

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02815418.5

[51] Int. Cl.

G02F 1/29 (2006.01)

G02B 27/22 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1307481C

[22] 申请日 2002.7.31 [21] 申请号 02815418.5

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 6 [33] GB [31] 0119176.6

[86] 国际申请 PCT/GB2002/003513 2002.7.31

[87] 国际公布 WO2003/015424 英 2003.2.20

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.6

[73] 专利权人 奥库提有限公司

地址 英国牛津

[72] 发明人 格雷厄姆·约翰·伍德盖特

乔纳森·哈罗德

[56] 参考文献

US5956001A 1999.9.21

US5592332A 1997.1.7

US61166739A 2000.9.12

US5175651A 1992.12.29

US6046787A 2000.4.4

US6157424A 2000.12.5

US5691788A 1997.11.25

US2001002165A1 2001.5.31

GB2171535A 1986.8.28

EP1118883A2 2001.7.25

审查员 韩 旭

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

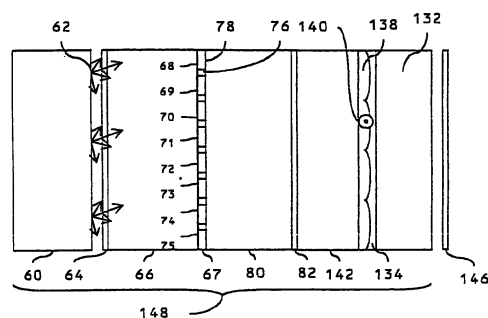
权利要求书 11 页 说明书 68 页 附图 35 页

[54] 发明名称

光切换设备

[57] 摘要

描述了一种光线方向切换设备及方法。该光线方向切换设备包含无源的双折射透镜 138，如双折射柱面镜屏幕，以及可切换的起偏振镜 146。通过切换起偏振镜 146，提供了输出光线的不同定向分布。该光线方向切换设备可与诸如液晶显示设备等显示设备一起使用，或集成到其中，以提供可以在二维模式和自动立体三维模式之间切换的显示设备，或者提供向不同观察者显示不同图像的多用户显示设备。该光线方向切换设备也可以用来提供可切换的亮度增强的反射式或半反射式显示设备。该光线方向切换设备也可以用来提供光纤切换设备。可切换的起偏振镜可被机械切换或电力切换。



1. 一种用于定向显示设备中的光方向切换设备，其包括下列适于与空间光调制器串联布置的元件：

可切换偏振器，其可以在该可切换偏振器通过第一偏振分量的光的第一偏振模式和该可切换偏振器通过相对于所述第一偏振分量成90度偏振的第二偏振分量的光的第二偏振模式之间进行切换；以及

双折射微透镜阵列，该微透镜阵列具有与所述第一和第二偏振分量中的一个的偏振平行而与所述第一和第二偏振分量中的另一个的偏振成90度的双折射光轴，以使得在操作中，该双折射微透镜阵列将第一偏振分量的光导入第一定向分布，而将第二偏振分量的光导入不同于第一定向分布的第二定向分布；

串联放置该可切换偏振器和双折射微透镜阵列，并对它们进行设置，以使得当与空间光调制器串连布置时，在该可切换偏振器被设置为第一偏振模式时，该光方向切换设备输出的光为第一偏振分量并被导入第一定向分布，而在该偏振器被设置为第二偏振模式时，该光方向切换设备输出的光为第二偏振分量并被导入第二定向分布。

2. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其被设置为使得输入光在可切换偏振器之前通过双折射微透镜阵列。

3. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其被设置为使得输入光在双折射微透镜阵列之前通过可切换偏振器。

4. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其中，对该双折射微透镜阵列的双折射进行设置，以使对于第一或第二偏振分量之一该双折射微透镜阵列不具有光学作用，从而相应的第一或第二定向分布与输入定向分布相同。

5. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其中，该可切换偏振器可以机械地在第一和第二偏振模式之间切换。

6. 根据权利要求5所述的光方向切换设备，其中，所述可切换偏振器是线性偏振器，并且对该设备进行调节，使该可切换偏振器相对于该

双折射微透镜阵列以第一旋转对齐在一位置和平面中进行定位以提供第一偏振模式，并相对于该双折射微透镜阵列以在该可切换偏振器的主平面中与该第一旋转对齐成90度的第二旋转对齐在相同位置和平面中定位以提供第二偏振模式，使得该可切换偏振器可以在第一和第二偏振模式之间进行切换。

7. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其中，该可切换偏振器可以在第一和第二偏振模式之间进行电切换。

8. 根据权利要求7所述的光方向切换设备，其中，该电可切换偏振器包括固定线偏振器和电可切换波片或电可切换偏振旋转器。

9. 根据权利要求7所述的光方向切换设备，其中，该电可切换偏振器是分段的，使得可以在第一和第二偏振模式之间选择性地切换这些分段。

10. 根据权利要求9所述的光方向切换设备，其中，该电可切换偏振器包括其间具有间隙的分段电极，并且对于第一和第二偏振模式之一，将电可切换偏振器的偏振调制材料以与这些分段相同的方式在这些间隙中对齐。

11. 根据权利要求9所述的光方向切换设备，其中，该电可切换偏振器包括其间具有间隙的电极分段，并且这些间隙足够小，以至于边缘场可以切换这些间隙中的偏振调制材料。

12. 根据权利要求11所述的光方向切换设备，其中，该偏振调制材料在切换状态之间具有明确的阈值。

13. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其中，该微透镜是柱面的，从而该双折射微透镜阵列构成柱镜状屏幕。

14. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其中，该双折射微透镜阵列包括透镜基板、平面基板和夹在该透镜基板和该平面基板之间的双折射材料；并且该透镜基板的材料的折射率和/或色散分别与双折射材料的折射率和/或色散的至少一种相同。

15. 根据权利要求1所述的光方向切换设备，其中，该双折射微透镜阵列包括通过对齐手段对齐的双折射材料。

16. 根据权利要求15所述的光方向切换设备, 其中, 通过下述一种或多种处理来提供该对齐手段:

- (i) 配向层;
- (ii) 电场;
- (iii) 磁场。

17. 根据权利要求15所述的光方向切换设备, 其中, 该对齐手段包括通过下述一种或多种处理提供的至少一个配向层:

- (i) 摩擦聚合物层;
- (ii) 光配向层;
- (iii) 微沟槽表面。

18. 根据权利要求1所述的光方向切换设备, 其中, 该双折射微透镜阵列的双折射材料包括液晶。

19. 根据权利要求18所述的光方向切换设备, 其中, 该双折射微透镜阵列所包含的液晶包括固化聚合物网络。

20. 根据权利要求1所述的光方向切换设备, 其中, 第一或第二偏振分量中只有一种分量的光在窗口平面中形成实像。

21. 根据权利要求1所述的光方向切换设备, 其中, 对该光方向切换设备进行调节, 以切换平面图像, 并且对该可切换偏振器进行设置, 以在该平面图像区域中一致地切换到第一偏振模式或第二偏振模式。

22. 根据权利要求1所述的光方向切换设备, 其中, 该双折射微透镜阵列包括透镜基板、平面基板和夹在该透镜基板和该平面基板之间的液晶层; 并且在透镜基板处的液晶的对齐和平面基板处的液晶的对齐之间, 该液晶层相对扭曲对齐。

23. 根据权利要求22所述的光方向切换设备, 其中, 所述微透镜是柱面的, 从而所述双折射微透镜阵列构成柱面屏幕, 并且透镜基板处的液晶平行于柱面微透镜的几何微透镜轴而对齐。

24. 一种可以在二维模式和三维自动立体模式之间切换的显示设备, 其包括根据权利要求1所述的用于在二维模式和三维模式之间切换的光方向切换设备。

25. 一种包括亮度增强器的透反射式显示设备, 该亮度增强器包括根据权利要求1所述的光方向切换设备, 用于在第一亮度模式和第二亮度模式之间进行切换, 配置为在第一亮度模式下, 根据第一定向分布把外部光导向该透反射式显示设备的像素的反射部分。

26. 一种包括亮度增强器的反射式显示设备, 该亮度增强器包括根据权利要求1所述的光方向切换设备, 用于在第一亮度模式和第二亮度模式之间进行切换, 配置为在第一亮度模式下, 根据第一定向分布把外部光导向该反射式显示设备的像素。

27. 一种在定向显示设备中切换光方向的方法, 其包括:

将来自空间光调制器的光输入包括串联设置的可切换偏振器和双折射微透镜阵列的光方向切换设备, 该可切换偏振器可以在该可切换偏振器使第一偏振分量的光通过的第一偏振模式和该可切换偏振器使相对于该第一偏振分量成90度偏振的第二偏振分量的光通过的第二偏振模式之间进行切换, 该微透镜阵列具有与所述第一和第二偏振分量中的一个的偏振平行而与所述第一和第二偏振分量中的另一个的偏振成90度的双折射光轴, 以使得在操作中, 该双折射微透镜阵列将第一偏振分量的光导入第一定向分布, 而将第二偏振分量的光导入不同于第一定向分布的第二定向分布; 以及

在该第一偏振模式和该第二偏振模式之间对可切换偏振器进行切换, 以使得在可切换偏振器被设置在第一偏振模式时, 该光方向切换设备以第一定向分布输出该光, 而在该偏振器被设置在第二偏振模式时, 该光方向切换设备以第二定向分布输出该光。

28. 根据权利要求27所述的方法, 其中, 执行将光输入光方向切换设备的步骤, 使得该光在可切换偏振器之前通过双折射微透镜阵列。

29. 根据权利要求27所述的方法, 其中, 执行将光输入光方向切换设备的步骤, 使得该光在双折射微透镜阵列之前通过可切换偏振器。

30. 根据权利要求27所述的方法, 还包括对双折射微透镜阵列的双折射进行设置, 以使得对于第一或第二偏振分量之一, 该双折射透镜没有光学作用, 从而相应的第一或第二定向分布与输入定向分布相同。

31. 根据权利要求27所述的方法, 其中, 在第一和第二偏振模式之间机械地切换该可切换偏振器。

32. 根据权利要求31所述的方法, 其中, 该可切换偏振器包括通过第一偏振分量的光的第一偏振器和通过第二偏振分量的光的第二偏振器, 在第一和第二偏振模式之间切换该可切换偏振器的步骤包括互换第一和第二偏振器, 使得所述第一和第二偏振器中的一个与所述空间光调制器和所述双折射微透镜阵列串联。

33. 根据权利要求31所述的方法, 其中, 所述可切换偏振器是线偏振器, 并且在第一和第二偏振模式之间切换该可切换偏振器的步骤包括使该可切换偏振器相对于该双折射微透镜阵列以第一旋转对齐在一位置和平面上进行定位以提供第一偏振模式, 并相对于该双折射微透镜阵列以在该可切换偏振器的主平面中与该第一旋转对齐成90度的第二旋转对齐在相同位置和平面上定位以提供第二偏振模式。

34. 根据权利要求27所述的方法, 其中, 该可切换偏振器在第一和第二偏振模式之间电切换。

35. 根据权利要求34所述的方法, 其中, 该电可切换偏振器包括固定线偏振器和电可切换波片或电可切换偏振旋转器。

36. 根据权利要求34所述的方法, 其中, 该电可切换偏振器是分段的, 该方法还包括在第一和第二偏振模式之间选择性地切换这些分段。

37. 根据权利要求27所述的方法, 其中, 被定向切换的光包括平面图像; 并且切换该可切换偏振器的步骤包括在平面图像的区域上一致地切换该可切换偏振器。

38. 一种定向显示设备, 其包括:

包括像素阵列的空间光调制器;

与该像素阵列对齐的双折射微透镜阵列;

可切换偏振器, 其可在该可切换偏振器通过第一偏振分量的光的第一偏振模式和该可切换偏振器通过相对于所述第一偏振分量成90度偏振的第二偏振分量的光的第二偏振模式之间进行切换;

双折射微透镜, 该微透镜阵列具有与所述第一和第二偏振分量中的

一个的偏振平行而与所述第一和第二偏振分量中的另一个的偏振成90度的双折射光轴，以使得在工作时，该双折射微透镜将第一偏振分量的光导入第一定向分布，并把第二偏振分量的光导入不同于第一定向分布的第二定向分布；

上述像素阵列、双折射微透镜阵列和可切换偏振器串连设置，并配置为在工作时，从空间光调制器输出的光由双折射微透镜导向，并由可切换偏振器选择性地通过，以从该定向显示设备提供定向调制的输出光，当可切换偏振器被设置为第一偏振模式时，该定向调制输出光具有第一定向分布，而当可切换偏振器被设置为第二偏振模式时，该定向调制的输出光具有不同于第一定向分布的第二定向分布。

39. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，该空间光调制器包括输出检偏偏振器，以使得从该空间光调制器输出的光以第一线偏振方向线偏振。

40. 根据权利要求39所述的定向显示设备，其中，所述微透镜的双折射设置为各个微透镜的双折射光轴与第一线偏振方向成45度；以及
第一偏振分量平行于各个微透镜的双折射光轴，并且第二偏振分量与各个微透镜的双折射光轴成90度；

因此，第一定向分布包括由双折射微透镜的透镜功能提供的分布，而第二定向分布包括没有任何双折射微透镜的透镜功能而提供的分布。

41. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，空间光调制器提供相位调制输出。

42. 根据权利要求41所述的定向显示设备，其包括液晶显示器，该液晶显示器包括在第一和第二液晶显示基板之间形成的像素阵列；在第一液晶显示基板的外表面提供的输入偏振器；在第二液晶显示基板的外表面和所述可切换偏振器之间提供的所述双折射微透镜阵列。

43. 根据权利要求41所述的定向显示设备，其中，所述空间光调制器是液晶器件，并且对该定向显示设备进行设置，以提供用于第一或第二定向分布的常黑模式；还包括在常黑模式下用于不同显示颜色的灰度修正装置。

44. 根据权利要求41所述的定向显示设备, 其中, 所述空间光调制器是液晶器件, 并且对该定向显示设备进行设置, 以为第一定向分布和第二定向分布提供常白模式。

45. 根据权利要求44所述的定向显示设备, 其中, 通过设置在空间光调制器的输入偏振器和空间光调制器的像素阵列之间的可切换90度偏振旋转器来提供用于第一和第二定向分布的常白模式。

46. 根据权利要求38所述的定向显示设备, 其中, 像素阵列包括位于像素平面中的反射器, 以提供反射式或透反射式定向显示设备。

47. 根据权利要求46所述的定向显示设备, 其设置为使得一个或多个外部光源被双折射微透镜阵列聚焦, 以对于第一或第二定向分布之一, 在像素平面反射器处形成图像。

48. 根据权利要求47所述的定向显示设备, 其设置为作为反射式定向显示设备工作

49. 根据权利要求47所述的定向显示设备, 其设置为作为透反射式定向显示设备工作

50. 根据权利要求38所述的定向显示设备, 还包括最佳位置指示器。

51. 根据权利要求50所述的定向显示设备, 其中, 该最佳位置指示器和显示区域彼此分离, 并被设置为接收来自公共背光装置的输入光。

52. 根据权利要求50所述的定向显示设备, 其中, 该最佳位置指示器还包括另一个微透镜阵列和经过对齐以遮挡来自该另一个微透镜阵列中相隔的微透镜的光的掩膜。

53. 根据权利要求50所述的定向显示设备, 其中, 该最佳位置指示器使用所述双折射微透镜阵列, 并且还包括用于遮挡该阵列中相隔的微透镜的光的掩膜。

54. 根据权利要求38所述的定向显示设备, 其设置为使得光在可切换偏振器之前通过双折射微透镜阵列。

55. 根据权利要求38所述的定向显示设备, 其设置为使得光在双折射微透镜阵列之前通过可切换偏振器。

56. 根据权利要求38所述的定向显示设备, 其中, 所述双折射微透

镜的双折射设置为使得对于第一或第二偏振分量之一，该双折射微透镜没有光学作用，从而相应的第一或第二定向分布与输入定向分布相同。

57. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，该可切换偏振器可以在第一和第二偏振状态之间机械地切换。

58. 根据权利要求57所述的定向显示设备，其中，所述可切换偏振器是线偏振器，并且对该设备进行调节，使该可切换偏振器相对于该双折射微透镜以第一旋转对齐在一位置和平面中进行定位以提供第一偏振模式，并相对于该双折射微透镜以在该可切换偏振器的主平面中与该第一旋转对齐成90度的第二旋转对齐在相同位置和平面中定位以提供第二偏振模式，使得该可切换偏振器可以在第一和第二偏振模式之间进行切换。

59. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，该可切换偏振器可以在第一和第二偏振模式之间进行电切换。

60. 根据权利要求59所述的定向显示设备，其中，该电可切换偏振器包括固定线偏振器和电可切换波片或电可切换偏振旋转器。

61. 根据权利要求59所述的定向显示设备，其中，该电可切换偏振器是分段的，可以选择性地在第一和第二偏振模式之间对这些分段进行切换。

62. 根据权利要求61所述的定向显示设备，其中，该电切换偏振器包括其间具有间隙的分段电极，并且对于第一和第二偏振模式之一，电可切换偏振器的偏振调制材料以与这些分段相同的方式在间隙中对齐。

63. 根据权利要求61所述的定向显示设备，其中，该电可切换偏振器包括其间具有间隙的电极分段，并且这些间隙足够小，从而边缘场切换这些间隙中的偏振调制材料。

64. 根据权利要求63所述的定向显示设备，其中，该偏振调制材料在切换状态之间具有明确的阈值。

65. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，所述微透镜是柱面的，使得双折射微透镜阵列成为柱镜状屏幕。

66. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，双折射微透镜阵

列包括透镜基板、平面基板和夹在该透镜基板和该平面基板之间的双折射材料；并且透镜基板材料的折射率和/或色散分别与该双折射材料的至少一种折射率和/或色散中相同。

67. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，该双折射微透镜包括通过对齐手段对齐的双折射材料。

68. 根据权利要求67所述的定向显示设备，其中，通过下述一种或多种处理来提供所述对齐手段：

- (i) 使用配向层；
- (ii) 使用电场；
- (iii) 使用磁场。

69. 根据权利要求67所述的定向显示设备，其中，该对齐手段包括通过下述一种或多种处理提供的至少一个配向层：

- (i) 摩擦聚合物层；
- (ii) 光配向层；
- (iii) 具有微沟槽的表面。

70. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，双折射微透镜的双折射材料包括液晶。

71. 根据权利要求70所述的定向显示设备，其中，双折射微透镜所包含的液晶包括固化聚合物网络。

72. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其设置为使得：

通过对第一偏振模式下的光输出具有光学作用的双折射微透镜的性能，第一定向分布提供在观察平面中形成多个观察窗口的输出光，其中，来自第一组像素的光位于一个观察窗口中，而来自第二组像素的光位于另一个观察窗口中，该第二组像素包括其余的像素，使得可以分别使用第一组像素和第二组像素形成不同的图像，从而在不同的观察窗口中提供不同的图像；以及

通过在第二偏振模式下对光输出不具有光学作用的双折射微透镜的性能，第二定向分布不提供分离的观察窗口。

73. 根据权利要求72所述的定向显示设备，其中，将观察平面中的

观察窗口设置为在第一偏振模式下向观察者的不同的眼睛提供不同的图像，从而提供自动立体3D图像，由此提供可在2D模式和自动立体3D模式之间进行切换的设备。

74. 根据权利要求72所述的定向显示设备，其中，将观察平面中的观察窗口设置为在第一偏振模式下向不同的观察者提供不同的图像；从而提供可以在向不同用户显示不同图像的模式和向不同用户显示同一图像的模式之间进行切换的设备。

75. 根据权利要求74所述的定向显示设备，其中，还包括用于检测给定用户的位置或移动的传感器，以使得可以控制显示系统，从而可以防止该给定用户在不为该给定用户使用的观察窗口中观察图像。

76. 根据权利要求74所述的定向显示设备，对其进行调节以适用于车辆，以使得在向不同用户显示不同图像的模式下，向车辆驾驶员显示的图像与乘客不同。

77. 根据权利要求74所述的定向显示设备，对其进行调节以适用于交通控制显示系统，以使得在向不同用户显示不同图像的模式下，可以向位于不同车道中的驾驶员显示不同的图像。

78. 根据权利要求74所述的定向显示设备，对其进行调节以适用于交通控制显示系统，以使得在向不同用户显示不同图像的模式下，可以向离该交通控制显示系统不同距离的驾驶员显示不同的图像。

79. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，第一或第二偏振分量中只有一个分量的光在窗口平面中形成实像。

80. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，对该可切换偏振器进行设置，以在对应于两个或多个像素的区域中一致地切换。

81. 根据权利要求38所述的定向显示设备，其中，该双折射微透镜阵列包含透镜基板、平面基板和夹在该透镜基板和该平面基板之间的液晶层；并且该液晶层经过对齐，在透镜基板处的液晶的对齐和平面基板处的液晶的对齐之间存在相对扭曲。

82. 根据权利要求81所述的定向显示设备，其中，该相对扭曲使得空间光调制器的输出偏振与平面基板处的液晶的配向对齐。

83. 根据权利要求81所述的定向显示设备, 其中, 所述微透镜是柱面的, 从而所述微透镜阵列构成柱面屏幕, 并且透镜基板处的液晶平行对齐于柱面微透镜的几何微透镜轴而对准。

光切换设备

技术领域

本发明的第一方面涉及光切换方法和设备。这种设备可以用在可切换的二维(2D)/三维(3D)自动立体显示设备中；用于可切换的高亮度反射式显示系统；可用于多用户显示系统；可用于定向照明系统或用于光纤信号交换系统。这些系统可以用于计算机监视器、通信手持机、数码相机、膝上型和桌面型电脑、游戏设备、汽车和其它移动显示应用以及电信交换应用中。

本发明的第二方面涉及反射式(reflective)和透反射式(transflective)显示设备。这种设备可用于高亮度反射式显示系统中。这种系统可用于计算机监视器、通信手持机、数码相机、膝上型和桌面型电脑、游戏设备、汽车和其它移动显示应用以及电信交换应用中。

背景技术

3D显示

寻常的人类视觉是立体的，即每只眼睛所看见的世界的图像稍有不同。大脑融合这两幅图像(称为立体配对)，以给出景深的感觉。三维立体显示器向每只眼睛重放与观看现实世界的景象所看到的对应的独立图像(通常是平面的)。大脑再次融合该立体配对，以给出图像中的景深感觉。

图1a是平面视图，显示了显示平面1中的显示表面。右眼2观察显示平面上的右眼同源像点3，左眼4观察显示平面上的左眼同源像点5，以产生用户感知的屏幕平面后面的表观像点6。

图1b是平面视图，显示了显示平面1中的显示表面。右眼2观察显示平面上的右眼同源像点7，左眼4观察显示平面上的左眼同源像点8，以在屏幕平面前面产生表观像点9。

图1c显示了左眼图像10和右眼图像11的外观。左眼图像10中的同源点5位于参考线12上。右眼图像11中的相应同源像点3相对于参考线12位于不同的相对位置3上。将点3到参考线12的间距13称为视差，在此其是屏幕平面后面的点的正视差。

对于场景中的广义点，如图1a所示，在立体配对的每幅图像中都存在相应的点。这些点被称为同源像点。两幅图像之间的同源像点的相对间距被称为视差；零视差的点对应于显示器的景深平面上的点。图1b显示了视差不交叉的点出现在显示器后面的情况，图1c显示了视差交叉的点出现在显示器的前面的情况。同源像点的间距大小、到观察者的距离和观察者的双眼之间的距离给出了显示器上可感知的景深量。

立体型显示器在现有技术中是众所周知的，并且指的是其中由用户佩戴某些类型的观察辅助设备以基本上分离发送给左眼和右眼的视图的显示器。例如，观察辅助设备可以是其中对视图进行颜色编码（例如红和绿）的滤色镜；可以是其中将视图在正交偏振状态下编码的偏振眼镜；或者是其中将视图编码为与眼镜快门的打开同步的图像时间序列的快门眼镜。

自动立体显示器无需观察者佩戴观察辅助设备即可工作。在自动立体显示器中，可以从空间中的有限区域中看到各个画面，如图2所示。

图2a显示了具有附加的视差光学元件17的显示设备16。该显示设备产生用于右眼通道的右眼图像18。视差光学元件17沿箭头19所示的方向引导光线，以在显示器前面的区域中产生右眼观察窗口20。观察者把他们的右眼22放在窗口20的位置上。显示左眼观察窗口24的位置用于参考。观察窗口20也可以称为竖开光瞳。

图2b显示了左眼光学系统。显示设备16产生用于左眼通道的左眼图像26。视差光学元件17沿箭头28所示的方向引导光线，以在显示器前面的区域中产生左眼观察窗口30。观察者把他们的左眼32放在窗口30的位置上。显示右眼观察窗口20的位置用于参考。

该系统包含显示器和光学导向机构。将来自左图像26的光线发送到显示器前面的有限区域，该区域被称为观察窗口30。若把眼睛32放在观

察窗口30的位置,则观察者能够在整个显示器16上看到适当的图像26。类似地,光学系统把右图像18的光线发送到单独的窗口20。若观察者把他们的右眼22放在那个窗口,则可以在整个显示器上看到右眼图像。一般来说,来自任何一个图像的光可认为已被光学导向为定向分布。

图3是平面视图,显示了显示平面34中的显示设备16、17在窗口平面42中产生左眼观察窗口36、37和38以及右眼观察窗口39、40和41。窗口平面离显示器的距离被称为标称观察距离43。显示器的中心位置处的窗口37和40位于第0瓣44中。第0瓣44右侧的窗口36和39位于+1瓣46中,而第0瓣左侧的窗口38和41位于-1瓣48中。

显示器的观察窗口平面表示侧面观察自由度最高的位置到显示器的距离。对于远离窗口平面的点,具有菱形的自动立体观察区,如图3中的平面图所示。由图可见,来自整个显示器上的每个点的光以有限宽度的锥形照射到观察窗口。该锥形的宽度可定义为角宽度。

若把眼睛放在诸如37、40的一对观察区中的每个观察区中,则可以在显示器的整个区域看见立体图像。首先,显示器的纵向观察自由度由这些观察区的长度确定。

图4a显示了与理想化窗口的位置51有关的显示器的整个窗口平面上的光强50中的变化(构成了光线定向分布的一个有形的形式)。右眼窗口位置的光强分布52对应于图3中的窗口41,光强分布53对应于窗口37,光强分布54对应于窗口40,光强分布55对应于窗口36。

图4b示意性显示了更多实际窗口位置的光强分布。右眼窗口位置的光强分布56对应于图3中的窗口41,光强分布57对应于窗口37,光强分布58对应于窗口40,光强分布59对应于窗口36。

图像分离的质量和显示器的横向和纵向观察自由度的程度由窗口质量确定,如图4所示。图4a显示了理想观察窗口,而图4b是可从显示器输出的实际观察窗口的示意图。由于不足的窗口性能而可能产生几种假像。当来自右眼图像的光线被左眼看到时将产生串扰,反之亦然。这是一种重要的3D图像退化机制,该退化机制将引起用户的视觉疲劳。另外,差的窗口质量将导致观察者的观察自由度降低。要对光学系统进行设计以

优化观察窗口的性能。

视差格栅显示器

一种众所周知的平板自动立体显示器包括背光灯、布置成行和列的电子可调像素阵列（称为空间光调制器，SLM）和安装在显示器前面的视差格栅（parallax barrier），如图5中的平面图所示。

背光灯60产生入射到LCD输入偏振器64上的光输出62。该光穿过TFT LCD基板66，并入射到在LCD像素平面67中布置成行和列的重复像素阵列上。红色像素68、71和73、绿色像素69、72和75、蓝色像素70和73中的每个像素包括可单独控制的液晶层，并由称为黑色掩膜（black mask）76的不透明掩膜的区域分隔。每个像素包括透射区或像素孔径78。穿过像素的光由LCD像素平面74中的液晶材料进行相位调制，并由位于LCD滤色器基板80上的滤色器进行颜色调制。然后，该光穿过其后设置了视差格栅84和视差格栅基板86的输出偏振器82。视差格栅84包括由垂直延伸的不透明区域分隔的垂直延伸的透射区域阵列，用来把来自交隔的像素列69、71、73和75的光导向右眼，如来自像素69的光的光线88所示，并把来自中间的列68、70、72、74的光导向左眼，如光线90所示（该总体光方向模式形成了光定向分布的另一个实例）。观察者看到来自照亮格栅92的孔的下方像素的光。

在本说明书中，SLM包括诸如液晶显示器的“光阀”设备和诸如电致发光显示器和LED显示器的发光设备。

显示器的像素布置成由间隙（一般由液晶显示器LCD中的黑色掩膜限定）分隔的多行和多列，其中视差格栅是间距大致为两倍于像素列间距的垂直延伸的狭缝的阵列。视差格栅限制了可以看见来自每个像素的光线的角度范围，从而产生位于显示器前面区域中的观察窗口。显示器的输出锥形的角度由像素孔径的宽度和形状以及视差格栅的布置和象差确定。

为把来自每个像素的光导向观察窗口，视差格栅的间距稍小于两倍像素阵列的间距。这种条件被称为“视点修正”。在这种显示器中，每个立体配对图像的分辨率是基础LCD的水平分辨率的一半，并产生两个画

面。

因此，来自奇数列像素68、70、72、74的光可以从左观察窗口看到，来自偶数列像素69、71、73、75的光可以从右观察窗口看到。若把左眼图像数据放在显示器的奇数列上，把右眼图像数据放在偶数列上，则在正确的“无畸变”位置中的观察者可以融合这两幅图像，以在整个显示器上看到自动立体3D图像。

在两个画面之间会存在漏光，使得部分左眼画面能够被右眼看到，反之亦然。这种漏光被称为图像串扰。串扰是观看3D显示器时产生视觉疲劳的重要机制，并且对它的控制是3D显示器开发中的主要驱动力。对于平板自动立体显示器（尤其那些基于LCD技术的），窗口性能的限制通常由像素的形状和孔径比以及光学元件的质量确定。

在视差格栅型显示器中，位于狭缝正下方的列成像到显示器的第0瓣中的第一对窗口。相邻像素列也成像到显示器的+1和-1瓣中的观察窗口。因此，由图3可见，若用户在无畸变区的外部横向移动，则每只眼睛都能看到来自非正确图像的光。当右眼看见左眼画面或者相反时，与正确的无畸变条件相比，该图像被称为“假像（pseudoscopic）”。

为提高显示器的横向观察自由度，可以在格栅的每个狭缝下面设置多于两个的像素列。例如，四个列将产生四个窗口，其中对于每个窗口画面都有变化。这种显示器在观察者移动时将产生“环视”现象。也可以通过这种方法提高纵向自由度。但是，在这种情况下，显示器的分辨率被限制为基础显示板的分辨率的四分之一。

视差格栅依靠遮挡来自显示区域的光，因而降低了亮度和设备效率，一般仅达到原始显示亮度的20-40%。

为了优化显示器的观察自由度，对于格栅的子像素与显示器的像素结构有对齐公差的要求，所以视差格栅不容易去除和更换。2D模式是一半分辨率。

视差格栅光学部件

在 Academic Press 1976 年出版的由 T.Okoshi 著的 “Three Dimensional Imaging Techniques” 中公开了一种视差格栅显示器，其

中，将视差格栅元件设置在显示设备的前面。

在另一种视差格栅显示器中，视差元件可作为显示器后面的狭缝来实现，如 G.Hamagishi 的“A Display System with 2D/3D compatibility”，Proc.SID 1998 pp915-918所公开的。可以知道，这种显示器存在菲涅耳（Fresnel）衍射假像，限制了可以获得的观察窗口的质量。

在另一种视差格栅显示器中，视差元件可作为散布有暗区的导光管来实现，如US4717949中所公开的。可以知道，这种显示器存在菲涅耳衍射假像，限制了能够获得的观察窗口的质量，G. Woodgate 等，Proc. SPIE Vol 3957 “Flat panel autostereoscopic displays-characterisation and enhancement” pp153-164, 2000。

柱面镜显示器

本领域中用于立体显示器的另一种众所周知的视差光学部件（与视差格栅相比）称为柱面镜屏幕（lenticular screen），其是垂直延伸的柱面微透镜阵列。这里所用的术语“柱面”是其在本领域中的通常含义，并且不仅包括严格的球面透镜形状，还包括非球面透镜形状。透镜的间距仍然对应于视点修正条件。可以把透镜的曲率大致设置为在窗口平面上产生LCD像素的图像。由于透镜把像素的光会聚成锥形，并将其分配到窗口中，所以柱面镜显示器具有基础显示板的全部亮度。

图6显示了现有技术的柱面镜显示设备的结构。将该设备配置到如图5所示的输出偏振器82。然后，光穿过柱面镜屏幕基板94和在柱面镜屏幕基板92的表面上形成的柱面镜屏幕96。至于视差格栅，柱面镜屏幕94用于把来自交隔的像素列69、71、73和75的光导向右眼，如来自像素69的光的光线88所示，并把来自中间列68、70、72、74的光导向左眼，如来自像素68的光线90所示。观察者看到来自照亮柱面镜屏幕96的单个透镜98的孔径的下方像素的光。所俘获的光的锥形的范围由俘获线100示出。

Academic Press 1976年出版的由T. Okoshi著的“Three Dimensional Imaging Techniques”中描述了柱面镜显示器。US4959641中描述了一种使用空间光调制器的柱面镜显示器。US4959641的发明描述了空中非切换

型柱面镜元件。

由于在透镜96处或附近的反射和散射而使图像的对比度降低，所以这种显示器可能会在透镜表面上出现不良的可视性。例如，这些反射源于菲涅耳反射。

扩展的观察自由度

上述平板显示器的观察自由度受显示器的窗口结构限制。

EP0829743中描述了一种显示器，其中，通过测量观察者的位置并相应移动视差元件来提高观察自由度。这种观察者测量设备和机械驱动很昂贵并很复杂。

EP0721131中举例描述了一种显示器，其中，窗口光学结构不变（例如固定视差光学元件显示器），并对应于所测量的观察者的位置而切换图像数据，以使观察者保持基本上无畸变的图像。

设置正确观察位置的指示器

“Proceedings of Third International Display Workshop” volume 2, 1996年11月27-29日, E. Nakayama等, 1996 International Conference Centre, Kobe, Japan中描述了一种显示器，其中设置了指示器，以使观察者能够使自己位于最佳位置。这种指示器不能向观察者给出纵向位置的信息，或向观察者给出横向位置的精确信息。

另一种指示器[EP0860728]使用了图像显示、信号显示和视差光学元件，该视差光学元件具有在观察区中与图像显示器一起形成多个右眼和左眼观察区的部分，并具有与信号显示器一起形成至少在观察区的第一部分可见的第一信号图像和至少在观察区的第二部分可见的第二信号图像的第二部分。这种指示器使用了部分显示区域，因而限制了可用的图像面积。这对于小型显示器尤其不利，由于该指示器的高度往往与显示器的尺寸不成比例（为了保持对用户的可视性），因而将覆盖小型显示器中较大比例的面积。另外，由于损失了一些分辨率，使得3D显示面积不再是标准的图像面积，例如VGA（640×3×480像素）。

另外，当用于透射式显示器时，EP0860728不允许使用反射的环境光

来照明指示器。EP0860728也阐述了为了对单个部分增加指示器部分的亮度，将不得不改变显示器的滤色器。这需要改变LCD制造工艺，并导致一部分显示的永久损失。

2D-3D可切换显示器

如上所述，使用视差光学元件产生空间复合的3D显示把每幅图像的分辨率限制在最多为全显示分辨率的一半。在许多应用中，显示器只在3D模式下使用一小段时间，并需要具有全分辨率的无假像的2D模式。

Proc.SPIE vol.1915 Stereoscopic Displays and Applications IV(1993) pp177-186, “Developments in Autostereoscopic Technology at Dimension Technologies Inc.”, 1993中描述了一种显示器，其消除了视差光学元件的影响。在这种情况下，将可切换散射器元件放入光学系统，用于形成导光管。例如，这种可切换散射器可以是散布有聚合物的液晶类型，其中，在整个材料上施加电压时，分子布置在散射和非散射之间切换。在3D模式下，散射器是清晰的，且产生导光管，以产生后视差格栅效应。在2D模式下，散射器是散射的，导光管被取消，产生均匀光源的效果。通过这种方式，显示器的输出基本上是朗伯型的(Lambertian)，并且取消了窗口。然后，观察者将看到作为全分辨率2D显示器的显示器。这种显示器在3D模式下存在菲涅耳散射假像，并且在散射器的清晰状态下存在不希望有的残余散射，该残余散射将增加显示串扰。因此，这种显示器可能会带来更程度的视觉疲劳。

