

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710005841.1

[51] Int. Cl.

G02F 1/1347 (2006.01)

G02F 1/01 (2006.01)

G02F 1/167 (2006.01)

H04N 5/74 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007年7月25日

[11] 公开号 CN 101004518A

[22] 申请日 2002.2.27

[21] 申请号 200710005841.1

分案原申请号 02805551.9

[30] 优先权

[32] 2001.2.27 [33] US [31] 60/271,563

[71] 申请人 不列颠哥伦比亚大学

地址 加拿大不列颠哥伦比亚省

[72] 发明人 洛恩·怀特海德 格利格·沃德

沃尔夫冈·斯图尔兹令格

海尔基·斯特泽恩

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 蒋世迅

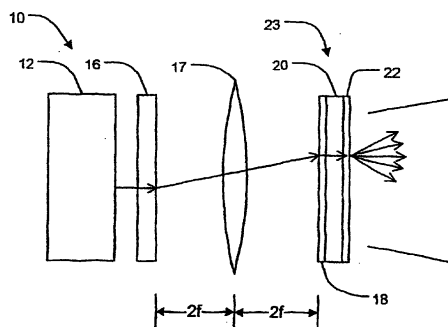
权利要求书7页 说明书12页 附图6页

[54] 发明名称

高动态范围显示装置

[57] 摘要

一种显示器，具有并入一个光调制器的显示屏。该显示屏可以是前投射显示屏或背投射显示屏。可以控制该光调制器的元件，以调节从显示屏上的对应区域发出的光的强度。该显示器可以提供高动态范围。



1. 一种显示器，包括：
光源；
第一空间光调制器，用于调制来自光源的光；
显示屏，包括第二空间光调制器；以及，
一个光学系统，用于使被第一空间光调制器调制的光成像到显示屏的第一面上。
2. 权利要求1的显示器，其中显示屏包括一个漫射器，该漫射器被定位以便漫射已经由第二空间光调制器调制的光。
3. 权利要求2的显示器，其中显示屏包括一个准直仪，用于使从第一空间光调制器入射的光准直。
4. 权利要求1的显示器，其中该显示器包括一个背投射型显示器并且显示屏用于使光透射到与显示屏的第一面相反的一侧的观察者。
5. 权利要求3的显示器，其中该显示器包括一个背投射型显示器并且显示屏用于使光透射到与显示屏的第一面相反的一侧的观察者。
6. 权利要求5的显示器，其中准直仪包括一个菲涅耳透镜。
7. 权利要求6的显示器，其中漫射器包括分布在菲涅耳透镜中的很多个散射中心。
8. 权利要求5的显示器，其中准直仪包括一个全息透镜。
9. 权利要求8的显示器，其中漫射器包括分布在全息透镜中的很多个散射中心。
10. 权利要求5的显示器，其中漫射器位于显示屏的一个面上，该面与光从第一空间光调制器入射到的面相反。
11. 权利要求4的显示器，其中第二空间光调制器包括一个液晶显示器元件阵列，每个液晶显示器元件的透射率可由一个控制信号控制。

12. 权利要求 4 的显示器, 其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制的元件, 并且对于第一和第二空间光调制器的其中一个的每个可控制的元件, 第一和第二空间光调制器的另一个具有多于一个的对应的可控制的元件。

13. 权利要求 4 的显示器, 其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制的元件, 并且第一空间光调制器的多个可控制的元件对应第二空间光调制器的每个可控制的元件。

14. 权利要求 13 的显示器, 其中第一空间光调制器包括一个彩色空间光调制器。

15. 权利要求 13 的显示器, 其中对于第二空间光调制器的每个可控制的元件, 第一空间光调制器具有多于八个的对应的可控制的元件。

16. 权利要求 15 的显示器, 其中第一空间光调制器的每个可控制的元件包括多个彩色子像素。

17. 权利要求 4 的显示器, 其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制的元件, 并且对于第一和第二空间光调制器的其中一个的每个可控制的元件, 第一和第二空间光调制器的另一个具有从八个到一百四十四个的范围的对应的可控制的元件。

18. 权利要求 4 的显示器, 其中第一空间光调制器的分辨率比第二空间光调制器高。

19. 权利要求 18 的显示器, 其中光源和第一空间光调制器包括一个数字投射器的光源和第一空间光调制器, 并且该数字投射器包括成像光学系统, 使第一空间光调制器成像到第二空间光调制器上。

20. 权利要求 19 的显示器包括相连的一个控制器, 用于输送图像数据到第一和第二空间光调制器。

21. 权利要求 1 的显示器在第一空间光调制器与第二空间光调制器之间包括一个或多个附加的光调制级。

22. 权利要求 21 的显示器, 其中该一个或多个附加的光调制级每个都包括一个准直仪以及一个空间光调制器, 被前一个空间光调制

器调制的光被成像到该空间光调制器上。

23. 权利要求 22 的显示器，其中该一个或多个附加的光调制级每个都包括一个漫射器，该漫射器被定位以便漫射已经由附加的光调制级中的光调制器调制的光。

24. 权利要求 4 的显示器，其中显示屏的面积比第一光调制器大。

25. 权利要求 1 的显示器，其中对于显示屏上的一些点，每个第一和第二空间光调制器的对应的可控制的元件都被设置以提供最大照明，并且对于显示屏上的另一些点，每个第一和第二空间光调制器的对应的可控制的元件都被设置以提供最小照明，这两种点的亮度之比超过 1000:1。

26. 权利要求 1 的显示器，其中对于显示屏上的一些点，每个第一和第二空间光调制器的对应的可控制的元件都被设置以提供最大照明，并且对于显示屏上的另一些点，每个第一和第二空间光调制器的对应的可控制的元件都被设置以提供最小照明，这两种点的亮度之比超过 1500:1。

27. 权利要求 1 的显示器，其中该显示器包括一个前投射型显示器并且显示屏用于使光反射到观察者。

28. 权利要求 27 的显示器，其中第二空间光调制器包括一个透射型空间光调制器。

29. 权利要求 27 的显示器，其中第二空间光调制器包括一个可变透射率液晶显示元件阵列。

30. 权利要求 27 的显示器，其中第二空间光调制器包括一个回反射式显示元件阵列。

31. 权利要求 27 的显示器，其中第二空间光调制器包括一个电泳显示元件阵列。

32. 权利要求 27 的显示器，其中第二空间光调制器包括位于一个反射器前面的一个可变透射率元件阵列。

33. 权利要求 32 的显示器，其中反射器具有一个粗糙表面，并

且反射器通过可变透射率元件既散射又反射入射到其上的光。

34. 权利要求 32 的显示器，其中可变透射率元件包括一个液晶显示元件。

35. 权利要求 34 的显示器，其中反射器具有一个粗糙表面，并且反射器通过液晶显示元件既散射又反射入射到其上的光。

36. 权利要求 27 的显示器，其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制的元件，并且第一空间光调制器的多个可控制的元件对应第二空间光调制器的每个可控制的元件。

37. 权利要求 36 的显示器，其中第一空间光调制器包括一个彩色空间光调制器。

38. 权利要求 37 的显示器，其中第二空间光调制器包括一个单色空间光调制器。

39. 权利要求 36 的显示器，其中有第一空间光调制器的多于八个的可控制元件对应第二空间光调制器的每个可控制元件。

40. 权利要求 36 的显示器，其中有第一空间光调制器的在八个与一百四十四之间的可控制元件对应第二空间光调制器的每个可控制元件。

41. 权利要求 40 的显示器，其中第一空间光调制器的每个可控制的元件包括多个彩色子像素。

42. 权利要求 26 的显示器，其中光源和第一空间光调制器包括一个数字投射器的光源和第一空间光调制器，并且该数字投射器包括成像光学系统，使第一空间光调制器成像到第二空间光调制器上。

