

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02F 1/13357

G02B 27/28



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00818699.5

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1183408C

[22] 申请日 2000.6.8 [21] 申请号 00818699.5

[30] 优先权

[32] 2000.1.31 [33] US [31] 09/498,801

[86] 国际申请 PCT/US2000/015730 2000.6.8

[87] 国际公布 WO2001/055783 英 2001.8.2

[85] 进入国家阶段日期 2002.7.29

[71] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 G·T·博伊德 R·A·米勒

L·R·惠特尼

审查员 郑 颖

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

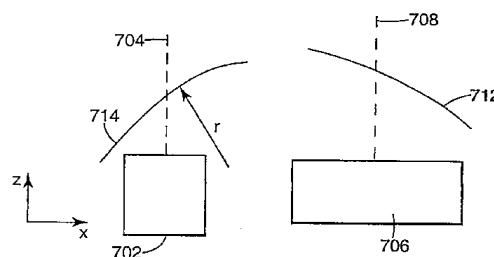
代理人 钱慰民

权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 15 页

[54] 发明名称 照明型反射显示装置

[57] 摘要

一种反射显示器的照明系统，尤其适用于使用反射显示器的微显示器。光源(702)与反射图像显示器(706)共面安置，可让光源与显示单元装在单块电路板上或甚至单块基板上。光源通常沿第一轴线(704)发射光，而反射图像显示单元的垂直轴(708)基本上平行于第一轴线。反射偏振膜(712)即偏振分束器设置成把来自第一光源的光导向反射图像光显示单元。反射偏振膜可以弯曲。



ISSN 1008-4274

1. 一种照明型显示装置，其特征在于包括：
沿第一轴线引导光的第一光源；
与第一光源共面设置的反射图像显示单元，其光轴平行于第一轴线；和
把来自第一光源的光导向反射图像光显示单元的偏振分束器。
2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于偏振分束器沿至少一个维度弯曲。
3. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于反射图像显示单元的光轴沿一位移方向从第一轴线横移，偏振分束器弯曲，其曲率半径位于的平面与第一轴线和位移方向形成的平面平行。
4. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于反射图像显示单元的光轴沿一位移方向从第一轴线横移，偏振分束器弯曲，其曲率半径位于的平面与第一轴线和正交于第一轴线与位移方向二者的轴线形成的平面平行。
5. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于反射图像显示单元的光轴沿一位移方向从第一轴线横移，偏振分束器弯曲，其第一曲率半径位于的平面与第一轴线和位移方向形成的平面平行，第二曲率半径位于的平面与第一轴线和正交于第一轴线与位移方向二者的轴线形成的平面平行。
6. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于第一部分反射偏振膜沿第一轴线从第一光源位移，第二部分反射偏振膜沿光轴从反射图像单元位移。
7. 如权利要求 6 所述的装置，其特征在于第一部分反射偏振膜弯曲。
8. 如权利要求 6 所述的装置，其特征在于第二部分反射偏振膜弯曲。
9. 如权利要求 6 所述的装置，其特征在于第一和第二部分反射偏振膜都弯曲。
10. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于显示系统还包括供用户观看反射图像显示单元形成的图像的观看端口，而偏振分束器位于反射图像显示单元与观看端口之间。
11. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于还包括一调整偏振器，用于偏振从反射图像显示单元透射过偏振分束器的光。
12. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于还包括一反射器，用于把光从第一光源导向偏振分束器层。

13. 如权利要求 12 所述的装置, 其特征在于至少反射器与偏振分束器之一沿至少一个维度弯曲。

14. 如权利要求 13 所述的装置, 其特征在于反射图像显示单元的光轴沿一位移方向从第一轴线横移, 偏振分束器弯曲, 其曲率半径位于的平面与第一轴线和位移方向形成的平面平行。

15. 如权利要求 13 所述的装置, 其特征在于反射图像显示单元的光轴沿一位移方向从第一轴线横移, 偏振分束器弯曲, 其曲率半径位于的平面与第一轴线同正交于第一轴线与位移方向二者的轴线形成的平面平行。

16. 如权利要求 13 所述的装置, 其特征在于反射图像显示单元的光轴沿一位移方向从第一轴线横移, 偏振分束器弯曲, 其一个曲率半径位于的平面与第一轴线和位移方向形成的平面平行, 另一曲率半径位于的平面与第一轴线和正交于第一轴线与位移方向二者的轴线形成的平面平行。

17. 如权利要求 1 所述的装置, 其特征在于第一光源包括发光的发光器、发射发光器发出的光的漫射器和偏振漫射器漫射的光的前置偏振器, 由漫射器偏振的光导向反射图像显示单元。

18. 如权利要求 17 所述的装置, 其特征在于第一光源还包括一反射器, 把光从发光器导向偏振分束器。

19. 如权利要求 17 所述的装置, 其特征在于发光器发射的光通过至少两个反射面导向反射图像显示单元, 偏振分束器形成在发光器到反射图像显示单元之间的光路上最接近反射图像显示单元的最后反射面。

20. 如权利要求 19 所述的装置, 其特征在于前置偏振器沿最后反射面与前一反射面之间的光路设置。

21. 如权利要求 20 所述的装置, 其特征在于漫射器沿最后反射面与前一反射面之间的光路设置。

22. 如权利要求 19 所述的装置, 其特征在于还包括一位于发光器与前置偏振器之间的光导管, 光导管的输出端把光导管输出的光发射给前置偏振器。

23. 如权利要求 22 所述的装置, 其特征在于漫射器包括光导管本身的漫射材料。

24. 如权利要求 19 所述的装置, 其特征在于还包括一耦合成接收来自发光器的光的光导管, 该光导管具有背面与输出面, 背面配有通过输出面将光导管内传播的光导向前置偏振器的光提取件。

25. 如权利要求 24 所述的装置，其特征在于漫射器包括光导管本身的漫射材料。

26. 如权利要求 17 所述的装置，其特征在于发光器包括一组发光二极管，发射至少三个不同波长的光。

27. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于还包括第二光源，使光反射离开偏振分束器而导向反射图像显示单元。

28. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于来自反射图像显示单元的图像光沿平行于第一轴线的方向透射过偏振分束器。

29. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于反射图像显示单元与第一光源装在单块基板上。

30. 一种照明型显示装置，其特征在于包括：

沿第一轴线发射漫射偏振光的发光装置；

用图像调制反射光的反射显示装置，该反射显示装置与发光装置共面设置，其光轴平行于第一轴线；和

把来自发光装置的漫射偏振光导向反射显示装置的反射偏振装置。

31. 一种光学系统，其特征在于包括：

显示装置，包括：

沿第一轴线引导光的第一光源；

与第一光源共面设置的反射图像显示单元，其光轴平行于第一轴线；和

把来自第一光源的光导向反射图像显示单元的偏振分束器；

耦合至反射图像显示单元以控制反射图像显示单元形成的图像的控制
器；和

把反射显示单元形成的图像输送给用户的观看光学元件。

32. 如权利要求 31 所述的系统，其特征在于偏振分束器位于反射图像显示单元和观看光学元件之间，把反射图像显示单元上的入射光与反射图像显示单元反射的光分开。

33. 如权利要求 31 所述的装置，其特征在于还包括一调整偏振器，用于偏振来自反射图像显示单元透射过反射偏振器的光。

34. 如权利要求 31 所述的系统，其特征在于还包括一耦合至控制器的相机单元，其中控制器控制反射图像显示单元显示对应于相机接收到的目标图像的图像。

-
35. 如权利要求 34 所述的系统，其特征在于相机单元是电视摄像机。
36. 如权利要求 34 所述的系统，其特征在于相机单元是数码相机。
37. 如权利要求 31 所述的系统，其特征在于还包括一耦至控制器以显示计算机产生的信息的计算机。

照明型反射显示装置

技术领域

本发明涉及反射显示器，尤其涉及反射显示的密致照明系统。

背景技术

许多光学装置，如电子相机中的微显示器和其它各类显示系统，要求用一束亮度相对均匀的光照明。通常，白炽灯、孤光灯与发光二极管等光源，光输出不均匀，不适合直接使用，所以在照明显示单元前一般在漫射腔里使光均匀。显示单元往往是一种反射显示单元，如液晶反射液晶显示面板、可调谐镜阵列或“电子纸”。通常用偏振敏感镜把光从光源导向显示单元。

光源与显示单元一般相互分开装在显示系统机壳上，经挠曲电路电连接。这种方法导致元件与制造成本昂贵，而且挠曲电路或连接器故障常常是显示系统的主要故障机构。

因此，要求有一种比现有显示系统制造成本更低且更可靠的显示系统。

发明内容

本发明一般涉及反射显示的照明系统，深信本发明尤其有利于应用反射显示的微显示器。在本发明的显示系统中，光源与显示单元共面安装，这样就使光源与显示单元共面安装，并安装在单块电路板甚至单块基板上。因此，由于系统更简单，元件更少，并且省去了不可靠的连接器与挠曲电路，所以可降低组装成本，提高可靠性。

