

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780036213.8

[43] 公开日 2009 年 9 月 9 日

[11] 公开号 CN 101529278A

[22] 申请日 2007.9.25

[21] 申请号 200780036213.8

[30] 优先权

[32] 2006.9.29 [33] US [31] 60/848,206

[86] 国际申请 PCT/US2007/020702 2007.9.25

[87] 国际公布 WO2008/042169 英 2008.4.10

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.27

[71] 申请人 E. I. 内穆尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 E. J. 莱特福特

W. G. 奥布里恩 A. B. 斯塔瑞

R. W. 约翰逊 W. J. 甘伯吉

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
代理人 朱黎明

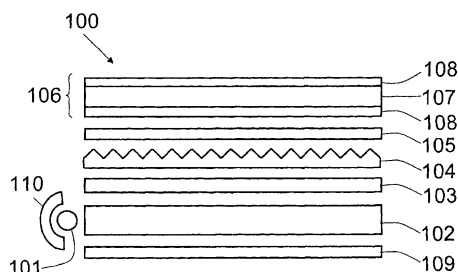
权利要求书 3 页 说明书 29 页 附图 7 页

[54] 发明名称

包含无纺片材的漫反射器

[57] 摘要

本发明涉及包含无纺片材的可见光漫反射器，所述无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层，所述粘结剂层包含粘结剂和分散在所述粘结剂中的散射体。这些漫反射器可在光学显示器，如便携式计算机和电视机的背光 LCD 中用来对光进行控制。



1. 一种包含无纺片材的可见光漫反射器，所述无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层，所述粘结剂层包含粘结剂和分散在所述粘结剂中的可见光散射体。

2. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述无纺片材包含许多丛丝薄膜-原纤维，其中原纤维包含聚合物。

3. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述无纺片材包含多个孔，其中，对于经水银孔隙率法测定的平均孔径为约 0.01 微米至约 1.0 微米的孔，其比孔容至少约为 10 厘米³/米²。

4. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述无纺片材包含多个孔，其中，对于经水银孔隙率法测定的平均孔径为约 0.01 微米至约 1.0 微米的孔，其比孔容至少约为 40 厘米³/米²。

5. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述无纺片材包含聚合物，以所述聚合物的重量为基准计，所述聚合物还包含约 0.05 重量%至约 50 重量%的粒状填料。

6. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述粘结剂层包含选自聚氨酯、聚酯、丙烯酸类和硅酮的聚合物。

7. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述粘结剂是粘合剂。

8. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述无纺片材的平均片层厚度为约 150 微米至约 300 微米，且所述粘结剂层厚约 5 微米至约 50 微米。

9. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述散射体包含大量平均直径为约 0.1 微米至约 30 微米的白色颜料粒子。

10. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述散射体包含大量白色颜料粒子，所述白色颜料粒子选自二氧化钛和氧化锌中的至少一种。

11. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述散射体包含大量平均直径为约 0.01 微米至约 1 微米的空隙。

12. 如权利要求 11 所述漫反射器，其特征在于，所述粘结剂层的孔隙率约为 55%或以下。

13. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述散射体包含平均直径为约 0.1 微米至约 30 微米的二氧化钛粒子，它在所述粘结剂中的含量高于 CPVC。

14. 如权利要求 1 所述漫反射器，其特征在于，所述散射体的折射率至少约为

2.5, 且所述粘结剂与所述散射体的折射率之差至少约为 0.5。

15. 如权利要求 1 所述漫反射器, 其特征在于, 所述无纺片材和所述粘结剂层中的至少一种还包含 UV 稳定剂。

16. 如权利要求 1 所述漫反射器, 其特征在于, 它包含构成叠层体的多片无纺片材, 所述叠层体的至少一个无纺片材界面包含所述粘结剂层。

17. 如权利要求 1 所述漫反射器, 其特征在于, 它还包含叠层到所述粘结剂层上的背衬支承片材。

18. 如权利要求 1 所述漫反射器, 其特征在于, 它还包含位于所述粘结剂层上的镜面反射层。

19. 一种漫反射制品, 其包含可见光漫反射器和形成光学腔体的结构, 其中所述漫反射器包含无纺面, 位于所述光学腔体内, 使得光经所述无纺面反射; 所述漫反射器包含无纺片材, 所述无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层, 所述粘结剂层包含粘结剂和分散在所述粘结剂中的可见光散射体。

20. 如权利要求 19 所述漫反射制品, 其特征在于, 它还包含位于所述光学腔体内的光源, 使得来自所述光源的光经所述漫反射器的所述无纺面反射, 从所述光学腔体内射出。

21. 如权利要求 20 所述漫反射制品, 其特征在于, 它还包含使得来自所述光源的光从其中通过的显示板, 其中所述漫反射器位于所述光学腔体内, 将来自所述光源的光向所述显示板反射。

22. 如权利要求 20 所述漫反射制品, 其特征在于, 所述漫反射器衬在所述光学腔体的至少一部分上, 且部分包绕所述光源, 从而将来自所述光源的光导入所述光学腔体。

23. 如权利要求 20 所述漫反射制品, 其特征在于, 所述光学腔体包括光导件, 所述漫反射器将来自所述光源的光反射到所述光导件中。

24. 一种光学显示器, 其包含:

- (1) 限定出光学腔体的结构;
- (2) 位于所述光学腔体内的光源;
- (3) 使得来自所述光源的光从其中通过的显示板;
- (4) 包含无纺片材的漫反射器, 所述无纺片材的一个面上具有粘结剂层, 粘结剂层中包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体, 所述漫反射器位于所述光学腔体内, 经所述漫反射器的无纺片材面向所述

显示板反射来自所述光源的光。

25. 一种改进需要对光具有漫反射性的器件内的反光性的方法，所述方法包括：

(1)提供包含无纺片材的可见光漫反射器，在无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层，粘结剂层中包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体；

(2)将所述漫反射器安装在所述器件中，使光能经所述漫反射器的无纺片材面反射开去。

包含无纺片材的漫反射器

技术领域

本发明涉及包含无纺片材的可见光漫反射器，所述片材的至少一个面上具有粘结剂层，所述粘结剂层包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体。

背景技术

许多应用中都要用到特殊的反光表面，这些应用要求反光表面几乎完全反射可见光，同时使来自表面的光分布均匀。虽然镜面化表面可提供近似完美的可见光反射效果，但离开这些表面的光能仅在等于入射角的角度上分布均匀。对于许多应用，可见光按照一定分布从表面反射是很重要的。这种性质称作漫反射或朗伯反射。光的朗伯反射是光在材料上沿所有方向发生均匀漫反射，而不会按照朗伯余弦定律随着视角产生方向依赖性。漫反射产生于光自材料表面上的特征结构发生的外散射与光自材料内部特征结构发生的内散射的组合。举例而言，光的内散射产生于材料的内部特征结构，如孔和粒子。若材料中折射率不均匀的相彼此靠近，当特征结构的平均直径稍小于入射光的半波长时，材料的每单位特征体积中的光散射截面最大。当散射特征结构的折射率与其中分散有特征结构的相的折射率具有较大差异时，散射程度也增加。

在许多应用中，可见光的漫反射性特别重要。电子设备(例如仪表盘、便携式计算机屏幕、液晶显示器(LCD))的直视显示器，不管它是依赖补充光(例如背光)还是自然光，都需要漫反射背表面，以最大程度提高图像质量和强度。对于用电池供电的设备中所用的背光直视显示器，反射性尤其重要，因为提高反射性直接关系到要求使用更小的光源，也就是要求功率更低。

便携式计算机 LCD 是一个要求很高的庞大市场，它要求可见光在非常薄的材料上产生高水平的漫反射。对于某些市场来说，较薄的背光反射器很关键的一点也就是小于 250 微米，且往往小于 150 微米，这样才能最大程度减小成品显示器的厚度。

LCD 背光源中所用反射材料对背光单元以及最终 LCD 模块的亮度、均匀度、颜色和稳定性具有显著影响。对于直视 LCD 背光源，对反射器的要求包括在使用条件下(包括腔体温度达 50—70℃)的高昼光(photopic)反射率(例如>95%)

和高稳定性,对来自冷阴极荧光灯(CCFL)源的紫外(UV)光的高稳定性,高温湿度循环性能。在直视背光源中,反射器是背光单元整体的组成部分,因此,材料的物理性质也很重要。边缘照明式背光源的要求有所不同,其工作温度通常较低,对UV稳定性的要求也低,因为光导件中存在UV吸收。然而,边缘照明式背光源反射器有其他要求,包括:要与光导件均匀接触但不能损坏它,尽可能减小反射器的厚度。

由于反射材料具有许多不同的应用,自然就有众多的市售产品,它们具有一系列漫反射性质。工业上的主要努力方向是制造反射器片材原料,用以提高不断发展的各种电子光学显示器件中所用LCD屏幕的图像质量。美国专利第4912720号描述了一种工业标准漫反射材料,美国新罕布什尔州北萨顿市的蓝菲光学有限公司(Labsphere, Inc., North Sutton, NH, USA)以商标SPECTRALON®销售该材料。此种材料包含聚四氟乙烯的轻度堆积颗粒,其空隙率约为30%至50%,将其烧结成较硬的粘结块,以保持此空隙率。据称,利用美国专利第4912720号介绍的技术,可用此种材料获得格外好的可见光漫反射特性,其在可见光波长范围内的昼光反射率超过99%。尽管该材料具有这样的优点,但通常无法用它制得厚度小于250微米的很薄的膜,如便携式LCD市场所需的那些薄膜;而且,在这种厚度水平上,无法得到足够的反射性能。

美国特拉华州戈尔公司(W.L. Gore & Associates, Inc., DE, USA)生产的Gore™ DRP®是膨胀型聚四氟乙烯(PTFE)反射材料,其包含通过原纤维互连的聚合物节点,这些节点限定出微孔结构。此种材料具有高柔韧性和优异的漫反射性质。其缺点是成本过高。

填充型微隙聚(对苯二甲酸乙二酯)(PET)膜在本领域也称作“白PET”,它是用于光学显示应用的商业漫反射器。这些材料以不同厚度出售,其反射性随厚度变化。厚约190微米的白PET膜可应用于笔记本式个人计算机(PC)LCD和台式PC的LCD。这些膜在可见光波长范围内的平均反射率通常约为95%。日本千叶市东丽株式会社(Toray Industries, Inc., Chiba, Japan)销售一种厚约190微米的白PET反射器,商品名为“E60L”。然而,E60L的抗UV辐射能力差,需要UV涂层,从而提高了反射器的成本。此外,白PET膜依赖于以恰当的熔混浓度和均匀度精确加入光学级无机填料,此过程必须涉及高压过滤,以及热浇铸、拉伸和其他繁重的技术,以便获得独立于所需光学性能和连续性的基本功能膜性质。由于此工艺复杂,开发新的熔体基白PET膜极为困难,且费钱、费力。

美国专利第5976886号披露了一种光导管,其包含厚150微米至250微米

的无纺聚乙烯织物光漫反射器。然而，据报告，这种材料在 380 至 720 纳米波长范围内的平均反射率在 77% 至 85% 之间变化，具体取决于厚度。该专利认为无纺织物的无规纤维结构及其厚度变化在此应用中均过于突出，它还通过比较例介绍了这些反射器。

美国专利申请公开 US 2006/0262310 A1 披露了一种含光漫反射器的制品，该反射器包含具有许多孔的无纺片材。据披露，该漫反射器对可见光具有高昼光反射率。这种无纺片材形成多层，作为叠层的多层反射器，为现有膜基反射器提供了低成本替代品。然而，与基于聚酯膜的竞争产品相比，此方法的缺点集中在无纺片材和无纺片材叠层体的厚度、厚度的非均匀性、可视表面外观和尺寸稳定性上。

因此，要进一步提高无纺片材漫反射器的性能，还是有很大的空间。在要求控制可见光的应用中需要改进的、廉价的漫反射器，用以生产更便宜、能效更高的光学显示器。

发明内容

开发了一种用于光学显示器背光源的新型漫反射器，它可用于边缘照明式直视型光学显示器背光源应用。这些漫反射器具有高昼光反射率、低视觉非均匀性、高漫射性和低厚度可变性。这些漫反射器具有更均匀的反射器背表面，便于与器件连接；还能够增加厚度，进而提高昼光反射率，以满足反射器的需求。

简而言之，本发明一方面提供了包含无纺片材的可见光漫反射器，在无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层，粘结剂层中包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体。

本发明另一方面提供了漫反射制品，其包含可见光漫反射器和形成光学腔体的结构，其中所述漫反射器具有无纺面，位于光学腔体内，使得光经无纺面反射，其中所述漫反射器包含无纺片材，在无纺片材的一个面上具有粘结剂层，粘结剂层中包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体。

本发明另一方面提供了光学显示器，其包含：(1)限定出光学腔体的结构；(2)位于光学腔体内的光源；(3)来自光源的光从其中通过的显示板；(4)包含无纺片材的漫反射器，所述无纺片材的一个面上具有粘结剂层，粘结剂层中包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体，所述漫反射器位于光学腔体内，经漫反射器的无纺面向显示板反射来自光源的光。

本发明另一方面提供了改进器件内的反光性的方法，所述器件需要对光具有漫反射性，所述方法包括：(1)提供包含无纺片材的漫反射器，在无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层，粘结剂层中包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体；(2)将漫反射器安装在器件中，使光能经漫反射器的无纺面反射开去。

