

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580045700.1

[51] Int. Cl.

G02F 1/13357 (2006.01)

F21V 5/02 (2006.01)

G02B 5/04 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 12 月 26 日

[11] 公开号 CN 101095077A

[22] 申请日 2005.12.23

[21] 申请号 200580045700.1

[30] 优先权

[32] 2004.12.30 [33] US [31] 11/026,872

[86] 国际申请 PCT/US2005/046967 2005.12.23

[87] 国际公布 WO2006/073916 英 2006.7.13

[85] 进入国家阶段日期 2007.7.2

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 高秉秀 利兰·R·惠特尼

马克·E·加迪纳 蔡东沅

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 顾红霞 张天舒

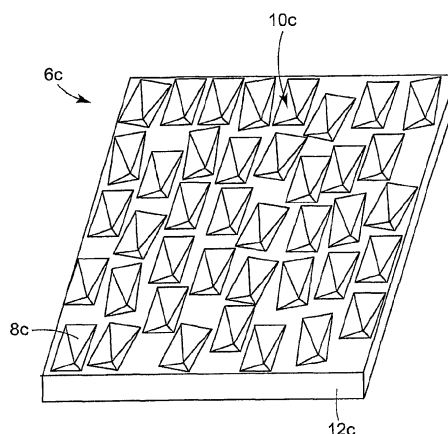
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称

具有带凹入的棱锥形结构的结构化表面的光学薄膜

[57] 摘要

本发明公开了一种光学薄膜(6c)，该光学薄膜具有包括多个凹入的棱锥形结构(8c)的结构化表面(10c)，每个结构都具有包括至少两条第一边和至少两条第二边的底部。另外，本发明公开了结合有这种光学薄膜的光学设备，例如，使得该光学薄膜的第一表面设置为接收来自光源的光，并且所述结构化表面背向光源。



1. 一种光学设备，包括：

光源；

光学薄膜，所述光学薄膜具有用于接收来自所述光源的光的第一表面和背向所述光源的结构化表面，所述结构化表面包括多个凹入的棱锥形结构，每个结构都具有包括至少两条第一边和至少两条第二边的底部。

2. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中所述两条第一边沿着第一总体方向彼此相对地布置，所述两条第二边沿着第二总体方向彼此相对地布置，

其中，当相对于与第一表面成角度布置的轴的入射角在第一角度以内时，所述光学薄膜透射大部分沿着所述第一总体方向入射在其上的光，并且当入射角在第一角度以外时，所述光学薄膜反射大部分光，以及

其中，当相对于所述轴的入射角在第二角度以内时，所述光学薄膜透射大部分沿着所述第二总体方向入射在其上的光，并且当入射角在第二角度以外时，所述光学薄膜反射大部分光。

3. 根据权利要求 2 所述的光学设备，其中，所述轴与所述第一表面大致垂直。

4. 根据权利要求 2 所述的光学设备，其中，所述第一角度与所述第二角度不同。

5. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，所述底部具有大致矩形形状或大致正方形形状。

6. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，所述多个凹入的棱

锥形结构中的每一个结构的特征还在于顶角，所述顶角处于约 60~约 120 度的范围以内。

7. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，每一个凹入的棱锥形结构都与至少一个其他的凹入的棱锥形结构基本上接触。

8. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，所述多个凹入的棱锥形结构的底部布置为这样：即，至少所述第一边和第二边之一基本上相互平行。

9. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，所述光学薄膜还包括布置在所述光源与所述结构化表面之间的基板部分，所述基板部分具有与所述结构化表面的光学特性不同的附加光学特性。

10. 根据权利要求 9 所述的光学设备，其中，所述基板部分包括下列元件中至少之一：偏振片、扩散片、增亮薄膜、转向薄膜及其任何组合。

11. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，所述多个凹入的棱锥形结构中的每一个结构包括至少四个表面，并且所述至少四个表面中的至少两个表面相接。

12. 根据权利要求 1 所述的光学设备，其中，所述多个凹入的棱锥形结构中的每一个结构包括五个表面，其中的四个表面与底部连接，第五个表面与所述四个表面相邻。

13. 根据权利要求 1 所述的光学设备，还包括用于接收透射穿过所述光学薄膜的光的光阀装置。

14. 根据权利要求 1 所述的光学设备，还包括与所述光源光学连

接并且设置在所述光源与所述光学薄膜之间的导光板。

15. 一种光学薄膜，其具有第一表面和结构化表面，所述结构化表面包括多个凹入的棱锥形结构，每个结构都具有包括至少两条第一边和至少两条第二边的底部；

其中，至少一个凹入的棱锥形结构的至少第一边和第二边之一相对于至少另一个凹入的棱锥形结构的至少第一边和第二边之一偏移。

16. 根据权利要求 15 所述的光学薄膜，其中，所述底部具有大致矩形形状或大致正方形形状。

17. 根据权利要求 15 所述的光学薄膜，其中，所述光学薄膜还包括布置在所述光源与所述结构化表面之间的基板部分，所述基板部分具有与所述结构化表面的光学特性不同的附加光学特性。

18. 根据权利要求 15 所述的光学薄膜，其中，所述多个凹入的棱锥形结构中的每一个结构包括五个表面，其中的四个表面与底部连接，第五个表面与所述四个表面相邻。

19. 一种光学薄膜，其具有第一表面和结构化表面，所述结构化表面包括多个凹入的棱锥形结构，每个结构都具有包括至少两条沿着第一总体方向彼此相对的第一边和至少两条沿着第二总体方向彼此相对的第二边的底部；

其中，至少一个凹入的棱锥形结构的第一方向和第二方向中至少之一与至少另一个凹入的棱锥形结构的相应方向不同。

20. 根据权利要求 19 所述的光学薄膜，其中，所述底部具有大致矩形形状或大致正方形形状。

21. 根据权利要求 19 所述的光学薄膜, 其中, 所述光学薄膜还包括布置在所述光源与所述结构化表面之间的基板部分, 所述基板部分具有与所述结构化表面的光学特性不同的附加光学特性。

22. 根据权利要求 19 所述的光学薄膜, 其中, 所述多个凹入的棱锥形结构中的每一个结构包括五个表面, 其中的四个表面与底部连接, 第五个表面与所述四个表面相邻。

具有带凹入的棱锥形结构的结构化表面的光学薄膜

技术领域

本发明整体涉及具有多个凹入的棱锥形结构的透光光学薄膜，以及结合这种光学薄膜的光学设备。

背景技术

液晶显示器（“LCD”）用于多种不同应用，包括例如电视、手持设备、数字照相机、摄像机以及计算机监视器。与传统阴极射线管（“CRT”）显示器相比，LCD 提供了一些优点，例如降低了重量、单元尺寸和功率消耗，并且增加了亮度。然而，LCD 不能自我照明，因此，在一些应用中，需要背光照明组件或“背光源”。背光源通常将来自基本上线性的光源（例如冷阴极荧光灯（“CCFT”））或发光二极管（“LED”）的光与基本上平面的输出耦合。然后使平面的输出与 LCD 耦合。

LCD 的性能常常由其亮度评价。可以通过使用更多光源和更亮光源来提高 LCD 的亮度。在大面积显示器中，常常需要使用直接照明式 LCD 背光源来保持亮度，因为光源的可用空间随着周长线性增加，而照明面积随着周长的平方的增加。因此，LCD 电视通常使用直接照明式背光源而不是导光板边缘照明式 LCD 背光源。附加光源和/或更亮光源会消耗更多能量，这削弱了减少显示设备功率分配的能力。对于便携设备来说，这可能关系到电池寿命的减少。此外，将光源添加到显示设备会增加产品成本，有时还会引起显示设备可靠性的降低。

也可以通过有效利用可从 LCD 内部获得的光来提高 LCD 的亮度（例如，沿着优选的视轴方向引导更多的可从显示设备内部获得的光）。例如，购自 3M Corporation 的 Vikuiti™ Brightness Enhancement Film（“BEF”）具有棱柱形表面结构，该结构将观看范围以外的一些

光变向，以使其基本上沿着视轴方向，并且经过多重反射回收在 BEF 与背光源之间的一些光。这导致了基本上沿着视轴方向的光增益，还提高了 LCD 照明的空间均匀性。因此，BEF 是有利的，因为它增强了亮度并提高了空间均匀性。对于电池供电的便携设备来说，这可转变为更长的运行时间或更小的电池尺寸，以及提供更好观看体验的显示器。

