

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 27/22 (2006.01)

H04M 13/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580005304.6

[43] 公开日 2007 年 2 月 28 日

[11] 公开号 CN 1922530A

[22] 申请日 2005.2.17

[21] 申请号 200580005304.6

[30] 优先权

[32] 2004.2.21 [33] GB [31] 0403933.5

[86] 国际申请 PCT/IB2005/050593 2005.2.17

[87] 国际公布 WO2005/081038 英 2005.9.1

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.18

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 L·P·巴克 B·A·萨尔特斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王庆海 张志醒

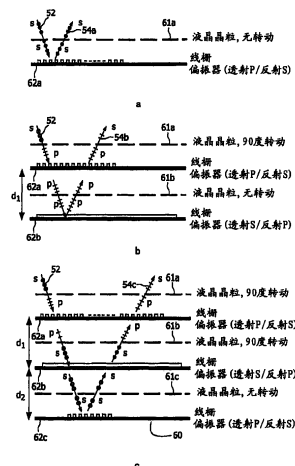
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

光程长度调节器

[57] 摘要

一种光程长度调节器(53)使两个光学元件之间的物理路径长度的电-光控制能够实现,适用于在三维显示装置中光程长度的调节,该三维显示装置在一个限定的成像立体内产生一个虚像。该调节器改变一个输入光路和一个输出光路之间的光程长度,其包括:沿一光路以交替顺序排列的多个第一光学元件(61)和第二光学元件(62),每个第一光学元件用于确定穿过该元件的一个光束的偏振态,且每个第二光学元件用于依据所选择的入射光束的偏振态来选择性地使入射到该元件上的光束透射或反射,其中在光路上由一个输入光束穿过的光程长度可通过选择一个特定的第二光学元件来改变,在该第二光学元件上将发生输入光束的反射,该被反射的输入光束沿着输出光路射出。



1、一种光程长度调节器(53),用于改变输入光路(52)和输出光路(54)之间的光程长度,其包括:

沿一光路以交替顺序排列的多个第一光学元件(61)和第二光学元件(62),每个第一光学元件用于确定穿过该元件的光束的偏振态,且每个第二光学元件用于依据所选择的入射光束的偏振态来选择性地使入射到该元件上的光束透射或反射。

其中,在光路上由一个输入光束穿过的光程长度通过选择一个特定的第二光学元件来改变,在该第二光学元件上将发生输入光束的反射,该被反射的输入光束沿着输出光路射出。

2、如权利要求1所述的调节器,还包括介于相邻的第一(61)和第二光学元件(62)之间的多个不同的间隔。

3、如权利要求2所述的调节器,其中介于相邻的第一(61)和第二(62)光学元件之间的该间隔依据沿着光路所需的光程长度而具有不同的厚度。

4、如权利要求2或3所述的调节器,其中介于相邻的第一(61)和第二(62)光学元件之间的间隔由间隔介质所占据。

5、如权利要求4所述的调节器,其中介于相邻的第一(61)和第二(62)光学元件之间的间隔介质依据沿着光路所需的光程长度而具有不同的折射率。

6、如权利要求4或5所述的调节器,其中介于相邻的第一(61)和第二(62)光学元件之间的间隔介质包括玻璃基板(63)。

7、如上任一权利要求所述的调节器,其中多个第一光学元件(61)和第二光学元件(62)按层叠堆块的结构(60)来排列。

8、如权利要求1或7所述的调节器,其中第一光学元件(61)包括能够改变穿过该元件的光束的偏振态的偏振开关(61a、61b、61c)。

9、如权利要求8所述的调节器,其中该偏振开关(61a、61b、61c)由玻璃基板(63)支撑。

10、如权利要求8所述的调节器,其中该偏振开关(61a、61b、61c)为液晶晶粒。

11、如权利要求1或8所述的调节器,其中第二光学元件(62)包括线栅偏振器(62a、62b、62c)。

12、如权利要求 11 所述的调节器，其中该线栅偏振器（62a、62b、62c）由玻璃基板（63）支撑。

13、如权利要求 1 或 8 所述的调节器，其中第二光学元件（62）包括胆甾醇型偏振器。

14、如权利要求 13 所述的调节器，其中胆甾醇型偏振器由玻璃基板（63）支撑。

15、如权利要求 11 或 12 所述的调节器，其中连续的线栅偏振器（62a、62b、62c）被排列成具有平行的平面，并使线的方向垂直于前面的线栅偏振器的线的方向。

16、如权利要求 7 所述的调节器，其中输入光束通过堆块（60）的一个表面层进入该堆块（60），该表面层为所述第一光学元件（61）。

17、如权利要求 16 所述的调节器，其中该堆块（60）具有仅为反射型的基层。

18、如权利要求 17 所述的调节器，其中该基层为一平面镜。

19、如权利要求 17 所述的调节器，其中输出光束通过表面层离开堆块（60），该输出光束通过所选的第二光学元件（62）或基层反射而产生。

20、如权利要求 1 所述的调节器，其中介于连续的第二光学元件（62）之间的间隔（ d_1 、 d_2 ）确定了沿光路的可能光程长度。

21、如上任一权利要求所述的调节器与如上任一权利要求所述的至少一个其它光程长度调节器以级联的形式相结合，以使第一所述光程长度调节器（53）的输出光路（54）形成相继的所述另一光程长度调节器的输入光路（52）。

22、一种用于产生三维立体图像的显示装置，其包括：

用于产生二维图像的二维图像显示板（41、46）；

第一聚焦元件（42、47），用于将该二维图像投影到一个成像立体（44、49）中的虚像（40、45）；和

用于改变该显示板和该投影第一聚焦元件之间的有效光程长度从而改变成像立体中虚像位置的装置（43、48、53），其中该用于改变有效光程长度的装置包括根据权利要求 1-19 中任一项所述的光程长度调节器。

23、一种用于改变光程长度调节器（53）中的输入光路（52）和输出光路（54）之间光程长度的方法，其包括以下步骤：

在输入光路上提供输入光束，并使其穿过沿着光路以交替顺序排列

的多个第一光学元件(61)和第二光学元件(62);

在每个有光束穿过的第一光学元件处确定输入光束的偏振态; 和
在每个有光束入射的第二光学元件(62)处, 根据所选择的入射光束的偏振态来透射或反射该光束;

