

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 27/09 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580009412.0

[43] 公开日 2007 年 3 月 21 日

[11] 公开号 CN 1934486A

[22] 申请日 2005.2.28

[21] 申请号 200580009412.0

[30] 优先权

[32] 2004.4.1 [33] DE [31] 102004016835.0

[86] 国际申请 PCT/EP2005/050851 2005.2.28

[87] 国际公布 WO2005/096072 德 2005.10.13

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.25

[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 B·奥奇古斯 J·埃尔哈德

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 赵 辛

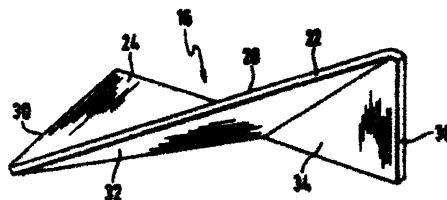
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于调整光束，特别是激光光束的光学装置

[57] 摘要

一种用于激光光束调整的光学装置(16)。该装置包括光学元件(22)，在其中至少一束入射光束被引入并再次射出一束出射光束。在此建议，该光学元件包括透明的主体(22)，其具有两个相对放置的表面(28, 32)和一个中间平面，其如此设置，其包括与入射光束的纵向轴垂直的第一空间轴形成的第一角度，和与入射光束的纵向轴和第一空间轴垂直的第二空间轴形成的第二角度，其总是大于零度的。还置有将入射光束引入主体(22)，反射至一个表面(28)上的入射棱镜(24)和将出射光束引出主体(22)，反射至主体(22)另一个相对的表面(32)的出射棱镜(34)，入射棱镜(24)和出射棱镜(34)在入射光束的纵向上看来覆盖主体(22)的不同区域。



1. 用于将具有扁平的横截面的光束(14)特别是激光光束调整为具有不太扁平的横截面的光束(18)的光学装置(16), 其具有至少一个光学元件(22), 在该光学元件中至少一部分光束作为入射光束(14)被引入并且从该光学元件中至少一部分光束作为出射光束(18)又被引出, 其特征在于,

a. 该光学元件包括一个至少相对于光束(14)的波长是透明的主体(22),

b. 该光学元件具有带中间平面(48)的两个相对设置的表面(28, 32), 其如此设置, 使得其与入射光束(14)的纵向轴(40)垂直的第一空间轴(44)形成第一角度(B), 和与入射光束(14)的纵向轴(40)和第一空间轴(46)垂直的第二空间轴形成第二角度(A), 这些角度总是大于零度的, 和

c. 将入射光束(14)引入主体(22)的入射棱镜(24)设置在一个表面(28)上, 和将出射光束(18)引出主体(22)的出射棱镜(34)设置在主体(22)的相对的表面(32)上,

d. 其中入射棱镜(24)和出射棱镜(34)在入射光束(14)的纵轴方向上看来盖住主体(22)的不同区域(27, 37)。

2. 按照权利要求1的光学装置(16), 其特征在于, 主体(22)的相对放置的表面(28, 32)至少是平面平行和是平的。

3. 按照权利要求1或2的光学装置(16), 其特征在于, 中间平面(40)和第一空间轴(44)之间的角度(B)在 40° 至 50° 的范围, 中间平面(40)和第二空间轴(46)之间的角度(A)在 5° 至 60° 的范围, 特别是 30° 至 40° 的范围, 其中第一空间轴(44)位于入射光束(14)的平面(42)上。

4. 按照上述权利要求之一的光学装置(16), 其特征在于, 入

射棱镜(24)放置于主体(22)的顺着入射光束(14)方向紧邻的纵向边缘范围内,出射棱镜(34)放置于主体(22)的自入射光束(14)远离的侧面边缘范围内。

5. 按照上述权利要求之一的光学装置(16),其特征在于,入射棱镜(24)和/或出射棱镜(34)通过光学粘合剂与主体(22)相连。

6. 按照权利要求1至4之一的光学装置(16),其特征在于,入射棱镜(24)和/或出射棱镜(34)与主体(22)构成一体且优选由与主体(22)相同的材料构成。

7. 按照上述权利要求之一的光学装置(16),其特征在于,主体(22)、入射棱镜(24)、出射棱镜(34),或者至少包括上述元件中的两个的成一体的单元(16)作为注塑铸件,优选由塑料制成。

8. 按照上述权利要求之一的光学装置(16),其特征在于,对焦装置(66)与入射棱镜(24)光学相连和/或聚焦装置(62)与出射棱镜(34)光学相连或者是一体化的。

9. 按照权利要求8的光学装置(16),其特征在于,聚焦装置(62)包括出射棱镜上的环面弯曲的出射面(38)。

10. 按照权利要求8的光学装置(16),其特征在于,对焦装置(66)包括与出射棱镜(34)相连的聚光器(62),其作为整体部件构成且通过多次的全面反射将光束(18)聚焦至其外界限面上。

11. 按照权利要求8或10之一的光学装置(16),其特征在于,对焦装置包括入射棱镜(24)上的凸出弯曲的透镜所构成的入射面(30)。

12. 用于激光二极管组(68)的光束成形装置(70),其特征在于,其包括多个按照要求1至11所述的光学装置(16a-16e),这些光学装置相互上下堆叠地设置。

用于调整光束，特别是激光光束的光学装置

背景技术

本发明涉及一种将具有扁平横截面的光束调整为具有较厚横截面的光束，特别是激光光束的光学装置，其具有至少一个光学元件，至少一部分光束作为入射光束被引入该光学元件，并且至少一部分光束作为出射光束自该光学元件引出。

