



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98103376.8

[45] 授权公告日 2004 年 5 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1150503C

[22] 申请日 1998.7.2 [21] 申请号 98103376.8

[30] 优先权

[32] 1997. 7. 2 [33] JP [31] 177387/1997

[71] 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

[72] 发明人 秋元修 田中义礼

审查员 潘宁媛

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

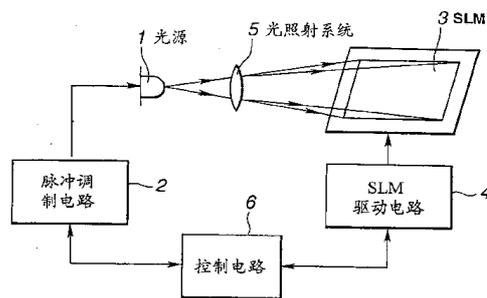
代理人 王忠忠 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 15 页

[54] 发明名称 图像显示装置和方法

[57] 摘要

提供一种图像显示装置和方法，其即使利用进行双态的光调制的空间光调制也能按照渐变的光强得到满意的显示。利用空间光调制器 3 对来自光源 1 的光进行调制，该调制器以对应于需显示的图像的像素数据的方式对其中每一像素处的光进行调制。当空间光调制器 3 中的像素状态变化时，关断光源 1。当空间光调制器 3 中的像素状态稳定时，来自光源 1 的光脉冲照射到空间光调制器 3 上以显示图像。



1. 一种图像显示装置，包含：

5 空间光调制器，其中形成有众多像素，并按双态的方式对与需显示的图像中的像素数据相对应的其中的每一像素上的光进行调制；以及

光源，该光源在空间光调制器中形成的任何两个像素的状态变化的过程中被关断，当所述两个像素的状态稳定时，光源向空间光调制器照射光脉冲，所述光源受脉冲调制装置控制；

10 所述空间光调制器在每一像素处对来自光源的光脉冲进行调制以显示图像。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述光源将具有对应于需显示的图像的光强变化宽度的光脉冲照射到空间光调制器上。

15 3. 如权利要求 1 所述的装置，其中的在一对应于需显示的图像的光强变化的时间内，空间光调制器将其中的像素保持在稳定状态。

4. 一种图像显示装置，包含：

20 空间光调制器，其中形成有众多像素，并按双态的方式对与需显示的图像中的像素数据相对应的其中的每一像素上的光进行调制；以及

光源，该光源在空间光调制器中形成的像素的状态变化的过程中被关断，当像素状态稳定时，光源向空间光调制器照射光脉冲，所述光源受脉冲调制装置控制；

25 所述空间光调制器在每一像素处对来自光源的光脉冲进行调制以显示图像，并使脉冲的时间宽度对应于需显示的图像的光强变化；

其中在使像素保持在稳定状态的时间内，光源照射两个以上光脉冲。

5. 如权利要求 4 所述的装置，其中根据需显示的图像光源将

数目可变的光脉冲照射到空间光调制器上。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其中在一对应于需显示的图像的光强变化的时间内，空间光调制器将其中的像素保持稳定状态。

5 7. 如权利要求 5 所述的装置，其中在像素状态保持在稳定状态的时间范围内光源在均匀分布的各时间点发出光脉冲。

8. 如权利要求 4 所述的装置，其中根据照射时间长度和光强的乘积，光源将光量可调的光脉冲照射到空间光调制器上。

9. 一种图像显示方法，包含的步骤有：

10 在空间光调制器中，形成众多像素，并按双态的方式对与需显示的图像中的像素数据相对应的其中的每一像素上的光进行调制；以及

在空间光调制器中形成的任何两个像素的状态变化的过程中关断光源以改变所述两个像素的状态，当所述两个像素的状态稳定时，光源向空间光调制器照射光脉冲；

15 在空间光调制器中，在每一像素处对来自光源的光脉冲进行调制以显示图像。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其中的光源将具有对应于需显示的图像的光强变化的宽度的脉冲照射到空间光调制器上。

20 11. 如权利要求 10 所述的方法，其中在一对应于需显示图像的光强变化的时间内，空间光调制器将其中的像素保持在稳定状态。

12. 一种图像显示方法，包含的步骤有：

在空间光调制器的每一像素处对来自光源的光进行调制，该调制器以双态的方式对应于需显示的图像的像素数据对光进行调制；

25 在空间光调制中的像素状态变化的过程中关断光源；以及

在空间光调制器中的像素状态稳定时来自光源的光脉冲照射到空间调制器上，

其中，光源将具有对应于需显示的图像的光强变化的宽度的脉冲照射到空间光调制器上，

在其中像素保持在稳定状态的时间，光源照射两个以上的光脉冲。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其中根据需显示的光强光源将可变数目的光脉冲照射到空间光调制器上。

5 14. 如权利要求 13 所述的方法，其中在对应于需显示的图像的光强变化的时间内，空间光调制器将其中的像素保持在稳定状态。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中在像素状态保持在稳定状态的时间范围内光源按均匀的各时间点发出光脉冲。

10 16. 如权利要求 12 所述的方法，其中根据照射时间长度和光强的乘积光源将可调光量的光脉冲照射到空间光调制器上。

图像显示装置和方法

5 技术领域

本发明涉及一种用于显示图像的装置和方法,其利用一空间光调制器通过对来自光源的入射光进行调制来显示图像,这种调制器对在图像的每一像素处的光按双状态(binary)方式进行调制。

背景技术

10 各种利用液晶板作为一空间光调制器的液晶显示装置作为图像显示装置已广为使用,这些装置利用对在其每一像素的光进行调制的空间光调制器,通过对来自光源的入射光进行调制来显示图像。很多这类常规的图像显示装置属于使用 TN 液晶或 STN 液晶作为液晶板的类型,液晶状态连续变化,对光强进行调制。然而,这些液晶板响应速度慢,不能高速工作。

15 为了解决常规液晶板的这些问题,提出一种空间光调制器,其由一种能够快速工作的光调制材料例如铁电液晶(FLC)制成。然而,该光调制材料例如 FLC 难于连续改变状态,并且通常仅取两种状态。因此,利用这种光调制材料的空间光调制器进行的光调制仅使光通过和关断,即进行

20 双态光调制。
为了在利用这种空间光调制器的图像显示装置中按逐渐变化的光强显示,利用控制入射光通断的空间光调制器进行脉宽调制。人眼具有视觉暂留效应,使得作用在眼睛上的入射光量被积分,这种积分的结果是按光强被识别的。这样,如果能够按照足够高速度进行脉宽调制,人眼会这样

25 识别入射光,即好像该光的光强是渐变的。
图 1 表示这些图像显示装置的基本概念。光源 101 通过光照射用光学系统 102 将光照射到空间光调制器 103 上。由空间光调制器 103 反射的光由一光投影用光学系统 104 投影到屏幕 105 上。因此,在屏幕 105 上显示图像。光源 101 是连续通电的以便形成具有预定光强的光,并由该使光源

30 101 的光通断的空间光调制器 103 对来自光源 101 的光进行脉宽调制。应

当认识到，虽然在图 1 中的空间光调制器 103 是反射型的，但其也可以是透射型的。

图 2 表示在上述图像显示装置中采用的用于实现按渐变光强显示的脉宽调制的基本原理。图 2 表示由空间光调制器 103 实行的调制方式与由人眼可识别的光强（可识别的亮度）之间的相互关系。如图所示，人眼会对由空间调制器 103 反射和调制的光量进行积分，并识别该积分值当作光强。因此，即使实际的光强是恒定的，由于由空间光调制器 103 所反射的光脉冲的宽度是变化的，由人眼识别的光强将对应于脉冲宽度变化的幅度而变化。因此，通过控制空间光调制器 103 的调制方式，就能够进行光调制。

然而，如在图 3A 中所示，如果在空间光调制器 103 的平面内的一个区域中的特性（性能）A 与在另一具区域中的特性（性能）B 不同，即如果在空间光调制器 103 的通/断特性方面存在平面内的变化，则由空间光调制器 103 所调制的光的光强响应由一个区域到另一个区域是变化的，导致由人眼识别的光强是变化的。更具体地说，如果空间光调制器 103 由一个区域到另一个区域的平面内特征是变化的，由于以通过脉冲宽度调制实现光强调节为依据，光脉冲的强度和形状也将由一个平面内的区域到另一个区域是变化的，使得光强将是不均匀的。

若使在空间光调制器 103 的平面内的特性完全均匀就能解决这一问题。然而，要使在空间光调制器 103 的平面范围内的特性完全均匀是极为困难的。因此，利用常规的图像显示装置难于消除由于空间光调制器 103 的特性的不均匀的平面内分布所造成的光强不均匀。

对于数目增加的亮度持续有限的时间的脉宽调制，必须要降低最小脉冲宽度。例如，在一种通常的图像显示装置中，一屏图像的显示时间约为 16 毫秒，应在这一段时间内进行脉冲宽度调制，以按渐变的光强进行显示。假设在 16 毫秒的时间内实现脉宽调节，如果光强数据为 8 比特（bit）并且具有 256 亮度级，则所需最小脉冲宽度须为 62 微秒。倘若光强数据为 10 比特，并具有 1024 亮度级，则最小脉冲宽度须为 15 微秒。

更具体地说，为了利用脉宽调制按照渐变的光强显示图像，最小脉冲宽度应为几十微秒。由于 TN 液晶和 STN 液晶的响应速度为几毫秒到几

百毫秒，最小脉冲宽度不可能为几十微秒。对比起来，光调制材料（例如 FLC）可达到的最小脉冲宽度为几十微秒。然而，即使使用具有高响应速度的光调制材料，例如 FLC，也需要利用很高的电压来激励光调制材料，以便达到这样小的最小脉冲宽度。即对于激励光调制材料的要求是很难满
5 足的。因此，在利用一能对光进行双态调制的空间光调制器的常规图像显示装置中的脉宽调制不能按照渐变的光强满意地显示图像。

发明内容

因此，本发明的目的是通过提供一种图像显示装置和方法来克服上述在先技术存在的缺点，这种装置和方法，即使利用能提供双态的光或光调
10 制的空间光调制器，也能按照渐变的光强满意地显示图像。

根据本发明通过提供一种图像显示装置来实现上述目的，该装置包含：一空间光调制器，其中形成有多个像素并以双态方式对应于所要显示的图像中的像素数据对在其中的每一像素处的光进行调制；一个光源，其在空间光调制器中形成的像素状态变化的过程中关断光源，而在像素状态
15 稳定阶段光源将光脉冲照射到空间光调制器上；来自光源的光脉冲由空间光调制器在每一像素处进行调制以显示图像。

