



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95105640.9

[43] 授权公告日 2003 年 6 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1110773C

[22] 申请日 1995.5.30 [21] 申请号 95105640.9

[30] 优先权

[32] 1994. 6. 2 [33] US [31] 08/254,388

[71] 专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 唐纳德·B·多尔蒂

[56] 参考文献

US 5278652A 1994.01.11 H04N5/00

WO 929065A1 1992.05.29 G09G3/34

WO 9409473A1 1994.04.28 G09G3/34

审查员 黄毅斐

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

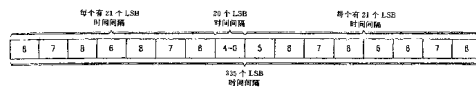
代理人 沈昭坤

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 在空间光调制器上显示像素数据帧的方法

[57] 摘要

提供用分割复位寻址的空间光调制器 (SLM) 做成脉宽调制图像显示系统的一种方法。如在通常的 PWM 方法中那样, 把帧周期分为多个时间片。然而, 时间片的总数以及时间片在图像数据之间的分配由把像素数据送至 SLM 的次数确定, 而不由二进制方案确定。



1. 在一帧周期内, 在具有可个别寻址的像素单元的空间光调制器(SLM)上显示像素数据的方法, 其特征在于, 所述方法包括下述步骤:

对于一图像帧中的每个象素, 接收一图像数据字, 每个图像数据字包括至少一个分段位和至少一个未分段位, 其中所述分段位将在至少两个不相邻的段时期内显示, 而所述未分段位将在单个时期内显示;

处理所述图像数据字, 形成多个位平面, 每个位平面由所述图像中每个象素的对等权重数据位组成;

显示所述未分段位中的最低有效位, 显示时间等于最小显示时间;

将每个分段位显示数个段时期, 每个段时期至少有  $n$  个最小显示时间, 其中  $n$  等于所述图像数据字中段数与未分段位的个数之和, 乘以复位组数, 再除以所述图像数据字中段数而得到的值; 并且

显示所述未分段位中的剩余位, 每个剩余位的显示时间等于所述最小显示时间的一个唯一倍数, 其中所述未分段位的所述显示时间之和等于所述段时期减去一个最小显示时间, 并且非所有位的持续时间相互呈二进制关系, 所述最小显示时间经选择使得所有段时期的持续时间与所有未分段位时期的持续时间之和小于或等于帧周期。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 用于显示所述未分段位之最低有效位的所述步骤包括在所述帧周期的中期显示所述未分段位的最低有效位。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 用于显示所述未分

段位之剩余位的所述步骤包括在所述帧周期的中期显示所述未分段位的剩余位。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，用于显示所述未分段位之最低有效位的所述步骤以及用于显示所述未分段位之剩余位的所述步骤包括在所述帧周期的中期显示所述未分段位的最低有效位和所述未分段位的剩余位。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，用于显示每个分段位的所述步骤包括将每个分段位显示一个段时期，所述段时期不是所述最低有效位时期的二进制倍数。

## 在空间光调制器上显示像素数据帧的方法

### 发明领域

本发明涉及用于图像显示系统的空间光调制器，特别涉及将图像数据装入空间光调制器。

### 背景技术

基于空间光调制器 (SLM) 的视频显示系统越来越多地用来替代用阴极射线管 (CRT) 的显示系统。SLM 系统提供高分辨率显示而没有 CRT 系统那样大的体积和功率消耗。

数字式微镜器件 (DMD) 是一种 SLM，并可用于直接观察或投影显示。DMD 具有一个由微型机械像素单元组成的阵列，每个像素单元都具有一个极小的镜子，它可以用电子信号个别寻址。根据其寻址信号的状态，每个镜子单元发生倾斜，从而使它反射或不反射光至成像平面。其他的 SLM 以类似的原理工作，它有一个像素单元阵列，每个单元可与其他像素单元同时发射或反射光，从而通过对像素单元寻址而不是对显示屏扫描来产生一完整图像。SLM 的另一个例子是具有个别驱动像素单元的液晶显示器 (LCD)。典型地，用装入存储单元从而同时对像素单元进行寻址的办法可以显示像素数据的每一帧。

