

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102112806 A

(43) 申请公布日 2011.06.29

(21) 申请号 200980129770.3

代理人 孟锐

(22) 申请日 2009.07.28

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F21V 8/00 (2006.01)

12/182,835 2008.07.30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011.01.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/051903 2009.07.28

(87) PCT申请的公布数据

W02010/014570 EN 2010.02.04

(71) 申请人 英特曼帝克司公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 李依群

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

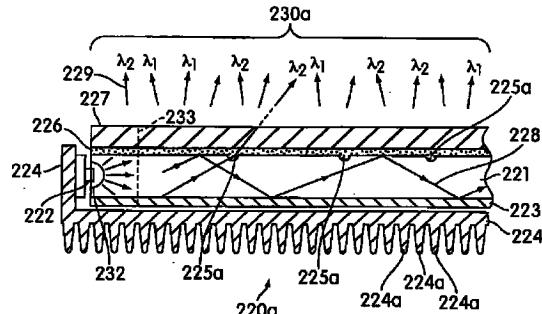
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 11 页

(54) 发明名称

发光面板

(57) 摘要

本发明涉及一种发光面板，其包括：光导介质，其具有至少一个发光面；及多个光源(LED)，其经配置以在围绕所述光导介质的边缘的四个或少于四个位置处将光耦合到所述边缘中。所述光导介质的至少一个面上提供有光学特征(不连续性)图案，以用于促进光从所述发光面的发射。所述特征图案经配置以减小所发射光强度在所述发光面的大致整个表面上的变化，使得所述变化小于或等于约25%。所述特征图案是部分地依据所述光导介质内的光强度分布而配置的，且特征的间距、大小、形状及/或每单位面积特征的数目可取决于距每一光源的距离。



1. 一种发光面板，其包括：

多边形光导介质，其具有发光面、相对面及若干截头拐角，

至少一个光源，其与所述光导介质的每一截头拐角相关联且经配置以将光耦合到所述相关联截头拐角中，及

特征图案，其位于所述光导介质的至少一个面上以用于促进光从所述发光面的发射，所述特征图案经配置使得所发射光强度在所述发光面的大致整个表面上的变化小于或等于约 25%。

2. 根据权利要求 1 所述的面板，其中所述特征图案选自由以下各项组成的群组：至少部分地依据所述光导介质内的光强度分布而配置；特征的间距依据距每一光源的距离而减小；特征的大小至少部分地取决于距每一光源的距离；特征的形状至少部分地取决于距每一光源的距离；及每单位面积特征的数目依据距每一光源的距离而增加。

3. 根据权利要求 1 所述的面板，其中所述特征选自由以下各项组成的群组：脊；u 形脊；v 形脊；槽；u 形槽；v 形槽；大致半球形特征；大致棱锥形特征；大致四面体特征；大致偏方面体特征；线；大致圆形特征；大致椭圆形特征；大致正方形特征；大致矩形特征；大致三角形特征；大致六边形特征；及大致多边形特征。

4. 根据权利要求 1 所述的面板，且其进一步包括与每一光源相关联的至少一个大致半球形凹槽，所述凹槽提供于所述光导介质的所述截头拐角中，且其中所述相关联光源定位在所述凹槽的大致中心处。

5. 根据权利要求 4 所述的面板，其中所述特征是通过选自由以下各项组成的群组的方法形成的：将其形成为所述光导介质的组成部分；处理所述光导介质的面；及将所述特征施加到所述光导介质的所述面。

6. 根据权利要求 5 所述的面板，其中所述方法选自由以下各项组成的群组：对所述光导介质进行精密模制以界定特征图案；选择性地机械磨蚀所述面以界定所述特征；选择性地研磨所述面以界定所述特征；选择性地对所述面进行划线以界定所述特征；选择性地蚀刻所述面以界定所述特征；用磨料颗粒选择性地对所述面进行喷砂并选择性地对所述面进行激光烧蚀以界定所述特征。

7. 根据权利要求 1 所述的面板，且其进一步包括在所述光导介质的大致所述整个发光面上提供磷光体材料，其中所述磷光体材料可操作以吸收从所述发光面发射的所述光的至少一部分且作为响应发射不同波长的光，且其中所述面板的光发射产物包括由所述至少一个源产生的光及所述磷光体产生的光。

8. 根据权利要求 7 所述的面板，其中所述磷光体材料选自由以下各项组成的群组：提供为所述光导介质的所述发光面上的至少一个层；提供为大致透明衬底的面上的至少一个层，其中所述衬底定位于所述光导介质上以使所述磷光体层面向所述光导介质的所述发光面；及并入于透明材料薄片中以使磷光体在其整个体积内大致均匀分布，其中所述磷光体薄片定位于所述光导介质的所述发光面上。

9. 根据权利要求 1 所述的面板，其中所述光导介质在形状上选自由以下各项组成的群组：大致正方形、大致矩形、大致三角形及大致六边形。

10. 根据权利要求 1 所述的面板，其中所述光导介质选自由以下各项组成的群组：聚合物、聚碳酸酯、丙烯酸树脂及玻璃。

11. 根据权利要求 1 所述的面板,且其进一步包括位于所述光导介质的大致所述整个相对面上的反射性表面。

12. 根据权利要求 1 所述的面板,且其进一步包括至少一个光源,所述至少一个光源经配置以在所述光导介质的所述截头拐角之间将光耦合到所述光导介质的边缘中。

13. 根据权利要求 1 所述的面板,且其包括位于所述光导介质的每一面上的相应特征图案,且其中在操作中光是从所述光导介质的两个面发射的。

14. 一种发光面板,其包括:

光导介质,其具有发光面及相对面,

多个光源,其经配置以在围绕所述光导介质的边缘的四个或少于四个位置处将光耦合到所述边缘中,及

特征图案,其位于所述光导介质的至少一个面上以用于促进光从所述发光面的发射,所述特征图案经配置使得所发射光强度在所述发光面的大致整个表面上的变化小于或等于约 25%。

15. 根据权利要求 14 所述的面板,其中所述特征图案选自由以下各项组成的群组:至少部分地依据所述光导介质内的光强度分布而配置;特征的间距依据距每一光源的距离而减小;特征的大小至少部分地取决于距每一光源的距离;特征的形状至少部分地取决于距每一光源的距离;及每单位面积特征的数目依据距每一光源的距离而增加。

16. 根据权利要求 14 所述的面板,其中所述特征选自由以下各项组成的群组:脊;u 形脊;v 形脊;槽;u 形槽;v 形槽;大致半球形特征;大致棱锥形特征;大致四面体特征;大致偏方面体特征;线;大致圆形特征;大致椭圆形特征;大致正方形特征;大致矩形特征;大致三角形特征;大致六边形特征;及大致多边形特征。

17. 根据权利要求 14 所述的面板,且其进一步包括与每一光源相关联的至少一个大致半球形凹槽,所述凹槽提供于所述光导介质的所述边缘中,且其中所述相关联光源定位于所述凹槽的大致中心处。

18. 根据权利要求 14 所述的面板,且其进一步包括在所述光导介质的大致所述整个发光面上提供磷光体材料,其中所述磷光体材料可操作以吸收从所述发光面发射的所述光的至少一部分且作为响应发射不同波长的光,且其中所述面板的光发射产物包括由至少一个源产生的光及所述磷光体产生的光。

19. 根据权利要求 18 所述的面板,其中所述磷光体材料选自由以下各项组成的群组:提供为所述光导介质的所述发光面上的至少一个层;提供为大致透明衬底的面上的至少一个层,其中所述衬底定位于所述光导介质上以使所述磷光体层面向所述光导介质的所述发光面;及并入于透明聚合物材料薄片中以使磷光体在其整个体积内大致均匀分布,其中所述磷光体薄片定位于所述光导介质的所述发光面上。

20. 根据权利要求 14 所述的面板,其中所述光导介质在形状上选自由以下各项组成的群组:大致圆形;大致正方形;大致矩形;及大致三角形。

21. 根据权利要求 14 所述的面板,其中所述光导介质选自由以下各项组成的群组:聚合物;聚碳酸酯;丙烯酸树脂及玻璃。

22. 根据权利要求 14 所述的面板,且其进一步包括位于所述光导介质的大致所述整个相对面上的反射性表面。

23. 根据权利要求 14 所述的面板，且其包括位于所述光导介质的每一面上的相应特征图案，且其中在操作中光是从所述光导介质的两个面发射的。

发光面板

[0001] 优先权主张

[0002] 本申请案主张由李轶群 (Yi-Qun Li) 在 2008 年 7 月 30 日提出申请的标题为“发光面板 (LIGHT EMITTING PANEL)”的第 12/182,835 号美国非临时专利申请案的优先权，所述专利申请案以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种包括具有至少一个发光面的光导介质的发光面板。更具体来说（但非排他性地），本发明的实施例针对一种在形式上为大致平面的发光面板，其中来自光源（通常为发光二极管 (LED)）的光耦合到光导介质的一个或一个以上边缘中，且接着从发光面发射。

背景技术

[0004] 通常见于办公室及商业处所的照明器具是荧光照明面板。一般来说，此类照明面板包括光盒，所述光盒包括装纳一个或一个以上荧光管及一前漫射面板的外壳。通常，所述漫射面板为半透明塑料材料，或具有规则表面图案以促进均匀发光的透明塑料材料。或者，可使用百叶窗式前盖来漫射所发射的光。此类照明面板通常既定在悬挂式（垂吊式）天花板中使用，其中支撑部件 (T 型杆) 格栅通过缆线悬挂在天花板上，且天花板发光块由所述支撑部件格栅支撑。所述天花板发光块在形状上可为正方形或矩形，且照明面板模块经配置以装配于此类开口内，从而用漫射面板替换天花板发光块。

[0005] 产生白色光的 LED (“白色 LED”) 为相对近期的创新，且提供形成完全新一代能效照明系统的潜势。据预测，白色 LED 可替换白炽、荧光及紧凑型荧光光源，这是因为其长操作寿命（可能几十万小时）及其就低功率消耗来说的高效率。直到已开发出在电磁光谱的蓝色 / 紫外线部分中发射的 LED，开发基于 LED 的白色光源才变得实际。举例来说，如 US 5,998,925 中所教示，白色 LED 包含为光致发光材料的一种或一种以上磷光体材料，其吸收所述 LED 所发射的辐射的一部分并重新发射不同色彩（波长）的光。通常，LED 芯片或裸片产生蓝色光，且所述磷光体吸收一定百分比的蓝色光并重新发射黄色光或绿色光与红色光、绿色光与黄色光或黄色光与红色光的组合。所述 LED 所产生的蓝色光的不被所述磷光体吸收的部分与所述磷光体所发射的光相组合，以提供在人眼看来在色彩上近似为白色的光。

[0006] 迄今为止，高亮度的白色 LED 正日益用于替换常规荧光及白炽灯泡。当今，利用白色 LED 的大多数照明器具设计包括其中白色 LED（更常见为白色 LED 阵列）替换常规光源组件的系统。由于白色 LED 与常规光源相比大小紧凑，因此其使得构造与传统背光照明面板相比为边缘光的紧凑型照明面板变得实际。一个此种白色 LED 边缘光照明器具为真明丽国际有限公司 (Neo-Neon International Ltd) 的“I 面板”，其在图 1 中展示为透视部分剖面示意图。照明面板 1 包括分层构造，所述分层构造包括光反射后部层 2、光导面板 3、光漫射层 4 及保护性透明前部层 5。光导面板 3 及保护性前部层 5 各自包括透明塑料材料（例

如聚碳酸酯)薄片,而反射后部层2包括不透明白色塑料材料薄片,且漫射层4包括半透明塑料材料薄片。沿所述光导面板的边缘中的每一者提供延续穿过其厚度的一系列弯曲凹槽6,以辅助将光7从相关联白色LED8耦合到光导面板3中。将白色LED8安装于与环绕金属框架(未展示)热连通的电路板9上。为促进从照明面板的发光前面12较均匀地发射光11(在图1中,发光前面12为下部面),沿照明面板的边缘中的每一者提供若干个功率相对低(例如,1瓦)的白色LED8。举例来说,600mm²的面板具有以40mm的间距围绕光导面板的外围安装的56个1瓦的LED。为减少光从光导面板的各边缘的发射,在面板3的边缘上于凹槽6之间提供反射性材料13,例如不透明白色塑料材料。