激光二极管的光束一般是强烈发散的。这表示，光束源的扩展和光线的反射角度在两个空间方向上是不同的。由此在一般的光束横截面中表现为，与高度相比具有很大的宽度。由此，特别是激光二极管块的光束不是直接进入光导纤维。由此要设法调整光束，即使其横截面尽可能的对称，由此减小宽度并增大高度。理想的光束状态是其宽度与高度一致，且在两个方向上发散相同。为了达到或者尽可能地接近这个目标，使用了“环绕叠加法”。通过其使入射光束的光束带发生移动，使出射光束至少处于一个所期望的强度分布内。

根据 EP 0 731 932 B1 例如已知，两个镜面相互平行地，以一个已知的距离相互放置。除此以外两个镜面相互轻微地移动。光束的一小部分会绕过两个镜面，而不被其反射。光束的大部分在两个镜面间来回反射，直至其在一定的区域内向外从两个镜面间的中间空间射出。该装置的不利之处在于镜面的加工和维护要求很高，对于调整的要求也很高。

根据 EP 0 863 588 B1 已知一种装置，其利用一种平板壁。在此，光束的位移在通过多块平行的平板时被应用。在光束方向和平板内外的表面间的角度取决于平板材料的折射率。材料的折射率越高，两个角度的偏差越大。由于平板具有平行的侧面，光束在通过平板时没有发生方向改变，而是只有一个平行的侧面位移。大多数情况

下使用 2 个相互旋转 90° 的平板壁。在此相比较的生产成本还是很高的，也需要进行同样的平板壁调整。

还有已知的是根据 DE 199 01 500 A1 的一种带有光学元件的光束成形光学装置，在其入射端具有相互倾斜的平面，这些平面以各自平行面的形式放置于出射端。光学原理与上面提到的平板壁类似。

本发明的任务是，提供一种开始部分所述类型的进一步改进的装置，其制造和使用更加经济。

这个任务由开始部分所述类型的装置这样来解决，即

- a. 光学元件包括一个至少相对于光束波长透明的主体，
- b. 该光学元件具有带中间平面的两个相对安置的表面，该中间平面如此放置，其包括与入射光束的纵轴垂直的第一空间轴形成的第一角度，和与入射光束的纵轴和第一空间轴垂直的第二空间轴形成的第二角度，其总是大于零度的，和
- c. 将入射光束引入主体的入射棱镜设置在一个表面上，和将出射光束引出主体的出射棱镜设置在主体的相对的表面上，
- d. 其中入射棱镜和出射棱镜在入射光束的纵轴上看来盖住主体的不同区域。

本发明的优点

按照本发明的装置可以很经济地进行生产，因为以单个的透明（例如透明玻璃的）主体来替代镜面或者薄形且平面形的平板。按几何原理相关的入射光束的纵轴发生倾斜和折转，射入主体的光束完全反射至相对安置的表面上且光束带被“环绕叠加”。为了光束的入射和出射，应用相应的棱镜，其同样也方便制造。对光束调整最多只需三个元件，此外其几何形式简单且相互能方便地进行调整。通过使用按照此发明的装置可以显著降低光束调整，特别是激光二极管光束调整的费用。

按照发明使用的物理学的效果是一种“光学密度的”介质内的完全

反射，在主体内部的光线，其折射率高于周围介质（例如空气），在一定的界限角度内发生完全反射。主体中间平面相对于一个与入射光线垂直的平面的倾斜和折转，以及两个相对表面间的间距确定环绕叠加的类型和范围。

由此中间平面的倾斜围绕一个与入射光束平面垂直的轴，对在入射光束平面方向的光束带范围的位移产生作用（“慢轴”），反之中间平面围绕一个垂直于入射光束的纵轴且处在入射光束的平面上的轴的折转对出射光束的已知“厚度”的形成产生作用。通过入射棱镜和出射棱镜的定位，从入射光束的纵轴方向看来，在光学主体的不同部分上，在主体的两个相对安置的表面上形成空余的区域，由此在此区域内，射入主体的光束能够实现按照发明所期望的完全反射。由此不同的区域也能相互重叠。

本发明的有利的结构方案在从属权利要求中进行说明。

一个第一优选结构方案的特征在于，光学主体的相对安置的表面至少是几乎平行和在同一平面上的。基本上由此形成扁平的平板或者扁平的四棱形，其制造非常简单。此外，光束在导致其完全反射的平行表面上的走向，特别容易事先确定。

特别优选的是，中间平面和第一空间轴之间的角度在 40° 至 50° 范围内以及中间平面和第二空间轴之间的角度在 5° 至 60° 范围内，特别是 30° 至 40° 范围内，在此第一空间轴位于入射光束的平面上。借助这个角度主要可以很好地调整由激光二极管块所产生的入射光束，同时装置的尺寸更小且更轻，以及生产价格更便宜。

按照发明的光学装置的另一个有利的结构的特征在于，入射棱镜放置于主体的顺着入射光束方向紧邻的纵向边缘范围内，出射棱镜放置于主体的自入射光束远离的侧面边缘范围内。通过这种安置形式使光束的调整利用尽可能最少的次数达到完全反射，以形成较好的光束质量。

该光学装置可以由此构成，即入射棱镜和/或者出射棱镜通过光

学粘合剂与主体相连。在此情况下入射棱镜，出射棱镜和主体作为分开的元件被制造，其能以积木形式根据各个体的安装要求被组装在一起。可以设想例如，制成入射棱镜，出射棱镜和主体的不同组件，其随后能随意地被组合在一起。由此可以在完全不同的安装条件下达到较低的费用和理想的结果。作为粘合剂材料的问题在于，其折射率要尽可能精确地与主体和棱镜的折射率相同，例如一种紫外线硬化的胶合剂。

也有可能可以选择的是，入射棱镜和/或者出射棱镜成块地与主体且主要由与主体相同的材料构成。如此实现的光学装置的一体化简化了安装时的操作性，降低了当光束射入主体和射出主体时的光学损耗的风险。此外还可以省略单独的安装元件。

