

1. 扫描光束显示系统,包括:

激发光源,其用来产生具有光学脉冲的至少一个激发光束,所述光学脉冲携带图像信息;

伺服光源,其用来产生具有处于可见光谱范围之外的伺服光束波长的至少一个伺服光束;

光束扫描模块,其用来接收所述激发光束和所述伺服光束以及扫描所述激发光束和所述伺服光束;

发光屏幕,其被放置为接收所述扫描激发光束和所述伺服光束并且包括发光区域,所述发光区域包括:(1) 平行发光条纹,其吸收所述激发光束的光而发出可见光,从而产生由所述扫描激发光束携带的图像;以及(2) 条纹分割体,其与所述发光条纹平行并空间交替,每个条纹分割体位于两个相邻条纹之间,每个条纹分割体均是光学反射的;

光学伺服传感器,其被放置为接收在所述屏幕上扫描的所述伺服光束的光,包括由所述条纹分割体反射的光,并且产生指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位的监控信号;以及

控制单元,其可操作以响应于所述监控信号中所述伺服光束在所述屏幕上的定位,基于所述伺服光束和所述激发光束之间的关系来调节由所述扫描激发光束携带的所述光学脉冲的时间,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

2. 如权利要求1所述的系统,其中:

所述伺服光束波长大于由所述发光条纹发出的所述可见光的每个波长。

3. 如权利要求1所述的系统,其中:

所述伺服光束和所述激发光束沿着共同的光路从所述扫描模块共同传播至所述屏幕。

4. 如权利要求1所述的系统,其中:

所述屏幕包括作为线开始伺服参考标记的反射条纹线,所述反射条纹线位于所述屏幕的所述发光区域之外并平行于所述发光条纹,以便在对所述伺服光束或者垂直于所述发光条纹的水平光束的光束扫描的开始过程中,指示出所述伺服光束的参考位置以及所述激发光束的参考位置,以及

当所述激发光束在所述发光区域中扫描并产生所述图像时,所述控制单元可操作以基于从所述线开始伺服参考标记和所述条纹分割体接收的所述伺服光束的光,控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

5. 如权利要求4所述的系统,其中:

所述屏幕包括竖直光束位置伺服参考标记,所述竖直光束位置伺服参考标记位于所述发光区域之外,所述发光区域在垂直于所述发光条纹的光束扫描路径中,当由所述扫描光束照射时,所述竖直光束位置伺服参考标记产生竖直光束位置伺服反馈光,以便指示出在平行于所述发光条纹的竖直方向上的竖直光束位置的信息。

6. 如权利要求5所述的系统,其中:

所述竖直光束位置伺服参考标记包括第一和第二伺服标记,所述第一和第二伺服标记沿着所述光束扫描路径相互分开。

7. 如权利要求1所述的系统,其中:

所述光束扫描模块包括两个光束扫描器以及位于所述两个光束扫描器下游的投射透镜,所述两个光束扫描器用来沿着两个正交的方向扫描所述激发和伺服光束,所述投射透镜用来将所述扫描激发和伺服光束投射到所述屏幕上。

8. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述光束扫描模块包括两个光束扫描器以及投射透镜,所述两个光束扫描器用来沿着两个正交的方向扫描所述激发和伺服光束,所述投射透镜沿着所述两个光束扫描器之间的光路定位,以便将所述扫描激发和伺服光束投射到所述屏幕上。

9. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述光学伺服传感器包括第一光学光电检测器,所述第一光学光电检测器响应于所述伺服光束的光以产生用于所接收的所述伺服光束的光的检测器信号。

10. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述光学伺服传感器包括第一光学光电检测器和第一光学滤波器,所述第一光学滤波器用来对进入所述第一光学光电检测器的光进行滤波,从而允许所述伺服光束的光同时拒绝所述至少一个激发光束的光进入所述第一光学光电检测器。

11. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述光学伺服传感器包括:

第一光学光电检测器和第一光学滤波器,所述第一光学滤波器用来对进入所述第一光学光电检测器的光进行滤波,从而允许所述伺服光束的光同时拒绝所述至少一个激发光束的光进入所述第一光学光电检测器中;以及

第二光学光电检测器和第二光学滤波器,所述第二光学滤波器用来对进入所述第二光学光电检测器的光进行滤波,从而允许所述至少一个激发光束的光同时拒绝所述伺服光束的光进入所述第二光学光电检测器中。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其中:

所述屏幕包括作为线开始伺服参考标记的反射条纹线,所述反射条纹线位于所述屏幕的所述发光区域之外并平行于所述发光条纹,以便指示出所述伺服光束的参考位置以及所述激发光束的参考位置,以及

所述控制单元可操作以基于从所述第一和第二光电检测器接收的、来自所述线开始伺服参考标记的所述伺服光束和所述至少一个激发光束的光,确定所述伺服光束和所述至少一个激发光束之间的相对位置,并且控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

13. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述屏幕包括滤波器,所述滤波器放置在所述屏幕的与面向所述激发光源的一侧相对的一侧,所述滤波器可操作以透射所述可见光并阻挡所述伺服光束的光。

14. 用于控制扫描光束显示系统的方法,包括:

在具有平行发光条纹的屏幕上,在垂直于所述发光条纹的光束扫描方向上扫描利用光学脉冲调制的至少一个激发光束,以便激发所述发光条纹,从而发出形成图像的可见光,其中,所述屏幕包括条纹分割体,所述条纹分割体与所述发光条纹平行并且空间交替,每个条纹分割体均位于两个相邻条纹之间,并且每个条纹分割体均是光学反射的;

连同所述激发光束一起在所述屏幕上扫描伺服光束,所述伺服光束具有在可见光谱范

围之外的伺服光束波长；

检测来自所述屏幕的所述扫描伺服光束的光，包括由所述条纹分割体产生的光，以便得到可指示出所述伺服光束在所述屏幕上的位置的监控信号；以及

响应于所述伺服光束在所述屏幕上的位置，基于所述伺服光束和所述激发光束之间的关系来调节由所述扫描激发光束携带的所述光学脉冲的时间，从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其中：

在扫描利用光学脉冲调制的所述至少一个激发光束以便在所述屏幕上显示图像之前，执行校准扫描，所述校准扫描包括：

以连续波模式扫描所述至少一个激发光束，以便在整个屏幕上进行扫描；

检测从所述条纹分割体反射的激发光，以便测量与所述条纹分割体对应的峰值反射信号；

处理所述反射的激发光，以便提取所述屏幕上像素的像素信息，以及

使用所提取的所述屏幕上像素的像素信息，来控制在利用光学脉冲调制的所述至少一个激发光束的后续扫描中的光学脉冲的时间，以便在所述屏幕上显示图像，

其中，所述伺服光束在所述屏幕上的位置被用来修改通过采用所述屏幕上像素的所选取的像素信息而设定的所述光学脉冲的时间。

16. 如权利要求 14 所述的方法，其中：

所述屏幕包括作为线开始伺服参考标记的反射条纹线，所述反射条纹线位于所述屏幕的具有所述发光条纹的区域之外，并平行于所述发光条纹，以便指示所述伺服光束的参考位置和所述激发光束的参考位置，以及

所述方法包括：

检测来自所述线开始伺服参考标记的所述伺服光束的以及所述至少一个激发光束的光，从而确定所述伺服光束和所述至少一个激发光束之间的相对位置，并且控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

17. 如权利要求 14 所述的方法，包括：

利用所述屏幕上的竖直光束位置参考标记来反射所述至少一个激发光束的光，所述竖直光束位置参考标记位于具有所述平行发光条纹的区域之外；

测量从所述光束位置参考标记反射的光，以便检测所述至少一个激发光束的竖直对准误差；以及

调节所述至少一个激发光束以便减小所述竖直对准误差。

18. 如权利要求 14 所述的方法，包括：

利用所述屏幕上的竖直光束位置参考标记来反射所述伺服光束的光，所述竖直光束位置参考标记位于具有所述平行发光条纹的区域之外；

测量从所述光束位置参考标记反射的光，以便检测所述伺服光束的竖直对准误差；以及

调节所述伺服光束以便减小所述竖直对准误差。

19. 扫描光束显示系统，包括：

发光屏幕，其包括发光区域，所述发光区域包括：(1) 平行发光条纹，其吸收激发光以

便发出可见光；以及(2)光学反射的条纹分割体,其与所述发光条纹平行并且空间交替,每个条纹分割体位于两个相邻条纹之间；

多个激发激光器,其用来产生所述激发光的激发激光束；

至少一个伺服光源,其相对于所述激发激光器固定在适当位置,以便产生具有处于可见光谱范围之外的伺服光束波长的至少一个伺服光束；

光束扫描模块,用来接收所述激发激光束和所述伺服光束并且扫描所述激发激光束和所述伺服光束；

至少一个第一光学伺服传感器,其被定位为接收从所述屏幕反射的所述伺服光束的光,以便产生指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位的第一监控信号；

至少一个第二光学伺服传感器,其被定位为接收从所述屏幕反射的所述激发激光束的光,以便产生指示出每个激发激光束在所述屏幕上的定位的第二监控信号；以及

控制单元,其可操作以响应于所述第一和所述第二监控信号,基于所述伺服光束和所述激发激光束之间的关系来调节由每个激发激光束携带的光学脉冲的时间,从而控制所述激发激光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

20. 如权利要求 19 所述的系统,其中：

所述屏幕包括作为线开始伺服参考标记的反射条纹线,所述反射条纹线位于所述屏幕的所述发光区域之外并平行于所述发光条纹,以便指示出所述伺服光束的参考位置和每个激发激光束的参考位置,以及

所述控制单元可操作以基于从所述线开始伺服参考标记接收的所述伺服光束和每个激发激光束的光,确定所述伺服光束和每个激发激光束之间的相对位置,并且控制所述激发激光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

21. 扫描光束显示系统,包括：

光模块,其用来引导并扫描至少一个激发光束以及至少一个伺服光束,所述至少一个激发光束具有携带图像信息的光学脉冲,所述至少一个伺服光束的伺服光束波长不同于所述激发光束的波长；

屏幕,其被设置为接收所述扫描激发光束和所述伺服光束并且包括平行发光条纹的发光层,所述发光条纹吸收所述激发光束的光而发出可见光,从而产生由所述扫描激发光束携带的图像,所述屏幕被配置以向所述光模块反射所述伺服光束的光,从而产生伺服反馈光；以及

第一光学伺服传感器模块,其被设置为接收所述伺服反馈光并产生第一伺服反馈信号,所述第一伺服反馈信号指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位,

其中,所述光模块响应于所述第一伺服反馈信号中的所述伺服光束在所述屏幕上的位置,调节由所述扫描激发光束携带的所述光学脉冲的时间,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

22. 如权利要求 21 所述的系统,其中：

所述屏幕包括伺服反馈标记以及位于所述伺服反馈标记之外的区域,所述伺服反馈标记具有面向激发光的源、对所述伺服光束的光发生镜面反射的面,而位于所述伺服反馈标记之外的所述区域对所述伺服光束的光发生漫反射；

其中,所述系统包括放置在所述屏幕和所述光模块之间的菲涅耳透镜,用来将所述伺

服光束和激发光束基本上为正入射地引导到所述屏幕上,以及

所述菲涅耳透镜具有在所述菲涅耳透镜的中心对称的光轴,所述光轴平行于所述光模块的光轴并从所述光模块的光轴偏移,以便将由伺服反馈标记镜面反射的所述伺服光束的光引导到所述第一光学伺服传感器模块中,同时由伺服反馈标记之外的屏幕漫反射的所述伺服光束的光由所述菲涅耳透镜传播在比所述第一光学伺服传感器模块大的区域上,从而将所述伺服光束的漫反射的光的一部分引导到所述第一光学伺服传感器模块中。

23. 如权利要求 22 所述的系统,其中:

所述伺服反馈标记为与所述屏幕中的所述平行发光条纹相平行的平行条纹,并具有面向所述激发光的源的、对所述伺服光束的光发生镜面反射的面。

24. 如权利要求 21 所述的系统,包括:

第二光学伺服传感器模块,其相对于所述屏幕设置以便接收由所述屏幕发出的所述可见光的一部分,从而产生第二伺服反馈信号,以及

其中,控制单元可操作以对于所述第二伺服反馈信号中的定位信息,来校准所述第一伺服反馈信号中的所述伺服光束在所述屏幕上的定位。

25. 如权利要求 24 所述的系统,其中:

所述第二光学伺服传感器模块包括多个光学检测器,以便分别检测由所述屏幕发出的不同颜色的可见光。

26. 如权利要求 21 所述的系统,其中:

所述伺服光束是 IR 光束。

27. 用于控制扫描光束显示系统的方法,包括:

在屏幕上扫描利用用来携带图像的光学脉冲调制的一个或多个激发光束,以便激发平行发光条纹,从而发出形成所述图像的可见光;

在所述屏幕上扫描光学波长与所述一个或多个激发光束的光学波长不同的伺服光束;

检测来自所述屏幕的所述伺服光束的光,以便得到指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位的第一伺服信号;以及

响应于所述伺服光束在所述屏幕上的定位,控制所述一个或多个扫描激发光束,从而控制每个激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

28. 如权利要求 27 所述的方法,包括:

检测所述一个或多个激发光束的从所述屏幕反射的光的一部分,以便提供指示出激发光束在所述屏幕上的定位的第二伺服信号;以及

采用所述第一伺服信号和所述第二伺服信号中的信息,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

29. 如权利要求 27 所述的方法,包括:

检测从所述屏幕反射的可见光的一部分,以便提供指示出激发光束在所述屏幕上的定位的第二伺服信号;以及

采用所述第一伺服信号和所述第二伺服信号中的信息,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

30. 如权利要求 27 所述的方法,包括:

检测从所述屏幕上的参考线标记反射的光,以便测量所述伺服光束相对于所述平行发光条纹的边缘的位置,所述参考线标记与所述屏幕上的所述平行发光条纹隔开且相平行,并作为线开始参考;以及

在所述屏幕上显示所述图像时,采用从所述参考线标记测量的位置来控制每个激发光束中的所述光学脉冲的时间。

在具有发光屏幕的扫描光束显示系统中基于指定扫描伺服光束的伺服反馈控制

[0001] 优先权及相关专利申请

[0002] 本 PCT 申请要求 2007 年 6 月 27 日提交的题为“Servo FeedbackControl Based on Invisible Scanning Servo Beam in Scanning BeamDisplay Systems with Light-Emitting Screen”(在具有发光屏幕的扫描光束显示系统中基于不可见扫描伺服光束的伺服反馈控制)的第 11/769,580 号美国专利申请的优先权。第 11/769,580 号美国专利申请的公开内容通过引用而作为本 PCT 申请说明书的一部分。

背景技术

[0003] 本申请涉及扫描光束显示系统。

[0004] 在扫描光束显示系统中,能够在屏幕上扫描光束,以在该屏幕上形成图像。例如激光显示系统的许多显示系统采用多面体扫描器,所述多面体扫描器具有多个反射面,以提供水平扫描,和诸如电流计驱动(galvo-driven)镜的竖直扫描镜,从而提供竖直扫描。在操作中,在多面体扫描器旋转以改变一个面的位置和方向时,多面体扫描器的该面扫描一条水平线,并且下一个面扫描下一个水平线。水平扫描和竖直扫描彼此同步,以将图像投射在屏幕上。

发明内容

[0005] 本专利申请在其中描述了基于在光学激发下的发光屏幕上扫描光的显示系统和装置的实施。所描述的显示系统采用光学激发下的发光屏幕以及至少一个激发光学光束来激发屏幕上的一个或多个发光材料,该一个或多个发光材料发光以形成图像。也描述了用于该显示系统的伺服控制机构,基于由扫描携带图像的激发光学光束的相同扫描模块在屏幕上扫描的指定伺服光束。该指定伺服光束用来在扫描激发光束上提供伺服反馈控制,以便在正常操作过程中确保激发光束中的光脉冲的正确光学对准以及精确传输。在某些实施中,能够采用多重激光器以在屏幕上同时扫描多重激发激光束。例如,多重激光束每次能够照亮一个屏幕段,并继续扫描多重屏幕段以实现全屏扫描。

[0006] 在一个实施中,扫描光束显示系统包括:光模块,其用来引导并扫描至少一个激发光束以及至少一个伺服光束,所述至少一个激发光束具有携带图像信息的光脉冲,所述至少一个伺服光束的伺服光束波长不同于所述激发光束的波长;屏幕,其被设置为接收所述扫描激发光束和所述伺服光束并且包括平行发光条纹的发光层,所述发光条纹吸收所述激发光束的光而发出可见光,从而产生由所述扫描激发光束携带的图像,所述屏幕被配置以向所述光模块反射所述伺服光束的光,从而产生伺服反馈光;以及光学伺服传感器模块,其被设置为接收所述伺服反馈光并产生伺服反馈信号,所述伺服反馈信号指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位。所述光模块响应于所述伺服反馈信号中的所述伺服光束在所述屏幕上的位置,调节由所述扫描激发光束携带的所述光学脉冲的时间,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

[0007] 作为示例,上述系统中的屏幕能够包括伺服反馈标记以及位于所述伺服反馈标记之外的区域,所述伺服反馈标记具有面向所述激发光源、对所述伺服光束的光发生镜面反射的面,而位于所述伺服反馈标记之外的所述区域对所述伺服光束的光发生漫反射。在该示例中,所述系统包括放置在所述屏幕和所述光模块之间的菲涅耳透镜,用来将所述伺服光束和激发光束基本上为正入射地引导到所述屏幕上。所述菲涅耳透镜具有在所述菲涅耳透镜的中心对称的光轴,所述光轴平行于所述光模块的光轴并从所述光模块的光轴偏移,以便将由伺服反馈标记镜面反射的所述伺服光束的光引导到所述光学伺服传感器中,同时由伺服反馈标记之外的屏幕漫反射的所述伺服光束的光由所述菲涅耳透镜传播在比所述光学伺服传感器大的区域上,从而将所述伺服光束的漫反射的光的一部分引导到所述光学伺服传感器中。

[0008] 在另一实施中,用于控制扫描光束显示系统的方法,包括:在屏幕上扫描利用用来携带图像的光学脉冲调制的一个或多个激发光束,以便激发平行发光条纹,从而发出形成所述图像的可见光;在所述屏幕上扫描光学波长与所述一个或多个激发光束的光学波长不同的伺服光束;检测来自所述屏幕的所述伺服光束的光,以便得到指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位的伺服信号;以及响应于所述伺服光束在所述屏幕上的定位,控制所述一个或多个扫描激发光束,从而控制每个激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

[0009] 在另一实施中,扫描光束显示系统,包括:激发光源,其用来产生具有光学脉冲的至少一个激发光束,所述光学脉冲携带图像信息;伺服光源,其用来产生具有伺服光束波长的至少一个伺服光束,所述伺服光束是不可见的;光束扫描模块,其用来接收所述激发光束和所述伺服光束以及扫描所述激发光束和所述伺服光束;发光屏幕,其被放置为接收所述扫描激发光束和所述伺服光束。所述屏幕包括发光区域,所述发光区域包括:(1) 平行发光条纹,其吸收所述激发光束的光而发出可见光,从而产生由所述扫描激发光束携带的图像;以及(2) 条纹分割体,其与所述发光条纹平行并空间交替,每个条纹分割体位于两个相邻条纹之间。每个条纹分割体均是光学反射的。光学伺服传感器,其被放置为接收在所述屏幕上扫描的所述伺服光束的光,包括由所述条纹分割体反射的光,并且产生指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位的监控信号。所述系统包括控制单元,其可操作以响应于所述监控信号中所述伺服光束在所述屏幕上的定位,基于所述伺服光束和所述激发光束之间的关系来调节由所述扫描激发光束携带的所述光学脉冲的时间,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

[0010] 在另一实施中,扫描光束显示系统,包括:发光屏幕,其包括发光区域,所述发光区域包括:(1) 平行发光条纹,其吸收所述激发光束的光以便发出可见光;以及(2) 光学反射的条纹分割体,其与所述发光条纹平行并且空间交替,每个条纹分割体位于两个相邻条纹之间。设置了多个激发激光器,用来产生所述激发光的激发激光束;并设置了至少一个伺服光源,其相对于所述激发激光器固定在适当位置,以便产生具有伺服光束波长的至少一个伺服光束,所述伺服光束是不可见的。所述系统还包括:光束扫描模块,用来接收所述激发激光束和所述伺服光束并且扫描所述激发激光束和所述伺服光束;至少一个第一光学伺服传感器,其被定位为接收从所述屏幕反射的所述伺服光束的光,以便产生指示出所述伺服光束在所述屏幕上的定位的第一监控信号;至少一个第二光学伺服传感器,其被定位为接

收从所述屏幕反射的所述激发激光束的光,以便产生指示出每个激发激光束在所述屏幕上的定位的第二监控信号;以及控制单元,其可操作以响应于所述第一和所述第二监控信号,基于所述伺服光束和所述激发激光束之间的关系来调节由每个激发激光束携带的所述光学脉冲的时间,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

[0011] 在又一实施中,用于控制扫描光束显示系统的方法,包括:在具有平行发光条纹的屏幕上,在垂直于所述发光条纹的光束扫描方向上扫描利用光学脉冲调制的至少一个激发光束,以便激发所述荧光条纹,从而发出形成图像的可见光。所述屏幕包括条纹分割体,所述条纹分割体与所述发光条纹平行并且空间交替,每个条纹分割体均位于两个相邻条纹之间,并且每个条纹分割体均是光学反射的。所述方法还包括:连同所述激发光束一起在所述屏幕上扫描伺服光束,所述伺服光束是不可见的;检测来自所述屏幕的所述扫描伺服光束的光,包括由所述条纹分割体产生的光,以便得到可指示出所述伺服光束在所述屏幕上的位置的监控信号;以及响应于所述伺服光束在所述屏幕上的位置,基于所述伺服光束和所述激发光束之间的关系来调节由所述扫描激发光束携带的所述光学脉冲的时间,从而控制所述激发光束中的所述光学脉冲在所述屏幕上的空间位置的空间对准。

[0012] 在附图、发明内容和权利要求中详细地描述这些和其它的示例及实施方式。

附图说明

[0013] 图 1 示出了扫描激光显示系统的示例,其包括由可激发激光的荧光材料(例如磷)制成的荧光屏,该材料在携带待显示图像信息的扫描激光束的激发下发出彩色光。

[0014] 图 2A 和 2B 示出了屏幕结构的一个示例,其具有如图 1 所述的屏幕上的平行发光条纹和彩色像素结构。

[0015] 图 3 示出了图 1 中所示的在物镜前扫描配置中激光显示系统的实施例,该激光显示系统具有将激光束引向屏幕的多个激光器。

[0016] 图 4 示出了基于图 1 中所示激光显示系统的物镜后扫描光束显示系统的实施例。图 5 示出了通过多重激发激光束和可见伺服光束同时扫描顺序扫描线的一个示例。

[0017] 图 5A 示出了当竖直电流计扫描器和水平多面体扫描器在其各自的零位置时,在屏幕上由 36 个激发激光器和一个 IR 伺服激光器产生的光束位置图。

[0018] 图 6 示出了采用基于扫描伺服光束伺服反馈控制的扫描显示系统的一个实施例。

[0019] 图 7 示出了用于检测图 6 中的伺服反馈光的伺服检测器的实施例。

[0020] 图 8 和图 9 示出了两个用于基于扫描伺服光束的伺服控制的屏幕实施例。

[0021] 图 10 示出了具有与屏幕上的条纹分割体相对应的光学信号的伺服光的光功率。

[0022] 图 11 示出了具有外围参考标记区域的荧光屏的示例,该外围参考标记区域包括为各种伺服控制功能产生反馈光的伺服参考标记。

[0023] 图 12 示出了外围参考标记区域中的线开始参考标记,以便为屏幕上的主动荧光区域的开始提供参考。

[0024] 图 13 和图 14 示出了具有光学信号的伺服光的光功率,该光学信号与屏幕上的条纹分割体、线开始参考标记以及线结束参考标记相对应。

[0025] 图 15、16 和 17 示出了利用样品时钟信号测量屏幕上的条纹分割体的位置数据的

实施例,该屏幕采用来自激发光束或伺服光束的伺服反馈光。

[0026] 图 18A 示出了用于图 11 所示屏幕的竖直光束位置参考标记的一个示例。

[0027] 图 18B 和 14C 示出了伺服反馈控制电路及其在使用图 13 所示竖直光束位置参考标记的操作,以控制屏幕上的竖直光束位置。

[0028] 图 19 示出了图 11 中具有线开始参考标记和竖直光束位置参考标记的屏幕的实施例。

[0029] 图 20 示出了基于用激发光束扫描的伺服光束的伺服控制的操作。

[0030] 图 21、22 和 23 示出了具有 IR 伺服 IR 反馈标记的屏幕设计的实施例,其中该 IR 伺服在对于至少所述伺服光束具有漫射性或镜面反射时不会影响激发光束的透射量。

[0031] 图 24 示出了具有在屏幕上 IRIR 反馈标记之外的镜面反射 IR 反馈标记和漫反射区的屏幕设计的实施例。

[0032] 图 25 示出了基于图 24 中设计的系统的实施例。

[0033] 图 26 示出了结合 IR 伺服反馈和可见光伺服反馈的系统的实施例。

[0034] 图 27、28、29 和 30 示出了图 26 中系统的各方面。

[0035] 图 31 示出了图 26 中系统的系统实施。

具体实施方式

[0036] 本申请的扫描光束显示系统的实施例采用具有发光材料或荧光材料的屏幕,以便在光学激发下发光从而生成图像,包括激光视频显示系统。可以使用具有发光材料或荧光材料的屏幕多种实施例。在一种实施中,例如,可由激光束的光学激发以分别产生适于形成彩色图像的红、绿、蓝色光的、三种不同颜色的磷光体,可在显示屏上形成为平行的重复的红色、绿色和蓝色磷光体条纹。

[0037] 磷光材料是一种荧光材料。在采用磷光体作为荧光材料的实施例中描述的各种系统、设备和特征适用于具有由其他光学可激发、发光、无磷荧光材料制成的屏幕的显示器。例如,量子点材料在适当的光学激发下发光,因而可用作本申请中的系统和装置的荧光材料。更具体地说,半导体化合物,例如 CdSe 和 PbS 等,可以制成粒子形式而发光,其中该粒子的直径接近于作为量子点材料的化合物的激子玻尔半径。为了产生不同颜色的光,具有不同能量带隙结构的不同的量子点材料可用来在同一激发光下发出不同的颜色。某些量子点的大小在 2 至 10 纳米之间,并且大约包括几十个原子,例如 10 到 50 个原子。量子点可扩散和混合到各种材料中,以形成液态溶液、粉末、胶状矩阵材料以及固体(例如固态溶液)。量子点薄膜或薄膜条纹可形成在作为本申请中的系统或装置显示屏的衬底上。在一种实施中,例如三种不同的量子点材料可被设计成可以由作为光学泵浦的扫描激光束来光学激发,以发出适于形成彩色图像红色、绿色和蓝色光。这种量子点可作为以平行线(例如,重复的连续红色像素点线、绿色像素点线和蓝色像素点线)排列的像素点而形成于显示屏上。

[0038] 在此描述的扫描光束显示系统的示例采用至少一条扫描激光束来激发沉积在显示屏上的彩色发光材料以产生彩色图像。所述扫描激光束被调制携带红色、绿色和蓝色或其他可见光颜色的图像,并且以如下方式对其进行控制,即激光束激发分别具有红色、绿色和蓝色图像的红色、绿色和蓝色的彩色发光材料。因而,所述扫描激光束携带图像但不直

