

[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 99809466.8

[51] Int. Cl.

G03B 21/62 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)

G02B 5/02 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100403163C

[22] 申请日 1999.5.24 [21] 申请号 99809466.8

[30] 优先权

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

[32] 1999.3.23 [33] US [31] 09/274,585

[86] 国际申请 PCT/US1999/011403 1999.5.24

[87] 国际公布 WO1999/064927 英 1999.12.16

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.8

[73] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 R·S·莫什里茨扎达

P·A·托马斯 H·萨欧阿尼

D·克罗斯韦尔

[56] 参考文献

US2380241A 1945.7.10

JP6067308A 1994.3.11

CN1165963A 1997.11.26

EP0657769A 1995.6.14

US4165153A 1979.8.21

审查员 钟焱鑫

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

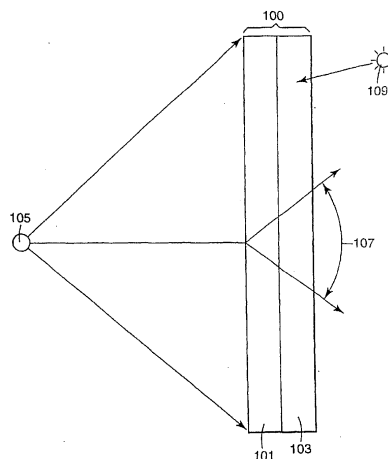
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 14 页

[54] 发明名称

增强对比度的投影屏和投影系统

[57] 摘要

投影屏组件包括一个或多个双折射延迟层以及一个或多个偏振层。延迟层和偏振层减少了不希望有的背景光和图像光的反射。屏组件的一个实施例包括色散层和第一延迟层。色散层的输入侧接收来自光源的光，而第一延迟层经放置用于改变透过色散薄膜的光的偏振状态。第一偏振器大体上透过从第一延迟层接收到的且呈第一偏振状态的光，并吸收从第一延迟层接收到的且呈第二偏振状态的光，其中第二偏振状态与垂直于第一偏振状态。



1. 一种投影屏，其特征在于，包括：
色散层，它具有输入侧，用于接收来自光源的光；
第一延迟层，它经放置用于改变透过所述色散层的光的偏振；
第一偏振器，它经放置用于基本上透过从第一延迟层接收到的且呈第一偏振状态的光，并吸收从第一延迟层接收到的且呈第二偏振状态的光，其中第二偏振状态垂直于第一偏振状态；和
第二延迟层，它经放置用于在光进入色散层的输入侧之前进行透射。
2. 如权利要求1所述的投影屏，其特征在于，第一和第二延迟层大体上是 $1/4$ 波长延迟层。
3. 如权利要求1所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层的光轴大体上平行于第二延迟层的光轴。
4. 如权利要求1所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层的光轴与第二延迟层的光轴交叉。
5. 如权利要求4所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层的光轴大致上垂直于第二延迟层的光轴。
6. 一种投影系统，其特征在于，包括如权利要求1所述的投影屏，以及图像投影机，所述图像投影机经放置用于将具有预选偏振状态的图像光投射到色散层上，并且第一延迟层经取向大体上可以将从色散层接收到的图像光转换成可以透过第一偏振器的线偏振光。
7. 如权利要求6所述的投影系统，其特征在于，第二延迟层位于图像投影机和色散层之间，致使图像光单行程通过图像投影机和色散层之间的第二延迟层。
8. 如权利要求7所述的投影系统，其特征在于，第一和第二延迟层大体上是 $1/4$ 波长延迟层。
9. 如权利要求7所述的投影系统，其特征在于，第二延迟层固定在色散层上。
10. 如权利要求7所述的投影系统，其特征在于，第二延迟层放置在图像投影机和色散层之间的光路上，与色散层分立。
11. 如权利要求1所述的投影屏，其特征在于，还包括第二偏振器，它位于第二延迟层的输入侧。

12. 如权利要求 11 所述的投影屏，其特征在于，第一和第二偏振器按通过偏振状态相互平行的方向取向。

13. 如权利要求 11 所述的投影屏，其特征在于，第一和第二偏振器按通过偏振状态不平行的方向取向。

14. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，色散层是漫射层。

15. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，色散层是珠状层。

16. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，色散层是双面凸状层。

17. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，色散层是表面漫射层。

18. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，色散层是全息漫射层。

19. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，色散层是微结构漫射层。

20. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层由丙烯腈基聚合物制成。

21. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层由单轴材料制成。

22. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层的延迟值 $d \cdot \Delta n$ 在 50 纳米—500 纳米的范围内，其中 d 是第一延迟层的厚度，而 Δn 是第一延迟层的双折射。

23. 如权利要求 22 所述的投影屏，其特征在于，第一延迟层的延迟量在 100—180 纳米范围内。

24. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，还包括色散层衬底，它与色散层固定，起支撑作用。

25. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，还包括一聚焦元件，它位于所述投影屏的输入侧，用于改变从光源进入所述投影屏的光的发散度。

26. 如权利要求 1 所述的投影屏，其特征在于，在所述投影屏的输入面上还包括一无光面层。

27. 一种投影系统，其特征在于，包括：

屏，它包括：

光色散层，

第一延迟层，和

第一偏振层，它与光色散层和第一延迟层层叠在一起；和

第二延迟层，它位于所述光色散层的输入侧上，用于将图像转换成第二偏振状态；和

图像投影机，它将具有第一偏振状态的图像投射到屏上；

其中第一延迟层经取向，将所述第二偏振状态转换成大体上平行所述偏振层之透射偏振方向的透射偏振状态。

28. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，第一延迟层的光轴大体上平行于第二延迟层的光轴。

29. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，第一延迟层的光轴与第二延迟层的光轴交叉。

30. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，屏还包括第二偏振层，它位于第二延迟层和图像投影机之间。

31. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，第一延迟层大体上是 $1/4$ 波长延迟层。

32. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，还包括第二延迟器，它用于在图像投影机和屏之间形成单行程，以便将图像的偏振状态从第一偏振状态转换成第二偏振状态。

增强对比度的投影屏和投影系统

背景

本发明一般涉及透射屏，尤其涉及适用于背投影系统的透射屏。

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。用来描述屏之性能的屏的典型特性包括增益、视角、分辨率、对比度、存在诸如彩色和斑点等不希望有的图像，等等。一般希望背投影屏具有高分辨率、高对比度和大的增益。还希望屏在整个较大的观看空间中传播光。不幸的是，如下面将详述的，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，为了用相同的总体结构来提高屏增益，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具有总体可接受性能的屏，要在屏特性和性能方面作出某些折衷。

因此，需要改善屏幕的总体性能，同时满足在采用屏的背投影显示应用中所需要的最低性能标准。

概要

一般来说，本发明涉及投影屏组件。具体地说，本发明涉及包括一个或多个双折射延迟层和一个或多个偏振层的投影屏组件。延迟层和偏振层减少了不希望有的背景光和图像光的反射。

依照本发明的一个方面，提供了一种投影屏。该投影屏包括：

色散层，它具有输入侧，用于接收来自光源的光；

第一延迟层，它经放置用于改变透过所述色散层的光的偏振；

第一偏振器，它经放置用于基本上透过从第一延迟层接收到的且呈第一偏振状态的光，并吸收从第一延迟层接收到的且呈第二偏振状态的光，其中第二偏振状态垂直于第一偏振状态；和

第二延迟层，它经放置用于在光进入色散层的输入侧之前进行透射。

依照本发明的另一个方面，提供了一种投影系统。该投影系统包括本发明的投影屏，以及图像投影机，所述图像投影机经放置用于将具有预选偏振状态的图像光投射到色散层上，并且第一延迟层经取向大体上可以将从色散层接收到的图像光转换成可以透过第一偏振器的线偏振光。

依照本发明的再一个方面，提供了一种投影系统。所述投影系统包括：

屏，它包括：

光色散层，

第一延迟层，和

第一偏振层，它与光色散层和第一延迟层层叠在一起；和

第二延迟层，它位于所述光色散层的输入侧上，用于将图像转换成第二偏振状态；和

图像投影机，它将具有第一偏振状态的图像投射到屏上；

其中第一延迟层经取向，将所述第二偏振状态转换成大体上平行所述偏振层之透射偏振方向的透射偏振状态。

在一个实施例中，屏组件包括色散层和第一延迟层，其中色散层的输入侧接收来自光源的光，而第一延迟层经放置用于改变透过色散薄膜的光的偏振状态。第一偏振器大体上透过从第一延迟层接收到的且呈第一偏振状态的光，并吸收从第一延迟层接收到的且呈第二偏振状态的光，其中第二偏振状态垂直于第一偏振状态。

本发明的另一实施例是一投影系统，该系统具有屏和图像投影机，投影机将具有第一偏振状态的图像投射到屏上。屏包括光色散元件、第一延迟层和第一偏振层。第一延迟层经取向，将其中透过的图像的偏振状态转换成大体上平行偏振层之透射偏振方向的透射偏振状态。

本发明的另一实施例是一屏组件，它包括色散装置、第一双折射延迟装置和第一偏振装置，其中第一双折射延迟装置经放置用于延迟来自色散装置的光，而第一偏振状态经放置用于接收来自第二双折射延迟装置的光。

本发明的另一实施例是一屏组件，用于显示具有第一偏振状态的图像。该屏包括第一偏振层，其取向大体上能够透射第一偏振状态下的光；和第一延迟层，其放置用于接收来自第一偏振层的光。放置光色散层，用于接收来自第一延迟层的光。

上述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

结合附图，阅读以下对本发明各种实施例的详细描述，将更完整地理解本发明，这些附图是：

图 1 示出了一投影屏组件；

图 2A—2B 说明了用于表征屏组件之分辨率的机理；

图 3A—3B 分别示出了背景光和像光线在屏组件内的漫反射；

图 4A—4B 示出了依照本发明一实施例的投影屏组件；

图 5 示出了依照本发明另一实施例的投影屏组件；

图 6 示出了依照本发明再一实施例的投影屏组件；

图 7 示出了依照本发明又一实施例的投影屏组件；

图 8 示出了依照本发明另一实施例的投影屏组件；

图 9 示出了依照本发明另一实施例的投影屏组件；

图 10 示出了依照本发明另一实施例的投影屏组件；

图 11 示出了依照本发明另一实施例的投影屏组件；

图 12 示出了依照本发明另一实施例的投影屏组件；

图 13 示出了透过本发明屏组件的透射率曲线，其中透射率是波长的函数。

尽管本发明可以修改成各种变化和替代形式，但在附图中通过举例显示了其具体方案，并将对这些方案作详细描述。但是，应该理解，本发明不限于所述的特定实施例。相反，本发明将覆盖落在后附权利要求书所限定的本发明精神和范围内的所有变化、等效物和替代物。

详细说明

本发明一般适用于许多不同的屏组件，特别适用于背投影系统中所用的屏组件。

参照图 1，描述背投影屏 100。背投影屏 100 包括色散元件 101 和吸收偏振器元件 103。色散元件 101 将投影机 105 投射然后入射到屏 100 之背面的偏振图像的光在屏的观察侧扩展至所需的视角 107。依应用需要，视角既可以对称也可以不对称。吸收偏振元件 103 的一个作用是，在背景光 109 下使用屏 100 时，提高屏 100 的对比度。通过吸收一部分入射于屏观察侧的背景光（未经偏振），来提高对比度，否则屏将反射这些背景光并降低图像的对比度。使偏振

元件 103 的透射方向与投影图像的偏振方向一致，从而将偏振元件 103 对投影图像的吸收减到最低。如将被理解的那样，在背景光下测量时，吸收近一半背景光但不显著吸收通过屏组件 100 透射的图像，这将增强屏的对比度。

偏振元件 103 所吸收的图像光量部分地取决于屏的保偏能力。因而，一般愿意采用色散元件 101，因为当图像光经色散元件 101 色散并透射时，色散元件 101 不会对图像光作显著的消偏振。色散元件亦常称为漫散元件。在一个实施例中，将一种保偏的体漫射器用作色散元件 101，所述漫射器由悬浮在结合层内的粒子组成。所用粒子的类型及其分散在结合剂中的方式都会影响色散元件的保偏特性。为获得良好的保偏性能，一般希望粒子为球形、结合层薄，并且加入结合剂的粒子少。结合层的厚度和粒子加载还会影响屏的增益和视角，在设计色散元件 101 时必须考虑这些影响。