其中, 在光路上由输入光束穿过的光程长度通过选择特定的第二光学元件(62)来改变, 在该第二光学元件(62)上将发生输入光束的反射, 该被反射的输入光束沿着输出光路射出。

24、如权利要求23所述的方法, 其中该确定步骤改变或者保持光束的偏振态, 从而选择一个优选的偏振态。

25、如权利要求24所述的方法, 其中通过将第一光学元件(61)中的偏振开关(61a、61b、61c)从一个偏振态切换到另一偏振态来改变光束的偏振态。

26、如权利要求24所述的方法, 其中对于每个有光束入射到其上的第二光学元件(62), 选择一个优选的偏振态, 从而对应于一个被每个特定的第二光学元件(62)透射或反射的偏振态。

27、如权利要求23所述的方法, 其中第二光学元件(62)包括线栅偏振器(62a、62b、62c), 且优选的偏振态被选择成在使光束反射时平行于线的方向; 在使该光束透射时垂直于线的方向。

28、如权利要求27所述的方法, 其中连续的第二光学元件(62)被排列成线栅偏振器(62a、62b、62c)的线的方向垂直于前面的线栅偏振器的线的方向。

29、如上方法权利要求的任一项所述的方法, 其中该光程长度至少依赖于透射光束的第二光学元件(62)的数量以及它们之间的间距(d_1 、 d_2)。

30、如上方法权利要求的任一项所述的方法, 其中以交替顺序排列的多个第一光学元件(61)和第二光学元件(62)产生一个层叠堆块结构(60), 该层叠堆块结构(60)具有一个对应于第一光学元件的表面层和一个仅能反射的基层。

31、如权利要求30所述的方法, 其中该排列使这些层互相接触或者使这些层保持相互间隔的关系。

32、如权利要求30所述的方法, 其中该光程长度至少依赖于该堆块中的层的位置, 该堆块包括所选择的使光束反射的特定的第二光学元件

(62)。

33、如权利要求 30 所述的方法，其中如果每个第二光学元件 (62) 均使光束透射，则该光束从基层上反射。

34、如权利要求 23-33 任一项所述的方法，还包括使来自输出光路 (54, 54a、54b、54c) 的光传递到一个下游的光程长度调节器的输入光路 (52)，并重复该用于调节光程长度的步骤。

35、如权利要求 34 所述的方法，还包括在每个所述光程长度调节器内选择不同的光程长度的步骤。

36、一种用于产生三维立体图像的方法，其包括以下步骤：

在一个二维图像显示板 (41、46) 上产生一个二维图像；

利用一个第一聚焦元件 (42、47)，将该二维图像投影到一个成像立体 (44、49) 中的虚像 (40、45)；和

根据权利要求 31-33 中任一项的方法，改变显示板和投影聚焦元件之间的光程长度，从而改变虚像在成像立体中的位置。

37、一种基本上如参照附图 6-9，在此所描述的光程长度调节器。

38、一种用于改变光程长度调节器 (53) 的输入光路 (52) 和输出光路 (54) 之间光程长度的方法，该光程长度调节器 (53) 基本上如参照附图 6-9，在此描述。

光程长度调节器

技术领域

本发明涉及用于在两个光学元件之间调节光程长度的方法和装置。本发明特别地，尽管不是排他地，涉及在三维显示装置中光程长度的调节，该三维显示装置在限定的成像立体（imaging volume）内产生一个虚像。

背景技术

可由多种方法创建三维图像。例如，在立体显示器中，可同时地或分时多路地显示两幅由观察者每只眼睛能够单独观察到的图画。这些图画通过由观察者佩带的特殊眼镜或护目镜来选择。在前一种情况下，该眼镜可配备有人造偏振片透镜。在后一种情况下，该眼镜可配备有电控快门。这些类型的显示器相对易于构造，且具有低数据率。然而，特殊观察眼镜的使用很不方便，并且运动视差的缺乏可能在观察者中造成不适。

使用自动立体显示器可以创建更为真实的三维印象。在这些类型的显示器中，每个像素沿不同的观察方向发出不同强度的光。观察方向的数量应足够大，以使观察者的每只眼睛看到不同的图画。这些类型的显示器显现出真实的运动视差；如果观察者的头部移动，则景象也相应地变化。

这些类型的显示器中的大部分在技术上难以在实际中实现。在文献中可以找到几种方案，参见例如 US5,969,850。这些显示器的优点是多个观察者可以无需专用观察眼镜来观看例如单个三维电视显示器，并且每个观察者能够看到包括视差和透视的真实三维图画。

另一类型的三维显示器是如在 <http://www.cs.berkeley.edu/jfc/MURI/LC-display> 上所描述的立体显示器。在立体显示器中，图像显示立体中的点发出光。以此方式可创建三维物体的图像。该技术的一个缺点是遮挡，即不可能阻挡那些被其它物体遮蔽的点的点的光。于是，每个显示出的物体都是透明的。原则上，该问题可通过视频处理以及可能对观察者头部或眼睛位置的跟踪来克服。

在图 1 中示出了一种已知的立体显示器的实施例。该显示器由透明

晶体 10 组成，其中两个激光器 11、12（或更多个）在扫描。在激光束 13、14 相交的点 15 处，可通过上转换产生光 16，在该处通过吸收较低能量的多个光子（即从合成的激光束中）而发生较高能量的光子发射。这种类型的显示器昂贵并且复杂。需要特殊的晶体 10 和两个扫描激光器 11、12。此外，上转换并不是一个很有效的过程。

在图 2 中示出了可选的立体显示器 20 的实施例。该装置使用一种可在透明和漫射之间切换的材料，例如聚合物散布液晶（PDLC）或液晶凝胶体（LC-gel）。在三维栅格体积 21 中，晶粒（cell）22 可在这两种状态之间切换。典型地，体积 21 被从一个方向照亮。在照明中，光源 23 位于该栅格体积之下。如果晶粒 22 被切换到漫射状态，则光 24 沿所有方向漫射。

发明内容

本发明的一个目标是提供一种克服与现有技术装置相关的某些或全部问题的立体三维图像显示装置。

本发明的另一个目标是提供一种适用于在立体三维图像显示装置中在两个光学元件之间调节光程长度的装置。

本发明的再另外一个目标是提供一种光程长度调节器，用于改变输入光路和输出光路之间的光程长度。

通过在此描述的本发明的实施例，可实现这些目标中的某些或全部。

根据一个方面，本发明提供一种光程长度调节器，用于改变输入光路和输出光路之间的光程长度，其包括：

沿一光路以交替顺序排列的多个第一光学元件和第二光学元件，每个第一光学元件用于确定穿过该元件的光束的偏振态，且每个第二光学元件用于依据所选择的入射光束的偏振态来选择性地使入射到该元件上的光束透射或反射。

