

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G09F 9/35 (2006.01)

G09F 13/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580001577.3

[45] 授权公告日 2009年5月27日

[11] 授权公告号 CN 100492121C

[22] 申请日 2005.4.25

[21] 申请号 200580001577.3

[30] 优先权

[32] 2004.5.7 [33] US [31] 60/568,682

[32] 2005.3.16 [33] US [31] 11/080,565

[86] 国际申请 PCT/CA2005/000630 2005.4.25

[87] 国际公布 WO2005/109085 英 2005.11.17

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.8

[73] 专利权人 不列颠哥伦比亚大学

地址 加拿大不列颠哥伦比亚省

[72] 发明人 洛恩·A·怀特黑德

迈克尔·A·莫斯曼

[56] 参考文献

CN1213785A 1999.4.14

US5917664A 1999.6.29

US2002140882A1 2002.10.3

CN1418324A 2003.5.14

WO03075085A1 2003.9.12

US2003071947A1 2003.4.17

审查员 匡丽娟

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 蒋世迅

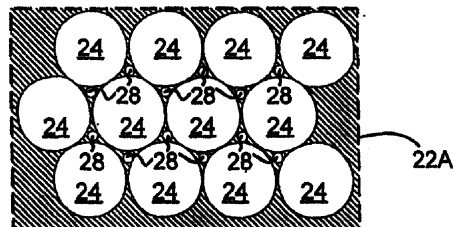
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

[54] 发明名称

用于背后照明图像显示器的亮度增强膜

[57] 摘要

一种亮度增强膜(22A)，上有单层近似半球的、透明的、紧密装填的较大直径的半粒珠子(24)。由于半粒珠子的半球形状，相邻各个较大直径的半粒珠子之间留有空隙(26)。颇大量的空隙被至少一个近似半球的、透明的半粒珠子(28)填充，该近似半球的、透明的半粒珠子(28)的直径，远小于较大直径的半粒珠子。空隙内较小直径的半粒珠子的填充，增加膜的反射率值，使膜的表现亮度，在优先的收看角范围，就是0°(正入射)到约40°的收看角范围中，作为收看角较为光滑的连续函数递减。



1. 一种用于背后照明显示器(60、70、80)的亮度增强膜,该膜的特征在于:

(a) 由固体透明介质材料形成的透明薄片(64、74、84);和

(b) 第一种许多近似半球的固体透明介质半粒珠子(24),这些半粒珠子基本上覆盖该薄片的向外表面,并从该薄片的向外表面向外凸出。

2. 按照权利要求1的亮度增强膜,其中至少一些半粒珠子有2微米的最小直径。

3. 按照权利要求2的亮度增强膜,其特征还在于:

(a) 相邻的各个第一种许多半粒珠子(24)之间有空隙(26),各个第一种许多半粒珠子有第一平均直径;和

(b) 至少一些空隙(26)包含至少一个第二种许多近似半球的固体透明介质半粒珠子(28),该第二种许多半粒珠子的每一个,有第二平均直径,该第二平均直径小于第一平均直径。

4. 按照权利要求1的亮度增强膜,其中的薄片有不小于1.5的折射率,而这些半粒珠子也有不小于1.5的折射率。

5. 按照权利要求3的亮度增强膜,其中的薄片有不小于1.5的折射率,第一种许多半粒珠子有不小于1.5的折射率,而第二种许多半粒珠子也有不小于1.5的折射率。

6. 按照权利要求1的亮度增强膜,其中的薄片有不小于1.6的折射率,而这些半粒珠子也有不小于1.6的折射率。

7. 按照权利要求3的亮度增强膜,其中的薄片有不小于1.6的折射率,第一种许多半粒珠子有不小于1.6的折射率,而第二种许多半粒珠子也有不小于1.6的折射率。

8. 按照权利要求1的亮度增强膜,其中的第一种许多半粒珠子(24),是紧密装填在单层中的。

9. 按照权利要求3的亮度增强膜,其中的第一种许多半粒珠子

(24) 和第二种许多半粒珠子 (28), 是紧密装填在单层中的。

10. 按照权利要求 3 的亮度增强膜, 至少 75% 的空隙 (26), 包含至少一个第二种许多半粒珠子 (28)。

11. 按照权利要求 1 的亮度增强膜, 其中, 第一种许多半粒珠子 (24), 是部分地埋入该薄片接近球形的单元的接近半球部分。

12. 按照权利要求 3 的亮度增强膜, 其中, 第一种许多半粒珠子 (24) 和第二种许多半粒珠子 (28), 是部分地埋入该薄片接近球形的单元的接近半球部分。

