

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G03B 21/62

G03B 21/60

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99807266.4

[43]公开日 2001 年 7 月 25 日

[11]公开号 CN 1305607A

[22]申请日 1999.5.24 [21]申请号 99807266.4

[30]优先权

[32]1998.6.11 [33]US [31]09/095,835

[86]国际申请 PCT/US99/11399 1999.5.24

[87]国际公布 WO99/64928 英 1999.12.16

[85]进入国家阶段日期 2000.12.11

[71]申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72]发明人 周鑫鑫 P·A·托马斯

C·M·布伦那 J·C·常

R·S·莫什里美扎德

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

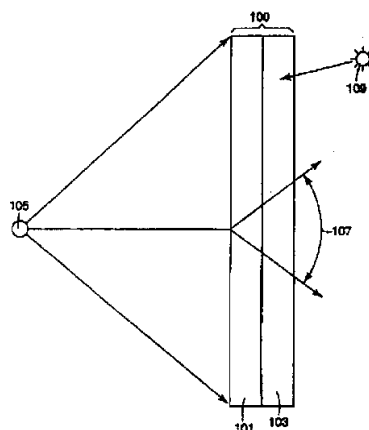
代理人 李 湘

权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图页数 15 页

[54]发明名称 背投影屏

[57]摘要

一种背投影屏部件包括扩散器和偏振器。扩散器具有分散在结合剂中的粒子。粒子与结合剂有不同的折射率,选择使得扩散器将初始偏振态的光传播到一个锥角而大体上保持光的初始偏振器。扩散器还对一部分扩散器内横向散射的光进行消偏振。设置偏振器以接收透过扩散器的光。偏振器传播初始偏振态的光而吸收一部分具有不同偏振态的横向散射光。整个屏部件的分辨率较高,同时还改善了屏部件的其他特性。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1. 一种投影屏部件，其特征在于包括：

扩散器，包含分散在结合剂中的粒子，粒子与结合剂具有不同的折射率，扩散器将入射到并透过扩散器的初始偏态的光扩散成圆锥角，同时大体上保持扩散后的光的初始偏振态，扩散器还至少对一部分在扩散器中横向散射的光部分地消偏振，从而透过扩散器的横向散射光带有与初始偏振态不同的偏振态的光成分；以及

偏振器，设置为接收透过扩散器的光，所述偏振器大体上透过初始偏振光的光并大体上吸收不同偏振态的光。

2. 如权利要求 1 所述的投影屏部件，其特征在于透过扩散器的光稍微有或没有闪烁。

3. 如权利要求 1 所述的投影屏部件，其特征在于还包括扩散器基板。

4. 如权利要求 3 所述的投影屏部件，其特征在于所述扩散器基板当光通过基板时大体上保持光的偏振态。

5. 如权利要求 1 所述的投影屏部件，其特征在于圆锥角包括至少 20 度的视角。

6. 如权利要求 1 所述的投影屏部件，其特征在于扩散器大体上没有斑点。

7. 如权利要求 1 所述的投影屏部件，其特征在于扩散器具有至少 0.5 的峰值增益。

8. 一种投影屏部件，其特征在于包括：

扩散器，具有分散在结合剂内粒子，所述粒子的折射率不同于结合剂的折射率；以及

偏振器，设置来接收透过扩散器并由扩散器扩散的光，扩散器的调制深度小于屏部件的调制深度。

9. 如权利要求 8 所述的投影屏部件，其特征在于在扩散器的调制深度和屏部件的调制深度之间的调制深度差至少约为 0.04。

10. 如权利要求 9 所述的投影屏部件，其特征在于调制深度差至少约为 0.05。

11. 如权利要求 9 所述的投影屏部件，其特征在于调制深度差至少约为 0.10。

12. 如权利要求 9 所述的投影屏部件，其特征在于调制深度差至少约为 0.15。

13. 如权利要求 9 所述的投影屏部件，其特征在于屏部件的调制深度至少约

为 0.9。

14. 一种投影屏部件，其特征在于包括：

扩散器，具有分散在结合剂内的粒子，所述粒子的折射率不同于结合剂的折射率；以及

偏振器，设置来接收透过扩散器并由扩散器扩散的光，其中屏部件具有峰值增益至少约 0.5，稍微有或没有闪烁，将光扩散到至少 50 度的视角，并具有调制深度至少约 0.8。

15. 一种投影屏部件，其特征在于包括：

扩散器，具有分散在结合剂中的粒子，

偏振器，叠在扩散器上，

刚性板，叠到屏部件的观看者一侧的偏振器上，以及

防反射涂层，置于与偏振器相对的刚性板的一侧，其中屏部件具有视角至少约 65 度，峰值增益至少约 0.65，以及调制深度至少 0.90，所述屏部件至少只不过有稍微看得出的闪烁。

16. 一种投影系统，其特征在于包括：

投影器，投影经偏振的含有多个像素的图像；

体积扩散元件，设置来接收经偏振的图像并将该像扩散到预定的视角，所述扩散元件对相应的投影的图像的光，当该光在相应的投影像素的位置上透明扩散器时，保持其偏振态的程度大于对由扩散器横向散射从而在相应的不同像素位置上出射扩散器的相应的投影像素的光保持其偏振态的程度；以及

吸收偏振器，设置来接收透过扩散器的光，并取向成使在相应的投影像素位置上透过扩散器的相应的投影像素的光通过。

说明书

背投影屏

发明领域

本发明一般涉及透射屏，特别是涉及背投影系统的透射屏。

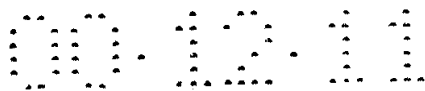
背景技术

背投影屏通常设计用来将投影到屏背后的图像透射到观看空间。投影系统的观看空间可以相对地大（例如背投影电视）或相对地小（例如背投影数据监视器）。背投影屏的性能可用屏的各种特性加以描述。用来描述屏的性能的典型的屏特性包括增益、视角、分辨率、对比度、不希望的影像色斑和斑点的存在，等等。一般希望背投影屏具有高分辨率、高对比度和大增益。还希望屏在整个大观看空间中传播光。不幸的是，如下面将详述，当一个屏特性得到改善时，常降低一个或多个其他的屏特性。例如，为了采用相同的总体结构来增大屏增益，就必须减小屏的借以方便观看的视角。结果，为了生产在特定的背投影显示应用中其具有总体可接受的屏，在屏特性和性能方面要作出某些折衷。

要求高分辨率的背投影显示应用变得更为突出。例如，高清晰度和数字电视格式有较高的分辨率要求。结果是用于这种背投影电视必须能分辨较高分辨率图像。背投影台式数据监视器也有高分辨率要求。当典型的背投影屏被改进支适应高分辨率时，上述的折衷就倾向于降低屏的性能特性。因而对屏的要求依然是具有改时的总体性能，同时对采用屏的背投影显示应用中要满足最低的性能标准需要。

发明内容

本发明一般涉及背投影屏部件。在一个特定实施例中，屏部件包括扩散器和偏振器。扩散器具有分散在结合剂中的粒子。粒子和结合剂不同的折射率，如此选择使得扩散器将初始偏振态的光传播到一个锥角而大体上保持光的初始偏振态。扩散器还对一部分扩散器内横向散射的光进行消偏振。设置偏振器以接收透过扩散器的光。偏振器传播初始偏振态的光而吸收一部分具



有不同偏振态的横向散射光。

本发明的另一实施例中，扩散器和偏振器以如此方式组合在屏部件中，从扩散器出射的经扩散后的光的调制深度小于透通偏振器后的经扩散后的光的调制深度。在这种实施例中，整个屏部件的分辨率可做得较高同时还改善屏部件的其他性能。

在又一个实施例中，含有扩散器和偏振器的屏部件被做成具有总体高性能屏特性。这样的屏其增益至少约 0.5，稍有或没有闪烁，视角至少约 50 度，调制深度至少约 0.80。

在再一个实施例中，屏部件包括：具有分散在结合剂中的粒子的扩散器；叠到扩散器上的偏振器；在屏部件观看一侧叠在振器上的玻璃板；以及玻璃板外面的防反射涂层。屏部件具有视角至少约 65 度，峰值增益至少约 0.65，调制深度至少约 0.90。屏部件还具有至多只还过是稍微能看得出的闪烁。

在本发明的再一个实施例中提供一个经改进的投影系统。该系统包括一投影器，用于产生经过偏振的由像素组成的图像。设置一体积扩散元件接收所投影图像并扩散到预定的视角。所述扩散元件对相应的投影的图像像素的光，当该光在相应的投影像素的位置上透过扩散器时，保持其偏振态的程度大于对由扩散器横向散射从而在相应的不同像素位置上出射扩散器的相应的投影像素的光保持其偏振态的程度。该系统在光路上还置有吸收偏振器于扩散器之后。偏振器如此取向使在相应的投影像素位置上透过扩散器的相应的投影像素的光通过。

上述的本发明的概要并不打算用来描述本发明的每个所说明的实施例或每一种实施。附图与下面的详细说明更具体地例示这些实施例。

附图简述

通过结合附图的下述的本发明的详细描述能更完整地理解本发明，这些附图是：

图 1 为本发明的一个实施例的投影屏部件的说明图；

图 2A—2B 说明表征本发明的实施例的屏部件分辨率的机理；

图 3A—3F 为说明各种屏特征之间关系的曲线图；

图 4A—4B 为说明不同屏结构的屏特性之间关系的曲线图；

图 5 说明本发明的一个实施例的背投影屏部件；



图 6 说明本发明的另一个实施例的背投影屏部件；

图 7 说明本发明的又一个实施例的背投影屏部件；

图 8 说明本发明的再一个实施例的背投影屏部件；

图 9 说明本发明的再另一个实施例的背投影屏部件。

实施发明的较佳方式

本发明一般适用于一些不同的屏部件，特别适用于背投影系统中所用的屏部件。虽然下面提供这种屏部件的特定例子以方便对本发明各个方面的说明，但不打算把本发明局限于这些特定例子中。

参看图 1 描述本发明的一个特定实施例的背投影屏 100。背投影屏 100 包括扩散元件 101 和吸收偏振器元件 103。下面将详述，扩散元件 101 将从投影机 105 投射的。并入射到屏 100 的背面的经偏振的图像的光传播到屏观看一侧上的所要求的视角 107 中。依应用需要，视解既可以对称也可以不对称。吸收偏振 103 起下述的一些作用。吸收偏振元件 103 的一个作用是当屏用于存在环境光时改善屏 100 的对比度。通过吸收一部分入射在屏的观看者一侧的环境光（未经偏振），对比度得以改善，否则屏反射环境光则降低图像对比度。将偏振元件 103 的通过方向调准到经偏振的图像的偏振方向，使偏振元件 103 对投影图像的任何吸减到最低。如将被理解那样，当存在环境光的测量时，吸收近一半的环境光而不显著吸收透过屏部件 100 的图像将增强屏的对比度。