[0007] 为了进一步促进从发光前面12均匀地发射光,光导面板3的相对后面14在其整个表面上具有圆形区域15的六边形阵列。每一圆形区域15包括由光导面板粗糙化而成的圆形表面,且在直径上通常为1mm,其中相邻区域的中心之间具有2mm的间距。所述圆形区域造成对光导面板3的光导性质的破坏,从而导致在每一圆形区域15的部位处光朝向反射后部层2的优先发射。圆形区域所发射的光由反射后部层2往回反射穿过光导面板,且发射穿过前发光面12。在操作中,由白色LED8发射的白色光7经由凹槽6耦合到光导面板3中,且通过全内反射而被导引在光导面板3的整个块体内。由于圆形区域15的规则图案的存在而从发光面12大致均匀地发射光11。

[0008] 与背光面板相比,边缘光照明面板的优点为其紧凑性质,尤其是可与光导面板的厚度大致相同的器具总厚度。尽管此类照明系统良好地工作,但其光发射在整个发光面上并不真正地均匀。举例来说,沿边缘可能存在对应于LED的位置的“热点”,且在面板中心处存在暗区。通常,在此种面板的边缘及中心处发射的光的强度可在13到18勒克斯的范围内,即,从边缘到中心存在多达30%的变化。如所描述,为减轻发射强度均匀性的问题,可使用大量紧密间隔的较低功率LED,但这会显著增加照明面板的成本。

[0009] 除照明应用外,发光面板(尤其是边缘光面板)还用作例如电视及监视器等液晶显示器(LCD)中的背光。在此类应用中,发射的均匀性对显示器的准确色彩再现尤为重要。US 2008/0049445教示一种拐角耦合的背光,其中来自一个或一个以上LED的光耦合到实心矩形光导的截头拐角。在一个实施例中,将高功率白色LED安装于小反射性空腔内,接着将所述空腔耦合到所述光导的截头拐角。所述反射性空腔以各种各样的角度向所述截头拐角的面提供较均匀的光分布,以较佳地使光在光导的整个体积内分布。

[0010] 共同待决的第11/827,890号美国专利申请案(2006年7月13日提出申请)描述一种利用蓝色LED来替代白色LED的边缘光照明面板。在所述面板的发光面上提供一个或一个以上蓝色光可激发磷光体材料的一层。所述磷光体材料吸收从所述面板的发光面发射的蓝色光的一部分且所述磷光体发射其它色彩光。来自LED的蓝色光与磷光体产生的光相组合,产生看起来为白色的照射产物。远离LED提供磷光体的优点为在面板的整个发光表面区域上出现光产生、光致发光。此可导致更均匀的色彩及/或相关色温(CCT),但“热点”仍可出现于LED的附近。远离LED定位磷光体的另一优点为较少热量传送到磷光体,从而减少磷光体的热降解。

[0011] US 2008/0112183揭示一种包括碟形光导的照明装置,其具有围绕所述光导的边缘定位的一系列LED。所述光导可为圆形或正方形,且具有分别围绕所述光导的圆周边缘/侧等距间隔开的LED。在光导的前发光面及后面上提供具有比所述光导的折射指数低的折

射指数的若干光学层。在所述光导的后面上的光学层上提供反射器，以减少来自装置后部的光发射。与光导的发光面接触的光学层具有规则线格栅以促进光从发光面的发射。

[0012] 本发明的目的为改进来自发光面板的光发射的均匀性并减少制造成本。

发明内容

[0013] 本发明的实施例针对一种包括光导介质的发光面板，其中光被耦合到所述介质的一个或一个以上边缘中使得通过全内反射来将所述光波导在所述介质的整个体积内。所述光导介质具有至少一个发光面及提供于所述介质的所述发光面及 / 或相对面上的光学特征或不连续性图案以用于促进光从发光面的发射。所述特征图案经配置以减小在发光面的大致整个表面上的所发射光强度的变化。通常，强度变化将小于或等于约 25%，但在某些实施例中所述变化可为约 10% 或小于 10%。

[0014] 根据本发明，一种发光面板包括：多边形光导介质，其具有发光面、相对面及若干截头拐角；至少一个光源，其与所述光导介质的每一截头拐角相关联且经配置以将光耦合到所述相关联截头拐角中；及特征图案，其位于所述光导介质的至少一个面上以用于促进光从所述发光面的发射，所述特征图案经配置使得在所述发光面的大致整个表面上的所发射光强度的变化小于或等于约 25%。本发明的特定优点为可利用较少的相对较高功率的光源（通常为 LED 或 LED 阵列），借此减小成本且同时使用所述光导介质的适当表面图案化实现大致均匀的发射强度。通过特征图案的精心配置，可减小热点的强度且减小面板中心处的暗区。

[0015] 在本发明的典型应用中，例如一般照明或液晶显示器的背光照明，光导介质在形状上将为正方形或矩形，且对于此类应用来说，将仅需要四个 LED/LED 阵列，其中每一者与所述光导介质的相应拐角相关联。

[0016] 可至少部分地依据所述光导介质内的光强度分布来配置所述特征图案，所述光强度分布可计算或根据经验导出。由于光分布并不均匀且将随距每一光源的距离而变化，因此特征的间距可取决于距每一光源的距离。通常，所述间距将在强度随距每一光源的距离增加而降低时减小。替代地及 / 或另外，所述特征的大小及 / 或形状可取决于距每一光源的距离。此外，所述图案还可经配置使得每单位面积的特征数目依据距每一光源的距离而增加。

[0017] 为最大化光到光导介质中的耦合，所述光导介质的边缘中的至少一个大致半球形（碟形）的凹槽与每一光源相关联，其中所述凹槽提供于所述光导介质的截头拐角中，且其中相关联光源定位于所述凹槽的大致中心处。所述凹槽（即其曲率及 / 或直径）经配置以最小化来自相关联光源的光中以大致法向入射撞击凹槽的表面的部分，且借此最大化光到光导介质中的耦合。

[0018] 在一个布置中，举例来说，通过对所述光导介质进行精密模制来将所述特征形成于所述光导介质的组成部分。替代地及 / 或另外，可处理所述光导介质的面以通过（例如）选择性地机械磨蚀、研磨、碾磨、划线、蚀刻、借助磨料颗粒喷砂或激光烧蚀所述光导介质的面来界定所述特征。在另一布置中，可通过（例如）丝网印刷包括具有与光导介质的折射指数不同的折射指数的材料的特征来将所述特征施加到光导介质的面。优选地，此类特征具有类似于或低于光导介质的折射指数以提供一定程度的指数匹配。

[0019] 通常，在将所述特征施加到光导的面时，其在形式上将为基本上 2 维的，且可包括（例如）线（笔直的或弯曲的）、为大致圆形、大致椭圆形、大致多边形、大致三角形、大致正方形、大致矩形或大致六边形的特征。或者，所述特征在形式上可为 3 维的，且突出到光导介质的面中或从光导介质的面延伸出。此类特征可包括许多形式，举例来说，包含为脊（例如，u 或 v 形）、槽（例如，u 或 v 形）的特征、大致半球形特征、大致棱锥形特征、大致四面体特征或大致偏方面体特征。

[0020] 本发明的发光面板特别适于为液晶显示器产生照明或作为其背光，且在此类应用中，发光面在形式上将为大致平面的。此外，所述光导介质在形状上通常将为大致矩形或大致正方形，且将取决于给定应用。在其它应用中，光导介质在形状上可为大致三角形或大致六边形。此外，在其它实施方案中涵盖光导介质的发光面可包括弯曲表面。

[0021] 有利地，所述光导介质可包括透明材料，例如聚合物、聚碳酸酯、丙烯酸树脂或玻璃。优选地，所述至少一个光源包括 LED 或 LED 阵列。

[0022] 为最大化来自发光面的光发射，所述光源进一步包括在所述光导介质的大致整个相对面上的反射性表面。

[0023] 在优选实施方案中，发光面板进一步包括定位于光导介质的大致整个发光面上的磷光体材料，其中所述磷光体材料可操作以吸收从所述发光面发射的光的至少一部分，且作为响应发射不同波长的光，且其中所述面板的光发射产物包括由所述至少一个源产生的光及所述磷光体产生的光。与其中将磷光体作为 LED 的一部分而并入的布置相比，在所述光导介质的大致整个发光面上提供磷光体材料确保所产生光的均匀色彩及 / 或相关色温。在一个布置中，可将所述磷光体材料提供为光导介质的发光面上的至少一个层。或者，可将所述磷光体提供为透明衬底的面上的一层，例如聚合物材料薄片，且接着定位所述透明衬底以使所述磷光体层面向光导介质的发光面。将所述磷光体提供于透明衬底上而不是直接提供于光导介质上的优点为更易于在平面表面（即，不具有可存在于光导介质的发光面上的表面特征图案的表面）上沉积均匀厚度且同质的磷光体层。使用透明衬底的另一优点为其提供对磷光体材料的环境保护。在又一布置中，可将磷光体材料与透明材料（通常为聚合物材料）混合，且接着挤压所述磷光体 / 聚合物混合物以形成在其整个体积内均匀分布有磷光体的同质磷光体 / 聚合物薄片。接着，可将所述磷光体薄片定位于光导介质的发光面上，且此布置消除对额外保护层的需要。

[0024] 为确保光的均匀发射，光源可进一步包括提供于光导介质的大致整个发光面上的光漫射材料。优选地，将所述漫射材料并入于所述透明衬底内或提供于所述透明衬底上。

[0025] 为了进一步增加光发射的强度，所述面板可进一步包括一个或一个以上光源，所述光源经配置以在光导介质的截头拐角之间将光耦合到光导介质的边缘中。

[0026] 除发光面板具有单个发光面外，本文还涵盖提供其中从光导介质的两个面发射光的发光面板。举例来说，此照明面板可在办公室中用作各隔间之间的划分分隔物。在此面板中，在光导介质的每一面上提供相应特征图案。在其中要求来自每一面的光发射强度大致相同的应用中，特征图案将大致相同。相反地，在其中要求具有来自每一面的不同光发射强度的应用中，可在每一面上使用不同特征图案。

[0027] 根据本发明的另一方面（其中光导介质在形状上未必为多边形），一种发光面板包括：光导介质，其具有发光面及相对面；多个光源，其经配置以在围绕所述光导介质的边

缘的四个或少于四个位置处将光耦合到所述边缘中；及特征图案，其位于所述光导介质的至少一个面上以用于促进光从所述发光面的发射，所述特征图案经配置使得在所述发光面的大致整个表面上的所发射光强度的变化小于或等于约 25%。通过限制提供光源 (LED) 的位置的数目，可减小成本。在一个布置中，所述光导介质在形状上为大致圆形，且优选地所述光源定位于围绕圆周边缘的正交位置处。

[0028] 与根据本发明的第一方面的发光面板一样，所述特征图案可至少部分地依据所述光导介质内的光强度分布而配置，且通常特征的间距、形状及 / 或每特征单位的特征的数目将取决于距每一光源的距离。所述特征可突出到光导介质的面中或从光导介质的面延伸出，且包括：脊；u 形脊；v 形脊；槽；u 形槽；v 形槽；大致半球形特征；大致棱锥形特征；大致四面体特征；大致偏方面体特征；线；大致圆形特征；大致椭圆形特征；大致正方形特征；大致矩形特征；大致三角形特征；大致六边形特征；及大致多边形特征。

[0029] 为最大化来自光源的光到光导介质中的耦合，所述面板可进一步包括与每一光源相关联的至少一个大致半球形凹槽，所述凹槽提供于所述光导介质的所述边缘中且其中所述相关联光源定位于所述凹槽的大致中心处。

[0030] 可通过（例如）光导介质的精密模制来将所述特征形成为光导介质的组成部分。替代地及 / 或另外，可通过处理光导介质的面来界定特征图案，包含（例如）：选择性地机械磨蚀所述面、选择性地研磨所述面、选择性地对所述面进行划线、选择性地蚀刻所述面、借助磨料颗粒选择性地对所述面进行喷砂或选择性地对所述面进行激光烧蚀来界定所述特征。在一实施方案中，可将所述特征施加到光导介质的面。