43. 权利要求 42 的显示器，包括一个控制器，该控制器被连接以便输送图像数据到第一和第二空间光调制器。

44. 权利要求 26 的显示器，其中显示屏的面积比第一光调制器大。

45. 权利要求 1 的显示器，其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制的元件，并且对于第一空间光调制器的每个可控制的元件，第二空间光调制器具有多于一个的对应的可控制的元件。

46. 权利要求 45 的显示器, 其中在第二空间光调制器处, 被第一空间光调制器的每个可控制的元件调制的光的分布包括一个矩形分布与一个扩展函数的卷积, 其中扩展函数在 $0.3 \times d_2$ 到 $3 \times d_2$ 的范围内的半最大值处具有全宽度, 其中 d_2 为被第一空间光调制器的相邻可控制元件调制的光的分布在第二光调制器上的中心间隔。

47. 权利要求 45 的显示器, 其中第一空间光调制器的每个可控制元件在第二空间光调制器上产生光的分布, 并且由第一空间光调制器的相邻的可控制元件在第二空间光调制器上产生的光的分布相互重叠。

48. 权利要求 45 的显示器, 包括一个控制器, 该控制器被连接以便驱动每个第一和第二空间光调制器, 该控制器用于提供第一控制信号, 以控制第一空间光调制器的可控制元件, 以提供所需图像的一个近似, 以及提供第二控制信号, 以控制第二空间光调制器的可控制元件, 以校正该近似图像。

49. 权利要求 48 的显示器, 其中第一控制信号控制第一空间光调制器的每个可控制元件, 以对于对应第一空间光调制器的可控制元件的图像区域, 贡献多个所需亮度值的一个平均的、或加权平均的亮度。

50. 权利要求 49 的显示器, 其中通过基于所需亮度值除以从第一空间光调制器入射到第二空间光调制器的可控制元件上的光的已知强度的一个量, 第二控制信号控制第二空间光调制器的可控制元件, 以调制入射到其上的光。

51. 权利要求 1 的显示器, 其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制元件, 第一光调制器的可控制元件具有 N 个分立的可选的亮度水平, 第二光调制器的可控制元件具有 M 个分立的可选的亮度水平并且 $N > M$ 。

52. 权利要求 1 的显示器, 其中每个第一和第二空间光调制器包括多个可控制元件, 第一光调制器的可控制元件具有 N 个分立的可选的亮度水平, 第二光调制器的可控制元件具有 M 个分立的可选的亮度

水平并且 $N < M$ 。

53. 权利要求 1 的显示器，其中第一空间光调制器包括一个可变形的反射镜装置。

54. 权利要求 53 的显示器，其中第二空间光调制器包括一个液晶显示元件阵列。

55. 权利要求 1 的显示器，其中第一和第二空间光调制器每个包括一个可控制的像素阵列；以及，

其中第一和第二空间光调制器的其中一个调制器的每个像素对应第一和第二空间光调制器的另一个调制器的多个像素。

56. 权利要求 55 的显示器包括一个准直仪，用于在光被第二空间光调制器调制之前使被第一空间光调制器调制的光准直。

57. 权利要求 55 的显示器包括一个漫射器，用于使被第一和第二空间光调制器调制的光散射。

58. 权利要求 55 的显示器，其中第一空间光调制器包括一个彩色空间光调制器。

59. 权利要求 55 的显示器，其中光源和第一空间光调制器包括一个数字投射器的光源和第一空间光调制器，并且该数字投射器包括成像光学系统，使第一空间光调制器成像到第二空间光调制器上。

60. 权利要求 55 的显示器，其中有第一空间光调制器的在八个与一百四十四个之间的像素对应第二空间光调制器的每个像素。

61. 权利要求 55 的显示器，其中对于第一和第二空间光调制器的其中一个的每个像素，第一和第二空间光调制器的另一个具有从八个到一百四十四个之间的对应的像素。

62. 权利要求 55 的显示器，其中第一空间光调制器的每个像素对应第二空间光调制器的多个像素。

63. 权利要求 1 的显示器，其中：

该第一空间光调制装置，以第一空间分辨率调制光；

该第二空间调制装置，以不同于第一空间分辨率的第二空间分辨率调制光；以及

其中该显示器还包括用于控制第一和第二空间光调制器的装置，以便显示由图像数据定义的图像。

64. 一种用于显示具有高动态范围的图像的方法，该方法包括：
产生光，
在第一光调制步骤中根据图像数据对该光进行空间调制；以
及，
使该空间调制的光成像到包括光调制器的一个显示屏上。

高动态范围显示装置

本申请是中国专利申请号为 02805551.9、申请日为 2002 年 2 月 27 日、发明名称为“高动态范围显示装置”一案的分案申请。

技术领域

本发明涉及用于显示数字图像的显示器。

背景技术

动态范围是景物的最高亮度部分与景物的最低亮度部分的强度之比。例如，一个视频投射系统投射的图像可以具有 300:1 的最大动态范围。

人的视觉系统能够识别具有极高动态范围的景物的特征。例如，一个人可以在明亮日照的白天观察无灯光的车库的阴影，并且看见阴影中的物体的细节，即使相邻的日照区域的亮度比景物的阴影部分的亮度大几千倍。创造这种景物的逼真重现可能要求显示器的动态范围超过 1000:1。名词“高动态范围”是指 800:1 或以上的动态范围。

现代数字成像系统能够捕捉和记录景物的数字表示，其中保持了景物的动态范围。计算机成像系统能够合成具有高动态范围的图像。但是，目前的显示技术不能以如实复制高动态范围的方式重现图像。

Blackham 等人的美国专利号 5,978,142 公开了一种系统，用于投射图像到显示屏上。该系统具有第一和第二光调制器，都对来自光源的光进行调制。每个光调制器在像素的水平上调制来自光源的光。被这两个光调制器调制的光投射到显示屏上。

Gibbon 等人的 PCT 申请号 PCT/US01/21367 公开了一种投射系统，包含一个预调制器。该预调制器控制入射到一个可变形反射镜显

示装置上的光的量。可以使用一个单独的预调制器使选定区域（例如一个象限）变暗。

存在一种需要使得成本有效的显示器能够复制被显示图像中的宽范围的光强度。

发明内容

本发明提供了用于显示图像的显示器以及用于显示图像的方法。本发明的一个方面是提供一种显示器，包括：光源；第一空间光调制器，用于调制来自光源的光；显示屏，包括第二空间光调制器；以及，一个光学系统，被配置用于使被第一空间光调制器调制的光成像到显示屏的第一面上。

本发明的另一个方面是提供一种显示器，包括：光源；第一空间光调制器，用于调制来自光源的光，该第一空间光调制器包括一个可控制的像素阵列；以及，第二空间光调制器，用于调制被第一空间光调制器调制的光，该第二空间光调制器包括一个可控制的像素阵列；其中第一和第二空间光调制器的其中一个的每个像素对应第一和第二空间光调制器的另一个调制器的多个像素。

本发明的另一个方面是提供一种显示装置，包括：第一空间调制装置，用于提供以第一空间分辨率被空间调制的光；第二空间调制装置，用于以不同于第一空间分辨率的第二空间分辨率对该光进行进一步空间调制；以及，用于控制第一和第二空间调制装置以显示由图像数据定义的图像的装置。

本发明的又一个方面是提供用于显示具有高动态范围的图像的一种方法。该方法包括：产生光；在第一光调制步骤中根据图像数据对该光进行空间调制；以及，使该空间调制的光成像到包括光调制器的一个显示屏上。