13. 按照权利要求 1 的亮度增强膜, 其中, 第一种许多半粒珠子 (24) 是加接于该薄片的向外表面的接近半球形的单元。

14. 按照权利要求 3 的亮度增强膜, 其中, 第一种许多半粒珠子 (24) 和第二种许多半粒珠子 (28) 是加接于该薄片的向外表面的接近半球形的单元。

15. 一种有按照权利要求 1 定义的亮度增强膜的背后照明显示器。

16. 一种有按照权利要求 3 定义的亮度增强膜的背后照明显示器。

17. 一种背后照明的显示器 (70), 有基本宏观上平行的向内和向外的亮度增强膜 (72、74), 该向内的膜 (72), 其特征还在于是微观复制的棱镜亮度增强膜, 而向外的膜 (74), 其特征还在于是按照权利要求 1 定义的亮度增强膜。

18. 一种背后照明的显示器 (80), 有基本宏观上平行的向内和向外的亮度增强膜 (82、84), 该向内的膜 (82), 其特征还在于是微观复制的棱镜亮度增强膜, 而向外的膜 (84), 其特征还在于是按照权利要求 3 定义的亮度增强膜。

19. 一种背后照明的显示器 (80), 有基本宏观上平行的向内和向外的亮度增强膜 (82、84), 该向内的膜 (82) 和向外的膜 (84), 各自的特征还在于, 它们是按照权利要求 1 定义的亮度增强膜。

20. 一种背后照明的显示器 (80), 有基本宏观上平行的向内和

向外的亮度增强膜(82、84),该向内的膜(82)和向外的膜(84),各自的特征还在于,它们是按照权利要求3定义的亮度增强膜。

21. 一种增强背后照明显示器(60、70、80)亮度的方法,本方法的特征在于:

(a) 用固体透明介质材料形成的第一薄片(64、74、84)提供显示器的背后照明部分的向外表面;

(b) 用第一种许多向外凸出的、接近半球形的固体透明半粒珠子(24),基本上覆盖第一薄片(64、74、84)的向外表面;和

(c) 引导显示器发射的光线,通过该第一薄片和这些半粒珠子。

22. 按照权利要求21的方法,其中,在相邻各个第一种许多半粒珠子(24)之间留出空隙(26),且其中,这些第一种许多半粒珠子有第一平均直径,本方法的特征还在于,在至少一些空隙(26)中,提供至少一个第二种许多接近半球形、透明、高折射率的半粒珠子(28),第二种许多半粒珠子(28)的每一个,有小于第一平均直径的第二平均直径。

23. 按照权利要求21的方法,其特征还在于,把第一种许多半粒珠子(24)紧密装填在单层中。

24. 按照权利要求22的方法,其特征还在于,把第一种许多半粒珠子(24)和第二种许多半粒珠子(28),紧密装填在单层中。

25. 按照权利要求22的方法,还包括在至少75%的空隙中,提供至少一个第二种许多半粒珠子(28)。

26. 按照权利要求21的方法,还包括:提供由固体透明介质材料形成的第二薄片(72),调整第二薄片(72),使之基本宏观上平行于第一薄片(74)并在第一薄片(74)以内;在第二薄片(72)上提供许多微观复制的棱镜;和引导光线通过第二薄片(72),向着第一薄片(74)。

27. 按照权利要求26的方法,还包括在第二薄片(72)的向外表面上提供许多微观复制的棱镜。

28. 按照权利要求21的方法,还包括:提供由固体透明介质材

料形成的第二薄片(82),调整第二薄片(82),使之基本宏观上平行于第一薄片(84)并在第一薄片(84)以内;用第二种许多向外凸出的、接近半球形的固体透明半粒珠子,基本上覆盖第二薄片(82)的向外表面;和引导光线通过第二薄片(82),向着第一薄片(84)。

用于背后照明图像显示器的亮度增强膜

技术领域

[0001] 本发明涉及改进背后照明图像显示器的收看角范围。

背景技术

[0002] 亮度增强膜，例如可从明尼苏达州 St. Paul 市 3M Company 购得的 Vikuiti™膜，是透明的光学膜，该光学膜通过改进光的支配，增加显示器（通常是液晶显示器 - LCD）的亮度。图 1 示意画出典型亮度增强膜的工作原理。“向内”和“向外”方向，以两个头的箭头 Z 表示。平的表面 10（常常是被称为光盒 11 向外的收看表面，它是收视者 V 通过收看方向 Y 的一定角度范围观看的表面）以漫射方式（就是说，按所谓 Lambert 分布）发射光线 12、14、16、18 等等，使表面 10 的表观发光度从所有收看方向都相同。表面 10 有高的漫反射率，使光盒 11 有高的表面反射率 R_s 。在一些情况中， R_s 可以非常接近 1.0，这是理论上的最大反射率值（但是实际上不可达到）。例如，通常用于照亮膝上型计算机 LCD 显示器类型的光波导，可以有非常高的反射率。下面的讨论假定 R_s 是 1.0，但容易按本领域熟练人员熟知的方式，推广到较低的 R_s 值。