[0031] 为产生所需色彩及 / 或色温的所发射光，所述面板优选地进一步包括位于所述光导介质的大致整个发光面的磷光体材料，其中所述磷光体材料可操作以吸收从所述发光面发射的所述光的至少一部分且作为响应发射不同波长的光，且其中所述面板的光发射产物包括由至少一个源产生的光及所述磷光体产生的光。所述磷光体材料可提供为所述光导介质的发光面上的至少一个层。或者，所述磷光体材料可提供为透明衬底的一部分，所述透明衬底接着定位成上覆于光导介质的发光面上。在一个实施方案中，所述磷光体材料提供为所述透明衬底的面上的至少一个层，且所述衬底定位于光导介质上以使所述磷光体层面向所述光导介质的发光面。或者，所述磷光体材料并入于所述透明衬底材料（通常为聚合物材料）中，使得磷光体在其整个体积内大致均匀分布。

[0032] 所述光导介质在形状上优选地为大致圆形、大致矩形、大致三角形或大致正方形。当所述光导介质在形状上为多边形时，所述光源优选地定位于拐角处，且所述拐角优选地经截头以辅助将光耦合到所述介质中。

[0033] 所述光导介质可包括对光源所发射的光及磷光体产生的光大致透明的任一材料，且优选地包括聚碳酸酯、丙烯酸树脂或玻璃。

[0034] 为最大化光从发光面的发射，所述面板可进一步包括位于所述光导介质的大致整个相对面上的反射性表面。

附图说明

[0035] 为更好地理解本发明，现在将参考附图仅通过实例描述本发明的实施例，附图中：

- [0036] 图 1 为如先前所述的已知发光面板的透视部分剖面示意图；
[0037] 图 2(a)、2(b) 及 2(c) 为根据本发明的发光面板的示意性横截面表示；
[0038] 图 3(a) 为光导的示意性横截面表示，其展示将光耦合到所述光导的平面边缘中；
[0039] 图 3(b) 为光导的示意性横截面表示，其展示使用所述光导的边缘中的半球形凹槽将光耦合到所述光导中；
[0040] 图 3(c) 为图解说明光导的截头拐角及用于将光耦合到光导中的半球形凹槽的示意性透视表示；
[0041] 图 4 展示根据本发明用于发光面板中的特征的实例；
[0042] 图 5 为根据本发明的发光面板的呈平面图的示意性表示；
[0043] 图 6 为根据本发明的另一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示；
[0044] 图 7 为根据本发明的另一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示；
[0045] 图 8 为根据本发明的又一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示；
[0046] 图 9 为根据本发明的又一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示；
[0047] 图 10 为根据本发明的又一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示；且
[0048] 图 11 为根据本发明的又一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示。

具体实施方式

[0049] 本发明的实施例针对一种包括光导介质的发光面板，其中光被耦合到所述介质的一个或一个以上边缘中使得通过全内反射来将所述光波导在所述介质的整个体积内。所述光导介质具有至少一个发光面及位于所述介质的发光面及 / 或相对面上的光学特征或光学不连续性图案，以用于促进光从所述发光面的发射。所述特征图案经配置以减小（优选地最小化）所发射光强度在所述发光面的大致整个表面上的变化，也就是说，所述特征图案促进来自所述发光面的大致均匀光发射强度。在本发明的实施例中，强度变化通常小于或等于约 25%，且优选地小于或等于 10%。

[0050] 图 2(a) 为根据本发明的发光面板（照明面板）220a 的横截面示意图。照明面板 220a 是通常用于办公室及商业处所中的类型，既定在悬挂式（垂吊式）天花板中使用，其中支撑部件（T 型杆）格栅通过缆线悬挂在天花板上，且天花板发光块由所述支撑部件格栅支撑。所述天花板发光块在形状上通常为正方形（60cm x 60cm）或矩形（120cm x 60cm），且本发明的照明面板经配置以装配于此类大小的开口内。

[0051] 在本发明的一个实施例中，照明面板包括正方形或矩形透明材料薄片 221，其在下文中称为光导。平面光导 221 的每一拐角处安装有发蓝色光（400nm 到 480nm）的 LED 222。光导 221 可由对 LED 222 所发射的光透明的任一材料构造，且通常包括薄片塑料材料，例如聚碳酸酯、丙烯酸树脂或玻璃。蓝色 LED 222（其通常包括共同封装的基于 InGaN/GaN（氮化镓 / 氮化镓）的 LED 芯片的阵列）经安装以与散热片 224 热连通，所述散热片可经配置以沿所述光导的边缘延续。另外，如图 2(a) 中所图解说明，所述散热片可延伸于所述面板的非发光（后部）表面上，且优选地包含多个热辐射鳍片 224a 以辅助热量耗散。光导 221 经确定尺寸使得照明面板 220 的总体大小（包含围绕外围边缘的散热片 224）将装配到标准悬挂式天花板的发光块孔口内。

[0052] 在光导 221 的非发光面（如图解说明的下部面）上，即在操作中朝向支撑天花板

引导的面,提供反射性材料 223 的一层以防止从照明面板 220a 的后部发射光。反射性材料 223 可包括金属涂层(例如铬)或亮白材料(例如塑料材料或纸)。为了最小化从光导 221 的边缘发射的光,光导的边缘优选地包含反射表面(图 2(a) 中未展示)。

[0053] 光导 221 的发光面用光学特征(非连续性)225a 进行图案化,所述光学特征(非连续性)确保在所述特征的位置处的优先光发射。如下文进一步描述,以使得所发射光强度在发光面的大致整个表面上的变化减小(优选地最小化)的图案配置特征 225a,也就是说,所述特征图案促进来自面板的发光面的大致均匀光发射强度。提供上覆于所述光导的整个发光面上的磷光体(光致发光)材料 226,且在所述磷光体上提供透明前保护层 227 以提供对磷光体 226 的环境保护。

[0054] 为实现将由 LED 222 发射的光 228 耦合到光导 221 中,对 233 所述光导的每一拐角进行截头,且借助于大体半球形(碟形)凹槽 232 将光耦合到截头拐角的面中。在本说明书通篇中,前面有对应于给定实施例的图编号的相似参考编号用于表示相似部件。举例来说,图 2 的光导 221 在图 3 到 11 中分别表示为 321、421、521、621、721、821、912、1021、1121,且图 2 的特征 225 在图 4 到 11 中分别表示为 425、525、625、725、825、925、1025、1125。

[0055] 图 3(a) 及 3(b) 图解说明半球形凹槽 332 如何增强光 328 到光导 321 中的耦合。参考图 3(a),其展示光导 321 的示意性横截面表示及光到所述光导的平面边缘中的耦合。垂直撞击光导 321 的边缘的光耦合到所述光导中。由于 LED 322 发射具有径向分布的光,因此光还将与法线成一范围角度地撞击所述光导的边缘。对于以等于或大于临界角度的角度撞击所述边缘的光来说,此光 334 将由光导 321 的边缘反射并丢失。图 3(b) 为光导 321 的示意性横截面表示,所述光导在其边缘中包含半球形凹槽 332 以用于最大化光到光导中的耦合。在此布置中,LED 322 定位于所述半球形凹槽的中心处,使得对于所有角度的光发射,光将大致垂直地撞击所述凹槽的弯曲表面且将被耦合到所述光导中。所述凹槽的曲率及大小(直径)是依据所述 LED 的发射轮廓来选择,以最大化光到所述光导中的耦合。此外,将了解,在使用 LED 阵列时,优选地使用匹配的凹槽阵列,在所述匹配的凹槽阵列中存在对应于所述阵列的每一 LED 的凹槽。图 3(c) 为图解说明截头拐角 333 及单个半球形凹槽 332 的示意性透视表示。

[0056] 返回参考图 2(a),在操作中,由 LED 222 发射的光(激发辐射)228(其具有第一波长范围 λ_1 (在此实例中为蓝色))耦合到光导 221 的每一截头拐角中且通过全内反射在光导 221 的整个体积内被导引。撞击光学特征 225a 中的一者的光 228 将在所述特征的位置处发射穿过光导的发光面,且导致磷光体材料 226 的激发,磷光体材料 226 重新发射具有第二较长波长范围 λ_2 的光 229。从照明面板的发光面输出的光 230(其包括最终的照射产物)为激发辐射(λ_1)228 与磷光体产生的光 229(λ_2)的组合。在一般照明应用中,照射产物将通常为白色光,且磷光体 226 可包括绿色(525 到 535nm)发射性磷光体与橙色(590 到 610nm)发射性磷光体的混合物,其可由蓝色光激发。可通过磷光体及 / 或磷光体材料的组合物的每单位面积的数量(密度)或厚度来选择所述面板产生的光的相关色温(CCT)(以开尔文度数为单位来测量)。在其它布置中,所述面板可经配置以通过适当选择磷光体材料、厚度及 / 或激发辐射的色彩(波长)来产生彩色光。

[0057] 本发明的发光面板的优点为其紧凑性质,尤其是可与光导的厚度大致相同的器具总体厚度通常为 10 到 20mm 的厚度。虽然将照明面板描述为在悬挂式天花板中使用,但其

还可用于墙壁上、与天花板齐平、作为地板或任一水平表面的一部分，例如计数器顶部或例如楼梯踏板或竖板等其它表面。此外，所述面板可用作建筑物或一件家具的结构性或装饰性组件的一部分。在楼梯踏板或竖板的情况下，光导优选地为层压玻璃构造，其中介入压层中的一者内并入有磷光体。

[0058] 本发明的光源特别适于与无机磷光体一起使用，例如大致组成为 $A_3Si(0, D)_5$ 或 $A_2Si(0, D)_4$ 的基于硅酸盐的磷光体，其中 Si 为硅，0 为氧，A 包括锶 (Sr)、钡 (Ba)、镁 (Mg) 或钙 (Ca)，且 D 包括氯 (Cl)、氟 (F)、氮 (N) 或硫 (S)。基于硅酸盐的磷光体的实例揭示于共同待决的专利申请案 US2006/0145123、US2006/0261309、US2007/0029526 及专利 US7,311,858（也转让给英特美公司（Intematix Corporation））中，所述专利申请案中的每一者的内容特此以引用方式并入本文中。

[0059] 如 US2006/0145123 中所教示，铕 (Eu^{2+}) 激活的基于硅酸盐的绿色磷光体具有通式 $(Sr, A_1)_x(Si, A_2)(0, A_3)_{2+x}:Eu^{2+}$ ，其中： A_1 为 2^+ 阳离子、 1^+ 及 3^+ 阳离子的组合中的至少一者，例如 Mg、Ca、Ba、锌 (Zn)、钠 (Na)、锂 (Li)、铋 (Bi)、钇 (Y) 或铈 (Ce)； A_2 为 3^+ 、 4^+ 或 5^+ 阳离子，例如硼 (B)、铝 (Al)、镓 (Ga)、碳 (C)、锗 (Ge)、N 或磷 (P)；且 A_3 为 1^- 、 2^- 或 3^- 阴离子，例如 F、Cl、溴 (Br)、N 或 S。写出所述式以指示 A_1 阳离子替换 Sr； A_2 阳离子替换 Si 且 A_3 阴离子替换氧。x 的值为 1.5 与 2.5 之间的整数或非整数。

[0060] US7,311,858 揭示具有式 $A_2SiO_4:Eu^{2+}D$ 的基于硅酸盐的黄绿色磷光体，其中 A 为包括 Sr、Ca、Ba、Mg、Zn 或镉 (Cd) 的二价金属中的至少一者；且 D 为包括 F、Cl、Br、碘 (I)、P、S 及 N 的掺杂剂。掺杂剂 D 可以介于从约 0.01 到 20 莫尔百分数的范围内的量存在于磷光体中，且所述掺杂剂中的至少一些替代氧阴离子，以并入到磷光体的晶格中。所述磷光体可包括 $(Sr_{1-x-y}Ba_xM_y)SiO_4:Eu^{2+}D$ ，其中 M 包括 Ca、Mg、Zn 或 Cd，且其中 $0 \leq x \leq 1$ 且 $0 \leq y \leq 1$ 。