以下描述了本发明的另一些方面以及本发明的特定实施例的特征。

附图说明

在表示本发明的非限制性的实施例的附图中，

图 1 是根据本发明的一个实施例的显示器的示意图；

图 1A 是图 1 的显示器的特定实施的示意图；

图 2 是根据本发明的一个替换性实施例的包括四个空间光调制器的显示器的示意图；

图 3 是根据本发明的另一个实施例的背投射型显示器的示意图；

图 4 是根据本发明的又一个实施例的前投射型显示器的示意图；

图 5 是表示在根据本发明的一个显示器中，较高分辨率的空间光调制器中的像素与较低分辨率的空间光调制器中的像素之间的一种可能的关系；

图 5A 表示提供一个光调制器其分辨率比另一个光调制器低的效果；

图 6 是具有一个替换性投射器构造的前投射型彩色显示器的示意图；

图 6A 和 6B 是图 6 的彩色显示器的前投射显示屏的部分放大剖视图；

图 7 是表示从一个较低分辨率的光调制器的像素被成像到一个较高分辨率的光调制器上的光如何能够重叠以产生光强度关于位置的平滑变化的曲线图；以及

图 7A 是表示一个光调制器的像素的图像的光强度关于位置的变化如何能够表示为一个方形曲线与一个扩展函数的卷积。

具体实施方式

在以下描述中，提出了特定细节，以提供对本发明的更彻底的理解。但是，没有这些细节也可以实施本发明。在其它例子中，没有显示或详细描述熟知的元件，以避免不必要地使本发明难以理解。因此，说明书和附图应视为示例性的，而非限制性的。

本发明提供了能够重现高动态范围的图像的显示器。根据本发明的显示器包括两个光调制级。光连续通过两级，以提供具有增大的

动态范围的图像。

图 1 示意性地表示根据本发明的一个简单实施例的显示器 10。图 1 中元件的尺寸以及它们之间的距离未按比例绘制。显示器 10 包括光源 12。光源 12 可以例如包括一个投射灯例如白炽灯或弧光灯、激光，或另一个合适的光源。光源 12 可以包括一个光学系统，该光学系统包括一个或多个反射镜、透镜或其它光学元件，合作用于将光输送到显示器 10 的剩余部分。

在该示例的实施例中，来自光源 12 的光指向第一光调制器 16。光源 12 较好地提供第一光调制器 16 的完全均匀的照明。光调制器 16 包括一个可单独寻址的元件阵列。光调制器 16 可以包括例如 LCD（液晶显示器）或 DMD（可变形反射镜装置），分别是透射型光调制器的例子和反射型光调制器的例子。显示器驱动电路（图 1 中未显示）根据定义被显示图像的数据控制光调制器 16 的元件。

被第一光调制器 16 调制的光通过合适的光学系统 17 成像到背投射显示屏 23 上。来自第一光调制器 16 的小区域的光通过光学系统 17 指向背投射显示屏 23 上的对应区域。在所示实施例中，光学系统 17 包括焦距为 f 的一个透镜。通常，使被第一光调制器 16 调制的光成像到背投射显示屏 23 上的光学系统 17 可以包括一个或多个反射镜、透镜或其它光学元件。这种光学系统具有使被第一光调制器调制的光成像到第二光调制器上的功能。

在所示实施例中，背投射显示屏包括第二光调制器 20 和准直仪 18。准直仪 18 的主要功能是使通过背投射显示屏 23 的光优先指向观察区域。准直仪 18 可以包括菲涅耳透镜、全息透镜，或者，一个或多个透镜的另一种布置和/或使光导向观察区域的其它光学元件。

在所示实施例中，准直仪 18 使光以通常垂直于显示屏 23 的方向通过第二光调制器 20 的元件。当从准直仪 18 入射的光通过第二光调制器 20 时，被进一步调制。然后该光通到漫射器 22，漫射器 22 使出射光在一个方向范围内散射，使得位于漫射器 22 的与第一光调制器 16 对侧的观察者能够看到从显示屏 23 的整个区域发出的光。通

常，漫射器 22 可以使光在水平和垂直平面被散射到不同的角度。应当选择漫射器 22 使得被第二光调制器 20 调制的光在一个角度范围内散射，使得当从所需观察位置观察时，最大散射角至少等于显示屏 23 所张的角度。

背投射显示屏 23 的面积可以与第一光调制器 16 不同。例如，背投射显示屏 23 的面积可以比第一光调制器 16 大。在这种情况下，光学系统 17 使被第一光调制器 16 调制的光束扩展，以照明背投射显示屏 23 上的更大的对应面积。

第二光调制器 20 可以与第一光调制器 16 的类型相同或者不同。在第一和第二光调制器 16 和 20 都是使光发生偏振的类型的情况下，第二光调制器 20 的定向在实际中应尽可能地使其偏振面与从第一光调制器 16 入射到其上的光的偏振面匹配。

显示器 10 可以是一个彩色显示器。这可以用不同的方式实现，包含：

- 使第一光调制器 16 和第二光调制器 20 的其中一个为彩色光调制器；
 - 提供并行作用于不同颜色的多个不同的第一光调制器 16；
- 以及
- 提供一个机构，用于快速引导不同的彩色滤光片进入第二光调制器 20 之前的光路。

作为以上第一方法的一个例子，第二光调制器 20 可以包括具有多个像素的 LCD 面板，每个像素包括许多彩色的子像素。例如，每个像素可以包括三个子像素，一个与红色滤光片相连，一个与绿色滤光片相连，一个与蓝色滤光片相连。滤光片可以与 LCD 面板集成。

如图 1A 所示，光源 12、第一光调制器 16 和光学系统 17 可以都是一个数字视频投射器 37 的一部分，数字视频投射器 37 用于使由来自控制器 39 的信号 38A 定义的图像投射到背投射显示屏 23 的背面。第二光调制器 20 的元件由来自控制器 39 的信号 38B 控制，以向观察者提供具有高动态范围的图像。

如图 2 所示, 根据本发明的显示器 10A 可以包括一个或多个附加的光调制级 24。每个附加的光调制级 24 包括准直仪 25、光调制器 26 和光学系统 27, 光学系统 27 使来自光调制器 26 的光聚焦到下一个附加的光调制级 24 上或准直仪 18 上。在图 2 的装置 10A 中, 有两个附加的光调制级 24。根据本发明的该实施例的装置可以具有一个或多个附加的光调制级 24。

通过控制由光调制器 16、20 和 26 的对应元件通过的光的量, 可以调节输出漫射器 22 上任意点的亮度。该控制可以由相连的用于驱动每个光调制器 16、20 和 26 的一个合适的控制系统 (图 2 中未显示) 提供。

如上所述, 光调制器 16、20 和 26 可以都是相同的类型或者可以是两种或更多的不同类型。图 3 表示根据本发明的一个替换性实施例的显示器 10B, 包含第一光调制器 16A, 第一光调制器 16A 包括一个可变形的反射镜装置。可变形的反射镜装置是一种“二元”装置, 意思是每个像素可以是“开”或“关”。通过快速地使像素开或关, 可以产生不同的表观亮度水平。这种装置在例如美国专利号 4,441,791 和 4,954,789 中被描述并且通常用于数字视频投射器。光源 12 和第一光调制器 16 (或 16A) 可以是例如来自一个商业数字视频投射器的光源和调制器。

图 4 表示根据本发明的一个前投射型显示器 10C。显示器 10C 包括显示屏 34。投射器 37 使图像 38 投射到显示屏 34 上。投射器 37 包括一个合适的光源 12、第一光调制器 16 和光学系统 17, 适用于使由第一光调制器 16 定义的图像投射到显示屏 34 上。投射器 37 可以包括一个可以购买到的显示投射器。显示屏 34 并入第二光调制器 36。第二光调制器 36 包括多个可寻址的元件, 这些元件可以被单独控制, 以影响显示屏 34 的对应区域的亮度。

光调制器 36 可以具有任意不同的构造。例如, 光调制器 36 可以包括位于反射衬板前面的一个 LCD 元件阵列, 每个 LCD 元件具有可控制的透射率。由投射器 37 投射的光通过每个 LCD 元件并且被反射