发明内容

本发明的一个示例性实施方式涉及光学设备，这种光学设备包括光源和光学薄膜，所述光学薄膜具有用于接收来自所述光源的光的第一表面和背向所述光源的结构化表面。所述结构化表面包括多个凹入的棱锥形结构，每个结构都具有包括至少两条第一边和至少两条第二边的底部。

在另一个示例性实施方式中，本发明涉及具有第一表面和结构化表面的光学薄膜。所述结构化表面包括多个凹入的棱锥形结构，每个结构都具有包括至少两条第一边和至少两条第二边的底部。至少一个凹入的棱锥形结构的第一边和第二边中至少之一相对于至少另一个凹入的棱锥形结构的第一边和第二边中至少之一偏移。

在另一个示例性实施方式中，本发明涉及具有第一表面和结构化表面的光学薄膜。所述结构化表面包括多个凹入的棱锥形结构，每个结构都具有包括至少两条沿着第一方向彼此相对的第一边和至少两条沿着第二总体方向彼此相对的第二边的底部。至少一个凹入的棱锥形结构的第一方向和第二方向中至少之一与至少另一个凹入的棱锥形结构的相应方向不同。

附图说明

下面，参考附图详细描述本发明的示例性实施例，以使本发明所属领域的普通技术人员能更容易理解如何制造和使用本发明，附图中：

图 1A 示意性示出了平面的导光板边缘照明式背光源；

图 1B 示意性示出了楔形的导光板边缘照明式背光源；

图 1C 示意性示出了利用扩展光源的背光源；

图 1D 示意性示出了直接照明式背光源；

图 2 示意性示出了根据本发明设置在背光源之上的光学薄膜的示例性实施例；

图 3A 示意性示出了根据本发明的光学薄膜的示例性实施例的等轴测视图；

图 3B 示意性示出了图 3A 所示的光学薄膜的侧视图；

图 4A 示意性示出了根据本发明的光学薄膜的另一示例性实施例的等轴测视图；

图 4B 示意性示出了图 4A 所示的光学薄膜的侧视图；

图 5A 示意性示出了根据本发明的光学薄膜的另一示例性实施例的等轴测视图；

图 5B 示意性示出了图 5A 所示的示例性光学薄膜的侧视图；

图 6A 示意性示出了根据本发明的示例性光学薄膜的单个棱锥形凹入结构的俯视图；

图 6B 示意性示出了图 6A 所示的棱锥形凹入结构的横截面图；

图 6C 示意性示出了图 6A 所示的棱锥形凹入结构的另一横截面图；

图 7A 示意性示出了根据本发明设置在背光源之上的示例性光学薄膜的棱锥形凹入结构的横截面图；

图 7B 示意性示出了图 7A 所示的棱锥形凹入结构的另一横截面图；

图 8A 示意性示出了根据本发明的示例性光学薄膜的基本上为棱锥形的凹入结构的俯视图；

图 8B 示意性示出了根据本发明的示例性光学薄膜的另一基本上为棱锥形的凹入结构的俯视图；

图 8C 示意性示出了根据本发明的示例性光学薄膜的另一基本上为棱锥形的凹入结构的俯视图；

图 9A 示意性示出了根据本发明的光学薄膜的另一示例性实施

例的等轴测视图；

图 9B 示出了图 9A 所示的光学薄膜的极坐标坎德拉图；以及
图 9C 示出了图 9A 所示的光学薄膜的直角坐标坎德拉分布图。

具体实施方式

本发明涉及一种光学薄膜，该光学薄膜能够控制来自光源的光的分布，并且在一些示例性实施例中，该光学薄膜能够控制沿着两个不同方向的光分布。根据本发明的光学薄膜可以用于控制 LCD 背光源（例如，图 1A - 1D 所示的背光源）的光分布。

图 1A - 1D 示出了光学设备（例如可以用于 LCD 的背光源）的几个例子。图 1A 示出了背光源 2a。背光源 2a 包括：光源 4a（例如一个或多个冷阴极荧光管（“CCFT”）或 LED 阵列），其提供来自背光源不同侧面或边缘的光；灯光反射镜 4a'，其布置在光源 4a 周围；导光板 3a，其显示为基本上平面的导光板；背面反射镜 3a'；以及光学薄膜 3a''，其可以是任何适当光学薄膜。图 1B 示出了背光源 2b，该背光源包括：光源 4b（例如一个或多个 CCFT 或 LED 阵列）；灯光反射镜 4b'，其布置在光源 4b 周围；导光板 3b，其显示为楔形的导光板；背面反射镜 3b'；以及光学薄膜 3b''，其可以是任何适当光学薄膜。图 1C 示出了背光源 2c，该背光源包括扩展光源 4c。示例性的适当扩展光源包括表面发光型光源。图 1D 示出了 LCD 背光源 2d，该背光源包括 3 个或更多光源 4d（例如 CCFT 或 LED）、背面反射镜 5a、扩散板 4d'以及可以是任何适当光学薄膜的光学薄膜 4d''。

这种背光源可以用于多种光学设备，尤其用于显示设备，例如 LCD 设备（例如电视、监视器等）。如本领域普通技术人员所理解，显示设备可以包括具有窗口的外壳、位于外壳中的背光源、根据本发明的光学薄膜以及位于光学薄膜与光学窗口之间的光阀装置（例如 LCD 面板）。根据本发明的光学薄膜还可以与本领域普通技术人员所知的任何其他光源一起使用，并且显示设备可以包括任何其他的适当元件。

图 2 示出了背光源和根据本发明的光学薄膜 6a 的横截面图。背

光源 2e 可以包括光源 4e、导光板 3c 和背面反射镜 5b。光学薄膜 6a 可以布置在背光源 2e 之上。根据本发明的光学薄膜 6a 包括可以基本上为平坦表面的第一表面 14a、结构化表面 10a 以及在一些示例性实施例中的基板部分 12a。光学薄膜 6a 的特征可以通过轴表示，在一些实施例中，该轴与第一表面或基板部分 12a 基本上垂直，在其他示例性实施例中，该轴与第一表面或基板部分 12a 形成不同的角度。轴相对于第一表面或基板部分的角度将由相对于显示器面板的显示器主视方向决定。

结构化表面 10a 包括多个棱锥形凹入结构 8a，例如倒置棱锥形，在一些示例性实施例中，该结构为矩形底部的倒置棱锥形。在其他示例性实施例中，棱锥形凹入结构 8a 可以为正方形底部的倒置棱锥形。结构 8a 可以相互接近地布置在结构化表面 10a 上，并且在一些示例性实施例中，可以基本上相互接触地布置（例如，直接相邻）在该结构化表面上。结构 8a 可以在二维上彼此对齐，（斜向、横向、或斜向且横向地）相对偏移，或者按随机分布布置。在与本申请同时提交的、代理人卷号为 No.59547US002 的、名称为“Optical Film Having a Structured Surface With Offset Prismatic Structures”的共有美国申请中描述了结构 8a 的适当的偏移布置方式，该美国申请通过引用并入本文。

在一些示例性实施例中，结构 8a 可以以任何适当距离相互分开，只要光学薄膜 6a 的增益至少约 1.1 即可。例如，结构 8a 可以分开，使得该结构占据结构化表面 10a 的至少约 50% 的给定有用区域，或者，在其他示例性实施例中，结构 8a 可以进一步分开，使得该结构占据结构化表面 10a 的不少于约 18% 的给定有用区域。本发明的一些示例性实施例的预期光增益至少约 1.2、至少约 1.3 或至少约 1.5。

对于本发明的目的来说，术语“增益”指的是带有根据本发明构成的光学薄膜的光学系统的轴向输出光亮度与没有这种光学薄膜的相同光学系统的轴向输出光亮度之比。在本发明的典型实施例中，选择凹入的棱锥形结构的尺寸、形状和角度以提供至少 1.1 的光增益。另外，可以基于所需的光输出分布选择凹入的棱锥形结构的间距、尺

寸、形状和角度，但是该结构不应当小到产生衍射，并且至少一个结构的尺寸不应当大到被肉眼看到。后者通常出现在尺寸约 100 或 150 微米或者更大的凹入的结构中。在一些尤其适合用于直接照明式背光源的示例性实施例中，可以选择棱锥形凹入结构的间距、尺寸、形状和角度，以使得本发明的光学薄膜有助于隐藏光源，从而使观看者看不到光源。

