



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94194324.0

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

F21V 8/00

[43]公开日 1996年11月20日

[22]申请日 94.11.2

[30]优先权

[32]93.11.5 [33]US[31]149219

[86]国际申请 PCT/US94/12650 94.11.2

[87]国际公布 WO95/12782 英 95.5.11

[85]进入国家阶段日期 96.5.29

[71]申请人 联合讯号公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 K·W·贝森 S·M·兹姆尔曼

P·M·弗姆

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 董巍 张志醒

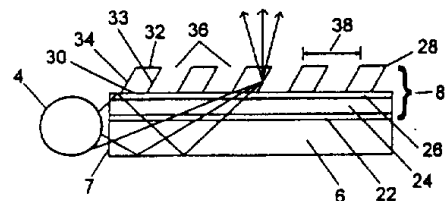
F21V 5/02

权利要求书 3 页 说明书 30 页 附图页数 19 页

[54]发明名称 使用陈列微棱镜的背面照明装置

[57]摘要

一种改进了的背面照明装置，包括有平板波导，能够接收光源产生的光线，并且通过完全内反射将其发送出去。固定在该平板波导一面上的是阵列的微棱镜，而且每一微棱镜带有与光输出表面平行的光输入表面，以及至少一个与此波导表面法线方向成一定角度倾斜的侧面，以使透过平板波导的光线被此倾斜的侧面反射后离开，并且作为基本上垂直于光输出表面的光源从微棱镜中射出去。阵列的微透镜可被定位来接收微棱镜的输出光，以使微透镜出来的光实质上更加垂直。此背面照明装置能被有效地用作平板电子显示器的背面照明装置。



# 权利要求书

1.一种用在平板电子显示器中的背面照明组件,所述电子显示器带有调制装置,能将图像提供给位于远处的观察者,而且上述背面照明组件包括:

(a)用于产生出第一个光线源的光发生装置;

(b)光传送装置,带有紧靠着所述光发生装置的第一个光接收表面,其中所述的光发送装置,能将所述光发生装置发出的光线沿着基本上平行于上述调制装置的观察平面的方向传送;

(c)用于使上述光线准直的反射装置,所述反射装置被配置在所述光发送装置和上述调制装置之间,并且包括列阵的微棱镜,而且每一微棱镜又包括:

(i)与所述光发送装置光学耦合的光输入表面;

(ii)远离上述光输入表面且与其平行的光输出表面,以及

(iii)位于所述光输入表面和光输出表面之间且与其相连接的第一个侧面,该侧面相对于上述光发送装置表面的法线构成一定的倾斜角,而且被进一步定位,以实现对上述输入表面接收的所述光线的全反射,从而使由所述侧面内反射的上述光线,能够沿着基本上垂直于所述调制装置的方向通过所述光输出表面射出。

2.如权利要求1的背面照明组件,其中所述的倾斜角约在 $25^{\circ}$ 至 $40^{\circ}$ 之间。

3.如权利要求1的背面照明组件,进一步包括有与所述第一个侧面相对分开配置的第二个侧面,而且其中所述光输出表面的表面积,大于所述光输入表面的表面积;第一和第二两个侧面均相对于所述光发送装置表面的法线构成所述的倾斜角,且被进一步定位,以实现对上所述输入表面接收的所述光线的全反射。

4.如权利要求3的背面照明组件,其中所述的光发生装置进一步包括有第二个光源,紧靠着与所述第一个光接收表面相对配置的第二个光接收表面。

5.如权利要求4的背面照明组件,其中所述的光发生装置,进一步包括有紧靠着第三个光接收表面的第三个光源以及紧靠着第四个光接收表面的第四个光源,所述第三和第四个光接收表面通常垂直于所述第一和第二个光接收表面;而且所述微棱镜进一步包括有第三和第四个侧面,通常垂直于所述第一和第二个侧面,并且与所述光发送装置表面法线方向成一定角度倾斜,其中所述光输出表面面积大于所述光输入表面面积。

6.如权利要求5的背面照明组件,其中所述每一角度约在 $25^{\circ}$ 至 $40^{\circ}$ 之间。

7.如权利要求1的背面照明组件,进一步包括有紧靠在所述反射装置和所述调制装置之间的列阵微透镜,其中每一微棱镜输出的光被射在相应的微透镜上,而且透过所述微透镜传送的光,实质上作为所述调制装置更加准直的光源射出去。

8.如权利要求7的背面照明组件,其中所述微棱镜、微透镜和光发送装置,具有的折射率约在1.45和1.65之间。

9.如权利要求8的背面照明组件,进一步包括有在所述微棱镜之间的填隙区域,其所具有的折射率小于所述微棱镜的折射率。

10.一种用于从光源中提供基本上被准直光的组件,包括:

(a)紧靠着所述光源的光发送装置,其中所述的光发送装置能将所述光源发出的光线传送出去;

(b)用于使所述光线准直的反射装置,它包括列阵的微棱镜,而且每一微棱镜具有与所述光发送装置光学耦合的光输入表面和远离所述光输入表面且与其平行的光输出表面,以及至少一个侧

面，被定位来实现所述光输入表面接收的所述光线的全反射；

其中所述的通过所述光发送装置反射的光线，穿过所述光输入表面进入所述微棱镜，并且沿着基本上垂直于所述光输出表面的方向通过此光输出表面射出去。

# 说明书

---

## 使用阵列微棱镜的背面照明装置

### 发明的背景

#### a. 发明的领域

总的说来，本发明涉及平板电子显示器，更确切地说，涉及便于用作背面照明器的光准直装置，以为液晶显示器或诸如此类显示器提供比较高的透射光。

#### b. 相关技术描述

对于提供并不依赖于传统性阴极射线管的大屏幕全色显示系统，已经有正在进行的大范围尝试。例如可以参见“平板显示器”一文，《科学美国人》，1993.3，pp.90 - 97。在诸如电视接收机、计算机监视器、航空电子设备显示器、航天显示器和与军事有关的显示器这类系统中，淘汰阴极射线管生产技术是合乎需要的。参阅美国专利 Nos.4,843,381、5,128,783 以及 5,161,041 对于阴极射线管工艺缺陷的讨论。

例如象投影显示装置、画外显示装置和直接观察显示器之类的显示设备是已知的。例如可以参见 EPO 0525755A1、美国专利 Nos.4,659,185、5,132,830 和 5,159,478 以及日本公开 Nos.245106 和 42241。这些显示器被用在广泛的应用范围内，其中包括电视、计算机监视器、航空电子设备显示器、航天显示器、汽车仪表面板，以及其它能够提供文本、图表或者视频信息的装置。这些类型的显示器能够替代传统的阴极射线管显示器，并且具有如外形降低、重量减轻和电能消耗下降等优点。

能够排除阴极射线管缺陷的一种显示器，是平板液晶显示器

( LCD )。 LCD 通常不是反射型就是透射型的。反射型的显示器，是一种取决于背景光条件以观察该显示的显示器。透射型的 LCD 则要求照明装置或者背面照明，以保证所显示的图像尽可能亮。 LCD 因许多固有的缺点而受到损害。例如在大的观察角（距离显示器表面的法线方向为大的角度）时， LCD 表现出低的对比度，而且视觉色度随观察角变化而变化。

背面照明装置的特性，对于由 LCD 的矩阵像素阵列显示出来的图像质量和显示器的外形是非常重要的。参阅美国专利 Nos.5,128,783 以及 5,161,041 对于已往背面照明结构中缺陷的论述。

此外，在诸如膝上计算机之类的应用中，现行的背面照明系统，其观察者所能看到的光量相对于光源产生的光是低效率的。一端朝上的光源所产生的光，仅有百分之十至二十被有效地透过计算机的显示器。光产出能力的任何增加均将必然影响到电能消耗，并且终究要提高便携计算机中电池的寿命。

因此，在平板电子显示技术中，需要提供一种背面照明组件，在保持有限的外形（ profile ）的同时，能为该电子显示提供节能而且均匀的光源。

### 发明概述

本发明的目的在于直接观察的平板显示器，特别是液晶显示器，带有改进了的背面照明组件，能够提供节能和均匀的光源。此外，本发明的目的还在于任何要求低外形的基本上为准直的光源应用于照明。

此平板电子显示器包括：能将图像投影在位于远处的观察者的调制装置，该调制装置与改进了的背面照明组件相隔一定距离配置，且此背面照明组件包括有紧靠着光传送装置的光源，该光

源被定位在让光线沿着基本上平行于调制装置平面的方向传播，通过光传送装置；以及用于将光源发出的光线进行准直的反射装置，所述反射装置可操作地靠紧上述光发送装置而被定位在上述光发送装置和上述调制装置之间。由于使用本发明而在显示器上的改进是，该反射装置能够提供节能、明亮而且均匀的光分布，并且是在低外形的组件上提供的。

在一优选实施例中，光源靠近光发送装置的光接收表面定位，以使该光源发出的光线沿着基本上平行于调制装置平面的方向传播。光发送装置可以是能将光线经过反射发送出去的任意结构，诸如光管、光楔、板状波导，或者本领域普通技术人员已知的其它任何结构。此光发送装置最好由板状波导组成，以接收光源产生的光并通过完全内反射（TIR）将此光传送出去。固定在此板状波导一表面上的有列阵的微棱镜。该微棱镜包括有与此板状波导邻近的光输入表面，以及平行于光输入表面并与其隔开的光输出表面。该微棱镜最好进一步包括有以一定方式成角度倾斜的侧壁，以使由此板状波导透射的光线能够通过TIR经过微棱镜反射，并且沿着基本上垂直于调制装置的方向，作为实质上被准直的光源从微棱镜中射出。

在另一优选实施例中，有两个光源，被定位在与光发送装置相反配置的两个光接收表面邻近。该光发送装置包括能够接收此两个光源产生的光线的板状波导，并且通过TIR将此光线传送出去。固定在此板状波导一表面上的有列阵的微棱镜。该微棱镜包括按一定方式成角度相反配置的倾斜侧壁，以使沿着两个方向传播的光线能够沿此板状波导透射出去，而且通过TIR经过微棱镜反射，并且沿着基本上垂直于调制装置的方向，作为实质上被准直的光源从微棱镜中射出。

在更进一步的实施例中，有四个光源，被定位在与板状波导分立的光接收表面邻近，而由此波导接收四个光源产生的光线，并且通过 TIR 将此光线传送出去。固定在此板状波导一表面上的有列阵的微棱镜。该微棱镜包括按一定方式成角度倾斜的四个侧壁，以使沿着四个方向传播的光线能够沿此板状波导透射出去，而且经过微棱镜反射，并且沿着基本垂直于调制装置的方向，作为实质上被准直的光源射出。

在又一优选实施例中，本发明进一步包括配置在微棱镜和调制装置之间的微透镜。这些微透镜以适当的焦距加工及定位，以及基本上被准直的光能从每个微棱镜发出，射在对应的微透镜上。该光透过微透镜，并且实质上作为调制装置更为准直的光源射出。

本发明的额外目的、优点和新的特点，部分地将在以下描述中提出，而且对于本领域的普通技术人员来说，根据下面的审查或者通过本发明的实践获悉，均将部分地变成显而易见。本发明的目的和优点，通过在权利要求书中详细指出的手段和组合，可以实现和获得。

#### 附图的简要描述

本发明的上述以及其它一些目的和优点，根据以下结合附图所作的详细描述将会明白，其中相同的参考号码，是指完全相同的部分，其中：

图 1 为根据本发明构成的液晶显示器实施例的剖面图；

图 2 根据本发明的背面照明组件一种实施例的部件分解正视图；

图 3A 为本发明一种实施例的透视图；

图 3B 为按矩形排列在板状波导上的微棱镜的平面图；



图 3C 为按六角形排列在板状波导上的微棱镜的平面图；  
图 3D 为更进一步交错排列在板状波导上的微棱镜的平面图；  
图 4 为本发明另一种实施例的部件分解正视图；  
图 5 为单块微棱镜的透视图；  
图 6 为用来表示光线通过板状波导传播方向的单块微棱镜在板状波导上的展示图；  
图 7 为带有阵列微透镜的反射装置另一实施例的剖视图；  
图 8 为图 7 所示另一实施例的透视图；  
图 9 为单块微透镜的剖面图；  
图 10 为使用两个光源的本发明另一实施例的剖面图；  
图 11 为图 10 所示实施例的透视图；  
图 12 为图 10 所示实施例的另一种实施方案；  
图 13 为带有两上倾斜边的单块微棱镜的剖面图；  
图 14 为使用四个光源的本发明另一实施例的透视图；  
图 15 为图 14 所示实施例的另一种实施方案；  
图 16 为带有四个倾斜边的单块微棱镜的透视图；  
图 17 为图 16 所示单块微棱镜的剖面图；  
图 18 为图 16 所示单块微棱镜的另一剖面图；  
图 19A 表示用于制做图 1 至 5 实施例的方法；  
图 19B 表示用于制做图 10 至 13 实施例的方法，以及  
图 19C 表示用于制做图 14 至 18 实施例的方法。

### 优选实施例的详细描述

参照以上附图，本发明的优选实施例将能为本领域的普通技术人员更好地加以理解。图中表示的本发明这些实施例，并非用来穷举或者将本发明局限在所公开的确切形式。它们被挑选来对

本发明的原理及其所适合的和实际的应用进行描述，或者作最好的解释，从而使本领域的其它技术人员能够最好地利用本发明。

本发明的优先应用，是作为平板显示器如图 1 中以数字 2 表示的液晶显示器的背面照明装置。该显示器包括光发生装置 4、带有光接收表面 7 的板状波导 6、与板状波导 6 相接触的透明的反射装置 8、可选的输入光偏振装置 10、调制装置 12、可选的输出光偏振装置 14 和显示装置 16。应当理解，在图 1 及其全部表示的本发明，只是为了说明的目的，并不打算通报规格或者限制该微棱镜的可能性结构。

光发生装置 4、调制装置 12、偏振装置 10 和 14 以及显示装置 16 的准确性能并非关键，并可广泛地变化，而且通常用在平板显示器技术中的任何这些元件，均可应用在本发明实践中。作为实用的光发生装置 4 的例证，乃是激光器、荧光灯管、发光二极管、白炽灯、阳光以及诸如此类。用于本发明实际中的优选的调制装置 12 是液晶元件。液晶元件 12 中的液晶材料可以广泛地变化，并可为若干类型的液晶材料中的一种而又不局限于此，其中包括扭转向列（TN）材料、超扭转向列（STN）材料，以及聚合物弥散的液晶（PDLC）材料。这些液晶材料作为已知技术被安排在行和列的矩阵阵列中。实用的输入光偏振装置 10 和输出光偏振装置 14 的例子，乃是塑料片的偏振片材料以及诸如此类。优选的显示装置 16，乃是转让给本申请受让人的共同未决的美国专利申请 08/086,414 中公开的显示装置，其公开在此被引用作为参数。