本发明一特定实施例是一种照明型显示装置，包括沿第一轴线引导光的第一光源；与第一光源共面设置的反射图像显示单元，其光轴平行于第一轴线；和把来自第一光源的光导向反射图像光显示单元的偏振分束器。

本发明另一特定实施例是一种照明型显示装置，包括沿第一轴线发射漫射偏振光的发光装置；用图像调制反射光的反射显示装置，该反射显示装置与发光装置共面设置，其光轴平行于第一轴线；和把来自发光装置的漫射偏振光导向反射显示装置的反射偏振装置。

在本发明再一个实施例中，光学系统包括：显示装置，包括：沿第一轴线引导光的第一光源；与第一光源共面设置的反射图像显示单元，其光轴平行于第一轴线；和把来自第一光源的光导向反射图像显示单元的偏振分束器；耦合至反射图像显示单元以控制反射图像显示单元形成的图像的控制单元；和把反射显示单元形成的图像输送给用户的观看光学元件。

上述发明内容并不描述本发明的每一示例实施例或每种实施方法，下面的附图和详述将更具体地说明这些实施例。

附图说明

通过以下结合附图对本发明各种实施例所作的详述，可以更全面地理解本发明，其中：

图 1 示意表示一反射显示系统；

图 2 是带电子取景器的相机的示意图；

图 3 示意表示接至控制器与计算机的微显示器；

图 4 示意示出光学折叠型反射显示系统；

图 5 示意示出本发明一实施例的反射显示系统；

图 6A—6D 示意示出本发明诸实施例的光源；

图 7A 与 7B 示意示出带本发明不同实施例的反射器的反射显示器；

图 8A—8C 示意示出本发明不同实施例的偏振分束器；

图 9A—9G 示意示出本发明不同实施例的反射显示器；

图 10 示意示出真空形成双重曲面偏振分束器的方法；

图 11A 示意示出本发明在实例 1 中使用的一实施例；

图 11B 与 11C 分别示出图 11A 中实施例的示意侧视图与顶视图；

图 12 示意示出本发明用于实例 2 的实施例；

图 13 示意示出本发明用于实例 3 的实施例；

图 14A 示意示出本发明用于实例 4 的实施例；

图 14B 示出图 14A 中实施例的示意侧视图；

图 15A 示意示出用于实例 5 的本发明实施例；和

图 15B 示出图 15A 中实施例的示意侧视图。

本发明可作各种修改并具有其它形式，附图以举例方式显示其特征，下面将作详述。但应理解，本发明并不限于描述的诸特定实施例。相反地，本

发明包括所有落在所附权项规定的本发明精神与范围内的所有修改，等效技术方案与替代方案。

具体实施方式

本发明适用于反射显示器，而且对应用反射显示装置的微显示器尤其有用。在本发明的诸优点中，主要是降低了显示系统的制造成本，且可靠性高。

反射显示器已应用于几类信息显示系统。图 1 示出反射显示器 100 的基本元件。光源 102 向反射图像显示单元 106 发射偏振光 104。反射图像显示单元 106 可以是液晶显示 (LCD) 单元，如硅上 LCD (LCOS) 显示器。反射图像显示单元 106 反射的光 108 导向偏振器 110，于是透射过偏振器 110 的光 112 透射过观看光学元件 114，后者可以包括将图像发射给观众的一块或多块透镜。在该结构中，LCD 单元通过把某些入射光的偏振旋转 90° 而调制入射光。偏振已旋转的反射光 108 由偏振器 110 发射到观看光学元件 114。偏振器 110 不发射偏振保持不旋转的反射光，一般将其吸收或反射掉。因此，偏振器 110 把图像光与非图像光分离开来。观看光学元件 114 可以是例如一块目镜。

反射图像显示单元 106 也可以是一种不同种类的单元，例如各自可移动的超小镜阵列，诸如 Texas 仪表公司制造的 Digital Micromirror Device™，或者基于应用所谓的“电子纸”，如 E-Tek 公司制造的电泳显示器，或是 Xerox 公司制造的基于 gyricon 的显示器。本发明对于基于偏振旋转调制入射光的反射图像显示单元如 LCD 尤其有利，但也可用于其它类型的反射图像显示单元。

可以使用反射显示器的实例包括如电子相机取景器中的微显示器。电子相机包括电视摄像机与数码相机，以及任何其它把光图像转换到电子形式的装置，例如图 2 的电视摄像机 200 可记录目标 202 的图像。用户将其眼睛凑近观看孔 208，就可通过取景器 206 看到目标 202 的图像 204。

微显示器还可应用于其它地方，例如平视安装的显示器，如 DVD 观看器、虚拟现实护目镜、可佩带的计算机显示器和因特网电器用具。图 3 示出微显示器的一般用法，微显示器 302 一般包括耦合至控制器 304 的光源、反射图像显示单元与观看光学元件。控制器 304 可以是例如 DVD 播放机，它被连接成将图像从 DVD 播放机导向微显示器 302。控制器 304 也可耦合至计算机系统 306 (或部分)，例如在平视 (heads-up) 显示器、虚拟真实护目镜中显示来

自计算机系统的信息，或作为可佩带计算机的显示器。微显示器 302 还可应用于膝上或其它类型计算机的可佩带显示器。

显然，反射显示器不限于用于微显示器，还可应用于更大的显示器，如投影显示器与平视显示器。

图 4 示出可用于微显示器的反射显示器的一种特定结构。反射显示器 400 包括产生光的三色发光二极管 (LED) 402。LED 402 发出的光导向漫射器 404，后者混合光的色彩并使其均匀，再入射到反射图像显示单元 406。前置偏振器 408 偏振通过漫射器的光，仅使一个偏振光入射到反射图像显示单元 406。

漫射器 404 前面可以装一增亮器 410，用以增大到达反射图像显示单元 406 的光的亮度。例如，增亮器 410 可以是一块膜，其输入面上有一种棱镜结构以便把离轴光从 LED 402 导向轴线 412，诸如明尼苏达州的 3M 公司制造的 BEF 增亮膜。BEF 增亮膜反射的光可通过包含 LED 402 的漫反射腔 413 再循环。

增亮器 410 也可以是一种反射偏振膜，其透射偏振态基本上与前置偏振器 408 的透射偏振态对准。若把反射偏振膜用作增亮器 410，则把 LED 402 封装在漫反射腔 413 中较为有利，使增亮器 410 反射的光偏振在漫反射腔内再循环时随机化。偏振随机化导致 LED 402 产生的大部分光被反射增亮器 410 反射，从而提高反射显示器 400 的光学效率。能用作增亮器 410 的一例反射偏振膜是明尼苏达州的 3M 公司制造的 DBEF 多层光膜。

前置偏振器 408 发射的光以偏振分束器 412 的阻断偏振态偏振，即偏振态与偏振分束器 412 的透射偏振态正交，因而光被偏振分束器 412 向反射图像显示单元 406 反射。反射图像显示单元 406 通过偏振旋转空间调制入射光 414。对偏振分束器 412 而言，反射光 416 包含阻断与通过两种偏振的光。只有偏振分束器 412 通过偏振的光，即图像光 418 才透射到目镜 420。为了增强用户观看的图像的对比度，可在偏振分束器 412 与目镜 420 之间设置一调整偏振器 422。应用偏振分束器 412 反射来自 LED 402 的照明光并分离图像光 418，可使反射显示器 400 更加密致。

反射图像显示单元 406、偏振分束器 412 和调整偏振器 422 一般都装在机壳 424 内。

然而，该反射显示器 400 的结构存在一些缺点。例如，包括 LED 402、漫射器 404 和前置偏振器 408 的光源，一般装在光源板 426 上，而反射图像显示单元 406 装在显示器板 428 上，这两块板分别附接于机壳 424。通常这两块

板 426 和 428 用连接器与挠曲电路电气耦合,对显示系统而言,就明显增大了制造与组装费用。再者,系统复杂性增大了,挠曲电路降低了制造成品率和长期可靠性。

本发明针对一种把光源和反射图像显示单元以共面方式安装的反射显示器。换言之,安装光源,使得一般沿平行于反射图像显示装置光轴的第一轴线引导光源的光线。该方法的一个优点是可将光源和反射图像显示单元装在一块共用板上,从而降低组装成本。这样可运用相对廉价的标准印制电路制造技术把光源和反射图像显示单元焊接到印制电路板上。光源和反射图像显示单元甚至可以形成在同一基板上,如蒸发或溅射合适的材料或用其它制造方法形成有机或无机 LED,进一步降低组装成本。另外还消除了挠曲电路,不仅可降低制造成本,还消除了低可靠性元件。

本发明一实施例示意图示于图 5。反射显示器 500 包括光源 502(即第一光源),一般产生平行于第一轴线 504 的光。显然,LED、钨灯等光源生成大锥角的光。然而,也称为主光线的最大强度方向基本上平行于第一轴线 504。