如下面所讨论，被偏振元件 103 吸收的图像光的量，部分地取决于屏的偏振保持能力。因而一般愿意采用扩散元件 101，因为当图像光由扩散器元件 101 所扩散并透过扩散元件 101 时，扩散元件 101 对图像光并无显著的消偏振。在一个实施例中采用偏振保持体积扩散器，它包括分散在结合剂中的粒子。每种所用的粒子类型和分散在结合剂中的方式都对扩散器的偏振保持特性有影响。为达到良好的偏振保持，希望粒子为球形、扩散器薄以及结合剂中的粒子加载低。扩散器厚度和粒子加载也影响扩散器的增益和视角，在设计扩散器时必须考虑这种影响。

如下面所讨论，扩散元件 101 和吸收偏振元件 103 以改善屏的总体性能的方式加以有利地组合起来。依照本发明的一个实施例，已经认识到可以选择扩散元件 101，以对某些光有选择地消偏振。当被有选择地消偏振的光是有

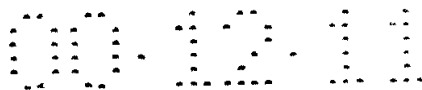
损于图像的光（例因受相邻像素横向散射）时，由偏振器 103 大体吸收而显著地减少到达屏部件 100 的观看一侧的这种光的光量。此外，如下面所述，有选择地消偏振和吸收透过屏部件的这种不必要的光将放宽对屏所加的限制，这种限制是为防止所述不必要的光引起图像质量的下降。所述被放宽的限制可用来改善屏的其他特性。

本发明的屏部件特别适合用于利用偏振图像源的投影系统。依照本发明的一个实施例，基于液晶显示器的投影器可用于投影系统，将偏振的图像投射到本应用所描述的那类屏部件上。投影系统的尺寸可变，从相对小的数据监视器到大屏面 TV 和视频挂壁式显示。投影系统也可依赖于折叠式的图像投影路径，如题为“投影图像”的欧洲专利申请 EP783133 所述的各种投影系统（该专利的内容引用于此作为参考）。将从下述中理解到采用这里所述的各种屏部件特别有益于这种系统。凡使用 EP783133 所述的偏振灵敏反射镜的投影系统，在屏部件中加用吸收偏振器将进一步加强投影系统的性能。屏部件的吸收偏振器还可用作投影系统中其他部件（例如成像器（如 LCD）、偏振灵敏分束器和反射镜、延迟器等）的清除偏振器。

为有助于进一步理解扩散元件和吸收偏振元件如何以使得屏部件做成更好性能特性的方式组合起来，下面详述各个屏特性。一个重要的屏特性是增益。屏的增益是屏的亮度作为视角的函数的表示。通常采用理想的 Lambertian 反射器（对所有角度理想的 Lambertian 标准的增益调节为 1）进行增益校准。屏（或屏部件）的峰值增益对应于某一角度上的最高增益。对透过屏的光体积扩散器屏的峰值增益通常在垂直于屏表面的角度上被观察到。

另一个重要屏特性是视角。这里所指的屏的视角是屏增益跌落叶一半峰值增益的角度。在采用体积扩散来传播光到所要视角的屏中、视角通常对应于透射图像的强度跌落到垂直屏表面的透射光强度的一半时的角度。

屏性能的另一个量度是对比度。对比度一般指投影的白色图像的亮度对投影的黑色图像的亮度的比值。因此，对比度数值依赖于光源和成像光学器件。对比度随着增加屏亮度和使所投影的黑色图像更黑而倾向于增大。一种场合中对比度用系统的动态范围来表示。动态范围是在没有环境光中对比度的一种理度。当投影显示器有在环境光中使用，屏会反射一些环境光。所反射光既有镜面的也有扩散的分量。反射降低了屏的对比度。因而如屏用于有环境光的情况下，则对比度依赖于屏吸收环境光的能力。由于屏的扩散反



射倾向于更加降低屏的对比度，故特别要求降低屏的扩散反射量。所述扩散反射的量提供屏性能的又一个有用的量度。

另一个屏的特性是它保持彩色的能力，防止引入局部的彩色改变或转移，或使之种改变或转移最小化。在某些屏中可观察到屏上的不同彩色像素之类点子的随机图案。这种色彩膺像是由波长有关的散射。即波长以不同方向或以不同效率的散射引起的。由于散射的波长依变性的结果，不同色彩在物理上变成分离并在投影屏的观看者一侧可以观察到。采用体积扩散器，增加屏的厚度直至观看者不能分辨色彩分离，可以减少屏上的彩色膺像。

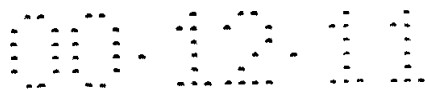
在一些背投影屏中可观察到的另一种膺像是斑点。斑点被到为随机地取向的图案，随眼睛的运动而出现移动。斑点一般与相干干涉有关，当屏与投影束几乎是相干的高放大系统一起使用时更易观察到。使照明光束的相干性的消失可减少斑点。例如通过增加扩散量和/或扩散器的厚度可减少有除斑点。如下所详述，增加扩散器厚度来减少或消除色斑与斑点存在降低屏分辨率和增益的缺点。

屏上的色斑和斑点经常在闪烁的集中地看到。色斑与斑点一般有相同的倾向（例如彩色量减小时斑点也减少）。定量闪烁的一个方法是在像素大小水平上测量亮度均匀性。闪烁造成的非均匀性可用标准偏差来表示。闪烁的存在也可定性地来表示。由于眼睛能有效地检测闪烁，故定性地评价是重要的。下面表 I 表示对表征闪烁的一种方便方法。

表 I

级别	定性	标准偏差
0	无	<2.5
1	小	2.5-4.5
2	中	4.7-7.5
3	大	>7.5

上面已提到，由于背投影显示器应用要求屏越来越高的分辨率，故背投影屏的分辨率变得更加重要。屏的分辨率通常定义为能够区分屏上投影的图像中最精细细节的尺度。测量分辨率的一种方法是，在屏上投影一幅表示许多组亮和暗线的图像，亮暗线之间的间隔越来越小，以确定能分辨的每毫米的极限线数。用此法，屏的分辨率可定量为分辨不同空间频率下水平和/或垂



直线条的能力。

以图 2A 和 2B 所示的方式通过测量屏的调制深度 (MD) 能对屏分辨率进行定量。如图 2A 所示, 通过考察透过屏的表示亮线 205 和暗线 207 的图像的图案 201 来测量调制深度。沿垂直于线条的线 203 扫描图案 201。该扫描沿扫描线 203 测量作为位置函数的光的强度。扫描的结果可通过描述出沿扫描线 203 作为位置函数的强度的图形来表示, 如图 2B 所示。

用扫描得到的强度可计算字符间对比度 (ICC) 值, ICC 是按下式关系的强度比:

$$ICC = I_{\max} / I_{\min},$$

其中 $I_{\max}$ 是扫描的最大强度 211, $I_{\min}$ 是扫描的最小强度 213。

按下式从 ICC 计算屏的调制深度:

$$MD = (ICC - 1) / (ICC + 1),$$

它代表归一化值。任何被测部件的调制深度介于 0 和 1 之间, 1 是理想的分辨率, 0 是不能分辨的图像。ICC 越高, 调制深度越高。对于确定屏性能和比较不同屏和屏部件的相对性能, 屏部件的调制深度提供一种特别有用的尺度。

按照本发明的一个实施例, 屏部件的扩散元件是体积扩散器 (包含分散在体积介质中的散射粒子的扩散器)。一般难以使用体积扩散获得相对较宽视角的屏而不显著降低屏分辨力。增大屏的视角的一种方法是将扩散器做得较厚。较厚的扩散器也减少色斑和斑点, 已如上述。但当扩散器较厚时, 透过屏的相当大部分的光在屏内横向散射。分辨率减小的结果是当投影由像素组成的图像以这种方式通过扩散器, 使被横向散射的一个像素在对应另一个像素位置上出射扩散器。这种现象也称为发生光晕。在图 2A 所示的图案中, 横向散射的光散射进图案的暗区 207 的范围内。在该区中增大了最小强度, 并降低了亮区中的最大强度。因此横向散射光的结果, 大体上降低体积扩散器的 ICC 和调制深度 (MD)。

为减小与横向散射光有关的分辨率降级的一个方法是在扩散器的体积介质中提供吸收粒子。这些吸收粒子有选择地吸收由扩散器中横向散射光的较长路径长度引起的横向散射光。然而吸收粒子也吸收一部分不是横向散射的光。这导致屏的较低增益和扩散透射。

按照本发明的一个特定实施例, 发现大体上保持入射偏振图像的偏振的扩散器也可同时用作大体上对横向散射光的消偏振。当这种扩散器与吸收偏

振器相结合，由于消偏振的结果，偏振器吸收相当大部分的横向散射光。因而在这种屏部件中，可允许扩散器具有相对地大量散射光（如扩散器可做得相对地厚），以改善屏的其他性能。尽管扩散器本身具有不可接受的低调制深度，但当在屏部件内与吸收偏振器结合时，整个屏组件仍然具有较高调制深度。

放宽对扩散器内横向散射的限制（即允许扩散器有比较大量的横向散射）使得扩散器被设计来改善其他性能。此外，因为由有选择地消偏振和横向散射光的吸收，扩散器中横向散射光导致屏部件在分辨率方面重新遭损，所以可做成并的其他特性得到提高的高分辨率屏。对横向散射限制的放宽可以用整个屏部件的调制深度和扩散元件本身的调制深度之间的差加以说明。换言之，当考虑扩散元件本身时，它具有比将它结合在内的整个屏部件的调制深度低的调制深度。这是由于没有消偏振光的吸收、横向散射光可看见以及降低扩散器的分辨率之故。

按照本发明的一个实施例，屏部件可描述为具有扩散元件和吸收偏振器，它们的结合具有比扩散元件本身更高的调制深度。换言之，从扩散元件出射的扩散光的调制深度小于透过偏振器后扩散光的调制深度。扩散元件和屏部件之间的调制深度差将根据应用而变。只要总调制深度为屏应用提供适当的分辨率，差可以比较大。一般说调制深度差越大，在改善屏的其他特性方面的自由度更多。只要当扩散元件有效地对横向散射光消偏振时保持总体高分辨率，较大的调制深度差一般是可能的。在一些情况中调制深度差可大于约 0.04。在某些情况中可以做成调制深度差大于约 0.05 的屏。调制深度差甚至还可以是较大的范围，从约 0.10 至 0.15 以上。可以获得这种调制深度差而总调制深度至少为约 0.70。在某种场合总调制深度为至少约 0.80。在另一个实施例中，总调制深度可高于约 0.90 至 0.99。

在本发明的另一实施例中，一定量的横向散射光由分散在扩散器的结合剂中的吸收粒子所吸收，另外部分由偏振器消偏振和吸收。凡是扩散器中吸收粒子吸收所有偏振态的光时，也提高屏部件的对比度同时进一步提高分辨率。