接产生观察者所看到的可见光。相反,显示屏上的彩色发光荧光材料吸收扫描激光束的能量并发出红色、绿色和蓝色或其他颜色的可见光,从而产生观察者所看到的实际的彩色图像。

[0039] 采用其能量足以使荧光材料发光或发冷光的一条或多条激光束对荧光材料进行激光激发,是多种光学激发形式中的一种。在其他实施中,光学激发可通过具有足够的能量以激发显示屏中所采用的荧光材料的非激光光源来产生。非激光激发光源的示例包括各种发光二极管(LED)、灯和其他光源,这些非激光激发光源所产生的波长或光谱带内的光能够激发将高能量的光转换成可见光范围的低能量的光的荧光材料。激发显示屏上的荧光材料的激发光束的频率或光谱范围可高于所述荧光材料所发出的可见光的频率。因此,所述激发光束可以在紫光光谱范围内和紫外(UV)光谱范围内,例如波长在420nm以下。在下面描述的实施例中,紫色或UV激光束用作磷光材料或其他荧光材料的激发光的示例,并且可以是其他波长的光。

[0040] 图1示出了基于激光的显示系统的实施例,其采用具有彩色磷光体条纹的显示屏。可选地,彩色模糊(pixilated)发光区域也可用来限定显示屏上的图像像素。该系统包括激光器模块110,用于产生至少一条扫描激光束120并将其投射到显示屏101上。显示屏101在竖直方向具有平行的彩色磷光体条纹,并且两条相邻的磷光体条纹由发出不同颜色光的不同磷光材料制成。在所示出的实施例中,红色磷光体吸收激光而发出红色光,绿色磷光体吸收激光而发出绿色光,蓝色磷光体吸收激光而发出蓝色光。相邻的三个彩色磷光体条纹具有三种不同颜色。图1示出的条纹的一个特定空间颜色序列为红色、绿色和蓝色。也可以采用其他的颜色序列。激光束120的波长在彩色磷光体的光学吸收带宽内,并且激光束120的波长通常小于用于彩色图像的可见的蓝色、绿色和红色光的波长。作为示例,彩色磷光体可以是吸收光谱范围在低于420nm内的UV光以发出期望的红色、绿色和蓝色光的磷光体。激光器模块110可以包括:激光器,用以产生光束120的一个或多个例如UV二极管激光器;光束扫描机构,用以水平和竖直扫描光束120从而在显示屏101上一次提供一个图像帧;以及信号调制机构,用以调制光束120以携带红色、绿色和蓝色图像信道的信息。这种显示系统可以被配置成背扫描系统,其中观察者和激光器模块110位于显示屏101的相对侧。可选地,这种显示系统也可以被配置成前扫描系统,其中观察者和激光器模块110与显示屏101位于同一侧。

[0041] 图1中的扫描激光显示系统中的各种特征、模块和元件的实施的实施例在以下文献中描述:2006年5月2日提交的题为“Display Systems and Devices Having Screens With Optical Fluorescent Materials”(具有带有光学荧光材料的屏幕的显示系统和设备)的第10/578,038号美国专利申请(美国专利公开号);2007年2月15日提交的题为“Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens”(采用荧光屏的伺服辅助扫描光束显示系统)、申请号为PCT/US2007/004004的PCT专利申请(PCT公开号为W02007/095329);2007年5月4日提交的题为“Phosphor Compositions For Scanning Beam Displays”(用于扫描光束显示器的磷光体合成物)、申请号为PCT/US2007/068286的PCT专利申请(PCT公开号为W02007/131195);2007年5月15日提交的题为“Multilayered Fluorescent Screens for Scanning Beam Display Systems”(用于扫描光束显示系统的多层荧光屏)、申请号为PCT/US2007/68989的PCT专利申请(PCT

公开号为 W0 2007/134329) ;以及 2006 年 10 月 25 日提交的题为“Optical Designs for Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens”(用于采用荧光屏的扫描光束显示系统的光学设计)、申请号为 PCT/US2006/041584 的 PCT 专利申请(PCT 公开号为 W02007/050662)。上述专利申请的全部公开内容通过引用而并入作为本申请说明书的一部分。

[0042] 图 2A 示出了图 1 中的屏幕 101 的一种示例性的设计。屏幕 101 可包括背部衬底 201,背部衬底 201 对于扫描激光束 120 是透明的,并且面向激光器模块 110,以接收扫描激光束 120。第二前衬底 202 相对于背部衬底 201 固定并以背扫描配置面向观察者。彩色磷光体条纹层 203 置于衬底 201 和 202 之间并包含磷光体条纹。用于发出红色、绿色和蓝色的彩色磷光体条纹分别由“R”、“G”、“B”表示。前衬底 202 对于磷光体条纹所发出的红色、绿色和蓝色光都是透明的。衬底 201 和 202 可由多种材料制成,包括玻璃或塑料板。背部衬底 201 可以是薄膜层并被配置以向观察者循环利用可见光。每个彩色像素在水平方向上均包括三个相邻的彩色磷光体条纹的部分,并且其竖直尺寸由竖直方向的激光束 120 的光束扩散来限定。如此,每个彩色像素均包括三种不同颜色(例如,红色、绿色和蓝色)的三种子像素。激光器模块 110 扫描激光束 120,一次一条水平线上,例如从左向右和从上到下扫描,以充满显示屏 101。激光器模块 110 和显示屏 101 的相对对准可被监控并控制,以确保激光束 120 与显示屏 101 上的各像素位置间的正确对准。在一种实施中,激光器模块 110 可被控制以相对于显示屏 101 固定于适当位置,从而可以预定的方式控制光束 120 的扫描,以确保激光束 120 与显示屏 101 上的各像素位置间的正确对准。

[0043] 在图 2A 中,扫描激光束 120 被引导至像素内的绿色磷光体条纹处,从而为该像素产生绿色光。图 2B 以沿着垂直于显示屏 101 表面的方向 B-B 的视图进一步示出了显示屏 101 的操作。由于每个颜色条纹的形状是纵向的,因此光束 120 的横截面可以成形为沿着条纹的方向伸长,以使像素的每个颜色条纹内的光束的填充因数最大。可以通过在激光器模块 110 中采用光束成形光学元件来实现这一点。用来产生激发显示屏上磷光材料的扫描激光束的激光光源,可以是单模激光或多模激光。所述激光还可以是沿着垂直于磷光体条纹的伸长方向单模激光,从而具有由每个磷光体条纹的宽度所限制的并且小于该宽度的光束分散。沿着磷光体条纹的伸长方向,该激光束可具有多个模式,从而比在穿过磷光体条纹方向分散的光束能够覆盖更大的面积。在一个方向使用具有单一模式的激光束从而在屏幕上具有较小的覆盖区以及在竖直方向使用具有多个模式的激光束从而在屏幕上具有较大的覆盖区,使得光束成形为适合屏幕上的伸长的颜色子像素并通过多个模式在光束中提供足够的激光功率,从而确保足够的屏幕亮度。

[0044] 现参见图 3,其示出了图 1 所示的激光器模块 110 的示例性实施。采用具有多个激光器的激光器阵列 310 以产生多个激光束 312,从而同时扫描屏幕 101 以获得增强的显示亮度。设置信号调制控制器 320 以控制和调制激光器阵列 310 中的激光,以使得激光束 312 被调制以携带要显示在屏幕 101 上的图像。信号调制控制器 320 可包括为三个不同的彩色信道生成数字图像信号的数字图像处理器,和产生携带数字图像信号的激光控制信号的激光驱动器电路。接着,利用激光控制信号以调制激光器阵列 310 中的激光器,例如,用于激光二极管的电流。

[0045] 通过使用用于竖直扫描的扫描镜 340(例如电流计镜)和用于水平扫描的具有多

个面的多面体扫描器 350 以实现光束扫描。采用扫描透镜 360 将来自多面体扫描器 350 的扫描光束投射到屏幕 101 上。扫描透镜 360 被设计为将激光器阵列 310 中的每个激光成像在屏幕 101 上。多面体扫描器 350 的不同反射面中的每个同时扫描 N 条水平线,其中 N 是激光器的数量。在所示的示例中,激光束首先被引至电流计镜 340 上,接着从电流计镜 340 到多面体扫描器 350 上。然后将输出扫描光束 120 投射到屏幕 101 上。中继光学模块 330 放置在激光束 312 的光路上,以改变激光束 312 的空间特性并为电流计镜 340 和多面体扫描器 350 的扫描产生紧密光束 332,所述紧密光束 332 作为投射到屏幕 101 上的扫描光束 120,以激发磷光体并由磷光体发出的彩色光生成图像。中继光学模块 370 插入在扫描器 340 和 350 之间,以便将竖直扫描镜 340 中的反射体的反射表面成像到多面体扫描器 350 的各个反射面中,从而防止光束在竖直方向上跨越多面体扫描器 350 的薄面。

[0046] 在空间上跨越屏幕 101 对激光束 120 进行扫描,从而在不同时间撞击不同颜色的像素。因此,每条经调制的光束 120 携带在不同时间用于每个像素的红色、绿色和蓝色图像信号,以及在不同时间用于不同像素的红色、绿色和蓝色图像信号。因而,由信号调制控制器 320 利用不同时间不同像素的图像信息对光束 120 进行编码。因此,光束扫描将光束 120 中时域编码的图像信号映射到屏幕 101 上的空间像素上。例如,经调制的激光束 120 可以将每个彩色像素时间平均地分为用于三个颜色信道的三个颜色子像素的三个连续时隙。光束 120 的调制可以采用脉冲调制技术,以在每个颜色中产生期望的灰度、在每个像素中产生适当的颜色组合以及期望的图像亮度。

[0047] 在一种实施中,多重光束 120 以不同的且相邻的竖直位置被引导到屏幕 101 上,并且在屏幕 101 上,两个相邻光束被屏幕 101 的一条水平线沿着竖直方向彼此分开。对于电流计镜 340 的给定位置和多面体扫描器 350 的给定位置,在屏幕 101 上,光束 120 可不沿着竖直方向彼此对齐,并可沿着水平方向位于屏幕 101 上的不同位置。光束 120 仅能够覆盖屏幕 101 的一部分。

[0048] 在一种实施中,在电流计镜 340 的角位置,多面体扫描器 350 的旋转使来自激光器阵列 310 中 N 个激光器的光束 120 扫描屏幕 101 上 N 个相邻水平线的一个屏幕段。在由多面体扫描的过程中,电流计镜 340 线性地倾斜,以便沿着从顶部向底部的竖直方向以给定速度改变其倾斜角度,直到扫描整个屏幕 101 以产生全屏显示。在电流计竖直角度扫描范围结束时,电流计折回至其顶部位置并且该循环与显示器的刷新速率同步地进行重复。

[0049] 在另一种实施中,对于电流计镜 340 的给定位置和多面体扫描器 350 的给定位置,在屏幕 101 上,光束 120 可不沿着竖直方向彼此对齐,并可沿着水平方向位于屏幕 101 上的不同位置。光束 120 仅能够覆盖屏幕 101 的一部分。在电流计镜 340 的固定的角位置,多面体扫描器 350 的旋转使来自激光器阵列 310 中 N 个激光器的光束 120 扫描屏幕 101 上 N 个相邻水平线的一个屏幕段。在每次在一个屏幕段上的水平扫描结束时,电流计镜 340 被调节至不同的固定的角位置,这样调节所有 N 个光束 120 的竖直位置,以扫描 N 个水平线中的下一个相邻屏幕段。重复该过程直到整个屏幕 101 被扫描,以产生全屏显示。

[0050] 在图 3 中示出的扫描光束显示系统的上述实施例中,扫描透镜 360 位于光束扫描设备 340 和 350 的下游,并将一个或多个扫描激发光束 120 聚焦到屏幕 101 上。该光学结构被称为“物镜前”(pre-objective)扫描系统。在这种物镜前设计中,沿着两个正交方向对引入扫描透镜 360 中的扫描光束进行扫描。因此,扫描透镜 360 被设计为将扫描光束沿

两个正交方向聚焦到屏幕 101 上。为了在两个正交方向上均获得正确的聚焦,扫描透镜 360 可能比较复杂,并且通常由多种透镜元件制成。在一种实施中,例如,扫描透镜 360 可以是二维 $f-\theta$ 透镜,其被设计为当绕着垂直于扫描透镜的光轴的两个正交轴扫描输入光束时,屏幕上的焦点位置与输入扫描角度 (θ) 之间具有线性关系。在物镜前结构中的诸如 $f-\theta$ 透镜的二维扫描透镜 360 在沿着两个正交扫描方向可能呈现光学扭曲,使得屏幕 101 上的光束位置的轨迹为曲线。扫描透镜 360 可以被设计为具有多种透镜元件以便减少弓形扭曲,但是可能制造成本昂贵。

[0051] 为了在物镜前扫描光束系统中避免与二维扫描相关联的上述扭曲问题,可以实施物镜后扫描光束显示系统以使用更简单、更便宜的一维扫描透镜来代替二维扫描透镜 360。2007 年 4 月 30 日提交的题为“POST-OBJECTIVE SCANNING BEAM SYSTEMS”(物镜后扫描光束系统)第 11/742,014 号美国专利申请(美国专利公开号)描述了适于与本申请描述的磷光体屏幕一起使用的物镜后扫描光束系统,并通过引用而作为本申请说明书的一部分。

[0052] 图 4 示出了基于图 1 中系统设计的物镜后扫描光束显示系统的实施例。采用具有多个激光器的激光器阵列 310 以产生多个激光束 312,从而同时扫描屏幕 101 以获得增强的显示亮度。设置信号调制控制器 320 以控制和调制激光器阵列 310 中的激光,这样激光束 312 被调制以携带要显示在屏幕 101 上的图像。光束扫描基于具有诸如多面体扫描器 350 的水平扫描器和诸如检流计扫描器 340 的竖直扫描器的两扫描器设计。多面体扫描器 350 的不同反射面中的每个都同时扫描 N 条水平线,其中 N 为激光器的数量。中继光学模块 330 减小激光束 312 的间隔以便形成一组紧凑的激光束 332,该组紧凑的激光束 332 在多面体扫描器 350 的面尺寸内展开,用于水平扫描。在多面体扫描器 350 下游,具有一维水平扫描透镜 380,之后为竖直扫描器 340(例如,电流计镜),竖直扫描器 340 接收通过一维水平扫描透镜 380 从多面体扫描器 350 发出的每条水平扫描的光束 332,并且在每次水平扫描结束时,在由多面体扫描器 350 的下一面进行下一次水平扫描之前,提供对每条水平扫描的光束 332 的竖直扫描。竖直扫描器 340 将二维扫描光束 390 引导至屏幕 101。

[0053] 在这种水平和竖直扫描的光学设计下,一维扫描透镜 380 布置在多媒体扫描器 140 的下游、竖直扫描器 340 的上游,以便将每条水平扫描的光束都聚焦到屏幕 101 上,并使屏幕 101 上显示图像的水平弓形扭曲最小化在可接受的范围内,由此在屏幕 101 上生成视觉上“直的”水平扫描线。这种能够生成直的水平扫描线的一维扫描透镜 380 相对于性能类似的二维扫描透镜更简单且更便宜。在扫描透镜 380 的下游,扫描器 340 为平面反射镜,简单地将光束反射到屏幕 101 上并进行竖直扫描,以便将每条水平扫描的光束定位在屏幕 101 的不同竖直位置上,用于扫描不同的水平线。扫描器 340 上的反射镜沿水平方向的尺寸足够大,以便覆盖来自于多面体扫描器 350 和扫描透镜 380 的每条扫描光束的空间范围。因为一维扫描透镜 380 位于竖直扫描器 340 的上游,因此图 4 中的系统为物镜后设计。在该具体实施例中,在竖直扫描器 340 的下游没有透镜或其它聚焦元件。

[0054] 特别地,在图 4 中的物镜后系统中,对于具体光束而言从扫描透镜到屏幕 101 上的定位的距离随竖直扫描器 340 的竖直扫描位置而变化。因此,当一维扫描透镜 380 被设计为具有沿着穿过该细长一维扫描透镜的中心的直水平线的固定焦距时,每条光束的焦点性质必须随着竖直扫描器 380 的竖直扫描位置而改变,从而维持聚焦在屏幕 101 上的光束具有一致性。在这点上,可以实施动态聚焦机构,以便基于竖直扫描器 340 的竖直扫描位置来

调节进入一维扫描透镜 380 的光束的聚焦。

[0055] 例如,在从激光器到多面体扫描器 350 的一条或多条激光光束的光路中,可以将用静态透镜和动态再聚焦透镜用作为动态聚焦机构。每条光束均由静态透镜上游位置处的动态聚焦透镜聚焦。当透镜的焦点与透镜的焦点一致时,从透镜输出的光被校准。取决于透镜焦点之间的偏差的方向和数量,从校准器透镜到多面体扫描器 350 的输出光可以是发散的或会聚的。因此,当沿两个透镜的光轴方向调节该两个透镜的相对位置时,可以调节屏幕 101 上的扫描的光的聚焦焦点。再聚焦透镜致动器可用于响应于控制信号而来调节透镜间的相对位置。在该具体的实施例中,再聚焦透镜致动器用来与竖直扫描器 340 的竖直扫描同步地调节沿着从多面体扫描器 350 的光路引导到一维扫描透镜 380 中的光束的会聚。图 4 中的竖直扫描器 340 以比第一水平扫描器 350 的扫描速率小得多的速率进行扫描,因而由屏幕 101 上的竖直扫描引起的聚焦变化以更慢的扫描速率随着时间变化。这允许在图 1 的系统中实施的聚焦调节机构在较低的竖直扫描速率而非较高的水平扫描速率的情况下的反应速度具有较低的限制。

[0056] 屏幕 101 上的光束 120 放置在不同的且相邻的竖直位置,并且在屏幕 101 上,两个相邻光束被屏幕 101 的一条水平线沿着竖直方向彼此分开。对于电流计镜 540 的给定位置和多面体扫描器 550 的给定位置,在屏幕 101 上,光束 120 可不沿着竖直方向彼此对齐,并可沿着水平方向位于屏幕 101 上的不同位置。光束 120 能够覆盖屏幕 101 的一部分。

[0057] 图 5 示出了上述利用多个扫描激光束 120 一次同时扫描一个屏幕段。视觉上,光束 120 像画笔一样起作用,从而跨越屏幕 101 一次“画”较粗的、水平的一笔,以在屏幕 101 的图像区域的开始边缘和结束边缘之间覆盖一个屏幕段,然后,“画”较粗的、水平的另一笔,以覆盖相邻的竖直平移屏幕段。假设激光阵列 310 具有 $N = 36$ 个激光器,屏幕 101 的 1080 线的逐行扫描对于全屏将需要扫描 30 个竖直屏幕段。因此,这种设置将屏幕 101 沿着竖直方向分为多个屏幕段,这样 N 个扫描光束一次扫描一个屏幕段,而且每个扫描光束仅扫描屏幕段中的一条线,并且不同的光束扫描该屏幕段中的不同的连续线。在扫描一个屏幕段后,同时移动 N 个扫描光束以扫描下一个相邻屏幕段。

[0058] 在上述具有多个激光束的设计中,每个扫描激光束 120 仅沿着竖直方向、横跨整个屏幕扫描多条线,所述多条线的数量等于屏幕段的数量。因此,用于水平扫描的多面体扫描器 550 能够以低于单光束设计所需的扫描速度运行,在单光束设计中,单光束扫描过屏幕的每条线。对于屏幕上给定数量的全部水平线(例如, HDTV 中的 1080 条线),屏幕段的数量随着激光器数量的上升而下降。因此,在 36 个激光器的情况下,电流计镜和多面体扫描器每帧扫描 30 条线,而且当仅有 10 个激光器时,对每帧总共 108 条线进行扫描。因而,采用多个激光器能够增加图像亮度,该亮度与使用的激光器数量大致成比例,并且同时还能够有利地降低扫描系统的速度。

[0059] 在制造过程中,能够对本说明书描述的扫描显示系统进行校准,从而使激光束开-关时间和激光束相对于屏幕 101 中荧光条纹的位置是已知的,并且被控制在允许的误差范围内,从而使得系统以指定的图像质量正确地运行。但是,屏幕 101 和系统的激光模块 101 中的元件会随着时间因各种因素而改变,例如扫描设备颤抖、温度或湿度的改变、系统相对于重力的定向的改变、振动引起的沉降、老化等。这些变化能够影响激光光源随时间相对于屏幕 101 的定位,因此,由于这些变化,能够改变工厂设置的对准。特别地,这些变化会

产生显示图像上可视的（通常是不期望的）影响。例如，由于扫描光束 120 相对于屏幕沿着水平扫描方向失准，所以扫描激发光束 120 中的激光脉冲会撞击邻近于该激光脉冲的预期目标子像素的子像素。当这种情况发生时，所显示图像的色彩从该图像的预期色彩改变。因此，在预期图像中的红色像素会在屏幕上显示为绿色像素。另一例，由于扫描光束 120 相对于屏幕沿着水平扫描方向失准，所以扫描激发光束 120 中的激光脉冲会撞击预期的目标子像素和邻近于该预期的目标子像素的下一个子像素。当这种情况发生时，所显示图像的色彩从该图像的预期色彩改变，并且图像分辨率会恶化。当由于对于位置变化更小的像素意味着更小的公差而使得屏幕显示分辨率提高时，这些改变的可视效果可提高。另外，当屏幕的尺寸增大时，由于扫描每个激发光束 120 时与大屏幕关联的大力矩臂意味着角误差会引起屏幕上较大的位置误差，所以影响对准的改变的效果会更显著。例如，如果对于已知光束角的屏幕上的激光束位置随着时间改变，其结果是图像中的色彩平移。对于观察者而言，这种效果会被注意并且是不期望的。

[0060] 本说明书中提供了各种对准机构的实施，以保持预期子像素上的扫描光束 120 的正确对准，以获得期望的图像质量。这些对准机构包括荧光区域中和荧光区域外的一个或多个外围区域中的参考标记，由磷光体条纹发出的红色、绿色和蓝色可见光，以提供反馈光，该反馈光是由激发光束 120 引起的，并表示屏幕上扫描光束的位置和其它特性。采用一个或更多的光学伺服传感器以产生一个或多个反馈伺服信号来测量反馈光，而该反馈伺服信号用来在屏幕上生成用于红色、绿色和蓝色子像素的定位图。激光器模块 110 中的伺服控制处理该反馈伺服信号，以抽取光束定位和屏幕上的光束的其他特征的信息，并且相应的调节扫描光束 120 的方向和其它特性以确保显示系统的正确工作。

[0061] 例如，能够提供反馈伺服控制系统，以采用位于显示区域外、且不可被观察者观察到的外围伺服参考标记，以提供各种光束特性的控制，例如沿着垂直于荧光条纹的水平扫描方向的水平定位、沿荧光条纹的纵向方向的竖直定位、用于控制图像锐度的屏幕上的光束聚焦、以及用于控制图像亮度的屏幕上的光束功率。在另一个示例中，能在显示系统启动时执行屏幕校准程序，以测量光束位置信息，作为具有时域内屏幕上子像素的精确位置的校准图。接着，由激光器模块 110 利用该校准图控制扫描光束 120 的时间和定位，以获得预期的色彩纯度。在又一个示例中，能够提供动态伺服控制系统，以在显示系统的正常工作过程中，通过使用屏幕的荧光区域中的伺服参考标记，有规律地更新校准图，以提供反馈光而不影响观察者的观察体验。在通过引用而并入本文的题为“Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens”（采用荧光屏的伺服辅助扫描光束显示系统）、申请号为 PCT/US2007/004004 的 PCT 专利申请（PCT 公开号为 WO 2007/095329）中，描述了采用用于伺服控制和屏幕校准的、由磷光体条纹分隔体产生的来自激发光和反馈光的伺服光的实施例，该激发光和反馈光来自其它参考标记。

[0062] 本申请中的显示系统提供了基于指定伺服光束的伺服控制机构，由用来扫描携带图像的激发光束的相同扫描模块在屏幕上扫描该指定伺服光束。该指定伺服光束用来提供在扫描激发光束上的伺服反馈控制，以便在正常显示操作过程中确保激发光束中的光脉冲的正确光学对准以及精确传输。该指定伺服光束的光学波长与激发光束的波长不同。作为示例，该指定伺服光束可以是对人类来说不可见的 IR 伺服光束。下面的实施例采用 IR 伺服光束 130 以说明该指定伺服光束的特征和操作。

[0063] 参照图 1, 激光器模块 110 产生诸如 IR 光束的非可见伺服光束 130, 作为指定伺服光束的示例。激光器模块 110 将伺服光束 130 随同激发光束 120 一起扫描到屏幕 101 上。与激发光束 120 不同, 伺服光束 130 未被调制以携带图像数据。伺服光束 130 可以是 CW 光束。屏幕 101 上的条纹分割体可被制成为反射伺服光束 130 的光并通过反射产生反馈光 132。伺服光束 130 与激发光束 120 具有已知的空间关系。因此, 伺服光束 130 的位置可用来确定激发光束 120 的位置。伺服光束 130 和激发光束 120 之间的该关系可通过采用参考伺服标记来确定, 诸如在屏幕 101 的非观察区域中的线开始 (SOL) 标记。激光器模块 101 接收并检测反馈光 132, 以便获得伺服光束 130 在屏幕 101 的位置信息, 并采用该位置信息以便控制激发光束 120 在屏幕上的对准。

[0064] 伺服光束 130 对于人类而言是不可见的, 因此, 当在屏幕 101 上产生图像时, 在系统的正常操作过程中, 伺服光束 130 不会在屏幕 101 上产生任何显著的视觉伪影。例如, 伺服光束 130 可具有从 780nm 至 820nm 的波长。出于安全考虑, 屏幕 101 可被制成为具有滤波器, 该滤波器阻挡非可见伺服光束 130 在观察者一侧从屏幕 101 射出。在这点上, 带通透射范围仅在空间光谱范围 (例如, 从 420nm 到 680nm) 中的截止吸收滤波器可用来阻挡伺服光束 130 和激发光束 120。在系统的正常操作过程中, 可以动态地执行基于伺服光束 130 的激发光束 120 的伺服控制。该伺服设计避免了在对于伺服操作的正常显示模式过程中的产生图像激发光束 120 的处理, 由此避免了任何可能由产生图像激发光束 120 的伺服相关处理引起的视觉伪影。

[0065] 此外, 在系统没有示出图像时的期间内, 例如, 在系统的启动过程中, 或者当激发光束 120 位于屏幕 101 的主动显示区之外时, 由屏幕 101 散射或反射的激发光也可用于伺服控制操作。在这种情况下, 标识为光 122 的散射或反射的激发光可用作伺服反馈光, 用于例如每条激发光束 120 的水平对准或竖直对准的伺服控制。

[0066] 在图 3 和图 4 中系统的实施例中, 将伺服光束 130 与一条或多条激发光束 120 一起引导通过相同的光路, 该光路包括中继光学模块 330A 或 330B、光束扫描器 340 和 350 以及扫描透镜 360 或 380。参照图 5, 伺服光束 130 与扫描激发光束 120 一起沿着伺服控制的竖直方向、每次一个伺服控制段进行扫描。伺服光束 130 是不可见的, 并能够与一个激发光束 120 的扫描路径重叠, 或者沿着其自身的与任何激发光束 120 的路径都不同的扫描路径。伺服光束 130 和每条激发光束 120 之间的空间关系是已知的且固定的, 从而伺服光束 130 在屏幕 101 上的位置可用来推断每条激发光束 120 的位置。