本发明的屏组件特别适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，例如基于液晶显示器（LCD）的投影机可用于投影系统，将偏振图像投射到这里所述的那类屏组件上。投影系统的尺寸可以从相对较小的数据监视器变到大屏幕 TV 和视频壁面。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 EP 783133 所述的各种投影系统，该专利的内容通过引用包括在此。从以下描述将理解到，采用这里所述的各种屏组件将特别有益于这种系统。凡使用 EP 783133 所述偏振灵敏反射镜的投影系统，在屏组件中加用吸收偏振器将进一步增强投影系统的性能。屏组件的吸收偏振器还可用作投影系统中其他部件（例如，诸如 LCD 成像器等成像器、偏振灵敏分束器和反射镜、延迟器等）的清除偏振器（clean-up polarizer）。

下面更详细地描述屏的各种特性。一个重要的屏特性是增益。屏的增益是屏之亮度的表示，而屏的亮度是视角的函数。通常用理想的 Lambertian 反射器来校准增益，而理想的 Lambertian 标准增益对于所用角度被设置为 1。屏（或屏元件）的峰值增益对应于某一角度上的最高增益。例如，从背后正入射体扩散器屏，一般以垂直于屏表面的角度可以对屏透射过的光观察到其峰值增益。

另一个重要屏特性是视角。这里所用的屏的视角是屏增益跌落至峰值增益一半或者轴向增益一半时的角度。视角通常对应于透射图像强度跌落到垂直屏表面透射的光强的一半时的角度。

屏性能的一个重要量度是对比度。对比度一般指投影白色图像之亮度与投影黑色图像之亮度的比值。因此，对比度数值依赖于光源和成像光学器件。对

比度随着屏亮度增加以及投影黑色图像更黑而倾向于增大。在一种场合中，对比度用系统的动态范围来量度。动态范围是在没有背景光的情况对对比度的量度。当在背景光下使用投影显示器时，屏会反射一些背景光。反射光一般包括镜面分量和漫射分量两者。背景反射降低了屏的对比度。因而，如果在背景光下使用屏，那么对比度还依赖于屏吸收背景光的能力，特别希望降低屏的背景反射量。因此，背景反射量提供了对屏性能的又一个有用的量度。

屏的另一个特性是其消除彩色和斑点影响的能力。在某些屏中，可观察到色彩在屏上形成由不同颜色的、类似像素的点所组成的随机图案。这种彩色影像一般是由与波长有关的作用所引起的，诸如按不同方向或以不同效率散射不同波长的散射作用。在与波长相关的作用影响下，不同的色彩变得可以在空间上相互分离，并且在投影屏的观察侧可以观察到不同的颜色。用体漫射器增加屏的厚度直至观看者不能分辨任何色分离，由此减少了屏上的彩色影像。体漫射器的厚度不必被选择成唯一用于减少彩色效应的自由变量，一般将漫射器的厚度选择成为一折衷值，用于优化屏的几个不同特性。

由于在分辨率要求不断提高的场合中使用背投影显示器（例如高清晰度电视），所以背投影屏的分辨率变得更加重要。屏的分辨率通常定义为，能够区分在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线和暗线的图像，亮暗线之间的间隔逐渐变小，以确定能够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）能对屏的分辨率进行定量。如图 2A 所示，通过考察透过屏的图案 201 来测量调制深度，在图案 201 中，重复亮线 205 和暗线 207 的图像，并具有规定的空间频率。沿垂直于线条的线 203 扫描图案 201。该扫描将光强测量成为沿扫描线 203 的位置的函数。如图 2B 所示，该扫描结果可以通过将强度描绘成沿扫描线 203 的位置的函数而图形表示出来。

用扫描得到的强度可以计算字符间对比度（ICC）的值，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，可以从 ICC 计算同屏的调制深度：

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

它代表一归一化值。如将被理解的那样，任何被测元件的调制深度介于 0 和 1 之间，其中 1 是理想的分辨率，而 0 是不能分辨的图像。一般认为，ICC 越高，则调制深度越高。对于确定屏的性能以及比较不同屏和屏组件的相对性能来说，屏组件的调制深度提供了一种特别有用的量度。背景光强度较高的情况下， $I_{\max}$ 和 $I_{\min}$ 一般偏移相同的量。结果，ICC 降低，从而减小调制深度。因此，对于保持较高的对比度和较高的分辨率来说，减少背景光反射是很重要的。

来自屏观察侧的背景光会被漫反射或镜面反射。通常通过在屏表面上使用减反射 (AR) 涂层或者使用无光面层，或者两种方法的结合，来减小镜面反射。由于屏幕不同层之间的折射率匹配，所以发生这些层之间界面上的镜面反射通常较少。但是，折射率匹配一般不理想，会发生一些镜面反射。另外，通常存在漫反射，尤其当屏幕包括漫散射层时。图 3 示出了这种情况，其中屏 300 处于背照明结构，图像投影机 302 位于入射侧。背景光 304 入射到屏 300 的输出侧 306。屏 304 包括许多不同的层 310、312、314 和 316。屏 300 的正面 306 反射入射背景光的一部分 R_0 。另一些部分 R_1 、 R_2 和 R_3 在第一层 310 和第二层 312 之间的界面、第二层 312 和第三层 314 之间的界面以及第三层 314 和第四层 316 之间的界面上反射。背景光 300 的剩余部分 R_4 从第四层 316 的入射面 318 反射。另外，在某一层，一般为散射层，漫反射掉一部分光 R_D 。所有反射光的相当大部分向着屏 300 之输出侧的观察者方向透射出屏 300。从屏出射的背景光降低了所需图像的对比度，并由此对分辨率产生负作用。因此，减少屏 300 内向观察者方向反射的背景光是很重要的。

还应该注意，例如如图 3B 所示，屏 300 可以部分地反射从图像投影机 302 入射到屏 300 上的图像光 320。图像光 320 可以在各层 310、312、314 和 316 之间的界面上，以及在入射和出射表面 318 和 306 上被镜面反射。为清楚起见，图中未示出直接的镜面反射。镜面反射光会产生观察者看到的假像。入射面 318 通常具有一无光面层，用以减少镜面反射。

考虑轴向光 320a。除了镜面反射之外，在第二层 312 漫反射掉轴向光 320a 的一部分 R_D 。例如通过第三层 314 和第四层 316 之间界面上的镜面反射，经漫反射的光可以被反射回到正方向，如光线 R_5 所示；以及通过入射面 318 的镜面反射，如光线 R_6 所示被反射回到正方向。另外，如果在屏 300 和图像投影机 302 之间存在诸如光学镜片、折叠式反射镜等任何光学元件（一般性地图示为

元件 322), 那么会存在附加的反射, 例如反射 R_7 。这些反射 R_5 、 R_6 和 R_7 会产生较亮的背景光强, 从而增大 $I_{\min}$ 的值。较高的背景光强降低了字符间的对比度 ICC, 并由此减小了调制深度 MD。结果, 较亮的背景光导致对比度下降, 并由此导致分辨率下降。应该理解, 此等讨论一般地适用于入射到屏 300 上的所有图像光 320。因此, 减少由屏 300 向图像投影机 302 方向反射的光也是很重要的。

图 4A 是一截面示意图, 示出了依照本发明一特定实施例的屏。屏 400 包括若干层。屏 400 设计为如背投影屏一般工作, 光沿箭头 420 所示的方向从左到右传播通过屏。第一层 402 是偏振延迟层。第二层 404 是色散层, 并且固定在色散层衬底 406 上。第四层 408 是第二偏振延迟层, 而第五层是起偏层 410, 它固定在一玻璃片 412 上。AR 层 414 位于玻璃片 412 的输出侧。玻璃片 412 可以是透明的、可以具有选定的漫射特性、或者具有选定的吸收特性, 诸如提供中性密度。应该理解, 可以用几种不同的方法将一层与另一层固定, 所述方法包括但不限于: 将一层涂敷在另一层上, 将一层层叠在另一层上, 两层之间可以使用或不使用粘合层, 等等。

偏振延迟层 402 和 408 是双折射的, 换句话说, 对于正交的偏振状态, 折射率是不同的。因此, 当具有混合偏振的光线传播通过延迟层时, 两种偏振状态之间的相位关系会改变。例如, 如果输入延迟层的光具有两个彼此同相的正交偏振状态, 并且振幅相同, 那么该光相对于延迟器的偏振轴呈 45° 线偏振。但是, 在传播通过具有一定厚度的延迟层之后, 两个偏振状态之间出现 $\pi/2$ 的相位延迟, 这样光变成圆偏振光。如果延迟层的厚度使得该层引起的两偏振状态之间的相位延迟为 $\pi/2$, 那么该层称为 $1/4$ 波长偏振延迟器。可以选择延迟层 402 和 408 的延迟量, 以适应入射到屏上的不同偏振状态。例如, 可以使入射光 420 不偏振、椭圆偏振、线偏振, 或者圆偏振。一般选择延迟层的延迟量, 以控制光 420 的偏振状态, 使其与偏振层 410 的通过偏振状态匹配, 产生最大透射。

在某些情况下, 屏 400 可以只使用第二延迟层 408, 而省略第一延迟层。例如, 当入射到屏 400 上的光 420 是圆偏振光, 并且第二延迟层 408 是 $1/4$ 波长延迟器时, 光 420 的偏振状态会转换成线偏振, 然后通过偏振层 410。

延迟层 402 和 408 可以由经拉伸产生双折射现象的聚合物片制成, 选择厚度, 使其成为可见光的 $1/4$ 波长延迟器。将延迟量设置在光谱中可见部分之中

心的某个波长(例如 550 纳米左右)的 $1/4$ 波长处。由于聚合物材料的相速度色散一般较小,所以 $1/4$ 波长延迟器施加的延迟量在整个可见光谱上相对均匀。聚合物延迟片可以由任何合适的聚合物制成,包括聚丙烯腈和丙烯酸甲酯或其共聚物、聚乙烯醇、聚碳酸酯、聚烯烃和聚苯乙烯。如美国专利 5,867,239 所揭示的,丙烯腈基聚合物特别适于用作大角度延迟器,因为 $n_y \approx n_z$, 这里 n_y 是延迟层对沿 y 方向偏振的光的折射率,而 n_z 是对沿 z 方向偏振的光的折射率。所述美国专利的内容通过引用包括在此。由于沿某一轴的折射率与沿另一轴的折射率相同,所以称其为单轴材料。对于双轴材料,沿所有三个轴 x 、 y 和 z 的折射率都是不同的。

色散层 404 的常用类型是体漫射器,一般在体漫射器中,具有第一折射率的粒子悬浮在具有第二折射率的材料内。其它类型的色散层也可以使用,诸如双面凸状层、珠状层、表面漫射层、全息漫射层,或者微结构漫射层,或其各种组合。双面凸状层是在一侧或两侧具有一系列双凸透镜的薄膜。珠状层已在美国专利申请 09/095,835 中描述过。表面漫射和微结构漫射层具有特殊设计的表面,用于漫射从中通过的光。全息漫射层可以是面全息图或体全息图,用以漫射从中通过的光。如以上所讨论的,由色散层产生的视角可以是对称的或者不对称的。

对于屏 400 中不同的位置,图示了通过屏 400 的光的偏振状态。位置 z_1 、 z_2 、 z_3 、 z_4 、 z_5 、 z_6 、 z_7 和 z_8 分别位于第一 $1/4$ 波长延迟薄膜 402 的输入面(z_1); $1/4$ 波长延迟薄膜 402 和色散薄膜 404 之间(z_2); 色散薄膜 404 和色散层衬底 406 之间(z_3); 色散层衬底 406 和第二 $1/4$ 波长延迟薄膜 408 之间(z_4); $1/4$ 波长延迟薄膜 408 和吸收偏振薄膜 410 之间(z_5); 吸收偏振薄膜 410 和玻璃片 412 之间(z_6); 玻璃片 412 和 AR 层 414 之间(z_7); 以及 AR 层 414 的输出面(z_8)上。来自图像投影机的光束 420 的各种偏振状态被图示成好像是沿从左到右通过屏 400 的方向观察到的。

