

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/1335 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680021730.3

[43] 公开日 2008 年 6 月 11 日

[11] 公开号 CN 101198897A

[22] 申请日 2006.5.12

[21] 申请号 200680021730.3

[30] 优先权

[32] 2005.5.16 [33] US [31] 11/129,942

[86] 国际申请 PCT/US2006/018430 2006.5.12

[87] 国际公布 WO2006/124588 英 2006.11.23

[85] 进入国家阶段日期 2007.12.17

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 肯尼斯·A·爱泼斯坦

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 顾红霞 张天舒

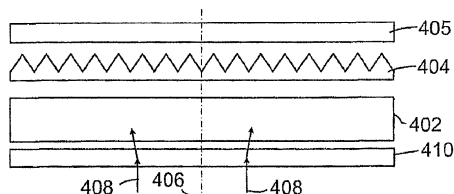
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 16 页

[54] 发明名称

具有高照度均匀性的背光照明显示器

[57] 摘要

一种直接照明显示单元具有光源单元，该光源单元包括能够产生用于照明显示面板的照明光的一个或多个光源。扩散层设置在光源单元和显示面板之间。第一增亮层和反射偏振片中的至少之一设置在扩散层和显示面板之间。光转向面设置在扩散层和光源单元之间。光转向面使从光源单元传输到扩散层的照明光的至少一部分的传播方向发生改变。



1. 一种直接照明显示单元，包括：
显示面板；
光源单元，其包括能够产生照明光的一个或多个光源，所述光源设置在所述显示面板后方；
扩散层，其设置在所述光源单元和所述显示面板之间；以及
中间层，其设置在所述扩散层和所述光源单元之间，所述中间层包括朝向所述扩散层的光转向面，当所述照明光通过所述光转向面时，所述光转向面使从所述光源向所述扩散层传输的照明光的至少一部分的传播方向发生改变。
2. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，
所述显示面板包括液晶显示（LCD）面板。
3. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，
通过所述扩散层的单程透射率大于大约 70%。
4. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，
通过所述扩散层的单程透射率大于大约 74%。
5. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，
所述一个或多个光源包括至少一个发光二极管。
6. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，
所述一个或多个光源包括至少一个荧光灯。
7. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，
所述扩散层安装到所述中间层上。

8. 根据权利要求 7 所述的单元，还包括：

粘接剂层，其位于所述扩散层的朝向所述中间层的一侧，所述光转向面的一部分穿入所述粘接剂层。

9. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，

所述光转向面的至少一部分平行于所述扩散层，而所述光转向面的另一些部分不平行于所述扩散层。

10. 根据权利要求 9 所述的单元，其中，

所述光转向面的与所述扩散层平行的部分中的至少一部分安装到所述扩散层上。

11. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，

所述光转向面包括重复结构图案。

12. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，

所述光转向面包括一个或多个结构部分，所述一个或多个结构部分是所述光转向面的不平行于所述扩散层的区域。

13. 根据权利要求 12 所述的单元，其中，

所述光转向面还包括平行于所述扩散层的一个或多个平坦部分。

14. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，

所述光转向面包括至少一个对称结构元件。

15. 根据权利要求 1 所述的单元，其中，

所述光转向面包括至少一个非对称结构元件。

16. 根据权利要求 15 所述的单元，其中，

所述至少一个非对称结构元件包括具有顶角的棱柱，所述顶角的二等分线不垂直于所述中间层。

17. 根据权利要求 15 所述的单元，其中，
所述光转向面包括至少一个对称结构元件。

18. 根据权利要求 1 所述的单元，还包括：
设置在所述扩散层和所述显示面板之间的第一增亮层和反射偏振片中的至少之一。

19. 根据权利要求 18 所述的单元，包括：
至少第一增亮层，其设置在所述扩散层和所述显示面板之间；
以及第二增亮层，其设置在所述扩散层和所述显示面板之间，所述第二增亮层包括取向与所述第一增亮层的棱柱形结构大致正交的棱柱形结构；

20. 根据权利要求 18 所述的单元，其中，
所述反射偏振片设置在所述第一增亮层和所述显示面板之间。

21. 根据权利要求 18 所述的单元，其中，
所述反射偏振片包括多层光学膜。

22. 根据权利要求 1 所述的单元，还包括：
控制单元，其连接到所述显示面板以控制所述显示单元显示的图像。

23. 一种操作显示面板的方法，包括：
产生照明光；
将所述照明光大体上导向所述显示面板；
通过使透过中间层的所述照明光发生折射来使所述照明光的至

少一部分转向；

使转向的照明光扩散；以及

使扩散的照明光传输到所述显示面板。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括：

调节所述扩散照明光的一部分，以便形成所述显示面板显示的图像。

25. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括：

通过使所述扩散照明光透过至少一个增亮膜来增加所述扩散照明光的亮度。

26. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括：

将第一偏振态的扩散照明光朝向所述中间层向后反射。

27. 根据权利要求 26 所述的方法，还包括：

改变被反射的所述第一偏振态的照明光的偏振态。

具有高照度均匀性的背光照明显示器

技术领域

本发明涉及光学显示器，更具体地说涉及由光源从背面直接照明的液晶显示器（LCD），例如可以用于 LCD 监视器和 LCD 电视机的液晶显示器。

背景技术

一些显示系统，例如液晶显示器（LCD）是从背面照明的。这种显示器广泛应用于多种装置中，例如膝上型计算机、手持计算器、电子表、电视机等。一些背光照明显示器包括位于显示器侧面的光源，设置光导以便将来自光源的光引导至显示面板的背面。另一些背光照明显示器，例如一些 LCD 监视器和 LCD 电视机（LCD-TV）是使用位于显示面板后方的多个光源从背面直接照明的。较大的显示器越来越普遍地采用后一种布置，这是因为要获得一定水平的显示器亮度所需的光功率需求量按照显示器尺寸的平方增加，然而沿显示器的侧面设置光源的可用空间仅随着显示器尺寸线性地增加。此外，一些显示器应用，例如 LCD-TV 需要显示器足够亮，以至于与其它应用相比可以在更远的距离进行观看。此外，LCD-TV 的视角需要量通常与 LCD 监视器和手持装置的不同。

一些 LCD 监视器和大多数 LCD-TV 通常由多个冷阴极荧光灯（CCFL）从背面照明。这些光源是线性的并沿显示器的整个宽度延伸，其结果是通过由较暗区域分隔开的一系列亮带照明显示器的背面。这种照度分布是不能满足要求的，因此通常使用扩散片使 LCD 装置背面的照度分布平滑。

目前，LCD-TV 扩散片使用聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）的聚合物基体，该聚合物基体具有包括玻璃、聚苯乙烯微珠和 CaCO_3 颗粒在内的多种分散相。当暴露在灯的高温下时，这些扩散片通常会发

生变形或翘曲。此外，一些扩散片具有沿其宽度空间变化的扩散特性，以便使得 LCD 面板背面的照度分布更均匀。这种不均匀的扩散体有时称为印刷图案扩散体。它们制造起来较昂贵，并且由于该扩散图案在组装时必须对准照明光源因而增加了制造成本。此外，需要定制化地挤出复合扩散片，以便于使扩散颗粒均匀地分散在聚合物基体中，这进一步增加了制造成本。

发明内容

本发明的一个实施例涉及具有光源单元和显示面板的直接照明显示单元，所述光源单元包括能够产生照明光的一个或多个光源。在所述光源单元和所述显示面板之间设置有扩散层。在所述扩散层和所述显示面板之间设置有第一增亮层和反射偏振片中的至少一个。在所述扩散层和所述光源单元之间设置有光转向面。所述光转向面使从所述光源单元向所述扩散层传输的照明光的至少一部分的传播方向发生改变。

本发明的另一个实施例涉及操作显示面板的方法。所述方法包括产生照明光并将所述照明光大体上导向所述显示面板。在第一结构化表面处使所述照明光转向。使转向的照明光扩散，然后传输到所述显示面板。

本发明的上述发明内容不是为了描述本发明的每个示出的实施例或每一种实施方式。附图和下述具体实施方式将更具体地说明这些实施例。

附图说明

结合附图根据以下本发明各种实施例的详细描述可以更全面地理解本发明，其中：

图 1 示意性示出可以使用根据本发明原理的扩散片的背光照明液晶显示装置；

图 2A 示意性示出具有根据本发明原理的背光源和光管理单元的光源。

图 2B 是示出对于不同种类的扩散片来说亮度与图 2A 所示光源上的位置之间的关系的曲线图，其中未使用增亮层或反射偏振片；

图 2C 是示出对于不同种类的扩散片来说亮度与图 2A 所示光源上的位置之间的关系的曲线图，其中使用了增亮层和反射偏振片；

图 2D 是示出实验测出的背光源的亮度变化量与通过扩散层的单程透射率之间的关系的示意图；

图 3A 示意性示出用于模型计算的光源模型；

图 3B 是示出对于通过扩散片的单程透射率的各种值来说亮度与图 3A 所示光源模型上的位置之间的关系的曲线图；

图 3C 是示出光源模型上的照度变化量与通过扩散片的单程透射率之间的关系的曲线图；

图 4A 示意性示出根据本发明原理的可以用于使光在进入扩散层之前转向的光转向元件的一般实施例；

图 4B-4D 示意性示出根据本发明原理的可以用于使光在进入扩散层之前转向的光转向面的不同示例性实施例；

图 5A 和图 5B 示意性示出用于各种实例的光转向面的不同示例性实施例；

图 6A 和图 6B 是分别示出通过不具有光转向面和具有光转向面的扩散层透射的光分布的极坐标图；

图 7A 示出对于各种光转向结构来说背光单元上的照度变化量与扩散体透射率之间的关系；

图 7B 示出对于各种光转向结构来说背光单元上的照度变化量与扩散体透射率之间的关系；

图 8 示意性示出光转向面的另一个示例性实施例；

图 9A-图 9C 示意性示出根据本发明原理的可以用于使光在进入扩散层之前转向的光转向面的附加示例性实施例；

图 9D 和 9E 示意性示出具有不同“穿入率(wet out)”值的光转向面的示例性实施例；

图 10A 和图 10B 示出背光源上的亮度和照度变化量与光转向面的穿入率之间的关系，并且图 10B 示出照度；

图 11A 示意性示出根据本发明原理的光转向面的另一个示例性实施例；

图 11B 示意性示出用于各种实例的不同类型光转向面；

图 12-图 14 是示出对于不同深度的背光源来说使用图 11B 所示类型的光转向面的背光源上的照度均匀度变化量与表面形状各参数之间关系的曲线图；

图 15 是示出与简单扩散片相比根据本发明原理的背光源的实施例的照度与其上位置之间关系的曲线图。

虽然可以对本发明进行修改并获得各种变型和可选形式，还是在附图中通过实例显示了本发明的细节，并且将在下面进行详细说明。然而，应该理解，其意图并非将本发明限于所述具体实施例。相反，其意图是涵盖在所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围内的所有变型、等同物和可选形式。

具体实施方式

本发明适用于显示面板，例如液晶显示器（LCD 或 LC 显示器），并尤其适用于从背面直接照明的 LCD，例如用于 LCD 监视器和 LCD 电视机（LCD-TV）中的 LCD。更具体地说，本发明涉及对用于照明 LC 显示器的直接照明背光源产生的光进行管理。光管理膜装置通常位于背光源和显示面板本身之间。光管理膜装置可以层压在一起或可以是独立的，并通常包括扩散片和具有棱柱形结构化表面的增亮膜。

在图 1 中示出直接照明显示装置 100 的示例性实施例的示意性分解视图。这种显示装置 100 可以用于例如 LCD 监视器或 LCD-TV 中。显示装置 100 可以基于 LC 面板 102 的使用，而 LC 面板 102 通常包括设置在面板基板 106 之间的 LC 层 104。面板基板 106 通常由玻璃形成，并可以包括位于其内表面上的用于控制 LC 层 104 中的液晶取向的电极结构和配向层。电极结构通常排列成限定 LC 面板像素，即 LC 层上可以独立于相邻区域对液晶取向进行控制的区域。一个或多个面板基板 106 还可以包括用于在显示的图像上附加颜色的滤色片。