附图说明

借助于以下结合附图所作的详细描述，可更充分地理解本发明。

图 1 是采用本发明的漫反射器的边缘照明式液晶光学显示器的横截面图。

图 2 是采用本发明的漫反射器、配有冷阴极荧光灯光源的背光液晶光学显示器的横截面图。

图 3 是本发明的漫反射器和本发明的漫反射器中所用无纺片材的反射率(%) - 波长(纳米)关系图。

图 4 是包含本发明的漫反射器和对照漫反射器的背光单元的中心亮度(坎德拉/米²) - 数据点(20 秒间隔)的关系图。

图 5 包括本发明的漫反射器和对照漫反射器的四幅亮度-角度径向图。

图 6 是本发明的漫反射器和对照漫反射器的归一化亮度-角(相对于 20°(度)处的镜面反射)的关系图。

虽然下面将结合本发明的优选实施方式对本发明进行描述，但应当理解，这不是要将本发明的范围限制在所述实施方式上。相反，本说明书意在覆盖所有替代形式、改进形式和等效形式，只要其落入由所附权利要求书所限定的本发明精神和范围之内。

具体实施方式

本说明书所用术语“可见光”指在光谱的可见光部分，即波长为 380 纳米至 780 纳米的电磁辐射。除非另有说明，光的“昼光反射率”(R_{可见})在本说明书中指观察者所看见的、位于 380 纳米至 780 纳米可见光波长范围内的反射率(即漫反射和镜面反射)。昼光反射率(R_{可见})是从总体反射谱数据计算得到的，所述数据如“Billmeyer and Saltzman Principles of Color Technology”(比尔迈耶和萨尔茨曼色技术原理)(第 3 版)所述，用 D65 光源和 CIE 标准昼光观测仪获得。

本发明的漫反射器包含无纺片材。本说明书所用无纺片材和无纺织物是指包含单个纤维的结构，所述单个纤维形成后，以无规方式放置，形成平面材料，其中所含纤维没有可识别图案，也未经针织或纺织。本说明书所用术语纤维包

括所有不同类型的纤维材料，只要能用于制备无纺片材即可。它们包括用于梳理、湿法成网、气流成网和干法成形的短纤维；通过熔体纺丝、溶液纺丝、熔喷制得的连续或不连续纤丝；通过闪蒸纺丝获得的丛丝薄膜-原纤维；以及通过纤条体形成法(fibrillation)制得的纤条体。无纺片材的例子包括纺粘网、熔喷网、多向多层梳理网、气成网、湿成网、射流网和包含一种以上无纺片材的复合网。本说明书所用术语无纺片材不包括由木浆制造的纸张或通过纺织、针织或簇绒制成的织物，也不包括膜。

本发明的漫反射器中所用无纺片材优选包含闪蒸纺丝纤维。本说明书所用术语闪蒸纺丝纤维指通过以下通用工艺生产的纤维，所述工艺还可见述于美国专利第 3860369 号。如该专利所述，闪蒸纺丝在一个室内进行，所述室有时称作纺丝间，它有一个蒸气排放口和用于移出在工艺过程中产生的无纺片材的开口。在升高的温度和压力下连续或分批制备聚合物溶液(或纺丝液)，供给纺丝间。该溶液的压力高于浊点压力，所述浊点压力是聚合物完全溶解于纺丝剂、形成均匀的单相混合物的最低压力。单相聚合物溶液通过减压孔进入低压(或减压)室。在低压室，溶液分离成两相液-液分散体。分散体的一个相是富含纺丝剂的相，主要包含纺丝剂；分散体的另一相是富含聚合物的相，包含大部分聚合物。将该两相液-液分散体强制通过喷丝头，进入压力低得多的区域(优选处于大气压)，纺丝剂在此非常迅速地蒸发(闪蒸)，聚合物从喷丝头出来，成为丛丝。

本说明书所用术语丛丝状或丛丝是指许多薄的带状薄膜-原纤维的三维一体化网络，所述薄膜-原纤维具有随机长度，平均原纤维厚度小于约 4 微米，中值宽度小于约 25 微米。在丛丝状结构中，薄膜-原纤维通常与该结构的纵轴同延对齐，它们沿着该结构的整个长度、宽度和厚度，在不同位置以不规则的间隔断断续续结合和分离，形成连续的三维网络。这种结构在美国专利第 3081519 号和美国专利第 3227794 号中有更详细的描述。

在隧道中拉伸丛丝，使其撞击旋转挡板。旋转挡板的形状适合将丛丝转化为宽约 5-15 厘米的平面网，然后将原纤维分离，展开网。旋转挡板还前后来回振动，其幅度足以产生宽的往复带条(swath)。将网放在位于喷丝头下方的铺线移动带上，使上述前后振动总体上通过移动带，形成无纺片材。

当网在去移动带的途中遇挡板发生偏转时，它进入固定多针离子枪与接地旋转靶板之间的电晕充电区。用合适的电源给多针离子枪提供直流电式。用高速纺丝剂蒸气流携带带电网，通过由前段和后段两个部分组成的扩散器。扩散

器控制网的膨胀，使其减速。在扩散器后段钻吸气孔，确保移动网与扩散器后段之间有足够的 airflow，防止移动网粘着到扩散器后段。移动带接地，因而带电网通过静电效应吸着到移动带上，并在其上保持不动。

由许多丛丝形成的重叠网片收集在移动带上，在静电力作用下保持在那里，形成具有所需宽度的无纺片材，其厚度通过带速控制。然后强化片材，该过程涉及在移动带与强化辊之间将片材压制成具有足够强度的结构，使其可在制备室外面接受各种处理。然后在制备室外将片材收集在卷辊上。可利用本领域已知的方法，如热粘接法，将片材粘接起来。

热粘接法涉及常规工艺，其中对包含聚合物的强化无纺片材的至少一个表面进行加热，通常加热到等于或稍低于聚合物熔点的温度，同时垂直于片材表面施力。在这种情况下，片材表面各纤维的表面上接触点处的聚合物混合形成粘接点(连接体)，将纤维固定在一起。热源(例如热辊)与强化无纺片材之间的接触时间非常短，因为热粘接步骤的速度很快，因而只有强化无纺片材的表面原纤维达到接近于聚合物的熔化温度的温度。这可从以下事实看出来：只有所得无纺片材表面的原纤维在相交纤维之间的粘接点处粘着在一起。热粘接无纺材料的已知方法包括在拉幅架上进行热气粘接，在热压盘之间压制，用重毯子抵在热辊上进行粘接，用热辊压延，以及用雕纹辊进行点粘接。

本发明的漫反射器所用的无纺片材包括那些包含纺粘纤维的无纺片材。本说明书所用术语纺粘纤维是指通过熔体纺丝形成的纤维，其过程包括将纤维形式的熔融聚合物从喷丝头的众多细小毛细管(通常为圆形)中挤出，然后通过牵拉使挤出的纤维的直径迅速减小，接着使纤维骤冷。也可采用其他纤维横截面，如卵圆形、三叶形、多叶形，以及扁平形的、空心的，等等。纺粘纤维通常是基本连续的，平均直径一般大于约 5 微米。纺粘无纺网通过以下方法形成：将纺粘纤维随机放置在收集表面如丝网或带上，然后用本领域已知的方法进行粘接，如热粘接法。

本发明的漫反射器所用的无纺片材包括那些包含熔喷纤维的无纺片材。本说明书中所用术语熔喷纤维是指通过熔体纺丝制备，然后通过熔喷减细的纤维，其过程包括从许多毛细管中挤出可熔融加工的聚合物，以熔体流的形式进入高速气体(例如空气)流。高速气体流将熔融聚物流减细，减小其直径，形成直径在约 0.5 微米与约 10 微米之间的熔喷纤维。熔喷纤维通常是不连续纤维，但也可以是连续的。高速气体流携带的熔喷纤维通常沉积在收集表面上，使随机分散的纤维形成的熔喷网。熔喷纤维沉积在收集表面上时，可能具有粘性，

这通常导致熔喷网中的熔喷纤维之间发生粘接。熔喷网也可用本领域已知的方法进行粘接,如热粘接法。

本发明的漫反射器所用的无纺片材包括那些包含短纤维基无纺材料的无纺片材。短纤维基无纺材料可通过本领域已知的许多方法制备,包括对纤维进行梳理或扯松处理、气流成网或湿法成网,可对短纤维基无纺材料进行针刺、水刺、热粘接和化学连接。短纤维的纤度优选在约 0.5 至约 6.0 旦/纤维之间,纤维长度在约 0.25 英寸(0.6 厘米)至约 4 英寸(10.1 厘米)之间。

本发明的漫反射器所用的无纺片材包括那些包含如美国专利第 2999788 号所述湿法成网纤维条体的无纺片材。

可用来制备本发明的漫反射器所用无纺片材的聚合物包括聚烯烃(例如聚乙烯、聚丙烯、聚甲基戊烯和聚丁烯),丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)树脂,聚苯乙烯,苯乙烯-丙烯腈、苯乙烯-丁二烯、苯乙烯-马来酐、乙烯基塑料(例如聚氯乙烯(PVC))、丙烯酸类、丙烯腈基树脂,羧醛,全氟聚合物,氢氟聚合物,聚酰胺,聚酰胺-酰亚胺,聚芳酰胺,聚丙烯酸酯,聚碳酸酯,聚酯(例如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)),聚酮,聚苯醚,聚苯硫醚和聚砜。其中优选的聚合物是聚烯烃。

就可用来制备本发明的漫反射器所用无纺片材的聚合物而言,本说明书中所用术语聚烯烃是指一系列由碳和氢组成的、基本上饱和的开链聚烃中的任何一种。聚烯烃通常包括但不限于聚乙烯、聚丙烯和聚甲基戊烯。优选聚乙烯和聚丙烯。

就可用来制备本发明的漫反射器所用无纺片材的聚合物而言,本说明书中所用术语聚乙烯不仅包括乙烯的均聚物,还包括至少 85% 的重复单元来自乙烯的共聚物。优选的聚乙烯是线性高密度聚乙烯,其熔程上限约为 130°C 至 137°C,密度范围为 0.94 至 0.98 克/厘米³,熔融指数(根据 ASTM D-1238-57T,条件 E 定义)在 0.1 至 100 之间,优选在 0.1 至 4 之间。

就可用来制备本发明的漫反射器所用无纺片材的聚合物而言,本说明书中所用术语聚丙烯不仅包括丙烯的均聚物,还包括至少 85% 的重复单元来自丙烯单元的共聚物。

本发明的漫反射器所用的优选无纺片材包含经闪蒸纺丝的丛丝薄膜-原纤维的强化片材,其中原纤维包含有孔聚合物。该聚合物优选包含聚烯烃,尤其是聚乙烯。

纤维间隙产生的孔对光有散射作用,纤维内部的孔对光也有散射作用,本

发明的漫反射器中所用无纺片材对可见光的漫反射就来自这两种散射的综合作用。无纺片材包含许多孔,在本说明书中将其定义为纤维内孔或纤维间孔。纤维内孔随机分布在整个纤维内部,利用水银孔隙率法测定的平均孔径在约0.02微米至约0.5微米之间。纤维间孔是在无纺片材中的纤维之间随机分布的间隙,利用水银孔隙率法测定的平均孔径在约0.5微米至约9微米之间。对于平均孔径为约0.2微米至约0.4微米,即稍小于可见光半波长的孔,无纺片材的可见光散射截面/单位孔容最大,因而漫反射率最大。本发明的漫反射器中所用无纺片材对光的散射,约三分之一来自平均孔径约为1微米及以上的纤维间孔,另外约三分之二来自纤维内孔和平均孔径小于约1微米的纤维间孔。

“比孔容”(在本说明书中也称“SPV”)在本说明书中定义为无纺片材的平均基重(单位为克/米²)与给定平均孔径范围的孔容(单位为厘米³/克)的数学乘积。SPV的单位为厘米³/米²,该单位可用来表征每平方米的无纺片材中存在的、平均孔径在给定范围内的孔的容积。平均基重根据ASTM D3776中的程序测定,对该程序加以改进,以适应无纺片材的尺寸。无纺片材在给定平均孔径范围内的孔容根据已知的水银孔隙率法获得,该方法见H. M. Rootare发表在Advanced Experimental Techniques in Powder Metallurgy(粉末冶金先进实验技术)一书中的“A Review of Mercury Porosimetry(水银孔隙率法综述)”(第225—252页, Plenum Press, 1970)。“VP1”在此定义为用水银孔隙率法测得的平均孔径在0.01微米至1.0微米之间的无纺片材孔容。“VP2”在此定义为用水银孔隙率法测得的平均孔径在0.02微米至0.5微米之间的无纺片材孔容。SPV1在此定义为对应于VP1平均孔径范围的比孔容,而SPV2在此定义为对应于VP2平均孔径范围的比孔容。

对于本发明的漫反射器中所用无纺片材,绘制通过分光光度法得到的无纺片材对可见光的昼光反射率(%)与比孔容(SPV)的关系图,得到一条平滑曲线。SPV1约为10厘米³/米²时,用分光光度法测得的无纺片材对可见光的昼光反射率至少约为85%。SPV1约为20厘米³/米²时,用分光光度法测得的昼光反射率至少约为90%。SPV1约为30厘米³/米²时,用分光光度法测得的昼光反射率至少约为92%。SPV1约为40厘米³/米²时,用分光光度法测得的昼光反射率至少约为94%。SPV1约为50厘米³/米²时,用分光光度法测得的昼光反射率至少约为96%。