屏的工作方式如下:来自图像投影机的光 420 一般是线偏振的,并且图示成在位置 z_1 处呈垂直偏振。选择第一 $1/4$ 波长延迟器 402 的光轴,使得来自位置 z_1 的偏振光以圆偏振状态射出延迟器 402 (如图所示,在位置 z_2),并且相对于来自图像投影机的光的偏振方向,一般呈 $\pm 45^\circ$ 。色散层 404 和色散层衬底 406 对偏振的影响不明显,因此在位置 z_3 和 z_4 处,光的偏振状态保持不变。在此特定实施例中,第一和第二延迟层 402 和 408 的光轴平行,致使光 420 以

垂直于位置 z_1 处线偏振状态的线偏振状态射出第二延迟层 408。在本例中，为水平偏振。换句话说，两个延迟层 402 和 408 如半波长延迟器一样工作，将偏振方向旋转了 90° 。剩余各层，即线偏振器 410、玻璃层 412 和 AR 层 414，基本上不影响光的偏振。因此光 420 在位置 z_8 处以水平偏振状态射出屏。偏振层 410 与其透射轴水平对准，即平行于从第二 $1/4$ 波长延迟层 408 入射偏振层 410 的光偏振方向。

如图 4B 所示，屏 400 的结构对于减少背景光反射是有效的。从屏 400 之右侧入射的背景光 422 一般不偏振。图中，沿反方向通过的背景光 422 的偏振状态示于 a) 行。背景光 422 进入屏 400，具有混合的偏振状态，图中在位置 z_8 处示为水平和垂直的偏振混合。非偏振的背景光通过 AR 涂层 414 和玻璃片 412，到达位置 z_6 ，不发生明显的偏振变化。然后，背景光通过偏振器 410，偏振器 410 吸收垂直偏振光，致使在位置 z_5 处出射偏振器的光为水平偏振。因此，吸收掉一半背景光。在通过第二 $1/4$ 波长延迟薄膜 408 后，背景光为圆偏振，如位置 z_4 所示。在通过衬底 406 和色散薄膜 404 之后，背景光保持圆偏振，如位置 z_3 和 z_2 所示。通过第一 $1/4$ 波长延迟层 402 的任何背景光以垂直偏振状态射出，如位置 z_1 所示。

现在考虑在屏 400 内反射的背景光。通过屏 400 处于衬底 406 和第二 $1/4$ 波长延迟层 408 之间位置 z_4 处界面上的背景光是圆偏振光。在 z_4 界面上反射的任何背景光在位置 z_5 上以垂直偏振状态离开第二 $1/4$ 波长延迟层，即偏振状态垂直于原通过偏振器 410 时的偏振状态。此情况示于 b) 行。因此，此反射光被偏振器 410 吸收，不再向后通过屏 400 射向观察者。符号“n/a”表示没有可应用的偏振状态可示，因为光被吸收了。

c) 行示出了色散层 404 中在位置 z_3 和 z_2 之间被漫反射的背景光的偏振状态。到达位置 z_3 之界面的背景光是圆偏振光。因此，被反射的背景光也是圆偏振的，并且保持圆偏振直到作为垂直偏振光从第二 $1/4$ 波长延迟层 408 射出。具有此偏振状态的光被偏振器 410 吸收。因此，从位置 z_3 之界面上反射的背景光不会逃离屏 400。

应该理解，在位置 z_2 之界面上反射的背景光同样在偏振器 410 中被吸收。因此，在屏 400 内被反射的背景光被偏振器 410 所吸收，从而减少了屏对背景光的反射量。这种屏的结构对于增大屏的对比度乃至屏的分辨率是有效的。

图 4C 示出了屏 450 的另一个实施例，它在许多方面与屏 400 类似。屏 400

与 450 的主要差别在于，屏 450 中第二 $1/4$ 波长延迟层 408a 的光轴垂直于第一 $1/4$ 波长延迟层 402 的光轴。因此，并不象前述屏 400 的情况那样用两个 $1/4$ 波长延迟层的组合使通过屏的光偏振状态旋转 90° ，通过两个 $1/4$ 波长延迟层 402 和 408a 之后的净效应是偏振不旋转。因此，对于图示在位置 z_1 处进入屏 450 的垂直偏振光，从第二 $1/4$ 波长延迟层 408 离开的光也具有垂直偏振状态。相应地对偏振层 410a 定向，以透射该垂直偏振光。屏 450 按类似于对屏 400 描述的方式吸收反射光。

使用延迟层光轴交叉的屏可以获得某些好处。例如， $1/4$ 波长延迟薄膜 402 和 408 的偏振延迟效应有些依赖于入射光的波长。因此，延迟层 402 和 408 只对可见光谱中的一部分光起理想的 $1/4$ 延迟器的作用。延迟器一般针对可见光谱中心处的光进行设计，因此对于光谱的蓝色端和红色端，延迟量通常小于理想的 $1/4$ 波长。通过从一个延迟层作用中减去另一个延迟层的作用，可以消除延迟对波长的依赖关系。另一方面，如果两延迟层具有平行的光轴，那么两个延迟层的合并效果是相加的，因而导致通过屏的光发生色移。另外，如果延迟层的作用是相减的，那么允许薄膜的不理想性有更大的容限。如果延迟层的作用是相加的，那么要求延迟层的性能非常好，以证明在延迟层经历的波长范围和入射角内具有相同的延迟量。另外，两个延迟层的延迟量必须匹配，以产生理想的半波延迟，否则的话，透射光会发生色移，并使透射光强度下降，偏移最佳值。

施加于通过延迟层的光上的延迟量不仅依赖于材料双折射，而且依赖于延迟层内的路径长度。因此，延迟量随光通过延迟层的角度而变化。一般针对光以正入射通过延迟层的情况来设计延迟层。经过色散层散射的光以非直角通过延迟层，光会被延迟一个非最佳的延迟量。但是，如美国专利 5,867,239 所述的丙烯腈基宽角度延迟层特别适于此应用，因此减小了离轴效应。

因此， $1/4$ 波长延迟层会呈现波长和角度的影响，导致彩色效应，降低屏的性能。这些影响可以被减小，方法是例如用准直光减小角度作用，以及用由低色散材料制成的零阶延迟层来增大延迟层成为有效 $1/4$ 波长延迟器的波长范围。

用图 4C 所示的屏 450 可以进一步减小波长和角度的影响。在本例中，由于延迟层 402 和 408a 的光轴是交叉的，所以一个延迟层的波长和角度作用将抵消另一延迟层的作用，由此减小整个屏 450 的波长和角度作用。这与屏 400 中

延迟层 402 和 408 的波长和角度作用相加的情况形成对比。因此，屏 450 中延迟层 402 和 408a 的相对定向为减小波长和角度作用提供了益处。

应该理解，由图像投影机投影在屏组件上的光不需要线偏振化。在这种情况下，屏组件适于接收从图像投影机接收到的图像光，并将其偏振状态转换成偏振层可以透射的状态。这只要求使用单个延迟层。例如，如果图像投影机射出圆偏振光，那么色散层和图像投影机之间没有任何延迟层，并且色散层将圆偏振光透射到位于色散层和偏振层之间的延迟层。延迟层将图像光的偏振状态转换成偏振层可以透射的偏振状态。因此，这种屏组件只要求单个延迟层，它位于色散层和偏振层之间，同时仍有效地降低被漫反射的背景光量。

图 5 示出了依照本发明另一实施例的屏。图中用相同的标号表示屏 500 中与屏 450 各元件相同的元件。在本实施例中，屏 500 在输入侧 504 具有一偏振层 502。在(a)行中示出了沿正方向从图像投影机通过屏到达观察者的光在位置 z1-z8 和 z10 处的各种偏振状态。位置 z10 是第一偏振器 502 的输入面。位置 z1-z8 与前述相同。偏振层 502 和 410a 的取向是平行的，即这两个偏振层的透射偏振方向是平行的，并且 1/4 波长延迟层 402 和 408 的光轴也相应对准，以允许来自图像投影机的光透过。来自图像投影机并入射到屏 500 上的光一般沿平行于偏振层 401a 和 502 之透射偏振方向被线偏振化，因此增加第一偏振层 502 不会影响图像光通过屏 500 的透射率。

第一偏振层 502 可用于减少反射回光源的图像光强（或者是漫射，或者是镜面反射）。例如，考虑（从左到右）正向传播的光在位置 z4 处的界面上反射，其中位置 z4 位于衬底 406 和第二 1/4 波长延迟层 408a 之间。（b）行示出了反射光的偏振状态。此反射光以圆偏振状态通过衬底 406 和色散层 404 返回至第一 1/4 波长延迟层 402。当光在位置 z1 处从 1/4 波长延迟层 402 射出时，光是线偏振的，偏振方向垂直于第一偏振层 502 的透射方向，从而被吸收。因此，第一偏振器 502 可用来减少反射回图像投影机的图像光量。这对于将折叠式反射镜放置在屏 500 之输入面 504 附近的折叠式投影系统来说特别有用。如果没有第一偏振器 502，那么屏内漫反射的光会从反射镜反射回到屏 500 的输入面 504 上，并向观察者方向透射。按这种方式反射的光构成漫射背景强度，而这种漫射背景强度会降低屏的对比度，从而对分辨率产生负面影响。偏振层 502 减少了漫反射光的量，因此增强了对比度，并保持较高的分辨率。这种屏还可以有效地减小来自观察侧的背景光的反射，如同以上对屏 400 和 450 所描述的。

图 6 示出了依照本发明另一实施例的屏。图中, 1/4 波长延迟层 602 和 608、色散层 604、色散层衬底 606、吸收偏振器 610、玻璃片 612 和 AR 层 614 与上述类似。第一 1/4 波长延迟层 602 通过第一层光学粘合剂 603 层叠在色散层衬底 606 上。在本实施例中, 色散层衬底 606 面向屏组件 600 的输入侧 620。与图 5 相比, 色散层 604 和色散层衬底 606 的位置颠倒了。

在本文所说明的所有实施例中, 要求将输入面 (即图像投影表面) 处理成能够减少镜面反射。在本实施例中, 将输入面 620 处理成具有无光纹理, 减少镜面反射。在另一个实施例中, 在输入面 620 上施加一 AR 涂层作为另一种或附加的方法, 以减少投影在屏组件 600 之输入面 620 上的图像光的镜面反射。

图 7 示出了屏组件的又一个实施例。屏组件 700 包括 1/4 波长延迟层 702 和 708、色散层 704、偏振层 710、玻璃片 712 和 AR 层 714。第二 1/4 波长延迟层可以例如通过层叠固定于偏振层 710, 并且将 1/4 波长延迟层 708 和偏振层 710 的组合用作衬底, 涂覆色散层 704, 随后固化色散层 704。然后, 将偏振层 710 固定于屏组件的其它元件上, 例如通过光学粘合层 711 固定于玻璃 712 上。玻璃片 712 可以具有 AR 层 714 和消斑点涂层 716。第一 1/4 波长延迟层 702 可以直接层叠在色散层 704 上。

此屏组件 700 的一个突出优点是, 避免用一个分立的色散层衬底来支撑色散层 704。避免使用分立的漫射衬底可以消除例如因漫射衬底双折射而引起性能的劣化。

在另一实施例中, 屏组件 700 可通过下述方式来制造, 即先在转移衬底 (未画出) 上涂覆色散层 704, 然后固化色散层 704。然后, 通过粘合剂 (未图示) 将固化色散层 704 与转移衬底相对的表面层叠到第二 1/4 波长延迟层 708 上。在除去转移衬底之后, 将第一 1/4 波长延迟层层叠在层 704 上, 其间可以使用或不使用光学粘合剂。得到了确实不包含分立色散层衬底的屏组件。转移衬底可以具有一个结构化表面, 例如微结构的压花表面, 所述色散层 704 形成于该表面上。在除去转移衬底之后, 转移衬底之结构化表面赋予色散层 704 互补的无光面层。