上吸收偏振片 108 位于 LC 层 104 上方而下吸收偏振片 110 位于 LC 层 104 下方。在示出的实施例中，上、下吸收偏振片位于 LC 面板 102 之外。吸收偏振片 108、110 和 LC 面板 102 一起控制光从背光源 112 透射通过显示器 100 到达观看者。例如，吸收偏振片 108、110 可以排列成其透射轴正交。在未激活状态下，LC 层 104 的像素不改变从其中透射的光的偏振态。相应地，上吸收偏振片 108 吸收通过下吸收偏振片 110 的光。另一方面，当像素激活时，从 LC 层 104 中通过的光的偏振态发生旋转，从而使得透射通过下吸收偏振片 110 的光的至少一部分也透射通过上吸收偏振片 108。例如由控制器 114 选择性地激活 LC 层 104 的不同像素，使得光在某些需要的位置射出显示器，从而形成观察者可以看到的图像。控制器可以包括例如计算机或接收并显示电视图像的电视控制器。在上吸收偏振片 108 上可以设置一个或多个可选层 109，例如以便为显示器表面提供机械和/或环境保护。在一个示例性实施例中，层 109 可以包括位于吸收偏振片 108 上的硬涂层。

应该理解到，一些类型的 LC 显示器可以以与上述方式不同的方式操作。例如，吸收偏振片可以平行排列并且 LC 面板可以在非激活状态下使光的偏振态发生旋转。无论如何，这种显示器的基本结构仍然与上述结构相似。

背光源 112 包括产生照明 LC 面板 102 的光的多个光源 116。用于 LCD-TV 或 LCD 监视器的光源 116 通常为沿着显示装置 100 的高度延伸的线性冷阴极荧光灯。然而，也可以使用其它类型的光源，例如白炽灯或弧光灯、发光二极管（LED）、平面荧光面板或外部荧光灯。所列出的光源不是限制性或穷举性的，而仅是示例性的。

背光源 112 还可以包括反射器 118，该反射器 118 用于反射从光源 116 沿背离 LC 面板 102 的方向向下传播的光。如下所述，反射器 118 还可以用于在显示装置 100 内循环利用光。反射器 118 可以是镜面反射器或可以是漫反射器。可以用作反射器 118 的镜面反射器的一个实例是可从 3M Company, St. Paul, Minnesota 购得的 Vikuiti™ Enhanced Specular Reflection (ESR) 膜。合适的漫反射器的实例包

括例如充填有诸如二氧化钛、硫酸钡、碳酸钙等漫反射颗粒的诸如 PET、PC、PP、PS 等聚合物。在共同拥有的美国专利 No.5,976,686 中讨论了包含微孔材料和含纤维材料的漫反射器的其它实例。

光管理膜装置 120 位于背光源 112 和 LC 面板 102 之间,该光管理膜装置 120 也可以称为光管理单元。光管理膜影响从背光源 112 传播的光从而改善显示装置 100 的操作。例如,光管理膜装置 120 可以包括扩散片 122。扩散片 122 用于扩散从光源接收到的光,从而增加入射到 LC 面板 102 上的照明光的均匀性。这样,使观察者感觉到图像亮度更均匀。

光管理单元 120 还可以包括反射偏振片 124。光源 116 通常产生非偏振光,而下吸收偏振片 110 仅透射一种偏振态的光,因此光源 116 产生光的大约一半不能透射到达 LC 层 104。然而,反射偏振片 124 可以用于反射在不设置反射偏振片的情况下会被下吸收偏振片吸收的光,从而可以通过反射偏振片 124 和反射器 118 之间的反射而循环利用上述光。可以将反射偏振片 124 反射的光的至少一部分消偏振,并随后以透射通过反射偏振片 124 和下吸收偏振片 110 到达 LC 层 104 的偏振状态返回到反射偏振片 124。以这样的方式,反射偏振片 124 可以用于提高光源 116 发出的光中到达 LC 层 104 的比例,这样由该显示装置 100 产生的图像更亮。

可以使用任何合适类型的反射偏振片,例如多层光学膜(MOF)反射偏振片;漫反射偏振膜(DRPF),例如连续/分散相偏振片、线栅反射偏振片或胆甾型反射偏振片。

MOF 和连续/分散相反射偏振片都依赖于至少两种材料(通常为聚合物材料)之间的折射率差来选择性地反射一个偏振态的光而透射正交偏振态的光。在共同拥有的美国专利 No.5,882,774 中描述了 MOF 反射偏振片的一些实例。可购得的 MOF 反射偏振片的实例包括可从 3M Company, St. Paul, Minnesota 得到的包括扩散表面的 Vikuiti™ DBEF-D200 和 DBEF-D440 多层反射偏振片。

可用于本发明的 DRPF 实例包括在共同拥有的美国专利 No.5,825,543 中描述的连续/分散相反射偏振片和例如在共同拥有的

美国专利 No.5,867,316 中描述的多层漫反射偏振片。在美国专利 No. 5,751,388 中描述了其它合适类型的 DRPF。

可用于本发明的线栅偏振片的一些实例包括在美国专利 No.6,122,103 中描述的那些线栅偏振片。线栅偏振片可从 Moxtek Inc., Orem, Utah 及其它公司购得。

可用于本发明的胆甾型偏振片的一些实例包括例如在美国专利 No.5,793,456 和美国专利 No.6,917,399 中描述的那些胆甾型偏振片。胆甾型偏振片通常在输出侧设置有四分之一波延迟层,这样将透射通过胆甾型偏振片的光转换成线偏振态的光。

在一些示例性实施例中,在例如扩散片 122 和反射偏振片 124 之间可以设置偏振控制层 126。偏振控制层 126 的实例包括四分之一波延迟层和偏振旋转层,例如液晶偏振旋转层。偏振控制层 126 可以用于改变从反射偏振片 124 反射的光的偏振态,从而使更多的循环利用光透射通过反射偏振片 124。

光管理层装置 120 还可以包括一个或多个增亮层。增亮层是包括将离轴光转向更靠近显示器轴线的方向的表面结构的层。这增加了通过 LC 层 104 轴上传播的光量,从而增加观察者看到的图像的亮度。增亮层的一个实例是具有通过折射和反射使照明光转向的多个棱柱形脊部的棱柱形增亮层。可用于显示装置中的棱柱形增亮层的实例包括可得自 3M Company, St. Paul, Minnesota 的 Vikuiti™ BEFII 和 BEFIII 类棱柱形膜,包括 BEFII90/24、BEFII90/50、BEFIIIM90/50 和 BEFIIIT。

该示例性实施例示出设置在反射偏振片 124 和 LC 面板 102 之间的第一增亮层 128a。棱柱形增亮层通常提供一个维度上的光学增益。在光管理层装置 120 中还可以包括可选的第二增亮层 128b,该第二增亮层的棱柱形结构的取向与第一增亮层 128a 的棱柱形结构的取向正交。这样的构造使得在两个维度上增加显示单元的光学增益。在另一示例性实施例中,增亮层 128a、128b 可以位于背光源 112 和反射偏振片 124 之间。

光管理单元中的不同层可以是独立的。在另一实施例中,可以

将光管理单元中的两个或更多个层层压在一起，例如如共同拥有的美国专利申请 No.10/966,610 中所述。在另一示例性实施例中，光管理单元可以包括由间隙分隔的两个组件，例如如共同拥有的美国专利申请 No.10/965,937 中所述。

传统上，对于给定的亮度和照度均匀度值，灯泡到扩散片间隔、灯泡到灯泡间隔和扩散片透射率是设计显示器时的重要考虑因素。通常，强扩散片，即扩散较高比例的入射光的扩散片，提高均匀性但是造成亮度降低，这是由于高的扩散水平伴随着强的反向扩散。

在正常的扩散条件下，通过屏幕看到的亮度变化由位于灯泡上方的最大亮度和位于灯泡之间的最小亮度来表达。使用如图 2A 所示的实验装置测得的参考数据更详细地示出这一点。样品光源 200 与可以用于背面照明 LC 显示器的光源类似，并构造有背光源 202 和光管理单元 204。背光源 202 包括均匀间隔开的 4 个冷阴极荧光灯 (CCFL) 206。灯 206 位于背面反射器 208 上方。

光管理单元 204 位于灯的上方，并包括依次布置的扩散片 210、可选的增亮层 212 和反射偏振片 214。吸收偏振片 216 位于光管理单元 204 的上方。

使用了扩散片 210 的三个不同实例。扩散片 210 的每个实例具有 1mm 厚的聚碳酸酯 (PC) 基板 218 和层压在基板两侧的扩散层 220。在每种情况下，基板 218 前侧和后侧的扩散层 220 是相同的。在表 I 中概要地列出了扩散片实例的特性。

表 I: 扩散片实例

实例号	基板类型	扩散体型号	单程透射率, T
A1	1mm PC	3635-30	23.4%
A2	1mm PC	3635-70	41.8%
A3	1mm PC	7725-314	86.6%

扩散体 3635-30、3635-70 和 7725-314 分别指的是可得自 3M

Company, St. Paul, Minnesota 的 3MTM ScotchcalTM Diffuser Film 3635-30 和 3635-70 型以及 3MTM ScotchcalTM ElectroCutTM Graphic Film 7725-314。标记为“单程透射率 T”的栏列出单程通过扩散体时透射的光量 T (镜面和漫透射)。不同的扩散片都仅吸收大约 1%-2% 的入射光。因此, 较低的单程透射率对应于较高的漫反射量。

首先测量与样品光源 200 上的位置相关的亮度, 在上述样品光源 200 中光管理单元 204 仅包括扩散片: 即光管理单元 204 不包括增亮层 212 或反射偏振片 214。在图 2B 中示出对应于 3 个不同扩散片的测量亮度 (以 Cd/m^2 为单位) 与光源上的位置之间的关系。A3 扩散片具有最大的单程透射率, 使得光源 200 上的亮度变化量最大并提供亮度最大的区域。照度在 CCFL 206 上方表现出峰值。A1 扩散片提供最低的总输出量, 也使得光源 200 上的亮度变化量最小。

在将增亮层 212 和反射偏振片 214 引入光管理单元 204 之后, 再次测量光源 200 上的亮度。反射偏振片 214 的透射偏振方向与吸收偏振片 216 的透射偏振方向对准。增亮层 212 是 3MTM VikuitiTM Brightness Enhancement Film III-Transparent (BEFIII-T) 层, 而反射偏振片 214 是 3MTM VikuitiTM Dual Brightness Enhancement Film-Diffuse 440 (DBEF-D440) 层, 上述薄膜都可得自 3M Company, St. Paul, Minnesota。

在图 2C 中示出对应于 3 个不同扩散片在光源 200 上测出的亮度, 其中光管理单元 204 包括增亮层 212 和反射偏振片 214。通过对图 2B 和图 2C 所得结果进行比较获得几个兴趣点。首先, 对于图 2C 中的所有 3 个扩散片来说, 光源 200 上的平均照度更高。这是因为当使用反射偏振片 214 和反射器 208 在光源 200 内循环利用光时效率提高。其次, 当使用扩散片 A3 时测出的亮度变化量的量值大幅减小。在图 2B 中, 对于 A3 来说, 最大值到最小值的变化量为大约 1800 Cd/m^2 , 而在图 2C 中, 对于 A3 来说, 最大值到最小值的变化量小于大约 500 Cd/m^2 。第三, 对于 A3 来说, 图 2C 中亮度的相对变化量, 即亮度变化量除以平均亮度小于图 2B 中亮度的相对变化量。这样, 增加增亮膜将减小亮度变化量的量值。

此外，应该注意到使用 A3 得到的照度的最小值位于 CCFL 206 的上方，而非如图 2B 中看到的那样：最大值位于 CCFL 206 的上方。这一情况与 A1 和 A2 的照度曲线所示出的情况形成对比，在 A1 和 A2 的照度曲线中，比其它值稍大的最大值位于 CCFL 206 上方。下文将进一步讨论该现象。然而，这意味着存在使灯上方的照度值从最小值变化到最大值的扩散体透射率值，在该实例中，该值在 86.8% 和 41.8% 之间。可以预期，这种条件使得光源 200 上的照度变化量较小。