其中，在光路上由一个输入光束穿过的光程长度可通过选择一个特定的第二光学元件来改变，在该第二光学元件上将发生输入光束的反射，被反射的输入光束沿着输出光路射出。

根据另一方面，本发明提供一种用于产生三维立体图像的显示装置，其包括：

用于产生二维图像的二维图像显示板；

第一聚焦元件，用于将该二维图像投影到一个成像立体中的虚像；
和

用于改变显示板和投影第一聚焦元件之间的有效光程长度从而改变成像立体中虚像位置的装置，其中该用于改变有效光程长度的装置包括如上所述的光程长度调节器。

根据另一方面，本发明提供一种用于改变光程长度调节器中的输入光路和输出光路之间光程长度的方法，其包括以下步骤：

在输入光路上提供一个输入光束，并使其穿过沿着光路以交替顺序排列的多个第一光学元件和第二光学元件；

在每个有光束穿过的第一光学元件处，确定输入光束的偏振态；和
在每个有光束入射的第二光学元件处，根据所选择的入射光束的偏振态来透射或反射该光束；

其中，在光路上由输入光束穿过的光程长度可通过选择一个特定的第二光学元件来改变，在该第二光学元件上将发生输入光束的反射，被反射的输入光束沿着输出光路射出。

根据另一方面，本发明提供一种用于产生三维立体图像的方法，其包括以下步骤：

在一个二维图像显示板上产生一个二维图像；

利用一个第一聚焦元件，将一个二维图像投影到一个成像立体中的虚像；并且

根据如上所述的光程长度调节方法，改变该显示板和该投影聚焦元件之间的光程长度，从而改变虚像在成像立体中位置。

附图说明

现在将以实例方式并参照附图来描述本发明的实施例，其中：

图 1 示出了基于两个扫描激光器和一个上转换晶体的一个立体显示器的透视示意图；

图 2 示出了基于由聚合物散布液晶或液晶凝胶制成的可切换晶粒的一个立体显示器的透视示意图；

图 3 为一个用于解释其中使用了本发明的立体三维图像显示装置原理的示意图；

图 4 为一个表示立体三维图像显示装置的示意图，该显示装置包括根据本发明的一个显示板和一个光程长度调节器；

图 5 为一个立体三维图像显示装置的示意图, 该显示装置在一个显示板和一个聚焦元件之间使用一个光程长度调节器;

图 6 示出了根据本发明的一个光程长度调节器的透视示意图。

图 7 为表示图 6 中调节器的三个不同光路的示意图。

图 8 为配置有图 6 中调节器的组合的一个级联的光程长度调节器的示意图。

图 9 为用于图 5 中显示装置的控制系统的示意性功能方框图。

具体实施方式

图 3a 和 3b 示出了用于三维图像显示装置的某些基本原理。在图 3a 中, 通过一个菲涅耳镜 32 为一个小型显示板 31 提供一个相对较大的虚像 30。在图 3b 中, 通过一个菲涅耳透镜 37 为一个小型显示板 36 提供一个相对较大的虚像 35。虚像 30 或 35 出现在透镜之前的空气中。观众可将视线集中在图像 30 或 35 上, 并观察到它“浮”在空中。

图 4a 和 4b 示出了对图 3a 和 3b 布置的修改。如图 4a 中所示, 通过提供合适的有效光程长度调节器 43 来改变显示板 41 和菲涅耳镜 42 之间的有效光程长度。类似地, 如图 4b 中所示, 通过提供合适的有效光程长度调节器 48 来改变显示板 46 和菲涅耳透镜 47 之间的有效光程长度。

在前面的布置中, 有效光程长度调节器 43、48 是可变强度透镜; 在另一个实施例中, 该有效光程长度调节器是机械驱动装置, 该装置通过一个或更多光学元件的物理移动而在两个或更多光路之间切换。

然而, 本发明旨在两个或更多光路之间的电-光切换, 从而避免大量的运动部件。

在一般意义上, 应当指出, 镜 42 或透镜 47 通常可由任何光学聚焦元件替代或执行, 用于将显示板 41、46 的二维图像投影到位于成像立体 44 或 49 中的虚像 40 或 45。优选地, 镜 42 或透镜 47 是具有单一焦距的单个或复合光学聚焦元件, 以使平面显示板被成像到成像立体的单个平面中。

图 5 示出了根据图 4 原理的显示装置 50 的基本部件。二维显示装置或“光引擎”51 提供用于在像平面 55 处成像的光源。光沿着输入光路 52 传播到光程长度调节器 53, 并从光程长度调节器 53 经由输出光路 54 到达聚焦元件 57 (例如镜 42 或透镜 47), 该聚焦元件 57 将该二维图像投影到平面 55。

光程长度调节器 53 的操作可有效地移动像平面 55 的深度位置,如箭头 58 所示。光程长度优选地以三维图像显示帧频来周期性地调节。典型地,该帧频将为 50 或 60Hz。参考图 4,在一个三维图像帧周期(例如 1/50 秒)中,显示板 41 或 46 的虚像填充成像立体 44 或 49。在同一帧周期内,该显示板可被驱动,以改变被投影的图像,以使成像立体 44 或 49 内的不同深度接收不同的虚像。

应当理解,在一个优选的方面中,光程长度调节器 53 可有效地以三维帧频穿过成像立体 44 或 49 周期性地扫过基本上平面的二维显示板的基本上平面的虚像。在该三维帧周期内,该二维图像显示板以基本上高于三维帧频的二维帧频来显示连续的二维图像。

因而,在像立体 40、45 中的不同平面 40a、40b 或 45a、45b 处得到不同的图像,从而可以构造任何物体的三维图像。

该二维显示板可为任意合适的用于创建二维图像的显示装置。例如,它可以为一个多 LED(发光二极管)显示器或一个基于数字微镜装置(DMD)的投影显示器。

优选地,该显示板应足够快,以使在一个例如为 1/50 秒的帧周期内产生多个二维图像。例如,市场上可购得的数字微镜装置可达到 10,000 帧/秒的速度。如果使用 24 个二维帧来产生彩色和灰度效果,且需要 50Hz 的三维图像刷新速率,则可能在成像立体 44、49 中产生八个不同的像平面 40a、40b、45a、45b。