反射图像显示单元 506 设置成使其光轴 508 基本上平行于第一轴线,换言之,被装成与光源 502 共面。光源 502 发出的光 510 在入射到反射图像显示单元 506 之前,先反射离开至少一个反射面,而有的光反射离开两个反射面。反射面可由偏振分束器 512 提供,或由偏振分束器 512 和另一反射器 514 共同提供,下面再更全面地说明。反射器 514 可以被认为是光源的一部分。为了增大观众看到的图像的对比度,可设置一调整偏振器 516,以加强光透射过偏振分束器 512 的偏振。调整偏振器 516 通过反射或吸收作用,可消除由偏振分束器 512 正反射并通过该偏振分束器 512 漏出的偏振杂散光。

图 6A—6D 示出光源的不同实施例。图 6A 示出的第一实施例的光源 600,包括耦合至漫射腔 604 的发光器 602,它可以是一个三色 LED 阵列。漫射腔 604 可以空心,或填充一种漫射材料,而且包括漫反射侧壁。腔 604 输出的光通过透镜 606 再到达漫射器 608。漫射腔 604 和漫射体 608 一起对光作混合和均匀,从而确保漫射器发出的光在色彩与亮度上均匀。然后,通过漫射器 608 的光再通过前置偏振器 610。

图 6B 第二实施例的光源 620 包括耦合至漫射腔 624 的发光器 622,如三色 LED 阵列。漫射腔 624 可以空心,或填充某种漫射材料,还包括漫反射侧壁。

为截断从腔 624 向外发射的光,可设置一增亮器 626,如上述的棱镜膜或反射偏振膜。若增亮器 626 是棱镜膜,落在特定角度外的光就反馈回漫射腔 624,而落在期望的角度内的光可透射。若增亮器 626 是反射偏振器,则阻断偏振态的光被反射到漫射腔 624,而通过偏振态的光可透射。返回漫射腔的光再循环,其方向和/或偏振作随机化,使它通过增亮器 626 之后透射通过该增亮器。

可以设置一块透镜 628,诸如曲面透镜或非涅耳透镜,重新引导增亮器 626 发射的光,使之落在较窄的锥角内。

腔 624 发射出的光照射漫射器 630。漫射器 630 与漫射腔 624 一起使光源 620 发出的光具有均匀的亮度和色彩。

图 6C 第三实施例的光源 640 应用了可以是三色 LED 阵列的发光器 642、漫射器 646 和前置偏振器 648。来自发光器 602 的光经光导管 644 耦合至漫射器。例如,光导管 644 可以是一种固态透明的塑料管,通过在其侧壁的全内反射或通过反射离开涂有合适反射材料的侧壁俘获光,并将光反射到输出窗 645。为使光均化,窗 645 可以用漫射器覆盖或粗糙化,光导管 644 的壁可以粗糙化,或者光导管 644 内的材料本身可以漫射。

图 6D 第四实施例的光源 660 应用了配有侧面提取功能的光导管,将光从发光器导向偏振分束器 512。来自发光器 662 如三色 LED 单元的光进入光导管 664。左侧面 670 上的小平面或其它光散射件 668 通过光导管 664 的输出面 666 提取光。输出面 666 输出光 672 的方向与发散度由提取件 668 调节,如提取件 668 可以指向特定角度或局部准直。从光导管 664 出射的光 672 由输出面 666 的小透镜阵列 674 进一步调节,如准直或局部准直。

光通过光导管 664 传播,可对发光器 662 发出的光混合与均化。光导管输出的光 672 由漫射器 676 进一步均化。此外,漫射光粒子可埋置在部分或全部光导管 664 内,对光进一步混合均化。

光 672 由前置偏振器 678 偏振。前置偏振器 678 可以是线性偏振器,如分色吸收器或反射偏振器,或者是圆偏振器,如胆留醇偏振器或组合有四分之一波延迟膜的分色吸收器。

小透镜阵列 674、漫射器 676 和前置偏振器 678 可以位于从光导管 664 有最大提取作用的区域中,以便于在光导管内混合和均化,或将出射光 672 置于合适高度,以照射偏振分束器 512。

该实施例 660 的优点之一，在于它在平行于反射图像显示单元 506 输入面方向上的密致度。

除了图 6A—6D 中四个实施例的变化外，显然还可使用许多不同类的光源。例如，可使用不同类的发光器，如白炽灯泡、卤素灯、孤光灯或任何其它合适的发光器。为了把发射光重新导向光源的输出端，发光器还可包括一成形反射器，如抛物面反射器。

前置偏振器可以是线性偏振器，如美国专利号 5,612,820 描述的聚合物多层反射偏振膜，或者是线栅偏振器，如 W094/11766 描述的“反射偏振器”。前置偏振器还可以是圆偏振器，如美国专利号 5,506,704 描述的胆留醇偏振器。胆留醇偏振器尤其适用于以圆偏振光调制为基础的反射图像显示单元。

同样地，偏振增亮器可由多层反射偏振膜、线栅偏振器或胆留醇偏振器构成。

为增大亮度并覆盖更大面积的显示，可在使用该技术的单个光源中组合任意数量的发光器。再者，反射显示器可以使用一个以上光源。

若来自光源 502 的光反射离开两个反射面而到达反射图像显示单元，则反射器 514 可用于第一反射，偏振分束器 512 用于第二反射。反射器 514 可以是光源 502 的组成部分。

反射器 514 可用镀金属基板（塑料或金属）、抛光金属、压制金属板、热成形金属涂膜、热成形多层光膜或其它合适的反射材料做成。再者，反射器 514 可以扁平，如图 5 所示，或沿一个或两个方向上弯曲，以增大照明均匀性与效率。例如，图 7A 为沿一个方向弯曲的反射器 714。该图示出共面安装的光源 702 和反射图像显示装置 706，还示出了光源 702 和反射图像显示装置 706 的光轴 704 与 708。光轴 704 与 708 平行于 Z 方向，反射图像显示装置 706 从光源 702 沿 X 方向横移。曲面反射器 714 的曲率半径 r 位于 X-Z 平面。

光源 702 发出的光从曲面反射器 714 反射，减小了在 X-Z 平面内的发散度。把光导向偏振分束器 712，并透射到反射图像显示装置 706。

图 7B 示出向两个方向弯曲的反射器 734，此时其第一曲率半径位于 X-Z 平面，第二曲率半径位于 Y-Z 平面，其中 Y 方向由图平面向外指，与 X 和 Z 方向正交。光源 702 发出的光从反射器 734 反射后，在 X-Z 与 Y-Z 两平面内都减少了发散。

显然，反射器也可单向弯曲，曲率半径位于 Y-Z 平面。

偏振分束器 512 一般反射一种偏振的光而透射正交偏振的光。偏振可以是线性的或圆形的。可用作偏振分束器的一特定线性偏振器实例，就是聚合物多层偏振膜，如明尼苏达州的 3M 公司制造的 DBEF。该膜用作偏振分束器是有用的，因为它在宽的谱与角度范围内保持了高度消光。再者，该类膜容易沿一或二个方向变形而形成曲面镜，可更有效地汇集来自光源的光，并降低照明系统的整个分布曲线。同样适合用作偏振分束器 512 的另一类线性偏振器是线栅偏振器。

偏振分束器 512 也可以是圆形偏振器和胆留醇偏振器。可以理解为在线性与圆形偏振之间作光转换，使用胆留醇偏振器时必须引入 $1/4$ 波延迟器。例如，若反射图像显示单元 506 工作于线性偏振光，而且来自光源的光也是线性偏振的，则胆留醇偏振器可在其正面设置一 $1/4$ 波延迟层，使得在光入射到胆留醇偏振器表面上之前圆化其偏振。另外，反射光在传播到反射图像显示单元 506 前， $1/4$ 波延迟器要对其偏振线性化。若来自光源的光为圆形偏振，则反射图像显示单元 506 可在其输入端设置一 $1/4$ 波延迟器，使从胆留醇偏振器反射的光的偏振线性化。

如图 8A—8C 所示，偏振分束器 512 可以扁平或沿一或二个方向弯曲，图示的不同类偏振分束器靠近反射图像显示单元 806。各偏振分束器可以配置一调整偏振器 816。图 8A 的偏振分束器 812 为扁平，调整偏振器可直接置于偏振分束器 812 后面。图 8B 的偏振分束器 822 沿一个方向弯曲，换言之，偏振分束器 822 的曲率半径位于 X-Z 平面，方式类似于以上对图 7A 中反射器描述的情况。

使用扁平或一维弯曲的偏振分束器，优点包括能把调整偏振器 816 直接层叠到偏振分束器 822 的后面。而且，可用简单机械装置对偏振分束器成形。例如，偏振分束器 822 可用板材构成，板材的相对两端被紧紧夹住，夹端间距小于膜全长，使膜压弯成弯曲形。在另一例中，偏振分束器 822 用一板材构成，板材联成弯曲槽，与期望的曲率相符。这两种优点都降低了制造成本。