相对照度变化量 σ/x （其中， x 是光源上的平均照度；而 σ 是光源上的照度的标准差）的实验研究表明，在大约 70% 到 85% 的 T 范围内，对于相对较高水平的单程透射率，相对照度变化量存在最小值。图 2D 示出 σ/x 与通过扩散体的单程透射率 T 之间的关系的图解概况。在美国专利申请 No.10/966,610 中给出在该研究中使用的不同扩散层 C1、C2、S1、S1a-d、S2 和 S5 的细节。对于小于 60% 的 T 值（C1 点）， σ/x 值相对较小。随着 T 值增大， σ/x 的值开始增大，然后（例如在大约 70% 到 90% 之间）减小到最小值，然后在 T 值为 90% 以上时再次增大。这样，存在这样一个 T 操作区域，在该区域中提供高的均匀性并且由于 T 相对较高而提供增大的输出量。

光源模型

构造具有背光源和光管理单元的光源的光线追迹模型，以便于研究光源的光学性能与各种参数的关系。如图 3A 示意性示出的光源模型 300 包括：反射框架 302，其限定光源阵列腔 304 的边缘；漫反射器 306，其在灯泡 308 阵列的下方；扩散层 310；以及增亮层 313，其具有棱柱形结构化表面。该模型假定每个灯泡 308 包括 20000 尼特（nit）亮度的光源。从上方反向追迹射入系统的正常入射光线，到达光源的所有子光线的总和决定表面入射位置上观察到的亮度。

模型 1

在模型 1 中，假定扩散体具有大于 70% 的 4 个不同水平的单程

透射率，即 71%、74%、78%和 85%。灯和背面反射器 306 之间的间隔设定为 15mm，灯设定成间隔 3cm。对于各种水平的通过扩散片 310 的单程透射率，计算照度与光源 300 上的位置之间的关系：在图 3B 中概要示出一些结果。

曲线 322 对应最高单程透射率（85%），示出照度在与灯 330 的位置对应的位置上存在显著低点，而在灯 330 之间的位置上存在两个峰值。曲线 324 对应 78%的单程透射率，定性地示出除了峰值不太明显以外与曲线 322 相似的情况。曲线 326 对应 74%的单程透射率并且相对较平坦，而曲线 328 对应 71%的单程透射率并且开始表现出位于灯 330 上方的照度峰值。

这样，模型描述了与上面参照图 2B 和图 2C 所述的实验结果性质上相似的情况：较高水平的单程透射率使得灯泡上方的亮度降低并且在灯泡之间出现峰值。此外，扩散体的单程透射率的减少使得最小值位于灯泡 308 之间而最大值位于灯泡 308 上方。

如图 3C 示出光源 300 上的照度水平的标准差（绘制成标准差除以平均照度的百分比）与通过扩散层 310 的单程透射率之间的关系。对于该具体实例，照度变化量在 74%的透射率值处到达最小值。应该注意到，照度变化量为最小值时的透射率值 $T_{\min}$ 至少部分地确定于构造数值模型时做出的一些假设。例如，扩散片和光源下方的反射器之间的距离以及增亮层的棱柱角都影响 $T_{\min}$ 的具体值。

因此，选择扩散片的正确单程透射率是在设计还包括增亮膜的背光照明显示系统时做出的重要决定。如果透射率低于 $T_{\min}$ ，那么照度变化量增加，因为对扩散片反射的光的循环利用不能达到 100%的效率，因此图像的亮度会降低。如果透射率高于 $T_{\min}$ ，那么显示器的照度均匀性将变低。

在传统的背光系统中，背光源深度与相邻光源之间间隔的比值取决于扩散层的透射率。如果扩散层具有相对较高的反射性（低透射率），那么可以使该比值较小，这是因为可能有更多的光被反射并沿光源之间的间隔传播。另一方面，如果透射率较高，光横向传播的机会更小，因此使得该比值较大以便使光横向传播。具有较高透射率的

扩散片使得总亮度增加，这是因为在背光源内的光反射更少，从而避免产生反射损耗。然而，使背光源深度与光源间隔的比值较大的需要导致背光源变得更厚或使用更多光源。这样，难以对传统的背光源使用高透射率扩散层。

根据本发明的一些实施例，使用位于扩散层下方的光转向元件使得背光源能够使用更高透射率的扩散层，从而在保持相对较薄的背光源外形的同时提供高均匀度的输出。

设置在扩散体和光源之间的光转向元件可以用于增大照度均匀度较高的 T 值范围。光转向元件具有这样的表面：其使初始沿平行于显示器轴线的方向传播的照明光中的至少一部分转向到不平行于轴线的方向。在图 4A 中示意性示出这一点，该图示出扩散层 402。在扩散层 402 上方可以设置棱柱形增亮层 404 和/或反射偏振层 405。扩散层 402、增亮层 404 和反射偏振层 405 通常垂直于显示器轴线 406 设置。从光源沿着平行于轴线 406 的方向传播的光 408 在具有一个或多个光转向面的光转向元件 410 处转向。光转向元件 410 使出射光的方向相对于入射光的方向改变。光转向元件的一个或两个光转向面使光转向。因此，在通过光转向元件 410 后，光 408 沿着不平行于轴线 406 的方向传播。光转向面可以是例如折射面或衍射面。

图 4B 示意性示出光转向面 420 的一个示例性实施例。在该实施例中，光转向面 420 是扩散体 402 本身的下表面。在另一些实施例中，例如如图 4C 和图 4D 所示，光转向面 420 在光源和扩散层 402 之间的中间层 412 上。如图 4C 所示，例如，可以使用诸如压敏粘接剂(PSA)等粘接剂将中间层 412 粘附到扩散层 402 上，或如图 4D 所示，中间层 412 和扩散层 402 之间是间隙 414。间隙 414 可以填充有空气或一些其它层。

光转向面 420 可以是具有任何合适形状的结构化表面，以便于以需要的方式使照明光 408 转向。例如，如图 4A-4D 所示，光转向面 420 可以是完全棱柱形面，或者可以是例如在棱柱形肋之间具有平坦部分的部分棱柱形面。

模型 2

现在讨论用于研究不同光转向面结构的照度均匀度的一些数值计算的结果。每个光转向面结构由多个如图 5A 和 5B 所示的重复单元构成。在图 5A 中，由虚线限定的单元 500 具有肋部分 502 和平坦部分 504。肋部分 502 包括不平行于扩散层的表面 502a。肋部分 502 的宽度等于单元宽度的 70%，而平坦部分 504 的宽度 w 等于单元宽度的 30%。肋部分 502 具有顶角 α 。在图 5B 中，单元 520 具有肋部分 522，该肋部分 522 的宽度等于单元宽度的 100%，即肋部分之间不存在平坦部分。研究了 7 种不同的光转向面结构：在表 I 中概要地列出了不同光转向面的特性。在每种情况下，假设光转向面为扩散层的下表面。

表 I：光转向面特性的概要

实例号	平坦部分的比例%	顶角 (°)
1	0	140
2	30	140
3	0	120
4	30	120
5	0	100
6	30	100
7	100	不适用

实例 7 的模型为平坦表面，其用于进行比较。图 6A 和图 6B 每个示出通过各种 T 值的扩散层的光透射率的极坐标图。图 6A 示出作为平坦表面的实例 7 中依赖于角度的透射率。图 6B 示出单元的 30% 为平坦部分且肋部分具有 140° 顶角的实例 2 中依赖于角度的透射率。该角度在垂直于肋方向的平面内测量。表 II 示出具有各种 T 值的曲线的附图标记。

表 II：图 6A 和图 6B 中的曲线的 T 值

T (%)	图 6A	图 6B
50	602	622
65	604	624
70	606	626
71	608	628
75	610	630
78	612	632
85	614	634
90	616	636

总体上，对应于实例 2 的图 6B 中的曲线宽于图 6A 中的曲线，由此得到的结论是：至少该类型的光转向面有助于使光输出更均匀。

在图 7A 和图 7B 中示出对于光源和背面反射器之间的不同间隔所计算出的背光源单元上的照度变化量。图 7A 表示设定间隔为 15mm 时的结果，而图 7B 表示设定间隔为 20mm 时的结果。这些尺寸被称为反射腔的深度。对于每个示例性光转向面，即实例 1-7，计算对应于表 II 中列出的每个 T 值的照度变化量。图中示出照度变化量相对于 T 的绘制曲线图。在图 7A 中，曲线 701-707 分别对应于实例 1-7。在图 7B 中，曲线 711-717 分别对应于实例 1-7。

在图 7A 和图 7B 中，对于小于透射率 $T_{\min}$ （即照度变化量为最小值时）的透射率值，照度变化量的差异很小。然而，对于大于 $T_{\min}$ 的透射率值，照度变化量的差异很大。在图 7A 中，实例 1 和实例 2 这两个实例的照度变化量的最小值几乎与平坦情况的实例 7 的相同。对于高于 $T_{\min}$ 的透射率水平，照度变化量的增加更小，这意味着可能让设计者牺牲均匀性来获得光输出量。

在图 7B 中，照度变化量的差异更大。在平坦情况下，即实例 7 中，对于高于 $T_{\min}$ 的透射率值，照度变化量迅速增加。在所有的构造情况下，即实例 1-6 中，与透射率相关的照度变化量的增加低于平坦情况。实例 4 中照度变化量的增加尤其缓慢，其对于高达大约 86%

的单程透射率维持了小于 5% 的照度变化量。

许多不同类型的外形可以用于在光转向面中使用的结构。例如，该结构可以包括具有垂直于膜的竖直面的肋。在图 8 中示意性示出这种结构的示例性实施例。膜 800 设置有包括肋 804 的结构化光转向面 802。在图中示出肋 804 平行于 y 轴布置。可选的是，肋 804 包括平行于膜 800 的表面 806、与膜 800 有夹角的表面 808 和垂直于膜 800 的表面 810 的任意组合。

表面不必为平面的，而是可以为曲面的。结构可以是周期性的，但不要求必须是周期性的，或者可以是不规则的。

模型 3

在另一些示例性实施例中，光转向面可以朝向扩散层地设置在中间层上。在图 9A 中示意性示出该样一个实例。在该实例中，棱柱形增亮层 904 位于扩散层 902 上方。在另一些实施例中，诸如反射偏振层等不同类型的层可以位于扩散层 902 上方。中间层 910 也被称为光转向层，其位于扩散层 902 的另一侧。中间层 910 上的光转向面 920 朝向扩散层 902。

在一些实施例中，例如可以通过使用粘接剂将光转向面 920 粘附到扩散层 902 上。图 9B 中示意性示出这种结构的一个示例性实施例，其中，表面 920 的一部分穿入扩散层 902 的下表面 903 上的粘接剂层 922。在一些实施例中，在粘接剂层 922 和表面 920 的一部分之间保留间隙 924。合适的光转向面的一个示例性实施例是具有棱柱形结构化表面的光学膜。在美国专利 No.6,846,089 中更详细地描述了使用粘接剂将这种表面粘附到其它层上。

在图 9C 中示意性示出另一个示例性实施例，其中，光转向面 920 基本为棱柱形，但包括与扩散层 902 的下表面 902a 平行的部分 930。棱柱形表面可以压在扩散层 902 的下表面 902a 上，或者可以粘接到下表面 902a 上。

使用数值模型来研究使用如图 9B 和图 9C 所示类型的光转向面的背光源的一些特性。所研究的一个变量是“穿入率”，对于棱柱形

光转向面而言,该变量描述棱柱高度与具有相同大小的基底和棱柱壁夹角的三棱柱的高度的比值。在图 9D-图 9E 中进一步示出这一点。在图 9D 中,光转向面 920 包括置于表面 932 上的完整棱柱。表面 932 可以是粘接剂层或扩散层 902 的表面。在该情况下,穿入率为 0%。在图 9E 中,表面 932 位于如下位置:如果棱柱是完整的三棱柱(如虚线所示)则该位置位于棱柱高度的 50%处。这种情况表示 50%的穿入率。100%的穿入率相当于完全平坦的光转向面。

在图 10A 中示出对于反射腔深度为 10mm(曲线 1002)、15mm(曲线 1004)和 20mm(曲线 1006)的背光源,背光源亮度与棱柱穿入率之间的关系的数值结果。在所有 3 种情况下计算扩散层 902 和增亮层 904 之间的位置处的亮度。对于该 3 种不同情况,计算出的亮度在穿入率为大约 60%时出现峰值,并且随着反射腔变薄而亮度稍稍增加。