按照发明的光学装置可以特别经济地被制造，入射棱镜，出射棱镜，或者至少包括上述元件中的两个的成块单元作为注塑铸造件，更确切地说主要是由塑料制成的。

此外其还有特别有利之处在于，具有入射棱镜和/或聚焦装置的对焦装置与出射棱镜光学相连或者是一体化的。在此情况下该光学装置不仅采用“环绕叠加”的方式，而且还采用对焦装置，特别是快轴的，和/或光束的入射例如进入光导纤维中。由此可以省略分开的装置来完成此任务，从而再次降低制造成本。

在具体的进一步的结构中建议，聚焦装置包括出射棱镜上的环面弯曲的出射面。在此具有与出射棱镜一体化的环面透镜，其对于两个空间方向的焦距是不同的。这不同的焦距是必须的，因为光的分散，特别是激光光束的分散对与两各空间方向是明显不同的。环面弯曲的出射面能够在出射棱镜上以简单，经济地形式和方法来实现。

也有可能可以选择的是，聚焦装置包括与出射棱镜相连的集光器，其作为一个整体部件构成且通过多次的全面反射将光束聚焦至其外界限面上。这种也被称为“透镜导管”的聚焦装置同样也可以很方

便地被制造。集光器的尺寸必须符合按照光束的聚焦所设的要求。光束带的宽度在大多数情况下相对两个空间方向被减小。在此集光器的外表面,该表面上进行完全反射,可以是平面也可以是弯曲构成的。在建议的形式下使用集光器的有利之处在于,在光导纤维内的光线的入射可以省略纤维的调整。光导纤维可以在最简单的情况下粘在集光器的末端。由此也可以节省光学装置制造和安装的费用。

此外还建议,对焦装置包括入射棱镜上凸出弯曲的透镜所构成的入射面。在此也提供了使光束在快轴方向上被聚焦的透镜。这种透镜具有很大的开角,由此只有考虑球表面。

本发明还涉及激光二极管块的光束成形装置。建议其包括多个上述形式的光学装置,其是以堆叠的形式相互安置在一起的。通过这样的光束成形装置能够使激光二极管块的组块的光束带以简单的形式和方法进行调整。

附图

以下参照附图进一步的说明本发明的特别优选的实施例。附图中:

图 1 是带有实际光束形状和目标光束形状的激光二极管块;

图 2 是图 1 的调整激光光束的光学装置的第一实施形式的斜向背面立视图;

图 3 是图 2 的光学装置的斜向正面立视图;

图 4 是图 2 的光学装置的光学主体的立视细节图;

图 5 是光学装置的第二实施形式的斜向正面立视图;

图 6 是图 5 的光学装置的斜向背面立视图;

图 7 是根据图 5 的带有集光器的光学装置的立视图;

图 8 是图 7 的集光器的功能原理的说明简图;

图 9 是与图 6 类似的光学装置的第三实施形式的立视图;

图 10 是光学装置的第四实施形式的局部立视图;

图 11 是根据第六实施形式的多个光学装置的叠堆的斜向正面立视图;

图 12 是图 11 的叠堆的斜向背面立视图。

实施例的描述

图 1 中激光二极管块整体上用标号 10 表示。由其发出的激光光束借助圆柱形透镜 12 沿着快轴方向准直。其发出激光光束 14, 该光束具有相对较宽和较扁平的横截面, 或者说具有更强烈分散的光强分布。借助合适的装置应使激光光束 14 成为对称的, 该装置的具体细节在后面说明, 其在图 1 中仅以箭头 16 来表示。这表示, 自光学装置 16 中射出的出射光束 18 与入射光束 14 相比较窄, 较厚。在这个位置表明, 此处和后文的“光束”也可以理解为单个光束的集合。

光学装置 16 在图 2 和图 3 中以具体细节形式表示: 该装置包括基板 20, 其平面与入射光束 14 的平面基本平行。基板 20 上安装了平板状的光学主体 22。该主体不是垂直于基板 22 的, 而是自入射光束 14 的方向看来, 向后倾斜的。此外光学主体 22 还绕着与入射光束 14 的平面垂直的轴转动, 其倾斜着位于基板 20 上。光学主体 22 准确的几何方向会在随后进行说明。

在基板 20 上还装有入射棱镜 24, 其基本形状是直角三角形且平放于基板 20 上。入射棱镜 24 的直角三角形斜边面 26 (图 3) 是通过光学粘合剂 (未示出) 与光学主体 22 面向入射光束 14 的表面 28 相连且在那里覆盖一个区域 27。入射棱镜 24 平面地置于光学体 22 的前表面 28 上, 亦即图 2 和图 3 下部的这个部分和紧邻入射光束 14 的纵向边缘。由一个直角边面构成的入射棱镜 24 的入射面 30 整体上与入射光束 14 垂直。

在光学主体 22 的背面表面 32 上出射棱镜 34 安置在基板 20 上。其由 8 角形的不规则的块状结构构成。出射棱镜的侧面, 上端面和下端面, 未用相关标号表示, 这些面都是平行于入射光束 14 的轴且

也和出射光束 18 对齐的。面向光学主体 22 的接触面 36 在两个空间方向上倾斜地设置, 这样, 其通过光学粘合剂平置于光学主体 22 的背部表面 32 上且在那里覆盖一个区域 37。而出射棱镜的在接触面 36 对面的出射面 38 又垂直于出射光束 18 的轴。

入射棱镜 24, 出射棱镜 34 以及平板状的光学主体 22 是由玻璃制成的独立部件。入射棱镜 24 的作用是, 将入射光束 14 引入光学主体 22 中。出射棱镜 34 类似的作用是, 将出射光束 18 引出光学主体 22。通过激光光束的环绕叠加的实际的调整在光学主体 22 内通过多次完全反射来进行。这参考图 4 来说明:

