[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/1335 (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580030355.4

[43] 公开日 2007 年 8 月 8 日

[11] 公开号 CN 101014899A

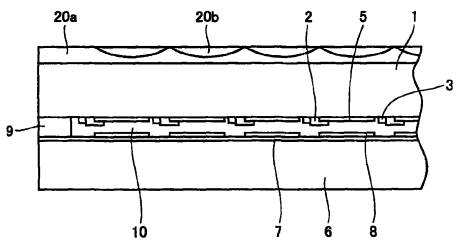
[22] 申请日 2005.8.12
[21] 申请号 200580030355.4
[30] 优先权
[32] 2004. 9.10 [33] JP [31] 264237/2004
[86] 国际申请 PCT/JP2005/014833 2005.8.12
[87] 国际公布 WO2006/027934 日 2006.3.16
[85] 进入国家阶段日期 2007.3.9
[71] 申请人 住友电气工业株式会社
地址 日本大阪府
[72] 发明人 后利彦 织田一彦 松浦尚
[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司
代理人 顾红霞 张天舒
权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 8 页

[54] 发明名称

透射型显示面板及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供一种透射型显示面板，包括：按阵列形式布置的多个透明控制区域(5、10)；不透明边界区域(2、3)，其位于每个透明控制区域周围；以及微透镜阵列，其包括按阵列形式布置以与多个透明控制区域对应的多个微透镜(20b)。 每个微透镜起到下述作用：使将要直接照射到不透明边界区域的入射光会聚于相应的一个透明控制区域。 该微透镜阵列是使用透明的类金刚石碳(DLC)薄膜(20a)而形成的。 DLC 薄膜包括与每个微透镜对应的具有受调制的折射率的区域，当光束穿过该具有受调制的折射率的区域时，该 DLC 薄膜产生光会聚效应。 通过将 DLC 薄膜上的微透镜阵列应用于透射型显示面板，可以用简单的方式且以低廉的成本提供显示亮度得到提高的透射型显示面板。



1．一种透射型显示面板，包括：

按阵列形式布置的多个透明控制区域（5、10）；

不透明边界区域（2、3），其位于每个所述透明控制区域周围；以及微透镜阵列，其包括按阵列形式布置以与所述多个透明控制区域对应的多个微透镜（20b、21a、21c、40），其中，

每个所述微透镜起到下述作用：使将要直接照射到所述不透明边界区域的入射光会聚于相应的一个所述透明控制区域，并且

所述微透镜阵列是使用透明的类金刚石碳（DLC）薄膜（20a、21、41、82）而形成的，并且所述 DLC 薄膜包括与每个所述微透镜对应的具有受调制的折射率的区域（20b、21a、21b、41a、82b），当光束穿过所述具有受调制的折射率的区域时，所述 DLC 薄膜产生光会聚效应。

2．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

在所述 DLC 薄膜（21）的一个主表面侧上与每个所述微透镜对应形成有具有相对较高折射率的折射型透镜区域（21a），并且所述透镜区域具有凸透镜的形状，所述凸透镜是由所述一个主表面和相当于近似球面的一部分的界面包围而形成的。

3．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

在所述 DLC 薄膜（21）的一个主表面侧上与每个所述微透镜对应形成有具有相对较高折射率的折射型透镜区域（21a），并且所述透镜区域具有柱形凸透镜的形状，所述柱形凸透镜是由所述一个主表面和相当于近似圆柱面的一部分的界面包围而形成的，所述圆柱面的中心轴线平行于所述主表面。

4．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

在所述 DLC 薄膜（21）上与每个所述微透镜（21b）对应形成有

具有相对较高折射率的折射型透镜区域，所述透镜区域具有贯通所述DLC 薄膜的近似圆柱形状，所述圆柱形状的中心轴线（21c）垂直于所述 DLC 薄膜，并且所述折射率设定成越靠近所述中心轴线就越高。

5．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

在所述 DLC 薄膜（21）上与每个所述微透镜（21b）对应形成有具有相对较高折射率的折射型透镜区域，所述透镜区域为贯通所述DLC 薄膜的带状区域，并且所述折射率设定成越靠近平面（21c）就越高，所述平面（21c）垂直于所述 DLC 薄膜并且延伸通过所述带状区域的宽度方向的中心。

6．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

所述 DLC 薄膜（41）包括与每个所述微透镜（40）对应的多个同心圆形式的带状环形区域，所述带状环形区域的折射率受到调制以起到衍射光栅的作用，并且放置在离所述同心圆的中心越远的所述带状环形区域设定成具有越小的宽度。

7．如权利要求 6 所述的透射型显示面板，其中，

所述 DLC 薄膜（41）包括与每个所述微透镜（40）对应的“m”个同心环带，每个所述环带包括“n”个所述带状环形区域，在每个所述环带中，内侧的带状环形区域比外侧的带状环形区域具有更高的折射率，并且在各个不同的所述环带中，彼此对应放置的所述带状环形区域具有相同的折射率。

8．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

所述 DLC 薄膜（82）包括与每个所述微透镜对应的彼此平行的多个带状区域（82a、82b），所述带状区域的折射率受到调制以起到衍射光栅的作用，并且放置在离预定带状区域越远的所述带状区域设定成具有越小的宽度。

9．如权利要求 8 所述的透射型显示面板，其中，

所述 DLC 薄膜（82）包括与每个所述微透镜对应的彼此平行的“m”个带状带，每个所述带状带包括“n”个所述带状区域（82a、82b），在每个所述带状带中，放置在靠近所述预定带状区域的带状区域比放置在远离所述预定带状区域的带状区域具有更高的折射率，并且在各个不同的所述带状带中，彼此对应放置的所述带状环形区域具有相同的折射率。

10．如权利要求 1 所述的透射型显示面板，其中，

每个所述透明控制区域（5、10）包括作为透明控制材料层的液晶层或者电致变色材料层。

11．如权利要求 10 所述的透射型显示面板，其中，

每个所述透明控制区域（5、10）包括保持在玻璃基板（1）的第一主表面侧上的所述透明控制材料层（10），并且所述 DLC 薄膜（20a）形成在所述玻璃基板的第二主表面上。

12．一种制造如权利要求 1 所述的透射型显示面板的方法，其中，

用等离子体 CVD 方法形成所述 DLC 薄膜（20a、21、41、82）。

13．如权利要求 12 所述的制造方法，其中，

通过施加选自于下述群组的能量束以增加折射率，从而在所述 DLC 薄膜中形成具有相对较高折射率的区域，所述群组包括：紫外射线、X 射线、同步加速器辐射、离子束、以及电子束。

14．如权利要求 13 所述的制造方法，其中，

通过同时施加所述能量束，从而在所述 DLC 薄膜中形成按阵列形式布置的多个所述微透镜。

15．一种制造如权利要求 8 所述的透射型显示面板的方法，其中，

通过暴露于具有一定紫外光强度分布的光下，在所述 DLC 薄膜（82）上形成具有相对较高折射率的区域（82b），所述紫外光强度分布是由穿过相位光栅掩模（84）的两种衍射光干涉而得到的。

透射型显示面板及其制造方法

技术领域

本发明涉及诸如液晶显示面板等之类的透射型显示面板，具体地说，本发明涉及透射型显示面板的显示亮度的改进。

背景技术

传统上，阴极射线管（CRT）一直主要用作显示装置。但是，在最近几年，平板型显示装置已经取代了 CRT。该平板型显示装置可以粗略地分成发光型和受光型。对于发光型，有我们所熟知的等离子体显示器、电致发光显示器、发光二极管显示器等等。对于受光型，有我们所熟知的液晶显示器、电致变色显示器、电光晶体显示器、电泳显示器等等。

受光型显示装置本身不发射光，因此就出现了这样一个问题，即，在低显示亮度下很难看清所显示的图像。因此，为了解决这一问题，很多受光型显示装置都需要提供背光源。在这种情况下，受光型显示装置包括透射型显示面板，并且通过控制每个像素的透明度来显示图像。为了控制每个像素的透明度，显示面板包括沿纵横方向布置的电极带和开关元件。

图 8 为示意性的平面图，其示出了电极带和开关元件在液晶显示面板中的布置，所述液晶显示面板在专利文献 1（日本专利公开 No.60-165621）中公开。如该图所示，在该液晶显示面板中，用作开关元件的非晶硅薄膜晶体管（TFT）2、金属漏极 3、金属栅极 4 以及透明导电氧化物的像素电极 5 通常布置在玻璃基板 1 上。

图 9 为液晶显示面板沿图 8 中的线 A-A 截取的示意性横截面图，其包括电极带和开关元件的布置。在该图中，第一玻璃基板 1 放置成面向设置于第二玻璃基板 6 的整个表面上的透明氧化物的共用电极 7。在共用电极 7 上，滤色片 8 布置于和像素电极 5 相对应的位置上。

滤色片 8 包括红色、绿色和蓝色滤色片，并且这三种滤色片周期性地排列。液晶层 10 夹在彼此相面对的第一玻璃基板 1 和第二玻璃基板 6 之间，并且该液晶层 10 的外围以环氧树脂 9 密封。