在图 1 中，光发生装置 4 是紧靠着板状波导 6 的，而且反射装置 8 是紧靠着偏振装置 10 的，且此偏振装置 10 本身又紧靠着调制装置 12。如在此使用的那样，“贴近”一词意指紧密的物理

接触或者靠近定位，最好在约 1 英寸之内，在约 0.75 英寸范围内更好，在约 0.5 英寸之内最为可取，而且在所选择的实施例中约在 0.25 英寸之内，以使光不必从一个元件“投射”到下一个元件中。

图 2 表示板状波导 6 和反射装置 8 的展示图。板状波导 6 是由任何透明的材料制成的，例如玻璃或者聚合物。反射装置 8 则包括增粘层 22、基片 24、第二个增粘层 26 以及列阵的微棱镜波导 28。微棱镜 28 的构造是形成一六面的几何形状，带有平行于光输出表面 32 的光输入表面 30 以及侧面 33 和 34。只有侧面 33 在反射通过波导 6 传播的光线方面是起作用的。最好使侧面 33 与基片 24 或者其上的粘合层 26 的相交，能够形成一条与光线的平均方向垂直的直线。例如图 3A 中表示的那样，对于矩形的板状波导 6 来说，侧面 33 与基片 24 的相交，形成了一条平行于光接收表面 7 的直线，因而便与通过板状波导 24 传播的光线的平均方向垂直。虽然侧面 34 被表示为平行于侧面 33，然而侧面 34 的取向并非关键。这些微棱镜 28 之间是由折射率比微棱镜折射率低的填隙区域 36 隔开的。经过 TIR 反射后通过波导 6 的光线，经由光输入表面 30 进入每一块微棱镜 28，尔后经反射离开侧面 33，并且沿着基本上垂直于调制装置的方向通过光输出表面 32 射出微棱镜 28。

板状波导 6 和基片 24，对于波长约在 400 至 700nm 范围内的光是透明的。在如下所述优选的制造方法中，该基片 24 对于波长约在 250 至 400nm 范围内的紫外光也是透明的。此波长范围允许这些微棱镜能够通过由紫外光激发的活性单体的光致聚合作用来形成。两者的折射率相等或者大体上相等，而且可以在约 1.45 到 1.60 之间变化。最为可取的折射率约从 1.50 至 1.60。此板状波导 6 和基片 24 可以由任何透明的固体材料制成。优选的材料包括

透明的聚合物、玻璃和熔融石英。这些材料所需要的特性，包括在该装置典型工作温度下的机械和光学稳定性。最为可取的材料是玻璃、丙烯酸类、聚碳酸酯和聚酯。

微棱镜 28 可以由任何固体的透明聚合物材料构成。优选的材料具有折射率等于或大体上等于基片 24 的约在 1.45 和 1.65 之间的折射率，并且包括聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚酯、聚苯乙烯，以及由丙烯酸酯单体的光致聚合作用形成的聚合物。更为可取的材料具有约在 1.50 和 1.60 之间的折射率，并且包括丙烯酸酯单体的混合物的光致聚合作用形成的聚合物，此丙烯酸酯单体的混合物则包括氨基甲酸乙酯丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯、酯化（ester）丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯、环氧丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯、（聚）丙烯酸乙二醇酯和甲基丙烯酸酯以及含有机单体的乙烯基的混合物。实用的单体包括甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸 2-乙己酯、丙烯酸异癸酸、丙烯酸 2-羟乙酯、丙烯酸 2-羟丙酯、丙烯酸环己酯、1,4-丁二醇丙烯酸酯、乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯、新戊二醇二丙烯酸酯、二甘醇二丙烯酸酯、二甘醇二甲基丙烯酸酯、1,6-己二醇二丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、季戊四醇三丙烯酸酯，以及季戊四醇四丙烯酸酯。特别实用的是其混合物，其中至少有一个单体是多功能的单体，如二丙烯酸酯或三丙烯酸酯，由于其在反应的光聚合物中将产生出交联网络。用于本发明方法中的最为可取的材料，是由乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯和三羟甲基丙烷三丙烯酸酯的光致聚合混合物形成的交联的聚合物。此最为可取的材料折射率约在 1.53 至 1.56 之间变化。

为了使调制装置 12 和显示装置 16（图 1）具有更高的总的光输出，最好使所有微棱镜波导输入表面 30 的面积之和大于基片

24 总面积的 20 %。所有微棱镜波导输入表面 30 的面积之和大于基片 24 总面积的 35 % 更好。所有微棱镜波导输入表面 30 的面积之和大于基片 24 总面积的 50 %，则更为可取。

位于微棱镜波导 28 之间填隙区域 36 的折射率，必须小于微棱镜波导 28 的折射率。作为填隙区的优选材料，包括折射率为 1.00 的空气以及折射率约在 1.16 至 1.35 范围内的含氟的聚合物材料。最好的材料是空气。

图 2 表示的增粘层 22 和 26 是一种可透过光的有机材料，能够使波导 28，特别是使由聚合物如光致交联的丙烯酸酯单体材料制成的波导牢固地粘在基片 24 上面。对于本领域的普通技术人员来说，这种材料是公知的。增粘层 22 的厚度并非关键，且可广播变化。在本发明的最佳实施例中，增粘层 22 和 26 的厚度约小于 10 微米。

图 3A 表示光发生装置 4、板状波导 6、基片 24、增粘层 22 和 26 以及阵列微棱镜 28 的分解透视图。在此实例中，微棱镜 28 按照方形或者矩形阵列配置，如图 3B 所示，虽然其它一些配置象六角形图案也是能可的，如图 3C 所示。这些微棱镜之间沿着垂直于光发生装置 4 的方向具有重复距离 38，在平行于光发生装置 4 的方向上具有重复距离 40。重复距离 38 和 40 可以相等或不相等，并且可以根据显示器的分辨本领和规格作广泛的变化。此外，重复距离 38 和 40 可以跨越光反射装置 8 的表面变化，以对波导 6 内由于距离光发生装置 4 距离增加带来的光强度下降进行补偿。这种光强度下降，是由于阵列中的其它微棱镜提取了光的缘故。理想的重复距离 38 和 40 值，约从 10 微米至 40 毫米。更为可取的重复距离 38 及 40 值，约从 50 微米至 10 毫米。重复距离 38 及 40 的最为可选的的值，约从 100 微米至 2 毫米。

图 4 表示图 2 及 3 所示本发明的另一种实施例。微棱镜 28 的光输入表面 30，通过粘合层 46 固定在板状波导 6 上面。固定在微棱镜光输出表面 32 上的，是通过粘合层 44 固定的基片层 42。

单块的微棱镜波导 28，表示在图 5 中。倾斜角度 72 的理想值，约从  $25^{\circ}$  至  $40^{\circ}$ 。此倾斜角 72 更为可取的值，约从  $28^{\circ}$  至  $37^{\circ}$ 。此倾斜角 72 最为可取的值，约从  $30^{\circ}$  至  $35^{\circ}$ 。估算倾斜角度 72 理想值的方法，将在下面讨论。

在图 5 中，微棱镜波导 28 的高度尺寸为 50。此高度 50 可以根据显示器的规格和分辨本领广泛地变化。就是说，比较小的显示器如膝上计算机的显示器和航空电子设备显示器，与较大的显示器如大屏幕平板型电视相比，将具有大大减小的尺寸。尺寸 50 的理想值，约从 10 微米至 40 毫米。尺寸 50 更为可取的值，约从 50 微米至 10 毫米。尺寸 50 最为可取的值，约从 100 微米至 2 毫米。微棱镜波导 28 的长度尺寸为 52。此长度 52 可根据显示器的规格和分辨本领广泛地变化。此外，该长度 52 可以跨越光反射装置 8 的表面进行变化，以对波导 6 内部由于距离光发生装置 4 距离增大带来的光强度下降进行补偿。这种光强度下降，是由于阵列中的其它微棱镜提取了光的缘故。作为长度 52 的最大值，比重复距离 38 要小。尺寸 52 的理想值，约从 10 微米到小于 40 毫米。尺寸 52 更为可取的值，约从 50 微米到小于 10 毫米。尺寸 52 最为可取的值，约从 100 微米到小于 2 毫米。微棱镜 28 的宽度尺寸为 54。此宽度 54 可以根据显示器的规格和分辨本领广泛地变化。此外，该宽度 54 可以跨越光反射装置 8 的表面进行变化，以对波导 6 内部由于距离光发生装置 4 距离增加带来的光强度下降进行补偿。这种光强度下降，是由于阵列中的其它微棱镜提取了光的缘故。作为宽度 54 的最大值是重复距离 40。这就是说，当宽度

54 等于重复距离 40 时，微棱镜跨越基片宽度为彼此邻接的，如图 4D 所示。尺寸 54 的理想值，约从 10 微米至 40 毫米。尺寸 54 更为可取的值，约从 50 微米至 10 毫米。尺寸 54 最为可取的值，约从 100 微米至 2 毫米。

用以近似地确定微棱镜 28 角度 72 的方法，表示在图 6 中。为简单起见，我们将假定微棱镜 28 的折射率等于板状波导 6 的折射率。斯涅耳折射定律用来确定光在波导 6 中传播时的角度分散。对于波导 6 来说，如果象由斯涅耳定律算出来的那样角度 56 和 58 等于临界角  $\theta_c$ ，那么对于能在波导 6 中传播的光来说，其总的角度分散乃是角度 60 和 62 之和，其中角度 60 和 62 中的每一个都等于  $90^\circ - \theta_c$ 。以角度范围约从零（平行于板状波导的平面）直到角度 60 传播的光线，仅有 50% 的光有机会通过碰撞微棱镜 28 的光输入表面 30 而从板状波导中提取。以角度约从零到角度 62 传播的光线，通过完全内反射将被反射后离开波导 6 的下表面，随后射向波导 6 的上表面，且在此处有机会被沿波导进一步往下的其它微棱镜 28 从波导 6 中提取。

对于微棱镜 28 的最佳功能来说，表面 33 应处在角度 72，以使由角度 60 表示的光分布的中点，将以垂直于波导 6 平面的角度通过微棱镜 28 的输出表面 32 射出。角度 60 的中点为角度 64，可被表示为  $(90^\circ - \theta_c) / 2$  或者  $(45^\circ - \theta_c / 2)$ 。于是角度 66 等于  $(90^\circ - \text{角度 } 64)$  或者  $(45^\circ + \theta_c / 2)$ 。如果角度 72 等于角度 70，而且角度 70 依次又等于角度 66 的一半，则在微棱镜 28 中对于光的正确定向将会发生。其结果是角度 72 等于  $(22.5^\circ + \theta_c / 4)$ 。例如，假如波导 6 和微棱镜 28 的折射率为 1.55，而且此波导和微棱镜为折射率为 1.00 的空气所环绕，则  $\theta_c = 40^\circ$ ，而且角度 72 为  $32.5^\circ$ 。

本发明进一步的实施例，表示在图 7 和 8 中。反射装置 8 进一步包括有阵列的微透镜 80。在此实施例中，微透镜 80 被配置在微棱镜 28 和调制装置 12（未表示）之间并紧靠着它们。微透镜 80 最好由前面针对微棱镜 28 公开的同样的一些单体制成，且其折射率等于或者基本上等于微棱镜 28 的折射率。然而任何透明的材料都可以使用，例如前面讨论过的那些材料。

在图 7 中，作为微透镜 80 的基片 82，还用作微透镜 80 和微棱镜 28 之间的隔板。基片 82 的厚度被最优化，以使来自微棱镜 28 的光能够被微透镜 80 准直。基片 82 可以由任何透明的固体材料制成。优选的材料包括透明的聚合物、玻璃和熔融石英。这些材料的理想特性，包括在该装置典型工作温度下的机械和光学稳定性。最为可取的材料是玻璃、丙烯酸类、聚碳酸酯和聚酯。

微棱镜阵列和微透镜阵列 80 分解了的透视图，表示在图 8 中。此微透镜阵列被表示为方形或者矩形的阵列，虽然其它如六边形的排列也是可能的。微透镜间中心至中心的距离，直接与微棱镜 28 的重复距离 38 及 40 相关联。就是说，对于每个微棱镜 28 来说，都存在一个与其输出表面 32 对准的相应的微透镜 80。在工作状态下，由微棱镜 28 发出的大体上准直的光线，进一步被微透镜 80 准直，以为调制装置 12 提供实质上更加准直的光源。

单块的微透镜 80 表示在图 9 中。该微透镜可以是球面透镜或者非球面透镜。微透镜 80 的宽度 86，约可从 20 微米变化到 80 毫米。宽度 86 更为可取的值，其范围约从 100 微米至 20 毫米。宽度 86 最为可取值的范围，约从 200 微米至 4 毫米。高度 88 的理想值范围，约为宽度 86 的 0.05 倍至 3.0 倍。高度 88 更为可取值的范围，约为宽度 86 的 0.1 倍至 2.0 倍。高度 88 最为可取值的范围，约为宽度 86 的 0.2 倍至 1.0 倍。如果微透镜 80 为球面透镜，



则此透镜将具有一个曲率半径为 84 的弯曲表面。该曲率半径可以根据相应微棱镜阵列的重复距离 38 及 40 广泛地变化。该曲率半径的优选值范围，约从 10 微米至 80 毫米。曲率半径 84 更为可取值的范围，约从 50 微米至 20 毫米。曲率半径 84 最为可取值的范围，约从 100 微米至 4 毫米。为了使微透镜 80 基本上能够收集到通过微棱镜 28 射出波导 6 的所有光，微透镜 80 的 f-数应当比较小。作为微透镜 80 的 f-数，其范围约从 0.5 至 4.0。作为其 f-数更为可取值的范围，约从 0.6 至 3.0。此 f-数最为可取值的范围，约从 0.7 至 2.0。

本发明另外可选的实施例表示在图 10 及 11 中。在此优选实施例中，两个光发生装置 4 及 4A，被定位在与板状波导 6 按相反配置的两个光接收表面 7 及 7A 邻近。一阵列的微棱镜 90，按照以下公开的类似方式固定在板状波导 6 上面。此微棱镜 90 包括与光输出表面 94 平行的光输入表面 92，其中光输出表面 94 的表面积大于光输入表面 92 的表面积。此微棱镜 90 还包括按相反配置的两个倾斜的侧面 96 和 98。侧面 96 及 98 中的每一个，都与板状波导 6 表面的法线构成一定角度。每一倾斜的侧面与平的基片 24 或者其上的粘合层 26 的交线，均与相反配置的光接收表面 7 及 7A 平行，因而与通过板状波导 6 传播的光线的平均方向垂直。最佳的倾斜角度与光在板状波导 6 中传播角度之间的关系，与图 6 中描述的相同。每一块微棱镜 90 均能收集沿着板状波导 6 在两个相反方向上传播的光线。从微棱镜 90 射出的光，实质上作为调制装置 12 被准直了的光源。微棱镜 90 的优选材料，与针对微棱镜 28 公开的材料相同。