纤维内孔具有高散射截面/单位孔容,因而对高光散射起主要作用,进而对本发明的漫反射器中所用无纺片材的高漫反射率起主要作用。无纺片材包含许

多纤维内孔，SPV2 约为 7 厘米³/米²时，用分光光度法测得的无纺片材对可见光的昼光反射率至少约为 85%。SPV2 约为 16 厘米³/米²时，用分光光度法测得的昼光反射率至少约为 90%。SPV2 约为 25 厘米³/米²时，用分光光度法测得的昼光反射率至少约为 92%。SPV2 约为 30 厘米³/米²时，用分光光度法测得的昼光反射率至少约为 94%。SPV2 约为 40 厘米³/米²时，用分光光度法测得的昼光反射率至少约为 96%。

本发明的漫反射器中所用无纺片材包含许多孔，其中 SPV1 通常至少约为 10 厘米³/米²，使得用分光光度法测得的无纺片材对可见光的昼光反射率至少约为 85%。SPV1 优选至少约为 20 厘米³/米²，更优选至少约为 30 厘米³/米²，甚至更优选至少约为 40 厘米³/米²，最优选至少约为 50 厘米³/米²。与纤维内孔相关的 SPV2 通常至少约为 7 厘米³/米²，使得用分光光度法测得的昼光反射率至少约为 85%。SPV2 优选至少约为 16 厘米³/米²，更优选至少约为 25 厘米³/米²，甚至更优选至少约为 30 厘米³/米²，最优选至少约为 40 厘米³/米²。

本发明的漫反射器中所用无纺片材的昼光反射率随热粘接的增强而减小。无纺片材的纤维内孔具有高散射截面/单位孔容，对漫反射起主要作用，而热粘接会不利地减少无纺片材的纤维内孔的容积。热粘接还会不利地减少无纺片材的纤维间孔的容积，该纤维间孔同样对漫反射起作用。因此，本发明的漫反射器中所用无纺片材优选不进行热粘接或以其他方式粘接。这种无纺片材经过加强，并且可在无纺片材表面进行最低程度的必要热粘接或其他粘接，以便在处理和使用漫反射器的过程中保持片材的结构完整性，而此时要保持该完整性单靠强化无纺网是不够的。

在优选实施方式中，本发明的漫反射器中所用丛丝薄膜-原纤维聚烯烃无纺片材具有最大的纤维间孔容和纤维内孔容，从而具有高昼光反射率，并且能在处理和使用漫反射器的过程中保持足够的结构完整性，只要对无纺片材进行粘接，使得粘接片材的脱层值约为 7.1 千克/米(0.4 磅/英寸)或以下，优选约为 5.3 千克/米(0.3 磅/英寸)或以下，更优选约为 5.0 千克/米(0.28 磅/英寸)或以下，最优选约为 1.8 千克/米(0.1 磅/英寸)或以下。根据 ASTM D 2724 中的定义，脱层值的单位为力单位/长度单位(例如千克/米)，它与某些类型的片材中的粘接程度，例如由丛丝薄膜-原纤维制备的无纺片材中的粘接程度有关。

本发明的漫反射器中所用无纺片材对光的散射和漫反射缘于纤维间孔和纤维内孔的空气-聚合物界面对光的反射。当孔相的折射率(空气，折射率为 1.0)与纤维聚合物相的折射率之差增加时，反射增强。当两相的折射率之差大

于约 0.1 时，通常观察到光散射增强。包含无纺片材纤维的聚合物优选对可见光具有高折射率(例如聚乙烯，折射率为 1.51)和低吸收率。

本发明的漫反射器中所用无纺片材之所以具有漫反射性，是因为它们具有高散光能力。然而，高散光能力与对可见光的很低吸收率结合起来，无纺片材就具有高昼光反射率。高吸光率对无纺片材的一个主要不利影响是由较高的片材基重提供的反射优势大为削弱。因此，本发明的漫反射器中所用无纺片材对可见光具有非常低的吸收率，优选不吸收可见光。为避免光吸收的不利影响，无纺片材的可见光吸收系数通常小于约 10^{-4} 微米⁻¹，优选小于约 10^{-5} 微米⁻¹。用来形成本发明的漫反射器中所用无纺片材的聚合物通常具有的吸收系数约为 10^{-4} 微米⁻¹ 或以下，优选约 10^{-5} 微米⁻¹ 或以下，更优选约 10^{-6} 微米⁻¹ 或以下。

本发明的叠层反射器实施方式中漫反射器所用无纺片材的片层厚度为约 20 微米至约 1000 微米，通常小于约 250 微米，优选为约 70 微米至约 150 微米。本发明的单片层反射器实施方式中漫反射器所用无纺片材的片层厚度为约 150 微米至约 300 微米，优选为约 150 微米至约 250 微米。在叠层实施方式中，叠层厚度及相应的漫反射器的厚度可为 1000 微米或以上。虽然在某些以空间和漫反射器厚度见长的小光学显示器应用中(例如移动电话、手持设备等，优选设备较薄)，这样的厚度可能不是优选的，但在漫反射器厚度是次要因素的光学显示器应用中(例如较大的平板 LCD 电视机和监控器、光源、复印机、投影机光引擎、积分球均匀光源等)，这样的漫反射器确实有用。

本发明的漫反射器中所用无纺片材可进一步包含粒状填料，它分散在形成无纺片材纤维的聚合物相中。所用无纺片材粒状填料的折射率大于聚合物的折射率，因而无纺片材的光散射随着粒状填料的折射率与纤维聚合物相的折射率之差的增加而增强。所用无纺片材粒状填料具有高折射率、高散光截面和低可见光吸收率。无纺片材粒状填料增强了光散射，因而在无纺片材厚度给定的情况下，可用它提高昼光反射率。无纺片材粒状填料可具有任意形状，其平均粒径为约 0.01 微米至约 1 微米，优选为约 0.2 微米至 0.4 微米。含无纺片材粒状填料的无纺聚合物片材包含至少约 50 重量%的聚合物，而无纺片材粒状填料占聚合物总重的约 0.05 重量%至约 50 重量%，优选 0.05 重量%至约 15 重量%。无纺片材粒状填料的例子包括硅酸盐、碱金属碳酸盐、碱土金属碳酸盐、碱金属钛酸盐、碱土金属钛酸盐、碱金属硫酸盐、碱土金属硫酸盐、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、过渡金属氧化物、金属氧化物、碱金属氢氧化物、碱土金属氢氧化物。具体例子包括二氧化钛、碳酸钙、粘土、云母、滑石、水滑

石、氢氧化镁、氧化硅、硅酸盐、空心硅酸盐球、钙硅石、长石、高岭土、碳酸镁、碳酸钡、硫酸镁、硫酸钡、硫酸钙、氢氧化铝、氧化钙、氧化镁、氧化铝、石棉粉、玻璃粉和沸石。其中优选的粒状填料是二氧化钛。可用已知方法制备含粒状填料的无纺片材，如美国专利第 6010970 号和 PCT 公开第 WO 2005/98119 号所述。

可利用电晕和/或等离子体处理方法使本发明的漫反射器中所用无纺片材的表面变粗糙，以利于无纺片材粘着到其他材料上。例如，这样的处理有助于粘性叠层，使无纺片材更好地粘着到粘结剂层上。

本发明的漫反射器包含粘结剂层。第一粘结剂层实施方式(本说明书中也称作叠层反射器实施方式)涉及粘结剂层，其主要用作粘合剂，将相邻的无纺片材面朝面地粘着在一起；其次用来提高漫反射器的昼光反射率。本实施方式包含粘性粘结剂层，将无纺片材面朝面地粘着到另一个基材上。在叠层反射器实施方式中，无纺片材可在每个无纺片材面上有一个粘结剂层。第二粘结剂层实施方式(本说明书中也称作单片层反射器实施方式)是粘着到单个无纺片材的一个面上的粘结剂层，其主要作用是提高漫反射器的昼光反射率，其次是任选用来将漫反射器面朝面地粘着到另一个基材上。

粘结剂层的厚度通常为约 5 微米至约 100 微米。在叠层反射器实施方式中，粘结剂层的厚度通常为约 10 微米至约 100 微米，足以将相邻无纺片材面朝面地粘着在一起，或者足以将无纺片材与另一个基材面朝面地粘着在一起。在单片层反射器实施方式中，粘结剂层的厚度通常为约 5 微米至约 50 微米，优选约 5 微米至约 25 微米，优选约 20 微米至约 30 微米，足以提高漫反射器的昼光反射率。若粘结剂层的厚度太小(例如小于约 5 微米)，则粘结剂层对昼光反射率的贡献变得低而无益，因为这种薄粘结剂层中散射体的容积截面小。

前述粘结剂层的厚度值与含有本说明书所述量的散射体的粘结剂有关，当散射体的量不同于本说明书所述的量时，该厚度可变化。例如，将粘结剂中散射体的量增加到本说明书所述的量以上时，通常会增加粘结剂层对漫反射器的昼光反射率的贡献，但会降低粘结剂层的粘着强度和柔韧性。散射体的量越高，反射粘结剂层相对越薄，但不会连带降低昼光反射率，可用于包含无纺片材的漫反射器，其中在无纺片材的一个面上具有粘结剂层(即单片层反射器实施方式)。减少粘结剂中散射体的量，通常会降低粘结剂层对漫反射器的昼光反射率的贡献，但通常会提高粘结剂层的粘着强度和柔韧性。散射体的量越低，粘性粘结剂层相对越薄，但不会连带损害粘结剂层的粘着强度和柔韧性，可用于包

含多个无纺片材的漫反射器，所述无纺片材通过每个无纺片材界面上的粘性粘结剂层面朝面地叠层起来(即叠层反射器实施方式)。

粘结剂层需要充分粘着到无纺片材上，以免粘结剂层与无纺片材周边在处理和漫反射器的条件下发生脱层。当根据 ASTM D903“Test for peel or stripping strength of adhesive bonds”(粘性连接体的剥离或剥落强度测试)进行测试，粘结剂层与无纺片材的剥离强度至少为约 0.75pli(磅/线性英寸)，优选至少约 1pli 时，表明存在足够的粘着强度。

本发明的漫反射器的粘结剂层包含粘结剂。本说明书所用术语粘结剂是指紧靠无纺片材、用来将散射体维持在分散状态的连续固相。

本发明的漫反射器中的粘结剂对可见光具有低吸收率，优选不吸收可见光。吸收率低是指粘结剂的吸收系数通常为约 10^{-3} 米²/克或以下，优选约 10^{-5} 米²/克或以下，更优选约 10^{-6} 米²/克或以下。若粘结剂的吸收系数大于约 10^{-3} 米²/克，则粘结剂充分吸收可见光，导致漫反射器的昼光反射率不利地下降。粘结剂的吸收对漫反射器的昼光反射率的影响大于粘结剂折射率对其影响。因此，即便在光学显示器的工作温度(例如约 50 至 70℃，即直视式背光腔体的典型工作温度范围)下延长使用期限(例如 3 年)之后，粘结剂也优选对可见光具有非常低的吸收率。

本发明的漫反射器所用粘结剂与它所粘着的无纺片材通常具有相近的热膨胀系数。二者的热膨胀系数相匹配可确保尽可能减少漫反射器因粘结剂层与无纺片材之间的热膨胀差异而发生的翘曲、弯折或脱层，甚至不发生。

本发明的漫反射器所用粘结剂的热稳定性和 UV 稳定性通常不小于无纺片材。

对于在安装或使用过程中需要折叠或反复弯折或折曲本发明的漫反射器的应用，粘结剂的弯曲性质通常类似于无纺片材。弯曲疲劳会使粘结剂层中产生裂纹，使某些区域的粘结剂层与无纺片材之间粘着程度最小或没有粘着。这会导致粘结剂层与无纺片材发生不可接受的脱层。

满足前述标准的粘结剂包括聚合物。聚合物粘结剂包括热固性聚合物，如聚酯、聚雷琐酚甲醛和聚苯酚雷琐酚甲醛、聚环氧化物、聚氨酯和丙烯酸类聚合物。聚合物粘结剂还包括热塑性聚合物，如纤维素乙酸酯和纤维素乙酸酯-丁酸酯、聚乙烯基乙酸酯、乙烯基亚乙烯基聚合物、丙烯酸类聚合物、乙烯基/丙烯酸类聚合物、聚酰胺、苯氧基聚合物和含氟聚合物。聚合物粘结剂还包括弹性体聚合物，如聚异丁烯、聚脲、聚苯乙烯丁二烯、聚硫化物、硅酮和氯丁

橡胶。聚合物粘结剂还包括杂化改性的聚合物，如环氧-酚醛树脂、环氧-聚硫化物、环氧-尼龙、腈-酚醛树脂、氯丁橡胶-酚醛树脂、橡胶改性的环氧化物、橡胶改性的丙烯酸类聚合物和环氧聚氨酯。聚合物粘结剂的玻璃转变温度(T_g)通常在 -75°C 至 30°C 的范围内。 T_g 低于 -75°C 的聚合物粘结剂通常具有差的内聚强度。因此，粘结剂层的表面可能变得较粘，使粘结剂层受到污染，甚至从无纺片材上发生脱层。 T_g 超过 30°C 的聚合物粘结剂通常具有脆性，且以不可接受的强度粘着到无纺片材上，导致粘结剂层易于在漫反射器受到折曲时发生破裂或从无纺片材上发生脱层。优选的聚合物粘结剂包括聚氨酯；聚酯，如聚对苯二甲酸乙二酯和聚对苯二甲酸丁二酯；聚丙烯酸类，如聚丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯和聚甲基丙烯酸甲酯；以及硅酮。粘结剂可包含少量的，例如少于约5重量%(基于粘结剂的量)的常规聚合物添加剂，如增塑剂、稳定剂、劣化抑制剂、分散剂、抗静电剂、固化剂、流平剂、紫外线吸收剂、抗氧化剂、粘性调节剂、润滑剂、光稳定剂等。