[0003] 如图 1 所示，无光吸收的现有技术光学膜 20，有微结构的表面（例如，承载大量微复制棱镜的结构），靠近并基本上平行于表面 10 的光发射平面放置。只要能使一些光穿过膜 20，那么所有通过表面 10 向着膜 20 的光，最终将通过膜 20 发射。这是因为没有光被膜 20 吸收 - 任何入射膜 20 的向内表面的光，没有通过膜 20 透射的，都将被膜 20 反射回表面 10。这些被反射的光，再次被表面 10 的光发射平面以漫射方式反射，这些两次反射的光的一部分，通过膜 20 透射，而剩余的被膜 20 反射回表面 10，如此直到无穷。透射光的强度能够以下面形式的几何级数说明：

$$T_T = (1-R_d) (1+R_d+R_d^2+R_d^3+\dots) = \frac{1-R_d}{1-R_d} = 1 \quad (1)$$

这里 R_d 是膜 20 使光漫射的反射率。更为直观说明这一情况的方式是，因为光不能被膜 20 或光发射表面 10 吸收，它最终将全部被发射。

[0004] 但是，对就位的膜 20，收视者 V 不一定感觉到结合表面 10 与膜 20 的显示器，因为当从不同的各个角度的收看方向 Y 收看时，有相同的发光度。例如，微结构表面膜 20，当从大致正（即垂直）收看方向收看时，有基本上透射的外部特性，当以更陡峭的收看角收看时，则有基本上反射的外部特性。显然，从收视者的感觉来说，显示器的空间平均发光度，在这样陡峭的角度上必然是较低的。因为不论发射光的角范围如何，光的总量是一样的，由此可见，当表面 10 是从正方向收看时，显示器的空间平均发光度更高。

[0005] 如果 R_d 是膜 20 如上所述使光漫射（Lambert）的反射率，又如果 T_n 是当沿预期的正（即垂直）收看方向，从膜 20 预期的背后照明（即向内）侧收看时膜 20 的透射率，那么沿正收看方向的相对亮度增益 G_n 是：

$$G_n = \frac{T_n}{1-R_d} \quad (2)$$

G_n 可以通过不降低膜 20 在正收看方向中透射光的能力，使膜 20 尽可能反射而优化。例如，一些可从 3M Company 购得的 Vikuiti™ 亮度增强膜，有透射率值 $T_n \approx 0.9$ 和反射率值 $R_d \approx 0.5$ ，意味着 $G_n \approx 1.8$ 的理论最大增益值。实际上，光盒 11 光发射表面的反射率小于 1.0，所以这个理论最大增益值实际上不能达到，但它为比较提供有用的度量。

[0006] 另一个亮度增强膜需要的特征，是作为收看角函数的光透射率特性 T 的光滑变化，因为在许多情况中，需要宽的收看角范围，例如最好是 0° （正入射）到 40° 的收看角范围。一些现有技术的亮度增强膜，从非常高的光透射能力的收看方向范围，到非常低的光透射能力的收看方向范围之间，呈现非常急剧的过渡。常常需要添加一种或多种漫射器，使该问题降至最小。本发明解决该问题的方式是，增

加 LCD 型显示器的亮度，同时给出作为收看角函数的发光度的光滑变化。

附图说明

[0007] 图 1 以极大的放大尺寸，画出现有技术的平面光发射表面一部分截面的侧正视图，其上有现有技术的无光吸收结构的光学膜。

[0008] 图 2 以极大的放大尺寸，画出采用现有技术许多半球形（或接近半球形）珠子的膜一小部分的顶视平面图，这些珠子按紧密装填的方式排列。

[0009] 图 3 画出图 2 的膜部分，其中按照本发明，把更小的半球形（或接近半球形）珠子放进较大珠子之间空出的空隙中，以增加珠子的装填效率。

[0010] 图 4A、4B、4C、4D、4E、4F、和 4G，画出偏离垂线分别为 0° 、 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、和 90° 的收看角所看到的半球形单元。

[0011] 图 5A、5B、5C、和 5D 以图解方式，画出两种现有技术结构（图 5A 和 5B）的光线角分布和两种采用本发明结构（图 5C 和 5D）的光线角分布。