上面已提到，放宽对扩散元件中横向散射的限制使得扩散元件的性能在其他特性方面得以改善。例如考虑色斑和斑点与横向散射光之间的相互作用。减少横向散射的一种方法是减小扩散元件的厚度。但是当减小扩散器的厚度

时，不想要的色斑和斑点现象的水平却提高了。当扩散器做得较厚时，由于许多散射情况的原因，光源的相干性最终成为不相干，所以斑点减少。由于分离变得更细小，色斑分离在厚扩散器中也不能分辨。对于给定的组成存在最小的厚度，这里称为阈值厚度，大于阈值厚度的扩散器对于给定的成像系统不显示色斑和斑点或可忽略不计。但是当扩散器做得厚到足以大体上减小色斑和斑点时，在这种扩散器中存在的横向散射量大致上要降低扩散器分辨率（调制深度）。

按照本发明的另一方面，通过采用由屏部件的偏振元件有选择地消偏振和吸收在其中的横向散射光的扩散器来放宽对横向散射光的限制。放宽这个限制使得可采用较厚的扩散器。因而可构成具有高分辨率（MD）的屏，它也具有低的色斑和斑点。通过有意地使相当大部分横向散射的消偏振，就容易选择至少与阈值厚度一样厚度的组成。当另外情况下大体保持散射光偏振的扩散元件与吸收偏振器相结合时，可用来作背投影屏显示高分辨率的、无影像的投影的偏振图像。

如上所述，可用放宽横向散射限制来制造高分辨率（例 MD）的、很少有或没有色斑或斑点的屏。然而，除了或取代色斑和斑点之外，可用放宽限制使屏的一个或每个其他特性最佳化。图 3A—3F 描出各个屏特性之间的不同关系，特别注目到调整深度变化（ ΔMD ）与屏特性之间的关系。调制深度变化（ ΔMD ）表示包含吸收偏振器的屏部件的调制深度对单个扩散器的调制深度的增加量。为作比较，测量调制深度，可对每次测量用相同的透射亮度（例如通过调节投影光源透射相同的亮度到被测屏部件或组件的观看者一侧）。

图 3A—3F 说明各种关系的趋势。这些趋势所对应的屏具有在结合剂中分散有粒子的通用的扩散器结构。粒子的直径约 $5\mu m$ ，折射率约 1.54。结合剂的折射率约 1.48。结合剂中粒子加载约 33%。扩散器涂覆在具有相对低的双折射的聚碳酸酯基板上。

图 3A 示出各自作为扩散器厚度函数的峰值增益（PG）的曲线 301 和视角（VA）的曲线 303。示出的峰值增益和视角值是对上述型式的与线性偏振器结合形成屏部件的扩散器而言的。随厚度的增加，峰值增益下跌而视角增大。由曲线可知，要求视角较大时就需要将扩散器做得较厚。虽然较厚的扩散器倾向加大横向散射，但按本发明的一个特定实施例，可采用吸收偏振器有选择地吸收横向散射光来做成也具有大视角的高分辨率屏。

图 3B 的曲线 305 说明调制深度变化 (ΔMD) 和峰值增益间的关系。所示出的数据是在有 250 勒克司的环境光源的情况下测得的。对于包含线性偏振器的屏部件来说, 其调制深度增大, 这时由于线性偏振器吸收掉许多入射环境光。

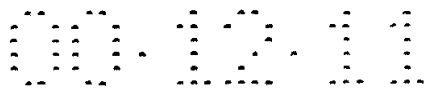
图 3C 的曲线 307 说明调制深度变化 (ΔMD) 与扩散器厚度的关系。各数据点是在暗室中测得的, 表示无环境光时的屏性能。应注意调制深度变化 (ΔMD) 随扩散器厚度减小而减小。调制深度变化一般是在偏振元件中由扩散器消偏振的光的上述吸收造成的, 调制深度变化 (ΔMD) 随厚度增加而增大的部分原因是光的横向散射和它的消偏振随厚度增加而增大。

图 3D 的曲线 309 示出在无环境光时测得的作为峰值增益的函数的调制深度变化 (ΔMD)。如从上述中所预期的, 调制深度变化 (ΔMD) 随峰值增益的增大而减小。可以理解这种现象是由于在较高峰值增益的屏部件中的较低散射引起的。

图 3E 的曲线 311 描出了调制深度变化 (ΔMD) 与视角的关系。各数据点是在无环境光时测得的。调制深度变化 (ΔMD) 随视角增大而增大, 很大程度上是由扩散器的增大和散射引起的。图 3F 曲线 313 描出调制深度变化 (ΔMD) 与屏部件的漫反射系数的关系。各数据点是在无环境光的测得的。调制深度变化 (ΔMD) 随漫反射系数的增大而增大, 原因是增大了扩散器的散射。

图 4A 和 4B 说明调制深度变化 (ΔMD) 和屏厚度之间的关系如何随不同屏结构而变化。虽然说明了相对于屏厚度的关系, 但可理解其总趋势适用于与并厚度相关的其他关系 (例如随屏厚度增大视角增大而增益减小, 图 3A9。图 4A 中曲线 401 和 403 表示扩散器不同构成: 粒子折射率为 1.54, 分散在折射率 1.48 的结合剂中, 加载率分别为 33% 和 40%。图 4B 中曲线 411 和 413 表示扩散器不同构成: 粒子折射率为 1.59, 分散在折射率为 1.48 的结合剂中, 加载率分别为 10% 和 20%。

图 4A 和 4B 的曲线表明, 当扩散器构成采用具有较高粒子加载时, 作为厚度函数的调制深度变化 (ΔMD) 更显著。在某些情况中, 通过以加吸收偏振器的至少补偿的方式改变到较高的加载率来达到调制深度的效果。换言之, 由采用较高加载率引起较大的调制深度变化 (ΔMD) 至少可抵偿在另外情况下与采用较高加载率有关的调制深度的减小。在其他情况相同的情况下, 经



常要用有高加载的结构以获得所需的屏性能。这是因为这种结构一般能做得较薄、用较少的材料、快速涂覆、易于处理。这些因素有利于减少扩散器元件的制造费用。

如上所述，当屏部件中组合吸收偏振器和扩散器时，本发明的一个突出优点是获得分辨率的提高。此外，即使在无环境光时上获得提高的分辨率。虽然使用吸收偏振器提供吸收环境光的附加优点，提高亮度对比度，但本发明不限于屏在环境光下使用的那种应用。当厚度和/或粒子在扩散器中的加载增大时，分辨率的提高变得更有决定意义。几乎对所有使用投影屏的应用（长和短的视距的应用）中提高分辨率的优点是重要的。

按照本发明的一个方面，可安排屏的性能而同时获得模向散射光的有选择消偏振的优点。可先对整体屏部件选择所需的调制深度。虽后选择扩散器设计以满足屏部件的分辨率要求以及其他需要的特性（视角、对比度等）。然后可确定采用设计的扩散器和吸收偏振器的屏部件的分辨率，决定调制浓度的改变量。然后将限制横向散射放宽到完整的屏部件结构具有所要求的调制深度的程度上，利用这个放宽修正扩散器设计。这种提高其他特性方面的屏的性能。这种屏比那种在扩散器中横向散射或图像发晕已达最小的屏具有更高的总体性能。

可以理解，扩散器设计最好大体上对投影图像有害的光消偏振，而不对投影图像的分辨力无害的光消偏振。因此扩散器一般应具有高的消光比（ER）。可将扩散器置于平行偏振器和垂直偏振器之间对每种情况测量透射强度来测量 ER。一般要求消光比至少 4—5。某些情况下要求至少 5—10。另一些情况下要求至少 10—15 或更高。在这种屏中当将线性偏振器加到屏部件、扩散器对横向射光消偏振的量在调制深度变化（ ΔMD ）中得到反映。

如上所述，几个屏特性工作互相矛盾。依照屏的应用可使不同特性最佳化。按照本发明的一个方面，屏可做得有较好总体性能和/或在较低费用上。例如短视距应用中，屏做成有视角至少约 50° — 80° ，很少或没有色斑和斑点（闪烁小于 0—1），峰值增益至少 0.45-0.9 而暗室调制深度至少约 0.65-0.95。一种特别适宜短视距应用的屏部件具有视角至少约 65° ，峰值增益至少约 0.65，无环境光情况下调制深度至少约 0.90，且闪烁最轻微。

在另一实施例中做成较长视距用的屏。这种屏中一些色斑与斑点是可以接受的（闪烁约为 3 或更小）。此屏的峰值增益至少为约 2—5，调制深度至

少为 0.90-0.99。视角在 15° — 30° 的量级。许多长视距应用如背投影电视中，加一个附加透镜结构提供不同的水平和垂视角（水平 30° — 50° ，垂直 10° — 10° ）。

图 5 示出本发明实施例的另一屏部件 500。它包括涂覆在扩散器基板 502 上的扩散元件 501。扩散器基板 502 用光学粘结剂 503 粘贴在线性偏振器 504 上。线性偏振器 504 用光学粘结剂 505 粘贴到刚性支撑基板 506 上，支撑基板 506 可选用 AR 涂膜 507 处理，减少基板 506 表面的镜面反射。外部表面（观看者侧）也可用防污涂膜 508。应该理解图 5 中描出的屏部件 500 的各种元件是任选的并且可省去的。此外，传统屏部件中所用的其它元件或叠结构可结合到所述屏部件中。

扩散元件 501 具有这里所述的型式，通常具有高度的偏振保持性。扩散元件 501 还有选择地对有损于图像总分辨率的光（如横向散射光）消偏振。扩散器基板 502 可以是任何适合有利于扩散器生产的基板。一个实施例中，在树脂基板上涂扩散器然后固化。多种基板适宜于这类工艺。还要求扩散器基板 502 有低的双折射性，使得当光通过扩散器基板 502 时不改变其偏振状态。合适的基板包括各向同性的聚碳酸酯、三醋酸纤维素（CAT）聚甲基芳基化物（PMMA）、聚芳基化物、丙烯酸、三醋酸丁酸纤维素（CAR）、玻璃等。

用来将各部件层叠到一起的粘结剂 503 和 505 应其有高的光学性能和不改变偏振的特性。还要粘结剂的折射率在使用该粘结剂粘合的元件的通常范围内。

偏振器 504 是吸收偏振器。它的一个作用是吸收来自屏的观看者一侧入射到屏部件 500 上的环境光。其第二个作用是吸收被选择地消偏振的光，以改善总体屏分辨率和性能。任一种市售的线性偏振器均可用作偏振器 504。通常要求使用对偏振光在通过方向上具有相对高的透射的吸收偏振器 504，使不严重地损害屏部件的总体透射。虽然较高的透射以偏振器对比度为代价，但在某些应用中可接受相对低对比度偏振器以获得较高的通过一状态透射，因为吸收偏振器并不用来分析不同偏振态的光。