在另一种可切换2D-3D显示器[如EP0833183]中，将第二LCD设置在显示器的前面，用作为视差光学元件。在第一模式下，视差LCD是清晰的，因此不产生窗口，并且可以在2D状态下观察图像。在第二模式下，切换该设备，以便产生视差格栅的狭缝。然后，产生输出窗口并显示3D图像。由于使用了两个LCD元件，这种显示器的成本和复杂性增加，并且亮度降低，或增加了电力消耗。若在反射模式的3D显示系统中使用，由于在显示器的输入和输出通道上视差格栅的遮挡区域引起的光的衰减，视差格栅将导致很低的亮度。

在另一种可切换2D-3D显示器[EP0829744]中，视差格栅包括半波阻

滞元件的构图阵列。阻滞元件的图案对应于格栅狭缝和视差格栅元件的吸收区域的图案。在3D工作模式中，将偏振器加入显示器中，以对构图阻滞器的狭缝进行检偏。通过这种方式，产生了吸收视差格栅。在2D工作模式中，完全去除偏振器，因为2D工作模式中不涉及任何偏振特征。因此，显示器的输出是全分辨率和全亮度的。一个缺点在于这种显示器使用视差格栅技术，因而在3D工作模式中限制为大约20-30%的亮度。此外，该显示器的观察自由度和串扰将受到来自格栅的孔径的散射的限制。

为了定向地切换光线，众所周知可以提供可电切换的双折射透镜。众所周知可以使用这种透镜在2D工作模式和3D工作模式之间切换显示器。

例如，在European Optical Society Topical Meetings Digest Series:13, 15-16 May 1997, L. G. Commander等，“Electrode designs for tuneable microlenses” pp48-58中描述了电可切换的双折射液晶微透镜。

在另一种可切换2D—3D显示器[US6069650、W098/21620]中，使用了包括填充了液晶材料的柱面镜屏幕的可切换微透镜，以改变柱面镜屏幕的屈光力(optical power)。

在S. Suyama等“3D Display System with Dual Frequency Liquid Crystal Varifocal Lens”, SID 97 DIGEST pp273-276中描述了一种包括液晶菲涅耳透镜的3D显示器。

虽然使用透镜而不是格栅有一些优点，例如，保留更多的光，但是，包括可切换透镜的上述2D-3D显示器具有某些缺点。例如，在Commander等的参考资料中的电可切换双折射液晶微透镜的情况下，由于残余的未切换的液晶和相邻微透镜的尖端附近产生的向错，使微透镜的光学性能受到限制。

折射率随液晶材料温度的变化意味着透镜的焦距将改变。因此，在不控制温度的情况下，这种显示器具有受限的工作温度范围。另外，这些透镜需要将电极材料淀积在其表面上。在2D和3D工作模式中，这将导致使图像的对比度降低的色散反射。布置特性，尤其在透镜侧，需要在

元件使用寿命期间保持不随时间、温度和物理应力而改变。

作为另一个实例，在US6069650和W098/21620所公开的显示器的情况下，如上所述，由于柱面镜屏幕的未切换区域，使微透镜的光学性能受到限制。因此，在2D状态下存在一些残余透镜功能，其在窗口平面内产生了一些强度变化，类似地，在3D模式中存在一些残余非透镜功能，其增加了显示器的串扰。

与2D显示有关的双折射透镜

在显示器中使用双折射透镜是众所周知的，其用于多种不相关的用途，例如，包括下述内容。

日本专利公开No. 11271744A的专利摘要中描述了用于LCD投影仪应用的双折射微透镜。该系统的输入照明结构如图7所示。具有定向器方向104的双折射微透镜102的阵列位于液晶层106和包括红色数据像素110、绿色数据像素112和蓝色数据像素114的反射像素108的阵列上方。从用于红色像素的第一方向116、用于绿色像素的第二方向118、用于蓝色像素第三方向120照亮显示器。照明偏振方向124平行于浸没在各向同性材料126中的透镜的非寻常折射率（extraordinary index）104。

JP11271744A的单色像素的照明如图8所示。与具有偏振状态124的输入光线118基本同方向的输入照明锥形由透镜102会聚到像素112上。由LC层106对光进行调制并由像素112反射，以使其具有与输入偏振状态124正交的偏振分量128。产生由固定的分光部件（未示出）和投影透镜（未示出）会聚，并被导向投影屏幕（未示出）的输出光线130。

具有双折射微透镜阵列的LCD板由独立的红、绿、蓝光的线偏振锥照明。双折射透镜周围的材料具有与双折射材料的慢轴基本相同的折射率。对透镜中材料的双折射的快轴进行设置，以使透镜可由输入线偏振检偏。因此，通过透镜的作用，将绿色光发送给绿色像素，将红色光发送给红色像素，将蓝色光发送给蓝色像素。在反射时，将发送到投影屏幕的有用光处于正交偏振状态。这种输出偏振状态具有与双折射微透镜的慢轴匹配的系数，从而不对任何透镜进行检偏。通过这种方式，显示器的输出不会由于微透镜的孔径而产生晕影，可以通过投影透镜会聚来自设备

的整个光锥。这种设备能够照明并有效会聚来自单个反射LCD板的光，以产生低成本且明亮的投影系统。这种设备不用于定向显示系统，也不是可切换双折射透镜的效果。

定向显示系统

定向显示器在本领域中是众所周知的，其中，从不同方向观察不同的图像，以使得能够看见交互图像。例如，印刷的柱面镜屏幕用于在不同方向显示两幅不同的广告图像。

光纤液晶切换器

液晶光纤切换器在本领域中是众所周知的，其使用独立的透镜、液晶层和偏振光束分离部件。例如，“Liquid crystal technology implementation for optical switching” Andrew Leuzinger, Intergrated Communications Design-Electronics Design Magazine 4 March 2001描述了一种液晶光纤切换系统，其能够控制输入和输出光纤之间的耦合效率。

反射式显示器

反射式显示器在本领域中是众所周知的。

在第一类显示器（以反射方式工作的透射式显示器）中，将反射层置于透射式显示器的后面。落在显示器上的环境光由反射层透过显示器朝观察者反射回去。由于具有两条穿过显示器的路径和反射层的低效散射，这种显示器存在亮度损失。

在第二类显示器（以反射方式工作的背光透射式显示器）（也称为透反射式显示器）中，透射式显示器后面的反射层具有附加的光源和光导向设备，例如一个或多个发光二极管或荧光灯管。在微暗的光照环境中，打开光源以增加显示器的亮度。使用光源将增加显示器的电力消耗。

在“Influence of rough surface upon optial characteristics of reflective LCD with a polariser”, Y. Itoh等, pp221-224, SID Digest 1998中举例描述了第三类显示器（反射式显示器）。将反射层合并显示器的结构内，基本上在像素平面上。反射镜可以具有粗糙表面，以散射入射光线。另选地，可以将散射器合并显示器的前表面上。可以在反

射镜上设置多个孔，以使来自背光灯的光能够穿过，以提供一种透反射式显示器。另选地，可以提供前光灯，以使得能够从位于显示板前面的辅助光源进行照明。这种显示器可以提高辅助光源的使用效率，所以尤其适用于彩色反射式显示器中，其中光损失的增加与滤色器有关。

“Volume Holographic Components for Display Applications”, T. J. Trout 等, pp202-205, Society for Information Display (SID) Digest 2000中描述了一种用于提高以反射方式工作的透射式和背光透射式显示器的亮度的设备。体积反射全息图位于反射式显示器的后面，该反射式显示器沿单独的方向把入射光导向镜面反射方向。为提供彩色反射式显示器，在LCD中设置了三个独立的全息元件，这导致了复杂和昂贵的结构。对投影系统也显示了聚焦和色彩分离全息元件。该全息元件用于为红色、绿色、蓝色像素分别聚焦离轴的入射白色光源。平面反射元件把光向投影透镜反射回去，而全息透镜对反射光线基本没有影响。这种显示器具有较窄范围的照明角度，因而不适用于直接观察系统。

“Multidirectional Asymmetrical Microlens-array light control films for high performance reflective liquid crystal displays”, Yi-Pai Huang等, SID Digest 2002中描述了另一种用于提高以反射方式工作的透射式和背光透射式显示器以及反射式显示器的亮度的设备。提供结构化透镜阵列，用来把来自环境光源的光线聚焦和偏转到LCD板中的平面反射镜上。该透镜在从反射镜开始的返回路径上提供进一步的偏转，使得输出光线从镜面反射中分离出来。与本发明相比，这种设备具有以下缺点：

- 一由于透镜元件的受到限制的光学输出锥，使横向和纵向方向的最佳观察区非寻常窄；

- 一不能表现出可切换的亮度模式；

- 一该引文没有说明通过把水平和垂直聚焦能力合并到透镜中，来使用散射器以增大反射锥，以扩展观察者的观察区的尺寸；

- 一为了在水平和垂直方向进行聚焦时消除波纹效应，该结构的特征尺寸小于 $10\mu\text{m}$ 。这将由透镜结构产生衍射，该衍射将显著增大反射平面

上的光点，并减小亮度；

—为实现聚焦和偏转功能，需要使用非对称的微透镜。为实现所需功能，由具有小平面的表面形成这种透镜。由于在非透镜表面的总的内部反射、衍射和折射，具有小平面的表面会产生不希望有的图像假像和光损失。

发明内容

根据本发明的第一方面，提供了一种光学切换设备，其包括：

- 固定（或无源）双折射透镜；以及
- 可重配置（可切换或可变）的偏振器，对其进行布置以使：
 - 在第一模式中，对其进行布置以透射平行于双折射透镜的双折射光轴的光，以及
 - 在第二模式中，对其进行布置以透射与双折射透镜的双折射光轴正交的光。

另选地，根据本发明的第一方面，提供了一种定向显示设备，其包括：

- 包括像素阵列的偏振输出空间光调制器；
- 视差光学元件，其包括微透镜阵列，其中该微透镜阵列包括固定双折射透镜（其中该微透镜阵列可以是柱面镜屏幕）；以及
- 偏振修正设备，设置该偏振修正设备以对来自微透镜阵列的输出偏振进行检偏，以使：
 - 在第一模式中，已检偏的输出偏振状态在具有屈光力的微透镜表面上遇到第一折射率级阶（refractive index step）；
 - 在第二模式中，已检偏的输出偏振状态在微透镜的具有屈光力的表面上遇到不同于第一折射率级阶的第二折射率级阶。

通过本发明的第一方面，可将下述特征有选择地应用于特定的优点：

- 偏振输出空间光调制器可包括以下中的任何一个：
 - 相位调制空间光调制器
 - 强度调制空间光调制器和偏振器

—反射式显示器

—透反射式显示器。

—视差光学元件与空间光调制器的各个像素对齐。

—固定双折射透镜由屈光力定义表面上对齐的双折射材料构成

（屈光力定义表面可由非双折射（各向同性）光学材料形成）。

—第一折射率级阶基本上为0[用于已检偏的输出偏振的双折射材料的折射率与屈光力定义表面材料的折射率基本匹配]

（布置在显示器上的图像可以是全分辨率的2D图像）。

—第二折射率级阶基本上为非0，以使所得到的透镜基本上在显示器的窗口平面上形成像素孔径的图像

（布置在显示器上的图像可以是交错的立体图像对；布置在显示器上的图像可以是交错的多用户显示器中每个观察者的画面的组合）。

—偏振修正设备（PMD）（或检偏设备）是电可重配置的（该偏振修正设备可以是可90度切换的偏振旋转器）。如果这样，则该90度旋转器可以具有引导功能，并可以是位于电极之间对齐的扭转向列液晶材料。该90度旋转器具有半波片功能。如果这样，则该半波片可以是设置在电极之间的均匀双折射液晶层，以使通过施加电压可以调节波片的双折射光轴。还可以引入另外的颜色补偿波片设备）。

—该PMD可以是分段的。如果这样，则在3D工作模式中，可以对分段之间的间隙进行布置以提供与电极下面的区域相同的相移。

—该PMD可以在该两种模式之间进行手工重配置。

—可以对偏振修正设备进行配置，以使得在一个方向上偏振的检偏使得透镜被检偏（并具有屈光力），在第二个方向上透镜是折射率匹配的（基本没有屈光力）。

—该PMD可包括线偏振器。

—该PMD可包括线偏振器和均匀的半波片。

—对于具有固定线性输出偏振的显示器，可以跟在显示器的输出偏振器后面设置双折射微透镜阵列，其中该双折射微透镜的双折射光轴以45度的角度与显示设备的输出偏振对齐。

—在第一模式中，已检偏的输出偏振可以+45度或-45度的角度与显示设备的输出偏振度度对齐。

—在第二模式中，输出偏振可以+45或-45度之外的角度与显示设备的输出偏振对齐。

—可以将双折射显微透镜的输出置于相位调制空间光调制器的相位调制层和检偏偏振器 (analysing polariser) 之间。

—当在全开状态下工作时，双折射微透镜的双折射光轴可以0度或90度的角度与相位调制SLM的输出偏振状态对齐。

—当处于全开状态时，在第一工作模式中，可以对输出偏振器进行配置，以使其与显示器的输出偏振平行或正交。

—当处于全开状态时，在第二工作模式中，可以对输出偏振器进行配置，以使其与显示器的输出偏振正交或平行。

—在其中输出偏振与显示器的输出偏振正交的工作模式中，当处于全开状态时，可以调节显示器的电响应，以给出适当的灰度级输出。

—相位调制SLM可以是透射式液晶显示器。

—若显示器具有视角修正膜，则可以将双折射微透镜置于视角修正膜和检偏偏振器之间。

—相位调制SLM可以是反射式液晶显示器。

—若显示器具有对比度和亮度修正膜，则可以将双折射微透镜置于修正膜和输出偏振器之间。

—相位调制SLM可以是透反射式液晶显示器。

—可以对透反射式显示器的像素结构进行布置，以在反射和透射工作模式中具有基本相同的光学性能。

—可以使用灰度级修正设备，其中，根据常黑或常白工作模式而修正LCD的灰度级响应。如果这样，则

—在常黑工作模式中为红、绿、蓝通道进行单独修正，及/或

—可以通过输出偏振器模式位置检测器和适当使用的灰度级修正来检测工作模式。

—双折射微透镜中的双折射材料光轴的对准可以基本上平行于平面

基板处的基板，并基本上平行于微结构基板；如果这样，则

- 平面和微结构基板的相对对齐可以是平行的，或平面和微结构基板的相对对齐可以是逆平行的；

- 可以在为穿过平面基板到微结构基板的光的偏振平面提供旋转偏振时，对平面和微结构基板的相对对齐进行设置；对该相对对齐进行设置，以使微结构表面上的对齐方向平行于柱面微透镜的几何微透镜轴。该旋转可以是45度，或双折射微透镜中的双折射材料的光轴的对齐基本垂直于平面基板的基板，并基本平行于微结构基板。

- 双折射透镜的对齐机制至少可以通过以下几种方式中的一种实现：

- 配向层，其中

- 可以在各个基板的表面上添加一层，如果这样，则

- 可以另外摩擦该层，或

- 可以另外对该层进行光对齐，或

- 该层可以是斜向蒸镀的材料；或

- 可以作为复制的微结构的一部分而形成一层，如果这样，

则

- 该层可以是高频衍射光栅，及/或

- 可以在单个复制步骤中复制微透镜和对齐结构；或

- 电场，或

- 磁场

- 可以由微透镜阵列形成微结构表面：

- 其可以是柱面形的；

- 若屈光力形成表面的折射率与双折射材料的寻常和非寻常折射率中的较低值相匹配，则其可以是负透镜阵列；

- 若屈光力形成表面的折射率与双折射材料的寻常和非寻常折射率中的较高值相匹配，则其可以是正透镜阵列；

- 其可以具有在光学表面上形成的另外的微结构配向层。

- 双凸透镜的最佳焦点可以基本上位于不同于像素平面的平面上，

以使图像像素平面上观察者的眼睛的瞳孔的光学图像的大小大于液晶层的间距的大小。

—可以另外实现观察者跟踪系统，其中为了跟踪移动的观察者相对于显示器的测量位置，而相对于显示器的图像像素横向移动微透镜。

—可以另外实现最佳位置指示器，并且可以包括：

—背光单元，其中：

—该背光可以包括光源和散射器装置；

—该背光可以包括散射镜，和/或

该背光可以包括显示器的部分背光系统；

—窗口产生掩膜；

—视差光学元件包括设置用来在显示区域的窗口平面形成窗口产生掩膜的图像的微透镜阵列，其中

—该微透镜阵列可包括与相关3D显示器中所使用的基本相同的双折射材料，并且

—微透镜阵列可包括折射率和色散与双折射材料的折射率的非寻常部分基本相同的非双折射材料；以及

—设置用来遮挡从另一个微透镜透射的光的掩膜

—一种可切换的透反射式或反射式显示器，其包括：

—背光（用于透反射式显示器），

—反射式或透反射式显示器，其包括像素阵列，

—在其它方面中所述的布置成行的无源双折射微透镜阵列，其中：

—行间距与显示器的像素的垂直间距基本相同，以及

—在第一模式中，对透镜进行布置，以大致将显示器的像素平面映射到标称观察者平面上；以及

—偏振修正元件；

设置用于在以下模式之间切换显示器的输出：

—在限定的观察位置上具有提高的亮度的第一模式，以及

—具有标准亮度特征的第二模式。

—可以对一种自动立体显示器进行配置，以使为观察平面处的窗口的大小与观察者的标称双眼间距基本相同。

—可以对一种多观察者显示器进行配置，以使观察平面处的窗口的大小大于观察者的标称双眼间距。

在另一个方面，本发明提供了

—一种光纤切换系统，其包括：

—双折射透镜

—偏振修正设备，设置该偏振修正设备用于：

—在第一模式中，在屈光力表面上以一个折射率级阶对入射的偏振状态进行检偏，以使光基本上成像到输出光纤的光学接收锥内，以及

—在第二模式中，在屈光力表面上以不同的折射率级阶对入射的偏振状态进行检偏，以使光基本上在输出光纤的光学接收锥之外成像。

因此，在不同的方面，本发明特别提供了一种光学切换机构，其包括至少一个无源双折射透镜元件和至少一个可在定向和非定向模式之间进行切换的独立偏振修正元件，用于提供：

自动立体显示装置，其能够方便地提供一种工作模式中通过肉眼可观察到的运动全色3D立体图像和在第二种工作模式中的全分辨率的2D图像。

可切换的高亮度透反射式和反射式显示系统，其在第一模式中可以表现出基本上非定向的亮度性能，并在第二模式中表现出基本上定向的亮度性能。

多观察者的显示装置，其能够方便地在一种工作模式下向一个观察者提供一个运动全色2D图像，并向至少第二位观察者提供至少第二个不同的2D图像，并且在第二种工作模式中向所有观察者提供全分辨率的2D图像。

本发明的第一方面的不同特征在于单独地或者以任何组合的方式提供下述优点。

本发明使得能够产生具有低图像串扰和高亮度的自动立体3D图像和高质量的全分辨率2D图像。

本发明也使得能够产生定向的多观察者显示器，该显示器可以在2D模式和其中不同观察者可以在宽方向范围内看到图像（这些图像可能不同）的模式之间进行切换。

通过将固定双折射微透镜阵列设置为视差元件，可以通过控制设备的输出偏振来调节透镜的功能。

可以避免与液晶层和双折射微透镜的曲面之间的界面相关的假像，（包含但不限于向错），其可以随着穿过液晶材料施加的电压而形成或变化。因此，显示器的图像质量在2D和3D配置中都进行了优化。通过不使用电寻址层（或电极）或寻址电路而使双折射微透镜的复杂性最小化。

不需要在微透镜的弯曲聚合物结构上淀积透明导电电极，与玻璃相比，其在淀积过程中对温度的耐受度更小。另外，消除了来自电极层的反射损失（例如菲涅耳反射）和吸收损失。

不需要处理由微结构的物理形式所导致的穿过液晶的不同电场。

仅需要在制造过程中保持无源元件中的对齐条件，相反，现有技术的电可切换双折射微透镜必须在整个显示器的寿命期间和工作条件的范围内保持对齐的完整性。

本发明使得能够在双折射微透镜中使用硬化的液晶聚合物型材料。这使得双折射材料的双折射性能在制造时基本固定。液晶双折射随现有技术的可切换微透镜设备所需的向列相液晶材料的温度的变化表明电切换透镜的光学性能将随温度变化。这表明所产生的窗口的光学质量也将随温度改变。因此，当电可切换微透镜设备中现有技术的设备的工作温度变化时，其中要求折射率匹配条件的模式（2D模式）的性能以及其中要求高性能窗口的模式（3D模式）的性能将发生变化。这将导致当温度变化时，现有技术的显示器在远离其最优工作状态的情况下工作。

在本发明的各方面中，可以使用的固态聚合物材料将在比电可切换透镜所需的向列相（未硬化）材料更宽的工作温度范围内保持最优工作状态。这在对环境有要求的应用中尤其重要，例如汽车应用。

通过把微透镜设置在玻璃基板的内部，可以使来自透镜表面的反射最小，并且可以对输出表面（其可以是平面）进行宽带防反射镀膜。

在其中将双折射微透镜置于显示器的输出偏振器之后的配置中，

—显示器的2D和3D模式的亮度将基本相同。

—显示器的对比度观察角度性能将基本相同。

在其中将双折射微透镜置于SLM的相位调制层和显示器的输出偏振器之间的配置中：

—亮度与基础显示器相同。

—2D和3D模式下的亮度相同。

—可以使3D显示的功率消耗与该模式中的2D显示的功率消耗相同。

—通过把透镜合并到设备的背板内可以缩短观察距离。可以使用已知的材料和制造工艺来制造带有内部微透镜的设备。

切换旋转功能的偏振修正设备（如半波片）可以手工重配置，这使系统的附加成本和复杂性最小。

单个SLM和双折射微透镜的组合可以用于具有机械切换或电切换性能的产品，从而减少库存。最终的产品配置由随后安装的偏振修正设备部件的选择来确定。

与现有技术相比，电切换结构的另一个优点在于可以通过已经商业化的技术制造有源元件。薄的平面基板意味着可以使用低电压。也可以使用标准的液晶间隔技术。这不同于使用厚液晶层来，例如，满足微透镜形状因素的情况。

可以由向列液晶或诸如铁电液晶的双稳态设备来配置本发明的电可切换波片，因而除了多个模式之间切换之外不需要额外的功率消耗。

切换元件可以是分段的，以允许显示器上同时具有相同亮度的2D和3D区。

本技术可以应用于宽范围的空间光调制器，其包括透射式、反射式和透反射式液晶显示器和发射式显示器。

与和显示器相关的视差光学元件的高精度对齐相比，这种显示器需要偏振器与输出的相对低的对齐精度。因此，在显示器的制造过程中将

高对齐精度固定，而低的对齐精度可以通过手工进行，因为它仅需要一个对齐自由度。因此，用户重配置显示器的物理机构的复杂性和成本低于其中为了在2D和3D工作模式之间切换而在显示器表面安装和拆卸视差光学元件的情况。

在基板装置内使用柱面镜意味着与空气中的元件相比，来自透镜表面的菲涅耳反射大大减少。这意味着该元件具有低水平的散射，并且可以很方便地将防反射涂层可以容易地应用于设备的平面外表面。另外，不存在来自高折射率的氧化铟锡（ITO）层的额外反射（正如电可切换透镜的情况），所以显示器中元件本身的可视性将降低。

可以对最佳位置指示器进行配置，以具有与显示器基本相同的光学性能，但不需要使用任何显示区域。因此，这种显示器尤其适于显示区域有限的手持式显示器。

可以通过添加观察者跟踪功能来提高显示器的观察自由度，该功能可以通过与移动的观察者的测量位置同步地移动双折射微透镜来实现；或通过对应于观察者的测量位置而调节所显示的图像来实现。

高亮度透反射式或反射式显示器的优点在于具有带有由显示器的反射器材料所限定的基本非定向性能的第一模式，并且在第二模式中具有定向亮度性能，使得显示亮度高于所限定的角度范围。这种显示器在全色方式下工作，并可以用于增加反射和透射工作模式的亮度。可以通过电可切换的偏振旋转器来实现模式之间的切换。

可以对多观察者显示器进行配置，以使在一种工作模式中所有观察者可以看到相同的图像，并在第二工作模式中不同的观察者可以看到不同的图像，以允许多人同时使用该显示器。

这可以通过使每个观察者可以从相同显示器单元看到其优选的图像来减少一环境中所需的显示器和显示器驱动器的数量。

这种显示器尤其适用于诸如汽车显示器、银行自动提款机和座椅靠背航空娱乐显示器的系统。

附图说明

现将只通过示例的方式，参照附图来描述本发明的实施例，其中：

图1a显示了在3D显示器中对屏幕平面后面的物体产生视觉景深；

图1b显示了在3D显示器中对屏幕平面前面的物体产生视觉景深；

图1c显示了图像立体对的每个图像中的相应同源点的位置；

图2a示意性地显示了自动立体3D显示器前面的右眼观察窗口的形成；

图2b示意性地显示了自动立体3D显示器前面的左眼观察窗口的形成；

图3显示了由3D显示器的输出锥产生观察区的平面图；

图4a显示了自动立体显示器的理想窗口的分布图；

图4b示意性地显示了自动立体3D显示器的观察窗口的输出分布图；

图5显示了视差格栅显示器的结构；

图6显示了柱镜状屏幕显示器的结构；

图7显示了使用双折射微透镜作为输入照明的投影光学系统的结构；

图8显示了使用双折射微透镜作为输出照明的投影光学系统的结构；

图9a显示了光方向切换设备；

图9b显示了无源双折射微透镜显示器的结构；

图10a显示了图9b的显示器的3D模式的偏振器构造；

图10b显示了图9b的显示器的2D模式的偏振器构造；

图11a显示了一种检偏偏振器构造的平面图；

图11b示意性地显示了图11a的检偏偏振器构造的前部；

图12a显示了使用图11的偏振器构造的3D模式的偏振器构造；

图12b显示了使用图11的偏振器构造的2D模式的偏振器构造；

图13显示了2D模式中的检偏偏振器构造；

图14显示了3D模式中的检偏偏振器构造；

图15a显示了电可切换波片的检偏偏振器构造；

图15b示意性地显示了在3D模式中工作的图15a的构造的前部；

图15c示意性显示了在2D模式中工作的图15a的构造的前部；

图16显示了分段的可切换波片；

图17显示了可切换波片中电极之间的间隙的影响；

图18a显示了用于基本上平行对准两个基板上的双折射材料的双折射微透镜构造结构的平面图；

图18b显示了用于基本上平行对准微结构基板的双折射材料并基本上垂直对准平面基板的双折射微透镜构造结构的平面图；

图18c显示了在制造过程中由外部电场进行对准的双折射微透镜构造结构的平面图；

图18d显示了在制造过程中通过把一个表面上的配向层与外部电场组合在一起而进行对准的双折射微透镜构造结构的平面图；

图19a显示了图18a的构造的对准方向；

图19b显示了图18b的构造的对准方向；

图19c显示了扭曲双折射材料的双折射微透镜构造结构的对准方向；

图19d显示了双折射微透镜构造结构的对准方向，用于不与几何微透镜轴平行的微结构表面的对准方向；

图20a显示了其中将配向层置于显示器的输出偏振器上的构造；

图20b显示了与图20a相似的构造，其中，各向同性的透镜的微结构的方向已被反向；

图21显示了其中将复制的微结构置于显示器上且安装了平面基板的构造；

图22显示了与图21相似的构造，其中，各向同性的透镜的微结构的方向已被反向；

图23显示了2D模式的内部微透镜系统的构造；

图24显示了3D模式的内部微透镜系统的构造；

图25示意性地显示了图23的内部微透镜的前部；

图26示意性地显示了图24的内部微透镜的前部；

图27a显示了图25和26的显示器中的对准方向；

图27b显示了图25和26的显示器中的另选对准方向；

图28a示意性地显示了为45度输出偏振显示而修正的内部微透镜构造的前部；

图28b示意性地显示了使用扭曲双折射微透镜的内部微透镜构造的前部；

图29显示了使用可切换波片以使得可以在2D和3D模式之间进行电切换的内部微透镜构造；

图30a显示了使用一对可切换波片的2D和3D模式的常白(NW)操作；

图30b显示了使用可切换波片和机械可重配置波片的常白(NW)操作；

图31a示意性地显示了图30a的常白2D模式的偏振结构的前部；

图31b示意性地显示了图30a的常白3D模式的偏振结构的前部；

图32a示意性地显示了常白3D模式的偏振结构的前部；

图32b示意性地显示了图32a的2D模式的偏振结构的前部；

图32c示意性地显示了图32a的3D模式的偏振结构的前部；

图33a显示了反射式显示器的构造；

图33b示意性地显示了2D模式中反射式显示器的偏振结构的前部；

图33c示意性地显示了3D模式中反射式显示器的偏振结构的前部；

图33d显示了反射式显示器的3D模式中环境照明对图像亮度的影响；

图33e显示了一种电可切换反射式显示器的构造；

图33f示意性地显示了在2D模式中图33e的显示器的偏振结构的前部；

图33g示意性地显示了在3D模式中图33e的显示器的偏振结构的前部；

图34a示意性地显示了常白模式的灰度级响应；

图34b示意性地显示了常黑模式的灰度级响应；

图35显示了根据偏振切换机构的构造而调节图像数据的设备；

图36显示了最佳位置指示器中的窗口的产生；

图37显示了使用来自LCD背光的光照明最佳位置指示器光学设备；

图38显示了使用内部非双折射微透镜的最佳位置指示器；

图39显示了使用内部双折射微透镜的最佳位置指示器；

图40显示了包括双折射微透镜型显示器的多观察者显示设备；

图41示意性地显示了图40a的显示器的窗口结构；

图42显示了使用上述类型的双折射微透镜显示器的交通信号灯显示系统；

图43显示了可切换的高亮度透反射式显示器；

图44显示了可切换的高亮度透反射式显示器的像素结构；

图45显示了可切换的高亮度透反射式显示器的另选像素结构；

图46显示了可切换的高亮度透反射式显示器的操作方法；

图47显示了使用外部光学部件的增强亮度反射式显示器的构造；

图48显示了使用位于显示器后面的部件的增强亮度反射式显示器的构造；

图49a显示了把第一光学孔径成像到第二光学孔径的偏转反射器的操作；

图49b显示了把第一光学孔径成像到第三光学孔径的基本位于偏转反射器的平面上的平面表面的操作；

图49c显示了另一种偏转反射器；

图49d显示了其中偏转反射器包括倾斜的散射反射式表面以把入射光束导向输出透镜阵列的所需的聚光学孔径的设备；

图50显示了增强亮度反射式显示器的第一工作模式，其中，双折射透镜与偏振修正元件一起使用；

图51显示了图50的显示器的第二工作模式；以及

图52显示了增强亮度反射式显示器的另一种背光构造。

具体实施方式

各种实施例中的一些实施例使用了多个公共元件，为了简洁，对这些公共元件赋予公共标号，并且不重复其描述。另外，在已作必要的修正后，对各实施例的元件的描述同样可以应用于其它实施例的相同元件以及具有相应效果的元件。同样，为清楚起见，显示实施例（为显示器）的附图仅示出了显示器的一部分。事实上，该构造在显示器的整个区域上是重复的。

图9a显示了本发明第一示例性实施例的光方向切换设备（或光定向

分布切换设备)。该光方向切换设备包括无源双折射微透镜和可切换或可变偏振修正设备146(其也可称为偏振器),如图9a所示。在该实施例中,通过其上淀积有各向同性材料134(其上形成有微结构表面136)的透镜基板132提供双折射微透镜。具有限定非寻常折射率的方向的限定双折射光轴方向140的双折射材料138,或双折射材料的定向器位于微结构表面136上。具有平面表面144的微透镜背板142平行于透镜基板132设置,以形成双折射材料138的夹层。可切换偏振修正设备146位于无源双折射微透镜设备的一侧。

图9a的实施例说明了本发明的一个简单实施例。该设备可用于任何需要在两个定向分布之间进行光切换的应用。一种特别希望的应用是与显示设备(例如液晶显示设备)一起或作为显示设备的一部分使用该设备。因此,下面描述的许多实施例是与这种显示设备一起使用的光方向切换设备或形成这种显示设备的一部分。然而,应该理解,在以下显示设备实施例的上下文中所描述的光方向切换设备的许多优选特征也可以单独或组合地应用于在液晶显示设备以外的显示设备中使用的本发明的光方向切换设备(例如图9a中所示的),当然也可以用于除了显示设备或显示器应用之外的设备 and 应用,或者与除了显示设备或显示器应用之外的设备 and 应用一起使用。另外,这些优选特征可以根据那些设备或应用的结构或工作模式而或者直接地、类地的或者等价地在这些其它设备或应用中实施。

下面将与其在各种显示器尤其是可切换的2D-3D显示器和其它应用中的使用相关联地描述图9a所示的设备的操作。一般而言,当在其多数实际应用(包括下面显示器应用的实施例)中实施图9a的设备时,适于把该设备设置为使得输入光在到达偏振修正设备146之前穿过双折射微透镜(在这种情况下,偏振修正设备146用作对已经通过双折射透镜的光的偏振检偏器)。通常这样做的原因在于使得可以将双折射透镜放置在靠近显示设备的光调制元件(例如像素)附近。然而,应该理解,可以使用或设置图9a中所示的设备,以使光可以通过该设备,即,以便穿过偏振修正设备之前的双折射微透镜,或者以便穿过双折射微透镜之前的偏振

修正设备，这也是下面描述的其它实施例的情况。

在工作时，可以对图9a的设备进行设置，以在由一个偏振部件的光照明时，透镜工作，以形成物体的实像。例如，该物体可以是靠近透镜放置的光源。例如，光源可以是显示设备的像素。实像必须位于透镜对物体的相反侧。该实像可以位于窗口平面。虽然在本领域中众所周知，由于透镜的成像性能而导致的畸变会使窗口平面变形，但该窗口平面可以基本上是平面的。

对于第二偏振部件的光，透镜可以具有不同的光学功能，所以在窗口平面上不会形成实像。对于第二偏振部件的光，可以将透镜设置为基本上没有屈光力，以使得对来自光源的光线基本没有修正。在这种情况下，物体和图像位于透镜同侧的基本相同的平面中。因此，在这种偏振模式下，透镜不形成物体的实像。

这种构造优选地允许切换透镜的光学性能，以使得可以在第一模式中形成观察窗口，而在第二模式中不形成观察窗口。

这种设备优选地用于例如使用双眼视差效应的可从2D切换到3D的显示器中，其中，空间光调制器包括设置在透镜的物面上的像素阵列。在第一（自动立体3D）偏振模式中，透镜在基本上在窗口平面形成显示器像素的实像，该窗口平面透镜对于显示器像素的相反侧。基本上位于窗口平面的观察者的每只眼睛将在透镜光学孔径看到由平面图像构成的立体图像对。在第二（2D）偏振模式下，将透镜设置为基本上没有屈光力，因而物体的图像基本上在物面上。因此，当图像位于透镜同侧时，该图像不是实像。观察者的双眼在物面的显示像素平面处可以看到相同的平面图像。在这种偏振模式下，其优点在于观察者看到了空间光调制器的全像素分辨率。

这种设备也可以优选地用于例如可切换的高亮度反射式显示器中，其中，空间光调制器包括设置在透镜的物面处的像素阵列。在第一偏振模式中，透镜把物体成像到透镜相反侧的真实窗口平面。位于该窗口平面的观察者借助适当定位的外部光源能够看到亮度增强的图像。在第二模式中，图像与物面实际上位于透镜的同侧，看不到亮度增强。

在工作时，可以调节该设备，以对可切换偏振器进行设置，以例如能够在2D到3D切换设备或可切换的反射式显示器亮度增强设备中切换平面图像。观察者在第一偏振模式中将看到基本上位于显示设备的透镜孔径平面处的平面图像，或在第二模式中看到位于显示设备的像素平面处的平面图像。这里的图像不是指第一偏振模式中的窗口平面处的像素的实像。可以统一切换可切换偏振器，以使得相邻透镜可以在相同的偏振模式中工作。这使得可以在同一工作模式中看见所显示的图像的区域。这有利于降低可切换偏振器的复杂性和成本。另外，不限制透镜阵列和可切换偏振器的间距。在均匀区域上，透镜阵列和可切换偏振器之间没有视差。