入射光束 14 在图 4 中仅以两个带有标号 14a 和 14b 的外部范围来表示。入射光束 14 的纵轴以点划线来表示, 具有标号 40。入射光束 14 的平面以点划线表示, 具有标号 42。与入射光束 14 的纵轴 40 垂直的第一空间轴 X 以标号 44 表示, 空间轴位于入射光束的平面 42 上。与入射光束 14 的纵轴 40 垂直的第二 Y 轴垂直于入射光束 14 的平面 42 且以标号 46 表示。在光学主体 22 的两个表面 28 和 32 之间限定了在图 4 中以点划线表示的中间平面 48。如前面提到的, 中间面相对 Y 轴 46 向后倾斜一个角度 A。此外其相对 X 轴 44 转动一个角度 B。在前面的实施例中, 角度 A 约为 35° , 角度 B 为 45° 。平板状的光学主体 22 的厚度 D 是各处均匀的, 在前面的实施例中约为 0.7mm。

在光学主体 22 内的光束调整采用完全反射的原理。这表示, 位于光学主体 22, 其材料具有大于包围其的介质 (一般是空气) 的折射率, 内的光线, 在一定的界限角度内在表面 28 和 32 的空余区域上被完全反射。相反, 在光学主体 22 的表面 28 和 32 的不空余区域, 即被入射棱镜 24 的斜边面 26 所覆盖的区域 27 和被出射棱镜 34 的接触面 36 所覆盖的区域 37 (比较图 2 和图 3) 没有完全反射, 因为入射棱镜 24, 出射棱镜 34 以及光学主体 22 是由具有相同折射率的材料所制成的。

首先对入射光束 14 的部分光束 14a 的光束通道进行观察：其通过未在图 4 中标示的入射棱镜 24 射入光学主体 22 中。在一个位置区域 50 处区域 27 和 37 之间覆盖住。在光学主体 22 的背面 32 上入射光束 14a 不被反射，而是立即再次通过出射棱镜 34 射出光学主体 22。作为部分光束 18b 离开光学主体 22 且最终离开出射棱镜 34。在此，部分出射光束 18a 与部分入射光束 14a 的方向和状态相同。

部分入射光束 14b 同样通过入射棱镜 24 进入光学主体 22。但是这发生在位置 52 上，在这个位置上背表面 32 是空余的。由于光学主体 22 的倾斜位置和由此背表面 32 也倾斜，部分入射光束 14b 在空余背表面 32 的位置 54a 处被完全反射。根据中间平面 48 的旋转和由此使两个表面 28 和 32 围绕 Y 轴 46 旋转角度 B，部分入射光束 14b 不是垂直于背表面 32，而是倾斜的，因此被反射至侧面上。根据中间面 48 的倾斜和由此使背表面 32 围绕 X 轴 44 旋转角度 A，部分入射光束 14b 此外会相对于中间面 48 在反射位置 54a 处被倾斜向上反射。

在 54b 处部分入射光束 14b 再次碰到前面的光学主体 22 的表面 28。这一位置位于被光学主体 22 前表面 28 上的入射棱镜 24 的斜边面 26 所覆盖的区域 27 之外。由此部分入射光束 14b 在 54b 处再次沿原轴 40 方向反射，以便能在 54c 处再次射向光学主体 22 的背表面 32。该射光线 14b 的来回反射在光学主体 22 内一直进行下去，直至其到达被出射棱镜 34 的接触面 36 所覆盖的光学主体 22 的背表面 32 的区域 37 为止。在此区域内，入射光束 14b 在 58 位置上被射出光学主体 22 并到达出射棱镜 34。在那里其以部分出射光束 18b 离开出射表面 38。

如图 2 至图 4 可见，通过光学主体 22 内的完全反射，自光束方向看来，入射光束 14 的最外侧右边的区域 14b 被“环绕叠加”，由此其作为在部分区域 18a 的上部的部分出射光束 18b 离开光学装置 16。宽且扁平的入射光束 14 通过包括入射棱镜 24、光学主体 22 和

出射棱镜 34 的光学装置 16, 变为较窄的且明显变厚的出射光束 18b。可以理解为, 入射光束 14 在实际上不是分散的部分光束。不一样的是出射光束 18: 其实际上由部分出射光束 18a, 18b, ... 的叠加所组成。部分出射光束的数目和其之间的间距通过平板厚度 D 以及角度 A 和 B 来进行调整。

接下来对光学装置 16 的其它实施形式进行说明。其中与前面所描述的实施例中的元件和区域具有等同功能的元件和区域采用同样的标号。一般不对其再作详细的说明。

图 5 和图 6 中所示的光学装置 16 由光学主体 22、入射棱镜 24 和出射棱镜 34 构成一体化的单一单元。在这实施形式中不存在基板。图 5 和图 6 中所示的光学元件 16 是由塑料注塑铸件制成的。

除环绕叠加以外, 光学装置 16 还可以具有其它的功能, 例如相应图 7 将出射光束引入在光导纤维 60 中。为此, 在出射棱镜 34 的出射面 38 上安装聚焦装置 62, 其在图 7 的实施例中作为聚光器来构成, 也被称为“透镜导管”。在其中, 光束的聚焦经过在其空余的侧面表面上多次的完全反射来实现。光导纤维 60 简单地粘在聚光器 62 的末端。这样的聚光器的原理在图 8 中说明。箭头 63 表示光束方向。聚光器 62 的尺寸必须与各种运行情况的不同要求相符合。由此光束带的宽度在大多数情况下, 在两个空间方向上必须被减小。图 8 中所示的聚光器的外表面是直线构成的。它也可以由曲线构成。

图 9 中所示的实施形式是聚焦装置 62 以环面透镜构成, 其由出射棱镜 34 上出射面 38 的相应弯曲的结构构成。按照这种方式可以实现两个空间方向的不同焦距。这样不同的焦距是必要的, 因为出射光束 18 的分散在两个空间方向上可能是明显不同的。

