



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101135743 B

(45) 授权公告日 2012.08.01

(21) 申请号 200710147123.8

书第 0008-0010 段、附图 1-2、说明书摘要。

(22) 申请日 2007.08.30

CN 1504809 A, 2004.06.16, 说明书第 4 页第 13 行至说明书第 6 页第 10 行、附图 1-2.

(30) 优先权数据

2006-233039 2006.08.30 JP

CN 1484085 A, 2004.03.24, 说明书第 1-3 页、说明书摘要。

2006-245343 2006.09.11 JP

CN 1383461 A, 2002.12.04, 说明书第 3 页第 6-12 行。

2006-257198 2006.09.22 JP

(73) 专利权人 佳能电子株式会社
地址 日本埼玉县

审查员 任温馨

(72) 发明人 内山真志 吉川宗利 铃木一雄
若林孝幸

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038
代理人 王永刚

(51) Int. Cl.

G02B 5/20 (2006.01)

G02B 27/52 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-258494 A, 2004.09.16, 说明

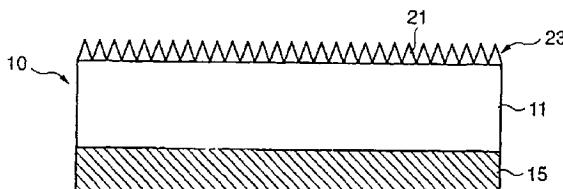
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 14 页

(54) 发明名称

光学滤光器以及摄像装置

(57) 摘要

本发明在整个可见光波长区域中降低分光反
射率，降低发生闪烁或重像等对图像的不良影
像。在基板上用许多微细凹凸周期构造体形
成无反射周期层，通过用真空蒸镀法在基板的
其他面上形成 ND 膜，提高反射防止功能。在入
射到 ND 滤光器的光线中，大气和 ND 膜的边
界以及 ND 膜和基板的边界上的分光反射率
用经过层叠的 ND 膜的 MgF₂ 膜抑制得低。
在基板和大气的边界上的反射率用无反射周
期层降低。



1. 一种光学滤光器，在透明树脂薄膜基板上的至少一部分上层叠了薄膜，其特征在于：

在层叠的上述薄膜的最表层上形成防止光反射的反射防止膜，或者，形成防止光反射的反射防止膜、并且在该反射防止膜上形成排列有反射防止构造体的无反射周期层，在与至少形成有上述薄膜的面相反的一侧的面的至少一部分上形成排列有防止光反射的反射防止构造体的无反射周期层，以比作为反射防止的对象的光的波长还短的周期的间隔排列上述反射防止构造体，

在上述透明树脂薄膜基板的表面上的上述无反射周期层之上形成了无机硬质膜。

2. 根据权利要求 1 所述的光学滤光器，其特征在于：

上述无机硬质膜是限制可见光的透射的 ND 膜。

3. 根据权利要求 2 所述的光学滤光器，其特征在于：

将上述 ND 膜的密度的最大值在可见光波长区域中设为小于等于 1.0。

4. 一种摄像装置，其特征在于，具备：

对被拍摄体像进行光电变换的摄像元件；

调节入射到上述摄像元件的光量的光圈部件；

光学滤光器，是配置在上述光圈部件形成的开口部上，在透明树脂薄膜基板的至少面向上述摄像元件的一侧上层叠了薄膜的滤光器，在层叠的上述薄膜的最表层上形成防止光反射的反射防止膜，或者，形成防止光反射的反射防止膜、并且在该反射防止膜上形成排列有反射防止构造体的无反射周期层，在与至少形成了上述薄膜的面相反的一侧的面的至少一部分上形成排列有防止光反射的反射防止构造体的无反射周期层，以比作为反射防止的对象的光的波长还短的周期的间隔排列上述反射防止构造体。