还通过提供一种图像显示方法来实现上述目的，根据本发明该方法包含如下的步骤：在空间光调制器中的每一像素处对来自光源的光进行调制，该光调制器以双态方式对应于要显示的图像中的像素数据对光进行调
20 制；在空间光调制器的像素状态变化过程中关断光源；并且在空间光调制器中的像素状态是稳定的阶段将来自光源的光脉冲照射到空间光调制器上。

根据本发明，在空间光调制器中的像素状态变化的阶段光源被关断，以及当空间光调制器中的像素处于稳定状态时光脉冲照射到空间光调制
25 器上。即根据本发明，在空间光调制器中的像素状态变化时不显示图像。因此，即使在空间光调制器中的像素状态变化的阶段存在平面内的特性变化，将不会使所要显示的图像在空间光调制器中的像素状态变化的阶段存在平面内的特性变化，将不会使所要显示的图像中的光强不均匀。

此外，根据本发明，对照射到空间光调制器上的光脉冲进行调制以便
30 形成渐变的光强。因此，根据本发明，即使利用不能快速响应的空间光调

制器也能得到渐变的光强。

由图 16A 和 16B 可以看出人眼对光量的积分作用 and 将积分的数值识别作为光强。因此, 根据本发明, 可以考虑仅针对光脉冲的光量的积分值而不是对脉冲宽度、脉冲数目、脉冲强度、脉冲形状和脉冲位置进行光脉冲调制。就是说, 照射到空间光调制器上的光脉冲的光量可以根据照射时间的长度和照射强度的乘积通过调节脉冲宽度、光脉冲数目、脉冲强度、脉冲形状等进行调节。

附图说明

结合附图通过对本发明的优选实施例的如下详细介绍, 将会使本发明这些目的和其它目的、特征和优点变得更加明显, 其中:

图 1 是为说明图像显示装置的构成画出的概念性示意图;

图 2 是表示在上述图像显示装置中为了实现按渐变的光强显示的脉冲宽度调制的基本原理解释图;

图 3A 和 3B 一起表示空间光调制器中由一个区域到另一个区域的平面内特性变化所引起的光强的不均匀, 其中图 3A 表示在空间光调制器中的不同的区域特性, 而图 3B 表示空间光调制器的响应特性和可识别的光强之间的关系;

图 4 表示根据本发明的图像显示装置结构的一个实例;

图 5 表示根据本发明的图像显示装置结构的另一个实例;

图 6 表示在按 16 种亮度级显示光强的图像的显示过程中第一到第四个位面 (bit planes) 是如何顺序显示的;

图 7A 表示按照 4 个位面是如何显示具有 16 种亮度级的一个图像的。

图 7B 表示按照 5 个位面是如何显示具有 16 种亮度级的一个图像的。

图 7C 表示按照 6 个位面是如何显示具有 16 种亮度级的一个图像的;

图 8 是用于解释怎样按照空间光调制器的改进的特性变化来驱动该调制器的时间关系图, 表示在像素状态变化期间怎样关断光源以及仅当像素状态稳定时怎样接通光源的;

图 9 是本发明的第一实施例的解释性附图, 表示在由光源照射的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系;

图 10 是本发明的第二实施例的解释性附图，表示在由光源照射到空间光调制器的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系；

5 图 11 是本发明的第三实施例的解释性附图，表示在由光源照射到空间光调制器的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系；

图 12 是本发明的第四实施例的解释性附图，表示由光源照射到空间光调制器的光脉冲，由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系；

10 图 13 是本发明的第五实施例的解释性附图，表示在由光源照射到空间光调制器的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系；

图 14 是本发明的第六实施例的解释性附图，表示在由光源照射到空间光调制器的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系；

图 15 是本发明的第七实施例的解释性附图，表示在由光源照射到空间光调制器的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系；

20 图 16 是本发明的第八实施例的解释性附图，表示在由光源照射到空间光调制器的光脉冲、由空间光调制器形成的显示状态以及由人眼可识别的亮度级之间的相互关系。

具体实施方式

下面参照图 4 说明根据本发明的图像显示装置的第一实施例。该图像显示装置指定用作为 TV 接收机、计算机监视器、便携式终端等的显示装置。由图可看出，其包含：一发出光脉冲的光源 1、一对来自光源 1 的光脉冲进行调制的脉冲调制电路 2、一空间光调制器 3，在其每一像素处对来自光源 1 的光脉冲进行调制、一用于驱动空间光调制器 3 的空间光调制器驱动电路 4、一光照射用的光系统 5，将来自光源 1 的光脉冲照射到空间光调制器 3；一控制脉冲调制电路 2 和空间光调制器驱动电路 4 的控制电路 6、一显示屏（在图 4 中未显示），由空间光调制器 3 调制的光投影

到其上，以及一光投影用的光学系统（在图上未表示），将由空间光调制器 3 调制的光投影到显示屏上。

为了利用图像显示装置显示图像，将图像的数据提供到控制电路 6。控制电路 6 根据所提供的图像数据控制脉冲调节电路 2 和空间光调制器驱动电路 4。脉冲调制电路 2 受控制电路 6 控制以驱动光源发出光脉冲。另一方面，由控制电路 6 控制空间光调制器驱动电路 4，以便驱动空间光调制器 4。

在脉冲调制电路 2 的控制之下，光源 1 如上所述发出光脉冲。更具体地说，来自光源 1 的光脉冲的宽度、数目等受脉冲调制电路 2 控制，后面将进一步讨论。应当认识到，光源 1 可以是卤族（元素）灯、金属卤化物灯、氙灯、发光二极管等。对于大屏幕的图像显示装置，卤族元素灯、金属卤化物灯、氙灯等是适用的，因为其能提供足够的光量。此外，对于要用于便携式终端的图像显示装置，发光二极管适于用作光源 1，由于其能方便地满足较小屏幕和低功率消耗的要求。

为了显示彩色图像，光源 1 应当是能够发出与光的三基色相对应的红、绿和蓝色光脉冲，并且为了利用红、绿和蓝色光脉冲来显示图像应是分时的。对于与三基色对应的红、绿和蓝色光脉冲，可以对各自的颜色使用三种独立的光源。另外，可使用分色镜之类将来自一光源的光脉冲分离为红、绿和蓝色光脉冲。

由光源 1 发出的光脉冲通过光照射用的光学系统 5 照射到空间光调制器 3。在空间光调制器 3 中的每一像素处对光脉冲进行调制。这一空间光调制器 3 由能够快速工作的光调制材料例如 FLC 制成，在其中形成有众多像素。由驱动电路 4 驱动空间光调制器 3，以便以双态方式对应于要显示的图像中的像素数据对在调制器 3 的每一像素处的光进行调节，在此之后，将由空间光调制器 3 在每一像素处调制的和反射的光通过该光投影用的光学系统投影到屏幕上，从而在屏幕上显示图像。

应指出，如前面所述的，空间光调制器 3 可以是反射型的或者是透射型的。反射型的空间光调制器可以设计成，将用于在空间光调制器的每一像素处驱动空间光调制器的存储元件之类配置在光反射表面相反的侧，存储元件不限制像素的有效口径。即在反射型空间光调制器中，每一像素的

有效口径可以增加。另一方面，由于透射型空间光调制器可以省去光照射用的和光投影的光学系统，故图像显示装置可以设计成较薄结构。更具体地说，通过在透射型空间光调制器的背后处设置背照明以及利用出自背照明的并通过空间光调制器的光显示图像，可以使图像显示装置变得非常薄。

根据本发明，在空间光调制器 3 中形成的像素的状态变化期间。光源 1 被关断，而当在空间光调制器 3 中形成的像素的状态稳定时，来自光源 1 的光脉冲照射到空间光调制器 3 上。为了实现上述作用，如图 4 中所示，脉冲调节电路 2 连接到图像显示装置中的光源 1 上，使得由光源 1 发出的光脉冲由脉冲调制电路 2 来调制。然而，在本发明中，关断光源 1 意指来自光源 1 的光将不到达注视正显示的图像的人眼，也不是光源实际上必须关断。

为此，用作光开闭器的光调制器 7 可以配置在光源 1 和光照射用的光学系统 5 之间，代替脉冲调制电路 2 装设一开闭器驱动电路 8 以便控制光调制器 7，如图 5 中所示。在这种情况下，光调制器 7 将由光源 1 发出的并入射到空间光调制器 3 上的光形成成为脉冲。通过利用由开闭器驱动电路 8 控制光调制器 7 的开闭时间，按照光脉冲的宽度、数目等控制照射到空间光调制器 3 的光脉冲。应指出，可以将机械式开闭器用作光调制器 7，不过利用声光调制元件（AOM）无需机械操作的光调制器也适合于光调制器 7。

下面，将讨论利用前述图像显示装置怎样利用渐变的光强来显示。应指出，在下文将“亮度级”将简称为“级”，并且每一像素的级数据为 4 比特。以举例的方式介绍按照 16 级的显示。

在如下的介绍中，将需按照 16 级显示的一个图像的显示（周期）时间（period）取作为一个区段（field）。在常规的图像显示装置中，一个区段为 16 毫秒。具有 16 级的一个图像由至少四种光强彼此不同的图像组成。这样一种图像称之为“位面”。一个位面的显示（周期）时间称之为“子区段（sub-field）”。就是说，一个具有 16 种级的图像至少由 4 位面组成。当具有 16 种级的一个图像由 4 个位面组成时，一个区段由 4 个子区段组成。

为了显示具有 16 级的图像，如在图 6 中所示，在第一子区段 SF1 的时间内的时间点 t 首先显示第一位面 BP1。接着，在第二子区段 SF2 的时间内的时间点 $t+SF1$ ，显示第二位面 BP2。然后，在第三子区段 SF3 的时间内的时间点 $t+SF1+SF2$ ，显示第三位面 BP3。接着，在第四子区段 SF4 的时间内的时间点 $t+SF1+SF2+SF3$ ，显示第四位面 BP4。在位面 BP1 到 BP4 显示之后，将再次按顺序显示下一图像中的各位面。

现在假设，在各子区段之间的时间比 SF1: SF2: SF3: SF4=1: 2: 4: 8。因此，作为一个图像显示第一位面 BP1，由人眼可识别的亮度级为 1。对于第二、第三和第四位面，这些级分别为 2、4 和 8。通过将这四位面重叠，可以按照 16 种级显示图像。即当连续显示这四个位面 BP1、BP2、BP3 和 BP4 时，在余象效应作用下，人眼可以按照 16 种级识别显示图像。