为了能在白 (接通) 和黑 (断开) 之间得到当中的照度值，可采用脉宽调制 (PWM) 技术。基本的 PWM 方案包括首先确定将图像呈现给观察者的速率。这确定了帧速率和相应的帧周期。举例来说，在一标准的电视系统中，图像以每秒 30 帧的速率发送，且每帧持续约 33.3 毫秒。其次，建立每个像素单元的强度分辨率。在一个简单的例子中，假设分辨率是  $n$  位的，帧周期被分为  $2^n - 1$  个相等的时间片。对于 33.3 毫秒的帧周期和  $n$  位强度值，时间片是  $33.3 / 2^n - 1$

毫秒。

在得出了这些时间以后，对于每一帧的每个像素，量化像素强度，从而黑色是 0 个时间片，由最低有效位 (LSB) 所代表的强度值是一个时间片，而最大亮度是  $2^n-1$  个时间片。每个像素的量化强度确定了在一个帧周期内该单元的接通时间。这样，在一个帧周期中，每个具有大于 0 的量化值的像素要在与其强度相对应的的时间片数内接通。观察者的眼睛对像素亮度进行积累，从而使呈现的图像如同以光的模拟值产生的图像。

为对 SLM 寻址，PWM 要求将数据格式化“位平面”，每个位平面相应于强度值的一个位权重。这样，如果强度用一个  $n$  位的值来表示，则每一数据帧有  $n$  个位平面。每个位平面对于每个像素单元都具有 0 或 1 值，在前几个段落所描写的简单的 PWM 例子中，在一帧期间，每个位平面被分别装入，并根据它们相关的位平面对像素单元进行寻址。举例来说，代表每个像素 LSB 的位平面显示一个时间片，而代表最高有效位 (MSB) 的位平面要显示  $2^n-1$  个时间片。由于一个时间片仅为  $33.3/255$  毫秒，因此，SLM 必须能够在该时间内装入 LSB 位平面。装入 LSB 位平面的时间是“峰值数据率”。

高的峰值数据率对 SLM 的设计提出了高处理能力的要求。为减小峰值数据率，已设想出对上述装入方案的改进。这些装入方案只在减小显示图像的可见假象方面还可接受。

一种这样的改进采用一特别构造 SLM，它的像素单元被分为一些复位组，对这些组进行分别装入和寻址。这样做减小了任何一次装入的数据量，并允许在一帧周期内的不同时刻显示每个复位组的 LSB 数据。这一结构在第 08/002,627 号美国专利申请(代理人文件编号 TI-17333)(该项申请已转让给德克萨斯仪器股份有限公司)中作了描述。

### 发明内容

本发明的一个方面是对于脉宽调制的显示在具有可个别寻址的

像素单元的空间光调制器 (SLM) 上显示像素数据帧的一种方法。本发明对于任何的 SLM 都有用, 只要它的数据是按照位权重分配给帧周期的各部分。然而, 本发明对于使用诸如分割复位寻址等分割装入方法的 SLM 特别有用, 对于分割复位寻址来说, 每帧的装入次数随复位组数的增加而增加, 而使每帧的时间片数最少。对于典型的分割复位 SLM, 把每帧的像素数据格式化成为位平面, 每个位平面具有每个所述像素单元的一位数据, 每个位平面代表所述像素数据的一个位权重, 并且每个位平面具有一显示长度, 该显示长度是一个帧周期的一部分。把位平面子格式化 (sub-format) 成复位组, 每个复位组具有一组像素单元的数据, 这些数据要在与其他像素单元不同的时刻送至所述的 SLM, 但要在大体相同的帧周期内显示。位权重的一个或数个较高有效位的显示时间段具有不遵守二进制方案的显示长度。当装入每一段位平面或未分段的位平面时, 它将在一段显示时间内显示, 该段时间是从这些非二进制显示长度之和得出的。

本发明的一个技术上的优点在于它对于具有分割装入结构的 SLM 成功地实现了数据装入。由于比用先前方法有更长装入时间间隔因而每帧装入次数将增加。较长的装入时间间隔放宽了设计 SLM 的约束。