在图 10B 中示出对于 3 种反射腔深度 10mm(曲线 1012)、15mm(曲线 1014)和 20mm(曲线 1016),背光源照度变化量与穿入率之间的关系的数值结果。在为模型选择的具体情况下,对于 15mm 和 20mm 厚的背光源,最小变化量出现在穿入率为 20%-40%的范围内,而对于 10mm 厚的背光源,最小变化量出现在穿入率为大约 65%时。

模型 4

光转向面的形状可以包括非对称或无规则的元件。在图 11A 中示意性示出中间层 110 上的使用非对称表面元件的光转向面 1102 的一个实例。光转向面 1102 包括非对称元件 1104,还包括对称结构元件 1106。包括光转向面 1102 的中间层 1100 可以被称为光转向元件。

已经以数值的方式建立了使用如下背光源的图像显示面板上的照度的模型,该背光源具有带非对称光转向元件的光转向元件。在该模型中,假定光转向元件 1100 包括光转向“单元”1110,即表面结构元件,其中每个单元包括两个可变棱柱 1112 和可选的标准棱柱 1114。在图 11B 中以放大的形式示出单元 1110 的实例。在研究中使可变棱柱 1112 的两个特征改变:棱柱顶角 θ 和“倾斜角” α ,即棱柱

顶角的二等分线从垂直于元件 1100 旋转所经过的角度。尽管棱柱 1112a 和棱柱 1112b 的倾斜角 α 相同（值为 0 度），但是棱柱 1112a 的顶角 θ 不同于棱柱 1112b 的顶角。棱柱 1112a 和 1112c 具有相同的顶角 θ ，而 1112a 和 1112c 的倾斜角不同。当 α 的值为 0 时，可变棱柱元件 1112 是对称的。

使棱柱顶角 θ 的值从 80 度变到 120 度，而倾斜角 α 从 0 度变到 20 度。假定标准棱柱 1114 具有 90 度的顶角。标准棱柱 1114 所占单元宽度的百分比 w 从 0%（对应于不存在标准棱柱 1114）改变到 30%（如图 11B 所示）。假定单元的宽度为 1mm，而假定光源之间的间隔为 30mm。

图 12 示出对于 10mm 深的背光反射腔，从不同背光源模型得到的照度变化量的总体趋势。图 12-图 14 示出的数据基于在扩散层 902 正上方位置处的照度计算值。图 12 中的曲线图（a）示出照度变化量与标准棱柱 1114 占据的宽度百分比 w 之间的关系。通常对于从 0% 增加到 30% 的 w 值，照度的变化量变小。曲线图（b）示出照度变化量与可变棱柱 1112 的顶角 θ 之间的关系。通常，较小的顶角使得照度变化量变小。曲线图（c）示出照度变化量与倾斜角 α 之间的关系，其中两个可变棱柱 1112 在相反的方向上倾斜，即 $+\alpha$ 和 $-\alpha$ 。对于 10 度的倾斜角，变化量减小。

图 13 和图 14 分别示出 15mm 和 20mm 深的背光源腔的照度变化量的相似数据。15mm 和 20mm 腔都示出变化量随着 w 值增加到 30% 而具有向下的趋势。在 15mm 腔中，对于大约 10 度的倾斜角 α ，变化量减小，但是对于大于大约 10 度的倾斜角 α ，变化量看起来较平坦。15mm 和 20mm 腔表现出来的与 θ 的关系都与 10mm 腔不同，其中与 80 度到 90 度的值相比，对于 100 度到 120 度范围内的 θ 值得到更小的变化量值。

模型 5

已经进行计算以建立背光源系统的一些示例性实施例的光学特性的模型，该系统具有 10mm 深的腔，其中光转向面包括穿入和非对

称结构。在下面的表 III 中概要列出不同表面（实例 8-12）的参数。
实例 8 和实例 9 是不具有光转向面的简单扩散层。

表 III 模型 5 的各种输入参数

实例	α	θ	β	w	穿入率	T	ψ
8	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用	80%	17°
9	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用	55%	82°
10	15°	60°	70°	10%	40%	60%	81°
11	0°	120°	110°	50%	20%	70%	47°
12	0°	140°	70°	50%	0%	80%	17°

角度 α 和 θ 与图 11B 中所定义的相同，即 α 是非对称结构的“倾斜”角而 θ 是“可倾斜”光转向结构的顶角。角度 β 是对称或非倾斜光转向结构的顶角。长度 w 是光转向面上的由对称光转向结构占据的重复单元的比例。“穿入率”参数是上面参照模型 3 所述的穿入率。通过扩散层的单程透射率 T 以百分数的形式给出。角度 ψ 是扩射半角并且与 T 相关。扩射半角是通过扩散层后的强度最大的光与半强度的光之间的夹角。随着通过扩散层的透射率降低，由于扩散的增加，扩散角增大。

图 15 示出对于不同实例计算出的亮度与背光源上的位置之间的关系。亮度计算的是棱柱形增亮层 904 上方位置处的亮度。表 IV 列出与各个实例号对应的曲线图上的曲线号。表 IV 还列出背光源上的平均亮度 L（单位尼特）、亮度的变化量（标准差）和亮度的相对变化量。具有 80% 的扩散体透射率的两个实例 8 和 12 都产生高的亮度，然而与只有扩散体的情况对应的实例 8 具有高的变化量。另一方面，实例 12 中的相对变化量仅为大约 1.5%。使用光转向面的实例 10 也具有小的变化量，但是具有小于实例 12 的总亮度，这是因为实例 10 的 T 值小于实例 12 的 T 值。

表 IV 模型 5 的计算性能

实例	曲线	L（平均）	变化量	相对变化量
8	1502	8233 尼特	1022 尼特	12.4%
9	1504	6701 尼特	212 尼特	3.2%
10	1506	7999 尼特	84 尼特	1.1%
11	1508	7988 尼特	393 尼特	4.9%
12	1510	8575 尼特	128 尼特	1.5%

应该理解到，光转向面可以具有这里没有详细讨论的多种不同种类的形状，包括具有位置、形状和/或尺寸随机的光转向元件的表面。此外，虽然上述示例性实施例涉及以折射的方式使照明光转向的光转向面，但是另一些实施例可以使照明光衍射，或通过结合折射和衍射来使照明光转向。本文描述的计算结果表明，与仅使用简单扩散体相比，不同类型和形状的光转向层提供提高照度和减小照度变化量的可能。

不应该认为本发明只限于上述具体实例，而是应该认为本发明包括如所附权利要求书中明确提出的本发明的所有方面。在阅读本说明书之后，本发明所属领域的技术人员将很容易明白适用于本发明的各种修改、等同过程以及多种结构。权利要求书旨在包括这些修改和设计。