其中支撑结构 506 对屏部件 500 提供结构稳定性。可用多种结构提供稳定性，包括刚性聚合光学板（如聚碳酸酯、塑料等）、玻璃板等。刚性支撑基板是透明的或具有某些结合进基板的吸收特性。例如基板可具有中性密度

或其他镜面吸收特性。防反射（AR）涂层玻璃或其它刚性基板可用作刚性支撑 506。防污层（如果使用）可以是各种市售涂层。在题为“防反射表面的防污涂层及制备方法”的待审美国专利第 08/902666 号（1997 年 7 月 30 日提交）和题为“防反射表面的防污涂层及制造方法”的待审美国专利第 09/014341 号（1998 年 1 月 27 日提交）中描述一种特别适用的防污层，这些专利一同转让给本发明的转让人，其内容引入此处作参考。

图 6 示出本发明的实施例的另一个屏部件。图 6 中，吸收偏振器 604、刚性支撑结构 606、粘结剂 603 和 605、AR 涂层 607 以及护污层 608 均与上述类似。扩散元件 601 通过粘结剂 603 直接层叠到线性偏振器 604 上。这种情况下，扩散器基板 602 面向屏部件的投影侧（即图像被投影到屏部件上的一侧）。与图 5 相比较，扩散元件 601 和扩散器基板 602 的位置被倒转。

图 5 和图 6 所示的各实施例中，要在图像投射其上的表面作褪光处理，以减小镜面反射。在一个实施例中，扩散器 501（图 5）或扩散器基板 602（图 6）的背面已经处理而具有无光泽的纹理。无光泽表面减小镜面反射。一个实施例中，该表面上施加 AR 涂层作为另一种或附加的方法，减小投射在屏部件上的图像的镜面反射。

图 7 示出屏部件又一个实施例。图 7 的屏部件包括涂在基板上并随后固化的扩散器 701。在这种实施例中，扩散器被直涂在吸收偏振器 702（线性偏振器）上并随后固化。在这种方式中，吸收偏振器 702 也起扩散器基板的作用。如上所述，偏振器可层叠到屏部件的其它元件上（例如用粘结剂叠到刚性支持 704 上）。刚性支撑结构 704 在其观看者一侧表面上涂层 705，以及如上述元件那样的元件。

图 7 所示的屏部件的一个突出的优点是对扩散器 701 消除分离的扩散器基板。分离的扩散器基板的消除消去了例如由扩散器基板的双折射引起的性能上的不良影响。在另一实施例中，所示的结构可通过先在转移基板（未画出）上涂扩散器 701 然后固化扩散器 701 来制造。然后通过粘结剂（未画出）将经固化的扩散器 701 相对于转移基板的一侧叠到偏振元件 702 上。除去转移基板之后，得到确实没有结合分离的扩散器基板的屏部件。转移基板在其上形成扩散器的表面具有结构的表面（如微结构压花表面）。在除去转移结构之后，该结构的表面对扩散器给出无光泽的最终表面或其他微结构表面。

图 8 示出本发明的再一个实施例。扩散元件 801 经由扩散粘结 803 层叠

到吸收偏振器 802。扩散粘结剂 803 提供附加的扩散，由此使扩散元件的厚度得以减小而获得同样的总体扩散水平。这使得整个屏部件的厚度减小。应当理解，虽然图 8 中没有示出屏部件的其他选用元件，但如需要作上述用途时也可以提供。图 8 中扩散元件 801 包括扩散基板 804。应该理解，不具有分离的扩散基板的屏部件可以与图 7 的相关描述的方式加以制造。用扩散粘结剂将扩散元件 801 附到偏振器 802 上。当使用扩散粘结剂 803 时，其扩散特性应该与扩散元件 801 的特性可相比拟。例如扩散粘剂 803 应该大体上不对光消偏振。在公告的 PCT 专利申请 WO 97/01610 中描述了一种扩散粘结剂，题为“光扩散粘结剂”，其内容引入此处作参考。

图 9 中图示本发明另一个实施例的屏部件。屏部件包括扩散元件 901 和吸收线性偏振器 902。置于偏振器 902 和扩散元件 901 之间的是 $1/4$ 波长延迟器 903，第二 $1/4$ 波长延迟器 904 置于扩散元件的对侧。用粘结剂（未画出）将各部件层叠在一起。虽然未表明额外的屏元件，但可以连同所述的屏元件提供这种屏元件。还应注意扩散器基板并未画出。虽然可以用基板，但在一个实施例中，扩散元件 901 可直接涂在 $1/4$ 波长延迟器薄膜 903、904 中的一个上，于是它们也起到扩散器基板的作用。

$1/4$ 波长延迟膜用于加强对环境光抑制。这可从考察环境光线 905 得到了解。环境光包括透射和相对于偏振器 902 的吸收偏振态。当环境光透过偏振器 902 时，吸收偏振态的光将被吸收。 $1/4$ 波长延迟器 903 以 90° 度旋转透过延迟器的光的偏振态并向屏部件的观看者一侧反射。然后偏振器 902 吸收该经旋转的光。在这种系统中，被偏振器 902 吸收的环境光的量显著增加。

第二 $1/4$ 延迟膜 904 用于将投影到投影屏背面的载有图像的光的偏振态与偏振器 902 的通过方向相对准。如上理解，这种光得以对应于偏振器 902 的阻塞状态投射。当光通过两个 $1/4$ 波长延迟器 903 和 904 时，光的偏振态被转过 90° ，从而对应于偏转器 902 的通过方向。由于通过扩散元件 901 的横向散射圆偏振光也被有选择地消偏振，（VA）、扩散反射百分比（DR），暗室调制深度（MD dark）以及 250 勒克司环境光下的调制深度（MD 250）。所列的调制深度采用空间频率为 1.6 线/mm 的 ICC 测得。应该理解，依照特定应用可用其他空间频率来表征性能

表 II

应用	树脂/ 折射率	粒子, 折射率	加载 (%)	D (μm)	scint	Diff ER	PG	VA	DR (%)	MD Dark	MD 250
台式监视器	220,1.48	5 μm , 1.54	40	142.1	0	4.2	0.46	80	5.5	0.877	0.818
台式监视器	220,1.48	5 μm , 1.54	33	238.9	0.5	7.5	0.68	65	4.9	0.927	0.863
TV, 专业	220,1.48	5 μm , 1.54	33	88.2	3	70.9	2.2	29	2.4	1	0.978
TV, 用户	220,1.48	5 μm , 1.59	20	46.55	3	123	5.2	13	2	0.989	0.955
YV, 专业	220,1.48	5 μm , 1.59	20	80.85	3	52.1	1.91	27	1.91	0.996	0.936
台式监视器	220,1.48	5 μm , 1.59	20	183.5	3	6.6	0.59	65	5	0.913	0.843
台式监视器	220,1.48	5 μm , 1.59	10	379.8	0	6.4	0.57	75	5.6	0.79	0.74
台式监视器	220,1.48	5 μm , 1.54	10	600.3	0	21.6	0.89	52	4.1	0.788	0.733
台式监视器	220,1.48	5 μm , 1.54	10	710.5	0	12.2	0.72	65	4.6	0.673	0.638

下面提供若干附加的例子, 说明采用各种扩散器构成的屏部件。还提供采用这种构成的屏部件的一些屏特性。各例子表明通过放宽扩散元件内对横向散射的限制提高总体屏性能的方式。在各种屏部件中保持相对高的分辨率(如 MD)。

例 1

图 1 示出按照本发明的扩散元件以及通过与线性偏振器相结合获得的调制深度的相应提高。在图 1 的例子中, 结合剂由等重量的 3 种树脂成分 SR9003、SR335 和 CN966H90 (Sartomer Company 生产, Exton, PA) 加上树脂总质量的 @2 重量%的光激发剂 (Darocur 4265, Ciba-Geigy Co. 生产, Tarrytown, NY) 的组分制成。上述树脂的折射率约 1.48。由聚苯乙烯和乙烷丙烯酸酯的共聚物组成的。折射率为 1.54 的粒子分散在树脂结合剂中。具有各种折射率的所述型号的粒子由 Nagase American Corp. (New York, NY) 生产。上述混合料涂到聚碳酸酯基本上, 厚度约 240 μm (9.75 密尔)。单独扩散元件有峰值增益约 0.88, 视角约 73 度和扩散反射率约 29.4%。测得暗室中的扩散器调制深度 0.86。随后将上述扩散器层叠到线性偏振器上。叠到线性偏振器上后屏部件的调制深度增加到 0.927。

例 2

用例 1 中所述的混合料做成本发明的另一实施例。这里, 混合料直接涂

到线性偏振器上并固化。制成的屏部件具有与上述的屏部件可以拟的性能，调制深度有相似的提高。

例 3

通过采用转移基板来消除基板。转移基板是 General Electric 公司生产的 GE8B35，包含较强的褪光加工。类似例 1 所述的扩散器组成涂在转移基板的褪光一侧，转移基板用 2% (IPA) 的 R22764 硅酮聚脲纤维溶液 (3M Company, 生产, St. Paul, MN.) 涂覆。硅聚亚胺酯溶液有低的表面能量并在涂扩散器之前于 70℃ 中干燥。将扩散器涂到基板的褪光侧并固化后，把该组合件叠到线性偏振器和玻璃支撑基板上 (扩散器一侧在下)。层叠后除去转移基板。除去经褪光加工的转移基板后，在扩散器元件上保留有褪光的效果。褪光表面表示减小了扩散元件的镜面反射。扩散器总体屏特性与例 1 所述的相类似。

例 4

例 4 采用例 1 的组成，直接涂到聚碳酸酯基板上并固化，厚度约 172μm (7 密尔)。固化后将扩散器/聚碳酸酯组合基板用上述扩散粘合剂层叠到玻璃上。扩散粘合剂增大了整体视角。以这种方式通过使用扩散粘结剂提供附加的扩散获得视角与较厚扩散器类似的屏部件。

例 5

例 5 表示组合线性偏振器和有选择地对横向散射光消偏振的扩散器的方式，减小色斑和斑点而不对屏部件的分辨率带来不利影响。在例 1 所述的树脂中加载 33% 的粒子做成扩散元件。将扩散器件到聚碳酸酯基板上，存约 232.5μm (9.3 密尔)，然后用紫外光固化。扩散器的闪烁等级约 0.5(轻微)，调制深度 0.87。为将闪烁等级降升零，增厚涂层厚度到 290μm (11.6 密尔) 做成第二扩散器。上例中，单独扩散器的调制深度从 0.87 跌到 0.81。但当屏部件层叠到吸收横向散射光的线性偏振器上，整个屏部件的调制深度增至 0.86。

