

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03B 21/60 (2006.01)

G03B 21/62 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00819475.0

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100388122C

[22] 申请日 2000.9.5 [21] 申请号 00819475.0

[30] 优先权

[32] 2000. 4. 26 [33] US [31] 09/560,267

[86] 国际申请 PCT/US2000/024154 2000.9.5

[87] 国际公布 WO2001/081996 英 2001.11.1

[85] 进入国家阶段日期 2002.10.28

[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 A·佩波尔 T·格里林

R·莫斯莱弗扎德耶 P·托马斯

[56] 参考文献

US5563783A 1996.10.8

US3902787A 1975.9.2

US5760955A 1998.6.2

CN1151215A 1997.6.4

审查员 裴素英

[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

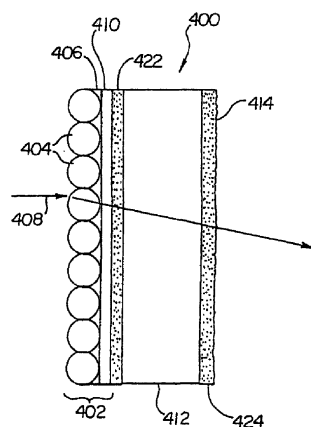
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 12 页

[54] 发明名称

减弱了亮斑的背投影屏

[57] 摘要

一种背投影屏幕具有一个或多个用于减弱观察者所察觉亮斑的内层。屏幕组件(124)具有光源侧和观察侧。该组件包括一个使来自光源侧的光散布通过屏幕的屏幕层和一个置于屏幕组件(124)观察侧上以减弱周边闪耀的无光泽表面。第一亮斑反差减弱层置于屏幕层和无光泽表面之间，以减弱在无光泽表面上形成的亮斑。



1. 一种具有光源侧和观察侧的屏幕组件，其特征在于，它包含：
一个屏幕层，它将来自光源一侧的光散布通过屏幕；
一个无光泽表面，它被置于屏幕组件的观察侧，用来减弱周边闪耀；以及
一个第一亮斑反差减弱层，它被置于屏幕层和无光泽表面之间，用来减弱在无光泽表面上形成的亮斑。
2. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，屏幕层是成像的、散布光的元件。
3. 如权利要求 2 所述的屏幕组件，其特征在于，成像的、散布光的元件包含一个双凸透镜层。
4. 如权利要求 2 所述的屏幕组件，其特征在于，成像的、散布光的元件包含一个粒状屏幕。
5. 如权利要求 2 所述的屏幕组件，其特征在于，成像的、散布光的元件包含一层小透镜的二维排布。
6. 如权利要求 2 所述的屏幕组件，其特征在于，第一亮斑反差减弱层离成像的、散布光的元件的距离大于成像的、散布光的元件跟它的像平面的间距。
7. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，屏幕层是一个散装漫射元件。
8. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，第一亮斑反差减弱层是一个散装漫射体层。
9. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，还包括一个第二亮斑反差减弱层，它设置在屏幕层和无光泽面之间。
10. 如权利要求 9 所述的屏幕组件，其特征在于，无光泽面在第二亮斑反差减弱层的表面上形成。
11. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，还包括一个屏幕基底层，它设置在屏幕层和无光泽面之间。
12. 如权利要求 11 所述的屏幕组件，其特征在于，第一亮斑反差减弱层包含屏幕基底层。
13. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，第一亮斑反差减弱层

包含一个胶粘层，散射粒子置于胶粘层内。

14. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，该屏幕组件的亮斑反差值小于 10%。

15. 如权利要求 1 所述的屏幕组件，其特征在于，该屏幕组件的亮斑反差值小于 6%。

16. 一种具有光输入侧和观察侧的屏幕组件，其特征在于，它包括：
屏幕散布装置，用于散布从屏幕组件的光输入侧传来的光；
闪耀减弱装置，它置于屏幕组件的输出侧，用于减弱屏幕组件输出侧的周边闪耀；以及

第一亮斑减弱装置，置于屏幕散布装置和闪耀减弱装置之间，用来减弱闪耀减弱装置处形成的亮斑。

17. 如权利要求 16 所述的屏幕组件，其特征在于，还包括一个第二亮斑减弱装置，它设置在屏幕散布装置和闪耀减弱装置之间。

18. 一种投影系统，其特征在于，它包含：
一个投影屏幕组件，具有一输入侧和一输出侧，该投影屏幕组件包含使来自输入侧的光散布通过屏幕组件的屏幕层，在其输出侧的一个无光泽表面，和置于屏幕层和无光泽面之间用于减弱无光泽面上的亮斑的亮斑反差减弱层，以及
一个光像源，它将光像投射到屏幕组件的输入侧。

19. 如权利要求 18 所述的系统，其特征在于，还包括一个耦合到像光源的控制器，以便控制投射到屏幕组件上的光像。

20. 如权利要求 18 所述的系统，其特征在于，投影屏幕组件还包括一个第二亮斑减弱层，它置于屏幕层和无光泽面之间。

21. 如权利要求 18 所述的系统，其特征在于，在每毫米 1.12 个线对时测得的屏幕组件的亮斑反差小于约 6%，调制深度至少约 50%。

22. 如权利要求 18 所述的系统，其特征在于，在每毫米 1.12 个线对时测得的屏幕组件的亮斑反差小于约 5%，调制深度至少约 70%。

23. 一种具有光源侧和观察侧的屏幕组件，其特征在于，它包含：
一个成像屏幕层，用于使来自光源侧的光散布通过屏幕；
一个无光泽表面，置于屏幕组件的观察侧上，以减弱周边闪耀；以及
一个第一相干减弱层，它置于屏幕层和无光泽表面之间，用来减弱通过屏幕层、到达无光泽表面的光的相干性。

24. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，第一相干减弱层是一个漫射层。

25. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，成像屏幕层包含一个双凸透镜层。

26. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，成像屏幕层包含一个粒状屏幕。

27. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，第一相干减弱层离成像屏幕层的距离大于成像屏幕层跟成像屏幕层的像平面之间的距离。

28. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，还包括一个第二相干减弱层，它置于屏幕层和无光泽面之间。

29. 如权利要求 28 所述的屏幕组件，其特征在于，无光泽面在第二相干减弱层的表面上形成。

30. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，还包括一个屏幕基层层，它置于屏幕层和无光泽面之间。

31. 如权利要求 30 所述的屏幕组件，其特征在于，第一相干减弱层包含一个屏幕基层层。

32. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，第一相干减弱层包含一个胶粘层，散射粒子置于胶粘层内，以便减弱通过胶粘层的光的相干性。

33. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，屏幕组件的亮斑反差值小于 10%。

34. 如权利要求 23 所述的屏幕组件，其特征在于，屏幕组件的亮斑反差值小于 5%。

减弱了亮斑的背投影屏

发明领域

本发明是关于背投影屏，特别是关于一种减弱了亮斑的背投影屏。

背景

背投影屏越来越多地用于各种投影显示，例如电视、计算机监视器，以及别种显示用途。背投影屏的主要光学性能包括光增益、视角、反差和分辨率。还很重要是背投影屏应没有光学缺陷，如莫尔条纹、颜色和亮斑缺陷。当屏幕的一部分传出的光与它相邻部分的屏幕传出的光相干时就可能发生亮斑缺陷。屏幕上相邻部分发出的相干光在传播时相遇而干涉。观察者的眼睛集成整个屏幕上这类干涉，就好象看到屏幕上一系列亮点，我们称之为亮斑，它们降低了屏上投出的像的可视质量。

对亮斑的一种量度为亮斑反差，它的定义为像素亮度的标准偏差相对平均像素亮度。如果屏幕的亮斑反差超出一定程度，看到的像中的亮斑会明显分散观察者的注意力。因此，很重要是须将亮斑反差减弱到观察者能接受的程度，同时还要保持屏幕别的性能不降低。

对屏幕设计追求改进其一方面或几方面特性时，往往发现其别的性能有所减弱，或是整个屏幕组件的成本上升，或它变得复杂化。例如，在其中加进一个元件以减弱屏幕的闪耀，相反会影响它的别的性能，例如其增益、分辨率或亮斑。从理想说，用来减弱亮斑的任何措施应当尽可能少影响屏幕的别的性能。

于是就有了这种需求，设法减弱背投影屏的亮斑，同时还须维持屏幕别的重要性能，以及不明显增加屏幕组件的总体成本或复杂性。

发明内容

一般来说，本发明是关于一种背投影屏幕，它具有一个或几个内层，可减弱观察者看到的亮斑。本发明实施特例之一是一种屏幕组件，它具有一光源侧，和观察侧面。这种组件包括一个屏幕层和一个无光泽表面，屏幕层散

布来自光源侧的经过屏幕层的光，无光泽表面放在屏幕组件的观察侧，用以减弱周边闪耀。在屏幕层和无光泽表面之间装置了一个第一亮斑反差减弱层，以便减弱在无光泽表面形成的亮斑。

本发明另一种实施特例是一种屏幕组件，它有光输入的一侧和观察的另一侧。这种屏幕组件包括将从其光输入的一侧传来的光加以散布的屏幕散布装置，以及对其输出一侧发生的周边闪耀进行抑制的闪耀减弱手段。为了减弱在闪耀减弱装置这后一部分形成的亮斑，在屏幕散布装置与闪耀减弱装置这两部分之间插入了第一亮斑减弱手段。

本发明另一种实施特例是一种投影系统，包括一个投影屏组件，它有输入一侧和输出一侧。该投影屏组件包括：将从其输入一侧传过来的光散布到后面的屏幕层，后面输出一侧的无光泽表面，以及一个亮斑反差减弱层，它夹在屏幕层和和无光泽表面间，用来减弱无光泽面上的亮斑。用一个光像源将光像投射到屏幕组件的输入一侧。

本发明另一种实施例是一种屏幕组件，它有面对光源的一侧和面对观察的另一侧。该屏幕组件包括将从其光源一侧传过来的光散布成像的屏幕层，以及组件面对观察一侧的无光泽表面，用来减弱周边闪耀。为了减弱经过屏幕层散布到无光泽背面的光的相干性，将一个第一相干减弱层夹进屏幕层和无光泽背面之间。