图9b显示了其中将光方向切换设备用于或合并到可切换2D-3D显示设备中的实施例。图9a所示类型的定向分布切换设备安装在LCD的前表面。背光灯60产生入射到LCD输入偏振器64的光输出62。光穿过TFT LCD基板66，并入射到LCD像素平面67中以多行和多列的形式布置的重复像素阵列上。红色像素68、71、74，绿色像素69、72、75和蓝色像素70、73中的每个像素包括单独可控的液晶层，并由称为黑色掩膜76的不透明掩膜区域分隔。每个像素包括透射区或像素孔径78。穿过像素的光由LCD像素平面67中的液晶材料进行相位调制，并由LCD滤色器基板80上的滤色器进行颜色调制。然后，光穿过输出偏振器82，并穿过微透镜背板（载体）142、具有双折射光轴方向140的双折射微透镜138、各向同性微结构材料134和透镜基板132。在该设备的输出端添加了偏振修正设备146。在本实施例中，将双折射微透镜配置为柱面透镜阵列。各个透镜在整个显示器中沿一个方向延伸，并且在垂直方向上这些透镜在整个显示器上重复。把背光灯60、LCD 64、66、67、80、82和双折射微透镜结构142、138、134、132的组合结合在一起以形成显示器148。

图9a和后续附图中显示了LC的定向器的方向。这显示了双折射材料的双折射的非寻常分量的方向。

将双折射微透镜夹在显示器的输出偏振器和检偏偏振器之间。

本实施例的双折射微透镜包括：

- 基板，其设置为使得其热膨胀与显示器基板的热膨胀基本匹配
- 非双折射材料层，该非双折射材料的折射率与双折射材料的寻常折射率基本相同
- 在非双折射材料上形成的微结构表面
- 具有统一双折射光轴方向的双折射材料，该统一双折射光轴方向在微结构表面的平面中基本对准

—微结构，其具有在各向同性材料表面上形成的细长凹表面阵列。

在本说明书中，将双折射材料的光轴方向（定向器方向或非寻常轴方向）看作为双折射光轴。这不会与由通常的几何光学的方式定义的透镜光轴混淆。

背光照亮显示器的后部。偏振器对来自背光的光进行检偏，该来自背光的光随后入射到LCD的像素上。LCD是一种相位调制空间光调制器（SLM），并且使用偏振器将相位调制转换成对像素的输出偏振进行检偏的强度调制。

入射光的相位可以根据穿过像素的电压来调制，对于本特定实施例的薄膜晶体管扭转向列（TFT-TN）型LCD，使用该设备的有源基板上的矩阵寻址晶体管阵列来进行控制。然后，该输出穿过设置在LCD的背板上的滤色器，或直接照射到有源基板上。使用黑色掩膜屏蔽寻址电子器件，并产生良好限定的像素孔径。然后，通过LCD的输出偏振器对该光进行检偏。然后，将输出的光入射到双折射微透镜阵列和随后的检偏偏振器146上。

很显然，在本实施例中，观察者可以看到显示器的各个像素基本上位于透镜阵列的孔处，在空间中的二维平面中。该显示器使用平面显示设备的双眼视差效应，并优选地使得可以显示不透明图像。这适用于其中透镜具有下面描述的屈光力的所有实施例。

图10a以展开的形式显示了在3D工作模式中光从LCD输出偏振器向观察者的传播。LCD输出偏振器82具有与垂直方向成45度的最大透射方向149；双折射微透镜138具有0度的双折射材料光轴方向140；这里，偏振修正设备146包括用作检偏偏振器的线偏振器，其具有0度的最大透射方

向151。光沿着方向150导向观察者。

图10b以展开的形式显示了在2D工作模式中光从LCD输出偏振器向观察者的传播。LCD输出偏振器82具有与垂直方向成45度的最大透射方向149；双折射微透镜138具有0度的双折射材料光轴方向140；偏振修正设备146（即用作检偏偏振器的线偏振器）通过定位为90度的最大透射方向151来进行切换。光沿着方向152导向观察者。

图10显示了双折射微透镜在3D和2D模式下的操作方法。由微结构和双折射材料组合形成的该微透镜在这种情况下是柱面镜，即垂直轴对称的柱面透镜。这种设置仅能够提供水平视差，一般由于观察者双眼的水平间距，这对于许多自动立体应用是足够的。本发明也可用于二维透镜阵列。

通常将来自透射式TFT TN-LCD的光的输出偏振方向设置为或接近与垂直方向成45度的方向。入射到图10a的微透镜上的光可分解为垂直和水平线偏振。垂直偏振状态要经历双折射材料的非寻常轴和聚合物的折射率。由于这些系数不同，透镜的曲率具有光学作用并表现出透镜功能。然后，柱面镜在观察空间中产生窗口，如图6所示。若将其透射轴垂直设置的线偏振器置于双折射微透镜阵列的后面，则在观察空间中检偏的光是导向观察窗口的光，因而产生了3D图像。在这种模式中，该定向分布是3D定向分布。

在水平轴中，来自LCD的分解后的输出线偏振状态经历双折射材料的寻常折射率。由于这是与聚合物材料匹配的折射率，在界面上看不到折射率的变化，并且透镜在该偏振状态下不起作用。因此，若输出偏振器处于如图10b所示的透射轴为水平的状态，则所提供的输出光是基本上没有由微透镜阵列修正过的光的分量，因此不产生窗口，并且，显示器表现为基本上没有对基础显示板的定向分布进行修正的全分辨率2D显示器。

本发明不限于透射工作模式的设备。通常，显示设备可以使用任何类型的空间光调制器来调制从各个像素输出的光，其包括透射式、发射式或反射式，或者甚至它们的组合。显示器可以配置为具有作为背光结

构的一部分的反射镜，以使通过显示器正面入射的光通过显示器反射给观察者。

本发明不限于TFT TN-LCD效应。其它效应包括但是不限于同平面切换（In-Plane Switching, IPS）、垂直对准（Vertically Aligned, VA）、超视觉（Advanced Super View, ASV）和诸如使用电致发光、有机电致发光、等离子、等离子驱动液晶和真空荧光的发射式显示器。

偏振修正设备146（即，可切换偏振器）

在上述的实施例中，可切换偏振器，即偏振修正设备146，仅包括线偏振器，如上所述，该可切换偏振器通过机械再定位和在两个位置之间90度旋转来进行切换。但是，在许多应用中，显示器是矩形的、基本矩形或纵横比不是1:1的一些其它形状。在这种情况下，如果该偏振器也能够在这两个可切换位置之间移动，则不能将该偏振器制成与显示器形状相匹配。这个问题将通过下面描述的另一个实施例而得以解决，在该下一个实施例提供多个设置，因此偏振修正设备需要以保持偏振修正设备的区域相对于显示器的形状而定位的方式而重新定位。在下面描述的再一个实施例中，偏振修正设备以电可切换的形式实现。

图11显示了可以用于偏振修正设备146的偏振器栈（polariser stack）的一种构造。图11a显示了该设备的平面图。基板156具有安装在其一侧的偏振器158和安装在其另一侧的半波片160。图11b示意性地显示了设备中的部件轴线的方向。偏振器158具有与垂直方向成0度的最大透射轴162，而半波片160具有与垂直方向成45度的有效双折射光轴方向164。

偏振器栈包括透射轴位于垂直方向的线偏振器和安装基板，它们例如可以是非双折射塑料和90度偏振旋转元件，该90度偏振旋转元件例如可以是其双折射光轴与垂直方向成45度的宽带半波片。该波片用于把线偏振以两倍的入射偏振角旋转至双折射光轴方向。因此，该半波片具有90度偏振旋转功能。该半波片可由诸如扭转向列单元等另一种90度偏振旋转元件来代替。

图12a显示了在3D模式中显示器的构造。LCD输出偏振器82具有一个

45度（相对于垂直方向）的透射轴149，其后是具有与垂直方向成0度的光轴方向140的双折射微透镜138，其后是具有45度的双折射光轴方向146的半波片160和具有与垂直方向成90度的最大透射轴方向162的偏振器158。3D输出定向分布150朝向观察者（未示出）。

图12b显示了2D模式中显示器的构造。LCD输出偏振器82具有45度的透射轴148，其后是具有光轴方向140的双折射微透镜138，其后是具有与垂直方向成90度的最大透射轴方向162的偏振器158，其后是具有-45度双折射光轴方向146的半波片160。2D输出定向分布154朝向观察者（未示出）。

图12a显示了偏振器栈在与图10a相应的构造中的应用。来自显示器的3D输出处于垂直偏振状态，半波片将该偏振旋转为水平状态并且输出偏振器投射该偏振状态。来自LCD的水平2D输出由半波片旋转为垂直状态并且由输出检偏偏振器消除。

图12b显示了用于2D模式的偏振器的构造，其中，从显示器中去除了检偏偏振器栈，并将其绕水平或垂直轴旋转，并放回显示器的前部。然后，检偏偏振器162去除来自双折射微透镜138的经历过透镜功能的垂直偏振光，并透过未经历透镜功能的水平偏振光。然后输出偏振入射在半波片上，但是因为这里没有后续偏振器，所以这对显示器的输出没有作用。这样，在该方向上，显示器具有全分辨率的2D图像。

图11和12中的半波片和偏振器的取向可以相反，以使半波片用于2D模式而不是用于3D模式，反之亦然。通过考虑半波片的光谱偏振性能来做出最优选择。可使用多栈半波片来提高两个方向的性能。

在所描述的实施例中，将LCD的输出偏振限定为45度。本发明不限于此，并且在未改进的显示器的最优设计中可以任意设置该角度。可以相应调节系统剩余部分中的部件的角度。因此，双折射光轴可以不再平行于柱面镜的长轴对齐。相对于LCD的输出偏振设置双折射光轴，以将输入偏振检偏为两个正交分量。

图13和14分别显示了2D和3D模式中通过上述栈的偏振光的另一种传播形式。

在图13中，定向显示器148位于偏振修正设备146之前，该偏振修正设备包括偏振器158、基板156和半波片160。显示了沿方向166传播的光。在输出偏振器82之后，将光168在45度进行偏振。在双折射透镜138之后，可以将该光分解为两个分量。垂直分量170具有透镜功能，因此包含3D模式的方向性信息。水平分量172不具有透镜功能，因此包含2D模式的方向性信息。偏振器158消除垂直偏振状态170，并允许水平偏振状态172通过。输出波片160将修正输出偏振状态的相位，但由于人类视觉对偏振不敏感，所以波片160的使用者看不见效果，因此产生对应于2D定向分布的2D输出。

在图14中，定向显示器148位于偏振修正设备146之前，该偏振修正设备包括偏振器158、基板156和半波片160。显示了沿方向166传播的光。在输出偏振器之后，将光168在45度进行偏振。在双折射透镜138之后，将该光分解为两个分量。垂直分量170具有透镜功能，因此包含3D模式的方向性信息。水平分量172不具有透镜功能，因此包含2D模式的方向性信息。波片160将垂直偏振170旋转为水平状态，并将水平偏振172旋转到垂直状态。偏振器158消除垂直偏振状态172，并允许水平偏振状态170通过，以产生3D输出。

现在转向另一个实施例，图15a显示了定向显示器148，其位于以另一种形式实现的偏振修正设备146之前，包括可切换波片176和线偏振器184。这些可以以任何适当的方式结构化地安装，这里，将它们如下结构化地安装。可切换波片176夹在一对透明电极178之间，这对透明电极安装在显示器148和电极基板180上。用于提供偏振旋转校正（其可是Pancharatnum校正）的可选波片（或膜）182安装在电极基板180上；线偏振器184安装在可选波片（或膜）182上。这有利于增大显示器的视角。

图中也显示了通过3D系统的光传播。显示了沿方向166传播的光。在输出起偏振器82之后，将光168在45度进行偏振。在双折射透镜138之后，将该光分解为两个分量。垂直分量170具有透镜功能，因此包含3D模式的方向性信息（或定向分布）。水平分量172不具有透镜功能，因此包含2D模式的方向性信息（或定向分布）。在2D工作模式中，可切换波片176的

光轴与水平输入偏振平行对齐，因此不能对从双折射微透镜输出的偏振进行旋转。可选波片182用于提高波片的色彩和视角性能，其功能为本领域所熟知，故此处不进行描述。然后水平偏振状态（带有2D方向性信息）通过输出偏振器。

在3D工作模式中，对可切换波片176进行电控，从而使它的光轴与垂直方向成45度。可切换波片160把垂直偏振170旋转为水平状态，并将水平偏振172旋转为垂直状态。偏振器184消除垂直偏振状态172，并允许水平偏振状态170通过，以产生3D输出。

图15b示意性地显示了来自LCD输出偏振器82的光通过双折射透镜138、可切换波片176和输出检偏偏振器184的传播。为了便于描述，去除了电极和可选波片（例如Pancharatnum校正）。在3D工作模式中，半波片176具有45度的双折射光轴方向164。在如图15c所示的2D工作模式中，半波片180具有90度的双折射光轴方向164。

因此，这里机械切换的元件已由诸如位于透明电极（例如氧化铟锡，ITO）之间的液晶层的电切换的90度旋转功能所代替。在一种工作模式下，对整个设备施加电场，以使其光轴位于一个方向。在第二工作模式中，改变或去除该电场，并且将该设备的光轴也改变为不同的方向。

90度旋转功能可以是可切换半波片，例如，铁电LC单元或向列电控双折射单元。可选地，该设备可以是诸如TN单元的引导模式设备。这种设备在本领域中众所周知。

为了提高该有源设备的光谱和/或视角的性能，可以组合诸如适当取向的“Pancharatnam”构造的半波片等无源波片部件。Proc. Ind. Acad. Sci. vol 141 No. 4 section A, pp130, S. Pancharatanam “Achromatic Combinations of Birefringent Plates”, 1995中举例公开了宽带性能的波片组合。

在下面的讨论中，假定90度旋转设备作为半波片进行工作。在非“Pancharatnam”构造中，可切换波片的非寻常轴方向是0或45度。在“Pancharatnam”构造中，可切换波片的方向例如可以是 ± 22.5 度，且无源波片例如可以是67.5度。

在现有技术的系统中，双折射透镜本身例如包括夹在微结构和其各个表面都具有电极的平面基板之间的液晶材料。为了制造电切换的2D/3D显示器，这就生产了可切换透镜。但是，这些透镜在两种模式中均显示了差的光学质量（例如液晶显示材料的旋转位移），并且需要在微结构表面淀积复杂的电极结构。由于双折射液晶材料的折射率随温度改变，所以这些透镜也表现出了温度依赖性。此外，由于来自镀有诸如ITO的部分反射电极材料的弯曲透镜表面的光的反射，这些透镜也产生了散射前沿分散效应。当在明亮照明的环境中使用时，散射分散会降低显示器的对比度。

但是，在本发明的以上电切换实施例中，该设备包括独立的偏振敏感成像元件和有源偏振切换元件。其优点在于可使用标准的商品化的薄单元切换元件，其具有低的复杂性和制造成本，这直接解决了与切换透镜相关的问题。这种设备也可在宽的温度范围中工作，且可减少由于来自弯曲透镜表面的反射所导致的散射。也可使用标准的单元分隔技术。不必考虑由于微结构的物理形貌的结果导致的不同电场强度。

无源双折射微透镜在制造上也更简单，并且不需要与使用电极层的电驱动方案兼容。特别地，如果使用硬化的LC材料，则双折射材料的折射率特性可在硬化过程中充分地进行设置。这意味着在工作温度变化时，基板和LC材料的折射率会保持基本相同。在具有向列相位材料（如电切换透镜的现有技术的方法中通常所需的）的设备中，材料的折射率会随温度发生变化。这将导致透镜的性能随温度变化，其依赖于匹配的折射率以实现2D模式，并依赖于所限定的焦距以实现3D模式。因此，与本发明相比，透镜在2D和3D模式下的工作方式有限。

本实施例的单独切换90度旋转器元件的另一个优点在于与分隔LC单元相比，当一个基板高度结构化（例如微透镜）时，使用经验证的LC单元分隔技术可以方便地制造它。另外，微结构表面上的电接触可使单元上更容易形成不必要的电接触。电极层的安装在弯曲表面可能更不牢固，使得更容易发生电极剥落。需要考虑可能使设备变厚的电场强度的变化。在微结构表面上制造分段的元件更困难。这使得分段元件的制造更加可

行。

图16显示了分段有源偏振旋转切换元件。总显示区域190可分成其中偏振旋转是0度或90度的部分。通过这种方式，显示器可包括全分辨率2D图像的区域192和定向3D图像的区域194。例如，这可以用于在3D图像周围添加2D文本。在本发明的显示器中，这些区域具有基本相同的亮度，这是本发明的特殊优点。由分段电极提供的多个部分之间存在间隙。这种分段方法可用于偏振修正设备146的其它电切换形式。

图17显示了一个基板上的两个分段198电极之间的间隙区域196中图16的显示器的横截面的细节。将均匀透明电极200设置在相对的基板上。在两个分段电极198之间形成间隙196，以防止两个分段部分之间导电。标出了电场线197。在分段电极之间的间隙区域199中形成了液晶切换材料的变形场区域。

图17还显示了间隙196对设备性能的影响（即，它形成变形场区域199）。显示器的输出非寻常均匀，尤其在3D模式下。如果两个分段电极之间的间隙可见，则它们会作为栅格线出现在显示表面的平面上，并且会导致在最终图像中出现视觉干扰假像。这是因为该间隙将作为2D平面假像出现而干扰3D景深平面，从而导致视觉疲劳。在另一个实施例中，通过定向配向层和切换设备来消除该影响，以使在3D模式中，这些间隙与电极具有相同的切换材料对齐。另选地，间隙可制成足够小，以使电极的边缘场（fringing field）表明可以在间隙中材料已经切换。可通过使用诸如双切换状态材料（例如铁电液晶）的在切换状态之间具有明显阈值的材料来改善这种性能。可增加分段的数目，以提高在2D背景中定位3D窗口的灵活性。

双折射微透镜阵列结构

图18a显示了一个双折射微透镜结构的构造的细节。LCD背板80位于输出偏振器82和微透镜背板142之前。在微透镜背板142上形成配向层202，在进而安装在透镜基板132上的各向同性透镜微结构134上形成第二配向层204。将具有定向器对齐方向140的双折射材料夹在配向层202和204之间，并与配向层对齐。

因此，LCD背板具有安装在其外表面上的偏振器（并可能是本领域中众所周知的视角校正膜）。双折射微透镜栈安装在该表面上。该栈包括具有安装在一侧的液晶配向层的微透镜背板。

双折射微透镜包括透镜阵列，其中至少一种透镜构成材料具有对所有透镜来说双折射光轴方向都固定的双折射性能。例如，透镜可以通过填充平面基板和凹模聚合物基板之间的间隙形成的凸双折射透镜。例如，双折射材料可以是液晶材料，其填充了该间隙，并通过将配向层安装到各个基板上来进行对齐。

例如，微结构表面可实现为包括单个的柱面微透镜、圆形微透镜、离轴透镜、棱镜或衍射结构或它们的组合的结构。

在一个实施例中，将聚合体的折射率和色散设置为与双折射材料的至少一个折射率（例如，折射率的寻常分量）和/或双折射材料的色散基本相同。聚合体和基板材料基本上是非双折射的。（因此，在切换的清除状态下，只存在透镜结构的低可见性）。

双折射透镜通过以下方式形成：

在平面基板和复制的微结构表面上安装（或形成）配向层；

在高温下使用液晶材料填充微结构表面和平面基板之间的间隙。

将材料与配向层对齐，因此形成透镜。

该填充可在高温下进行。对于非固化型液晶材料，需要使用传统技术，例如热固性密封材料，来密封该单元。可选地，双折射材料可以在聚合物网络中硬化。该硬化可通过已知的方法（例如紫外光）来进行。双折射材料可以是以商品化的固化液晶聚合材料，例如来自Merck有限公司的RM257。

通过固定聚合物网络，所以只需在制造时校正对齐条件。此外，与未硬化液晶材料相比，固定聚合物网络的折射率随温度变化较少。

控制复制的聚合物微结构（例如通过激光扫描光阻材料、钻石划线、光阻材料构图和回流）和复制光学微结构（例如通过热压花、注入成形或UV压花等方式）的工艺在本领域中是众所周知的。应该使这种材料的残留双折射最小，以避免微透镜栈的输出中的偏振串扰。当使用输出检

偏偏振器时，偏振串扰会导致3D和2D模式混合。

通过例如旋涂、辊涂、喷涂或气相涂覆等方式，将配向层附着在平面和复制的微结构表面上，或在它们上面形成。可以使用本领域中众所周知的标准摩擦技术，利用小的预倾斜以消除退化，来对各配向层进行摩擦，以产生均一（平面）的对齐，其中液晶分子基本平行于该表面对齐。

例如，如图19a所示，配向层可以是诸如聚酰亚胺纱的经摩擦的不平行于微透镜长轴的均一摩擦配向层。

也可以使用本领域中众所周知的适当暴露在偏振和未偏振光中的光配向层来产生配向层方向和预倾斜性能。微透镜背板配向层202具有对齐方向206，微透镜基板配向层204具有不平行于206的对齐方向208。不平行对齐在单元结构的整个厚度上产生基本均匀的预倾斜。

摩擦方向的定向将取决于LCD的输出偏振，而几何微透镜轴的方向被设置在垂直方向。

柱面透镜描述了其中在第一线性方向边缘（其具有曲率半径）后掠的透镜。几何微透镜轴定义为在第一线性方向上沿着透镜中心的线，即，平行于边缘的后掠方向。在2D-3D型显示器中，几何微透镜的轴是垂直的，因此，其平行于显示器的像素的列。在如这里所描述的亮度增强的显示器中，几何微透镜轴是水平的，因而其平行于显示器的像素的行。

在另一个实施例中，图19c显示了双折射透镜阵列的构造的设置。对微透镜背板142上的配向层20进行设置，以使液晶材料的双折射光轴的方向207与垂直方向成45度。在微结构透镜表面配向层204，将对齐方向209设置为平行于透镜。然后，对于3D模式，输出偏振器的方向与垂直方向成0度，对于2D模式，输出偏振器的方向与垂直方向成90度。这种构造可应用于这里所描述的其它实施例。

图19c的实施例尤其有益于透镜单元的构造。已知的TFT-LCD设备中常用的输出偏振方向被设置为与垂直方向成45度。在操作中，这种偏振状态应该入射到双折射透镜阵列的寻常或非寻常光轴上。一种配置应该将配向层安装到微结构表面或在微结构表面上形成配向层，该微结构表

面平行于或不平行于显示器的输出偏振方向，即与垂直方向成45度。这与几何微透镜轴方向不同的方向。

微结构表面上的液晶材料的对准受形成在其上的配向层和该微结构本身的影响。特别地，微结构本身可以把一些优选的对齐性能赋予双折射微透镜中的液晶材料。这将导致在双折射微透镜中出现不希望的假像，例如双折射材料的旋转位移。这种假像将降低透镜的光学性能，例如，通过增加散射程度，增加图像串扰，降低图像对比度。

优选把配向层取向方向设置为与柱面透镜的几何微透镜轴的方向基本平行，或与其它类型的非对称微结构的长轴基本平行。例如，该长轴可由微结构中沟槽的方向限。对于通过摩擦处理产生的配向层，另外，通过沿柱面透镜的几何微透镜轴的方向进行摩擦或沿基本平行于其它类型的非对称微结构的长轴方向进行摩擦，可以更容易地获得良好的对齐质量。

在一个实施例中，可以在双折射透镜之前使用波片来旋转来自显示器的输出偏振，以使落在微透镜背板上的光的偏振方向垂直，并且双折射微透镜的两个基板处的对齐方向是垂直的。因此，将不会出现旋转位移，并且可以提高显示器的性能。但是，集成这些元件将增加设备成本和制造复杂性。透镜和像素平面之间的其它部件也将使显示器的观察距离增加，这是不希望的。

在图19c所述的本发明的实施例中，将微透镜背板配向层202处的对齐方向207设置为平行或垂直于LCD的输出偏振方向，而将微结构表面配向层204处的对齐方向209设置为平行于几何微透镜轴方向。因此，双折射材料在透镜单元的整个厚度上进行了45度的扭曲。例如，另选地，也可以使用大致135度的扭曲角。这种扭曲可以对通过该单元的光的偏振方向进行引导，以使到该单元的输入偏振为45度，且微结构表面处的输出偏振方向与垂直方向成0度。另外，希望增加该单元的厚度，以使透镜单元中的光学引导性能在整个透镜表面上出现。

因此，在微结构表面上，由于微结构表面的对齐平行于配向层204的方向209，所以可以避免上述旋转位移。

这种元件有利于降低与传统TFT-TN LCD一起使用的透镜单元的制造成本和复杂性，同时还使图像质量最优。

如图19d所示，本发明不限于其中将微结构表面处的对齐方向209设置为平行于透镜阵列的轴的构造。来自TFT-LCD的输出偏振器82的线性输出偏振状态方向211平行于微透镜背板配向层202的对齐方向207对齐。微结构表面配向层204具有不平行于方向207的对齐方向213，从而以一定角度向透镜的几何微透镜轴倾斜。

在一另选实施例中，微透镜可以与垂直方向稍微不同的角度倾斜，以通过在观察平面上产生多个交迭的窗口来增加显示器的有效观察角度。在这种情况下，可以使微结构表面处的双折射材料的光轴平行于透镜的沟槽，以使透镜单元中没有扭曲。然后，将输出偏振器修正元件平行或正交于微结构表面处的材料的双折射光轴进行定向。另选地，可以使透镜中的材料的对齐与微透镜的轴无关。

另选地，对齐机构可以集成为沟槽微结构，例如添加在微透镜的透镜形微结构上的衍射消除结构，以使其可以在复制微结构的制造过程中形成。这具有特殊的优点，即能够降低制造该单元的制造成本和复杂性。使用沟槽微结构来对齐液晶在本领域中是众所周知的。

把衍射结构添加到微透镜阵列中在本领域中也是众所周知的，例如，S. Traut, H. P. Herzig “Holographically recorded gratings on microlenses for a miniaturized spectrometer array”, Opt. Eng. vol 39 (1) 290-298 (January 2000)。这种结构可以用于微透镜表面上的双折射材料的对齐。

可以使用以下这种技术在透镜表面上形成微结构配向层，在该技术中，在微透镜表面上涂覆光阻材料，记录衍射结构，并且随后生成镍薄片以产生复制原版。这具有特殊的优点，即，不需要单独的配向层。该衍射结构理想地具有可见光波长或更小的间距，以避免在最终图像上出现衍射假像。

也可以使用本领域中众所周知的适当暴露在偏振和非偏振光中的光配向层来产生配向层方向和预倾斜性能。

图18a显示了两个同源配向层（例如通过摩擦形成）的应用。在制造过程中，希望在完成显示板的制造之后，或在LCD背板相对侧的滤色器的制造之后安装光学元件。为了使该元件的视角性能最佳，配向层可以平行或逆平行。

图18b显示了与图18a相同的结构，但具有同型（homeotropic）配向层202和同源（homogenous）配向层204。配向层202的双折射分子210基本垂直于表面，而配向层204的双折射分子212基本平行于表面。

图19b示意性地显示了与图18b相同的配向层方向。微透镜背板配向层202具有同型对齐方向214，而微透镜基板配向层204具有同源对齐方向216。

从图18b和19b可见，背板上的配向层可由诸如同型配向层的非摩擦配向层代替。在这种情况下，液晶的对齐基本垂直于背板。复制微结构具有带有预倾斜的同源配向层，以使液晶分子基本平行于复制表面对齐。由于透镜的大部分能量在弯曲表面中，所以这种对齐技术可以提供与图18a的设备相似的光学性能，并希望折射率轮廓在整个透镜表面上具有某些变化。应该小心以保证光轴保持基本平行于所需的输出偏振，以避免不希望的来自透镜的导致液晶模式特性恶化的相位双折射效应。

图18c显示了使用电场218来对齐双折射分子双折射光轴的方向220。省略了前面实施例中所描述的配向层。

图18d显示了使用在微透镜背板142上的同源配向层202和电场218的组合来对齐双折射分子。

可选地，对齐机构可以通过在聚合物网络的固化之前，并且在至少一部分聚合物网络的固化过程中在整个设备上施加电场或磁场来实现。在这种情况下，由于没有其它配向层，所以可以可选地省略一个或两个配向层，如图18c所示，并且由于单个附加的同源配向层位于所示的平面基板上或复制微结构上，所以可以可选地省略一个或两个配向层，如图18d所示。可以通过外部电极将电场和/或磁场施加给不是最终设备的一部分的结构。注意，电场的方向是沿着而不是穿过正介电各向异性材料的单元。对于负介电各向异性材料，可以穿过该单元施加电场。

图20a显示了其中将配向层202直接置于显示器的输出偏振器82上的构造。微透镜背板142已经被有效地去除了。可以如上所述形成或省略配向层202和204。这种构造有利于减小显示器的观察距离。

图20b显示了其中将透镜微结构134的光学表面的取向反转的构造。在这种情况下，各向同性聚合物材料134将具有与更高的液晶材料的寻常和非寻常折射率相匹配的折射率，一般为非寻常折射率。

图21显示了其中将在各向同性微结构134中形成的正透镜（其折射率与双折射材料138的非寻常折射率匹配）置于偏振器82上的另一种构造。

图22显示了在偏振器表面82上的各向同性微结构134中形成的负聚合物透镜的相同情况，其中，该各向同性材料的折射率与双折射材料138的寻常折射率相匹配。

在所描述的所有结构中都可以使用与所需的其它配向层相结合用于对齐双折射材料的电场和磁场。

在任何一个以上实施例中，配向层可以是光配向层或倾斜蒸镀的氧化硅或其它众所周知的配向层。

一般而言，透镜和平面基板之间的空间可以用来设置两个层之间的间距，并随后用液晶材料填充。这不需要使用如许多传统LC单元中所需要的其它隔离材料。确切地说，可以允许该透镜接触平面基板222或偏振器82。

上述实施例不使用标准高温聚酰亚胺作为基板上的配向层，例如，如图18b、18c和18d所示的那些实施例，具有能够在低温下进行处理的优点，这增加了可以使用的透镜材料的范围。非摩擦配向层的另一个优点在于避免了由于微透镜是非平面的而使摩擦容易发生变化。

另选地，可以使用低温配向层材料，例如，来自Nissan Chemical Industries Ltd. 公司的材料。

透镜的成像特性

可根据传统的设计方法和本领域中众所周知的3D显示器的柱镜状屏幕的需求来对柱面双折射透镜进行光学设计。

空间光调制器

上述实施例可在除LCD以外的发射式显示器的范围内实施，例如电致发光显示器或等离子显示器。在大多数情况下，显示器的输出需要安装偏振器，接着是双折射微透镜和光方向切换设备的检偏偏振器。

如果发射技术在本质上是偏振的，那么就有可能省略偏振器或使用高透射效率的净化（clean-up）偏振器。

本发明还可应用于反射式和透反射式显示器，例如液晶显示器。

双偏振器的双折射微透镜显示器的局限

上述实施例的优点（与现有技术的设备相比）是避免了对双折射透镜进行切换的需要，然而它还具有如下的特定特征，这些特征在某些情况下可能就是缺点。

本发明的上述实施例提供了可切换的柱面透镜显示器，其中，在标称情况下，二维和三维模式中的亮度分别只有未改进显示器亮度的50%，通常为40-45%。

此外，这种显示器的标称可视距离取决于液晶显示层和视差光学元件之间的间隔。

举个说明性的例子，在小型手持式显示器中，大约400mm的可视距离通常是比较理想的。例如，4.7" VGA带状像素构造显示器（640X3水平X480垂直彩色像素）具有水平方向50mm，高度方向150mm的彩色子像素间距。典型的3D显示器需要大小为65mm（相当于人类两眼的标称间隔）的窗口。在这种情况下，如果采用0.5mm厚的背板，那么像素平面和色差镜片（其折射率为1.5）的孔径之间的间隔将产生430mm的可视距离。

在这种装置中，像素平面和双折射微透镜的光学孔径之间的间隔必须包括偏振器的厚度和LCD背板的厚度。这样，对于厚度为0.2mm的偏振器，就要求LCD背板的厚度为0.3mm。标准的背板厚度为1.1mm和0.7mm，也可能为0.5mm。这样，对于小型显示器，背板玻璃很可能因为太薄而无法使用现有的许多生产材料。然而，在将来，较薄的玻璃或合适的塑料基板会变得更加商品化。此外，其它可使用的允许很小间隔的基板为如在LCD投影仪领域中开发的，它集成了允许像素平面和微透镜光学孔径之间的间隔约为50mm的微透镜。在处理配向层和安装到LCD上之前采用玻璃

和复制光聚合物来制造背板，这样背板必须能够承受处理温度。然而，由于在批量制造中使用的偏振器不够稳定，所以甚至是该技术也不总是能应用于具有薄背板的本发明的以上实施例。该最后方面的问题可以通过以下实施例来解决。

“单输出偏振器”实施例

现将描述其它实施例，在这些实施例中，消除了上述局限性。这些其它实施例使得对于二维和三维模式显示器的标称亮度为基础显示板亮度的100%。此外，这些实施例的设备使用众所周知的制造过程来提供较短的可视距离。实质上，双折射微透镜阵列位于LCD的背板内或作为其附件，即位于相位调制层（即液晶层）和单个检偏偏振器之间。这样，实际上，基础显示器的输出（检偏）偏振器和光方向切换设备的输出（检偏）偏振器的作用是共享的。

图23显示了显示器的一种这样的实施例，包括产生入射到LCD输入偏振器64上的光输出62的背光灯60、LCD TFT基板66、包括按照列和行布置的像素阵列构成的LCD像素平面67、接着是LCD背板80、双折射透镜阵列138，接着是各向同性透镜微结构134，接着是透镜基板132。以上部件可组合为定向显示设备236。偏振修正设备146位于定向显示设备236之后。与上述“双输出偏振器”实施例相比，省略了LCD输出偏振器82。

沿着传播方向238显示了二维模式中的显示器的操作的一个说明性构造。偏振修正设备146透射水平线偏振光，并抑制垂直偏振光。LCD输入偏振240位于90度位置，并通过扭转向列层由像素孔径78中的液晶材料的ON状态转动到水平偏振（0度角）242，由此来提供常白（NW）模式。在NW模式ON状态中，液晶层上没有施加电压。施加电压以将输出切换到OFF状态或中间状态。双折射微透镜138在该偏振中是折射率匹配的，所以不会给照明带来方向性。偏振修正设备146的输出为水平线偏振244。

图24显示了沿传播方向238的显示器的三维操作的构造。在这种情况下，对偏振修正设备146进行设置，以透射垂直线偏振光，并抑制水平偏振光。LCD输入偏振240位于90度位置，并通过扭转向列层由液晶材料的ON状态转动到水平偏振（0度角）242，由此来提供常黑（NB）模式。在

NB模式ON状态中，对液晶层施加电压。施加降低的电压以将输出切换到OFF状态或中间状态。双折射微透镜138对入射到双折射微透镜138上的偏振状态246产生方向性。在这种情况下，对偏振修正设备146进行设置，以透射垂直线偏振状态248，从而三维模式照明结构是透射性的。

图25示意性地显示了二维模式中该实施例的操作。在大部分标准TFT TN—LCD中，以-45度的最大透射方向250配置输入偏振器64，以使用-45度的线偏振状态来照明相位调制层。对于NW模式ON状态（零电压操作），将LC层之后的背板80内的输出偏振器252旋转90度到+45度位置。将该偏振状态入射到双折射微透镜138上，其光轴254为-45度。使用+45度的偏振光的透射方向256对输出线偏振器258进行定向，从而二维模式照明结构是透射性的。

尽管可使用其它的相位调制LC效果，但在图25中显示了该设备的操作，采用TFT TN—LCD用于说明性目的。在这种情况下，通过以显示器输入偏振器开始，可最好地理解显示器的操作，显示器输入偏振器以-45度的线偏振状态照明相位调制层。对于标准的常白TFT TN—LCD，显示器的零电压操作产生该偏振状态的标称90度旋转（尽管在该偏振状态中通常都存在某些椭圆率），然后将该偏振状态入射到+45度定向的输出偏振器上，并由此透射。当将增大的电压施加给LCD的像素时，对相位调制层的相位进行调节以使入射偏振的旋转量递减，直到电压足够大时，光的偏振基本不再旋转，这样就可以在输出偏振器（它与输入偏振器正交）抑制该光的偏振。

在该实施例的显示器中，对双折射微透镜进行定向，以使它们的双折射光轴方向平行于显示器的偏振轴对齐，在这种情况下为-45度。

对于ON状态，投射到双折射微透镜上的光的偏振状态为透镜没有光学作用的偏振状态。这是因为双折射材料的寻常轴是与聚合物材料匹配的折射率。然后，偏振状态通过+45度的输出偏振器投射，就像标准的LCD那样。