在图 2 所示的根据本发明的示例性实施例中，结构化表面 10a 布置在基板部分 12a 之上。如本领域普通技术人员所理解，光学薄膜 6a 可以用于改变由背光源 2e 发射的光的方向，或者在一些示例性实施例中，用于改变由背光源 2e 发射的光的其他特征。例如，本发明的一些实施例可以利用光学薄膜 6a 的棱锥形凹入结构 8a 控制光的角展度。

在本发明的一些示例性实施例中，基板部分 12a 可以包括具有与结构化表面 10a 的光学特性不同的附加光学特性的光学薄膜。例如，光学薄膜控制光的方式不同于结构化表面 10a 控制光的方式。这种控制可以包括对进入本发明光学薄膜的光进行偏振、扩散或附加变向。具有这种附加特性的示例性适当薄膜包括但不限于偏振片薄膜、扩散薄膜、增亮薄膜（例如 BEF）、转向薄膜以及它们的组合。例如，转向薄膜可以是反向棱镜薄膜（例如，倒置的 BEF），或者以与反向棱镜薄膜基本相似的方式改变光方向的其它结构。在一些示例性实施例中，基板部分 12a 可以包括线性反射偏振片或具有连续相和分散相的漫反射偏振片，其中，线性反射偏振片可以为例如多层反射偏振片，例如 Vikuity™ Dual Brightness Enhancement Film (“DBEF”)；漫反射偏振片可以为 Vikuity™ Diffuse Reflective Polarizer Film (“DRPF”)，它们都可以购自 3M Company。在其他示例性实施例中，基板部分可以包括聚碳酸酯层 (“PC”)、聚甲基丙烯酸甲酯层 (“PMMA”)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (“PET”) 或者本领域普通技术人员已知的任何其他适当的薄膜或材料。

图 3A 和图 3B 示出了根据本发明的光学薄膜 6c 的一个示例性实施例。结构化表面 10c 和基板部分 12c 可以是图 3A 和图 3B 所示的

单块薄膜的组成部分。结构化表面可以包括多个棱锥形凹入结构 8c，这些结构彼此斜向和横向偏移。在一些这样的示例性光学薄膜中，凹入的结构 8c 可以以随机分布形式布置。在该示例性实施例中，结构 8c 为带有矩形底部的倒置棱锥形状。如本领域普通技术人员所理解，结构化表面 10c 和基板部分 12c 可以作为单个部分形成以制成光学薄膜 6c，或者它们可以分开形成并随后连接在一起，以制成单个部分。光学薄膜 6c 可以由本领域普通技术人员已知的任何方法制造，包括但不限于压花、铸造、压缩成型和成批处理。

在制造根据本发明的光学薄膜的示例性方法中，可以用微结构化成形工具以及可选中间成形工具形成光学薄膜（例如光学薄膜 6c、6d 或 6e）。例如，可以通过在适当基板上沿着两个方向切出凹槽制成微结构化成形工具。如本领域普通技术人员所理解，形成的微结构化成形工具将包括多个类似于所需光学薄膜的棱锥形结构。可以根据是否需要带有尖锐的点、平面或沿着尖顶的尖锐的线的结构，并且根据其他有关参数，来调节切口深度和每个切口之间的间隔。

例如，可以使用电镀方法或聚合物复制，由微结构化成形工具制成具有与该微结构化成形工具相反或相对的结构（例如，凸起棱锥形结构）的中间成形工具。中间成形工具可以由聚合物构成，该聚合物例如包括聚氨酯、聚丙烯、丙烯酸树脂、聚碳酸酯、聚苯乙烯、UV 固化的树脂等。可以用脱模层涂覆该中间成形工具，以便于最终光学薄膜脱模。

如本领域普通技术人员所理解，可以用中间成形工具通过直接复制或成批处理来制造光学薄膜（例如，光学薄膜 6c、6d 或 6e）。例如，可以用中间成形工具通过如注塑成型、UV 固化或热塑成型（例如压缩成型）等方法成批处理光学薄膜 6c。根据本发明的光学薄膜可以由本领域普通技术人员已知的任何适当材料形成或者包括这些材料，例如，这些材料包括：无机材料，例如基于二氧化硅的聚合物；有机材料，例如聚合材料，包括单体、共聚物、接枝聚合物以及它们的混合物或共混物。在一些示例性实施例中，带有结构化表面的部分可以由折射率低于基板部分的材料形成。在这种示例性实施例中，对

于折射率约 1.66 的聚对苯二甲酸乙二醇酯的基板部分来说，带有结构化表面部分的折射率的优选范围为约 1.55~约 1.65，例如折射率约 1.58 的丙烯酸树脂。

图 4A 和图 4B 示出了根据本发明的光学薄膜 6d 的示例性实施例，图 4A 为示意性透视图，图 4B 为示意性侧视图。光学薄膜 6d 的示例性实施例包括在结构化表面 10d 上的多个凹入的棱锥形结构 8d。在该示例性实施例中，凹入的棱锥形结构 8d 具有矩形底部并且包括附加的平坦表面 26a。这些示例性结构 8d 基本上平行，并且彼此基本上接触（例如，直接相邻）。图 5A 和图 5B 示出了光学薄膜 6e 的另一示例性实施例，这种薄膜包括偏移分布的多个凹入的棱锥形结构 8e。每个示例性结构 8e 都具有正方形底部并且彼此基本上接触（例如，直接相邻）。在本发明的其他示例性实施例中，结构 8d/8e 可以彼此分开，只要光学薄膜的增益不小于 1.1 即可。

如图 4A 和图 4B 示意性所示，光学薄膜 6d 可以由两个独立部分形成：具有结构化表面 10d 的部分和基板部分 12d。例如，可以通过如下方式制造这种结构：用可固化材料涂布该基板部分；可固化材料中形成结构化表面；然后使光学薄膜 6d 固化。作为选择的是，例如，如图 5A 和图 5B 所示，光学薄膜 6e 的具有结构化表面 10e 的部分和基板部分 12e 可以是使用适当的粘合剂 28 接合在一起的两个独立的薄膜。粘合剂 28 可以包括但不限于压敏粘合剂（PSA）或可紫外（UV）光固化的粘合剂。

图 6A – 图 6C 示出了根据本发明的光学薄膜 6f 的单个凹入的棱锥形结构 8f。图 6A 示出了凹入的棱锥形结构 8f 的俯视图。结构 8f 的底部可以为带有两条第一边 A_1 和两条第二边 B_1 的四边形，其中两条第一边沿着 Y 方向大致彼此相对地布置，两条第二边沿着 X 方向大致彼此相对地布置。在本发明的典型实施例中，两条第一边 A_1 基本上相互平行，两条第二边 B_1 也基本上相互平行。在一些示例性实施例中，第一边 A_1 基本上与第二边 B_1 垂直。因此，凹入的棱锥形结构 8f 的底部基本上为矩形。如图 6B 和图 6C 所示，结构 8f 的特征还在于顶角 a 和顶角 b。顶角之一或两个顶角可以约 90 度，约 80~100

度或约 60~120 度。

图 6B 示出了凹入的棱锥形结构 8f 沿着平面 6B-6B 的横截面图。结构 8f 包括两个表面 16a 和在表面 16a 之一与平行于光学薄膜的平面之间测量的角 α_1 (alpha)。图 6C 示出了凹入的棱锥形结构 8f 的示例性实施例沿着平面 6C-6C 的横截面图。结构 8f 包括两个表面 14a 和在表面 14a 之一与与平行于光学薄膜的平面之间测量的角 β_1 (beta)。在一些示例性实施例中, 角 α_1 至少等于角 β_1 , 并且在其他示例性实施例中, 角 α_1 可以大于角 β_1 。在一些示例性实施例中, 角 α_1 和角 β_1 之一或两个角都可以在约 30~60 度的范围内。

图 6B 和图 6C 示出了在光学薄膜 6f 中传播的光 18。根据光 18 相对于表面 16a 或表面 14a 的法线的入射角 δ_1 或 δ_2 , 表面 16a 和表面 14a 可以反射或折射光 18。如本领域普通技术人员从本发明中所理解, 选择不同的角 α_1 和角 β_1 可以控制穿过光学薄膜 6 (例如, 光学薄膜 6a - 6e) 的凹入的棱锥形结构 8f 传播的光的角展度。在一些示例性实施例中, 反向成对表面与平行于光学薄膜的平面之间的角度互不相等, 这在视轴相对于光学薄膜的法线倾斜的情况中是有利的。