对本发明的以上总结并未想全都描述所解说的本发明的每一个实施案例或所有的执行情况。后面的图和详细描述会示范说明这些实施案例。

附图概述

从后文对本发明的各种实施案例的详细描述，配合相应的各图示，才能更全面理解本发明。对各图简单介绍如下：

图 1 显示一个背投影系统；

图 2A 显示一种线状图案，用来测量屏幕分辨率；

图 2B 显示用来确定屏幕分辨率的强度测定的典型结果；

图 3 显示一个屏幕组件；

图 4 显示按照本发明的屏幕组件的一个实施方案；

图 5 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；

图 6 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；

- 图 7 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；
- 图 8 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；
- 图 9 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；
- 图 10 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；
- 图 11 显示亮斑反差跟散装漫射体中粒子的装载的关系曲线；
- 图 12A 和图 12B 显示在不同程度的粒子装载的各散装漫射体情况下，亮斑反差跟峰值增益的关系曲线；
- 图 13 显示按照本发明的屏幕组件的另一个实施方案；
- 图 14 概要显示例 1 的屏幕组件的构成；
- 图 15A 和图 15B 分别显示例 1 情况下，亮斑反差和分辨率跟漫射体类型的关系曲线；
- 图 16 概要显示例 2 的屏幕组件的构成；
- 图 17A 和图 17B 分别显示例 2 情况下，亮斑反差和分辨率跟漫射层厚度的关系曲线；
- 图 18A 和图 18B 分别显示例 3 的屏幕组件的构成二例；
- 图 19A 和图 19B 分别显示例 3 情况下，亮斑反差和分辨率跟漫射层厚度的关系曲线；
- 图 20 概要显示例 4 的屏幕组件的构成；
- 图 21 显示对例 4 的各样品，亮斑反差跟调制深度的关系曲线；
- 图 22 概要显示用来测量亮斑反差的实验系统；以及
- 图 23A 和图 23B 分别显示对两个亮斑反差标准测得的亮斑反差结果。

本发明负责各种修改方案和替代形式，对这些方案、形式的特殊之点，在图示和后面的详述中举例说明了。然而应指出，目的并非将本发明局限于所述的实施特例。相反地，如在后附的权利要求书所确定的，目的是将本发明具体范围内以及依据本发明的精神的所有修改、等价、替代方案或形式全都包含在内。

详细说明

本发明适用于背透影屏幕，而且认为特别能减弱用户观察到的像上的亮斑。本发明优点之一，在于减弱了屏幕组件的各种元件的那些光学性能间的相互依赖，从而允许选用薄膜的特性得以优化，并不至于反倒影响别的特性。

本发明一般来说可用于一些不同种类的屏幕组件，尤其是适合于背投影系统所用的屏幕组件。特殊来说，本发明具备的优点在于能够减弱观察者看到的像上的亮斑。

参见图 1 所描述的背投影显示器 100。该显示器 100 包括了一个投像器 102 可把像投射到屏幕组件 124 的背面。像经过屏幕组件 124 的传递，使得位于 124 前面某点处的观察者可看到投射在屏幕组件 124 上的像。

背投影显示器 100 可以是，例如说背透影电视，或者计算机的背投影监视器。投像器 102 可以是，例如说，一个基于液晶显示 (LCD) 的像投影器 102。投像器也可作为别种背投影显示仪器，例如 Hughes-JVC 公司的 ILA[®] 投影技术设备系列，Texas 仪器公司的 DLP[®] 数字光处理投影系统，乃至 Silicon 光机公司的扫描线性光栅光阀门 (scanned linear Grating Light Valve[®]) 系列。

背投影显示器 100 大小可不同，从较小的数据监视器，到大屏幕电视以及影视墙。投影显示器 100 还可在其机箱内采用来回折叠式的像投影光路，具名“像的投影”的欧洲专利申请 EP783133 号描述了各种这样的投影系统，其内容通过引用被加入这里。从以下说明可了解到，这些系统采用下述各种屏幕组件会有特别的好处。

在图 1 中还可看到，投像器 102 产生的像光 110 和 112 射向屏幕组件 124。为了控制观察者看到的像，屏幕组件 124 典型地含有不同的几层，包括一个或几个散布层 134，及用作支撑的硬板 136。散布层 134 也称为屏幕，它将射来经过屏幕上特定点的光散布成一个锥角，使得在屏幕组件后远端观察者能够探测到来自该特定点的像光。实际上典型地，散布层 134 把射过屏幕组件 124 上所有各点的光线都加散布，使得后面观察者能看到投像器 102 投射到屏幕组件 124 上的整个像。

轴上光线 112 被散布层 134 散布而产生视角 2θ 。从投像器 102 来的离轴光线 110 照在屏幕组件 124 的边上，与轴上光线 112 分开的夹角为 α 。离轴光线 110 经过散布层时被散布成锥角 $\pm\theta'$ ，它围绕的光线 111 与屏幕法线成 α 角。应该说 θ' 未必等于 θ ，因为从光散布层 134 分配到这束的光量取决于来自像光源 102 的光线的入射角。可以用一 Fresnel 透镜 (图中未画出) 放在屏幕组件 124 的输入的这面，以便准直入射到散布层 134 上的光，或者至少减少它的发散程度。

控制器 150 耦合到像光源 102 以控制像光源 102 投出的光像。例如，如

果背投影显示器 100 用于一台电视机，控制器可包括接收电视信号以及产生像控信号的控制电子线路，以控制被显示的像。在背投影显示器用作计算机监视器的情况，控制器可包括计算机本身。

以下对屏幕组件各种特性以及它们的互相依赖性作更详细描述。一个重要特性是其增益。增益表示屏幕组件的亮度跟其视角的函数关系。刻度校准的典型办法是采用 Lambertian 反射器，对所有角度的理想 Lambertian 标准的增益定为 1。峰值增益对应于某角度处的最高增益。举例来说，当从屏后以法线入射照亮屏幕时，对于用散装漫射体做成的屏幕所传递的光，其峰值增益典型地出现在垂直于屏幕表面的角度。

另一重要特性为视角。这里讲的视角是指增益降到峰值一半处的出射角。在许多情况下，视角对应于传出的像的强度跌落到沿垂直于屏面方向传出的光强一半处的出射角。

背投影系统的特殊应用决定了所需要的视角。典型的有利原则是尽可能多把光从屏幕导向观察者最可能所处的区域。例如，投影显示器是一个数据监视器，观察者的典型位置在显示器屏幕的中线上一到三英尺范围内。背投影屏另一应用是家庭电视机，这里一般希望把像从屏幕投射到一个大的水平视角，因为通常几个看客并不直接坐在电视机屏幕跟前。另一方面，少有观察者会从明显高于或低于屏幕的位置看电视屏，所以通常希望减小电视屏传递图像的垂直张角。已提出各种方案使屏幕传递的光优先散布到水平方向，包括采用（双凸）透镜阵列，或者采用二维排列的透镜组，如在美国专利应用系列 09/335,995 号所描述的，这里参考了其中内容。

另一重要特性是反差。一般来说，反差是被投影的白像的照度跟被投影的黑像的照度之比。这样，反差的数值依赖于光源和成像光学。增大屏幕亮度，并且使投影的黑像更黑，反差比值就趋于增大。反差可用系统的动态范围来量度。在没有周边光的条件下，动态范围是反差比的量度。

在周边光存在时使用投影显示器，一些周边光会被屏幕组件反射。典型地这种反射光既含有镜面反射成分，也含有漫反射成分，而且趋向于使反差减小。于是，如果屏幕组件用于存在周边光的环境，反差比也依赖于屏幕组件防止周边光的反射的能力。所以，周边反射的量提供了对屏幕工作性能的另一有用的量度。要减小周边光的镜面反射，通常可在屏幕组件的输出表面涂上抗反射（AR）涂层，或采用无光泽表层，或者把两种办法结合应用。

然而，AR 涂层典型地带宽有限，只对有限入射角有效，生产成本也贵。因此，为了减弱周边闪耀光，采用无光泽的屏幕表面常常是比 AR 涂层法更优先的选择。

当后背投影显示器用到需要高分辨率的各种应用时，例如在高清晰度电视中，它的另一重要特性，分辨率，变得越来越重要。屏幕组件能达到的分辨率，一般来说被定义为，对于投射到屏幕组件上的像里，能被区别的最精细的细节的量度。测量分辨率的一种方法可这样做，将一系列明暗线条相间排列，让相邻两条的间隔逐步减小，把这个图像投影到屏幕上，以便探知屏幕组件能够分辨的、图像中每毫米宽度中的线条数目的极限。采用这种方法可将分辨率这个特性定量表示为，在不同空间频率上水平的或者垂直的线条的分辨能力。

这里对分辨率的量化是按图 2A 和图 2B 描绘的方式测定屏幕的调制深度 (MD)。图 2A 中具有指定空间频率的、相间重复的亮线条 205 与暗线条 207 构成图案 201，将这个图案的像经屏幕传递来测定其调制深度。具体做法是沿着与图上线条正交的 203 线的方向扫描图案 201。扫描测量光强跟沿扫描线 203 的不同位置的函数关系，该测量的结果被画成图 2B 的表示光强作为沿扫描线 203 的位置的函数曲线。

扫描强度可用于计算一个“字符间反差” (ICC) 值。ICC 为按下式求得的强度比值：

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

其中 $I_{\max}$ 为扫描强度最大值 211，而 $I_{\min}$ 则为扫描强度最小值 213，如图 2B 所示。

于是可从 ICC 按下式求得屏幕的调制深度 MD：

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

这其实是一个归一化值。可以理解，任何被测元件的调制深度值都在 0 和 1 之间，1 表示完全分辨的情况，而 0 则表示不能分辨的像。一般可理解若 ICC 值越高，导致调制深度越大。