衬板向回反射通过该 LCD 元件。显示屏 34 上任意点的亮度由投射器 37 在该点接收的光的强度以及光调制器 36（例如该点处的 LCD 元件）对透射的光的吸收程度决定。

光调制器 36 还可以包括一个具有可变的回反射特性的元件阵列。该元件可以是棱镜元件。在例如 Whitehead 的美国专利号 5,959,777，名称为“无源高效可变反射率图像显示装置”，以及 Whitehead 等人的美国专利号 6,215,920，名称为“高效可变反射率图像显示器中总的内反射的电泳、高反射率与相位转换控制”中描述了这样的元件。

光调制器 36 还可以包括一个电泳显示元件阵列，如 Albert 等人的美国专利号 6,172,798，名称为“快门模式微胶囊的电泳显示”；Comiskey 等人的美国专利号 6,120,839，名称为“电渗透显示器及其制造材料”；Jacobson 的美国专利号 6,120,588，名称为“可电寻址的微胶囊的墨水及显示器”；Jacobson 等人的美国专利号 6,323,989，名称为“使用超微粒子的电泳显示器”；Albert 的美国专利号 6,300,932，名称为“具有发光粒子的电泳显示器及其制造材料”或 Comiskey 等人的美国专利号 6,327,072，名称为“微单元电泳显示器”中所述。

如图 6A 和 6B 所示，显示屏 34 较好地包括透镜元件 40，用于使光优先指向观察者的眼睛。在所示实施例中，透镜元件 40 包括一个菲涅耳透镜，菲涅耳透镜的焦点与从投射器 37 发出的光锥的顶点完全重合。透镜元件 40 可以包括另一种透镜例如全息透镜。透镜元件 40 并入散射中心 45，散射中心 45 在从显示屏 34 反射的光中提供所需程度的漫射。在所示实施例中，第二光调制器 36 包括具有很多像素 42 的反射 LCD 面板，该面板以反射层 43 为衬，并且安装在衬板 47 上。

在光调制器 36 包括一个具有可变的回反射特性的元件阵列的情况下，该元件本身可以被设计为使回反射的光优先指向显示屏 34 前面的观察区域的方向。反射层 43 可以设计成使光散射，以增大散射

中心 45 的作用或者代替散射中心 45。

如图 4 所示，控制器 39 提供数据定义图像 38 到每个第一光调制器 16 和第二光调制器 36。控制器 39 可以包括，例如，配备有合适的显示适配器的计算机。控制器 39 可以包括图像处理硬件，以加速图像处理步骤。显示屏 34 上任意点的亮度由对应该点的第一光调制器 16 和第二光调制器 36 中像素的组合作用决定。在一些点处有最小亮度，对于这些点，第一和第二光调制器的对应像素被设置到它们的“最暗”状态。在一些点处有最大亮度，对于这些点，第一和第二光调制器的对应像素被设置到它们的“最亮”状态。其它点具有中间的亮度值。最大亮度值可以是例如 10^5cd/m^2 左右。最小亮度值可以是例如 10^{-2}cd/m^2 左右。

光调制器及其相连的控制电路的成本往往随着该光调制器中可寻址元件的数量而增大。在本发明的一些实施例中，其中一个光调制器的空间分辨率比其它一个或多个光调制器高得多。当一个或多个光调制器为较低分辨率装置时，根据本发明的这种实施例的显示器的成本可以降低。在包括两个或多个光调制器的彩色显示器中，其中一个彩色光调制器（多个单色光调制器的组合可以构成一个彩色光调制器，如例如图 6 所示），并且其中一个是较高分辨率的光调制器，该较高分辨率的光调制器也可以是彩色光调制器。在一些实施例中，较高分辨率的光调制器被成像到较低分辨率的光调制器上。在另一些实施例中，较低分辨率的光调制器被成像到较高分辨率的光调制器上。

图 5 表示在如图 1 所示的显示器 10 中像素的一种可能的配置。第二光调制器 20 的九个像素 42 对应第一光调制器 16 的每个像素 44。与第一光调制器 16 的每个像素 44 对应的第二光调制器 20 的像素 42 的数量可以根据设计选择而改变。第一和第二光调制器 16 和 20（或 36）的其中较高分辨率的光调制器的像素 44 应当足够小，以提供所需的总分辨率。通常增大的分辨率与增加的成本之间有一个折衷。在一个典型的显示器中，较高分辨率的光调制器将提供一个像素阵列，该像素阵列在每个方向具有至少几百个像素，并且更典型地在

每个方向超过 1000 个像素。

第一和第二光调制器的其中较低分辨率的光调制器的像素 42 的尺寸决定了光调制器能够可靠地从最大强度变到最小强度的范围。假设, 例如, 图 5A 表示一个人希望在一个最小亮度的大背景上显示最大亮度的一个小点的图像的情况。为了在点 47 上得到最大亮度, 对应点 47 的每个第一和第二光调制器的像素应当被设置到它们的最大亮度值。在一个光调制器的像素的分辨率低于其它光调制器的像素的情况下, 则较低分辨率的光调制器的一些像素将跨过点 47 的边界。这就是例如图 5A 中的情况。

点 47 的外面有两个区域。在区域 48 中不可能使亮度设置到其最小值, 因为在该区域中较低分辨率的光调制器被设置到其最高亮度值。在区域 49 中两个光调制器都能被设置到其最低亮度值。如果, 例如, 每个第一和第二光调制器具有 1 到 100 单位的亮度范围, 则区域 47 可能具有 $100 \times 100 = 10,000$ 单位的亮度, 区域 48 将具有 $100 \times 1 = 100$ 单位的亮度, 区域 49 将具有 $1 \times 1 = 1$ 单位的亮度。

一个光调制器的分辨率比另一个光调制器低的结果是, 较低分辨率的光调制器的每个像素对应较高分辨率的光调制器的多于一个像素。对应较低分辨率的光调制器的任意一个像素以及较高分辨率的光调制器的不同像素的点不可能具有达到该装置的动态范围极限值的亮度值。这样的点之间的最大亮度差由较高分辨率的光调制器的动态范围决定。

显示器无法使彼此间隔很近的点之间的亮度差达到该显示器的全动态范围通常不是一个问题。人眼具有足够的固有散射以致在任何情况下无法察觉在极短距离上存在的大的亮度变化。

在根据本发明的包括较低分辨率的空间光调制器以及较高分辨率的空间光调制器的一个显示器中, 对于较低分辨率的空间光调制器的每个像素, 控制器 39 可以决定一个值, 并且调节控制较高分辨率的空间光调制器的信号, 以减小由于较低分辨率的空间光调制器的每个像素与较高分辨率的空间光调制器的多个像素共通而产生的假象。

这可以用很多方法中的任意一种解决。

例如，假设较低分辨率的空间光调制器的每个像素对应较高分辨率的空间光调制器的多个像素的情况。指定所需图像的图像数据被提供给控制器。该图像数据表示对应较高分辨率的空间光调制器的每个像素的一个图像区域的所需亮度。控制器可以设置较低分辨率的光调制器的像素，以提供所需图像的近似。这可以通过例如，对于对应较低分辨率的光调制器的每个像素的图像区域，决定所需亮度值的平均或加权平均来实现。

然后控制器可以设置较高分辨率的光调制器的像素，以使合成的图像接近所需图像。这可以通过例如，将所需亮度值除以从较低分辨率的光调制器入射到较高分辨率的光调制器的对应像素上的光的已知强度来实现。产生用于驱动光调制器的信号的处理可以由控制器 39 在空中执行，可以由控制器 39 或某个其它装置更早地执行并且集成到图像数据，或者一些处理可以更早地执行并且控制器 39 可以执行最终处理以产生控制信号。

如果低分辨率像素太大，则观察者可能可以看出图像中亮元件周围的光环。低分辨率像素较好地足够小使得暗背景上的亮块或亮背景上的暗点的外观不会无法接受地退化。目前考虑的实际是对于较低分辨率的光调制器的每个像素，提供较高分辨率的光调制器上的大约 8 到大约 144，更好地大约 9 到 36 的范围的像素。