被分解以构成OFF强度级别的偏振状态分量不会由相位调制层旋转。这样，出现的偏振将经受透镜功能。然而，对输出偏振器进行定向，以

抑制该光，以使在最终的显示器输出中透镜功能是不可见的。这样，为处于该模式的标准显示器构造添加双折射元件和偏振修正设备基本上不会改变显示器的亮度和切换特性。

图26示意性地显示了三维模式中该实施例的操作。以-45度的最大透射方向250设置输入偏振器64。对于NB模式ON状态，在LC层之后的背板80中的输出偏振方向253是不旋转的。将该偏振状态入射到双折射微透镜阵列138上，双折射微透镜阵列的光轴254为-45度。使用-45度的偏振光透射方向260定向输出线偏振器258，以透射三维模式照明结构（方向分布）。偏振镜258可绕着水平轴262或垂直轴264旋转。

这样，对上图进行总结，将输出偏振器调节到-45度，平行于输入偏振器和双折射微透镜阵列的双折射光轴。这使得可以对偏振器进行重新设置，例如，通过将其移走、绕着水平或垂直轴旋转及将其更换。由于其偏振为45度，所以无需另外的旋转功能设备（例如波片）以实现正确的偏振状态。

如在别处所述，另选地，还可对透镜光轴的定向进行设置，以使微透镜背板的对齐方向为-45度，而在微结构表面的对齐方向为0度，即平行于几何微透镜轴。在该实施例中，输出偏振258具有最大透射方向260，最大投射方向平行或垂直于透镜138的双折射光轴。

当没有对象素施加场时，将偏振标称地旋转到+45度，这样使双折射透镜折射率与聚合物材料匹配。输出偏振器抑制该偏振状态。因此，在三维模式中显示器变为常黑（NB）显示器。通过对像素施加电压来实现设备的ON状态。这导致输入偏振的相位调制，并生成-45度的偏振分量。然后，这就具有了双折射微透镜的功能，并生成窗口。然后将该偏振状态通过输出偏振器透射。

这样，对于二维和三维模式，该构造均能够实现全亮度的图像。使用无源双折射微透镜意味着在透镜中没有因切换引起的旋转位移，而且设备的制造比切换双折射微透镜更廉价和更简单。此外，与处于（未固化的）向列相位的液晶材料相比，透镜在设备的工作温度中的变化更稳定。

无源双折射透镜在机械上也比切换双折射微透镜更稳定，例如通过使用可选择固化的液晶材料。这就意味着如果对显示器施加压力，例如如果构造并用作为触摸屏显示设备，那么该实施例就不会受由压力引起的液晶流或双折射性能变化的影响。

该透镜的优点是它没有淀积在弯曲表面上的部分反射导电涂层，因此由于透镜表面的反射而显示出低色散。

此外，在微透镜和显示器的像素平面之间没有偏振器。因此，微透镜可位于显示器的背板内，这样，可缩短透镜和像素平面之间的间隔。这可实现较短的可视距离。因此，对于小型显示器，该实施例特别有用，例如在手持式显示器，其中较短的可视距离是比较理想的。例如，4.7” VGA带状显示板具有50mm的像素间隔，对于0.5mm厚的背板可产生430mm的可视距离。

可以在装配LCD之前制造LCD背板，包括双折射微透镜阵列。这种工艺对于LCD投影系统的不同应用的非双折射微透镜阵列的装配是已知的。如果使用能够保持LCD装配所需的温度和化学一致性的材料，可以在装配之前加入双折射材料，或者另选地，在装配之后进行填充。由于在部件安装过程中，在背板中不需要偏振器，所以通常简化了制造。

图27a显示了用在该实施例中的双折射层的任意一侧上使用的配向层的摩擦（或定向）方向的示例。微透镜背板配向层202具有均一的对齐方向268，且微结构表面204具有逆平行的同源对齐270。

图27b显示了可在该实施例中使用的另选配向层。同型配向层276可用在微透镜背板202上，以免除设备的微透镜背板上的摩擦步骤，该设备可以是LCD背板80。同源对齐276用在微结构表面配向层204上。

图28a显示了另外一个“单输出偏振器”实施例，其中，对ON状态的输出偏振进行调节，以使双折射微透镜阵列的双折射光轴平行于透镜阵列的柱面镜的几何微透镜轴。这可便于生成平行于显示器柱状显微透镜的几何显微透镜轴布置层。可以方便地产生与显示器地柱面透镜的几何微透镜轴平行的配向层。可通过采用像素平面和透镜阵列之间的合适的偏振旋转功能来实现这一点。例如，可由半波片或TN导向元件来产生旋

转功能。更详细地说，图28a显示了本发明的显示器中的元件功能的示意图，其中半波片278插入在LCD像素平面67和双折射微透镜阵列138之间。其透射轴250被设置为与垂直方向成-45度的LCD输入偏振器64在LC层之后，处于NW ON状态的LC层以45度偏振状态方向252照明LCD背板80。设置半波片278，使其具有67.5度的双折射光轴方向280。其后是具有与垂直方向成0度角的双折射光轴方向282的双折射微透镜阵列138，以及具有与垂直方向成90度角的透射轴方向284的线性输出偏振器258。

另选地，例如对2D工作模式，如图28b所示的，在双折射透镜138中可存在双折射材料的扭曲。其透射轴250设置为与垂直方向成-45度角的双折射微透镜阵列138在LC层之后，处于NW ON状态的该LC层以+45度偏振状态方向252照明LCD背板80。微透镜背板配向层202具有45度的对齐方向253。对于二维模式，其后是具有与垂直方向成0度角的双折射光轴方向282的微结构表面配向层204，以及具有与垂直方向成90度角的透射轴方向284的线性输出偏振器258。在三维模式中，偏振器被旋转90度，且TFT-TN显示器被设置为NB模式。

图29显示了另外一个“单输出偏振器”实施例，除了这里由可切换90度偏振旋转器176（例如半波片）和（线性）偏振器184形成的偏振修正设备146，该实施例与图24所示的实施例相同。它们可以任何合适的方式进行物理安装，这里它们在电极基板180的任意一侧上形成，如图29所示。电极基板180在一个表面上承载有可切换旋转器176的一个透明电极178。可切换旋转器176的第二透明电极178承载在透镜基板132的外表面上。偏振器184位于电极基板180的另外一个表面上。为了对齐可切换波片176的液晶材料，可将合适的对齐材料（未示出）置于电极178的表面上。

这样，在该实施例中，如图29所示，90度偏振旋转器，例如可切换波片，可用于使二维和三维工作模式之间能进行电切换。在二维工作模式中，可切换波片具有与输出偏振器透射轴平行对齐的双折射光轴，以使输出偏振不会受到影响。在三维模式中，将波片定向为与输出偏振器成45度角，以使具有微透镜功能的偏振状态旋转90度角，且由输出偏振

器透射。如上所述，在二维模式中显示器工作在常白模式，在三维模式中工作在常黑模式。可切换波片还可与另外的无源波片组合，以提供Pancharatnam型宽带构造。

另选地，可切换波片可由导向模式偏振旋转器替换，如本领域中众所周知的。

除了以上“单输出偏振器”实施例的上述优点之外，它们具有一个共同的特征，也就是在二维模式中它们工作在常白模式，而在三维模式中它们工作在常黑模式。另选地，可将三维模式设置常白模式，将二维模式设置为常黑模式。

一般来说，大部分的TFT-TN显示器工作在常白模式。在显示器构造和工作中，这对可视角度和亮度均匀性都是有好处的。对于该LC效果，常黑模式一般具有比常白模式更小的视角特性和更差的均匀性。

现将描述另一个实施例（下文中称为“双常白”实施例），它使得二维和三维模式都可以实施为常白模式。

第一“双常白”实施例如图30a所示。除了在LCD输入偏振器64和LCD TFT基板66之间设置了另外一个可切换90度偏振旋转器290之外，该实施例与图29所示实施例相同。这可以任何合适的方式进行物理安装，这里通过设置在LCD TFT基板66的外表面上的可切换旋转器290的第一透明电极288、及设置在LCD输入偏振器64和LCD TFT基板66之间的附加电极基板286、在一个表面上承载第二旋转器透明电极288，在另一个表面上承载LCD输入偏振器64的附加电极基板286。

第二“双常白”实施例如图30b所示，除了包括可切换90度偏振旋转器176、透明电极178、电极基板180和偏振器184的偏振装置由单个偏振器184替换之外，该实施例与如图30a所示的第一“双常白”实施例相同。这样，在总体上，图30b的第二“双常白”实施例包括单个偏振器定向显示设备236，其中具有夹在电极层之间的第二可切换90度偏振旋转器层290的电极基板286和一对透明电极288安装在LCD输入偏振器164和LCD TFT基板66之间。在双折射微透镜138之后是透镜基板，其后是偏振修正设备146，在该实施例中，该偏振修正设备为偏振器186。

这样，图30a和30b各显示了其中对于二维和三维模式其工作模式均为常白的显示器。对于该LC效果，常白操作将允许比常黑操作模式更高的对比度和更出众的视角性能。在这种情况下，对于三维模式，将输入偏振由输入可切换波片旋转，相应地，对于常白操作，将输出偏振对齐。

输出偏振器可以是如图30a所示的有源设备或如图30b所示的无源设备，在图30b中去除了有源偏振旋转器设备，代之以偏振器292，对其进行机械上的重新配置，以在多个模式之间与输入可切换波片同步地进行切换。

图31a显示了图30a的显示器在二维模式下的操作。将LCD输入偏振器的透射轴方向250设置为-45度。可切换半波片290的光轴方向293与输入偏振方向250对齐，所以对它没有影响。在NW模式ON状态，像素平面67上的LC层将偏振旋转90度，以产生LCD背板80中的45度偏振方向294。将双折射微透镜138的双折射光轴方向296设置为-45度，以使入射偏振状态的折射率与各向同性材料匹配，且不产生透镜效应。可切换波片176具有以45度角对齐的双折射光轴方向298，所以仍然没有对偏振产生影响。输出偏振器184具有以45度对齐的透射轴方向300，以透射二维偏振光。

图31b显示了图30a的显示器在三维模式下的操作。第一可切换波片光轴方向293与输入偏振方向250成45度角，以使偏振状态旋转90度为+45度。处于NW模式ON状态的扭转向列单元将输入偏振旋转90度，以产生-45度地偏振状态，该偏振状态以-45度的光轴方向296入射到双折射微透镜138上。这样就产生了透镜功能。通过第二波片176以0度的双折射光轴方向298旋转该光，以使该光以-45度的偏振方向300通过最终输出偏振器184投射。

图30b的显示器的操作是相同的。

图32a显示了另外一个实施例，在该实施例中，二维和三维工作模式均处于NW模式。背光64照明LCD输入偏振器64，LCD输入偏振器在LCD TFT基板66上产生基本线性的偏振光。该光的偏振由LCD像素平面67上的各个像素来调制，并且该光通过LCD背板80投射到输出偏振器184。安装电极基板180。透明电极178夹住可切换90度偏振旋转器176。在偏振旋转器176

的输出端形成双折射透镜138，由双折射材料构成，其折射率之一与各项同性透镜微结构134的反射率基本匹配。各向同性透镜微结构安装在透镜基板132上。

在操作中，液晶显示设备60、64、66、67、80、184以传统的常白工作模式进行工作。偏振器64、184可另外集成广角可视膜，如本领域中众所周知的。

图32b中显示了二维模式中设备的操作方法。LCD输出偏振器184产生与垂直方向成+45度角的线偏振状态295。它以与垂直方向成45度角的光轴方向297入射到可切换波片176上。这样，波片176不会对偏振状态产生影响，该偏振状态以45度的双折射光轴方向299入射到双折射透镜138上。偏振状态具有透镜的寻常折射率，该折射率与透镜基板的各向同性材料匹配，这样就不具备透镜功能。

如图32c所示，在三维工作模式中，波片176具有平行于垂直方向的光轴方向297，这样导致输入偏振旋转90度。这样，入射到双折射透镜阵列138上的偏振就平行于双折射材料的非寻常轴，并且产生透镜效果。这样，就在该工作模式中产生了可视窗口。

如别处所述，可切换波片176可更换为其它已知类型的偏振旋转元件。此外，双折射透镜138可进行扭曲，以使微结构表面上双折射材料的对齐平行于透镜轴。

这种配置的优点是，它能够产生全亮度的二维—三维可切换显示器，其中这两种工作模式均为常白。然而，像素层和透镜孔径之间的大量部件意味着该显示器的可视距离很可能相对较长，这在大多数应用中是不希望的。另选地，可在其构造中采用较薄的材料层。例如，微片玻璃或聚合物膜。此外，还需要能够承受LC基板处理温度的偏振器元件。

反射式“单偏振器”双折射微透镜显示器

上述实施例均包括透射式或发射式显示器。现将描述另一个实施例（下文中称为“反射式实施例”），在该实施例中，实现了一种反射式显示器。图33a显示了第一反射式实施例。这也适用于透反射式显示器，其中具有显示器的透射部分和反射部分。

如图33a所示,该第一反射实施例包括LCD TFT基板66,其后是包括具有可切换LC层的反射镜阵列的LCD透射式像素平面302,各个可切换LC层形成反射式像素孔径304。LCD背板80位于像素平面上方,其后的波片栈306通常在这种反射式显示器中使用,以调节显示器的偏振特性。微透镜基板142位于波片栈上方,同时双折射微透镜阵列138位于其外表面上,与各向同性透镜微结构134相关联。透镜基板用于支撑层134。在该实施例中包括线偏振器308的偏振修正设备146位于显示器系统的输出端。

图33b显示了该实施例在二维工作模式下的操作。线偏振器308具有90度的透射轴方向310。该光入射到双折射微透镜138的寻常折射率上,其具有0度的双折射光轴方向312。该光穿过波片栈306,并落在反射式像素平面302上。该光被反射,但被显示为通过层302透射,为的是能够解释清楚(即显示为“展开的”,即顺序显示输入和输出路径,如通常在本领域的)。该光穿过波片栈306、双折射微透镜138和偏振器308。当该光入射到折射率匹配的透镜138上时,不会产生方向性,且显示器为二维显示器,即输出照明经历双折射材料的寻常轴,这样就不经历透镜的作用,然后由偏振器透射。这样就可看到全亮度和全分辨率的图像。

图33c显示了该实施例在三维工作模式下的操作。与其二维模式下的旋转对齐相比,线偏振器308旋转了90度,以使其具有0度的透射轴方向310。该光入射在双折射显微透镜138的非寻常折射率上,其具有0度的双折射光轴方向312。该光穿过波片栈306,并落在反射式像素层302上。该光被反射,但被显示为通过层302透射,为的是能够解释清楚(即显示为展开的)。该光穿过波片栈306、双折射微透镜138和偏振器308。当该光入射到非折射率匹配的透镜138上时,产生三维方向性,且显示器为三维显示器。

这还意味着当入射偏振平行于未与聚合物微结构折射率匹配的非寻常折射率时,该入射光将通过微透镜阵列功能在像素平面上成像。这样外部光源将成像到显示器的像素上。

如果如图33d所示根据光源正确定向,那么这还可用于提高显示器的亮度。图33d显示了在三维工作模式中,外部光源314将由双折射透镜阵

列138聚焦，以在像素平面反射器302上形成图像316。然后，该光被反射，以在观察窗口37、40的区域内形成光源的图像318。

环境光源将在像素平面上成像，并向观察者窗口平面散射。如果显示器定位正确，那么对于限定的光源，这可以用于提高显示器的亮度。

总的来说，根据本实施例的显示器能够在二维和三维工作模式下显示全亮度，这对于低功耗显示系统和对于在环境光中工作的显示器尤其有利。

通过相应地改变双折射光轴和偏振修正设备轴，可将本实施例应用于不同的基本LCD偏振结构。

图33e显示了第二反射实施例，其中可切换偏振器是可电切换的。除了这里的偏振修正设备146由可切换90度偏振旋转器176（例如半波片和（线性）偏振器184）构成之外，该实施例与图33a所示的实施例相同。这些部件可以以任何合适的方式进行物理安装，这里它们位于电极基板180的任意一侧，如图33e所示。电极基板180在其一个表面上承载可切换旋转器176的一个透明电极178。可切换旋转器176的第二透明电极178承载在透镜基板132的外表面上。偏振器184位于电极基板180的另一表面上。

图33f显示了图33e的设备在二维模式下的操作。偏振器184具有与垂直方向成90度角的线偏振透射方向320，它以90度的双折射光轴方向322入射到可切换偏振旋转器176上，因此不会发生偏振旋转。该光以0度的双折射光轴方向324入射到双折射微透镜138上，因此入射偏振折射率匹配，并且不经受透镜功能。该光穿过波片栈306，并在像素平面302上被反射回去穿过波片栈306（在图33f中显示为展开的）。将通过最终偏振器184输出的偏振具有双折射微透镜的寻常轴方向，且平行于可切换偏振旋转器176的光轴方向322，最终通过偏振器184透射。因此，总的来说，在二维工作模式中，90度偏振输入不会被可切换波片旋转，且透镜是折射率匹配的，因此不会产生定向输出。

图33g显示了图33e的设备在三维模式下的操作。偏振器184具有90度的线偏振透射方向320，它以45度的双折射光轴方向322入射到可切换

偏振旋转器176上，因此会发生90度的偏振旋转，并且来自旋转器的输出偏振与垂直方向成0度。该光以0度的双折射光轴方向324入射到双折射微透镜138上，这样入射偏振的折射率不匹配，并产生透镜功能。该光穿过波片栈306，在像素平面302上被反射回去穿过波片栈306。将通过最终偏振器184输出的偏振具有双折射微透镜138的非寻常轴方向。该偏振状态与可切换偏振旋转器176的光轴方向322成45度角，因此会被旋转90度，以平行于偏振器184的透射轴方向320，所以被透射。这样，总而言之，在三维工作模式下，输出偏振被旋转90度，并且输出偏振以0度角入射到微透镜上，使得透镜功能起作用。

另选地，以上实施例还可在透反射式显示器中实施。图45显示了透反射式显示器的示例像素的细节。所示红色像素326、蓝色像素328和绿色像素330由小间隙332间隔开。各个像素包括设置用来反射来自显示器前面的光的反射区域336、设置用来透射来自背光的光的孔径区域462（即开放像素孔径）。

在透反射式显示器中，显示器以反射和透射两种模式进行工作。像素一般是反射式的，至少具有一个孔或者是部分透射的，以使来自背光的光能够到达用户。这样显示器就能够范围广泛的光照条件下工作。这对于某些应用特别有用，例如其中光照条件由明亮的阳光照明到黑暗的室内和夜晚场景变化的汽车应用和照相机。自动立体显示器可能需要在相似条件工作。

在三维或多用户工作模式下，需要观察窗口在透射和反射模式下均相同。这样，可以使透射孔具有与反射像素基本相同的宽度，例如如图45所示。然后，这些窗口的输出在反射和透射工作模式下具有基本相同的轮廓。

在透反射式显示器中，由于显示器的构造需求，反射和透射平面可稍有不同。然而，在间隔上的差异通常与微透镜的聚焦深度呈足够小的比例。

常黑模式下的灰度响应校正

在上述某些实施例中，常黑模式用于三维工作模式。这可能会涉及

不同颜色之间缺乏灰度均匀性的问题，这个问题可以如下解决。

图34a显示了对于常白显示器TFT TN—LCD的示意性像素响应342，在输入电压340下每种颜色338的归一化透射比的曲线图。在低电压下，该设备具有最大的透射比，这样该设备就处于常白（NW）模式。

如图34b所示，可以将其与常黑模式的示意性灰度响应进行比较。图34b显示了对于红色波长346、绿色波长348和蓝色波长350的常黑（NB）TN—LCD像素，在输入电压340下的输出灰度级344的曲线图。

在这种情况下，三种颜色具有不同的反应，特别是在低灰度时。

以下的描述假设对TN单元进行设计使其具有与红色和绿色通道之间的调谐波长（例如在该波长上双折射率和物理厚度的乘积为该波长的一半）相同的光学厚度。对于红色通道，该单元设计意味着在未驱动状态，阻滞太小而无法提供完全的旋转输出，这样红色对比度有限。对于绿色通道的未驱动状态，单元的阻滞太大，这样可通过提高电压来减小单元的阻滞，这样绿色就通过最小的阻滞，蓝色通道也类似。当单元被驱动到ON状态时，三个通道的标称透射比是相同的。对于常黑操作，可通过调节OFF状态的输出偏振器的定向及采用灰度校正方案转换数据信号来优化红色通道的输出对比度。可通过采用灰度校正方案转换和偏置信号来调节绿色和蓝色通道的输出。

可采用颜色校正算法来优化该模式下显示器的颜色性能。如图35所示。通过灰度校正单元354处理图像数据输入352，以基于通过偏振修正设备146的设置所限定的设备的操作模式给出合适的最终灰度响应。将适当校正之后的数据信号358发送到显示器360。可在硬件或软件中进行灰度校正单元356的实施，或在二者之间分配。

对于所需的对比度变化，必须使用关闭轴视角对显示器进行优化。透镜的双折射光轴方向应该与输出检偏器紧密匹配，以使双折射微透镜的可变厚度波片的影响最小。

还要注意的，虽然在上述某些实施例，二维模式工作于常白模式下，而三维模式工作于常黑模式下，但可通过改变输出偏振器和微透镜组的相对取向来使其相反（即二维模式工作于常黑模式下，而三维模

式工作于常白模式下)。

本发明可采用使用TN效应之外的其它效应的基础显示板,在这种情况下,可对对准结构进行调节,以优化取决于输出偏振和该效应的视觉特性的性能。

观察者跟踪和观察者定位

在上述所有实施例中,可通过设置使微透镜阵列与来自用于测量观察者位置的探测器的信号同步地移动来实施观察者跟踪。通过这种方式,观察者可从范围广泛的观看位置连续看到三维图像。对于采用水平视差的显示器,只能在单独的水平轴移动。

在不具备观察者跟踪传感器的系统中,可使用能够告诉用户是否在最佳观看位置的指示器或“最佳位置”。当用户位于正确(无畸变)的最佳位置时,他们可用左眼看到左侧的图像,用右眼看到右侧的图像。当他们移到不正确(畸变)的位置时,图像被交换,用户一般都会感受到视觉疲劳。

在本发明的另一个实施例中,可以将最佳位置指示器366设置为独立于显示器的设备(即,它不使用任何SLM像素)。

最佳位置指示器可以与可切换二维—三维显示器的光学输出兼容。

图36显示了最佳位置指示器的一般操作。对三维显示器进行设置,使其在显示器的窗口平面42中产生右眼窗口362和左眼窗口364。其右眼374位于右眼窗口362且左眼376位于左眼窗口364的观察者可看到整个显示器上的图像。对指示器366进行设置,以在与显示器窗口平面42一致的最佳位置窗口平面368(但为了解释的目的,在图36中单独显示)产生一系列重复的窗口。最佳位置窗口平面368包括重复的黑色窗口阵列370和彩色窗口阵列372。各个窗口370和372的宽度基本上为显示窗口362和364的宽度的两倍。

指示器和显示器图像可以容纳在相同的显示器外壳之内。当对三维观察进行定向时,指示器可位于显示器的上方或下方。

图37显示了使用来自LCD背光的光照明指示器部分的后部。更具体地说,图37b显示了最佳位置指示器366的这种照射方法,其中通过反射器

386和光导向器384收集来自冷阴极荧光灯382的光，用于显示器380的照明，背光系统也被用于照明最佳位置指示器366。另选地，可将背光导向器384扩展到最佳位置指示器366下面的区域。

以下为包括最佳位置指示器的其它实施例。

对视差光学元件进行设置，以将光源和掩模阵列成像于与三维显示器的窗口平面在同一位置的平面上。当观察者位于显示器的非畸变位置时，指示器呈黑色，而处于畸变位置时，指示器呈彩色，例如红色。用于最佳位置指示的视差光学元件与用于图像显示的视差光学元件是独立，这样作的好处是可使显示器的整个图像区域用于三维显示。例如，用于最佳位置指示的视差光学元件可以是柱镜状屏幕、全息或视差遮光板。

图38显示了本发明的一个实施例，其中用于该指示器的视差光学元件包括柱镜状屏幕和掩模，对其进行设置，以使来自其它透镜的光变暗。具体来说，对背光388进行设置，以产生基本散射的照明390，它照明窗口生成掩模392。由高折射率材料398和低折射率材料400微结构化材料构成的间隔材料394使窗口生成掩模392与透镜阵列396相分离。对安装在基板404上的透镜阻挡掩模402进行设置，以阻挡来自透镜阵列396的其它透镜的光。透镜内填充有非双折射聚合材料，该非双折射聚合材料具有与用在显示器成像部分的双折射微透镜阵列中的双折射材料的非寻常反射率基本相同的反射率和散射特性。这样，该透镜具有与用于显示器的透镜基本相同的光学性能，但其不需要任何偏振器。透镜阻挡掩模基本上位于透镜光学孔径平面上，并可位于像素平面和透镜之间，或透镜和观察者之间（如图所示）。

在另外一个实施例中，如图39所示，如用在显示器成像部分中一样，可以将相同的双折射视差光学元件用在最佳位置指示器中，使用另外的掩模402来屏蔽中间的透镜和适当的偏振器406，以产生视差光学元件功能。更详细地说，对背光388进行设置，以产生基本散射的照明390，它照明偏振器406和窗口生成掩模392。间隔材料394使窗口生成掩模392与双折射透镜阵列138及各向同性透镜微结构相分离。对安装在基板404上

的透镜阻挡掩模402进行设置，以阻挡来自透镜阵列138的其它透镜的光。另选地，指示器可包括图像显示微透镜阵列的掩模屏蔽替代微透镜，并具有包含显示数据的像素，以生成合适的窗口结构。

优选地，背光可以是诸如LED的窄带光源或电致发光显示器，这样可使指示器的可视性最大，而且系统中的光可得到有效利用。可选地，来自现有背光的光可用于省略了偏振器、像素孔径和透明电极材料（例如ITO）的情况中。可在显示器的二维操作期间关闭指示器照明。

上述实施例提到了自动立体三维显示器，其中可产生其大概尺寸为平均两眼间距的可视窗口。该显示器生成立体对，位置正确的观看者可看到具有景深的图像。然而，应该理解，本发明不限于在二维和三维之间切换，而是本发明可以在其中将任何光输出从一个位置或方向分布切换到另一个位置或方向分布的应用中实施。

所谓的多用户显示器就是这种应用的一个例子，这里等同于上述的三维模式，需要将不同的图像显示给不同的观察者（利用各个用户相对于显示器的不同位置）。此外，将相同的图像显示给所有的用户等同于上述的二维模式。

图40中显示了第一多用户实施例。图40以平面视图显示了可产生观察窗口408、410、412和414的双折射微透镜显示器406，例如，它可用在汽车的仪表板上。对窗口尺寸进行配置，使其大于观察者两眼之间的间距。驾驶员使其右眼416位于窗口408内，使其左眼418位于相同的窗口408内。类似地，乘客使其左眼422和右眼420位于单个窗口414内。对于双画面显示器，窗口408和412包含相同的信息，窗口410和414包含相同的信息。对于像差设计目标，可以方便地使窗口410和412位于显示器的乘客和驾驶员之间。如果输入了第一图像426和第二图像428，那么例如，图像信号交织器424将把图像426放在显示器的偶数列，把图像428放在显示器的奇数列。显示器的光学元件把图像426导向窗口中408的驾驶员，把图像428导向窗口414中的乘客。该显示器以在与上述二维—三维显示器相同的方式工作，但实际上观察窗口更大了，这样不同的观察者可位于不同的窗口内。这样的显示器适合于车载应用，例如车载或机载娱乐、

导航和信息系统。

该显示器可显示两个同时的图像频道，例如电视和导航。对窗口进行配置，以使从驾驶员的位置只能看到导航频道。乘客或乘客们可看到电视频道。同一显示器可进行电设置，使其用于右侧驾驶或左侧驾驶配置。当车辆停止时，可将娱乐频道电切换给所有的观察者。

该显示器包括如以上任何一个实施例中所所述的无源微透镜构造，第一工作模式相当于标准的二维显示器，即，相同的图像显示在所有的观察窗口中，即，所有的乘客在显示器表面上看到的是相同的图像。

在第二工作模式中，使用输出窗口阵列来设置显示器，其中至少包含两组不同的图像。

图41示意性地显示了图40的显示器的窗口配置。对理想化的窗口绘制了亮度430与位置432的关系。驾驶员的眼睛416、418位于窗口408内，在那里他们可以看到图像426。乘客的眼睛420、422位于另一个窗口内，在那里可看到图像428。观察者不必位于显示器的相邻窗口内。

例如，需要在距离显示器1000mm的位置具有250mm宽的观察窗口时，考虑具有50微米像素间距的4.7" VGA显示器，微透镜和像素平面的背板间隔约为0.3mm。因此，对于上述内置微透镜配置这是合适的，其中制造时可采用复合背板。

以与上述二维—三维实施例相同的方法，数据在整个显示器的列中交错。在所示示例中，偶数列显示图像1的数据，而奇数列显示图像2的数据。

在一种工作模式中，以下情形是比较理想的，不允许车辆驾驶员看到娱乐图像，即使他移动头部的位置。可使用一个附加的传感器，以使得如果驾驶员试图移到了不正确的观察位置中，那么显示器会关闭。

在多用户显示器的另一个实施例中，可以如图42所示配置交通信号灯显示系统。图42以平面视图显示了本发明的可产生观察窗口434、436、438和440的双折射微透镜显示器406，例如，它可用在车道信号系统中。对窗口尺寸进行设置，使其大于观察者两眼之间的间隔。一个车道中的驾驶员使其右眼442位于窗口434内，使其左眼444位于窗口434内。类似

地，另一个车道中的驾驶员使其左眼448和右眼446位于窗口440内。如果输入了第一图像450和第二图像454，那么图像信号交错器424将把组合交错的图像放在显示器406上，以使正确的图像发送到正确的方向。显示器的光学元件把图像450指向窗口440中的驾驶员，把图像454指向窗口434中的乘客，例如为不同的车道发出不同的指令。在其它时间，通过切换到非定向输出模式（等同于二维—三维实施例中的二维模式），显示器将为两个车道显示相同的指令。

还可对显示器进行配置，使其在不同的窗口显示不同的数据，目的是吸引路过该显示器的用户的注意力。例如，这种显示器可应用于信息亭、自动售货机和公共显示信息系统。

双折射微透镜显示器406可由任何集成了根据本发明的光定向切换设备的适当显示器构成，即，例如空间光调制器可以为LED显示器。在一种工作模式中，信号为所有观察者显示相同的图像，而在第二种工作模式中，在一条车道上的观察者只能看到来自有限范围的方向内的信号。例如，可应用这一点以使只有靠近该光的用户才能接受他们的指令。

可切换透反射式显示系统

在另外的实施例中，本发明的光定向分布切换设备可用作用于透反射式或反射式显示器的亮度增强辅助装置。

再参照图33d，光源314可通过透镜阵列138在三维显示器的像素反射器平面302上成像，以提高观察窗口37、40上三维图像的亮度。

图43显示了第一可切换亮度辅助装置实施例的透反射式显示器的侧面画面。背光灯60对LCD输入偏振器64进行照明，该偏振器64后面是LCD TFT基板66和透反射式像素平面468。设置了LCD背板80，其后是双折射微透镜阵列138、各项同性透镜微结构134、透镜基板132和包括线偏振器466及可切换90度偏振旋转器176的偏振修正设备。

对该透反射式显示器进行设置，以对透射和反射的光进行调制。

图44显示了具有增强亮度模式的二维透反射式显示系统的一个像素配置。将像素设置为通过垂直像素间隙332和水平像素间隙333分隔的多列红色像素326、蓝色像素328和绿色像素330。在该示例中使用像素反射

器460的剩余区域将透明像素孔径分为两个区域456、458。这样，各个像素包括具有孔的反射式电极，在该孔中可透射来自背光的光。

图45显示了一个其它的像素配置，其中反射式和透射式区域的设置是变化的，使用单个像素孔径462基本覆盖像素326的一半，其剩余部分为反射式像素孔径336。

显示器的双折射微透镜结构以与图33e所述相似的方式工作。然而，在本实施例中，透镜按行布置，而不是按列布置，以使每只眼睛可以看到显示器上图像亮度相同的相同图像。透镜的间距基本上等于像素行的间距。

在本实施例中由显示器生成的窗口不是为了为观察者提供三维图像，而是显示亮度增强的区域，如现在所述。

图46显示了位于具有透反射式像素结构333、460、456、458的反射式背板之上的双折射透镜阵列138。来自外部光源468的光通过透镜138聚焦于背板的反射部分，又从背板向观察者472散射回去。来自背光的光透过像素的透射区域456、458，并且也向观察者聚焦。

在第一工作模式中，对偏振修正设备进行设置，使透镜不具备屈光力，这样该设备如标准的透反射式显示器一样工作。在第二工作模式中，对偏振修正设备进行设置，使透镜具备屈光力，将外部光源作为一图像阵列成像于像素平面的反射部分，如图46所示。像素平面的反射部分基本上位于外部光源的图像阵列的图像平面内，尽管存在一些相对位移使图像散焦，以来增加反射部分上的图像的光点的尺寸。

光被反射器散射，一部分光入射到微透镜上，虽然其显示为不同于输入透镜的微透镜，但也可以是相同的透镜。透镜聚集来自像素的光，并将其向观察者传播，以提供亮度增强的图像。透镜阵列中的各个透镜产生基本上相同的来自图像阵列中各图像的定向分布。该定向分布限定了可视区域。然而，实际上，在来自图像阵列中的各个图像的光的定向分布中可存在小的差别。这至少是由于以下原因：

一图像相对于各输出透镜光轴的相对位置在整个显示器上可能是变化的，例如，按照需要产生观察窗口。例如，这可能是由其中图像阵列

的间距与透镜阵列的间距稍有不同的外部光源的位置太近而导致的。

—透镜的异常特性随着光点相对于微透镜阵列的光轴的相对位置而变化。

—对于不同的图像，由反射器反射的光的角度分布可能会不同（例如，在随机散射器基本上位于该图像上的情况下）。

如下文更详细的描述，成像于观察者的所需的光的方向471不同于来自显示器平面的光的镜面反射的方向469，这样的好处是，来自设备平面的光的镜面反射不会降低显示器的对比度。

透镜还可用于有效地聚集来自像素透射部分的光，并将其以增强的亮度向观察者传播。

该系统的优点是，可通过透镜的聚焦作用来提高显示器的亮度，尽管亮度增强的区域在范围上是有限的，需要用户适当地定向显示器。如果环境光不合适，那么用户可选择以其传统的广角工作模式来使用显示器。这对于设置为高亮度低功耗模式的手持式电池供电的设备来说特别有效。亮度增强是全色的，因此该设备可用于全色和单色显示器。

在本发明的另一个实施例中，反射层可位于以反射式设置的方式工作的透射式显示器的后部，如图47所示。外部光源500照明显示器的前部，在显示器的前面包括可切换偏振器502和双折射微透镜阵列138，其处于第一工作模式，用于聚焦通过显示器的光。透镜阵列中各个单独的透镜包括成像光学孔径541。

来自第一透镜的孔541的光透过LCD基板504，相位调制LC层506包括像素孔径区域508和像素间隙区域510。然后，该光透过第二LCD基板512和后偏振器514，落在安装在基板520上的构图偏转反射层516上。构图偏转反射层516包括反射区域518和孔区域519。反射区域518的间距基本上与透镜138的间距相同。

透过孔区域519的来自环境光源500的光入射到背光单元522上，对背光单元522进行设置，以反射来自该输入的光。在透反射式显示器中，背光单元522还通过附加光源（未示出）来提供来自显示器后部的照明。

从背光入射的光线524通过孔区域519透射，而入射在反射区域518

上的光526将向着背光单元重定向，在背光单元中它可以再循环。

在第一工作模式中，外部光源基本上由透镜138作为图像阵列聚焦到基本上位于该图像阵列的图像平面上的偏转反射器区域518上。例如，这些区域可包括散射反射器，例如粗糙的金属化表面，以提供光源的偏转。特别地，该偏转器只提供水平偏转特性，而透镜提供垂直方向的散射。这样，偏转反射器518就具有了以下的功能，将来自第一透镜孔径541的光偏转到第二透镜孔径543，该第二透镜孔径543不同于第一透镜孔径541在其上形成由平面反射器沿着图像平面扩展而成像的图像的透镜孔径。这将在下文中参照图49a和51b进行更详细的描述。

这样，从偏转反射区域反射的光528由相邻的透镜孔径543捕捉，并向位于显示器前面的锥体中的观察者530成像。将外部光源的各个图像通过相应的第二透镜孔径543导向到基本相同的定向分布。方向528与镜面反射方向529相分离，以便提高显示器的对比度。