图 8 示出了本发明的再一个实施例。色散层 804 经由漫射粘合剂 805 层叠到 1/4 波长延迟层 808 上。漫射粘合剂 805 为通过屏组件 800 的图像光提供附加的色散, 由此在获得同样的总体色散大小的情况下, 允许减小色散层 804 的厚度。这使得整个屏组件的厚度减小。随后, 将第一 1/4 波长延迟层 802 和偏

振层 810 层叠到层 804 和第二 1/4 波长延迟层 808 的相应表面上。

应当理解, 虽然图 8 中没有示出屏组件的其他选用元件, 但如需要作上述用途时也可以提供。例如, 可以通过漫射粘合剂 805 将色散层 804 层叠到色散层衬底 (未图示) 上, 并将衬底层叠到 1/4 波长延迟层 808 上。当使用漫射粘合剂 805 时, 其色散特性应该与色散层 804 的色散特性兼容。例如, 漫射粘合剂 805 应该大体上不对光消偏振。在公告的 PCT 专利申请 WO 97/01610 中描述了一种漫射粘合剂, 题为“光漫射粘合剂”, 其内容通过引用包括在此。

图 9 图示了本发明另一个实施例的屏组件 900。屏组件 900 包括第一 1/4 波长延迟层 902、色散层 904、第二 1/4 波长延迟层 908 和偏振层 910。用粘合剂 (未画出) 将不同层层叠在一起。可以连同所述的屏元件提供附加的屏元件。还应注意, 未画出色散层衬底。虽然可以用衬底, 但在一个实施例中, 色散层 904 可直接涂在 1/4 波长延迟薄膜 902 和 908 之一上, 于是它们也起到色散层衬底的作用。可以将美国专利 5,867,239 揭示的丙烯腈基延迟层直接层叠在色散层上, 或者与色散层接触。

图 10 示出了依照本发明再一实施例的另一个屏组件 1000。屏组件 1000 包括第一偏振层 1002、第一 1/4 波长延迟层 1003、色散层 1004、第二 1/4 波长延迟层 1008 和偏振层 1010。用粘合剂 (未图示) 将屏组件 1000 的不同层层叠在一起。连同所述的屏元件还可以提供附加屏元件。

图 11 示出了依照本发明另一实施例的另一屏组件 1100。屏组件 1100 包括第一偏振层 1101、1/4 波长延迟层 1102、色散层 1104 和玻璃片 1112。此结构特别适用于减少屏组件 1100 向图像投影机 1110 漫反射的图像光量。可以用一层或多层粘合层 (未图示) 层叠屏组件 1100 的不同层。

可以将诸如 Fresnel 透镜等聚焦元件 1116 与屏组件 1100 一起使用, 以改变光从图像投影机 1110 射入屏组件 1100 时的发散度。聚焦元件 1116 可以将图像准直, 或者用其它方式改变从图像投影机 1110 接收到的图像的发散度, 例如所述其它方式是减小但不完全消除发散。沿非法向通过第一延迟层的任何光线, 其延迟量与沿法向通过的光线不同。Fresnel 透镜的准直作用可以使光线更平行于法向, 从而降低不同光线穿越屏组件 1100 时延迟的不均匀性。

图 12 示意地示出了另一实施例屏组件 1200。图像投影机 1210 将偏振光 1202 射到屏组件 1200 上, 屏组件 1200 包括色散层 1204、延迟层 1208、偏振层 1210 和用于支撑的玻璃片 1212。入射到屏组件 1200 上的光 1202 具有第一

偏振状态，该偏振状态经选择使得在透过延迟层 1208 之后，光 1202 具有可通过偏振层 1210 的第二偏振状态。延迟层的延迟程度可以是任何有用的值。

例如，第一偏振状态可以是圆偏振，并且延迟层 1208 可以是 $1/4$ 波长延迟器。图像投影机 1210 可以投射圆偏振光本身，或者投射具有其它偏振状态的光，然后由位于图像投影机和屏组件 1200 之间的延迟器 1220 将其转换成圆偏振。本实施例的优点包括减少屏组件 1200 中的层数，以及可以象屏组件 400 中的那样使用比屏组件输入侧包含的延迟器更小的延迟器 1220。

不需要严格按以上所述结构投影屏组件。例如，可以组装一种这样的屏组件，其 $1/4$ 波长延迟层可以位于色散层的任何一侧，而偏振层位于 $1/4$ 波长延迟层之外，这样偏振层的透射轴是交叉的，而不象所述为平行的。应该理解，应该对延迟层的光轴作相应的取向，以使投影图像透过屏组件。还应该理解，屏组件中还可以包括其它层，例如那些主要目的是为了提高生产率或者为屏组件提供支撑的层。另外，当输入图像光不是线偏振而是椭圆偏振时，可以设置延迟层的双折射程度，使得偏振器透射到色散层输出侧上的光发出最大的光量。延迟层不需要是 $1/4$ 波长延迟器，它可以具有其它的双折射值，即使来自图像投影机的输入光是线偏振的。

以下描述本发明的不同屏组件以及一些测得的屏特性。这些例子示范了如何组合 $1/4$ 波长延迟器和偏振层来减少背景光和图像光的漫反射并由此提高对比度和分辨率，从而提高屏的总体性能。这些例子还显示了具有交叉光轴的延迟层所提供的优点。第一组试样（2 和 3）说明了具有图 4A—4C 所示类型的屏，它们具有单个位于色散层输出侧的偏振层。第二组试样（4—12）说明了具有图 5 所示类型的屏，它们具有两个偏振层。

试样 1

试样 1 的屏组件按顺序包括体漫射层、漫射衬底、线偏振层、透明玻璃片以及位于玻璃片输出侧的减反射涂层。试样 1 用作对照。漫射层是将平均直径大约为 5 微米、折射率为 1.54、重量占 25% 的粒子分散在折射率为 1.47、厚度大约为 260 微米的丙烯酸脂层内。漫射衬底是厚度为 175 微米的聚碳酸酯。偏振层是 HNT42 型吸收偏振片，厚度为 175 微米，可以从 Polaroid 公司获得。各层用非双折射的光学粘合剂层叠。

试样 2

试样 2 的结构与图 4A 和 4B 所示的类似，并且依次包括以下各层：第一 1/4 波长延迟层、色散层、色散层衬底、第二 1/4 波长延迟层、偏振层以及在输出表面具有 AR 涂层的透明玻璃片。偏振层是与试样 1 中所用相同的 HNT42 吸收偏振片。1/4 波长延迟层由丙烯酸腈-丙烯酸甲酯共聚物 BAREX[®]制成，并且在大约 555 纳米处对延迟层优化 1/4 波长延迟量。延迟层的光轴相互平行，而偏振片的透射偏振方向相互垂直。第一偏振层的输入面是无光面层，用以减少镜面反射。

试样 3

试样 3 与试样 2 相同，除了延迟层的光轴大致垂直，并且偏振片的透射偏振平行。

试样 4

试样 4 的结构类似于图 5 所示的结构，并且依次包括以下各层：偏振层、第一 1/4 波长延迟层、色散层、色散层衬底、第二 1/4 波长延迟层、偏振层以及在输出面上带有 AR 涂层的透明玻璃片。试样 4 与试样 2 的主要区别是在屏组件的输入侧包括一偏振层。该偏振层相同于试样 1 所用的 HNT42 吸收偏振片。1/4 波长延迟层由丙烯酸腈-丙烯酸甲酯共聚物 BAREX[®]制成，并且在大约 555 纳米处对 1/4 波长延迟进行优化。延迟层的光轴相互平行，而偏振片的透射偏振方向相互垂直。第一偏振层的输入面是无光面层，用以减少镜面反射。

试样 5

试样 5 与试样 4 相同，除了延迟层的光轴大致垂直，并且偏振片的透射偏振方向平行。

试样 6

试样 6 与试样 4 相同，除了在大约 450 纳米处对延迟层优化 1/4 波长延迟量。

试样 7

试样 7 与试样 6 相同，除了延迟层的光轴是交叉的，大致垂直，并且偏振片的透射偏振方向是平行的。

试样 8

试样 8 与试样 4 相同，除了延迟层比试样 4 中的延迟层薄。

试样 9

试样 9 与试样 8 相同，除了延迟层的光轴是交叉的，大致垂直，并且偏振片的透射偏振方向是平行的。

试样 10

试样 10 与试样 4 相同，除了延迟层比试样 4 中的延迟层厚，并且在 550 纳米和 700 纳米之间的某个波长处对延迟层优化 1/4 波长延迟量。

试样 11

试样 11 与试样 10 相同，除了延迟层的光轴是交叉的，大致垂直，并且偏振片的透射偏振方向是平行的。

在所有试样中，各层是用非双折射光学粘合剂层叠在一起的。表 I 概述了不同试样的特征性能。

项 $d \cdot \Delta n$ 表示延迟层之延迟量对波长的依赖程度，并且是延迟层厚度 d 与双折射 $\Delta n(\lambda) = n_x(\lambda) - n_y(\lambda)$ 的积，其中 λ 是特定波长， n_x 和 n_y 是两个正交偏振状态的折射率。给出了三个不同波长 450 纳米、550 纳米、700 纳米下的积 $d \cdot \Delta n$ 。对于特定波长处的 1/4 波长延迟量，积 $d \cdot \Delta n$ 等于波长的四分之一。因此，关于 $\lambda=450$ 纳米处的 1/4 波长延迟量， $d \cdot \Delta n=112.5$ 纳米；在 $\lambda=550$ 纳米处， $d \cdot \Delta n=137.5$ 纳米；而在 $\lambda=700$ 纳米处， $d \cdot \Delta n=175$ 纳米。表中所列的值表示在每个给定波长处获得的实际薄膜延迟值，单位为纳米。试样 4 和 5 在大约 550 纳米处获得最优的 1/4 波长延迟量，延迟量为 $d \cdot \Delta n=138.8$ 纳米。试样 6 和 7 在大约 450 纳米处获得最优的 1/4 波长延迟量，延迟量为 $d \cdot \Delta n=112.4$ 纳米。试样 8 和 9 在 450 纳米波长处的延迟量为 $d \cdot \Delta n=107.9$ 纳米，略小于最佳值 112.5 纳米。试样 10 和 11 在 700 纳米波长处的延迟量为 $d \cdot \Delta n=145.5$ 纳米，小于最佳的 1/4 波长延迟量 175 纳米，但其在 550 纳米波长处的延迟量为 168.4 纳米，

大于最佳的 1/4 波长延迟量 137.5 纳米。因此，试样 10 和 11 之 1/4 波长延迟量的最佳波长在 550 纳米和 700 纳米之间。本发明中合适的延迟值 $d \cdot \Delta n$ 包括那些在 50 纳米—500 纳米范围内的值，特别合适的延迟值包括那些在 100—180 纳米范围内的值。

表 I 屏组件特性

试样 编号	$d \cdot \Delta n$			PG	VA		%参考		$\Delta u'$ $\times 10^{-4}$	$\Delta v'$ $\times 10^{-4}$	ΔMD $\times 10^{-3}$
	450 nm	550 nm	700 nm		Hor	Ver	S	V			
1	-	-	-	0.85	52	51	9.55	4.26	-19	-125	0
2	152.8	138.8	133.4	0.80	47	46	6.51	3.62	-21	225	39
3	152.8	138.8	133.4	0.82	50	45	5.80	3.50	15	118	132
4	152.8	138.8	133.4	0.73	43	49	2.63	1.87	2	-305	51
5	152.8	138.8	133.4	0.75	51	45	2.91	2.20	-7	-148	130
6	112.4	103.5	97.9	0.61	45	47	2.45	1.77	133	-47	176
7	112.4	103.5	97.9	0.75	46	48	2.63	2.16	1	-156	163
8	107.9	97.9	91.7	0.53	47	44	2.20	1.60	155	-1	54
9	107.9	97.9	91.7	0.79	47	44	2.66	2.18	-9	-138	140
10	181.5	168.4	145.5	0.67	46	49	2.55	1.69	-192	-516	32
11	181.5	168.4	145.5	0.76	46	48	2.76	1.93	-2	-125	56