[0067] 用于产生伺服光束 130 的光源以及用于产生激发光束 120 的光源可以是光源模块中的半导体激光器, 光源模块可以是激光器阵列并且该激光器阵列中的至少一个激光器可以是产生伺服光束 130 的伺服激光器。在一种实施中, 伺服激光器相对于激光器模块 110 中的激光器阵列的每个激发激光器的定位是已知的。伺服光束 130 和每条激发光束 120 均被引导通过相同的中继光学器件、相同的光束扫描器以及相同的投射透镜, 并投射在屏幕 101 上。因此, 伺服光束 130 在屏幕 101 上的位置具有与每条激发光束 120 在屏幕上的位置已知的关系。伺服光束 130 和每条激发光束 120 之间的该关系可用来基于伺服光束 130 的测量位置来控制激发光束 120。伺服光束 130 和每条激发光束 120 之间的相对位置关系可采用伺服反馈测量, 例如, 在校准过程期间, 该校准过程可单独执行或者在系统的加电期间执行。所测量的相对位置关系被用于伺服反馈控制。

[0068] 图 5A 示出了在原型物镜前扫描显示系统中,当竖直电流计扫描器和水平多媒体扫描器位于其各自的零位置时,由 36 个激发激光器和一个 IR 伺服激光器的激光器阵列产生的在屏幕上光束位置图。该 36 个激发激光器布置在 4x9 激光器阵列中,而 IR 伺服激光器放置在激光器阵列中的中心。激光束在屏幕上占据约 20mmx25mm 的面积。在该实施例中,两个竖直相邻的激发激光器之间的竖直间隔为一个像素的一半,而两个相邻的激发激光器之间的水平间隔为 3.54 个像素。因为激发激光器沿着水平和竖直方向都是空间交错的,因而一个屏幕段中的每次扫描都在屏幕上产生 36 条水平线,沿竖直方向占据 36 个像素。在操作中,该 36 条激光束基于图 5 中示出的扫描一起被扫描,以便每次扫描一个屏幕段,从而继续扫描位于不同竖直位置处的不同屏幕段,进而扫描整个屏幕。因为 IR 伺服激光器相对于 36 个激发激光器中的每个均固定在适当位置,因此由屏幕 101 上的 IR 伺服激光器产生的伺服光束 130 的位置相对于来自 36 个激发激光器中的每个的激发光束 120 的每个束斑都具有已知的关系。

[0069] 图 6 示出了基于采用不可见伺服光束 130 的伺服控制的扫描光束显示系统。可使用显示处理器和控制器 640 来提供控制功能,并且基于来自辐射伺服检测器 620 的伺服检测器信号控制信息,辐射伺服检测器 620 检测来自屏幕 101 的伺服反馈光 132。单个检测器 620 可够用,而两个或更多伺服检测器 620 可用来提高伺服检测灵敏度。

[0070] 类似地,一个或多个辐射伺服检测器 630 也可用来收集通过在屏幕处散射或反射激发光束 120 而产生的激发伺服光 122,以便向用于伺服控制的处理器和控制器 640 提供额外的反馈信号。伺服光 122 用于反馈控制的该用途可以是与 IR 伺服反馈控制结合使用的可选特征。在某些系统实施中,图 6 中示出的不需要基于反馈光 122 的反馈的单个 IR 伺服反馈就可足以将激发光束 120 对准屏幕 101 上的适当磷光体条纹。在通过引用而并入本文的题为“Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens”(采用荧光屏的伺服辅助扫描光束显示系统)、申请号为 PCT/US2007/004004 的 PCT 专利申请(PCT 公开号为 WO 2007/095329)中,描述了采用用于伺服控制的、由磷光体条纹分隔体产生的伺服光 122 的实施例。

[0071] 在图 6 中,设置了扫描投射模块 610,以便将激发和伺服光束 120 和 130 扫描并投射到屏幕 101 上。模块 610 可以是物镜后结构或者物镜前结构。如所示出的那样,图像数据被供给至显示处理器和控制器 640,显示处理器和控制器 640 向用于激发激光器 510 的信号调制器控制器 520 产生携带图像数据的图像数据信号。阵列 510 中的激发激光器当中的伺服激光器未被调制以携带图像数据。信号调制控制器 520 能够包括生成携带图像信号的激光器调制信号的激光器驱动电路,该图像信号分别分配至不同的激光器 510。然后应用激光器控制信号以便调制激光器阵列 510 中的激光器,例如,用于产生激光束 512 的激光二极管的电流。显示处理器和控制器 640 还向激光器阵列 510 中的激光器生成激光器控制信号,以便调节激光器方位从而改变屏幕 101 上的竖直光束位置或者每个激光器的 DC 功率量级。显示处理器和控制器 5930 还向扫描投射模块 610 产生扫描控制信号,以便控制水平多媒体扫描器和竖直扫描器并使其同步。

[0072] 图 7 示出了伺服检测器设计的一个实施例,其中伺服检测器 620 检测伺服反馈光 132。伺服检测器 620 可以是设计以对用于不可见伺服光束 130 的伺服光束波长的光敏感而对诸如可见光和激发光的其它光较不敏感的检测器。光学滤波器 710 可用来对来自屏

幕 101 的光进行滤波,以便选择性地透射伺服反馈光 132,同时阻挡其它波长的光,诸如激发光和可见光。这种其滤波器允许更宽范围的光学检测器被用作伺服检测器。图 7 还示出了可选伺服检测器 630 的实施例,其用于检测波长为激发波长的伺服反馈光 122。伺服检测器 620 可以是一种被设计为对激发光束 120 的激发波长的光敏感而对屏幕 101 发出的伺服光束 130 和可见光的波长光较不敏感的检测器。光学滤波器 720 可用来对来自屏幕 101 的光进行滤波,以便选择性地透射激发伺服反馈光 122,同时阻挡其它波长的光。分别来自伺服检测器 620 和 630 的伺服检测器信号 721 和 722 被引导至处理器和控制器 640,用于伺服控制操作。

[0073] 图 8 和图 9 示出了对于提供反馈光 122 和 132 的屏幕 101 的两个示例性屏幕设计。在图 8 中,每个条分隔体 810 都被制作成为对伺服和激发光束具有光学反射,从而该反射可用作反馈光 132。条分隔体 810 同时被制作成为对光具有反射效应且不透明,以便将发相邻光条纹光学隔离从而提高对比度并减少干扰。如发出红色、绿色和蓝色光的磷光体条纹的发光条纹对于伺服和激发光束的反射率比条纹分割体 810 低,以使得每次当伺服或激发光束 130 穿过条纹分割体 810 时,反馈光 132 都呈现峰值。可以在观察者侧的每个条纹分割体上均涂覆吸附黑层 820,以便减少对观察者的环境光的闪光。图 9 示出了另一屏幕设计,其中反射伺服参考标记 910 形成在每个条分隔体 910 的激发侧,例如,反射条纹涂层。

[0074] 在每次水平扫描中,光束 120 或 130 穿过发光条纹扫描,并且由条纹分割体产生的反射可用来指示条纹分割体的水平位置、两个相邻条纹分割体之间的间隔以及水平扫描的光束 120 或 130 的水平位置。因此,来自条纹分割体的反射可用于光束 120 和发光条纹之间的水平对准的伺服控制。

[0075] 图 10 示出了作为对准参考标记的条纹分割体的操作。当伺服光束 120 或 130 被水平地扫描穿过屏幕 101 时,当伺服光束 130 处于发光条纹处时,伺服光束处的光示出了较低功率,当该伺服光束处于条纹分割体处时,示出了较高功率。当屏幕 101 上的伺服光束 130 的束斑小于一个子像素的宽度时,伺服光的功率在每个水平扫描中示出了周期性图案,其中高功率峰对应于条纹分割体。该图案可用来基于处理器和控制器 640 中时钟信号的时钟周期来测量条纹分割体的位置或每个条纹分割体的宽度。该测量的信息用来更新在水平扫描中每个激发光束 120 的位置图。当伺服光束 130 的束斑大于子像素的一个宽度但小于由三个相邻子像素组成的一个彩色像素时,伺服光 132 的功率仍在每个水平扫描中示出了周期性图案,其中高功率峰对应于一个彩色像素,并因而可用于伺服控制。

[0076] 除了作为屏幕 101 对准参考标记的条纹分割体之外,还能使用额外的对准参考标记来确定光束和屏幕的相对位置以及屏幕上激发光束的其它参数。例如,在激发和伺服光束越过发光条纹的水平扫描过程中,能为系统设置线标记的开始,以确定屏幕 101 的主动发光显示区域的开始,从而使系统的信号调制控制器能准确的控制将光学脉冲传送至目标像素的时间。还能能为系统设置线标记的端部,以在水平扫描过程中确定屏幕 101 的主动荧光显示区域的终端。另一例,可为系统提供参考了标记的竖直对准,从而确定扫描光束是否指向屏幕上的适当竖直位置。参考标记的其它示例可以是用于测量屏幕上光束点尺寸的一个或更多参考标记和测量激发光束 120 的光功率的屏幕上的一个或更多参考标记。这些参考标记能放置在屏幕 101 的主动荧光区域外的区域中并用于激发和伺服光束,该区域是例如主动荧光屏区域的一个或更多外围区域。

[0077] 图 11 示出了具有外围参考标记区域的荧光屏 101 的一个示例。屏幕 101 包括中央主动发光显示区域 1100, 其具有用于显示图像的平行荧光条纹、平行于荧光条纹的两个条纹外围参考标记区域 1110 和 1120。能够利用每个外围参考标记区域来为屏幕 101 提供各种参考标记。在某些实施中, 当横跨荧光条纹的水平扫描从区域 1100 的左侧向右侧进行时, 仅提供左侧外围参考标记区域 1110 而不提供第二区域 1120。

[0078] 屏幕 101 上的该外围参考标记区域允许扫描显示系统监控系统的某些运行参数。该外围参考标记区域中的参考标记可用于伺服控制操作, 基于从伺服光束 130 产生的伺服反馈光 132。当从激发光束 120 产生的伺服反馈光 122 也用于伺服控制操作时, 该外围参考标记区域中的参考标记可用于基于伺服反馈光 122 的伺服控制操作。在某些实施中, 该外围参考标记区域中的参考标记可用来测量用于伺服控制操作的激发光束 120 和伺服光束 130。以下对于参考标记的各个实施例的描述可具体涉及激发光束 120, 而类似的功能可与伺服光束 130 结合使用。

[0079] 特别地, 外围参考标记区域中的参考标记在屏幕 101 的主动显示区域 1100 外, 因此当激发光束扫描通过主动荧光显示区域 2600 以显示图像时, 能在显示操作过程之外执行相应的伺服反馈控制功能。因此, 能够进行动态伺服操作而不影响对观察者的图像显示。这样, 每次扫描可包括连续模式期, 在此期间激发光束扫描通过参考标记区域的外围, 用于动态伺服传感和控制, 每次扫描还可包括显示模式期, 此时, 开启激发光束的调制, 以产生携带图像的光学脉冲, 作为扫描通过主动荧光显示区域 1100 的激发光束。伺服光束 130 未被调制以携带图像数据, 因而当入射到屏幕 101 上时, 伺服光束 130 可以为具有恒定光束功率的连续光束。反馈光 132 中所反射的伺服光的功率由参考标记和条纹分割体以及屏幕 101 上的其它屏幕图案调制。反射的伺服光的调制功率可用来测量在屏幕 101 上的伺服光束 130 的位置。

[0080] 图 12 示出了屏幕 101 中的左侧外围区域 1110 中线开始 (SOL) 参考标记 1210 的示例。SOL 参考标记 1210 可以是平行于屏幕 101 的主动发光区域 1100 中荧光条纹的光反射、光漫射或荧光条纹。SOL 参考标记 1210 固定在离区域 1100 中第一荧光条纹已知距离的位置。SOL 图案在某些实施中可为单个反射条纹, 而在其它实施中可包括具有均匀或变化的间隔的多条竖直线。为冗余、增加信噪比、位置 (时间) 测量精度和提供缺少的脉冲检测而选择多条线。

[0081] 在操作中, 通过首先扫描通过外围参考标记区域 1110 并接着扫描通过主动区域 1100, 从屏幕 101 的左侧向右侧扫描扫描激发光束 120。当光束 120 位于外围参考标记区域 1110 中时, 系统中激光器模块 110 的信号调制控制器将光束 120 设置成确保充足的信息采样而没有干扰的模式 (例如, 在一个帧期间一次一个光束)。当扫描激发光束 120 扫描过 SOL 参考标记 1210 时, 因激发光束 1210 照亮、由 SOL 参考标记 1210 反射、散射或发出的光能够在靠近 SOL 参考标记 1210 的 SOL 光学检测器处被测量。该信号指示出光束 120 的位置。SOL 光学检测器能固定在屏幕 101 上或屏幕 101 外的区域 1110 内的位置。因此, 能够利用 SOL 参考标记 1210 在系统的工作寿命期间进行定期的对准调节。

[0082] 当对于给定的激发光束检测到来自检测到的 SOL1210 的脉冲时, 在表示用于将光束从 SOL1210 扫描到主动显示区域 1100 的左边缘的时间的延迟之后, 激光器能够被控制以在图像模式下工作, 并携带具有成像数据的光学脉冲。接着, 系统召回从 SOL 脉冲到图像区

域 1100 开始的滞后的先前测量值。该过程能够在每次水平扫描中执行以确保每条水平线适当开启图像区域并且在每次水平扫描中的光学脉冲对准发光条纹。在为屏幕 101 上区域 1100 中的该条线绘制图像之前进行校正,从而在显示图像时不存在由伺服控制引起的延迟。这允许对于高频(达到线扫描速率)误差和低频误差进行校正。

[0083] 当激发光束 120 在主动发光区 1100 中扫描时,伺服光束 130 可用来为每条激发光束 120 提供位置参考,用于在激发光束进入该主动发光区 1100 之前以及在正常显示过程中控制用于开始携带图像脉冲的计时。图 13 示出了在反馈光 132 中检测的处于伺服光束波长的光的信号功率,以便示出表现出屏幕 101 上的 SOL 标记和条纹分割体的位置的光学信号。图 13 和图 14 中示出的反馈光中的光学峰理想化为尖锐的方波信号,而反馈光中的光学峰很可能具有图 15-16 中示出的尾部和引导轮廓。这种具有尾部和引导轮廓的脉冲信号可通过边缘检测转换为类似脉冲信号的方波。

[0084] 与 SOL 标记 1210 类似,能在例如如图 11 所示的外围参考标记区域 1120 的屏幕 101 的相对侧实现线结束(EOL)参考标记。SOL 标记用于确保激光束与图像区域开始的正确对准。由于横跨屏幕存在位置误差,所以其无法确保在整个水平扫描过程中的正确对准。在区域 1120 中执行 EOL 参考标记和线结束光学检测器可用于提供跨越图像区域的激光束位置的线性、两点校正。图 14 示出了所检测的在反馈光 132 中的伺服光束波长的光的信号功率,以便示出表现出屏幕 101 上的 SOL 标记、条纹分割体以及 EOL 标记的位置的光学信号。

[0085] 当执行 SOL 和 EOL 标记时,在到达 EOL 传感器区域前,以连续波(CW)模式连续地开启激光器。一旦检测到 EOL 信号,激光器能够回到图像模式,并且基于 SOL 和 EOL 脉冲之间的时差进行时间(或扫描速度)校正计算。将这些校正应用至下一条或下面的更多条线。可对 SOL 到 EOL 的多条线的时间测量结果进行平均以减小噪声。

[0086] 基于条纹分割体和 SOL/EOL 外围参考标记,可测量伺服光束 130 在屏幕 101 上的位置。因为伺服光束 130 与每条激发光束 120 具有固定的关系,该关系可在 SOL 参考标记或 EOL 参考标记处测量,因而伺服光束 130 位置的任何误差都表明在每条激发光束 120 中的相应误差中。因此,伺服光束 130 的位置信息可在伺服控制中使用,以便控制伺服光束 130 和每条激发光束 120,从而减少激发光束的对准误差。

[0087] 本伺服控制操作以将激发光束 120 中的每个光脉冲定位在目标发光条纹的附近或中心,以便激发该条纹中的发光材料而不会溢出到相邻发光条纹。伺服控制可被设计为通过控制每个光脉冲的时间来达到上述对准控制,从而在水平扫描过程中将脉冲定位到屏幕 101 上所期望的位置处。因而,伺服控制,即,处理器和控制器 640,需要在每个水平扫描之前“知道”发光条纹在每个水平线中的水平位置,从而在扫描过程中控制光脉冲的时间。在每个水平线中发光条纹的水平位置的信息组成(x,y)坐标的屏幕 101 的主动显示区域或发光区域的二维位置“图”,其中,x 为每个条纹分割体的水平位置(或者等价于,每个条纹的中心的水平位置),而 y 是水平扫描的竖直位置或 ID 数量。屏幕 101 的该位置图可在工厂测量,并且可能随由于温度、老化或其它因素引起的系统元件的改变而改变。例如,热膨胀效应以及光学成像系统中的扭曲会需要在精确脉冲时间上进行相应调节,从而激发像素中的每种颜色。如果激光致动没有正确地对应脉冲时间,其中将光束引导在子像素或者对于预期磷光体的条纹的中央部分处,那么光束 120 会部分地或者完全地激发错误的彩色磷光体。此外,由于在制造过程中的元件及设备容差,屏幕 101 的该位置图会因系统的不同而

不同。

[0088] 因此,需要更新屏幕 101 的位置图并使用经更新的位置图,用于在正常显示过程中控制在每个水平扫描中的激发光束 120 的脉冲时间。当系统未处于正常显示模式时,例如,在系统的启动阶段,屏幕 101 的位置图可采用校准扫描中的反馈光 122 和 132 获得。此外,可在实时视频显示器中使用伺服反馈光 132,以便当系统在正常显示模式中运行以在屏幕 101 上产生图像时,监控和测量屏幕 101 现有位置图中的变化。伺服控制的这种模式称为动态伺服。因为屏幕 101 可能受到改变,该改变可能导致在系统启动阶段更新的屏幕 101 的位置图的明显改变,因此当系统长时间运行而没有停止时,屏幕 101 的动态监控可能是有用的。

[0089] 屏幕 101 的位置图可存储在激光器模块 110 的存储器中,并且如果被补偿的效果未明显改变,那么对于一定时间间隔进行再利用。在一种实施中,当打开显示系统时,作为默认值,该显示系统可被配置以基于所存储的位置图来设定扫描激光束的激光脉冲的时间。在操作期间,伺服控制可操作以采用伺服反馈光 132 提供实时监控并控制脉冲时间。

[0090] 在另一实施中,当打开显示系统时,作为默认值,该显示系统可被配置以采用激发光束 120 和伺服光束 130 执行校准,从而扫描通过整个屏幕 101。所测量的位置数据用来更新屏幕 101 的位置图。在启动阶段的该初始校准之后,系统可转换到正常显示模式,并且随后在正常显示模式期间,仅使用伺服光束 130 来监控屏幕 101,而从伺服光束 130 得到的屏幕 101 上的数据可用来动态的更新位置图,并从而控制每个水平扫描中的光束 120 中的脉冲时间。

[0091] 通过对一个帧在连续波 (CW) 模式下运行每个扫描激光束 120 或 130 能够获得屏幕 101 的位置图的校准,在该过程中,当使用多重激光束 120 时,如图 5 所示,扫描激光光束 120 和 130 同时一次一段地扫描通过整个屏幕。如果使用单个激光器来生成一个激发光束 120,那么单个扫描光束 120 在 CW 模式下设置成与伺服光束 130 一起一次一条线地扫描整个屏幕 101。来自条纹分割体上的伺服参考标记的反馈光 122 和 132 用来通过利用伺服检测器 620 和 630 测量在屏幕 101 上的激光位置。

[0092] 来自伺服检测器 620 和 630 的伺服检测器信号可通过电子“峰值”检测器发送,只要伺服信号处于其最高相对振幅时,该电子“峰值”检测器就产生电子脉冲。这些脉冲之间的时间可通过数字电路或为控制器中的采样时钟来测量,该采样时钟由处理器和控制器 640 使用以便处理和产生误差信号,用于在水平扫描中控制每个激发光束 120 中的光脉冲的时间。

[0093] 在一种实施中,来自电子峰值检测器的两个相邻脉冲之间的时间可用来确定基于扫描光束 120 或 130 在屏幕 101 上的扫描速度生成两个相邻电子脉冲的两个位置的间隔。该间隔可用来确定子像素宽度和子像素位置。

[0094] 在另一实施中,伺服测量和校正基于相对时间测量。根据光束扫描速率和采样时钟的频率,对于每个子像素存在一些标定数量的时钟。由于光学扭曲、屏幕缺陷或者以上扭曲和缺陷的组合,对于任何给定的子像素,两个相邻脉冲之间的时钟周期数量可能不同于时钟周期的标定数量。该时钟周期的变化能够对于每个子像素被编码并存储在存储器中。可选地,因为通常发生改变时,没有相邻子像素之间的明显变化,因此可计算校正值并用于某些数量 N 的相邻子像素。

[0095] 图 15 示出了作为一个水平扫描一部分的扫描时间的函数的检测的反射反馈光、峰值检测器的各自输出和采样时钟信号的一个示例。其中示出了具有对应于 9 个采样时钟的时钟周期宽度的标定子像素和对应于 8 个时钟周期的相邻的较短子像素。在某些实施中,子像素的宽度可对应于 10 到 12 个时钟周期。用于伺服控制的数字电路或微控制器的采样时钟信号的时钟周期规定了误差信号的空间分辨率。作为对于提高该空间分辨率的技术的示例,可以采用在很多帧上进行平均化,以便有效地提高误差信号的空间分辨率。

[0096] 图 16 示出了作为一个水平扫描一部分的扫描时间的函数的检测的反射反馈光、峰值检测器的各自输出和采样时钟信号的一个示例,其中示出了对应于 9 个时钟周期宽度的标定子像素和对应于 10 个时钟周期宽度的相邻较长子像素。

[0097] 在校准过程中,例如屏幕上的灰尘的污染物、屏幕缺陷或某些其它因素可以引起反射的反馈光中的光学脉冲的缺失,其中该光学脉冲本应由屏幕 101 上两个相邻子像素间的伺服参考标记产生。图 17 示出了脉冲缺失的示例。在从子像素的时钟的标定数量的最大期望偏差的范围内,如果未在子像素的时钟周期的标定数量内对脉冲进行采样或检测,那么能够确定缺失的脉冲。如果脉冲缺失,则能够为该缺失子像素假设子像素的时钟周期的标定值,并且下一个子像素能够包含对两个子像素的时间校正。能够在两个子像素上对时间校正进行平均,以改善检测精度。该方法可以延伸至任何数量的连续缺失脉冲。

[0098] 采样时钟信号用来测量屏幕 101 的位置图的上述应用可以与用来自屏幕 101 的激发伺服反馈光 122 或伺服反馈光 132 检测一起使用。因为在 CW 模式中的校准期间,激发光束或光束 120 扫描屏幕 101 中的所有水平线,因而来自激发伺服反馈光 122 的数据可提供用于屏幕 101 的每个子像素的数据。然而,从伺服光束 130 及其相应的反馈光 132 得到的位置数据,如图 5 所示,在每个屏幕段仅覆盖一个水平扫描线。从用于一个屏幕段的伺服光束 130 测量的位置数据可用作对于该屏幕段中所有水平线的代表性扫描,用来更新该屏幕段中所有线的位置数据。两个或更多伺服光束 130 可用来增加在每个屏幕段中测量的线的数量。

[0099] 通过采用致动器、竖直扫描器、每条激光束的光路上的可调节透镜或者这些机构和其他机构的组合,能够调节每个激光器的竖直位置。在屏幕上能够提供竖直参考标记,以允许从屏幕到激光器模块的竖直伺服反馈。能够邻近屏幕 101 的图像区域提供一个或更多的反射、荧光或可传播竖直参考标记,以测量光束 120 或 130 的竖直位置。参考图 11,可将这种竖直参考标记置于外围参考标记区域。当被激发光束 120 照亮时,一个或更多的竖直标记光学检测器可用于测量来自竖直参考标记的反射、荧光体或传播光。每个竖直标记光学检测器的输出均被处理,并且光束竖直位置上的信息用于控制致动器以调节屏幕 101 上的竖直光束位置。

[0100] 图 18A 示出了竖直参考标记 2810 的示例。标记 2810 包括一对相同的三角形参考标记 2811 和 2812,这一对参考标记在竖直和水平方向上彼此分离并间隔开,以沿着水平方向保持重叠。每个三角形参考标记 2811 或 2812 被定向,以沿着竖直方向在区域中产生变化,这样当沿着水平方向扫描过标记时,光束 120 与每个标记均部分地重叠。当光束 120 的竖直位置改变时,标记上与光束 120 重叠的区域的尺寸会改变。两个标记 2811 和 2812 的相对位置限定了预定的竖直光束位置,并且横跨该预定竖直位置、沿着水平线的扫描光束扫描过如两个标记 2811 和 2812 中的阴影区域标出的相同区域。当光束位置在该预定竖直

光束位置上方时,光束产生于第一标记 2811 中的标记区域比第二标记 2812 中的标记区域大,并且这种由光束产生的标记面积的差别会随着光束位置进一步沿着竖直方向向上移动而增加。相反地,当光束位置在该预定竖直光束位置下方时,光束产生于第二标记 2812 中的标记面积比在第一标记 2811 中的标记面积大,并且由光束产生的这种标记面积的差别会随着光束位置进一步沿着竖直方向向下移动而增加。

[0101] 来自每个三角标记的反馈光在标记上被综合,并且两个标记的综合信号被比较,以产生差分信号。差分信号的符号表示偏移于预定竖直光束位置的方向,并且差分信号的幅值表示偏移量。当来自于每个三角的综合光束相等,即差分信号是零时,则激发光束位于正确的竖直位置。

[0102] 图 18B 示出了作为用于图 18A 所示的竖直参考标记的激光器模块 110 的部分竖直光束位置伺服反馈控制的部分信号处理电路。PIN 二极管前置放大器 2910 为两个标记 2811 和 2812 的两个反射信号接收并放大差分信号,并将该放大的差分信号引导至积分器 2920。提供模数转换器 2930 将差分信号转换为数字信号。数字处理器 2940 处理差分信号,以确定竖直光束位置的调节量和方向,并相应地产生竖直致动器控制信号。该控制信号由数模转换器 2950 转换为模拟控制信号,并被应用至调节致动器的竖直致动器控制器 2960。图 18C 进一步示出了通过使用单个光学检测器产生差分信号。

[0103] 图 19 示出了图 11 中具有线开始 (SOL) 参考标记和竖直光束位置参考标记的屏幕的实施例。多个竖直光束位置参考标记可布置在不同的竖直位置处,以便在所有屏幕段中提供激发光束 120 的竖直位置感测。图 19 中的该实施例示出了将 SOL 参考标记布置在竖直光束位置参考标记和屏幕显示区之间,以使得在从左到右的水平扫描中,激发光束 120 或伺服光束 130 在竖直光束位置参考标记之后撞击 SOL 参考标记。在另一实施中,对于从左到右的水平扫描,将 SOL 参考标记布置在竖直光束位置参考标记和屏幕显示区之间,以确保激发光束 120 或伺服光束 130 在竖直光束位置参考标记之前撞击 SOL 参考标记。此外,与用于激发光束 120 的竖直光束位置参考标记分开,多个竖直光束位置参考标记可布置在不同的竖直位置处,例如,一个对于伺服光束 130 的竖直参考标记,以便提供在每个屏幕段中的伺服光束 130 的竖直位置感测。在图 19 中,这些竖直参考标记由标号“1910”表示。SOL 槽孔 1210、竖直参考标记 1910 以及在发光区 1110 的条纹结构中的周期性图案的结合提供了不可见伺服光束 130 的位置信息、激发光束 120 的位置信息以及在用于扫描显示系统中的伺服控制的屏幕 101 上的像素的水平参数。