例 6

例 6 表示通过减小厚度而不改变视角和分辨率来修改扩散元件的方式。上面已提到，减小厚度通常能降低生产成本。例 6 中，第 1 扩散器用 33% 粒子加载和厚 282.5μm (11.3 密尔) 做成。扩散器涂在聚碳酸酯基板上。扩散器层叠到线性偏振器上，结果屏部件有视角 74 度，调制深度约 0.90。第 2 扩散器元件用加大的 40% 粒子加载做成。采用较薄的扩散器，节约了原料用量，

生产工艺更简便，所需的涂敷时间减少。较高加载的扩散器在涂层厚约 130 μm （5.2 密尔）时视角 75 度。当与较厚扩散器相比时单独扩散器的调制深度从约 0.82 跌到约 0.78。但当该较薄扩散器层叠到线性偏振器上时，调制深度增至 0.90（即等效于用较厚扩散器的屏部件的调制深度）。

例 7

例 7 表示获得相对地宽视角屏部件同时高分辨离的方式。本例中第 1 扩散器涂到聚碳酸酯基板，粒子加载率 20%，粒子反射率 1.59。已涂的扩散器厚约 187.5 μm （75 密尔）。层叠到线性偏振器后扩散器的视角约 65 度，调制浓度 0.91。制成第 2 扩散器有视角约 80 度。已涂的第 2 扩散器厚 265 μm （10.6 密尔）。虽然单独扩散器的调制深度从约 0.81 下跌至 0.64（差约 0.17），但当层叠到偏振器上，对于这种大视角屏而言，总体调制深度仍相对为高（0.79）之间的差值（0.12）小于单独扩散器样品之间的调制深度的差值（0.17）。将能理解，采用本发明能获得较大视角的屏，同时具有相对地高的分辨率（如调制深度）。

上述各例中采用特定的结合剂树脂和粒子。应该理解按照本发明的其他实施例可用其他类型的结合剂和粒子。例如可采用不同比例的上述树脂，以获得不同的结合剂特性。其他合适的结合剂材料包括丙烯树脂、甲基丙烯酸酯、环氧丙烯树脂、聚酯等，以及不同材料的组合。也可用其他粒子与各种结合剂相结合。适用的粒子包括有机物和无机物，既可以无规则形状的，也可以球形的。上面已提到，球形粒子的扩散器往往具有总体偏振保持特性，特定的例子包括下列材料做成的珠子：碳酸钙、硅石、聚苯乙烯、PMMA、聚四氟乙烯、硅酸锆、氧化镁、聚乙烯、硅石、氧化铝、氢氧化铝、碳酸钙、氧化锆、氧化钛、硫酸钡、硅酸铝、中孔玻璃、粘土、其他聚合物体，等等。