根据专利文献 1，在图 9 中的第一玻璃基板 1 的上表面上形成微透镜 20 的阵列，每个微透镜均起到凹透镜的作用。这些微透镜 20 设置于成对的 TFT 2 和漏极 3 上方的区域。从图 9 上方直接朝包含 TFT 2 和漏极 3 的区域入射一束背光，该束背光在起到凹透镜作用的微透镜 20 处发生光路偏转，并且被导向像素电极 5 的区域。换句话说，在没有微透镜 20 的情况下将会被 TFT 2 和漏极 3 挡住的背光束可以照射到透明的像素电极 5 的区域，由此提高了液晶显示面板的显示亮度。

图 10 示出了专利文献 1 中所公开的电致变色显示面板的示意性的横截面。像图 9 中的显示面板一样，该显示面板也包括布置于玻璃基板 1 上的 TFT 2、漏极 3 以及透明的像素电极 5。但是，覆盖 TFT 2、漏极 3 以及透明的像素电极 5 的不是液晶层，而是用作电致变色材料层的氧化钨层 50。在氧化钨层 50 上依次形成用作离子导电层的氟化镁层 51、和透明的共用电极层 52。

在电致变色显示面板中，同样在第一玻璃基板 1 的上表面上形成微透镜 20 的阵列，每个微透镜均起到凹透镜的作用。从图 10 上方直接朝向包括 TFT 2 和漏极 3 的区域入射一束背光，该束背光在起到凹透镜作用的微透镜 20 处发生光路偏转，并且被导向像素电极 5 的区域。这样，同样可以提高电致变色显示面板的显示亮度。

如上所述，为了获得显示亮度得到提高的透射型显示面板，必需在玻璃基板上制造平板型微透镜阵列。

图 11(a)-(c)以示意性的横截面图的形式示出了制造平板型微透镜阵列的方法的实例。在图 11(a)中，通过光刻和蚀刻在玻璃基板 1a 上形成具有按阵列形式布置的小孔 61a 的金属抗蚀层 61。在图 11(b)中，通过熟知的离子交换方法（也就是，如一对彼此反向的箭头 62 所表示的离子交换）借助于抗蚀层 61 的小孔 61a 形成高折射率区域 1b。这时，通过离子的各向同性的热扩散进行离子交换，这样，

就能在玻璃基板 1a 上自然形成近似半球状的高折射率区域 1b。当然，金属抗蚀层必须具有承受热扩散温度的耐热性，还必须具有阻挡离子通过的功能。在图 11(c)中，去除抗蚀层 61 从而得到平板型微透镜阵列 60。

这种微透镜利用了光折射现象，因此是折射型微透镜。在透明基板中具有折射率分布的透镜也可以称作 GRIN（渐变折射率）透镜。

通常，折射型微透镜主要用作微透镜，但是，在近几年，从减小光学系统的尺寸、重量、成本以及其它性能的观点来看，衍射型微透镜受到关注。衍射型微透镜利用光的衍射现象来实现透镜的功能。衍射型微透镜可以粗略地分成浮雕型（relief type）（或者薄膜厚度调制型）微透镜和折射率调制型微透镜。浮雕型微透镜一般具有这样的结构，即，在透明的基板上形成多个细小的、同心的环状凹槽，并且这些凹槽的深度（也就是说，基板的厚度）周期性地改变。与此不同的是，折射率调制型微透镜一般具有这样的结构，即，平板状的基板分成多个细小的、同心的带状环形区域，并且这些区域的折射率周期性地改变。

透明基板的厚度或者折射率的周期性改变会导致穿过基板的光的相位周期性改变，进而导致类似有衍射光栅中所出现的光的衍射效应。随着衍射光栅的栅距的减小，穿过衍射光栅的光的衍射角增大。因此，通过随着从同心圆的中心到外围的距离的增加而减小同心衍射光栅的栅距，可以使穿过衍射光栅的光会聚，这类似于凸透镜的情况。

图 12 以示意性的横截面图的形式示出了制造传统的浮雕型微透镜的方法的实例（非专利文献 1：由 TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE 有限公司于 2003 年 4 月 28 日出版的“Technique of Ultraprecision Machining and Mass Production of Microlens(Array)”的第 20-21 页和第 71-81 页）。图 13 以示意性的平面图的形式示出了用于图 12 中所示的制造方法的曝光掩模，其中每一个曝光掩模都具有类似于熟知的菲涅耳波带片上的图案。

在图 12(a)中，在硅基板 11 上形成正性的光致抗蚀层 12，并且通过第一光掩模 13 将紫外光 14a 施加到该光致抗蚀层 12 上。第一光

掩模 13 具有如图 13(a)所示的同心的带状环形图案，并且这些环之间的间距随着从同心圆的中心到外围的距离的增加而减小。为了使图清晰和简化，在图 13(a)中只示出了两个透明的环，但事实上，毋庸置疑可以包含更多的环。

在图 12(b)中，将曝光后的抗蚀层 12 显影以形成第一抗蚀图案 12a。每个带状凹槽环都具有预定深度，所述带状凹槽环通过如箭头 14b 所示的反应离子刻蚀（RIE）使用第一抗蚀图案 12a 作为掩模而形成。

在图 12(c)中，去除第一抗蚀图案 12a 以得到两级浮雕型微透镜 11a（将光的相位调制成两个级别）。每个带状凹槽环的宽度和深度设定成使得能用两级或者多级的浮雕型微透镜得到最优选的衍射效率。

图 12(d)-(f)示出了在类似于图 12(a)-(c)的工序之后，制造四级浮雕型微透镜的工序。

在图 12(d)中，在硅基板 11a 的上表面上进一步形成第二抗蚀层 15，所述硅基板 11a 通过类似上面图 12(c)的工序形成，并且通过第二掩模 16 将紫外光 14c 施加到该第二抗蚀层 15 上。图 13(b)以示意性的平面图的形式示出了第二掩模 16。从图 13(a)和(b)中可看出，第二掩模 16 所具有的透明带状环是第一掩模 13 所具有的透明带状环的两倍。换句话说，第二掩模的透明带状环和不透明带状环的宽度分别为第一掩模的透明带状环和不透明带状环的宽度的大约一半。

在图 12(e)中，将曝光后的第二抗蚀层 15 显影以形成如图所示的第二抗蚀图案 15a。通过如箭头 14d 所示的 RIE 用第二抗蚀图案 15a 作为掩模进一步进行蚀刻以达到预定深度。

在图 12(f)中，去除第二抗蚀图案 15a 以得到可以导致四级相位变化的浮雕型微透镜 11b。用多级衍射型透镜可以得到比两级衍射型透镜更高的衍射效率和更高的聚光效率。将上述光刻和 RIE 工序重复 N 次，可以制造 2^N 级浮雕型微透镜。理论上，用具有无限级的衍射透镜可以得到 100％的衍射效率。但是，这样的透镜需要增加制造工序的数量并增加成本，八级的衍射型透镜可以得到 95％的衍射效率，

因此这种透镜在实际应用中就已经足够了（这种透镜可以通过重复上述工序 N＝3 次来制造）。

专利文献 1：日本专利文献公开 No.60-165621

非专利文献 1：由 TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE 有限公司于 2003 年 4 月 28 日出版的“Technique of Ultraprecision Machining and Mass Production of Microlens(Array)”的第 20-21 页和第 71-81 页

发明内容

本发明所要解决的问题

对于如图 11 所示的通过在玻璃基板上的离子交换而形成的折射型微透镜阵列，可通过离子交换增加的折射率变化量 Δn 仅仅是大约 0.17。由于这样相对较小的折射率的差别，使得很难制造具有短焦距的透镜。而且，离子交换区域 1b 是通过各向同性的热扩散而形成的，因此透镜区域 1b 总是形成近似半球形的形状，这使得难以改变透镜的厚度来调整焦距。

对于衍射型透镜为浮雕型透镜的情况，必须通过蚀刻透明的玻璃基板来雕刻凹槽，因此基板应当具有足够大的厚度以允许雕刻凹槽。而且，用蚀刻的方法来精密调整待雕刻的凹槽的深度是很不容易的。另外，浮雕型微透镜的表面具有微小的凹凸，因此还有一个问题，即，灰尘和污染物往往容易附着在该透镜上。

另一方面，很难将衍射型微透镜制造成折射率调制型微透镜。这是因为如上所述，通过在玻璃板上的离子交换而得到的折射率变化量 Δn 至多为大约 0.17，这样很难形成有效的折射率调制型的衍射光栅。尽管我们还知道可以通过施加诸如紫外光等之类的能量束来增加二氧化硅类玻璃的折射率，但是这种情况下的折射率变化量（Δn 小于约 0.01）远远小于离子交换的折射率变化量。

如上所述，使用现有技术的微透镜阵列，很难以简单的方法且低廉的成本提供显示亮度得到充分提高的透射型显示面板。鉴于现有技术的情况，本发明的目的在于以简单的方法且低廉的成本提供这样