[0104] 图 20 示出了当每个激发光束 120 均用于携带用于在屏幕 101 上产生图像的光脉冲而非用于伺服控制时,在正常显示模式期间,采用伺服光束 130 的伺服控制操作的实施例。伺服光束 130 为 CW 光束,并且用扫描调制的激发激光束 120 在每个屏幕段的一个水平线上扫描。伺服反馈光 132 由一个或多个伺服检测器 620 检测,以便测量在正常显示过程中在屏幕 101 上的伺服光束 130 的对准误差。基于所测量的伺服光束 130 的对准误差来调节每个激发激光束 120 的对准,以便减小激发光束 120 的对准误差。在其它实施中,由屏幕 101 发出的红色、绿色和蓝色光或者扫描激发光束 120 的一部分背反射的激发光可用来提供校准机构,以便对通过伺服光束 130 得到的测量进行校准。

[0105] 在上述使用不可见 IR 伺服光束 130 来对激发光束提供反馈光 132 的实施例中,屏幕 101 上的平行磷光体条纹和条纹分割体被用来通过条纹分割体处的伺服光束 132 的反

射而产生背反射的反馈光 132。可选地,屏幕 101 可被设计以包括被配置以产生所期望反馈光 132 的 IR 反馈标记。IR 反馈标记可用相对于条纹分割体或磷光体条纹的具体空间关系来记录,例如,伺服反馈标记与发光条纹或者屏幕中两个相邻平行发光条纹之间的分割(分割体)对准在适当位置。在下文描述的实施例中,不需要这种位置记录,并且 IR 反馈标记具有相对于条纹分割体或磷光体条纹的固定且已知的空间关系是足够的,以使得存在 IR 反馈标记的位置以及磷光体条纹和条纹分割体的位置的固定且已知的映射。

[0106] 图 21 示出了对于在磷光体层的激发侧上包括 IR 反馈标记的发光屏幕 101 的示例性设计。屏幕 101 包括:具有平行磷光体条纹的磷光体条纹层 2110,磷光体条纹在激发光束 120 的激发下发出红色、绿色和蓝色光;后板 2112,位于磷光体层 2110 的激发侧,面向激发光束 120 和 IR 伺服光束 130;以及前板 2111,位于磷光体层 2110 的观察者侧。在该实施例中,IR 反馈标记 2120 形成在后板的背面上,以便通过反射或散射 IR 伺服光束 130 来提供 IR 反馈光 132。在其它实施中,IR 反馈标记 2120 可布置在其它位置,并且可定位在磷光体层 2110 的激发侧或观察者侧。

[0107] IR 反馈标记 2120 被设计为提供伺服光束 130 在屏幕上的位置记录并且可在多种配置中实施。例如,IR 反馈标记 2120 可以是与磷光体层 2110 中的平行磷光体条纹相平行的周期性平行条纹。IR 反馈标记 2120 可以沿水平方向定位在相对于磷光体层 2110 中的条纹分割体或磷光体条纹的任意位置,包括从条纹分割体或者磷光体条纹的中心水平移置的位置。当对于 IR 伺服反馈光 132 的检测基于峰值检测器时,每个 IR 反馈标记 2120 的宽度均可等于屏幕 101 上的 IR 伺服光束 130 的束斑的宽度。如果对于 IR 伺服反馈光 132 的检测基于每个 IR 反馈标记 2120 相对于诸如 SOL 标记的位置参考的位置,那么可使用宽度比屏幕 101 上的 IR 伺服光束 130 的束斑宽度更宽的 IR 反馈标记 2120。IR 反馈标记 2120 的宽度可小于每个磷光体条纹的宽度,例如,为磷光体条纹宽度的一半。两个相邻 IR 反馈标记 2120 之间的间隔可大于两个相邻磷光体条纹之间的间隔。例如,IR 标记间隔可为 25mm,而磷光体条纹间隔可为 1.5mm。

[0108] IR 反馈标记 2120 可被制成为与在 IR 反馈标记 2120 的周围及其之间的区域在光学上不同,以便允许对 IR 反馈标记 2120 的光学检测,从而记录 IR 反馈标记 2120 在屏幕上的位置,同时维持与在 IR 反馈标记 2120 的周围及其之间的区域对于激发光束 120 基本相同的透射率。因此,IR 反馈标记 2120 的存在不会通过将标记 2120 的形状印记在到达屏幕 101 的磷光体层的激发光束 120 上而在光学上干扰激发光束 120 的透射率。在这点上,IR 反馈标记 2120 可以以多种结构实施。例如,每个 IR 反馈标记 2120 都可以被制成为具有面向激发侧并且对光进行光学镜面反射的平滑表面,并且在 IR 反馈标记 2120 的周围及其之间的区域被配置为呈现出在不同方向上传播的光学漫反射。镜面反射 IR 反馈标记 2120 以及在 IR 反馈标记 2120 的周围及其之间的漫反射区域具有相同的光学透射特性。与上述在漫反射背景中具有镜面反射标记 2120 的设计不同,IR 反馈标记 2120 也可被制成为对光进行漫反射,而在标记 2120 的周围及其之间的区域被制成为镜面反射。作为另一实施例,IR 反馈标记 2120 可以在明显与伺服光束和伺服波长不同的激发光束 120 波长处具有透射率或反射率。例如,IR 反馈标记 2120 可被配置为对激发光束 120 的光为光学透明而对伺服光束 130 的光为光学反射,以使得 IR 反馈标记 2120 对于激发光束 120 是光学上“不可见”的并反射伺服光束 130,从而产生 IR 伺服反馈光 132。

[0109] 图 22 和 23 示出了具有用于测量 IR 伺服光束 130 的竖直位置的竖直参考标记 1910 屏幕布局结构的实施例。在图 22 中, 竖直参考标记 1910 布置在屏幕边缘, 优选地在屏幕的主显示区域之外。在图 22 中, 竖直参考标记 1910 布置在屏幕的边缘及中间, 并可以被制成为对激发光束 120 的光具有相同的光学透射性质。

[0110] 图 24 示出了屏幕设计的具体实施例, 其具有镜面反射 IR 反馈标记及 IR 反馈标记的周围及其之间的光学反射区域。在该实施例中, IR 反馈标记由具有用来产生入射 IR 伺服光 130 的镜面反射 2430 的平滑表面的膜条纹形成。两个 IR 反馈标记之间的屏幕区域由具有粗糙表面的膜层形成, 该粗糙表面在对入射 IR 伺服光 130 进行反射时对光进行漫射, 从而产生在不同方向传播的漫反射 2440, 形成漫反射锥形体。两个区域 2410 和 2420 对于激发光束 120 的光具有基本相同的光透射率。

[0111] 如图 25 中的实施例所示, 在从屏幕的光学远场中, IR 伺服反馈的上述屏幕设计可利用来自屏幕的 IR 伺服光束 130 的镜面反射和漫反射的不同光学行为, 以便于伺服检测。

[0112] 图 25 示出了基于图 24 中的屏幕设计提供 IR 伺服反馈的示例性扫描光束显示系统 2500。激光器模块 110 将 IR 伺服光束 130 和激发光束 120 投射并扫描到具有 IR 反馈标记的屏幕 101 上。激光器模块 110 具有对称光轴 2501, 在对称光轴 2501 周围进行光束扫描。屏幕 101 具有基于图 24 中的设计如图 21 或 22 所示的结构。提供了诸如菲涅耳透镜层的光学焦阑透镜 2510, 以便将来自激光器模块 110 的入射扫描光束 120 和 130 以对屏幕 101 基本正入射的方式耦合到屏幕 101 上。焦阑透镜 2510 被配置以使其对称光轴 2502 与激光器模块 110 的光轴 2501 平行, 并具有偏移 2503。如图所示出, 菲涅耳透镜 2510 被布置在屏幕 101 的后表面之前, 并具有气隙 2520。

[0113] 通过采用 IR 伺服检测器 2530 提供 IR 伺服检测, 该 IR 伺服检测器 2530 沿入射 IR 伺服光 130 从屏幕 101 上 IR 反馈标记返回的镜面反射 2430 的光路定位。IR 伺服检测器 2530 的定位由用于接收入射扫描光束光 130 的从屏幕 101 上每个 IR 反馈标记返回镜面反射 2430 的偏移 2503 确定。当与镜面反射的偏离超过大于扫描光束的间隙的范围时, 在与每个 IR 反馈标记处的镜面反射方向不同的方向上的返回 IR 光由菲涅耳透镜 2510 引导, 以便缺失扫描光束。在该设计下, IR 伺服检测器 2530 仅接收在来自 IR 反馈标记之间区域的漫反射 2440 中返回 IR 伺服光的很小一部分, 而漫反射 2440 中返回 IR 伺服光的大多数并未由扫描光束收集。相反, 在来自屏幕 101 上每个 IR 反馈标记的入射 IR 伺服光 130 的返回漫反射 2440 中的光基本由 IR 伺服检测器 2530 收集。基于该差异, 来自扫描光束的检测器信号可用来确定通过 IR 反馈标记上的扫描 IR 伺服光束 130 的撞击。

[0114] 激发光束 120 的光也可由屏幕 101 上的镜面和散射区域反射回。因此, 激发波长的镜面反射光被引导回到 IR 伺服检测器 2530 处的相同位置。波长选择光学分束器可用来将收集的伺服波长的光以及收集的激发波长的光分为两个用于单独光学检测器的单独信号, 用来接收 IR 伺服光的 IR 伺服检测器 2530 以及用来接收激发波长的反馈光的另一伺服检测器。

[0115] 扫描 IR 伺服光束 130 可以是 CW 光束。同样, 每个在屏幕上的 IR 反馈标记处的撞击都在扫描光束产生光脉冲。在每个水平扫描中, 扫描光束检测分别与屏幕上不同 IR 反馈标记相对应的光脉冲序列。扫描光束的检测器输出与图 13-17 中示出的通过采用磷光体条

纹分割体作为 IR 反馈标记得到的检测器输出类似,除了实时扫描光束的检测器输出中的脉冲间隔更大并与 IR 反馈标记间距相对应之外。类似地,SOL 或 EOL 信号可用来确定扫描 IR 伺服光束 130 的水平位置,而竖直参考标记可用来确定扫描 IR 伺服光束 130 的竖直位置。

[0116] 在图 1、图 6 和图 7 中的系统实施例中,激发伺服反馈光 122 可与基于不可见伺服光束 130 的伺服反馈结合使用。在具有结合伺服控制该系统中,从 IR 伺服光反馈以及激发光伺服反馈的位置测量可用来关于彼此进行校准。例如,这种显示系统可被操作以采用激发光束 120 和 IR 伺服光束 130 进行校准,以便扫描通过这个屏幕 101 从而测量屏幕 101 的位置图,并且采用从激发光束 120 获得的位置图来校准从 IR 伺服光束 130 获得的位置图。基于该校准,在系统的正常操作过程中,可使用来自 IR 伺服光束 130 的反馈,无需基于激发光伺服反馈的反馈,从而在每个水平扫描中监控屏幕 101 并控制光束 120 中脉冲的时间。

[0117] 在某些实施中,屏幕 101 可被设计以同样多地利用激发光,用于通过减少来自激发光束 120 的激发光的任何光学损失来产生可见光。例如,屏幕可被设计以通过采用例如磷光体层的激发侧上的光学层来消除任何返回至激光器模块 110 的光反射,以便将激发光束的光透射到磷光体层中,并且再循环来自磷光体层的激发光返回到磷光体层磷光体层中。在这种设计下,可能难以采用来自激发光束 120 的光来产生伺服光束 122。以下部分描述的系统设计采用由屏幕 101 中的磷光体层发出的激发光束,以便产生可见伺服光束并且提供除了不可见 IR 伺服反馈之外的第二反馈机构。

[0118] 图 26 示出了扫描光束显示系统 2600 的实施例,其提供基于 IR 伺服光束 130 的伺服反馈以及基于从屏幕中的磷光体层发出的可见光的检测的伺服反馈。在该系统中,屏幕外光学伺服传感单元 2610 用来检测从屏幕 101 发出的红色、绿色和蓝色光。伺服传感单元 2610 可布置在可以检测从屏幕 101 发出的可见光的位置处,例如,在屏幕 101 的观察者侧或者在屏幕 101 的激发侧,如所示出的那样,并且伺服传感单元 2610 的位置可基于屏幕设计以及系统布局而选定。在伺服传感单元 2610 中设置有三个光学检测器 PD1、PD2 和 PD3,用来分别检测红色、绿色和蓝色荧光。每个光学检测器都被设计以接收来自一部分或整个屏幕 101 的光。带通光学滤波器可布置在每个光学检测器之前,以便选取指定颜色同时反射其它颜色的光。该传感单元 2610 向激发光束产生伺服反馈信号 2612,用于控制系统运行。

[0119] 用于校正图 26 所示的显示系统中的水平失准的一种方法是对激光器模块 110 中的显示处理器进行编程,以便基于在反馈信号 2612 中检测的位置误差来控制光脉冲的时间。例如,如果绿色探测器有输出而红色和蓝色探测器没有输出,那么激发光束可使经调制的激光束 120 携带的经调制的图像信号延迟一个子颜色像素时隙,或者如果蓝色探测器有输出而红色和绿色探测器没有输出,则将其延迟两个子颜色像素时隙。这种通过时间延迟对空间对准误差的校正可在显示处理器中以数字方式来实现。不需要对激光器模块 110 中的光学扫描和成像单元进行物理调节。可选地,可以调节激光器模块 110 中的控制器单元,从而在物理上平移屏幕 101 上的激发光束 120 的位置,从而响应于由屏伺服传感单元 2610 所探测到的误差,将屏幕 101 上的激光器位置水平向左或向右调节一个子像素。能够将由物理上调节扫描激光光束 120 进行的光学对准和通过控制光学脉冲时间进行的电子或数字对准结合,以控制适当的水平对准。

[0120] 能够采用测试图案检查图 26 中显示系统 2600 中的水平对准。例如,可将红色、绿

色和蓝色之一的帧用作为测试图案以测试对准。图 27A 示出了当水平对准恰当而没有误差时,用于嵌入有伺服传感单元 2610 中的探测器的彩色像素的测试图案以及三个探测器 PD1、PD2 和 PD3 的相应输出。图 27B、27C 和 27D 示出了当存在水平方向失准时,由三个探测器 PD1、PD2 和 PD3 产生的不同响应。探测器响应被馈送至激光器模块 110 并可用于采用时间延迟技术或光束成像光学器件的调节,以校正水平失准。

[0121] 因此,当系统 2600 没有为观察者显示图像时,在系统 2600 的指定校准操作过程中,基于在图 26 中感测屏幕发出的可见光来对伺服反馈控制进行操作。由于系统在其正常显示模式之外操作,因而这类反馈控制是“静态的”,并且用测量屏幕 101 的对准条件的测试图案进行操作。例如,在系统开始屏幕 101 上图像的正常显示前,显示系统开机时执行一次这类静态伺服反馈算法,并且显示系统可被控制以执行初始时钟校准,从而将激光脉冲对准于子像素中央位置。与静态伺服控制不同,动态伺服控制还可以在系统的正常显示操作模式过程中执行。例如,这种动态伺服反馈算法可在显示系统的正常运行过程中持续地执行。该动态伺服反馈克服温度的变化、屏幕移动、屏幕扭曲、系统老化以及能够改变激光和屏幕间对准的其他因素,将脉冲的时间保持在子像素中央位置。动态伺服控制在视频数据显示在屏幕上时执行,并且被设计为对于观察者不明显。该动态控制由图 26 中的系统 2600 中的可见伺服控制提供。

[0122] 图 28 示出了采用可见光伺服光学传感器 4501 的光学伺服设计的示例,该光学传感器 4501 在扫描光束显示系统 2600 中远离屏幕 101 的观察者侧上的荧光屏 101。光学传感器 4501 可以被设置和定位成具有整个屏幕 101 的视野。可以在屏幕 101 和传感器 4501 之间使用收集透镜,以便于对来自屏幕 101 的荧光进行收集。光学传感器 4501 能够包括至少一个光学检测器,从而检测由屏幕 101 发出的光,该光具有例如从不同颜色(例如,红色、绿色和蓝色)中选择的颜色,例如绿色。依据在伺服控制中使用的具体技术,对于在某些实施中用于单个颜色的单个检测器对于伺服控制是足够的,而在另一些实施中,则可能需要用于检测来自屏幕 101 的荧光的两个或更多颜色的两个或更多的光学检测器。可以采用额外的检测器来为伺服控制提供检测冗余性。基于来自参考标记的参考信号,参考用于产生参考信号的参考标记、对这些参考信号的检测以及控制功能,伺服控制能够与用于系统的参考标记的控制功能结合。在如下所述的示例中,具有荧光条纹的屏幕区域外的线开始参考标记能被用作用于扫描光束的光学脉冲时间的静态伺服控制的时间参考。

[0123] 在图 28 中的示例中,光学传感器 4501 包括三个伺服光学检测器 4510、4520 和 4530(例如,光电二极管),其分别地检测由屏幕 101 发出的三种不同的颜色。在三个组中布置光电二极管 4510、4520 和 4530,并且由红色滤波器 4511、绿色滤波器 4521 或蓝色滤波器 4531 对每个组进行滤波,从而使三个光电二极管 4510、4520 和 4530 分别接收三种不同的颜色。每个滤波器可以各种设置实现,例如使光电二极管仅对来自观察屏幕的红色、绿色和蓝色中的一种敏感的膜。

[0124] 用于每个颜色组的检测器电路能够包括前置放大器 4540,信号积分器(例如,电荷积分器)4541,以及用于将红色、绿色或蓝色检测器信号数字化从而在可以是微型计算机或微处理器的数字伺服电路 4550 中进行处理的模/数(A/D)转换器 4540。能够测量从屏幕 101 发出的荧光的红色、绿色和蓝色光的强度,并且测量结果被发送到数字伺服电路 4550 中。数字伺服电路 4550 能够产生并使用复位信号 4552 来复位积分器 4541,从而控制

检测器的积分操作。利用这些信号,数字伺服电路 4550 能够确定屏幕 101 上的扫描激光束的对准中是否存在误差,并且基于检测到的误差确定激光器时钟是否在时间上需要提前或滞后,从而将子像素上的激光脉冲居于屏幕 101 上。

[0125] 当显示系统不处于用于在屏幕上显示图像的正常操作中时,执行这里描述的静态伺服控制操作。因此,能够避免在正常运行过程中采用电流计竖直扫描器和多面体水平扫描器在两个方向上的有规律的帧扫描。由电流计扫描器进行的竖直扫描能被用于在希望的竖直位置引导扫描激光束,并且该竖直扫描可被固定在该位置,从而在激光脉冲时间中进行具有不同时间滞后的重复水平扫描,从而得到所期望的误差信号,该信号表明了水平扫描中的激光时间误差。另外,不携带图像信号的特定激光脉冲图案(例如,图 27A-D 和图 29)能在静态伺服运行过程中被用于产生误差信号。

[0126] 在静态伺服控制中,能够选择用于激光器的激光脉冲图案,从而产生与屏幕 101 上的激光脉冲的位置误差成比例的信号。在使用多重激光器的一个实施中,每个激光器一次发出一个脉冲越过屏幕 101,并且剩余的激光器被关闭。这种运行的模式使得每个激光器的时间在静态伺服控制过程中被独立地测量和校正。

[0127] 图 29 和 30 示出了用于产生误差信号来实施静态伺服控制的示例性技术。图 29 示出了在扫描激光束上调制的测试光学脉冲图案的一例,其具有激光脉冲的周期性脉冲图案。在该测试脉冲图案时间上的脉冲宽度对应于屏幕上的空间宽度,该空间宽度大于两个相邻子像素之间边界的宽度(d),并小于子像素宽度(D)的两倍(一个荧光条纹)。例如,该脉冲图案时间上的脉冲宽度对应于等于子像素宽度(D)的空间宽度。脉冲图案的重复时间对应于屏幕上两个相邻激光脉冲的空间间隔,该空间间隔等于一个颜色像素的宽度(3D)(三个连续的荧光条纹)。

[0128] 在操作中,调节图 29 中的激光脉冲图案的时间,这样每个激光脉冲与一个子像素和相邻的子像素部分地交叠,从而在两个相邻的子像素中激发不同颜色的光。因此,与两个相邻子像素(例如红色子像素和绿色子像素)交叠的激光脉冲具有与红色子像素交叠的红色激发部分,以产生红色光,还具有与相邻的绿色子像素交叠的绿色激发部分,以产生绿色光。发出的红色光和发出的绿色光的相对功率水平用于确定激光脉冲的中央是否位于两个相邻子像素之间边界的中央,并确定激光脉冲的中央和上述边界的中央之间的位置偏移。基于位置偏移,伺服控制调节激光脉冲图案的时间,以减小偏移,并在边界的中央对准激光脉冲的中央。在完成该对准时,伺服控制使激光脉冲图案的时间提前或滞后,从而将每个激光脉冲平移子像素宽度的一半,从而将激光脉冲的中央置于两个相邻子像素的任一个的中央。这样完成了激光器和彩色像素间的对准。在上述过程中,竖直扫描器被固定,从而在对准的情况下将激光引向固定的竖直位置,并且水平多面体扫描器沿着相同的水平线重复地扫描激光束,以产生误差信号。

[0129] 上述过程采用发出的红光和发出的绿光的相对功率水平,从而在激光脉冲中央和两个相邻子像素间的边界的中央之间确定位置偏移。实施该技术的一种方法是采用差分信号,该差分信号基于由两种不同的磷光体材料发出光的量的差异。图 28 所示的伺服检测中的很多因素能够影响实施。例如,用于发出不同颜色的光的不同荧光材料可以具有在给定激发波长上的不同发射效率,这样在相同的扫描激发光束下,两个相邻的子像素能够发出具有不同功率水平的两种不同颜色(例如绿色和红色)的光。作为另一个示例,用于传播

红色、绿色和蓝色的滤色器 4511、4521 和 4531 可以具有不同的传输值。作为再一个示例，光学检测器 4510、4520 和 4530 对于三种不同的颜色可以具有不同的探测器效率，因此，对于同样量的光进入不同颜色的探测器，探测器输出将是不同的。现在考虑以下条件：激光脉冲的中央与两个相邻子像素之间的边界的中央对准，因此该激光脉冲在两个相邻的子像素之间同样地发出。由于以上因素和其他因素，当激光脉冲在两个相邻子像素之间同样地发出时，对应于两个相邻子像素的发出颜色的伺服光学探测器可产生两个不同信号水平的两个探测器输出。因此，对于给定的显示系统，可校准伺服探测器信号，以解决上述因素和其他因素，从而精确地体现出激光脉冲的位置偏移。该校准可通过以下方式实现：硬件设计、图 28 中伺服数字电路 4550 中的数字信号处理软件、或者硬件设计和信号处理软件二者的结合。以下，假设进行了适当的校准，从而在脉冲激光在两个相邻子像素之间同样地发出时，使来自于两个不同的伺服光学探测器的校准的探测器输出相等。

[0130] 因此，在正确对准情况下，每个激光脉冲均具有绿色子像素上的一半脉冲，以及相邻红色子像素上的剩余的一半相同脉冲。当对准正确时，该脉冲图案在伺服检测器上产生相同量的红色和绿色光。因此，红色检测器和绿色检测之间的检测器输出电压之间的差异是误差信号，其指示对准是否正确。当对准正确时，红色和绿色检测器之间的差异信号是零；并且，当对准偏离正确对准时，差异是指示对准的偏离方向的正值或负值。这种两个颜色信道之间的差异信号的利用能够用于消除测量从观察屏幕磷光体发出的光的绝对幅值的重要性。可选地，两个不同颜色信道之间（蓝色和红色检测器之间或者绿色和蓝色检测器之间）的差异也可用于指示对准误差。在某些实施中，由于蓝色光最接近入射激发激光的波长，所以利用用于伺服控制的绿色和红色检测器之间的差异能够更加实际。用于检测来自参考标记的光的光学传感器用于产生检测信号并与数字伺服电路 4550 连接，该光学传感器与用于检测来自图 28 中屏幕的荧光反馈光的光学传感器 4501 分离。

[0131] 在静态伺服控制中，能够首先采用扫描激光束中的测试脉冲图案校正时间扫描的开始。校正沿着水平扫描的第一组相邻像素（例如 5 个像素）的时间，接着是具有相同尺寸的下一组相邻像素，例如下 5 组，接着是再下 5 组，直到对于给定激光器的整个扫描都被校正。这里，5 个像素的数目是为了说明而选择的示例。这种分组能够用于减少伺服控制所需的时间，并当对从一个组中的不同像素产生的信号进行积分时增加误差信号的信噪比。实际上，能够基于显示系统的具体需要选择每一组的像素的数目。例如，在以下情况下可以考虑初始时间误差的严重性：较小时间误差可以允许大量的连续像素处于一组中以用于伺服控制，以及较大时间误差会需要较少数量的连续像素组成组，以用于伺服控制。在每次测量中，扫描光束的时间误差能够被校正至数字伺服电路 4550 的数字时钟的一个时钟周期。在图 45 中，数字伺服电路 4550 是微控制器，其被设计成具有用于每个单个激光器的时间控制并用于校正用于每个像素的激光脉冲的时间。

[0132] 特别地，许多磷光体在发出荧光时具有持续性。磷光体的这种特性能够使得磷光体在激光脉冲移动至下一个像素后发光。参考图 28，信号积分器 4541 能够在前置放大器 4540 的输出处连接起来，从而为每个伺服检测器偏离荧光体的这种效应。积分器 4541 能够用于当用于积分器的复位线低到将积分器设置为积分模式时为给定前置放大器 4540 有效地“加上”多重像素上的所有光。当微控制器启动模 / 数 (A/D) 采样时，对于给定颜色的相加的光被采样。接着用于每个积分器 4541 的复位线 4552 升高，直到积分器电压被设置回

零,以复位积分器 4515,并且复位线 4552 接着被释放回较低位置,以重新开始新的积分过程,在该过程中,积分器 4541 再次开始光的相加。

[0133] 图 30 示出了采用图 29 中的激光脉冲图案时,当激光器时间从其直接居于红色和绿色子像素之间的标定位置变化的同时误差信号如何变化。如图 30 所示,当基于图 29 中激光脉冲图案的差异信号的误差电压等于零时,在红色和绿色伺服检测器上具有相等量的红色和绿色光,并且激光脉冲的时间直接处于两个相邻子像素间的边界之上。以这样的方式,每次采样的误差信号仅对先前复位脉冲后的阶段表示激光时间误差。采用这种方法,能够为每个激光器在每个水平扫描上产生校正的激光时间图,直到整个屏幕时间对于每个激光器被校正。竖直扫描器用于改变来自每个激光器的水平扫描光束的竖直位置。

[0134] 用于产生静态伺服误差信号的上述技术利用两个相邻子像素之间的边界作为对准参考,以在激光脉冲图案中校准激光脉冲。可选地,每个子像素的中央可以直接地被用作对准参考,以直接在子像素上将激光脉冲居中,而不利用两个相邻子像素之间的边界。在该可选方法下,单个颜色伺服光学检测器的输出足以产生用于伺服控制的误差信号。诸如图 12 中的线开始 (SOL) 外围对准参考标记和检测来自 SOL 标记的反馈光的单个 SOL 光学检测器的对准参考标记能被用于提供时间参考并辅助对准。参考图 45, SOL 光学检测器被连接,以将其输出引导至数字伺服电路 4550。

