动立体效果三维图像。必须解决的一个问题是用于在观看者眼中合成立体图像的远屏和近屏上图像的计算
20 （即，计算图像）。

一种解决该方法的方法是假定 L 和 R 是立体图像的左和右对，对于观看者眼睛位置的观看区域是固定的。为了简明将假定一振幅型的空间掩蔽。

如图 5 所示，两个光束将进入通过近屏 18 上的任意单元 z 28，从而进入眼睛 34 和 36 的瞳孔。这些光束将分别从点 a (z) 26 和 c (z)
25 30，b (z) 24 和 d (z) 32 经过掩蔽 20 和远屏 22。左眼 36 中的图像

是下式的总和:

$$SL_z = N_z + M_{a(z)} + D_{b(z)} \quad (\text{等式 1})$$

其中 N 是近屏 18 上像素的强度, M 是掩蔽 20 上像素的强度, D 是远屏 22 上像素的强度。

5 另外对于右眼 34, 总和为:

$$SR_z = N_z + M_{c(z)} + D_{d(z)} \quad (\text{等式 2})$$

当光直接通过近屏 18 的所有像素 $z(n)$ 时, 图像 SL 和 SR 形成在观看者的视网膜上。计算的目的是优化近屏 18 和远屏 22 上的计算图像以获得

$$10 \quad SL \rightarrow L, \quad (\text{Rel. 1})$$

$$SR \rightarrow R. \quad (\text{Rel. 2})$$

其中 L 和 R 表示物体的真实图像。

能够证明不可能获得任意的左图像 L 和右图像 R 的精确解决方案。这就是为什么本发明想要找到对于 N 和 D 的可能分布中接近的解决方案, 以产生最小二次不等 (disparity) 函数 (目标和计算图像之间):

$$20 \quad \rho(SL - L) \xrightarrow{N,D} \min \quad (\text{Rel. 3})$$

$$\rho(SR - R) \xrightarrow{N,D} \min \quad (\text{Rel. 4})$$

25 其中 $\rho(x)$ 是一个不等函数, 像素强度的极限对固定的 M 在 $0 \leq N \leq 255$, $0 \leq D \leq 255$ 内变化。

一个神经网络 (“NN”) 能够先进地用于解决本发明实施例中的问题, 因为它允许并行处理, 并由于 DSP 集成方案应用的可能性。

图 7 的神经网络结构用于解决这个问题。50 是一个三层 NN。输入层 52 包括一个神经元, 它把单位刺激传播到隐藏层 54 的神经元。隐

藏层 54 的神经元形成三个组，分别对应于近屏，远屏和掩蔽屏。输出层 56 的神经元形成两个组，对应于图像 SL 和 SR。神经元的数目对应于液晶显示屏像素的数目。对应于近屏和远屏的突触 (synaptic) 权值 W_{ij} 是调整参数，掩蔽的 W_{ij} 是常数。隐藏层神经元之间的突触连接
5 对应于系统的光学方案：

$$10 \quad V_{j,k} = \begin{cases} 1 - \text{如果 } j = k \text{ \& } k, a(k), b(k) \text{ 在同一行} \\ \quad \text{或者 } k \text{ \& } k, c(z), d(z) \text{ 在同一行} \\ 0 - \text{其他} \end{cases} \quad (\text{等式 4})$$

非线性函数是值 [0-255] 中的 S 型 (sigmoid) 函数：

$$15 \quad F(x) = \frac{255}{1 + \exp(-x)} \quad (\text{等式 5})$$

20 NN 的函数能够用下式表示：

$$X_j = F\left(\sum_j W_{ij} \text{Inp}_i\right) = F(W_{1j}) = \begin{cases} D_j - \text{如果 } j \in D \\ M_j - \text{如果 } j \in M \\ N_j - \text{如果 } j \in N \end{cases} \quad \text{-隐藏层的输出} \quad (\text{等式 6})$$

$$30 \quad Y_k = F\left(\sum_k V_{ik} X_j\right) - O_{NN} \quad (\text{等式 7})$$

其中 O_{NN} 是 NN 的输出。

任意神经元中的输出信号是来自远屏、近屏和掩蔽的至少一个信号
35 号的总和。NN 的输出 (根据 (6), (7)), 对应于观看者的左和右眼, 由以下等式给出：

$$Y_k (\text{左}) = F(X_z + X_{a(z)} + X_{b(z)}) = F(N_z + M_{a(z)} + D_{b(z)}) \quad (\text{等式 8})$$

$$Y_k(\text{右}) = F(X_z + X_{c(z)} + X_{d(z)}) = F(N_z + M_{c(z)} + D_{d(z)}) \quad (\text{等式 9})$$