每个像素 42 和 44 可以调节图像上点的亮度的步幅大小不必相等。较低分辨率的光调制器的像素调节光强度的步幅可以比较高分辨率的光调制器的像素粗。例如，较低分辨率的光调制器对于每个像素可以允许在 1 到 512 单位的强度范围以 8 步调节光强度，而较高分辨率的光调制器对于每个像素可以允许在类似范围以 512 步调节光强度。虽然在图 5 中像素 42 和 44 都表示为方形，但是这不是必要的。像素 42 和/或 44 可以是其它形状，例如矩形、三角形、六边形、圆形或椭圆形。

较低分辨率的光调制器的像素较好地发出一定程度上漫射的

光，使得当光通过较低分辨率的光调制器的像素时，光强度适度平滑地变化。这是来自较低分辨率的光调制器的每个像素的光扩展到相邻像素的情况，如图 7 所示。如图 7A 所示，较低分辨率的光调制器中一个像素的强度曲线通常可以通过高斯扩展函数与宽度 d_1 等于像素实际宽度的矩形曲线的卷积来近似。扩展函数较好地能在 $0.3 \times d_2$ 到 $3 \times d_2$ 的范围内的半最大值处具有全宽度，其中 d_2 为像素间中心间隔，以产生所需的平滑变化的光强度。典型地 d_1 几乎等于 d_2 。

在图 5 的实施例中，每个像素包括三个子像素 43R、43G 和 43B（为清楚起见，图 5 省略了一些像素 42 的子像素）。子像素 43R、43G 和 43B 是可独立寻址的。它们分别与集成到第二光调制器 20 的红色、绿色和蓝色滤光片相连。包含多个彩色子像素并且适合用于本发明的 LCD 面板的各种构造是已知技术。

对于前投射型显示器（例如图 4 的显示器 10C），典型地最实用的是，第一光调制器 16 包括一个提供颜色信息的高分辨率光调制器，并且光调制器 36 包括一个单色光调制器。光调制器 36 较好地具有适度小的可寻址元件，使其元件的边界不形成一个视觉不清晰的图案。例如，光调制器 36 可以具有与投射器 37 相同数量的可寻址元件（尽管每个该元件的尺寸将典型地比投射器 37 的光调制器 16 中的对应元件大得多）。

投射器 37 可以具有任意合适的构造。全部所需的就是投射器 37 能够投射已经被空间调制的光，以提供图像到显示屏 34。图 6 表示根据本发明的另一个替换性实施例的显示系统 10D。系统 10D 包括显示屏 34，显示屏 34 具有如上参考图 4 所述的集成的光调制器 36。系统 10D 包括投射器 37A，投射器 37A 对于每个颜色具有单独的光调制器 16R、16G 和 16B。由每个光调制器 16R、16G 和 16B 调制的光被三个彩色滤光片 47R、47G 和 47B 的对应一个滤光片滤光。被调制的光通过光学系统 17 投射到显示屏 34 上。单个光源 12 可以向所有三个光调制器 16R、16G 和 16B 提供光，或者单独的光源（未显示）可以被提供。

显然，对于熟练的技术人员，按照前述公开，在实践本发明时有可能进行许多更改及变型，而不偏离其精神或范围。例如：

- 漫射器 22 和准直仪 18 可以相互组合；
- 漫射器 22 和准直仪 18 可以颠倒顺序；
- 可以提供多个合作的元件以执行光漫射和/或准直；
- 显示屏 23 中第二光调制器 20、准直仪 18 和漫射器 22 的顺序可以改变；