因此，偏转反射器518用于将来自第一孔的光导向到透镜阵列的第二孔。在图47和50所示的取向中，第一和第二透镜孔径541和543是该阵列的不同透镜，但不是对环境光源500的所有位置都是这种情况。对于某些环境光源位置，对于同一透镜的不同部分（即不同的透镜孔径）可以产生本发明的增强亮度。例如，可将显示器设置为柱面透镜阵列138，其中柱面透镜的几何微透镜轴是水平的。在标准工作模式中，光源500将位于显示器的上方，以使通过第一孔541进入的光由第二透镜543反射并成像到输出定向分布，如图47所示。在这种情况下，很明显，各图像通过不同于形成各图像的透镜的透镜反射。另选地，光源500可位于显示器的一侧，但位于柱面透镜阵列138的光轴上。然后，透镜阵列138将光源500成像到基本上位于反射器平面上的第一图像阵列上。然后，相同的透镜会聚来自反射器的光，并产生具有亮度增强优点的输出定向分布。然而，通过使用光偏转反射器，各个相应的图像的有限区域将被反射到透镜的一个区域（即透镜孔径），该透镜区域不同于下面的透镜部分（即透镜孔径），由平面反射器沿图像平面扩展而将形成图像有限部分的透镜部分（即透镜孔径）反射到该透镜部分上。因此，最好认为偏转反射器518是

移动和改变透镜孔径，光通过该透镜孔径导向，而不是移动和改变透镜。这适用于这里所述的所有实施例。

优选地，透镜阵列138为连续表面起伏无倒角透镜。使用无倒角透镜的可能性使得在免受不希望的图像缺陷和光损失影响的情况下能够实现亮度和对比度增强的优点。

与孔区域519的宽度相比，可以增加偏转反射器区域518的宽度，以在增强反射模式下提高显示器的观察自由度，或减小其宽度，以在背光模式下提高显示器的观察自由度。

通过这种方式，可以使用外部光源有效地照明显示器，并从观察位置的范围提供更高亮度的工作模式。本实施例的特殊优点是无需改变显示设备的内部结构；可将亮度增强元件添加到显示器的外表面上。对于基础LCD显示板，可通过使对现有制造方法的改变最小来降低系统的成本。

例如，在第一模式中，显示器可以以常黑设置工作，在第二模式中，显示器可以以常白设置工作。按行来布置透镜138，并通过相对于水平轴倾斜显示器来设置最优亮度。

在第二工作模式中，如别处所述，可去除透镜的光学效果，例如，重新配置偏振器502。这将用于去除双折射透镜138的效果。在这种情况下，显示器将具有基本一致的观察区域，与第一模式的最佳观察位置相比，其亮度降低了。另选地，可由具有固定焦距的透镜替代透镜138和可切换偏振器502，以使显示器永久地以聚焦设置工作。

很明显，本实施例的无源双折透镜和切换偏振器可由非切换透镜和有源切换透镜替代。这适用于这里所述的实施例。

图48显示了一另选的亮度增强显示系统，其中，与图47所示实施例不同的是，所有的附加元件均位于显示器的后部。在这种情况下，显示器为透射式显示器，包括前偏振器532、相位调制像素层534和后偏振器536。在第一工作模式中，来自环境光源500的光穿过显示器，在显示器的后偏振器536上进行偏振。对可切换90度偏振旋转器，例如半波片进行设置，以对落在双折射透镜阵列138上的光的偏振进行定向，以使它们具

有聚焦作用。然后，将该光聚焦到构图偏转反射器516上，该构图偏转反射器516形成在基板520上，包括反射区域518和孔区域519。将从偏转反射器518反射到第二孔543的来自第一孔518的光向观察者眼睛530所在的显示器观察区域成像。如上所述重新产生亮度增加的区域。

在第二工作模式下，对可切换偏振旋转器538进行设置，以对落在透镜138上的输出偏振方向进行设置，以使透镜基本上没有聚焦作用。然后，该光落在构图反射元件516上。将反射该光的一部分，而剩余的部分将透射到背光中，在那里被散射并再反射。可以将反射元件518的整数个间距设置为基本与显示器像素的垂直间距相同，以避免该工作模式下的波纹效应。

对偏转反射器相对于透镜的相对位置进行设置，以将反射器518的输出和光源529在设备的平面表面上的镜面反射相分离。优选地，可以与许多不同的显示板像素间距一起使用这种元件。

可以通过使用固定焦距透镜替代可切换旋转器538和双折射透镜138来对该设备进行设置。在这种情况下，反射器的间距无需基于显示板像素的垂直间距，以避免波纹效应。

优选地，可将附加元件作为显示器的独立元件进行组装，减少组装时间，并因此降低显示器的成本。作为特殊的优点，这种元件可以与许多不同的显示板设计一起使用，用于降低投资和减少非重复的工程费用。

图49a还显示了本发明的偏转反射器的作用。对透镜阵列540进行设置，以通过包括图像数据像素的显示板539对环境光源500进行成像。由第一透镜孔径541对该光进行成像，并聚焦到偏转反射元件上，该偏转反射元件例如可以包括散射器542和构图平面反射器544。例如通过锥体546显示单一输入光线547的来自反射器的反射光分布。

这样，将来自偏转反射器542、544的光导向第二透镜孔径543。第二透镜孔径可以是单独的透镜或同一透镜的一部分。在第二透镜孔径上，基本校准来自偏转反射器的光，并将其导向观察者530。

图49b显示了与本发明的偏转反射器相比，平面反射器的作用。孔541上的透镜将来自光源500的光聚焦到反射平面上。例如，由于在具有透镜

基板的散射器54的边界处的平面菲涅耳反射而形成的平面反射器将光线547反射到光线549，相关的光输入光锥体由孔545处的透镜校准。然而，来自平面反射器的输出光549的方向平行于来自系统的其它平面表面的镜面反射529的方向，例如，如所标记的。因此，如果没有偏转反射器的作用，那么系统将以镜面方向对光进行导向。因此，将所需的调制光添加到镜面反射，并且图像的对比度将会降低。此外，在正交（位于页面之外）方向，将没有任何方向性被反射器施加到光锥体上，这样，在该方向上的照明范围是有限的。这样，偏转反射器可用于提高显示器在平行于柱面微透镜的几何透镜轴的方向上的观察自由度。

另选地，可以使用在第二个方向上具有屈光力的透镜来提高显示器的观察自由度。

图49c显示了构图偏转反射器的使用，例如可以由具有构图金属化结构552的粗糙表面来形成该偏转反射器。另选地，该偏转反射器的表面可以具有至少一个微间距微透镜阵列的形式。该偏转反射器可由全息元件单独构成或结合折射光学元件一起构成。

图49d显示了一种另选构造，其中在构图金属化倾斜表面552上形成该偏转反射器，以将光锥体导向观察者，并远离显示器其余平面表面的镜面反射方向。这种构造可通过减小为充满必须的透镜孔径所需的输出散射锥体556的尺寸来有利地提高显示器的亮度。一般来说，希望光源相对于用户的位置位于显示器的上方，所以可以匹配偏转的定向以满足用户的几何位置。构图偏转反射器554还可以由各构图区域内的微棱镜阵列构成，以有利地降低棱镜的高度，并放宽制造容差。

反射器元件544可设置为偏振敏感反射膜（例如，3M公司的DBEF™）的构图层。

图50显示了本发明的一个实施例，其中通过环境光源（未示出）对透射空间光调制器进行照明，该透射空间光调制器包括前偏振器532、相位调制像素层534和后偏振器536。入射光线558由透射式显示器532、534、536调制，并以偏振方向560进行偏振。在第一工作模式中，对可切换偏振旋转器561进行设置，以旋转偏振方向560，以使偏振状态562平行于无

源双折射透镜阵列138的非寻常折射率。这样，透镜就具有了聚焦作用，并用于在包括散射器564和偏振敏感反射膜片566的反射元件的平面上充分地产生光源的图像。例如，膜566可以是3M公司的DBEF™。从膜566反射的光被散射成锥体568，以使一些光被导向远离镜面反射的方向。偏振反射光由透镜138校准，并通过偏振旋转器561透射，以使偏振状态570平行于后显示器偏振器536的透射方向。然后，将该光例如沿光线571导向观察者。

透反射式显示系统还包括光源572和光导管574。通过膜566以偏振方向576对来自光源572的光577进行偏振，并入射到与其透射方向正交的显示器的后偏振器536上，并且由此被吸收。

图51描述了第二工作模式。对可切换偏振旋转器561进行设置，以使输出偏振状态578平行于双折射透镜138的寻常折射率，并在基本没有聚焦作用的情况下透射。该光穿过散射器564和偏振反射膜566，在此入射到光导管574上。该光线由光导管反射，并以偏振状态透射回显示器的后偏振器536，在此传输给观察者。

来自光源572的光577由光导管574通过膜566向显示器导向，在显示器处由偏振器536透射。

通过这种方式，可设置可切换高亮度反射式显示器。优选地，反射元件可以是连续层，而不是构图层，这可降低构图反射层的制造和对齐成本。

为了减小系统的厚度，可切换偏振旋转器561可位于透镜138和反射器566之间。偏振旋转器可以是电子偏振旋转器开关，例如相位调制液晶层。

在图50的构造中，其中，显示器处于增强亮度模式，在显示器的输入偏振器处消除来自背光的光。可以另外使用该模式的背光，如图52所示。将来自偏振器536的偏振光入射到可切换偏振旋转器561上。将偏振状态旋转90度，并入射到双折射微透镜138的非寻常折射率上。然后，将该光聚焦到包括散射器564和反射镜元件580的反射器上。然后，在锥体内向透镜阵列将该光反射回去，在该透镜阵列对该光进行重新校准，例

如，沿光线571通过显示板536、534、532将该光导向显示器的观察区域。

从散射反射器564、580反射来自背光光源572的光线582，并通过透镜阵列138和偏振旋转器561。然后，将该光入射到偏振器536上，在偏振器536处透射一线偏振状态。通过如上所述切换可切换偏振旋转器561，使显示器工作于第二模式，而基本不需要改变定向分布。如在所有上述实施例中，可切换偏振旋转器561和透镜138可由电可切换透镜或固定焦距透镜替代。

应该理解，上述实施例只是示例性的，本发明可在任何设备、器件、系统或装置等中实施，以在不同定向分布之间切换光。

例如，本发明中所述实施例一般指的是第一或第二模式之一，其中，输出定向分布与输入定向分布基本一致。例如，可通过将双折射材料的寻常折射率设置为与用于形成微结构表面的各向同性材料的折射率基本相同来实现这一点。在本发明的范围之内，第一和第二模式均可设置未改变输入定向分布。例如，可通过将双折射材料的非寻常和寻常折射率设置为不同于相邻材料的折射率来实现这一点，例如用于形成微结构表面的各向同性材料或空气（如果没有各向同性材料）。然后，第一和第二输出定向分布彼此互不相同，且不同于输入定向分布。

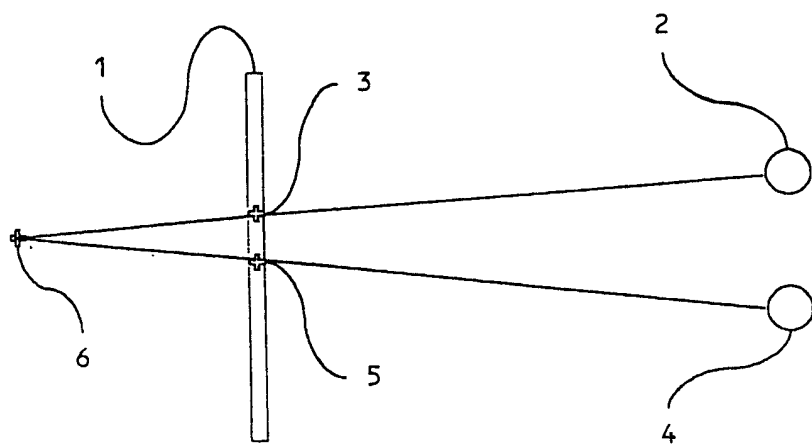


图 1a

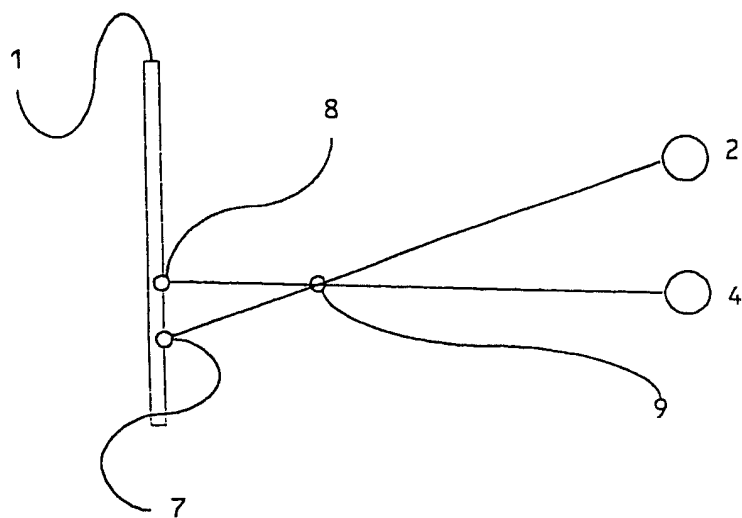


图 1b

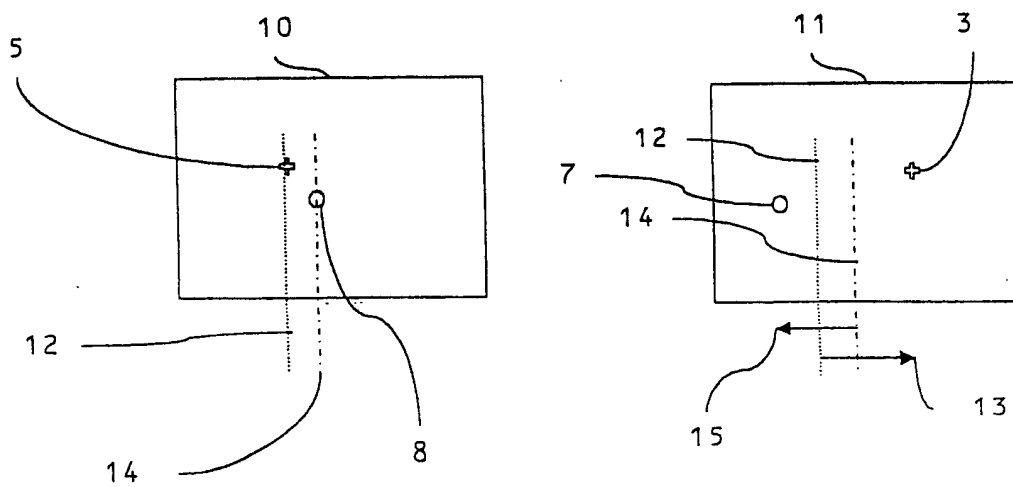


图 1c

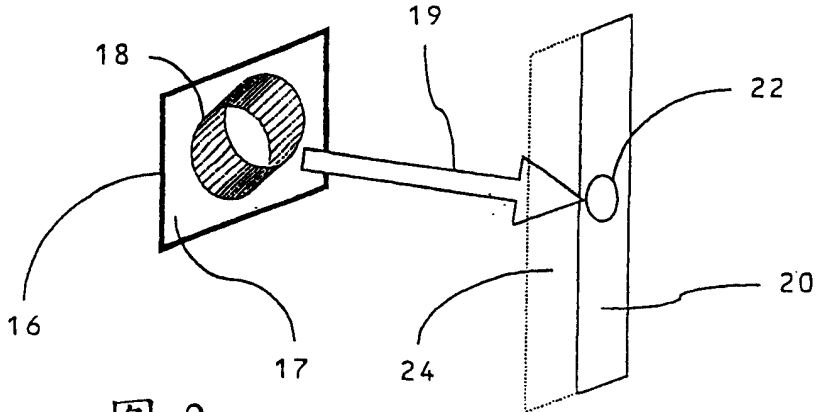


图 2a

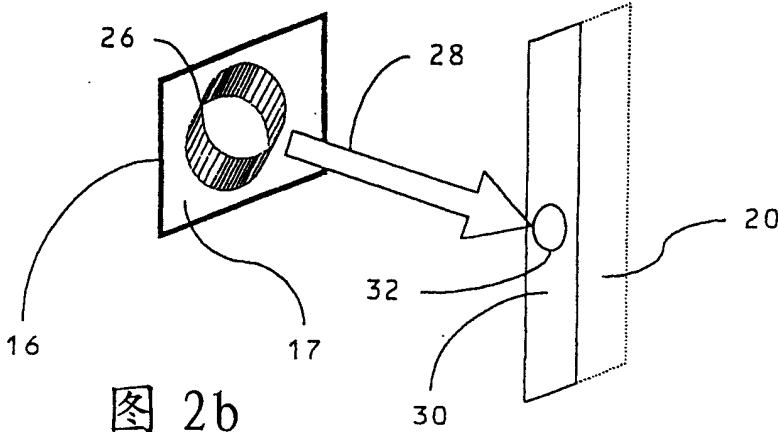


图 2b

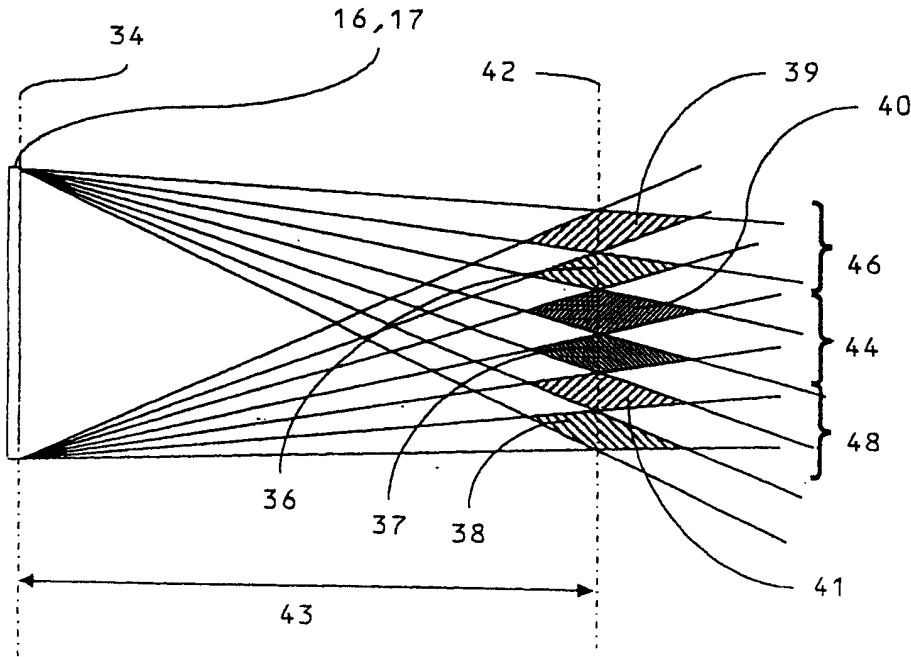


图 3

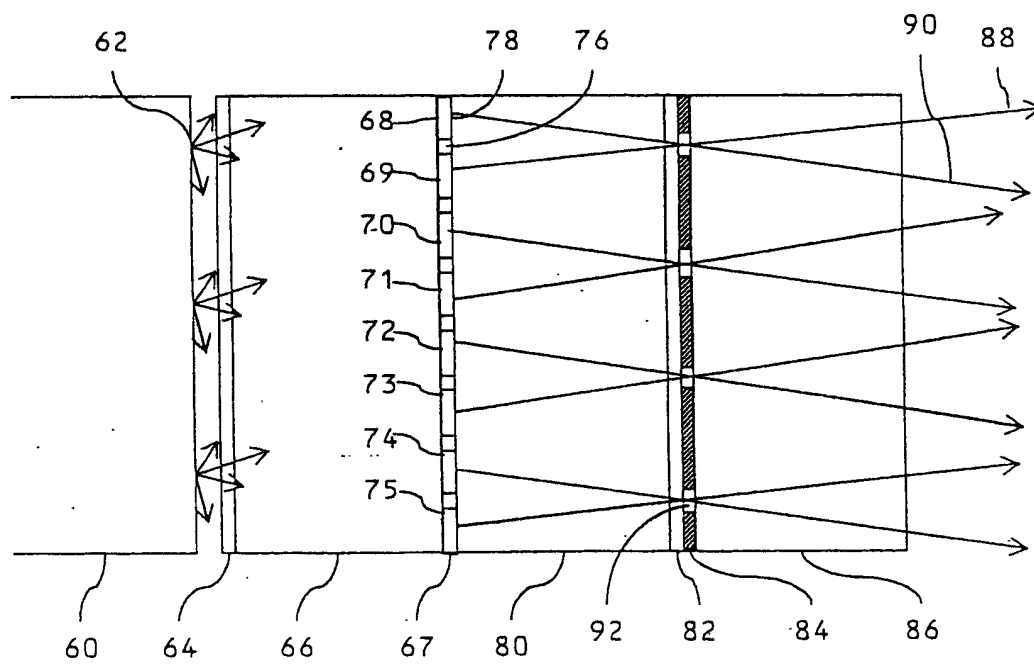
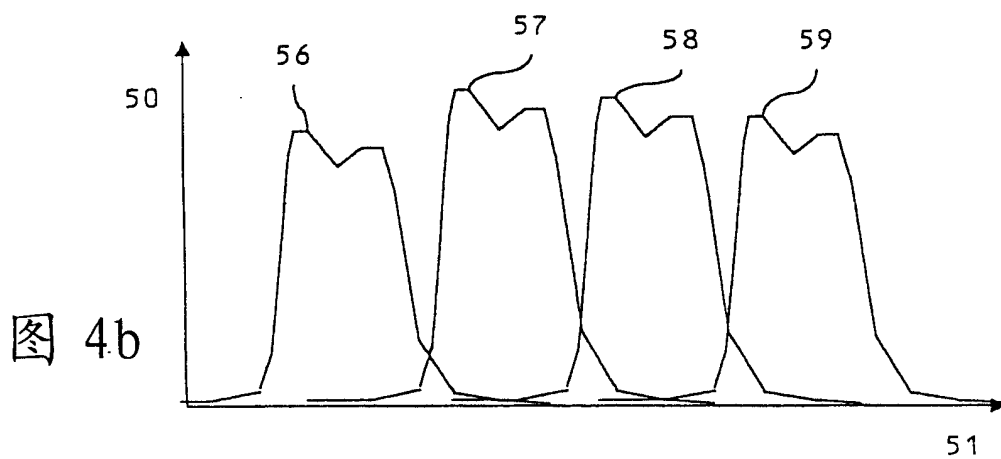
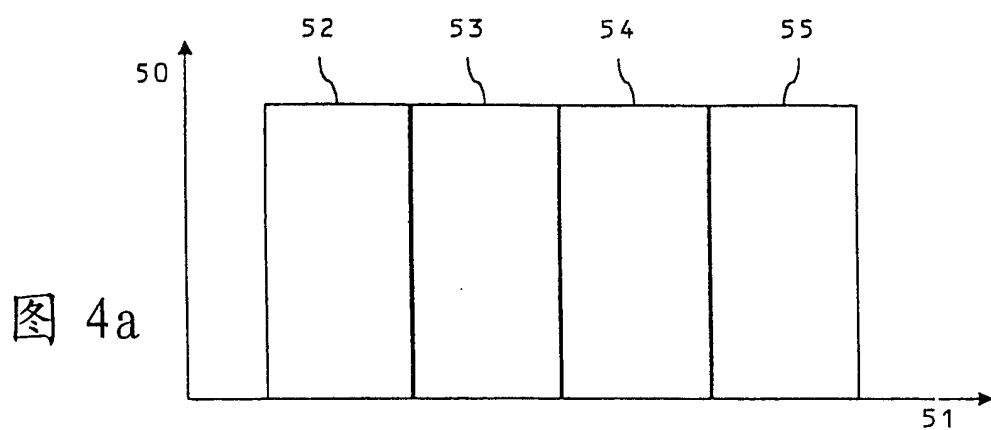