[0012] 图 6A 和 6B 对采用两层现有技术结构的光学膜的现有技术背后照明显示器，以极大的放大尺寸，分别画出其一部分的相互成 90° 的截面侧正视图。

[0013] 图 7A 和 7B 对采用本发明半粒珠子结构的单层光学膜的背后照明显示器，以极大的放大尺寸，分别画出其相互成 90° 的截面侧正视图。

[0014] 图 8A 和 8B 对采用现有技术结构的光学膜层的背后照明显示器，和采用本发明半粒珠子结构的单层光学膜的背后照明显示器，以极大的放大尺寸，分别画出其相互成 90° 的截面侧正视图。

[0015] 图 9A 和 9B 对采用本发明两种半粒珠子结构的单层光学膜的背后照明显示器，以极大的放大尺寸，分别画出其相互成 90° 的

截面侧正视图。

具体实施方式

[0016] 下面的说明，自始至终阐明具体的细节，以便提供对本发明更完整的了解。但是，本发明可以不用这些具体细节而实施。在其他的情况中，不详细出示或说明众所周知的单元，避免对本发明产生不必要的妨碍。因此，应当认为，说明书与图只有演示的意义而不具有限制的意义。再有，本文使用的术语“半球”、“半球形”、和“半粒珠子”，包括某种也能从球的截面导出的更小体积的形状。

[0017] 图 2 画出薄透明膜（即薄片）22 的一小部分，该透明膜有分布在单层中的大量固体透明介质半球形（或接近半球形）的半粒珠子 24，并从形成膜 22 的固体透明介质聚合物材料至少一个表面凸出。半粒珠子 24 的折射率是 n_1 。形成膜 22 的聚合物材料的折射率是 $n_2 \sim n_1$ 。收视者（图 2 上没有画出）通过收看方向一定的角范围，观看膜 22 的向外收看表面。膜 22 和半粒珠子 24 有一般的特征，并可以按如下专利说明的方法形成，该专利是国际专利公布 WO 03/075085，日期是 2003 年 9 月 12 日，本文收入该专利，供参考。但是，与 WO 03/075085 的显示器不同，按照本发明形成的显示器，不要求电泳或其他液体媒质。此外，虽然 WO 03/075085 的显示器，在基本上平的向外的收看表面薄片（即膜）的向内表面上，提供半粒珠子，但在本发明的优选实施例中，膜 22 的向外的收看表面（即直接被收视者收看的显示器表面）承载半粒珠子 24，而膜 22 的向内表面基本上是平的。膜 22 可以由聚合物材料，诸如聚烯烃、聚酯、聚酰胺、聚碳酸酯、或聚乙烯基类树脂形成。本领域熟练人员应能了解，许多其他材料适合用于形成膜 22。

[0018] 在膜 22 上，半粒珠子 24 可以按随机方式或十分确定的方式分布在单层中。在本发明优选的但不是限制的实施例中，半粒珠子 24 按十分确定的方式，例如紧密装填成单层排列的方式，分布在膜 22 的向外表面上，如图 2 所示。但是，即使尽可能紧密地把半粒珠子 24 装填在一起，在相邻各个半粒珠子 24 之间，仍不可避免地留

有空出的空隙 26。入射任何空隙 26 的光线，对膜 22 上显示的像没有有用的增益贡献，甚至可能产生不需要的膺像。虽然这些膺像小得不可见，从而无损于显示器的外部特性，但它们的确有损于膜 22 的净平均反射率。对如图 2 画出的紧密装填的半粒珠子结构，其透射率值 T_n 是 $T_n \approx 0.85$ 。假定反射率值如上所述， $R_d \approx 0.5$ ，则从方程式 (2) 得到理论上最大的相对亮度增益值为 $G_n \approx 1.7$ 。

[0019] 按照本发明，是把一种或更多种较小直径的半粒珠子 28，填充进相邻更大直径的半粒珠子 24 之间的每一空隙 26 中，形成亮度增强膜（即薄片）22A，如图 3 所示。较小直径的半粒珠子 28 在空隙 26 中的填充，使图 3 的膜 22A 的反射率值增加至 $R_d \approx 0.53$ 的值，得到理论上最大的增益值 $G_n \approx 1.8$ ，这个值等同于当前可购得的最佳亮度增强膜所能达到的增益值。可以用各种技术制作空隙 26 中的较小直径的半粒珠子 28。例如，半粒珠子 24 和 28，可以构成不同大小珠子的随机分布，这些珠子部分被埋在黏合剂材料的薄层中，该黏合剂材料有与半粒珠子 24 和 28 匹配的折射率，如在 WO 03/075085 中所述（即，举例说，如果膜 22A 和半粒珠子 24 和 28 由诸如聚碳酸酯的材料形成，则 $\eta_1 \approx \eta_2 \geq 1.55$ ，更可取的是 $\eta_1 \approx \eta_2 \geq 1.6$ ）。在这种情形下，较小直径的半粒珠子，将很大程度上自然填隙地在较大直径的半粒珠子之间装填。半粒珠子 24 的平均直径，最好在 2 微米到 50 微米之间。更准确地说，至少一些半粒珠子 24 必须有 2 微米的最小直径，以便以全内反射（“TIR”）反射光。如果半粒珠子 24 全都有相同的直径，那么它们的最小直径是 2 微米。如果半粒珠子 24 有不同的直径，那么最小的半粒珠子必须有最小 2 微米的直径。