一种透射型显示面板：该透射型显示面板包括机械稳定且热稳定的平板型微透镜阵列，并且显示亮度得到充分提高。

解决问题的技术方案

根据本发明的透射型显示面板包括：按阵列形式布置的多个透明控制区域；不透明边界区域，其位于每个所述透明控制区域周围；以及微透镜阵列，其包括按阵列形式布置以与所述多个透明控制区域对应的多个微透镜；其中，每个微透镜起到下述作用：使将要直接照射到不透明边界区域的入射光会聚于相应的一个透明控制区域；并且微透镜阵列是使用透明的类金刚石碳（DLC）薄膜而形成的，并且 DLC 薄膜包括与每个微透镜对应的具有受调制的折射率的区域，当光束（光通量）穿过所述具有受调制的折射率的区域时，所述 DLC 薄膜产生光会聚效应。

可以在 DLC 薄膜的一个主表面侧上与每个微透镜对应形成有具有相对较高折射率的折射型透镜区域。该透镜区域具有凸透镜的形状，该凸透镜是由 DLC 薄膜的所述一个主表面和相当于近似球面的一部分的界面包围而形成的。透镜区域可以具有柱形凸透镜的形状，该凸透镜是由 DLC 薄膜的所述一个主表面和相当于近似圆柱面的一部分的界面包围而形成的，其中该圆柱面的中心轴线平行于所述主表面。

而且，透镜区域可以具有贯通 DLC 薄膜的近似圆柱形状。在这种情况下，圆柱形状的中心轴线垂直于 DLC 薄膜，并且折射率设定成越靠近中心轴线就越高。而且，透镜区域可以为贯通 DLC 薄膜的带状区域。在这种情况下，折射率设定成越靠近下述平面就越高，所述平面垂直于 DLC 薄膜并且延伸通过带状区域的宽度方向的中心。

DLC 薄膜可以包括与每个微透镜对应的多个同心圆形式的带状环形区域。在这种情况下，带状环形区域的折射率受到调制以起到衍射光栅的作用。放置在离同心圆的中心越远的带状环形区域具有越小的宽度。

DLC 薄膜可以包括与每个微透镜对应的 “m” 个同心环带。在这

种情况下，每个环带包括“n”个带状环形区域。在每个环带中，内侧的带状环形区域比外侧的带状环形区域具有更高的折射率。在各个不同的环带中，彼此对应放置的带状环形区域具有相同的折射率。

DLC 薄膜可以包括与每个微透镜对应的彼此平行的多个带状区域。在这种情况下，带状区域的折射率受到调制以起到衍射光栅的作用。放置在离预定带状区域越远的带状区域具有越小的宽度。

DLC 薄膜可以包括与每个微透镜对应的彼此平行的“m”个带状带。在这种情况下，每个带状带包括“n”个带状区域。在每个带状带中，放置在靠近预定带状区域的带状区域比放置在远离预定带状区域的带状区域具有更高的折射率。在各个不同的带状带中，彼此对应放置的带状环形区域具有相同的折射率。

在上述透射型显示面板中，每个透明控制区域可以包括作为透明控制材料层的液晶层或者电致变色材料层。在这种情况下，优选的是，每个透明控制区域包括保持在玻璃基板的第一主表面侧上的透明控制材料层，并且所述 DLC 薄膜形成在玻璃基板的第二主表面上。

在用于制造本发明的透射型显示面板的方法中，DLC 薄膜可以优选地用等离子体 CVD 法沉积。优选地，可以通过施加选自于下述群组的能量束以增加折射率，从而在 DLC 薄膜中形成具有相对较高折射率的区域，所述群组包括：紫外射线、X 射线、同步加速器辐射、离子束、以及电子束。另外，优选地，可以通过同时施加能量束，从而在 DLC 薄膜中形成按阵列形式布置的多个微透镜。而且，如果要在 DLC 薄膜中形成衍射型微透镜，那么优选地，可以通过暴露于具有一定紫外光强度分布的光下，在 DLC 薄膜上形成具有相对较高折射率的区域，所述紫外光强度分布是由穿过相位光栅掩模的两种衍射光干涉而得到的。

本发明的有益效果

根据本发明，可以用简单的方式且以低廉的成本制造机械稳定且热稳定的平板型微透镜阵列，并且可以用简单的方式且以低廉的成本提供这样一种透射型显示面板：该透射型显示面板包含这种微透镜

阵列，并且显示亮度得到了充分提高。

附图说明

图 1 为示意性的横截面图，其示出了根据本发明的透射型显示面板的实例。

图 2 为示意性的横截面图，用于解释根据本发明的透射型显示面板中的微透镜阵列的光学效应。

图 3（3a～3c）示出了示意性的横截面图，其示出了制造可用于根据本发明的透射型显示面板中的折射型微透镜阵列的方法。

图 4（4a～4d）示出了示意性的横截面图，其示出了形成可用于如图 3 所示的折射型微透镜阵列的制造方法中的冲压模的方法。

图 5(a)为示出衍射型微透镜的示意性的平面图，该衍射型微透镜可用于根据本发明的透射型显示面板中，图 5(b)为其相应的横截面图。

图 6（6a～6b）示出了示意性的横截面图，其示出了制造图 5 的衍射型微透镜的方法的实例。

图 7 为示意性的横截面图，其示出了制造根据本发明的衍射型微透镜的方法的另一个实例。

图 8 为示意性的平面图，其示出了在专利文献 1 中所公开的液晶显示面板中电极带和开关元件的布置。

图 9 为液晶显示面板沿图 8 中的线 A-A 截取的示意性的横截面图，其包括电极带和开关元件的布置。

图 10 为示意性的横截面图，其示出了专利文献 1 中所公开的电致变色显示面板。

图 11（11a～11c）示出了示意性的横截面图，其示出了制造传统的折射型微透镜阵列的方法。

图 12（12a～12f）示出了示意性的横截面图，其示出了制造非专利文献 1 中所公开的浮雕型的衍射型微透镜的方法。

图 13（13a～13b）示出了在制造图 12 中所示的浮雕型微透镜的方法中所使用的掩模的示意性的平面图。

参考标号的说明

1、1a 玻璃基板、1b 微透镜、2 TFT、3 金属漏极、4 金属栅极、5 透明的像素电极、6 玻璃基板、7 透明的共用电极、8 滤色片、9 环氧树脂、10 液晶层、11 硅基板、11a 两级浮雕型微透镜、11b 四级浮雕型微透镜、12 第一抗蚀层、13 第一掩模、14a 曝光光束、14b RIE、15 第二抗蚀层、16 第二掩模、14c 曝光光束、14d RIE、20 微透镜、20a DLC 层，20b 微透镜、21 DLC 薄膜、22 掩模层、22a 凹部、23 能量束、21a 高折射率区域、21b 具有受调制的折射率的区域、21c 中心轴线（中心平面）、31 二氧化硅基板、32 抗蚀图案、32a 熔融的抗蚀剂、32b 正被蚀刻的抗蚀剂、31a 正被蚀刻的二氧化硅基板、31b 凸部、31c 冲压模、40 折射率调制型的衍射型微透镜、41 DLC 薄膜、Rmn 带状环形区域、f 焦距、42 镍导电层、43 抗蚀图案、44 金掩模层、45 能量束、41a 高折射率区域、41b 低折射率区域、50 电致变色材料层、51 离子导电层、52 透明的共用电极、60 微透镜阵列、61 金属掩模、61a 小孔、62 离子交换、71 玻璃基板、72 透明的像素电极、73 不透明区域、74 液晶层、75 微透镜、76a 会聚光、76b 透射光、82 DLC 薄膜、82a 低折射率区域、82b 高折射率区域、84 浮雕型相位光栅掩模、85 KrF 激光、86 隔离物。

具体实施方式

首先，就在透明的 DLC 层中形成本发明所需的微透镜阵列而言，本发明人已经确认，通过在 DLC 薄膜上施加能量束可以增加 DLC 薄膜的折射率。这种 DLC 薄膜可以通过在硅基板、玻璃基板、聚合物基板、或者其它各种基板上进行等离子体化学气相沉积（CVD）来形成。用这种等离子体 CVD 方法所得到的透明 DLC 薄膜通常具有大约 1.55 的折射率。

关于用于增加 DLC 薄膜的折射率的能量束，可以使用紫外（UV）射线、X 射线、同步加速器辐射（SR）、离子束、电子束等等。SR 通常包括从紫外光到 X 射线的宽波长范围的电磁波。

例如，以$5\times10^{17}/cm^2$的剂量率用800keV的加速电压注入氦离子，可以使折射率变化量Δn增至大约0.65。注入诸如氢、锂、硼或者碳之类的离子也可以增加折射率。另外，施加光谱范围为 0.1-130nm 的SR也可以使折射率变化量Δn增至大约0.65。而且，就施加UV光而言，如果以每脉冲160mW/mm²的辐射密度且以100Hz的周期施加(例如）具有248nm的波长的KrF准分子激光，则折射率变化量Δn可以增至大约0.22。应注意到，施加ArF（193nm）、XeCl（308nm）、XeF（351nm）等准分子激光，或者施加Ar激光（488nm），同样地可以增加折射率。本发明人已经发现，施加能量束所导致的DLC薄膜的折射率变化量显著地大于传统的离子交换所导致的玻璃的折射率变化量（至多Δn＝0.17），或者显著地大于施加UV光所导致的二氧化硅类玻璃的折射率变化量（大约小于Δn＝0.01）。