对屏幕组件的工作性能的确定，以及对屏幕和其它屏幕元件的不同组合的性能的相对比较，调制深度提供了特别有用的量度。在周边光闪耀水平高情况， $I_{\max}$ 和 $I_{\min}$ 典型地都被加上同一偏置值。因此 ICC 被减小，从而降低了调制深度。因此，减弱周边光反射，不仅对于保持高反差是重要的，而且

对于保持高分辨率也是重要的。

另一重要的屏幕特性是，当屏幕组件复制图像时，具有最小颜色和亮斑效应的能力。某些屏幕组件，会让屏幕上的颜色看起来好像是具有不同颜色的像素般斑点的随机图案。这类颜色失真典型地来自依赖波长的效应，例如散射，它使不同波长的光散射到不同方向，或者有不同的散射效率。依赖波长效应的结果使同一束光中的不同颜色成份分开了，观察者就可看到这种色散失真。对采用散装漫反射体做屏幕的屏幕组件，可增加散装漫射体的厚度，直到观察者不再分辨得出任何上述的色散，来减轻颜色失真。在散装漫射体屏中，调节漫射粒子的装载，就可提供所需的增益和视角。

亮斑可参见图 3 来说明，其中画了一个背投影屏幕组件 300。屏幕组件 300 有一个散布层 302，或称为屏幕层，它将光散布到具有某视角的可视锥角中。散布层 302 可以是一个散装漫射体层，也可是一个折射散布层，诸如凹凸透镜薄膜、粒状透镜薄膜、或一个小透镜(lenslet)阵列薄膜。散布层 302 可支撑在基底 312 上。基底 312 的输出表面可以是无光泽面 314，以减少闪耀。

亮斑来自入射到散布层 302 的光线 308 的空间相干。光线经过散布层 302 后，通过屏上 304 区的光线发散并与通过屏上另一 306 区的光线在空间重叠。当通过相邻区域 304 和 306 的光线为互相相干时，就会在它们重叠体积内形成干涉花样。后续漫射表面，例如无光泽面 314，就成了显示这种干涉图案的屏幕。建设性干涉点表现更亮，相消性干涉点表现更暗，就造成观察者看到的亮斑。举例来说，二光线 316 和 318 经屏上相邻区 304 和 306 后相交在无光泽面 314 的 320 区，如果光线 316 和 318 互相相干，则在 320 区会发生干涉，并产生亮斑。

亮斑也来自采用其它类型屏幕层，包括散装漫射体以及透镜式散布层。典型的定量处理亮斑的办法是计算亮斑反差，它的定义为整个屏幕测得的亮度的标准偏差，除以屏幕亮度的平均值。于是，若给定屏幕亮度偏差的绝对测量值，当屏幕亮度平均值较低时，就会得到较高的亮斑反差数。

对显示屏来说，亮斑问题在增加。高级的光投射装置逐渐变小，例如用作投影的液晶显示单元变得越来越小，以便增大光源发出的光的通过量。已知有限孔径的投影透镜发出的光是部分相干的，其相干长度依赖于透镜直径。如果其它条件相同，透镜直径越小，相干长度越长。所以，在高级显示器里到达屏幕的光的相干长度也就比较长，于是亮斑出现增多。

可在散布层后到光的相干长度这段位置放置漫反射层以减弱亮斑效应，如下述的实施方案中所示。图 4 显示了本发明的实施特例之一。其中的背投影屏幕组件 400 包含了一个屏幕层 402。在此实例中屏幕层 402 包括了一层透明的粒子 404，它们镶嵌在吸收层 406 上，例如在美国专利 2,378,252 号、美国专利应用系列 09/192,118 号中都有披露，二者都引为参考。典型办法是让这些粒子 404 紧靠或接近紧靠在透明的结合层 410 上。

从投像器来的光线 408 经粒子 404 的折射进入结合层 410，要么未经吸收材料 406，要么只穿过薄薄的一层吸收材料 406。那些穿过较厚吸收材料的光线已被吸收掉，没能传进结合层 410。进入结合层 410 的光被传到较厚的支撑基底 412 内，其材料可以是一张玻璃、聚丙烯、聚碳酸脂或别的合适的物质。散布层 402 包括粒子层 404、吸收层 406 和明晰的结合层 410。典型办法是将散布层 402 层迭在支撑基底层 412 上，也可用一胶粘层附到 412 上。粒子 404 的光输入面可以镀一层抗反射薄膜以便减少反射损失。

支撑基底 412 的输出面可有一无光泽表面 414 以减少周边闪耀。无光泽面 414 对通过它的光赋予的漫射的程度，理想地只需刚够将闪耀减轻到可接受的程度。漫射水平高了引起分辨率和反差不必要的损失，也不带来任何别的好处。无光泽面 414 可用压制浮雕的办法或者镀膜的方法来形成。

第一漫射层 422 并列装置在屏幕层 402 后。第一漫射层 422 可为一个散装漫射体层。第一漫射层 422 还可为一层光学粘胶。散装漫射层 422 可用层迭、镀膜、挤压成型或者别的适当工艺加在散布层 402 后。像三明治方式将第一漫射层 422 夹在散布层 402 和基底 412 之间。

还可用一个第二漫射层 424 加到基底 412 的观察的一面，这时无光泽面 414 就置于第二漫射层 424 的观察面。不加第二漫射层 424，无光泽面 414 可置于基底 412 的观察面。

第一、第二漫射层 422 和 424 减弱了无光泽面 414 上产生的亮斑。第一、第二漫射层 422 和 424 漫射的数量的控制方法，可通过调节漫射层 422 和 424 中漫射粒子的装载，改变漫射层 422 和 424 的厚度，以及调节漫射层 422 和 424 跟散布层 402 的间距来选择。用此法将亮斑减弱到可接受的程度，同时将分辨率、增益和反差基本上维持在较好水平。屏幕组件 400 也有不具备漫射层 422 和 424 之一的。

在图 4 所示实施特例那些粒子 404 都有同样直径。这种情况的粒状屏幕

称为单一散布的。实际粒状屏幕可用直径不完全相同的粒子来做，就称为非单一散布的。可以理解单一散布粒状屏的亮斑效应大于非单一散布粒状屏，因为非单一散布粒子的聚焦长度都不同。

也可在屏幕层前面就加一漫射层来减小相干长度，并减弱亮斑。然而这样一来导致增益和光的通过量下降，特别在散布屏接收角有限制时。例如在粒状屏幕情况，漫射光会以一种角度进入粒子并被折射到吸收层 406 的较厚部分从而消失。在散布层前面放置漫射层还会使分辨率下降。例如，在没有前置漫射层时可能进入粒子 304 的光，在有了前置漫射层后却会漫射入另一粒子 304。

本发明另一实施特例示于图 5。屏幕组件 500 包含屏幕层 502 和结合一起的第一漫射层 522。第一漫射层 522 跟屏幕层 502 的结合可用层迭、镀膜、挤压成形或者别的适当办法。

第二漫射层 524 的一面附在第一基底层 512 后，另一面附加第二基底层 526。第一和第二基底层 512 和 526 可用透明的支撑材料。第二基底层 526 的观察面 528 可为无光泽表面 514 以减低周边闪耀。第一和第二基底层 512 和 526，以及第二漫射层 524，可先分别制成、然后层迭或胶粘起来，也可通过逐层镀膜的办法形成，还可用挤压成形来一齐形成。无光泽面 514 可用浮雕或镀膜办法做在第二基底层 526 的观察面 528 上。

第一漫射层 522 可层迭、胶粘或镀膜在第一基底层 512 上，反之亦可，或者与第一基底层 512 一齐挤压成形。

在这个实例中的屏幕层 502 后有三个漫射区，即第一和第二漫射层 522 和 524 以及无光泽表面 514。第一和第二漫射层 522 和 524 减弱了产生在无光泽面 514 上的亮斑。

本发明另一实施特例示于图 6。屏幕组件 600 包含屏幕层 602 和与它结合的第一基底层 612。屏幕层 602 与第一基底层 612 可层迭在一起，或者中间用胶粘层 622 结合起来。胶粘层 622 可用光学粘胶或别的粘合剂。胶粘层 622 也不必是一个漫射层。

第一漫射层 624 的一面附着第一基底层 612。第一漫射层的另一面可附着第二基底层 626。第一和第二基底层 612 和 626 可用透明的支撑材料。第二基底层 626 的观察面 628 可包括一无光泽表面 614 以减低周边闪耀。第一和第二基底层 612 和 626，以及第一漫射层 624，可先分别制成、然后层迭或

胶粘起来，也可通过逐层镀膜的办法形成，还可用挤压成形来一齐形成。无光泽面 614 可用浮雕或镀膜办法做在第二基层 626 的观察面 628 上。

本实例中，散布层 602 后面有两个漫射区，即第一漫射层 624 和无光泽面 614。第一漫射层 624 减弱了无光泽面 614 上形成的亮斑。二基层 612 和 626 中任何一个可省略。如果省略第二基层 626，无光泽面 614 可做在漫射层的观察面。

本发明另一实施特例示于图 7。屏幕组件 700 包含屏幕层 702 和与它结合的第一基层 712。屏幕层 702 与第一基层 712 可层迭在一起，或者中间用胶粘层 722 结合起来。胶粘层 722 可用光学胶粘或别的粘合剂。胶粘层 722 也不必是一个漫射层。

第一漫射层 724 的一面附着第一基层 712，另一面附着第二基层 726。第一和第二基层 712 和 726 可用透明的支撑材料。将第二漫射层 730 附加到第二基层 726 的观察面。第二漫射层 730 的观察面 728 可为无光泽表面 714，以减低周边闪耀。第一和第二基层 712 和 726，以及第一和第二漫射层 724 和 730，可先分别制成、然后层迭或胶粘起来，也可通过逐层镀膜的办法形成，还可用挤压成形来一齐形成。无光泽面 714 可用浮雕或镀膜办法做在第二漫射层 726 的观察面 728 上。

