

光波导单元、阵列及平板透镜

技术领域

本公开涉及光学显示领域，尤其是涉及一种光波导单元、包括所述光波导单元的光波导阵列、以及包括所述光波导阵列的平板透镜。

背景技术

随着空气成像显示技术的发展，对成像的特性要求不断提高。一方面要求有较高的解像，保证观察画面清晰度的同时，还需要满足小畸变要求。另一方面在要求有三维立体显示特性的同时，还有裸眼三维全息显示的要求。

现有的成像技术主要采用透镜成像。由于受到视场和孔径的限制，透镜成像方式存在光学像差，例如球差、彗差、像散、场曲、畸变、色差等，因此，透镜成像方式在大视场、大孔径成像显示领域受限较大。另外，现有的裸眼三维显示技术大多数是基于调节左右眼视差来实现三维感官，而非实际三维显示技术。

当某一 θ 角度入射光入射至相关技术中的等效光波导单元时，存在损耗区的原理图如图1所示，其中， b_0' 为损耗区的尺寸。同时，相关技术中的等效光波导单元对不同角度入射的光较为敏感，随着角度变化，光波导对光的损耗区变大，致使光能量损失严重，且该损耗的光将有一部分覆盖像面形成重影光影响观看效果。另外，由于从不同角度入射的光所形成的损耗区大小不同，光通过相关技术中的平板透镜后聚焦形成的各个视角的光的强度不均匀，影响实际观看效果。

发明内容

本公开旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本公开提出了一种光波导单元。

本公开还公开了一种包括所述光波导单元的光波导阵列。

本公开另外还公开了一种包括所述光波导阵列的平板透镜。

根据本公开第一方面实施例的一种光波导单元，包括：至少一个全反射层组，所述每个全反射层组包括至少一类全反射层，每类所述全反射层包括至少一层单一全反射层；至少两个子波导，每相邻两个子波导之间设置有一个所述全反射层组。

根据本公开实施例的光波导单元，通过设置在子波导之间设置全反射层或全反射层组，且每类全反射层对应不同的入射角和光学折射率，可以提高整个光波导单元在对应

的特定入射角下的收光效率，提高了整体视角的光强均匀性。

根据本公开的一些实施例，在所述全反射层组和所述子波导的层叠方向上，所述光波导单元的总高度 H 满足 $0.1\text{mm} < H < 5\text{mm}$ 。

根据本公开的一些实施例，所述子波导的数量为两个，设在所述两个子波导之间的所述全反射层组包括一类全反射层。

根据本公开的一些实施例，所述子波导的数量为 4 个，所述全反射层组的数量为三个，且包括：位于中间的第一类全反射层；两个第二类全反射层，所述第二类全反射层的折射率与所述第一类全反射层的折射率不同，在所述全反射层和所述子波导的层叠方向上，两个所述第二类全反射层分别位于所述第一类全反射层的两侧。

根据本公开的一些实施例，在所述层叠方向上，所述 4 个子波导的高度依次为 GH_1 、 GH_2 、 GH_3 、 GH_4 ，其中， $GH_1=GH_4=GH_2+GH_3$ ， $GH_2=GH_3$ ， $GH_1+GH_2=GH_3+GH_4$ 。

根据本公开的一些实施例，所述子波导的数量为 3 个，所述全反射层组的数量为两个，所述两个全反射层组的折射率相同或不同。

根据本公开的一些实施例，所述全反射层组中每一类全反射层中每一层全反射层的分布满足如下公式：

$$\text{comb}(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{num=1}^{m_i} \delta(x - num \cdot T_i)$$