“PG”列给出了峰值即薄膜的轴向增益。给出了每处薄膜沿水平方向“Hor”和沿垂直方向“Ver”的视角“VA”。反射率表示为屏的两表面的百分值，即源侧或输入侧“S”的百分值以及观察侧或输出侧“V”的百分值。

接下来的两列描述了薄膜的色移，用 $\Delta u'$ 和 $\Delta v'$ 标注。用于测量的光源是 D65 源，其色坐标为 $u'=0.19766$ 和 $v'=0.46857$ 。列 $\Delta u'$ 和 $\Delta v'$ 给出了光在通过薄膜后色坐标的变化。最后一例给出了调制深度 MD 的增量，用 ΔMD 表示。

首先考虑峰值增益。试样 1 之对照薄膜的峰值增益为 0.85，而其它试样的峰值增益小些，因为它们都包括一附加的偏振层，而该偏振层的透射率大致为 90%。试样 3、5、7、9 和 11 的薄膜具有光轴交叉的延迟层，而试样 2、4、6、

8 和 10 的薄膜具有光轴平行的延迟层,一般来说,前者的峰值增益大于后者的峰值增益。此现象的一个原因是,对于光轴交叉的那些薄膜,即试样 3、5、7、9 和 11,一个延迟器的作用与另一个相减,因此抵消了延迟器中的任何缺陷。但是,在试样 2、4、6、8 和 10 中,偏振器是垂直的,这要求通过第一偏振器的光偏振方向必须旋转 90° ,以便通过第二偏振器。光在经过第一偏振器后,偏振方向未被准确旋转 90° 的任何部分在第二偏振器中被吸收。由不同波长的薄膜延迟值可以看出,延迟薄膜在可见光谱上不是理想的 $1/4$ 波长延迟器。用具有交叉光轴的延迟器可以减小此非理想的作用。

接下来,考虑反射率。试样 1 作为对照屏,其输入面的反射率是 9.55%,而输出面的反射率为 4.26%。由于体漫射器的漫反射作用,所以这些值是基本的。对照屏输入(源)侧的反射率较高,因为在屏的源一侧所作的测量是用偏振光进行的,以便模拟用偏振图像源对屏的实际照明,而在屏的输出(观察)侧所作的测量是用非偏振光进行的,以便模拟非偏振的室内背景光。位于屏输出侧的偏振器使到达漫射器的背景光量减小了大约 50%;而从输入侧到达漫射器的光没有被减小,因为试样 1 在输入侧没有偏振器,光直接照射漫射器。

试样 2—11 之两侧的反射率都明显小于对照试样 1。与试样 1 一样,用偏振光测量源侧的反射率,该偏振光的取向与第一偏振器的通过偏振方向一致,并且用非偏振光测量观察侧的反射率。从任何一侧测量试样 4—11(具有两个偏振层)的反射率,其中大多数试样的反射率在 2—3% 左右。试样 2 和 3 的反射率(具有一个偏振层)并不象使用两个偏振层时那样低,但仍然明显低于对照试样 1。因此,使用偏振层和延迟层对于减少背景光和图像光漫反射并由此增强屏的对比度和分辨率是非常有效的。

接下来,考虑屏的彩色性能。在理想情况下,屏应该使光通过,不影响透射光的颜色。但是,由于延迟层的双折射性依赖于波长,所以偏振旋转量在可见光谱上会变化,从而导致彩色效应。彩色效应的量值通过色坐标的变化 $\Delta u'$ 和 $\Delta v'$ 来测量。改变越小,对透射光颜色的影响越小。试样 3、5、7、9 和 11 的屏具有光轴交叉的偏振器,而试样 2、4、6、8 和 10 的屏具有光轴平行的偏振器,一般来说,前者的色移小于后者的色移。例如,试样 10 具有 $\Delta u' = -0.0192$, $\Delta v' = -0.0516$, 而试样 11 的色坐标位移为 $\Delta u' = -0.0002$, $\Delta v' = -0.0125$ 。对这些屏进行视觉比较,发现试样 10 具有明显的黄色,而试样 11 具有相对中性的颜色,并类似于试样 1 的对照薄膜。

图 13 示出了通过试样 1、10 和 11 的透射率，它是 $\lambda=400\text{ nm}$ 至 $\lambda=700\text{ nm}$ 范围内波长的函数。用非偏振光源进行透射率的测量。试样 11 的透射率（曲线 1304）对于所有波长相对平坦，并且非常接近于试样 1 的透射率（曲线 1302）。试样 1 和 11 之透射率曲线的差别主要是由试样 11 在其源侧增加偏振器而引起的。但是，试样 10 的透射率（曲线 1306）在短波长处表现出较低的透射率，特别是低于大约 550 纳米的波长。蓝光的低透射率解释了试样 10 呈现黄色的现象。

与试样 2、4、6、8 和 10 相比，试样 3、5、7、9 和 11 之间的色移差别是延迟薄膜中光轴之不同相对取向的结果。如以上所讨论的，某些颜色通过第二偏振薄膜的程度大于其它颜色。当延迟薄膜的光轴平行时，每个薄膜的双折射作用相加，而当光轴交叉时，双折射作用相减。因此，当光轴交叉时，双折射对波长的依赖关系互补；而当光轴平行时不存在这种互补。

最后，考虑调制深度的改变 ΔMD 。先前已将调制深度 MD 定义为 $MD = (ICC - 1) / (ICC + 1)$ ，其中 ICC 是字符间对比度值，而 ICC 为 $I_{\max}/I_{\min}$ 。 $I_{\max}$ 和 $I_{\min}$ 是相邻的亮线和暗线对的最大强度和最小强度。在分辨率相对较高且为每毫米四条线对，并且背景光强为 250 lux 的情况下测量 MD。每个试样的结果给出了试样 MD 与对照试样 1 之 MD 之间的差。试样 1 的 MD 测量为 0.355。每种试样的 MD 都明显大于对照试样，并且与观察侧漫反射的减少量谐调。

如上所述，本发明可应用于背投影屏，并且特别适用于对背景光呈现低反射的、对比度较高的屏。本发明还特别适用于这样的屏组件，它们可以减少向图像投影机漫反射的图像光量。这种性能增大了屏的分辨能力。

因此，不应将本发明局限于上述特定的例子，而应该认为本发明覆盖了如后附权利要求书中清楚叙述的本发明的所有方面。对于本发明涉及的领域的熟练技术人员来说，当阅读本说明书时，本发明适用的各种变化、等效过程以及各种结构都是显而易见的。权利要求书试图覆盖这些变化和装置。