### 附图概述

图 1 和图 2 是图像显示系统的方框图, 每个系统具有一个 SLM, 该 SLM 是用按照本发明的分割复位 PWM 数据装入方法寻址的。

图 3 表示图 1 和图 2 的用于分割复位寻址的 SLM。

图 4 表示按照本发明显示像素数据的一个例子。

图 5 表示按照本发明显示像素数据的另一个例子。

### 本发明的详细描述

#### 对使用 PWM 的 SLM 显示系统的概述

在名为“标准独立数字化视频系统”的第 5,079,544 号美国专利、在名为“数字电视系统”的第 08/147,249 号美国专利申请(代理人文件编号为 TI-17855)、以及在名为“DMD 显示系统”的第 08/146,385 号美国专利申请(代理人文件编号为 TI-17671)中,对于基于 DMD 的数字显示系统作了详尽的描述。这些专利或专利申请都转让给德克萨斯仪器股份有限公司,它们都被包括在这里作为参考。下面结合图 1 和图 2 对这些系统加以讨论。

图 1 是一投影显示系统 10 的方框图,该系统采用一 SLM 15 以从一诸如广播电视信号的模拟视频信号产生实时图像。图 2 是一类似的系统 20 的方框图,在该系统中,输入信号已经是数字信号。在图 1 和图 2 中,只显示出对主屏幕像素数据处理有用的那些部件。而另一些部件,诸如可用来处理同步和音频信号或次要屏幕特性(诸如字幕等)的部件均未示出。

信号接口装置 11 接收一模拟视频信号并将视频、同步和音频信号加以分离。信号接口装置将视频信号送至模数转换器 12a 和亮度/色度(Y/C)分离器 12b,该分离器将数据转换为像素数据样本,并分别将亮度(“Y”)数据与色度(“C”)数据分离。在图 1 中,在 Y/C 分离之前,信号就转变为数字数据,但在其他实施例中,Y/C 分离可用模拟滤波器在 A/D 转换之前完成。

处理器系统 13 通过执行各种像素数据处理任务准备好显示用的数据。处理器系统 13 包括诸如场缓冲器和行缓冲器等对完成这些任务有用的任何处理存储器。由处理器系统 13 完成的任务可以包括线性化(用以对 $\gamma$ 校正进行补偿)、色空间转换以及行产生。完成这些任务的先后次序可以改变。

显示存储器 14 从处理器系统 13 接收经处理的像素数据。在输入或在输出处把数据格式化为“位平面”格式,并将位平面每次一幅传送至 SLM 15。位平面格式允许 SLM 15 的每个像素单元在某一时刻响应于一位数据的值而被接通或断开。在一典型的显示系统 10 中,显示存储器 14 是一“双缓冲”存储器,这意味着它具有的容

量至少可显示二帧。对于一显示帧的缓冲可被读至 SLM 15，而同时写入另一显示帧的缓冲。二个缓冲是以“乒乓”方式加以控制的，从而 SLM 可连续得到数据。

如在背景部分讨论的，来自显示存储器的数据是以位平面的方式送至 SLM 15 的。虽然是用 DMD 型的 SLM 来作此描述的，但也可以用其他类型的 SLM 来替代显示系统 10 中的 DMD 而用于这里描述的本发明。举例来说，SLM 15 可以是 LCD 型的 SLM。在名为“空间光调制器”的第 4,956,619 号美国专利(它已转让给德克萨斯仪器股份有限公司，并包括在此作为参考)中介绍了合适的 SLM 的详细信息。实质上，DMD 15 用来自显示存储器 14 的数据对它的像素单元进行寻址。DMD 15 阵列中的每个像素单元的“通”或“断”状态形成了图像。

在名为“用于脉宽调制显示系统的 DMD 构造和定时”的第 5,278,652 号美国专利中描述了一种在采用基于 DMD 的显示系统时对视频数据格式化的方法以及一种在 PWM 显示时的寻址方法。这一专利申请已转让给德克萨斯仪器股份有限公司，并包括在这里作为参考。在那里所讨论的某些技术，包括对像素单元块的清除、对于数据装入采用额外的“断开”时间以及对较高有效位以较短的段来显示的时间加以分割。这些技术可用于采用 PWM 的任何 SLM。

显示光学装置 16 具有从 SLM 15 接收图像和对诸如显示屏等成像平面加以照明的光学部件。对于彩色显示，可对每种颜色的位平面加以排序并与一色轮同步，该色轮是显示光学装置 16 的一部分。或者，可以把不同颜色的数据同时显示在三个 SLM 上，再用显示光学装置 16 加以合并。主定时装置 17 提供各种系统控制功能。