图 8C 示出向两个方向弯曲的偏振分束器 832，其第一曲率半径位于 X-Z 平面，第二曲率半径位于 Y-Z 平面。扁平的调整偏振器 816 可位于偏振分束器 832 上方。

双重弯曲的偏振分束器 832 可用真空成形法成形。另外，偏振分束器与调整偏振器的叠层可以真空成形，因而调整偏振器无需分开装在显示器内。

图 10 示出一种真空成形双重弯曲偏振分束器 832 的特定方法。多层反射偏振光膜 1002 在板 1006 的孔 1004 上方拉伸，利用真空通过孔 1004 拉伸膜 1002，用加热枪加热以软化膜 1002 并加深凹陷，形成一凹面。冷却后，膜 1002 保持凹形。用该技术形成双重弯曲的偏振分束器，偏振消光作用可向外保持到凹形边缘。通过椭圆孔 1004 作真空成形，还可构成边缘为椭圆的弯曲型偏振分束器 832。将膜 1002 的光轴对准孔 1004 的主轴，可控制弯曲型偏振分束器的透射轴。

在较宽的角度内，单一弯曲的偏振分束器 822 一般比双重弯曲的偏振分束器 832 呈现出更高的偏振消光作用，因为双重曲面的入射角范围更高，因而使用带双重弯曲型偏振分束器 832 的调整偏振器 816 变得更加重要了。双重弯曲型分束器组件的构成方法是，先把调整偏振器 816 层叠到偏振分束器 832 而形成层叠件，然后用图 10 的真空成形技术对该层叠件作真空成形。

显然，偏振分束器可以单一弯曲，曲率半径位于 Y-Z 平面内。

在图 9A—9G 所示的显示装置中呈现出不同实施例的偏振分束器。各显示装置都包括光源 902 和反射图像显示装置 906。在若干图示实施例中，反射器 514 和偏振分束器 512 用单一整体部分的反射偏振器材料构成，降低了制造成本。

在图 9A 中，反射器 914 与偏振分束器 912 由单一整体部分的反射偏振器材料 918 构成。整体部分反射偏振器材料 918 单一弯曲，而反射器 914(即第一部分反射偏振膜)与偏振分束器 912(即第二部分反射偏振膜)有不同的曲率，第一部分反射偏振膜沿第一轴线从第一光源位移，第二部分反射偏振膜沿光轴从反射图像显示单元位移。调整偏振器 916 可以层叠到整体部分反射偏振器材料 918 的背面，或设置在可调整透射过偏振分束器 912 的光偏振的其它地方。

在图 9B 中，偏振分束器 922 延伸过光源 902 与反射图像显示单元 906 两者，收集直接来自光源 902 的光并把它导向反射图像显示单元 906。如图所示，偏振分束器 922 可以双重弯曲或单一弯曲，扁平的调整偏振器 926 可以位于偏振分束器 922 上方，或形成在偏振分束器背面。

在图 9C 中，反射器 934 与偏振分束器 932 都用单一整体部分反射偏振器材料 938 构成，如图所示，反射器 934 可以双重弯曲、单一弯曲或扁平。

如图所示，偏振分束器 932 可以扁平、单一弯曲或双重弯曲。调整偏振

器 936 设置成可以调整从反射图像显示单元 906 通过偏振分束器 932 透射的光偏振。调整偏振器 936 可以与偏振分束器 932 层叠或附接。

图 9D 和 9E 示出图 9C 中实施例的不同变型。在图 9D 中, 反射器 934 双重弯曲, 偏振分束器 932 单一弯曲。图 9E 中, 二者均双重弯曲。显然, 扁平、单一弯曲和双重弯曲的反射器 934 可通过不同的方式与扁平、单一弯曲和双重弯曲的偏振分束器 932 相结合。另外, 调整偏振器 936 可以在反射器 934 和偏振分束器 936 二者上延伸, 如图 9E 所示。

在图 9F 实施例中, 光源为分布型。发光器将光导向反射器 944。包括漫射器与前置偏振器的漫射/偏振器 943 置于反射器 944 与偏振分束器 946 之间, 使光被反射器 944 反射后再被漫射/偏振器 943 漫射并偏振。该例的优点在于, 来自多个发光器的光束在漫射与偏振前有更大的重叠, 从而增大了照明均匀性。

本发明不限于单一光源。为增大亮度或改进反射图像显示单元 906 的照明均匀度, 可在相对于反射图像显示单元 906 的共面位置上放多个光源(包括第一光源、第二光源)。图 9G 示出应用多光源的一特定实施例。该例中, 偏振分束器 952 在第一和第二光源 902 和反射图像显示单元 906 上延伸。来自光源 902 的光反射到反射图像显示单元 906, 后者对光调制并把它反射回偏振分束器 952。调制的光通过偏振分束器 952 发射给观众。可以设置一调整偏振器 956, 以调整透射过偏振分束器的光。

为了有效地照射反射图像显示单元, 已经开拓了不同的反射器与分束器设计。在设计反射器/分束器组合方面, 感兴趣的主要特性包括在显示单元接受的锥形内将来自光源的光引导到反射图像显示单元表面上的效率, 和横跨反射图像显示单元的照明均匀度。另一个研究参数是显示单元上方反射器/分束器组合的最大高度。在设计用于有限空间的显示单元时, 如在摄录机或其它类相机中, 该参数很重要。在下述实例中, 对特定结构的反射器与分束器计算了显示单元的照明。

实例 1

在图 11A—11C 的第一例中, 假定光源 1102 包括一后面接有漫射器的发光二极管。光源 1102 与 LCD 显示单元 1104 的中心离约 5 个单位的点为中心。由于显示照明系统与大小成线性关系, 所以用任意“单位”而不是任何特定线性量值表示尺寸。假定光源 1102 有一尺寸为 1 单位×1.6 单位的朗伯

均匀发光面。该短尺寸对准平行于光源 1102 与 LCD 显示单元 1104 间的分离方向。假定 LCD 显示单元 1104 为 2.88×3.84 单位, 定向成其长尺度平行于 LCD 显示单元 1104 与 LED 1102 之间的分离方向。假定 LED 1102 的发光面比 LCD 显示单元 1104 的液晶层表面高 0.98 单位。

假定偏振分束器 1112 形成为平板, 位于 LCD 显示单元 1104 上方, 相对显示单元 1104 的上表面 1104a 成 40° 角。

假定反射器 1114 具有上反射面 1314a 和侧反射面 1314b (图 11A 与 11B 只示出一个侧反射面) 构成的“锥盒”形状。上表面 1314a 的形状用 AUTOCAD 仿样函数形成, 该函数在 (X, Z) 平面内连接下列诸点: (5.5804, -0.2035), (5.9644, 0.9476), (5.6674, 1.6398), (5.1616, 2.2553), (4.1499, 3.2774) 与 (3.0478, 4.5078)。第一点的正切设定为点 (5.1499, 3.2774), 最后一点的正切设定为点 (3.5694, 3.9642)。“锥盒”形成的截面形状为矩形, 并以光源 1102 到输出端的全长保持该矩形截面的纵横比。

扁平分束器 1112 与“锥盒”反射器 1114 相结合产生了以下结果。照射 LCD 显示单元 1104 的效率为 4.6%。该效率定义为在接受的锥角内进入 LCD 显示单元 1104 的光与光源 1102 发出的总光量之比。照明均匀度由 LCD 显示单元 1104 上最大照明强度的亮度与 LCD 显示单元 1104 上最小照明强度的亮度之比衡量。在该特定场合中, 最大/最小之比为 3.34。最后, 高度 H, 即 LCD 显示单元 1104 上方使反射器与分束器的特定组合最有效地工作所需的最大分束器高度, 为 5.57 单位。

实例 2

在图 12 的第二例中, 假定光源 1102 和 LCD 显示单元 1104 具有与实例 1 相同的尺寸和相对间距, 唯一差别在于反射器与分束器的形状。假定分束器 1212 为单一弯曲形, 形成一曲率半径为 11.903 单位的 41° 弧。假定反射器 1214 扁平, 与光源 1102 的发光面定向成 47° 。

对这一特定组合, 照度效率为 3.4%, 最大/最小比值为 2.8, 高 H 为 4.53 单位。总照明效率比实例 1 低, 因为扁平反射器在收集来自光源 1102 的光并把它供给分束器以反射给 LCD 显示单元 1104 方面并不良好。另一方面, 使用弯曲分束器提高了照明均匀度, 而且减小了总高度 H。

实例 3

在图 13 的第三例中, 假定光源 1102 和 LCD 显示单元 1104 具有与实例 1

相同的尺寸和相对间距，唯一差别是反射器与分束器的形状，假定分束器 1312 的形状与实例 2 相同。假定反射器为单一弯曲反射面，弯曲型面与实例 1 描述的上反射器 1114a 的弯曲型面相配。