图1示出了根据本发明实施例的液晶显示面板的示意性的横截面图。在该根据本发明实施例的液晶显示面板中，也类似于图9中的情况，非晶硅TFT 2、金属漏极3和透明的像素电极5布置于玻璃基板1上。在面向第一玻璃基板1放置的第二玻璃基板6的整个表面设置透明的共用电极7。在共用电极7上，在与像素电极5相对应的位置上设置滤色片8。滤色片8包括红色、绿色和蓝色滤色片，并且这三种颜色的滤色片周期性地排列。液晶层10夹在彼此相面对的第一玻璃基板1和第二玻璃基板6之间，并且用环氧树脂9密封该液晶层10的外围。

然而，在图1的液晶显示面板中，在第一玻璃基板1上设置透明的类金刚石碳（DLC）层20a，并且在DLC层20a上形成微透镜20b的阵列。应注意到，DLC层并不是必须在液晶面板的玻璃基板上形成。如果需要，毋庸置疑，形成于沉积在另一基板上的DLC层中的微透镜阵列也可以面向该液晶面板的玻璃基板放置。

图2以示意性的横截面图的形式示出了在如图1所示的液晶面板中的微透镜阵列的光学效应。在该图中，透明的像素电极72和不透明区域73位于玻璃基板71的下表面上，其中不透明区域73包括金属电极带、TFT等。液晶层74覆盖透明的像素电极72和不透明区

域 73。另一方面，形成于 DLC 层中的微透镜 75 的阵列放置在玻璃基板 71 的上表面上。

在图 2 所示的液晶面板中，从微透镜 75 的阵列上方施加的一束背光通过微透镜 75 变成会聚光束 76a，并且朝向透明的像素电极 72 会聚。穿过透明的像素电极 72 的光束作为透射光 76b 穿过液晶层 74，并且该光束用作显示光。换句话说，在没有微透镜 75 的情况下直接照到不透明区域 73 上且会被损失的光束由于微透镜 75 的作用，可以有效地用作显示光，由此可以提高液晶面板的显示亮度。

图 3 以示意性的横截面图的形式示出了用 DLC 薄膜制造折射型微透镜阵列的方法。

在图 3(a)中，在 DLC 薄膜 21 上形成掩模层 22。对于掩模层 22，可以使用具有限制能量束 23 的透射率的功能的各种材料。例如，掩模层的材料可以选自金、铬、镍、铝、钨等等，这样可以根据所设计的能量束相对于掩模层的透过量对其优化。掩模层 22 具有按阵列形式布置的细小的凹部 22a。每个凹部 22a 的底面由近似球面的一部分或者近似圆柱面的一部分（所述圆柱面的中心轴线垂直于该图的纸面）构成。通过包括凹部 22a 的阵列的掩模层 22，将能量束 23 施加于 DLC 薄膜 21。

在图 3(b)中，在施加能量束 23 之后去除掩模层 22，由此得到形成于 DLC 薄膜 21 上的微透镜阵列 21a。具体地说，通过施加能量束 23，在 DLC 薄膜 21 上形成高折射率区域 21a 的阵列，该阵列与掩模层 22 上的凹部 22a 的阵列相对应。这时，掩模层 22 中的每个凹部 22a 都具有由球面或者圆柱面构成的底面，从而掩模层的厚度从每个凹部 22a 的中心向外围逐渐增加。换句话说，能量束 23 更易于穿过每个凹部 22a 的中心部分而不是其外围部分。因此，高折射率区域 21a 具有球形或者圆柱形凸透镜的形状，其中心部分的深度大而外围部分的深度小。因此，实际上每个高折射率区域 21a 都可以起到单个微透镜的作用。

当如图 3(a)所示通过能量束 23 制造了微透镜阵列之后，可以通过调整由近似球面或者圆柱面构成的凹部 22a 的深度，以调整如图

3(b)所示的微透镜 21a 的厚度，由此调整微透镜 21a 的焦距。即使不改变凹部 22a 的深度时，也可以通过改变所施加的能量束 23 的发射功率以调整微透镜 21a 的焦距。例如，当使用氦离子束作为能量束 23 时，可以通过增加离子的加速能量（也就是说，增加离子的发射功率）以减小微透镜 21a 的焦距。而且，高剂量率的能量束 23 射入 DLC 薄膜会导致更大的折射率变化量 Δn，这样也可以通过调整剂量率以调整微透镜 21a 的焦距。

图 3(c)以示意性的横截面图的形式示出了另一种形式的微透镜阵列。微透镜 21b 具有贯通 DLC 薄膜 21 的圆柱形或者带状区域。当微透镜 21b 为圆柱形时，其中心轴线 21c（又称为中心平面）平行于 DLC 薄膜 21 的厚度方向，并且其折射率设定成越接近中心轴线 21c 就越高。当微透镜 21b 为带状时，延伸通过该微透镜 21b 宽度中心的中心平面 21c（垂直于该图的纸面）平行于 DLC 薄膜 21 的厚度方向，并且其折射率设定成越接近中心平面 21c 就越高。

图 3(c)所示的微透镜阵列还可以用类似于图 3(a)的方法形成。换句话说，通过施加可通过掩模层 22 和 DLC 薄膜 21 的薄区域的能量束 23，能量束以高剂量率施加于靠近中心线或者中心平面 21c 的区域，使得中心区域的折射率增大。

用各种方法可以制造如图 3(a)所示的包括凹部 22a 的掩模层 22，其中每个凹部都具有由近似球面或者圆柱面构成的底面。例如，在 DLC 薄膜 21 上形成具有均匀厚度的掩模层 22，并且在该掩模层 22 上形成具有按阵列形式布置的细小孔或者彼此平行地布置的线性开口的抗蚀层。通过透过抗蚀层中的细小孔或者线性开口进行各向同性的蚀刻，可以在位于这些细小孔下方的掩模层 22 中形成近似半球形或者近似半圆柱形的凹部 22a。

如图 3(a)所示的包括凹部 22a（每个凹部具有由近似球面或者圆柱面构成的底面）的掩模层 22 也可以使用冲压模简单地制造，所述冲压模可以用图 4 中以示意性的横截面图示出的方法制造。

在图 4(a)中，例如，在二氧化硅基板 31 上形成抗蚀图案 32。抗蚀图案 32 形成在按阵列形式布置在基板 31 上的多个细小的圆形区

域上，或者形成在彼此平行地布置在基板 31 上的多个细长的带状区域上。

在图 4(b)中，对抗蚀图案 32 加热并且使其熔化。在每个细小的圆形区域或者细长的带状区域上熔融的抗蚀剂 32 由于其表面张力而变成由近似球面或者圆柱面构成的凸透镜形状 32a。

在图 4(c)中，当对二氧化硅基板 31a 和近似凸透镜形状的抗蚀剂 32b 进行 RIE 时，由于 RIE 而导致抗蚀剂 32b 的直径或者宽度减小，与此同时，二氧化硅基板 31a 也被蚀刻。

结果，如图 4(d)所示，最终得到二氧化硅冲压模 31c，其中每个由近似球面或者圆柱面构成的凸部 31b 布置在所述冲压模上。可以通过调整图 4(c)中所示的抗蚀剂 32b 的蚀刻速率和二氧化硅基板 31a 的蚀刻速率的比例来调整凸部 31b 的高度。

这样得到的冲压模 31c 可以优选地用于制造如图 3(a)所示的包括凹部 22a 的掩模层 22。具体地说，如果掩模层 22 是由例如金材料形成的，由于金具有良好的延展性，那么用冲压模 31c 冲压金掩模层 22，从而可以更容易地形成凹部 22a。另外，一旦制造了冲压模 31c 便可以重复使用该冲压模，这样，与用蚀刻方法在掩模层 22 上形成凹部 22a 相比，可以用更简单的方法且以更低廉的成本形成凹部 22a。

与使用传统的玻璃基板的情况相比，本发明中使用 DLC 薄膜的折射型微透镜阵列，可以通过施加能量束来形成具有较高折射率的透镜。因此可以在远薄于玻璃基板的 DLC 薄膜上形成折射型微透镜阵列。但是，即使在使用 DLC 薄膜的折射型微透镜的情况下，与上述衍射型微透镜所需的 DLC 薄膜相比，仍需要具有大约 10μm 至 20μm 或者更大厚度的较厚的 DLC 薄膜。

图 5(a)和图 5(b)分别以示意性的平面图和示意性的横截面图的形式示出了用 DLC 薄膜形成的衍射型微透镜。衍射型微透镜可以制造得比折射型微透镜更薄，因此衍射型微透镜可以在具有大约 1-2μm 厚度的 DLC 薄膜上制造。衍射型微透镜 40 包括多个同心的带状环形区域 Rmn。这里，符号 Rmn 表示第 m 级环带（带状带）中的第 n 级带状环形区域，同时也表示从同心圆的中心到该带状环形区域的外周的