另一个可由光学装置附加完成的任务是, 入射光束 14 的快轴的对焦。为此, 入射棱镜 24 上的入射面 30 作为球面透镜 66, 其中入射面 30 是弯曲凸出的, 如图 10 中可见。

为了实现较高的功率密度, 激光二极管块也以激光二极管组的

形式被叠加。在图 11 图 12 所示的实施形式中五个激光二极管块 10a 至 e 叠加为激光二极管组 68。由此为了形成光束，图 11 和图 12 中所示的实施形式中是五个光学装置 16a-16e 的上下叠加。可见，图 11 和图 12 中所示的光学装置 16 的光学主体 22 的高度明显小于例如在图 2 和图 3 中所示的实施形式。入射棱镜 24 上各置有一个四边形的长的间距块 70，通过其，使单个光学装置 16a 至 16e 的轴向精确的且平行的叠加成为可能。通过图 11 和图 12 的安置方法每个激光二极管块 10a 至 10e 的光束带被分开且各光束带被相互叠加。

图 1

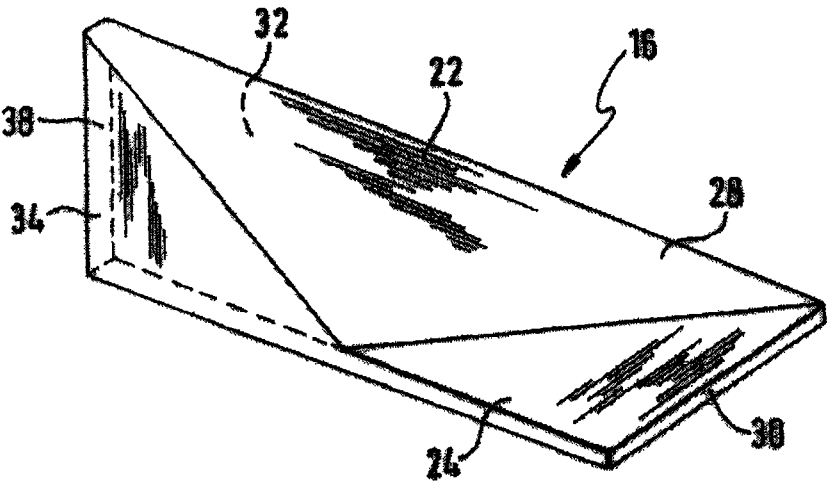
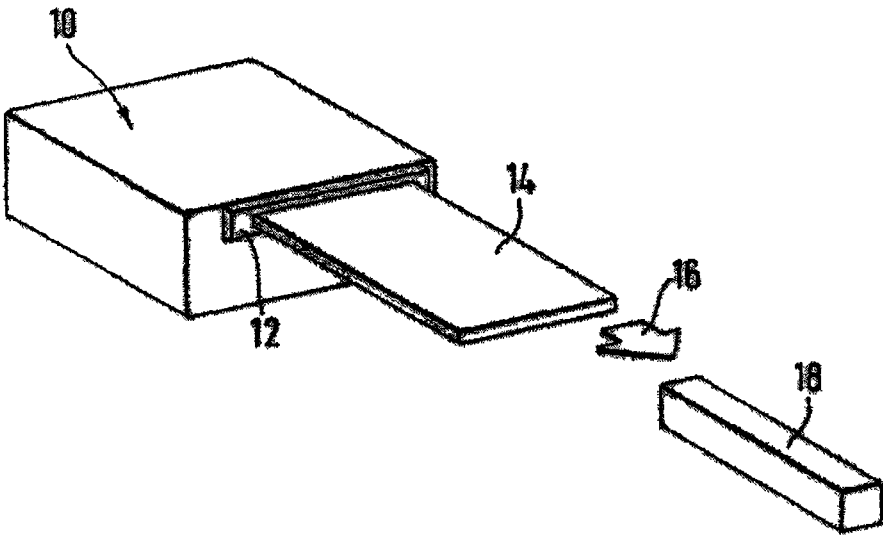