为了使调制装置 12 和显示装置 16（图 1）能够具有更高的总的光输出，最好使所有微棱镜 90 的输入表面 92 面积之和大于

基片 24 总面积的 20%。更为可取地，是使所有微棱镜 90 输入表面 92 面积之和大于基片 24 的 35%。最为可取地，是使所有微棱镜 90 输入表面 92 面积之和大于基片 24 总面积的 50%。

图 12 表示图 10 及 11 中表示的本发明的另一实施例。微棱镜 90 的光输入表面 92，通过粘合层 114 固定在板状波导 6 上。通过粘合层 112 固定在光输出表面 94 上的是基片层 110。

单块的微棱镜波导 90，表示在图 13 中。倾斜角度 126 和 128 的理想值范围，约从 25° 至 40°。对此倾斜角 126 和 128 来说，更为可取值的范围约从 28° 至 37°。其最为可取值的范围约从 30° 至 35°。此倾斜角 126 和 128 是逼近的，使用的是前面针对倾角 72 公开的同样方法。

微棱镜 90 高度的尺寸为 124。此高度 124 可根据显示器的规格和分辨本领广泛地变化。尺寸 124 理想值的范围，约从 10 微米至 40 毫米。尺寸 124 更为可取值的范围，约从 50 微米至 10 毫米。尺寸 124 最为可取值的范围，约从 100 微米至 2 毫米。微棱镜波导 90 的长度尺寸为 120 和 122。长度 122 是长度 120 和倾斜角度 126 及 128 的函数。长度 120 可以根据显示器的规格和分辨本领广泛地变化。此外，长度 120 可以跨越光反射装置 8 的表面变化，以便对波导 6 中由于距光发生装置 4 及 4A 距离的增加带来的光强度下降进行补偿。这种光强度下降，是由于阵列中的其它微棱镜提取了光的缘故。作为长度 120 的最大值，小于图 11 中表示的重复距离 100。尺寸 120 的理想值范围，约从 10 微米至小于 40 毫米，其更为可取值的范围约从 50 微米至小于 10 毫米，且其最佳值的取值范围约从 100 微米至小于 2 毫米。微棱镜 90 的宽度尺寸为 121（未表示）。此宽度 121 可以根据显示器的规格和分辨本领广泛地变化。此外，该宽度 121 可以跨越光反射装置 8 的表面

变化，以便对波导 6 内由于距光发生装置 4 及 4A 距离增加带来的光强度下降进行补偿。这种光强度下降，是由于阵列中其它微棱镜提取了光的缘故。宽度 121 的最大值为图 11 中表示的重复距离 102。就是说，当宽度 121 等于重复距离 102 时，微棱镜跨越基片宽度为邻接的，如图 3D 所示。尺寸 121 的理想值范围为约 10 微米至 40 毫米，其更为可取值的范围为约 50 微米至 10 毫米，其最为可取值的范围则为约 100 微米至 2 毫米。

图 10 及 11 中公开的本发明进一步实施例还包括有如前公开的阵列微透镜 80。在此实施例中，微透镜 80 被配置在微棱镜 90 和调制装置 12 之间。微透镜 80 被固定在基片 82 上，且此基片 82 是由作为基片 24 所公开的同种基片材料制成的。基片 82 的厚度被优化，以使来自微棱镜 90 的光能被微透镜 80 准直。微透镜之间中心至中心的距离，直接与微棱镜 90 的重复距离 100 及 102 相关联。就是说，对于每个微棱镜 90 来说，存在一与每个微棱镜 90 的输出表面 94 对准的相应的微透镜 80。由微棱镜 90 发出的大体上准直的光线，被微透 80 进一步准直，以提供实质上更加准直的光模式。

本发明更进一步的实施例表示在图 14 中，且图 15 表示图 14 所示本发明的替代实例。在这些优选实施例中，四个光发生装置 4、4A、4B 及 4C，被定位在与板状波导 6 的四个光接收表面 7、7A、7B 及 7C 之一邻近。阵列微棱镜 130，按照上面公开的类似方式被固定在板状波导 6 上。单块微棱镜波导 130 的透视图，表示在图 16 中。图 17 为沿图 16 所示平面 17 所取微棱镜 130 的剖面图，而且图 18 为沿图 16 所示平面 18 所取微棱镜 130 的剖面图。如图 17 和 18 所示，微棱镜 130 包括平行于光输出表面 163 的光输入表面 161，其中光输出表面 163 的表面积大于光输入表面 161

的表面积。微棱镜 130 还包括四个倾斜的侧面 166、168、176 和 178。这些倾斜的侧面被定位在使其与板状波导相交构成的线，平行于光接收表面中的两个，并且与这通过板状波导 6 从两个光接收表面传播来的光线的平均方向垂直。每块微棱镜 130 均能收集板状波导中沿四个方向传播来的光线，并且通过 TIR 将其传送给光输出表面 163。来自四个光发生装置的光，将作为调制装置 12 基本上被准直的光源从微棱镜 130 中射出。对于高度 164、长度 160、162、170 和 172、倾斜角度 167、169、177 和 179 以及重复尺寸 134 和 132 来说，其理想值与上述实施例中公开的那些相同。

在图 15 中，微棱镜 130 的光输入表面 161 是通过粘合层 154 固定在板状波导 6 上的。通过粘合层 152 固定在光输出表面 163 上的是基片层 150。

公开在图 14 及 15 中的本发明另一实施例还包括有阵列的微透镜 80。在此实施例中，微透镜 80 配置在微棱镜 130 和调制装置 12 之间。微透镜 80 固定在基片 82 上，且此基片 82 是由作为基片 24 公开的同样基片材料制成的。基片 82 的厚度被优化，以使来自微棱镜 130 的光被微透镜 80 准直。微透镜之间中心至中心的距离，与微棱镜 130 的重复距离 134 和 132 直接关联。就是说，对于每块微棱镜 130 来说，存在一块与每块微棱镜 130 的输出表面 163 对准的相应的微透镜 80。由微棱镜 130 出来的大体上准直的光线，被此微透镜 80 进一步准直，以提供实质上更加准直的光模式。

阵列的微棱镜 28 和微透镜 80，可以通过各种技术制做，其中包括注模方法、压模方法、热辊压力铸造、模具之中的光致聚合，以及并不使用模具的光致聚合工艺。优选的技术是在上述提

到的美国专利申请中公开和说明的光致聚合工艺。该工艺的一些简单变换表示在图 19 中。

图 19A 表示用于生产图 5 所示类型的微棱镜 28 的工艺，其中微棱镜的一条边 33 是以角度  $72^\circ$  倾斜的。光掩模 180 与带有粘合层 26 的基片 24 处在实际接触状态，其中的光掩模具有不透明和透明的两种区域。由单体和光致引发剂组成的基本上为均匀厚度的可以光致聚合的混合物 182，被放在带有粘合层 26 的基片 24 和带有脱模层 184 的垫板 186 之间。通过光掩模 180 的透明区域，将可以光致聚合的混合物 182 对基本上被准直了的紫外光 188 曝光一段时间，并处在足以使此单体混合物区域光致聚合的条件下，以形成一阵列微棱镜 28。为使微棱镜 28 能够形成带倾斜角  $72^\circ$  的侧面，此紫外光必须按一定角度入射到掩模之上，该角度或者可以使用斯涅耳折射定律计算出来，或者用实验方法确定。在进行紫外光曝光之后，掩模 180、带有脱模层 184 的垫板 186 和未曝光的可光致聚合的混合物 182 被除去，剩下的是由粘合层 26 固定在基片 24 上的阵列微棱镜 28。

图 19B 表示用于生产图 13 所示类型微棱镜 90 的工艺，其中微棱镜 90 的边 96 是以角度  $126^\circ$  倾斜的，且其另一边 98 是以角度  $128^\circ$  倾斜的。光掩模 180 被放在与带有粘合层 26 的基片 24 实际接触，其中的光掩模带有不透明和透明两种区域。由单体和光致引发剂组成的基本上为均匀厚度的可光致聚合混合物 182，被放在带有粘合层 26 的基片 24 和带有脱模层 184 的垫板 186 之间。穿过光掩模 180 的透明区域，使可光致聚合的混合物 182 对基本上被准直了的紫外光 190 曝光一段时间，并处在足以使此单体混合物区域光致聚合的条件下，以形成一阵列微棱镜 90。为了使微棱镜 90 能够形成以带有倾斜角  $126^\circ$  和  $128^\circ$  的两个侧面，此紫外光 190

必须从两个不同的方向入射到掩模 180 上，该方向或者可通过使用斯涅耳折射定律计算出来，或者用实验方法确定。从两种不同的方向进行紫外曝光，不是同时做到，就是顺序地进行。在紫外光曝光之后，光掩模 180、带脱模层 184 的垫板 186 和未曝光的可光致聚合的混合物 182 被除掉，剩下来由粘合层 26 固定在基片 24 上的阵列微棱镜 90。

与图 19B 中表示的形成带有两个倾斜的侧面的微棱镜 90 类似的工艺（未表示），还可用来形成图 16 所示类型的带有四个倾斜侧面的微棱镜 130。如果所有四个侧面都是倾斜的，那么紫外光必须从四个不同的方向通过掩模 180，不是同时就是顺序地。对于紫外光要求的四个方向，可以用实验方法确定，或者由斯涅耳定律计算出来。

图 19C 表示用于生产图 15 及 16 所示类型微棱镜 130 的另一工艺过程，它带有四个倾斜的侧面。光掩模 180 被放在与带有粘合层 152 的基片 150 实际接触，而且其中的光掩模具有不透明和透明两种区域。由单体和光致引发剂组成的基本上为均匀厚度的可光致聚合的混合物 182，被放在带有粘合层 152 的基片 150 和带有脱模层 184 的垫板 186 之间。光致引发剂必须以足够的量存在，以将显著份额的紫外光吸收在可光致聚合混合物层中。光散射器 194 被放在光掩模 180 和紫外光源 192 之间，以使该紫外光在一定的角度范围内被发散。为使图 15 及 16 所示类型的微棱镜 130 能被形成，该光散射器应能使光在约  $20^\circ$  的全部角度（在光强度为 50% 点上测得的）范围内发散。穿过光散射器 194 和光掩模 180 的透光区域，使可光致聚合的混合物 182 对紫外光 192 曝光一段时间，并处在足以使该单体混合物区域光致聚合的条件下，以形成一阵列微棱镜 130。虽然散射器 194 能使紫外光通过

可光致聚合的混合物 182 时被发散，然而令人意外地是该棱镜的形成以其大的表面与粘合层 152 相接触，小的表面与脱模层 184 相接触。此令人意外的结果，乃是由于散射器 194 对于光的发散以及可光致聚合混合物 182 中光致引发剂对紫外光的吸收，而使可光致聚合层 182 中靠近脱模层 184 的紫外光强相对粘合层 152 处降低的影响。较低的光强度，会使光致聚合过程更容易被可光致聚合混合物 182 中存在的氧遏止，造成光致聚合过程放慢以及较小的微棱镜面与脱模层 184 邻接。在经紫外曝光之后，光掩模 180、带有脱模层 184 的垫板 186 和未曝光的可光致聚合混合物 182 被除掉，剩下来由粘合层 152 固定在基片 150 上的阵列微棱镜 130。此阵列微棱镜被形成为可按图 15 所示方式固定在适合的板状波导上。

类似图 19C 所示用以形成带有四个侧面的微棱镜 130 的工艺过程，还可用来形成图 9 所示类型微透镜 80。为了形成微透镜，必须存在足够量的光致引发剂，以在可光致聚合的混合物层中吸收显著份额的紫外光。光散射器 194 被放在光掩模 180 和紫外光源 192 之间，以使该紫外光在一定角度范围内发散。为了使图 9 所示类型的微透镜 80 能够形成，此散射器应能将光在约  $40^{\circ}$  至  $100^{\circ}$  的全部角度（在光强度为 50% 点测得的）范围内发散。穿过散射器 194 和光掩模 180 的透光区域，将可光致聚合的混合物 182 对紫外光 192 曝光一段时间，并且处在足以使此单体混合物区域光致聚合的条件下，以形成阵列的微透镜 80。在光致聚合的区域触及脱模层 184 之前，将紫外光断开。通过控制穿过散射器 194 的光的发散角，通过控制基片层 150 的厚度，便可以形成或者球面或者非球面的微透镜。

本发明可以用于需要背面照明的那些应用。这些应用的例证

是：计算机的终端，电视，飞机座舱显示器，机动车仪表面板，可以提供文本、图表或视频信息的其它装置，以及需要低外形的光源准直装置的其它一些透射光应用。

下面的一些具体实例被提供来详细地说明本发明，而且不应当构成对其的限制。

### 实例 I

使用图 19A 表示的方法，在厚度为 0.004" 的聚酯薄膜上面，形成如图 1 - 5 所示形状近似为平行四边形的、带有 0.025" × 0.025" 的正方形底面和两个面的微棱镜。光掩模为 5" × 5" 的玻璃掩模，带有许多按照方形款式排列并由 0.025" 的暗线隔开的 0.025" × 0.025" 的正方形透光区域。相邻的开口正方形间中心至中心的距离为 0.050"。微棱镜的基片是由 Hoechst Celanese 生产的厚度为 0.004" 的 Hostaphan - 4500 聚酯薄膜。此 Hostaphan-4500 薄膜的两侧涂以溶剂粘合层。通过在掩膜和此基片薄膜之间放置少许毫升甲醇及使用橡皮辊将两块压在一起，将基片放在与掩模密切接触。曝光时使用的垫板，乃是涂以市场上买得到的材料 Raim - X 薄膜的 0.25" 厚的玻璃板。此垫板被放在水平的表面上，约 5 毫升的液态的可光致聚合的混合物，用滴管吸移到垫板中心。可光致聚合的混合物，是由约 65.1% 的乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯、32.6% 的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、0.3% 的季戊四醇四双(3.5 - 二叔丁基 - 4 - 羟基苯基) (商业名称为 Irganox 1010) 抗氧化剂、0.67% 的  $\alpha$ ,  $\alpha$  - 二甲氧基 -  $\alpha$  羟基乙酮 (Darocur 1173) 光致引发剂、0.67% 的联苯二甲基缩酮 (Irgacure 651) 光致引发剂，以及 0.67% 的 Irgacure 500 光致引发剂组成的。光致引发剂的总百分比为 2.0%。4" × 0.5" × 0.016" 厚的金属隔板，被放在垫板边缘外围。基片一侧朝下，将