上面已经讨论了其中的一具有 16 级的图像由 4 位面组成的实例。然而，应当认识到一个具有 16 级的图像可以由五或更多的位面组成。即在上述实例中，一个区段被分成为 4 个子区段 SF1、SF2、SF3 和 SF4，以及在每一子区段中显示位面 BP1、BP2、BP3 和 BP4。如图 7A 中所示。然而，这些子区段和位面可以进一步进行再细分，如图 7B 和 7C 所示。应当指出，子区段和位面的数目以及子区段和位面的排列顺序并不限于如在图 7A、7B 和 7C 中所表示的上述实例中的那一些，而是可以自由地确定的。

在图 7B 中所表示的实例中，第四位面进一步分成为位面 BP4A 和 BP4B，第四子区段持续时间内显示第四位面 BP4，该第四子区段细分为子区段，SF4A 和 SF4B。按照 SF4A、SF1、SF2、SF3 和 SF4B 的顺序排列各子区段，并且按照 BP4A、BP1、BP2、BP3 和 BP4B 的顺序显示各位面。

在图 7C 所示的实例中，第三位面 BP3 进一步分成为位面 BP3A 和 BP3B，第四位面 BP4 进一步分成为位面 BP4A 和 BP4B。此外，第三子区段 SF3 细分为子区段 SF3A 和 SF3B，在第三子区段 SF3 的持续时间内显示位面 BP3，以及第四子区段（在其持续时间内显示第四位面 BP3A）细分为子区段 SF4A 和 SF4B。按 SF4A、SF3A、SF1、SF2、SF3B 和 SF4B 的顺序排列各子区段，而按 BP4A、BP3A、BP1、BP2、BP3B 和 BP4B 的

顺序显示各位面。

按常规为了按渐变的光强显示，如上所述，光源总是按照预定的光强维持发光，以高速驱动空间光调制器，以便调节每一位面的光强，即每一位面的显示时间。与之对比，根据本发明，由光源 1 所发出的光呈脉冲状
5 并进行脉冲调制以便调制光强。下面将详细讨论来自光源 1 的光怎样形成脉冲以及怎样作为图像显示。

根据本发明，在像素状态变化期间关断光源，而仅当像素状态稳定时接通。这一点表示在图 8 中。在这一实例中，空间光调制器 3 为反射型，其利用具有状态存储特性的光调制材料。即当重新写入像素时只要施加驱
10 动电压就够了以及其后即使使驱动电压为零也能维持像素状态。

在图 8 中所示的时间关系图中，以举例的方式表示两个像素 m 和 n。图 8 表示由光源发出的光、施加到空间光调制器 3 以改变像素 m 的状态的驱动电压、施加到空间光调制器 3 以改变像素 n 的状态的驱动电压、空间光调制器 3 中关于像素 m 的部分的状态、空间光调制器 3 中关于像素 n
15 的部分的状态、由空间光调制器 3 中的像素 m 反射的光、由空间光调制器 3 中的像素 n 反射的光等量的随时间变化。

由图 8 可以看出，在该像素 m 和 n 的状态变化的时间（过渡时间）段光源 1 被关断。仅对于所有像素 m 和 n 均处于稳定状态的时间段（状态稳定的时间）才接通光源 1。

20 通常，空间光调制器中的所有像素的特性是不均匀的，它们的响应特性由一个区域到另一个区域的平面内是变化的。因此，如果空间光调制器对其中的不同像素 m 和 n 施加相同的驱动电压，像素 m 和 n 很可能以不同的方式响应，这种情况是可能产生的。即，即使像素 m 和 n 被施加相同的驱动电压，它们很可能彼此呈现不同的状态。因此，当在过渡时间段
25 中显示图像时，将产生光强不均匀性。

根据本发明，对于过渡时间（段）关断光源 1，使得不显示图像。因此，即使在过渡时间段中像素 m 以与像素 n 不同的方式响应，这样的差别也不会对图像显示有影响。因此，即使在空间光调制器 3 中产生平面内的特性变化，仍可显示一无光强不均匀和具有优异质量的图像。

30 进而，根据本发明，仅当像素状态稳定时，才能对照射到空间光调制

器 3 上的光脉冲进行调制,以便按照很多级进行显示。下面参照本发明的 8 个实施例介绍脉冲调制。

应当认识到在如下的实施例中,为了按照 16 级显示将采用上述四位
面 BP1、BP2、BP3 和 BP4。就是说,在第一子区段 SF1 的持续时间内显
5 示第一位面 BP1,其中由人眼可识别的亮度级为 1。在第二子区段 SF2 的
持续时间内显示第二位面 BP2,其中由人眼可识别的亮度级为 2。在第三
子区段 SF3 的持续时间内显示第三位面 BP3,其中的由人眼可识别的亮度
级为 4。在第四子区段 SF4 的持续时间内显示第四位面 BP4,其中的由人
眼可识别的亮度级为 8。

10 此外在下面进一步讨论的本发明的各实施例中,将介绍按照 16 个亮
度级的显示,这一级数目是相对小的。然而,本发明当然可以按照或多或
少的级进行显示。特别是,本发明的优点在于,按照增加的级数目即使空
间光调制器不能快速响应也可以显示图像。例如,对于空间光调制器 3
中的每一像素可以指定 8 比特的级数据,以便按 256 个级显示图像。此外,
15 对于每个像素可以指定 10 (这样的)位,以便按照 1024 个级显示图像。
这些都是易于实现的。

在如下的实施例中,为了介绍和表示简化,针对具有 16 个级的一个
图像中的四个位面。然而,还应当认识到,根据本发明,具有 16 个级的
一个图像当然可以由 5 个或更多个位面组成,如图 7 中所示。

20 第一实施例

根据这一实施例,所有的子区段确定具有相同的时间长度,并对来自
光源的光脉冲进行脉宽调制,如图 9 中所示。

还应当指出,利用在图像显示装置中的脉冲调制电路 2 按预定的时间
控制光源 1 的接通和关断,从而调制光脉冲,如图 10 所示。此外,在图
25 6 中所示的图像显示装置中,通过利用开闭器驱动电路 8 控制光调制器 7
按时通断,实现光脉冲调制。对于第二到第七实施例上述情况也是正确
的,接着对第一实施例的解释将介绍第二到第七实施例。

如图 9 中所示,在第一实施例中,在每一子区段的延续时间内来自光
源 1 的经调制以具有与每一位面相对应的宽度的光脉冲照射到空间光调
30 制器 3。即,对于第一子区段 SF1,对照射到空间光调制器 3 上的光脉冲

调制使之具有的宽度为 t 。对于第二子区段 SF2 照射的光脉冲的脉冲宽度为 $2 \times t$ ，对于第三子区段照射的光脉冲的脉冲宽度为 $4 \times t$ ，对于第四子区段 SF4 则为 $8 \times t$ 。

由于上述调制的结果，由人眼可识别的第一位面 BP1 的级为 1，对第二位面 BP2 则为 2，对第三位面 BP3 为 4，对第四位面为 8。如前所述，将这些位面 BP1、BP2、BP3 和 BP4 彼此重叠，以便按 16 个级显示图像。

为了增加用于显示图像的级的数目，需要增加对于一个区段显示的位面的数目。在常规的图像显示装置中为实现相同的目的，应降低子区段的时间以增加位面数目。然而，由于空间光调制器的响应速度是受限制的，降低子区段时间也会受到限制。因此，在常规的图像显示装置中难于增加用于图像显示的级的数目。

另一方面，根据这一实施例，调制光脉冲以改变每一位面的级，与子区段的时间长度无关。因此，即使当为了在光调制器 3 的正常工作，要保证子区段时间长度足够长，也能够增加亮度级不同的位面的数目。因此，根据本发明，能够按照比以经更多的级显示图像。

第二实施例

根据这一实施例，而在对来自光源 1 的光脉冲进行脉宽调节时，子区段的时间是变化的，如图 10 所示。

更具体地说，第一子区段 SF1 和第二子区段 SF2 的时间确定为 t_1 ，第三子区段 SF3 和第四子区段的时间确定为 $2 \times t_1$ ，即为第一和第二子区段 SF1 和 SF2 的时间 2 倍长。在这些长度不同的时间范围内，经调制以使宽度对应于每一位面的光脉冲由光源 1 照射到空间光调制器 3 上。

此外，对于第一子区段 SF1，对照射到空间光调制器 3 上的光脉冲进行调制，使其宽度为 t 。对于第二子区段 SF2，经调制宽度为 $2 \times t$ 。对于第三子区段 SF3，经调制宽度为 $4 \times t$ 。对于第四子区段 SF4，经调制宽度为 $8 \times t$ 。

由于进行上述调制的结果，由人眼可识别的第一位面 BP1 的级为 1，第二位面 BP2 为 2，第三位面 BP3 为 4，第四位面为 8。正如前面已介绍的，通过将各位面 BP1 到 BP4 彼此重叠，按 16 种级显示图像。

如图 10 中所示，子区段的时间长度是变化的，以便降低由光源 1 照

射较小宽度的光脉冲的位面的光源的关断时间，因此，使得能够以较高的效率利用光。由于降低了关断时间，可以抑制由于来自光源 1 的光的脉冲引起的图像闪烁。

5 应注意，在各子区段之间的时间长度之比并不限于上述实例，而是可以自由确定。

第三实施例

根据这一实施例，确定所有的子区段。使之具有相同的时间长度，对来自光源 1 的光脉冲进行脉宽调制，由光源 1 对于一个子区段发出二个光脉冲，如图 11 所示。即根据本发明，由光源 1 向空间光调制器 3 发出两个经调制的光脉冲，使得其宽度对应于在每一子区段的时间内的各位面。

更具体地说，对于第一子区段 SF1，在两个时间点按照预定的间隔，宽度为 $t/2$ 的光脉冲照射到空间光调制器 3 上，如图 11 所示。对于第二子区段 SF2，宽度为 t 的光脉冲按照预定的间隔两次照射到空间光调制器 3 上。对于第三子区段 SF3，宽度为 $2 \times t$ 的光脉冲按照预定的间隔两次照射到空间光调制器 3 上。对于第四子区段 SF4，宽度为 $4 \times t$ 的光脉冲按照预定的间隔两次照射到空间光调制器 3 上。

由于进行上述脉冲调制的结果，由人眼可识别的第一位面 BP1 的级为 1。对于第二位面 BP2 为 2，对于第三位面 BP3 为 4，对于第四位面 BP4 为 8。如前面已介绍的，通过将各位面 BP1 到 PB4 彼此重叠，可按 16 种级显示图像。

如图 11 中所示，在一个子区段时间内光脉冲一次之上照射到空间光调制器 3 上，以便降低光源 1 被持续关断的时间，因此，可以有效地利用子区段时间。由于持续关断的时间降低，可以抑制由于来自光源 1 的光的脉动所引起的图像闪烁。