[0020] 另外，较大和较小的半粒珠子，可以按预定的大小和预定的单层阵列同时形成，方法是用适当的微机械加工的金属模具，形成模制的较大和较小的半粒珠子，使相邻更大直径的半粒珠子之间每一空出的空隙中，有一种或更多种较小直径的半粒珠子。作为又一种不同的方法，半粒珠子 24 和 28 可以是接近半球形的单元，透明地加接于形成膜 22A 的薄片的向外表面。

[0021] 圆形或接近圆形截面的单元，如半粒珠子 24、28 的排列，不可能完全消除空隙 26。但是，通过在膜 22A 的空隙 26 颇大的百分比中，填充有连续地变小、直至无穷小直径的一种或多种半粒珠子 28，能够在装填效率中获得实际有用的逐渐增加。虽然在膜 22A 空隙 26 的任何百分比中半粒珠子 28 的填充，将增加装填效率，也虽然六角形最紧密装填阵列有最佳的装填效率，但从实际制作的观点看，有单一大小的半粒珠子的立方装填，可以得到合理紧密的装填阵列。这种立方阵列的装填效率是 $\pi/4$ 或 $\sim 78\%$ （半径 r 的圆的面积，除以边长 $2r$ 的同心正方形面积）。如果在相邻更大直径的半粒珠子之间，填隙地放置连续变小直径的半粒珠子，可以形成装填效率接近 100% 的半粒珠子阵列。六角形最紧密装填阵列，包括单一较大直径的半粒珠子，和填隙地装填在较大直径半粒珠子之间的单一较小直径的半粒珠子，这种阵列代表规则阵列的合理极限。这种阵列的装填效率约为 94%，如果用许多不同大小的半粒珠子，代替如前所述两种不同大小珠子的随机分布，上述装填效率还可以增加。

[0022] 球形，和诸如半球的部分球形，具有有用的性质，就是当从任何方位角收看时，它们都有相同形状。结果是，在该形状内经受一次 TIR 的入射光线，将继续经受 TIR，直至它们通过与它们进入时的同一表面逃逸为止，这一事实可以解释其高的 R_d 值。这一事实的证据，可以从图 4A-4G 看出，图上画出当从各种角度收看时，半粒珠子 24 的平坦侧的外观。更具体说，图 4A-4G 表明，在宽广的入射角范围上，保持了半粒珠子 24 的反射率，因而增强了宽角度收看的特性，也增强了采用承载着大量这种半球的亮度增强膜显示器的表现亮度。

[0023] 具体说，图 4A 画出从垂直入射方向 - 就是说，从与垂直线偏离 0° 的入射角 - 看到的半粒珠子 24。半粒珠子 24 有归一化半径 $r=1$ 和折射率 n_1 。与半球 30 向内侧相邻的空气媒质（即与显示器向外的收看表面相对的一侧），有较低的折射率 $n_3 \sim 1.0$ 。

[0024] 离半粒珠子 24 中心径向距离 a 的垂直入射半粒珠子 24

的光线, 如果 $a \geq a_c$, 这里 $a_c = \eta_3/\eta_1$, 该光线将被半粒珠子 24 全内反射。对半粒珠子 24 的 $a \geq a_c$ 区, 形成圆环 32, 并在图 4A-4G 中以白色表示, 该白色区表明, 这是半粒珠子 24 以 TIR 反射入射光的区, 如在国际专利公布 WO 03/075085 中所说明。圆环 32 包围的圆形区 34 以黑色表示, 该黑色区表明, 这是半粒珠子 24 的非反射区, 在该区内, 入射光线不经受 TIR。这些非反射光线通过半粒珠子 24 透射。如果半粒珠子 24 是小的(就是说, 平均直径在 2 微米到 50 微米之间), 则不需要的膺像可以避免。

[0025] 图 4B-4G 画出从各入射角看到的半粒珠子 24, 这些入射角分别与垂直线偏离 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、和 90° 。比较图 4B-4G 与图 4A 可见, 对 $a \geq a_c$ 的区, 半粒珠子 24 反射区 32 的收视面积, 随入射角的增加只是平缓地下降。即使接近掠入射角(图 4F), 收视者仍能看到反射区 32 的大部分, 因此赋予显示器宽的收看角范围, 在这个范围上保持高的表观亮度。因为圆环区 32 是发生 TIR 反射的地方; 可见该反射面积的大小只对角度有弱的依赖性, 所以有大量反射发生在非常宽的角范围, 导致大的 R_d 值。