半径。带状环形区域 Rmn 离同心圆的中心越远就具有越小的宽度。

彼此相邻的带状环形区域 Rmn 具有彼此不同的折射率。如果图 5 所示的衍射型微透镜为两级衍射型透镜，那么它包括“m”个环带，每个环带包括“n”个带状环形区域，其中，m＝3，n＝2。在同一个环带中，内侧的带状环形区域的折射率大于外侧的带状环形区域的折射率。

以此类推，四级衍射型透镜的每个环带包括 n 个带状环形区域，其中，n＝4。在这种情况下，同样在同一个环带中，靠近同心圆的中心的带状环形区域具有更高的折射率。具体地说，在单个环带中从内周侧到外周侧形成四级折射率变化。与 m 个环带相对应，这样的四级折射率变化周期性地重复 m 次。

可以根据以下由包括标量近似（scalar approximation）的衍射理论所推导出的表达式（1）来设置带状环形区域的外周半径 Rmn。在表达式（1）中，L 表示透镜的衍射级，λ表示光的波长，f 表示透镜的焦距。最大折射率变化量 Δn 必须满足以下条件，即，使得其可以产生最大的相位调制振幅 $\Delta\phi = 2\pi(L-1)/L$。

[表达式 1]

$$R_{mn} = \sqrt{\frac{2mnf\lambda}{L} + \left(\frac{mn\lambda}{L}\right)^2} \qquad (1)$$

图 6 以示意性的横截面图的形式示出了制造图 5 中所示的两级衍射型微透镜的方法的实例。

在图 6(a)中，用熟知的电子束（EB）蒸发法在 DLC 薄膜 41 上形成例如镍导电层 42。在镍导电层 42 上形成抗蚀图案 43 以覆盖图 5 中所示的与 n＝1 相对应的带状环形区域 Rmn（m＝1-3）。通过电镀在抗蚀图案 43 的每个开口处形成金掩模层 44。

在图 6(b)中，去除抗蚀图案 43 以留下金掩模图案 44。能量束 45 穿过金掩模 44 的每个开口而施加于 DLC 薄膜 41 上。结果，受到能量束 45 照射的带状环形区域 Rm1 具有增加了的折射率，能量束 45 被遮挡了的带状环形区域 Rm2 保持 DLC 薄膜的原始折射率。具体地说，得到了如图 5 所示的两级衍射型微透镜。金掩模图案在施加能量束之

后，在室温下浸入氰类蚀刻液体几分钟以使其溶解并且将其去除。

尽管在图 6 中的实例中，掩模层形成于每个 DLC 薄膜上，但是，通过使用如图 13(a)中所示的独立掩模也可以使 DLC 薄膜受到能量束的照射，相对于图 6 中的实例所使用的掩模而言，图 13（a）中的独立掩模的开口部分和遮挡部分是按逆序布置的。而且，应该理解，通过使用如图 13(b)中所示的另一个独立掩模可以使 DLC 薄膜进一步受到能量束的照射，由此可以形成四级衍射型微透镜，相对于图 6 中的实例所使用的掩模而言，如图 13(b)中的独立掩模的开口部分和遮挡部分是按逆序布置的。在这种情况下，还应该理解，向 DLC 薄膜施加能量束以形成衍射型微透镜的方法比图 12 所示的制造浮雕型微透镜的方法明显简单。

而且，还可以由如下方式通过一次施加能量束来制造多级衍射型微透镜：使用具有图 12(f)而不是图 4(d)所示外形的冲压模在 DLC 薄膜上冲压金掩模层，并且通过冲压得到的金掩模层施加能量束。

而且，尽管上述实施例已经描述了与折射型球面凸透镜对应的衍射型微透镜，但是应该理解，本发明还可以应用于与折射型柱面凸透镜对应的衍射型微透镜。在这种情况下，可以形成多个彼此平行的带状区域（其具有受调制的折射率），以替代多个同心的带状环形区域（其具有受调制的折射率）。在这种情况下，例如，在图 5(b)的横截面图中，多个彼此平行的带状区域（其具有受调制的折射率）垂直于该图的纸面而延伸。在这种情况下，图 6(b)中的金掩模层 44 也可以垂直于该图的纸面而延伸。

图 7 以示意性的横截面图的形式示出了在本发明的另一个实施例中使用 DLC 薄膜制造衍射型微透镜的方法。在该实施例中，可以制造与折射型柱状凸透镜对应的衍射型微透镜。在图 7 中，为了使图简化和清晰，所示的玻璃制的浮雕型相位光栅掩模（衍射光栅）具有恒定的栅距。

在图 7 所示的制造方法中，玻璃制的浮雕型相位光栅掩模 84 与 DLC 薄膜 82 邻近地放置，并且在它们之间夹有（例如）100μm 厚的隔离物 86。在这种状态下，可以用（例如）16mw/mm^2 的能量密度施

加 KrF 激光 85（具有 248nm 的波长）一个小时。这时，区域 82b 的折射率增加，这个区域暴露在由从相位光栅掩模 84 发出的+1 级衍射光和-1 级衍射光而产生的干涉光之下。相反，区域 82a 没有暴露在所述干涉光之下，因此保持薄膜沉积时的折射率。

在这种情况下，由+1 级衍射光和-1 级衍射光而产生的干涉光束以浮雕型相位光栅掩模 84 的凹凸周期的 1/2 周期出现。因此可以使用以DLC薄膜中所期望的高折射率区域82b的周期的两倍的凹凸周期形成的浮雕型相位光栅掩模 84。另外，干涉光的强度随着靠近高折射率区域 82b 的宽度的中心而增加。因此，在 DLC 薄膜 82 中，在低折射率区域 82a 和高折射率区域 82b 之间的交界面附近，折射率是连续变化的，从而可以得到高的衍射效率。如果需要，还可以使用通过使铬薄膜、氧化铬薄膜、铝薄膜等图案化而得到的振幅型相位光栅掩模，以替代使用浮雕型相位光栅掩模 84。

在图 7 所示的制造衍射型微透镜的方法中，示出了其中高折射率区域和低折射率区域之间的边界区域平行于薄膜的厚度方向的情况。但是，如果需要，边界区域可以相对于薄膜的厚度方向倾斜。为此，在图 7 所示的制造方法中，可以使紫外光 85 相对于 DLC 薄膜表面倾斜地入射，以使 DLC 薄膜暴露于由 0 级衍射光和+1 级衍射光或者-1 级衍射光所产生的干涉光下。但是，应注意到，由 0 级衍射光和+1 级衍射光或者-1 级衍射光所产生的干涉光束以与相位光栅掩模 84 的凹凸周期相同的周期出现。因此必需使用这样的相位光栅掩模 84，即，其形成的凹凸周期与 DLC 薄膜中所期望的高折射率区域 82b 的周期相同。

如上所述，通过在图 1 所示的液晶显示面板中应用可根据本发明制造的 DLC 薄膜的微透镜阵列，可以用简单的方式且以低廉的成本提供显示亮度得到提高的液晶显示面板。毋庸置疑，该 DLC 薄膜的微透镜阵列不仅可以应用于液晶显示面板，而且还可以应用于图 10 所示的电致变色显示面板，并且应该理解，该 DLC 薄膜的微透镜阵列还可以应用于其它任何透射型显示面板。

工业实用性

如上所述，根据本发明，可以用简单的方法且以低廉的成本制造机械稳定和热稳定的平板型微透镜阵列，并且还可以用简单的方法且以低廉的成本提供这样一种透射型显示面板：该透射型显示面板包括这种微透镜阵列，并且显示亮度得到了充分提高。如果将本发明应用于液晶面板，那么这种液晶面板可以应用于电视、个人计算机、移动电话、个人数字助理（PDA）、液晶投影机的光阀等等。另外，根据本发明的微透镜阵列还可以用于提高光接收装置的光接收效率，所述光接收装置由电荷耦合装置（CCD）、互补金属氧化物半导体（CMOS）等形成。