本发明的漫反射器所用粘结剂层包括用于散射可见光的散射体。散射体以分散态分布在整个粘结剂中。一般地，每个散射体被粘结剂包围，不与其他散射体发生物理接触。散射体的例子包括粒子(本说明书中也称作微粒散射体)和空隙。

对于包含分散的散射体的粘结剂，其每单位散射体体积上的光散射截面高度依赖于散射体与粘结剂的折射率之差。较大的光散射截面是优选的，可通过使散射体与粘结剂的折射率之差最大化获得。散射体与粘结剂的折射率之差通常至少约为0.5，优选至少约为1。

本发明的漫反射器中所用微粒散射体的折射率通常至少为约1.5。高折射率微粒散射体的折射率通常至少约为2.0，优选至少约为2.5。折射率小于高折射率微粒散射体的微粒散射体在本说明书中称作低或较低折射率微粒散射体。空隙散射体的折射率为1.0，也就是空隙中所含空气的折射率。

在一个实施方式中，粘结剂层包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体，粘结剂中高折射率微粒散射体的含量低于临界粒子体积浓度(本说明书中也称作CPVC)，使得粘结剂层基本上不含空隙。在另一个实施方式中，粘结剂中高折射率微粒散射体的含量大于CPVC，使得粘结剂层包含空隙。在另一个实施方式中，粘结剂中低折射率微粒散射体的含量大于CPVC，使得粘结剂层包含空隙。在另一个实施方式中，粘结剂中高折射率微粒散射体和低折射率微粒散射体混合物的含量高于或低于CPVC，使得粘结剂层基本上不含空隙或包含

空隙。

散射体的形状不受特别限制，例如，可以是球形、立方形、针形、纺锤形、圆盘形、鳞形、纤维形等。虽然这样的形状都可用于产生空隙，但对于高折射率微粒散射体，优选球形。

散射体可以是实心或空心的。空隙可利用空心粒子(即具有内部空隙)产生，如空心球状塑料粒子。

通过以较高粒子体积浓度堆积粒子，可在粘结剂层中产生作为本发明的漫反射器中所用散射体的散光空隙。粒子体积浓度(本说明书中也称作 PVC)是指粒子的体积，表示为粘结剂层中包含的所有实心组分的体积百分数。例如，在包含粒子和粘结剂的粘结剂层中， $PVC(\%) = 100 \times (\text{粒子体积}) / (\text{粒子体积} + \text{粘结剂体积})$ 。在 CPVC 条件下，刚好有足够的粘结剂填充粒子之间的间隙空间。当粘结剂层中所含粒子的 PVC 大于 CPVC 时，散射体额外包含空隙，空隙中含有空气。所述空隙位于粒子之间的间隙空间内。粒子的尺寸和形状是控制空隙尺寸和总体积的两个因素。当粘结剂层中粒子的含量大于 CPVC 且平均粒径为约 0.2 微米至约 5 微米时，粒子将以一定的方式堆积，使得空隙具有散射光所需的最佳尺寸。对于平均空隙直径稍小于可见光半波长的空隙，每单位空隙体积上的可见光散射截面可达到最大。根据 H. M. Rootare 发表在 *Advanced Experimental Techniques in Powder Metallurgy*(粉末冶金先进实验技术)一书中的“A Review of Mercury Porosimetry(水银孔隙率法综述)”(第 225—252 页，Plenum Press, 1970)所介绍的水银孔隙率法测定，用作散射体的高效率散光空隙的平均直径为约 0.01 微米至约 1 微米，优选为约 0.05 微米至约 0.5 微米。

对可见光具有低吸收率、可用来散射可见光的粒子可在本发明的漫反射器中用作散射体。粒子包括通常称为白颜料的那些粒子。若粒子的折射率基本上与粘结剂的折射率相同(例如，对于低折射率微粒散射体，粘结剂与散射体的折射率之差小于约 0.5)，则这样的粒子在本发明漫反射器中的浓度低于其 CPVC 时，它们通常不会起散射体的作用。然而，这样的粒子在粘结剂中的含量高于 CPVC 时，可用来产生散光空隙。当高折射率微粒散射体，例如二氧化钛，在粘结剂中的用量低于 CPVC 时，即使基本上不存在空隙，它也可非常有效地散光。高折射率微粒散射体也可以高于 CPVC 的含量用于粘结剂中，在此实施方式中也会产生散光空隙。

当散射体的平均直径稍小于入射光的半波长时，对于包含密集散射体的粘结剂，其单位散射体体积上的散光截面达到最大。在本发明的漫反射器中用作

散射体的粒子的直径可利用常规沉降法或光散射法测定。对于高折射率微粒散射体，平均粒径通常为约 0.1 微米至约 30 微米，优选约 0.2 微米至约 1 微米。若采用高折射率微粒散射体，则粒子的平均直径为约 0.2 微米至约 0.4 微米，即稍小于入射光的半波长时，本发明的漫反射器的漫反射达到最大。若散射体的平均直径超出上述范围，则相比于散射体的平均直径处于上述范围，粘结剂层对漫反射器的昼光反射率的贡献下降。此外，若散射体的平均直径高于约 30 微米，则散射体在粘结剂中的均匀分散可能变得困难，导致粘结剂层表面变得粗糙，这是不利的，可能促使粘结剂层失效。

本发明的漫反射器中所用微粒散射体对可见光具有低吸收率。吸收率低是指散射体的吸收率通常低于粘结剂的吸收率，或者对粘结剂层的吸收率基本上没有贡献。本发明包含粘结剂和散射体的粘结剂层所具有的吸收系数通常为约 10^{-3} 米²/克或以下，优选为约 10^{-5} 米²/克或以下。在散射体包含二氧化钛的实施方式中，当波长为约 425 纳米至约 780 纳米时，包含粘结剂和散射体的粘结剂层的吸收系数为约 10^{-3} 米²/克或以下，优选为约 10^{-5} 米²/克或以下。

在本发明漫反射器中用作散射体的粒子的组成不受特别限制，包括金属盐、金属氢氧化物和金属氧化物。举例而言，金属盐如硫酸钡、硫酸钙、硫酸镁、硫酸铝、碳酸钡、碳酸钙、氯化镁、碳酸镁；金属氢氧化物如氢氧化镁、氢氧化铝和氢氧化钙；金属氧化物如氧化钙、氧化镁、氧化铝和氧化硅。此外，也可采用粘土，如高岭土、铝硅酸盐、硅酸钙、水泥、沸石和滑石。也可采用塑性颜料。优选包含白颜料粒子的高折射率微粒散射体，包括例如二氧化钛和氧化锌。二氧化钛具有最高的单位体积散光截面，对可见光具有低吸收率，是最优选的散射体。

分散在粘结剂中的散射体的量直接影响粘结剂层对漫反射器的昼光反射率的贡献。若粘结剂中散射体的量太少，则粘结剂层对漫反射器的昼光反射率基本上没有贡献。若粘结剂中散射体的量太多，则粘结剂层的粘着性受到不利影响，粘结剂层难以均匀涂覆在无纺片材上。在一个实施方式中，散射体包括具有前述平均直径的空隙，此时粘结剂层的孔隙率通常需要达到约 55% 或以下，优选在约 20% 至约 55% 的范围内。孔隙率(%) (C) 在本说明书中定义为空隙的体积占粘结剂层总体积的百分数，根据下式计算： $C(\%) = (1 - B/A) \times 100$ ，其中 A 是粘结剂层中所含固相粘结剂的比重，B 是包含空隙的粘结剂层的堆积密度。之所以存在空隙，可归因于浓度高于 CPVC 时的粒子的堆积。在散射体包含空隙的实施方式中，若粘结剂层的孔隙率小于 20%，则具有不同折射率的紧邻相

之间的界面减少, 粘结剂层对漫反射器的昼光反射率的贡献下降。当考虑到粘结剂层的可涂覆性、粘着性和结构统一性时, 粘结剂层的孔隙率的上限通常约为 55%。

在一个实施方式中, 散射体所含高折射率微粒散射体的平均直径在前述平均直径范围内, 此时散射体的浓度可等于、高于或低于 CPVC。在一个实施方式中, 粘结剂中高折射率粒子的体积低于 CPVC。当总 PVC(高折射率粒子的体积加上其他粒子的体积)高于 CPVC 时, 还存在空气空隙散射位点。因此, 在另一个实施方式中, 为使粘结剂层产生最大光散射, 可同时采用高浓度的高折射率微粒散射体和高孔隙率。在此实施方式中, 粘结剂中高折射率粒子的体积高于 CPVC。

本发明的无纺片材漫反射器还可包含紫外线(UV)稳定剂, 它是涂覆或者更优选分散在整个无纺片材纤维的聚合物相中的物质, 用于防止在 UV 光作用下发生光劣化。此外, 本发明的粘结剂层可包含 UV 稳定剂。UV 稳定剂的作用是吸收 UV 辐射, 防止在纤维聚合物和聚合物粘结剂骨架中形成自由基, 所述自由基可导致分子链发生不利的断裂, 以及无纺片材和粘结剂层的光学性质变差。基于无纺片材聚合物或粘结剂的重量, UV 稳定剂的有益浓度范围是约 0.01 重量%至约 5.0 重量%。可采用已知用于塑料中的常规 UV 稳定剂, 例如选自苯甲酮、位阻叔胺、苯并三唑和羟苯基三嗪。可用的商业 UV 稳定剂包括美国纽约州塔里镇的汽巴特殊化学品公司(Ciba Specialty Chemicals, Tarrytown, NY, USA)销售的 CHIMASSORB®和 TINUVIN®系列稳定剂。

粘结剂容易因老化而泛黄, 这是不利的。抑制粘结剂泛黄的一种途径是借助稀释剂涂料施涂粘结剂层。然而, 这会降低叠层连接体的强度。包含散射体的粘结剂可以不连续或图案化(例如方格图案)涂层形式施涂到无纺片材上, 这样无纺片材表面区域只有相对较小部分被涂覆。这样可减少粘结剂的总用量, 同时使所加粘结剂层保持较大的厚度, 从而得到较高的叠层连接体强度。抑制粘结剂层泛黄的第二种方法是在配制粘结剂层时加入常规紫外线(UV)屏蔽剂和/或 UV 稳定剂, 如本说明书在前面所披露的那些。

本发明的漫反射器可包含单层或多层无纺片材, 如两片或多片无纺片材的叠层体。此叠层反射器实施方式特别适合用来获得具有高昼光反射率的漫反射器, 例如在可见光变差范围内的昼光反射率约为 98%。该叠层反射器实施方式还可用于使单一无纺片材中的非均匀性得到均化, 所述非均匀性源自片材厚度不均匀或者片材纤维具有方向性。无纺片材叠层体可这样制备: 利用本说明书

所限定的粘结剂层将两片或多片片材粘着到一起。

因此，本发明包含漫反射器，其包含无纺片材叠层体。叠层体包含两片无纺片材，在无纺片材界面上有粘结剂层，所述叠层体的总厚度小于约 400 微米，且经分光光度法测定，它在可见光波长范围内的昼光反射率至少约为 96%。叠层体包含三片无纺片材，每个无纺片材界面上都有粘合剂层，所述叠层体的总厚度小于约 600 微米，且经分光光度法测定，它在可见光波长范围内的昼光反射率至少约为 97%。叠层体包含四片无纺片材，每个无纺片材界面上都有粘合剂层，所述叠层体的总厚度小于约 900 微米，且经分光光度法测定，它在可见光波长范围内的昼光反射率至少约为 98%。

本发明的漫反射器还可包含背衬支承片材，用以增加漫反射器的硬度，并在组装和使用漫反射制品的过程中保持漫反射器的形状。这种背衬支承片材设置在漫反射器背向光源的面上。所用背衬支承片材包括聚酯膜(例如 Mylar®、白 PET)、芳酰胺纤维(例如 KEVLAR®)(二者均可购自美国特拉华州威尔明顿市的杜邦公司(E. I. du Pont de Nemours & Co., Wilmington, DE, USA))，以及纸、织物或机织织物、无纺片材、发泡聚合物、聚合物膜、金属箔或片和涂金属膜。可对背衬支承片材加以选择，以增加漫反射器的总体反射率(例如，背衬支承片材包含金属箔或片和涂金属膜)。背衬支承片材和漫反射器可采用本发明的粘结剂层或常规压敏粘合剂，利用常规技术相互叠层到一起。此外，为得到具有复杂形状的漫反射器，可将本发明的漫反射器粘接到刚性载体材料上，然后形成复合成形体，如抛物线形或椭圆体形圆顶体。

本发明的漫反射器还可包含镜面反射层，其设置在无纺片材背向光源的面上。这样设置镜面反射器可增加漫反射器的昼光反射率。在一个实施方式中，可在含粘结剂层的无纺片材的粘结剂层面上涂金属。代表性金属包括铝、锡、镍、铁、铬、铜、银或其合金，优选铝。金属可利用已知的真空金属涂覆技术进行沉积，其中金属在真空条件下受热蒸发，然后沉积在粘结剂层面上，厚度为约 75 埃至约 300 埃。真空金属涂覆技术是已知的，例如参见美国专利第 4999222 号。在此实施方式中，在漫反射器的粘结剂层面上增加薄镜面反射层，基本上不会改变反射器的总厚度。在另一个实施方式中，镜面反射层包含涂金属的聚合物片材，例如涂铝 MYLAR®，可将其叠层到漫反射器上，使涂金属聚合物片材的涂金属面朝向无纺片材的粘结剂层面，所述无纺片材在一个面上包含粘结剂层。在另一个实施方式中，镜面反射层包含金属箔，例如铝箔，可将其叠层到无纺片材的粘结剂层面上，所述无纺片材在一个面上包含粘结剂层，