虽然在上面参照各实施例和例子描述了本发明，但不应限于这些具体的实施例和例子。而是本发明完全覆盖如所附权利要求提出的发明。

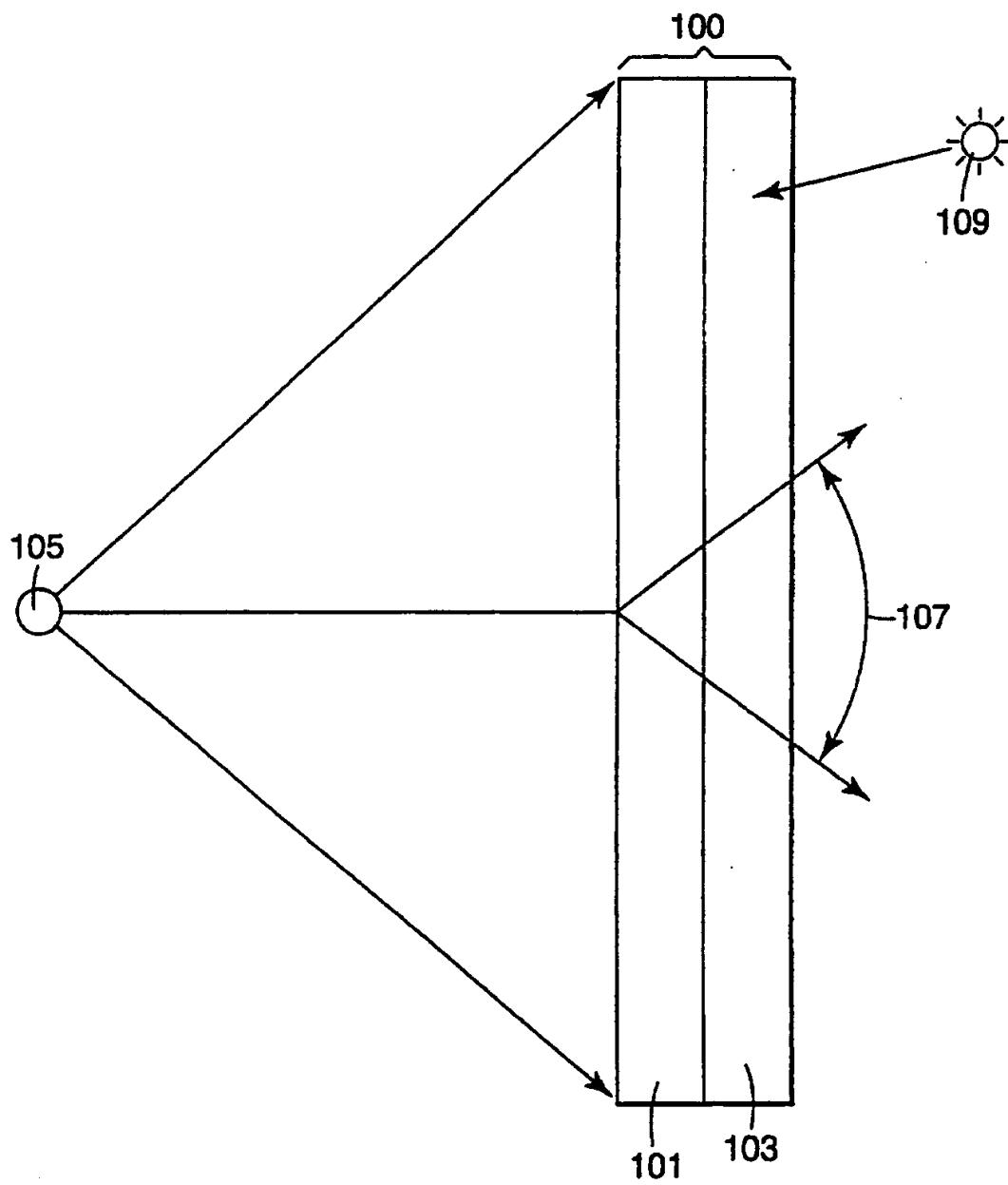


图 1

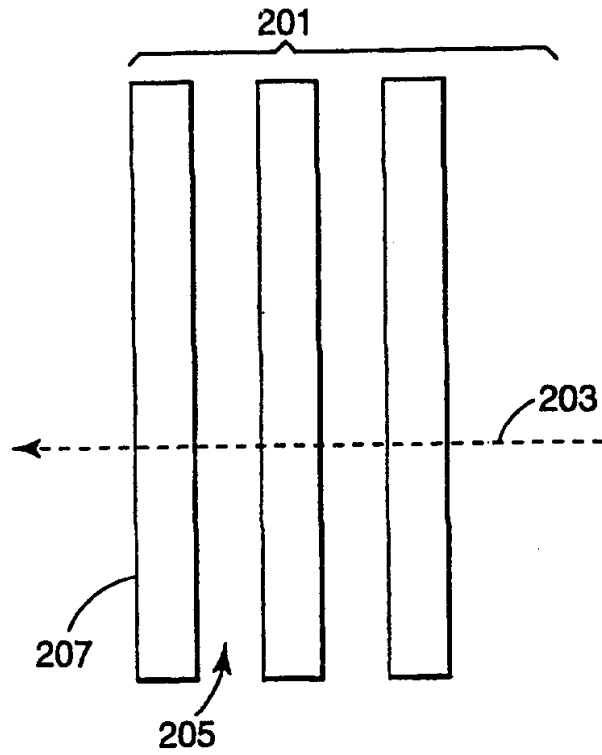


图 2A

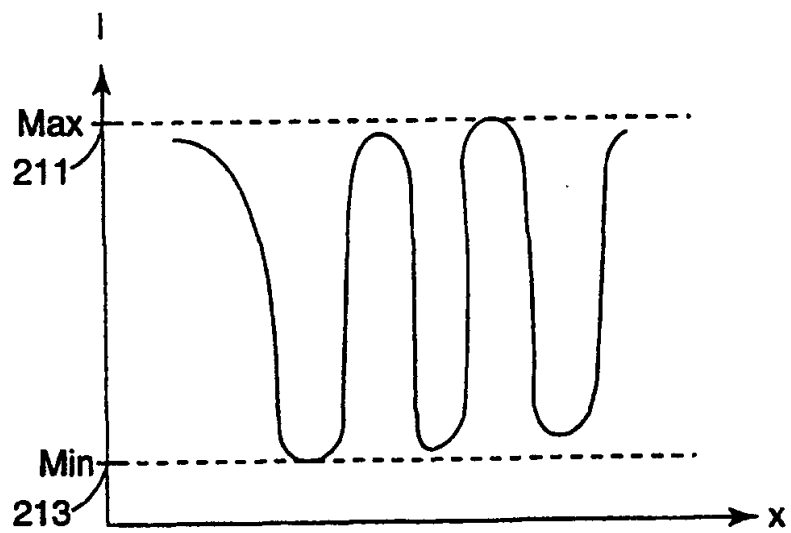


图 2B

00-12-11

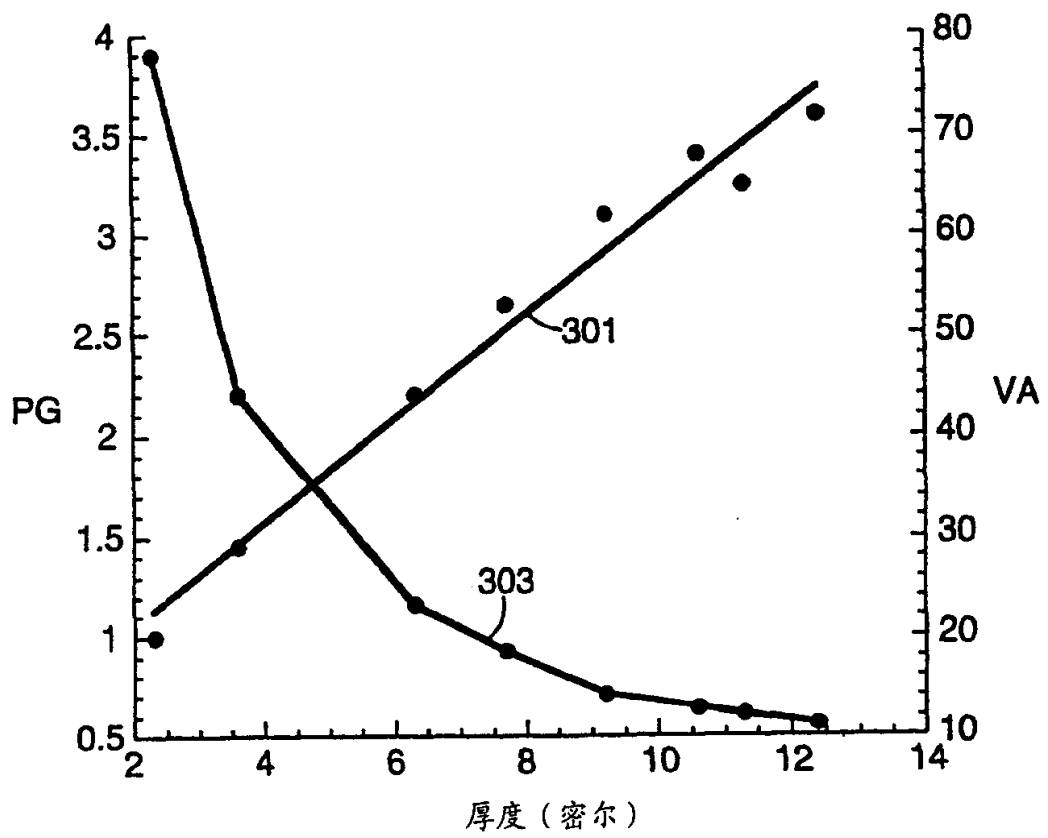


图 3A