参照图 6 和图 7,其示出了根据本发明一个优选布置的光程长度调节器 53。该光程长度调节器 53 基于偏振开关 61 和反射偏振器 62。

在优选的布置中,开关 61 和偏振器 62 以交替顺序排列,以形成一个层叠堆块 60。优选地在堆块 60 内对于每个反射偏振器 62 有一个偏振开关 61。这里使用“偏振开关”的表述,以包括任何用于将特定偏振态选作输出的合适的装置,例如一个可被开通或者关断的偏振旋转器。该偏振开关 61 可为具有扭转向列 90 度结构或铁电效应晶粒、允许较高切换速度的单晶粒液晶板。偏振开关 61 通常依据施加的电场来提供一个具有两种可能偏振态之一的偏振光学输出。

这里使用“反射偏振器”的表述,以包括任何使一个偏振态的光透射而使另一(正交的)偏振态的光反射的合适的装置。反射偏振器的实例包括但不限于胆甾醇型偏振器、线栅偏振器和反射显示薄膜,比如

由 3M (www.3m.com) 生产的 Vikuiti™ 薄膜。前者计划用于圆偏振光，而后两者用于线偏振光。

在优选的布置中，反射偏振器 62 为一线栅偏振器 62a、62b、63c。线栅偏振器 62a、62b、63c 在一段时间已经被用于电磁波谱中的微波波段，然而，近来用于可见光波段的线栅偏振器 62a、62b、63c 已经由一个称为 Moxtek (www.moxtek.com) 的公司引入市场。线栅偏振器 62a、62b、63c 背后的理论是基于电磁感应和波的干涉，并概括如下。

线栅的功能是允许入射到平行线上的、具有垂直于该线方向的偏振态的光束穿过该栅格而被传输。它的发生是由于垂直于该线的光束的电场不能在该线中产生明显的电流。然而，具有平行于该线方向的偏振态的入射光束能够在该线中产生明显的电流，以激发该线中的电子，从而沿向前和向后方向辐射出光。向前辐射出的光消除向前传播的光，而向后辐射出的光作为反射波射出。

在优选的布置中，线栅偏振器 62a、62b、63c 在堆块 60 中被排列成具有平行的平面，并且线的方向垂直于前面的线栅偏振器例如 62a 和 62b 的线的方向。

可选地，在其它优选的布置中，线栅偏振器 62a、62b、63c 在堆块 60 中排列成使线的方向平行于前面的线栅偏振器的线的方向。

开关 61 和偏振器 62 可优选地安装在透明基板 63 上，以起到稳定和支撑作用，其中开关/基板的组合 61、63 形成一种类型的层，且偏振器/基板 62、63 形成另一种类型的层。基板 63 可为任意合适的具有低热膨胀系数的刚性且透明的材料，其包括但不限于玻璃和有机玻璃 (Perspex)。优选地，堆块 60 中该两种类型的层可以或者与相邻的层相接触，或者以一定距离相互间隔并通过插入介质隔开，该插入介质例如为但不限于空气、真空或其它透明介质。

任意合适的在凝固（即干燥）后透明的胶合剂或粘结剂可用于粘结堆块 60 中的层。可选地，该堆块中的层可通过任意合适的机械装置结合在一起，该机械装置的操作或者永久地或者可拆卸地将这些层牢固地夹紧在一起。

在那些反射偏振器 62 为反射薄膜的布置中，该薄膜典型地包括一个粘合层，使偏振器能够简单地粘合到堆块 60 中的基板 63 上。

在优选的布置中，堆块 60 由彼此粘结在一起的层构成，这是由于堆

块 60 比分离的层叠堆块更易于操作且更加坚固。此外，粘结的层叠堆块的生产更为容易，这是由于堆块可制成单一装置。下文提及的“堆块”是指粘结的和分离的层叠堆块两者，然而应当理解在示例的布置中是指粘结的层叠堆块 60。

堆块 60 具有一个优选地包括偏振开关的表面层。光沿着输入光路 52 被输入到堆块 60，该光路通过表面层进入堆块 60。堆块 60 中的最下层为基层，该基层的操作总是使入射光反射。优选地该层为一平面镜，但如果选择入射到该层上的光的偏振态，以使得总是发生反射，则可选地也可为一反射偏振器 62。

参见图 7，其示出了一个表示堆块 60 内可能光路的示例性堆块布置的示意图。在该布置中，线栅偏振器 62a、62b、62c 被布置成它们具有交替垂直的线方向。以示例方式，在图 7a 中，我们假定以输入光路 52 上一个输入的偏振光束开始，该光束例如具有偏振态 S（如输入光路上的圆圈所示，这些圆圈表示该光的电场矢量垂直于页的平面）。利用偏振开关 61a，可能确定输入光束的偏振态，即改变或者保持该偏振态，从而选择一个优选的偏振态。在图 7a 中，液晶晶粒被关断，从而输入光束在穿过晶粒之后保持偏振态 S。线栅偏振器 62a 被布置成使该线如图所示沿垂直于页的平面的方向行进。

因而，由于输入光束沿线的方向呈 S 偏振态，线栅偏振器 62a 充当反射器，以使输入光束从线栅偏振器 62a 反射回来，并在输出光路 54a 上射出。在此情况下，入射光束的偏振态被选择成对应于线栅偏振器 62a 的线的方向，从而使该特定线栅偏振器 62a 成为反射层。

在图 7b 中，如果第一偏振开关 61a 被导通，则 S 偏振的输入光束在穿过该晶粒 61a 之后将被转变成 P 偏振光（如输入光路上的短平行线标记所示，该标记表示光的电场向量位于页的平面之内）。由于线栅偏振器 62a 同前述布置，其线垂直于页的平面，该 P 偏振光穿透该线栅偏振器 62a。当第二液晶晶粒 61b 被关断时，该透射光束的偏振态得以保持。该透射光束穿过晶粒 61b，并入射到堆块 60 中的第二线栅偏振器 62b 上。然而，由于线栅偏振器被布置成使每个依次的线栅偏振器垂直于前面的那个线栅偏振器，因而在此例中该透射光束的偏振态平行于该线。