本实例中，散布层 702 后面有三个漫射区，即第一和第二漫射层 724 和 730、以及无光泽面 714。第一和第二漫射层 724 和 730 减弱了无光泽面 714 上形成的亮斑。

本发明另一实施特例示于图 8。屏幕组件 800 包含屏幕层 802 和与它结合的第一基层 812。屏幕层 802 与第一基层 812 可层迭在一起，或者中间用胶粘层 822 结合起来。胶粘层 822 可用光学胶粘或别的粘合剂。胶粘层 822 也不必是一个漫射层。

第一基层 812 也是一个漫射层，在其整个容积中放置了许多散射粒子 824，这类散射粒子 824 的折射率不同于基层 812 的整体。基层 812 的观察面 828 可为无光泽表面 814，以减低周边闪耀。

本实例中，散布层 802 后面有两个漫射区，即基层 812 和无光泽面 814。基层 812 减弱了无光泽面 814 上形成的亮斑。

不同类型的屏幕层可用在本发明中。上面图示的粒状屏幕层是一种成像屏幕层，因为通过一个粒子的光形成一个像，在此情况是一个实像。别种成

像屏幕层采用别的成像散布元件，可用的包括有复盖的粒状屏幕层、双凸透镜屏幕层、小透镜阵列屏幕层。

如果把漫反射层置于靠近光线通过的散布元件，例如粒子、透镜或小透镜，的后面的焦点处，用漫反射层减弱亮斑的效果可能削弱。此外，如果光散布元件的聚焦长度较短，就难于将漫射层置于屏幕层跟光的焦点之间。因此较有利的办法，是将减弱亮斑的漫反射层放置在离开成像屏幕层的距离大于成像屏幕层跟像表面的距离。图像表面是一个表面，它包含了散布层的成像元件所形成的像。

本发明另一实施特例示于图 9，其中显示的屏幕组件 900 类似图 4 所示实例，除了用不同的屏幕层。本实施例中，屏幕层 902 与第一漫射层 422、基层 412、以及第二漫射层 424 相结合。第二漫射层 424 的外表面是无光泽面 414。屏幕层 902 包含的某种排列的透明粒子 904 镶嵌在吸收层 906 内。这些粒子 904 紧贴或接近紧贴在透明的结合层 908 上。折射层 910 复盖在屏幕组件 900 面对光源侧面上的粒子 904 上，来控制这些粒子的光学性能，例如在美国专利 5,563,738 号和在美专利应用系列 09/192,118 所作描述。这种加复盖的粒状屏幕层 902 可用到前述本发明的所有实施案例。本实施方案中的第一和第二漫射层 402 和 424 减弱无光泽面 914 上产生的亮斑。

另一实施方案示于图 10，显示的屏幕组件 1000 类似于图 4 所示的方案，只有屏幕层不同。本方案屏幕层 1002 用双凸透镜排列，与后面的第一漫射层 422、支撑基层 412 及第二漫射层 424 相结合。第二漫射层 424 的观察面可用一无光泽面 414 来减弱周边闪耀。第一和第二漫射层 422 和 424 减弱无光泽面 414 处形成的亮斑。

屏幕层还可为任何别种能将光散布到水平和垂直方向的散布层。例如散布层 1002 可为小透镜的二维阵列，如在美国专利应用系列 09/335,995 号所描述，此处引为参考。不同类型的屏幕层可用在此处所述各方案的别种屏幕组件中。

屏幕形成的像平面越薄，对减弱亮斑的漫射层的需求就增加。例如图 4 所示粒状屏幕层，像平面是通过各个粒子的光的焦点形成的平面。上面披露的别种屏幕都各有自己相应的像平面。采用折射面来散布像光的屏幕，如粒状屏幕层和双凸透镜屏幕层，它们的像平面倾向于较薄，这类屏幕倾向于需要采用亮斑减弱层，以便将亮斑减弱到能接受的水平。

用散装漫射体材料构成的屏幕，用配置在连续矩阵内的散射粒子构成的屏幕也会引起亮斑。因此，散装漫射体屏幕也受益于外加亮斑减弱层。

散装漫射体的像平面被认为是漫射体的厚度。因此，具有特定厚度的散装漫射体产生的亮斑少于较薄的散装漫射体屏，后者由于装载了较多粒子而产生相同的光学增益和视角。亮斑的减弱可通过增大散射中心的间隔，它们可在一屏幕内，或者作为光路级联序列的一部分。

视角和峰值增益给定后，为减弱亮斑可通过减少粒子的装载，即减少由散射粒子构成的散装漫射体的份额。为维持恒定的峰值增益和视角，在粒子装载减少时，需增加漫射体的厚度。举例说，对使聚丙烯矩阵架的散装漫射体采用不同的粒子装载，以得到 50° 的视角。采用的粒子是聚苯乙烯和聚甲基醋酸乙烯酯的混合物（PMMA）颗粒，平均直径 5 微米，折射率 1.54。矩阵的折射率为 1.475。图 11 为各样品测得的亮斑反差跟粒子装载的函数关系曲线。减少粒子装载就会减弱亮斑反差。于是，当视角和增益保持不变，薄膜厚度增加使得亮斑反差下降。亮斑反差的测量采用下述技术。

亮斑反差跟漫射体厚度的依赖关系在图 12A 和图 12B 有进一步描述。图 12A 的曲线画出，对三种不同的粒子装载情况，5%、7.5%和 10%，亮斑反差跟峰值增益的关系。应该了解，当散装漫射体屏幕厚度增加时，它的峰值增益是下降的。而且，当粒子装载固定，屏厚增加，视角也增大。曲线显示亮斑反差与峰值增益同时下降。于是，当膜厚和视角增大，亮斑反差会下降。图 12B 对另一组粒子装载条件，15%、25%和 40%，画出的曲线相似。

尽管可调节粒子装载和散装漫射体屏厚来将亮斑减弱到一定程度，这种办法对某些情况仍是不够的，例如有些屏幕组件要求亮斑反差很低，这种场合散装漫射体组件最好另加一个亮斑减弱层。图 13 显示了这种屏幕组件 1300 的一种实施例子。屏幕组件 1300 包含一个散装漫射体屏 1302 附在基底层 1312 的一面。减弱亮斑的漫射体层 1324 附在基底层 1312 的另一面。可用层迭、胶粘、一齐挤压成形或别的适当方法把上述各层附和到一起。在减弱亮斑的漫射体层 1324 的输出面有一无光泽面 1314 来减弱周边闪耀。

可以理解，屏幕层和它后面的不同安排的漫射区有许多组合方式可用。

例子

这里举出本发明几个例子，它们经过测试的结果总结如下。采用了上述技术测量了增益、视角和调制深度。下面介绍测量亮斑反差的方法。

例 1

图 14 显示屏幕组件 1400 的构成。散布层 1402 由许多玻璃粒 1404 的分布形成，它们的直径平均约为 60 微米，都镶嵌在吸收层 1406 中，后者附在结合层 1408 上。结合层 1408 附到 3 毫米厚的挤压成的聚丙烯基底层 1410 上，后者用 CYRO 公司出产的 Acrylite DF 系列丙烯酸化合物漫射材料和 Acrylite H-10（明晰）材料以不同配比混合压制而成。基底 1410 的输出面 1412 采用浮雕法制成一无光泽面 1414。

对浓度不同的 8 个漫射材料样品做了测量。样品 1 的基底 1414 含有 10% DF21 漫射丙烯酸和 90%明晰丙烯酸。样品 2-6 采用的这两种材料的配比各不相同。样品 7 采用 100% DF22 漫射丙烯酸，样品 8 采用 100% DF23 漫射丙烯酸材料。制成的基底的漫射度从样品 1 到 8 逐步增加。

对 8 个样品特性测量结果列在表 I。DF Conc. 和 H-10 Conc. 分别表示构成基底 1410 的 DF 和 H-10 两种材料的浓度。PG 是上面定义的峰值增益。 ΔPG 是由于引进漫射基底 1410 造成峰值增益的下降。VA 是视角以“度”为单位。SC 是亮斑反差的百分数，其测量技术见后。MD 是调制深度，在每毫米 1.12 和 1.59 线对数两种条件下分别作的测量。

表 I 例 1 的屏幕特性测量结果

	DF Conc.	H-10 Conc.	PG	ΔPG	VA	SC	MD 1.12	MD 1.59
1	10% DF 21	90%	1.03	1.9%	34.5°	10.00%	0.90	0.76
2	30% DF 21	70%	1.00	4.8%	35.4°	8.00%	0.86	0.68
3	50% DF 21	50%	0.96	8.6%	36.1°	5.75%	0.78	0.62
4	70% DF 21	30%	0.96	8.6%	37.0°	5.50%	0.75	0.58
5	90% DF 21	10%	0.94	10.5%	36.6°	4.00%	0.70	0.45
6	100% DF 21	0%	0.90	14.2%	36.2°	3.75%	0.65	0.30
7	100% DF 22	0%	0.80	23.5%	32.7°	2.75%	0.30	0.10
8	100% DF 23	0%	0.64	38.7%	35.5°	2.00%	0.10	0.03

测得的亮斑反差 SC 跟 DF 浓度关系画在图 15A。在每毫米 1.12 线对条件下测得的分辨率跟 DF 浓度关系示于图 15B。增大基底 1410 的漫射度，会降低

亮斑反差和分辨率二者。

加上中等程度漫射度的漫射基底 1410 后, 明显减弱了亮斑反差, 而对峰值增益和视角却没什么影响。例如样品 3 在加了漫射基底后, 峰值增益仅减小约 4 %, 视角也只增加约 1.6°。另方面, 亮斑反差从 10%降到 5.5%。

观察者离开电视机距离至少为屏幕对角线的 2 到 3 倍, 对于观看高清晰度电视的用途, 亮斑反差低于 6%就认为是可接受的。例如 1016 毫米 (40") 对角屏, 一般可假定看者离屏至少 2032 毫米 (80")。另外对电视机屏幕而言, 在每毫米 1.12 线对条件下 50%的调制深度一般也认为可接受了。因此对高清晰度电视这一用途, 样品 3 到 6 展示出可接受的亮斑反差和调制深度的水平。