图 5

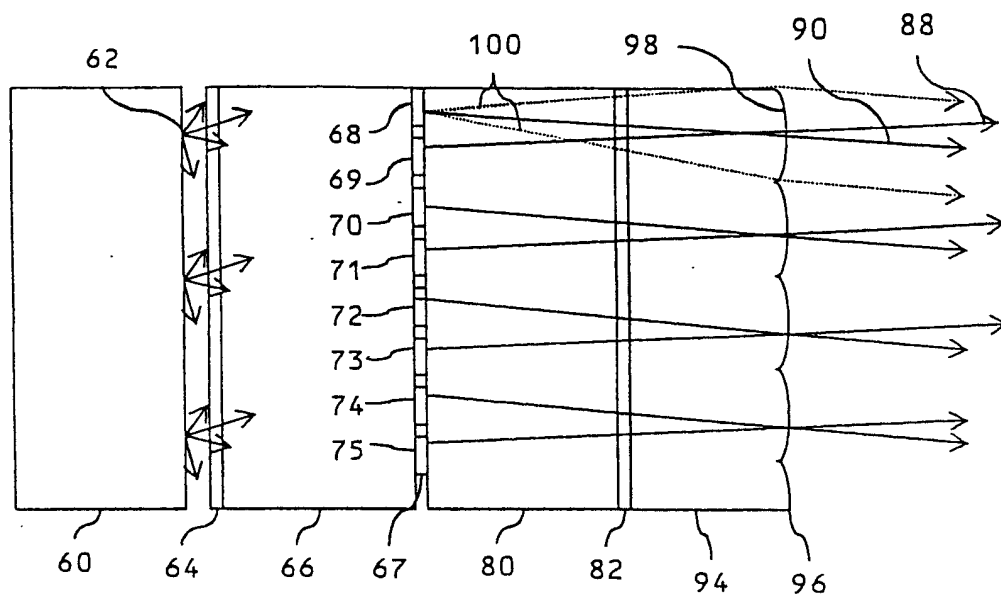


图 6

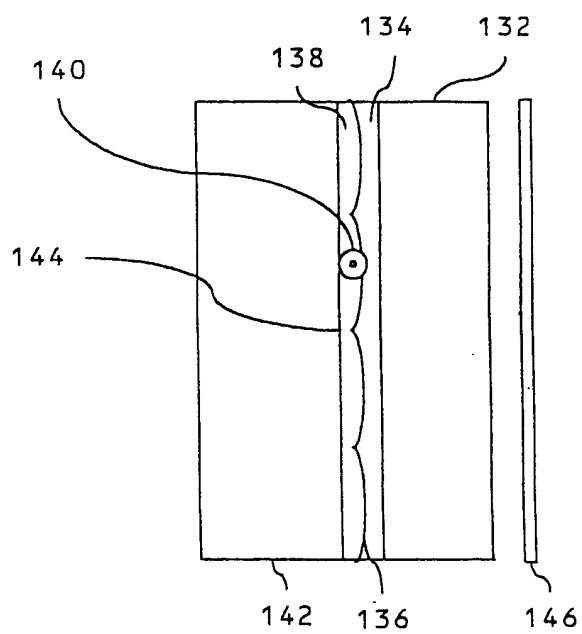


图 9a

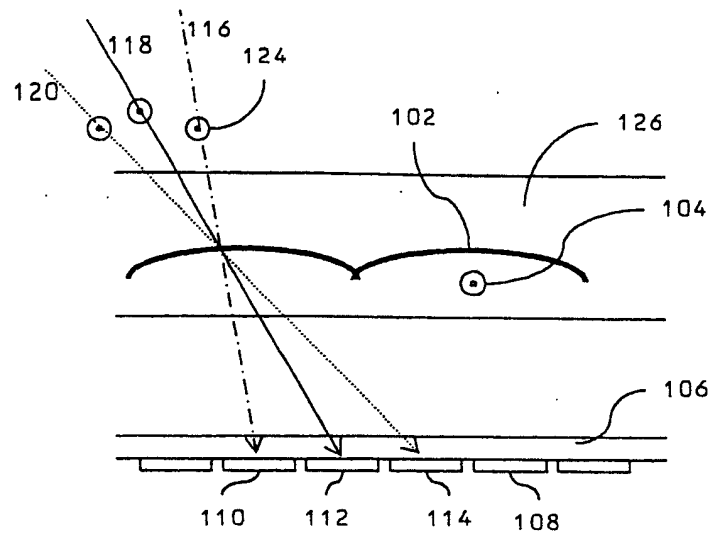


图 7

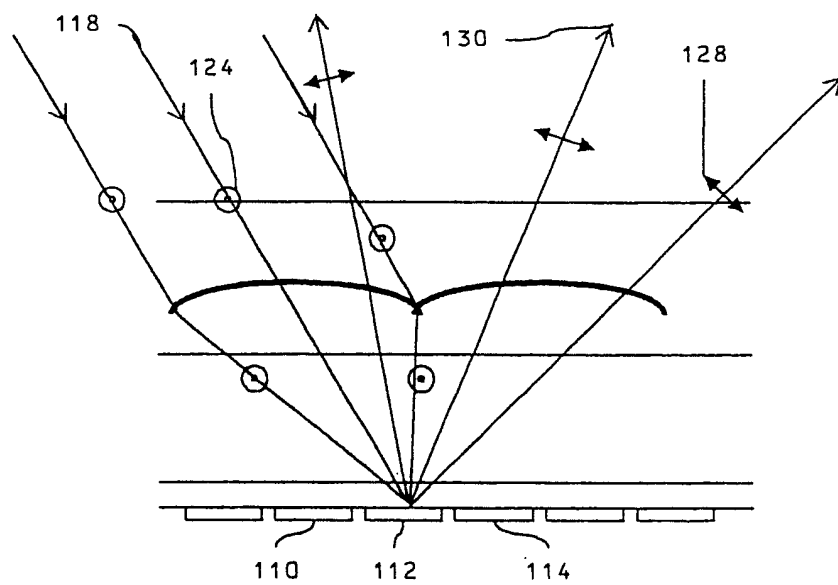


图 8

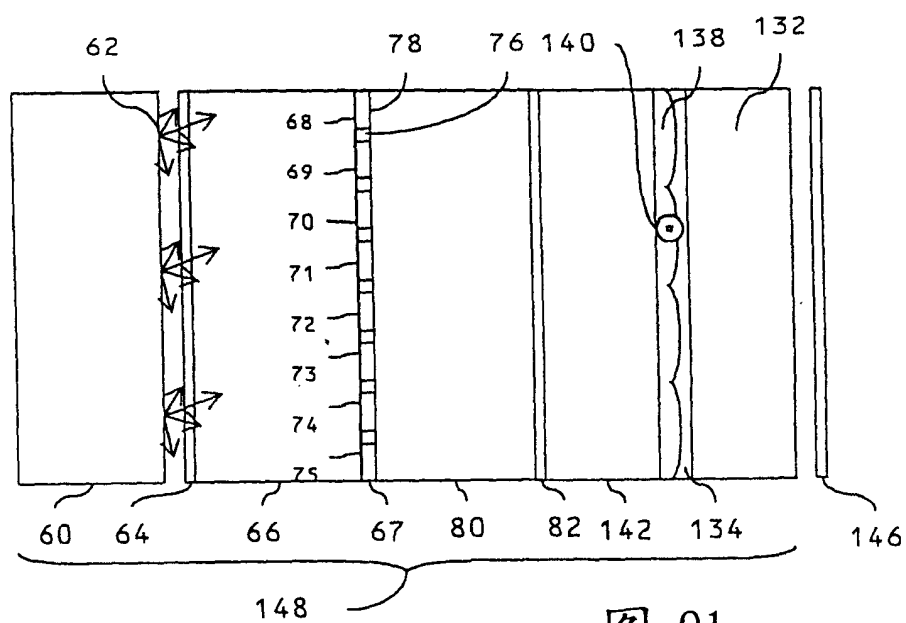


图 9b

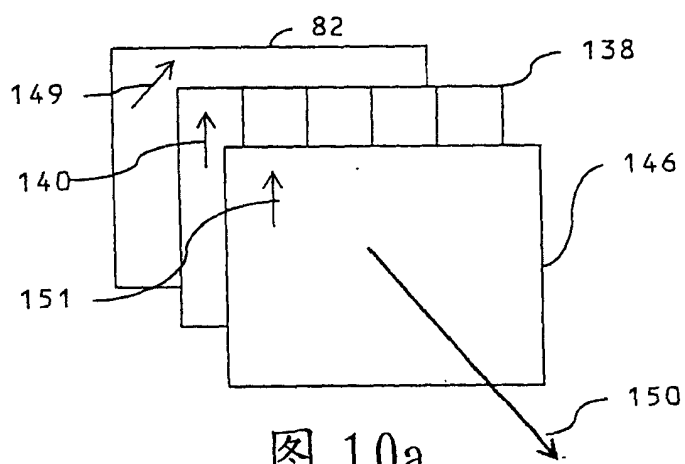


图 10a

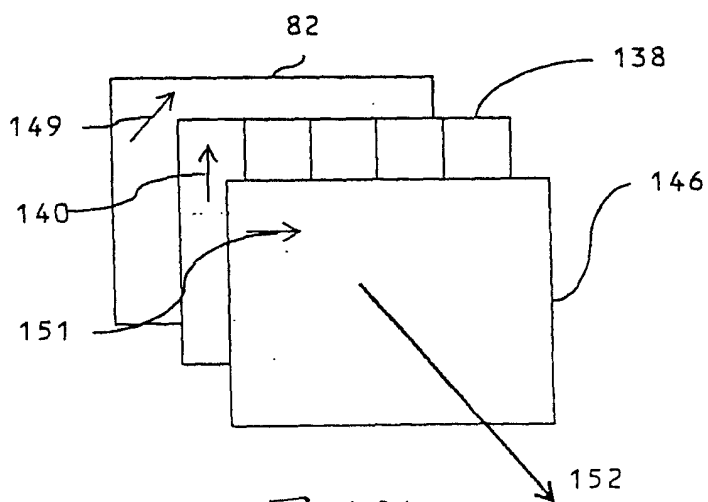


图 10b

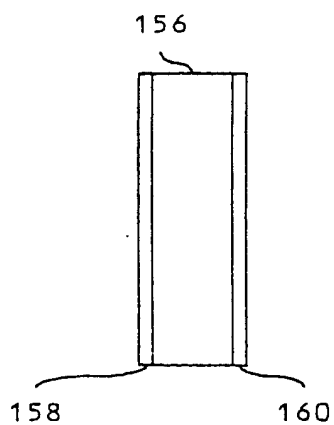


图 11a

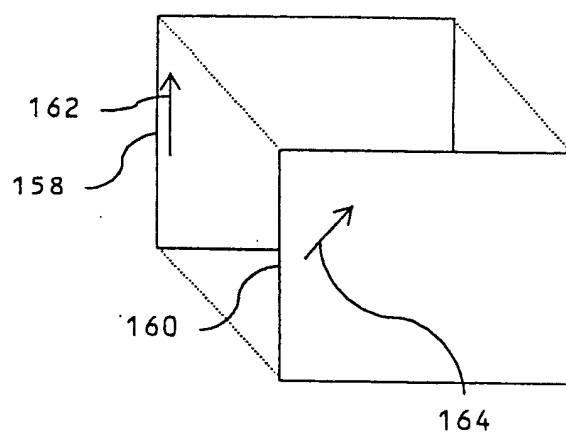


图 11b

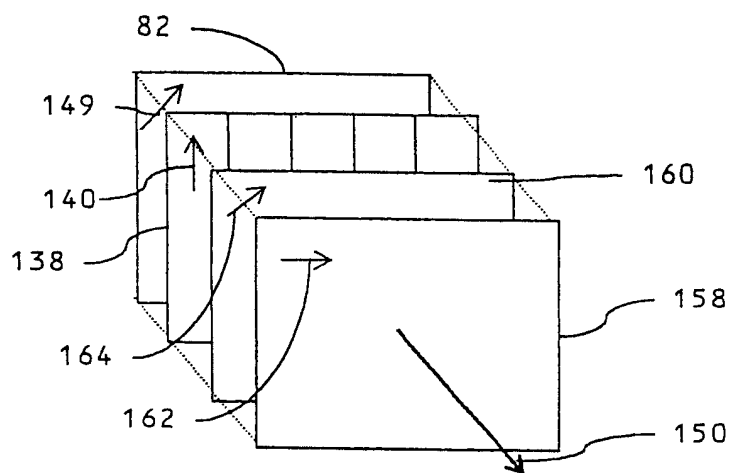


图 12a

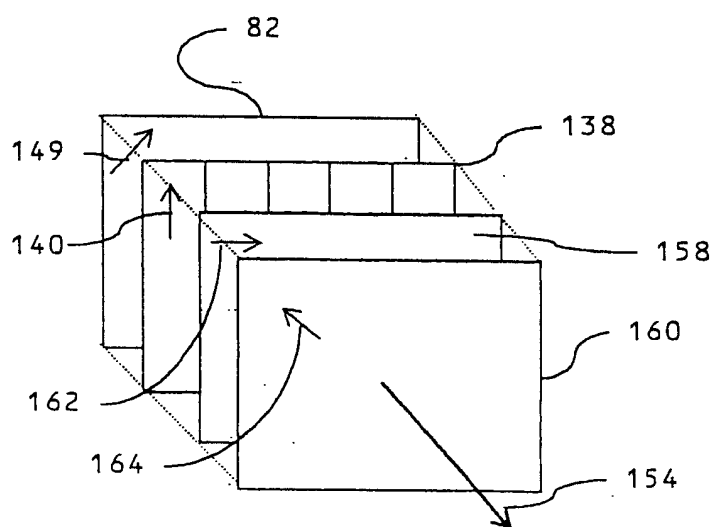


图 12b

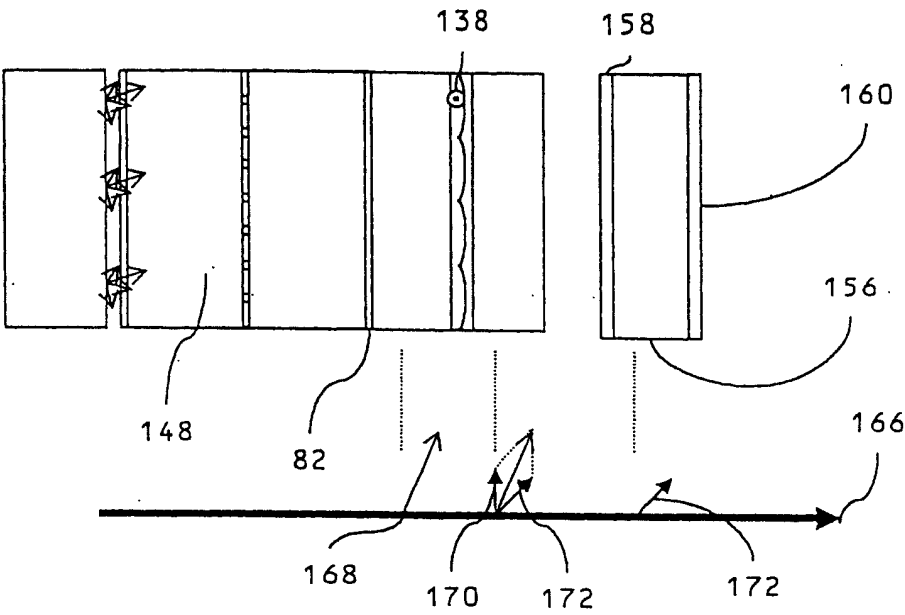


图 13

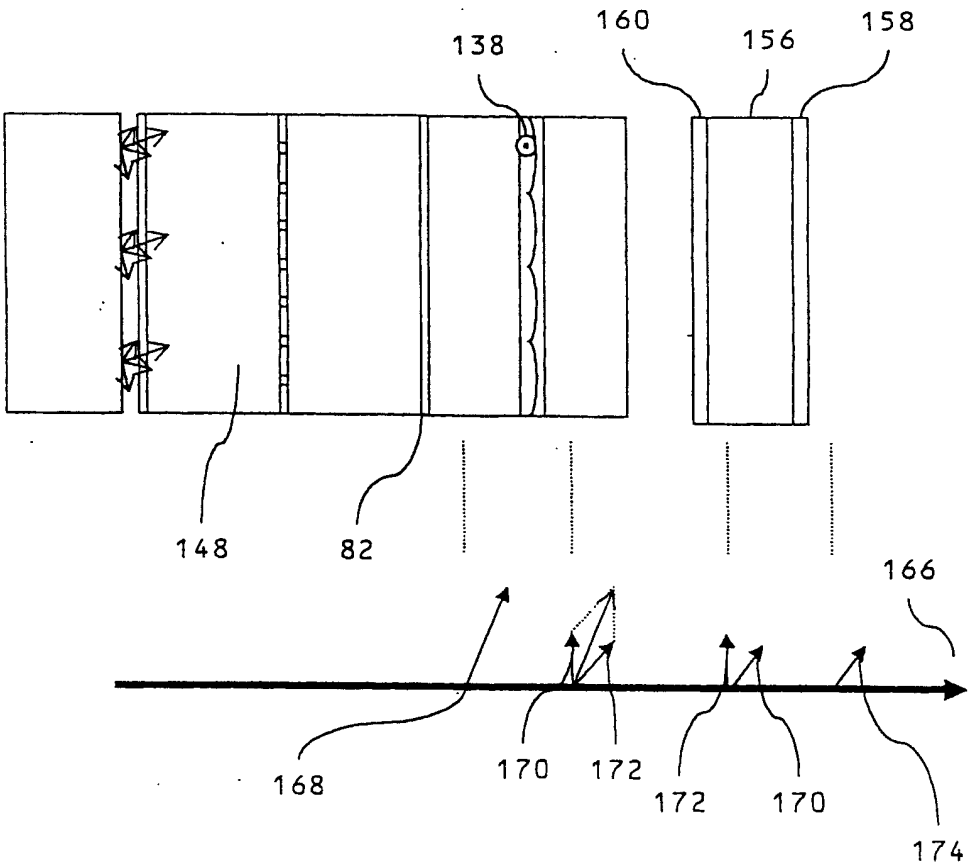


图 14

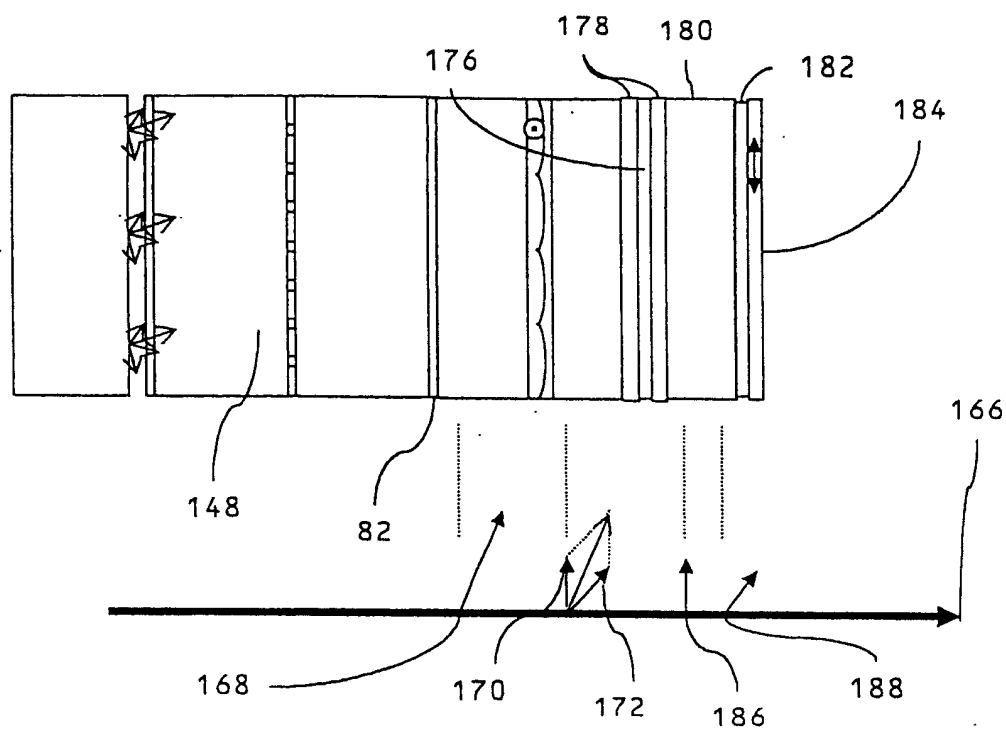


图 15a

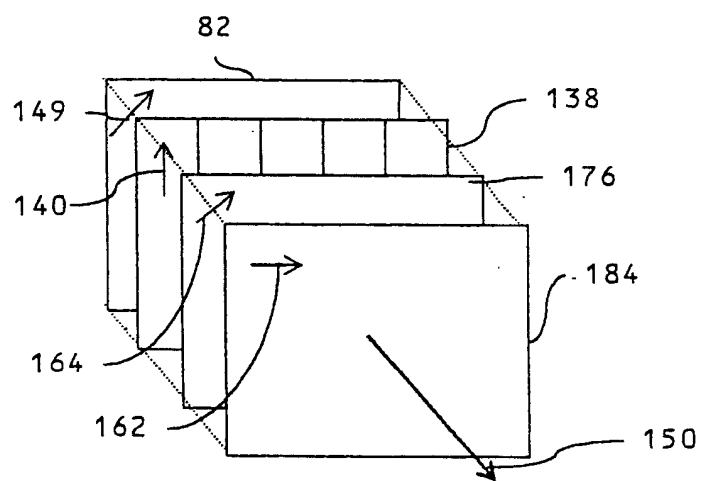


图 15b

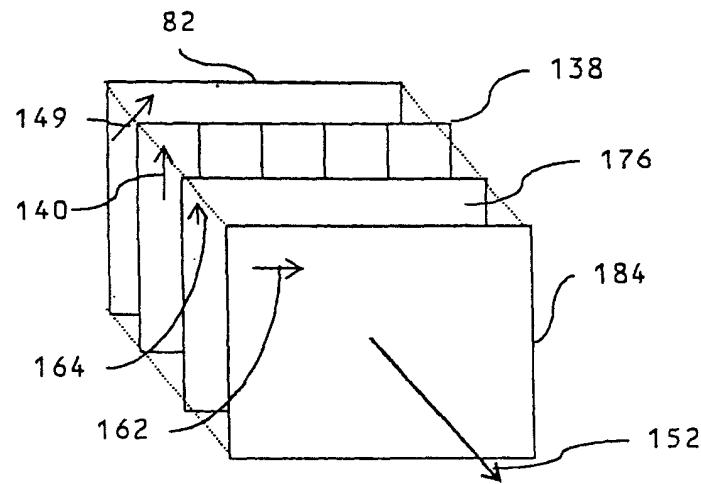


图 15c

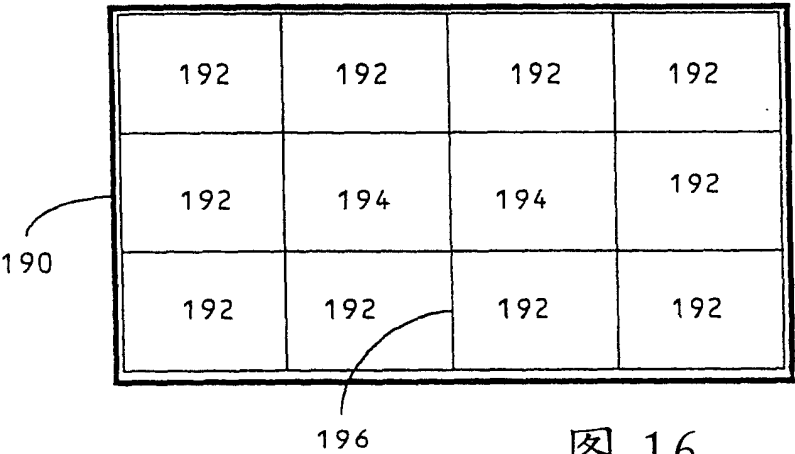


图 16

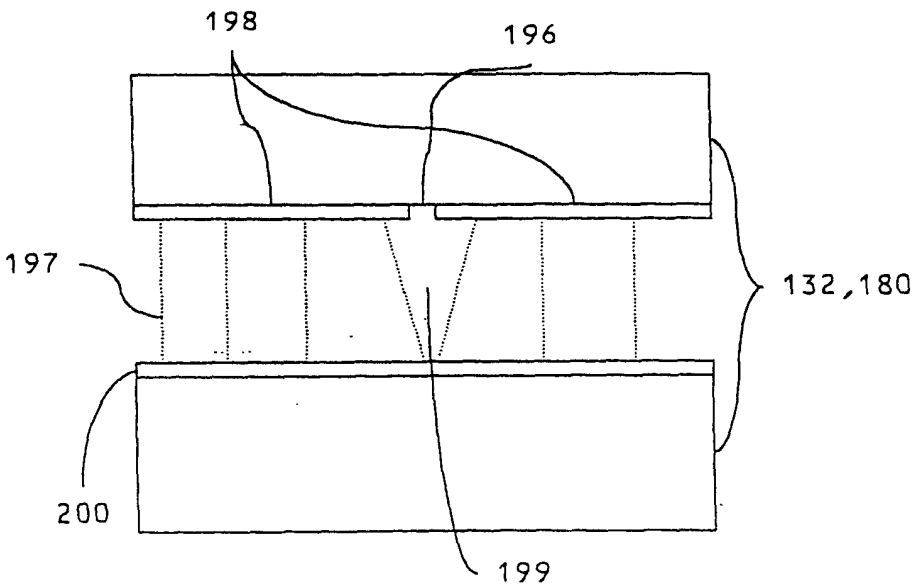


图 17

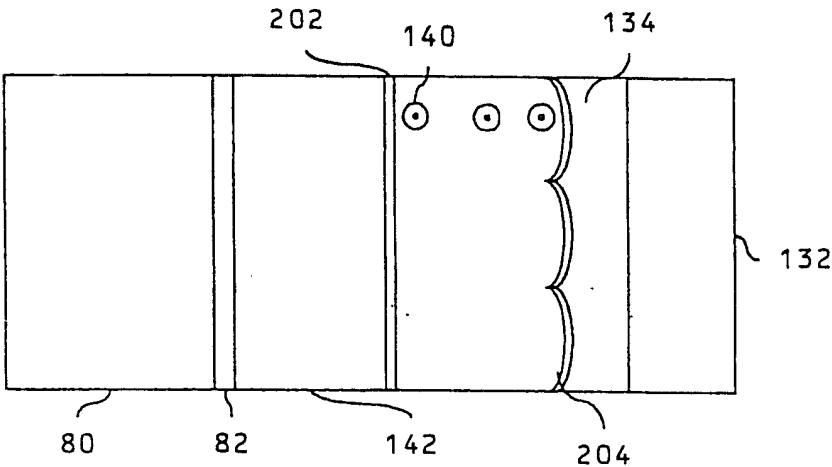


图 18a

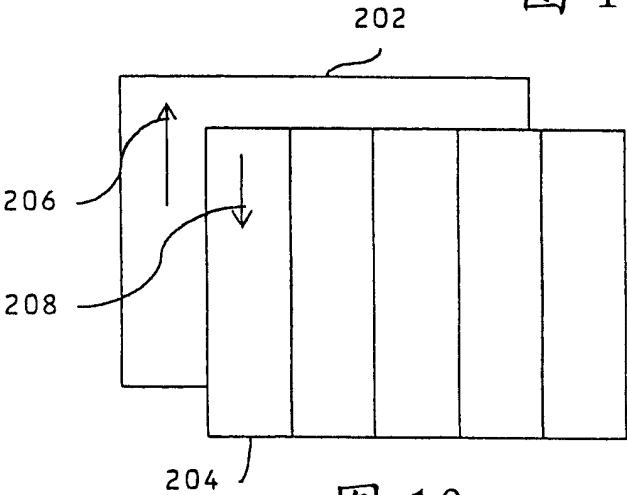


图 19a

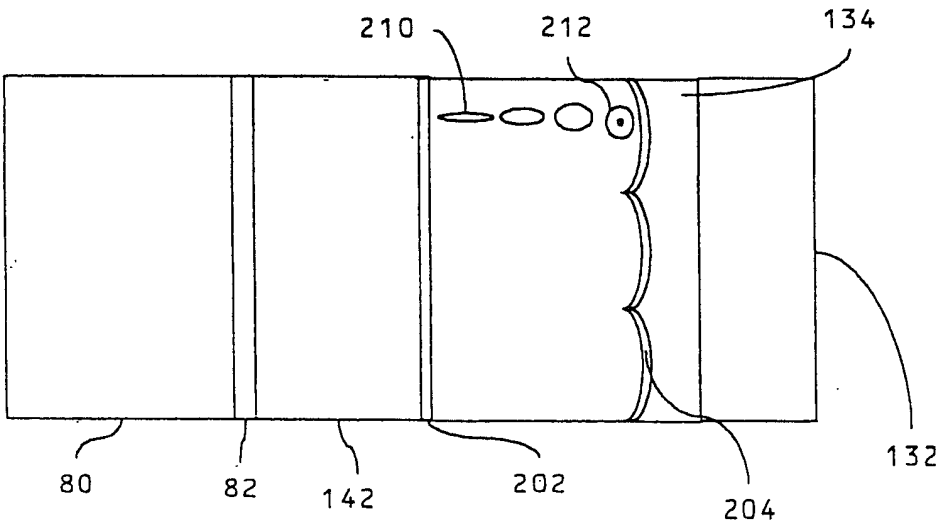


图 18b

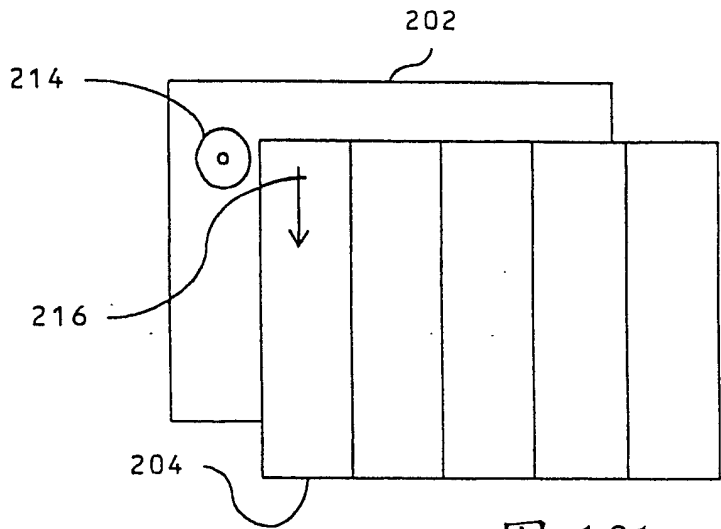


图 19b

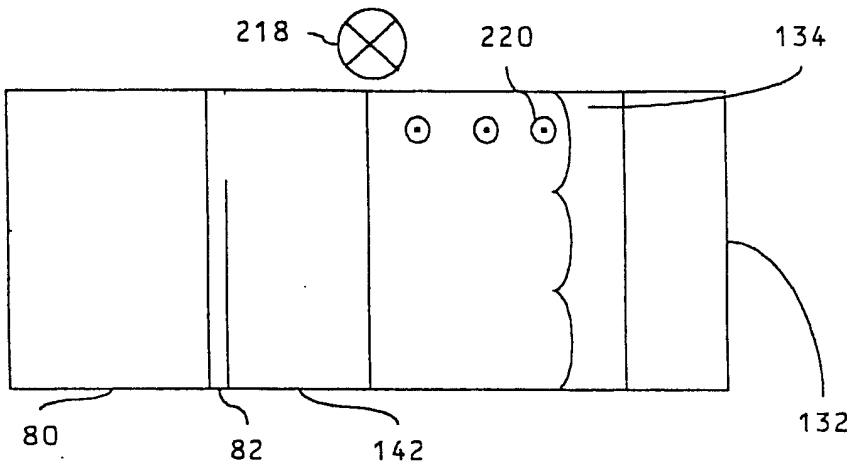


图 18c

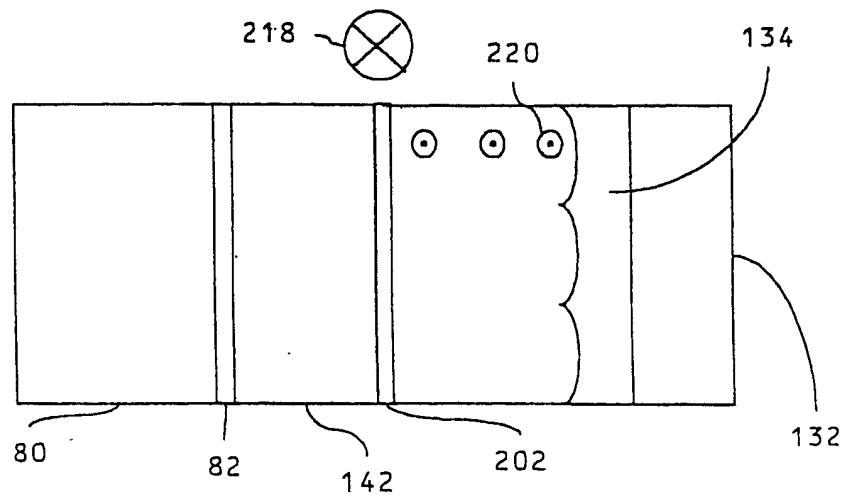


图 18d

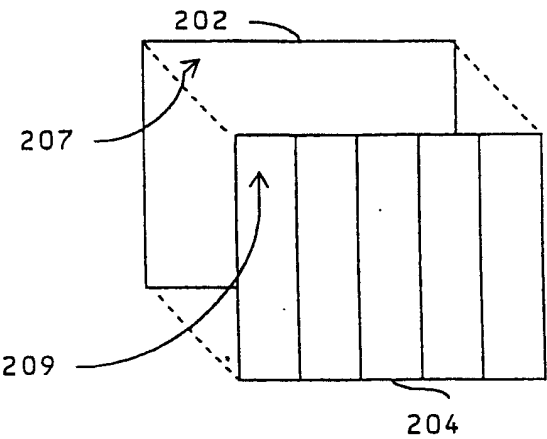


图 19c

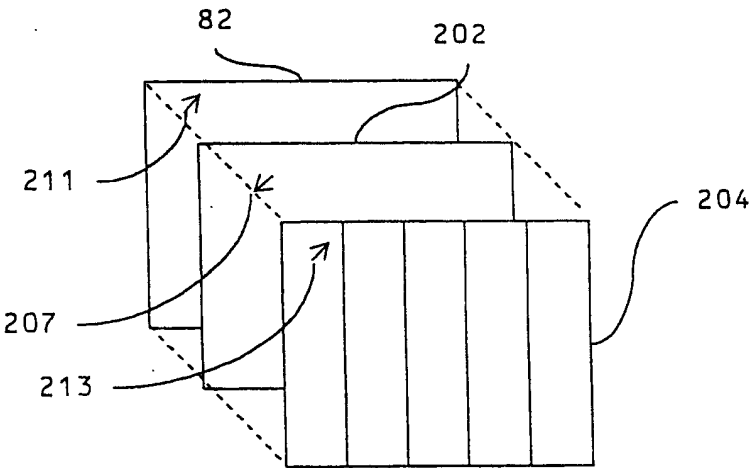


图 19d

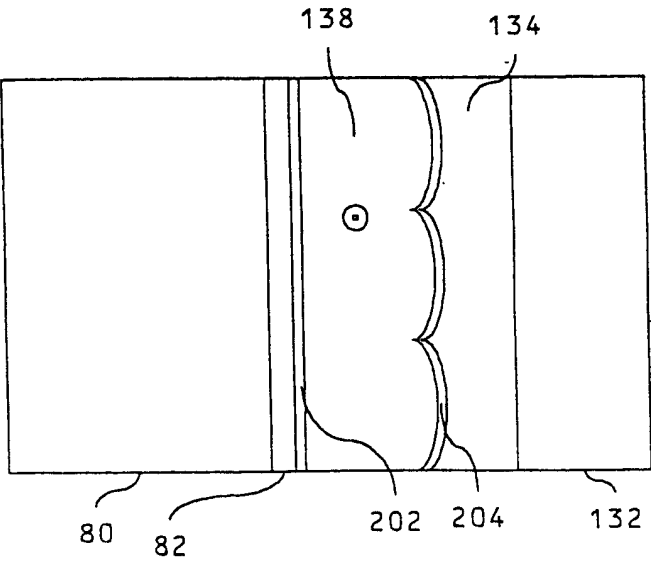


图 20a

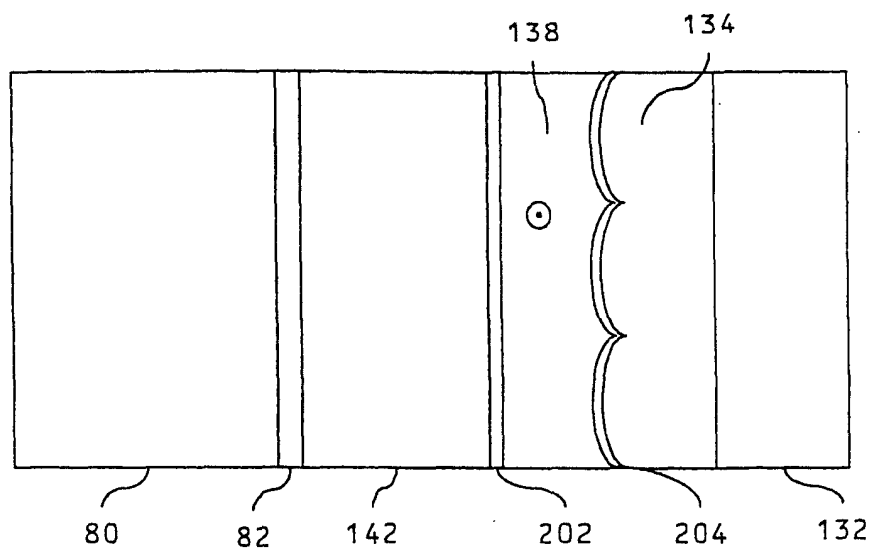


图 20b

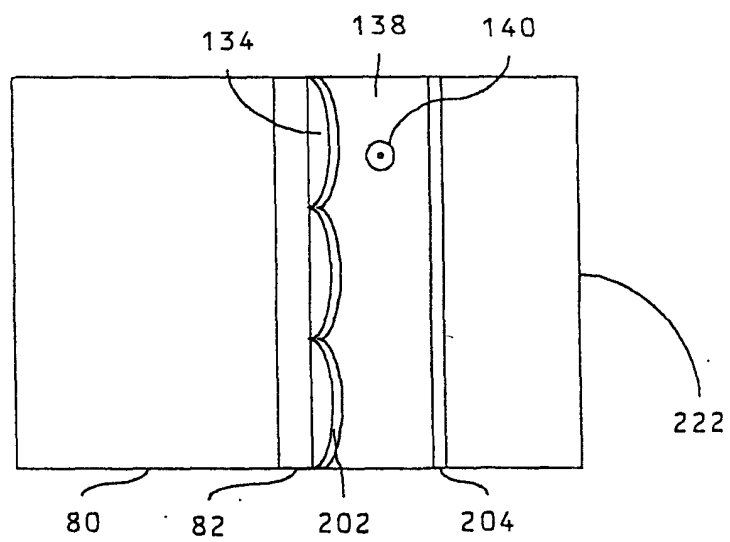


图 21

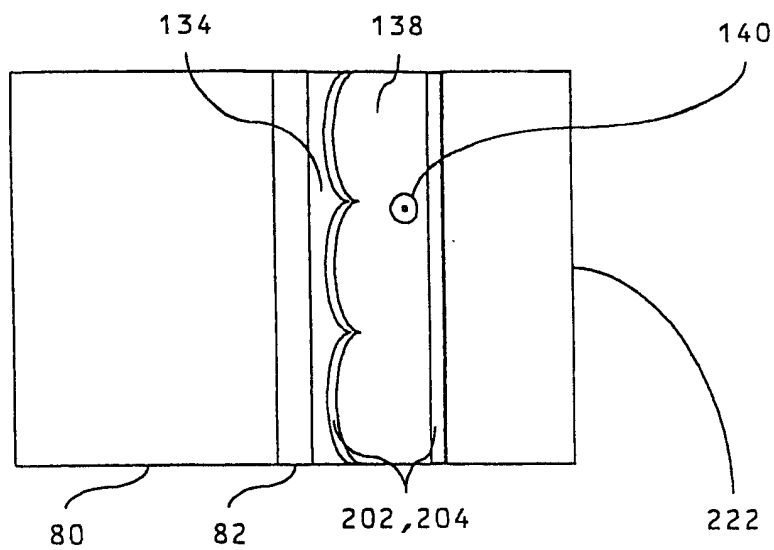


图 22

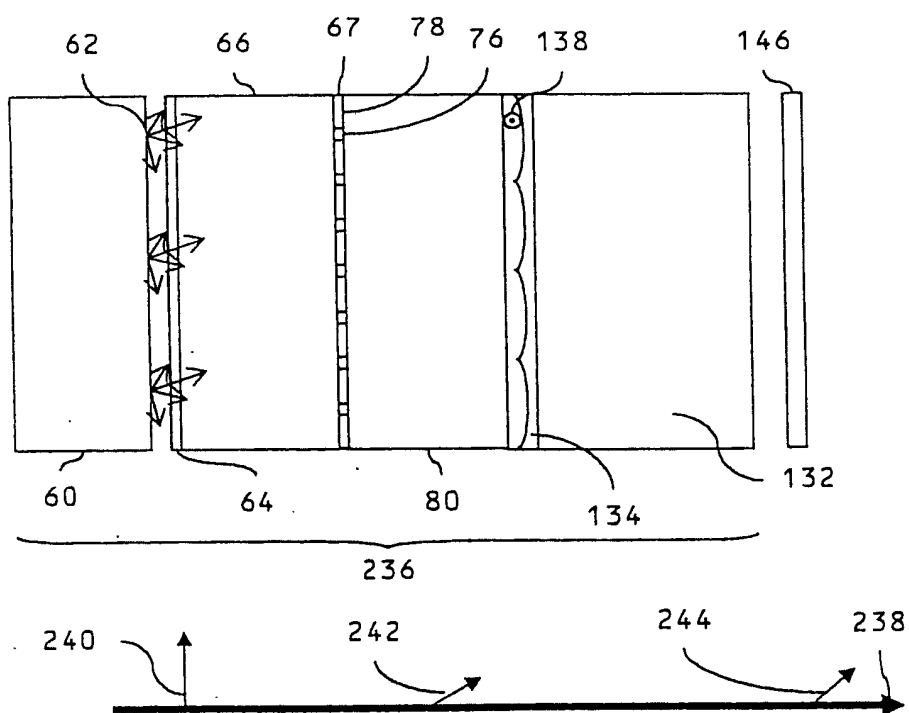


图 23

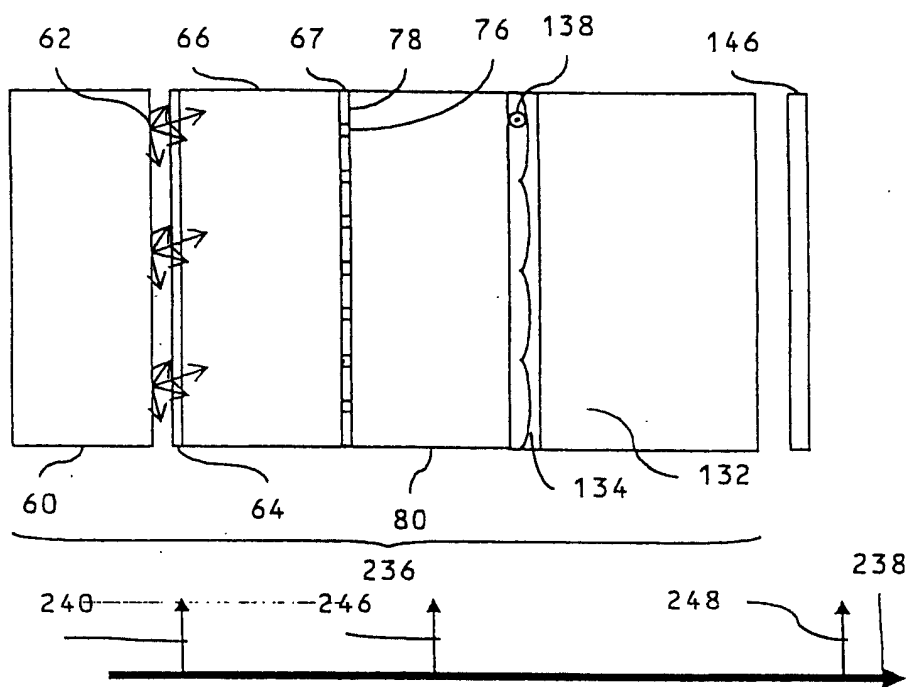


图 24

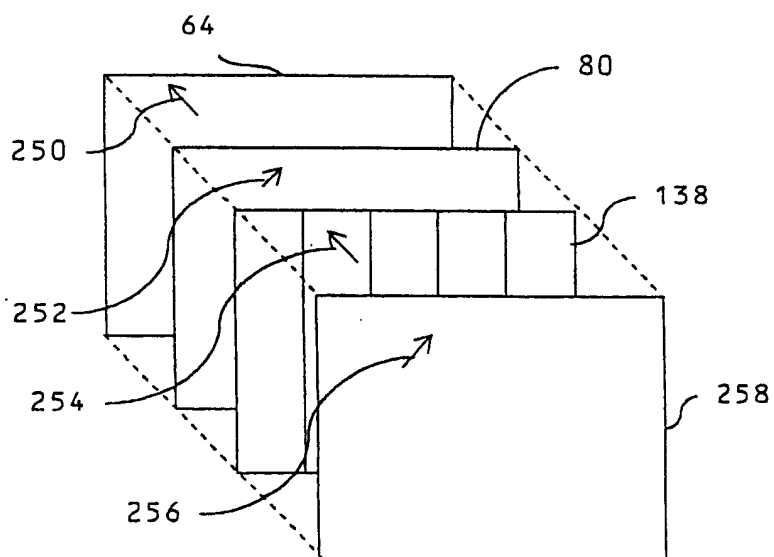
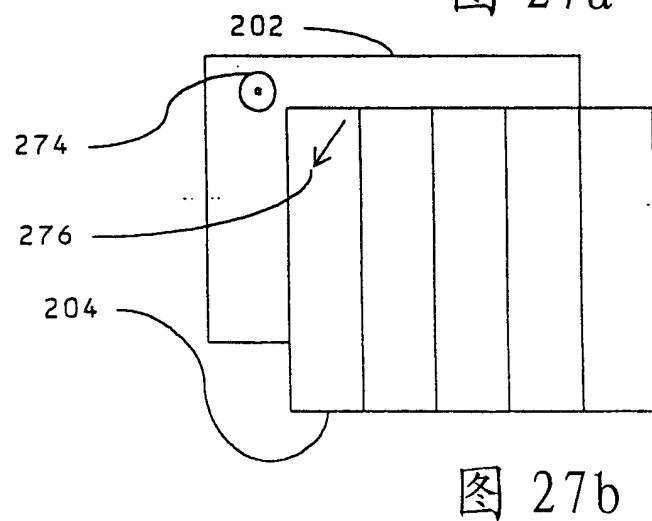
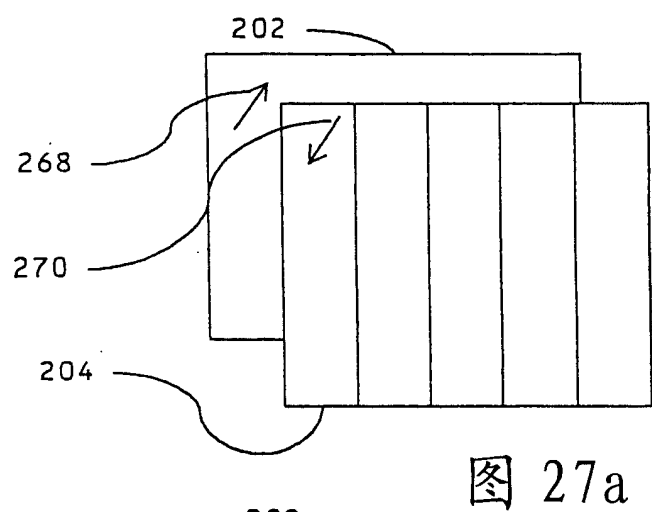
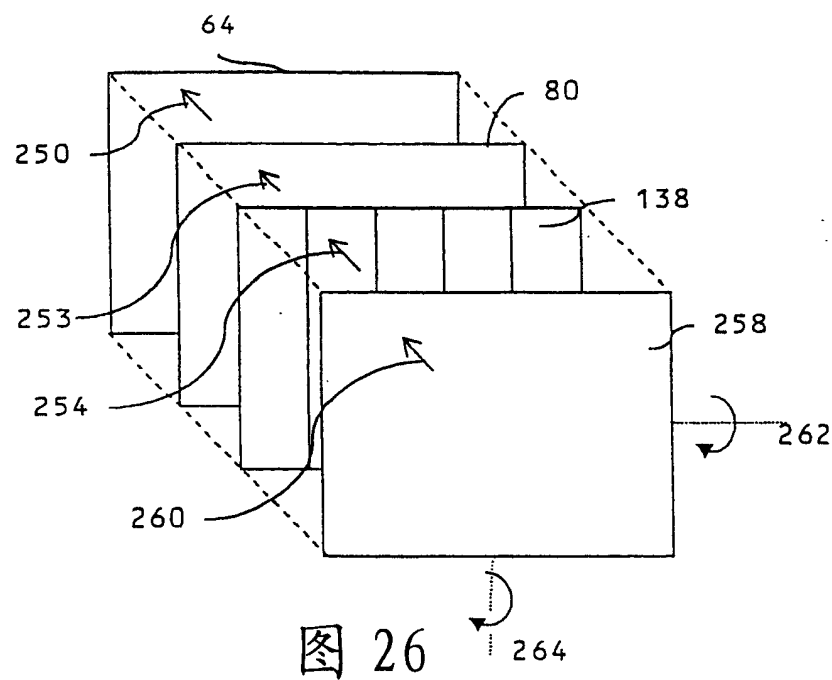
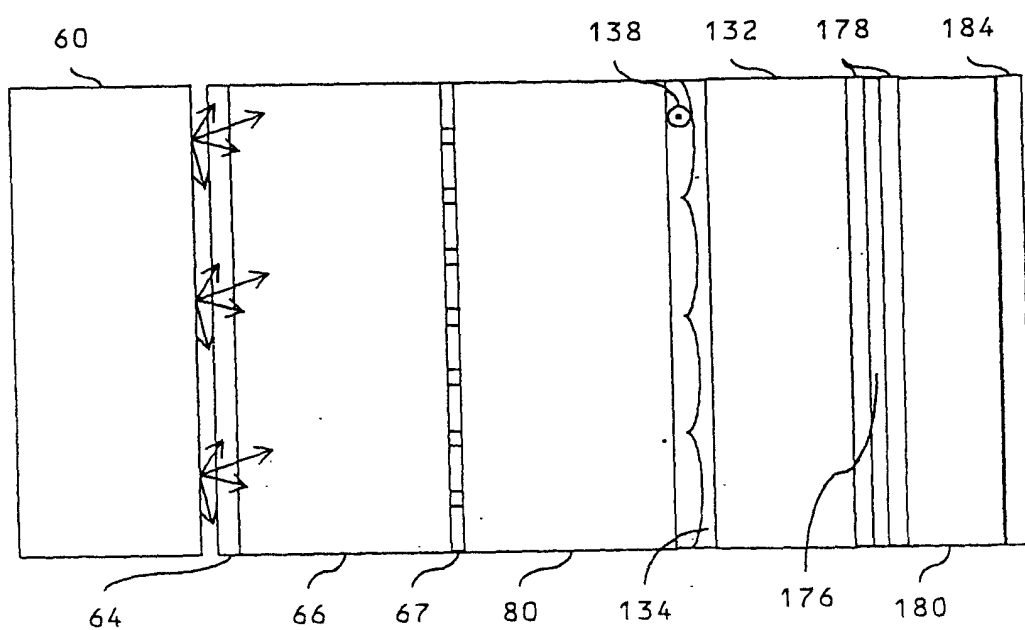
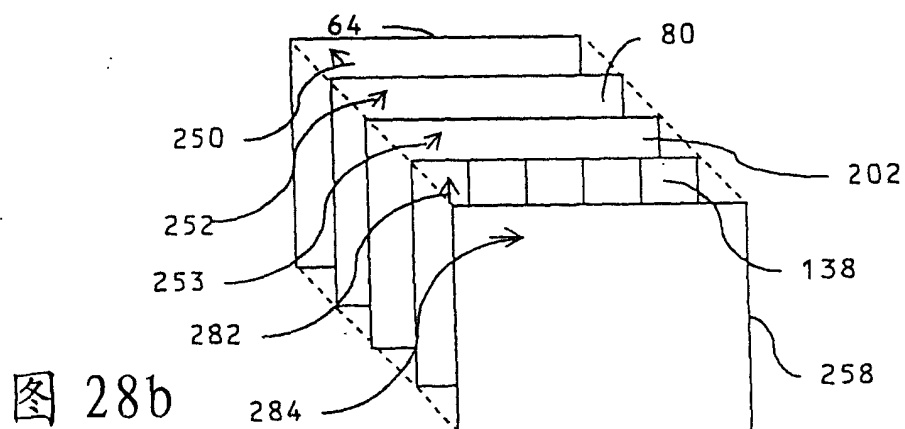
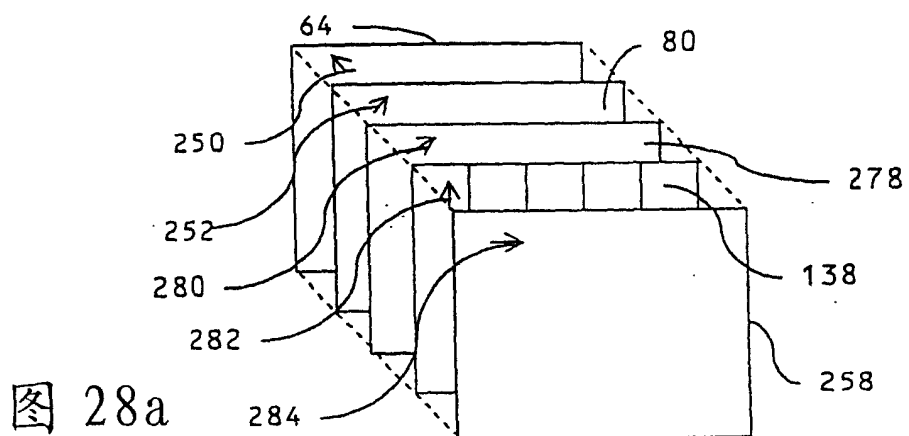