图 5

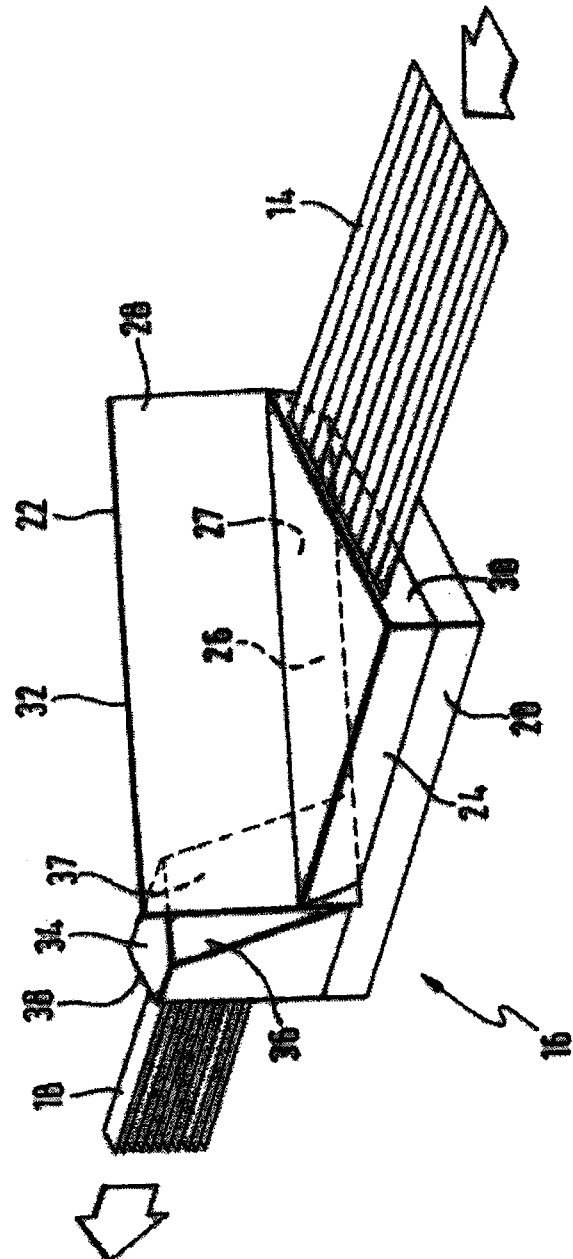


图 3

图 4

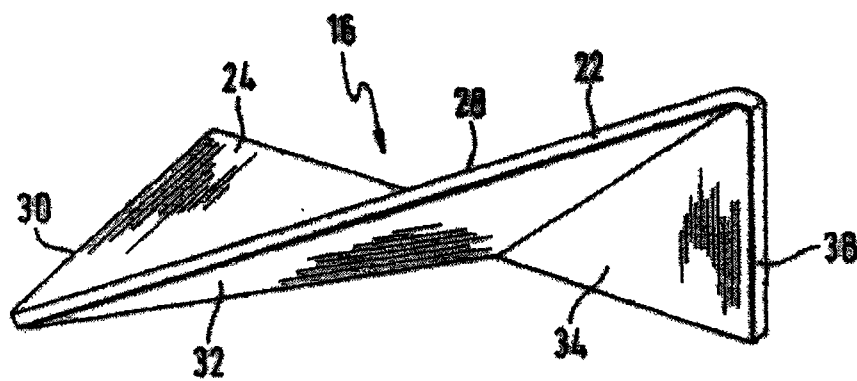
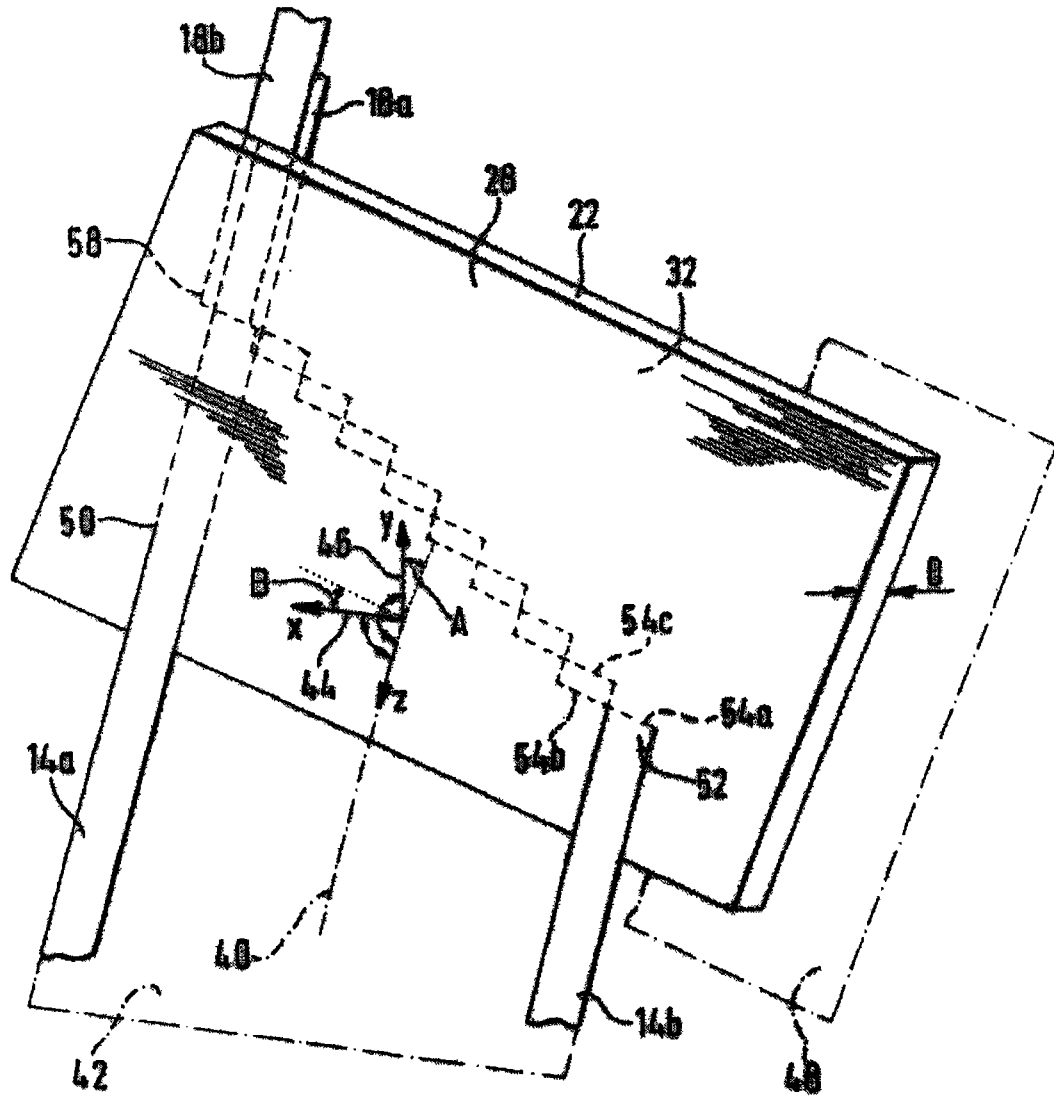