[0061] US2006/0261309 教示两相基于硅酸盐的磷光体，其第一相具有与 $(M1)_2SiO_4$ 的晶体结构大致相同的晶体结构；且其第二相具有与 $(M2)_3SiO_5$ 的晶体结构大致相同的晶体结构，其中 M1 及 M2 各自包括 Sr、Ba、Mg、Ca 或 Zn。至少一个相是借助二价铕 (Eu^{2+}) 激活，且所述相中的至少一者含有包括 F、Cl、Br、S 或 N 的掺杂剂 D。据信，掺杂剂原子中的至少一些原子位于硅酸盐主晶的氧原子晶格位点上。

[0062] US2007/0029526 揭示具有式 $(Sr_{1-x}M_x)_yEu_zSiO_5$ 的基于硅酸盐的橙色磷光体，其中 M 为包括 Ba、Mg、Ca 或 Zn 的二价金属中的至少一者； $0 < x < 0.5$ ； $2.6 < y < 3.3$ ；且 $0.001 < z < 0.5$ 。所述磷光体经配置以发射具有大于约 565nm 的峰值发射波长的可见光。

[0063] 所述磷光体还可包括例如共同待决的专利申请案 US2006/0158090 及专利 US7,390,437（也转让给英特美公司）中所教示的基于铝酸盐的材料，或如共同待决的申请案 US2008/0111472 中所教示的铝硅酸盐磷光体，所述申请案中的每一者的内容特此以引用方式并入本文中。

[0064] US2006/0158090 教示具有式 $M_{1-x}Eu_xAl_yO_{[1+3y/2]}$ 的基于铝酸盐的绿色磷光体，其中 M 为包括 Ba、Sr、Ca、Mg、Mn、Zn、Cu、Cd、Sm 或铥 (Tm) 的二价金属中的至少一者，且其中 $0.1 < x < 0.9$ 且 $0.5 \leq y \leq 12$ 。

[0065] US7,390,437 揭示具有式 $(M_{1-x}Eu_x)_{2-z}Mg_zAl_yO_{[2+3y/2]}$ 的基于铝酸盐的蓝色磷光体，其中 M 为 Ba 或 Sr 的二价金属中的至少一者。在一个组成中，所述磷光体经配置以吸收处于介于从约 280nm 到 420nm 的范围内的波长的辐射，并发射具有介于从约 420nm 到

560nm 的范围内的波长的可见光,且 $0.05 < x < 0.5$ 或 $0.2 < x < 0.5$; $3 \leq y \leq 12$ 且 $0.8 \leq z \leq 1.2$ 。所述磷光体可进一步掺杂有例如 Cl、Br 或 I 的卤素掺杂剂 H,且可具有一般组成 $(M_{1-x}Eu_x)_{2-z}Mg_zAl_yO_{[2+3y/2]}:H$ 。

[0066] US2008/0111472 教示通式为 $(Sr_{1-x}M_xT_y)_{3-m}Eu_m(Si_{1-z}Al_z)O_5$ 的具有混合二价及三价阳离子的铝硅酸盐橙红色磷光体,其中 M 为选自 Ba、Mg 或 Ca 的呈介于 $0 \leq x \leq 0.4$ 的范围内的量的至少一种二价金属; T 为选自 Y、镧 (La)、Ce、镨 (Pr)、钕 (Nd)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yt)、镥 (Lu)、钍 (Th)、镤 (Pa) 或铀 (U) 的呈介于 $0 \leq y \leq 0.4$ 的范围内的量的三价金属,且 z 及 m 介于范围 $0 \leq z \leq 0.2$ 及 $0.001 \leq m \leq 0.5$ 内。所述磷光体经配置使得卤素驻存于硅酸盐晶体内的氧晶格位点上。

[0067] 将了解,所述磷光体并不限于本文所述的实例,且可包括包含有机或无机磷光体两者任一磷光体材料,例如氮化物及 / 或硫酸盐磷光体材料、氧氮化物及含氧硫酸盐磷光体或石榴石材料 (YAG)。

[0068] 如图 2(a) 中所图解说明,通常呈粉末形式的磷光体材料可以预选比例与例如环氧树脂、硅酮或其它聚合物材料的透明粘结剂材料混合,且将所述混合物施加到前保护层 227 的面向光导 221 的发光面的面。适合硅酮材料的实例为 GE 的硅酮 RTV615。磷光体对硅酮的重量加载通常介于 35% 到 65% 的范围内,其中额外加载取决于照明面板 220a 的照射产物的目标色彩或 CCT。于其它布置中,可将磷光体材料直接沉积于光导 221 的发光面上。可使用例如旋涂、使用刮片的带成型、喷墨印刷、喷涂等任一技术来沉积所述磷光体材料。还涵盖使用例如共同待决的专利申请案 US2007/0240346(其内容特此以引用方式并入本文中)中所描述的网板系统将磷光体材料沉积为包括(例如)不同大小的等距间隔开的非重叠区域(点)的阵列的图案。在使用两种不同磷光体材料时,所述点在磷光体材料之间交替,且所述点的相对大小及 / 或间距用于控制两种磷光体的相对数量。可通过丝网印刷磷光体材料方便地产生磷光体材料的图案。

[0069] 在另一布置中,可将磷光体并入于透明材料(通常为聚合物)薄片中,例如聚碳酸酯、硅酮或环氧树脂材料。通过挤压磷光体 / 聚合物混合物以形成在其整个体积内均匀分布有磷光体的同质磷光体 / 聚合物薄片来方便地制作此磷光体薄片。接着可将所述磷光体薄片定位成上覆于光导的发光面上。在此布置中,无需单独的前保护层 227。

[0070] 在本发明的其它实施例中,且如图 2(b) 中所图解说明,可在光导 221 的非发光面上提供光学特征 225b。在此布置中,特征 225b 所发射的光由反射层 223 往回反射穿过光导 221,且穿过发光面发射。

[0071] 除具有单个发光面的发光面板外,还涵盖提供其中从光导的两个面发射光的发光面板,举例来说,如图 2(c) 中所图解说明。举例来说,此照明面板 220c 可在办公室中用作各隔间之间的划分分隔物。在此实施例中,在光导 221 的每一面上提供相应的特征 225c、225d 图案。在其中要求来自相应面的光发射 230c、230d 大致相同的应用中,特征 225c、225d 图案将大致相同。相反地,在其中要求具有来自每一面的不同光发射的应用中,可在每一面上使用不同的特征图案。为了实现所发射光 230c、230d 的所要色彩,在光导 221 的每一发光面上提供相应磷光体材料 226c、226d。为了提供对磷光体 226c、226d 的环境保护,在每一磷光体上提供透明前保护层 227c、227d。或者,可将所述磷光体材料并入于例如聚合物的透明材料中,且接着将所制作的磷光体材料薄片定位成上覆于所述光导的各面上。一般来说,磷

光体材料 226c、226d 将相同,使得从每一面发射相同色彩的光。然而,还涵盖在每一面上使用不同的磷光体材料,或省略一个面上的磷光体,使得所述面板从每一面发射不同色彩及 / 或色温的光。此布置可用作悬挂式照明面板,其中朝向天花板的向上照明为一种色彩,且向下照明为不同色彩。

[0072] 参考图 4,其展示用于减小所发射光强度在发光面的整个表面上的变化的光学特征(光学不连续性)425a 到 425o 的实例,也就是说,所述特征图案促进来自光导 421 的发光面的更均匀光发射。通常,所述特征图案的使用确保实现强度的约 25% 或小于 25% 的变化,但在一些实施方案中涵盖,通过精心优化,可能有约 10% 或小于 10% 的变化。图 4 展示图 2(a) 到 2(c) 中的特征 225a 至 225d 的更详细描绘。下文描述减小所发射强度的变化所必需的特征的配置(布局或图案)。特征 425 可广义地分类为两个群组:(i) 为 3 维形式且从光导的面(发光面及 / 或相对面)突出或延伸到所述面中的那些特征,及(ii) 为基本上 2 维形式的那些特征。

[0073] 在第一群组特征的情况下,这些特征一般将由与光导 421 的材料相同的材料制成,且如所描述,可将其提供于光导的发光面及 / 或相对面上。如图 4 中所图解说明,此类特征的实例包含半圆形脊 425a、u 形槽 425b、v 形脊 425c、v 形槽 425d、棱锥形凹槽 425e、半球形或碟形凹槽 425f、四面体凹槽 425g、多小面(偏方面体)凹槽 425h、棱锥形突出部 425i、半球形突出部 425j、四面体突出部 425k 或多面体(偏方面体)突出部 425l。脊及槽 425a 到 425d 可包括如所图解说明的基本上直线,或包括曲线。通过(举例来说)光导 421 的精密模制将从光导突出的特征及包括具有多个小面的凹槽的那些特征最方便地形成光导的组成部分。还可通过例如选择性地研磨、碾磨、钻孔、磨蚀、划线等机械手段或通过激光烧蚀光导的面形成所述特征。

[0074] 在第二群组特征的情况下,这些特征可包括将不同材料施加到光导的面,或处理所述光导的所述面以界定所述特征。在前一情况下,施加到光导的材料优选地为透明或半透明的,且具有与光导的折射指数大致相同或类似的折射指数,以提供指数匹配及所述特征处的优先光发射。在一个实施例中,所述材料包括油墨,且可通过(例如)丝网印刷或喷墨印刷在光导的面上沉积所要的特征图案。所属领域的技术人员将明了其它沉积技术。或者,可通过处理光导的面来界定所述特征,例如通过选择性地化学蚀刻所述光导面;选择性地机械磨蚀所述光导面,例如使用研磨、碾磨、钻孔、磨蚀、借助磨料颗粒喷砂或划线;或通过激光烧蚀所述光导面。在图 4 中,所图解说明的特征可包括线(笔直的或弯曲的)425m 或在形状上为大致圆形 425n、椭圆形 425o、正方形 425p、三角形 425q 或六边形 425r。

[0075] 将了解,所描述的特征仅为实例,且所述特征在视觉上可为任一形式,但条件是所述特征具有影响(破坏或扰乱)光导在所述特征的位置处的波导性质的形式。因此,所属领域的技术人员将易于明了其它特征形式,且所述特征形式可包含不规则形式。然而,为便于制作,简单几何形状(例如圆形或线)为优选的。

[0076] 根据本发明,以使得所发射光强度在发光面的大致整个表面上的变化减小(优选地最小化)的图案配置特征 425。在一个布置中,至少部分地依据所述光导内的光强度分布来配置所述特征图案,所述光强度分布可计算或根据经验导出。所述光强度分布将取决于光源的位置、数目、强度及发射角度。由于光导内的光强度分布将为不均匀的,因此实现大致均匀的光发射强度所必需的特征的位置、间距、大小、形状及 / 或密度可跨越光导而变

化。举例来说,特征的间距(特征的间距越近,将在所述区域中提取越多的光)将取决于距每一光源(通常在光导的拐角处)的距离,且通常将在强度随距每一光源的距离增加而降低时减小。替代地及/或另外,所述特征的大小及/或形状可取决于距每一光源的距离。此外,所述图案还可经配置使得每单位面积的特征数目依据距每一光源的距离而增加。

[0077] 现在将参考附图的图5到11来描述根据本发明的照明面板的实例。为便于理解,这些图未展示磷光体层,这是因为其将使特征图案模糊。图5为发光面板520的呈平面图的示意性表示,其中光导521在形状上为正方形(300mm×300mm),且光导521的每一截头拐角533处提供有一个或一个以上高功率发蓝色光的LED522。就电光性质方面,LED522优选地为大致相同的,且各自具有大致相同的发射强度及轮廓(发射角度)。实际上,每一LED522包括共同封装的LED芯片阵列,以增加照明面板的发射强度。光导521的每一截头拐角533包含对应于每一LED的半球形凹槽532,以最大化光528从其相关联LED到光导中的耦合。图5图解说明在每一拐角处具有单个凹槽532,但在其中使用LED阵列的实施方案中,可使用对应凹槽阵列来优化光到光导中的耦合。在图5的实施例中,特征525包括u形或v形直线槽(例如,图4的425b、425d)或脊(例如,图4的425a、425c)的图案。通常,所述槽/脊在宽度上介于0.5与1mm之间,且可通过对光导521进行精密模制来形成。或者,在槽的情况下,这些特征可通过(例如)碾磨或划线而界定于光导的一个或两个面中。