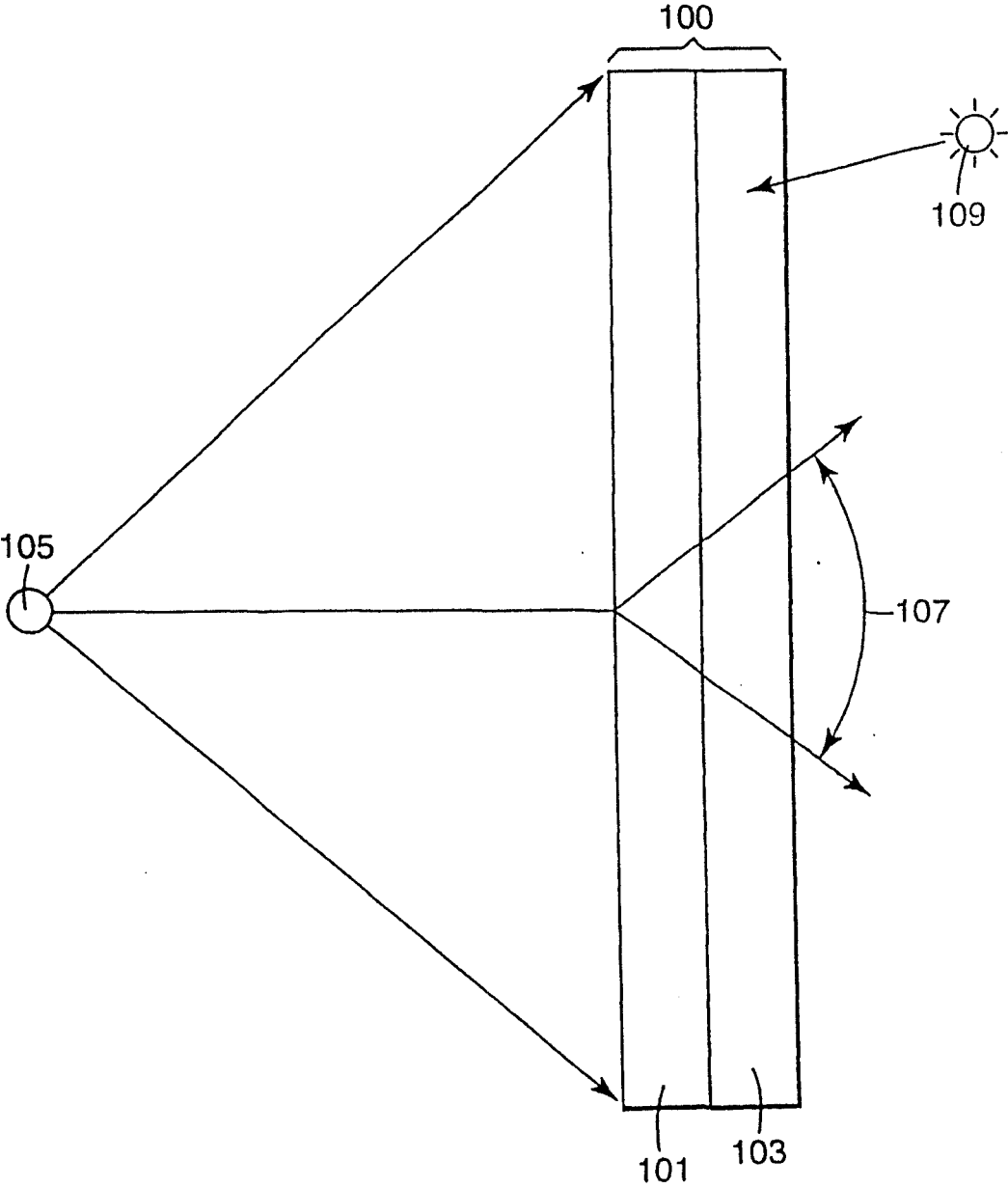


图 1

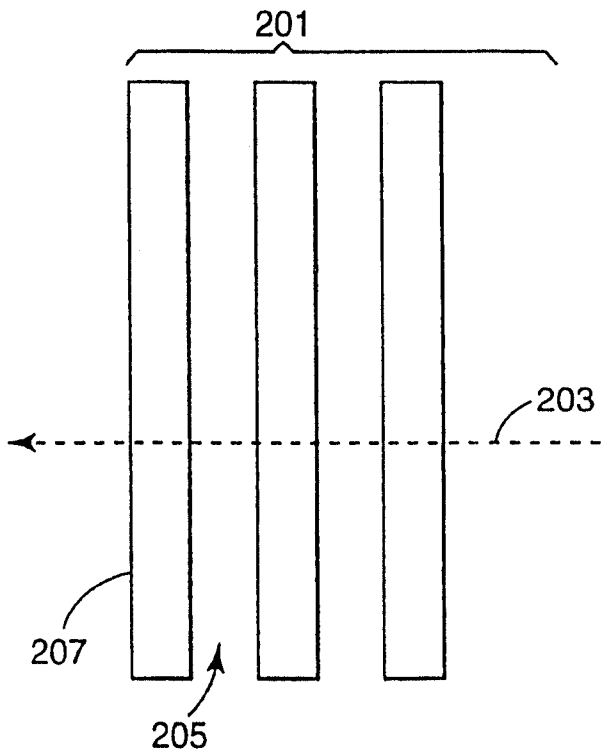


图 2A

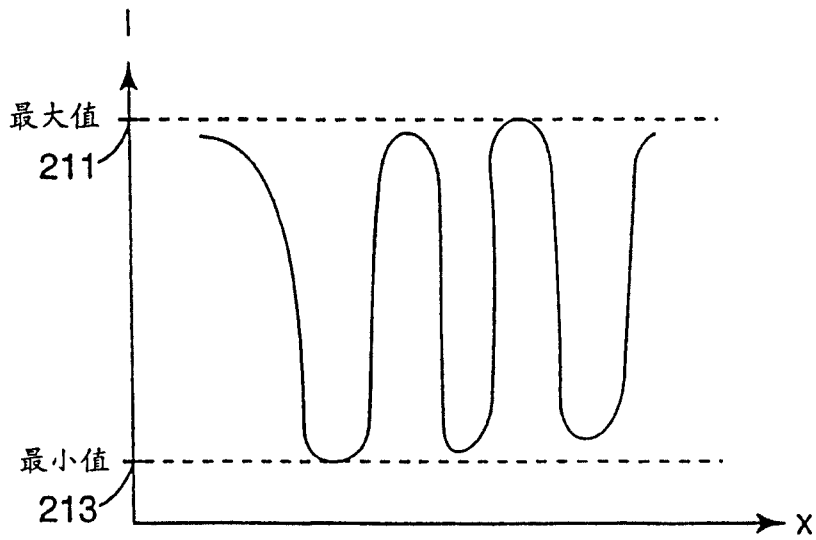


图 2B

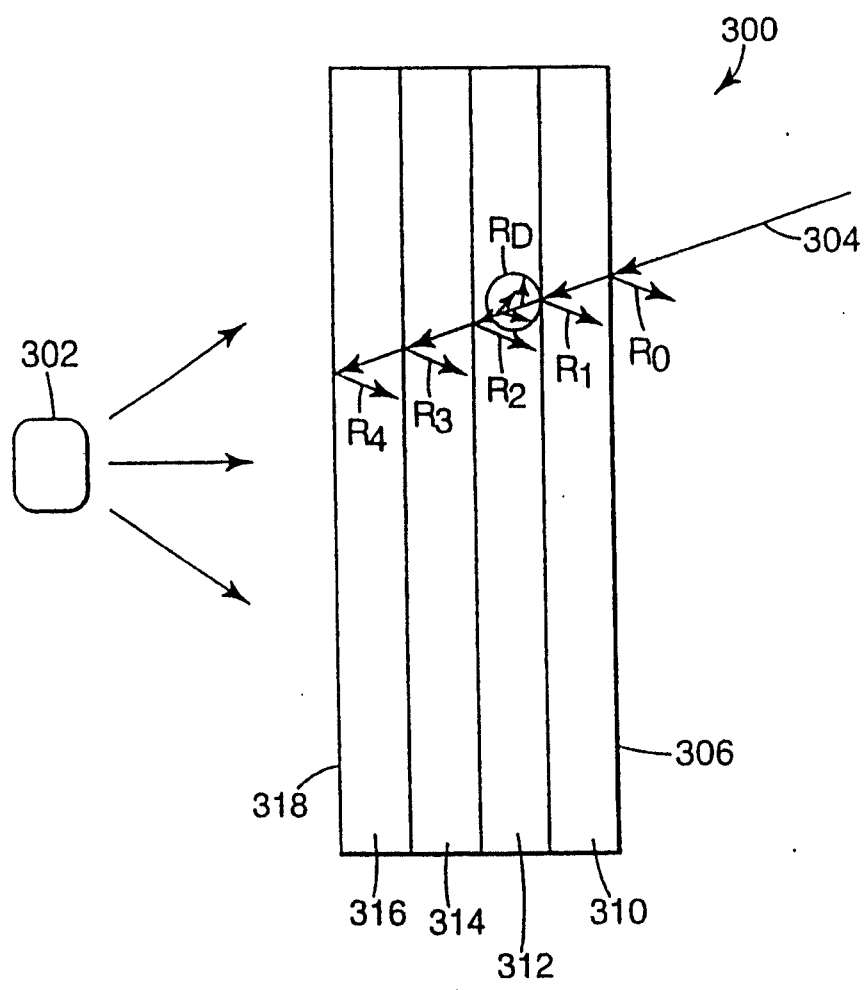


图 3A

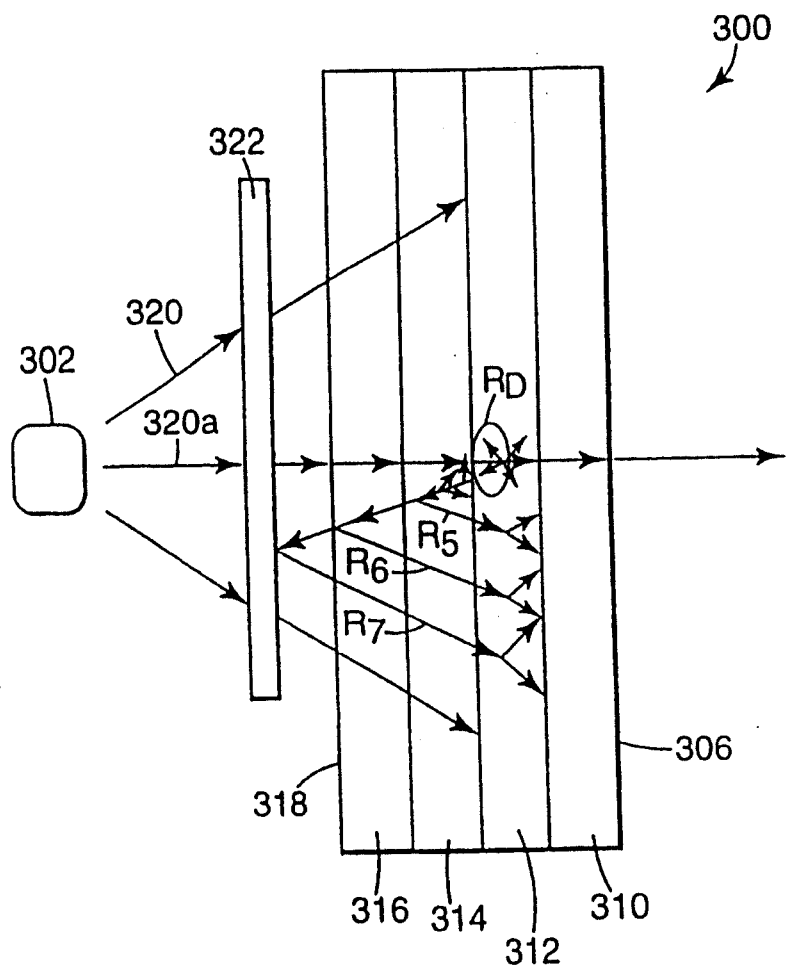