对这一特定组合，照明效率为 4.6，最大/最小比值为 1.93，高 H 为 4.53 单位。人肉眼一般能看出超过约 2 的最大/最小比值，因而该设计接近可接受的均匀度区域，肉眼看不出非均匀性。

实例 4

在图 14A 与 14B 的第四例中，假定光源 1102 和 LCD 显示单元 1104 具有与实例 1 相同的尺寸与相对间隔。另外，假定反射器 1414 的“锥盒”形状与实例 1 的反射器 1114 相同。与实例 1 的唯一差别是分束器 1412 的形状，假定其形状与实例 2 同为弓形。

对这一特定组合，照明效率为 8.2%，最大/最小比值为 1.25，高 H 为 4.53 单位。

实例 5

在图 15A 与 15B 的第五例中，假定光源 1102 和 LCD 显示单元 1104 具有与实例 1 相同的尺寸与相对间隔。并假定分束器 1512 与实例 4 相同，反射器 1514 的“锥盒”形状与实例 4 同。然而，上表面 1514a 不是以直角与侧面 1514b 吻合，而是把上表面 1514a 与侧面 1514b 的转角 1514c 弯曲。对这一特定组合，照明效率为 6.7%，最大/最小比值为 1.52，高 H 为 4.53 单位。这五个实例的结果归纳于表 1。

表 1 不同反射器/分束器组合的照明特性归纳

	反射器	分束器	最大/最小	效率	H(任意单位)
例 1	锥盒直角	扁平	3.34	4.6%	5.57
例 2	扁平	单一弯曲弓形	2.80	3.4%	4.53
例 3	单一弯曲样条	单一弯曲弓形	1.93	4.6%	4.53
例 4	锥盒直角	单一弯曲弓形	1.25	8.2%	4.53
例 5	锥盒圆角	单一弯曲弓形	1.52	6.7%	4.53

以上虽然提供了各种实例，但是本发明并不限于特定的示例。如上所述，本发明尤其适用于要求输出均匀或基本均匀的光的照明源，因此本发明并不限于上述诸特定实例，而是包括所附权利要求正式提出的本发明的所有方面。