上述等式由等式 (1) 和 (2) 推导出。

误差函数则是所有误差的总和并能够用以下等式表示：

$$E = \sum_k \rho(Y_k(\text{左}) - L_k) + \sum_k \rho(Y_k(\text{右}) - R_k) \quad (\text{等式 10})$$

其中 E 表示误差项。

10 从 (8) 明显可知当 E、误差达到 0 值时（即在 NN 学习期间），隐藏层的输出将对应于将在屏幕上照射的期望的计算图像。

在 NN 学习期间，权值 W_{ij} 初始具有随机值。这些随机值接着连续在每个学习的重复期间由 NN 改善。反向传播方法 (BackProp) 用于教授 NN：

15

$$W_{ij}(\text{新}) = W_{ij}(\text{旧}) - \alpha \frac{dE}{dW_{ij}} \quad (\text{等式 11})$$

其中 α 是学习的速度。试验表明可接受的精度根据 (10) 学习在 10—15 次重复时获得，对于一些图像能够在 100 次重复时获得很低的
20 误差。计算显示误差等级和光学方案，比如图像 L 和 R 的形状，近屏、远屏和掩蔽之间的距离和观看者眼睛位置之间的强依赖性。

为了获得对于光学参数的微小变化的更稳定的解决方案，能够使用两种替换的方法。

第一方法包含误差函数 (9) 的修改，通过加入正则化项：

25

$$E = \sum_k \rho(Y_k(\text{左}) - L_k) + \sum_k \rho(Y_k(\text{右}) - R_k) + \beta \frac{W_{ij}^2}{2} \quad (\text{等式 12})$$

30 其中 β 是正则化参数。

第二方法包含在 NN 的训练期间观看者眼睛位置小范围的随机变化。这些方法都能够用于放大三维观看的区域。

除“BackProp”以外的训练方法也可被使用。例如，能够替代使用共轭梯度方法，其中使用以下三个等式：

5

$$W_{ij}(t) = W_{ij}(t-1) + \alpha(t)S_{ij}(t-1) \quad (\text{等式 13})$$

$$S_{i,j}(t) = -G_{ij}(t) + \frac{\|G_{ij}(t)\|^2}{\|G_{ij}(t-1)\|^2} S_{ij}(t-1) \quad (\text{等式 14})$$

$$G_{ij}(t) = \frac{dE}{dW_{ij}} \quad (\text{等式 15})$$

应当理解等式 (13) - (15) 包含 Fletcher-Reeves 的一变量，并能够加速 NN 的训练程序 5-10 倍。

20 使用本发明的典型系统包括两个具有 1024×768 分辨率的 15"AM 液晶显示器和基于 Intel Pentium III-500MHz 处理器的用于进行立体图像处理的计算机系统。在这样的系统中，最好屏之间的距离近似 5mm，并且掩蔽包含一扩散器。适当的扩散器类型是由加利福尼亚的 Premier Lighting of Van Nuys 获得的 Gam 熔接号 10-60，它对点强
25 度光束具有近似 75% 的透射系数，对可视莫阿干涉条纹图案产生较小散射。计算机模仿该神经网络用于获得必须照射在近屏和远屏上的计算图像，从而在预定区域获得分离的左右图像。神经网络模仿显示器和观看者眼睛位置的光学方案，从而把立体图像的误差最小化。

30 通过跟随该设置程序的处理块，对应于近屏和远屏单元的透射系数的信号输入到存储单元。下一步是识别能够从所有的屏单元引导向至少一个观看者的左眼和右眼的光信号。接着比较引导向每只眼睛的识别光信号与相关物体的设定的 2-D 立体象对图像的对应区域。

对于每个屏的每个单元，在能够引导向相关眼睛的识别光信号和同样的眼睛应当看到的相关物体方位的立体图像的识别的相关区域之间识别误差信号。每个接收的误差信号与设置阈值信号比较。如果误差信号超过设置的阈值信号，处理块控制器的上述程序改变对应于屏幕单元的信号。重复上述程序直至误差信号变得低于设置阈值信号或设置时间周期上升（up）。