图 7A 示出了光学薄膜 6g 的示例性实施例的横截面图, 并示出了与图 6B 所示的凹入的棱锥形结构 8f 类似的示例性凹入的棱锥形结构 8g。由背光源 2g 发射的光线 20a、光线 22a 和光线 24a 在光学薄膜 6g 中传播。与图 6C 所示的结构 8f 的横截面图类似, 图 7B 示出了光学薄膜 6g 和结构 8g 的示例性实施例的横截面图。分别与光线 20a、光线 22a 和光线 24a 相同方向的光线 20b、光线 22b 和光线 24b 源自背光源 2g。

下面将描述源自背光源 2g 的各个光 20-24 通过光学薄膜 6g 的传播。图 7A 和图 7B 示出了根据光是否首先入射到凹入的棱锥形结构 8g 的表面 16b 之一或表面 14b 之一上, 光表现如何不同, 以及如何通过选择表面 16b 的角 α_2 和表面 14b 的角 β_2 来在两个不同方向上控制光的角展度。应当注意, 所示光线 20-24 没有精确地表现光线 20-24 的反射角和折射角。所示光线 20-24 仅示意性表现光穿过光学薄膜 6g 的大致传播方向。

在图 7A 中，在光学薄膜 6g 中，源自背光源 2g 的光线 20a 沿与表面 16b 垂直的方向朝凹入的棱锥形结构 8g 传播。这样，光线 20a 沿与表面 16b 垂直（或正交）的方向遇到表面 16b，光线 20a 相对于表面 16b 的法线的入射角 δ 等于 0 度。

例如，光学薄膜 6g 和凹入的棱锥形结构 8g 的表面 16b 和 14b 上方的介质可以基本上由空气组成。然而，光学薄膜 6g 和表面 16b 和 14b 上方的介质可以由本领域普通技术人员已知的任何介质、材料或薄膜组成。如本领域普通技术人员或其他人员所理解，空气的折射率小于大多数已知材料的折射率。根据斯涅耳定律（Snell's Law）的原理，当光线遇到或入射到较小折射率的介质上时，光线以相对于法线的出射角 θ 远离法线弯曲，该出射角大于入射角 δ 。然而，如图 7A 所示，当光线遇到材料-空气界面表面并与该表面正交（例如，光线 20a）时，光线不发生弯曲，并且继续直线传播。斯涅耳定律可以由以下公式表示：

$$n_i * \sin \delta = n_t * \sin \theta,$$

其中，

n_i = 入射光侧的材料折射率，

δ = 入射角，

n_t = 透射光侧的材料折射率，以及

θ = 出射角

如本领域普通技术人员所理解，一定量的入射光还将被反射回到光学薄膜 6g 内。

图 7B 示出了沿与光线 20a 基本上相同的方向传播的光线 20b。光线 20b 以相对于表面 14b 的法线的入射角 δ_3 遇到表面 14b。如上所述，表面 14b 的角 β_2 可以等于或小于表面 16b 的角 α_2 。在图 7A 和图 7B 所示的示例性实施例中，角 β_2 小于角 α_2 。因此，如图 7B 所示，光线 20b 的入射角 δ_3 不等于 0，并且光线 20b 不是与表面 14b 垂直地遇到材料-空气界面。根据斯涅耳定律的公式，光线 20b 以不同于入射角 δ_3 的出射角 θ_3 折射，其中，光线 20b 以入射角 δ_3 遇到表面 14b。

如图 7A 所示, 光线 22a 在光学薄膜 6g 中传播, 并且以相对于表面 16b 的法线的入射角 δ_4 遇到表面 16b。光线 22a 的入射角 δ_4 大于表面 16b 的临界角 δ_c 。光线 22a 不会穿过表面 16b 射出, 并且反射回到光学薄膜 6g 内。这称为“全内反射”。如上所述, 当光线从较高折射率的材料传播到较低折射率的材料时, 该光线将根据前述折射公式传播。根据公式, 随着入射角增加, 出射角 θ 将逼近 90 度。然而, 在临界角 δ_c 以及所有大于临界角 δ_c 的角度下, 将产生全内反射 (例如, 光线将反射回到结构 8g, 而不是穿过表面折射和透射)。如本领域普通技术人员所理解, 可以根据 (上述) 斯涅耳定律按如下方式确定临界角 δ_c : 将出射角 (例如, 折射角) 设为九十 (90) 度, 然后求解出入射角 δ 。

如图 7B 所示, 沿与光线 22a 基本上相同的方向传播的光线 22b 遇到表面 14b。因为表面 14b 的角 β_2 小于表面 16b 的角 α_2 , 所以光线 22b 以入射角 δ_5 遇到表面 14b, 该入射角不同于光线 22a 遇到表面 16b 的入射角 δ_4 。光线 22b 的入射角小于临界角 δ_c , 因此光线 22b 在表面 14b 上发生折射并透射穿过表面 14b。

图 7A 和图 7B 分别示出的光线 24a 和光线 24b 在光学薄膜 6g 中沿与光学薄膜的平面垂直的方向传播。光线 24a 和光线 24b 分别以小于临界角 δ_c 的入射角 δ 遇到表面 16b 和表面 14b。然而, 光线 24a 相对于表面 16b 的法线的入射角 δ_6 大于光线 24b 相对于表面 14b 的法线的入射角 δ_7 。因此, 根据斯涅耳定律, 光线 24a 相对于表面 16b 的法线的出射角 θ_6 将不同于光线 24b 相对于表面 14b 的法线的出射角 θ_7 。如本领域普通技术人员所理解, 光线 24a 相对于表面 16b 的法线的出射角 θ_6 一般将大于光线 24b 相对于表面 14b 的法线的出射角 θ_7 。然而, 在角 β_2 等于角 α_2 的示例性实施例中, 出射角 θ_6 与出射角 θ_7 也相等。

因此, 所述的带有凹入的棱锥形结构 8 (例如, 结构 8a - 8g) 的光学薄膜 6 (例如, 光学薄膜 6a - 6g) 的一些实施例可以允许沿着一个方向光的角展度较大, 并且沿着另一个方向光的角展度较小。例如, 本发明的光学薄膜 6 可以用于 LCD 电视中, 以便在第一方向 (例如

水平方向)上提供更大的光角展度,而在第二方向(例如垂直方向)上提供更小但仍然相当大的光角展度。有利的是,在水平方向(例如,在电视机任何一侧的观看者)上提供的视野通常比在垂直方向(例如,站着或坐着的观看者)上提供的视野更宽。在一些示例性实施例中,例如当观看者可能坐在地板上时,视轴可以向下倾斜。通过减小垂直方向上的光角展度,可以在所需的视角范围内获得综合的光增益。在光学薄膜6的其他示例性实施例中,在第一方向上和在第二方向上的光角展度可以相等。

图8A-图8C还图示了根据本发明的凹入的棱锥形结构之一的示例性实施例。图8A示出了具有两条相对的第一边 A_3 和两条相对的第二边 B_3 的凹入的结构8h; A_3 的长度小于 B_3 的长度。凹入的棱锥形结构8h还包括两个表面14c和两个表面16c。在本示例性实施例中,结构8h还包括基本上平坦表面26b,该表面占据足够小的面积以维持至少1.1的光增益。平坦表面26b可以帮助在与显示器垂直的方向(即,沿着观看者最可能观看屏幕的方向)上透射更多光。表面26b可以是突起的,或者也可以是凹陷的。在一些示例性实施例中,表面26b可以是圆的。

图8B示出了具有两条相对的第一边 A_4 和两条相对的第二边 B_4 的凹入的棱锥形结构8i。在本示例性实施例中,两个表面14d基本上呈三角形,两个表面16d基本上呈梯形。可以想到,凹入的棱锥形结构8i可以是带有两条相对的第一边 A_4 和两条相对的第二边 B_4 、以及表面14d和16d的任何其他的一般结构。

图8C示出了具有两条相对的第一边 A_5 和两条相对的第二边 B_5 的另一个凹入的棱锥形结构8p; A_5 的长度与 B_5 的长度相等。结构8p还包括两个表面14e和两个表面16e。凹入的棱锥形结构8p还包括表面26c,该表面可以是平的或圆的。