参阅了本说明书的本领域技术人员显然明白，本发明可适用的各种修改、等效处理和各种结构。权利要求书旨在包罗这类修改与装置。

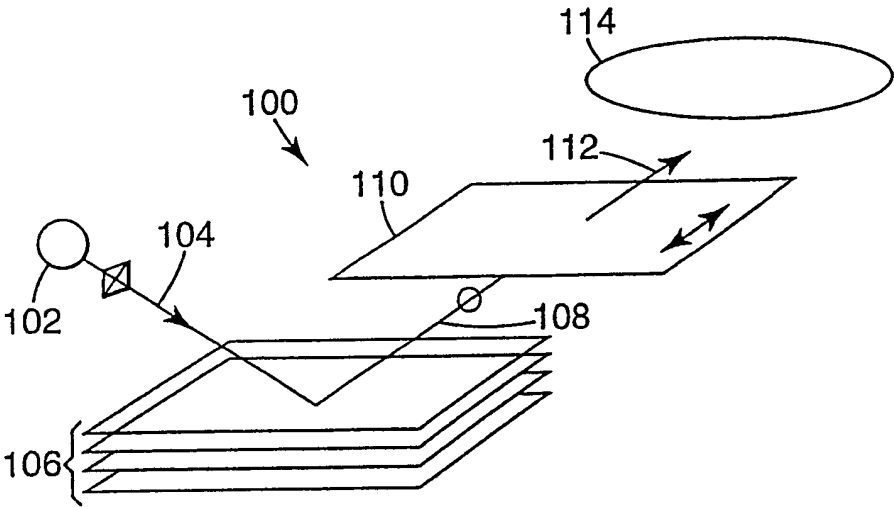


图 1

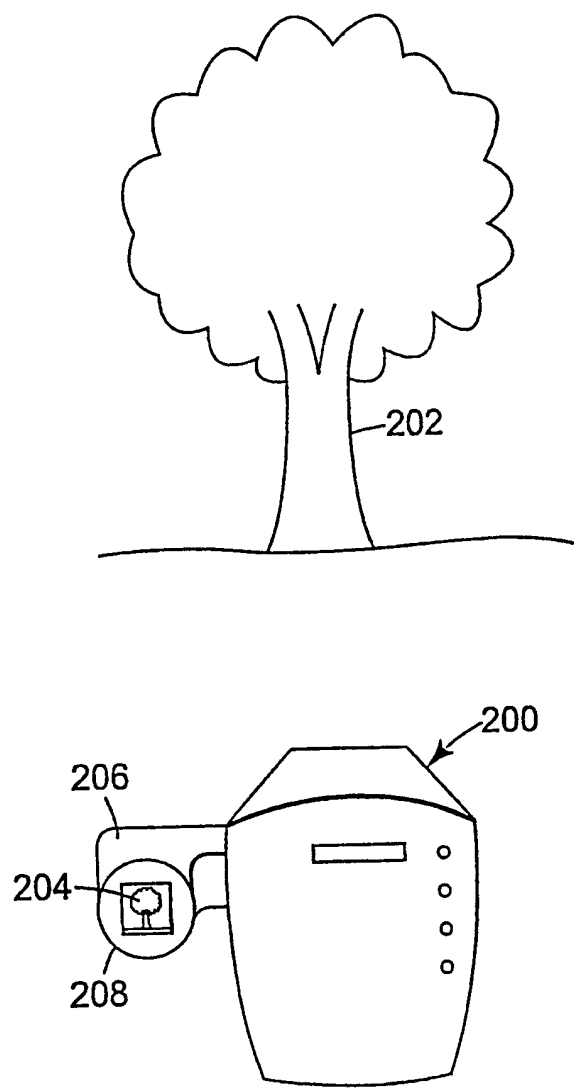


图 2

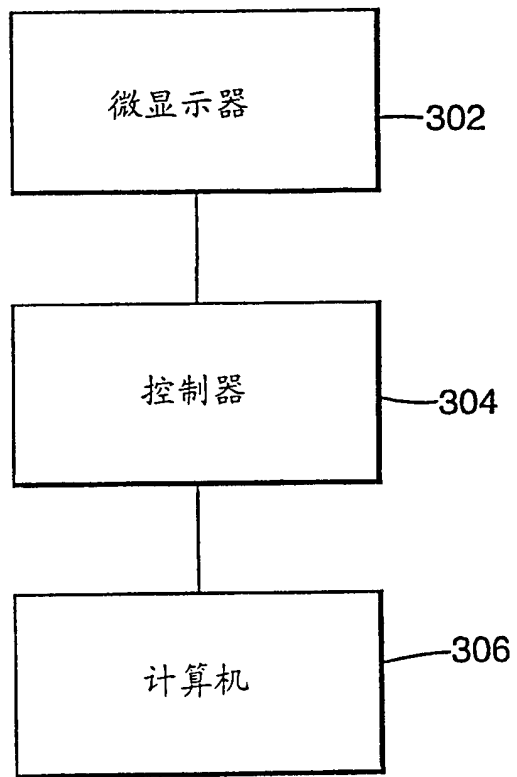


图 3

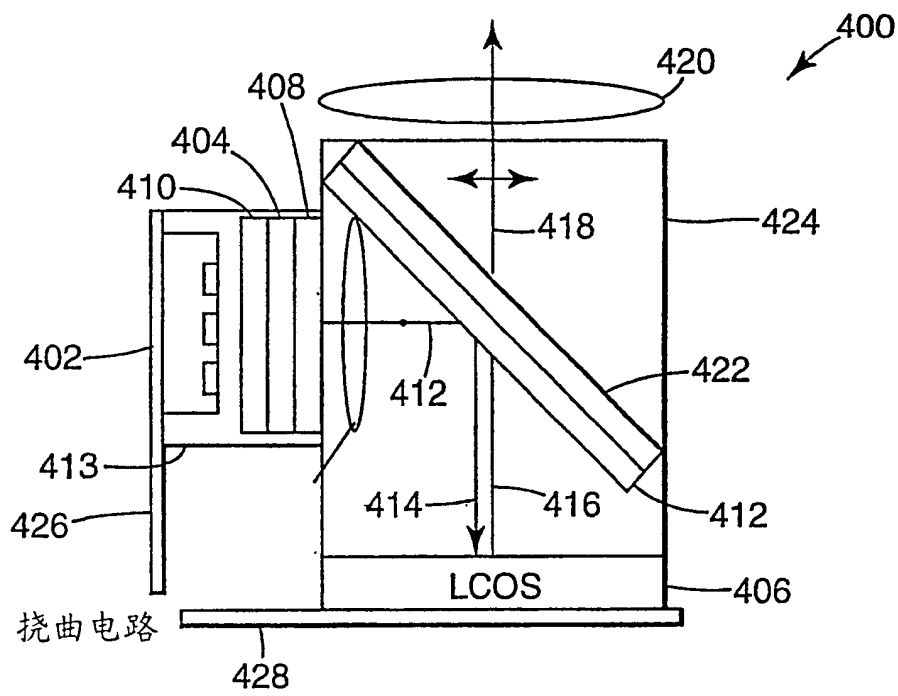


图 4

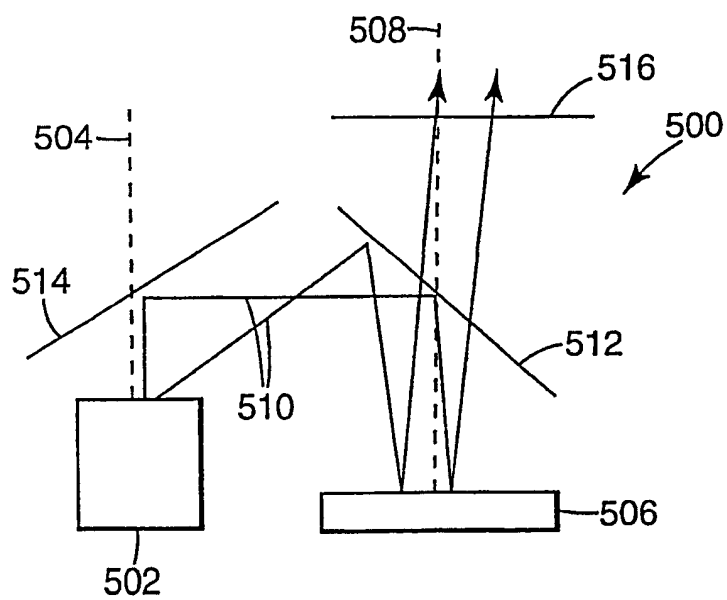


图 5

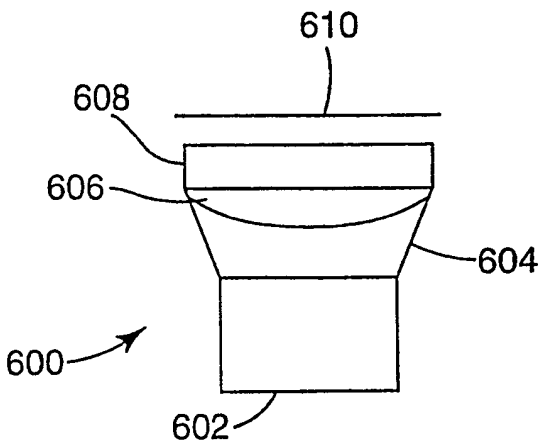


图 6A

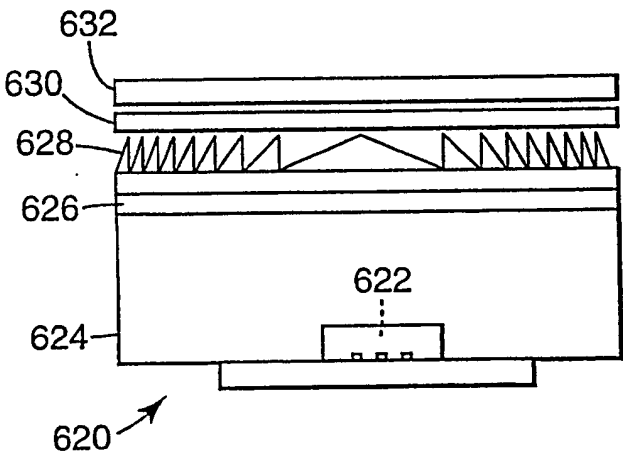


图 6B