也有可能解决两个观看者在两个（或多个）不同方向重新构建的两个（或多个）不同物体情况下的计算。必须特别提到所有的计算能够并行执行；能够为此目的设计 DSP 处理器。

也应当注意到本发明的系统也可以用于多个观看者同时观看影像。该系统简单地识别各个观看者的位置（或者设置特定观看区）并实施适合于多观看者的图像。

为了适应使用一个设定的图像观看区的系统从而允许观看者移动，一个观看者位置信号输入到系统中。用于确定 SL 和 SR 的算法可使用用于光学几何学的变量，观看者位置信号用于确定那些变量。而且，观看者位置信号对于根据光学几何学计算，确定显示哪个立体象对。几种已知的技术能够用于产生观看者位置信号，包括已知的用于虚拟现实（“VR”）应用的头部/眼睛跟踪系统，比如但不限于，观看者安装的射频传感器，三角形化红外和超声波系统和使用图像数据的视频分析的基于照相机的机械视觉。

如本领域的熟练技术人员易于理解的，在本发明的某些实施例中，光源可以是宽带白光源，例如白炽灯、感应灯、荧光灯或电弧灯等。在其他实施例中，光源可以是一组具有不同颜色的单色光源，例如红、绿和蓝色。这些光源可以是发光二极管（LED）、激光二极管或其他单色和/或相干光源。

在本发明的实施例中，液晶显示屏包括可转换元件。如本领域所

公知的，通过调整应用到每个单独的彩色屏对的电场，系统提供用于对从光源获得的光进行彩色平衡的装置。在另一实施里中，各彩色屏系统可被用于顺序色彩转换。在该实施例中，屏对包括红、蓝和绿可转换屏对。这些屏对中每组按顺序每次激活一个，并显示循环通过将
5 被显示的图像的蓝、绿和红分量。屏对和对应的光源以比人眼的整合时间快的速率（小于 100 微秒）与显示器上的图像同步转换。可以理解，这样则有可能使用单独的一对单色显示器来提供彩色三维图像。

尽管这里已经显示并表述了本发明的优选实施例，但是对本领域技术人员来说很显然这些实施例仅仅以示例的方式提供。在不脱离本
10 申请公开的发明范围的条件下，很多非实质的变化、改变和替换将对本领域技术人员来说很明显。因此，本发明意图由后附的权利要求限定其精神和范围。