[0135] 该可选的静态伺服技术能够以下述方式实施。当脉冲宽度对应于一个子像素宽度 (D) 或更少时,具有对应像素中一个子像素的至少一个脉冲的测试脉冲图案用于调制扫描激光束。在水平扫描中,在 SOL 信号由 SOL 光学检测器检测后,在扫描的第一组子像素上调节激光时间。基于来自 SOL 信号的时间参考,调节激光脉冲图案的激光时间,从而最大化由荧光屏发出的例如绿色光 (或红色,或蓝色) 的三种颜色之一的检测光学功率。能够通过每个像素一次脉冲一个激光器并调节激光时间获得该调节。当绿色光在第一组 5 个像素上得以最大化时,下一组五个绿色子像素将被脉冲。在一次水平扫描过程中时间被提前一个时钟周期,接着在屏幕上的相同竖直位置接下来的激光水平扫描上滞后一个时钟周期。产生最大绿色光的时间被选为正确的激光时间。如果提前时钟周期的输出信号等于滞后时钟周期的输出信号,那么激光时间是适当的并保持不变。于是下一组 5 个像素在提前或滞后的激光时钟周期被照亮,并且为该组 5 个像素选择产生最大绿色光的时间。在屏幕的水平长度上重复该操作,直到到达屏幕的端部。该方法也能产生激光器时钟,其在来自激光器的光束水平扫描过屏幕时被校正,以用于每个激光器。

[0136] 在显示系统不处于普通操作时,执行上述的静态伺服控制操作,并且因此而能够使用不携带图像信号的测试脉冲图案 (例如图 29)。在正常操作和观察屏幕上的图像时,通过采用可见 IR 伺服反馈来执行动态伺服校正。

[0137] 在给定的水平扫描上,所有的激光的相位能够提前数字电路 4550 的一个时钟周期。该操作引起所述有激光束在屏幕上的位置在一个时钟周期上平移扫描距离,并且当扫描距离较小 (例如小于子像素宽度的十分之一) 时,该平移也较小。相应地,从子像素 (例如,绿色检测器) 发出的颜色光的幅值被轻微地改变。在下一个帧上,所有激光的相位滞后一个时钟周期。如果标定激光脉冲位置是初始正确的,那么对于被选择来测量和观察的任何颜色,两个不同和连续的图像帧的滞后和提前的扫描的幅值应该相等。当两个不同帧的滞后和提前的扫描的幅值不同时,存在激光时间误差,并且在误差信号在被监控以及校正

基于新产生的误差信号被更新时,能够将校正应用到激光时间,以减少接下来的图像帧之间的差异。差异的符号指示出激光时间误差的偏移方向,从而使伺服控制能够应用校正以消除偏移。与上述的第二静态伺服控制方法类似,单个色彩伺服光学检测器的输出足以产生用于动态伺服控制的误差信号。

[0138] 图 31 示出了基于动态不可见伺服反馈以及可见光静态伺服反馈的扫描光束系统的更详细的实施例。在屏幕 101 的激发侧上设置有 IR 伺服检测器 620 以检测从屏幕 101 反射的 IR 伺服光 132,同时在屏幕 101 的观察者侧布置有可见光伺服检测器 3110 以检测屏幕发出的可见光 3120,从而提供馈送到显示处理器和控制器 640 中的可见光伺服检测器信号。在系统的校准运行期间,可见光静态光学检测器用来校准动态 IR 伺服反馈的位置图,而在系统的正常操作期间使用所校准的动态 IR 伺服反馈来纠正光束的对准误差。

[0139] 尽管本专利申请包含了很多细节,但是不应将其视为对本发明或权利要求范围的限制,而应视为本发明具体实施方式的具体特征的描述。在本说明书中,在不同实施方式中描述的某些特征也可以在单个实施方式中组合实施。相反地,在单个实施方式中描述的多个特征也可在多个实施方式中分开实施或以任何适当的部分组合实施。此外,尽管上述某些特征以某些特定的组合方式工作并甚至最初如此进行权利要求,但在某些情况下,权利要求的组合的一个或多个特征可从该组合中分出来,并可将权利要求的组合分为部分组合及其变体。