此外, 一般认为背投影监视屏要求亮斑反差不大于 5%, 在每毫米 1.12 线对条件下调制深度不低于 0.7。样品 5 满足了这些较高的要求。

例 2

屏幕组件 1600 按图 16 构成。散布层 1602 类似例 1 中的散布层 1402。散布层 1602 通过光学粘胶层 1605 附到复合支撑层 1610 上。3 毫米厚的复合支撑层 1610 由 1 毫米厚的第一明晰层 1612、第二明晰层 1616 和像三明治样夹到前二明晰层当中的漫射层 1614 挤压形成, 漫射层 1614 和第二明晰层 1616 加起来厚 2 毫米。漫射层 1614 的成份是重量比 90 wt%的 CYRO Acrylite DF21 丙烯酸化合物漫射材料加上 10 wt%的 CYRO Acrylite H10 明晰丙烯酸混合物。第二明晰层 1616 的输出面 1618 用浮雕压制了一个无光泽的、抗闪耀表面 1620。

对漫射层 1614 制备了 6 个不同厚度的样品。分别测得的各样品的光学性质列于表 II。

表 II 例 2 的屏幕特性测量结果

漫射层 (mm)	第二明晰层 (mm)	PG	ΔPG	VA	SC	MD 1.12	MD 1.59
0.51	1.49	1.02	2.9%	35.2	9.25%	0.95	0.85
0.66	1.34	1.01	3.8%	35.8	8.75%	0.93	0.80
0.84	1.16	1.02	2.9%	35.6	8.50%	0.90	0.75
0.99	1.01	0.99	5.7%	36.1	7.00%	0.85	0.70
1.35	0.65	0.99	5.7%	36.2	6.25%	0.82	0.68
1.65	0.35	0.98	6.7%	36.4	5.50%	0.80	0.60

这些结果表明, 别的条件不变, 增加漫射层 1614 的厚度, 亮斑反差会下降, 另一方面, 随着漫射层变厚调制深度也会下降。并进一步远离屏幕亮斑反差和调制深度随漫射层厚度的变化关系分别画在图 17A 和图 17B 上。

例 3

屏幕组件 1800 和 1830 的构成分别示于图 18A 和图 18B。屏幕组件 1800 用的散布层 1802 类似屏幕组件 1400 所用。散布薄膜 1802 通过漫射胶粘层 1804 附到 3 毫米厚的明晰聚丙烯基底 1806 上。胶粘层 1804 是用丙烯酸基的光学粘合剂内载入 15 wt% 5 微米的聚苯乙烯微粒散布制成。基底 1806 的输出表面 1808 浮雕压上一个无光泽表面 1810。

屏幕组件 1830 类似屏幕组件 1800, 但是在散布薄膜 1802 跟漫射层 1804 之间, 夹入了垫层 1832, 它由一层明晰的丙烯酸 1834 和一层粘胶 1836 合成。垫层 1832 的厚度为 0.2 毫米 (0.008")。

为两种组件 1800 和 1830 制备了漫射层厚度不同的样品。测得屏幕组件 1800 和 1830 的光学特性分别列在表 III 和表 IV 中。

表 III 例 3 的屏幕特性测量结果 (对 1800 组件)

实例	漫射层 (mm)	PG	Δ PG (%)	VA	SC (%)	MD 1.12	MD 2.52
1	0	0.711	0.0	46.6°	11.29	1.00	0.74
2	0.022	0.641	9.85	52.7°	10.76	0.99	0.82
3	0.043	0.559	21.38	58.6°	9.83	0.98	0.75
4	0.065	0.506	28.83	61.8°	5.65	0.97	0.72
5	0.086	0.469	34.04	65.9°	5.47	0.95	0.68
6	0.108	0.431	39.38	66.8°	4.55	0.94	0.64
7	0.130	0.430	39.52	75.1°	3.95	0.92	0.55

表 IV 例 3 的屏幕特性测量结果 (对 1830 组件)

实例	漫射层 (mm)	PG	Δ PG (%)	VA	SC (%)	MD 1.12	MD 2.52
1	0	0.707	0.0	52.3°	11.93	0.98	0.77
2	0.022	0.545	22.91	61.1°	7.33	0.94	0.68
3	0.043	0.544	23.06	59.7°	6.42	0.91	0.59
4	0.065	0.509	28.01	61.5°	4.68	0.90	0.48
5	0.086	0.468	33.80	66.7°	3.46	0.85	0.40
6	0.108	0.445	37.06	69.8°	3.40	0.80	0.31

调制深度和亮斑反差跟漫射层厚度的关系分别画在图 19A 和图 19B 上。所有别的条件相等，当漫射层厚度增加时，调制深度下降。然而，表 III 和表 IV 中所有样品的调制深度都已能满足高清晰度电视和背投影监视器用途的要求。增大漫射层厚度也降低亮斑反差，表 III 和表 IV 中的几个样品显示的亮斑反差性能已可满足上述高清晰度电视和监视器用途所需。然而，这些样品在屏幕增益性能方面明显下降，这就增大了用来照亮屏幕的像光源的功率需求，以得到起码需要的屏幕亮度。

例 4

屏幕组件 2000 的结构示于图 20。它包含的散布层 2002 类似图 14 的散布层 1402。散布层 2002 通过一层光学粘胶 2006，层迭到透明的刚性基底 2004 上。基底 2004 由两层各为 1.9 毫米厚的透明丙烯酸层 2010 和 2012，以及夹在里面的 0.051 毫米厚的漫射层 2008 所组成。第二个透明层 2012 的输出表面浮雕压制成无光泽面 2016。制备了三种不同的漫射体装载，0%、7% 和 13% 的样品，来测量它们的光学特性。测得的结果总结在表 V。

表 V 例 4 的屏幕特性测量结果

	漫射体 装载(%)	PG	Δ PG %	VA	SC %	MD 1.12	MD 1.59
1	0.0	1.05	0.00	36.0	10.50	0.96	0.91
2	7.0	1.02	2.48	36.4	4.25	0.80	0.64
3	13.0	0.99	5.33	36.7	4.00	0.75	0.58

对这些样品的亮斑反差跟调制深度的关系示于图 21，看来调制深度随亮斑反差一同下降。

对前面提到的测量亮斑反差的方法现作一介绍。在图 22 所示概图中，亮

斑反差测量系统 2200 是发表在 SPIE 3013 卷, 49-59 页 (1997) 上的文章当中描述的系统的—个变种, 原文 J. F. Goldenberg, Q. Huang, and J. A. Shimizu: “光阀门投影系统的背投影屏幕”, 此处引为参考。

准直白光源 2202 投出的光经可调光阑 2204 射到样屏 2206, 它置于样品架 2208 上。在屏 2206 另一侧放置照相机 2210 以探测从屏 2206 射来的光。照相机 2210 耦合到计算机 2212, 它配有抓像设备和相应软件获取照相机 2210 探测到的像的数字电子拷贝。

在用来测量各样品的亮斑反差的特殊系统中, 光源 2202 采用 Fostec DCR II 直流控制光源, 并配备了可调光阑。照相机 2210 采用 Kodak Megaplug ES 1.0 电荷耦合器件 (CCD) 型照像机。用了软件 Image Pro Plus 来检索照相机 2210 得到的像。

屏幕 2206 上的像斑大小由可调光阑 2204 的孔径控制。像斑大小和从可调光阑 2204 到屏 2206 的距离取决于待测相干长度。按照上面提到的 Goldenberg 的文章, 相干长度 ρ 跟光阑孔对屏所张角之半 θ' 有以下关系:

$$\rho \approx 0.61 \cdot \lambda_{\text{ave}} / \sin(\theta')$$

其中 λ_{ave} 为用以照亮光阑孔的光的平均波长。对小角度 θ' , $\sin(\theta') \approx a/2d$, 其中 a 为光阑孔直径, d 为光阑孔跟屏的间距。

于是作为检验, 相干长度 68 微米, 照明斑大小选为 4.45 毫米 (0.175"), 光阑 2204 跟屏 2206 的间距约为 457 毫米 (18")。

样屏 2206 置于样品架 2208, 经过屏 2206 的光像被照相机 2210 获得。测得的强度图案的一个特例示于图 19, 其中画出任意单位的强度跟任意的像素数的关系。早先讨论中定义了亮斑反差为强度的标准偏差对平均强度的比值。因为亮斑反差是作为对强度的统计运算来计算的, 这里强度指的是探测器阵列被照亮面积中每个像素所探测到的强度, 而“像素数”术语不必是表征探测阵列某特定行的具体像素数。

用了不同的两个标准参考漫射体来校准此亮斑反差测量系统。第一个标准是 Edmund 科技公司 K45-656 号毛玻璃漫射体, 尺寸为 100mm×100mm×1.625mm。其毛面用 120 号磨料喷射机砂磨打成。用此亮斑反差测量系统测得的亮斑反差数据示于图 23A。所有像素接收到的强度的平均为 150.4, 而标准偏差为 22.5, 得出亮斑反差约为 15%。

第二个标准是来自同一 Edmund 科技公司的 K43-719 号乳白色玻璃漫射

体，尺寸为 100mm×100mm×3.25mm。它有点像毛玻璃漫射体，只是在一面上复盖了一层乳白色“不透明”膜以形成一个 Lambertian 表面。用此亮斑反差测量系统测得的亮斑反差数据示于图 23B。所有像素接收到的强度的平均为 151.4，而标准偏差为 3.1，得出亮斑反差约为 2%。

虽说上面给出了各种例子，本发明并不局限于所说明了的那些实例的细节特点。例如对各实施特例还可采用别种散布层，它们或许与已说明了的不同。此外，在相邻各层之间也可加进胶连层，代替层迭法。

如上指出，本发明特别适用于背投影显示器的屏幕。因此，不应认为本发明局限于上述那些特例，而应认为包括了发明的各方面，对它们在后附的权利要求书有清楚陈述。根据本说明书就会对本发明可能适用的各种修改、等价的过程和许许多多的结构以及涉及的工艺技术一目了然。权利要求书意在包含这类修改和装置。