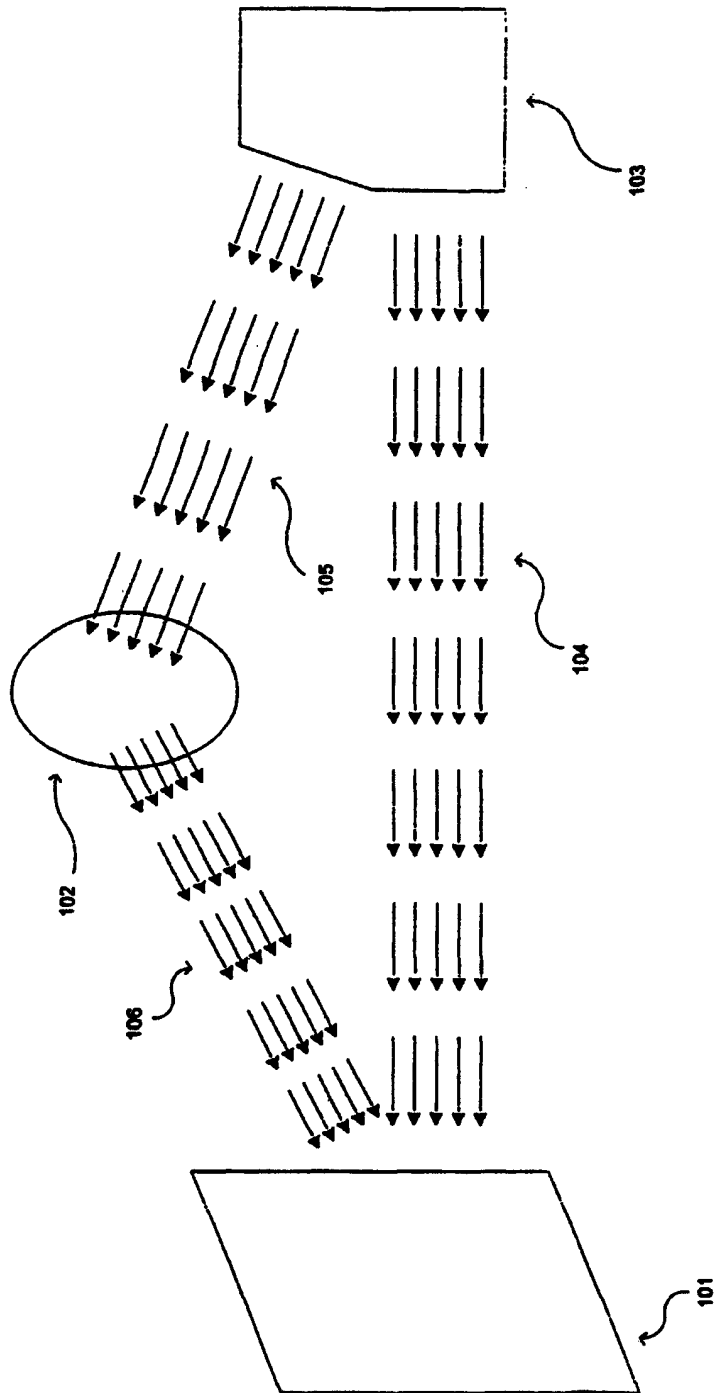


图1a
现有技术

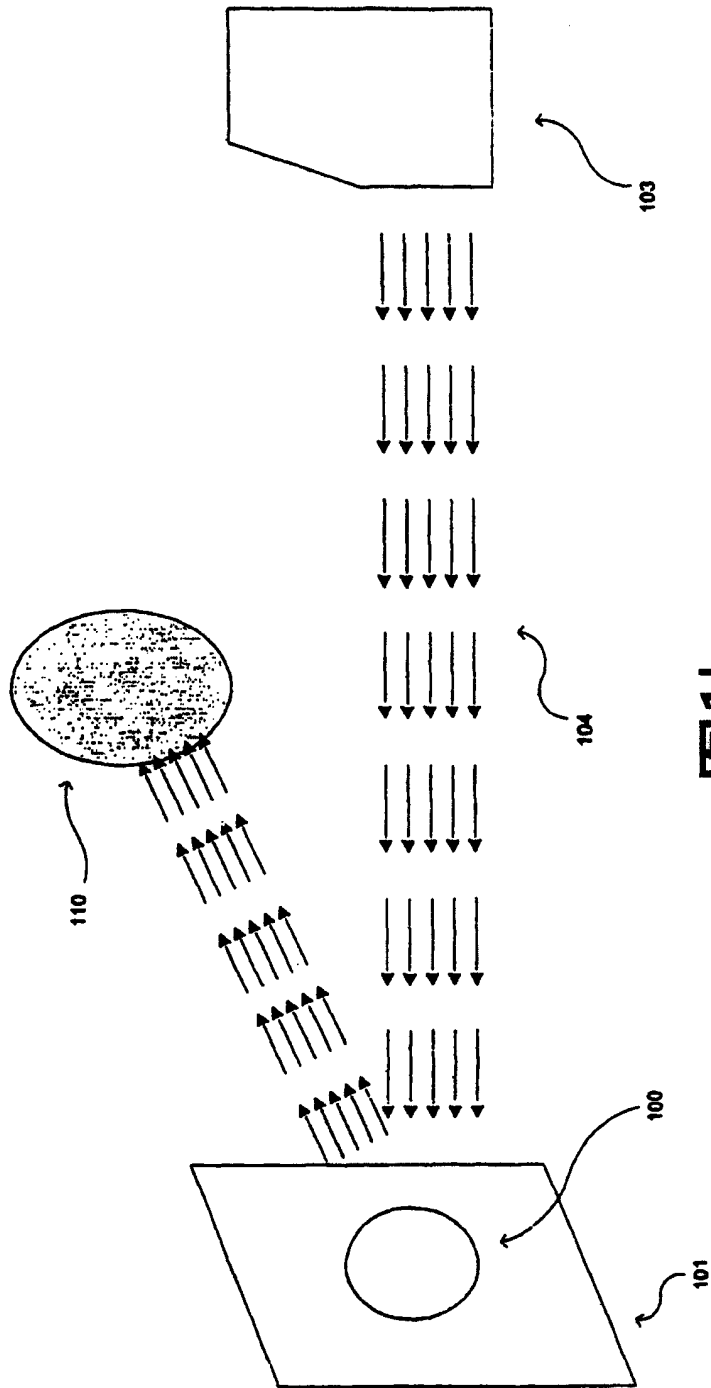