因而，该第二线栅偏振器 62b 充当一个反射器，以使透射光束从该第二线栅偏振器 62b 反射回来，穿过层 61b、62a、61a 并在输出光路 54b

上射出。在此情况下,该透射光束的偏振态被选择成对应于第二线栅偏振器 62b 的线的方向,从而使该特定线栅偏振器 62b 成为反射层。显然,这时输入光束穿过该堆块 60 至一更深的深度 d_1 ,从而使输入光路 52 和输出光路 54b 之间的光程长度相对于第一个例子改变了大约 $2d_1$ 。

在图 7c 中,该例子与图 7b 中的相同,直到由第一线栅偏振器 62a 透射的 P 偏振光束入射到第二液晶晶粒 61b 处。这里,第二液晶晶粒 61b 被接通,因而透射光束的偏振态从 P 偏振态转变为 S 偏振态。第二线栅偏振器 62b 被布置成使入射的 S 偏振光能透射,从而该 S 偏振光束穿过该第二线栅偏振器 62b。第三液晶晶粒 61c 被关断,因而在光束穿过晶粒 61c 时,该 S 偏振的透射光束的偏振态保持不变。然而,第三线栅偏振器 62c 被安排成使其线沿着如图所示的垂直于纸面的方向行进,因而该透射光束的偏振态平行于该线的方向。

因而,该第三线栅偏振器 62c 充当一个反射器,从而该透射光束从该第三线栅偏振器 62c 上反射回来,穿过层 61c、62b、61b、62a、61a,并在输出光路 54c 上射出。在此情况下,该透射光束的偏振态被选择为对应于第三线栅偏振器 62c 的线方向,从而使该特定线栅偏振器 62c 成为反射层。在此例中,输入光束穿过该堆块至一深度 d_1+d_2 ,从而使输入光路 52 和输出光路 54 之间的光程长度改变了约为 $2(d_1+d_2)$ 的距离,这比第二个例子的光程长度更长。

应当理解,一个输入光束在由一距离 d 隔开的两个层之间穿行时所传播的距离在某种程度上将依赖于光束的入射角。仅对于垂直入射,所传播的距离才会正好等于 d 。对于更倾斜的入射角,所传播的距离将大于 d 。因而,在有反射发生的先前例子中,输入光路 52 和输出光路 54 之间的有效光程长度对于垂直入射将等于 $2(d_1+d_2)$,而对于更大的入射角将大于 $2(d_1+d_2)$ 。

如果线栅偏振器 62a、62b、62c 被布置成使线的方向平行于前面的线栅偏振器的线的方向,则偏振开关 61a、61b、61c 的操作必须相应地被调整。在任一情况下,偏振开关 61a、61b、61c 的作用是选择入射到一特定线栅偏振器上的光束的偏振态,以使该光束依据线的方向而透射或反射。

在那些堆块 60 中反射偏振器为胆甾醇型偏振器的布置中,该偏振开关 61a、61b、61c 提供 180 度或 0 度的延迟,在各个偏振开关层上改变

光束的偏手性 (handedness) 或者保持该偏手性不变。

允许输入光束依次穿过堆块 60 的更多层的结果是：可增加输入光路 52 和输出光路 54 之间的有效光程长度。该有效光程长度可简单地通过在堆块 60 内选择所需的深度来改变，在该深度处发生来自特定反射偏振器 62 的反射。所有这些无需任何运动部件即可实现。

应当理解，一个特定堆块 60 内可获得的光程长度可通过选择支撑偏振开关 61 和反射偏振器 62 的基板 63 的厚度来预先选择。在优选的布置中，基板 63 的厚度可相同或可被改变。因而，通过优选地选择具有相同或可变厚度的层的特定组合，可在堆块 60 内获得多个有效光程长度。由于堆块 60 的本性和反射偏振器 62 的操作，对于每个反射偏振器 62a、62b、62c 有一个输出光路 54a、54b、54c。每个依次的反射偏振器 62a、62b、62c 产生各自的输出光路 54a、54b、54c，该输出光路 54a、54b、54c 被横向地放置并且平行于其它反射偏振器 62a、62b、62c 的输出光路 54a、54b、54c。然而，该情形并不适用于输入光束的垂直入射，此时输出光路重合。

在其它优选的布置中，一个特定堆块 60 内可获得的光程长度可通过选择基板 63 的折射率来预先选择。基板 63 的折射率可以优选地对于所有基板 63 均相同，或者不同的基板 63 具有不同的折射率。因而，通过为特定的基板 63 选择特定的折射率，输入光束可被折射，从而相对于另一个具有相同厚度但具有不同折射率的基板 63，穿过基板 63 一个更长的光程。

应当理解，在优选的布置中，如果堆块 60 中的每个反射偏振器 62 使入射到其上的光透射，或者换句话说，如果反射偏振器 62 均未被选择为使入射光反射，则该基层将只会总是接收入射光。

通过图 7 中的实例调节器，我们可在立体显示装置 50 中创建三个像平面 55。对于堆块 60 中每个依次的反射偏振器 62，可优选地创建一个附加的像平面。

如图 8 中所示，在级联的布置中，利用多于一个的调节器 53，可以创建更多的平面 55。这是一个优选的级联布置的实例，其包括具有相对表面层的两个堆块 60a、60b。通过选择第一堆块中反射偏振器和第二堆块中的反射偏振器的特定组合，利用级联布置能够选择多个有效光程长度。在所示实例中，该布置中许多光路之一是通过将第一堆块 60a 的第

三反射偏振器 62c 和第二堆块 60b 的第一反射偏振器 62d 均选择为反射型来确定的。通过选择一个输入光束在穿过该布置时所需的偏振态, 该光束可从该被选层上反射, 并沿如图所示的所期望的光路行进。应当理解, 任何数量的调节器 53 可按此方式级联, 以提供更多的有效光程长度, 导致更多的像平面 55。

应当理解, 级联布置中的堆块 60a、60b 在层数、基板厚度和折射率方面不必相同。

由于偏振开关 61 和/或反射偏振器 62 的吸收系数, 不同的有效光程可能造成亮度差异。这种吸收可利用光引擎显示器 51 的强度来补偿, 例如在一个供给到其上的视频信号中进行电子校正。