[0026] 通过使半粒珠子 24 按六角形最紧密装填阵列排列 - 假定半粒珠子 24 全都有相同的直径 - 可获得的相对亮度增益 G_n , 大致等同于当前可购得的最佳亮度增强膜能达到的增益。通过把一种或多种较小直径的半粒珠子 28 镶入空隙 26 中, 使膜 22A 的单层半粒珠子, 比膜 22 的单层半粒珠子更紧密地装填, 甚至能进一步增加 G_n 。还有, 对从 0° (正入射) 到约 40° 的收看角范围, 即优选的收看角范围, 膜 22A 的表观亮度作为收看角较光滑且连续的函数递减。这是明显的优点, 特别是对大屏幕显示器的应用, 因为此时角度的限制变得更重要。

[0027] 前面关于反射率与收看角的关系, 在图 5A、5B、5C、和 5D 中以极坐标图解的形式画出。图解的数据是利用 Monte Carlo 光线追迹模型技术获得的, Monte Carlo 光线追迹模型是本领域熟练人员众所周知的。例如, 从显示器出射的光线, 能够以球坐标 r 、 θ 和 ϕ 表征, 这里 r 代表光线的强度, 而 θ 和 ϕ 表示光线从显示器

出射的角度。角 θ 和 ϕ 的范围，分别从 -90° 到 $+90^\circ$ 和 0° 到 360° ，且与图 5A-5D 中的极坐标轴对应。

[0028] 在本特定例子中，每一光线假定有相同的强度，所以每一光线用图上单个点代表。作为收看角函数的显示器的感觉亮度，以这些点的群集度表示。举例说，在图 5A 中，光线是均匀分布的，这表示显示器的亮度相当黯淡，但亮度并不作为收看角的函数而变化。在图 5B-5D 中，光线群集在图的原点附近，这表示当按 0° （正入射）收看时，显示器有高的表观亮度，但在较高收看角上，亮度显著下降。本发明的显著优点是，采用现有技术亮度增强膜的显示器，有相对锐的截止收看角，在该截止收看角外，亮度明显下降，而采用本发明半粒珠子单层膜 22A 的显示器的亮度，作为增加的收看角的函数，呈现更为平缓的下降。

[0029] 更细致地说，图 5A 以图解方式，画出反射率对光的角分布，该光是没有亮度增强膜的 Lambert 光源发射的。图 5A 结构在偏离垂直线接近 20° 的收看圆锥内，其相对亮度增益 G_n 被定义为 1.0，为比较的目的而提供基本的参考。图 5B 以图解方式，画出反射率对光的角分布，该光是采用现有技术亮度增强膜的相同 Lambert 光源发射的，该亮度增强膜例如是下面 3M 的 Vikuiti™ 亮度增强膜之一：**Vikuiti™ Brightness Enhancement Film - II (BEFII) 90/24、Vikuiti™ Brightness Enhancement Film - II (BEFII) 90/50、Vikuiti™ Brightness Enhancement Film - III - Natte (BEFIII-M) 90/50、Vikuiti™ Brightness Enhancement Film - III - Transparent (BEFIII-T) 90/50、Vikuiti™ Rounded Brightness Enhancement Film (RBEF)、Vikuiti™ Thin Brightness Enhancement Film (T-BEF)、或 Vikuiti™ Wave Brightness Enhancement Film WBEF。**图 5B 结构的 Monte Carlo 光线追迹模型表明，在偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥内，其相对亮度增益 G_n 将是 1.8。图 5C 以图解方式，画出反射率对光的角分布，该光是有图 3 亮度增强膜的相同 Lambert 光源发射的。图 5C 结构的 Monte Carlo 光线追迹模型表明，在偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥

内，其相对亮度增益 G_n 将是 1.8。图 5D 以图解方式，画出反射率对光的角分布，该光是既有如前所述现有技术的亮度增强膜，又有图 3 亮度增强膜的相同 Lambert 光源发射的。图 5D 结构的 Monte Carlo 光线追迹模型表明，在偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥内，其相对亮度增益 G_n 将是 2.5。由此可见，本发明具有或者单独地，或者与其他亮度增强膜组合地改进背后照明显示器亮度的能力。

[0030] 前述透射率 T_n 、反射率 R_d 、和相对亮度增益值 G_n ，都假定半粒珠子 24 是用折射率 $n_1 \approx 1.6$ 的材料形成的，没有任何抗反射涂层。