图9A示出了根据本发明另一个示例性光学薄膜6j。示例性光学薄膜6j包括折射率约1.58的具有结构化表面10j的部分,和折射率约1.66的基板部分12j。结构化表面10j包括多个凹入的棱锥形结构8j。每个结构8j的底部都做成带有沿着Y方向大致彼此相对布置的

两条第一边 A_9 和沿着 X 方向大致彼此相对布置的两条第二边 B_9 的四边形。在本示例性实施例中，所有边的长度都相等并且设为 50 微米。每个结构 $8j$ 还包括两个表面 $14j$ 和两个表面 $16j$ 。表面 $14j$ 与表面 $16j$ 之间的顶角都设为约 90 度。如图 9A 所示，每个表面 $14j$ 都与第一边 A_9 之一相接，每个表面 $16j$ 都与第一边 B_9 之一相接。示例性实施例中所示的表面 $16j$ 和表面 $14j$ 与平行于光学薄膜的平面成四十五（45）度的表面角，使得每个凹入的棱锥形结构的深度为边长的一半。然而，在其他示例性实施例中，可能需要其他深度-边长比和其他角度。

图 9B 示出了图 9A 所示的光学薄膜 $8j$ 的模拟极坐标坎德拉分布图。利用以下模型计算出该分布：在穿过光学薄膜的第一光程上使用扩展的 Lambertian 光源，然后利用反射率约 77.4% 的 Lambertian 反射镜回收剩余光。如本领域普通技术人员所理解，极坐标坎德拉分布图示出了探测到的穿过光学薄膜的入射光的三百六十（360）度模型。如图 9B 所示，透射穿过光学薄膜的光沿着 Y 方向的分布与沿着 X 方向的分布相似。如果第一边的长度与第二边的长度的差别足够大，那么该分布将会不同。在后面的情况中，该分布（和视角）通常沿着与较长边基本上平行的方向加宽。

图 9C 示出了与图 9B 所示的极坐标图相对应的直角坐标坎德拉分布图。如本领域普通技术人员所理解，直角坐标坎德拉分布图示出了以不同角度透射穿过光学薄膜 $6j$ 的光的分布。直角坐标分布图上的每条曲线都与极坐标的不同横截面相对应。例如，标为 0 度的曲线表示沿着连接 0 度与 180 度的通过中心点的线的极坐标图横截面，标为 45 度的曲线表示沿着连接 45 度与 225 度的通过中心点的线的极坐标图横截面，标为 90 度的曲线表示沿着连接 90 度与 270 度的通过中心点的线的极坐标图横截面，以及标为 135 度的曲线表示沿着连接 135 度与 315 度的通过中心点的线的极坐标图横截面。显然，直角坐标坎德拉图也显示了沿着与图 9A 中 X 和 Y 方向相对应的两个垂直方向的类似光分布性质。此外，对于具有不同边长的凹入的结构来说，在一些示例性实施例中，该分布会沿着与较长边基本上平行的方向加

宽。

显然，在未背离本发明的精神和范围的情况下，本领域技术人员可以对本发明的结构和方法进行各种修改和变型。因此，本发明包括落入在所附权利要求书及其等同内容范围内的上述示意性实施例的任何修改或变型。