图 3B

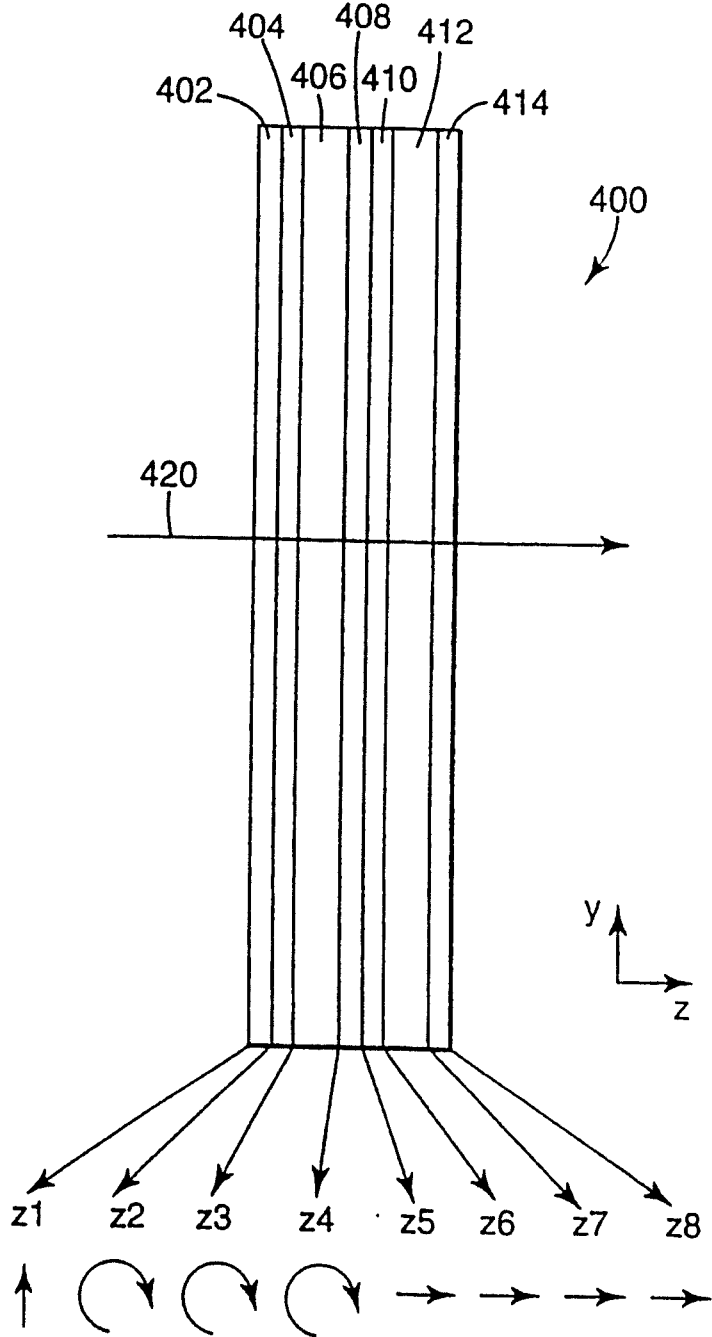


图 4A

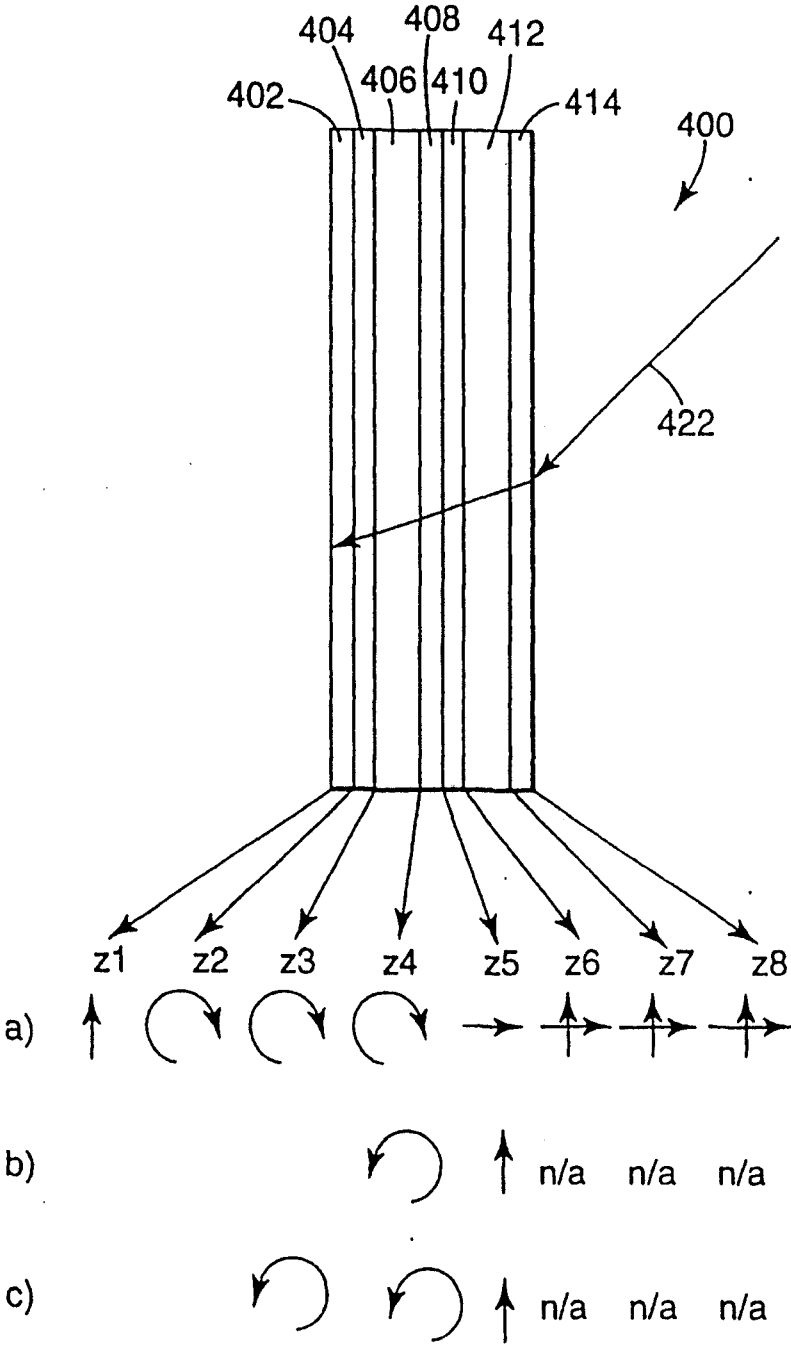


图 4B

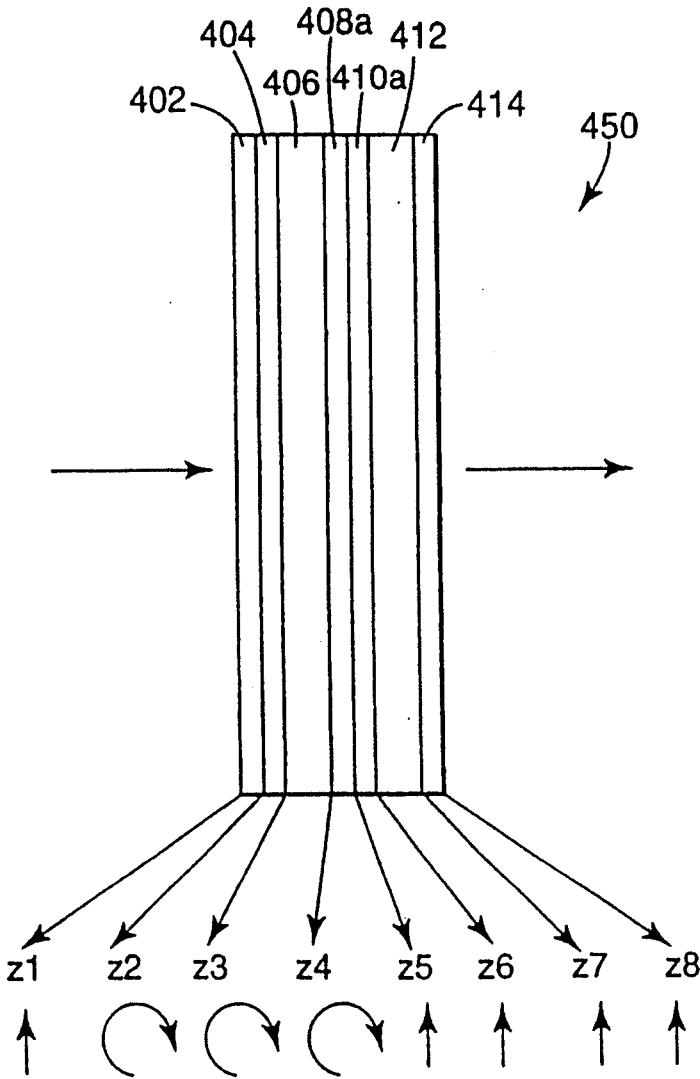


图 4C

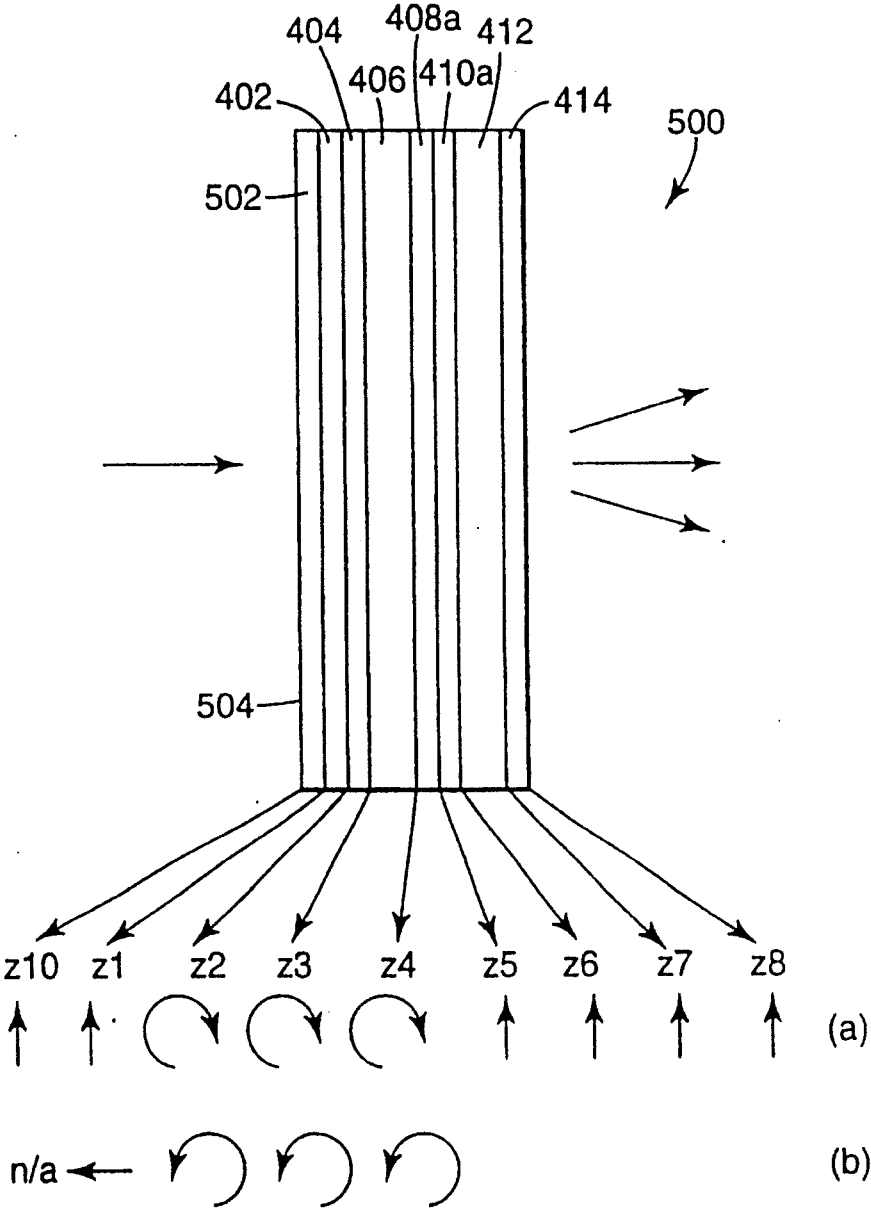


图 5

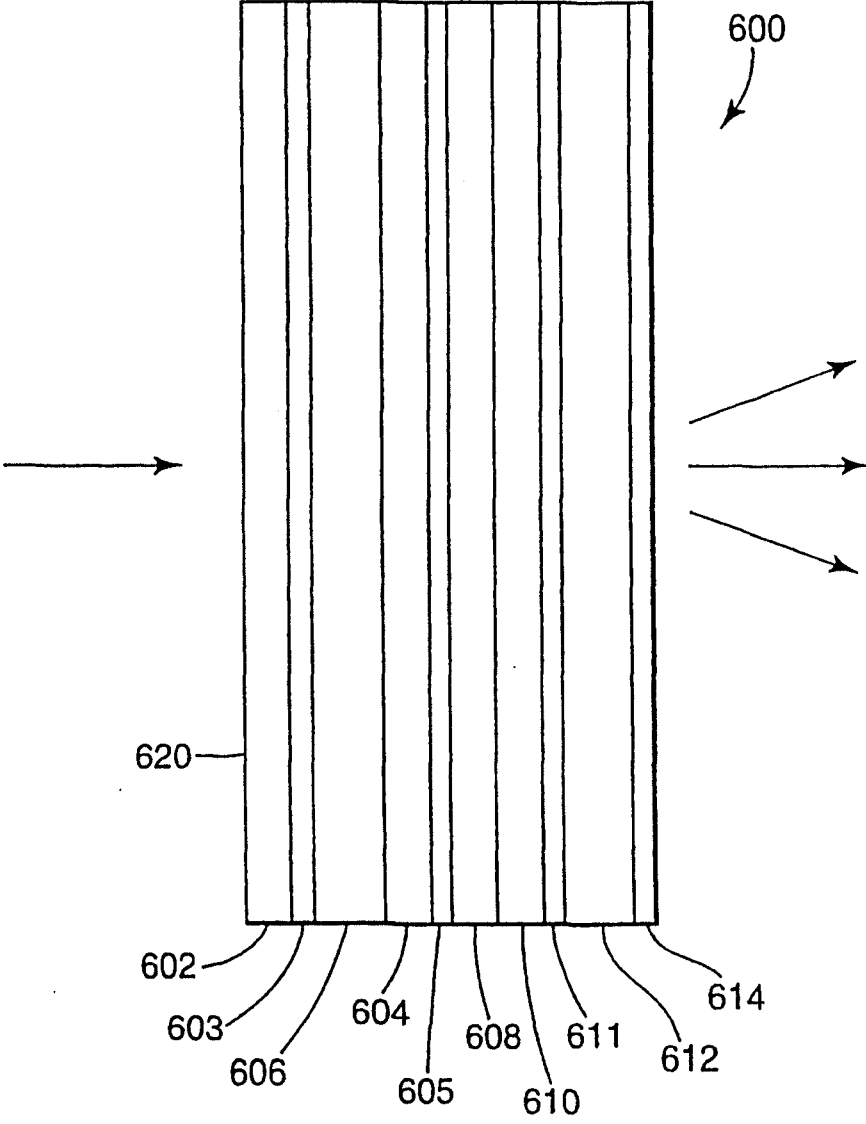