[0031] 图 7A-9B 画出可以按照本发明形成的不同的背后照明显示器结构。为了比较的目的，图 6A 和 6B 画出背后照明显示器 50，它采用两层现有技术结构的光学膜 52、54，例如有微复制棱镜结构的 Vikuiti™ Brightness Enhancement Film (BEF)，可从明尼苏达州 St. Paul 市 3M Company 购得，该两层膜相互成 90° (90° -opposed)。显示器 50 用光波导 56 背后照明。图 5B 以图解方式，对类似于显示器 50 的现有技术背后照明显示器，画出光线的角分布。这种显示器能够获得的相对亮度增益 G_n ，约为 1.8，但仅在收看角有限的范围内（即大概在偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥内）。图 5B 表明，显示器 50 的收看角超出偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥时，呈现小的或没有亮度增益。

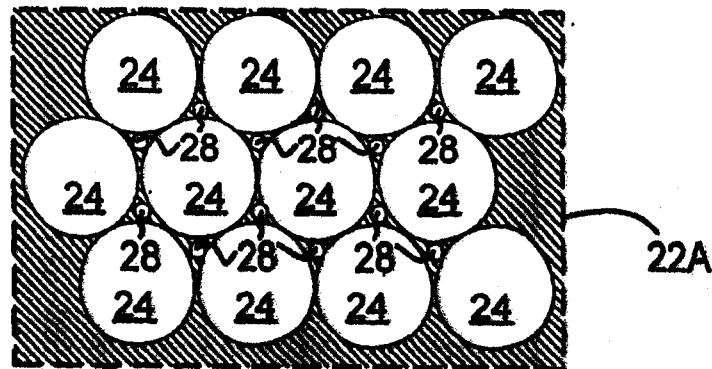
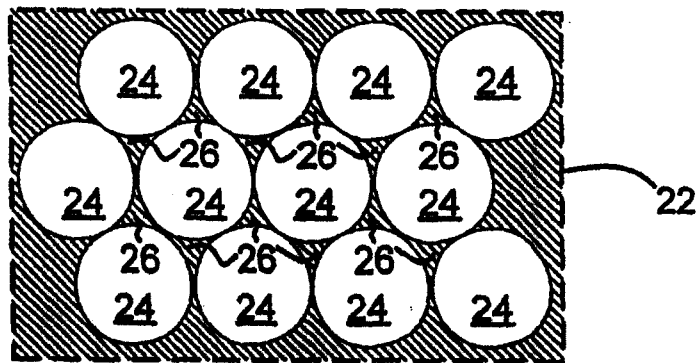
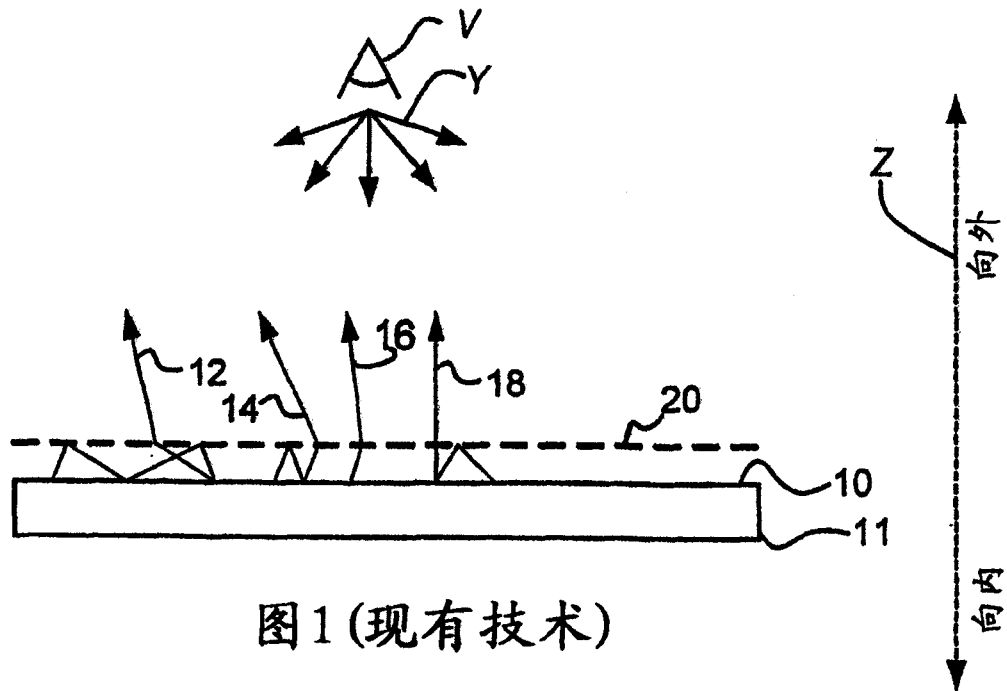
[0032] 图 7A 和 7B 画出采用半粒珠子结构的单层光学膜 64 的背后照明显示器 60。显示器 60 用光波导 66 背后照明。图 5C 以图解方式，对类似于显示器 60 的背后照明显示器，画出光线的角分布。这种显示器在偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥内，也能够获得约 1.8 的相对亮度增益 G_n 。此外，图 5B 和图 5C 的比较表明，图 5C 中，作为收看角函数的相对亮度增益 G_n ，与图 5B 在前述偏离垂直线接近 40° 的收看圆锥边界呈现相对突然的下降相比较，展示出更为平缓的下降。这一点表明，显示器 60 能获得的相对亮度增益 G_n ，等同于最佳的现有技术的背后照明显示器，但比最佳现有技术的背后照明显示