图 6

图 7

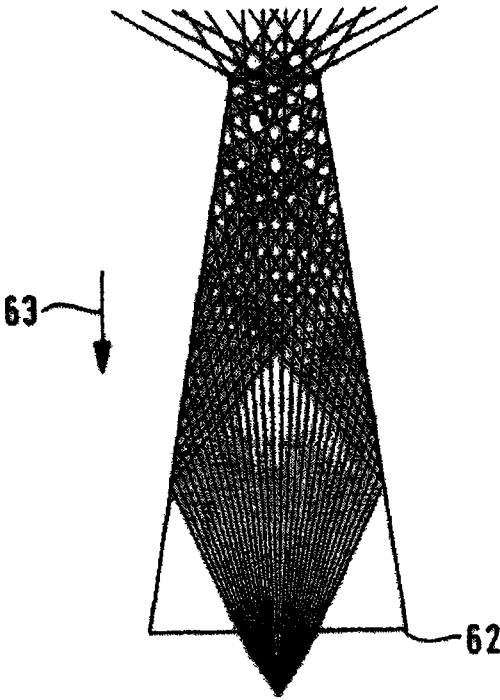
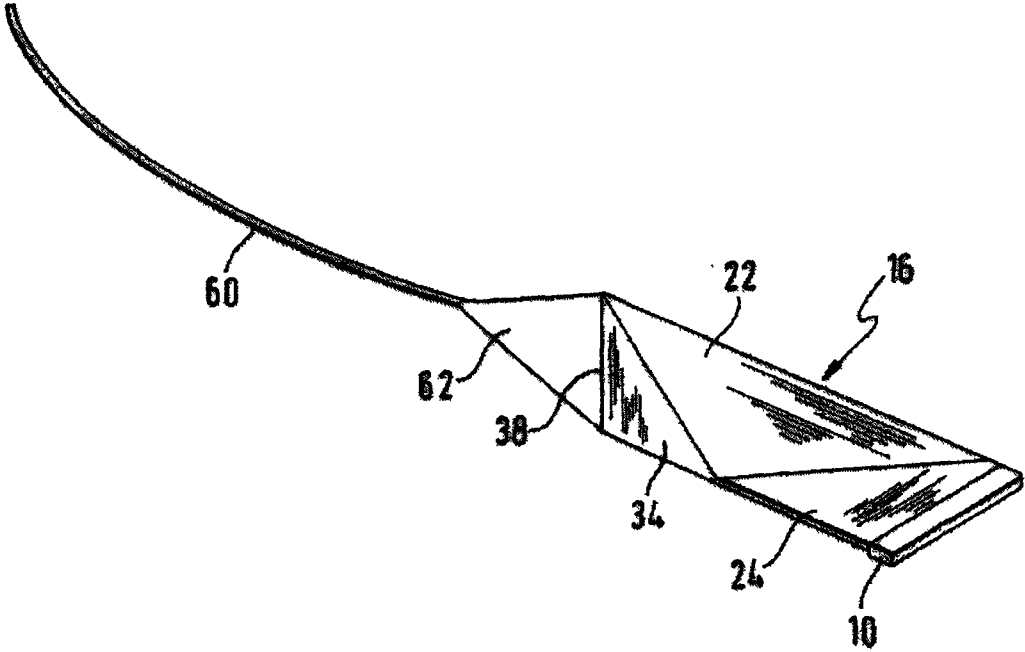


图 8

图 9

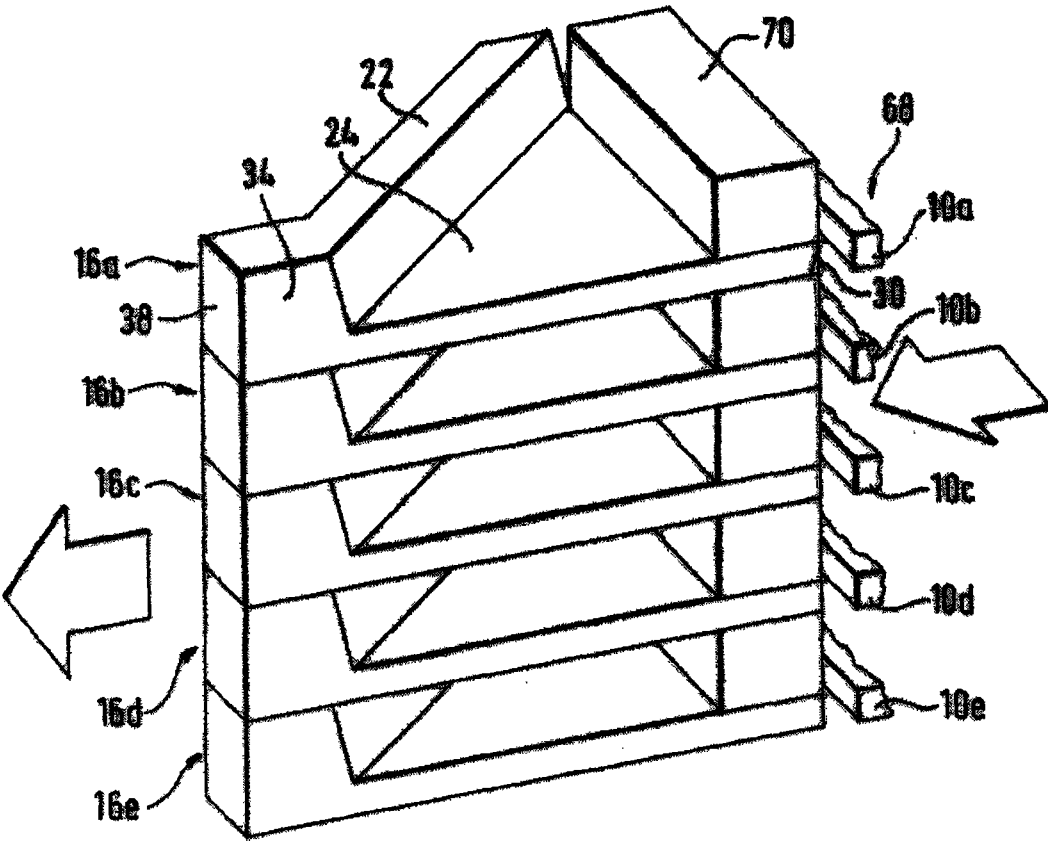
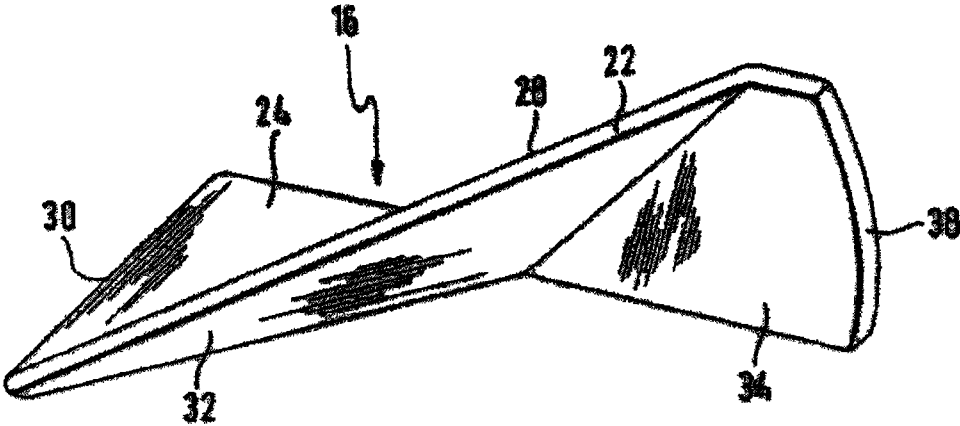