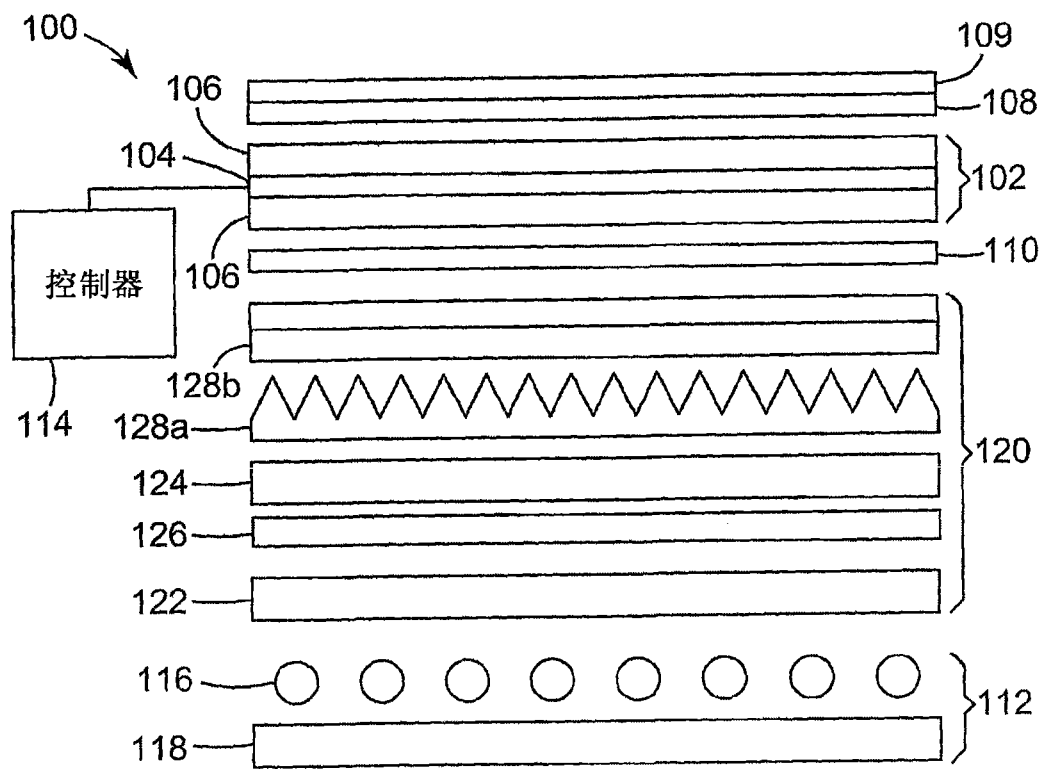


图 1

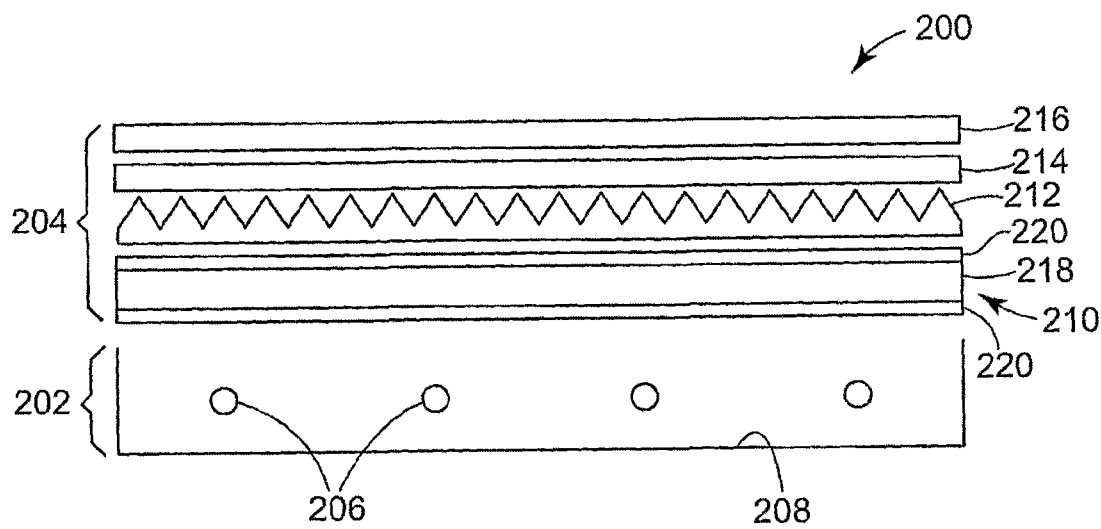


图 2A

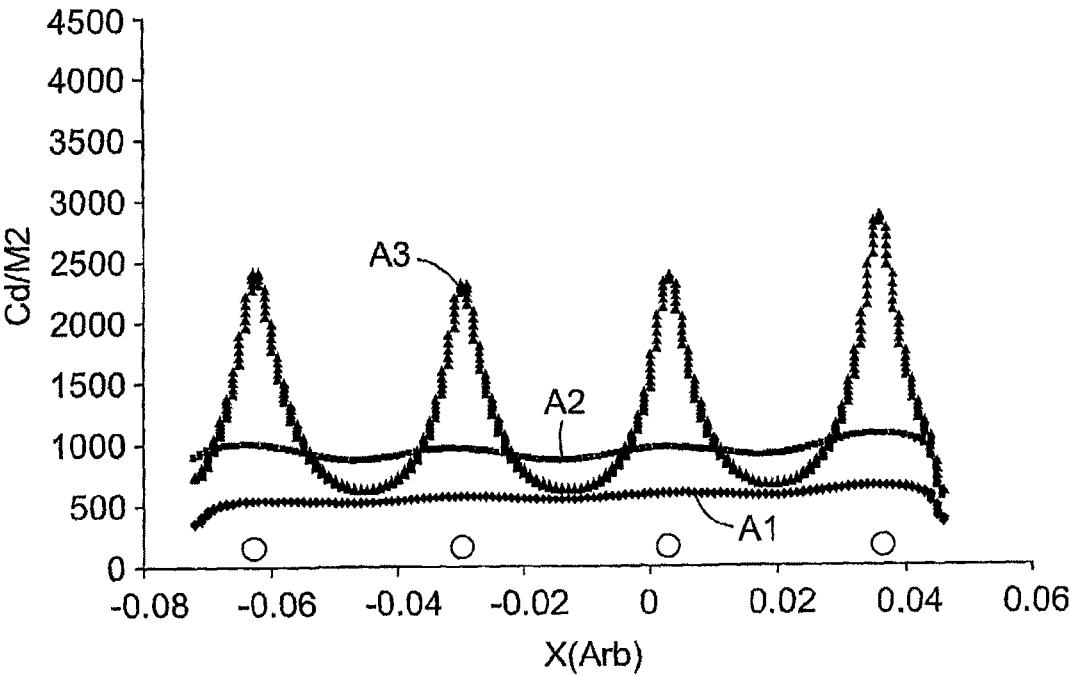


图 2B

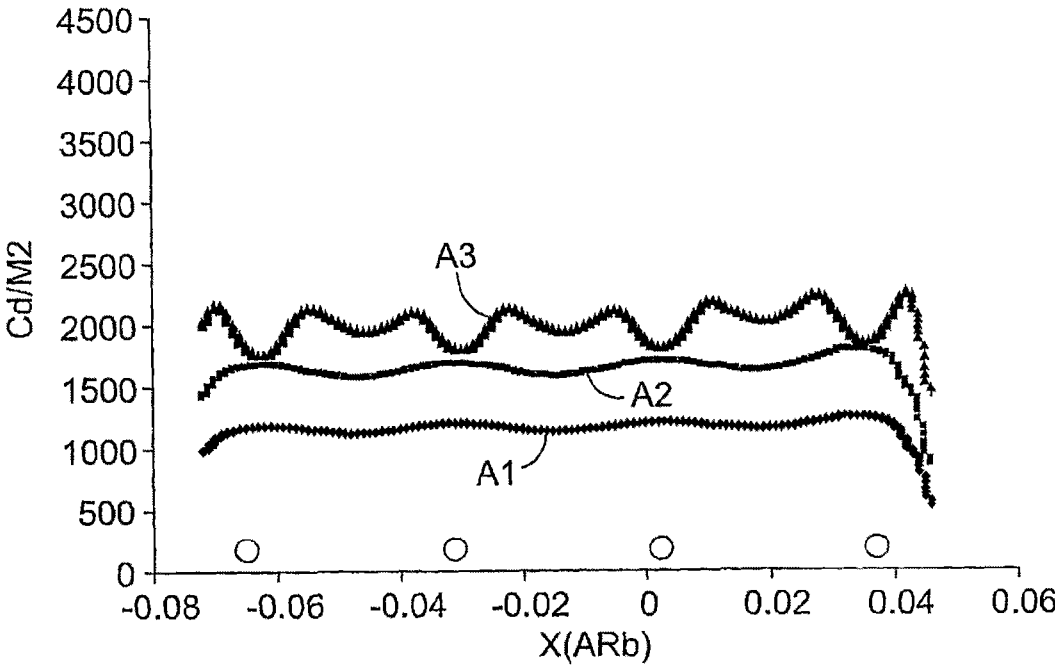


图 2C

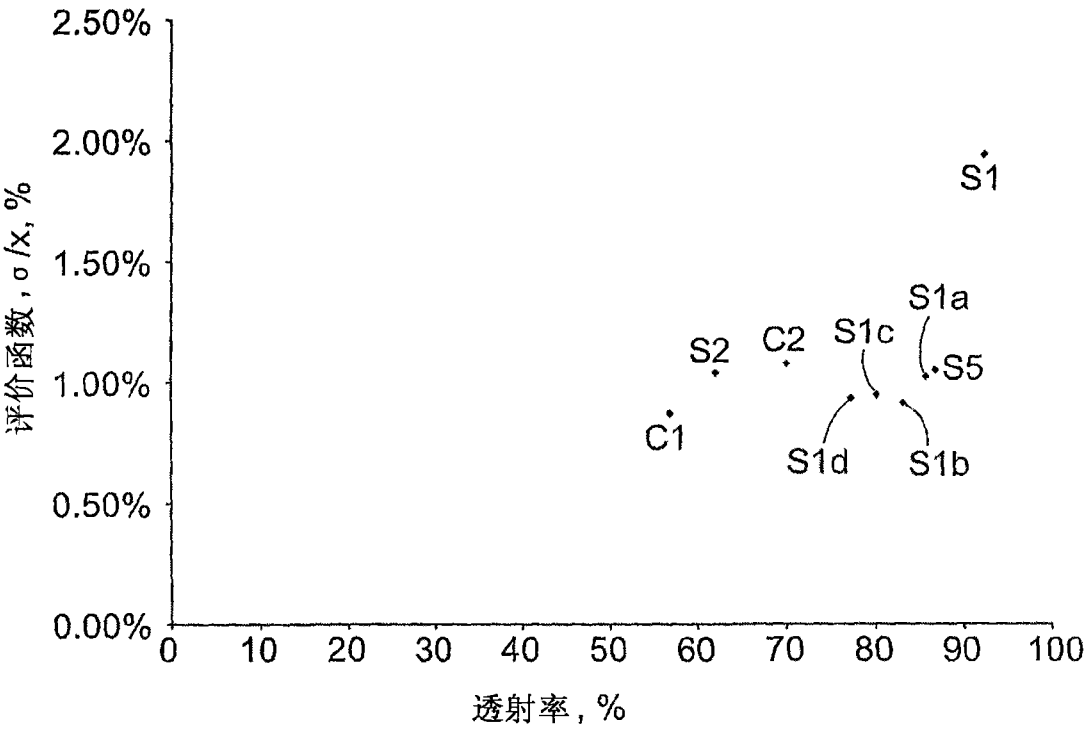


图 2D

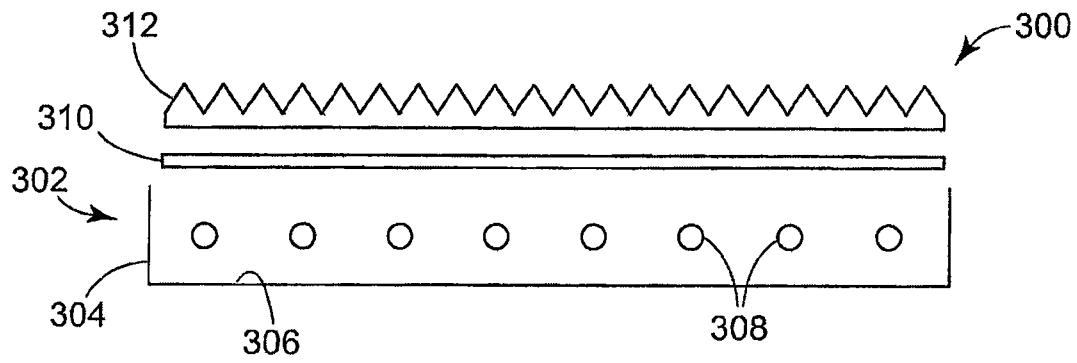


图 3A

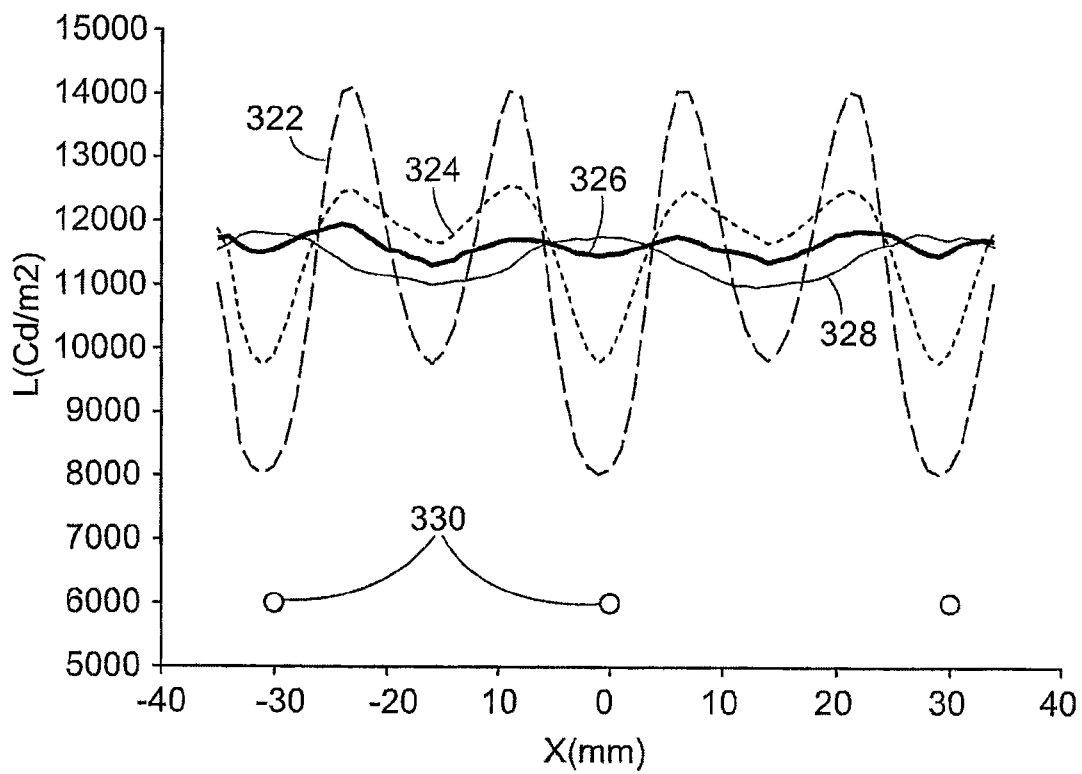


图 3B

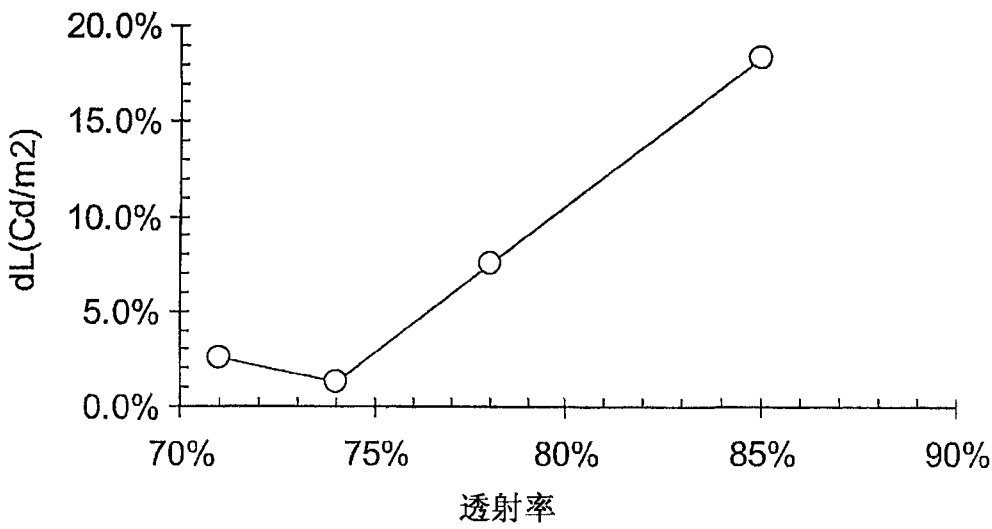


图 3C