- 驱动第一光调制器 16 的信号 38A 可以包括驱动第二光调制器 20 的相同的数据，或者可以包括不同的数据。

因此，应当根据以下权利要求书定义的内容解释本发明的范围。

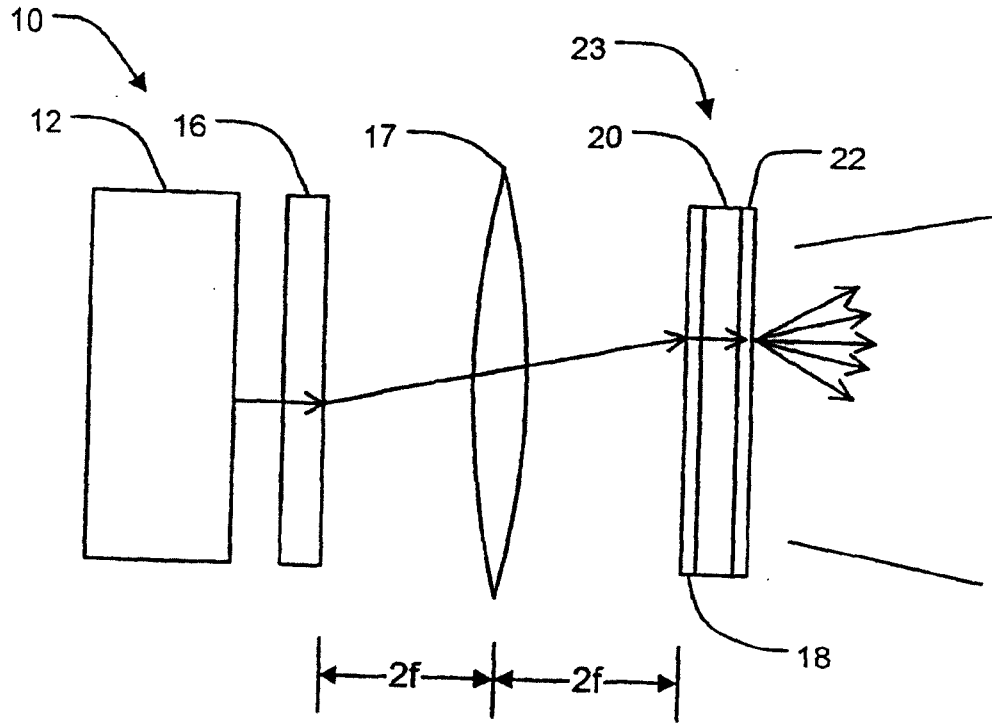


图1

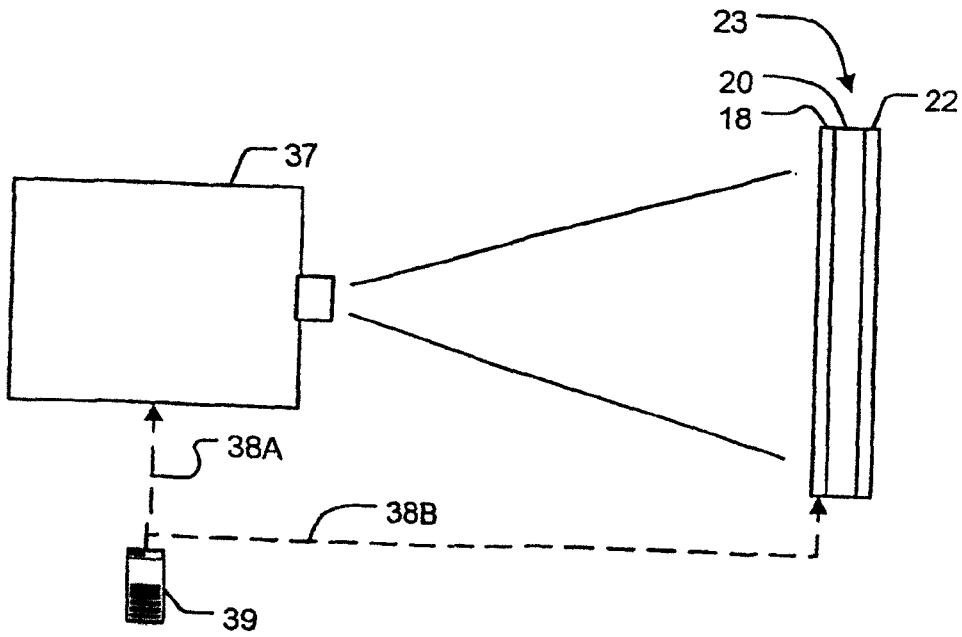