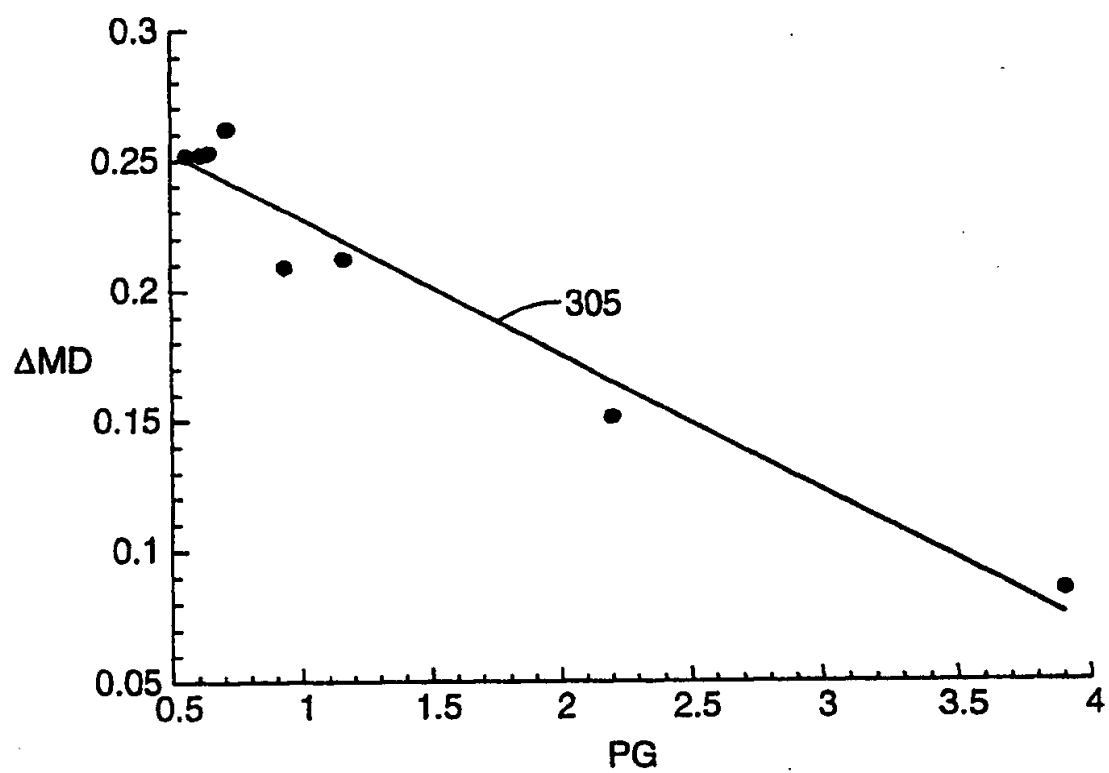


图 3B

00-12-11

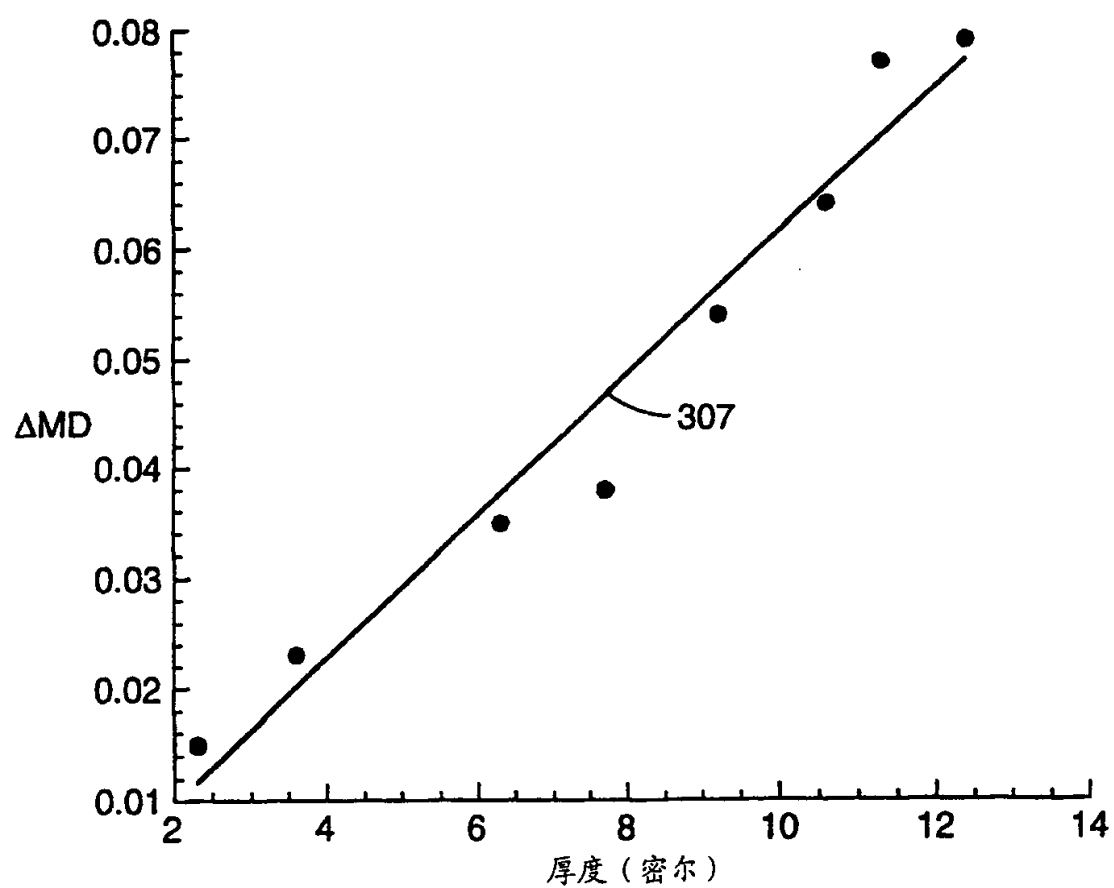


图 30

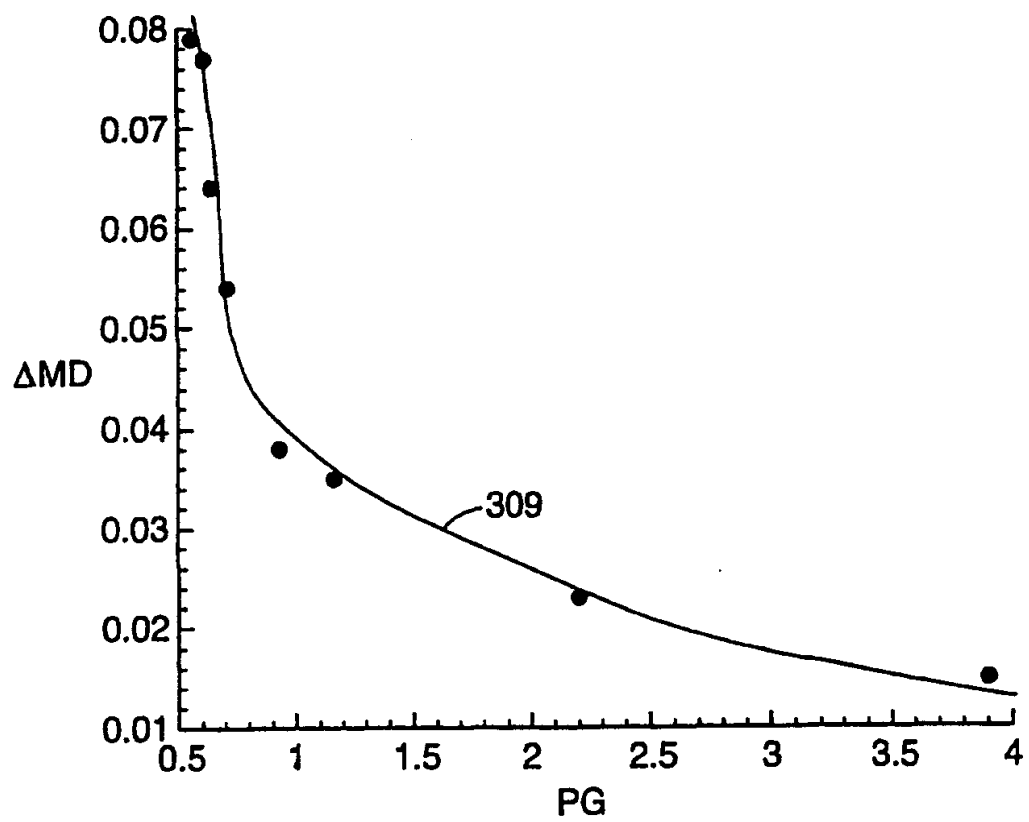


图 3D

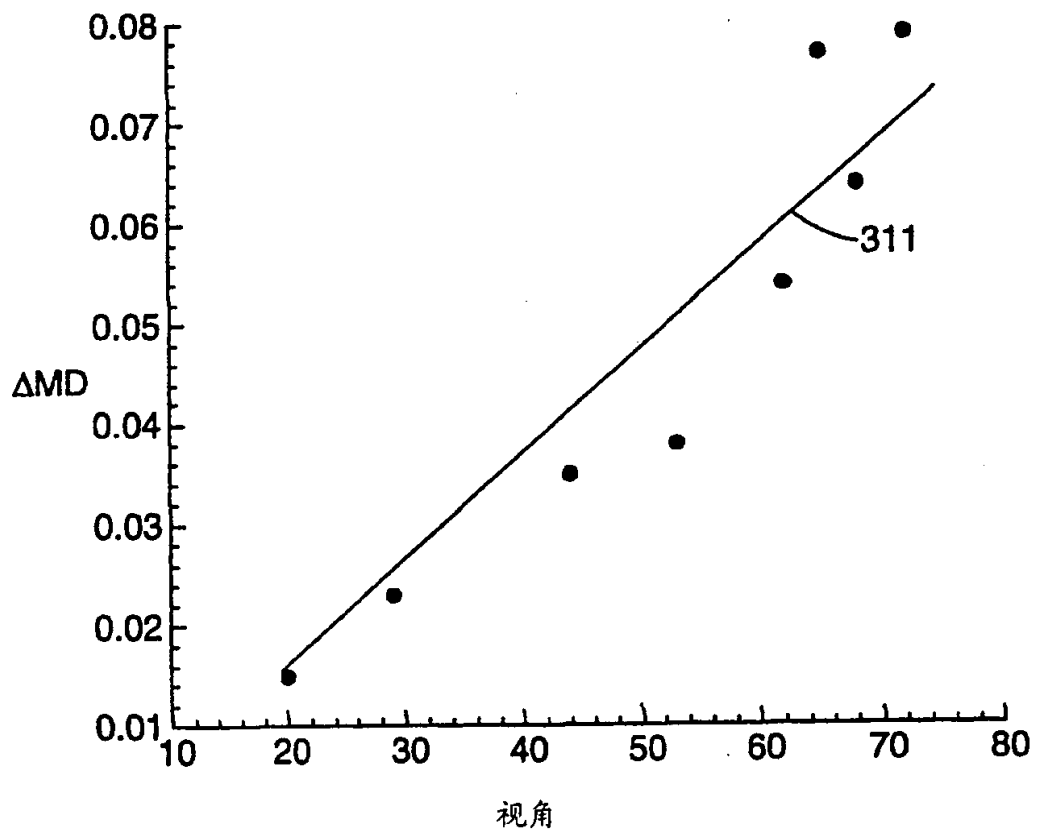


图 3E

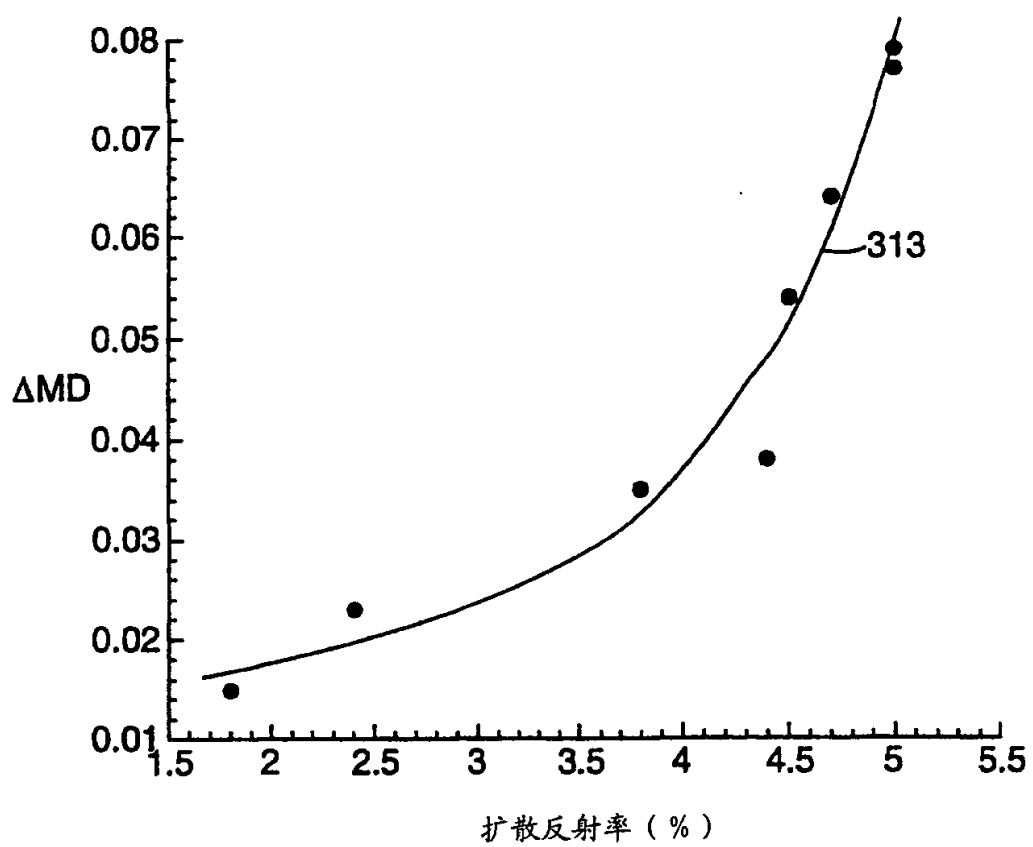


图 3F

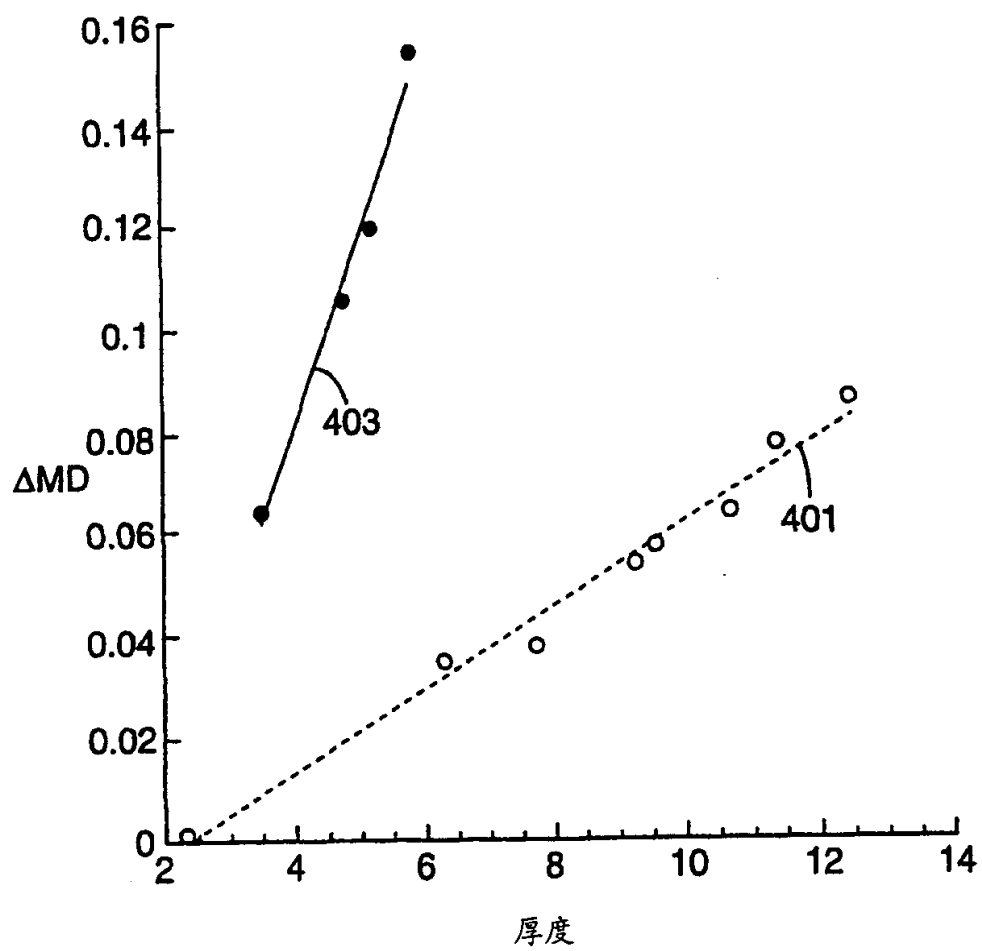


图 4A