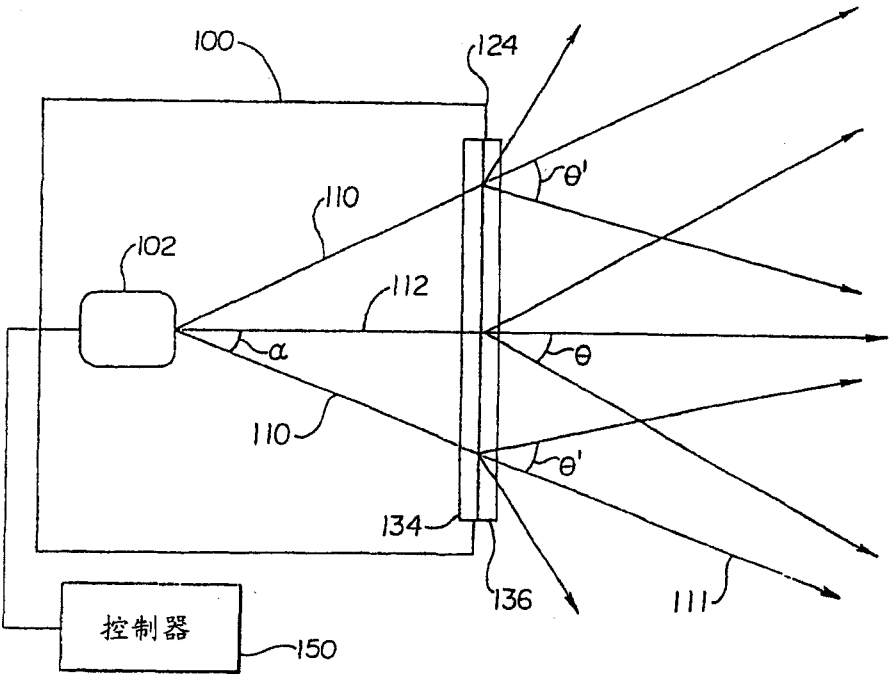


图 1

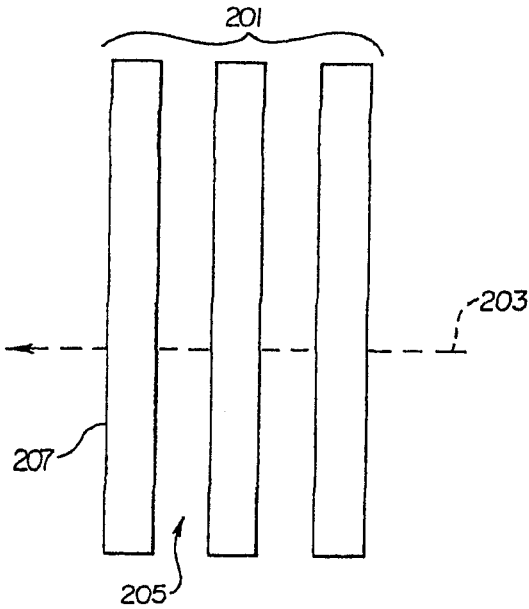


图 2A

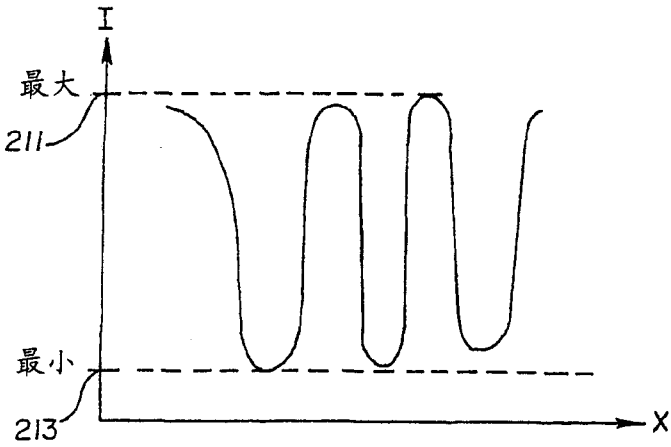


图 2B

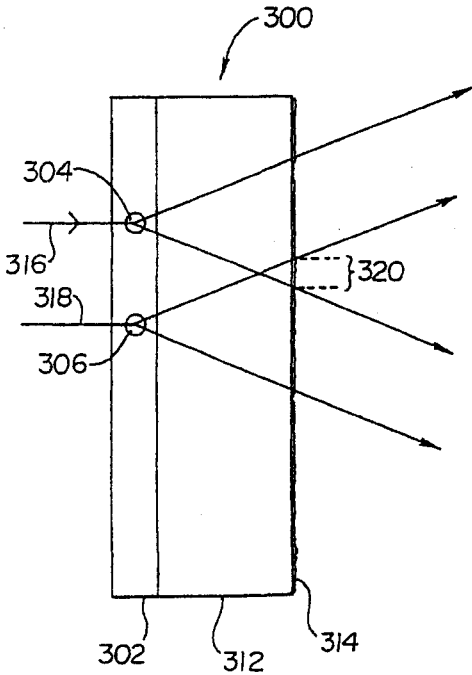


图 3

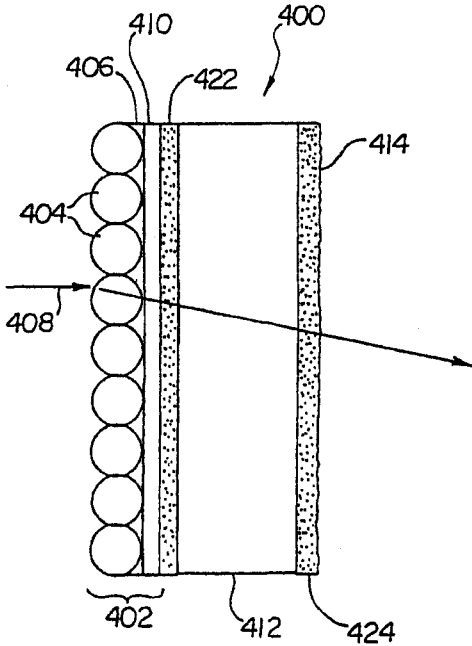


图 4

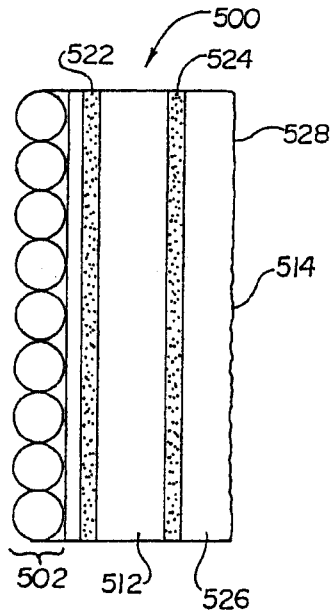


图 5

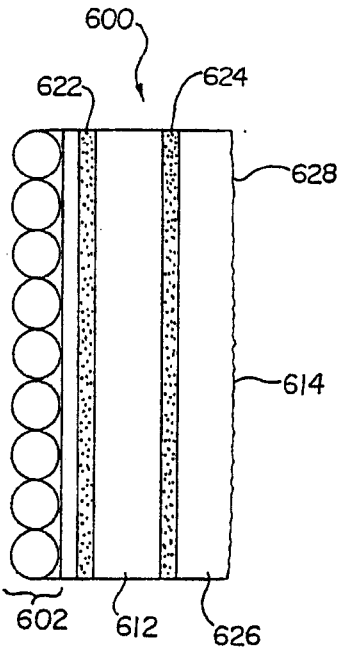


图 6

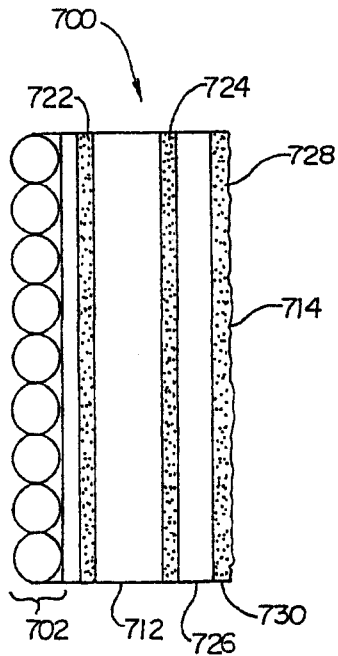


图 7

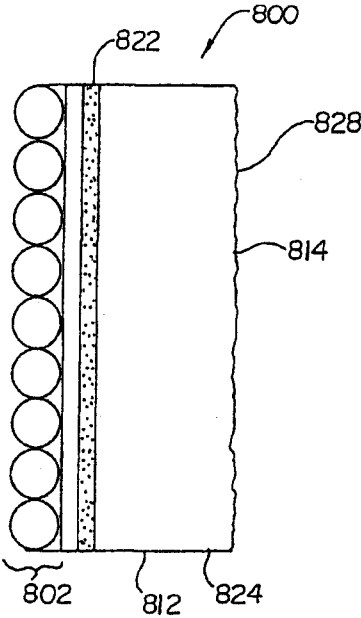


图 8

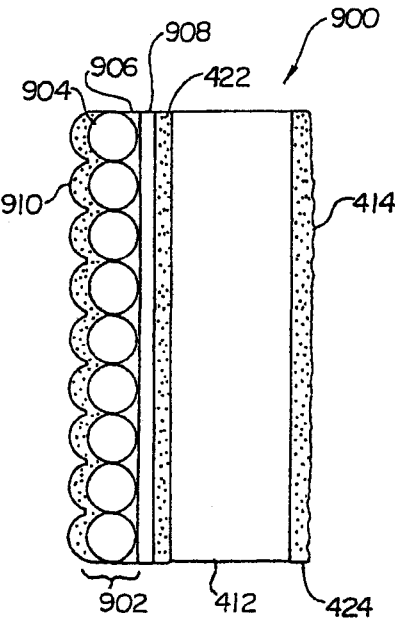