由此得到硬度增强的漫反射器。铝的热膨胀系数小于无纺片材，是极好的热导体。这两个因素使本发明的漫反射器的温度变化最小，从而减小其在非均匀受热条件下发生弯折的倾向，所述非均匀受热的情况在所配光源包含几层管形灯的 LCD 中会遇到。该实施方式中的漫反射器可这样形成：利用无纺片材在一个面上包含的粘结剂层作为粘合剂，或者利用常规压敏粘合剂，将金属箔叠层到无纺片材的粘结剂层面上。在这些实施方式中，漫反射器包含涂金属的面，或者叠层到涂金属的聚合物片材或金属箔上漫反射器余下的(无金属)无纺面处于光学腔体中，面向光源。

要使 LCD 背光源具有均匀的亮度，反射光的漫射非常重要。诸如冷阴极荧光灯(CCFL)这样的线光源和诸如红、绿、蓝发光二极管(RGB LED)这样的点光源原本不是漫射光源。在直视背光源中需要高漫射反射器，因为其宽散射角可产生更均匀的亮度。对于其中的 CCFL 间隔更宽的背光源，以及需要解决背光中颜色不均匀的问题的背光源，如以 RGB LED 作为光源的背光源，更高的漫射性显得更加重要。此外，许多商业背光源反射器的蓝光反射率较低，这迫使背光源制造商考虑用来改进蓝光发射的方法，包括使用荧光添加剂、提高蓝光发射性能(LED)和在 CCFL 设计中增加蓝色磷光体。这样的解决方案伴有缺陷，包括反射稳定性下降(荧光添加剂)和寿命缩短(增加蓝色 LED 和增加蓝色 CCFL 磷光体)。

本发明的漫反射器具有高漫射反射率。一般地，这相当于 50% 峰值亮度处估计的平均角带宽(ABW)至少约为 120 度。这种情况示于实施例 5 及图 5 和图 6 中，它们显示本发明反射器的漫反射率高于商业背光源反射器。由于本发明的漫反射器具有更宽的漫射锥(diffuion cone)，所以其散射角更宽，且光学显示器的均匀性也因此得到改进。漫射反射率越高，背光源的密度可以所设计得越稀，因为利用更宽的漫射锥，可更有效地在高角度向整个背光单元散射光。由于本发明的漫反射器具有此种特性，可以采用透射性更好的漫射板，从而以更高的效率利用来自光源的光。

本发明的漫反射器可利用包含以下步骤的方法制造：制备粘结剂、散射体和任选稀释剂的混合物，将该混合物施涂到无纺片材的至少一个面上，任选固化该混合物，形成粘结剂层。

包含粘结剂和散射体的混合物可这样制备：称取适量的每种组分(例如细分散的粉末、球粒、溶液、分散体或其他形态)，将其合并在一起，然后用常规装置混合(例如用班伯里混合机)。

可利用各种已知方法将粘结剂与散射体的混合物涂覆到无纺片材的至少一个面上。举例来说，所述方法包括涂覆方法如刮涂法、辊涂法、喷涂法和浸涂法，全表面印刷法如丝网印刷、胶版印刷、凹版印刷和苯胺印刷，以及模塑法如挤出成形法。

任选的固化步骤涉及固化混合物，形成粘结剂层。当粘结剂和散射体组合物包含溶剂时(例如，当聚合物粘结剂包含丙烯酸乳胶时)，该步骤是必需的，且可通过以下方式完成：将经涂覆的无纺片材在环境条件或其他条件下(例如升高的温度、降低的压力等)静置适当时间，直到溶剂从该组合物中蒸发掉，而留下的粘结剂层沉积在无纺片材上。

本发明还涉及漫反射制品，其包含可见光漫反射器和形成光学腔体的结构，其中所述漫反射器具有无纺面，设置在所述光学腔体内，使得光经无纺面反射出光学腔体，射向需要受到光照的物体；所述漫反射器包含无纺片材，该无纺片材的一个面上具有粘结剂层，所述粘结剂层包含粘结剂和分散在该粘结剂中的可见光散射体。在一个实施方式中，所述制品还包含位于光学腔体内的光源，这样，来自光源并射向光学腔体内部的光经漫反射器反射，从光学腔体射出，并射向需要受到光照的物体。在一个实施方式中，该制品还包含显示板，经漫反射器的无纺面反射的光通过该显示板。在一个实施方式中，该制品还包含位于所述光学腔体内的光源和来自光源的光从其中通过的显示板，其中漫反射器位于光学腔体内，使来自光源的光经漫反射器的无纺面向着显示板反射。

本发明还涉及光学显示器，其包括：(1)限定出光学腔体的结构；(2)位于该光学腔体内的光源；(3)来自光源的光从其中通过的显示板；以及(4)包含无纺片材的漫反射器，所述无纺片材的一个面上具有粘结剂层，所述粘结剂层包含粘结剂和分散在该粘结剂中的可见光散射体，其中漫反射器位于光学腔体内，使来自光源的光经漫反射器的无纺面向着显示板反射。

本发明的漫反射器制品或光学显示器包含光的漫反射器，其位于限定出光学腔体的结构内。“光学腔体”在本说明书中是指一种封闭体，用于接收来自光源的光，对该光进行调整并将其导向需要受到光照的物体。光学腔体包括一些结构，用于将来自光源的光集中、转向和/或聚焦到接收体上，可采用空气或高折射率物质作为腔体介质。该结构的几何形状不受限制。包含光学腔体的示例性结构包括光源、复印机、投影机光引擎、积分球均匀光源、标识箱(sign cabinet)、光导管和背光组件。在某些实施方式中，如在用于液晶显示器(LCD)的背光单元中，所述光学腔体可包括光导件或波导件。当漫反射制品是光学显

示器的一个组件时，光学腔体是指这样一种封闭体，它被用来容纳光源，并将来自光源的光导向显示板。显示板包括静态和动态(可寻址)显示类型。

位于光学腔体内的光源任选包含在本发明的漫反射制品中，且包含在本发明的光学显示器中。“光源”在本说明书中是指可见光发射器，可以是光学腔体内的单独光源或光学腔体内的多个光源。示例性光源包括球式和管式白炽灯、汞灯、金属卤化物灯、低压钠灯、高压钠灯、弧光灯、紧凑型荧光灯、自镇流荧光灯、冷阴极荧光灯(CCFL)、发光二极管(LED)和其他能发可见光的类似装置。

来自光源的光从其中通过的显示板任选包含在本发明的漫反射制品中，且包含在本发明的光学显示器中。“显示板”在本说明书中是指对来自光源的光的传播进行调节的透光性器件，在某些实施方式中，调节光的目的是将可见光图像传送到观察者眼中。在一个实施方式中，限定光学腔体的结构是符号柜系统，其目的是将静态图像传送到观察者眼中，此时显示板的例子包括其上包含静态图像(例如文本图像或图画图像)的聚合物板或玻璃板。在一个实施方式中，限定光学腔体的结构是光源，其目的是将光导向需要受到光照的空间或物体，此时显示板的例子包括常用作光源的配件(例如荧光漫射器)的聚合物、玻璃或金属材料的实心板、百叶窗式板和栅格板。在一个实施方式中，限定光学腔体的结构是用于液晶显示器的背光单元，其目的是将静态图像和/或变化的图像传送到观察者眼中，此时显示板的例子包括带图像的液晶，所述图像对电子信号作出响应发生变化。

本发明的漫反射制品或光学显示器包含位于光学腔体内的漫反射器，用于将光反射到需要受到光照的物体上。该漫反射器位于光学腔体内，因而它能将光学腔体内未射向物体的光往回反射到物体上。该漫反射器位于光学腔体内，因而它能将光经漫反射器的无纺面反射到需要受到光照的物体上。在光学显示器中，漫反射器位于光学显示器光源背后，所述光源照射显示板。本发明的漫反射器散射光和漫反射光的性质提供了更多的总漫射光照，例如提供总漫射量更多的光源，因而提供了被更均匀地照亮或被更均衡地照射的光学显示器。

图1和图2显示了利用本发明漫反射器的光学显示器的两个实施方式的图示。

作为示例，图1包括采用本发明漫反射器的边缘照明式液晶光学显示器的截面图。图1显示，光学显示器100含有荧光光源101，所述荧光光源101与含有塑料光导件102的光学腔体相连。在光导件102顶部放置漫射片材103、

增亮膜 104(如美国专利第 4906070 号所述)和反射性偏振膜 105(如 PCT 公开 WO 97/32224 所述),其作用是使自光导件 102 发射的光转向和发生反射性偏振,射向液晶显示板 106 和观察者。将液晶显示板 106 放置在反射性偏振膜 105 顶部,通常由包含在两个偏振器 108 之间的液晶 107 构成。

光导件 102 将光导向显示板 106,最终导向观察者。一些光从光导件 102 的背表面反射。将本发明的漫反射器 109 放置在光导件 102 背后,漫反射器 109 的无纺面朝向光导件 102。漫反射器 109 将光反射到液晶显示板 106。它还反射从反射性偏振膜 105 和增亮膜 104 这两个层反射过来的光,并使该光的偏振态随机化。漫反射器 109 是具有高反射性和高漫射性的表面,提高了光学腔体的光学效率。漫反射器 109 以弥散的方式散射和反射光,使光去偏振,在可见光波长范围内具有高反射率。

漫反射器 109 是光再生系统的一个元件。该漫反射器(i)反射来自反射性偏振膜 105 和/或增亮膜 104 的反射光,(ii)使该光再有机会到达液晶显示板 106,并最终到达观察者眼中。该反射和再生过程可发生无数次,提高了光学显示器的亮度(即被导向观察者的光的量)。

由于漫反射器的光学效率如上所述得到了提高,可利用它反射在层 104 与漫反射器 109 之间的入射光,通过控制光的发射角度提高显示器的亮度。例如,增亮膜 104 在一个特定的窄角度范围内透射光,将光反射到另一个特定的更宽的角度范围内。漫反射器 109 将该反射光散射到所有角度。在增亮层 104 的透射角度范围内的光就被传送到观察者眼中。层 104 反射第二角度范围内的光后,漫反射器 109 再对其进行散射。

由于漫反射器 109 的光学效率如上所述得到了提高,可利用它反射在反射性偏振膜 105 与漫反射器 109 之间的入射光,通过控制透过反射性偏振膜 105 的光的偏振态提高显示器的亮度。多数显示器在显示板 107 的后背加有吸收性偏振器 108。当用非偏振光照射显示器时,至少一半的光被吸收。结果,显示器的亮度下降,显示器的偏振器 108 被加热。利用反射性偏振膜 105 可克服上述两种不利情形,因为反射性偏振膜 105 透射一种线性偏振态的光,而反射另一种线性偏振态的光。若反射性偏振膜 105 的透光轴与吸收性偏振器的透光轴对齐,则吸收性偏振器仅微弱地吸收透射光。而且,吸收性偏振器对处于反射偏振态的光一点都不吸收。相反,这种光被反射到漫反射器 109 上。漫反射器 109 使光去偏振,产生的偏振态在反射性偏振膜的透光态和反射态中具有相同的偏振分量。一半的光透过反射性偏振层 105,射向观察者。处于反射偏振态

或者说“不利”偏振态的光，再次受到漫反射器 109 的散射，再次提供对其进行另一轮偏振转换的机会。

此外，可将本发明的漫反射器 110 设置在光源 101 如冷阴极荧光灯(CCFL)的背后或周围，以提高进入塑料光导件 102 的光耦合效率。漫反射器 110 可单独使用，也可与镜面反射器组合使用，以提高该结构的总体反射率。当采用这种镜面反射器时，可将其设置在漫反射器 110 背后，使得漫反射器保持面向光源 101。

由于本发明的漫反射器具有提高的光学效率，可利用其提高光学腔体的反射效率和/或混合各自具有独立波长的光以形成颜色均匀的光源或白光源。作为示例，图 2 包括背光式液晶光学显示器的截面图，它具有冷阴极荧光灯光源，采用了本发明的漫反射器，并且还采用了漫射板 203。在图 2 所示的光学显示器 200 中，在光学腔体 202 中画出了三盏荧光灯 201。所有的荧光灯都可以是白光灯，或者每盏灯具有选定的颜色，如红、绿和蓝。在图 2 的另一个实施方式中，用一个或多个有色或白色发光二极管代替荧光灯。在图 2 的两个实施方式中，光学腔体 202 内均衬有本发明的漫反射器 204。漫反射器 204 既提高反射率，又充分混合独立的色光以形成白光源，使该光源发光时具有良好的空间均匀性，以便照射液晶显示板 106。

对于要求对光具有漫反射性的器件，本发明还涉及改进其对光的反射性的方法，该方法包括：(i)提供包含无纺片材的漫反射器，所述无纺片材的至少一个面上具有粘结剂层，所述粘结剂层包含粘结剂和分散在所述粘结剂中的可见光散射体；(ii)将该漫反射器设置在该器件中，使光能经该漫反射器的无纺面反射。