[0078] 特征525图案经配置以界定一系列同心正方形,其以光导521的面的中心为中心。所述系列的正方形经定向使得其侧与光导的边缘呈45°的角度,也就是说,所述正方性的侧正交于光导的对角线。如图所示,同心正方形之间的间距可朝向光导521的中心而减小,从而导致特征525的密度随距每一LED522的距离增加而增加。在所图解说明的实施例中,特征之间的间距减小固定距离,例如0.1到10mm,其中特征的密度在光导的中心处最高,在此处光强度将为最低。对于正方形光导来说,距LED中的任一者最远的点为面板的中心点,对于300mm的正方形面板来说其距每一拐角212mm,且因此特征之间的间距减小介于此最大距离的0.05%到4.73%的范围内的固定距离。在典型实施方案中,涵盖所述特征将占据光导的面的总面积的10%与50%之间。然而,为便于理解,在图5中描绘少得多的特征。发现此特征525图案减少所发射光强度在面板的发光面上的变化,且促进来自发光面的整个表面的大致均匀光发射强度。通过特征图案的适当选择及配置,可实现所发射光强度的约25%或小于25%的变化,且对于经优化图案来说,涵盖小于10%的变化。在其它实施例中,所述特征可等距间隔开,及/或所述特征的大小随距每一LED的距离而改变。

[0079] 图6为根据本发明的另一实施例的发光面板的呈平面图的示意性表示。在此实施例中,光导621在形状上同样为正方形,且特征625包括弯曲槽或脊。所述特征图案包括四个系列的同心圆弧,其中每一系列具有位于其相关联LED622的位置处(即,在光导的相应拐角处)的共同中心。应注意,每一系列的圆弧之间的距离随距相关联LED的距离增加而在径向方向上减小。与图5的实施例一样,特征之间的间距可减小固定距离,从而产生其中特征的密度从每一拐角朝向光导的面的中心对称增加的特征图案。发现此特征625图案减小所发射光强度在面板的发光面上的变化,且促进来自发光面的整个表面的大致均匀光发射强度。

[0080] 图7为根据本发明的另一实施例的发光面板720的呈平面图的示意性表示。在此实施例中,光导721在形状上为正方形(600mm×600mm),且特征725包括大致半球形凹槽

(例如,图 4 的 425f) 或半球形突出部(例如,图 4 的 425j)。通常,所述半球形特征在直径上为 0.5 到 1mm。特征 725 位于一系列同心正方形的侧上,其中所述系列正方形的侧并行于光导的边缘。如从图 7 可见,相连正方形之间的间距在朝向光导面的中心的方向上减小。此外,特征 725 之间沿正方形的侧的间距还朝向每一侧的中点而减小,其中所述间距取决于多项式函数。使用以下一般形式的四次多项式来计算特征之间的间距:

[0081] 间距 $d = A + Bi + Ci^2 + Di^3 + Ei^4$

[0082] 其中 i 为距光导的面的中心的径向距离,且 A 、 B 、 C 、 D 及 E 为常数。常数 A 、 B 、 C 、 D 及 E 的值优选地借助于射线跟踪程序(例如由位于美国加州帕萨迪纳的光学研究协会(Optical Research Associates based in Pasadena CA USA)开发的“光工具(LightTools)”)来优化,以针对所述常数的值范围来模拟发光面板的光发射分布,并选择给出所发射光强度的最低变化(即,所发射光的最均匀强度)的常数。在图 7 中所图解说明的实施例中,特征之间的间距从光导边缘处的 23mm 变化到光导中心处的 1mm,此表示距每一 LED 的最大距离的 0.33% 到 7.67% 的范围。图 7 还展示特征 725 图案的中心区的放大部分。如从图 7 可见,特征 725 之间的间距随距 LED 722 的距离增加而减小,且所述图案至少部分地考虑到光导内的光强度分布。此外,将了解,应在光导的其中光强度较低的区处提供每单位面积较高密度的特征,且因此最低密度的特征为最靠近于 LED 的那些区。所属领域的技术人员将明了,可使用其它数学函数来计算特征的间距及 / 或定位,例如更低或更高次多项式、线性或指数函数(仅列举几个)。

[0083] 此外,应注意,在确定特征的配置时,还可考虑到前面的特征(即,较靠近于光源的那些特征)将已从光导提取光且因此已影响到光导内的光分布。

[0084] 图 8 为根据本发明的又一实施例的发光面板 820 的呈平面图的示意性表示。在此实施例中,光导 821 在形状上为正方形(600mm×600mm),且特征 825 包括大致圆形的二维表面特征(例如,图 4 的 425n)。除特征的间距及 / 或位置至少部分地取决于光导内的强度分布且随距 LED 光源的距离而变化外,特征 825 的大小也可变化。在图 8 中,圆形特征 825 位于规则正方形阵列上,且所述特征的半径在朝向光导中心的方向上增加。此外,圆形特征 825 的半径在与光导的边缘平行的方向上朝向阵列的每一行 / 列的中点增加。使用以下一般形式的多项式函数来计算所述圆形特征的半径:

[0085] 特征的半径 = $A - Bx^2 - Cy^2$

[0086] 其中 x 及 y 为距光导面的中心的水平距离及垂直距离,且 A 、 B 及 C 为常数。本发明涵盖,对于包括圆形特征的正方形阵列的图案来说,每单位面积的特征密度(即,装填分数)可介于靠近于 LED 的小于 1% 与接近面板的中心的约 80% 的范围内。对于圆形特征图案(其中所述特征定位于 2 维六边形阵列上)来说,装填分数可在 1% 到约 91% 的范围内变化。

[0087] 图 9 为根据本发明的又一实施例的发光面板 920 的呈平面图的示意性表示。在此实施例中,光导 921 在形状上为正方形,且特征 925 包括大致半球形凹槽(例如,图 3 的 325f)或半球形突出部(例如,图 3 的 325j)。通常,所述半球形特征在直径上为 0.5 到 1mm。特征 925 位于四个系列的同心圆弧上,其中每一系列的中心位于其相关联 LED 924 的位置处。应注意,给定系列的圆弧之间在径向方向上的距离随距相关联 LED 的距离增加而减小,且特征之间在圆周方向上的间距也随距 LED 的距离而减小。发现此特征 925 图案减小在面

板的发光面上的所发射光强度的变化,且促进来自发光面的整个表面的大体均匀光发射强度。与本发明的其它实施例一样,通过特征图案的适当选择及配置,可实现所发射光强度的约 25%或小于 25%的变化,且对于经优化图案来说,涵盖约 10%或小于 10%的变化。

[0088] 图 10 为根据本发明的又一实施例的发光面板 1020 的呈平面图的示意性表示。在此实施例中,光导 1021 在形状上为等边三角形,且在每一截头拐角(顶点)1033 处提供有一个或一个以上 LED 1022。如所图解说明,特征 1025 包括界定一系列同心等边三角形的直线槽 / 脊,其中所述三角形特征的顶点对应于光导 1021 的边缘的中点。相连三角形之间的距离随距相关联 LED 的距离增加而减小。

[0089] 图 11 为根据本发明的又一实施例的发光面板 1120 的呈平面图的示意性表示。在此实施例中,光导 1121 在形状上为圆形(碟形),且在围绕光导的圆周的四个位置中的每一者处提供 LED 1122。如所图解说明,LED 1122 优选地定位于围绕圆周边缘的正交位置处。在此实施例中,特征图案包括四个系列的同心圆弧脊 / 槽 1125,其中每一系列具有位于其相关联 LED 1122 的位置处的共同中心。每一系列的圆弧之间在径向方向上的距离随距相关联 LED 的距离增加而减小。为了优化光从 LED 到光导 1121 中的耦合,可在光导的边缘中提供一个或一个以上半球形凹槽 1132,且所述 LED 定位于相关联凹槽的中心处。通过限制提供 LED 的定位(位置)的数目,可显著减小面板的成本。

[0090] 将了解,本发明并不限于所描述的特定实施例且可做出本发明的范围内的变化。举例来说,特征图案可包括例如螺旋状(螺线)图案、同心圆及椭圆(仅列举几个),但条件是其减小在发光面的表面上的所发射光强度的变化。

[0091] 另外及 / 或替代地,可将磷光体材料提供于光导的与发光面相对的面上。在此类布置中,应在磷光体的表面上提供反射层,以通过光导朝向发光面往回反射磷光体产生的光并将所述光反射出发光面。

[0092] 所述特征可进一步包括施加到光导的面的磷光体材料图案。举例来说,图 8 的发光面板 820 中的圆形特征 825 图案可包括磷光体材料图案。为便于制作,可将磷光体材料图案丝网印刷到光导的面上。

[0093] 本发明还涵盖,以对应于特征图案的图案来提供所述磷光体材料。在其中所述特征延伸到光导的发光面中的一个实施方案中,将所述磷光体材料容纳于由所述特征界定的凹部内。此布置的优点为来自光导的光发射出现在与磷光体材料的位置相同的位置处,借此减少所需磷光体材料的数量。可将所述磷光体材料施加在光导的整个表面上,且使用刀片(刮刀)移除过剩材料以将磷光体留在所述特征内。