[0140] 只有很少的实施方案被公开。然而,基于在本专利申请中描述及示出的内容,可对所描述的实施方案以及其它实施方案进行变化和改进。

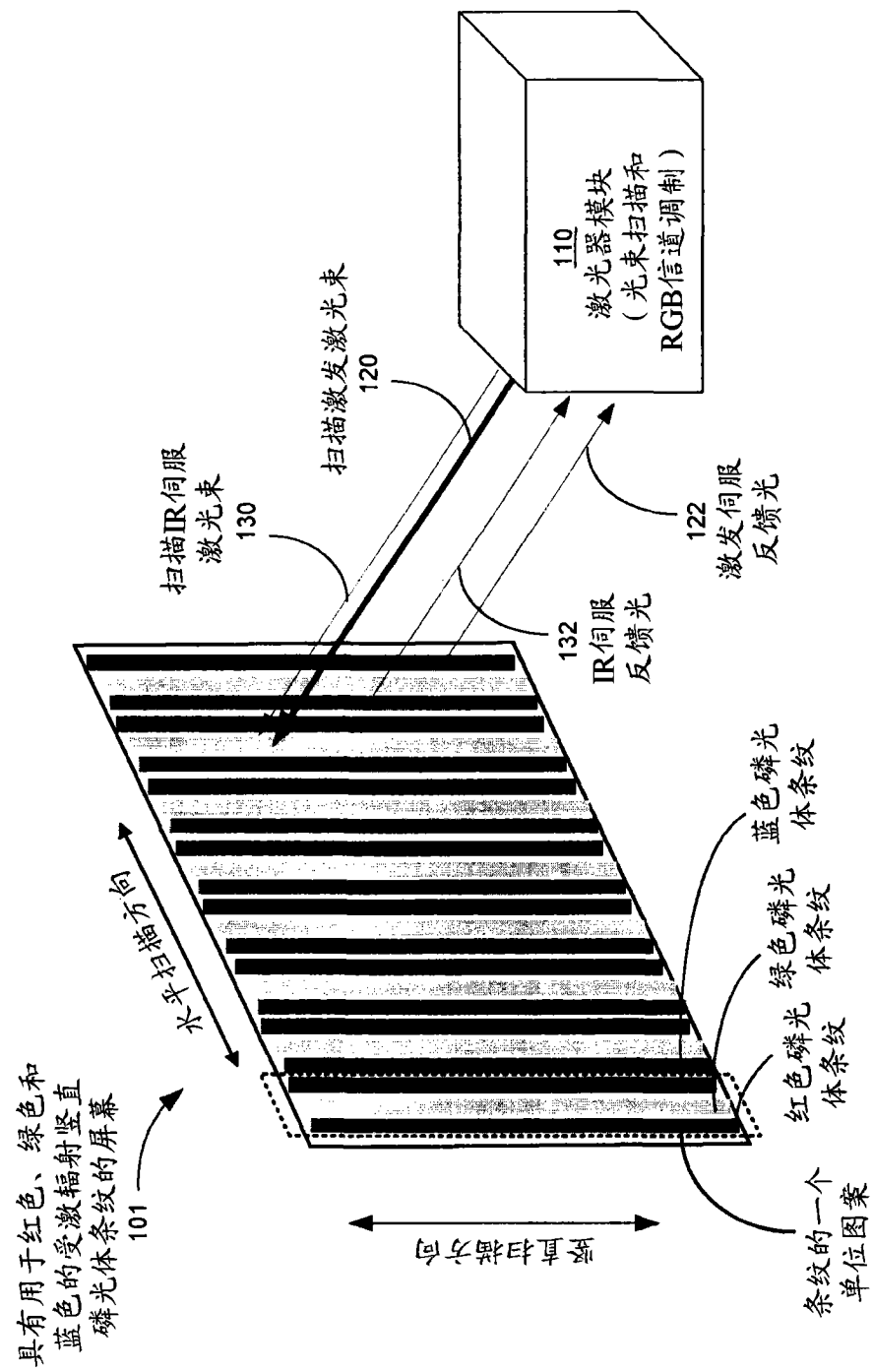


图 1

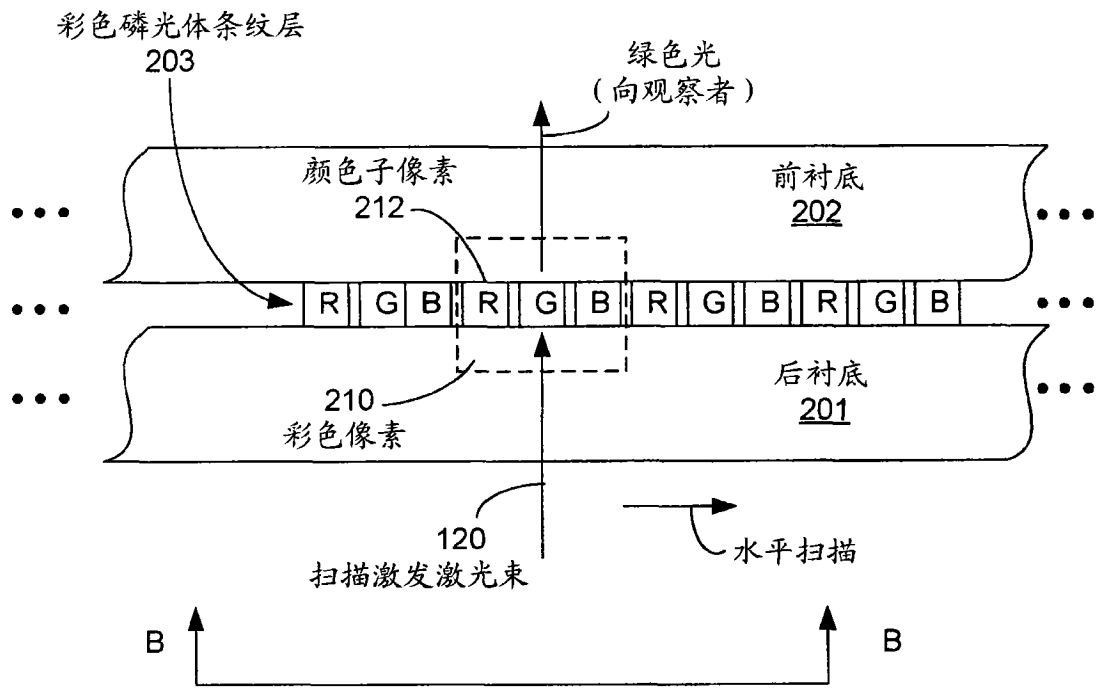


图 2A

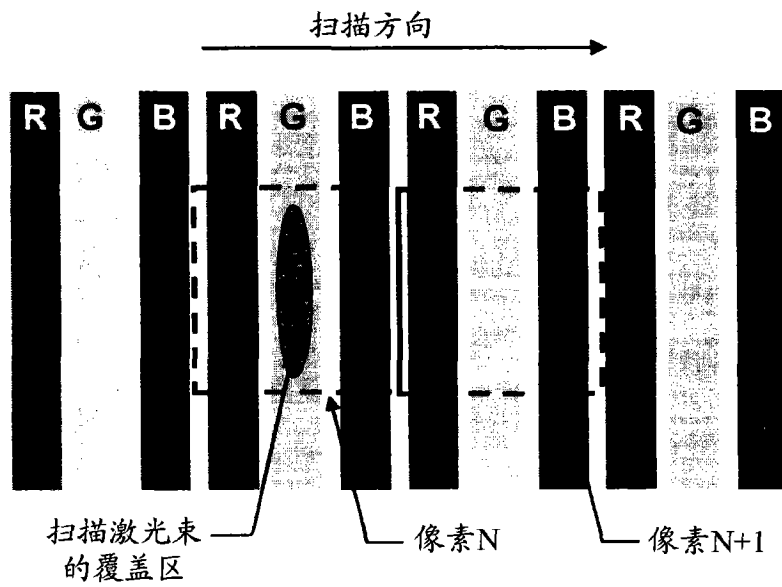


图 2B

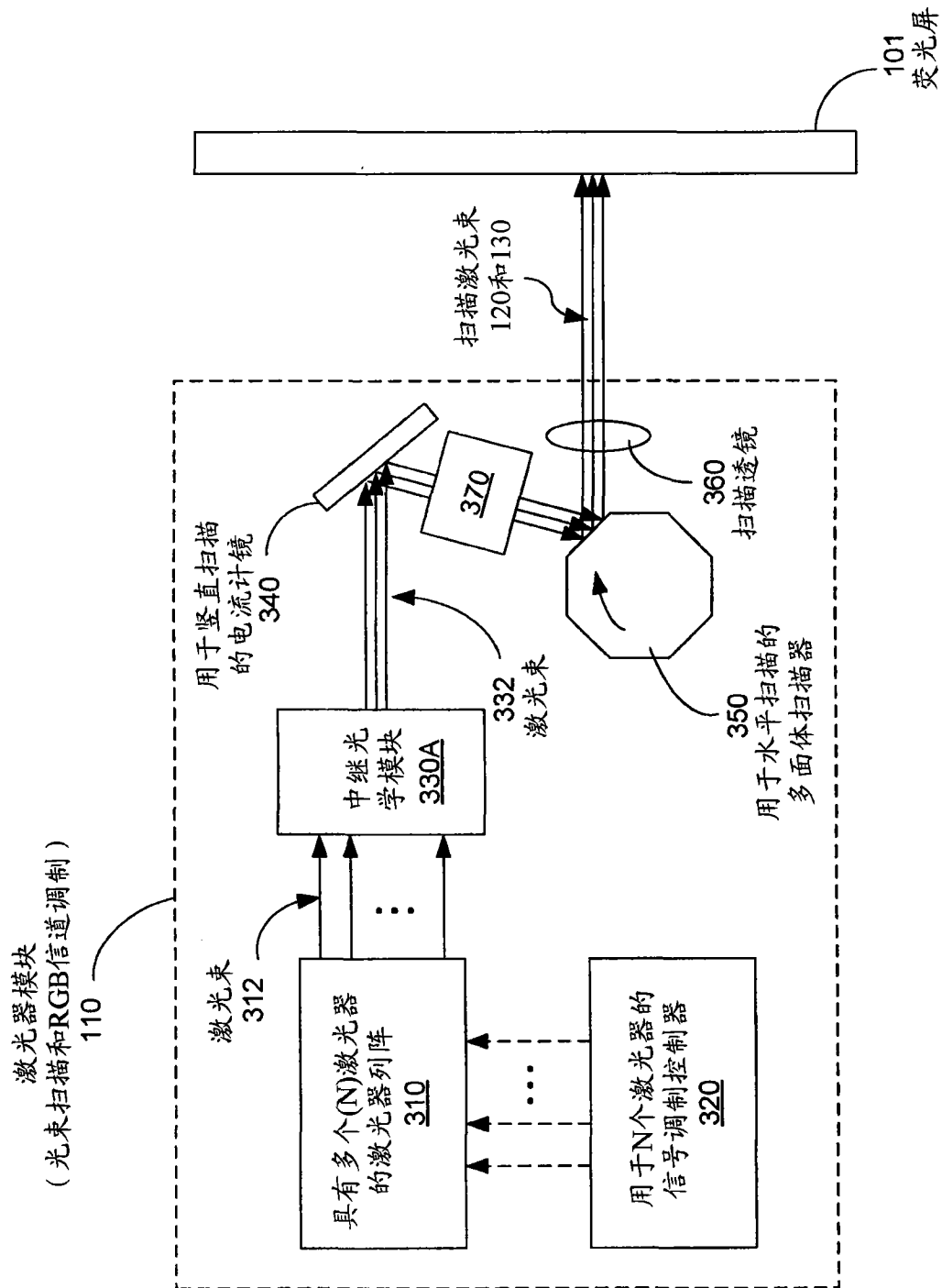


图 3

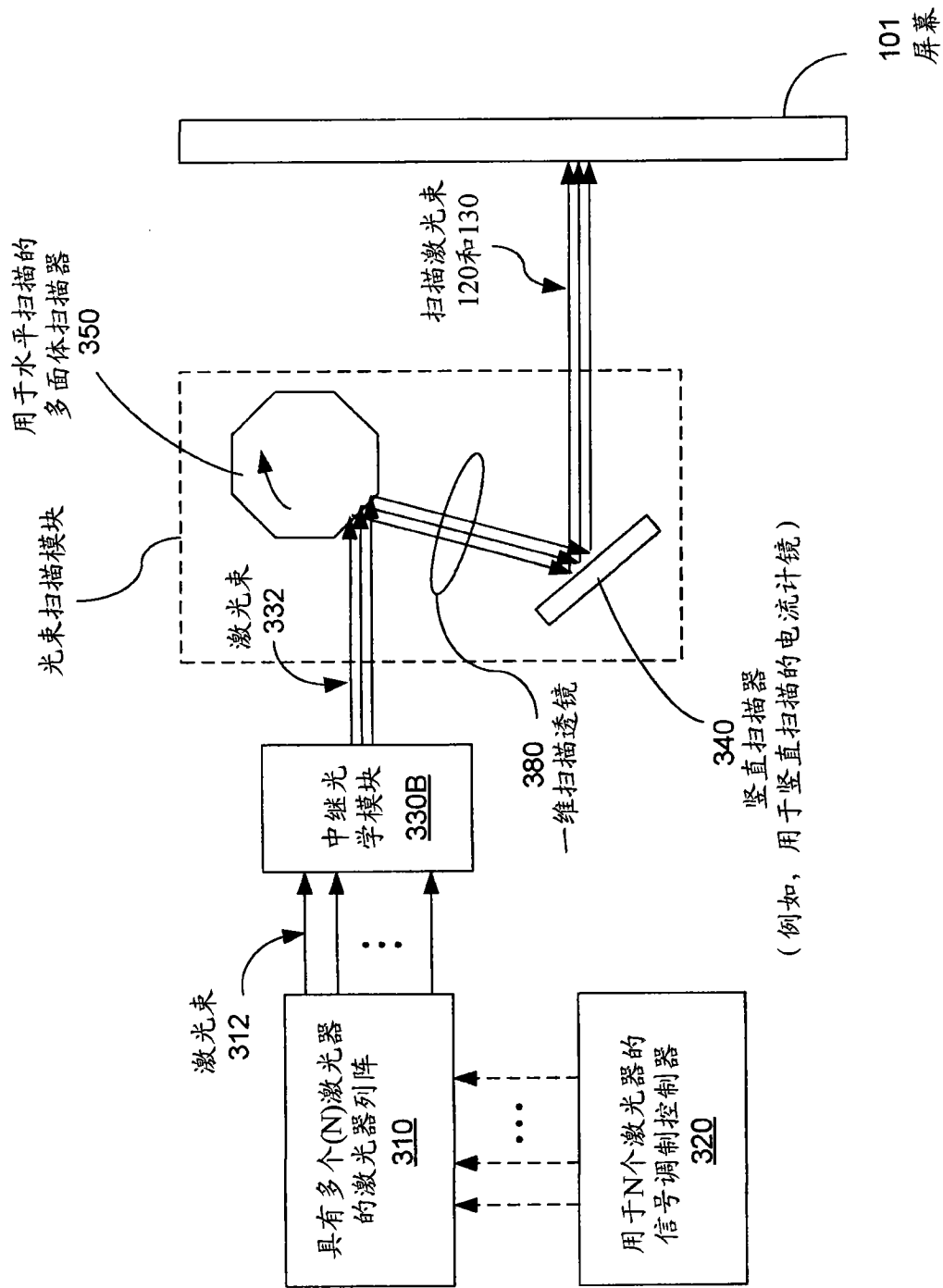


图 4

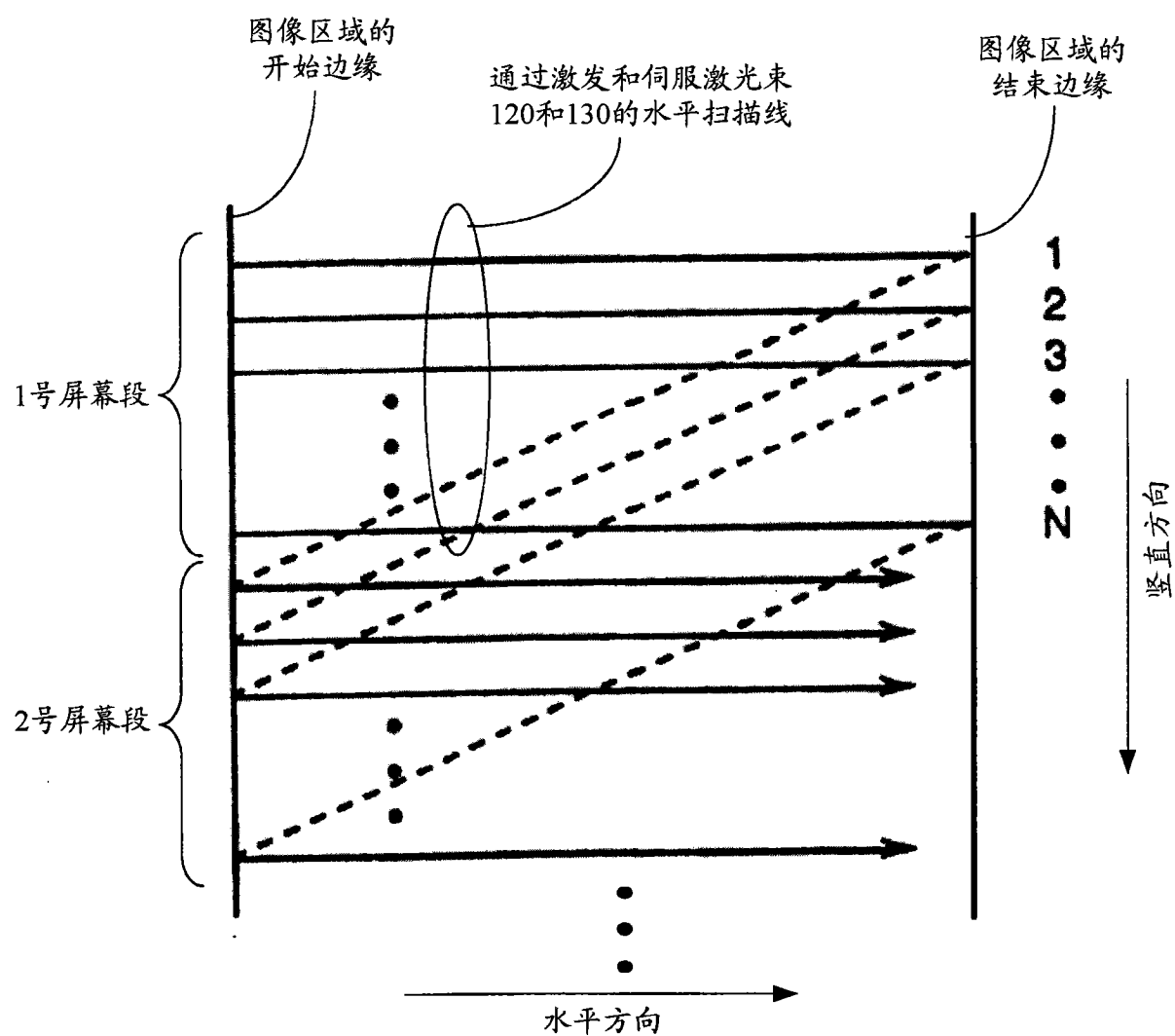


图 5

IR伺服束斑 
激发激光束斑 

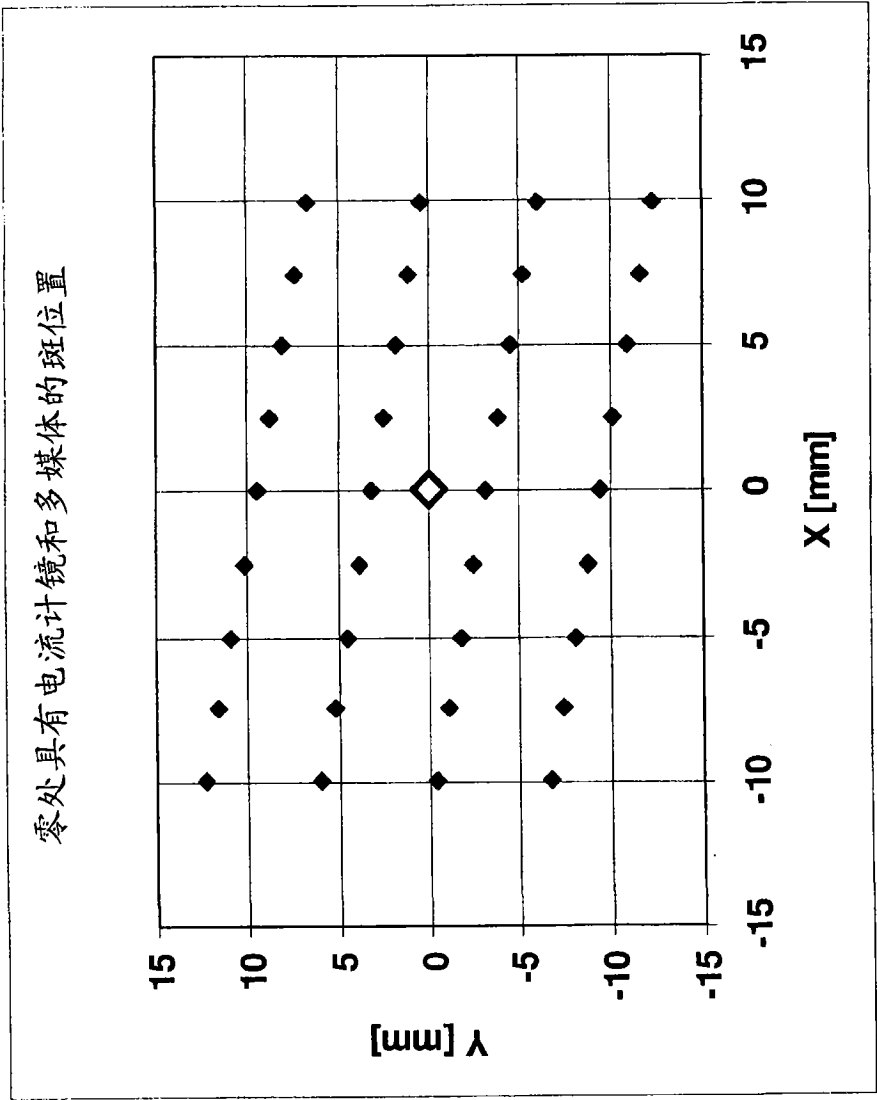


图 5A

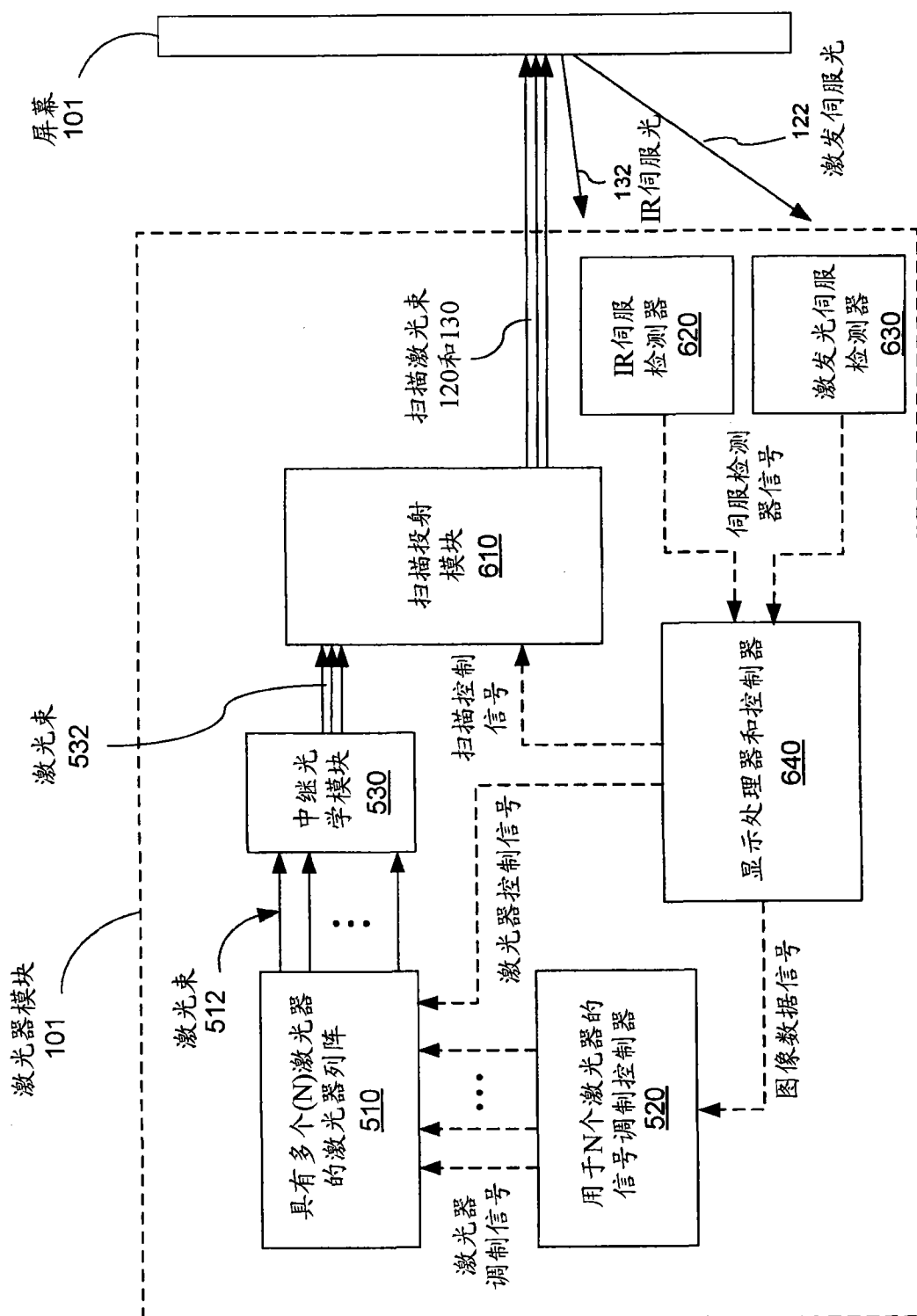


图 6

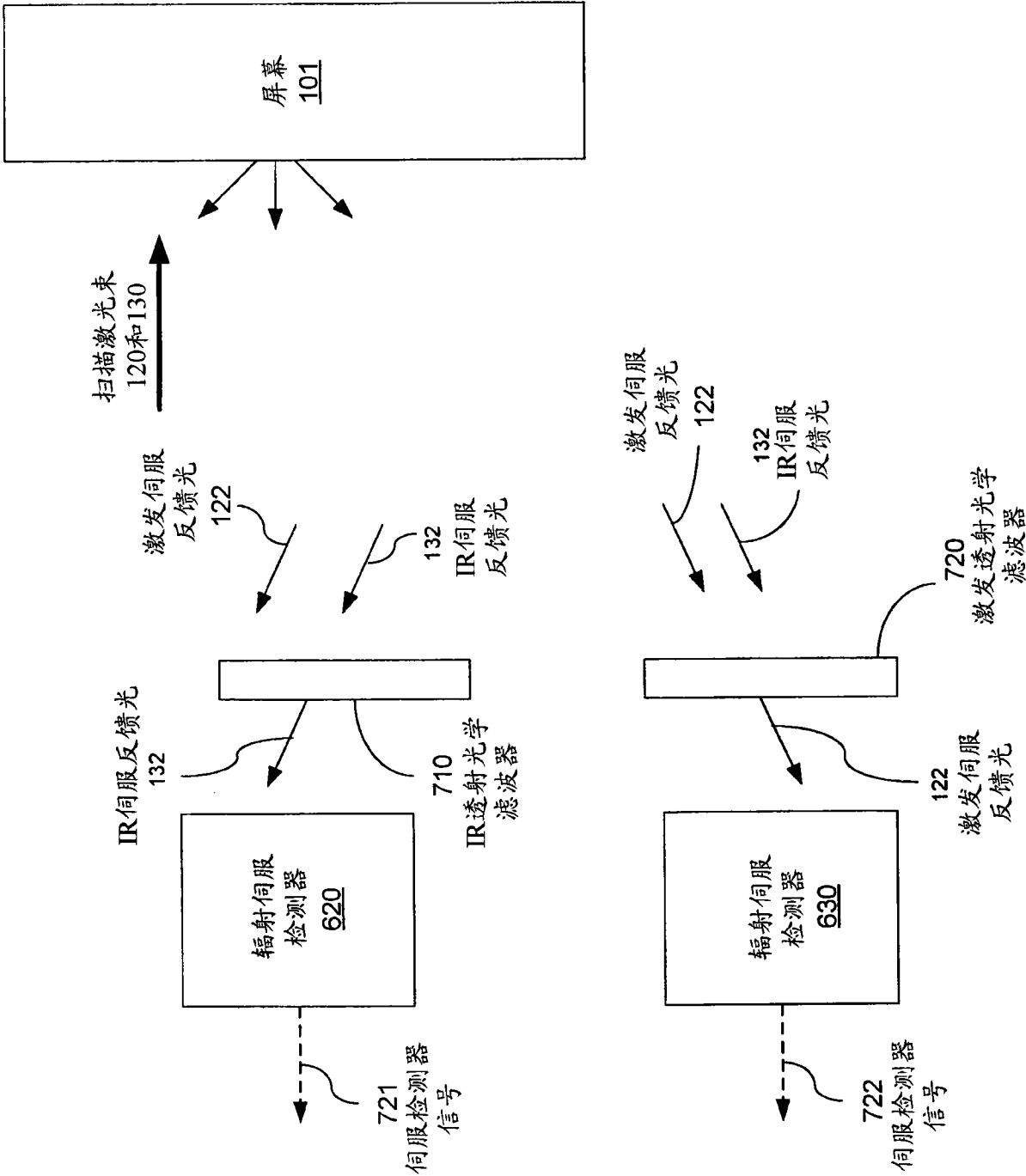


图 7

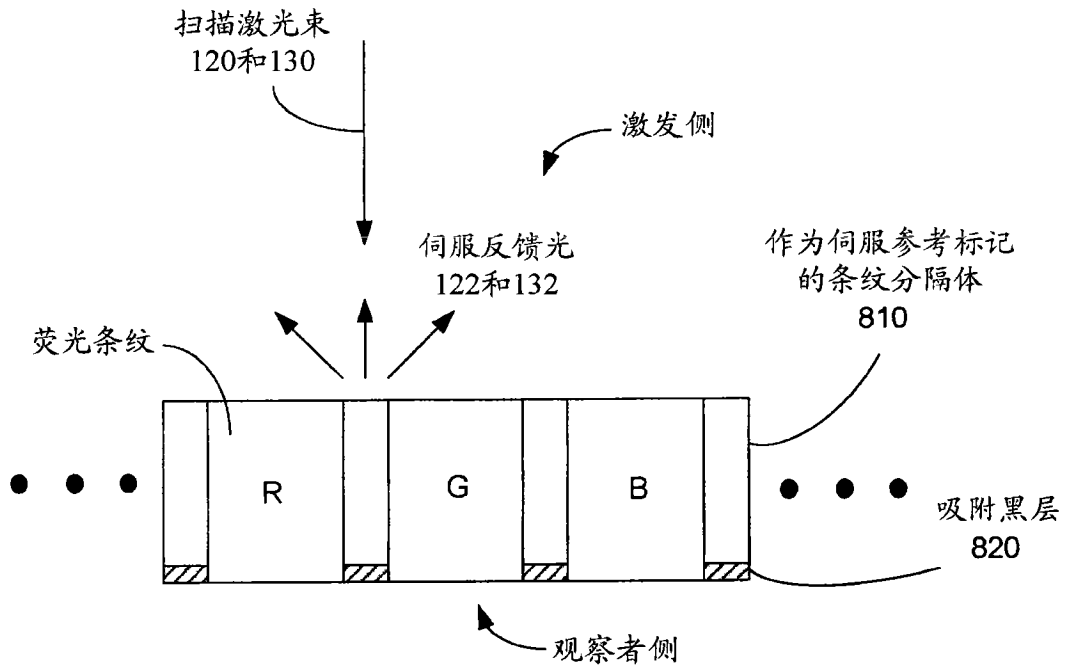


图 8

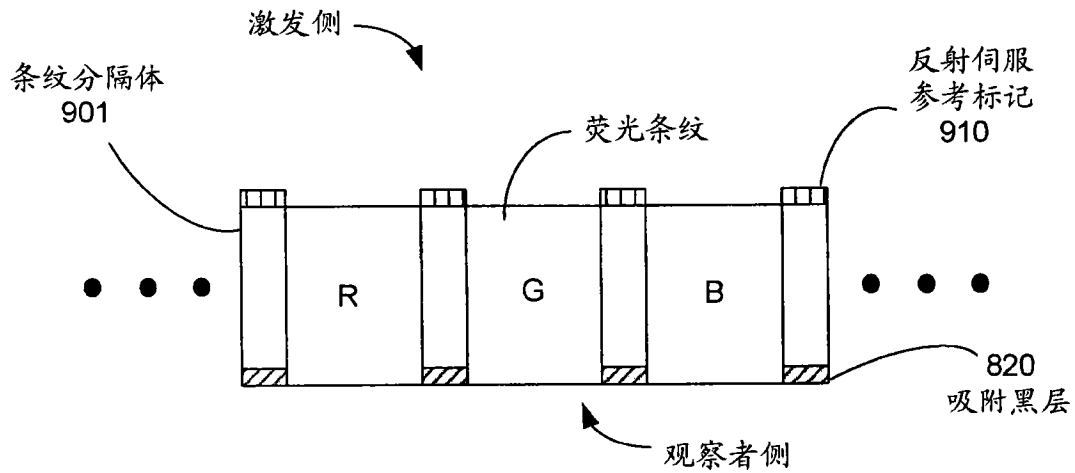