25 在图 11 所示的实施例中，在一个子区段时间内两次发出光脉冲。然而，应当认识到，如果按照足够高的速度接通和关断光源 1，在一个子区段时间内可以三次以上发出光脉冲。

第四实施例

根据这一实施例，确定所有的子区段使之具有相同的时间，在如图 30 12 的每一个子区段的时间内改变照射到空间光调制器 3 的光脉冲数。

更具体地说, 对于第一子区段 SF1, 宽度为 t 的光脉冲一次照射到空间光调制器 3 上。对于第二子区段 SF2, 宽度为 t 的光脉冲按预定的间隔四次两次照射。对于第三子区段 SF3, 宽度为 t 的光脉冲按预定的间隔照射。对于第四子区段 SF4, 宽度为 t 的光脉冲按预定的间隔八次照射。

5 由于进行上述脉冲调制的结果, 由人眼可识别的位面 BP1 的级为 1。对于位面 BP2 为 2, 对于位面 BP3 为 4, 对于位面 BP4 为 8。正如上文所介绍的, 通过将各位面 BP1 到 BP4 彼此重叠, 可按 16 个级显示图像。

在这一第四实施例和下面将讨论的第五到第八实施例中, 在一个区段时间内改变脉冲的数目, 而脉冲宽度保持不变。这种脉冲调制的优点是能
10 比脉宽调制更精确地调制。

第五实施例

根据这一实施例, 子区段时间是变化的, 同时对于每一子区段时间照射到空间光调制器上的光脉冲数目是变化的, 如图 13 中所示。

就是说, 第一和第二子区段 SF1 和 SF2 的时间确定为 t_1 , 第三和第四子区段 SF3 和 SF4 的时间确定为 $2 \times t_1$, 即为第一和第二子区段 SF1 和 SF2 的时间的 2 倍。对于每一子区段时间, 由光源 1 照射到空间光调制器
15 3 上的光脉冲的数目是变化的。

更具体地说, 对于第一子区段 SF1, 宽度为 t 的光脉冲一次照射到空间光调制器 3 上。对于第二子区段 SF2, 宽度为 t 的光脉冲按预定的间隔
20 两次照射到空间光调制器 3 上。对于第三子区段 SF3, 宽度为 t 的光脉冲 4 次照射到空间光调制器 3 上。对于第四子区段 SF4, 宽度为 t 的光脉冲按预定的间隔 8 次照射到空间光调制器 3 上。

由于进行上述脉冲调制的结果, 由人眼可识别的第一位面 BP1 的级为 1, 对于第二位面 BP2 为 2, 对于第三位面 BP3 为 4, 对于第四位面 BP4
25 为 8。如上所述, 将这些位面 BP1、BP2、BP3 和 BP4 彼此重叠, 以按照 16 种级显示图像。

如图 13 中所示, 子区段的长度是变化的, 以对于由光源 1 照射较少数目的光脉冲的一位面降低光源关断时间, 因此, 使得能以更高的效率利用光。由于来自光源 1 的光的脉冲引起的图像闪烁可以得到抑制。

30 应注意, 在各子区段之间的时间长度并不局限于上述的实例, 而是

可以自由确定。

第六实施例

根据这一实施例，所有的子区段具有相同时间长度，设想将子区段时间除以 2，对于各子区段分别按照不同数目的光脉冲照射空间光调制器，
5 如图 14 所示。应注意，对于子区段的除法运算的除数并不局限为 2，而是可以自由确定。

根据这一实施例，对于第一子区段 SF1 的前半部，宽度为 $t/2$ 的光脉冲一次照射到空间光调制器 3 上。对于后半部，宽度为 $t/2$ 的光脉冲一次照射到空间光调制器 3 上。对于第二子区段 SF2 的前半部，宽度为 $t/2$ 的光脉冲两次照射到空间光调制器 3 上，对于后半部，宽度为 $t/2$ 的光脉冲两次照射到空间光调制器 3 上。对于第三子区段 SF3 的前半部，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 4 次照射到空间光调制器 3 上，对于后半部宽度为 $t/2$ 的光脉冲 4 次照射到空间光调制器 3 上。对于第四子区段 SF4 的前半部，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 8 次照射到空间光调制器 3 上，对于第四子区段 SF4 的后半部，
15 宽度为 $t/2$ 的光脉冲 8 次照射到空间光调制器上。

由于进行上述脉冲调制的结果，由人眼可识别的第一位面 BP1 的级为 1，对于第二、三、四位面 BP2、BP3 和 BP4，由人眼可识别的级分别为 2、4 和 8。通过将这些位面 BP1 和 BP4 彼此重叠，可按 16 种级显示图像。

20 如图 14 所示，一个子区段再细分为多个子区段，预定数目的光脉冲照射到每个再细分的子区段，使得光源 1 被持续关断的时间可以降低，因此可以更有效地利用光。由于降低关断时间，可以抑制由于来自光源 1 的光的脉动所引起的图像闪烁。

第七实施例

25 根据这一实施，所有的子区段具有相同的时间长度，对于每一子区段时间，照射到空间光调制器 3 上的光脉冲的数目是变化的，如图 15 所示。在子区段时间范围内，在近于均匀分布的时间点发出光脉冲。

根据本发明的第七实施例，所有的子区段的时间都具有预定的长度。由一时间点到另一时间点的时间确定为 t ，在前一时间点，空间光调制器
30 3 中的每一像素的状态达到稳定，在后一时间点，空间光调制器 3 中的每

一像素的状态开始改变，即在一时间点上下一个位面开始。应当认识到，如果在空间光调制器 3 达到稳定以后，在一子区段开始后实现光脉冲的第一（次）照射，则时间 t 可以与子区段时间相同。

在空间光调制器 3 中的每个像素达到稳定以及第一位面 BP1 显示在空间光调制器 3 上的时间确定为 S_1 ，在空间光调制器 3 中的每个像素达到稳定以及第二位面 BP2 显示在空间调制器 3 上的时间点确定为 S_2 ，在空间光调制器 3 中的每个像素达到稳定以及第三位面 BP3 显示在空间光调制器 3 上的时间点确定为 S_3 ，在空间光调制器 3 中的每个像素达到稳定以及第四位面 BP4 显示在空间光调制器 3 上的时间点确定为 S_4 。

10 根据第七实施例，对于第一子区段 SF1，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 2 次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S_1+t/3$ 以及在时间点 $S_1+2\times t/3$ 分别照射光脉冲。

对于第二子区段 SF2，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 4 次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S_2+t/5$ ，在时间点 $S_2+2\times t/5$ ，在时间点 $S_2+3\times t/5$ 以及在时间点 $S_2+4\times t/5$ 分别照射光脉冲。

对于第三子区段 SF3，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 8 次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S_3+t/9$ 、在时间点 $S_3+2\times t/9$ ，在时间点 $S_3+3\times t/9$ ，在时间点 $S_3+4\times t/9$ ，在时间点 $S_3+5\times t/9$ ，在时间由 $S_3+6\times t/9$ ，在时间点 $S_3+7\times t/9$ ，在时间点 $S_3+8\times t/9$ 分别照射光脉冲。

20 对于第四子区段 SF4，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 16 次照射空间光调制器 3。在时间点 $S_4+t/17$ ，在时间点 $S_4+2\times t/17$ ，在时间点 $S_4+3\times t/17$ ，在时间点 $S_4+4\times t/17$ ，在时间点 $S_4+5\times t/17$ ，在时间点 $S_4+6\times t/17$ ，在时间点 $S_4+7\times t/17$ ，在时间点 $S_4+8\times t/17$ ，在时间点 $S_4+9\times t/17$ ，在时间点 $S_4+10\times t/17$ ，在时间点 $S_4+11\times t/17$ ，在时间点 $S_4+12\times t/17$ ，在时间点 $S_4+13\times t/17$ ，在时间点 $S_4+14\times t/17$ ，在时间点 $S_4+15\times t/17$ ，在时间点 $S_4+16\times t/17$ 分别照射光脉冲。

30 由于进行上述脉冲调制的结果，由人眼可识别的第一位面 BP1 的级为 1，对于第二位面 BP2 的级为 2，对于第三位面 BP3 的级为 4，对于第四位面 BP4 的级为 8。如先前所介绍的，通过将各位面彼此重叠，可按 16 种级显示图像。

如图 15 中所示, 根据本发明, 在整个子区段时间范围内, 在近于均匀分布的各时间点发出光脉冲以降低光源 1 持续关断的时间, 因此可以有效地利用了区段时间。由于降低了持续关断的时间, 可以抑制由于来自光源 1 的光的脉动引起的图像闪烁。

5 第八实施例

根据这一实施例, 子区段时间的长度是变化的, 同时对于第一子区段时间, 照射到空间光脉冲的数目也是变化的, 如图 16 所示。此外, 在整个子区段时间范围内, 在近于均匀分布的各时间点发出光脉冲。

下面假设第一和第二子区段 SF1 和 SF2 的时间为 t , 对第三和第四子区段的时间则为 $2 \times t$ 。此外, 假设在一时间点 S1, 空间光调制器 3 中的每一像素达到稳定以及第一位面 BP1 显示在空间光调制器 3 上。此外假设在一时间点 S2, 空间光调制器 3 中的每一像素的状态达到稳定并在空间光调制器 3 上显示第一位面 BP2。另外, 假设在时间点 S3, 空间光调制器 3 上的每一像素的状态达到稳定并在空间光调制器 3 上显示第一位面 BP3。还假设在时间点 S4, 空间光调制器 3 中的每一像素达到稳定状态并在空间光调制器 3 上显示第一位面 BP4。

应注意, 在各子区段之间的时间比并不局限于上述值, 而是可以自由确定。

如果在上述相同的假设条件下, 在空间光调制器 3 的过渡过程中照射第一光脉冲, 在第一和第二子区段 SF1 和 SF2 的时间内, 空间光调制器 3 的稳定状态的时间长度最好应为 t , 而在第三和第四子区段 SF3 和 SF4 的时间内的对应值最好为 $2 \times t$ 。

根据这一实施例, 对于第一子区段 SF1, 宽度为 $t/2$ 的光脉冲两次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S1+t/3$, 在时间点 $S1+2 \times t/3$ 分别照射光脉冲。

对于第二子区段 SF2, 宽度为 $t/2$ 的光脉冲 4 次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S2+t/5$, 在时间点 $S2+2 \times t/5$, 在时间点 $S2+3 \times t/5$, 在时间点 $S2+4 \times t/5$ 分别照射光脉冲。

对于第三子区段 SF3, 宽度为 $t/2$ 的光脉冲 8 次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S3+2 \times t/9$, 在时间点 $S3+4 \times t/9$, 在时间点 $S3+6 \times t/9$, 在