光掩模/基片组件放在可光致聚合混合物的顶部。5" × 5" × 0.25" 厚的清晰玻璃板，被放在此整体制作的组件顶部，并且使用金属夹板和螺钉将这些板整体而且均匀地压紧在一起，从而在垫板和聚酯薄膜的基片之间得到 0.016" 厚的可光致聚合层。

整体制作的组件大约以 60° 的角度相对于水平表面倾斜，且被放到紫外光曝光系统的准直透镜下面。此紫外曝光系统包含 1000 瓦的水银-氙气弧光灯，并且将强度约为 70 毫瓦/平方厘米的波长为 280 - 350nm 的基本上被准直的均匀光，提供整个 5" × 5" 的倾斜的制作组件。此样品被照射 8 秒钟。随后将此制作组件拆开，而且带有微棱镜的阵列薄膜现在便形成，但在微棱镜之间的填隙区同仍散布有未反应的可光致聚合材料，然后将其放在异丙醇的搅动浴槽内，搁置 10 分钟。在去除剩余的单体之后，将此微棱镜放在带石英窗的氮气驱气箱内的氮气流中进行干燥，且在紫外光下面外加 20 秒的硬化。

利用光学显微镜来对此微棱镜作出评价。单独的微棱镜具有六个面，即四个侧面以及上面和下面。处在微棱镜相反两侧的两个侧面，看上去具有接近平行四边形的形状。微棱镜的上面和下面，约为尺寸 0.025" × 0.025" 的正方形。棱镜的高度约为 0.016"，即制作组件中使用的金属隔板的厚度。形状为平行四边形的两侧面的边缘，相对于垂直基片表面所作假想线构成约 30° 的角度。微棱镜间分开以约为 0.025" 的距离。

为了检验微棱镜的工作情况，将聚酯基片上列阵的微棱镜放到尺寸约为 12" × 6" × 0.25" 厚的清晰的聚丙烯塑料平板上。在此聚酯基片和聚丙烯平板之间放一水薄膜，以使光能很容易地在平板和微棱镜阵列的基片之间耦合。来自 1 瓦荧光灯泡的光，被耦合到 0.25" 厚的聚丙烯平板一侧。让聚酯基片上列阵的微棱镜按顺

序旋转，以使微棱镜 4 个面中的每一个面向荧光灯。在四方向之一的图 2 所示的取向时，来自聚丙烯平板的光，在复盖约  $50^\circ$  角分布方向的范围内（以 50 % 光强度点来作为角分布的全宽度测得的），被耦合后从微棱镜顶部射出。来自微棱镜的光分布的中心，处在约与聚丙烯平板表面垂直的方向上。换句话说，此光分布可被描述为相对垂直于基片平面所作假想线任何一侧以  $\pm 25^\circ$  扩展。在微棱镜其它三个方向上，只能观察到非常少的光沿垂直于聚丙烯平板表面的方向射出。

### 实例 II

使用图 19A 和实例 I 表示的方法，在厚度为 0.002" 的聚酯薄膜上面，形成如图 1 - 5 所示形状近似为平行四边形、带有 35 微米  $\times$  35 微米的正方形底面和两个面的微棱镜。光掩模为 5"  $\times$  5" 的玻璃掩模，带有许多按方形款式排列并由 15 微米的暗线隔开的 35  $\times$  35 微米<sup>2</sup> 的正方形透光区域。相邻的开口正方形之间中心至中心的距离为 50 微米。微棱镜的基片是由 Hoechst Celanese 生产的厚度为 0.002" 的 Hostaphan-4500 聚酯薄膜。垫板被放在水平的表面上，约 1 毫升的液态的可光致聚合的混合物，用滴管吸移到垫板中心。可光致聚合的混合物，是由约 65.1 % 的乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯、32.6 % 的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、0.3 % 的季戊四醇四双（3，5 - 二叔丁基 - 4 - 羟基苯基）（商业名称为 Irganox 1010）抗氧化剂、0.67% 的  $\alpha$ ， $\alpha$  - 二甲氧基 -  $\alpha$  - 羟基乙酮（Darocur 1173）光致引发剂、0.67 % 的联苯二甲基缩酮（Irgacure 651）光致引发剂，以及 0.67 % 的 Irgacare 500 光致引发剂组成的。光致引发剂的总百分比为 2.0 %。直径 25 微米的两金属丝隔离物，沿着垫板的两个边缘放置。基片的一侧朝下，将光掩模/基片组件放在可光致聚合混合物的顶部。5"  $\times$  5"  $\times$

0.25"厚的清晰玻璃板，被放在此整体制作的组件顶部，并且使用金属夹板和螺钉将这些板整体而且均匀地压紧在一起，从而在垫板和聚酯薄膜的基片之间得到约 25 微米厚的可光致聚合层。

整体制作的组件大约以  $60^\circ$  的角度相对于水平表面倾斜，且被放到实例 I 所述紫外光曝光系统的准直透镜下面。此样品被照射 4 秒钟。随后将此制作组件拆开，而且带有微棱镜的阵列薄膜现在便形成，但在微棱镜之间的填隙区内仍撒布有未反应的可光致聚合材料，然后将其放在异丙醇的搅动浴槽内，搁置 10 分钟。在去除剩余的单体之后，将此微棱镜放在带石英窗的氮气驱气箱内于氮气流中进行干燥，且在紫外光下面外加 20 秒的硬固化。

利用光学显微镜来对微棱镜作出评价。单独的微棱镜具有六个面，即四个侧面以及上面和下面。处在微棱镜相两侧的两个侧面，看上去具有接近平行四边形的形状。微棱镜的上面和下面，约为尺寸  $35 \times 35$  微米<sup>2</sup>的正方形。棱镜的高度约为 30 微米，比制作组件中使用的金属丝隔离物厚度略大。形状为平行四边形的两侧面的边缘，相对于垂直基片表面所作假想线构成约  $30^\circ$  的角度。微棱镜间分开以约 15 微米的距离。

为检验微棱镜的工作情况，可将聚酯基片上列阵的微棱镜放在尺寸约为  $12'' \times 6'' \times 0.25''$  厚的清晰的聚丙烯塑料平板上。在此聚酯基片和聚丙烯平板之间放一薄膜水，以使光能够容易地在平板和微棱镜阵列的基片之间耦合。来自 1 瓦荧光灯泡的光，被耦合到 0.25'' 厚的聚丙烯平板一侧。让聚酯基片上列阵的微棱镜按顺序旋转，以使微棱镜 4 个面中的每一个面向荧光灯。在四方向之一的图 2 所示取向时，来自聚丙烯平板的光，在复盖约  $50^\circ$  角分布方向的范围内（以 50% 光强度点作为角分布全部宽度而测得的），被耦合后由微棱镜顶部射出。来自微棱镜的光分布的

中心，处在约与聚丙烯平板表面垂直的方向上。换句话说，该光分布可被描述为相对垂直于基片平面所作假想线任何一侧以  $\pm 25^\circ$  扩展。在微棱镜其它三个方向上，只能观察到非常少的光沿垂直于聚丙烯平板表面的方向射出。

### 实例 III

使用图 19B 所示的方法，在厚度为  $0.004''$  的聚酯薄膜上面，形成如图 10 - 13 所示形状为梯形的带有  $0.025'' \times 0.025''$  正方形底面和两个面的微棱镜。光掩模为  $5'' \times 5''$  的玻璃掩模，带有许多按方形款式排列并由  $0.025''$  的暗线隔开的  $0.025'' \times 0.025''$  的正方形透光区域。相邻的开口正方形之间中心至中心的距离为  $0.050''$ 。微棱镜的基片是由 Hoechst Celanese 生产的厚度为  $0.004''$  的 Hostaphan-4500 聚酯薄膜。此 Hostaphan-4500 薄膜的两侧涂以溶剂粘合层。通过在掩膜和此基片薄膜之间放置少许毫升甲醇及使用橡皮辊将两块压在一起，将基片放在与掩模密切接触。曝光时使用的垫板一乃是涂以市场上买得到的材料 Rain-X 薄膜的  $0.25''$  厚的玻璃板。此垫板被放在水平的表面上，约 5 毫升的液态的可光致聚合的混合物，用滴管吸移到垫板中心。可光致聚合的混合物，是由约 65.1 % 的乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯、32.6 % 的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、0.3 % 的季戊四醇四双 (3.5 - 二叔丁基 - 4 - 羟基苯基) (商业名称为 Irganox1010) 抗氧化剂、0.07 % 的  $\alpha, \alpha$  - 二甲氧基 -  $\alpha$  - 羟基乙酮 (Darocur 1173) 光致引发剂、0.67 % 的苯并二甲基缩酮 (Irgacure 651) 光致引发剂，以及 0.67 % 的 Irgacure 500 光致引发剂组成的。光致引发剂的总百分比为 2.0 %。 $4'' \times 0.5'' \times 0.016''$  厚的金属隔板，被放在垫板边缘周围。基片一侧朝下，将光掩模/基片组件放在可光致聚合混合物的顶部。 $5'' \times 5'' \times 0.25''$  厚的清晰玻

璃板，被放在该整体制作的组件顶部，并使用金属夹板和螺钉将这些板整体而且均匀地压紧在一起，从而在垫板和聚酯薄膜的基片之间得到 0.016" 厚的可光致聚合层。

为了形成梯形形状的带两个面的微棱镜，将此整体制作的组件放到紫外光曝光系统（如实例 I 的同样系统）的准直透镜下面，而且首先以相对于水平表面约为 + 60° 的角度倾斜。该样品在此位置上照射 2 秒钟。其次，随后将此整体制作的组件旋转 - 120° 至相对同一水平表面约为 - 60° 的新的方向。再将此样品照射 2 秒钟。此第一和第二个曝光步骤每个多重复 3 次，在两个方向中的每一方向上总共曝光 8 秒钟。随后将此制作组件拆开，而且带有微棱镜的阵列薄膜现在便形成，但在微棱镜之间的填隙区内仍撒布着未反应的可光致聚合材料，然后被放在异丙醇的搅动浴槽内，搁置 10 分钟。在去除剩余的单体之后，将此微棱镜放在带石英窗的氮气驱气箱内于氮气流中进行干燥，且在紫外光下面附加 20 秒钟的硬固化。

利用光学显微镜来对此微棱镜作出评价。单独的微棱镜具有六个面，即四个侧面以及上面的下面。处在微棱镜相反两侧的两个侧面，看上去具有约为梯形的形状。邻接在基片上的微棱镜面（如图 19B 所示），约为尺寸 0.025" × 0.025" 的正方形。与此基片相对的面（如图 19B 所示），约为尺寸 0.025" × 0.045" 的矩形形状。棱镜的高度约为 0.016"，即制作组件中使用的金属隔板的厚度。微棱镜两梯形面的互不平行的边缘，相对于垂直基片表面所作假想线构成约 30° 的角度。

为检验微棱镜的工作情况，可将聚酯基片上列阵的微棱镜放到尺寸约为 12" × 6" × 0.25" 厚的清晰的聚丙烯塑料平板上。在此聚酯基片和聚丙烯平板之间放一水薄膜，以使光能容易地在平板

和微棱镜阵列的基片之间耦合。来自 1 瓦荧光灯的光，被耦合到 0.25" 厚的聚丙烯平板的一侧。让聚酯基片上列阵的微棱镜按顺序旋转，以使微棱镜 4 个面中的每个面向荧光灯。在四个方向之二的图 10 所示的取向时，来自聚丙烯平板的光，在复盖约 50° 角分布方向的范围内（以 50 % 光强度点作为角分布全部宽度测得的），被耦合后从微棱镜顶部射出。来自微棱镜的光分布的中心，处在约与聚丙烯平板表面垂直的方向上。换句话说，此光分布可被描述为相对垂直于基片表面所作假想线任何一侧以  $\pm 25^\circ$  扩展。在微棱镜的其它两个方向上，只能观察到非常少的光沿垂直于聚丙烯平板表面的方向射出。

#### 实例 IV

使用图 19C 所示的方法，在厚度为 0.004" 的聚酯薄膜上面，形成如图 14 - 18 所示带有 0.050"  $\times$  0.050" 的方形顶部的形状为截棱锥的微棱镜。光掩模为 5"  $\times$  5" 的玻璃掩模，带有许多按照方形款式排列并由 0.025" 的暗线隔开的 0.025"  $\times$  0.025" 的正方形透光区域。相邻的开口正方形之间中心至中心的距离为 0.050"。微棱镜的基片是由 Hoechst Celanese 生产的厚度为 0.004" 的 Hostaphan-4500 聚酯薄膜。此 Hostaphan-4500 薄膜的两侧涂以溶剂粘合层。0.032" 厚的透明的聚酯片作为隔离薄膜，被放在微棱镜基片和光掩模之间。将此基片、隔离薄膜和光掩模叠层在一起，是通过在基片和隔离薄膜之间以及在隔离薄膜和掩模之间分别放入少许毫升甲醇，然后使用橡皮棍将此三块压在一起。曝光时使用的垫板，乃是涂以市售的材料 Rain-X 薄膜的 0.25" 厚的玻璃板。此垫板被放在水平的表面上，约 10 毫升的液态的可光致聚合的混合物，用滴管吸移到垫板中心。可光致聚合的混合物，是由约 64 % 的乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯、32 % 的三羟甲基丙烷三丙烯酸

酯、2%的 $\alpha, \alpha$ -二甲氧基- $\alpha$ -羟基乙酮 ( Darocur 1173 ) 光致引发剂、2%的苯并二甲基缩酮 ( Irgacure 651 ) 光致引发剂, 以及2%的 Irgacure 500 光致引发剂组成的。光致引发剂的总百分比为6%。0.040" 厚的塑料隔板, 被放在垫板边缘外围。基片一侧朝下, 将此光掩模/隔离器/基片组件放在可光致聚合混合物的顶部。5"  $\times$  5"  $\times$  0.25" 厚的清晰玻璃板, 被放在此整体制作的组件顶部, 并且使用金属夹板和螺钉将这些板整体而且均匀地压紧在一起, 从而在垫板和聚酯薄膜的基片之间得到0.040" 厚的可光致聚合层。

为了形成形状为截棱锥的微棱镜, 将此整体制作的组件放到紫外光曝光系统(如实例 I 的同样系统)的准直透镜下面。将半透明塑料片的光散射器放在光掩模和紫外曝光系统的准直透镜之间, 以使该紫外光能在一定角度范围内被发散。为了形成截棱锥形状的微棱镜, 此散射器的挑选是使紫外光能在约 20° (在 50% 强度点上测出的) 的整个角度范围内被发散。制做的组件用紫外光照射 10 秒钟。随后将此制作组件拆开, 而且带有微棱镜的阵列薄膜现在便形成, 但在微棱镜之间的填隙区内仍撒布着未反应的可光致聚合材料, 然后将其放在异丙醇的搅动浴槽内, 搁置 10 分钟。在去除剩余的单体之后, 将此微棱镜放在带石英窗的氮气驱气箱内的氮气流中进行干燥, 且在紫外光下面附加 20 秒钟的硬化。