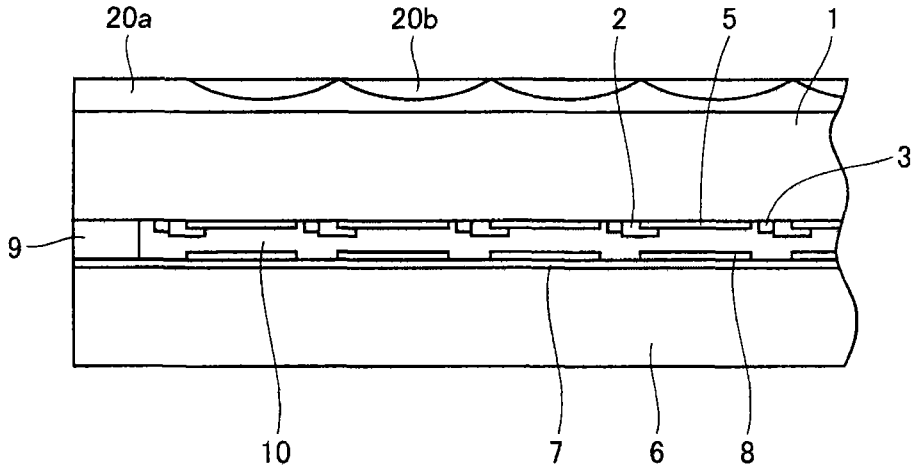


图 1

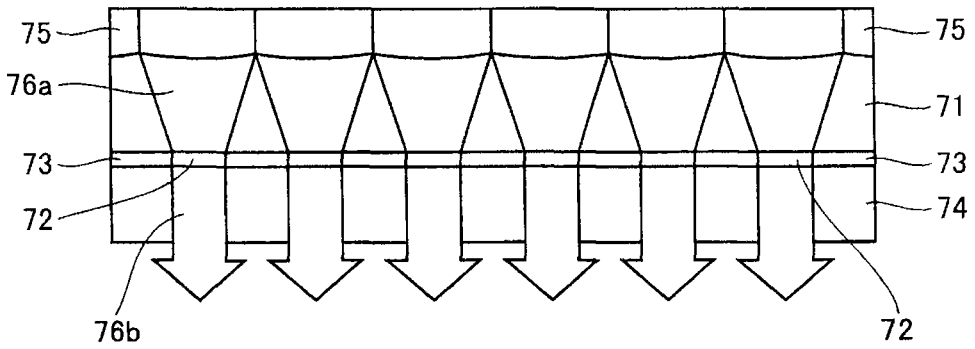


图 2

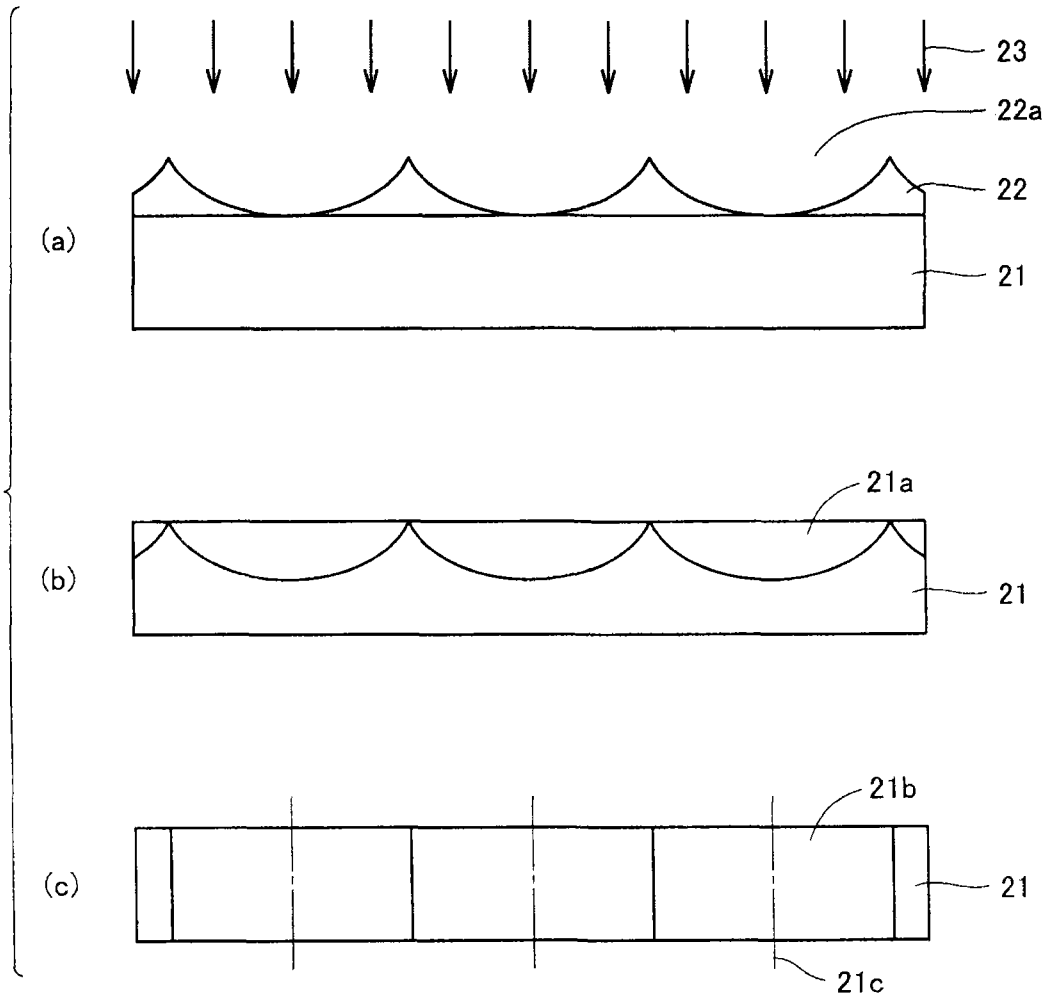


图 3

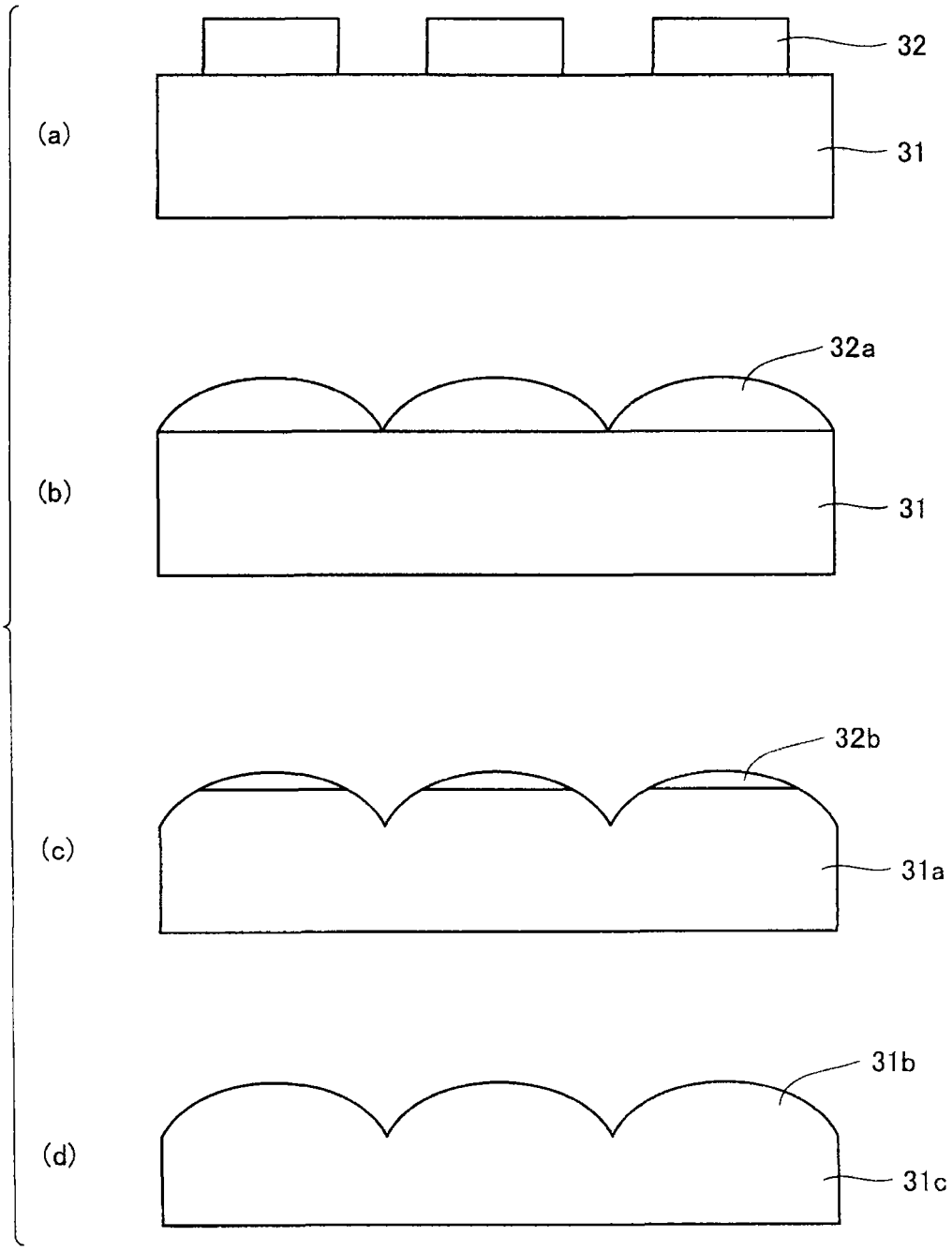


图 4

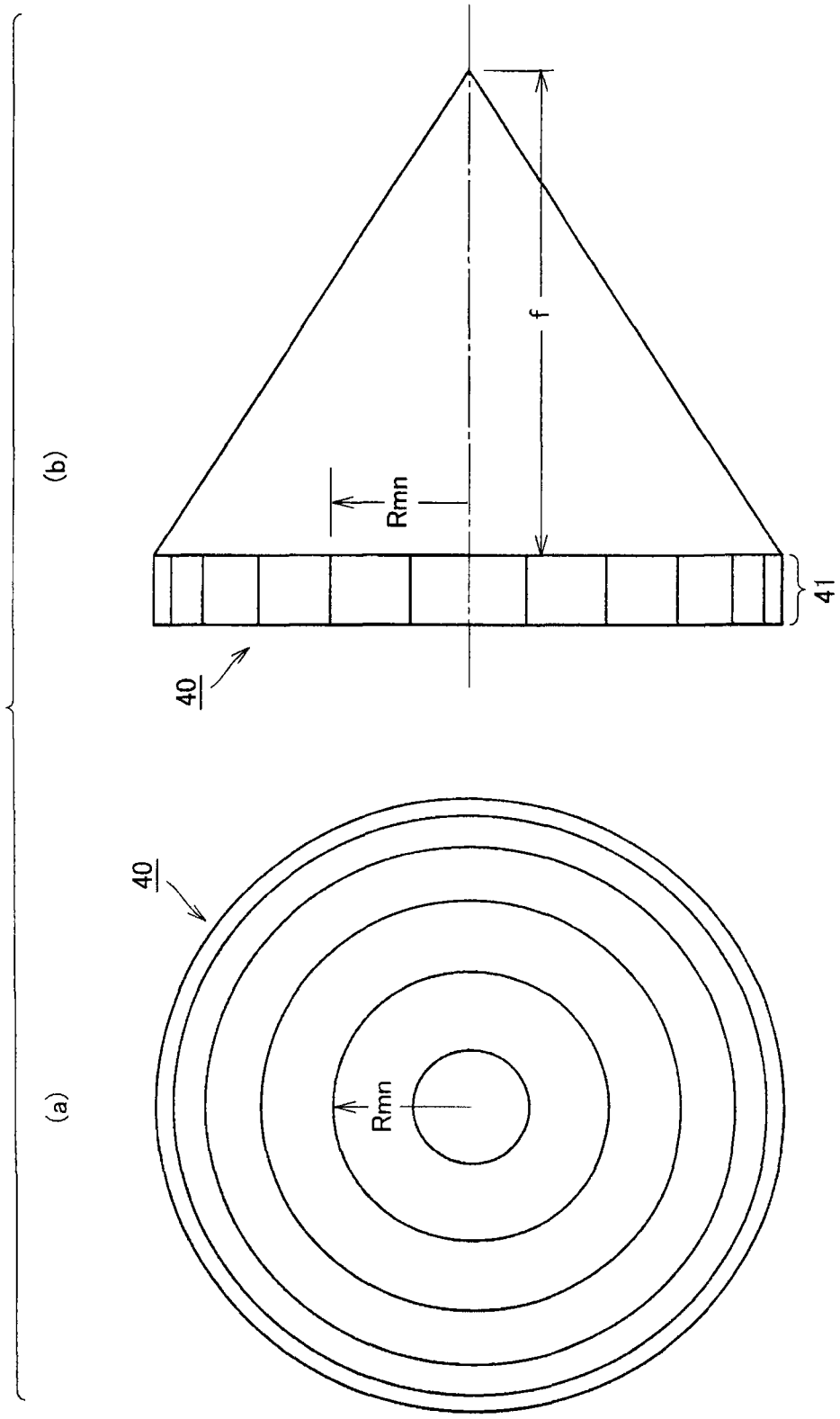


图 5

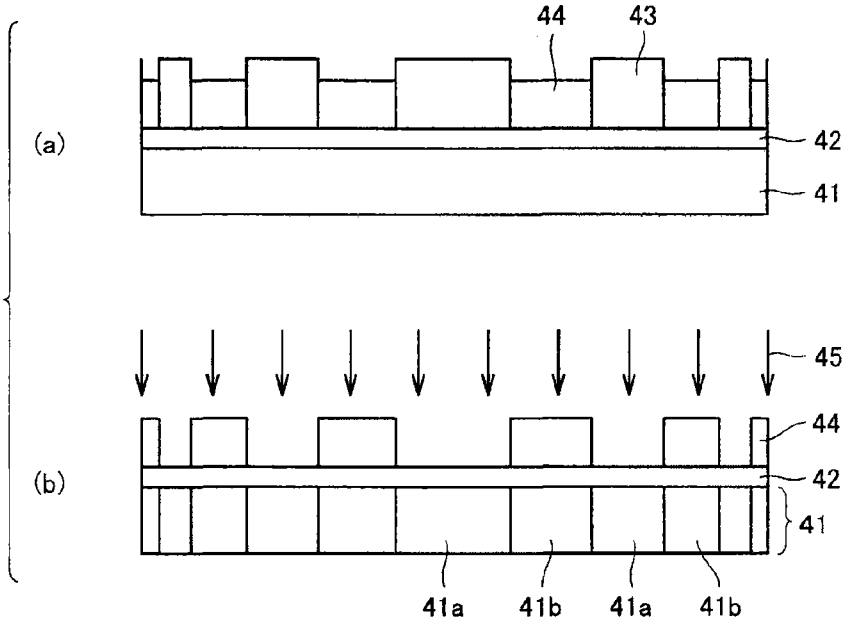