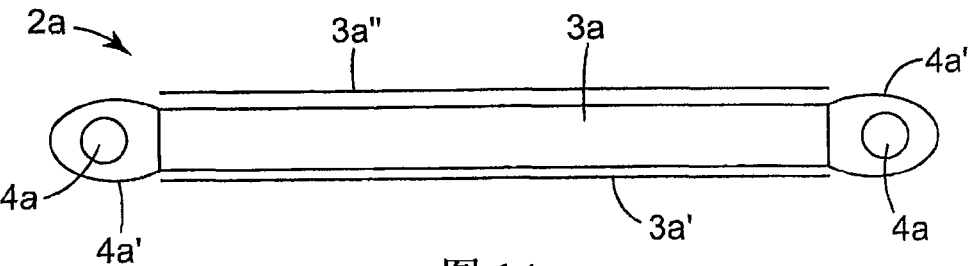


图 1A

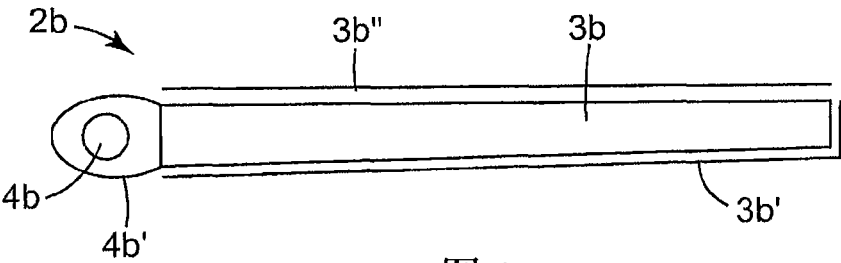


图 1B

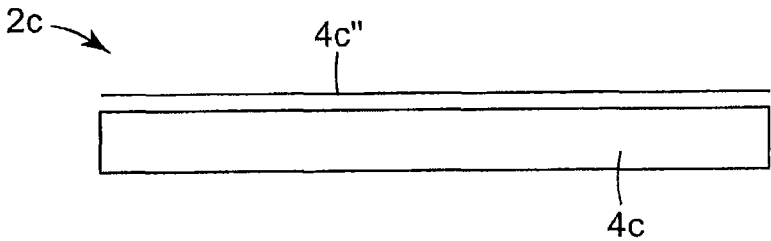


图 1C

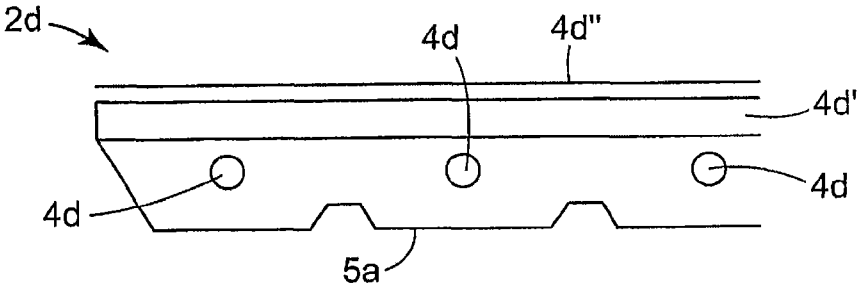


图 1D

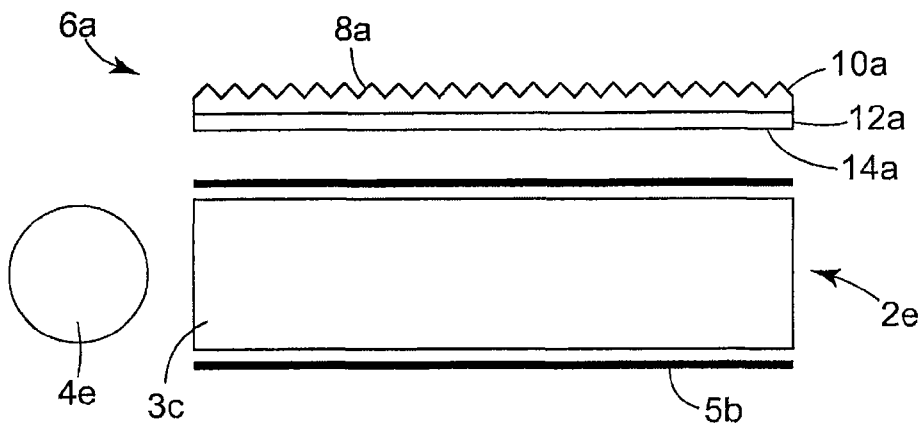


图 2

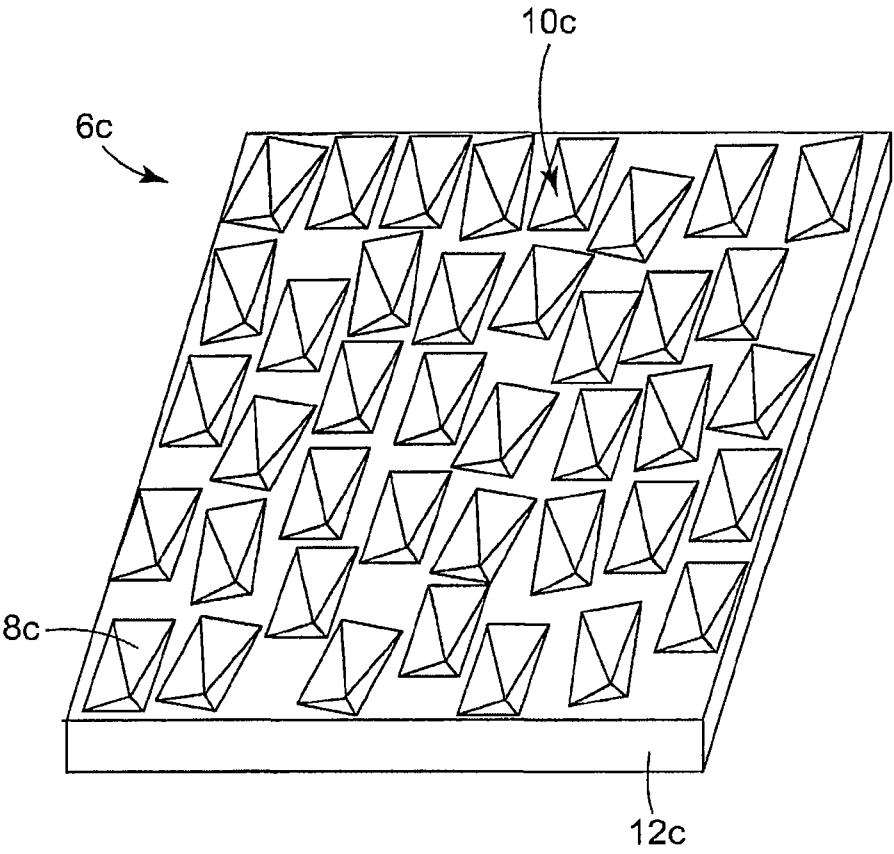


图 3A

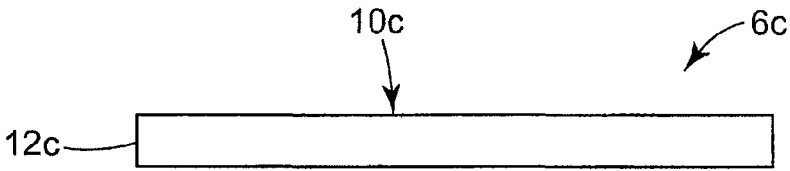


图 3B