利用光学显微镜来对此微棱镜作出评价。单独的微棱镜具有六个面, 即四个侧面以及上面和下面。在本实例中制出的上面是邻接在聚酯基片上的, 约为 0.050"  $\times$  0.050" 的方形。与此聚酯基片相反的底面, 约为 0.015"  $\times$  0.015" 的方形。微棱镜的高度约为 0.040"。微棱镜相同的四个侧面中的每一个具有梯形形状,

而且以大约  $30^\circ$  的角度相对于垂直基片表面所作假想线倾斜。

为了检验微棱镜工作情况，将此阵列微棱镜暴露出来的  $0.015'' \times 0.015''$  的底面，压到尺寸约为  $12'' \times 6'' \times 0.25''$  厚的清晰的聚丙烯塑料平板上，该平板上涂有用于制造微棱镜的同样的可光致聚合混合物的薄膜。对此结构进行约 20 秒的紫外曝光，以将微棱镜的底面粘结在聚丙烯平板上。此可光致聚合混合物的薄膜被用作图 15 所示的粘合层 154。来自 1 瓦荧光灯泡的光，按顺序被耦合在聚丙烯平板的每一个  $0.25''$  厚的边中。对于荧光灯泡四种位置的每一位置来说，来自聚丙烯平板的光，在覆盖约  $50^\circ$  的角度分布（以光强度 50% 的点作为角度分布的全宽度测得的）的方向范围内，被耦合后从微棱镜顶部射出。来自微棱镜的光分布的中心，处在约与聚丙烯平板表面垂直的方向上。换句话说，此光分布可被描述为相对垂直于基片平面所作假想线任何一侧以  $\pm 25^\circ$  扩展。

#### 实例 V

使用图 19C 表示的曝光装置，在  $0.004''$  厚的聚酯薄膜上面，形成如图 7 - 9 所示中心至中心分开  $0.050''$  的阵列微透镜。光掩模为  $5'' \times 5''$  的玻璃掩模，带有许多按方形款式排列并由  $0.025''$  的暗线隔开的  $0.025'' \times 0.025''$  的正方形透光区域。相邻的开口正方形之间中心至中心的距离为  $0.050''$ 。微透镜的基片是由 Hoechst Celanese 生产的厚度为  $0.004''$  的 Hostaphan-4500 聚酯薄膜。此聚酯薄膜的两侧涂以溶剂粘合层。厚度  $0.013''$  透明聚酯片作隔离薄膜，被放在微透镜的基片和光掩模之间。将此基片、隔离薄膜和光掩模叠层在一起，是通过在基片和隔离薄膜之间以及在隔离薄膜和掩模之间分别放入少许毫升甲醇，然后使用橡皮辊将三块压在一起。曝光时使用的垫板，乃是涂以市售的材料 Rain-X 薄膜的



0.25" 厚的玻璃板。此垫板被放在水平的表面上，约 10 毫升的液态的可光致聚合的混合物，用滴管吸移到垫板中心。可光致聚合的混合物，是由约 64 % 的乙氧基化双酚 A 二丙烯酸酯、32 % 的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、2 % 的  $\alpha$ ,  $\alpha$ -二甲氧基- $\alpha$ -羟基乙酮 ( Darocur 1173 ) 光致引发剂、2 % 的苯并二甲基缩酮 ( Irgacure 651 ) 光致引发剂，以及 2 % 的 Irgacure 500 光致引发剂组成的。光致引发剂的总百分比为 6 %。厚度为 0.050" 的隔离器，被放在垫板边缘的外围。基片一侧朝下，将此光掩模/隔离器/基片组件放在可光致聚合混合物的顶部。5" × 5" × 0.25" 厚的清晰玻璃板，被放在此整体制作的组件顶部，并且使用金属夹板和螺钉将这些板整体而且均匀地压紧在一起，从而在垫板和聚酯薄膜的基片之间得到 0.050" 厚的可光致聚合层。

为了形成微透镜列阵，将此整体制作的组件放到紫外曝光系统（如实例 I 的同样系统）的准直透镜下面。乳白色的光散射器（Oriel 公司产品）被放在光掩模和紫外曝光系统的准直透镜之间，以使紫外光在一定的角度范围内被发散。为了形成微透镜，该散射器的挑选，是使光能在约 90° 的整个角度范围内（在强度为 50 % 点上测得的）被发散。此制作组件用紫外光照射 25 秒钟。光致聚合的区域并不与垫板相接触。然后将此制作的组件拆开，于是带有微透镜的阵列薄膜现在便形成，但在微透镜之间的填隙区内仍撒布着未反应的可光致聚合材料，然后将其放在异丙醇的搅动浴槽内，搁置 10 分钟。在去除剩余的单体之后，将此微透镜放在带石英窗的氮气驱气箱内的氮气流中进行干燥，且在紫外光下面附加 20 秒钟的硬固化。

利用光学显微镜来对此微透镜作出评价。单独的微透镜为直径约 0.050" 的圆形，其高度约为 0.025"。

此微透镜阵列连同实例 I 描述的微棱镜阵列一起进行检验。例 I 的微棱镜阵列被放在尺寸约为 12" × 6" × 0.25" 厚的清晰的聚丙烯塑料平板上。在聚酯基片和聚丙烯平板之间放一薄膜的水，以使光能够容易地在平板和微棱镜阵列的基片间耦合。来自 1 瓦荧光灯泡的光，被耦合到聚丙烯平板 0.25" 厚的边之一中。将微棱镜阵列旋转，以使大量的光能被耦合后离开微棱镜上表面。这就是图所示的取向。光被耦合离开微棱顶部，是在覆盖约 50° 的角度分布的方向范围之内（以 50 % 强度点作为角分布全宽度测出的）。— 0.008" 厚的聚酯隔离层，被放在此微棱镜阵列的顶部。然后将微透镜阵列放在此隔离薄膜的上部并对准，以使大量的光能够垂直于聚丙烯平板的平面发出。由于微透镜阵列是在微棱镜阵列上方安装好的，故光发射角度分布的宽度，约从仅仅使用微棱镜时的 50° 减小到约 25°。（距离聚丙烯平板平面的垂线为 ± 12.5°）。此微透镜阵列能够使耦合后离开微棱镜阵列的部分准直光，进一步被准直。