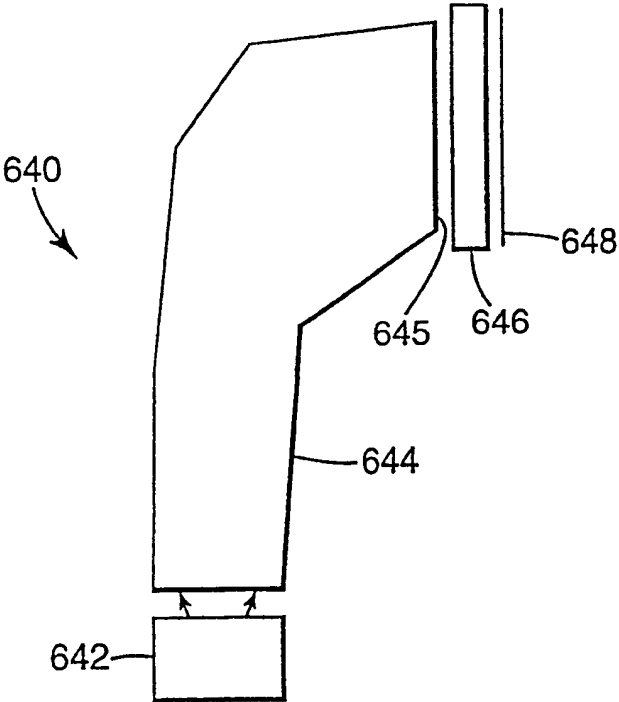


图 6C

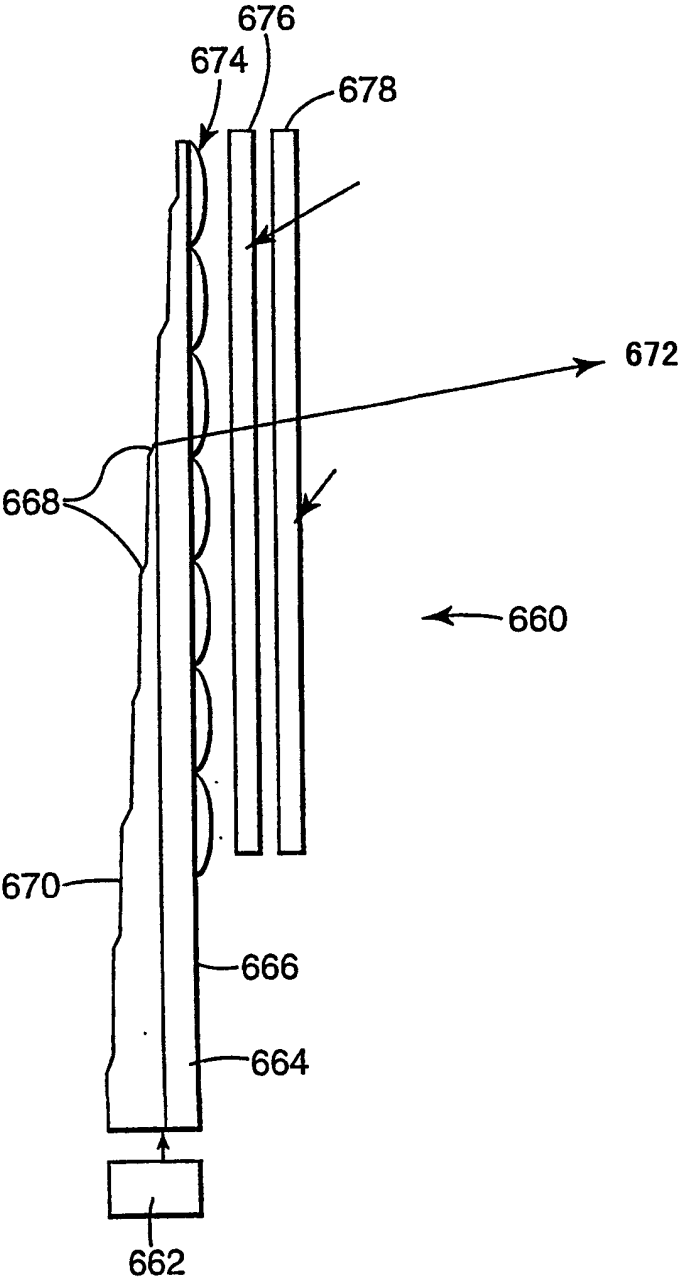


图 6D

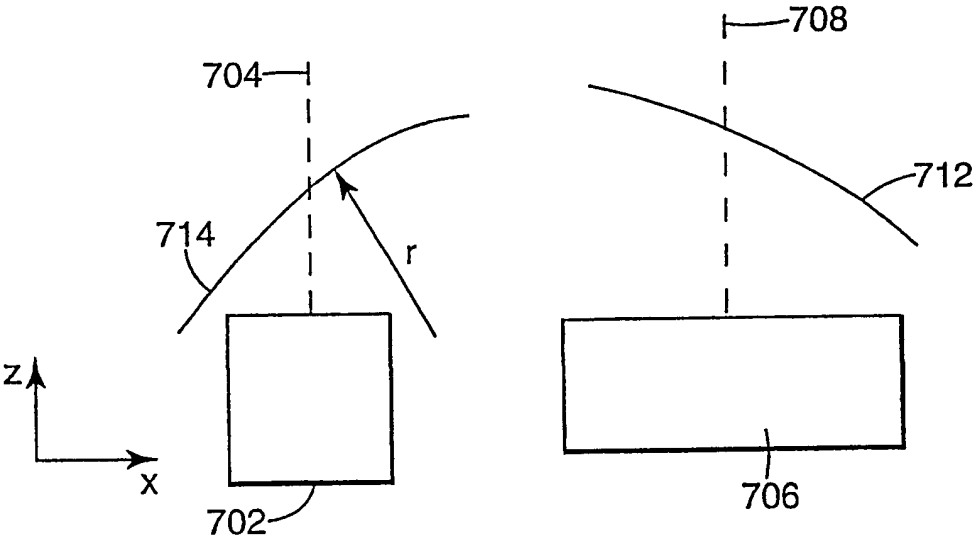


图 7A

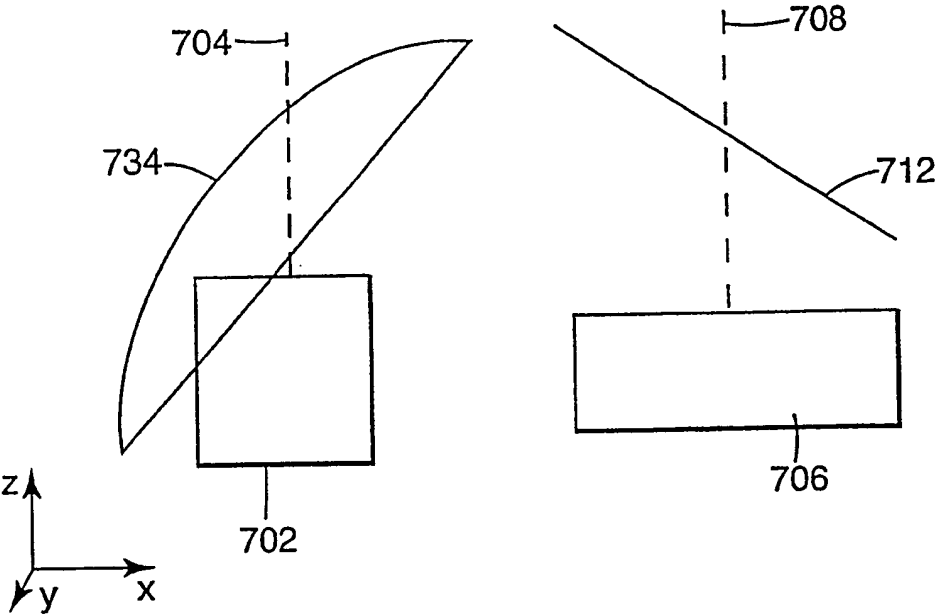


图 7B

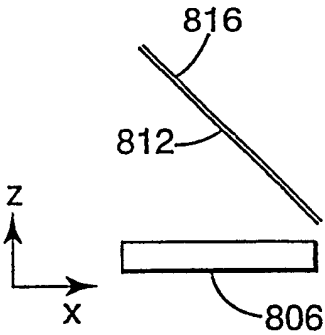


图 8A

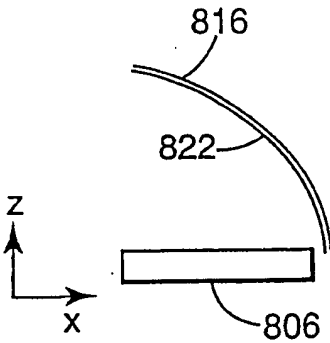


图 8B

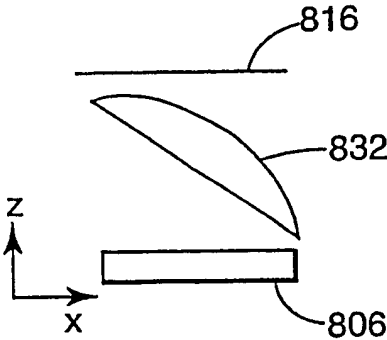
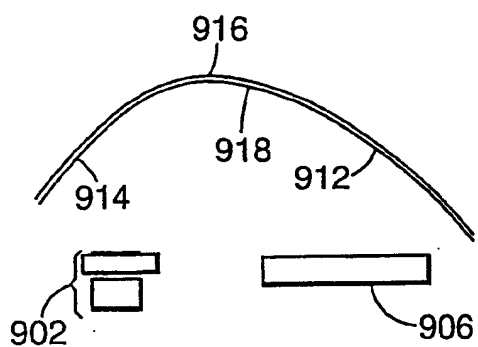
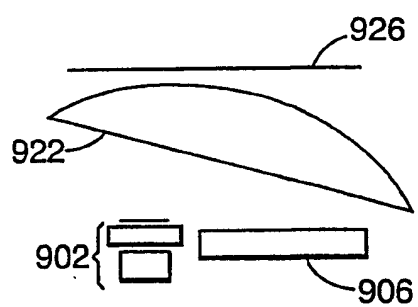