[0094] 在其它布置中,可使用白色光源(通常为白色 LED),在此情况下不需要磷光体材料。在此类布置中,额外光漫射层可有益于进一步减小光发射强度的任何变化。

[0095] 除其中光导介质在形式上为大致平面的发光面板外,在其它实施例中还涵盖将光导制作成弯曲表面。

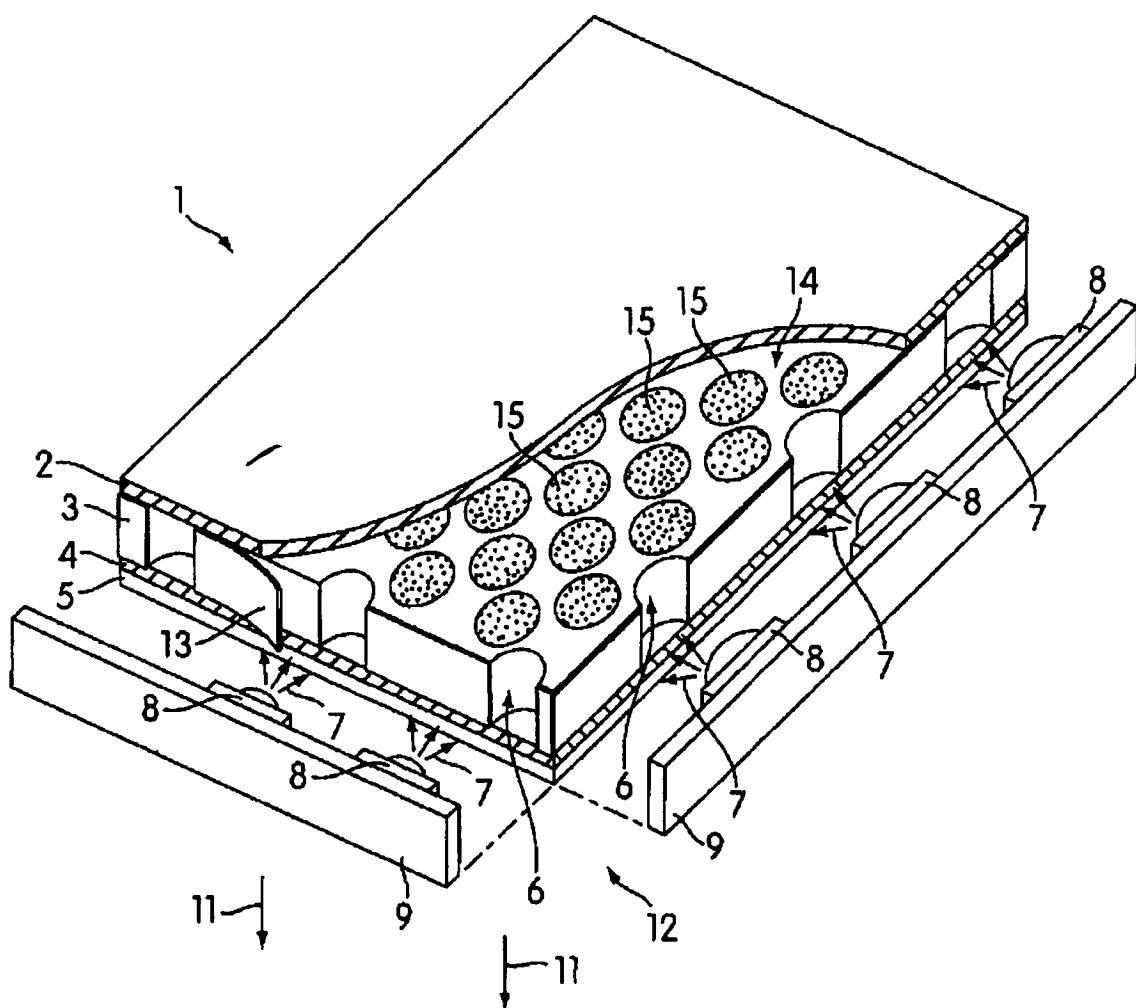


图 1 现有技术

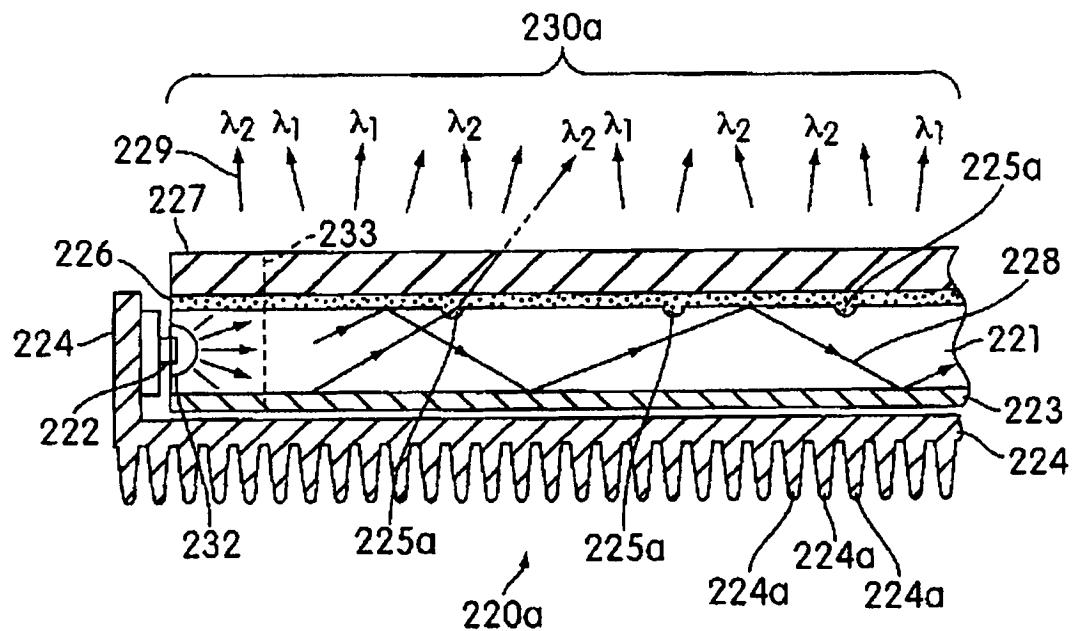


图 2(a)

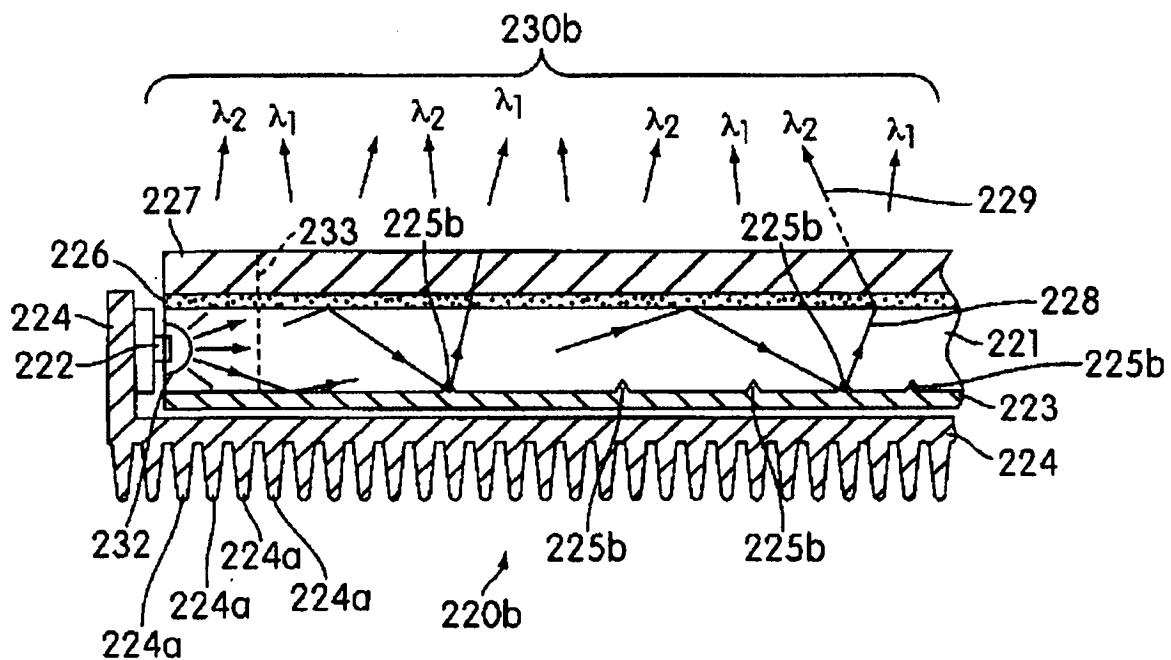


图 2(b)

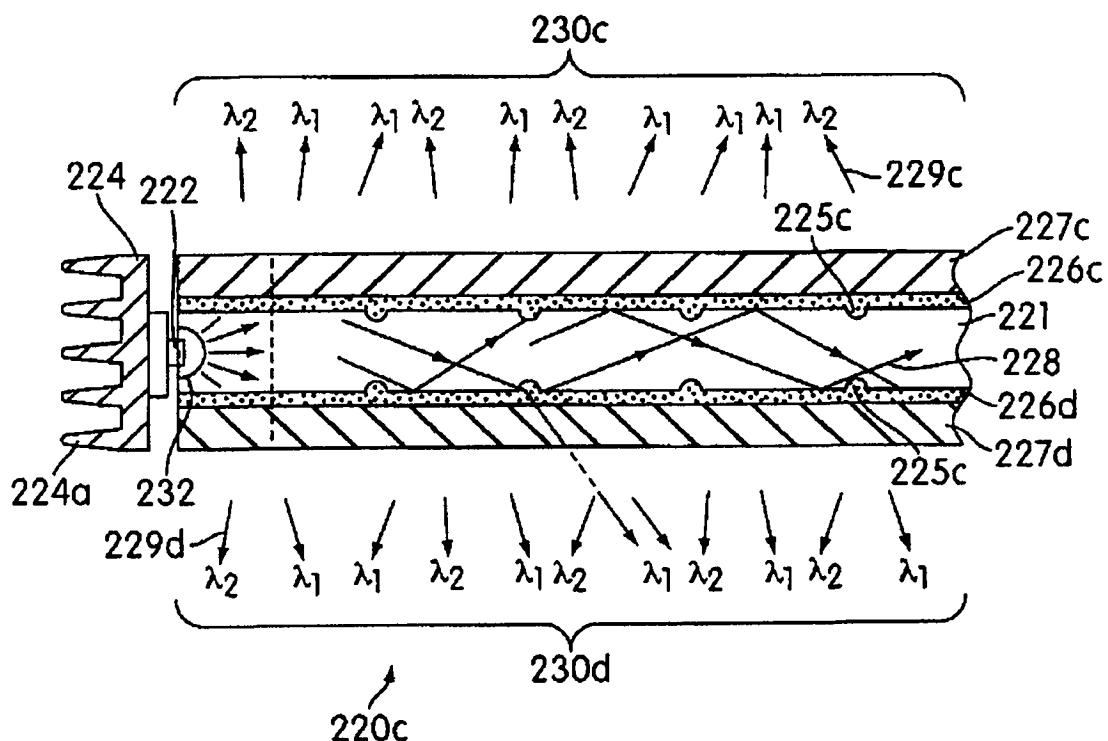


图 2(c)

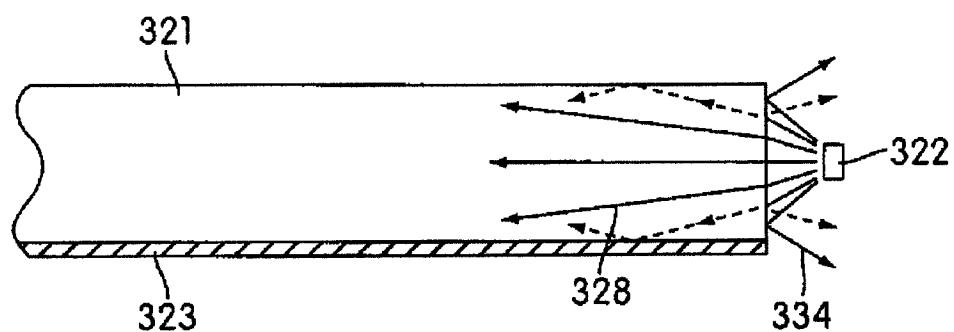


图 3(a)

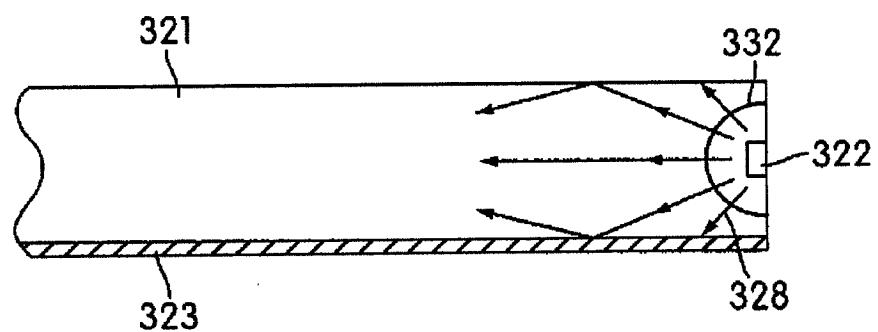


图 3(b)

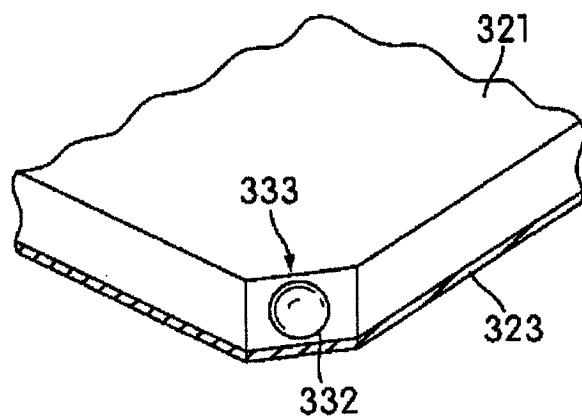


图 3(c)