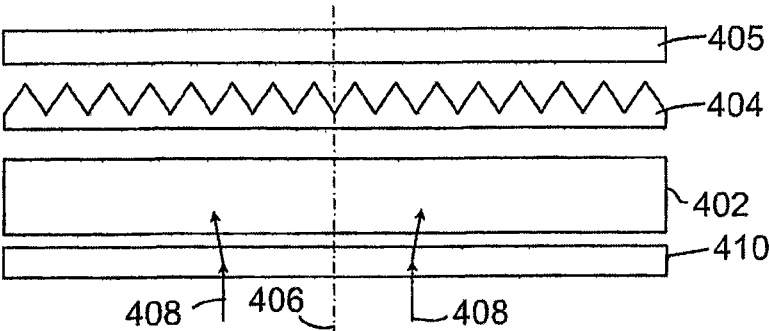


图 4A

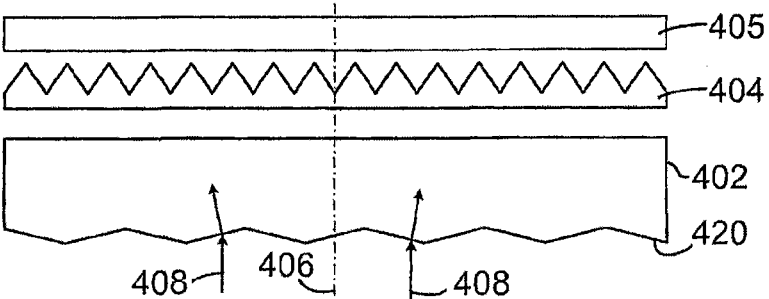


图 4B

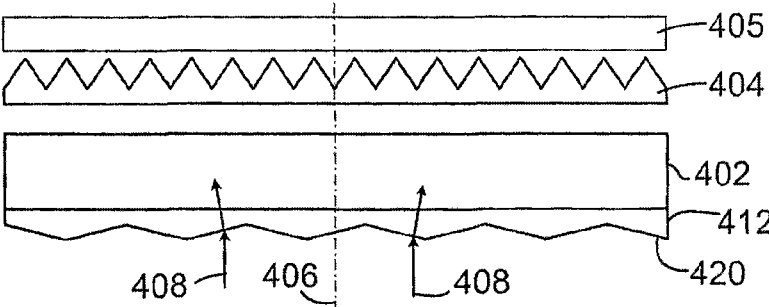


图 4C

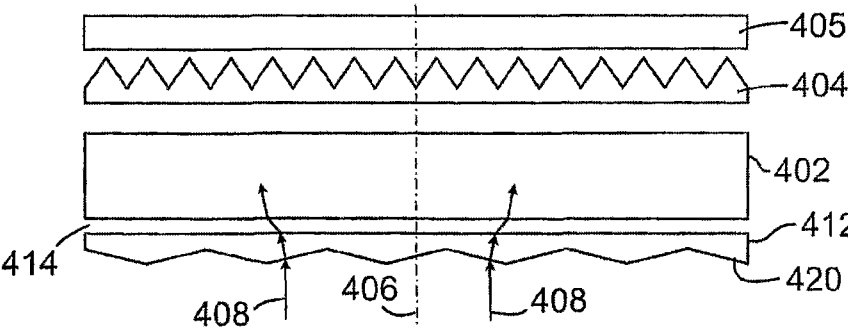


图 4D

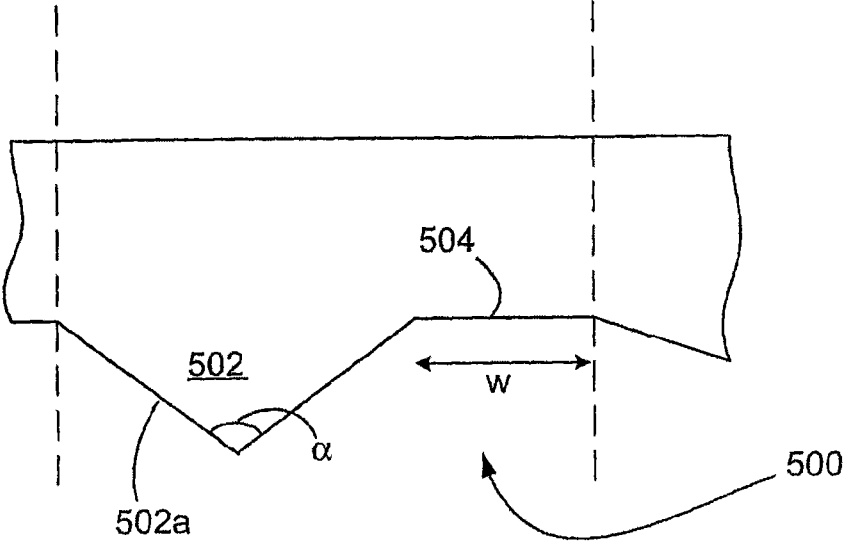


图 5A

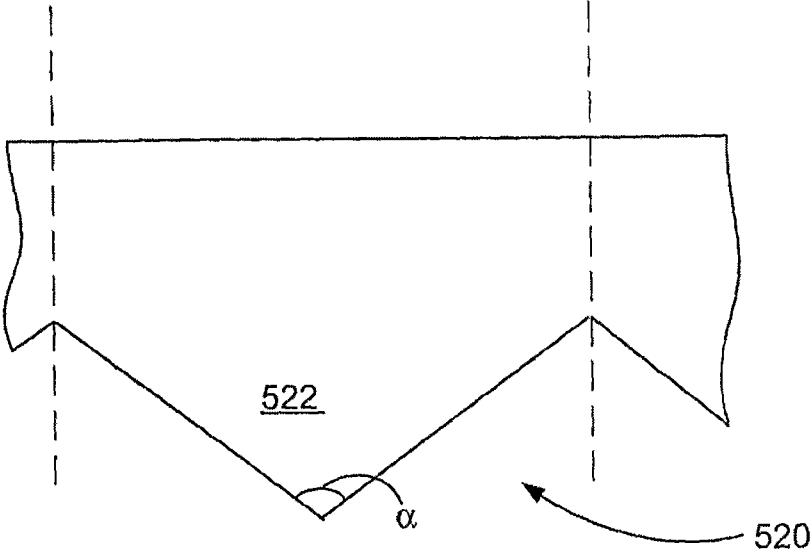


图 5B

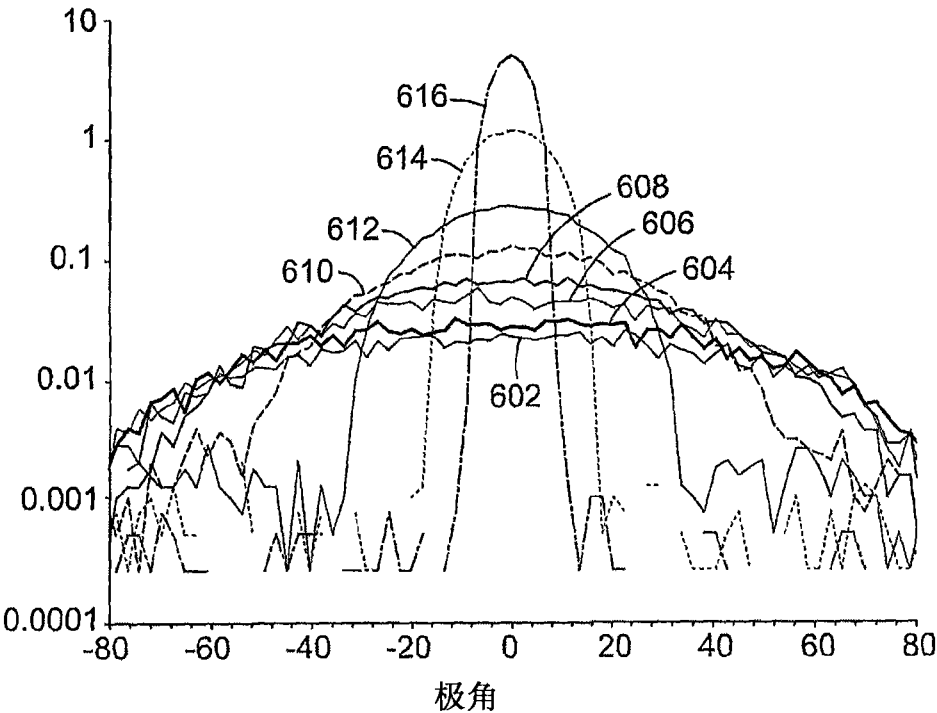


图 6A

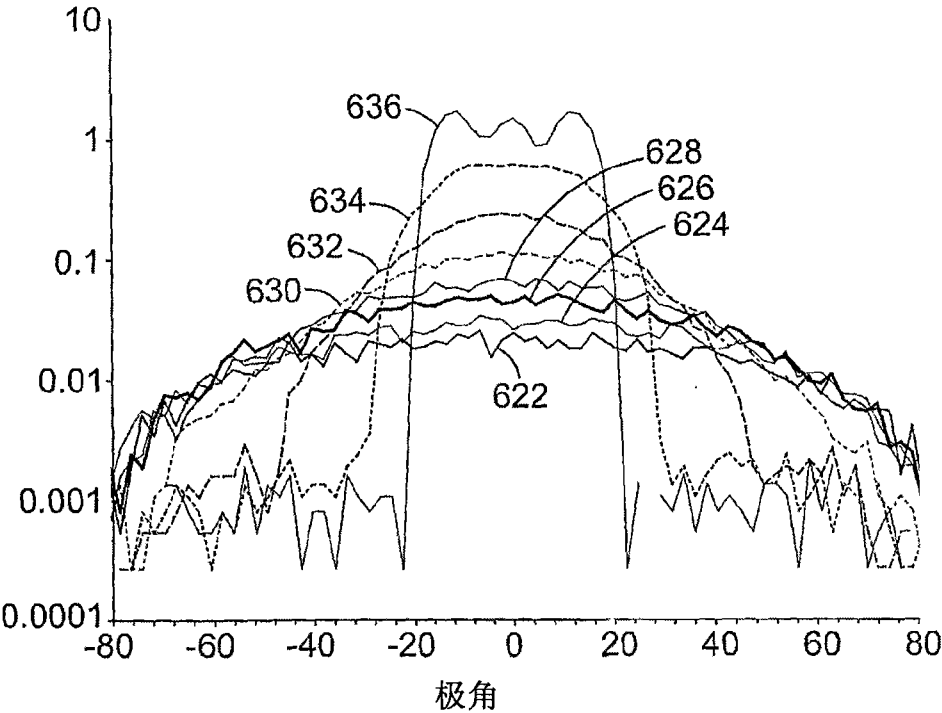


图 6B