器有更宽的收看角范围。

[0033] 图 8A 和 8B 画出一种背后照明显示器 70，它采用现有技术结构的光学膜层 72，如 Vikuiti™ BEF，和半粒珠子结构的光学单层膜 74。显示器 70 用光波导 76 背后照明。图 5D 以图解方式，对类似于显示器 70 的背后照明显示器，画出光线的角分布。这种显示器在比最佳现有技术背后照明显示器的更宽收看角范围内，能够获得约为 1.8 的相对亮度增益 G_n 。更具体说，图 5D 表明，作为收看角函数的相对亮度增益 G_n ，比图 5C 有甚至更为平缓的下降。

[0034] 图 9A 和 9B 画出一种背后照明显示器 80，它采用两种半粒珠子结构的光学单层膜 82、84。这种显示器也能获得约 1.8 的相对亮度增益 G_n ，但作为收看角函数，它比现有技术显示器获得的更为平缓的亮度下降。

[0035] 本领域熟练人员显然明白，借助前面公开的内容，在实施本发明时，无需偏离本发明的精神和范围，也能够作出许多改变和修改。例如，虽然较小直径的半粒珠子 28，如前所述，最好放在空隙 26 中，但无需把任何较小直径的半粒珠子放在空隙 26 中，也能增强背后照明显示器的亮度。具体说，实际有用的亮度增强膜，可以通过用承载单层固体透明介质半粒珠子的固体透明介质膜形成，这些半粒珠子从膜的向外收看表面（即收视者直接收看的显示器表面）凸出。因此，应当认为，本发明的范围，由下面权利要求书的内容定义。



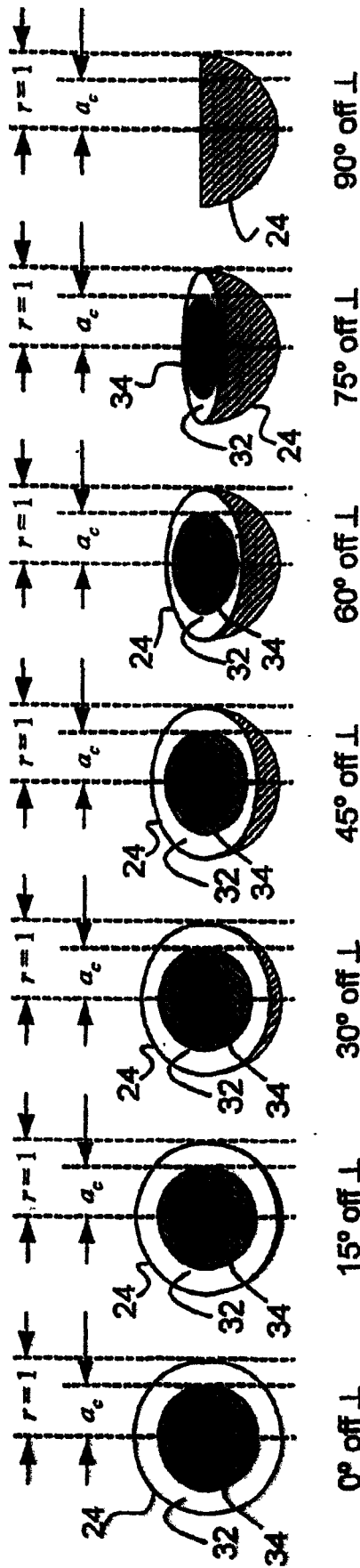


图4A 图4B 图4C 图4D 图4E 图4F 图4G

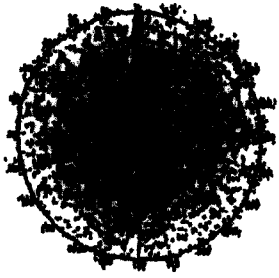


图5A
(现有技术)



图5B
(现有技术)



图5C



图5D