应当理解，以上描述的特定实施例只是用来说明本发明的原理，而且各种变换均可由本领域的普通技术人员作出，并不离开本发明的范围和精神，而仅受以下的权利要求的限制。

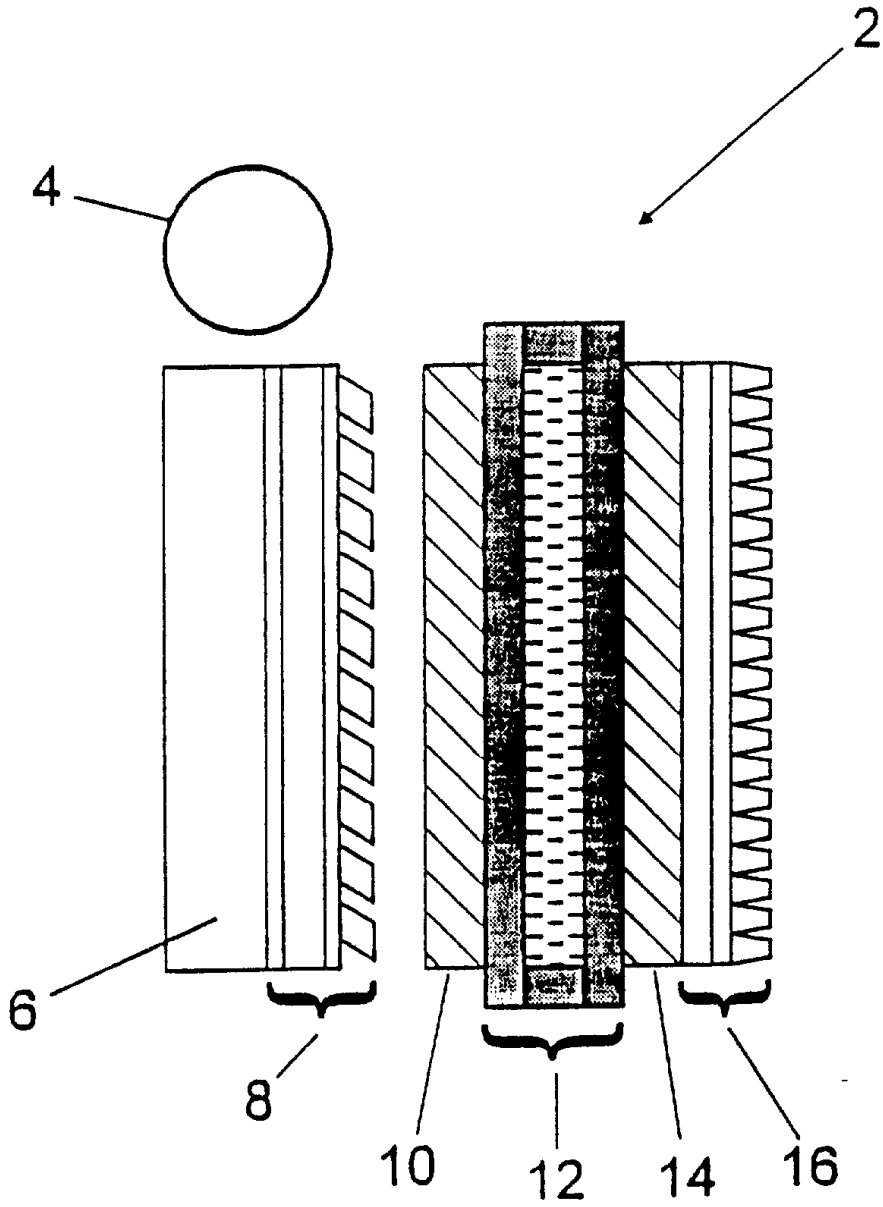


图 1

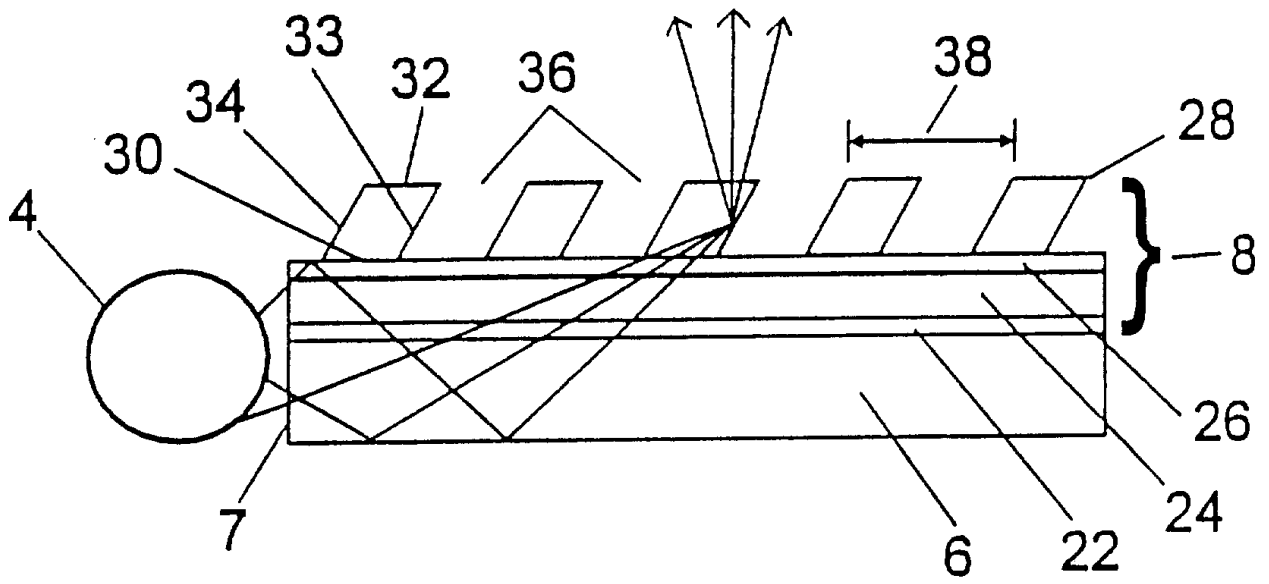


图 2

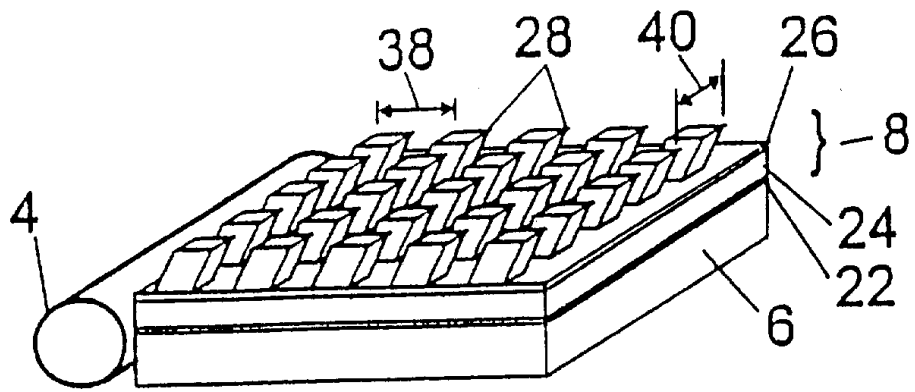


图 3A

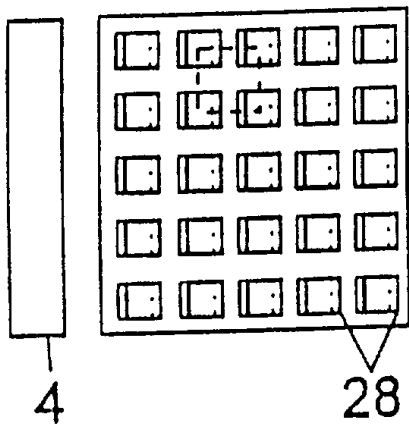


图 3B

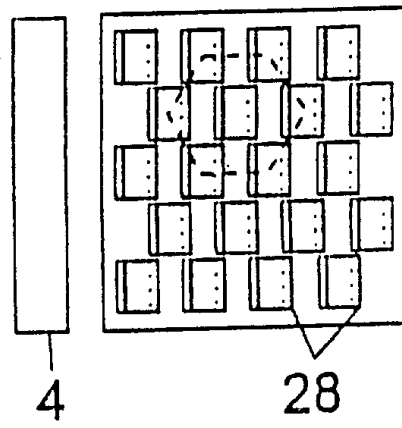


图 3C

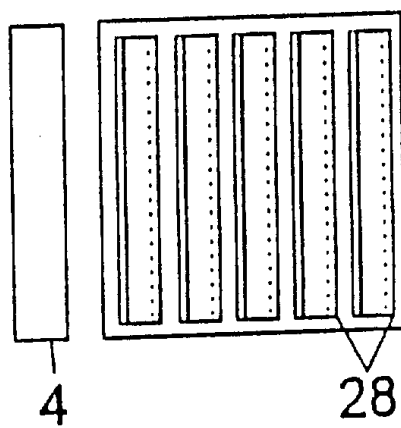


图 3D

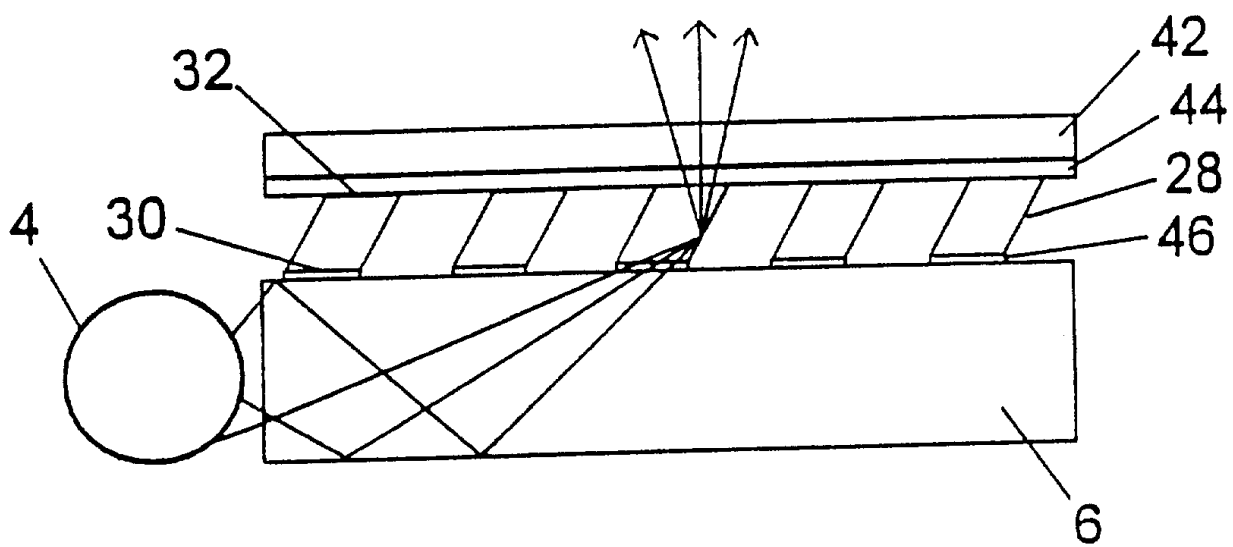


图 4