图 25





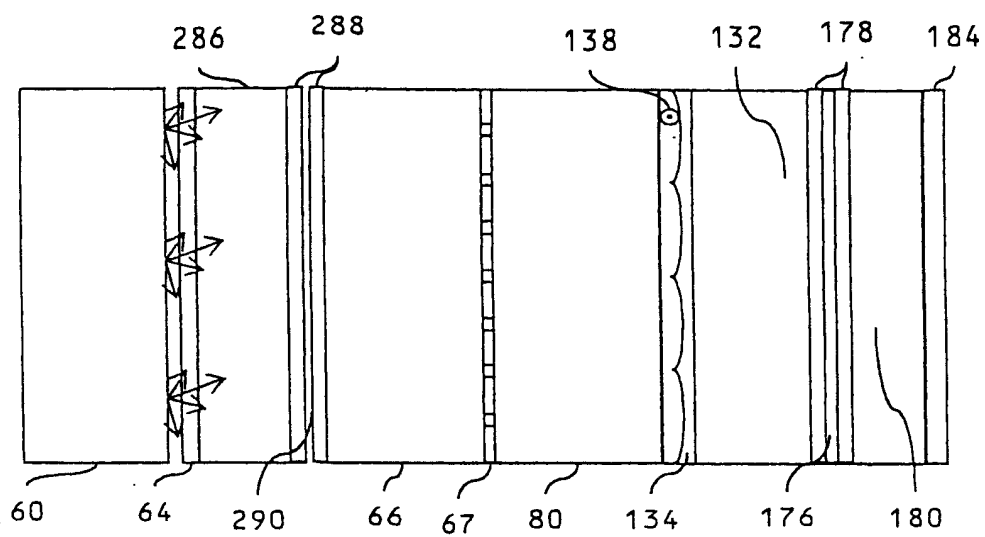


图 30a

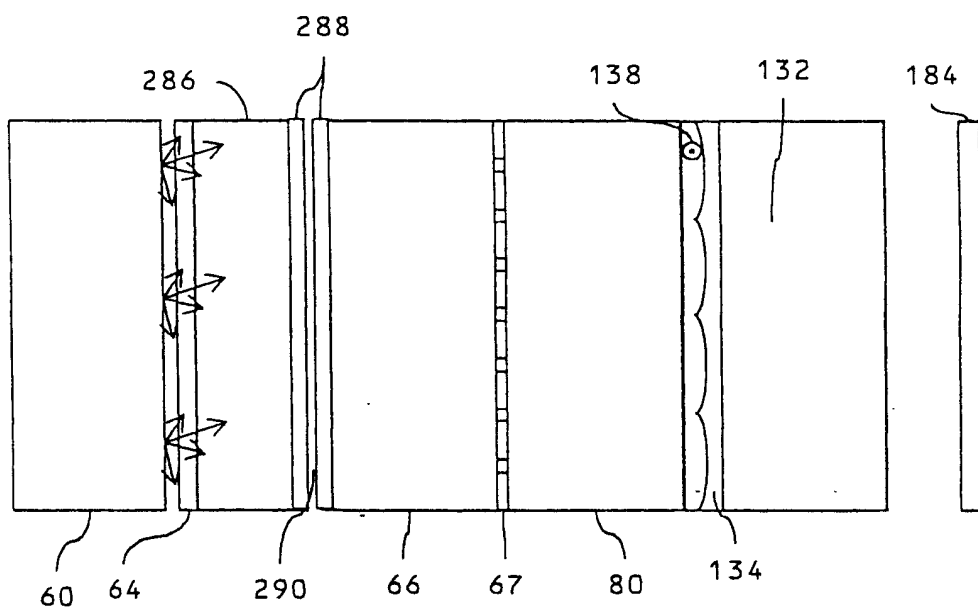


图 30b

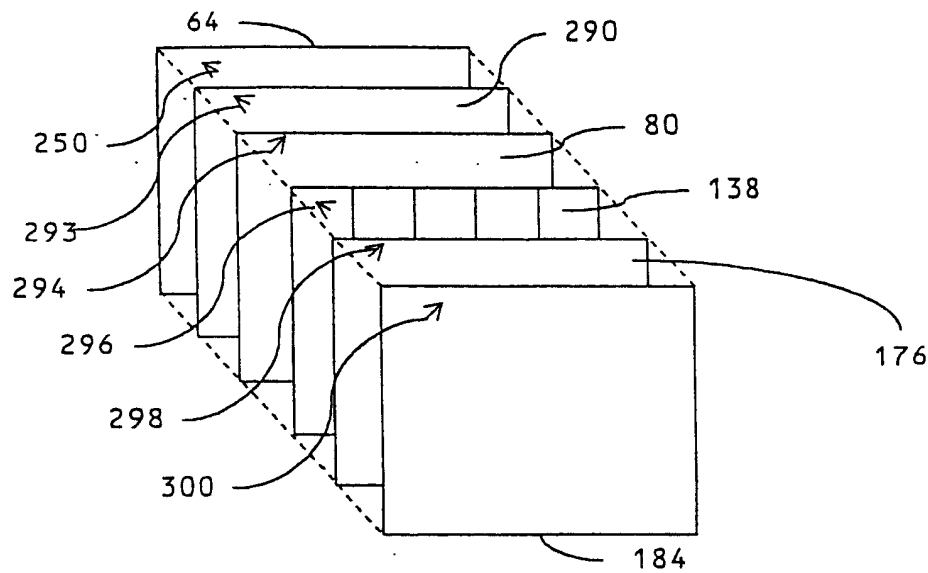


图 31a

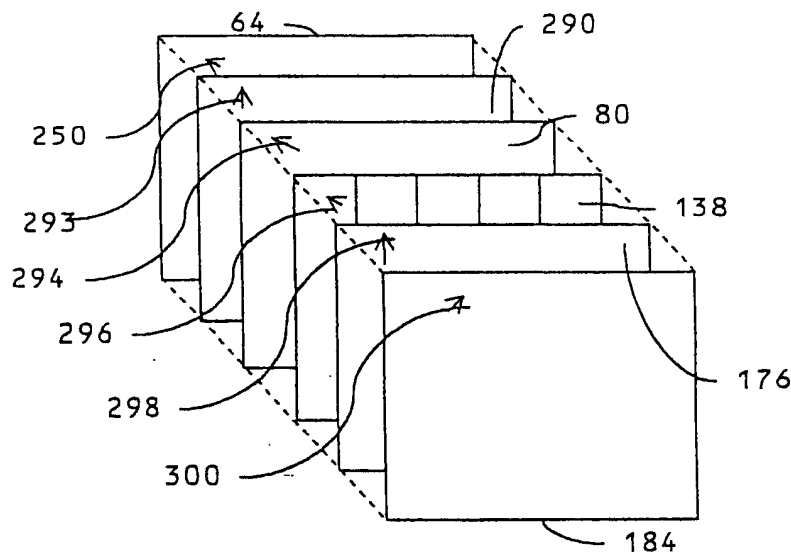


图 31b

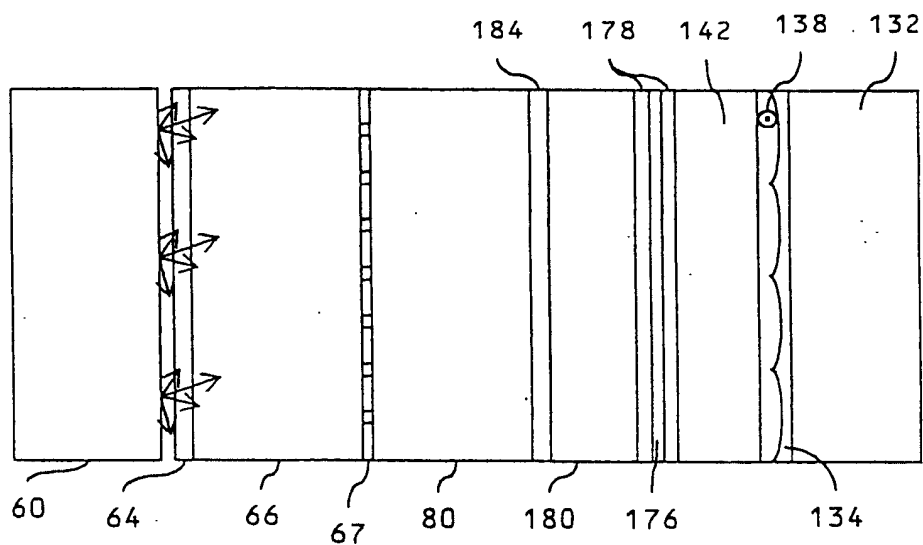


图 32a

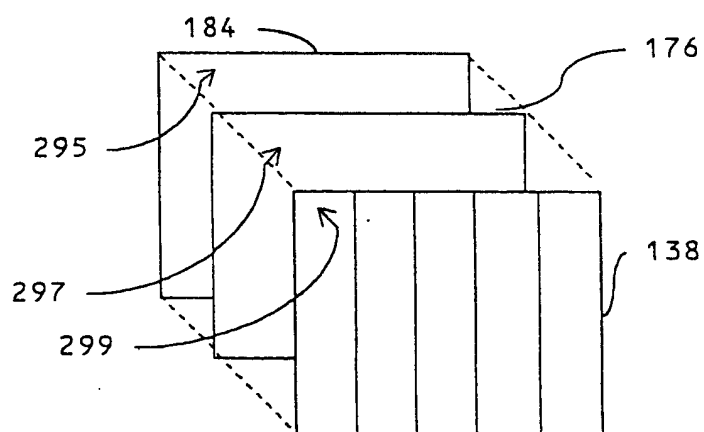


图 32b

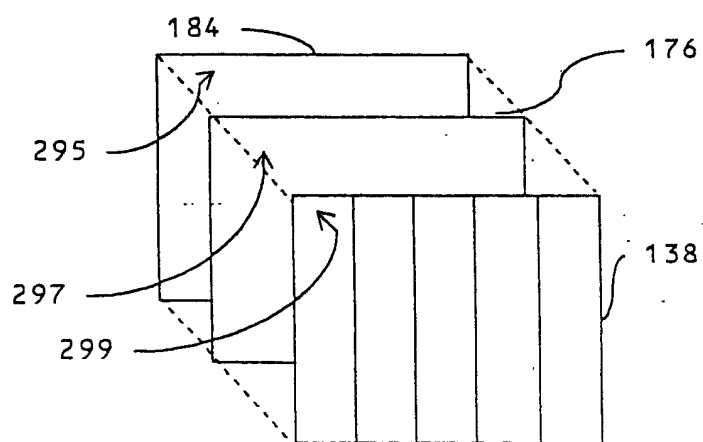


图 32c

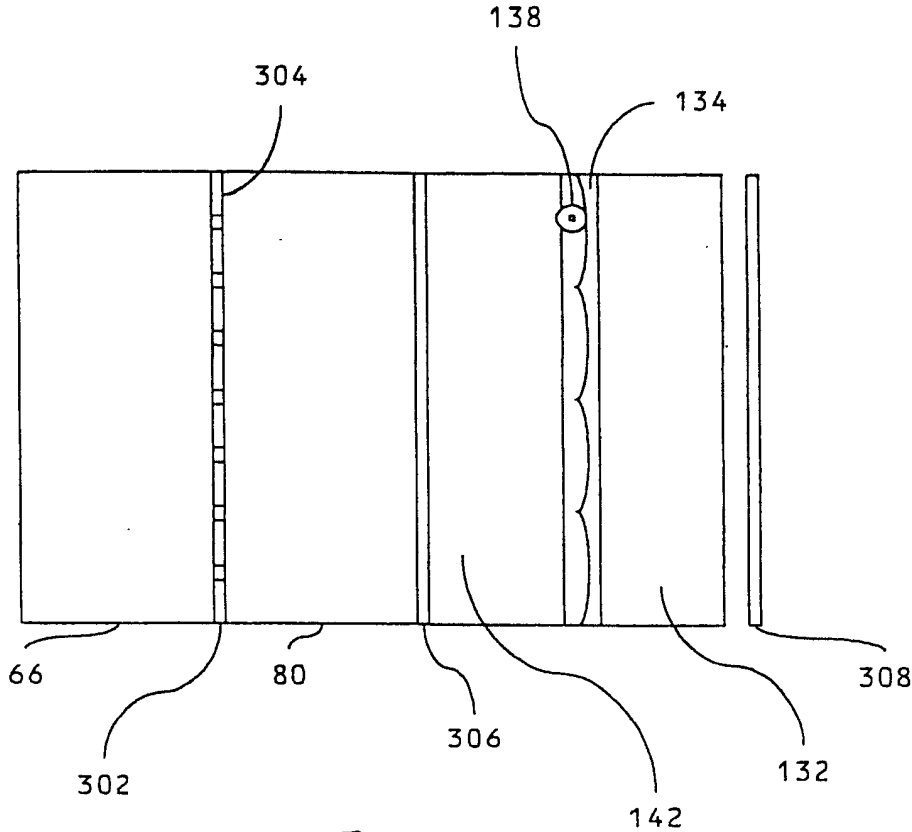


图 33a

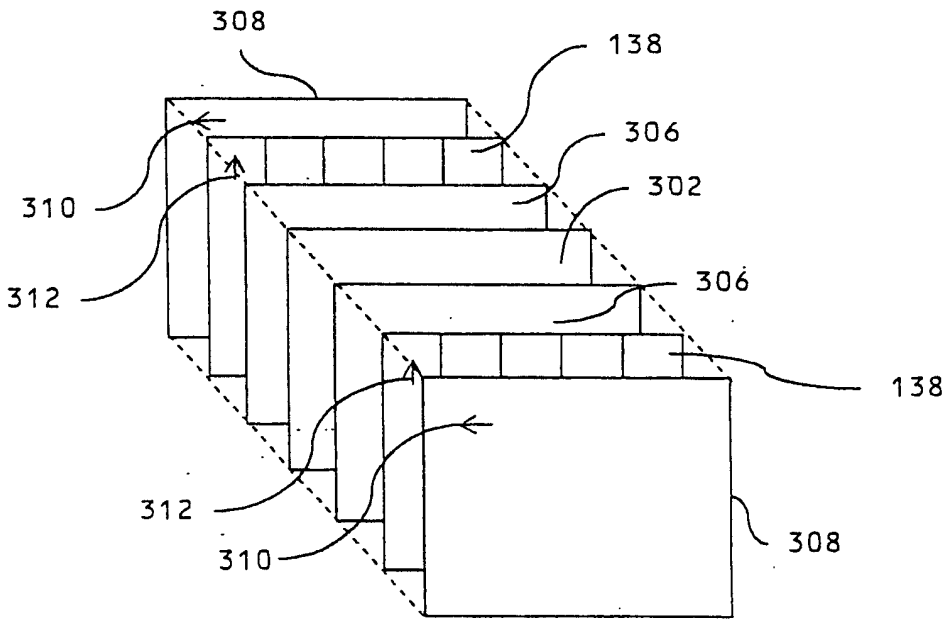


图 33b

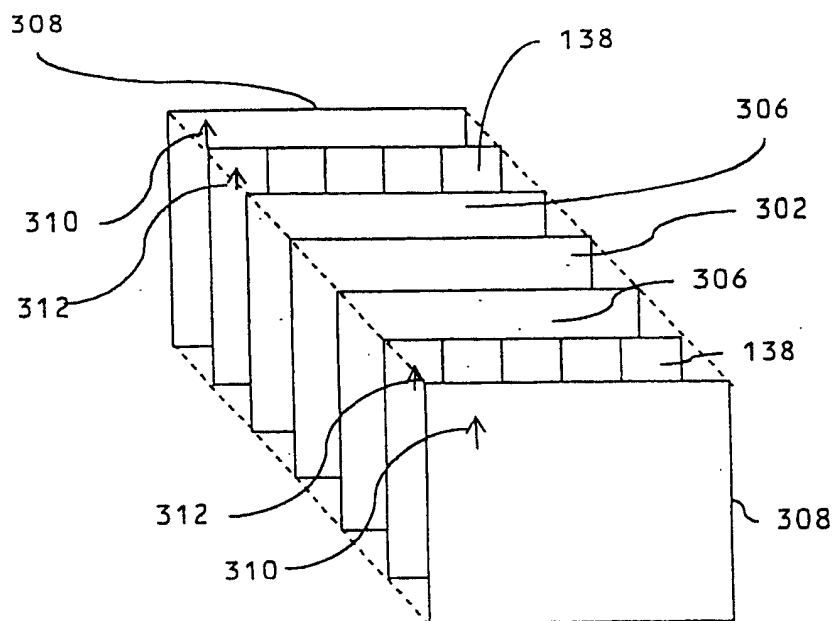


图 33c

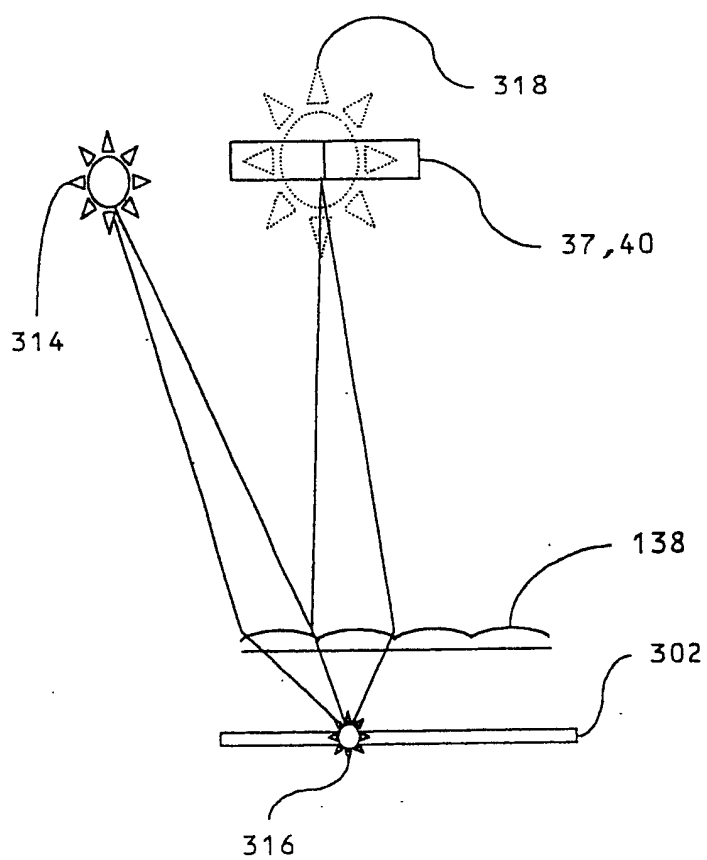


图 33d

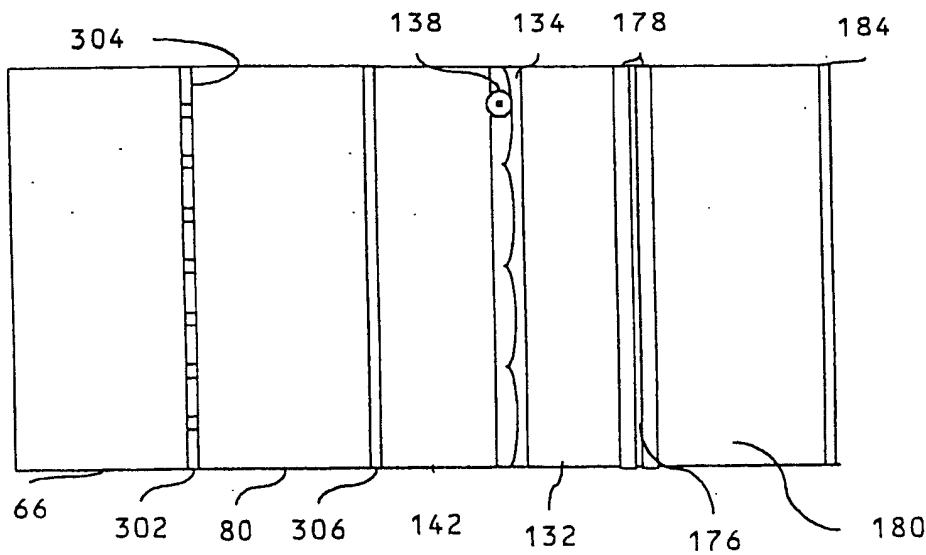


图 33e

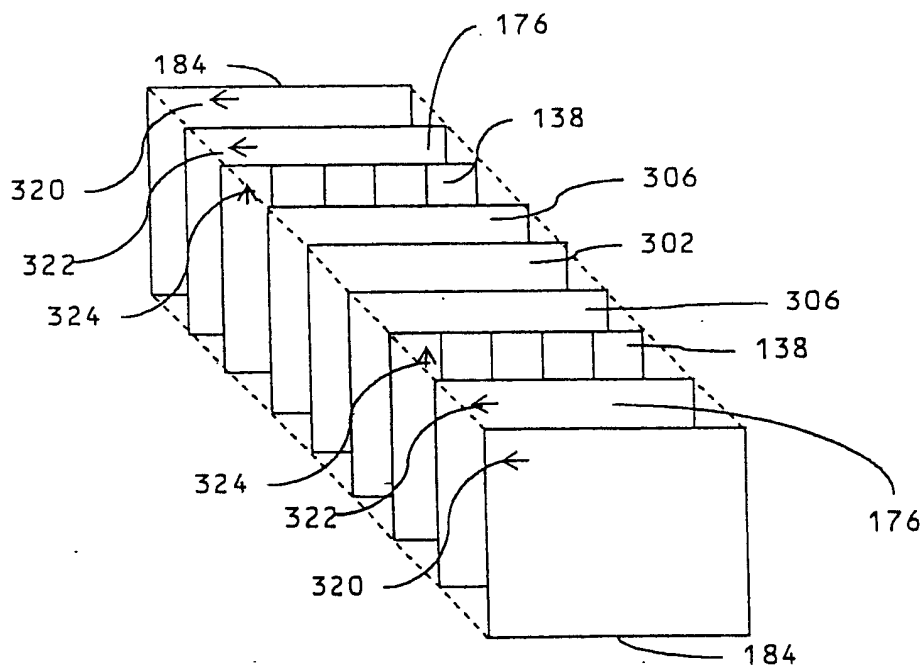


图 33f

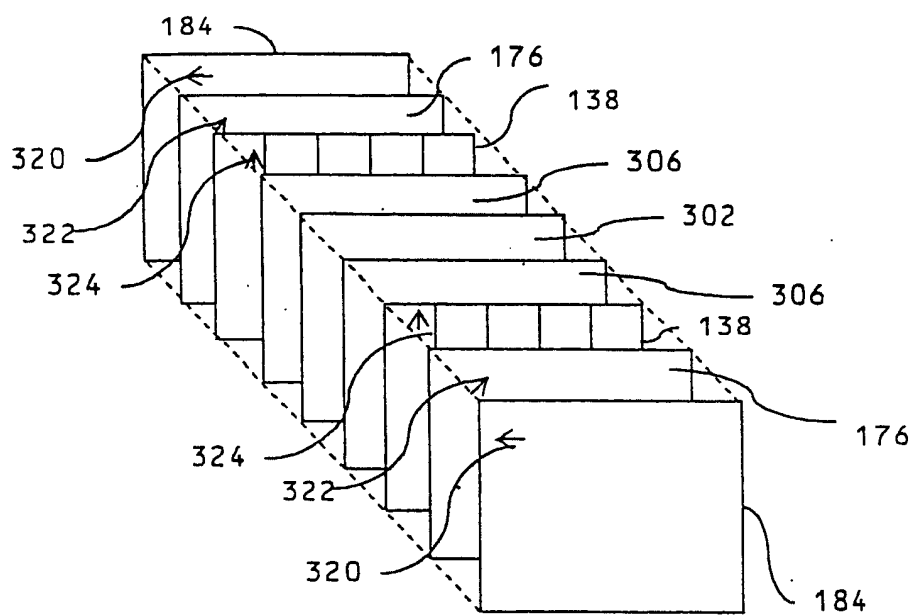


图 33g

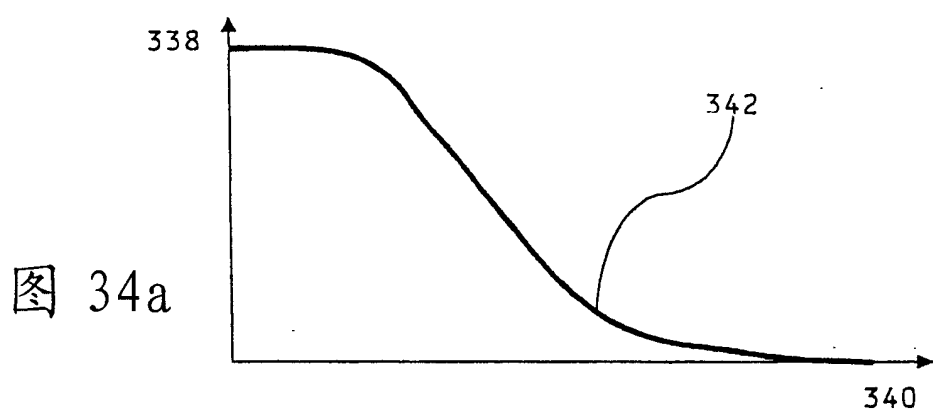


图 34a

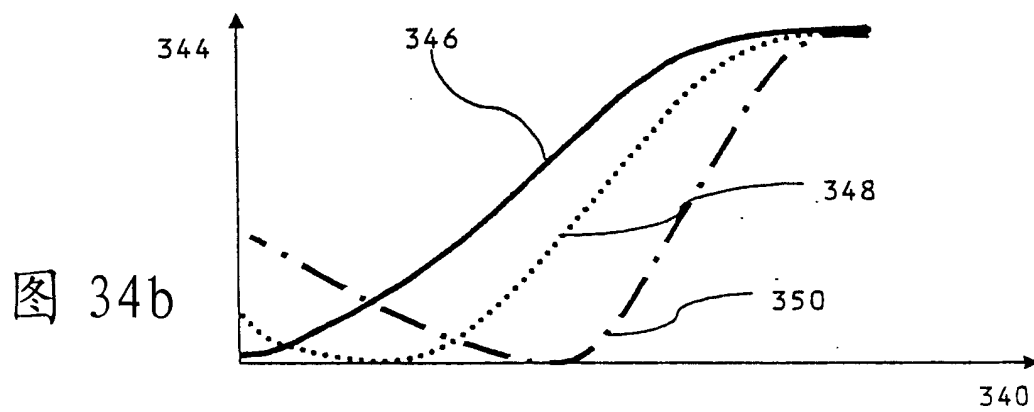


图 34b

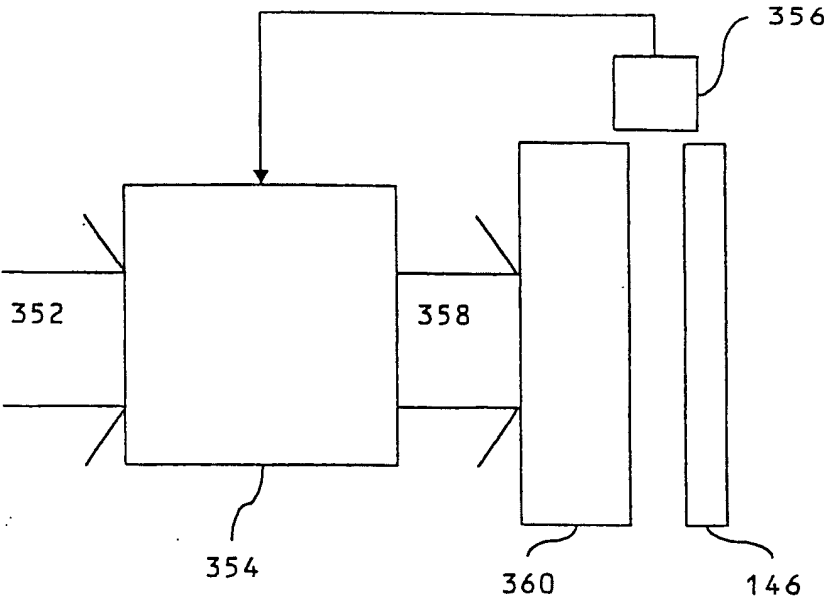


图 35

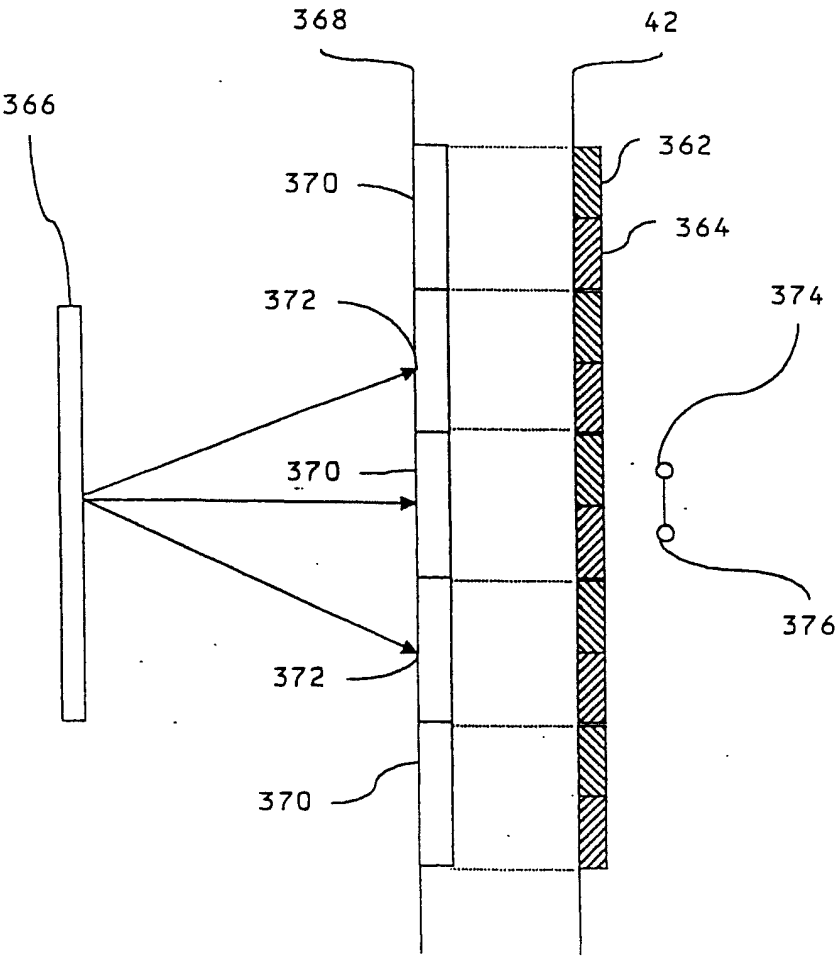
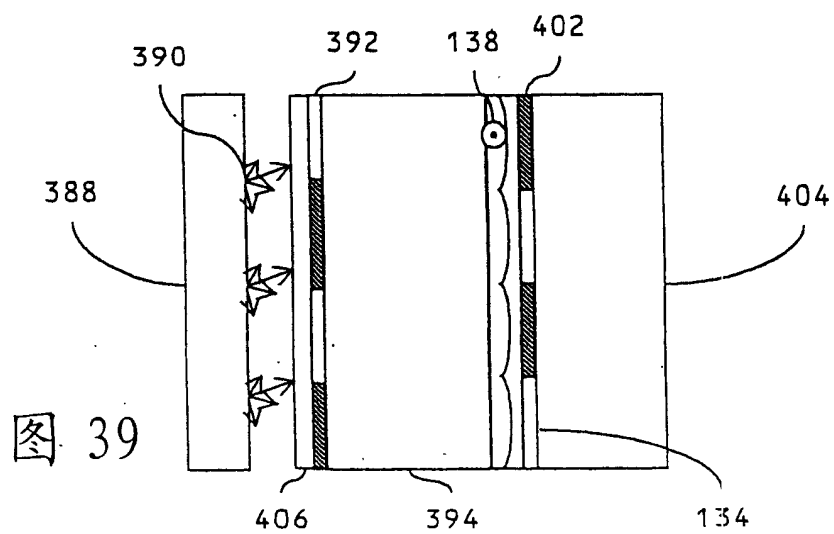
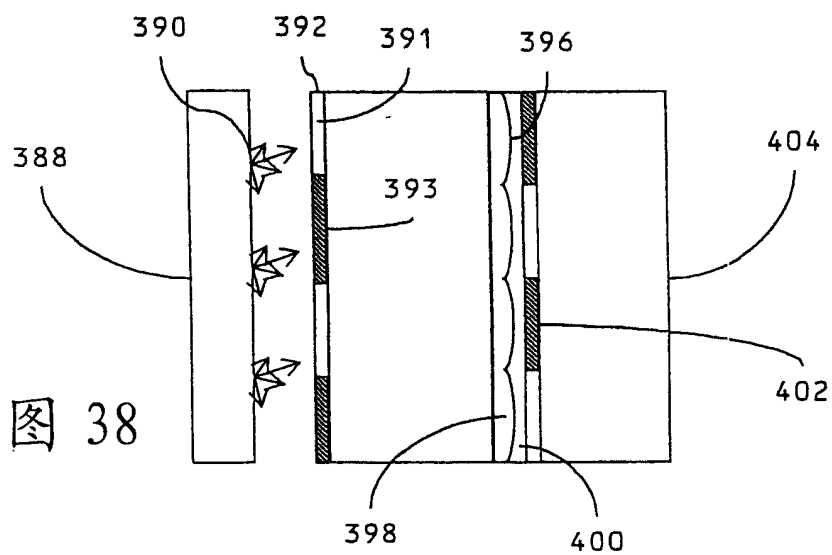
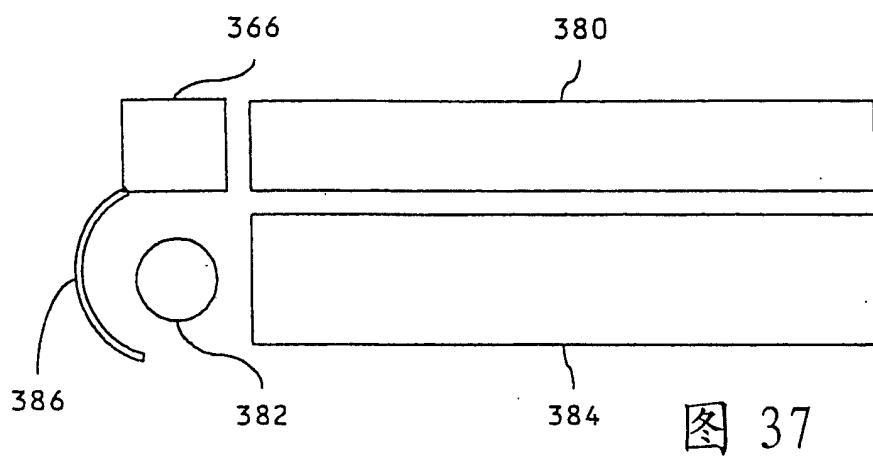