5. 根据权利要求 4 所述的摄像装置，其特征在于：

上述滤光器是 ND 滤光器。

6. 根据权利要求 5 所述的摄像装置，其特征在于：

将上述 ND 滤光器的密度的最大值在可见光波长区域中设为小于等于 1.0。

7. 根据权利要求 4 所述的摄像装置，其特征在于：

上述滤光器具备：具有均匀的透射率的透明部区域、和用规定的比例使光衰减的 ND 部区域；在上述透明部区域上形成上述无反射周期层。

8. 根据权利要求 7 所述的摄像装置，其特征在于：

上述无反射周期层形成在上述透明部区域的单面或者两面上。

9. 根据权利要求 4 所述的摄像装置，其特征在于：

在上述透明基板的表面上形成无反射周期层，在该无反射周期层之上形成了无机硬质膜。

光学滤光器以及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及使用了光学滤光器，以及具有该光学滤光器的光圈装置的摄像装置。

背景技术

[0002] 在以往的视频照相机等的光学设备中，设置用于控制进入固体摄像元件的入射光量的光量光圈装置。该光量光圈装置被控制为在被拍摄体变亮时变成更小的光圈。此外，在该光量光圈装置上配置有 ND (Neutral Density) 滤光器，谋求即使是明亮的被拍摄体的情况下也能够防止光圈开口过度变小，防止晃动现象和光的衍射现象。

[0003] 关于该 ND 滤光器，除了具有单一密度的滤光器之外，公知的还有例如在特开平 6-265971 号公报或特开 2004-205951 号公报中公开的、具有透明的部分和透射率连续性或者阶段性变化的部分的滤光器。

[0004] 另一方面，视频照相机等的光学设备的固体摄像元件的高灵敏度化和高精细化正在进步。因此，如果配置在光量光圈装置上的 ND 滤光器的整个可见光波长区域中的分光反射率高，则在摄影画面中容易发生重像或闪烁 (flare) 等。因而，为了降低该重像或闪烁，重要的是降低 ND 滤光器的分光反射率。

[0005] 为了降低 ND 滤光器的分光反射率，公知的有利用真空蒸镀法等在 ND 膜上形成反射防止膜的方法。此外，公知的有在没有形成 ND 膜的面上作为反射防止膜进行 AR (Anti-Reflection) 涂层的成膜的方法。但是，当形成由基板表面的单层膜组成的反射防止膜的情况下，虽然反射率能够在特定的波长下降低，但在该波长以外不能够降低。因而，如特开平 8-075902 号公报、特开平 10-133253 号公报、特开 2003-344612 号公报所示，公知的有例如层叠 SiO_2 、 MgF_2 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 等折射率不同的多类薄膜，抑制任意波长区域的反射率。

[0006] 但是，在用于视频照相机等的光学设备中的光圈装置中使用上述那样的 ND 滤光器的情况下，留下如下问题。

[0007] 即，通过了包含照相机的光圈装置的摄像光学系统的光线在固体摄像元件的表面上成像时，有时其一部分的光线在固体摄像元件的表面或光圈装置与摄像元件之间的透镜的表面上反射，返回光圈装置一侧。如果该反射光在 ND 滤光器上再反射后再次入射到固体摄像元件，则发生重像或闪烁。

[0008] 为了防止这些问题，一般是将 ND 滤光器配置在光圈装置上，使得施加了反射防止膜的 ND 膜面处于固体摄像元件一侧。但是，不能防止上述反射光透过 ND 滤光器的 ND 膜，透过滤光器的基板在相反一侧的界面上反射，再次朝向固体摄像元件的情况。此外，当在基板两侧形成 ND 膜的情况下，也不能防止上述反射光在形成于固体摄像元件的相反一侧上的 ND 膜和基板的界面上反射。

[0009] 进而，有时在 ND 滤光器上具有透明区域。此时，在透明区域的反射防止中使用了透明的反射防止多层膜的情况下，因为作为多层膜具有最佳折射率的物质受到限定，所以有时难以实现最佳的组合。此外，必须和 ND 膜另外地将反射防止膜形成为多层，制造工时

增加。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种不仅降低在滤光器表面上的分光反射率,而且还降低透过滤光器的基板在相反一侧的界面上的分光反射率,降低了发生闪烁或重像等的对图像的不良影响的光学滤光器。