图 11

图 10

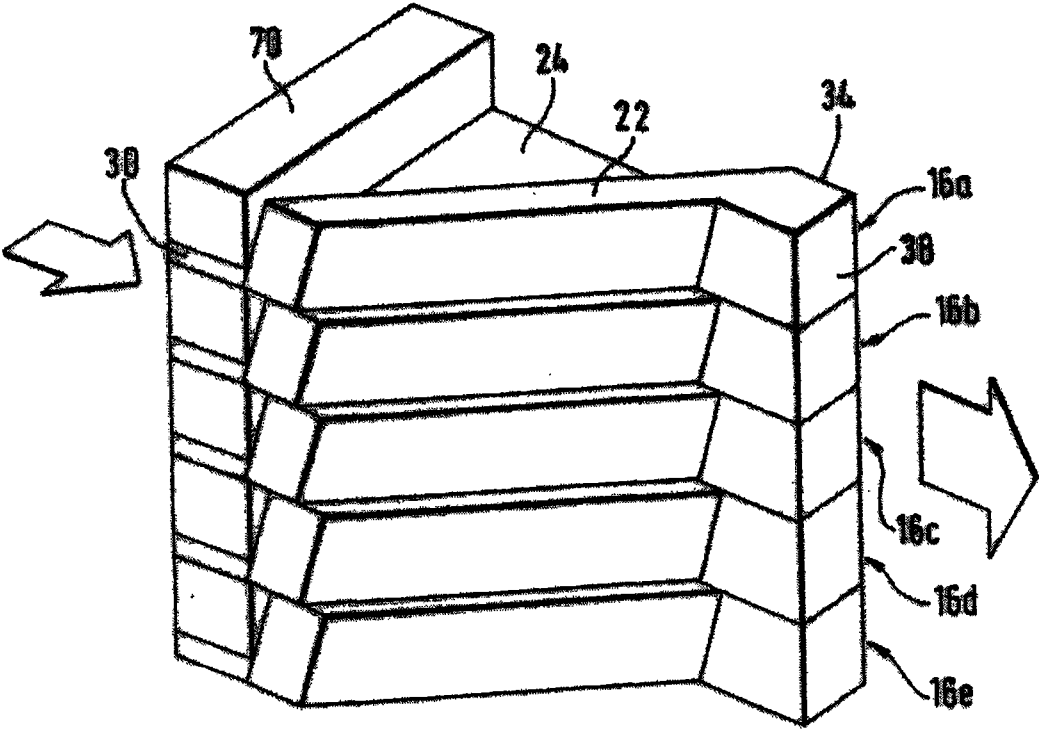
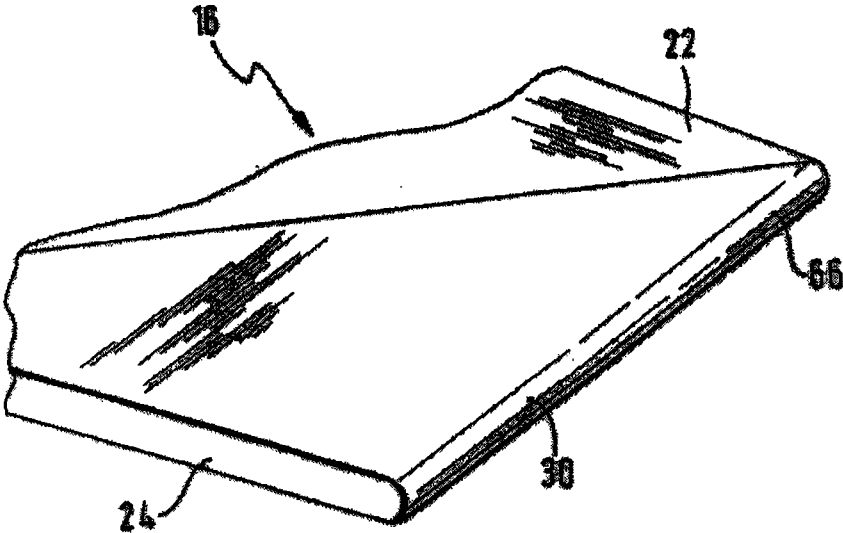


图 12