时间点 $S3+8 \times t/9$ ，在时间点 $S3+10 \times t/9$ ，在时间点 $S3+12 \times t/9$ ，在时间点 $S3+14 \times t/9$ ，在时间点 $S3+16 \times t/9$ 分别照射光脉冲。

对于第四子区段 SF4，宽度为 $t/2$ 的光脉冲 16 次照射到空间光调制器 3 上。在时间点 $S4+2 \times t/17$ ，在时间点 $S4+4 \times t/17$ ，在时间点 $S4+6 \times t/17$ ，
5 在时间点 $S4+8 \times t/17$ ，在时间点 $S4+10 \times t/17$ ，在时间点 $S4+12 \times t/17$ ，在
时间点 $S4+14 \times t/17$ ，在时间点 $S4+16 \times t/17$ ，在时间点 $S4+18 \times t/17$ ，在
时间点 $S4+20 \times t/17$ ，在时间点 $S4+22 \times t/17$ ，在时间点 $S4+24 \times t/17$ ，在
时间点 $S4+26 \times t/17$ ，在时间点 $S4+28 \times t/17$ ，在时间点 $S4+30 \times t/17$ ，在
时间点 $S4+32 \times t/17$ 分别照射脉冲。

10 由于进行上述脉冲调制的结果，由人眼可识别的第一位面 BP1 的级
为 1，对于第二位面 BP2 为 2，对于第三位面 BP3 为 4，对于第四位面 BP4
为 8。正如前面已经介绍的，通过将各位面 BP1 到 BP4 彼此重叠可按照
16 种级显示图像。

如图 16 所示，子区段的长度是变化的，以降低对于由光源 1 照射较
15 小数目脉冲的位面的光源的关断时间，因此使得能够以较高的效率利用
光。由于降低了关断时间，可以抑制由于来自光源 1 的光的脉动引起的图
像闪烁。

上面已参照本发明的第一到第八实施例进行了介绍，在没有高速驱动
空间光调制器 3 的情况下，可以由光源 1 发出经调制的光脉冲，按很多级
20 显示图像。在常规的图像显示装置中，要高速驱动空间光调制器 3，以改
变对于每一位面的子区段时间，以便按照很多级显示图像。然而，由于空
间光调制器 3 的高响应速度是受到限制的，子区段时间不可能充分降低。
使得通过增加级数目显示图像是极为困难的。与之对比，由于在根据本发
明的图像显示装置和方法中，对由光源 1 发出的光进行调制，即使当为了
25 空间光调制 3 的正常工作要保证足够长的子区段时间时，也可以易于增加
位面的数目，达到更多的级。

由对本发明的以上介绍可以看出，即使利用进行双态的光调制的空间
光调制器，本发明也能按照足够数目的级来显示图像。由于在像素状态变
化的过渡时间的过程中光源是关断的，即使当空间光调制器的特性平面内
30 变化时，图像也具有优异的质量而无光强不均匀的现象。

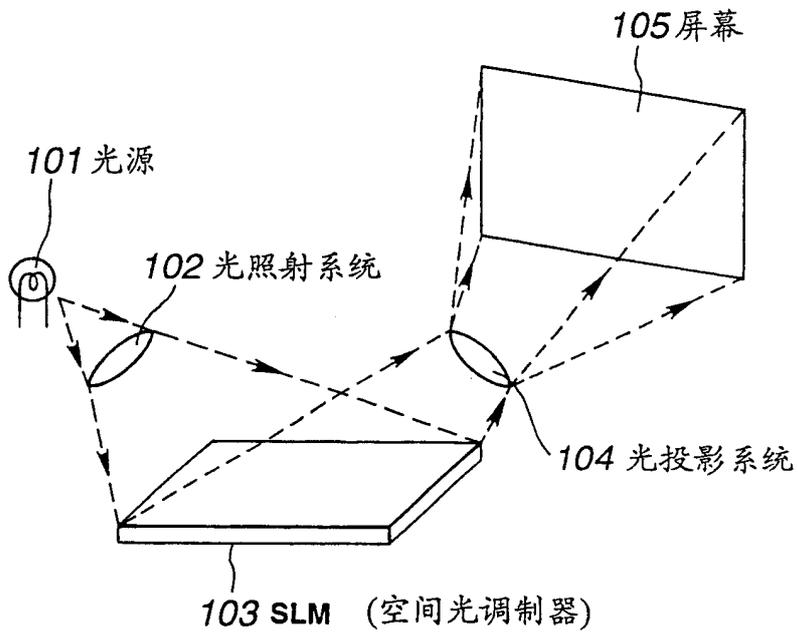


图 1

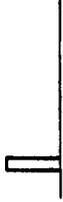
	调制方式	光强响应	积分的量值	可识别的光强
光强 1 (1 × 1)			1	1
光强 2 (1 × 2)			2	2
光强 4 (1 × 4)			4	4
光强 8 (1 × 8)			8	8