其中， $\text{comb}(x)$ 表示梳状函数；

在所述全反射层组和所述子波导单元的层叠方向上，所述光波导单元的一侧表面作为基准面，其中

k 为所述全反射层的总类数；

i 为所述全反射层的类序数，且为整数；

x 为第 i 类全反射层中某个单一全反射层到所述基准面的距离；

num 为第 i 类全反射层中该单一全反射层的层序数；

T_i 表示第 i 类全反射层的位置周期，所述位置周期为在所述光波导单元中相邻的所述第 i 类全反射层出现的最短距离；

$\delta(x)$ 为脉冲函数。

根据本公开的一些实施例，所述位置周期 T_i 通过如下公式计算得到：

$$T_i = W \cdot \tan(\arcsin(\sin(\theta_i)/n))/\sqrt{2}$$

其中， W 为光波导单元的横截面宽度，在所述横截面上所述宽度的方向垂直于所述层叠方向；

θ_i 为入射到光波导单元表面第 i 类全反射层对应的入射角；

n 为所述子波导的折射率。

根据本公开的一些实施例，所述每一类全反射层中的每一层的厚度为 $0.04\text{mm} < t < 0.2\text{Ti}$ 。

根据本公开的一些实施例，每一类所述全反射层的折射率范围 n_{ei} 通过如下公式计算：

$$n_{ei} = \sqrt{n^2 - 0.5 \cdot \sin(\theta_i)^2},$$

其中，参数 θ_i 为观测视角范围内选定的预定角度， n 为所述子波导的光学折射率，且 $n > 1.4$ 。

根据本公开的一些实施例，在所述全反射层组和所述子波导的层叠方向上，所述光波导单元的两个侧面均设置反射层。

根据本公开实施例的光波导单元可以大大减小光能量的损耗，且提高在各个视角的能量均匀性。

根据本公开第二方面实施例的一种光波导阵列，包括多个根据本公开第一方面实施例所述的光波导单元，每个所述光波导单元的横截面呈矩形且多个所述光波导单元并列接合；所述光波导阵列的外轮廓成矩形形状，且所述光波导单元的延伸方向与所述光波导阵列外轮廓的至少两条边均呈 30-60 度角。

根据本公开的一些实施例，所述光波导单元的延伸方向与所述光波导阵列外轮廓的至少两条边呈 45 度角。

根据本公开的一些实施例，所述多个所述光波导单元之间通过粘胶层接合，所述粘胶层的厚度大于 0.001mm。

根据本公开第三方面实施例的一种平板透镜，包括：两个透明基板，每个所述透明基板均具有两个光学面；两个根据本公开第二方面实施例所述的光波导阵列，所述两个光波导阵列通过粘胶设置在所述两个透明基板之间，且所述两个光波导阵列的光波导延伸方向正交布置。

根据本公开的一些实施例，所述每个透明基板的远离所述光波导阵列的光学面设置有增透膜。

根据本公开实施例的平面透镜，采用单列多排且横截面为矩形的光波导组成阵列结构，可以使二维或者三维光源直接在空气中成实像实现真正的全息影像，成像效果好的同时实现裸眼三维立体显示特性。

本公开的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

本公开的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是现有技术中等效光波导单元某一 θ 角度入射光存在损耗区原理图；