### 分割复位寻址

图 3 示出了 SLM 15 的像素单元阵列，作分割复位寻址用。虽然图中只明确示出一小部分像素单元 31 及其相关的存储单元 32，但如指出的那样，SLM 15 有像素单元 31 和存储单元 32 的更多的行和



列。一典型的 SLM 15 可以有数百或数千个这样的像素单元 31。

在图 3 的例中，以四个像素单元 31 为一组共享一个存储单元 32。如下面所说明的那样，这样做可将 SLM 15 分成由像素单元 31 组成的四个复位组。这些复位组的数据被格式化为复位组数据。这样，如果  $p$  是像素数目而  $q$  是复位组的数目，则一具有  $p$  个二进制数据的位平面被格式化为具有  $p/q$  个二进制数据的复位组。这些复位组将被“水平地”划分，其意思是指每隔四行的像素单元 31 属于同一个复位组。

名为“用于空间光调制器的像素控制电路”的第 08/002,627 号美国专利申请(代理人文件编号为 TI-17333)已转让给德克萨斯仪器股份有限公司，并列在这里作为参考。在该项申请中，描述了用于 DMD 的分割复位数据装入和寻址。这些概念通常也可用于 SLM。

图 3 示出单个存储单元 32 如何为多个像素单元 31 服务。像素单元 31 以双稳态方式工作。将像素的状态由“通”切换至“断”是这样控制的，即将一位数据装入其存储单元 32，并通过地址线 33 将一由该位指明的电压加至连于像素单元的地址电极。接着，采用经复位线 34 的复位信号，根据加至每个像素单元的电压，来切换像素单元 31 的状态。换言之，对于每组四个像素单元 31，送至它们的存储单元 32 的数据值是 1 或 0，即对这些像素单元 31 加上“+”或“-”电压。在复位线 34 上的信号决定该组中的哪个像素单元将改变状态。

分割复位寻址的一个方面在于，每一时刻只有整个 SLM 阵列的一个子集被装入。换言之，不是立刻装入整个位平面数据，而是在一个帧周期内在不同时刻装入该位平面数据的各复位组。复位信号决定了与一存储单元 32 相关的哪一个像素单元 31 将被接通或切断。

诸像素单元 31 被分成以四个像素单元 31 为一组的各个组，一组中的每个单元来自不同的复位组。每一组与一个存储单元通信。在水平分割复位实施例中，来自头四行(每一行属于一不同的复位

组)中每一行的像素单元 31 共享同一个存储单元 32。来自下四行中每一行的像素单元 31 亦共享一个存储单元 32。与单个存储单元 32 相关的像素单元 31 的数目称为该存储单元 32 的“扇出”。扇出可以是另外的某个数目。较大的扇出导致可用较少的存储单元 32 和减少在每个复位时间间隔中的装入次数据量,但需在每一帧中进行较多次的复位。

在四像素单元 31 构成的每一组中,由四根复位线 34 来控制像素单元 31 改变状态的时刻。把在这一组中的每个像素单元 31 连至不同的复位线 34。这就允许在一组中的像素单元 31 在与该组中的其他像素单元 31 不同的时刻改变其状态。这也允许以复位线 34 上的一个共用信号来控制整个复位组。

一旦某特定复位组中诸像素单元 31 的所有存储单元 32 已装入,复位线 34 就提供一复位信号使得那些像素单元 31 根据与它们相关的存储单元 32 中的数据而改变状态。换言之,虽然加至像素单元 31 的数据改变了,但在像素单元 31 接收到某一复位信号之前,它们仍将保持其电流状态。

按照各种正在不断探索的规则,设计出用于分割复位 SLM 的 PWM 寻址序列。一条规则是,在同一时刻不得对一个以上复位组装入次数据。换言之,对不同复位组的装入不得互相冲突。其他的“可选”规则在第 08/002,627 号美国专利申请(代理人文件编号为 TI-17333)中有描述,该项申请已转让给德克萨斯仪器股份有限公司,并包括在这里作为参考。

### 非二进制 PWM

本发明的一个特色是认为用于 SLM 的 PWM 不必受二进制约束。换言之,对于一个像素分辨率为每个像素  $n$  位的系统,不必像通常的 PWM 方法的情形那样,为显示位权重改变的位平面而分配的时间片数要遵照  $2^{n-1}, 2^{n-2}, \dots, 2^{n-n}$  方案。而是,位平面的时间片数可由其它的系统要求来确定。每个帧周期的时间片数也不必是  $2^n-1$ 。