图 8C



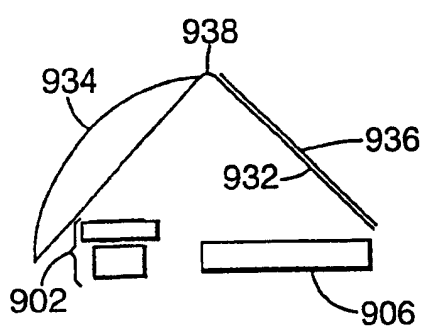
图

9A



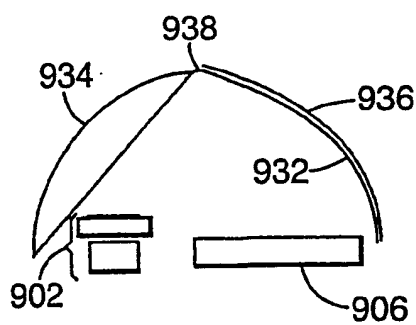
图

9B



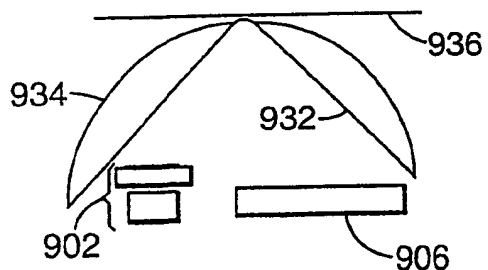
图

9C



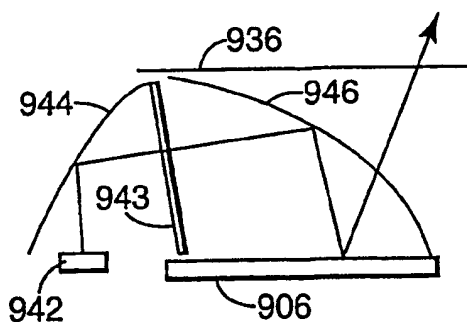
图

9D



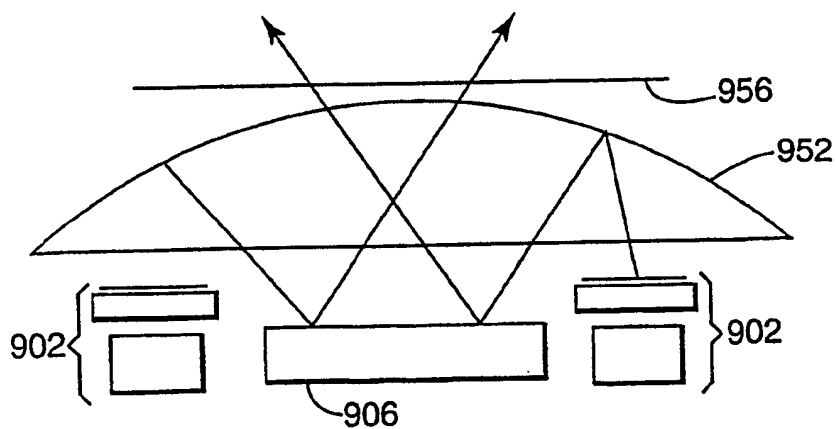
图

9E



图

9F



图

9G

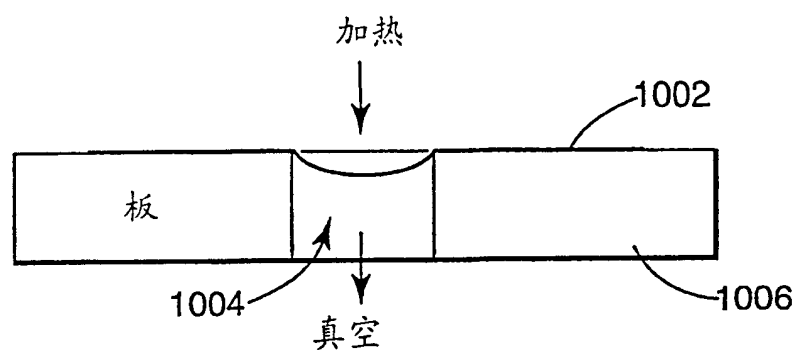
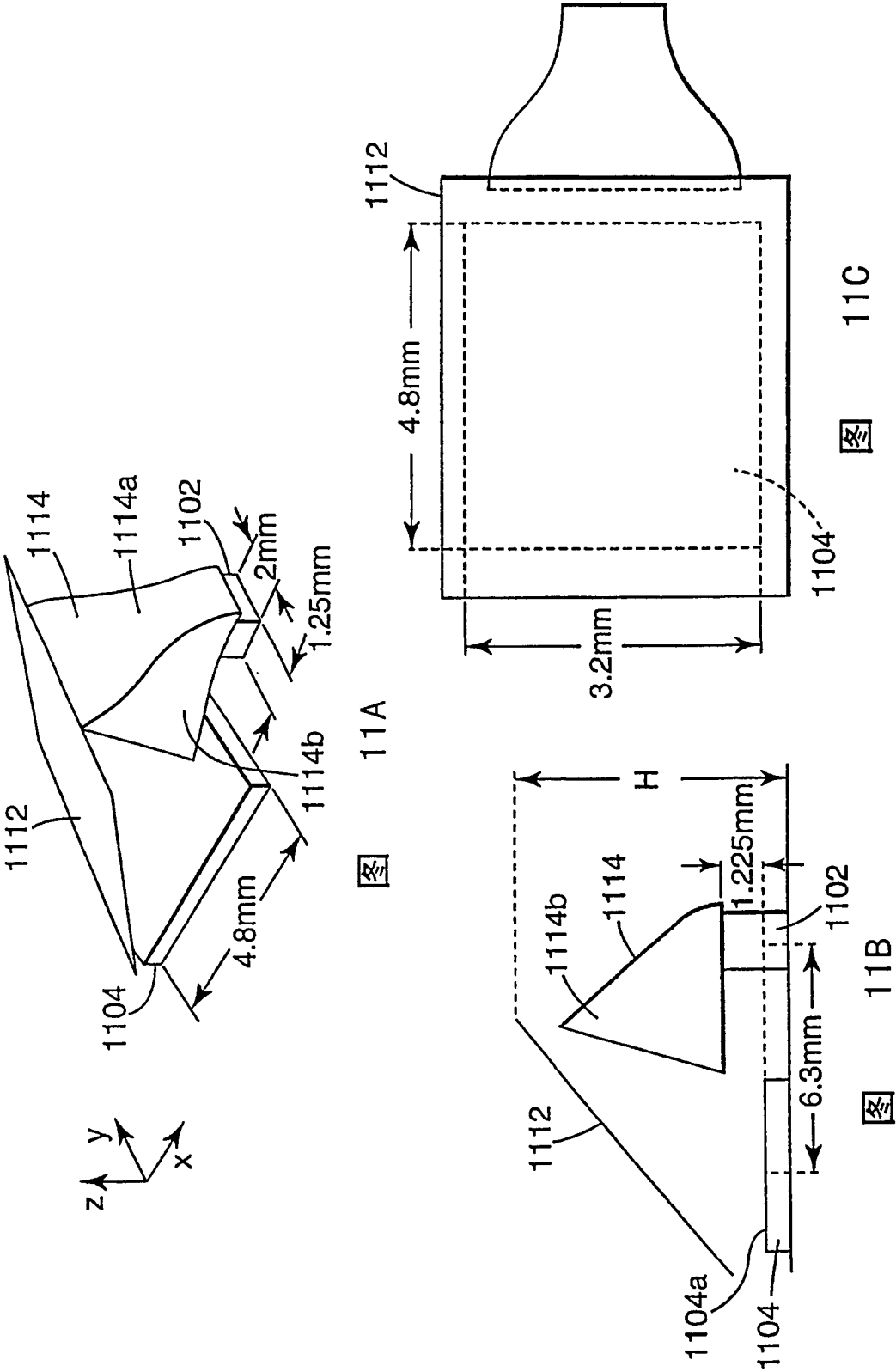


图 10



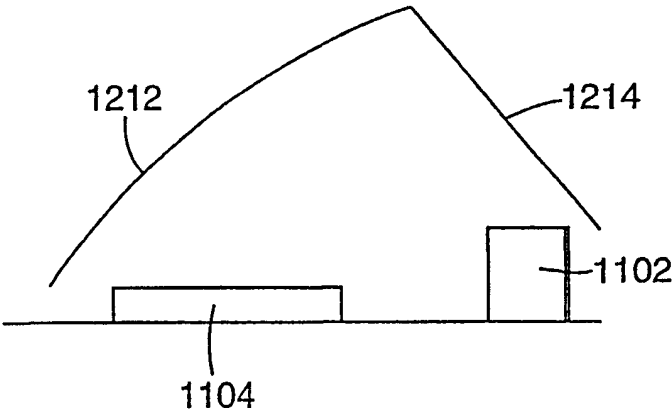


图 12

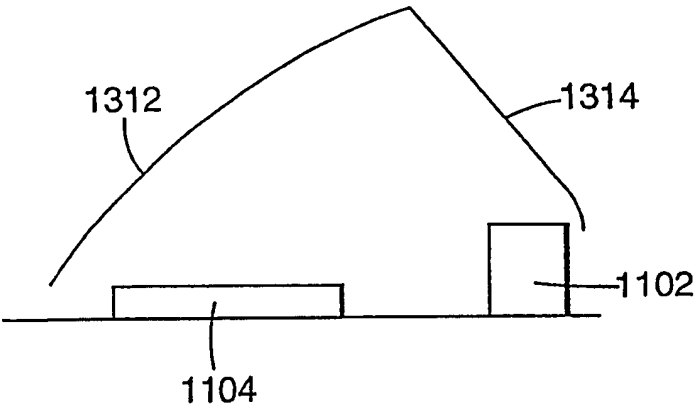


图 13

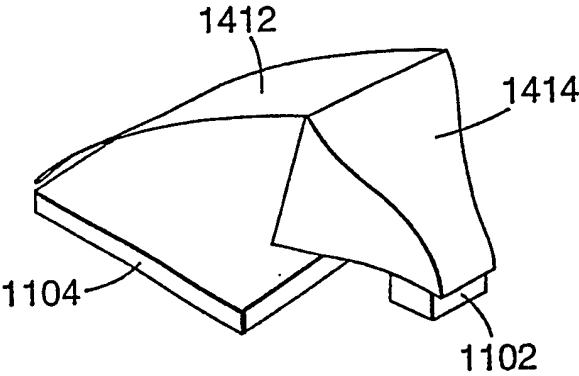


图 14A

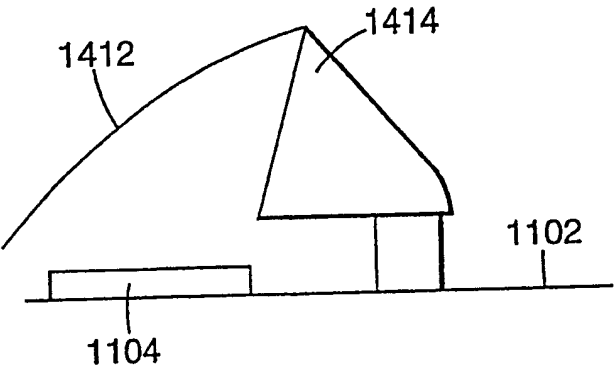


图 14B

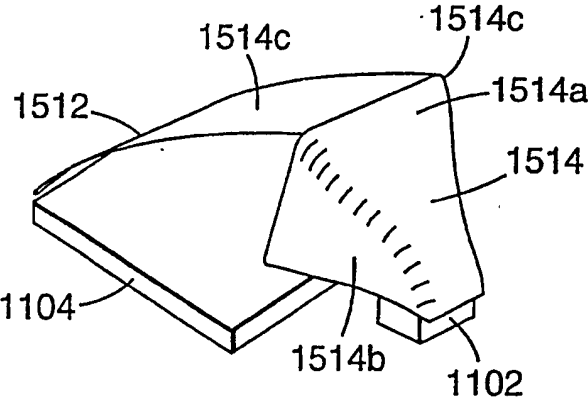


图 15A

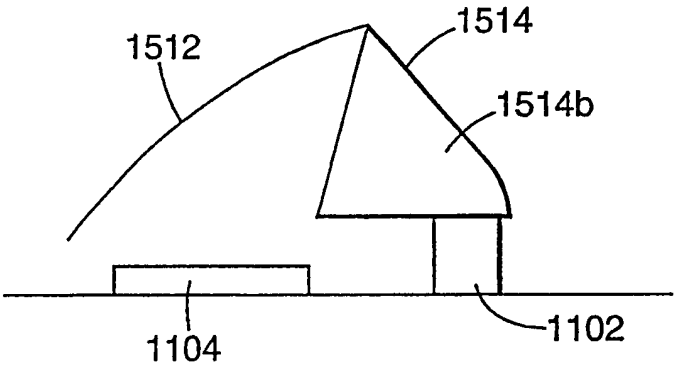


图 15B