图1b
现有技术

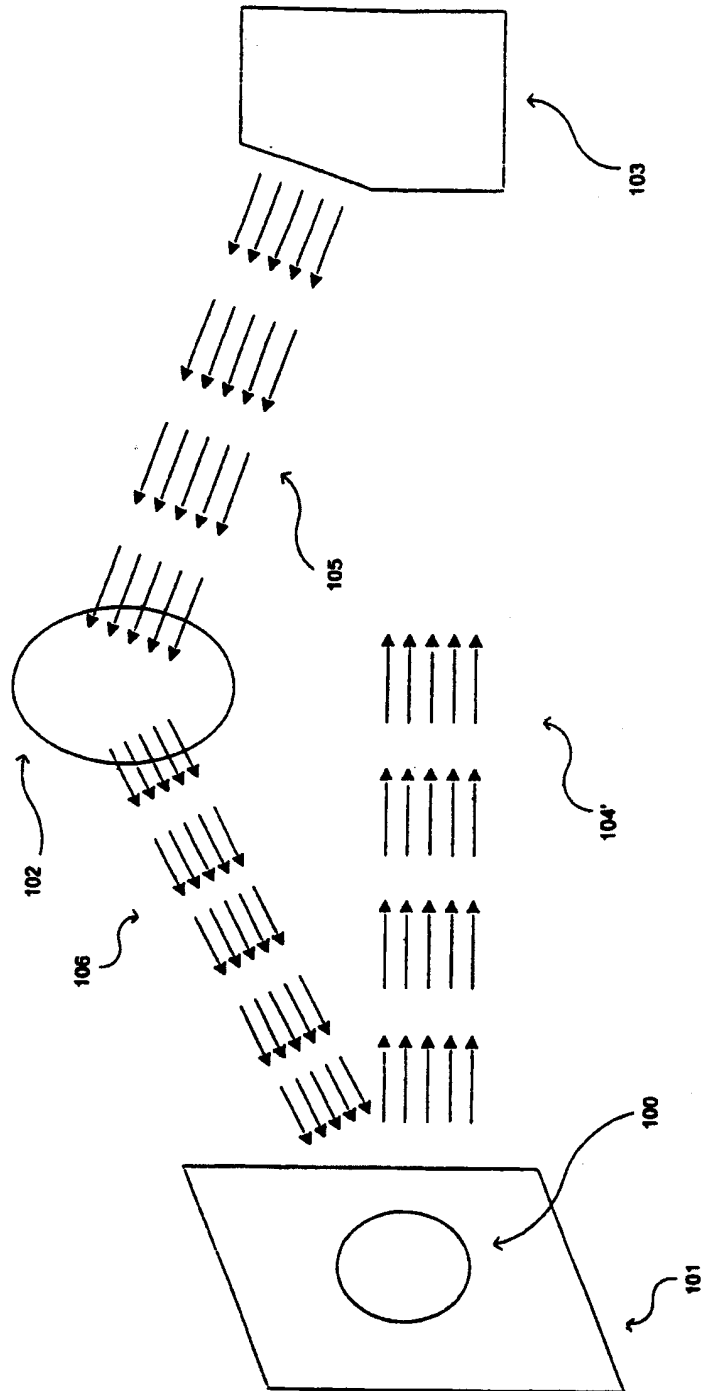


图1C
现有技术