在确定时间片的分配时，像素分辨率只是几个系统要求中的一个。另一个需考虑的系统要求是分割复位扇出。为描述本实施例起见，假设扇出为 16 个复位组。这样，如上面所说明的，对于每个位平面的数据是这样格式化的，从而使之能被装入 16 个不同的复位组中。

第三个应考虑的系统要求是每帧装入次数。在上面提到的第 5,278,652 号美国专利以及名为“具有分割复位寻址的空间光调制器脉宽调制”的第 08/259,402 号美国专利申请(代理人文件编号为 TI-18384)(它已转让给德克萨斯器股份有限公司，并包括在这里作为参考)中，都描述了一种把较高有效位的位平面的显示时间划分成段的方法。分段选用的位平面可以是除了最低有效位(LSB)的位平面之外的任何一个或数个位平面。一般，各个段具有相同的持续时间，但这并非必要条件。对于每个被分段的位平面，其各段的显示可以分布在整个帧周期内。当 SLM 具有分割复位寻址时，典型地，每个复位组按相同的方式分段，而其各段按与其他复位组的那些段相同的基本方式显示。

每帧的装入次数是段数加上未分段的位平面数，再乘以复位组数。举例来说，如果把 8 位像素数据的 4 个较高有效位分别分割成 8、4、2 和 1 段，则每帧的装入次数是  $(8+4+2+1+1+1+1+1)*16=304$ 。

每帧的装入次数不能超过每帧时间片数。还有，为允许最高位权重代表半强度，则装入次数必须可以以像素分辨率编码。这样，对于 8 位像素数据，如果每帧用通常的  $2^n-1$  个时间片，则因为 304 大于  $2^8-1=255$ ，所以上一段文章所述的分段方案无法实现。

然而，如果像素分辨率增加至 9 位，分段方案就能够实现。虽然对于每个复位组每帧的装入次数要增加一次，或  $(8+4+2+1+1+1+1+1+1)*16=320$ ，但这个数目可以以 9 位编码。如下面将要说明的，每帧的时间片数是从这个装入次数得出的，而不是由  $2^n-1$  约束得出的。

如在技术背景中指明的，对 SLM 的 PWM 是以用每个帧周期的“时

间片”来分配显示时间为特征的。由于在单个时间片内装入和显示代表 LSB 的位平面,因此一个时间片通常称为一个“LSB 时间间隔”。一个时间片的持续时间,以时间为单位,是由将帧周期除以时间片数确定的。这里“显示长度”是指分配给一个位平面特定段或者一个未分段位平面的时间片数,而“显示时间”是指时间片数与 LSB 时间间隔的乘积。

为确定每帧的时间片数,并从而确定一个 LSB 时间间隔的持续时间,就要确定每段的最小显示长度。这一最小显示长度可由每帧装入次数除以较高有效位的段数而确定如下:

$$\text{段显示长度} = 320 / (8+4+2+1) = 21.33$$

去掉小数的结果,21,就是分配给每段的“LSB 时间间隔”的最小数目。段的长度可以比装入次数除以段数的数目更大些,但这里为了举例起见,假设一段的显示长度是 21 个 LSB 时间间隔。

五个较低有效位的显示长度可以用任何的方式来分配,只要它们代表五个短于段显示长度的强度值即可。为获得最佳发光效率,这五个较低有效位的显示长度之和应等于段的长度减去一个 LSB 时间间隔。在此实施例的描述中,对五个较低有效位在 0 与 20 之间加权。一种这样的加权方式是 8, 5, 4, 2 和 1, 它们分别代表了 4—0 位的 LSB 时间间隔。