图 9

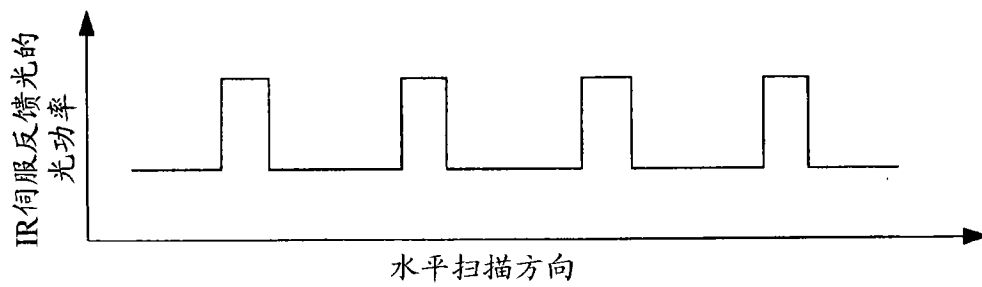


图 10

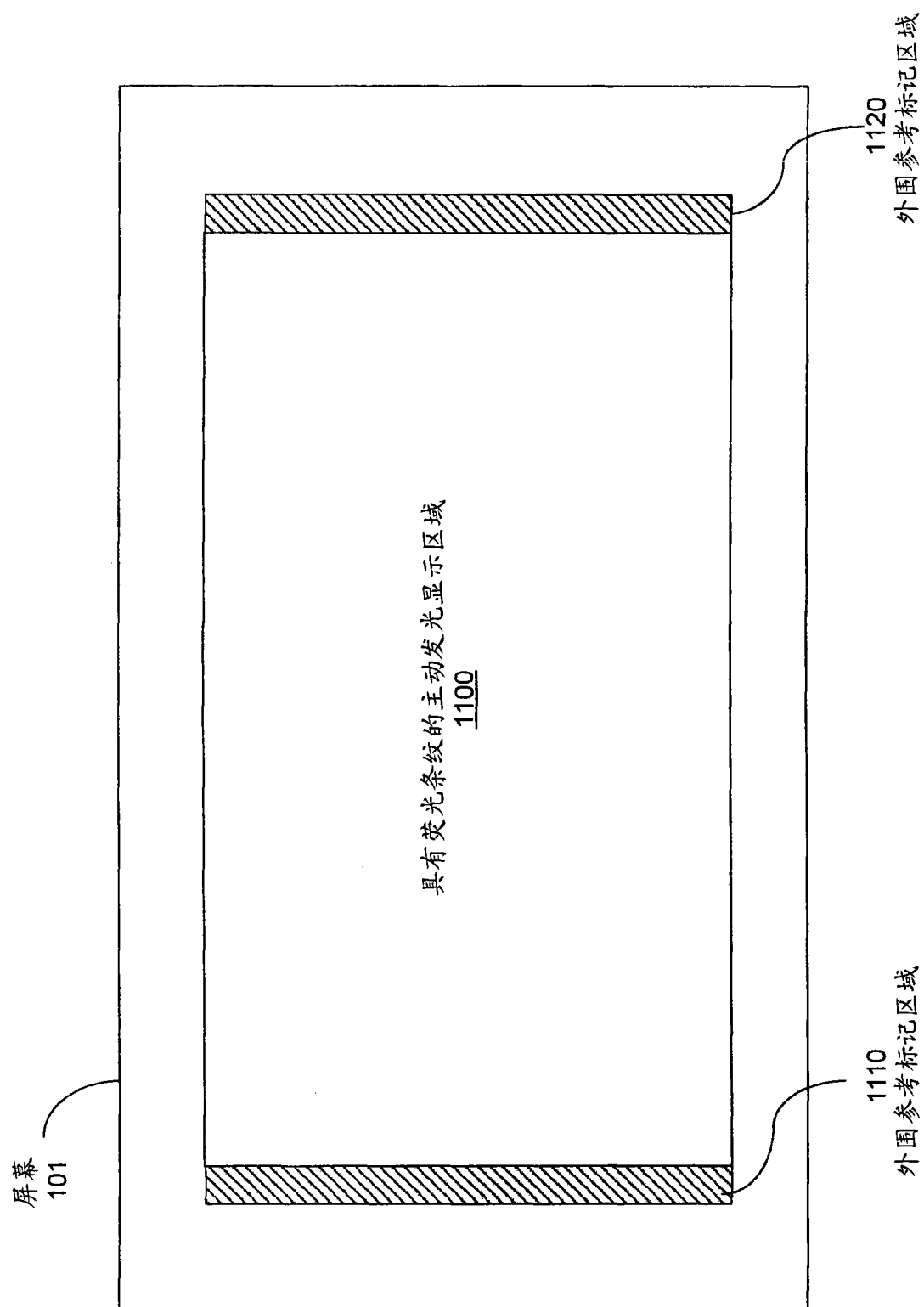


图 11

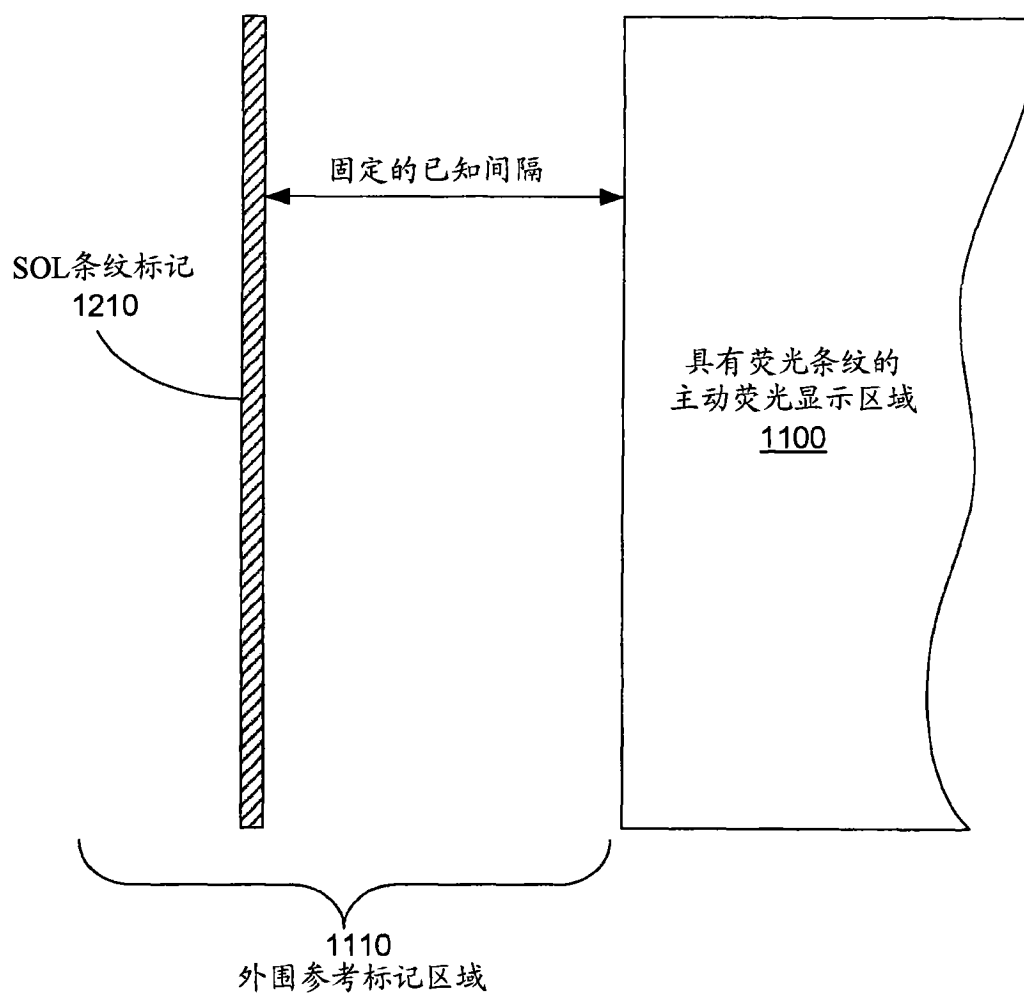


图 12

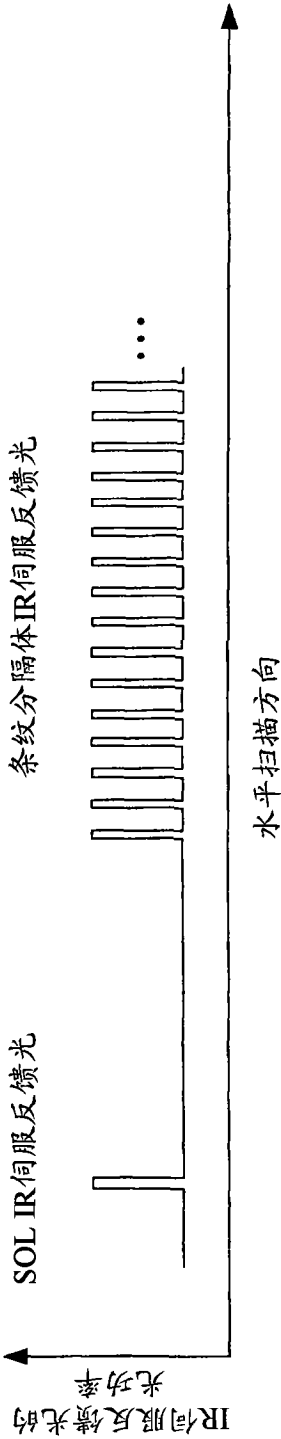


图 13

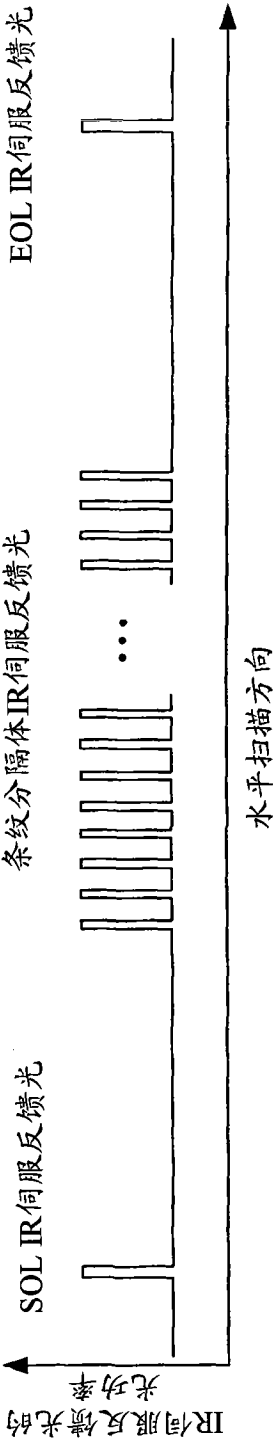


图 14

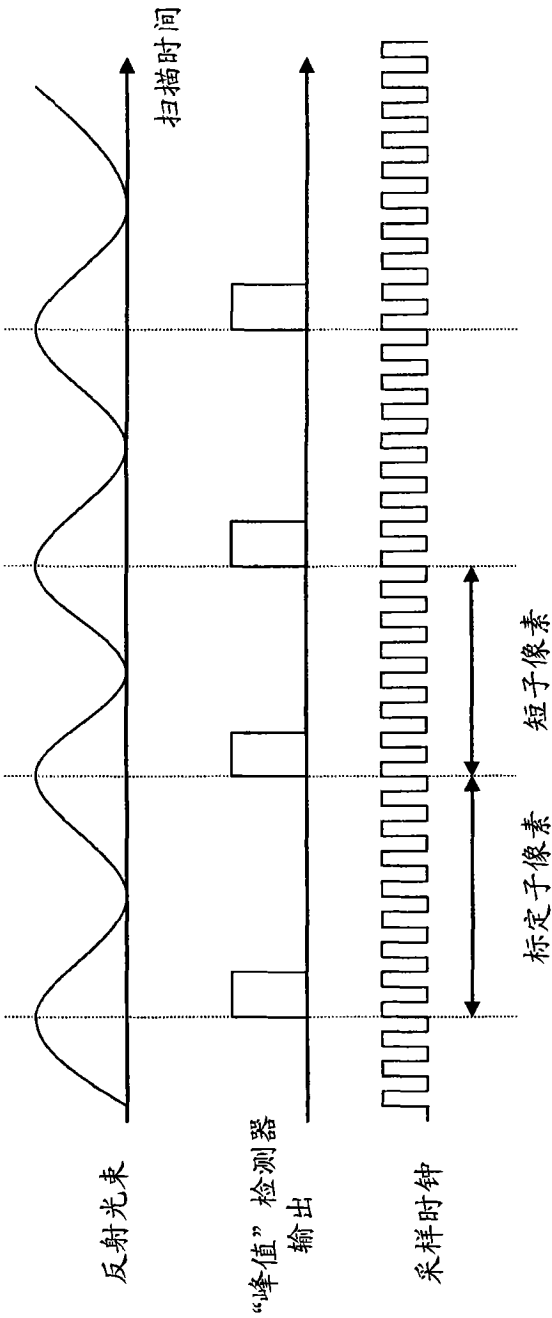


图 15

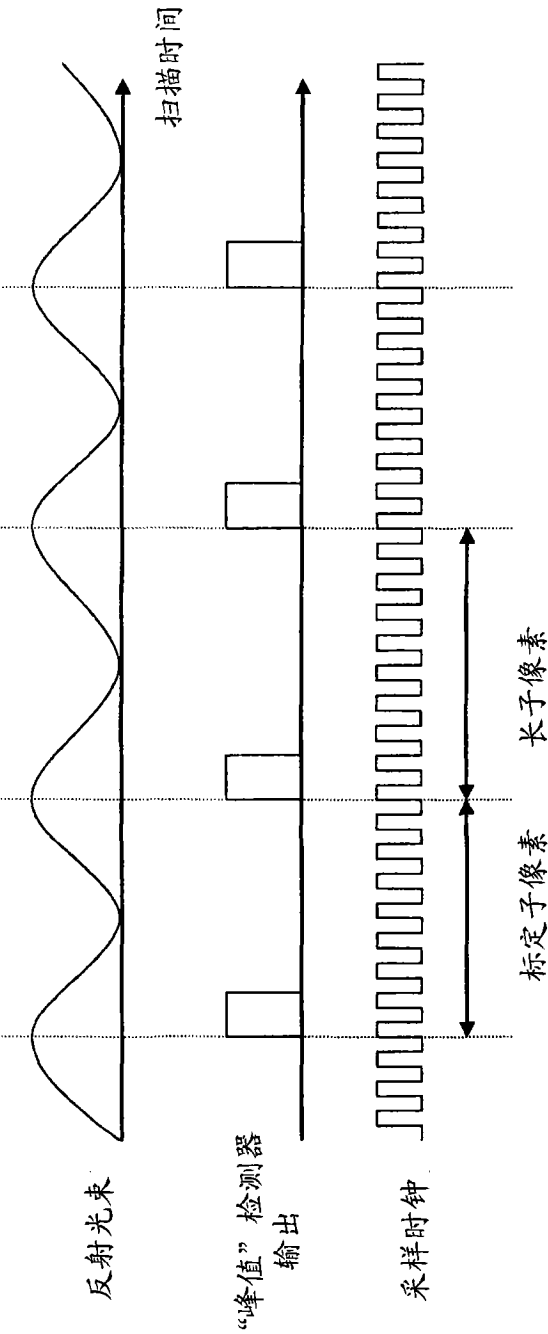


图 16

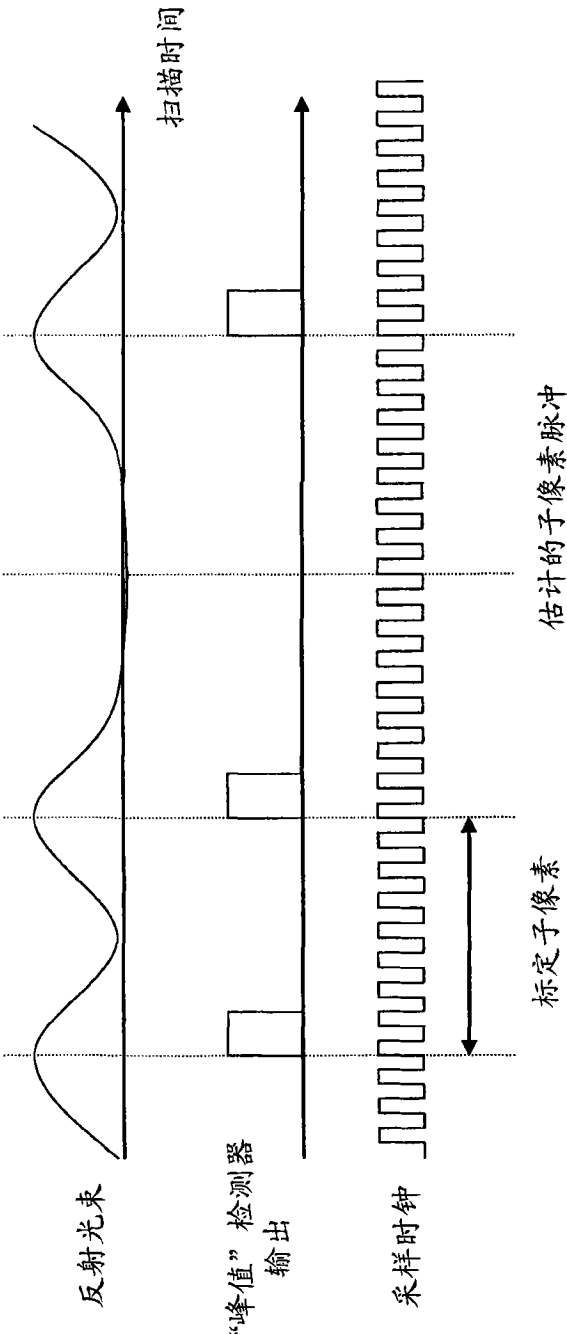


图 17

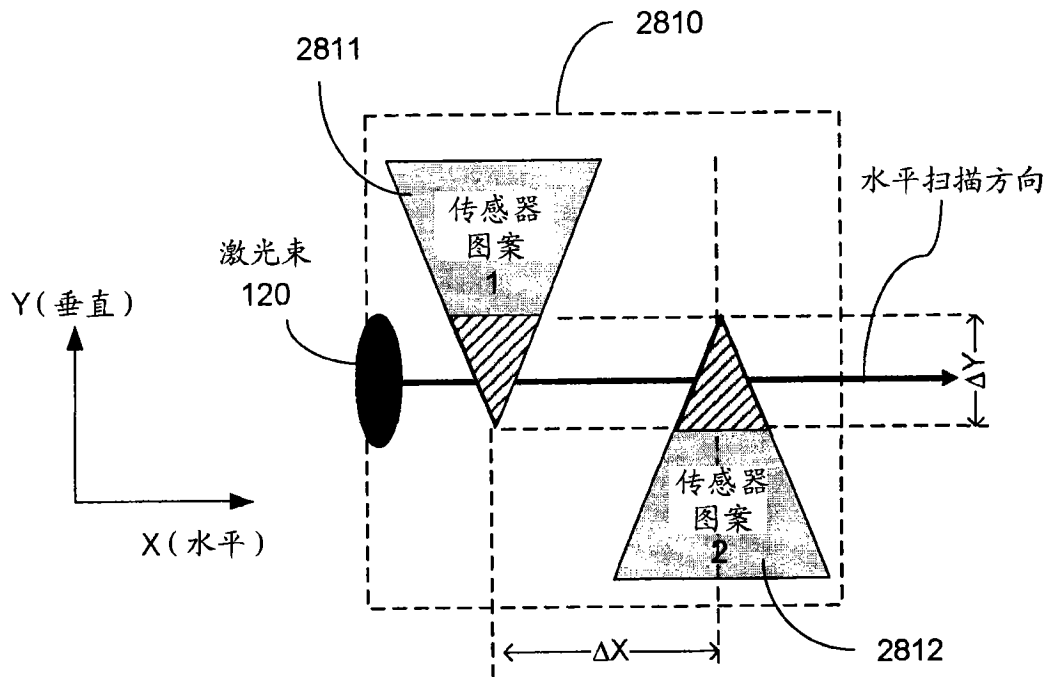


图 18A

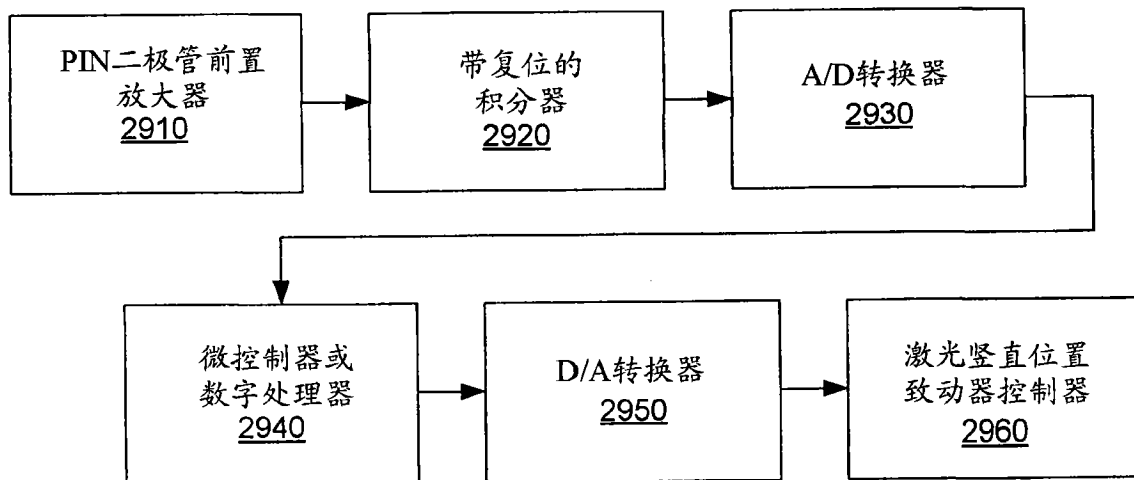


图 18B

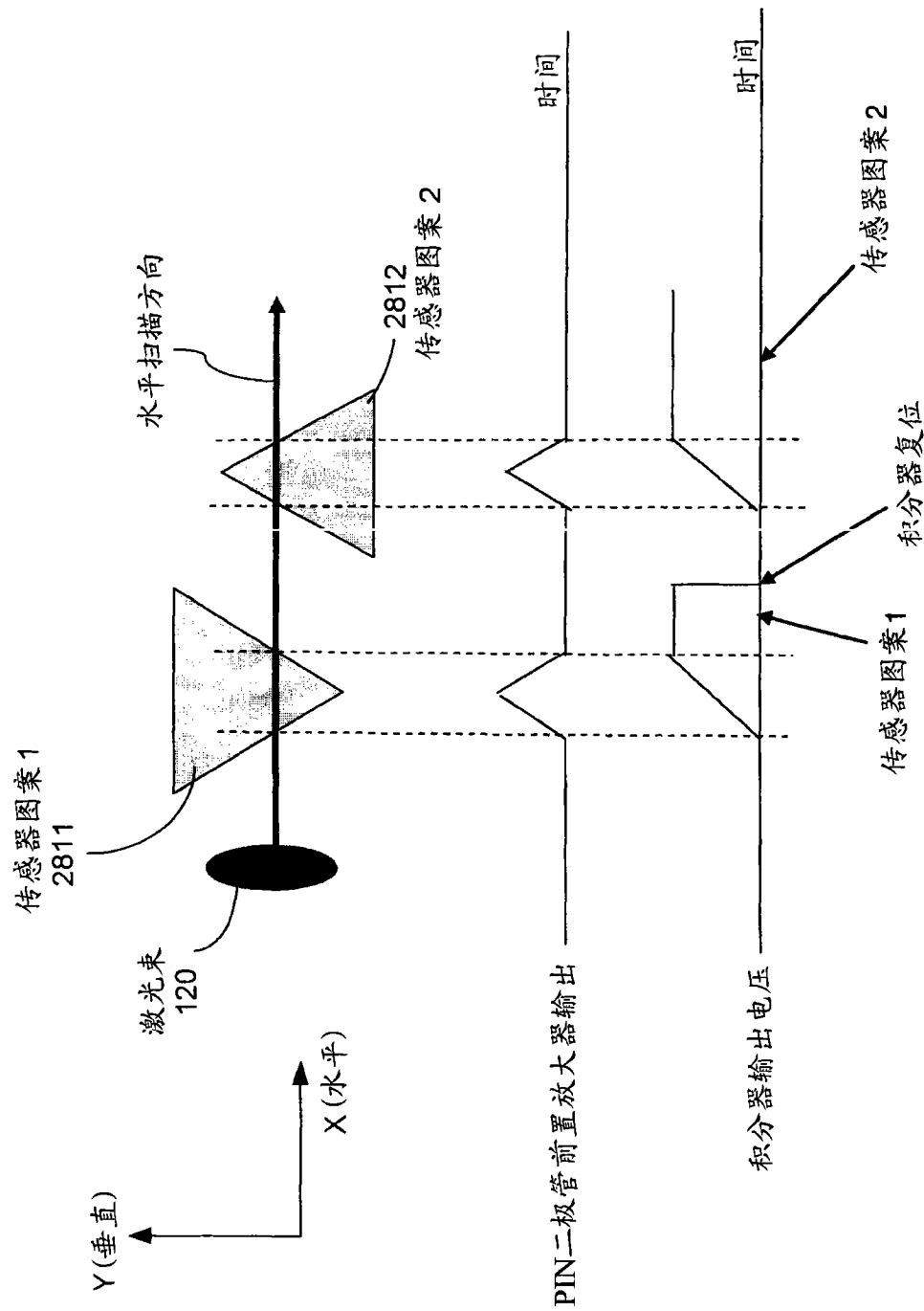


图 18C

位置误差电压 = (传感器图案 1 - 传感器图案 2) / (传感器图案 1 + 传感器图案 2)