图 2a 是根据本公开实施例的光波导阵列的示意图，其中两个光波导阵列正交布置；

图 2b 是图 2a 中框示 G 处的放大图；

图 3a 是图 2b 中显示的两个子波导之间通过粘胶层配合的示意图；

图 3b 是图 3a 中任一子波导的横截面图，其中 W 为宽度、H 为高度；

图 4 是根据本公开实施例的两个光波导单元正交放置时重叠区调制光原理图；

图 5 是根据本公开实施例的两个光波导阵列正交时成像原理图；

图 6 是根据本公开实施例的光波导单元在 θ 角度入射光存在损耗区原理图；

图 7 是根据本公开实施例的光波导单元中设置全反射层和子波导后全反射层对大于、小于该全反射层临界角光反射、透射原理图；

图 8 是根据本公开实施例的光波导单元与图 1 中所示的等效光波导单元的各视角能量均匀性以及杂散光对比图；

图 9 是根据本公开一个实施例的光波导单元的内部结构示意图；

图 10 是图 9 中所示的光波导单元的剖视图；

图 11 是根据本公开实施例的平面透镜的示意图。

附图标记：

光波导阵列 1000a、1000b

光波导单元 100；全反射层组 1；全反射层 11；

子波导 2；反射层 3；粘胶层 4；

第一实施例：子波导 211、212；全反射层 111；

第二实施例：

子波导 221、222、223、224；第一类全反射层 1121；第二类全反射层 1122

透明基板 2000；增透膜 2100。

具体实施方式

下面详细描述本公开的实施例，参考附图描述的实施例是示例性的，下面详细描述本公开的实施例。

下面首先参考图 1-图 5 描述根据本公开实施例的光波导阵列。

如图 1 所示，光波导阵列 1000a、1000b 包括多个光波导单元 100，每个光波导单元 100 的横截面呈矩形且多个光波导单元 100 并列接合。光波导阵列的外轮廓成矩形形状，且光波导单元 100 的延伸方向与光波导阵列外轮廓的至少两条边均呈 30-60 度角。可选地，光波导单元 100 的延伸方向与光波导阵列外轮廓的至少两条边均呈 45 度角。当然，本公开不限于此，在大屏幕显示时可以通过拼接多块光波导阵列来实现大尺寸需求。光波导阵列的整体形状根据应用场景需要设置。

如图 1 所示的示例中，光波导阵列 1000a、1000b 的外轮廓均为矩形形状，如图 2a 所示，延伸在矩形两个对角之间的光波导单元的长度最长，位于两个对角处的光波导单元 100 为三角形且长度最短。中间的光波导单元为梯形或平行四边形结构，单个光波导的长度不相等。在一些进一步可选示例中，延伸在矩形两个对角之间的光波导单元为基准，位于其两侧的光波导单元可以对称设置。

两个光波导阵列 1000a、1000b 的光波导延伸方向正交布置，以形成一个等效的负折射率平面透镜。其中，光波导阵列 1000a 中每条光波导的延伸方向也都正交于光波导阵列 1000b 中每条光波导的延伸方向。

如图 4 所示的是两条光波导单元正交放置时重叠区调制光原理图，其中 a、b 表示两条光波导单元，A、B 表示奇次反射光束、C 表示透射杂光，D 为成像光束，O 表示物方光源点，Ox 表示像方成像点，从而，当两条光波导单元正交放置时，物象面光束相对于等效负折射率平板透镜成镜面对称，产生负折射率现象，实现了平板透镜成像，如图 5 所示。

在本公开的一些实施例中，如图 3a 所示，多个光波导单元 100 之间通过粘胶层 4 接合，粘胶层 4 的厚度大于 0.001mm。胶粘层 4 例如为光敏胶或热敏胶。

下面参考图 1-图 10 描述根据本公开实施例的光波导单元。

根据本公开一个实施例的一种光波导单元 100，包括：至少一个全反射层组 1 和至少两个子波导 2，每相邻两个子波导 2 之间设置有一个全反射层组 1。每个全反射层组 1 包括至少一类全反射层 11，每一类的全反射层对应一个入射角，且光学折射率不同。每类全反射层 11 包括至少一层单一全反射层，每一类中的单一全反射层的光学折射率相同。

根据本公开实施例的光波导单元 100，通过设置在子波导 2 之间设置全反射层 11 或全反射层组 1，且每类全反射层对应不同的入射角和光学折射率，可以提高整个光波导单元 11 在对应的特定入射角下的收光效率，提高了整体视角的光强均匀性。

可选地，根据本公开实施例的光波导单元 100 中所采用的全反射层的材料包括光学胶、光学塑料、光学玻璃等。

下面针对根据本公开实施例的光波导单元 100 的具体原理进行描述。

参考图 4，从物方光源点 O 处的入射光经等效光波导单元内部反射后分成四束如图所示，一束参与成像，三束形成干扰杂光，分别为 A、B 和 C。为了降低杂光形成的重影图像对成像造成的影响，将两组光波导阵列方向沿 45° 且相互正交排布。

按照如上所述，每个光波导单元容易产生杂散光，且杂散光即为原物光的一部分，但不参与成像，这就是损耗光。如图 1 所示，当光束以某一入射角入射到相关技术中的光波导阵列时，存在尺寸为 b_0' 的损耗区。由于物方光源为大发散角光源，该入射角度随光源不同光线发射连续变化，角度越小，损耗区越大，光损耗越严重，大大降低了光波导阵列构成的平板透镜的光能利用率。另外，入射角度不同导致能量损耗不同，引起各个视角的能量不均匀，影响观察者在不同视角下观察物体的效果。