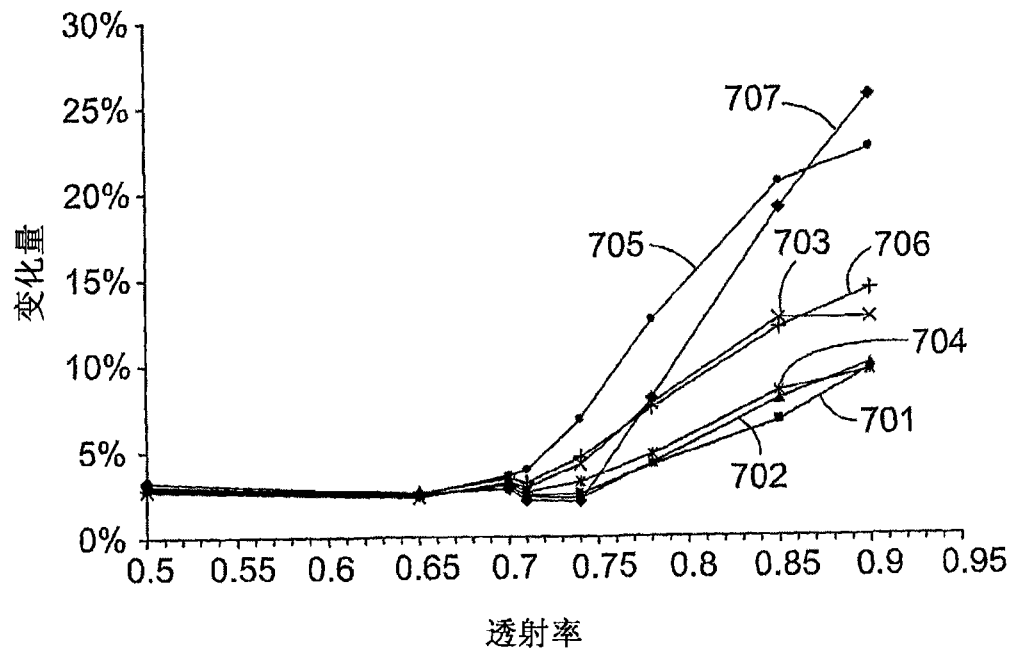


图 7A

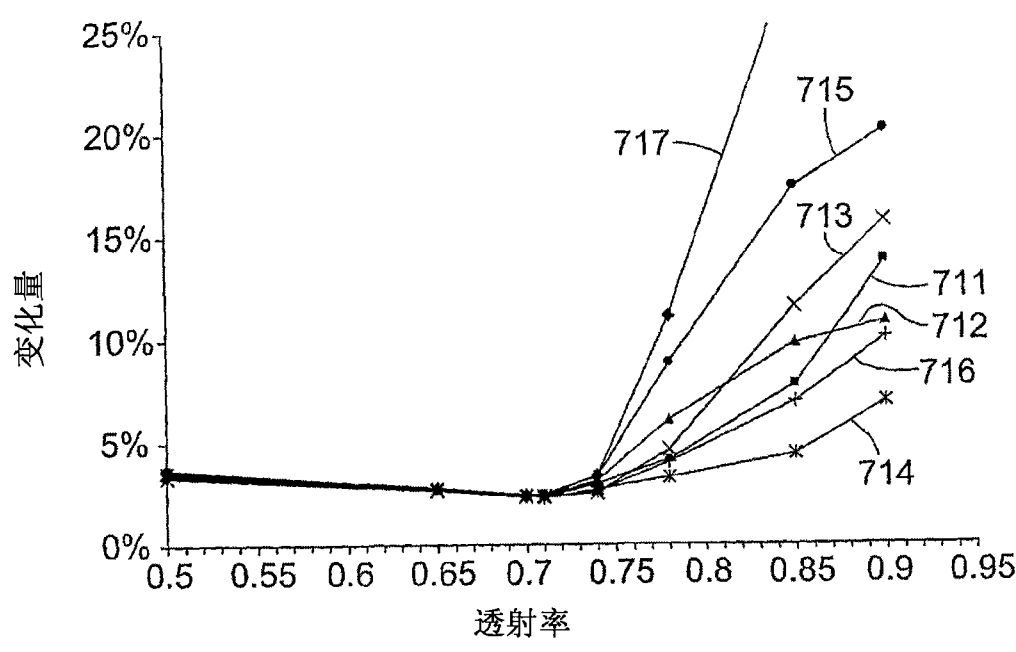


图 7B

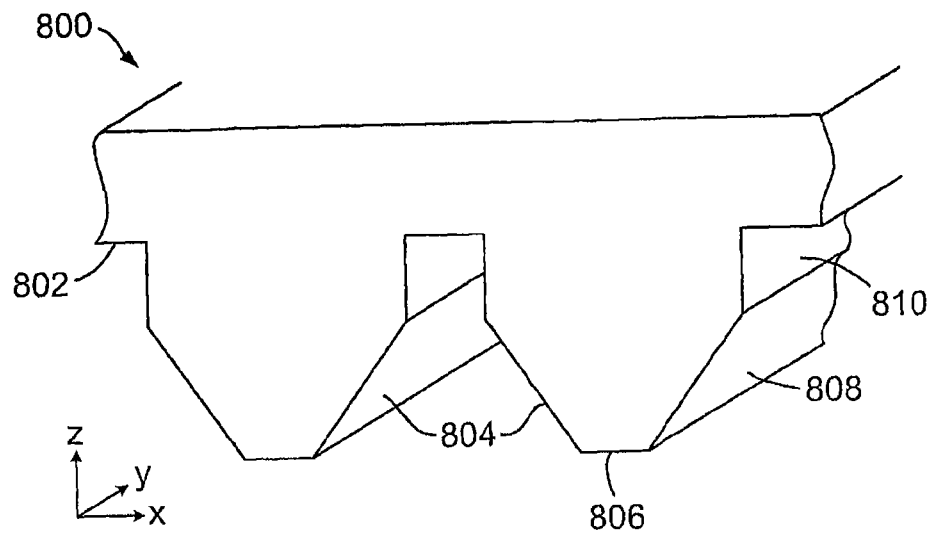


图 8

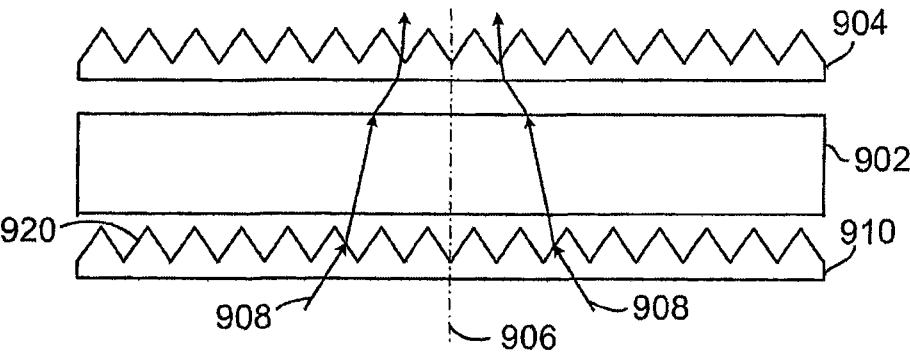


图 9A

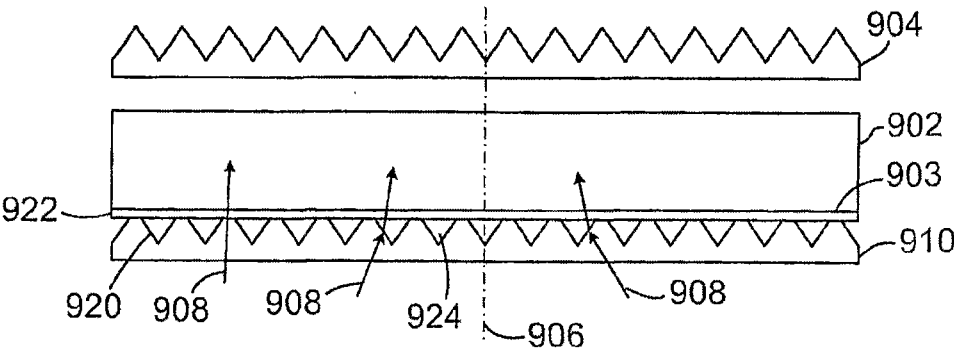


图 9B

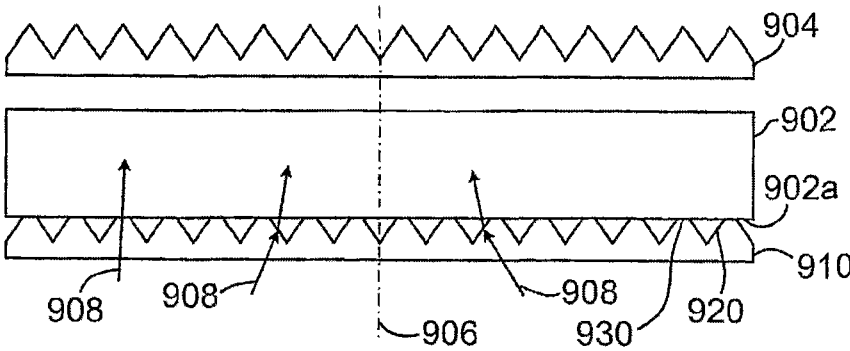


图 9C

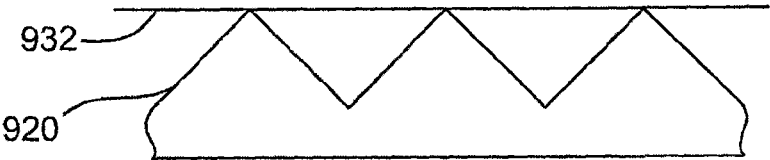


图 9D

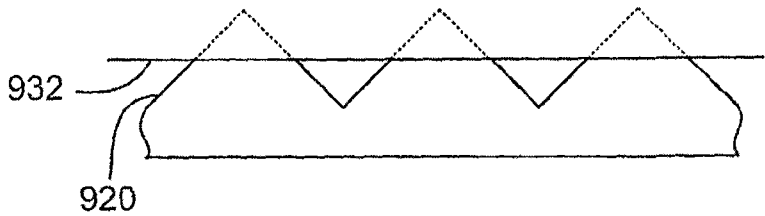


图 9E