图1A

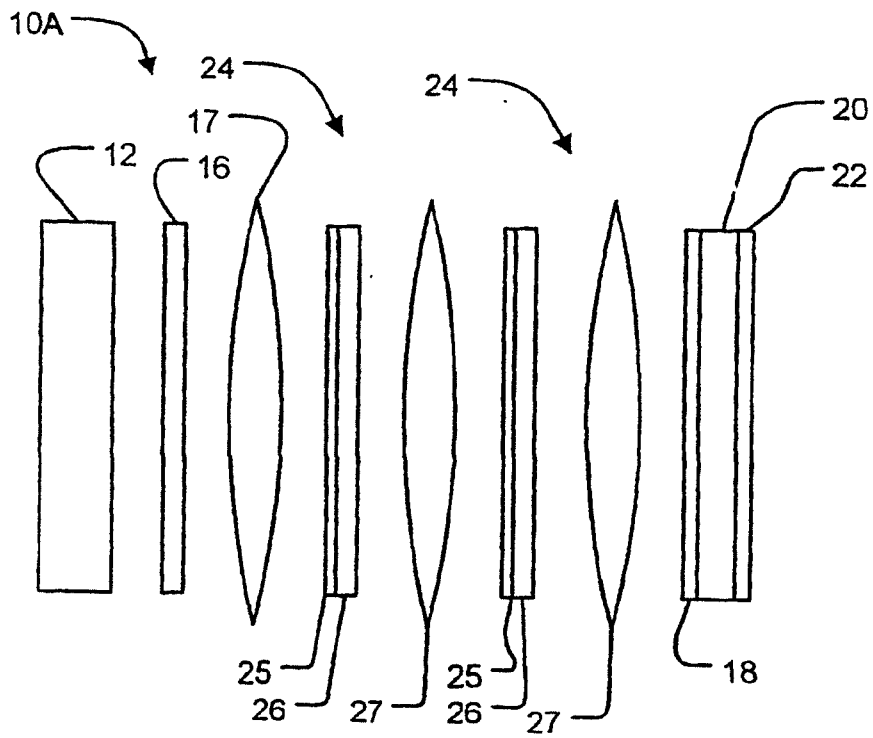


图 2

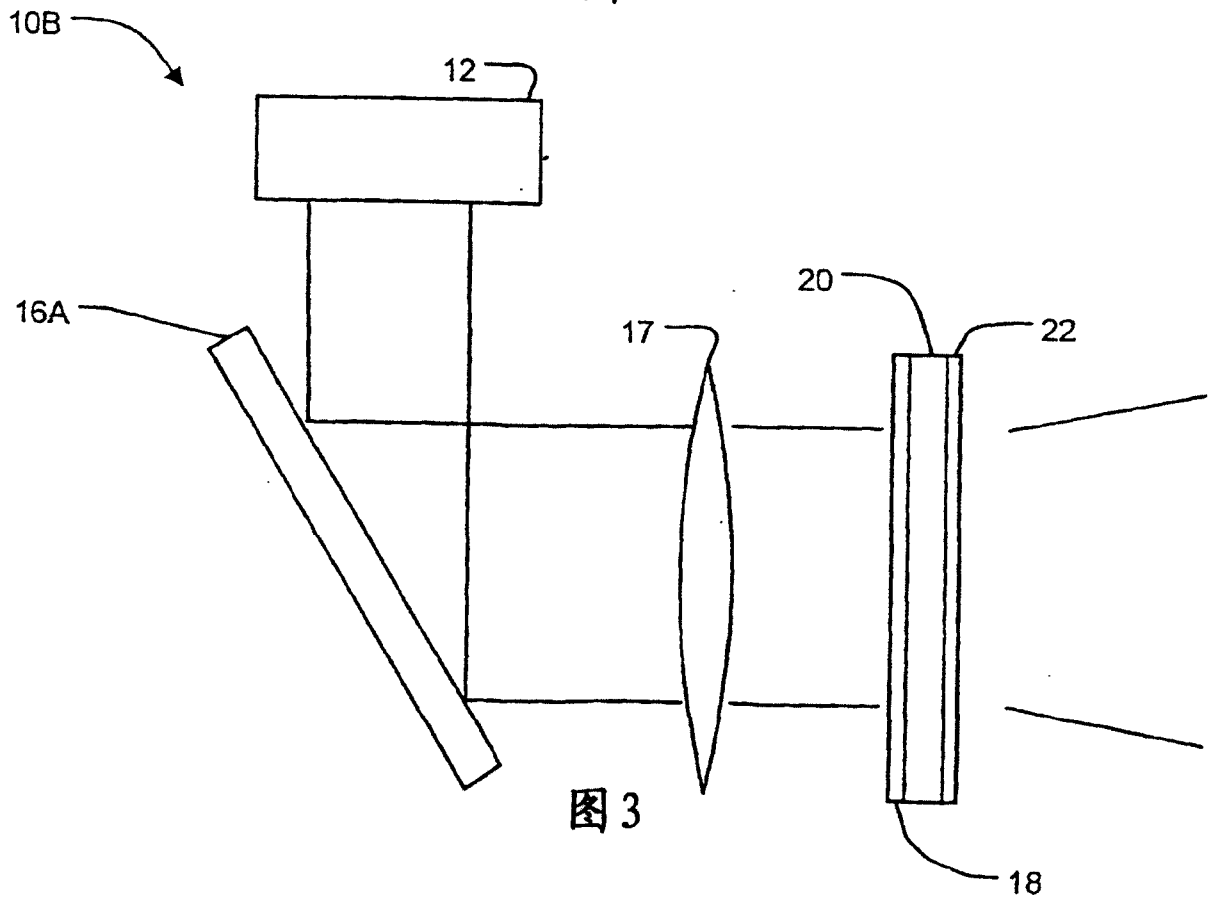
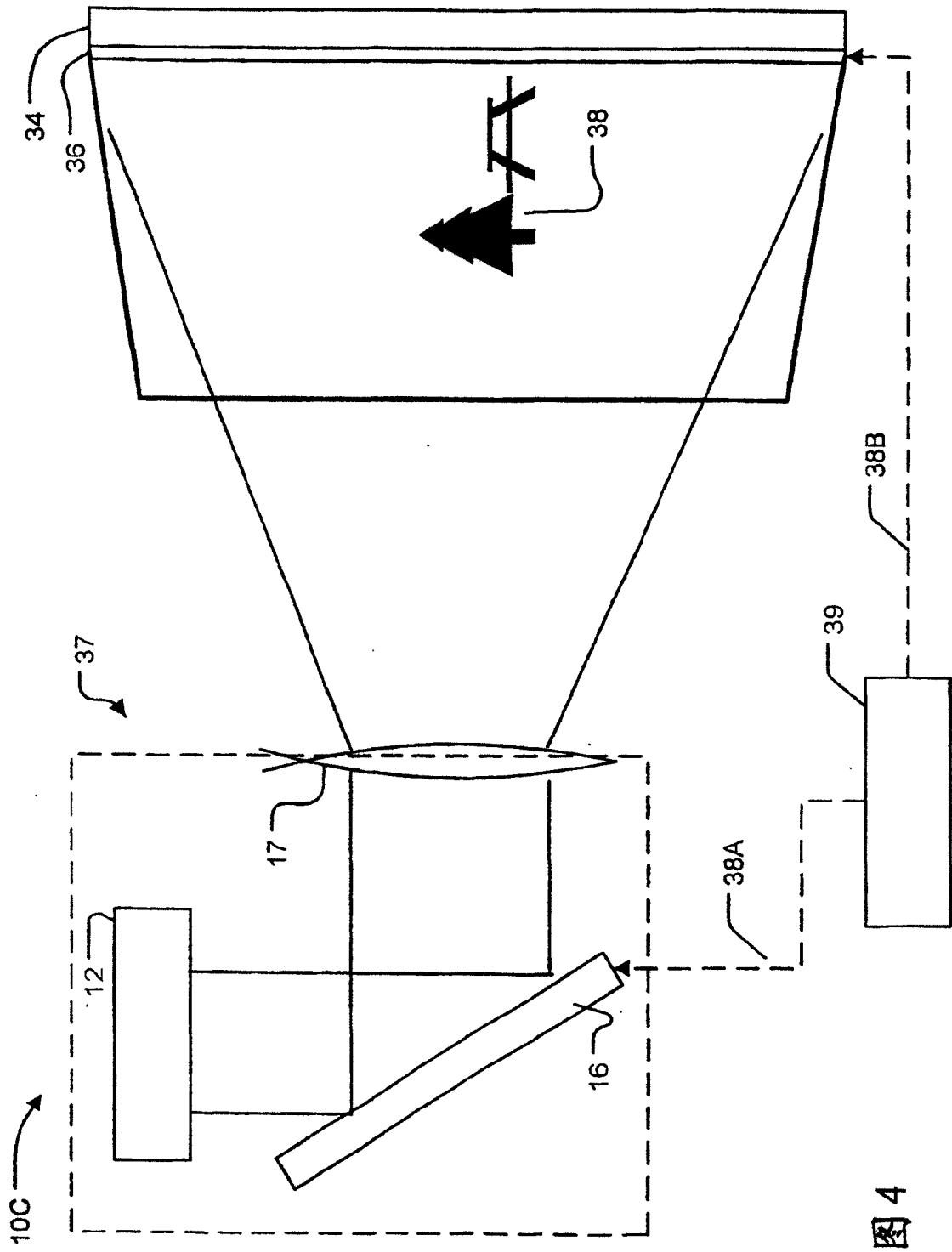