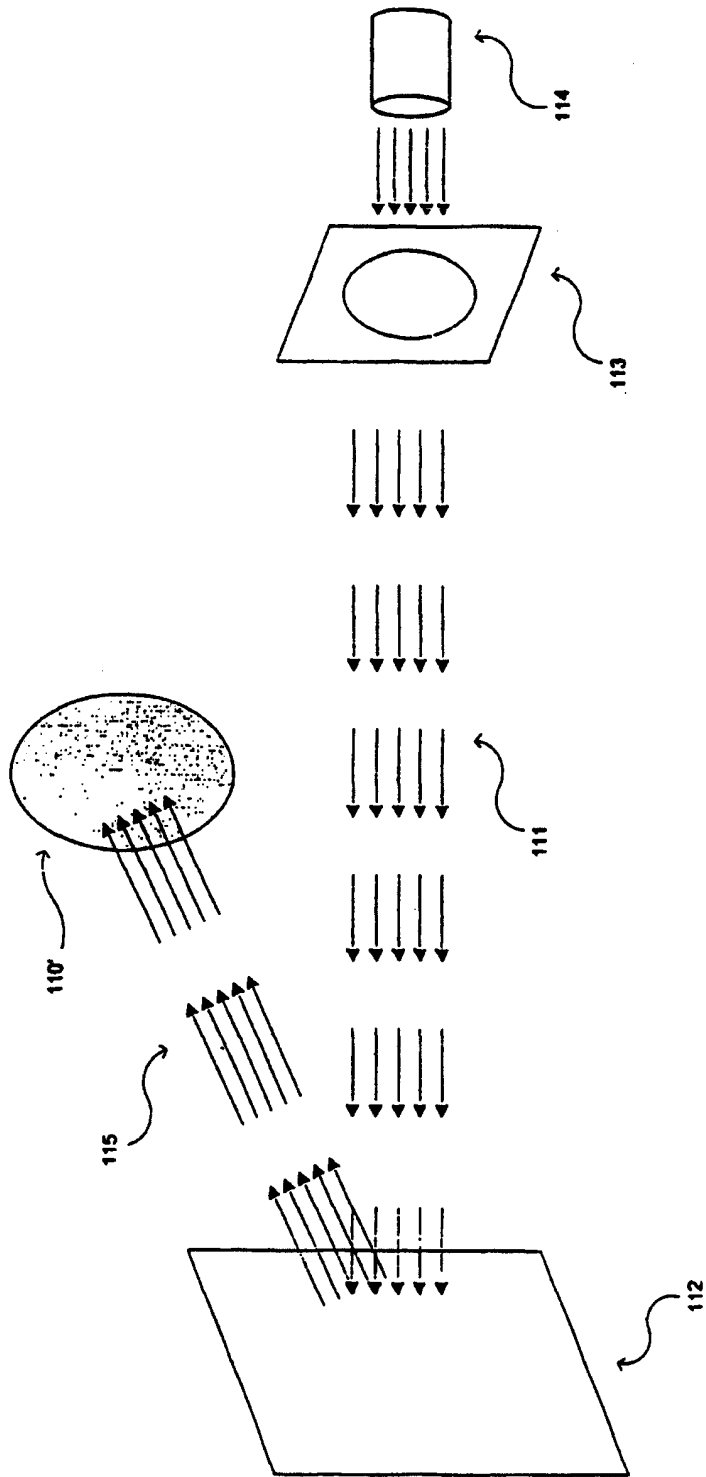


图2

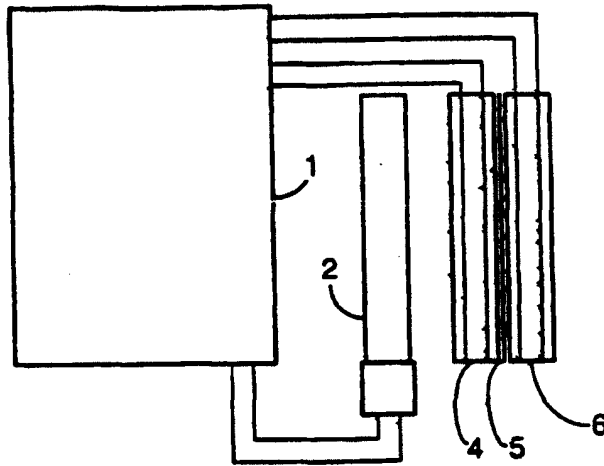


图3