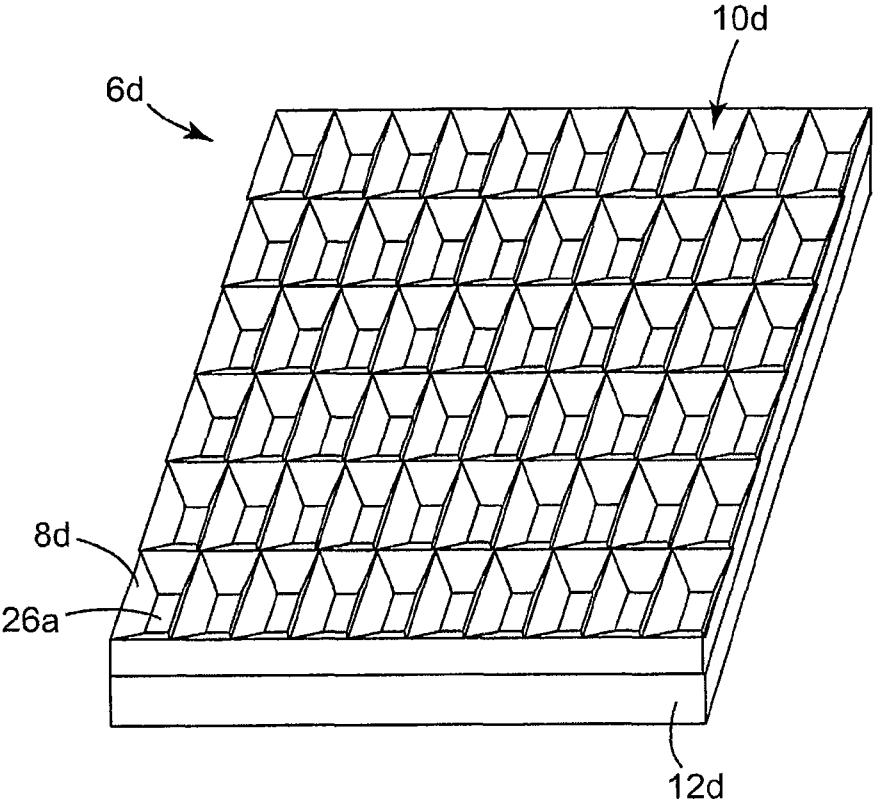


图 4A

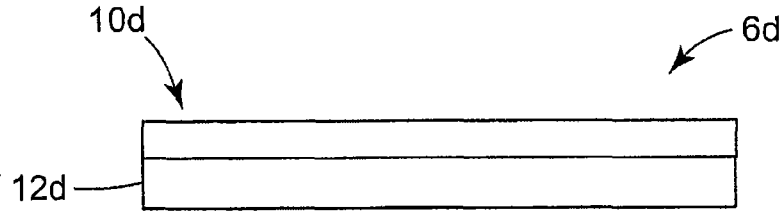


图 4B

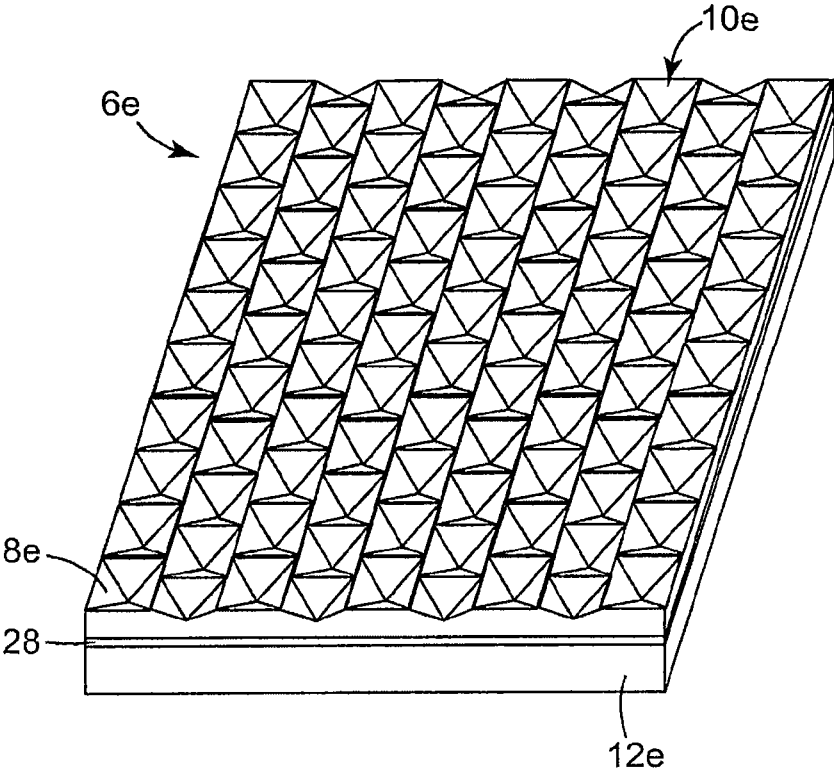


图 5A

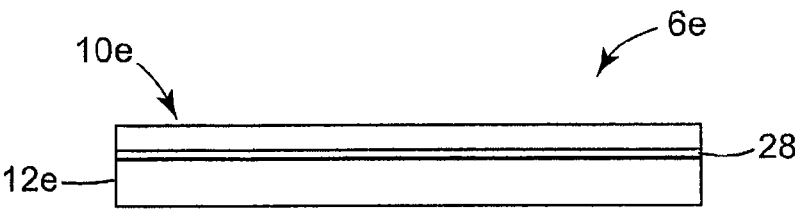


图 5B

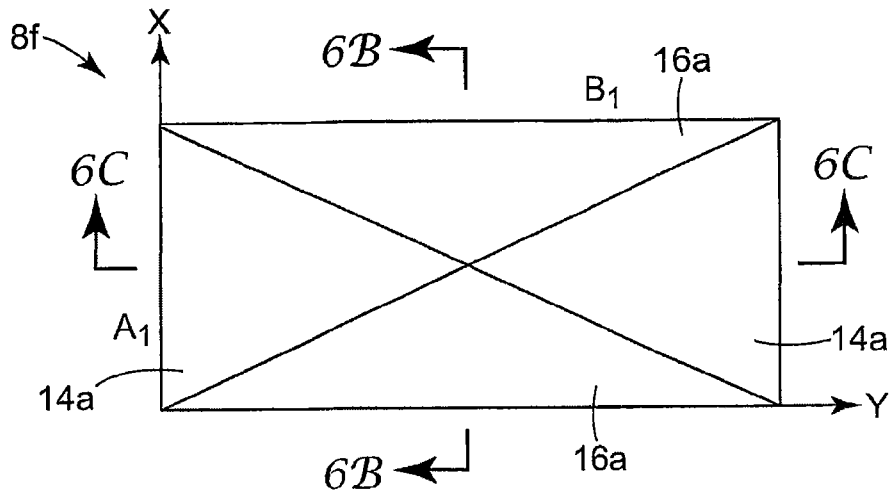


图 6A

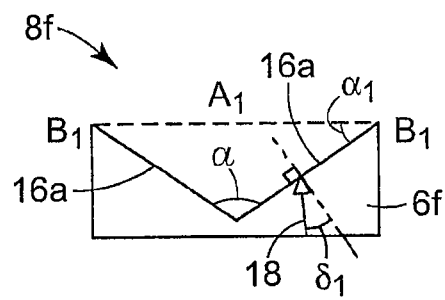


图 6B

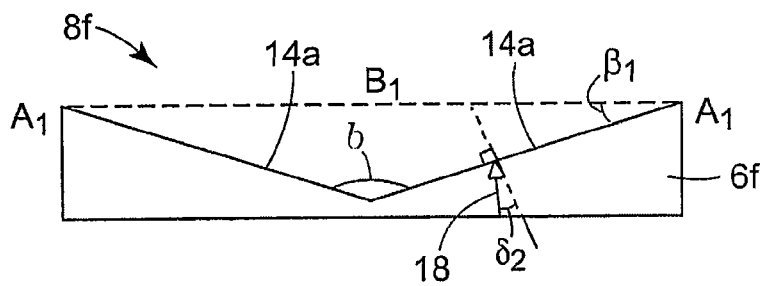


图 6C

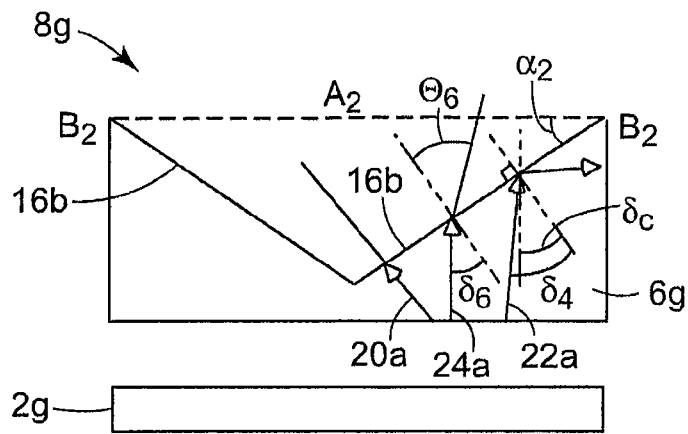