为了充分利用光能量，提高各个入射角度的能量均匀性，如图 6 所示，通过在根据本公开实施例的光波导单元内设置多个子波导 2 和在子波导 2 之间的全反射层组 1 或全反射层 11，可以将位于损耗区 b_0 内的光能量通过全反射层和子波导微分后收集，从而从 θ 角度入射的入射光的损耗区 b_0 会相对减小。如图 7 所示，全反射层 11 的作用如下：将大于临界角入射到光波导单元表面的光进行全反射，将小于临界角入射到光波导单元表面的光进行透射，从而可实现对临界角附近光分别精确调制的目的。因此，本申请中，为了实现对多个临界角附近的光的精确调制，需要在单个光波导单元 100 内设置多类全反射层 11，并将单个光波导单元 100 分割成多层子波导 1。

如图 8 所示，左侧为相关技术中正常光波导单元，右侧为根据本公开实施例的光波导单元，图中示出了二者在各个视角的能量均匀性以及杂散光对比。可知，根据本公开实施例的光波导单元 100 可以大大减小光能量的损耗，且提高在各个视角的能量均匀性。

如图 3b 和图 9 所示，在全反射层组 1 和子波导 2 的层叠方向上，光波导单元 100 的总高度 H 满足 $0.1\text{mm} < H < 5\text{mm}$ 。另外，光波导单元 100 的横截面宽度为 W ，在横截面上宽度 w 的方向垂直于层叠方向，即上述高度 H 的方向，其中 W 也满足 $0.1\text{mm} < W < 5\text{mm}$ 。

根据本公开的一些实施例，如图 7 的简单示例中，子波导 2 的数量为两个，分别为子波导 21、22，设在两个子波导 2 之间的全反射层组 1 包括一类全反射层 11。由此可以对其中一个临界角附近的光进行精确调制。

根据本公开的另一些实施例，如图 9 所示，有四个子波导 221、222、223、224，全反射层组 1 的数量为三个，且包括位于中间的第一类全反射层 1121 和两个第二类全反射层 1122，第二类全反射层 1122 的折射率与第一类全反射层 1121 的折射率不同，在全反射层 11 和子波导 2 的层叠方向上，两个第二类全反射层 1122 分别位于第一类全反射层 11 的两侧。如图 10 所示的可选示例中，在层叠方向上，4 个子波导 2 的高度依次为 GH1、GH2、GH3、GH4，其中，GH1=GH4=GH2+GH3，GH2=GH3，GH1+GH2=GH3+GH4。这样，可以将选定的入射角对应的物方光线大部分收集，大大提高成像光束能量利用率以及光束均匀性。

在本公开的另一些实施例中，子波导 2 的数量为 3 个，全反射层组 1 的数量为两个，两个全反射层组 1 的折射率相同或不同，图未示出。

当然，本公开并不限于上述几种实施例。根据本公开的一些实施例中，全反射层组 1 中每一类全反射层 11 中每一层全反射层 11 的分布满足如下公式：

$$\text{公式 1: } \text{comb}(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{num=1}^{m_i} \delta(x - num \cdot T_i)$$

其中，comb(x)表示梳状函数；

在全反射层组 1 和子波导 2 单元的层叠方向上，光波导单元 100 的一侧表面作为基准面，其中

k 为全反射层 11 的总类数；

i 为全反射层 11 的类序数，且为整数；

x 为第 i 类全反射层 11 中某个单一全反射层 11 到基准面的距离；

num 为第 i 类全反射层 11 中该单一全反射层 11 的层序数；

Ti 表示第 i 类全反射层 11 的位置周期，位置周期为在光波导单元 100 中相邻的第 i 类全反射层 11 出现的最短距离；

$\delta(x)$ 为脉冲函数。

在进一步的实施例中，位置周期 Ti 还可以通过如下公式计算得到：

$$\text{公式 2: } T_i = W \cdot \tan(\arcsin(\sin(\theta_i)/n))/\sqrt{2}$$

其中，W 为光波导单元 100 的横截面宽度，在横截面上宽度的方向垂直于层叠方向；

θ_i 为入射到光波导单元 100 表面第 i 类全反射层 11 对应的入射角； n 为子波导 2 的折射率。

例如，在如图 9 和图 10 所示的示例中，存在四个子波导 221、222、223、224 和两类全反射层 11，全反射层 11 包括位于中间的第一类全反射层 1121 和两个第二类全反射层 1122。其中， $GH1=GH4=T2=GH2+GH3$ ， $GH2=GH3$ ， $GH1+GH2=T1=GH3+GH4$ ，这里的 $T1$ 为选定入射角为 θ_1 时，以上述公式计算的第一类全反射层周期。 $T2$ 为选定入射角为 θ_2 时，以上述公式计算的第二类全反射层周期。如图 10 所示， $T1$ 即为第一类全反射层 11 出现的最短距离， $T2$ 为第二类全反射层 11 出现的最短距离。