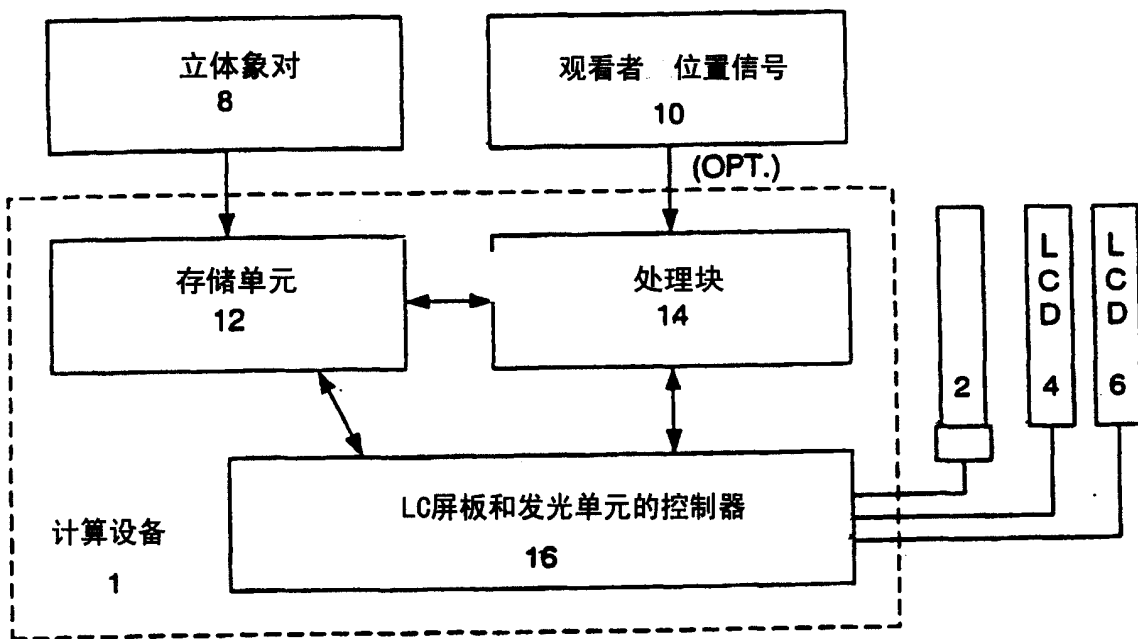


图4

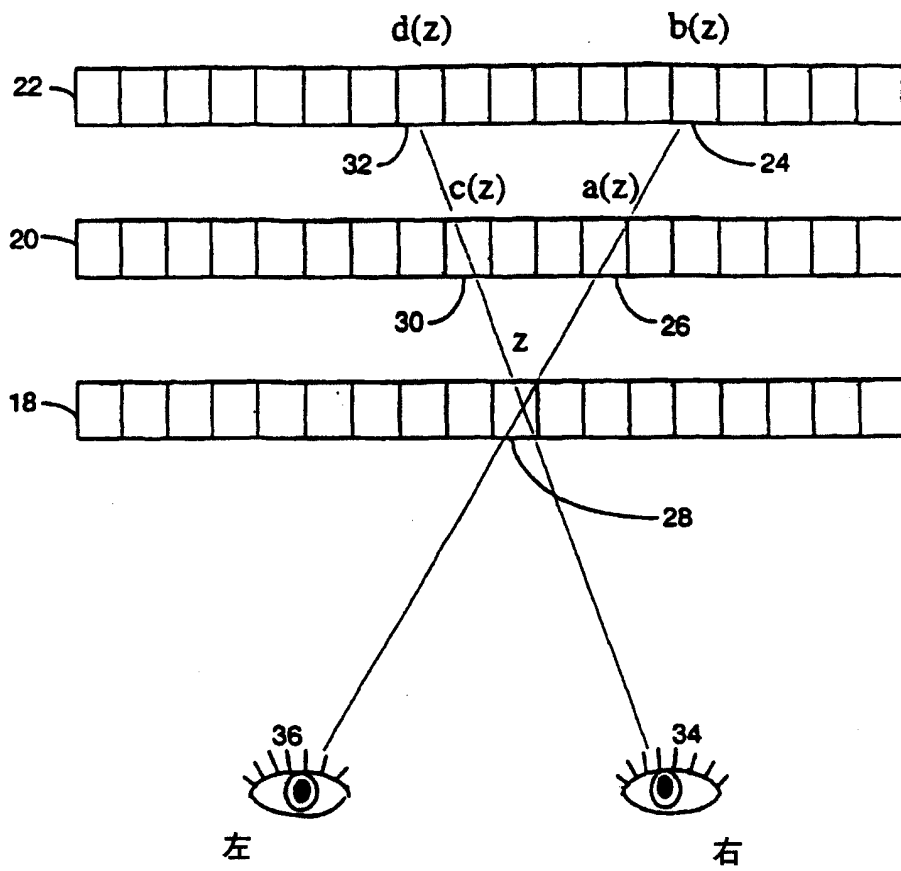


图5