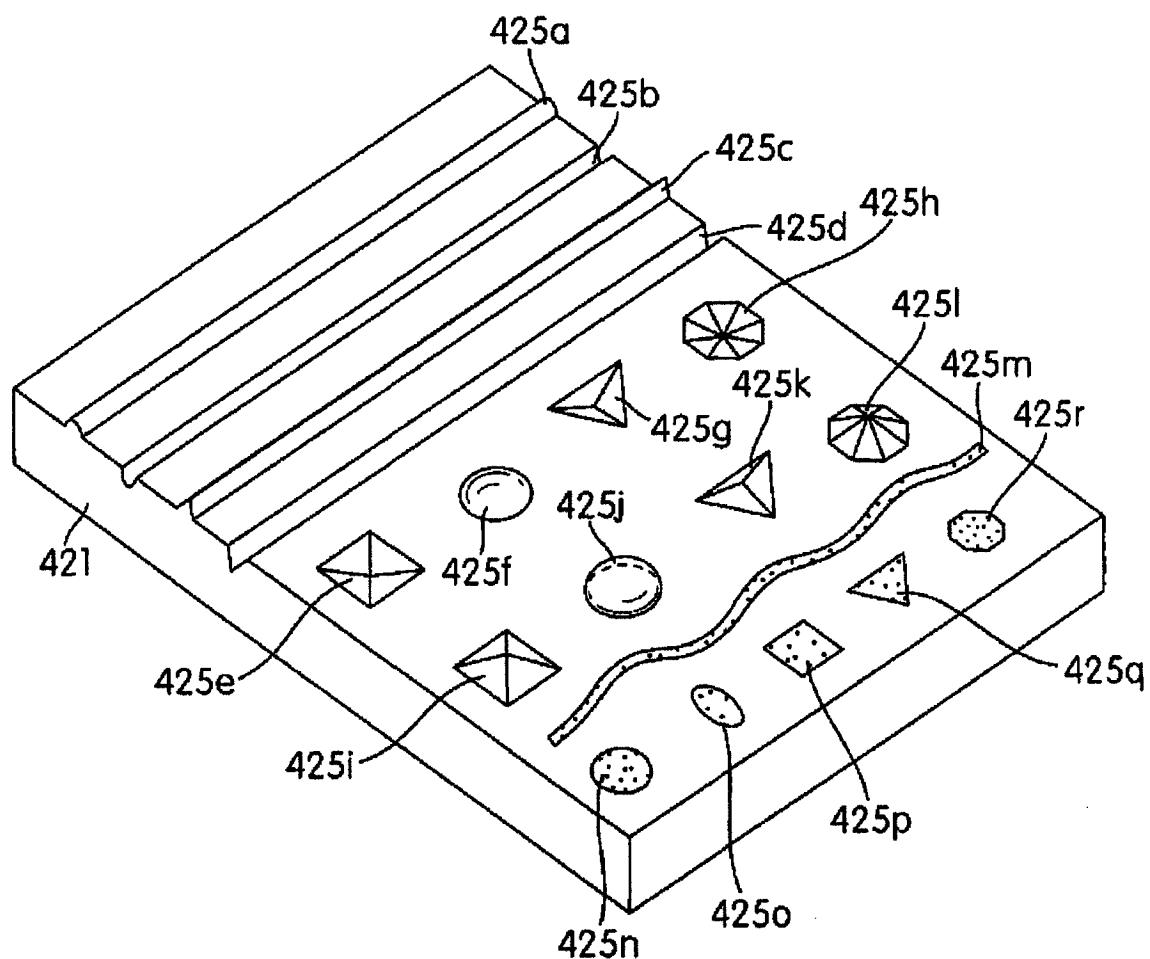


图 4

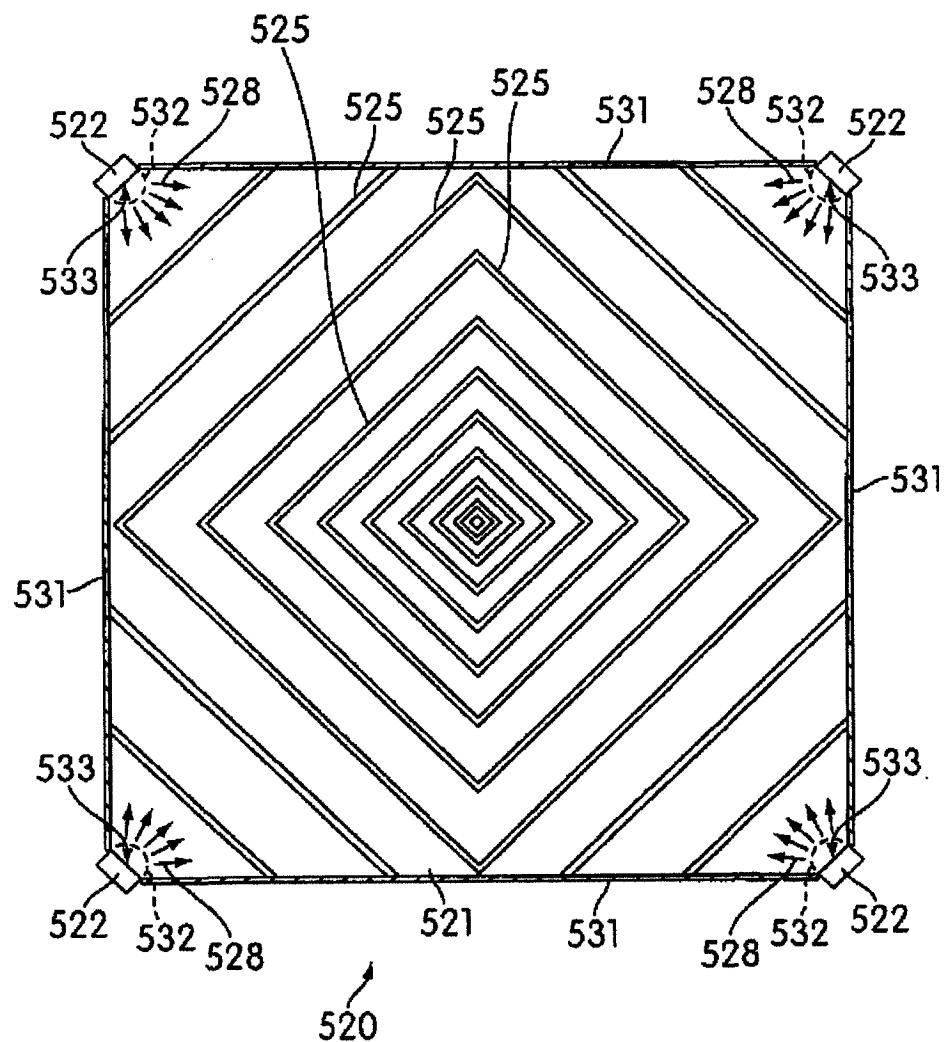


图 5

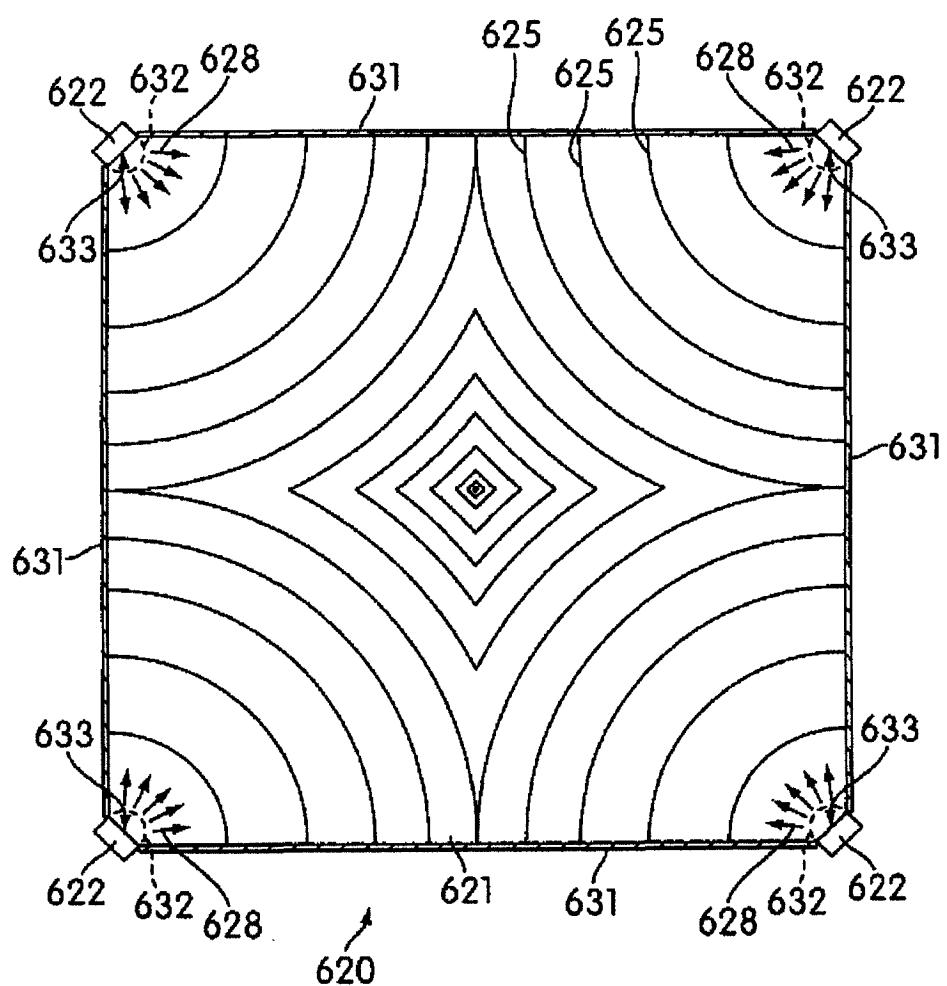


图 6

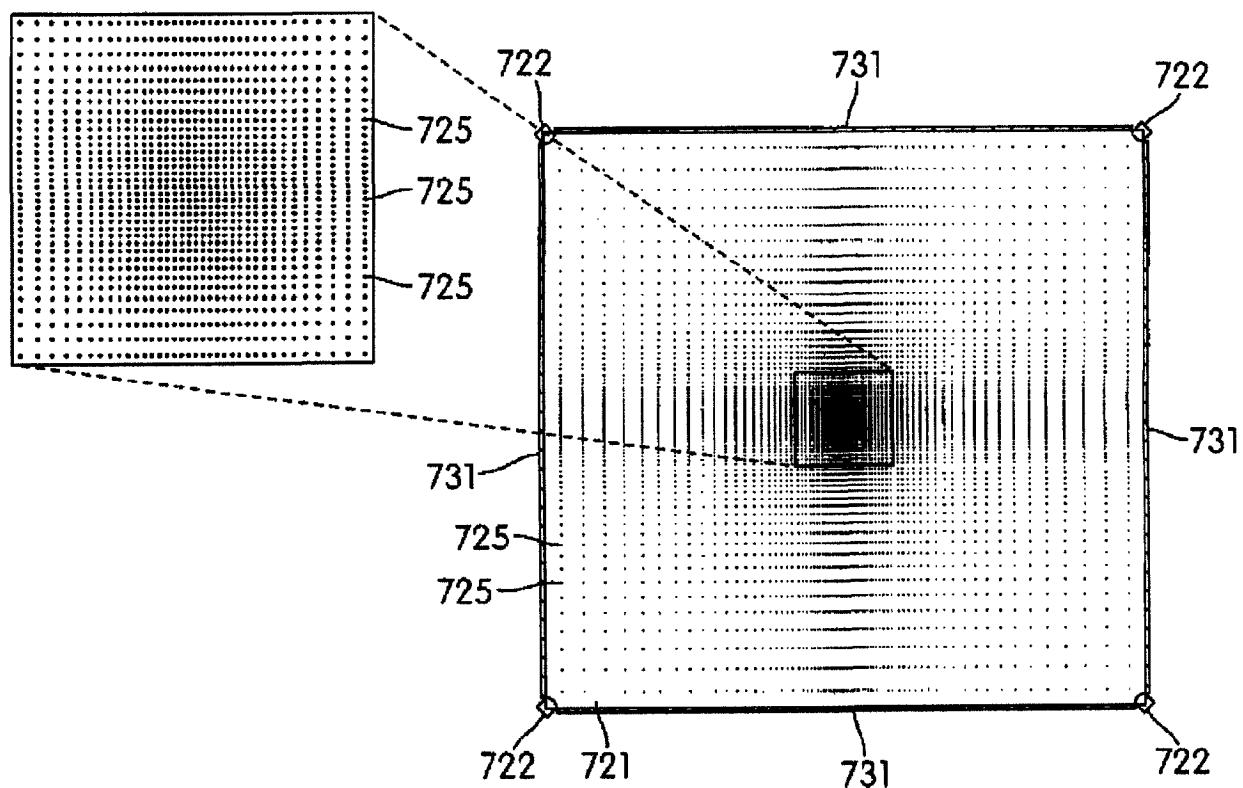


图 7