当然，本公开并不限于此，在其他一些实施例中，当全反射层 11 的组数、类数和层数不同时，均可以采用上述公式 2 计算得到相应类的全反射层的位置周期，然后根据公式 1 计算得到每一类全反射层 11 中每一层全反射层 11 的分布情况，以便对整个光波导单元 100 的内部结构较为准确地设计。比较优选地，光波导单元横截面的高度 H 是位置周期 T_i 的整数倍。

在一些可选的示例中，每一类全反射层中的每一层的厚度为 $0.04\text{mm} < t < 0.2T_i$ 。

在本公开的一些实施例中，每一类全反射层 11 的折射率范围 n_{ei} 可以通过如下公式计算：

$$\text{公式 3: } n_{ei} = \sqrt{n^2 - 0.5 \cdot \sin(\theta_i)^2},$$

其中，参数 θ_i 为观测视角范围内选定的预定角度， n 为子波导 2 的光学折射率，且 $n > 1.4$ 。根据本公开实施例的光波导单元，每类全反射层对应一个 θ_i 、 n_{ei} ，该 θ_i 角是观测视角范围内选定的角度，目的是为了提高其对应角度的收光效率，以及提高整体视角的光强均匀性。

值得注意的是，为了提升对损耗区的收集效果，相关人员在实施过程中可以对对光波导单元 10 适当增加或减少全反射层数量和子波导数量以满足收光要求，而当同时对多个入射角进行损耗区光线收集时，则需要多类全反射层，本公开实施例对全反射层的类数和层数均并不做任何限制。

在本公开的进一步的实施例中，在全反射层组 1 和子波导 2 的层叠方向上，光波导单元 100 的两个侧面均设置反射层 3，如图 9 和图 10 所示。可选地，这里的反射层 3 采用铝膜，这样在一定程度上能进一步减小光损耗。

下面参考图 11 描述根据本公开第三方面实施例的一种平板透镜，包括：两个透明基板 2000 和两个根据上述实施例所述的光波导阵列 1000a、1000b。

每个透明基板 2000 均具有两个光学面，光学面用于保护光波导阵列 1000a、1000b。两个光波导阵列通过粘胶设置在两个透明基板 2000 之间，且两个光波导阵列的光波导延伸方向正交布置，即光波导单元的延伸方向相互垂直，使得光束会聚于一点，且保证物像面相对于等效负折射率平板透镜对称，产生负折射率现象，实现平板透镜成像。

可选地，在光波导阵列和透明基板 2000 之间也通过光敏胶或热敏胶进行贴合。

在本公开的一些实施例中，如图 11 所示，每个透明基板 200 的远离光波导阵列的光学面设置有增透膜 210，以进一步提高成像效果。

根据本公开实施例的平面透镜，采用单列多排且横截面为矩形的光波导组成阵列结构，可以使二维或者三维光源直接在空气中成实像实现真正的全息影像，成像效果好的同时实现裸眼三维立体显示特性。

在本公开的描述中，需要理解的是，术语“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本公开的限制。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。

尽管已经示出和描述了本公开的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本公开的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本公开的范围由权利要求及其等同物限定。

权利要求书

1、一种光波导单元，其特征在于，包括：

至少一个全反射层组，所述每个全反射层组包括至少一类全反射层，每类所述全反射层包括至少一层单一全反射层；

至少两个子波导，每相邻两个子波导之间设置有一个所述全反射层组。

2、根据权利要求 1 所述的光波导单元，其特征在于，在所述全反射层组和所述子波导的层叠方向上，所述光波导单元的总高度 H 满足 $0.1\text{mm} < H < 5\text{mm}$ 。