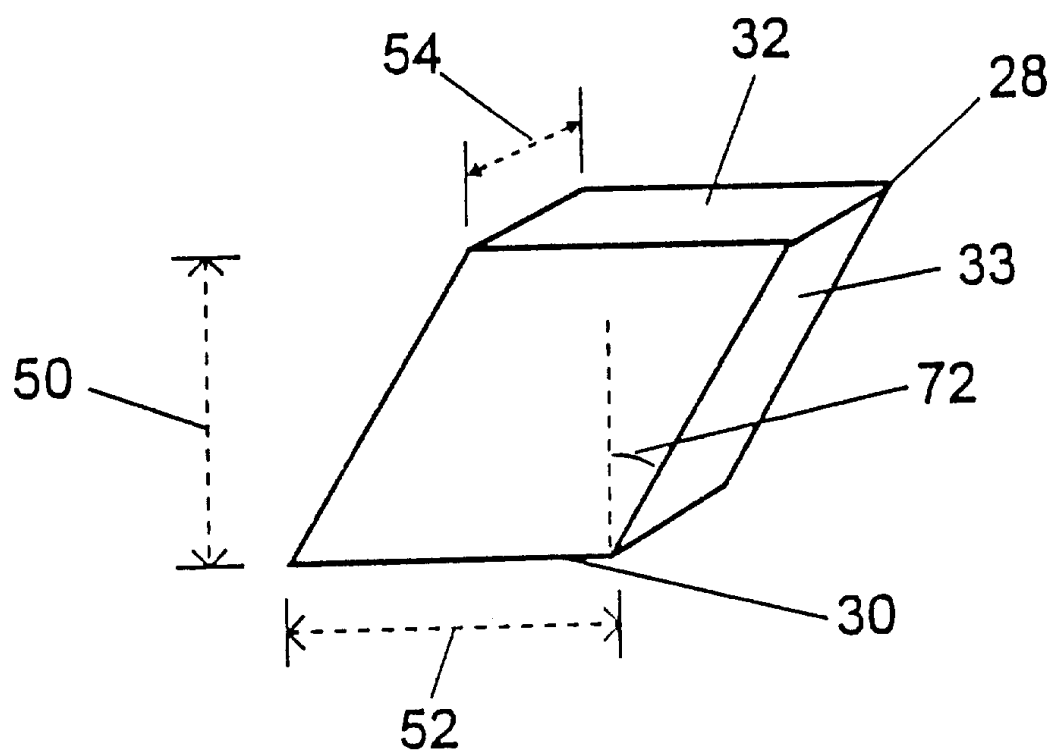


图 5

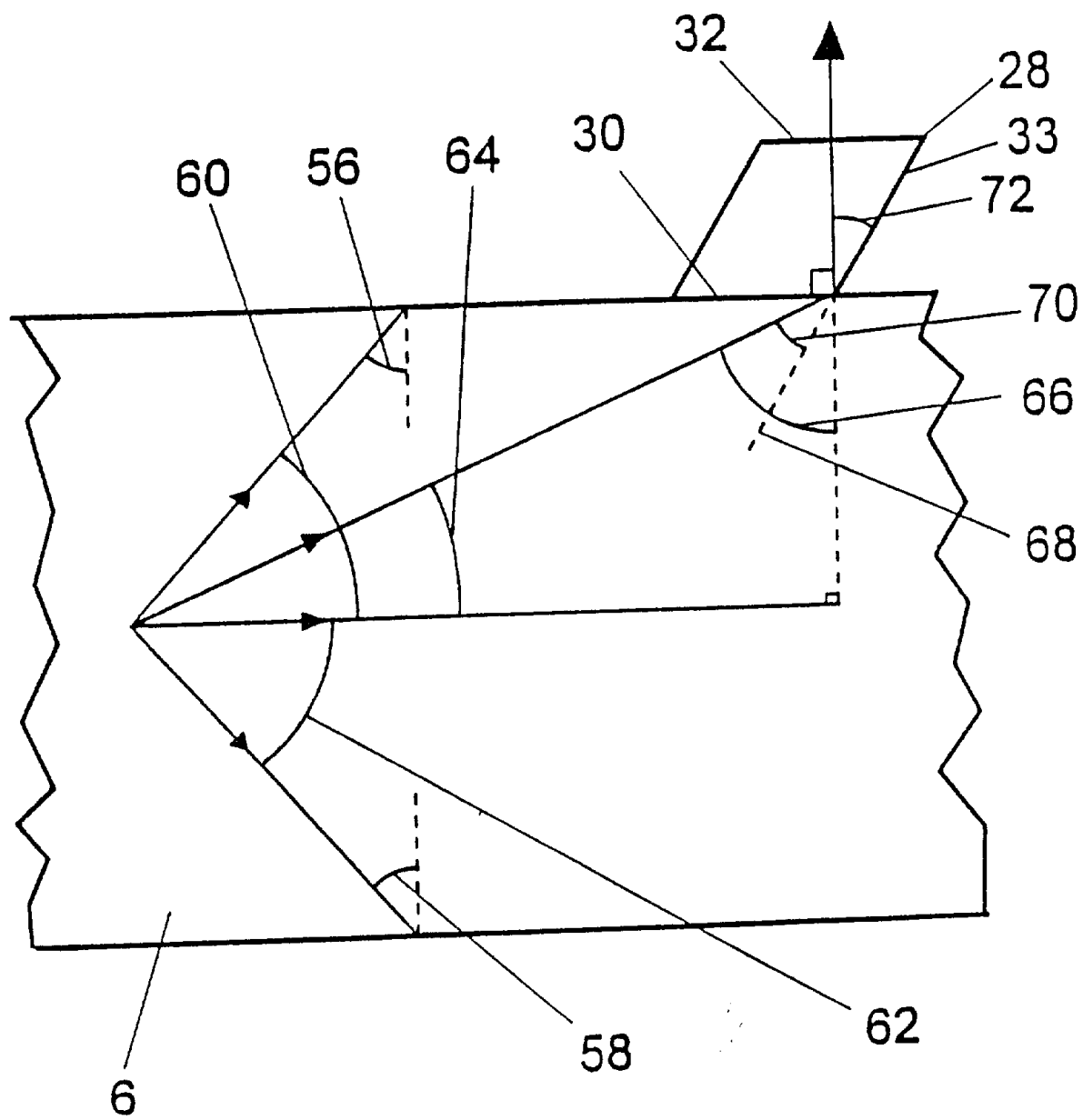


图 6



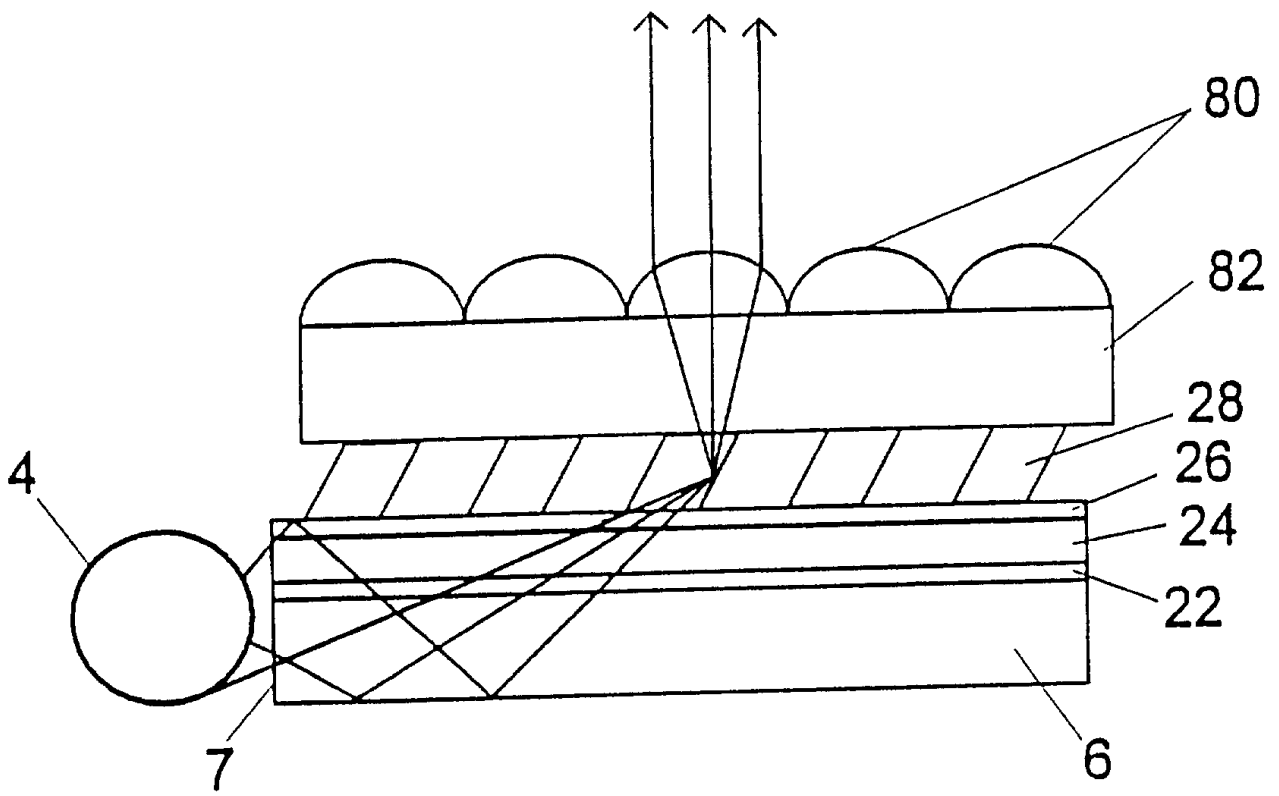


图 7

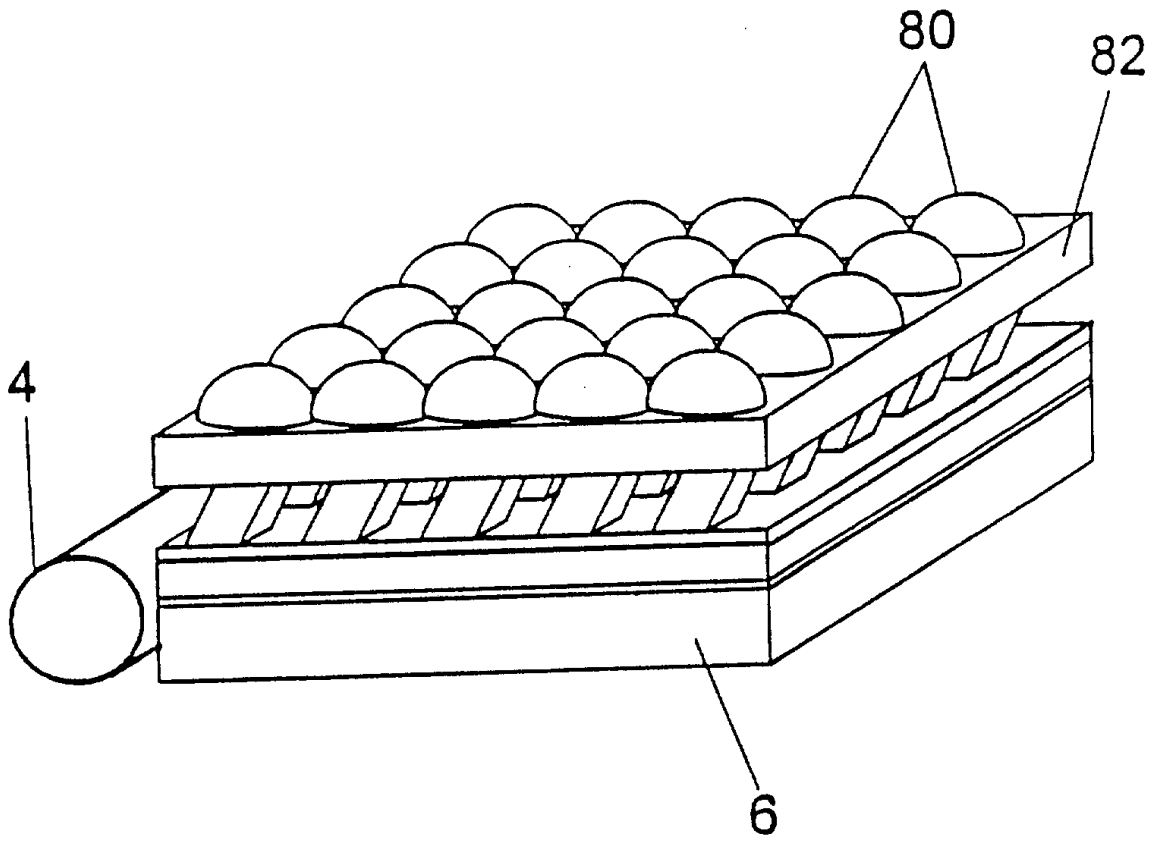


图 8

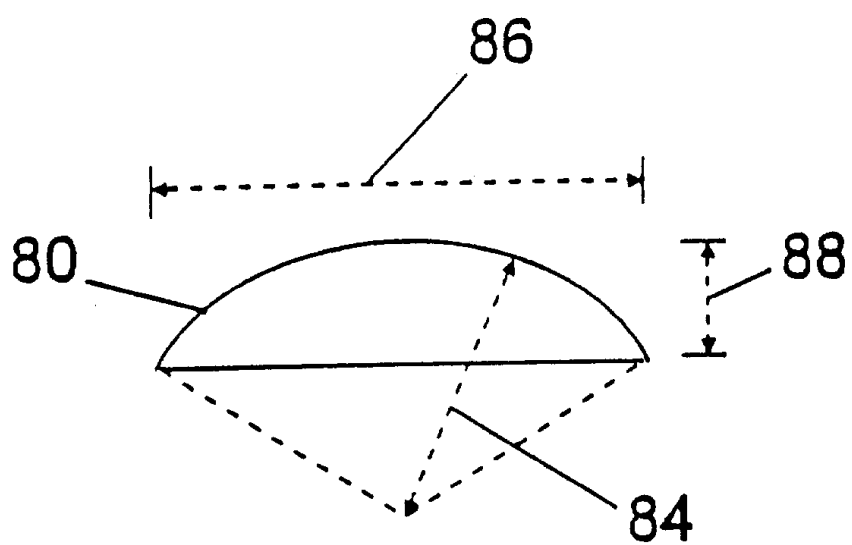


图 9

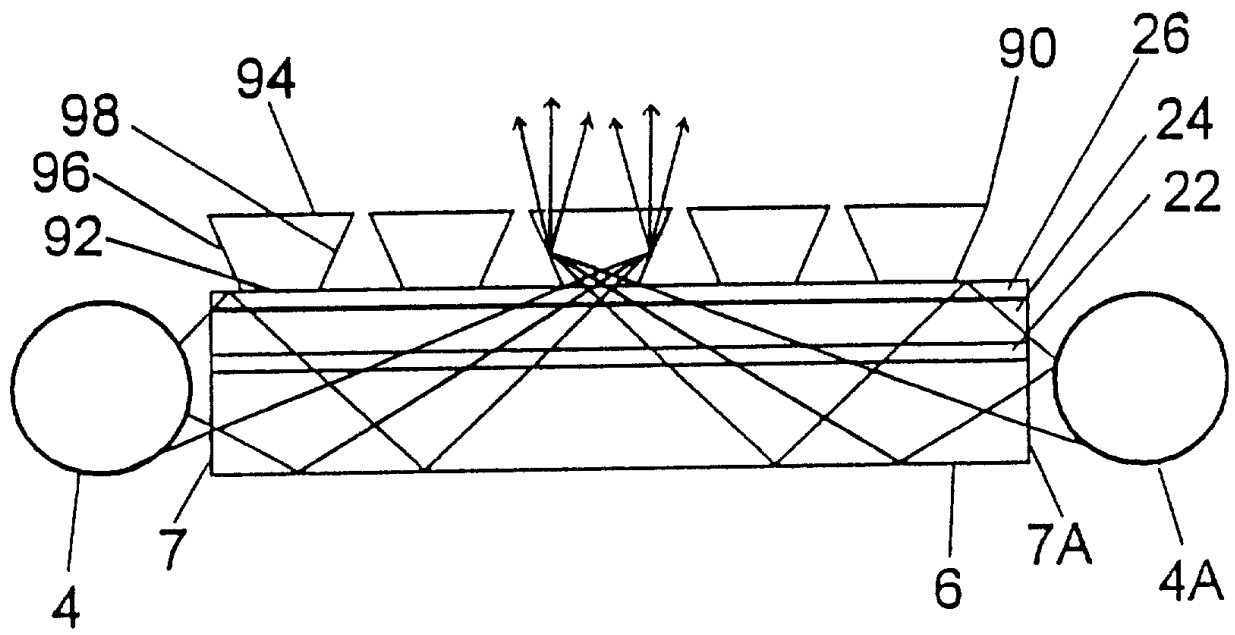


图 10

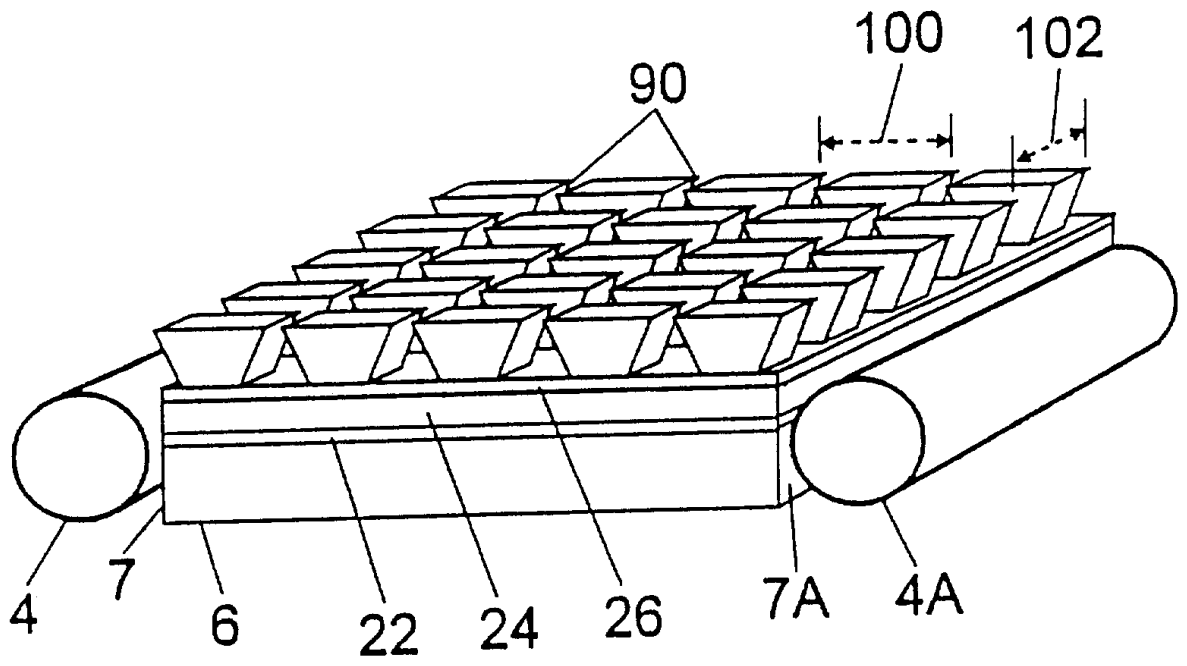


图 11

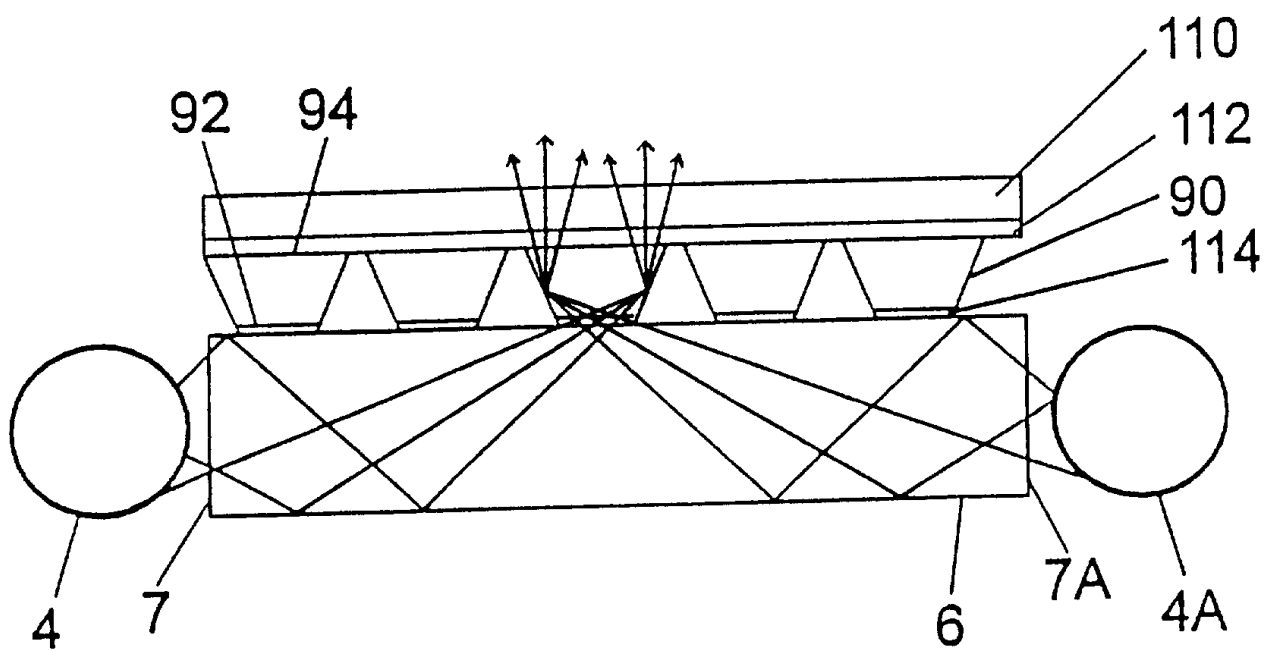
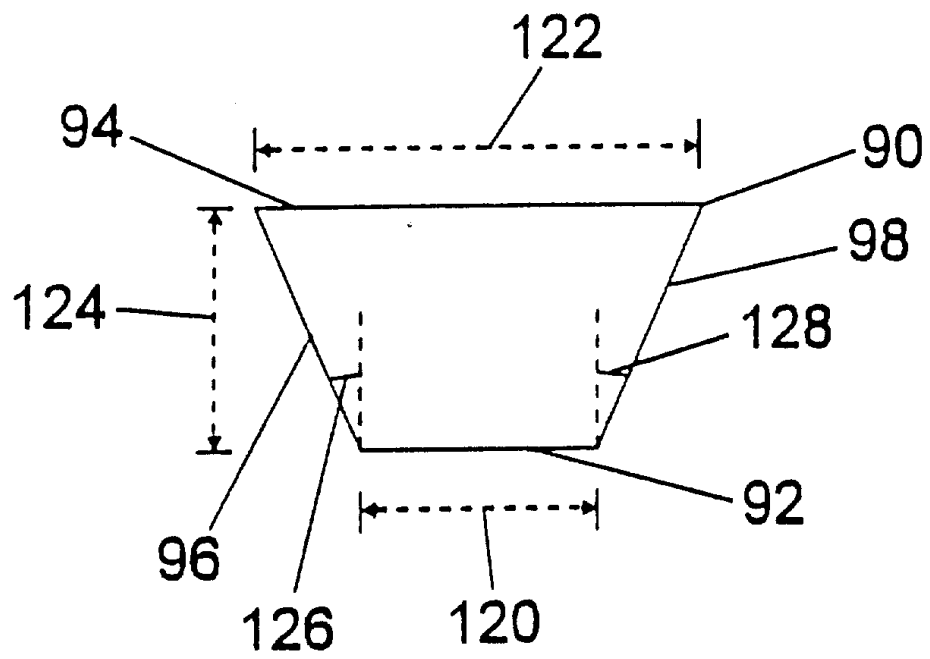