参见图 9, 示出了一个使用在此描述的光程长度调节器的整个立体图像显示装置连同控制系统一起的示意图。介于二维显示板 46 和聚焦元件 47 之间的光程长度调节器 120 (例如如上所述的调节器 53) 由光程长度控制电路 73 来控制。光程长度控制电路向每个偏振开关, 例如 61a、61b、61c 提供电驱动信号。显示驱动器 72 从图像发生器 71 接收二维帧图像数据。利用一个同步电路 74, 使连续的二维图像的显示与光程长度控制器的操作同步。

尽管在此描述的光程长度调节器的一个首要和重要的用途是在立体三维图像显示装置中的应用, 应当认识到该调节器可能在其它光学设备和装置中得到应用, 其中需要或期望便于对两个光学元件之间的光程长度进行电-光切换。由于可通过向每个偏振开关提供电控制信号来改变光程长度, 这样一种布置避免了对运动部件的需要。

其它实施例意图被包括在所附权利要求的范围之内。

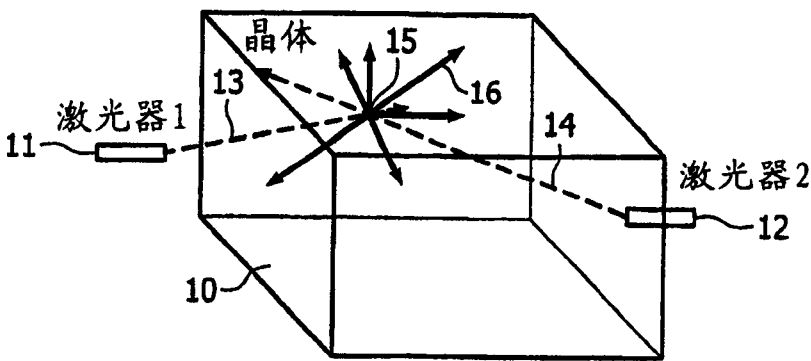


图 1

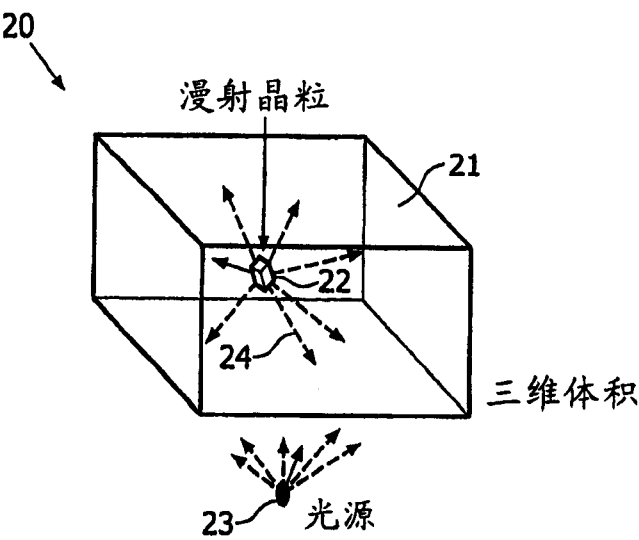


图 2

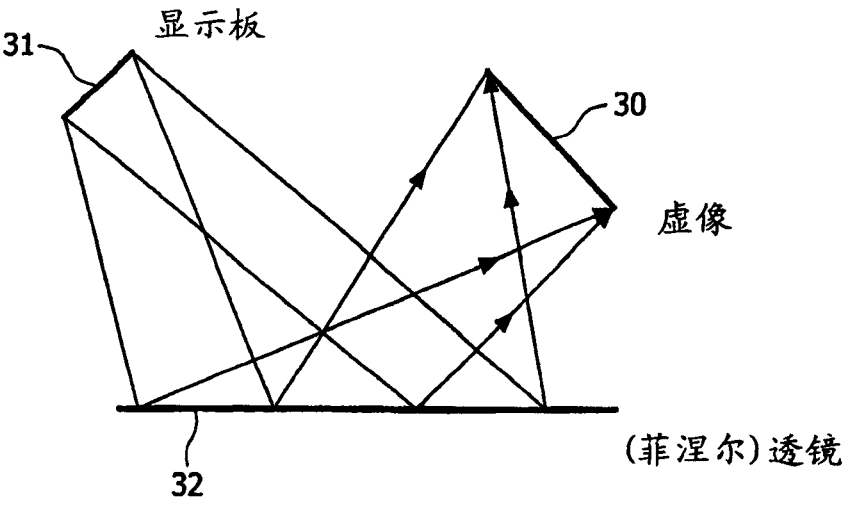


图 3a

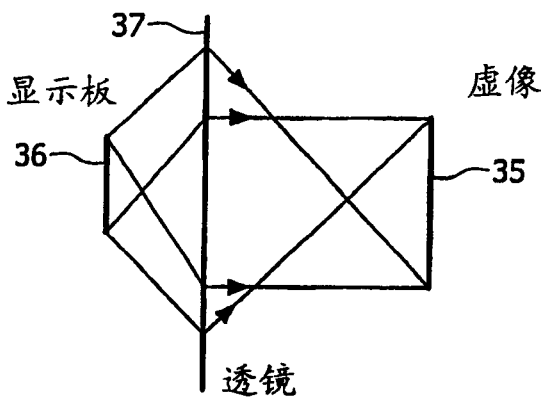


图 3b

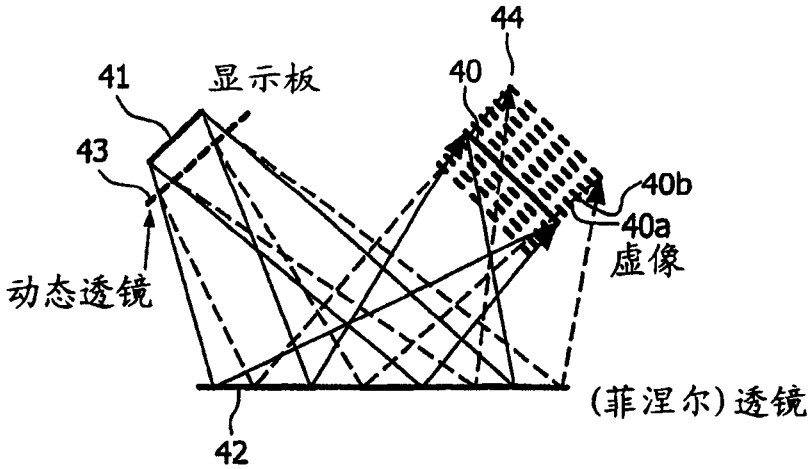


图 4a

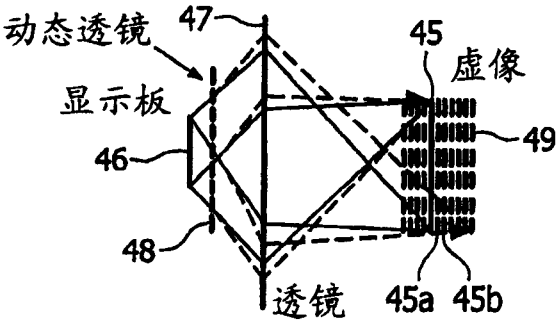