44
43
(a)
42
41
45
(b)
44
42
41
41a
41b
41a
41b

图 6

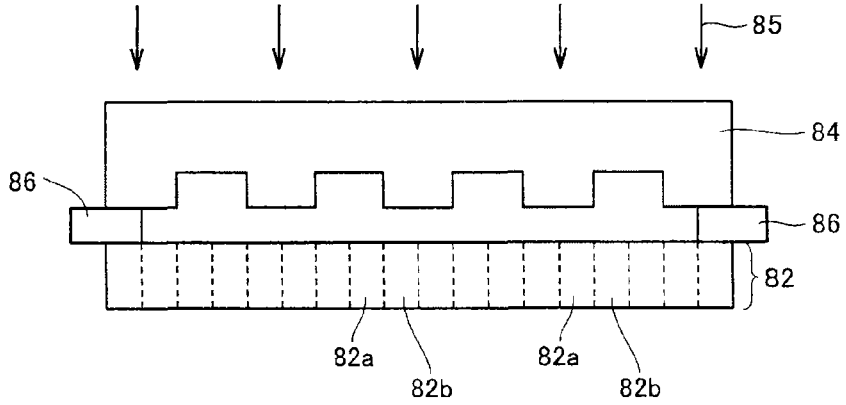

85
84
86
86
82
82a
82b
82a
82b

图 7

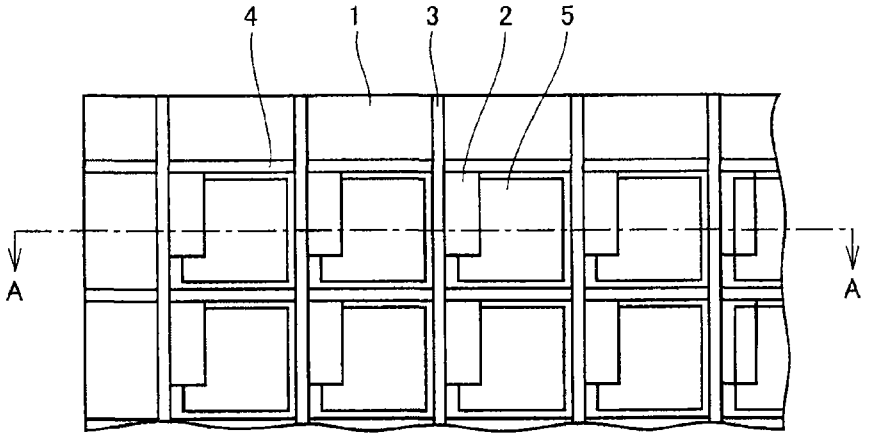

4
1
3
2
5
A
A

图 8

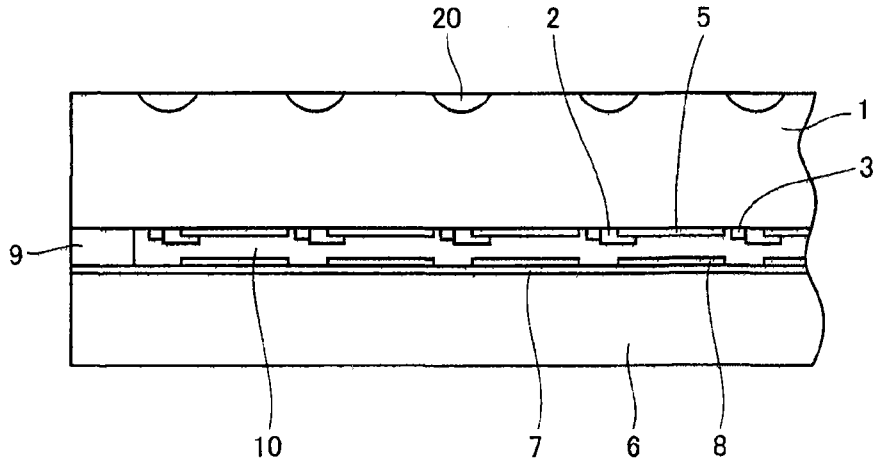

20
2
5
1
3
9
10
7
6
8