图 12



 13

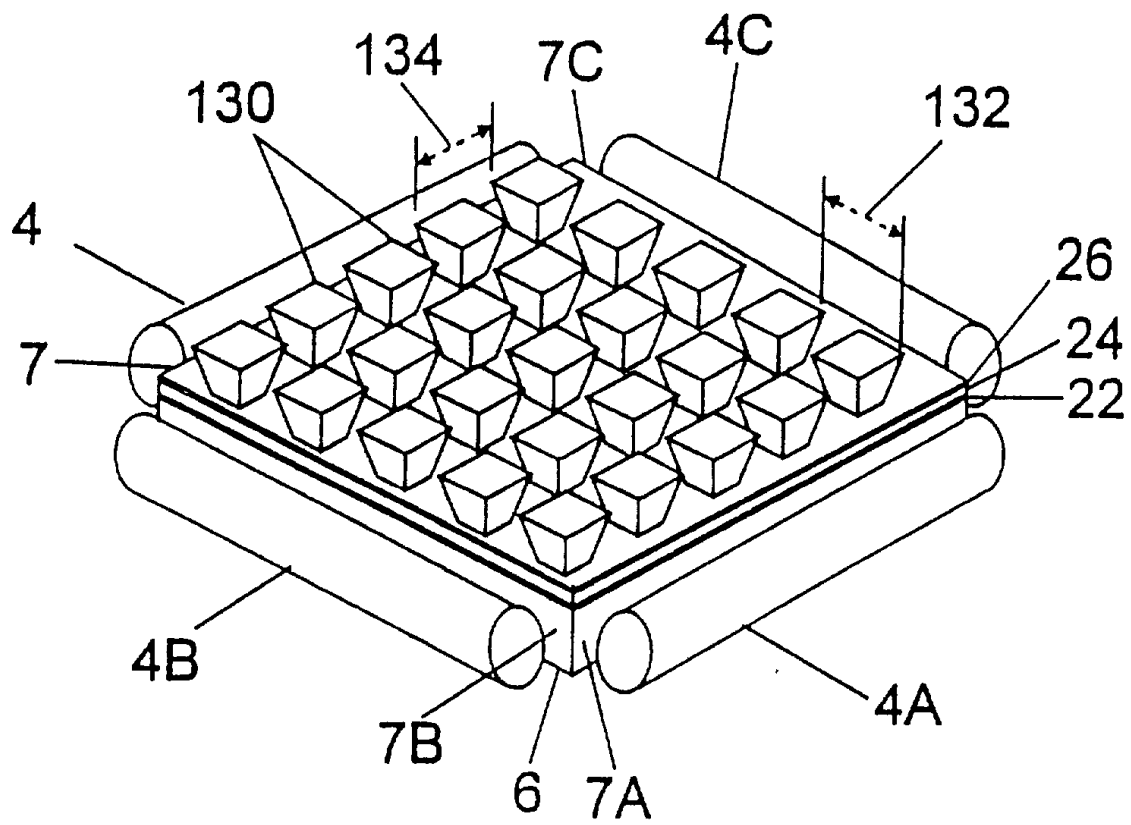


图 14



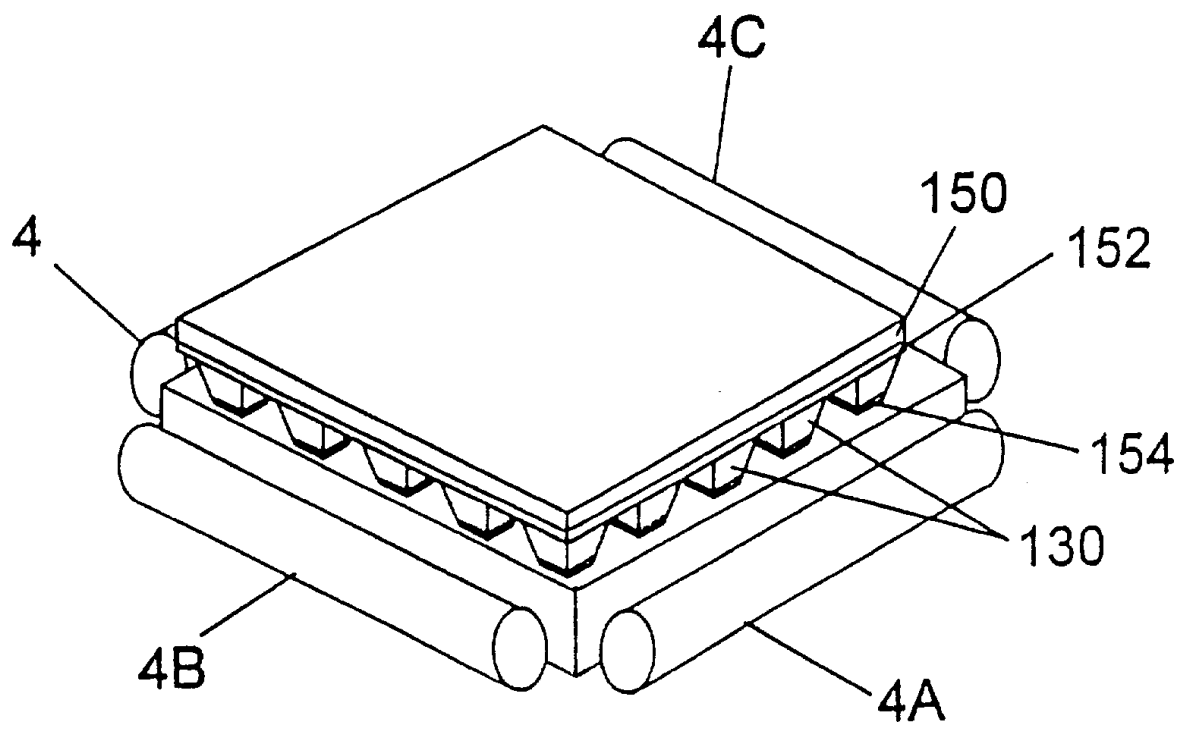


图 15

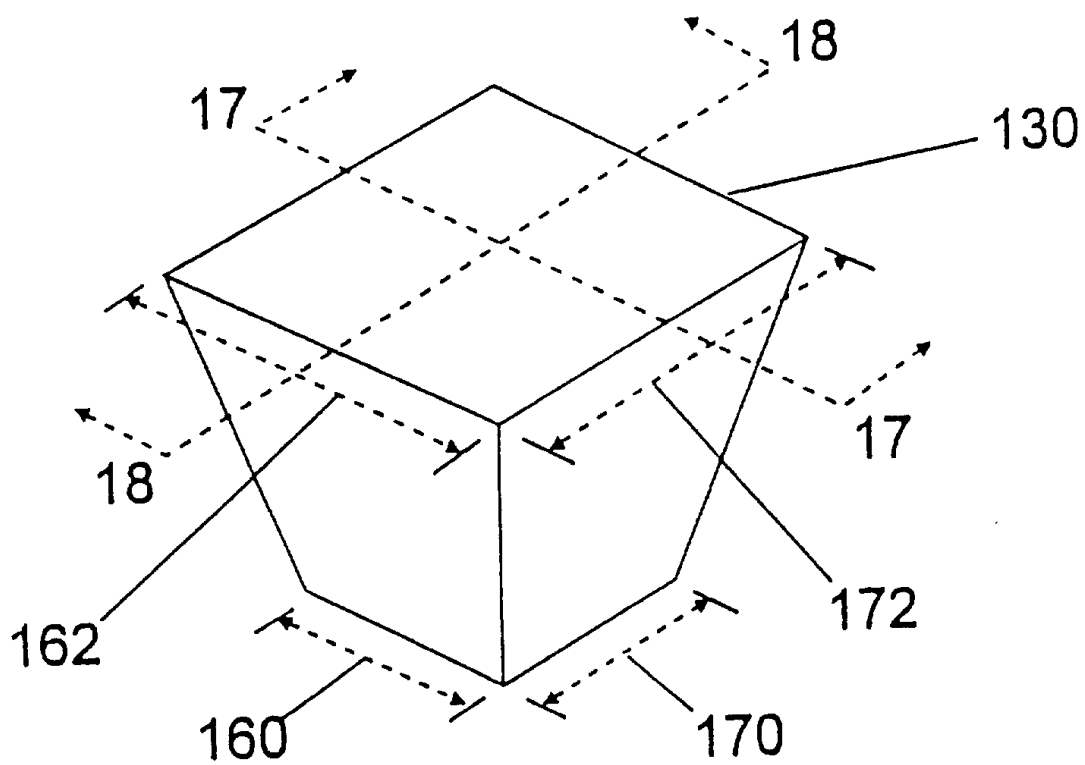


图 16

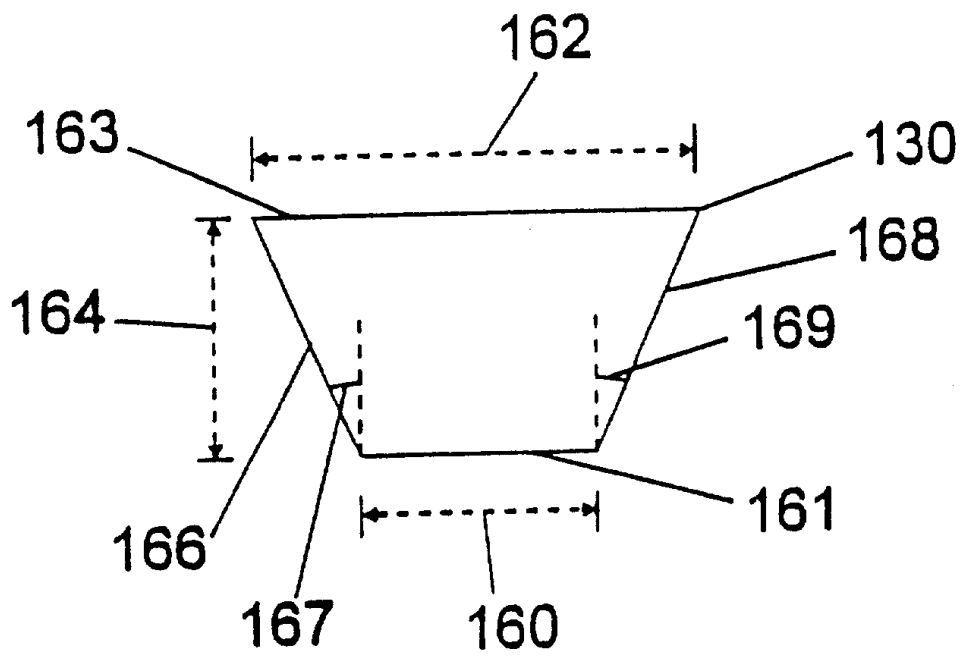


图 17

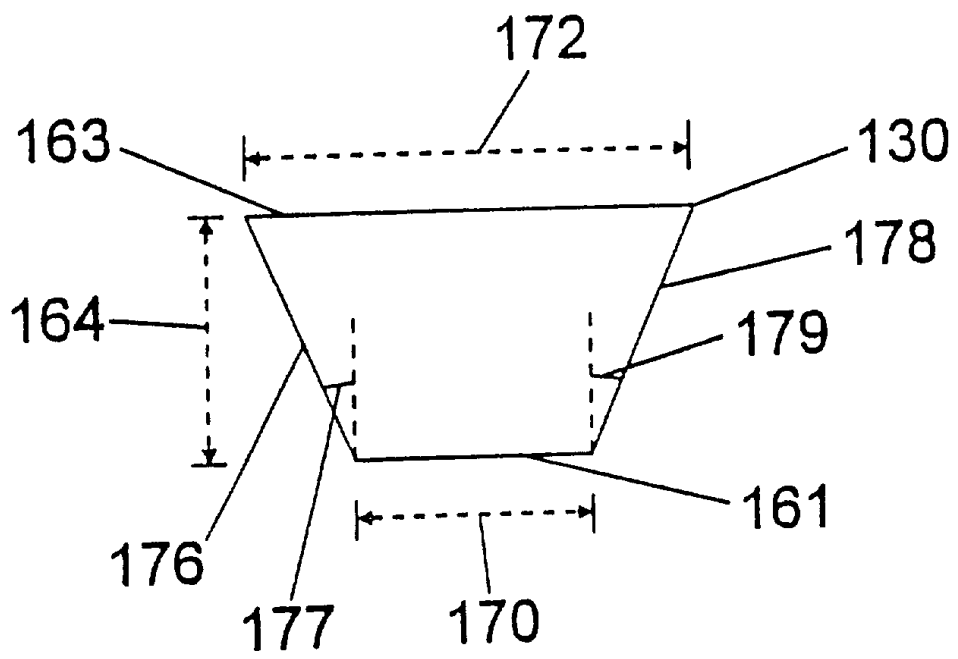


图 18

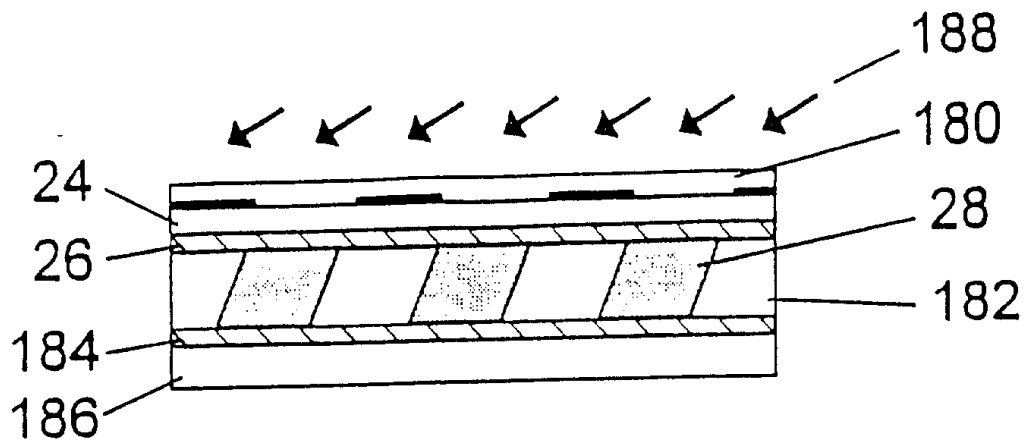


图 19A

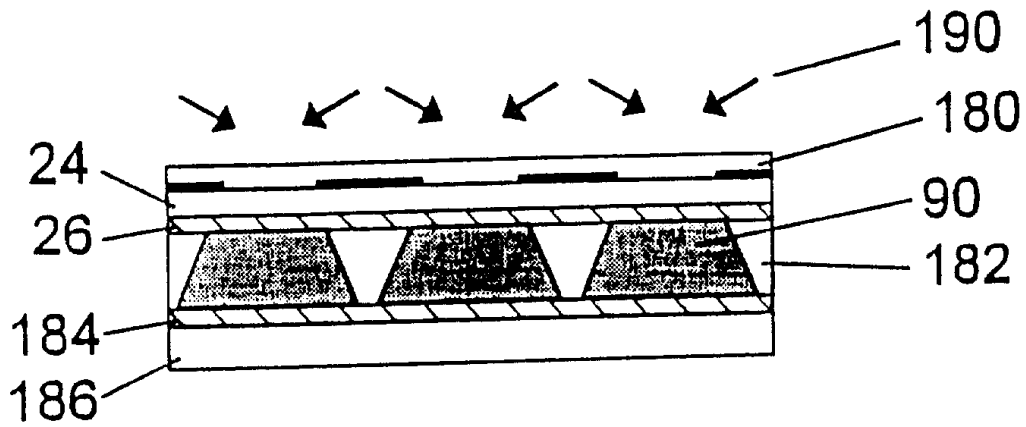


图 19B

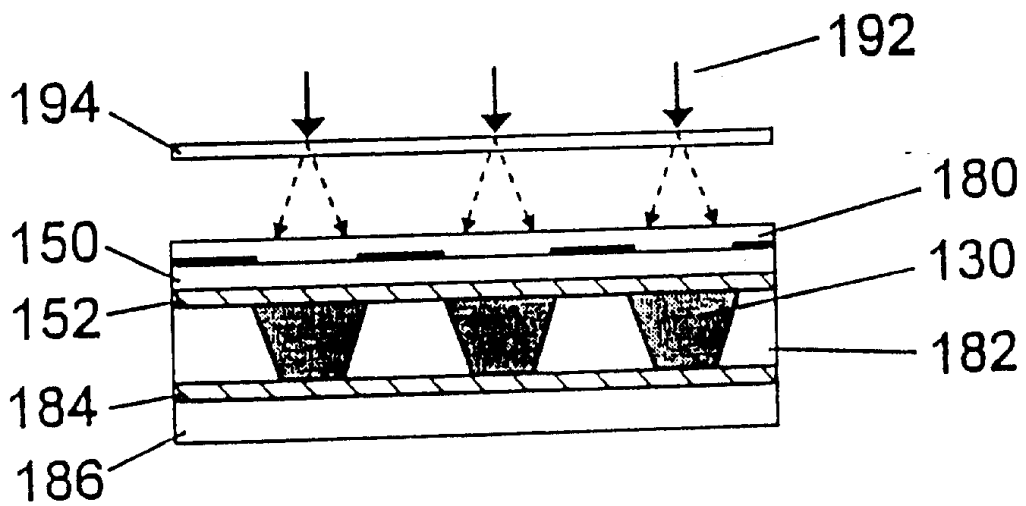


图 19C