实施例

基重

基重利用 ASTM D 3776 方法测定，该方法根据样品尺寸作了改进，基重报告值的单位是克/米²。

水银孔隙率测定法

无纺片材的孔径分布数据利用已知的水银孔隙率法获得，该方法见 H. M. Rootare 发表在 Advanced Experimental Techniques in Powder Metallurgy(粉末冶金先进实验技术)一书中的“A Review of Mercury Porosimetry(水银孔隙率法综述)”(第 225—252 页，Plenum Press, 1970)。“VP1”的定义如前，表示用水银孔

隙率法测得的平均孔径在 0.01 微米至 1.0 微米之间的无纺片材孔容。“VP2”的定义如前，表示用水银孔隙率法测得的平均孔径在 0.02 微米至 0.5 微米之间的无纺片材孔容。

比孔容

“比孔容”(单位为厘米³/米²，在本说明书中也称“SPV”)的定义如前，表示无纺片材的基重(单位为克/米²)与给定平均孔径范围的片材孔的孔容(单位为厘米³/克)的数学乘积。SPV 的单位为厘米³/米²，该单位可用来表征每平方面积的无纺片材中存在的、平均孔径在给定范围内的孔的容积。SPV1 的定义如前，表示对应于 VP1 平均孔径的比孔容。SPV2 的定义如前，表示对应于 VP2 平均孔径的比孔容。

厚度

利用 Ono Sokki EG-225 厚度计进行厚度测量，在该厚度计的 Ono Sokki ST-022 陶瓷基支架上固定有 0.95 厘米(3/8 英寸)测量探针，二者均购自美国伊利诺依州阿迪森市小野公司(Ono Sokki, Addison, IL, USA)。

脱层

粘结后的无纺片材的脱层值利用 ASTM D2724 方法获得，其报告值的单位是千克/米。

反射谱—分光光度法

除非另有说明，总体反射谱利用 ASTM E1164-02 方法获得(为测评物体颜色获取分光光度数据的标准方法(Standard Practice for Obtaining Spectrophotometric Data for Object-Color Evaluation))。将漫反射器或其他片材放置在带有 150 毫米积分球附件的 Lambda 650 UV/VIS/NIR 分光光度仪中，二者均购自美国马萨诸塞州韦尔兹利市珀金埃尔默公司(PerkinElmer, Wellesley, MA, USA)。将本发明的漫反射器放置在分光光度仪中时，使该漫反射器的无纺面朝向分光光度仪的光源。测量结果是在每个波长上以百分数表示的反射率，所测光谱范围是 380 纳米至 780 纳米，间隔为 5 纳米。反射标样是经过校准的 SPECTRALON[®]标样，购自美国新罕布什尔州北萨顿市蓝菲光学有限公司(LabSphere, North Sutton, NH, USA)。利用光电倍增管进行检测。根据 ASTM E308-01，利用 CIE 10° 1964 标准观测仪和 D65 光源计算三色值。如“Billmeyer and Saltzman Principles of Color Technology”(比尔迈耶和萨尔茨曼色技术原理)(第 3 版)所述，利用 D65 光源和 CIE 标准昼光观测仪计算昼光反射率 $R_{\text{可见}}$ 。

实施例 1、2 和 3 中所用的无纺片材

下面描述用来形成实施例 1、实施例 2 和实施例 3 中的漫反射器的无纺片材。该无纺片材是闪蒸纺丝高密度聚乙烯(HDPE)单层片材,其包含许多 HDPE 的丛丝薄膜-原纤维。实施例 1 和实施例 2 中的无纺片材不含粒状填料,通过美国专利第 3081519、3227794 和 3860369 号所述通用方法制备。实施例 3 中的无纺片材包含二氧化钛粒状填料,该填料分散在形成无纺片材纤维的聚合物相中,通过美国专利第 6010970 号或 PCT 公开 WO2005/98119 所述通用方法制备。

上述制备无纺片材的通用方法可归纳为三步。第一步是纺丝。对高密度聚乙烯(HDPE)在 CFC-11(一氟三氯甲烷)或 C-5 烃中的溶液进行两次减压处理。第一次得到两相溶液。第二次减到常压,使非聚合物组分发生闪蒸,得到相互交织的固体 HDPE 网。对实施例 3 中的无纺片材,HDPE 溶液还包含悬浮的 Ti-Pure® R-101 二氧化钛粒子(购自美国杜邦钛技术公司(DuPont Titanium Technologies, USA)),使所得无纺片材含有约 10 重量%的 Ti-Pure® R-101 二氧化钛粒子,所述粒子分散在形成无纺片材纤维的聚合物相中。在造纸机上收集一系列网,卷绕到辊上。

第二步是局域热粘接。将卷好的网解绕,每张网的表面与通过蒸气加热的气鼓接触。热鼓的温度为 135—140℃,而制备网的 HDPE 的熔点为 135—138℃。热鼓与网之间的接触时间极短,因而只有网表面的原纤维达到接近 HDPE 熔点的温度,这一点通过以下事实得到证实:只有所得无纺片材表面的原纤维在相互交织的原纤维之间的接触点处粘着在一起。为防止无纺片材过度收缩,用一块毯子将无纺片材抵向鼓面,以有效地遏制其收缩。每块无纺片材的表面离开蒸气热鼓后,迅速接触冷鼓,以便冷却。局域热粘接完成后,可任选利用电晕对无纺片材的一边或两边进行处理,并且任选在一边或两边施加抗静电剂。然后将所得产品卷绕到辊上。

第三步是切割步骤,将产品切割成所需宽度,然后卷成所需长度的卷。

从连续无纺片材的不同区域切割多个(即至少 12 个)大小为 34 毫米 x 34 毫米的正方形无纺片材样品。根据前述厚度测量法测量每个无纺片材样品的厚度,并根据无纺片材样品数求平均值,得到实施例 1 和实施例 2 中无纺片材的平均厚度约为 185 微米,而实施例 3 中无纺片材的平均厚度约为 230 微米。根据前述基重测量法测量每个无纺片材样品的基重,并根据无纺片材样品数求平均值,得到实施例 1 和实施例 2 中无纺片材的平均基重为 70 克/米²,而实施例 3 中无纺片材的平均基重为 68 克/米²。根据前述分光光度法测量每个无纺片材样品的总体反射谱,计算 R_{可见}值。在无纺片材样品整个反射波段内求平均,得

到平均反射率, 实施例 1 和实施例 2 中无纺片材的 $R_{\text{可见}}$ 为 94.0%。按照 ASTM E 1164 方法, 利用 X-Rite SP64 分光光度仪和 D65/10 光源/观测仪进行测定(波长范围为 400 至 700 纳米, 增加步幅为 10 纳米), 实施例 3 中无纺片材在 550 纳米处的反射率约为 97.3%, 颜色 b^* 约为 0.5。根据前述脱层测量法测量无纺片材的脱层值, 实施例 1、实施例 2 和实施例 3 中无纺片材的脱层值为 5.2 千克/米。利用前述水银孔隙率法测量无纺片材的 VP1 和 VP2, 实施例 1 和实施例 2 中无纺片材的结果为 0.55 厘米³/克(VP1)和 0.41 厘米³/克(VP2)。如前所述计算比孔容 SPV1 和 SPV2, 实施例 1 和实施例 2 中无纺片材的结果为 39 厘米³/米²(SPV1)和 29 厘米³/米²(SPV2)。

图 3 中线 1 是实施例 1 和实施例 2 的漫反射器中所用无纺片材的总体反射谱图(total reflectance spectrum)(反射率(%)—波长(纳米))。

实施例 1—漫反射器

利用狭缝模具涂覆头法(slot die coating head)制备包含无纺片材的漫反射器, 所述无纺片材的一个面上具有粘结剂层, 所述粘结剂层包含粘结剂和分散在该粘结剂中的可见光散射体。之所以采用狭缝模涂覆法, 是因为它能直接计量供给涂料, 无须让过量的材料反复流动; 能处理高粘性液体; 能在横向和纵向均获得均匀性; 以及能最大程度减少过早干燥或局部干燥, 否则会产生条纹、碎屑和相关涂覆扰动。

以 152.4 厘米/分钟(5 英尺/分钟)的线速度解绕 35.6 厘米(14 英寸)宽的前述无纺片材卷, 让其从实心支承辊上通过。所用包含散射体的粘结剂是 Behr Premium Plus® Exterior Semi-Gloss Ultra Pure White No. 5050, 购自美国加利福尼亚州贝尔公司(BEHR Process Corporation, CA, USA), 为白色丙烯酸乳胶漆, 固含量为 49 重量%, 密度为 1.25 克/厘米³, 粘度为 13000 厘泊。将该油漆涂料直接计量加到移动的无纺片材表面上, 速率为 77 厘米³/分钟, 宽度为 33.0 厘米(13 英寸), 湿厚度约为 153 微米。

狭缝高度和宽度通过一个具有精确厚度的金属垫片堆设定, 先用金属垫片堆将模具的两半隔开, 然后将这两半铆在一起时。狭缝高度的均匀性决定了涂料在宽度上流动的均匀性。

向着狭缝模的体积流量受到容积式齿轮泵的控制, 根据泵轴速度, 该齿轮泵提供均匀的、无脉冲的输送效果。

该体积流量在狭缝模确定的宽度上均匀分布, 然后在确定的线速度控制

下，以固定速率拉走，得到恒定的湿涂层厚度。

然后让涂过漆的无纺片材通过 9.1 米(30 英尺)长的干燥箱，箱内各区域的温度设定在 60℃、80℃和 90℃。通入烘箱中的空气将来自油漆的挥发性成分带走，结果形成粘结剂层，该粘结剂层包含粘结剂和分散在粘结剂中的可见光散射体。

所得粘结剂层的厚度约为 60 微米。

漫反射器离开烘箱后，将其卷绕成卷的形式，最终可切割成所需宽度，并切成具有所需尺寸的单个产品。

利用前述分光光度法测量多个(即至少 12 个)大小为 34 毫米 x 34 毫米的正方形漫反射器样品的总体反射谱，计算 $R_{\text{可见}}$ 值。对漫反射器样品的反射谱求平均，得到每个漫反射器的平均反射谱和平均 $R_{\text{可见}}$ 。漫反射器的 $R_{\text{可见}}$ 为 96.87%。

图 3 中线 2 是实施例 1 中漫反射器的总体反射谱图(反射率(%)—波长(纳米))。

实施例 2—漫反射器

本实施例采用实施例 1 的程序，但有以下变化。

将白色丙烯酸乳胶油漆直接计量加到移动的无纺片材表面上，速率为 60 厘米³/分钟，宽度为 33.0 厘米(13 英寸)，湿厚度约为 40 微米。干燥后，所得粘结剂层的厚度约为 15 微米。漫反射器的 $R_{\text{可见}}$ 平均为 96.17%。图 3 中线 3 是实施例 2 中漫反射器的总体反射谱图(反射率(%)—波长(纳米))。

实施例 3—漫反射器

本实施例采用实施例 1 的程序，但有以下变化。

如前面小标题为“实施例 1、2 和 3 中所用无纺片材”的那一节所描述的，实施例 3 中的无纺片材包含约 10 重量%的 Ti-Pure® R-101 二氧化钛粒子，所述粒子分散在形成无纺片材纤维的聚合物相中。

制备白色油漆，其包含 70 重量%前述 Behr Premium Plus® Exterior Semi-Gloss Ultra Pure White No. 5050 和 30 重量%Ti-Pure® R-741 二氧化钛浆液，购自美国特拉华州杜邦钛技术公司(DuPont Titanium Technologies, DE, USA)。通过前述狭缝模涂覆头法将该白油漆涂覆到无纺片材表面，使所得粘结剂层干燥后的涂层重量为 42 ± 5 克/米²。利用 5 微米厚的压敏粘合剂层，将用 30 微米厚的白 PET 片材做成的背衬支承片材叠层到漫反射器的粘结剂层面上，形成具有背衬支承片材的漫反射器。

按照 ASTM E 1164 方法, 利用 X-Rite SP64 分光光度仪和 D65/10 光源/观测仪进行测定(波长范围为 400 至 700 纳米, 增加步幅为 10 纳米), 该具有白 PET 背衬支承片材的漫反射器的平均 $R_{\text{可见}}$ 为 $96.4 \pm 0.9\%$, 550 纳米处的反射率为 $98.0 \pm 0.7\%$, 颜色 a^* 为 -0.5, 颜色 b^* 为 0.7。按照 ASTM D374-99 方法, 利用 Onko Sokki EG225 测微计(基座 ST-022, 指动推杆(finger lift) AA-969, 直径为 8 毫米的平头量规)进行测定, 该漫反射器的厚度为 265 ± 25 微米。

实施例 4—利用漫反射器得到的直视式背光源的亮度

在本实施例中, 将包含实施例 1 或实施例 2 中漫反射器的液晶显示器背光源的亮度与包含市售漫反射器的相同背光源的亮度作了比较。结果表明, 利用本发明的漫反射器可在减小背光源总厚度的情况下增加均匀性, 同时保持总亮度。

表 1 报告了包含实施例 1 或实施例 2 中漫反射器, 或者市售 E60L 和 E6SV 反射器之一的市售背光源单元的平均亮度(坎德拉/米²)、亮度标准偏差(坎德拉/米², 在本说明书中称作“sd”)和反射器的平均厚度。