图 4b

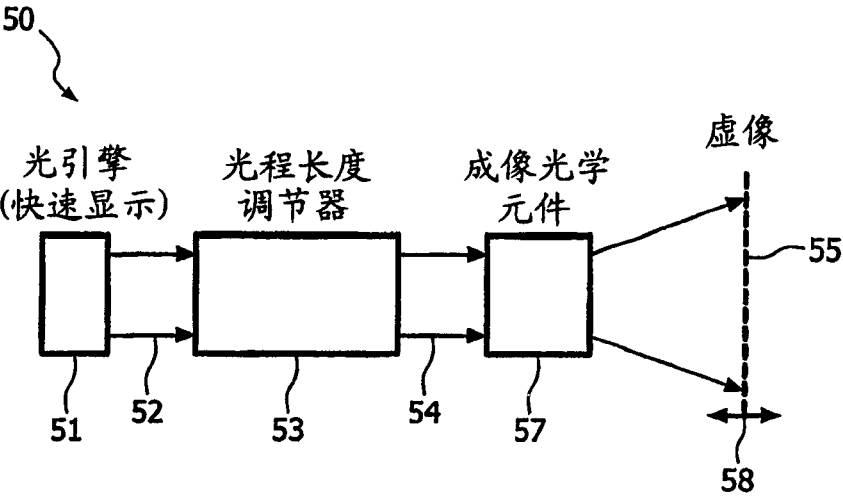


图 5

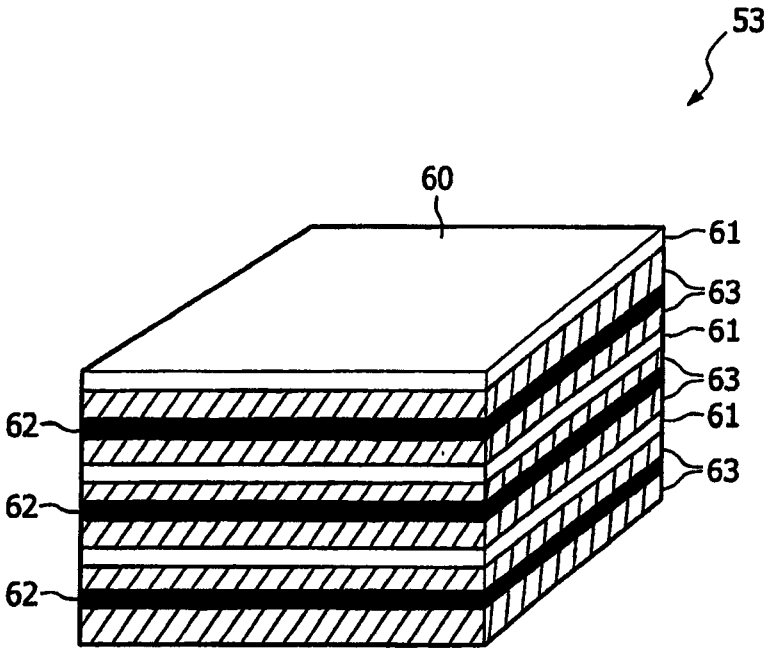


图 6

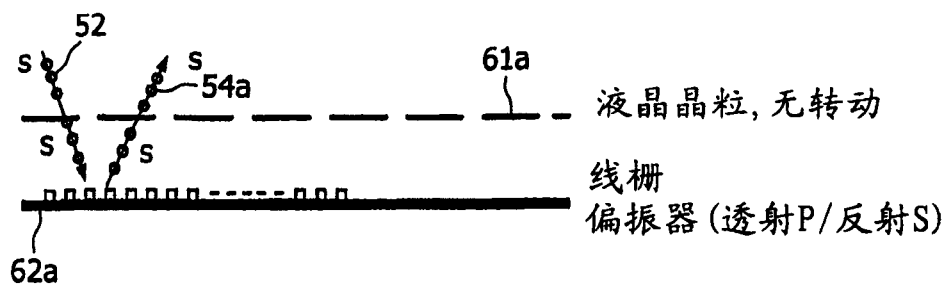


图 7a

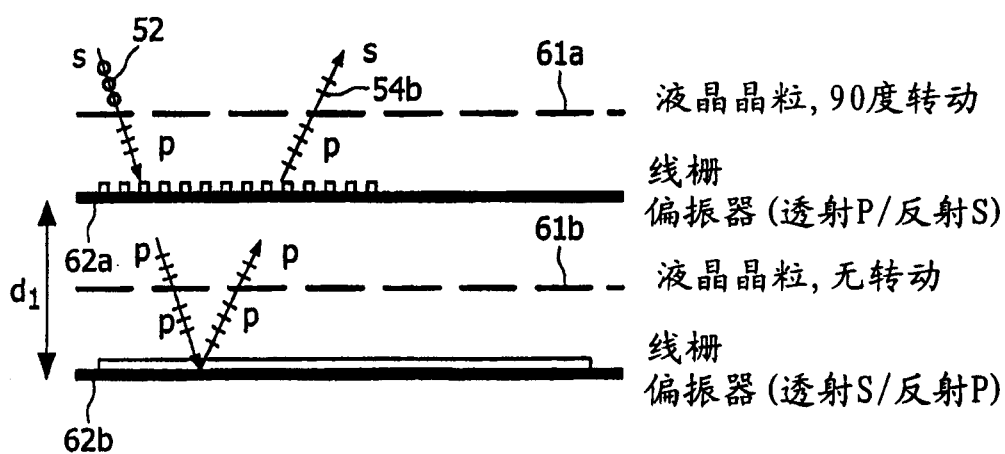


图 7b

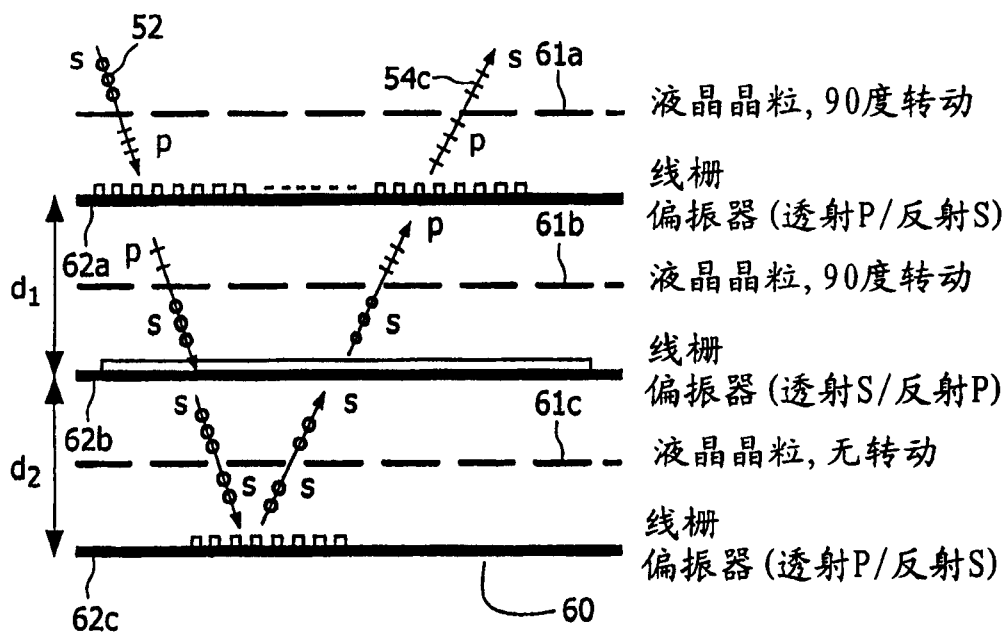


图 7c

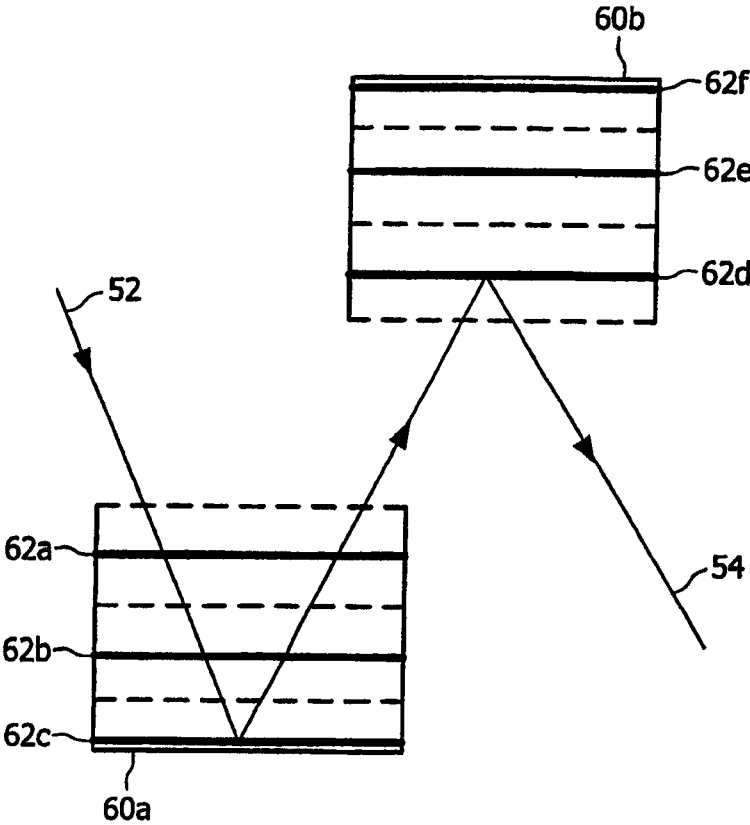


图 8

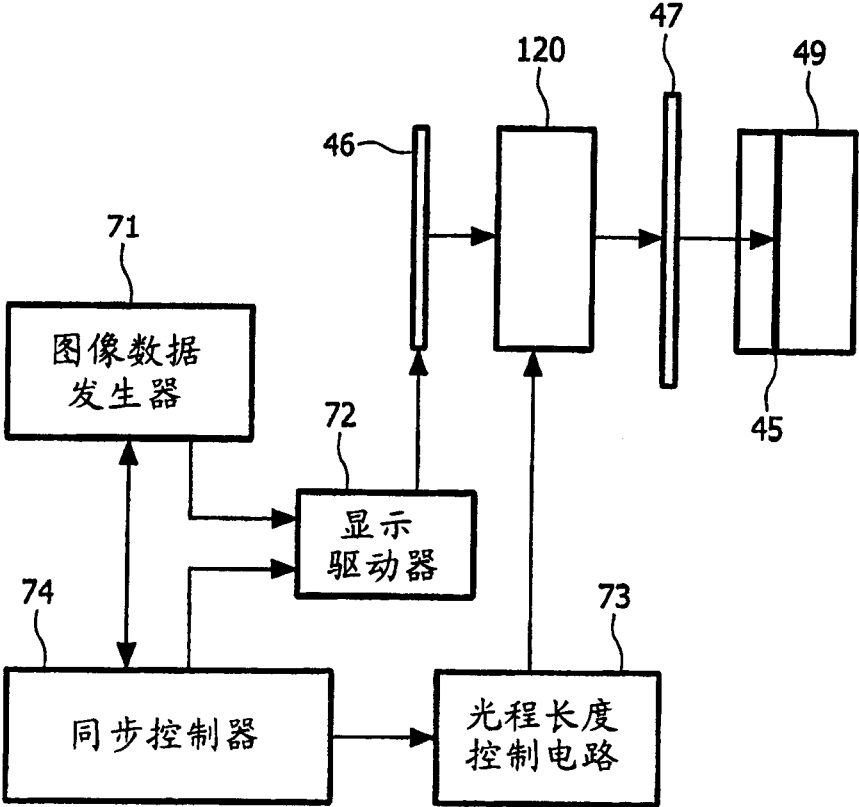


图 9