图 36



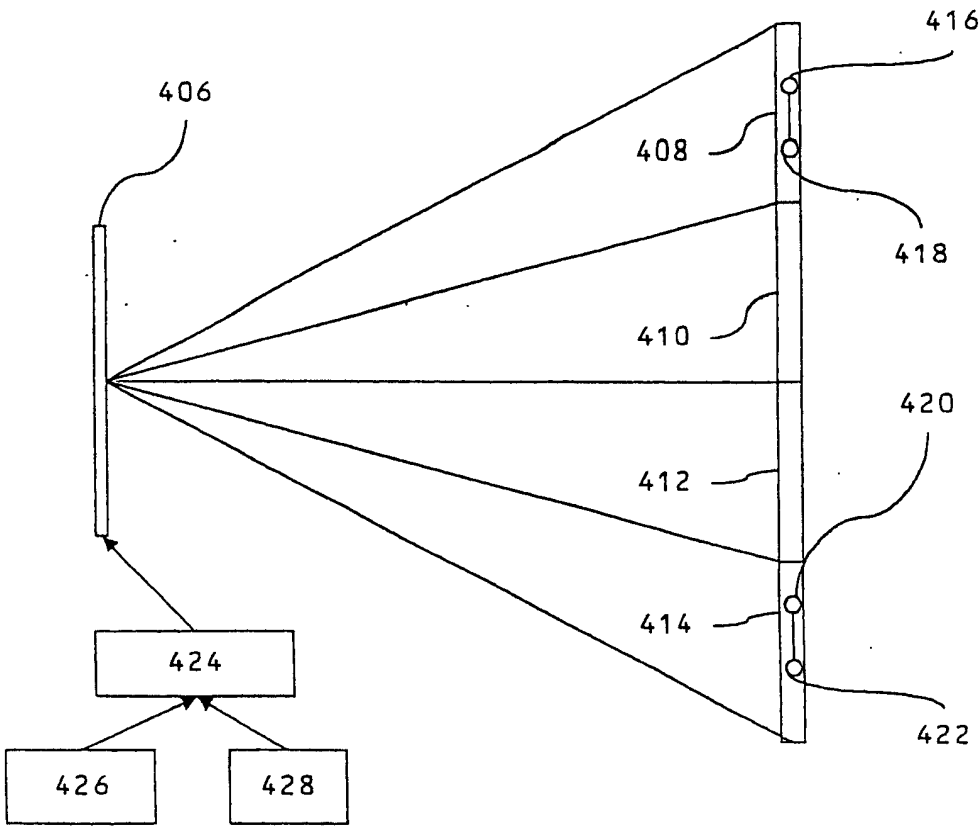


图 40

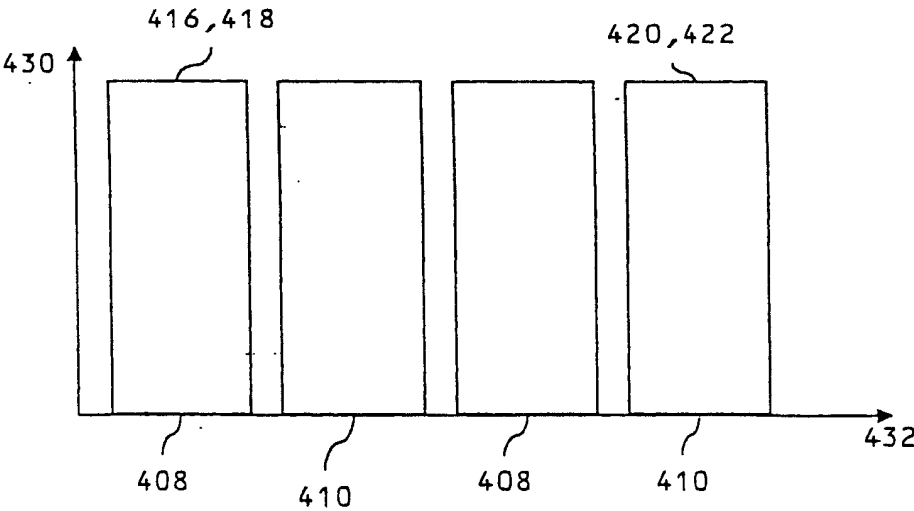


图 41

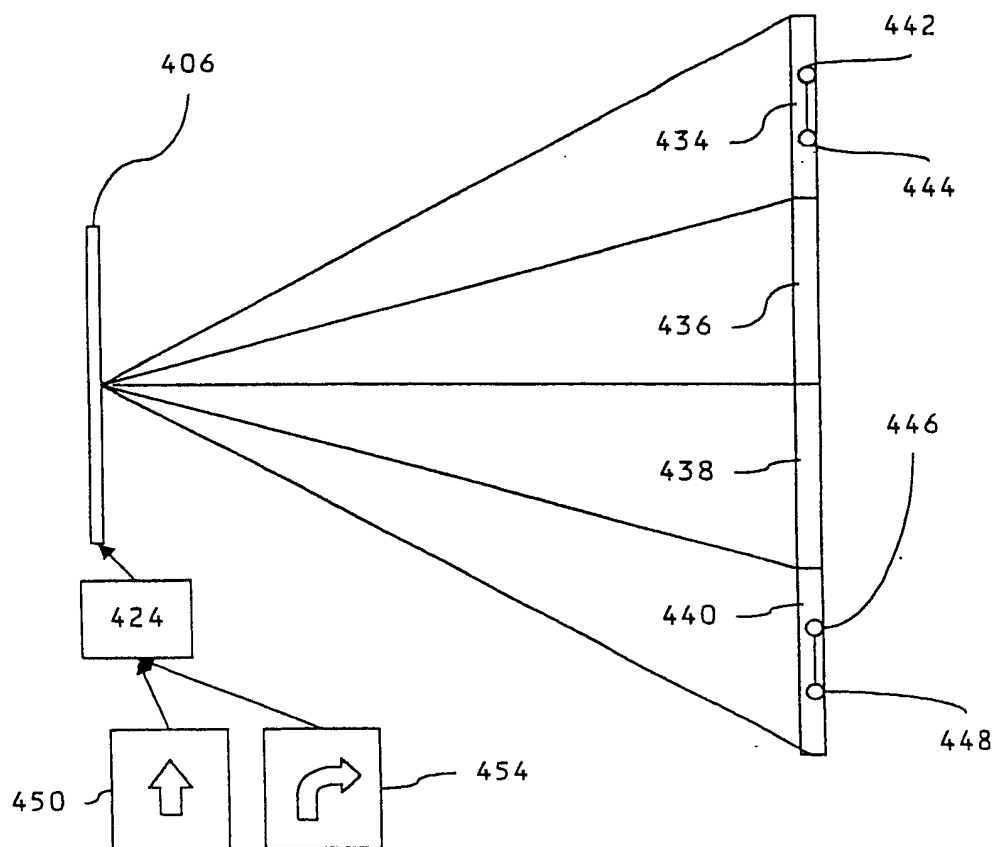


图 42

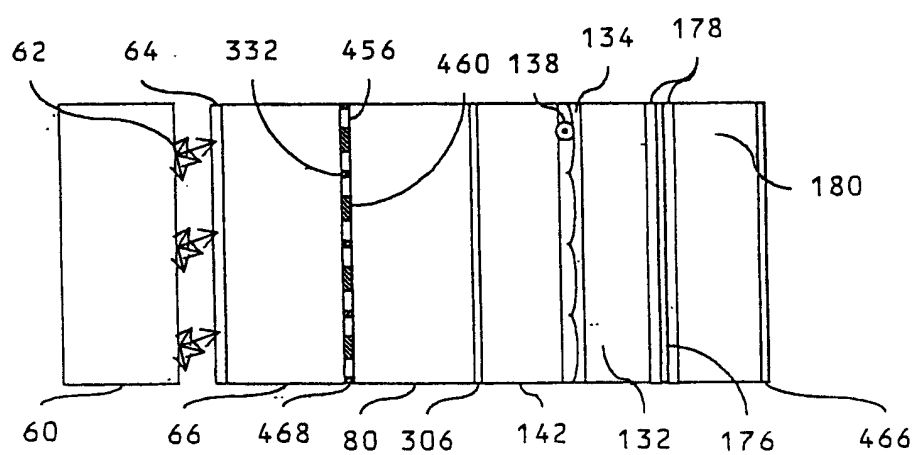


图 43

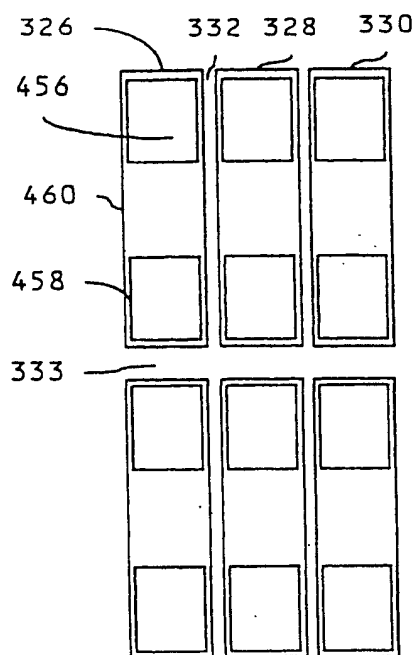


图 44

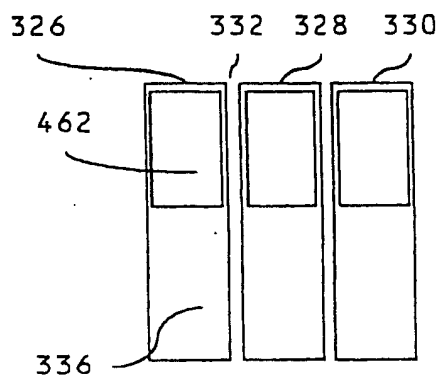


图 45

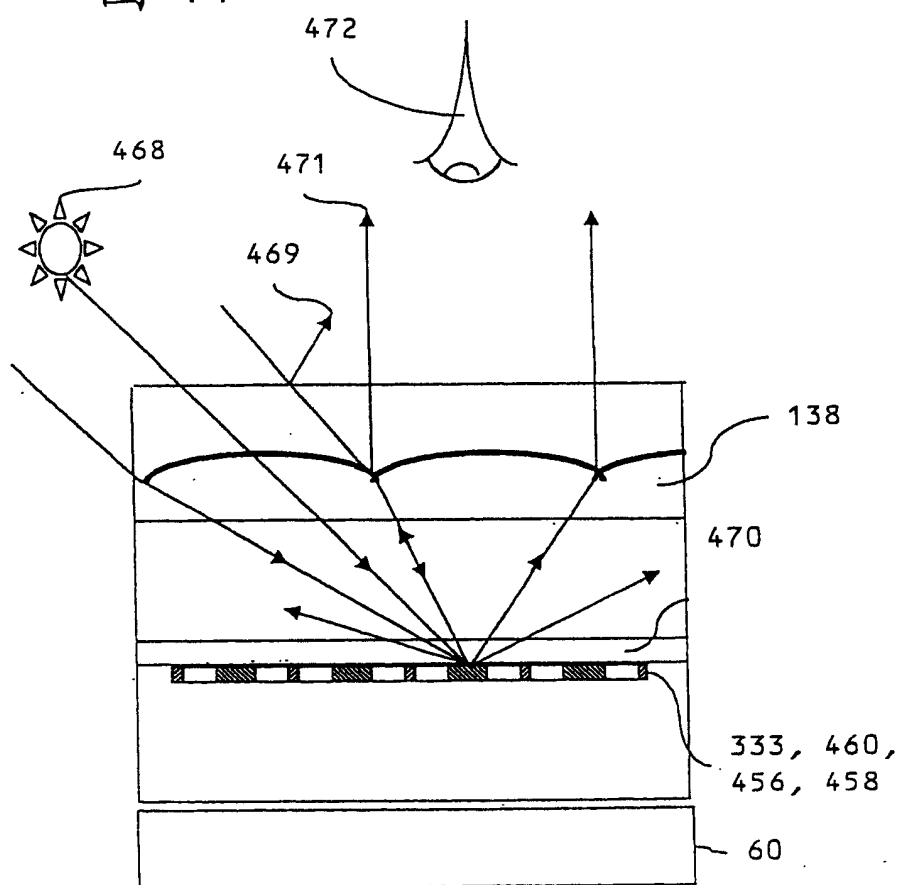


图 46

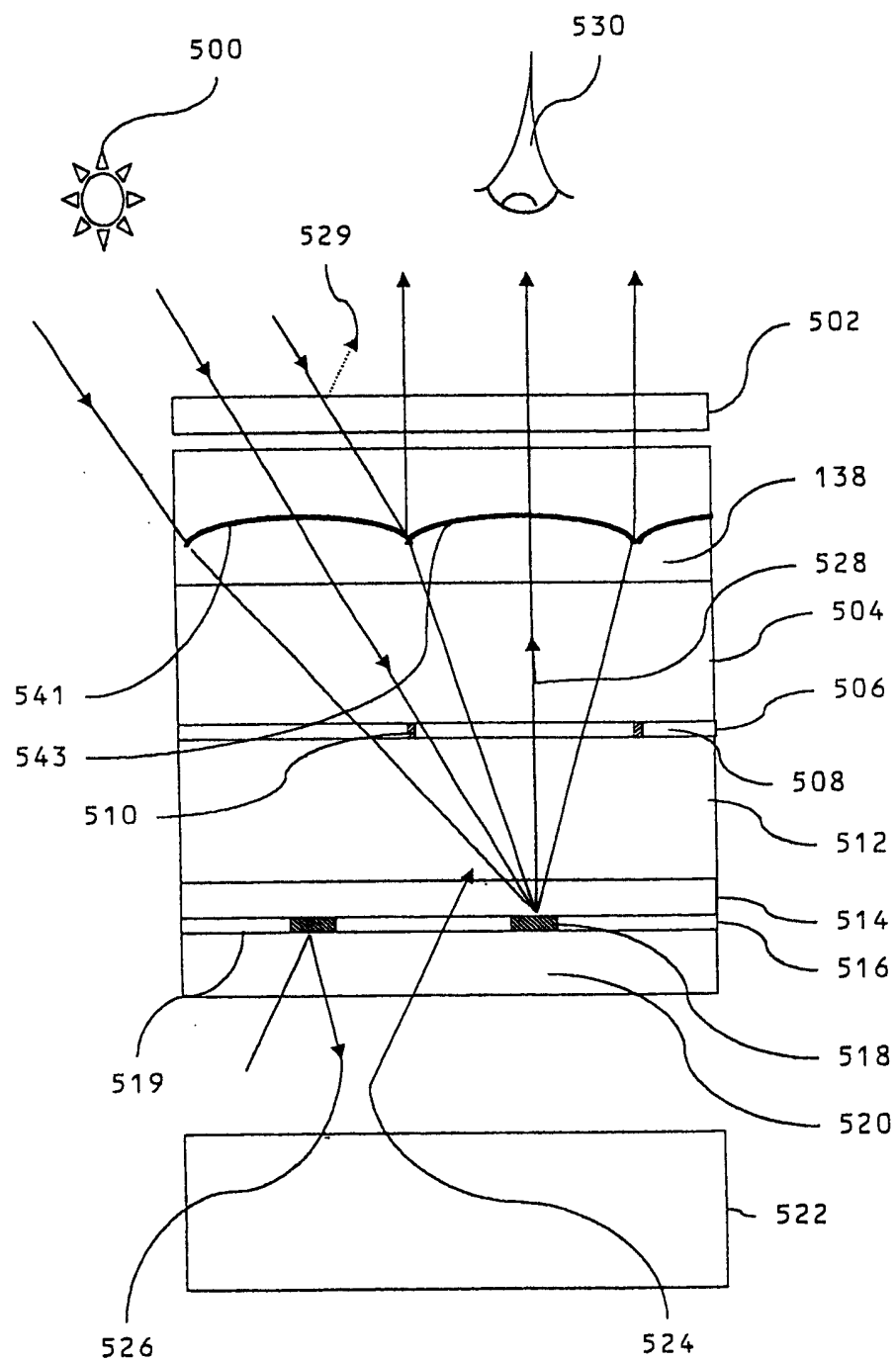


图47

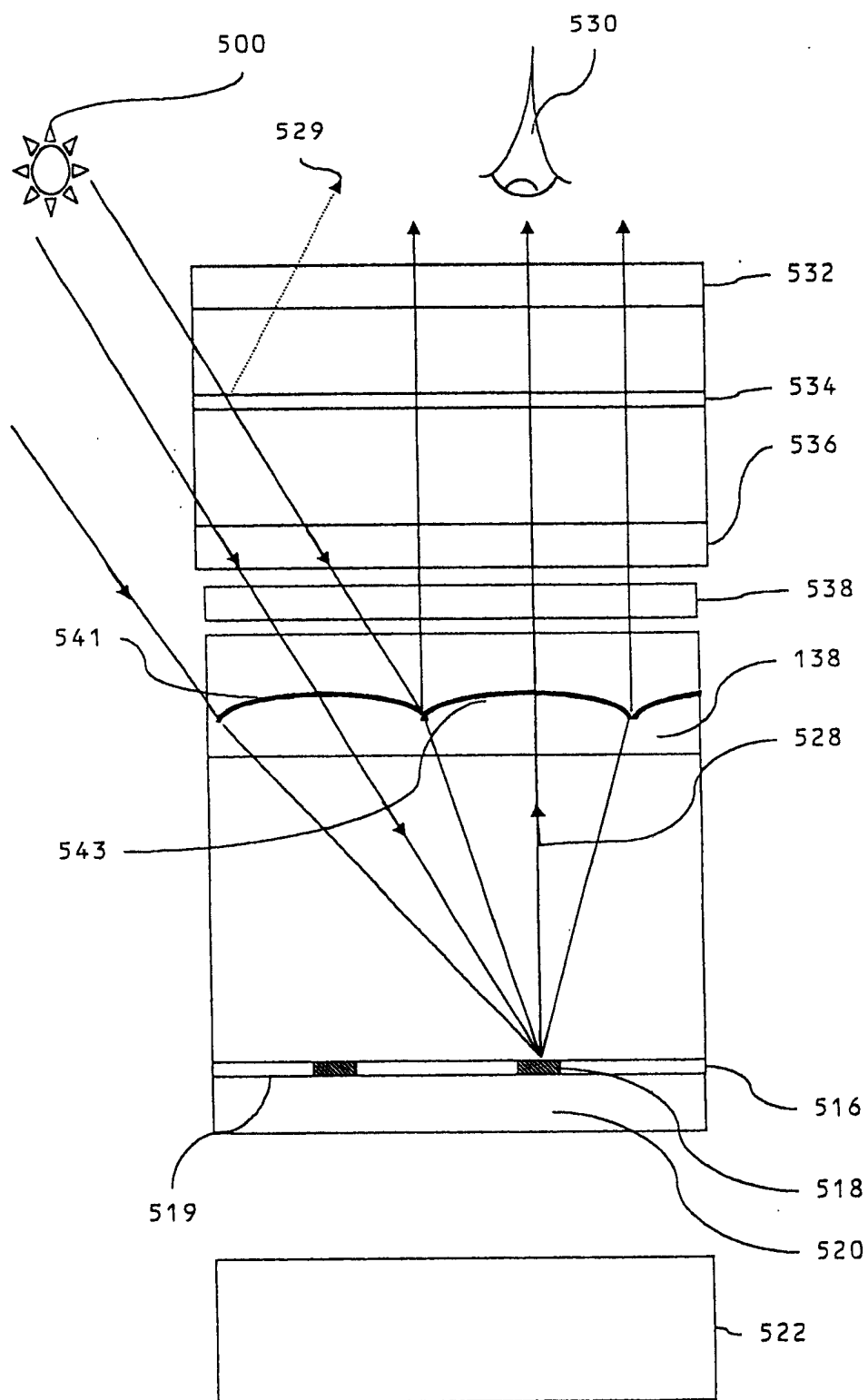


图 48

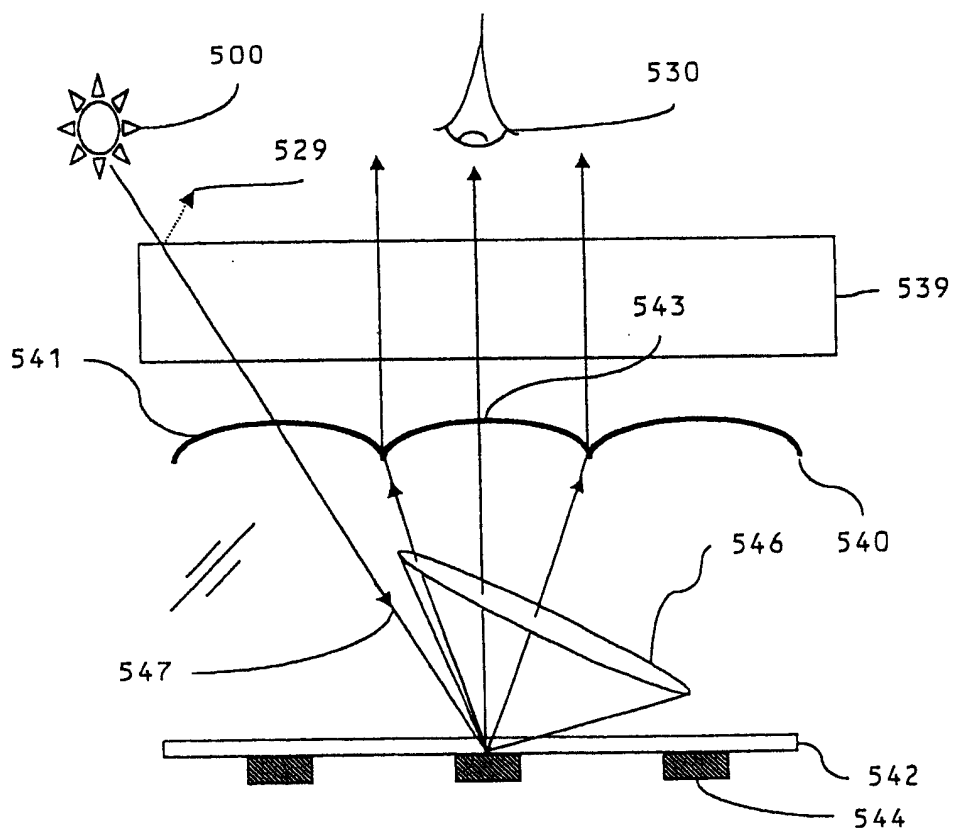


图 49a

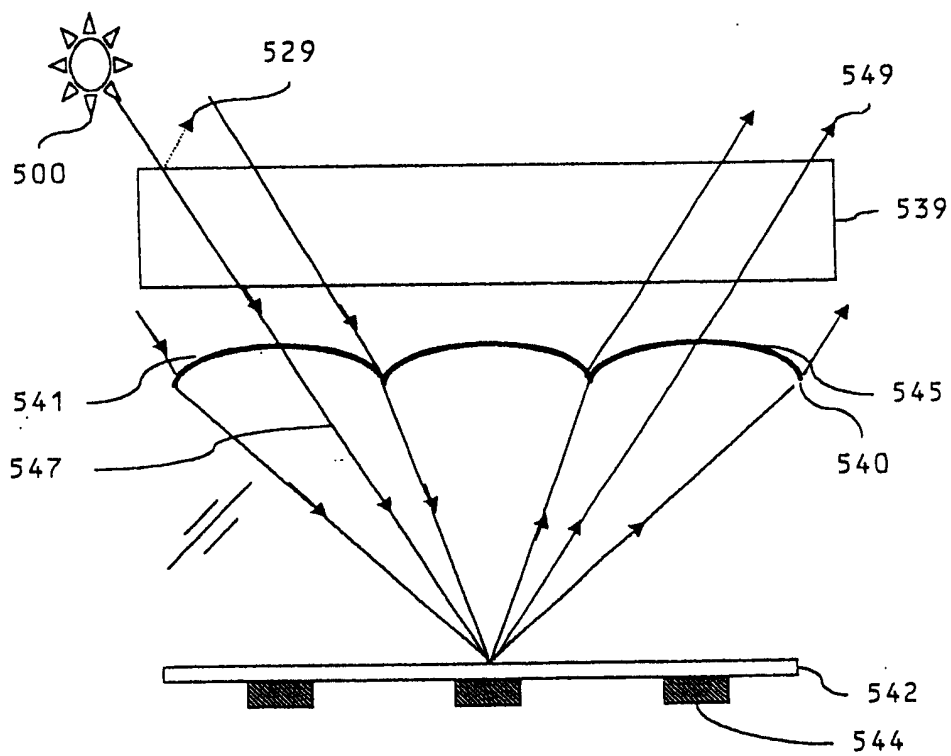


图 49b

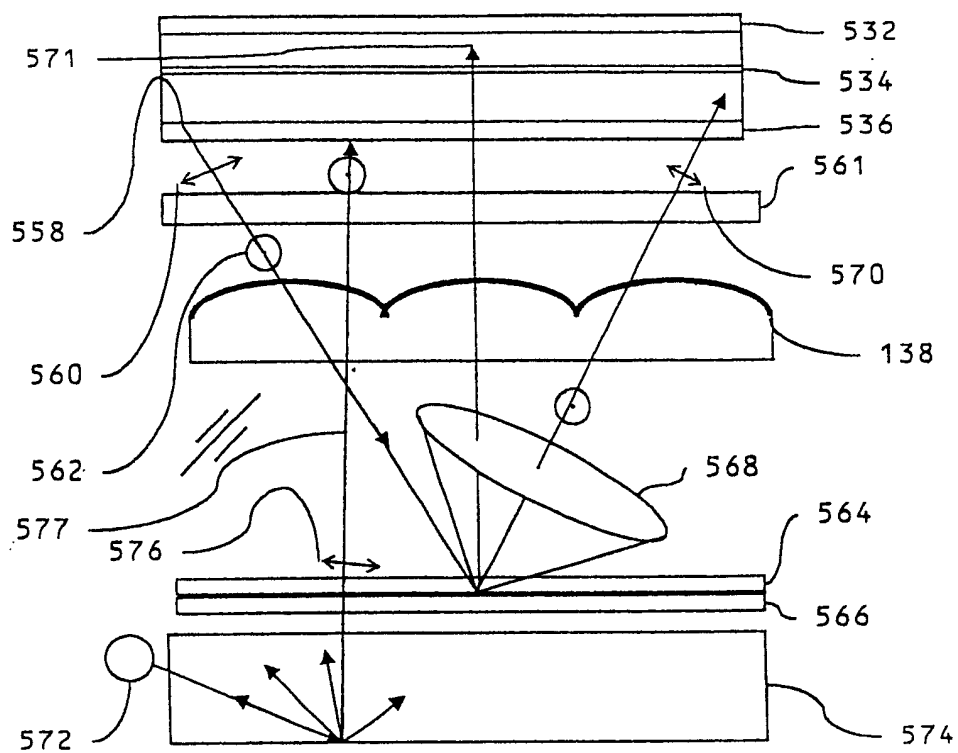


图 50

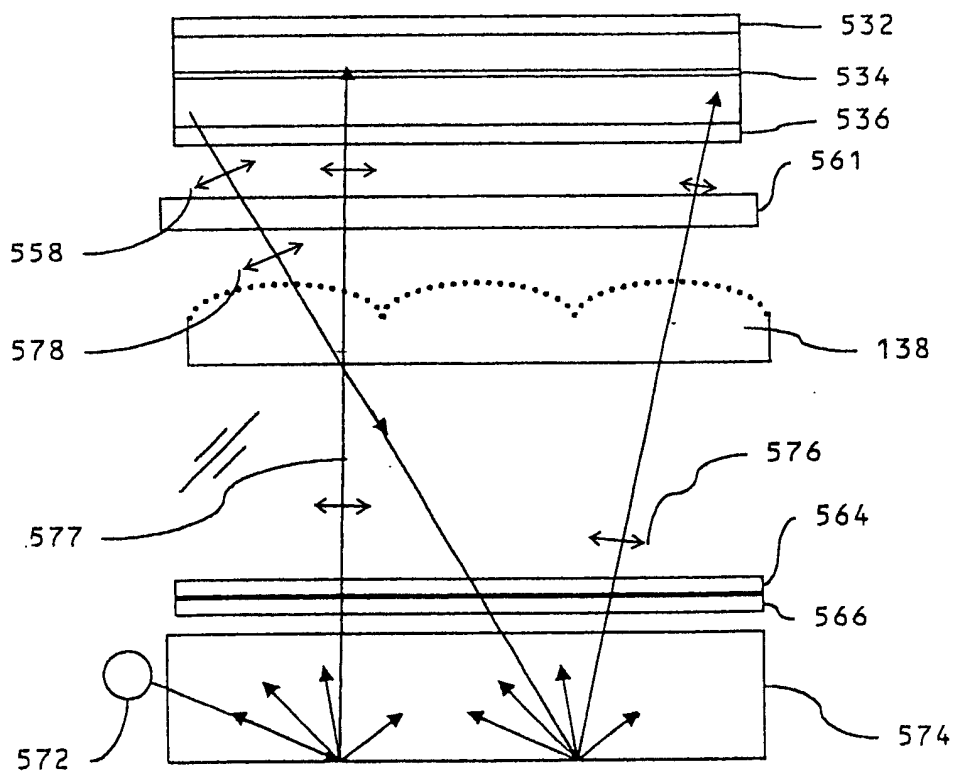


图 51

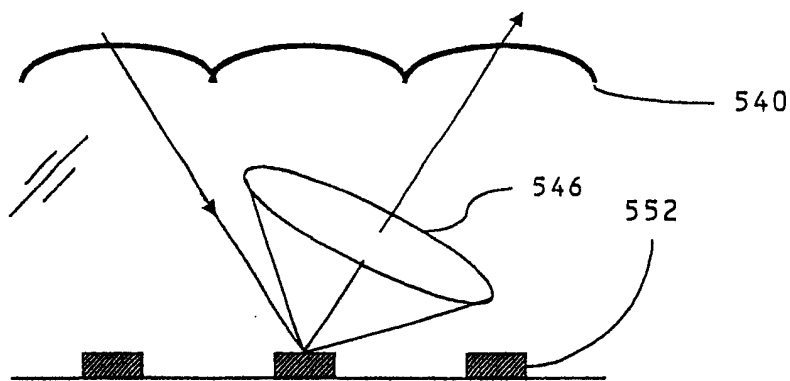


图 49c

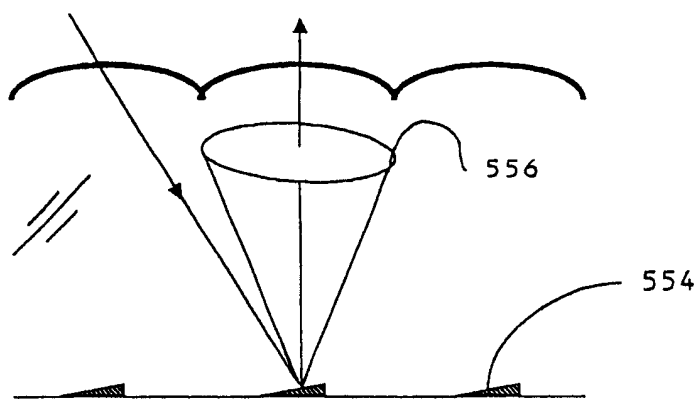


图 49d

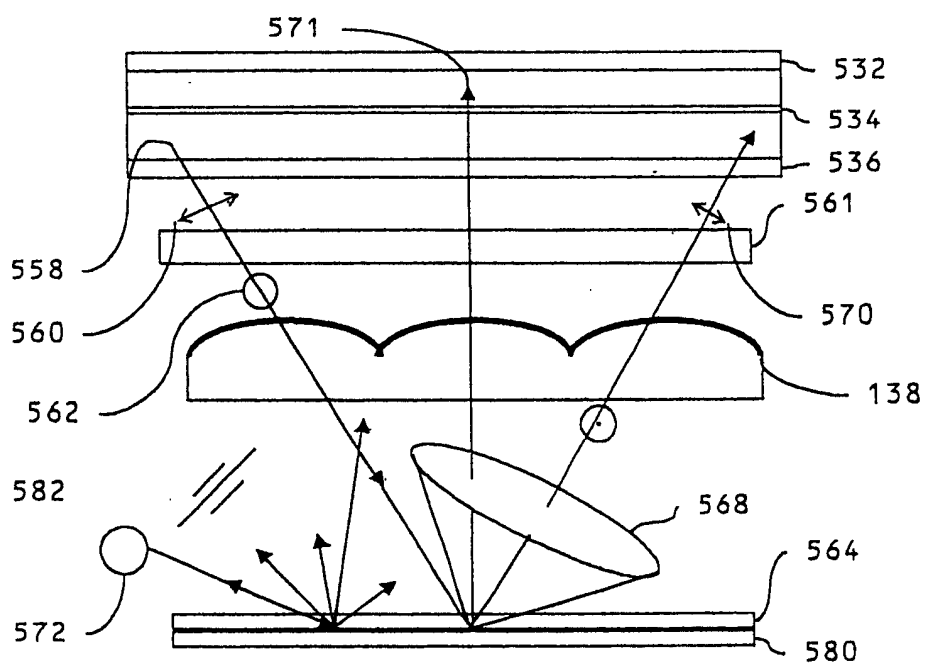


图 52