3、根据权利要求 1 所述的光波导单元，其特征在于，所述子波导的数量为两个，设在所述两个子波导之间的所述全反射层组包括一类全反射层。

4、根据权利要求 1 所述的光波导单元，其特征在于，所述子波导的数量为 4 个，所述全反射层组的数量为三个，且包括：

位于中间的第一类全反射层；

两个第二类全反射层，所述第二类全反射层的折射率与所述第一类全反射层的折射率不同，在所述全反射层和所述子波导的层叠方向上，两个所述第二类全反射层分别位于所述第一类全反射层的两侧。

5、根据权利要求 4 所述的光波导单元，其特征在于，在所述层叠方向上，所述 4 个子波导的高度依次为 GH1、GH2、GH3、GH4，其中， $\text{GH1}=\text{GH4}=\text{GH2}+\text{GH3}$ ， $\text{GH2}=\text{GH3}$ ， $\text{GH1}+\text{GH2}=\text{GH3}+\text{GH4}$ 。

6、根据权利要求 1 所述的光波导单元，其特征在于，所述子波导的数量为 3 个，所述全反射层组的数量为两个，所述两个全反射层组的折射率相同或不同。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的光波导单元，其特征在于，所述全反射层组中每一类全反射层中每一层全反射层的分布满足如下公式：

$$\text{comb}(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{num=1}^{m_i} \delta(x - num \cdot T_i)$$

其中，comb(x)表示梳状函数；

在所述全反射层组和所述子波导单元的层叠方向上，所述光波导单元的一侧表面作为基准面，其中

k 为所述全反射层的总类数；

i 为所述全反射层的类序数，且为整数；

x 为第 i 类全反射层中某个单一全反射层到所述基准面的距离；

num 为第 i 类全反射层中该单一全反射层的层序数；

Ti 表示第 i 类全反射层的位置周期，所述位置周期为在所述光波导单元中相邻的所述第 i 类全反射层出现的最短距离；

$\delta(x)$ 为脉冲函数。

8、根据权利要求 7 所述的光波导单元，其特征在于，所述位置周期 Ti 通过如下公式计算得到：

$$T_i = W \cdot \tan(\arcsin(\sin(\theta_i)/n))/\sqrt{2}$$

其中，W 为光波导单元的横截面宽度，在所述横截面上所述宽度的方向垂直于所述层叠方向；

θ_i 为入射到光波导单元表面第 i 类全反射层对应的入射角；

n 为所述子波导的折射率。

9、根据权利要求 7 或 8 所述的光波导单元，其特征在于，所述每一类全反射层中的每一层的厚度为 $0.04\text{mm} < t < 0.2T_i$ 。

10、根据权利要求 3-9 中任一项所述的光波导单元，其特征在于，每一类所述全反射层的折射率范围 n_{ei} 通过如下公式计算：

$$n_{ei} = \sqrt{n^2 - 0.5 \cdot \sin(\theta_i)^2},$$

其中，参数 θ_i 为观测视角范围内选定的预定角度，n 为所述子波导的光学折射率，且 $n > 1.4$ 。

11、根据权利要求 1-10 中任一项所述的光波导单元，其特征在于，在所述全反射层组和所述子波导的层叠方向上，所述光波导单元的两个侧面均设置反射层。

12、一种光波导阵列，其特征在于，包括多个根据权利要求 1-11 中任一项所述的光波导单元，每个所述光波导单元的横截面呈矩形且多个所述光波导单元并列接合；

所述光波导阵列的外轮廓成矩形形状，且所述光波导单元的延伸方向与所述光波导阵列外轮廓的至少两条边均呈 30-60 度角。

13、根据权利要求 12 所述的光波导阵列，其特征在于，所述光波导单元的延伸方向与所述光波导阵列外轮廓的至少两条边呈 45 度角。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的光波导阵列，其特征在于，所述多个所述光波导单元之间通过粘胶层接合，所述粘胶层的厚度大于 0.001mm。

15、一种平板透镜，其特征在于，包括：

两个透明基板，每个所述透明基板均具有两个光学面；

两个根据权利要求 12-14 中任一项所述的光波导阵列，所述两个光波导阵列通过粘胶设置在所述两个透明基板之间，且所述两个光波导阵列的光波导延伸方向正交布置。

16、根据权利要求 15 所述的平板透镜，其特征在于，所述每个透明基板的远离所述光波导阵列的光学面设置有增透膜。