图 7A

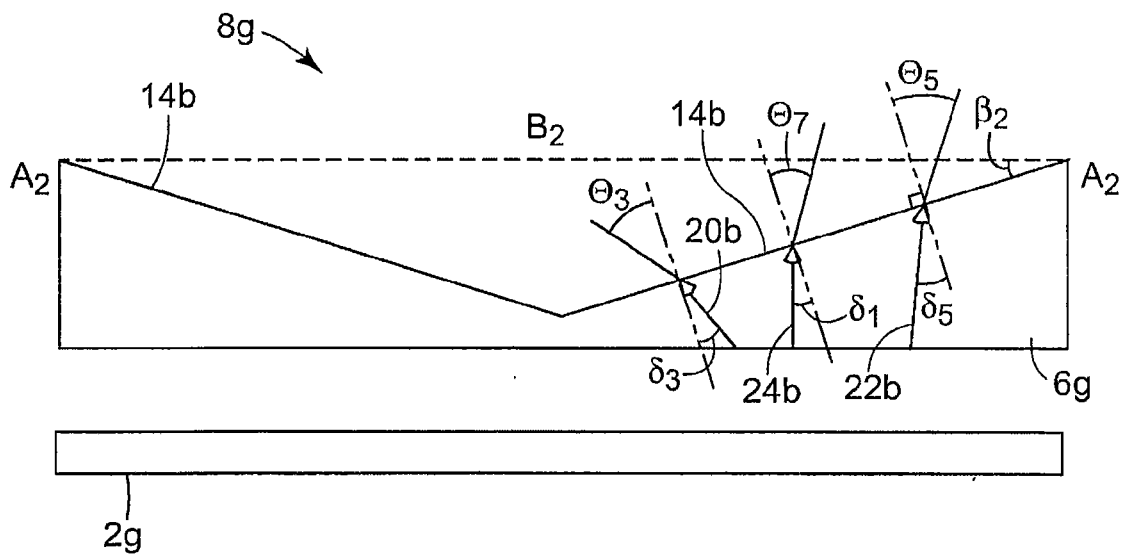


图 7B

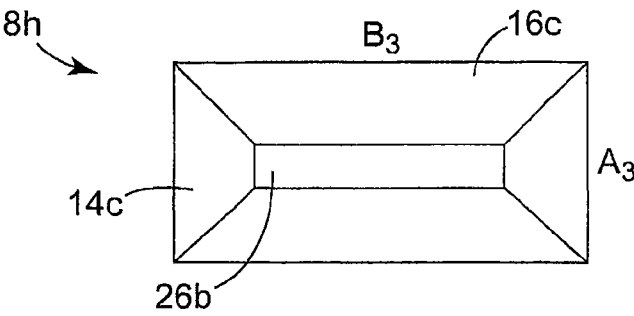


图 8A

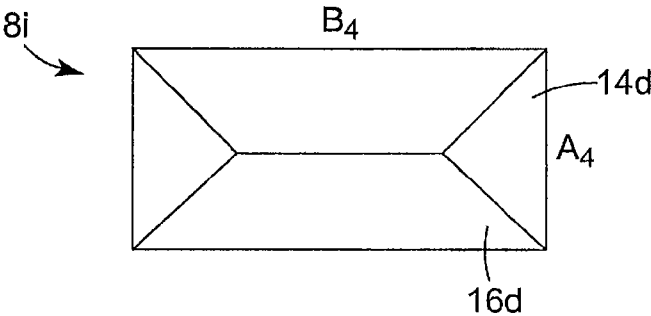


图 8B

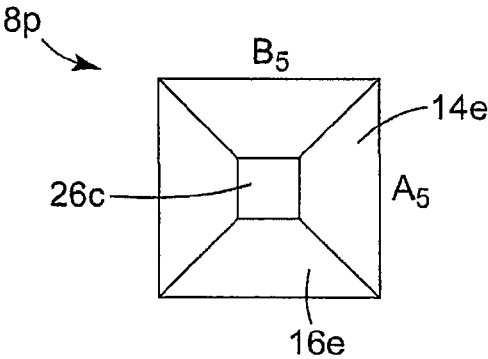


图 8C

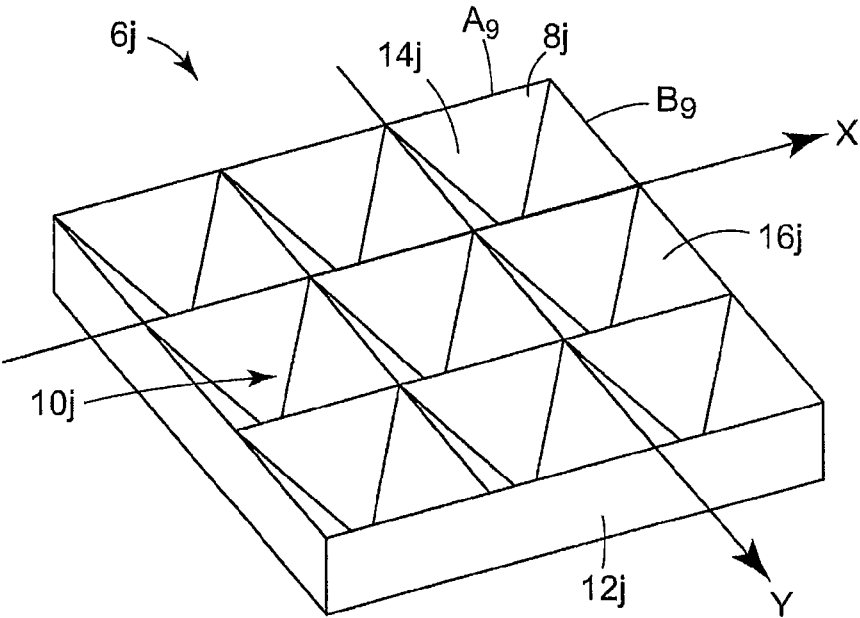


图 9A

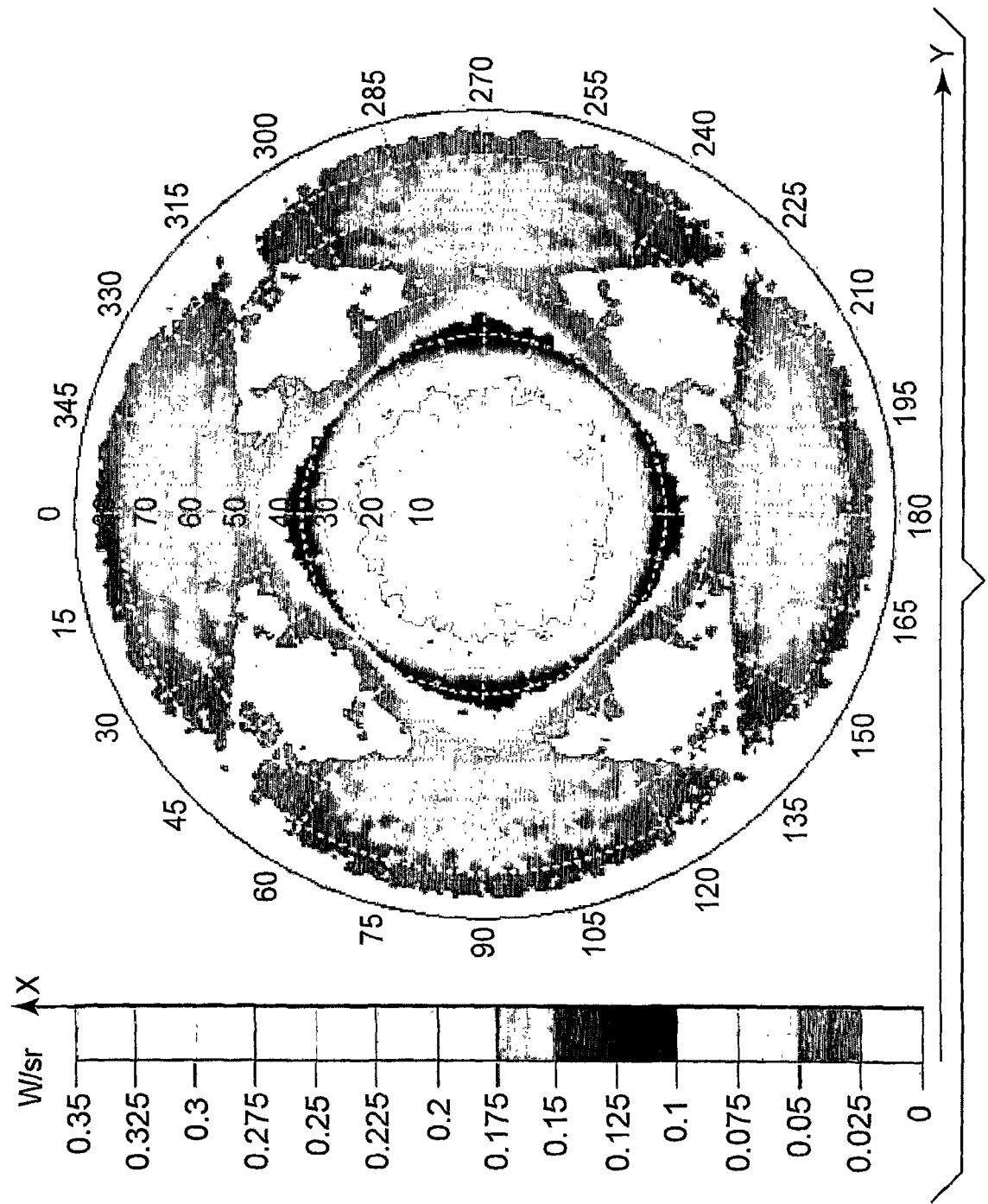


图 9B

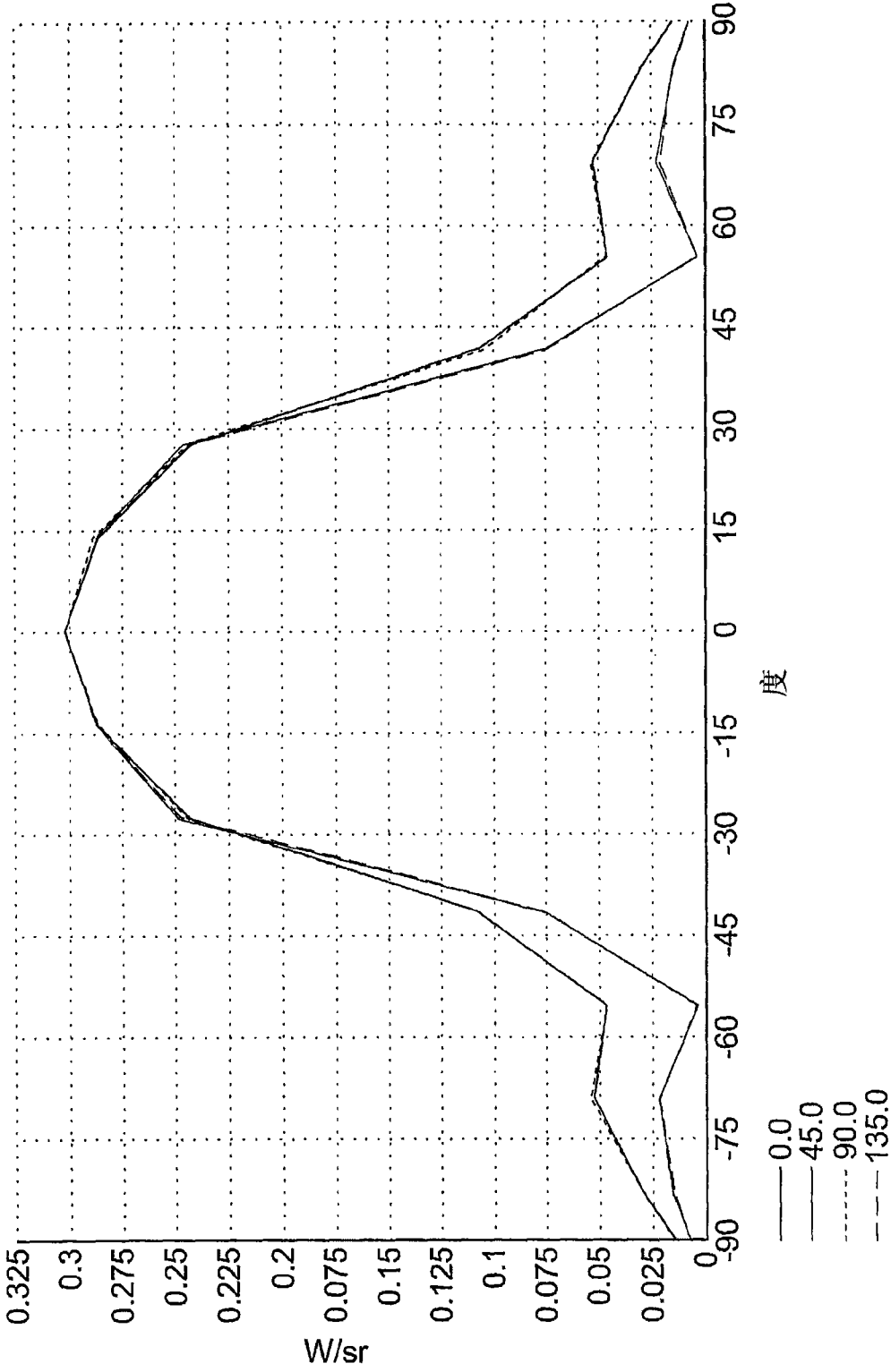


图 9C