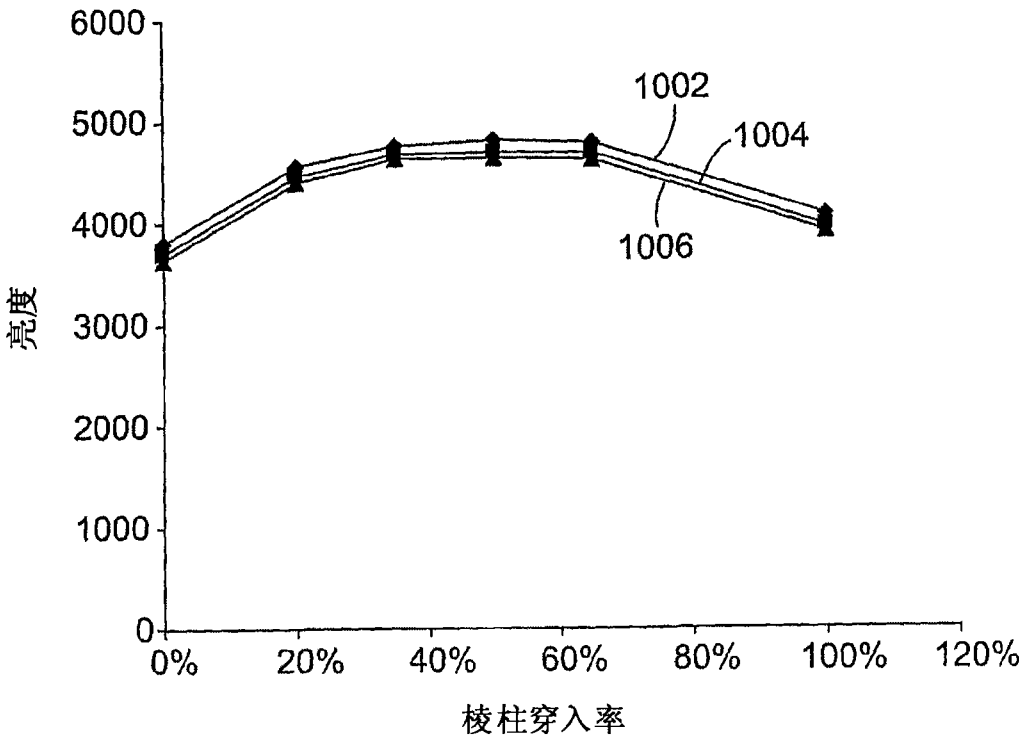


图 10A

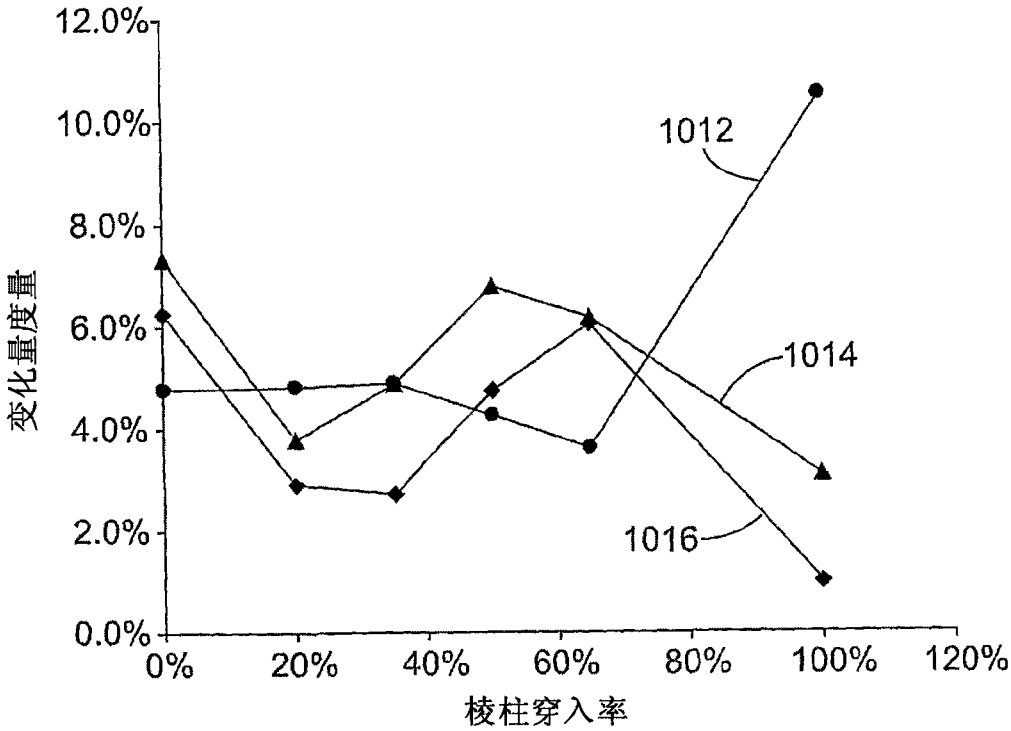


图 10B

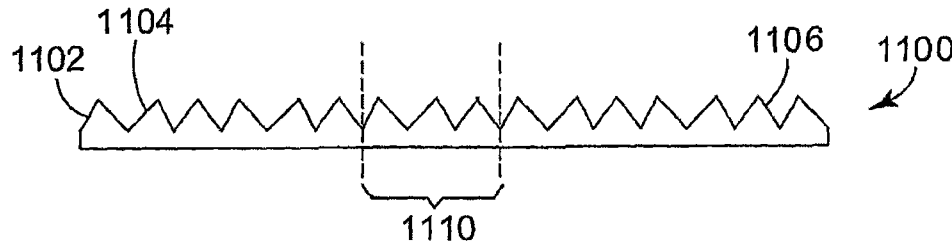
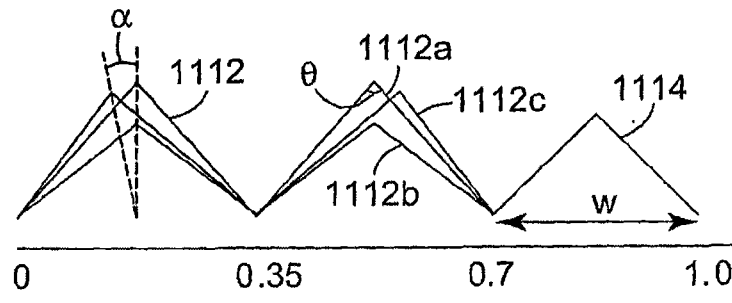


图 11A



沿着单元的归一化位置

图 11B

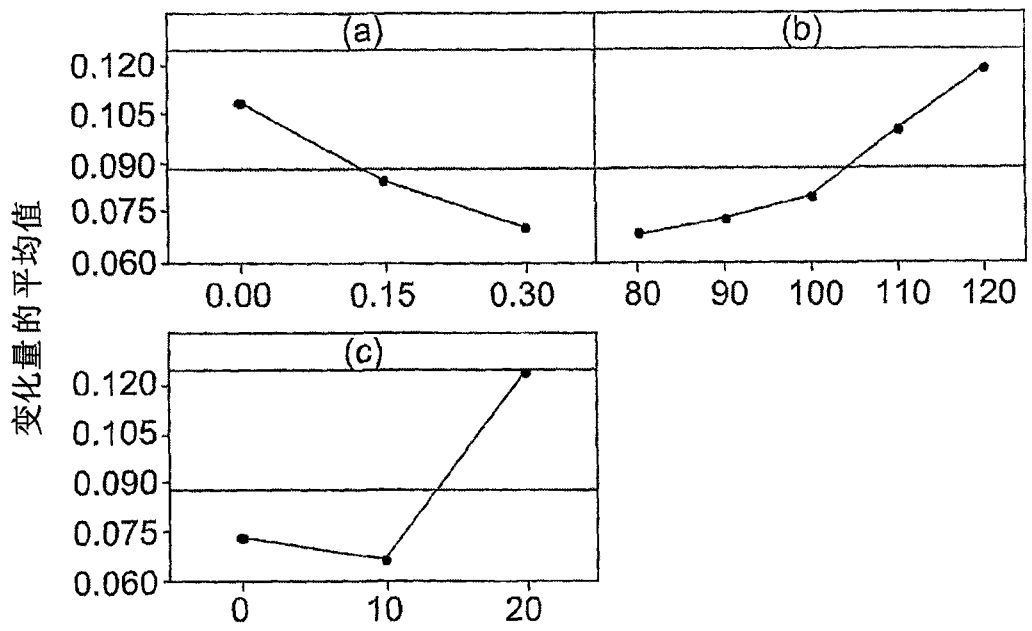


图 12

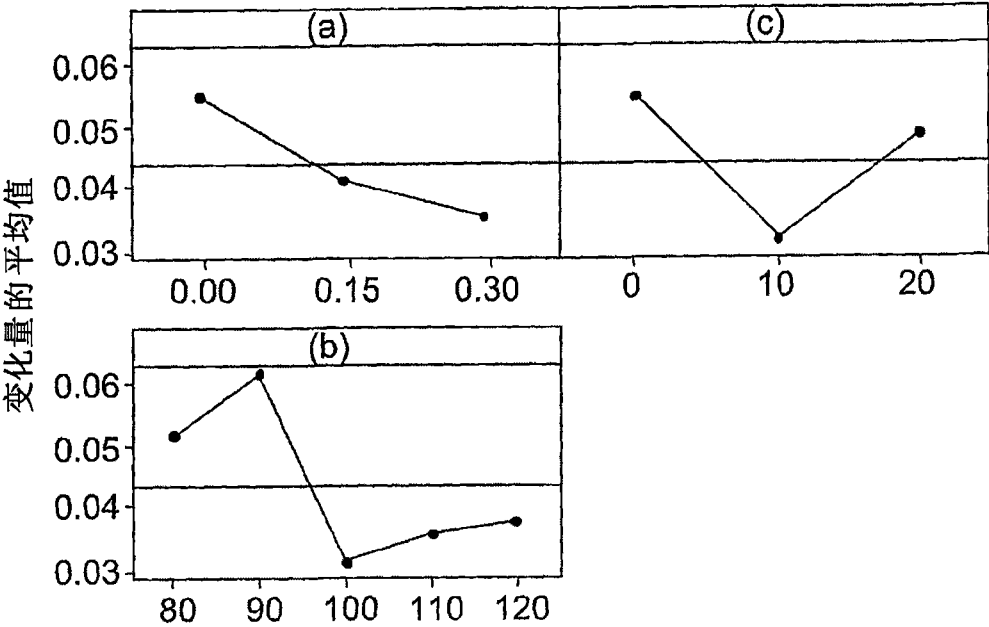


图 13

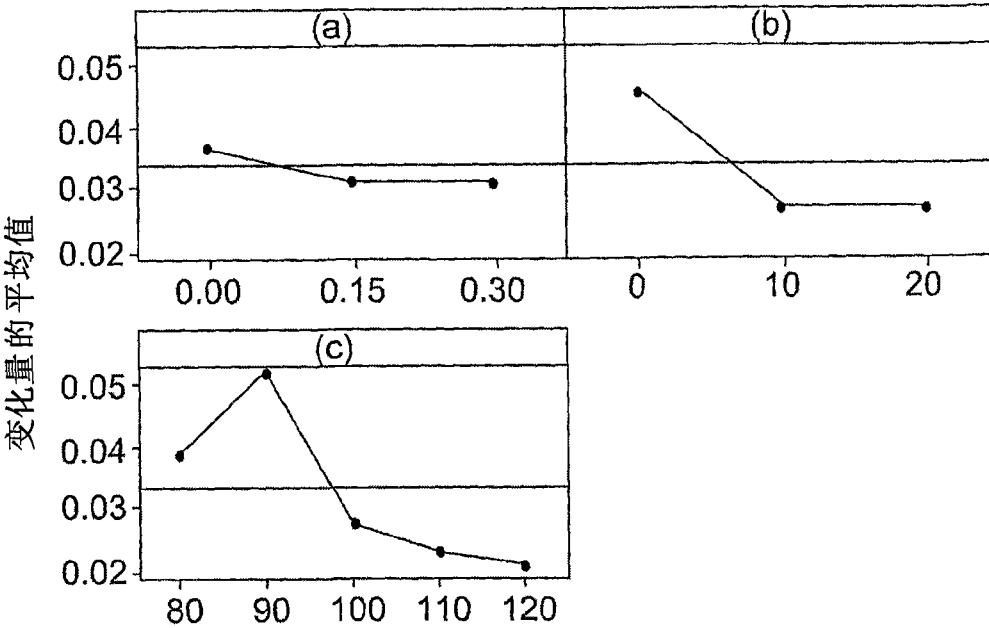


图 14

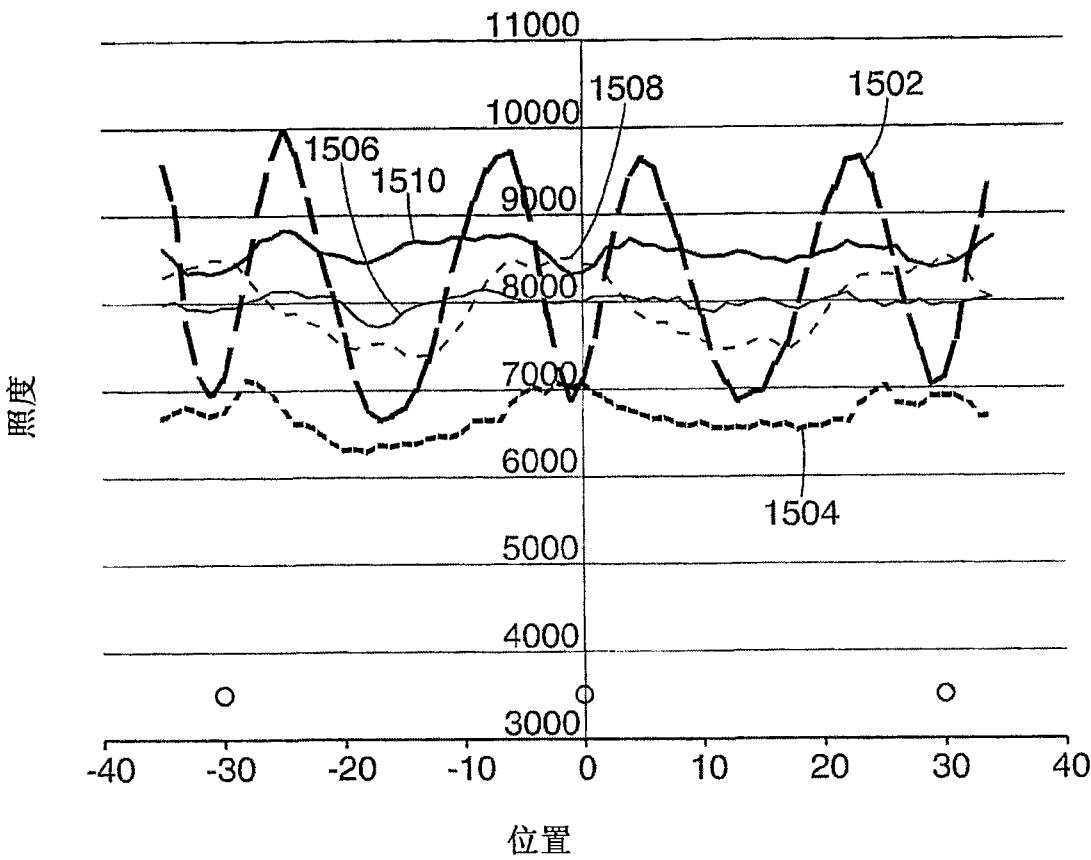


图 15