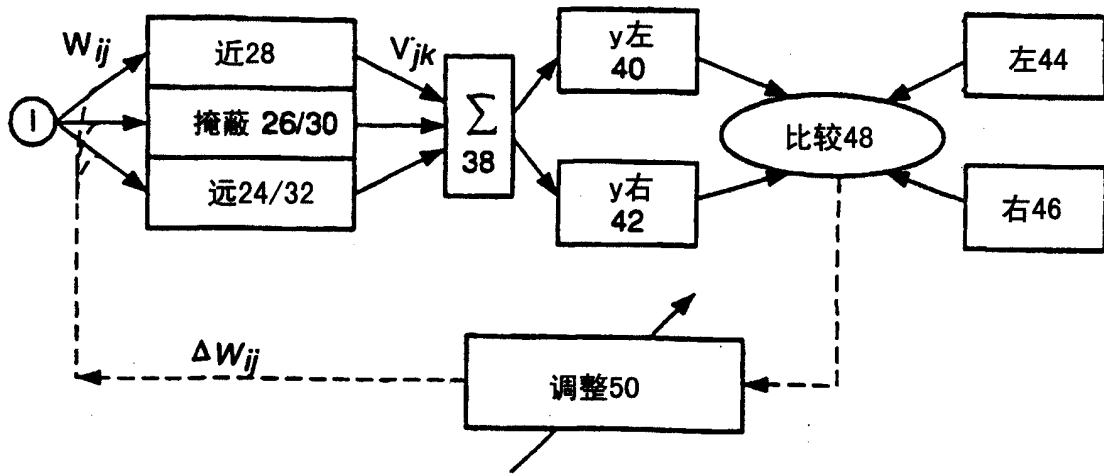


图6

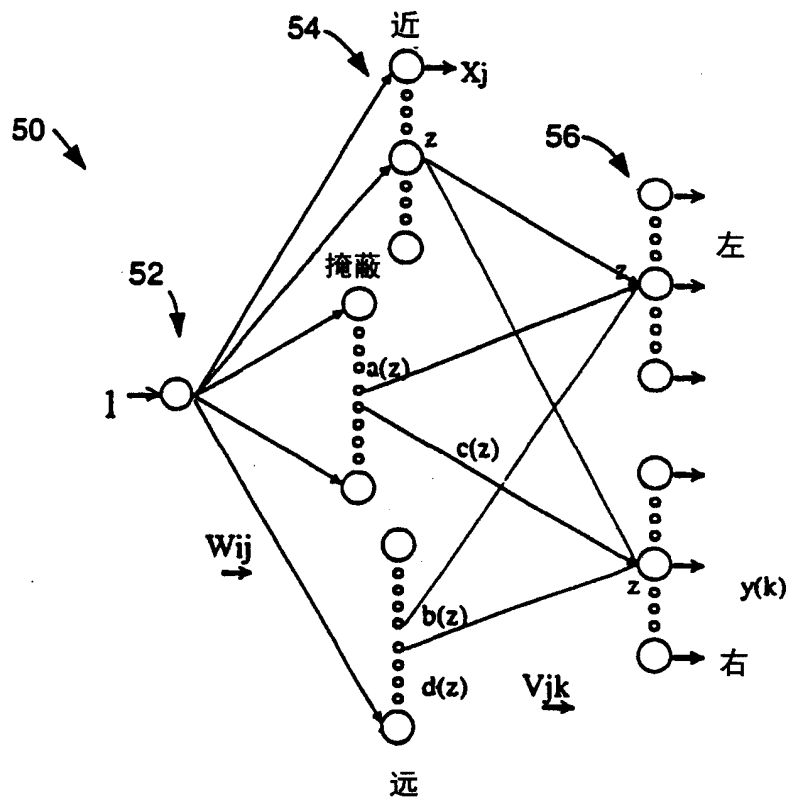


图7