图 2

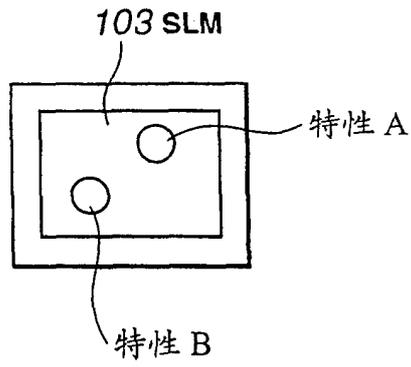


图 3A

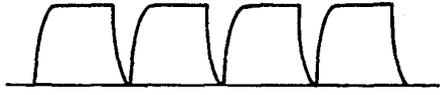
	SLM 的响应	可识别的光强
特性 A		低
特性 B		高

图 3B

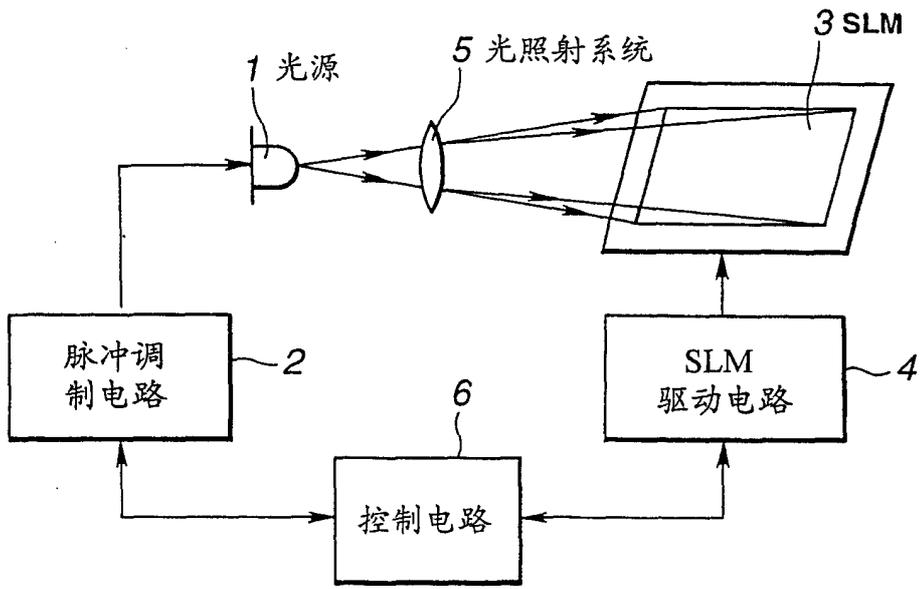


图 4

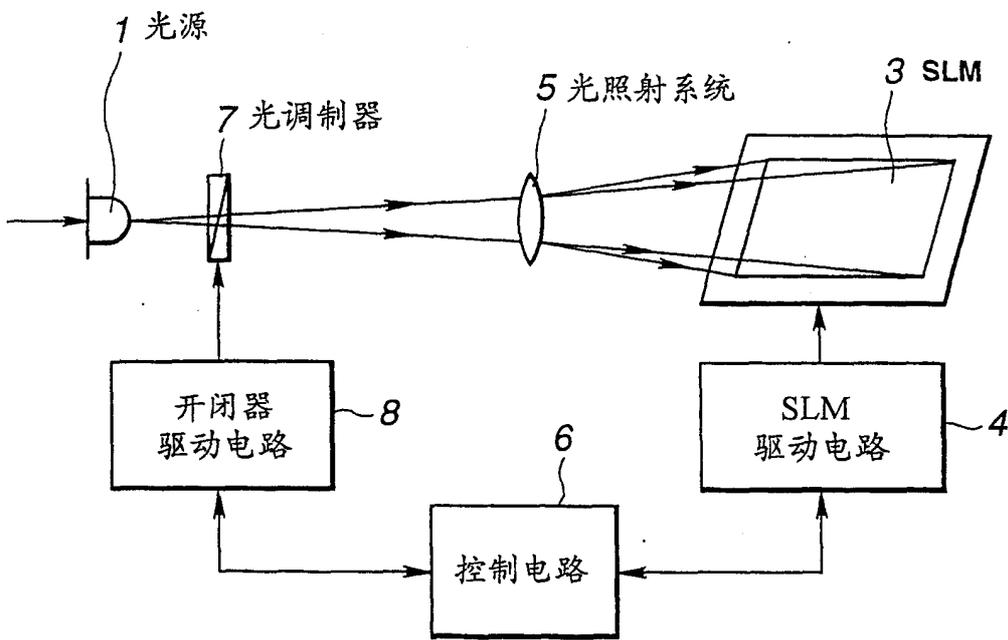


图 5

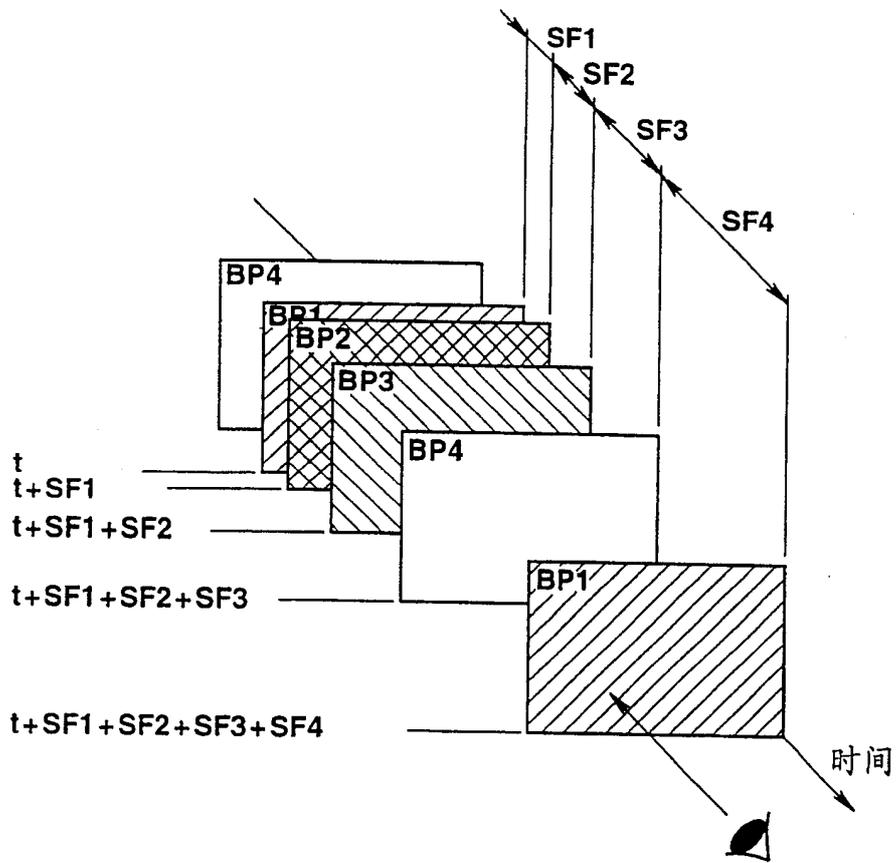


图 6