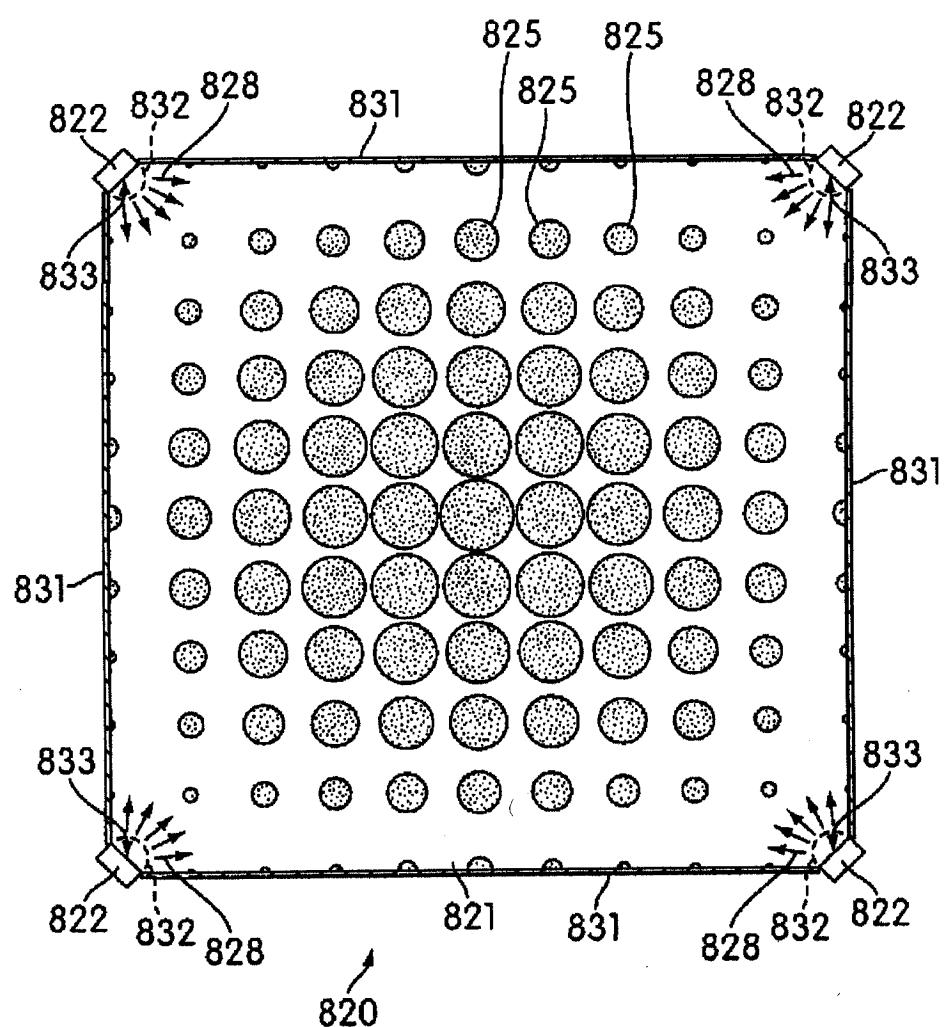


图 8

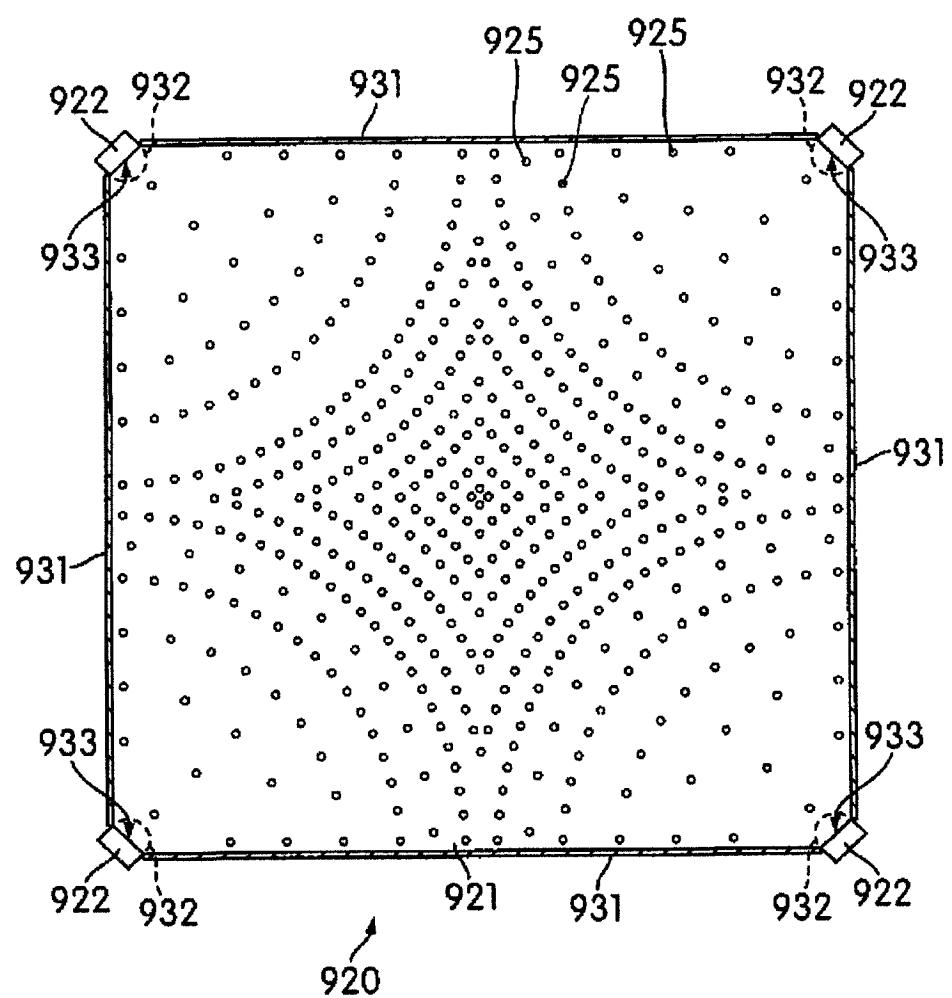


图 9

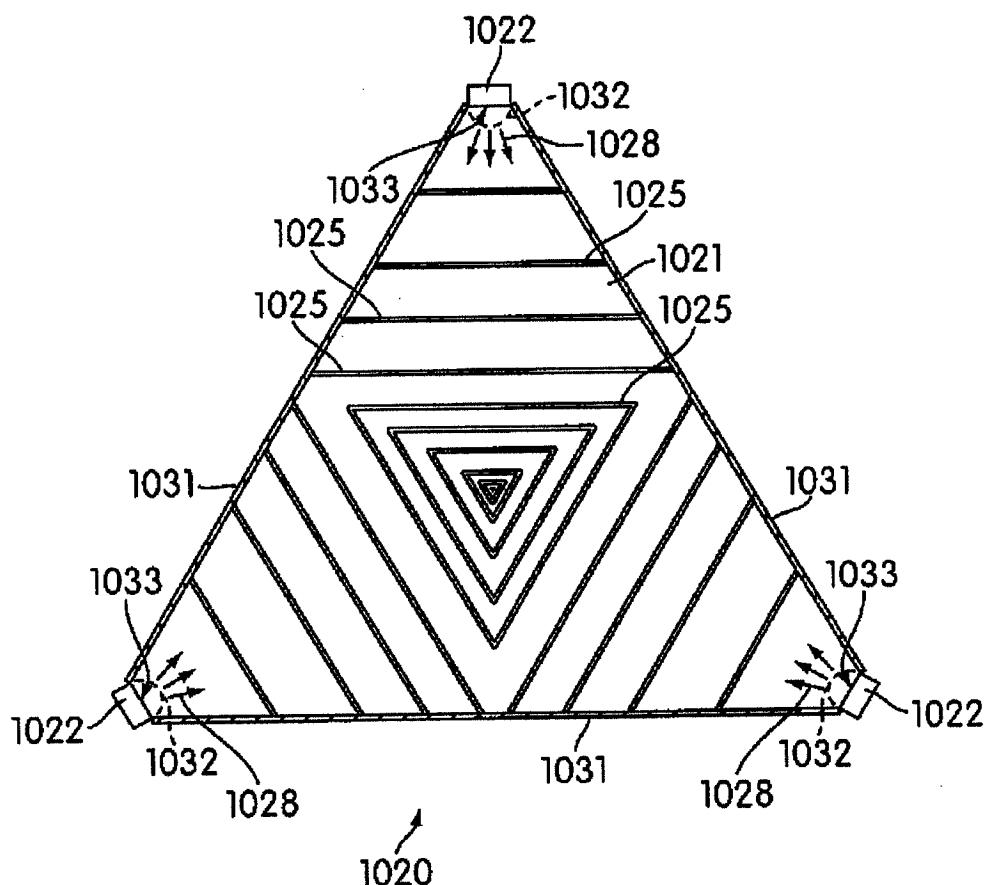


图 10

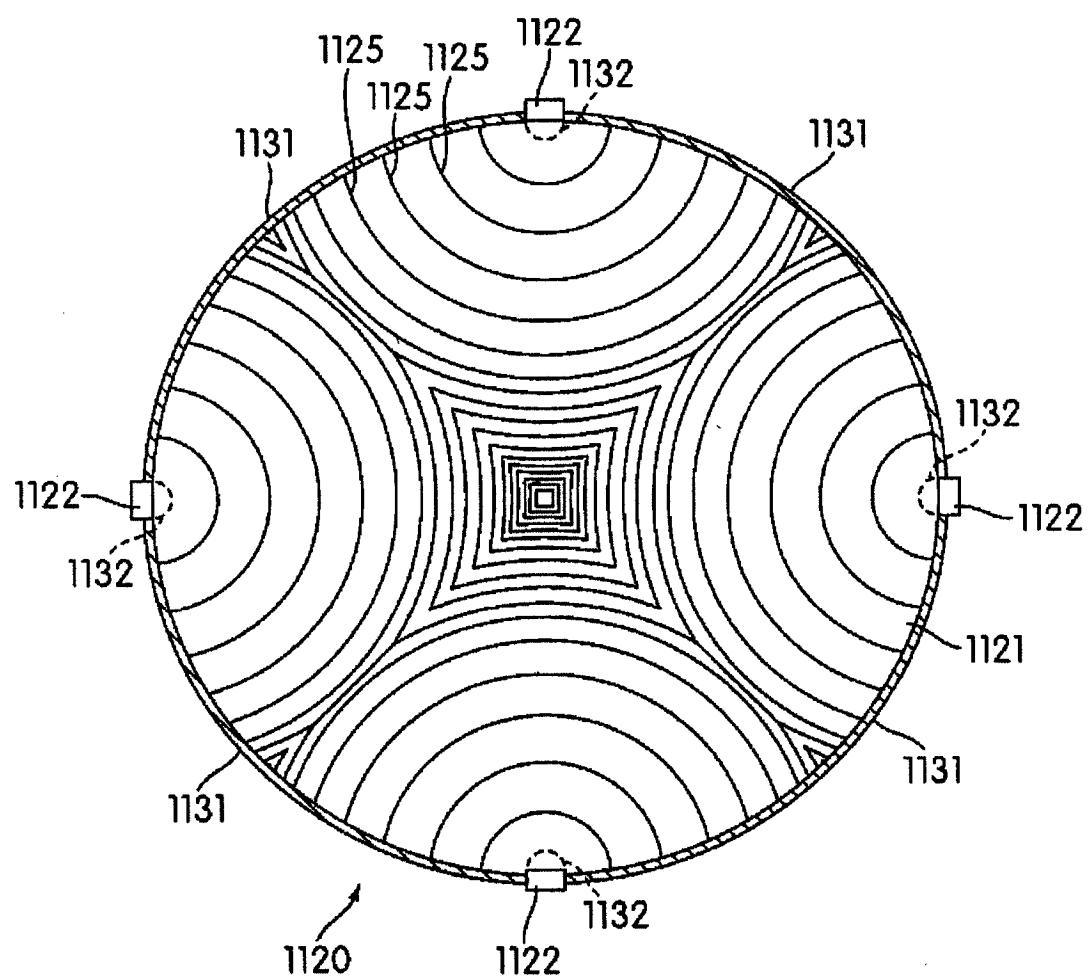


图 11