图 9

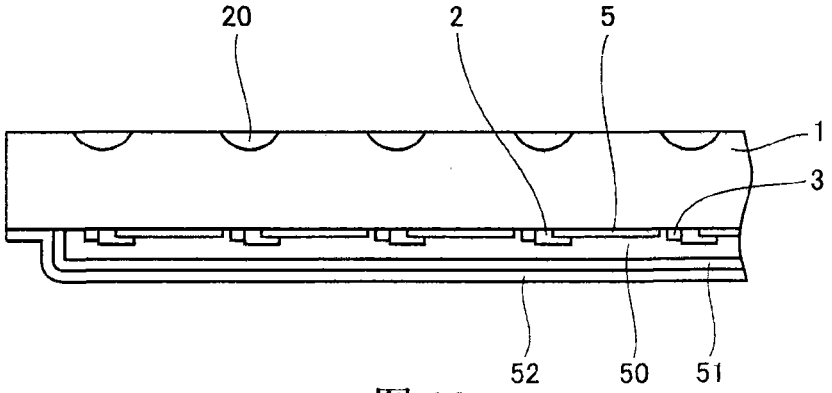

20
2
5
1
3
52
50
51

图 10

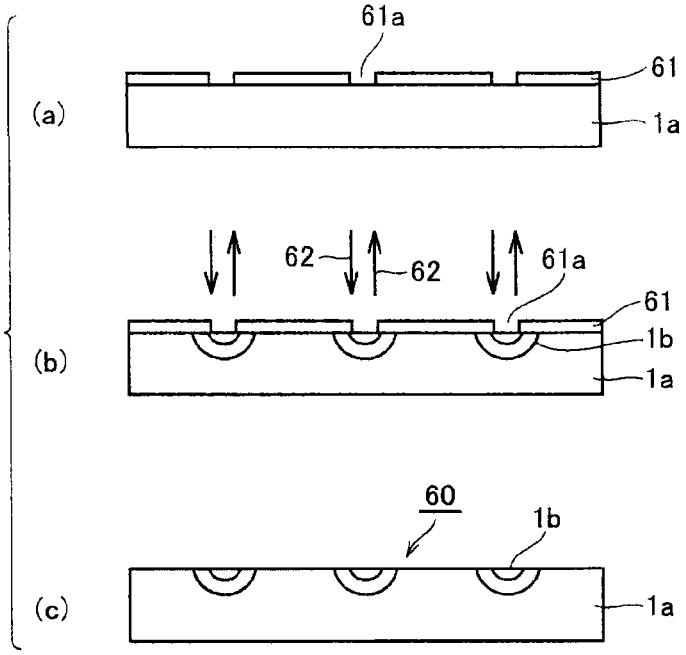

61a
61
(a)
1a
62
62
61a
61
1b
(b)
1a
60
1b
(c)
1a

图 11

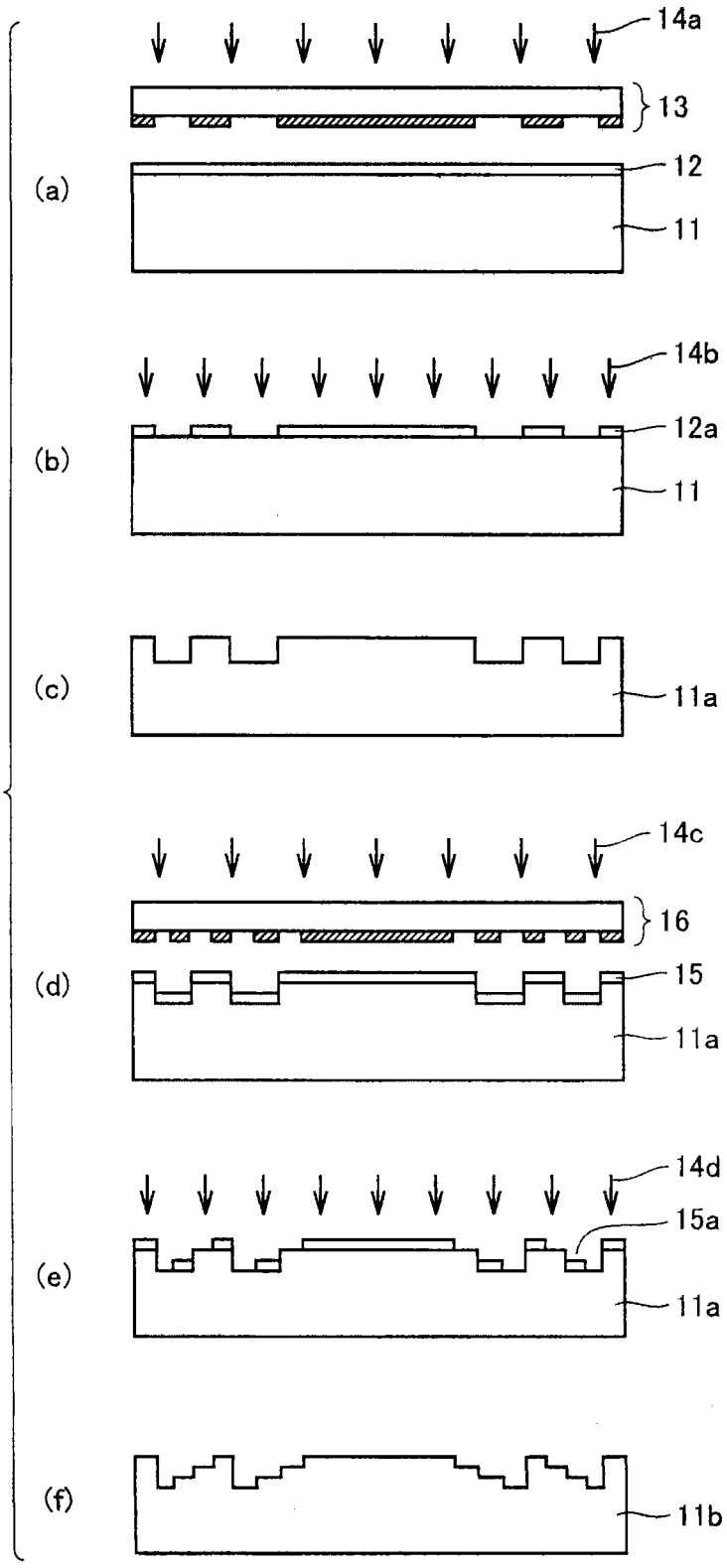


图 12

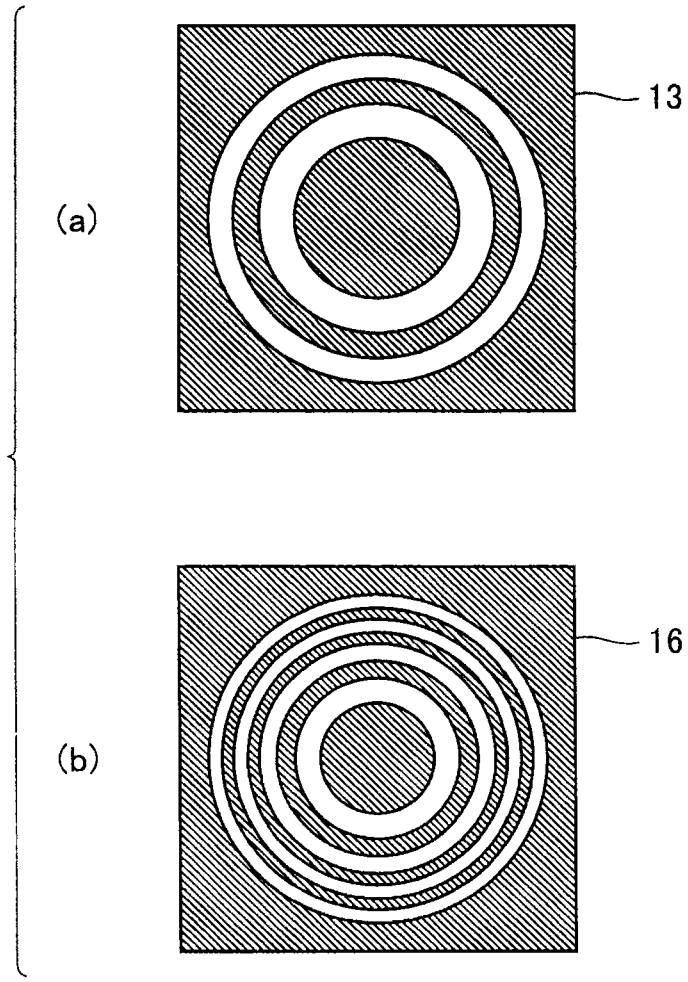


图 13