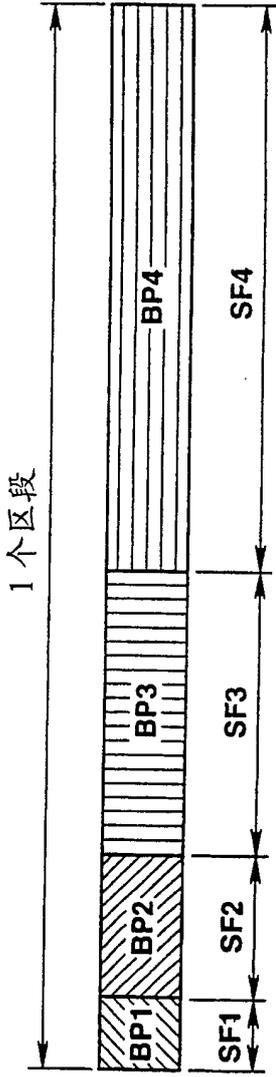


图 7A

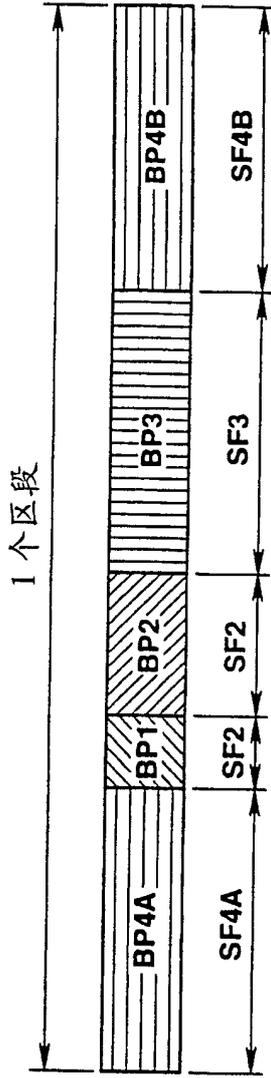


图 7B

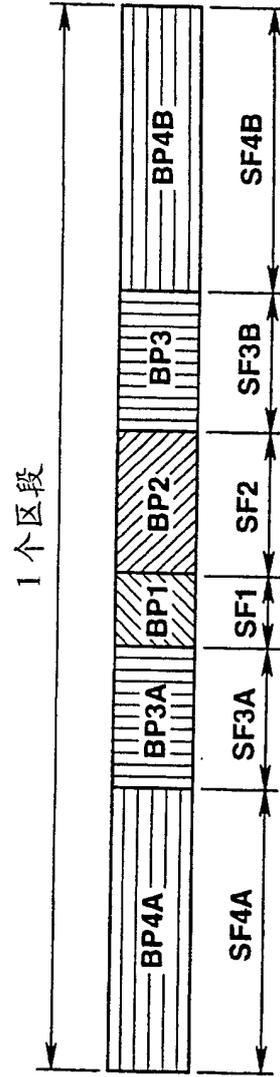


图 7C

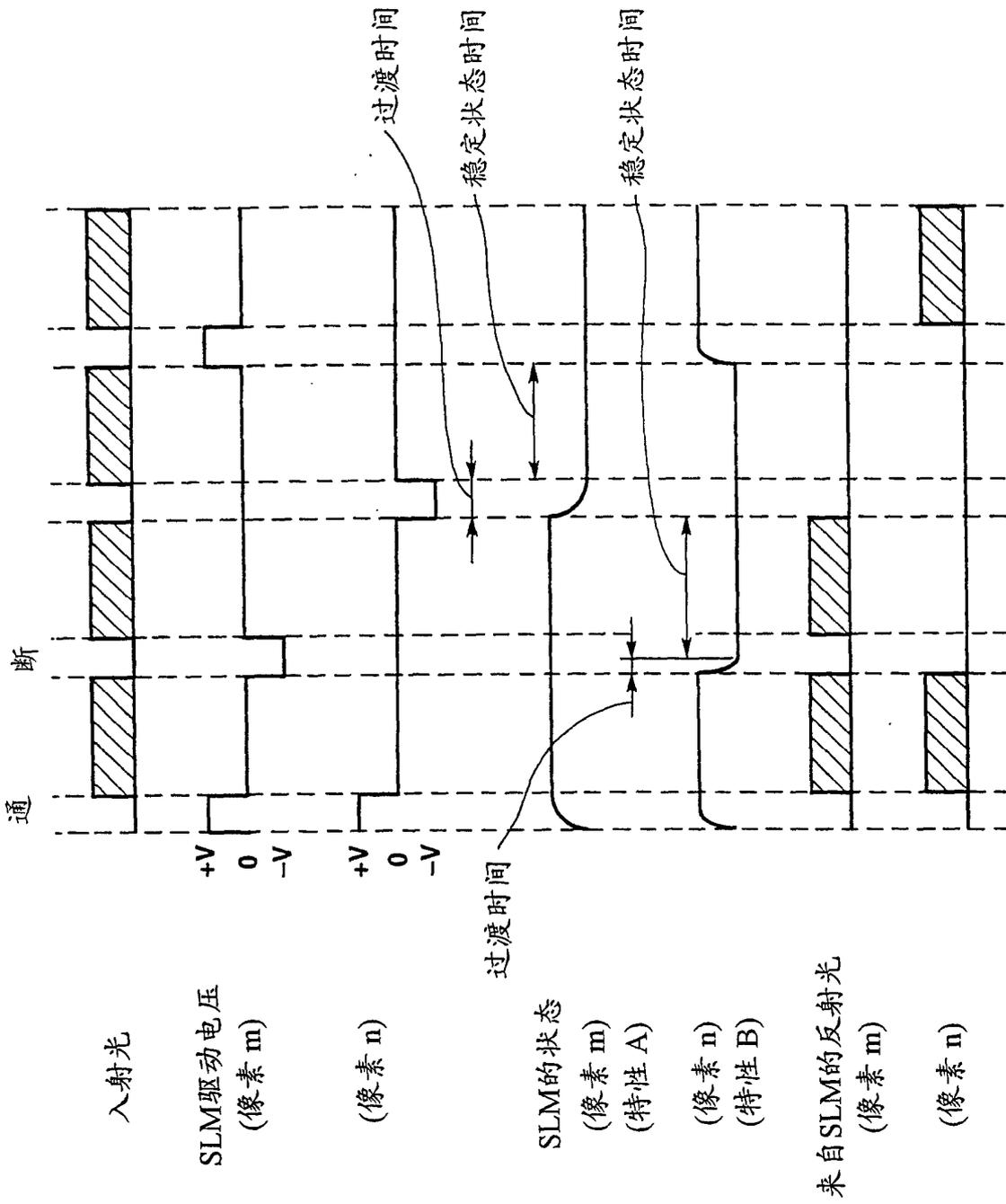


图 8

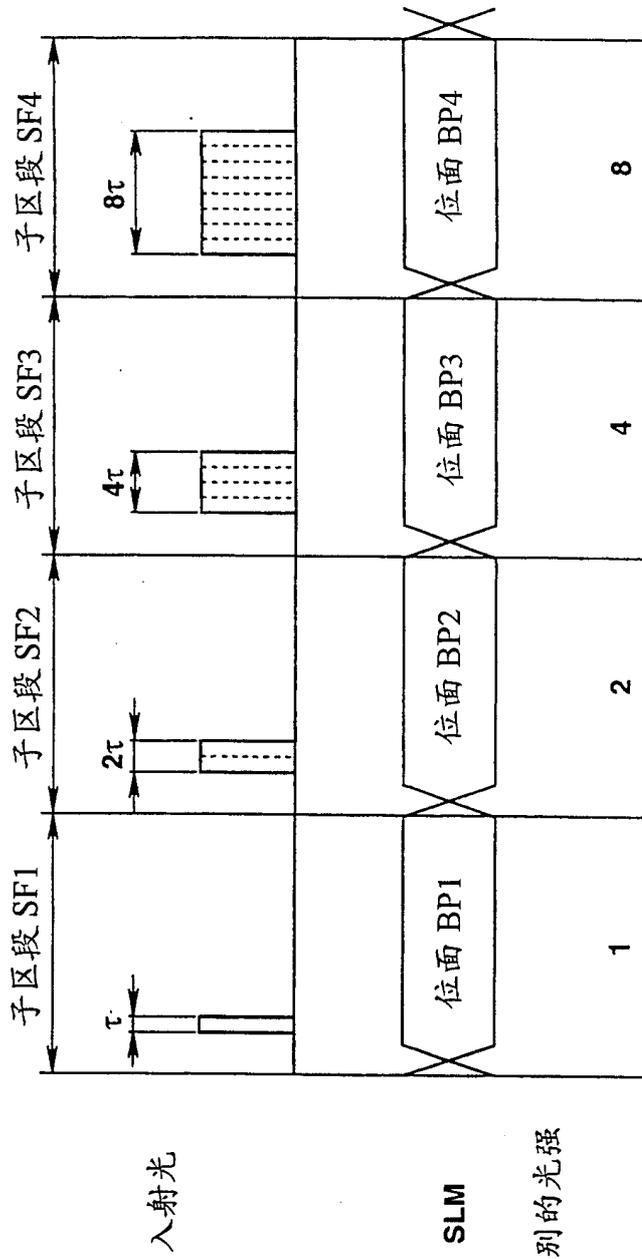


图 9

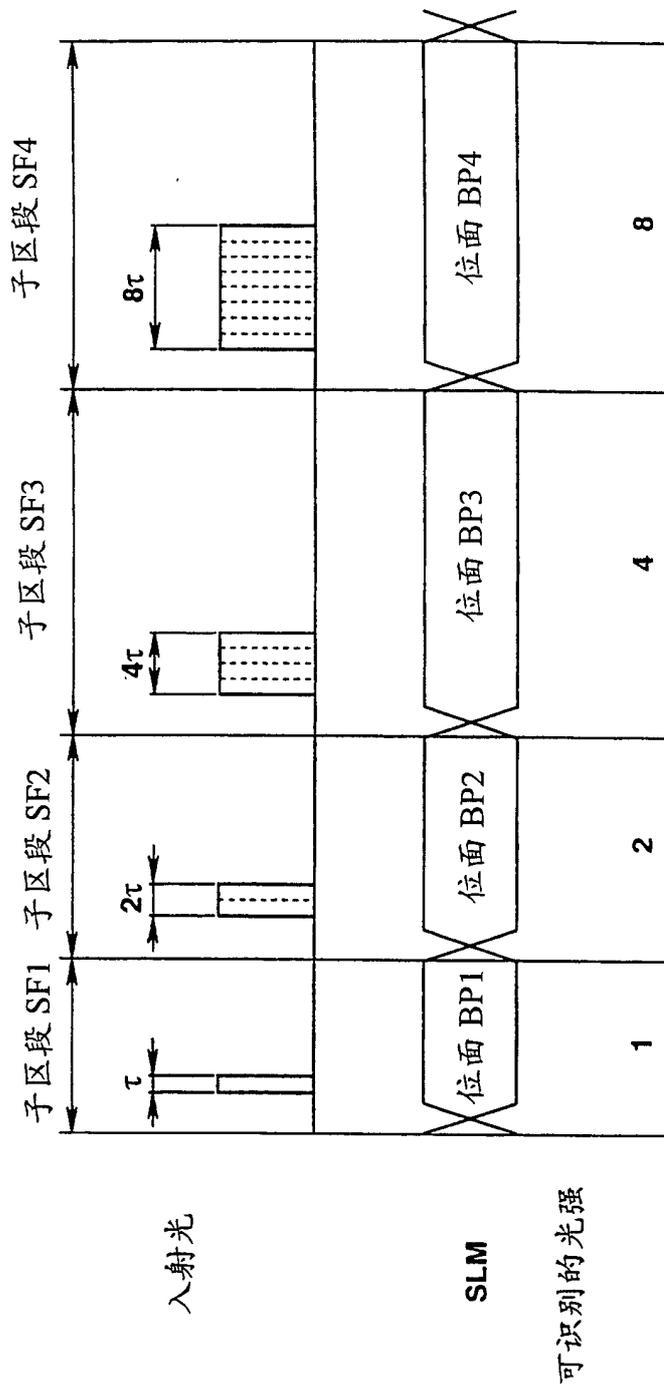


图 10