将美国新泽西州夏普电子公司(Sharp Electronics Corporation, NJ, USA)生产的型号为 LC-13AV1 U 的 33 厘米(13 英寸)LCD 电视机拆开, 取出背光源单元, 其包括一块漫反射片、两个白色注塑尾端件、四个 U 形 CCFL、一块漫射片和一块漫射板。该背光源单元的前表面尺寸为 220 毫米 x 290 毫米。在本实施例的测试过程中, 将一块黑色吸光膜放置在背光源底部和已有漫反射片上, 并将它们完全覆盖, 以免在该区域的已有反射器对光反射产生贡献。将实施例 1 和实施例 2 中的漫反射器做成一定尺寸, 使之与背光源单元腔体的底面匹配。然后, 将实施例 1 或实施例 2 中的漫反射器单个放在背光源单位中黑色吸光膜顶部, 使实施例 1 或实施例 2 中漫反射器的无纺面朝向 CCFL, 然后将背光源单元重新装配起来。背光源前体的侧壁不作改动。然后, 让背光源单元运行 60 分钟, 使该单元稳定下来。利用美国加利福尼亚州光学研究公司(Photo Research®, Inc., CA, USA)生产的 PR®-650 SpectraScan®辐射分光计测定包含实施例 1 或实施例 2 中漫反射器的背光源单元的性能。辐射分光计与背光源单元之间的距离是 460 毫米。在背光源单元的中心位点用辐射分光计测量光线正常入射时的亮度(坎德拉/米²), 其中背光源的中心位点是背光源开口上正好处于背光源总宽度一半和总长度一半的点。测定 25 次亮度, 每 20 秒一次。测定平均亮度和均匀度, 并与将各市售反射器样品放在背光源单元中用上述方法测得

的类似结果进行比较。所检测的市售反射器是“E60L”和“E6SV”，前者是 188 微米厚的白色 PET 反射器，后者是 255 微米厚的白色 PET 反射器，二者均由日本千叶市东丽株式会社销售。

图 4 显示了包含各单个反射器的背光源单元的亮度—测量位置关系图。图 4 中线 1 是 E60L 的中心亮度(坎德拉/米²)—数据点(20 秒间隔)关系图。图 4 中线 2 是实施例 2 中漫反射器的中心亮度(坎德拉/米²)—数据点(20 秒间隔)关系图。图 4 中线 3 是实施例 1 中漫反射器的中心亮度(坎德拉/米²)—数据点(20 秒间隔)关系图。图 4 中线 4 是 E6SV 的中心亮度(坎德拉/米²)—数据点(20 秒间隔)关系图。

包含实施例 1 和实施例 2 中的单个漫反射器以及 E60L 和 E6SV 的背光源单元的平均中心亮度(坎德拉/米²)总结在表 1 中。

表 1

漫反射器	实施例 1	实施例 2	E60L	E6SV
平均中心亮度 (坎德拉/米 ²)	8932	8894	8837	8988
Sd	3	5	3	4
反射器平均厚度	250 微米	200 微米	188 微米	255 微米

实施例 5—漫反射器的漫射

利用购自法国埃鲁维尔圣克莱尔的艾尔迪姆公司(Eldim, Herouville St. Clair, France)的 Eldim EZContrast XR88 锥光偏振仪测量实施例 1 中反射器、实施例 2 中反射器和作比较的市售反射器 E6SV 和“MCPET”(日本东京古河电气工业株式会社(Furukawa Electric Co., Ltd., Tokyo, Japan))反射的光的变化，所述锥光偏振仪带有反射附件，以便准直光线沿着与反射面法线成 20°固定角的方向入射。将本发明的漫反射器置于锥光偏振仪中，该漫反射器的无纺面朝向锥光偏振仪的光源。在-88°至 88°的角度范围和 0 至 360°的全方位角范围测量亮度变化。上述四种反射器的锥光偏振图(亮度—角度径向图)示于图 5，其中 E6SV 对应于线 1，MCPET 对应于线 2，实施例 1 对应于线 3，实施例 2 对应于线 4。面内漫射锥仅通过观测在包含经校准输入光束的平面内的亮度和镜面反射率来测定。锥光偏振仪的该分组数据的结果示于图 6，它是归一化亮度(亮度/峰值亮度)与相对于 20°处的镜面反射的角度之间的关系图。对于每种反射器，当亮度为峰值亮度的 50%时，对应的两个角度决定了角带宽，典型的角带宽示于表 2。每种漫反射器的漫射率根据此项测量进行定量化。

表 2

反射器	对应于 50%峰值亮度的角带宽(度)
E6SV	2
MCPET	<1
实施例 1	135
实施例 2	120

归一化亮度对反射角的依赖性可用于度量反射器的漫射率，本发明漫反射器的此种依赖性大于作比较的市售漫反射器。对于采用本发明漫反射器的光学显示器来说，这就导致背光源内的光散射增强，在背光源总厚度减小的情况下产生更佳的均匀性，同时保持总亮度。

因此，本发明显然提供了漫反射器、漫反射制品、光学显示器以及在要求漫反射光的器件中改进光反射的方法，它们都能充分满足本说明书在前面提到的目标和优点。尽管已经结合具体实施方式对本发明作出了描述，但是不言而喻，许多替代形式、改进形式和变化形式对本领域的技术人员来说都是显而易见的。因此，本发明意在包含所有这样的替代形式、改进形式和变化形式，只要它们落在所附权利要求书限定的精神和范围内。