图 9

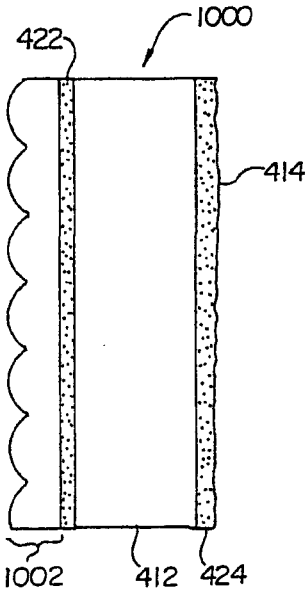


图 10

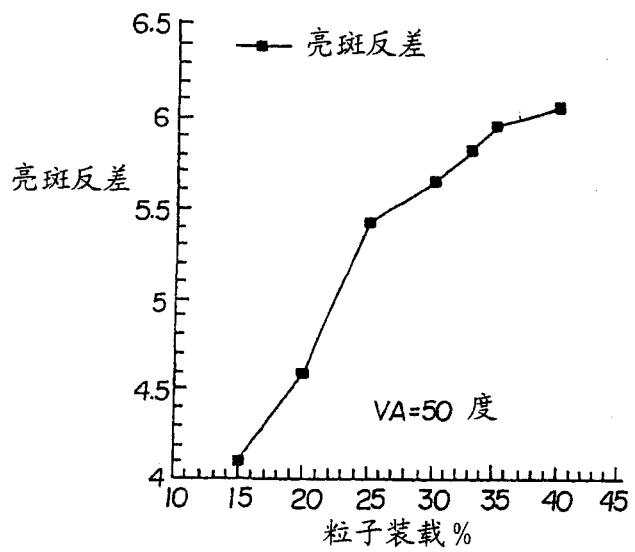


图 11

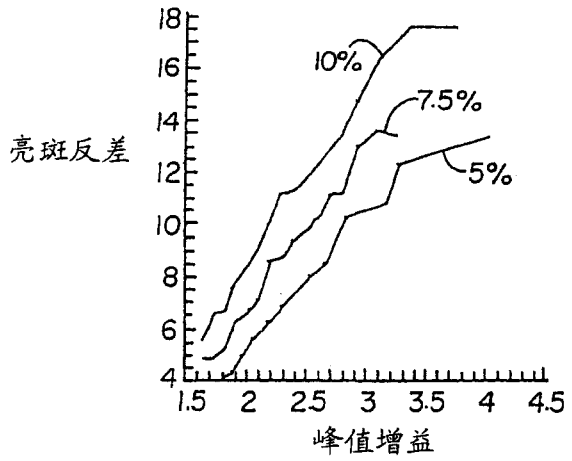


图 12A

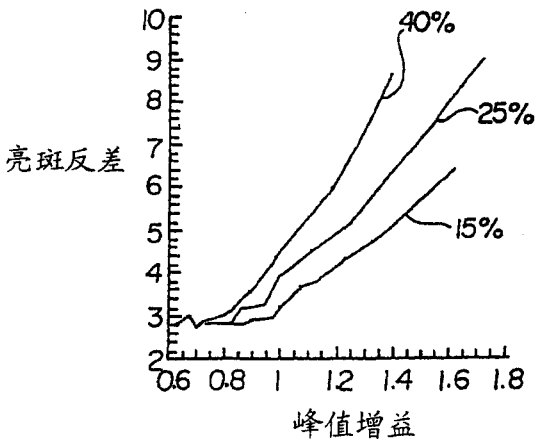


图 12B

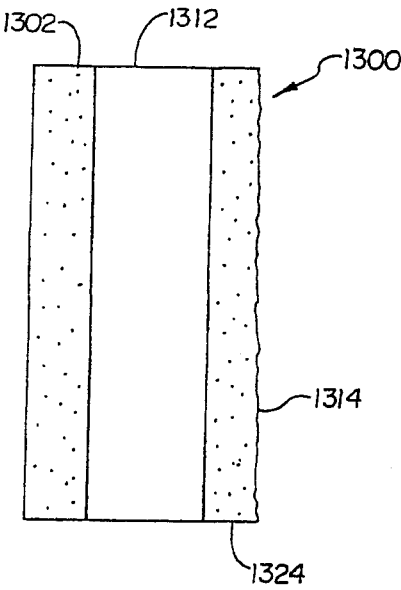


图 13

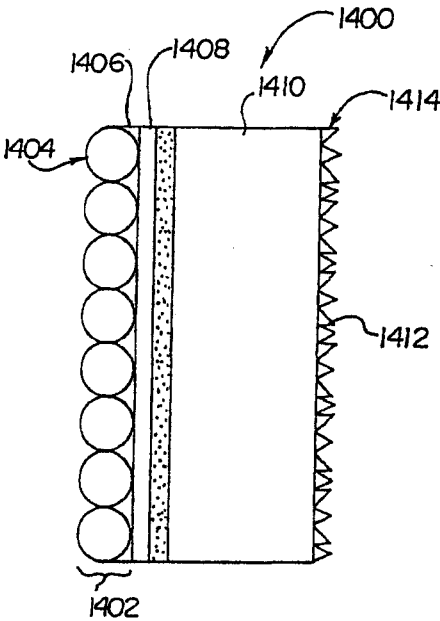


图 14

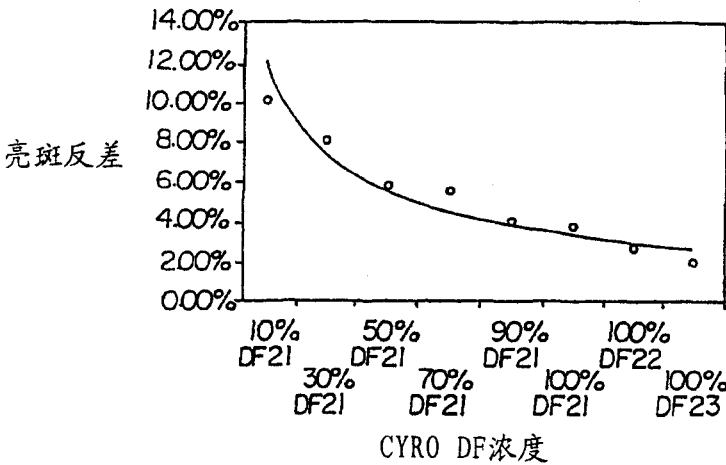


图 15A

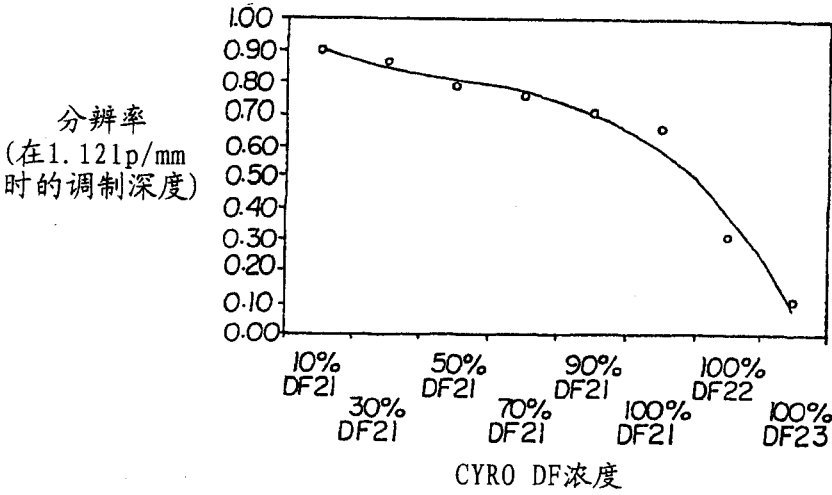


图 15B

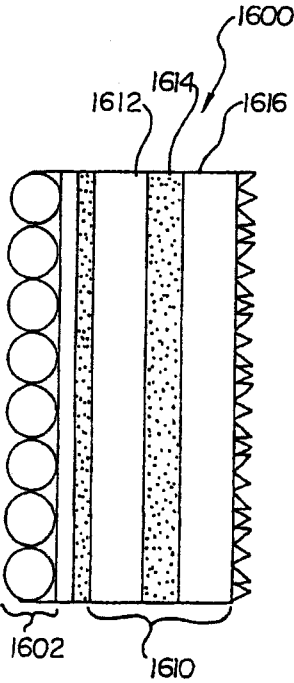


图 16

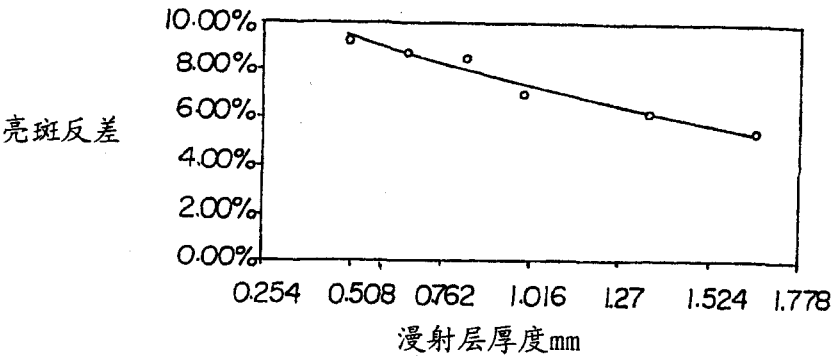