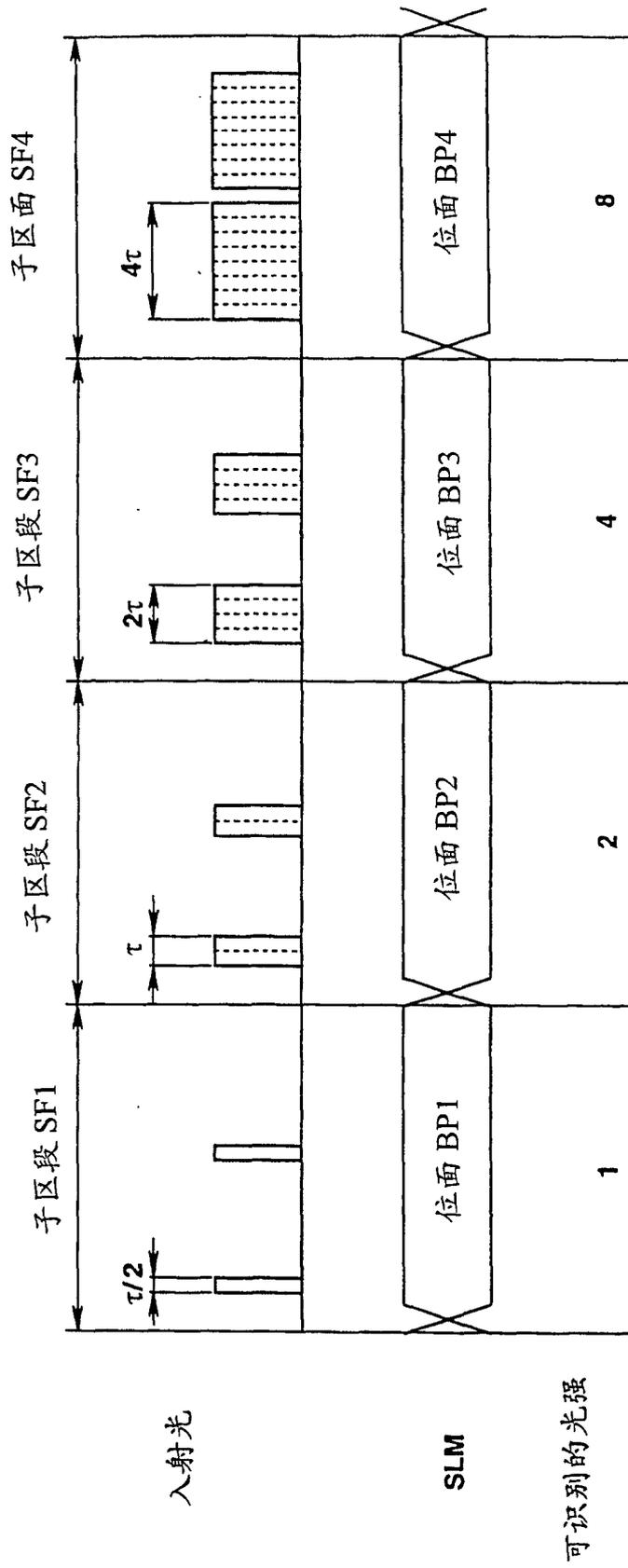


图 11

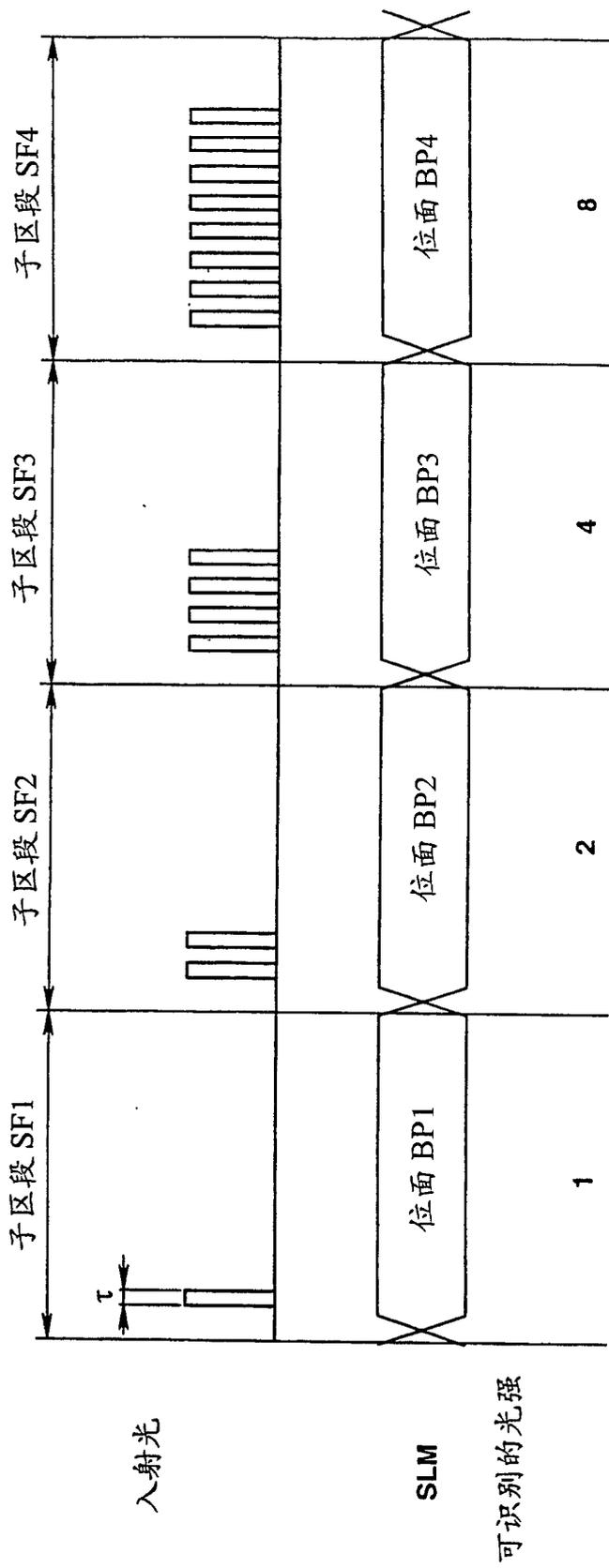


图 12

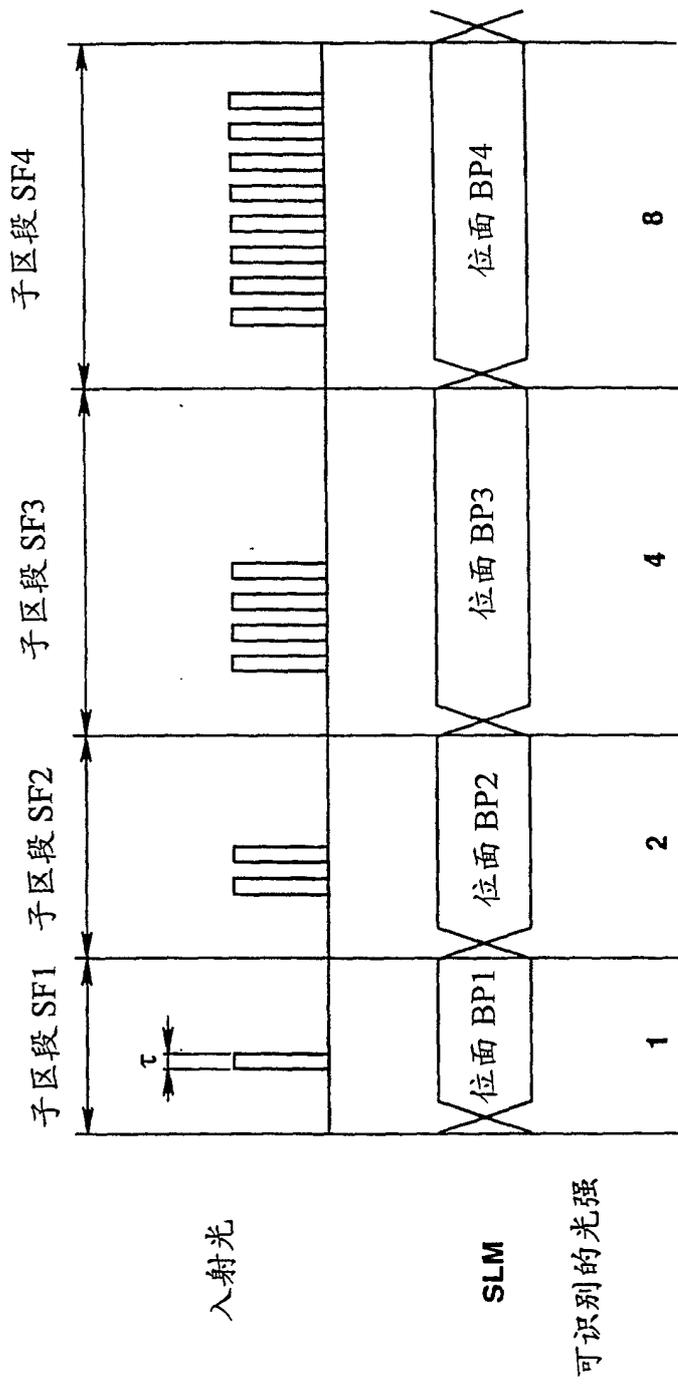


图 13

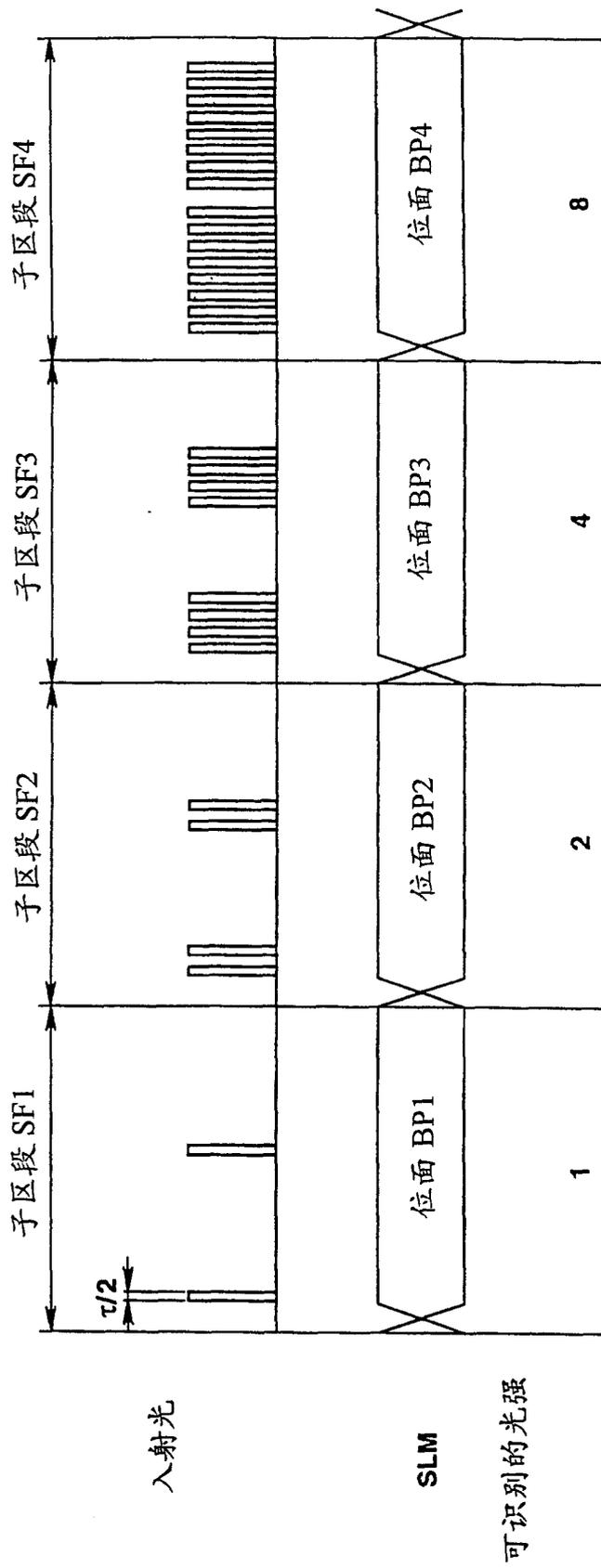


图 14

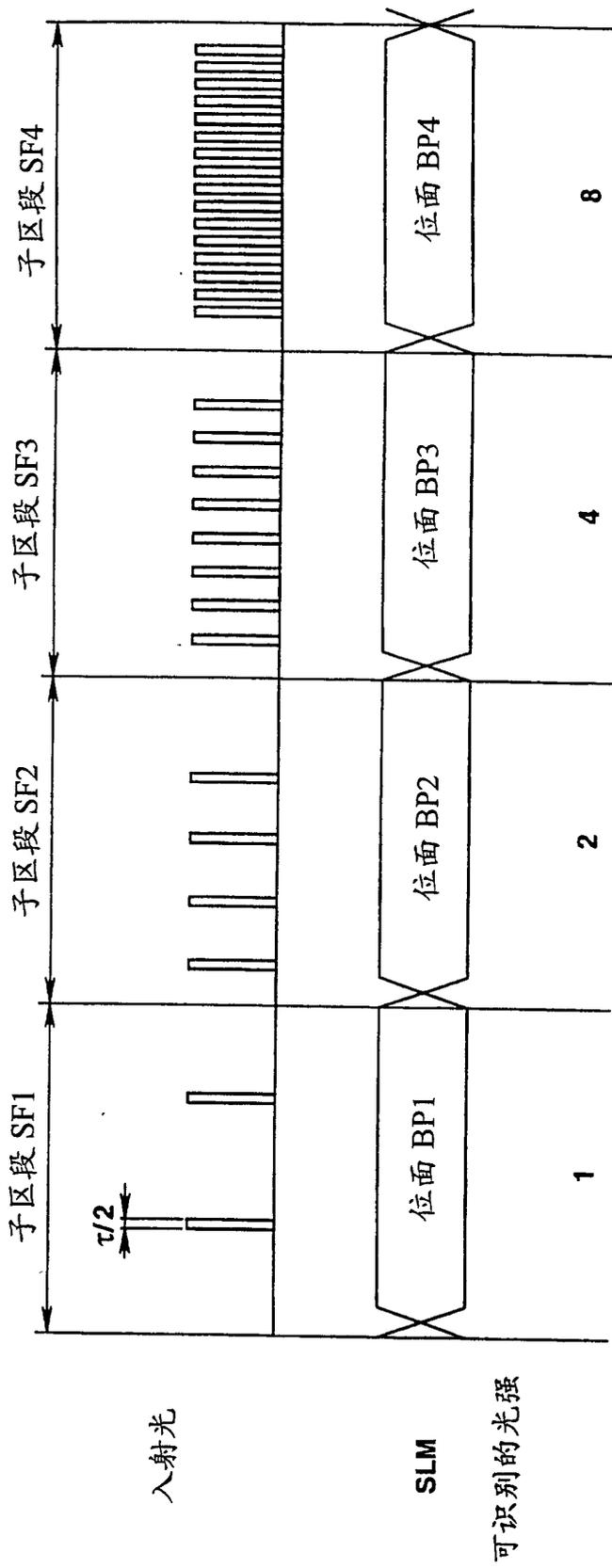


图 15

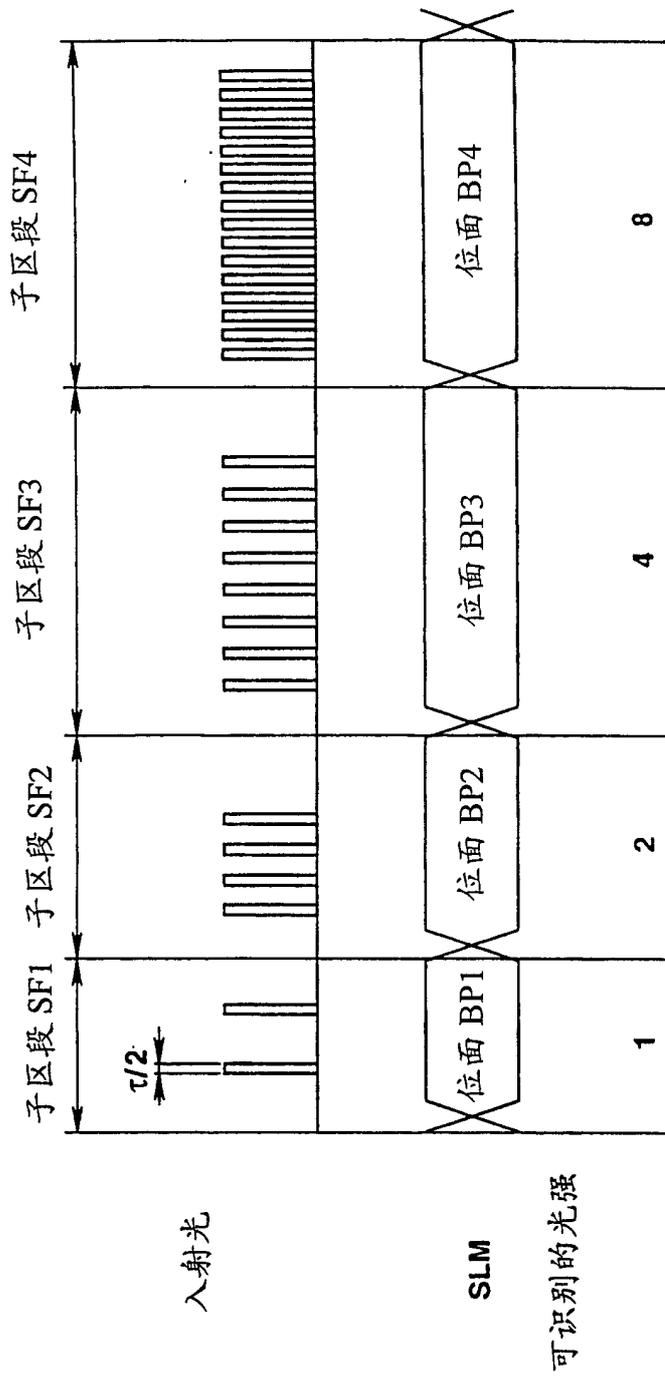


图 16