图 6

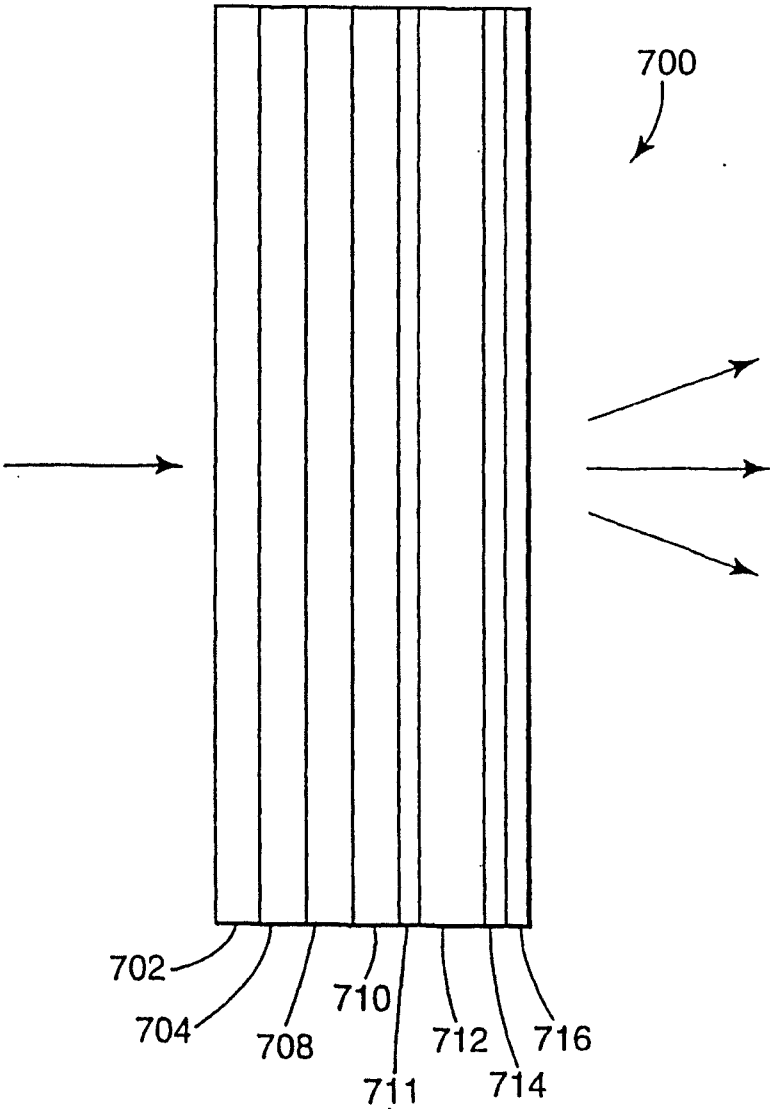
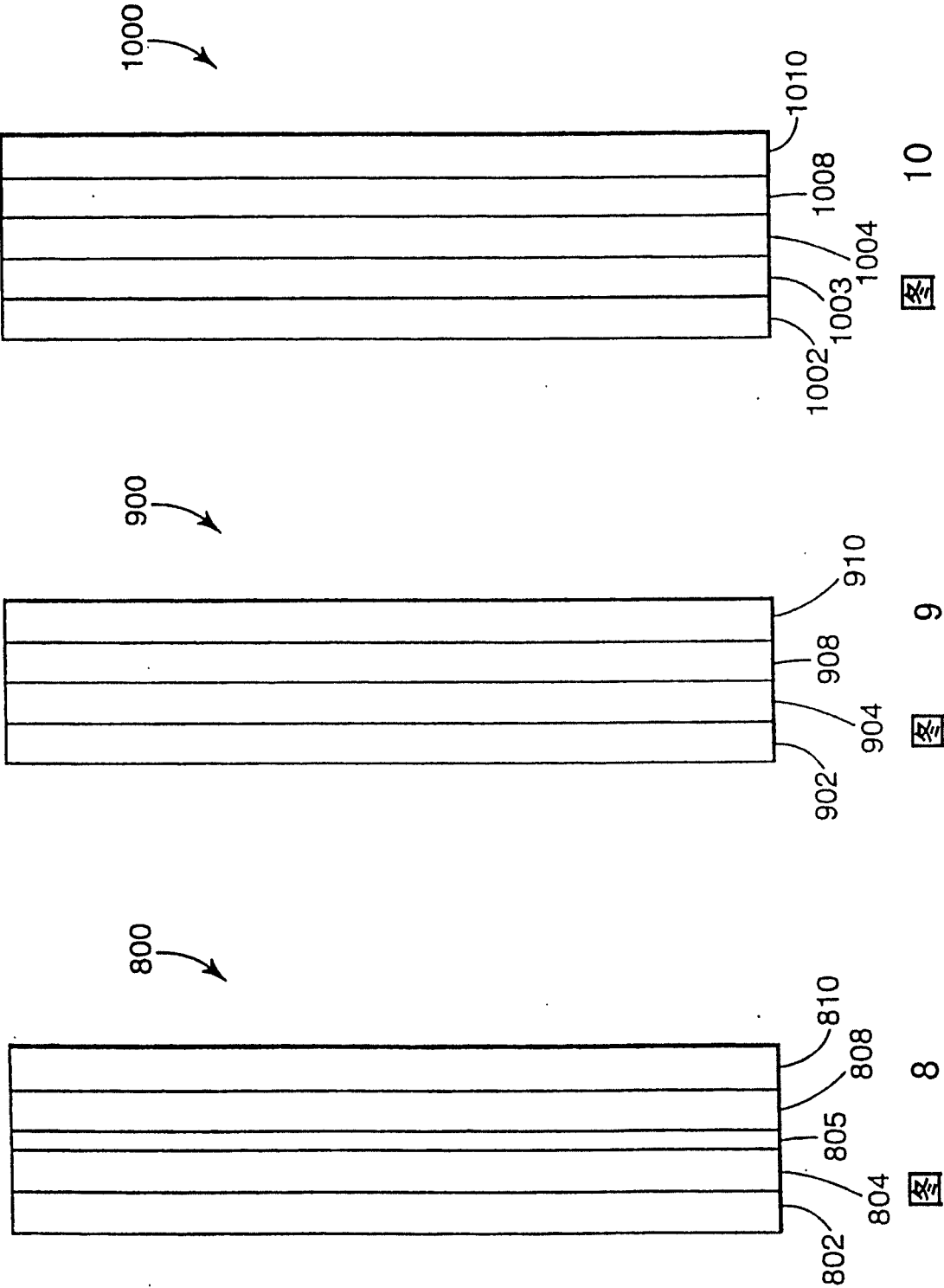


图 7



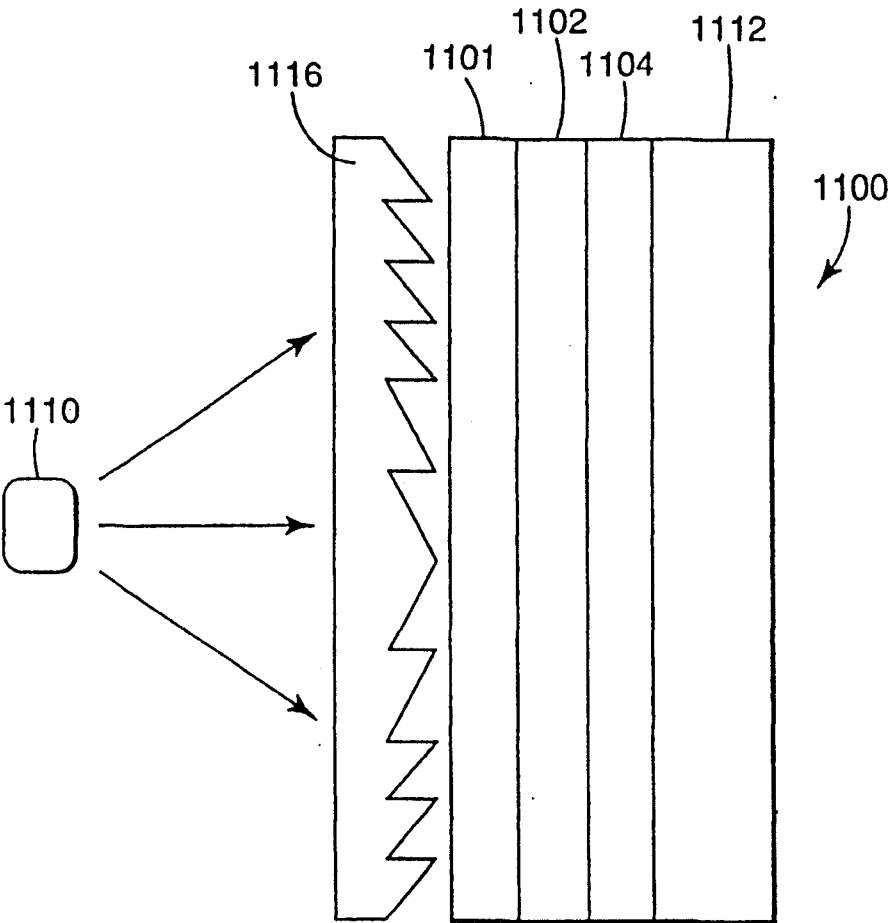


图 11

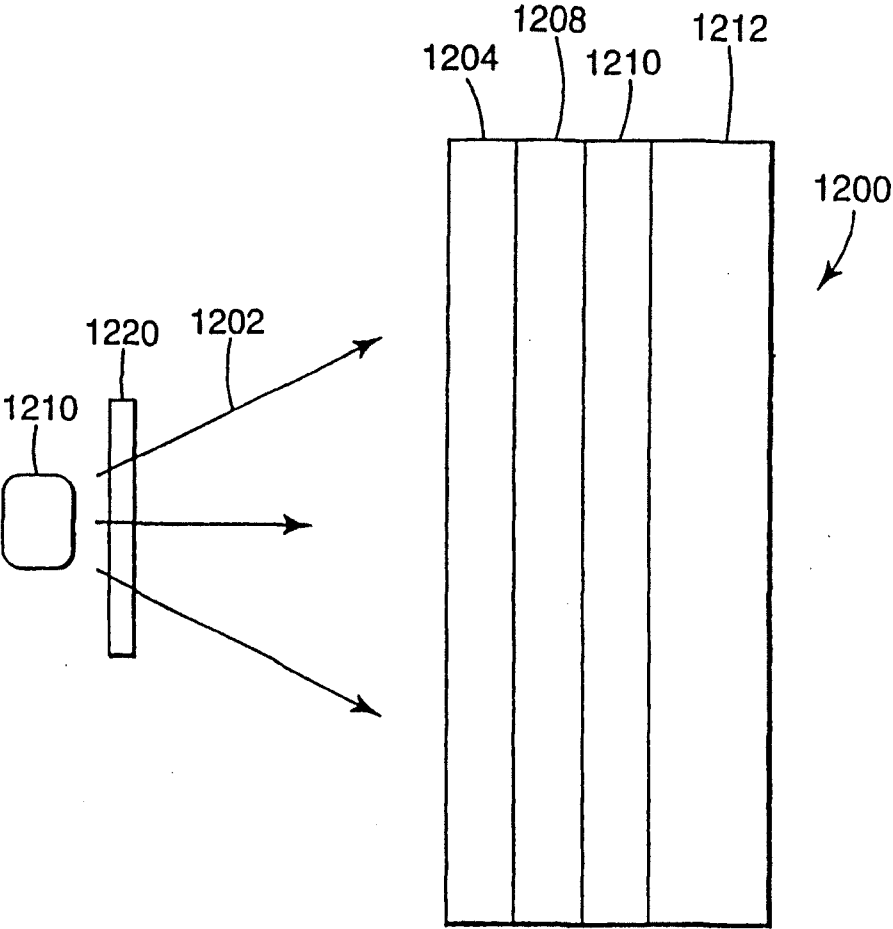


图 12

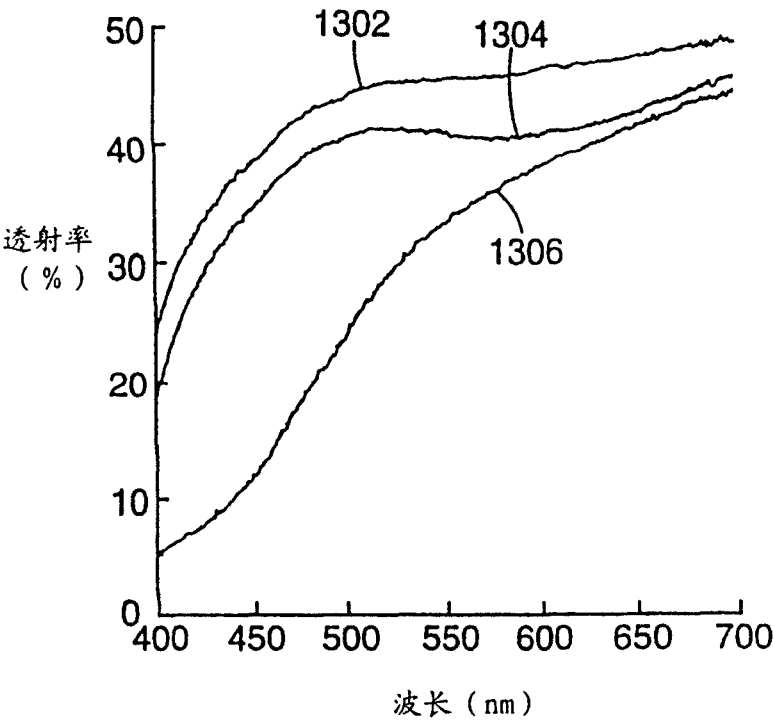


图 13