图 17A

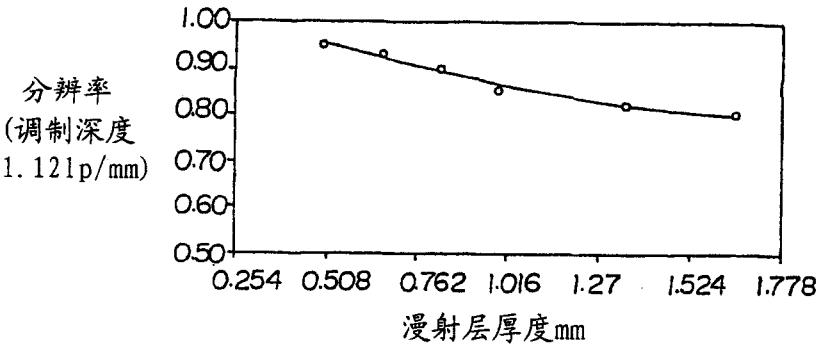


图 17B

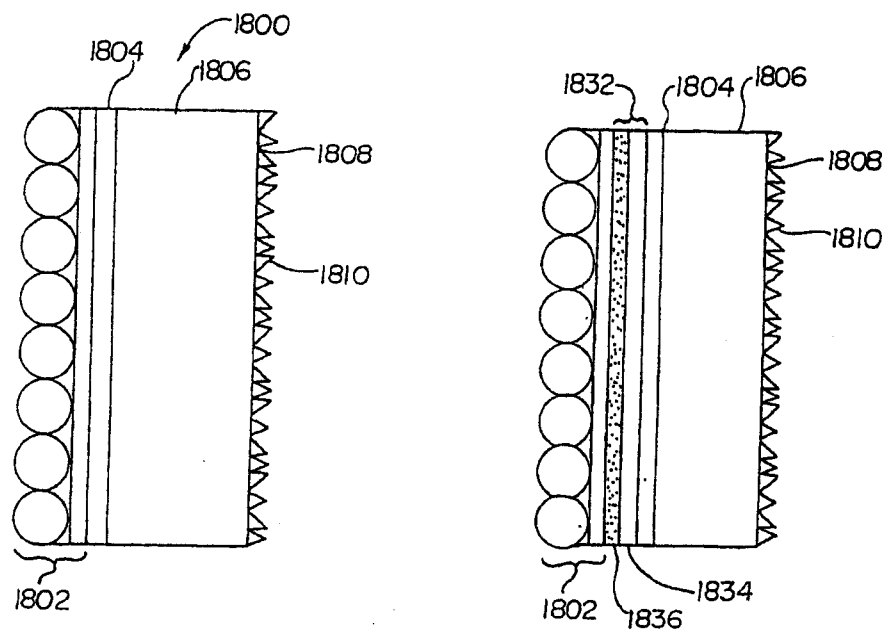


图 18A

图 18B

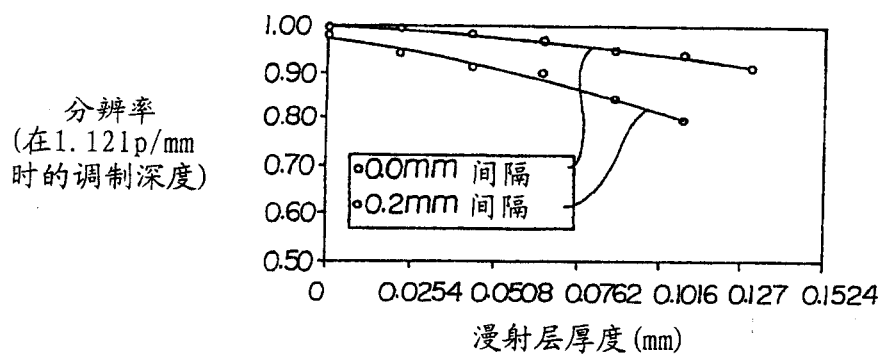


图 19A

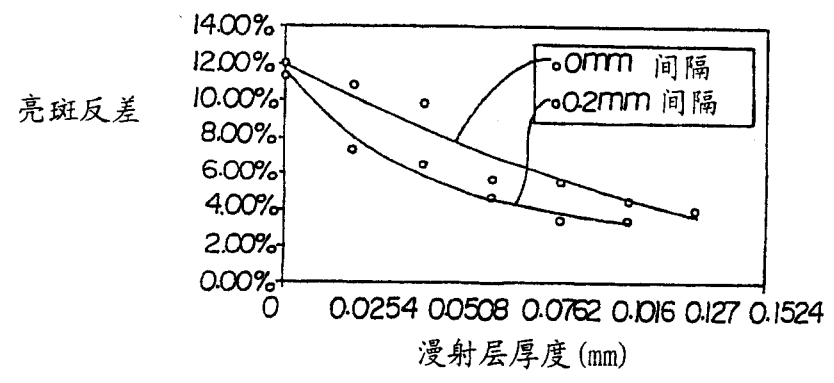


图 19B

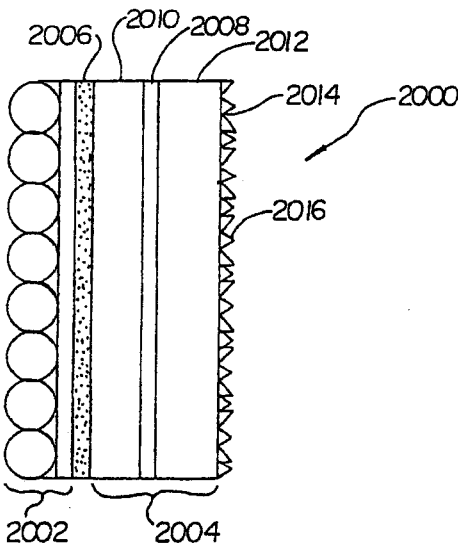


图 20

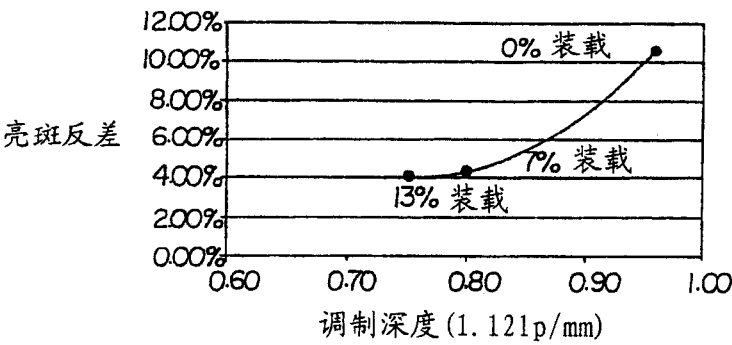


图 21

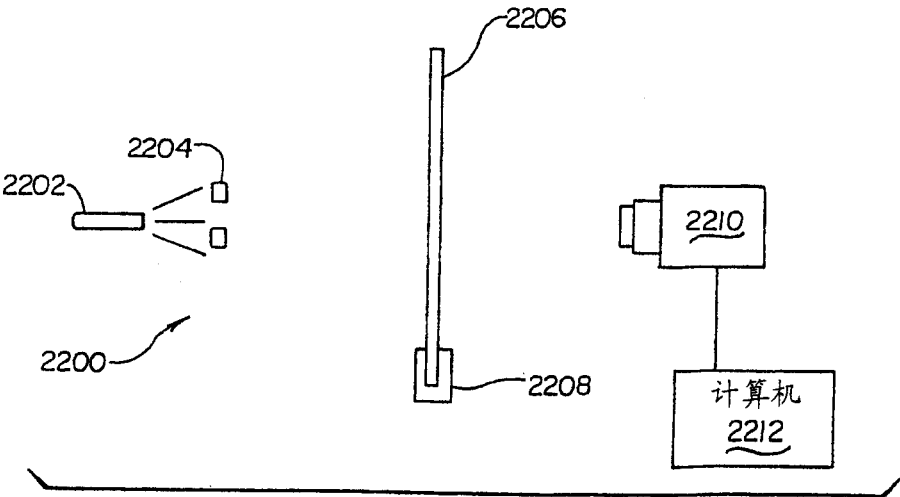


图 22

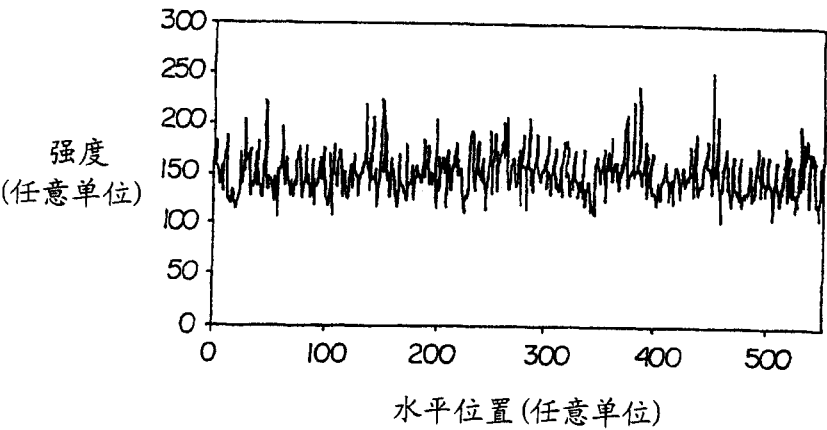


图 23A

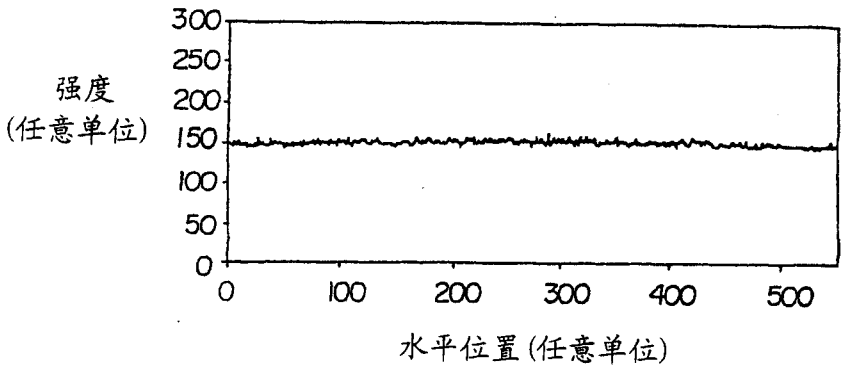


图 23B