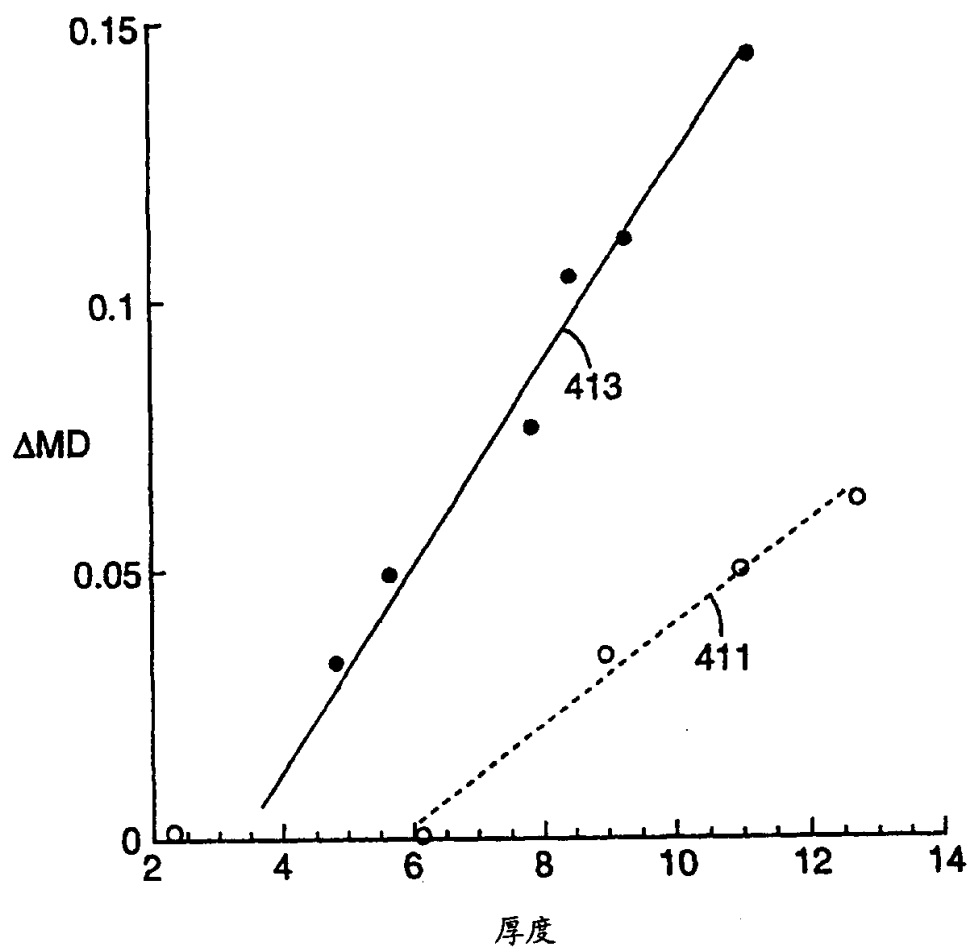


图 4B

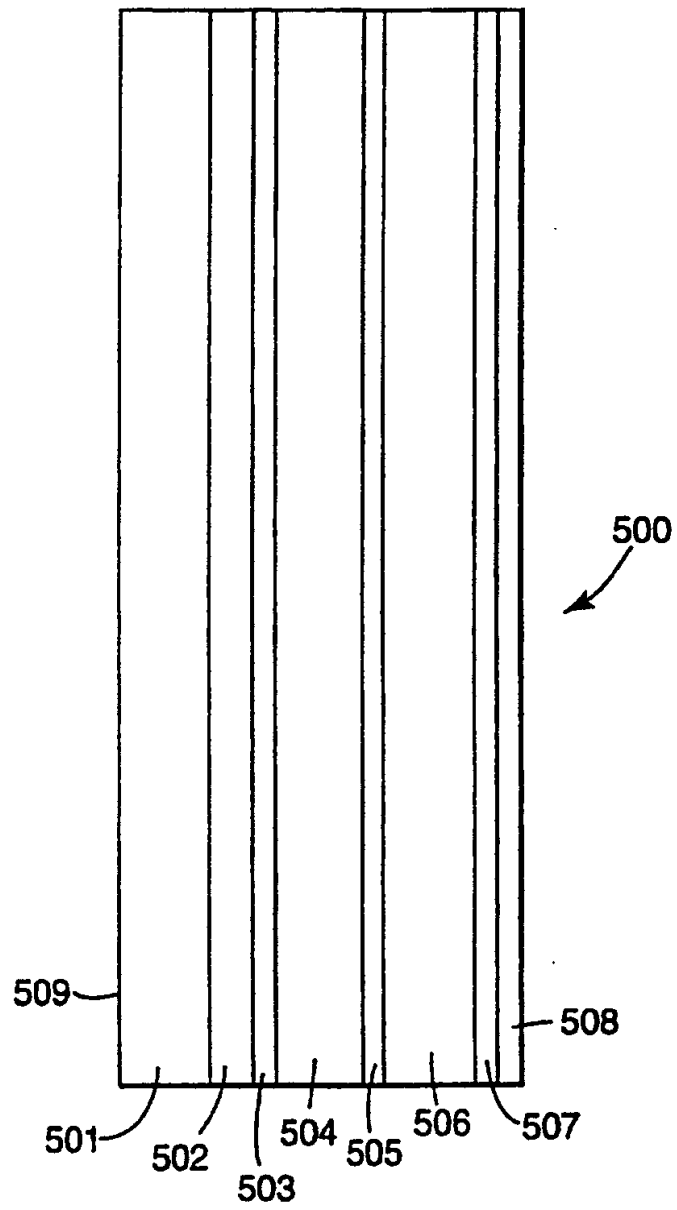


图 5

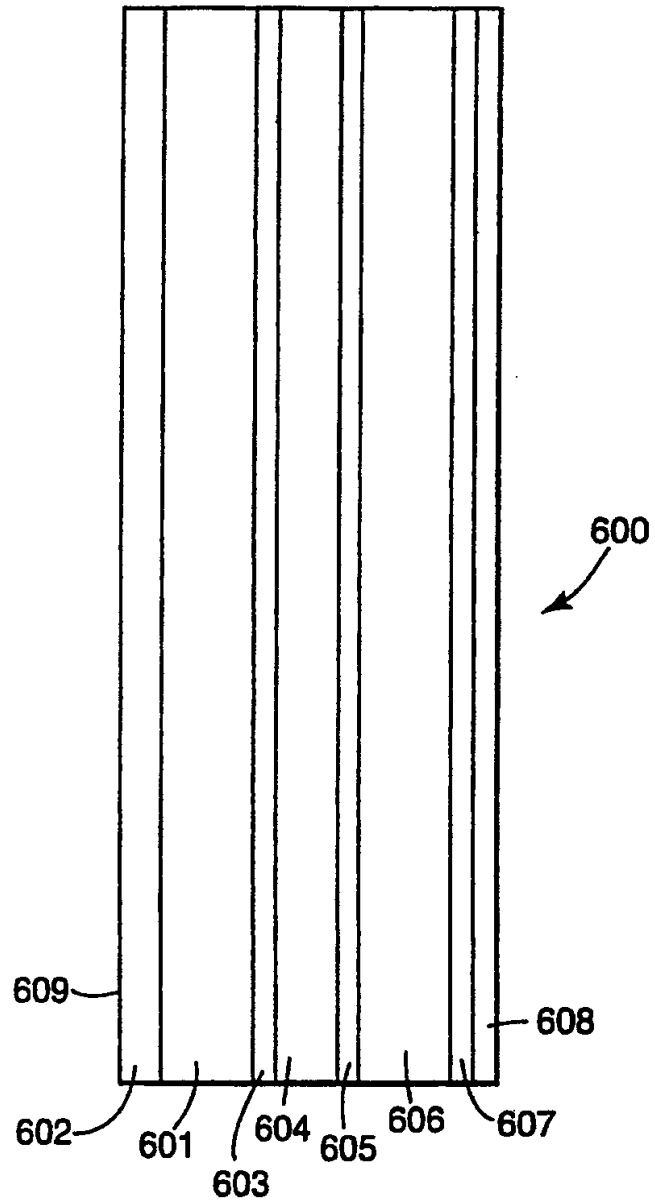
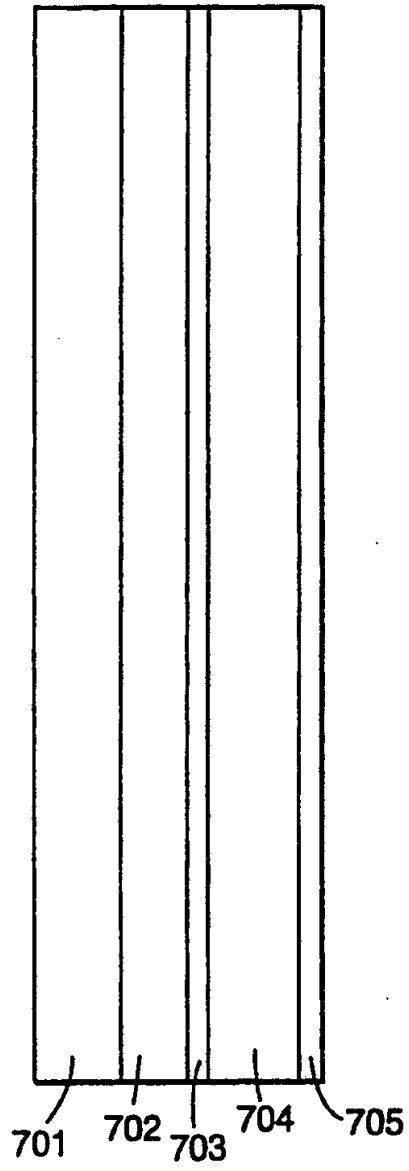


图 6



图

7

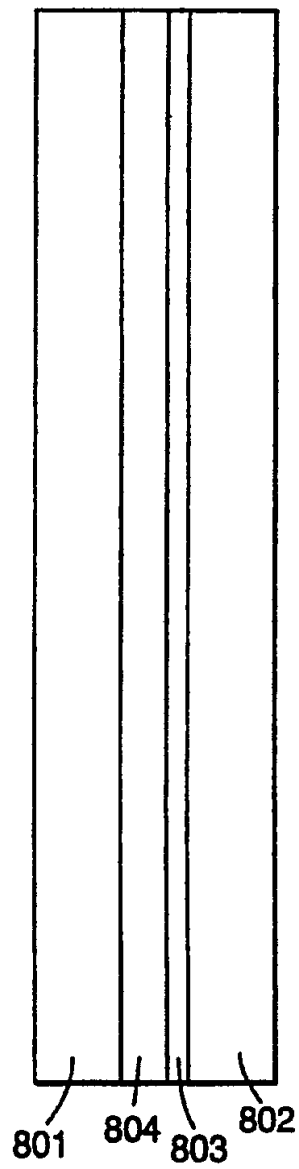


图 8

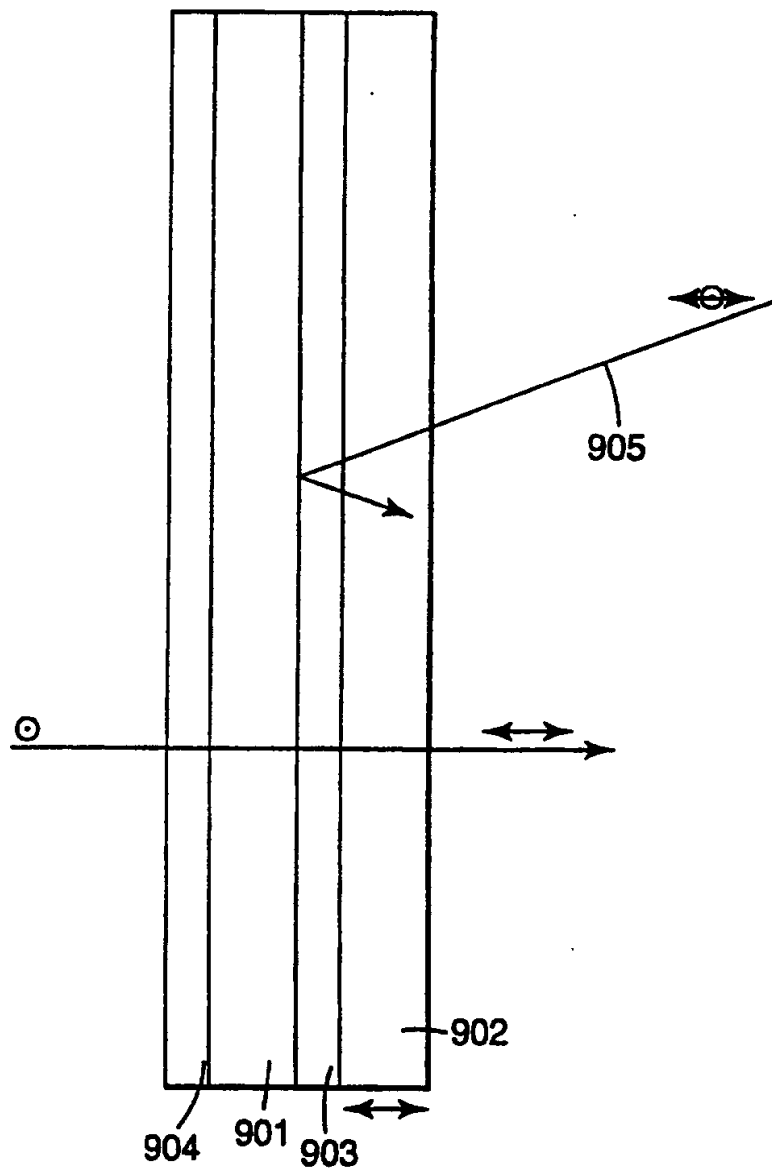


图 9