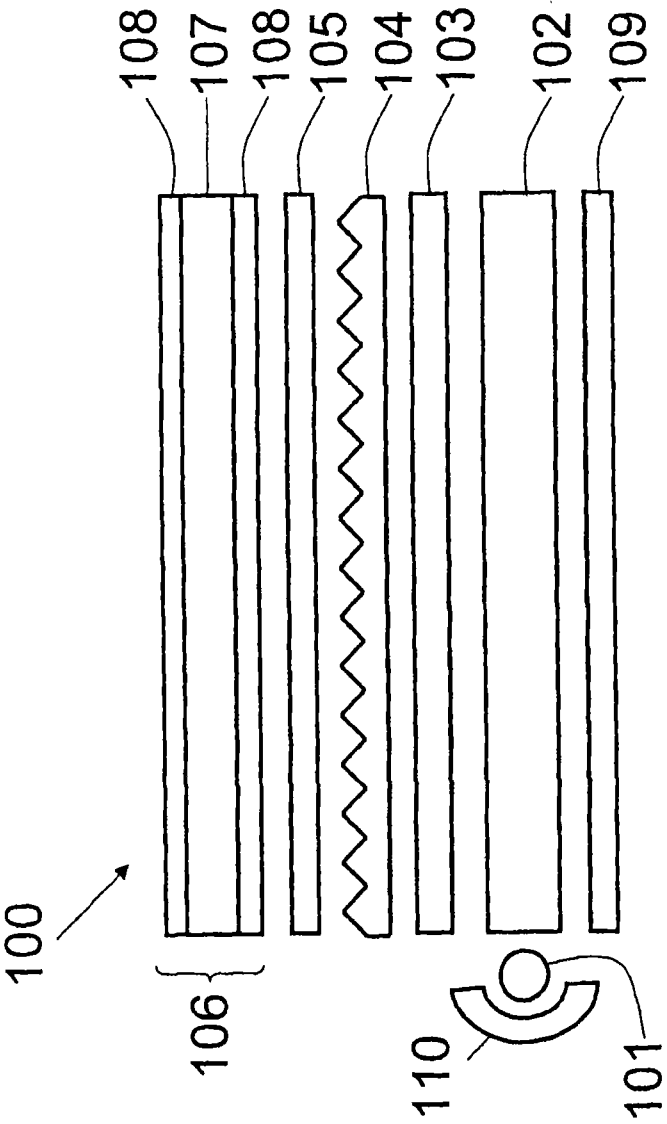


图 1

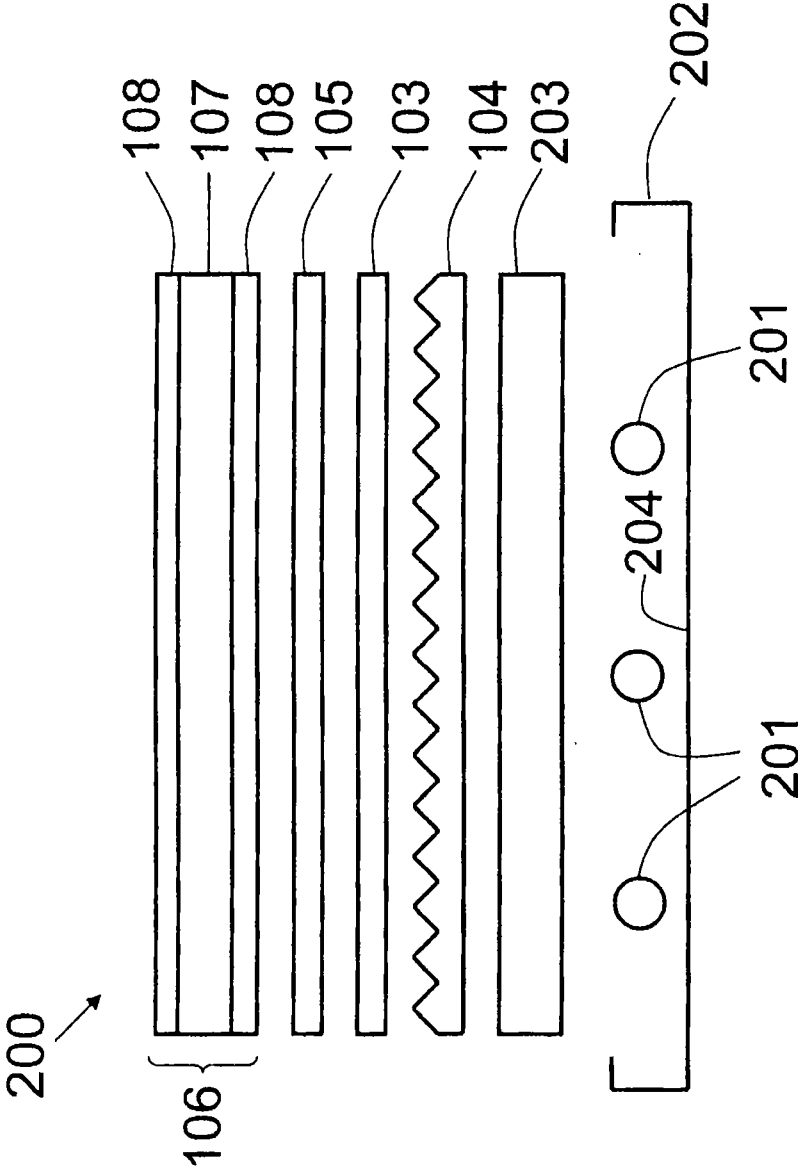


图 2

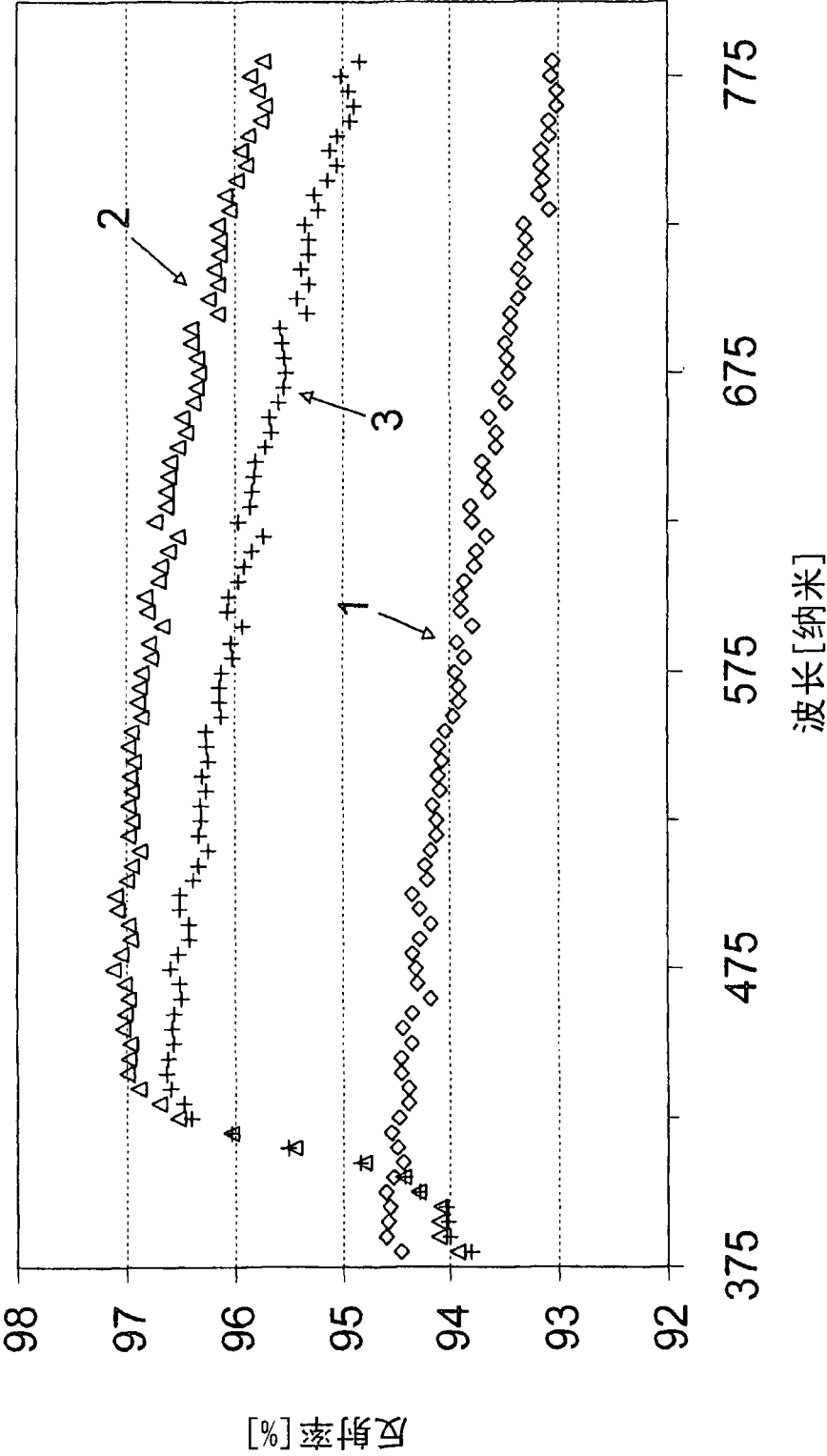


图 3

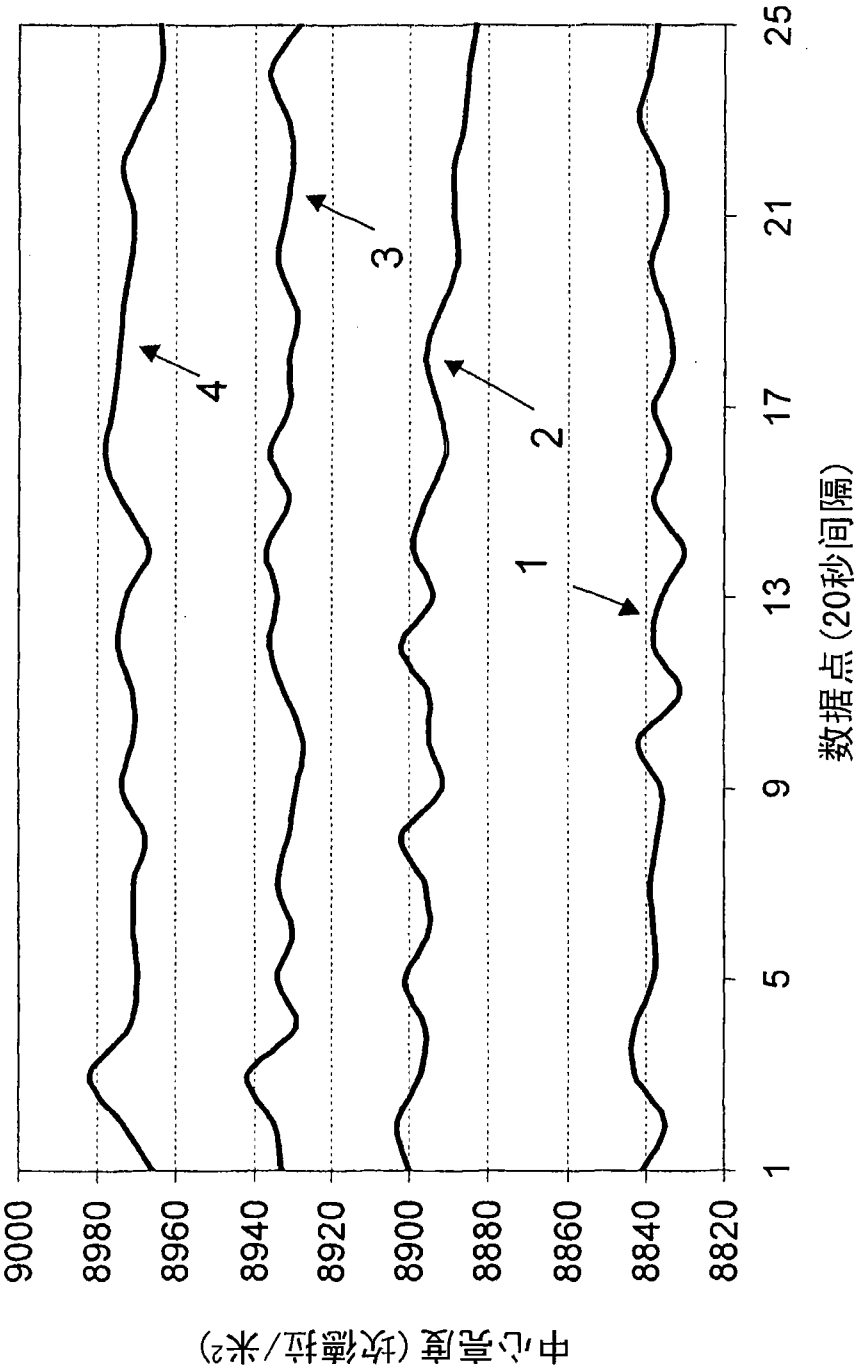


图 4

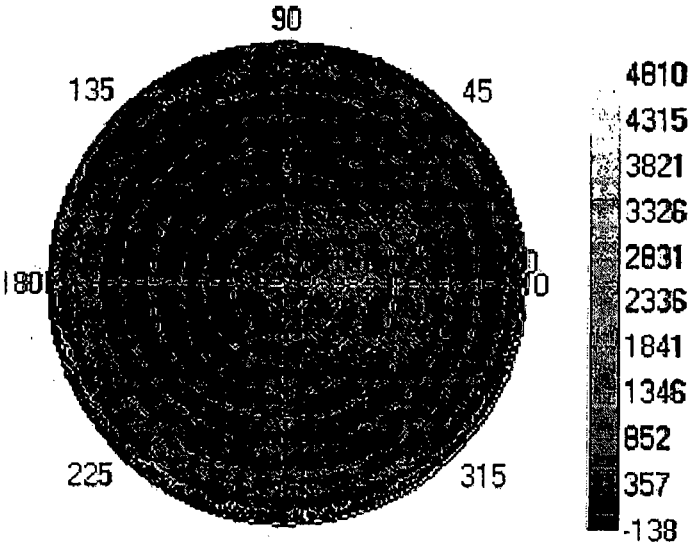


图 5A

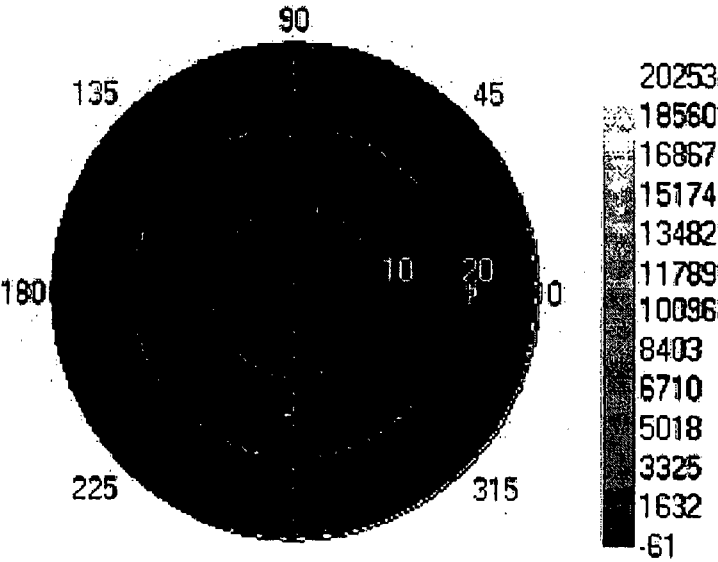


图 5B

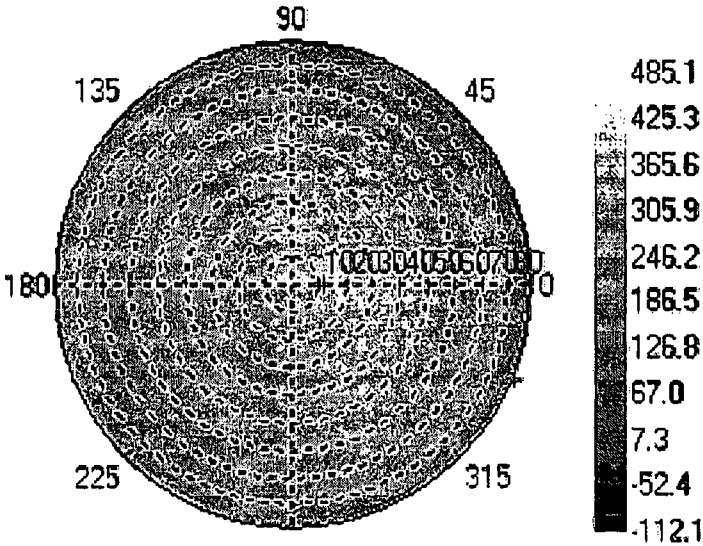


图 5C

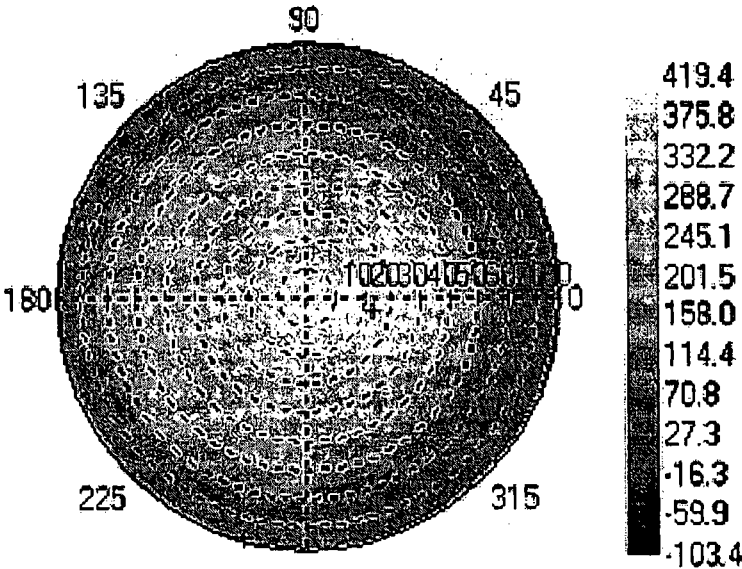


图 5D

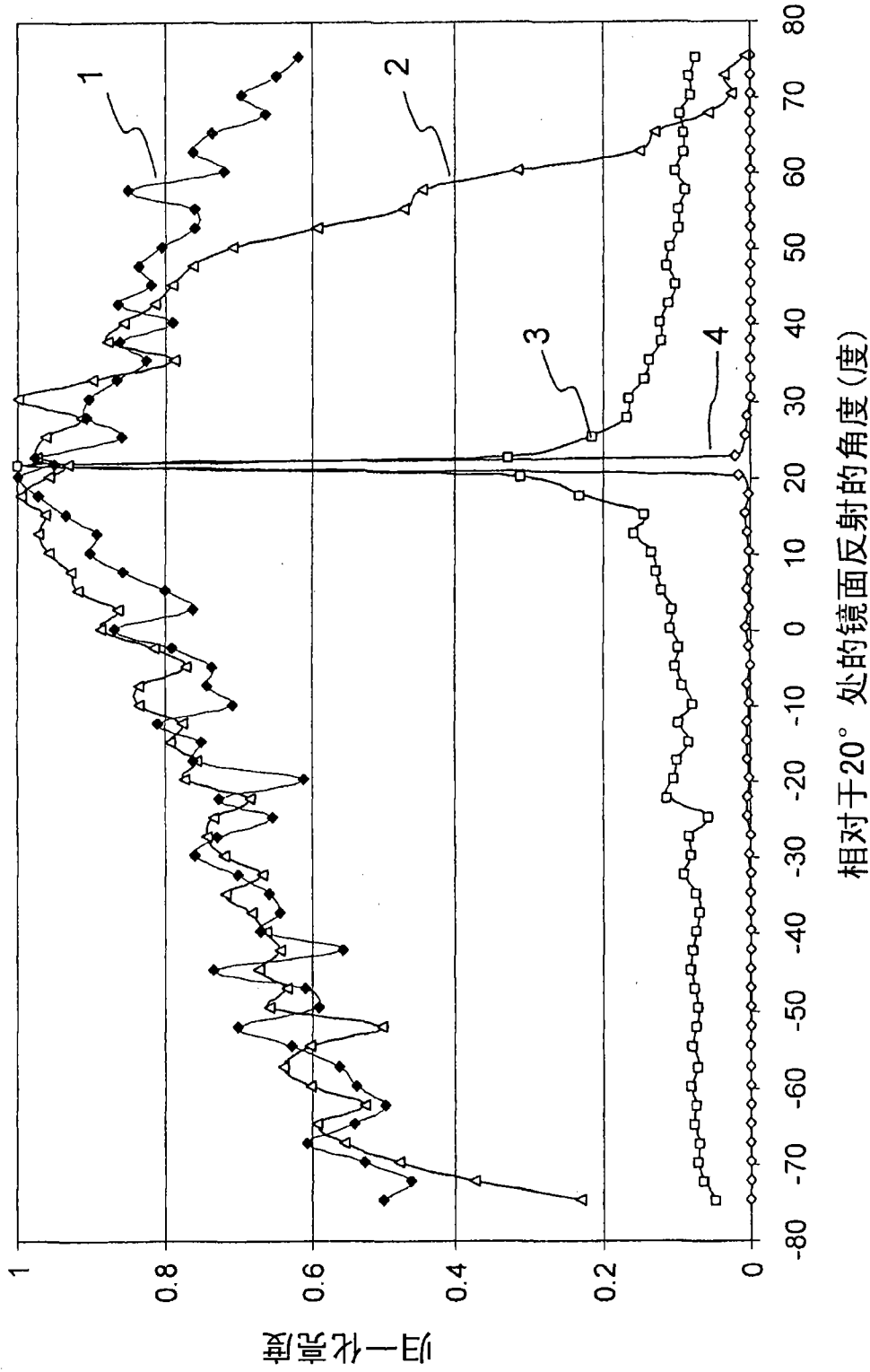


图 6