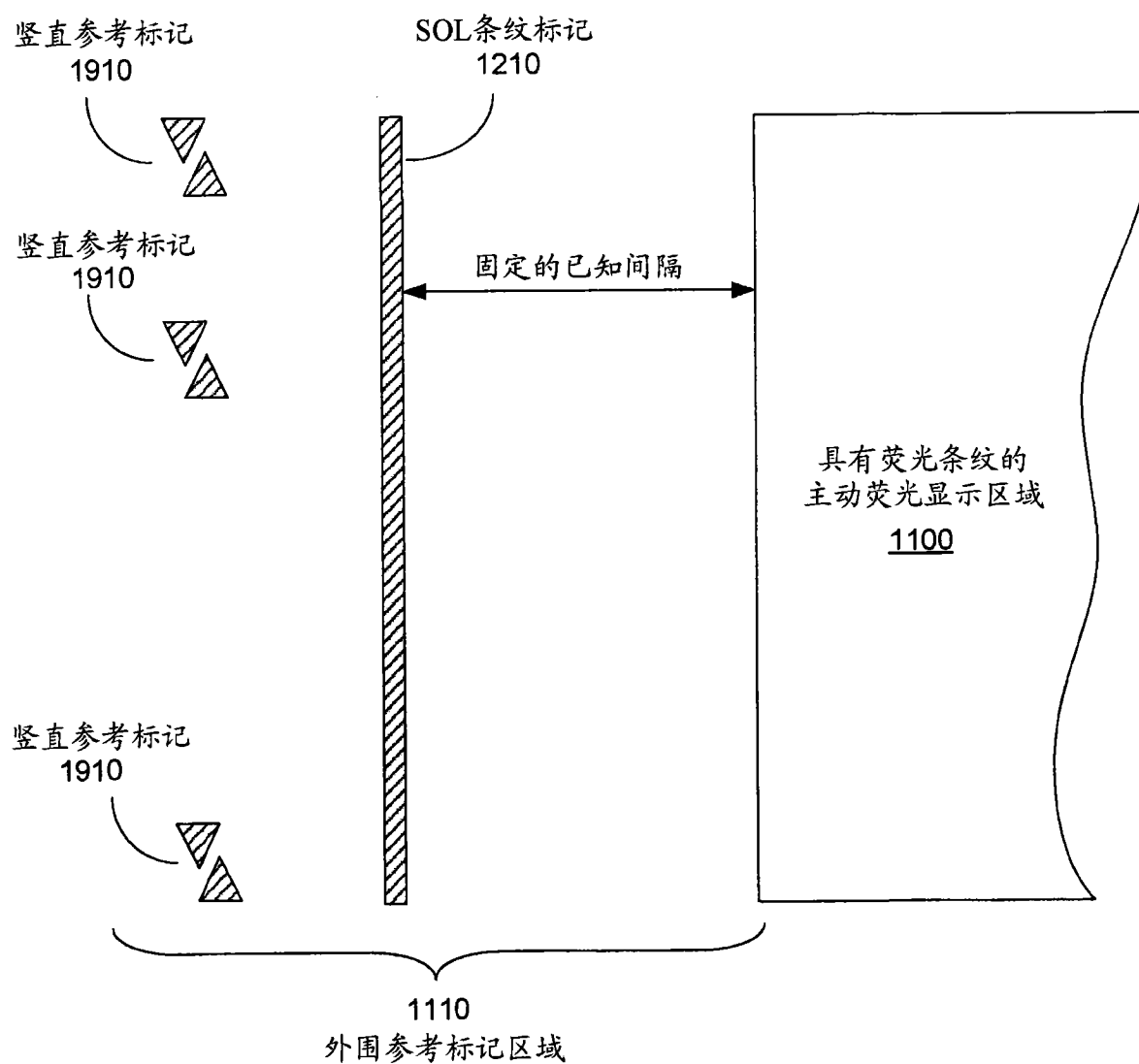


图 19

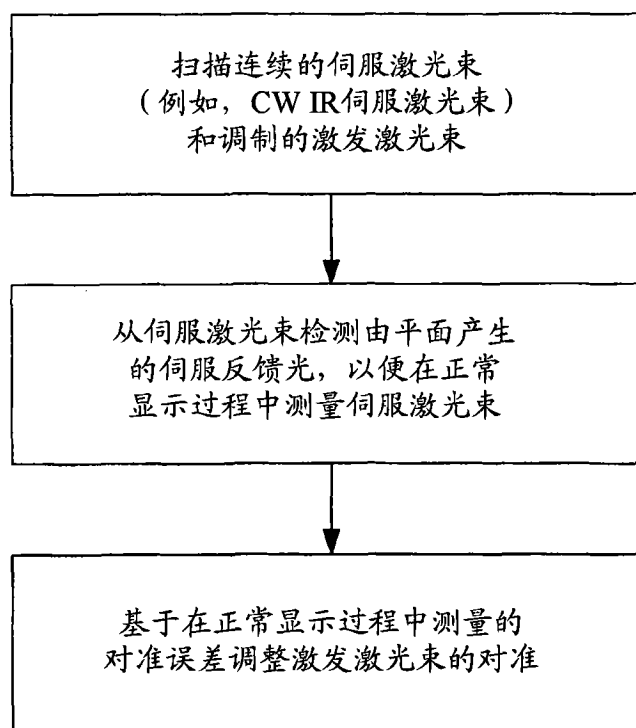


图 20

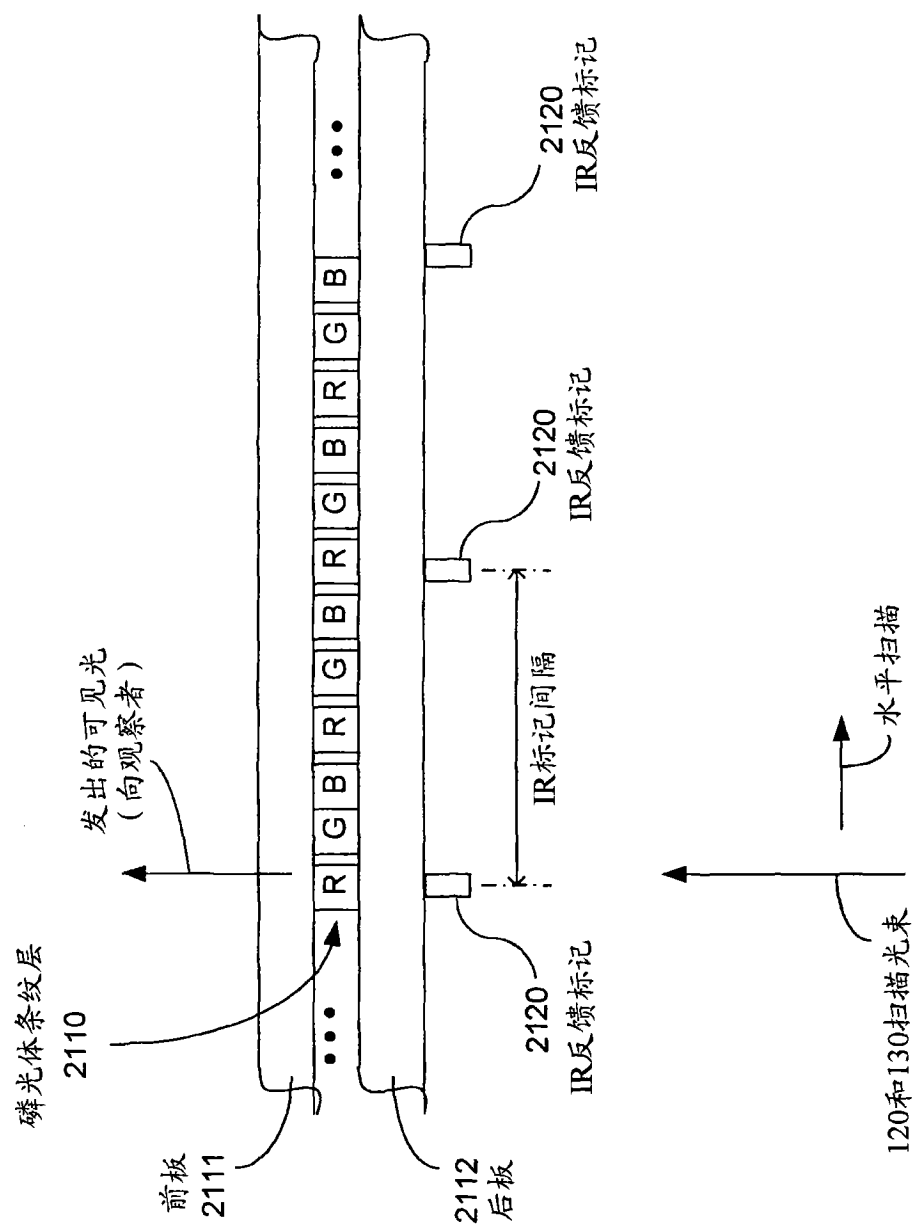


图 21

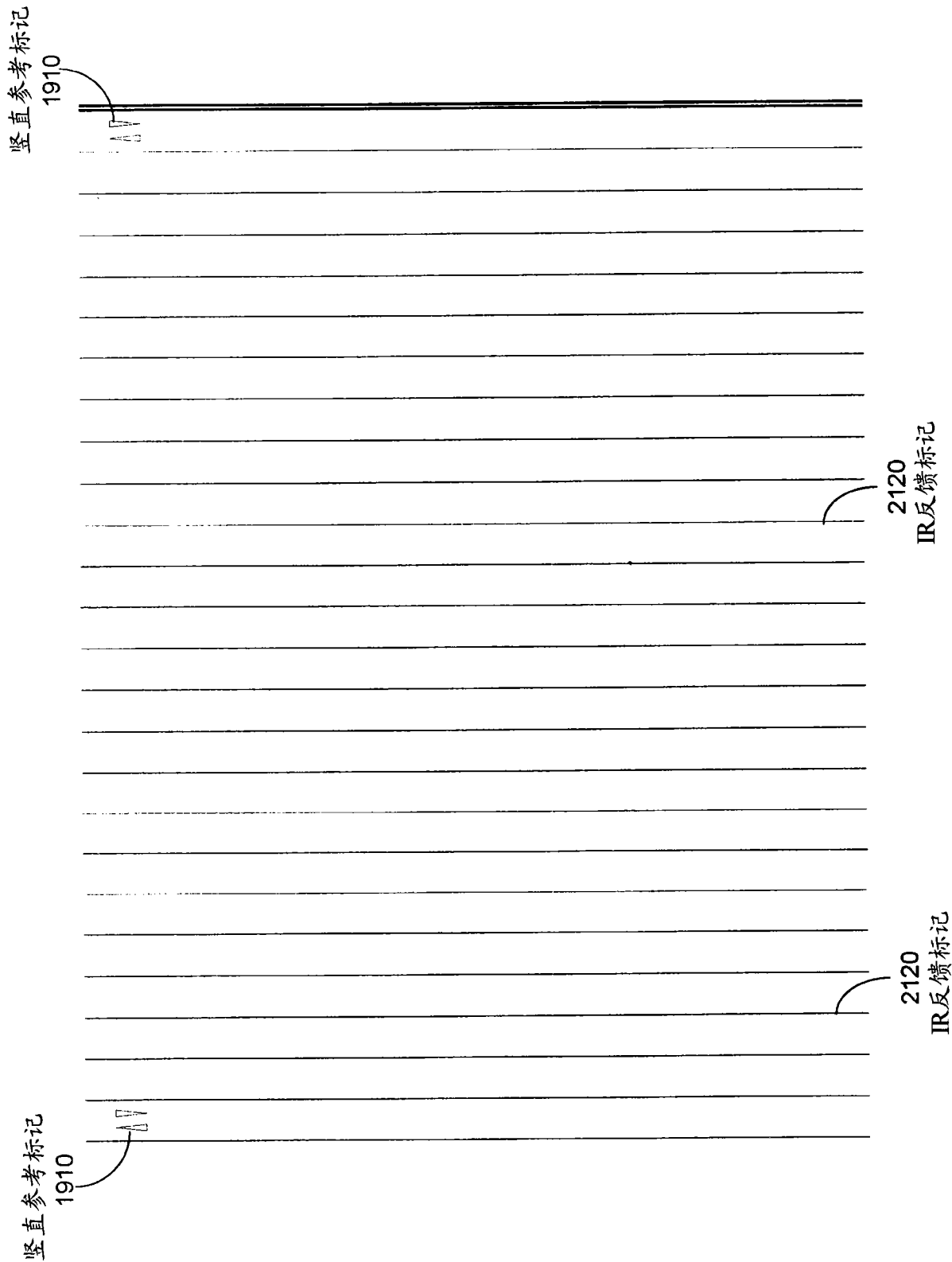


图 22

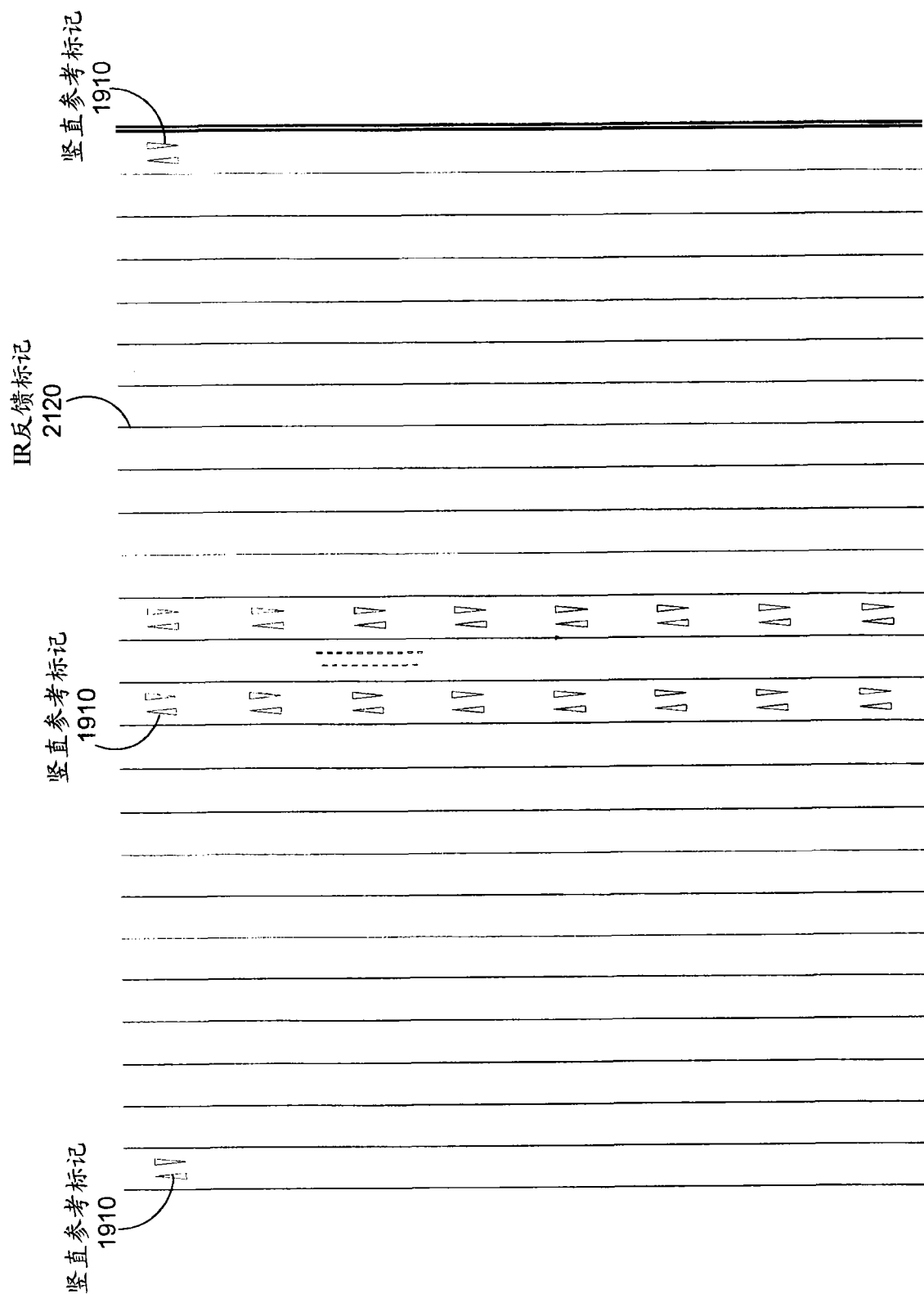


图 23

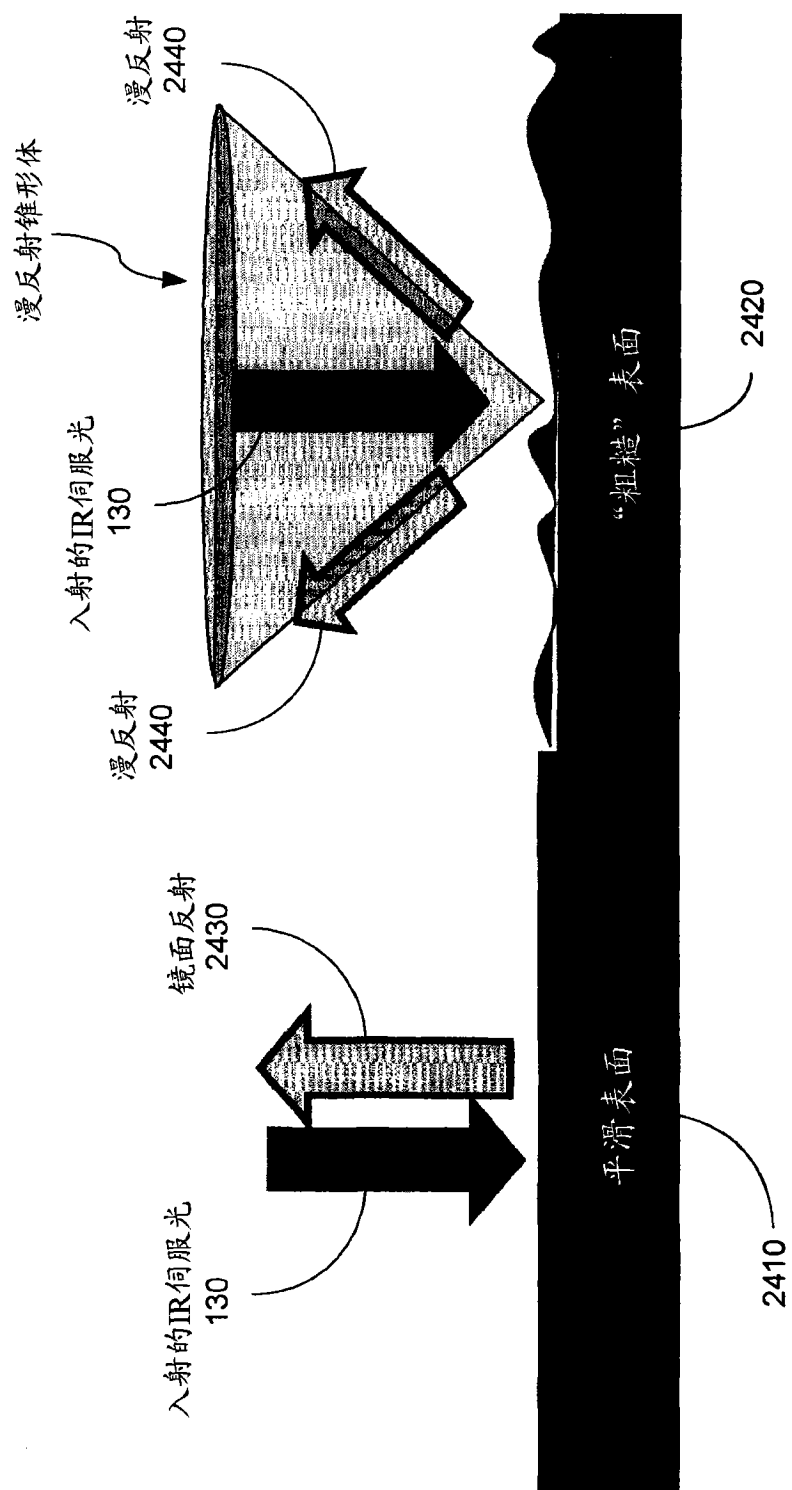


图 24

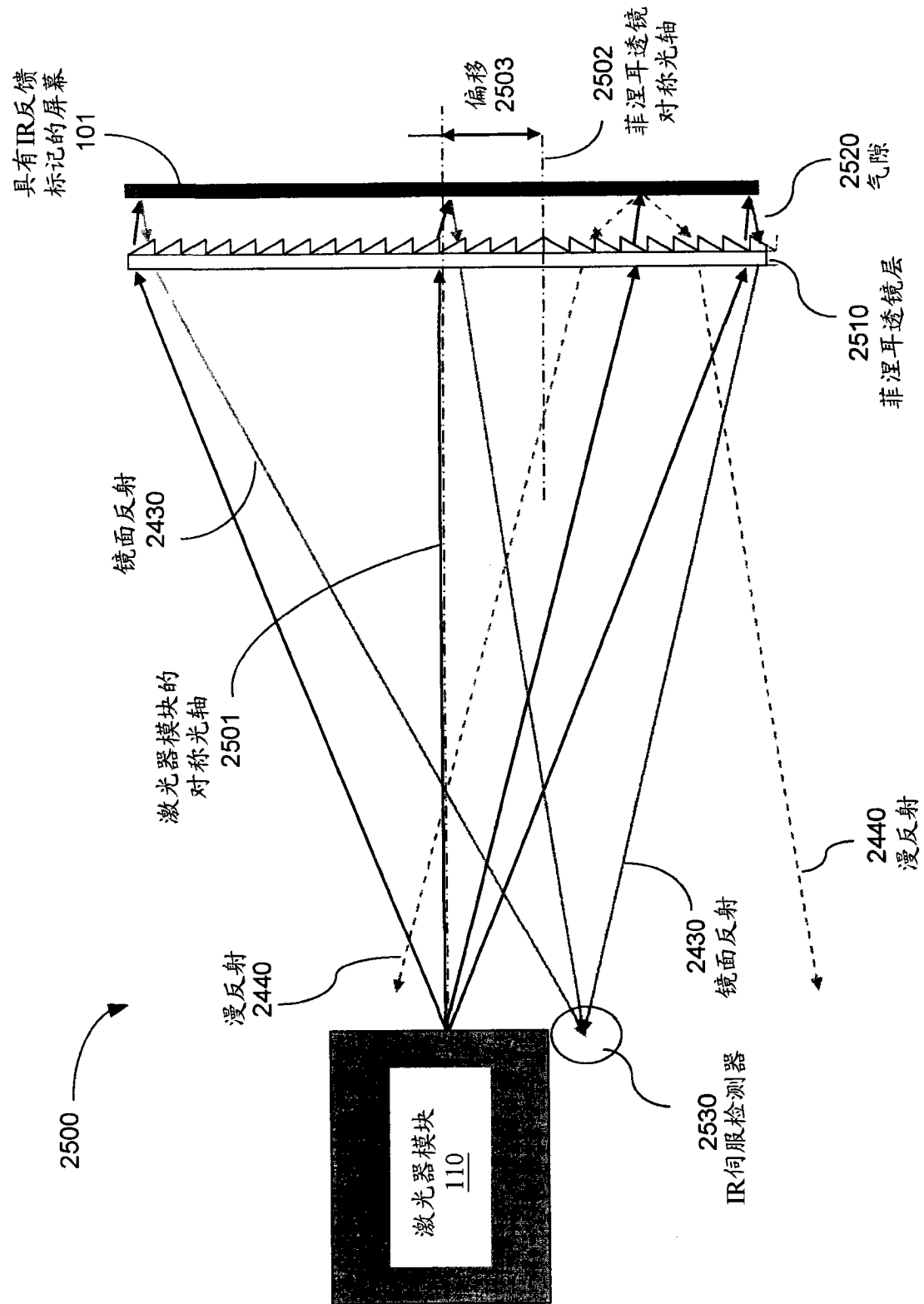


图 25

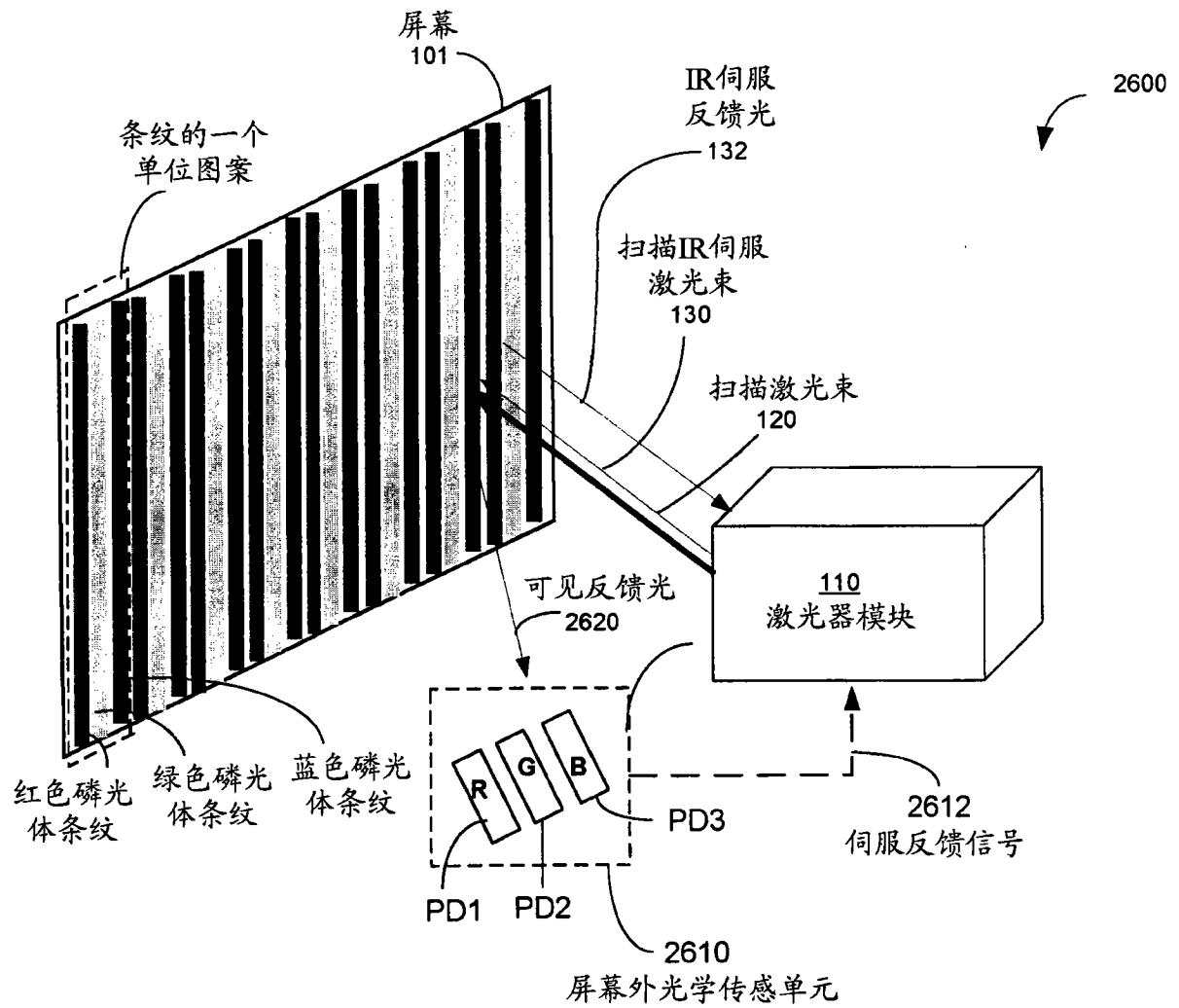


图 26

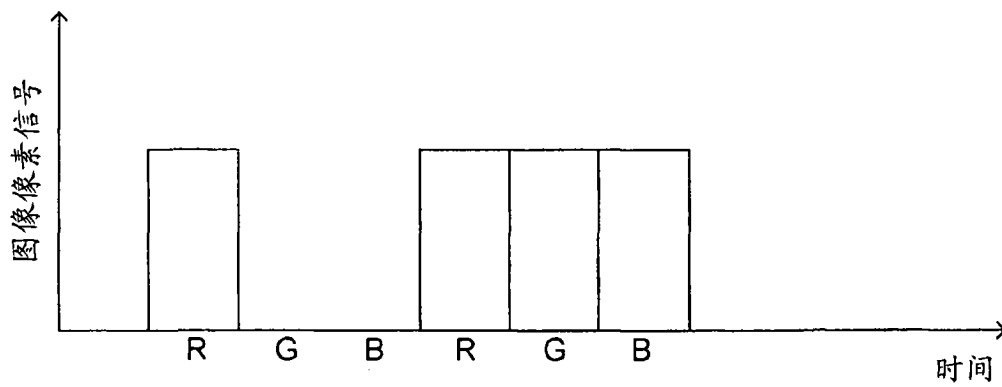


图 27A

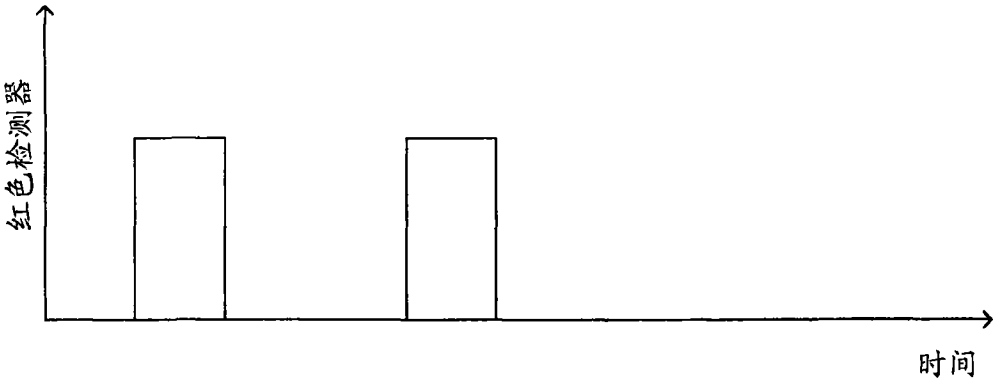


图 27B

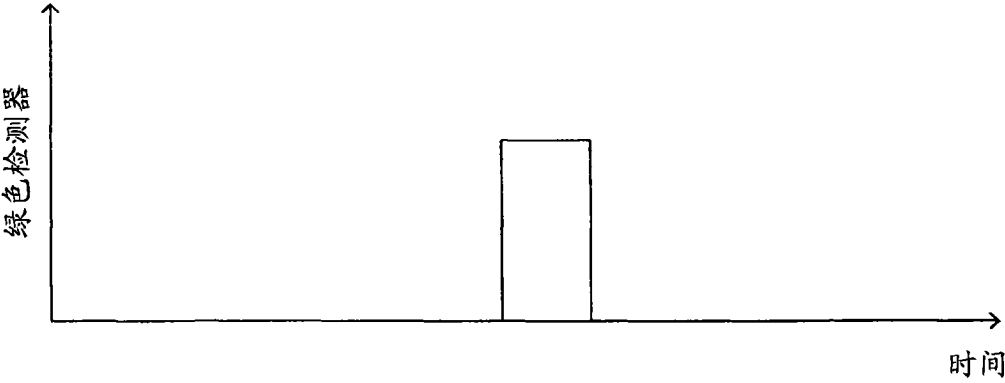


图 27C

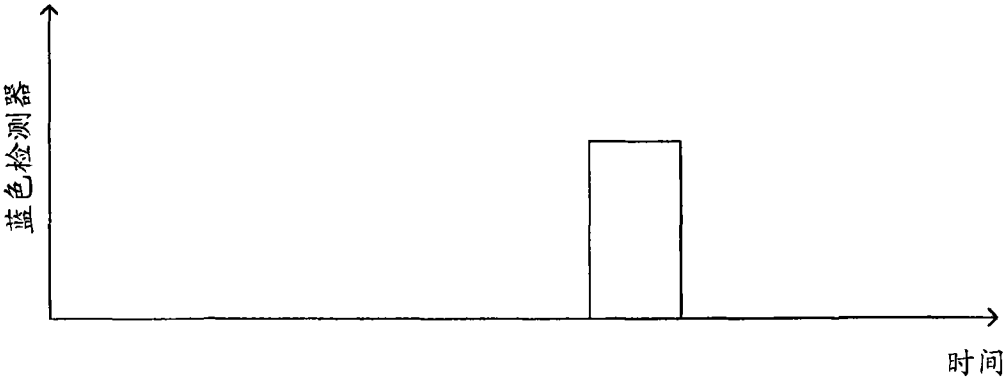


图 27D

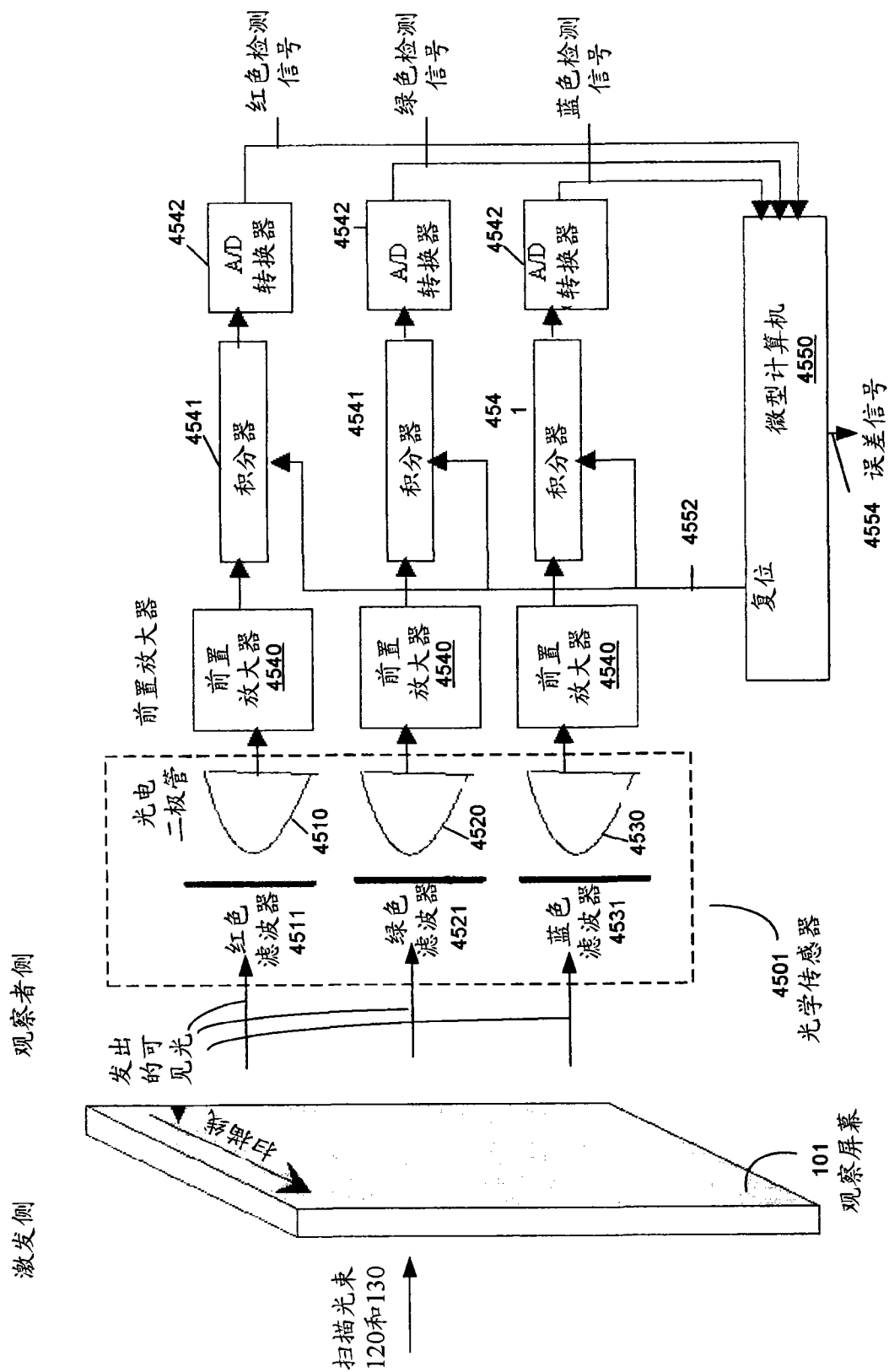


图 28

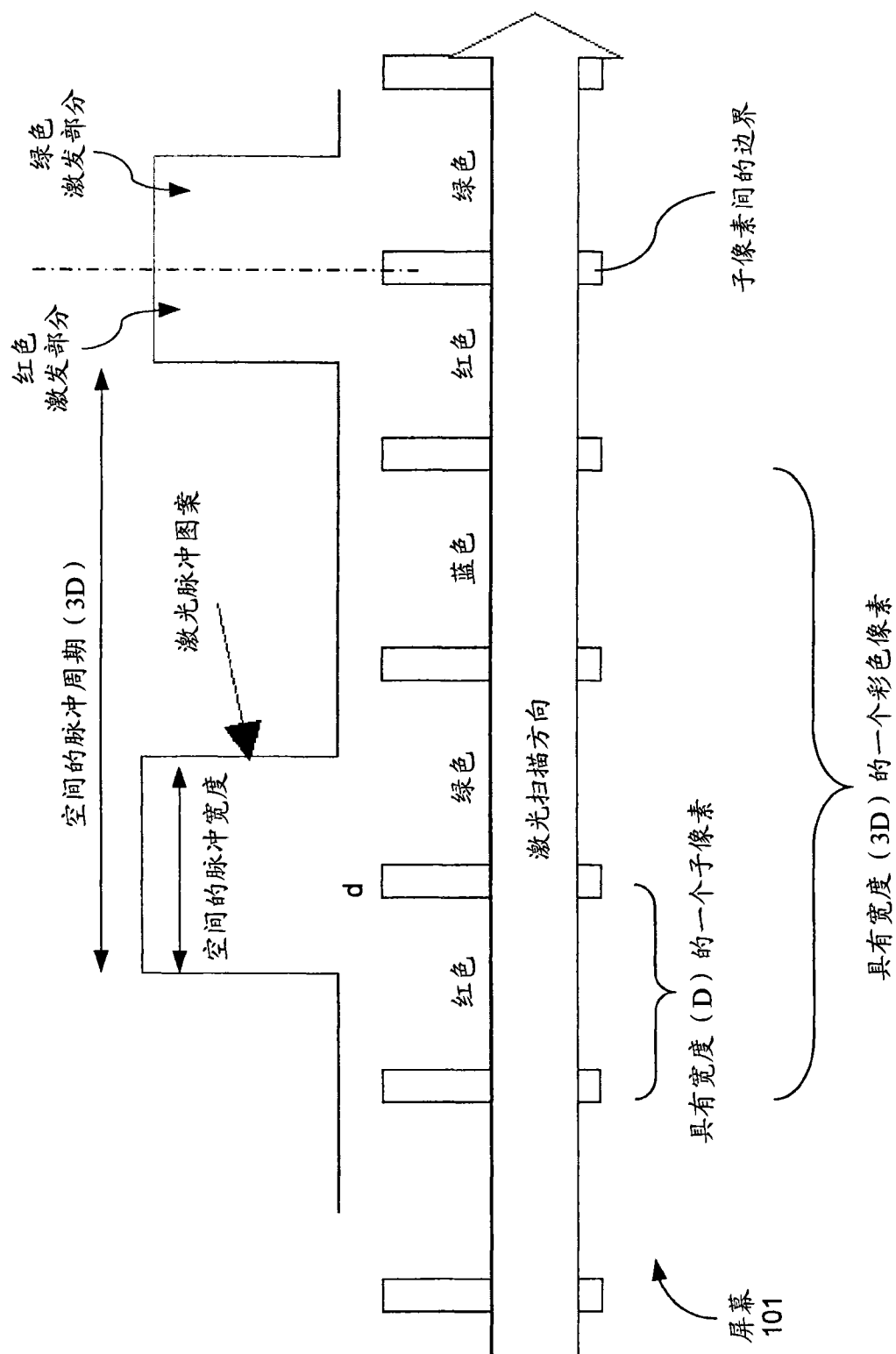


图 29

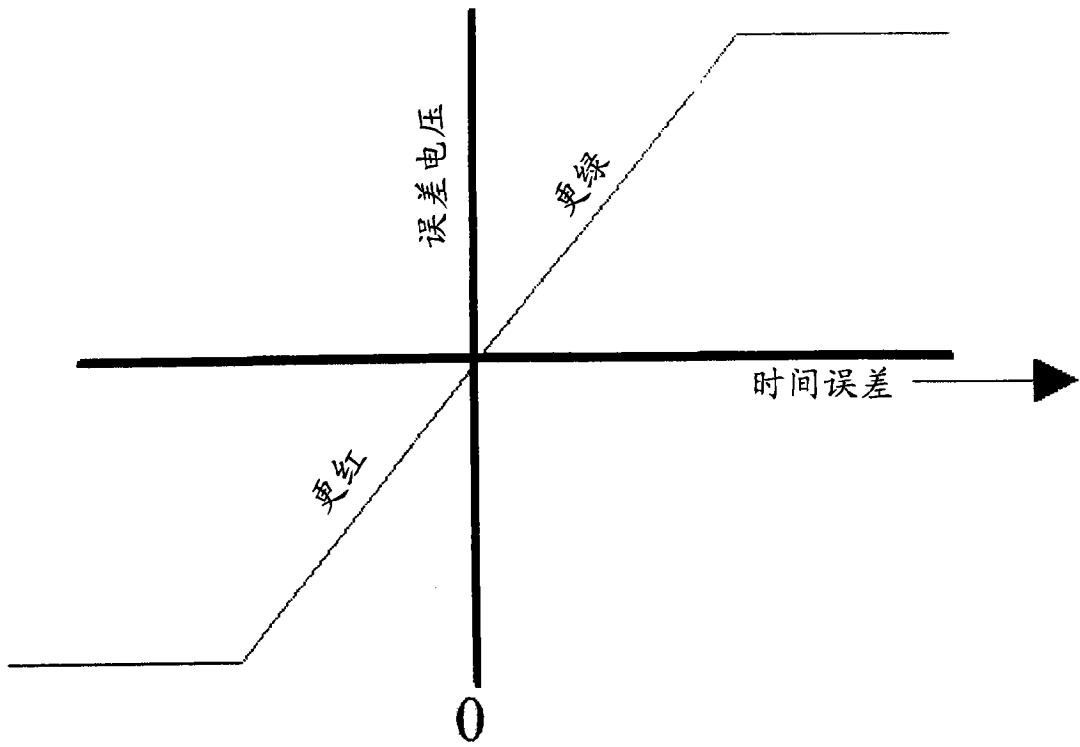


图 30

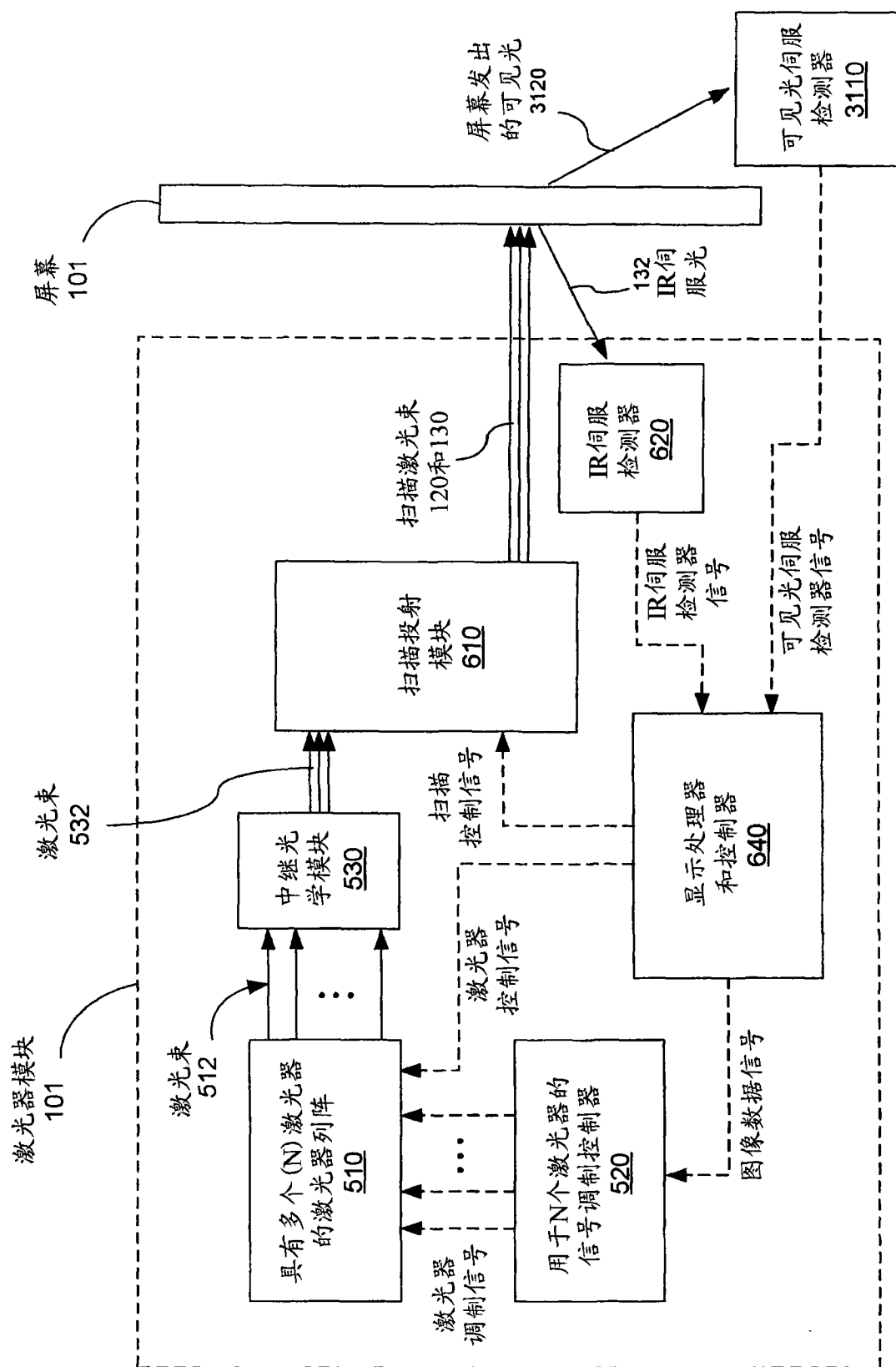


图 31