每帧 LSB 时间间隔的最小数目现在可由所有的段的长度与未分段的位平面长度之和来确定。在这里的实施例中:

$$N = (8*21) + (4*21) + (2*21) + 21 + 8 + 5 + 4 + 2 + 1 = 335 \text{ LSB 时间间隔}$$

现在可将帧周期划分为时间片。典型地,为获得最佳发光效率,时间片数要与总显示长度相同,即 N 个 LSB 时间间隔。这样,在这里的实施例中,对于帧周期 T,每个时间片是 T/335。然而,可以为了各种目的,诸如在第 5,278,652 号美国专利中描述的“切断 LSB 时间间隔”等,可以对每帧加上额外的时间片。额外的时间片还可以对应于“接通”LSB 时间间隔。“接通”时间间隔用于增加显示亮度(在损害对比度的情况下)。当 LSB 显示时间间隔太短以致于整

个复位组的数据不能装入 DMD 时，“断开”和“接通”时间间隔一般都会出现。这时，在 LSB 显示时间间隔结束时，所有反射镜都会“断开”或“接通”并在装入数据时保持此状态。在任何情形中，总显示长度(这里是 335)是每帧时间片的最小数目。

图 4 和图 5 表示对一分割复位 SLM 作 PWM 时显示数据的方法的二个例子。此方法包括按本发明将帧周期划分为时间片。如上所述，LSB 时间间隔的数目主要由每帧的装入次数来确定。在这些例子中，时间片数与 LSB 时间间隔数相等。

在图 4 中，对于较高有效位(5—7 位)的显示长度加以分段，而这些段分布在整个帧周期内。较低有效位(0—4 位)的显示长度未被分段，并在帧周期的中间被装入和显示。典型地，每个复位组都按这个相同的序列来显示，而每个复位组的装入用一个时间片错开以免冲突。未分段显示长度(0—4 位)是个例外，其装入序列可随复位组不同而改变，以避免冲突。然而，这不是本发明的一个要求，而装入序列可以随复位组的不同而改变。

图 5 示出按照本发明的分割复位 PWM 寻址方法的第二个例子。如在图 4 中那样，对于每个复位组，以一预定数目的时间片来显示那些段和未分段的显示长度。然而，较低有效位的数据显示在整个帧周期内发生而不是集中在帧的中间。

虽然结合了特殊的实施例对本发明作了描述，但并不意味着可在局限的意义上解释这一描述。对已描述的实施例作的各种变更以及其他的实施例，对于熟悉本领域的人来说是显而易见的。因此，打算以所附的权利要求来包罗属于本发明实际范围的所有变更。

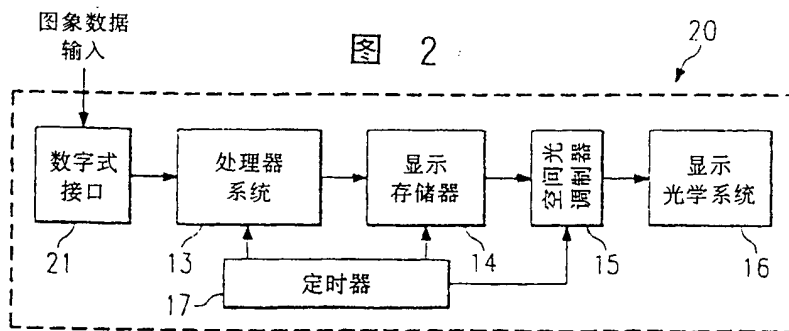
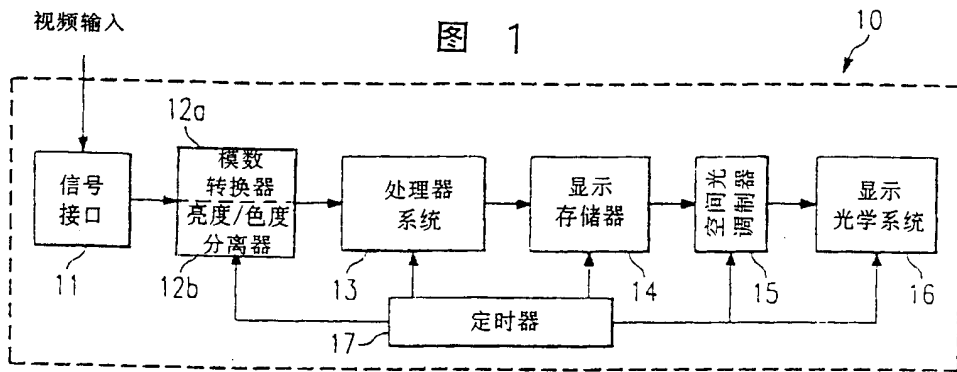


图 3