图 3



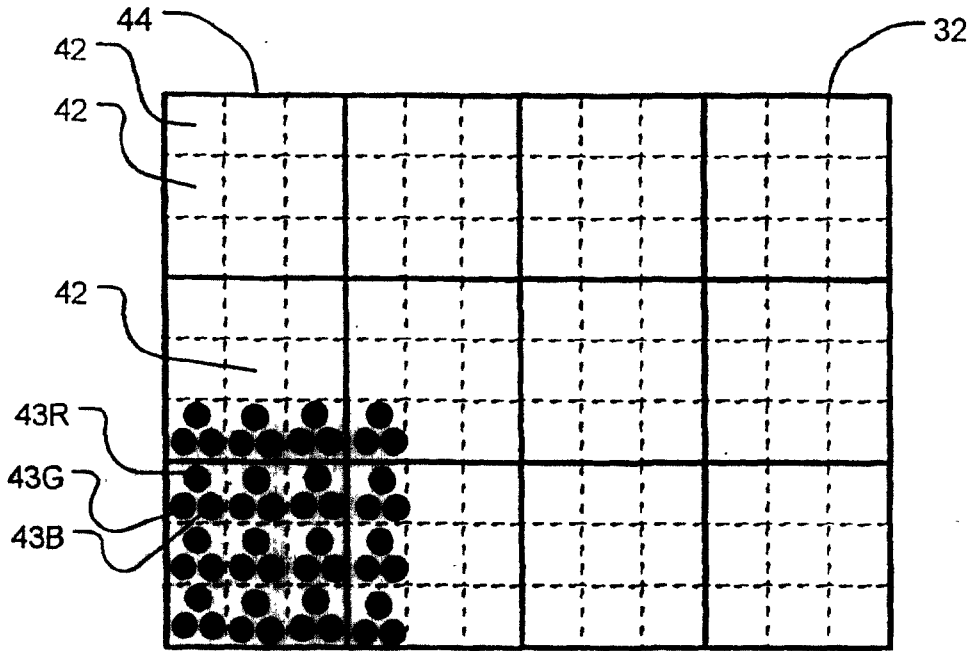


图 5

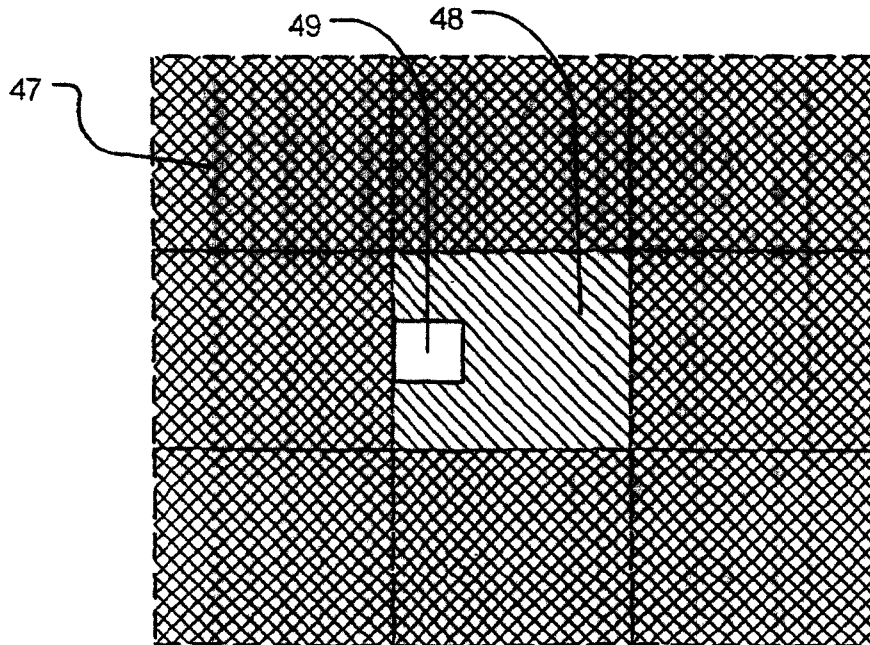


图 5A

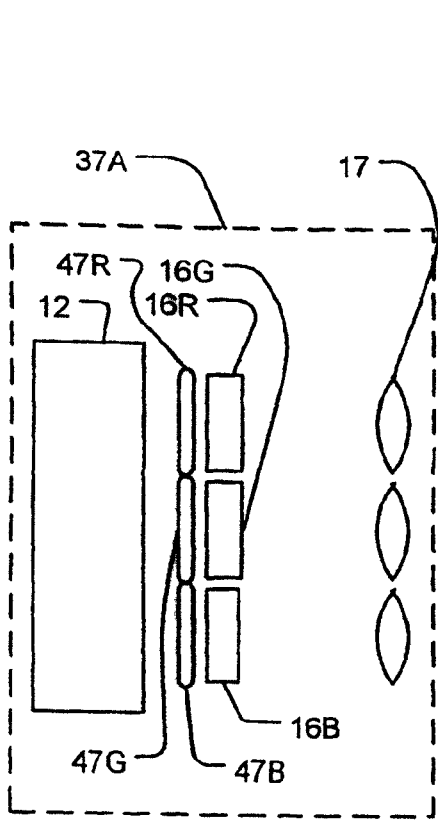


图 6

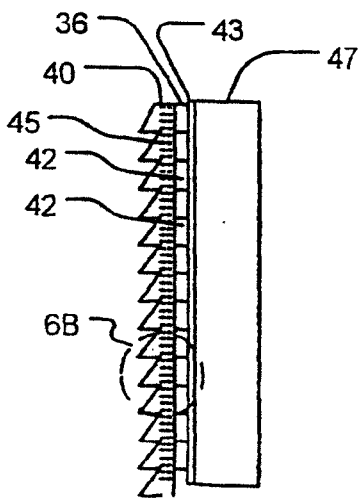
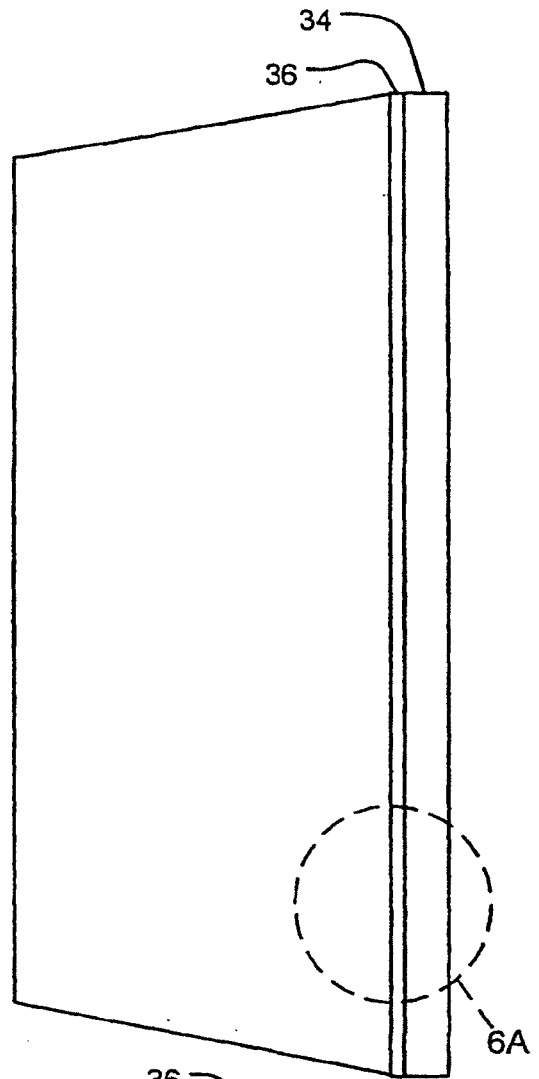


图 6A

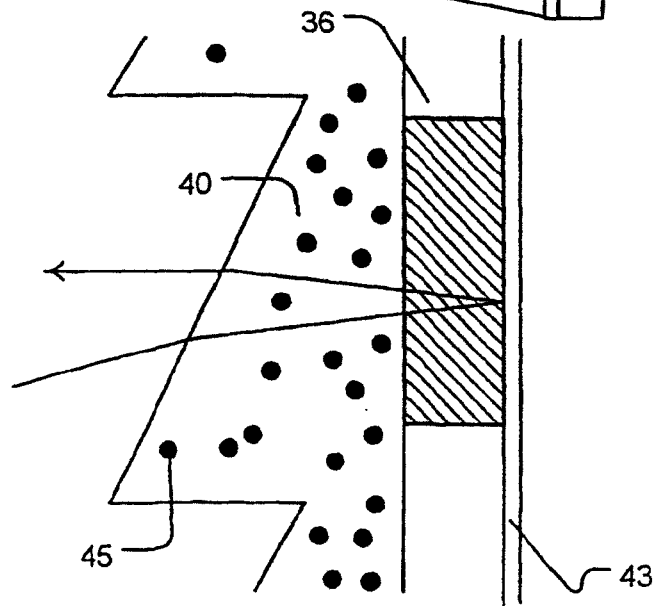


图 6B

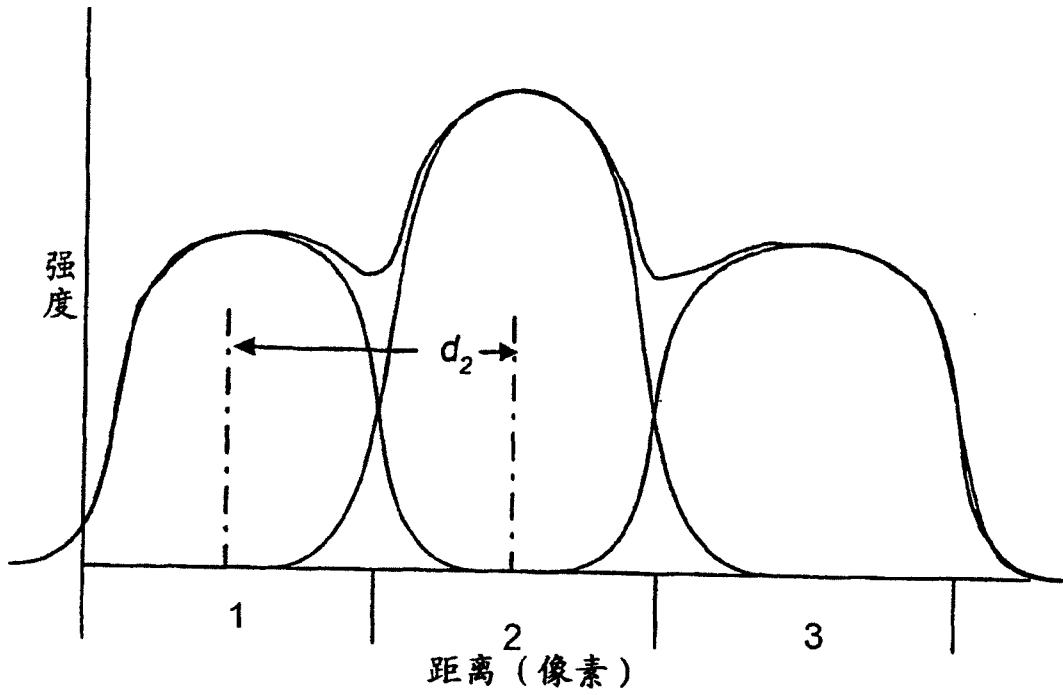


图7

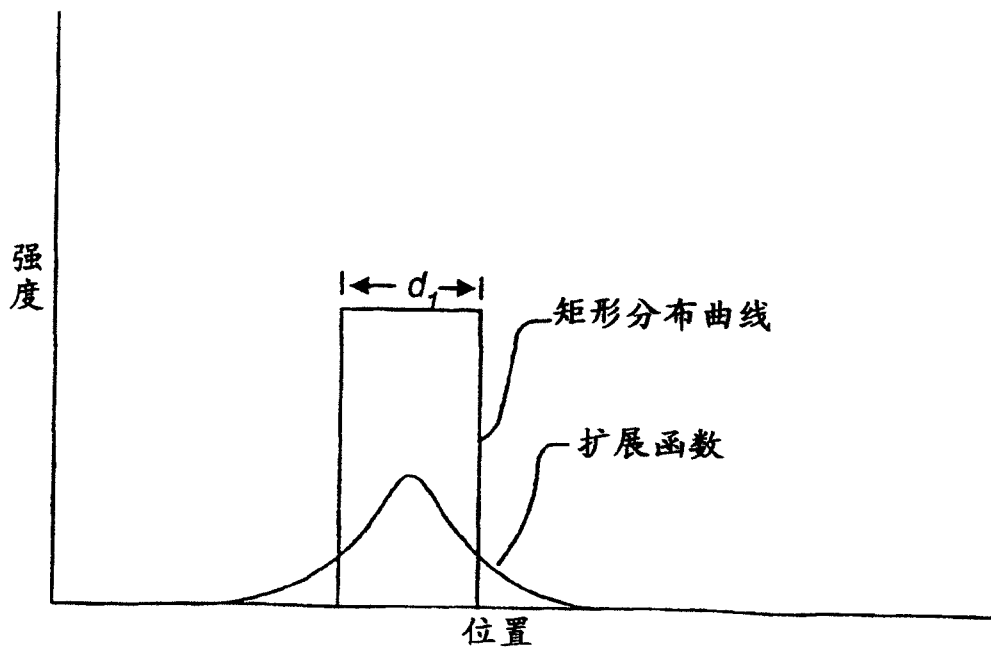


图7A