[0011] 此外,提供一种即使在滤光器上具有透明区域的情况下也容易具有反射防止效果的光学滤光器。

[0012] 进而,提供一种使用具有这种光学滤光器的光圈装置,降低了发生闪烁或重像等对图像的不利影响的摄像装置。

[0013] 为了解决上述的问题,根据本发明的第一方面,光学滤光器是在透明基板上的至少一部分上层叠了薄膜的滤光器,其特征在于:在与至少形成有上述薄膜的面相反的一侧的面的至少一部分上形成排列有防止光的反射的反射防止构造体的无反射周期层,上述反射防止构造体以比作为反射防止的对象的光的波长还短的周期的间隔排列。

[0014] 此外,根据本发明的第二方面,其特征在于,摄像装置具备:对被拍摄体像进行光电变换的摄像元件;调节入射到上述摄像元件中的光量的光圈部件;光学滤光器,是配置在上述光圈部件所形成的开口部上、在透明基板的至少面向上述摄像元件的一侧上层叠薄膜的滤光器,在与至少形成有上述薄膜的面相反的一侧的面的至少一部分上形成排列有防止光的反射的反射防止构造体的无反射周期层,上述反射防止构造体以比作为反射防止的对象的光的波长还短的周期的间隔排列。

[0015] 在下面的关于实施方式的(参照附图的)描述中,本发明的其它特征将变得更加明显。

附图说明

[0016] 图1是摄像光学系统的构成图。

[0017] 图2是ND膜的膜构成图。

[0018] 图3是室的构成图。

[0019] 图4是微细凹凸周期构造体的立体图。

[0020] 图5是变形例的微细凹凸周期构造体的立体图。

[0021] 图6是微细凹凸周期构造的示意图。

[0022] 图7是变形例的微细凹凸周期构造的示意图。

[0023] 图8A、B是微细凹凸周期构造体的排列例的说明图。

[0024] 图9是具有微细凹凸周期构造体的ND滤光器的剖面图。

[0025] 图10是具有其他的微细凹凸周期构造体的ND滤光器的剖面图。

[0026] 图11是ND滤光器的分光反射率的曲线图。

[0027] 图12是使用了ND滤光器的光量光圈装置的分解立体图。

[0028] 图13是第2实施例的ND滤光器的平面图。

[0029] 图14是蒸镀夹具的剖面图。

[0030] 图15是第3实施例的2密度ND滤光器的平面图。

- [0031] 图 16 是第 3 实施例的 2 密度 ND 滤光器的侧面图。
- [0032] 图 17 是第 4 实施例的层次 ND 滤光器的平面图。
- [0033] 图 18 是第 4 实施例的层次 ND 滤光器的侧面图。
- [0034] 图 19 是用热压机形成微细凹凸周期构造的说明图。
- [0035] 图 20 是蒸镀夹具的剖面图。
- [0036] 图 21 是 ND 膜的膜构成图。
- [0037] 图 22A、B 是 ND 滤光器的剖面示意图。
- [0038] 图 23 是第 6 实施例的 ND 滤光器的剖面示意图。
- [0039] 图 24 是用热压机形成微细凹凸周期构造的说明图。
- [0040] 图 25 是第 7 实施例的 ND 滤光器的剖面示意图。
- [0041] 图 26 是蒸镀夹具的剖面图。
- [0042] 图 27 是形成有 ND 膜的透明基板的平面图。

具体实施方式

- [0043] 以下,根据图示的实施例详细说明本发明。
- [0044] (第 1 实施例)
 - [0045] 图 1 表示摄像光学系统(摄像装置)的构成图。顺序排列有透镜 1;光量光圈装置 2;透镜 3~5、低通滤光器 6、具有 CCD 等的对被拍摄体像进行光电变换的固体摄像元件 7。在光量光圈装置 2 中,在光圈叶片支撑板 8 上可以活动地安装有一对光圈叶片 9a、9b。在光圈叶片 9a 上粘接有用于对通过由光圈叶片 9a、9b 形成的大致菱形形状的开口部的光量进行减光的 ND 滤光器 10。
 - [0046] 但是,在可见光透射密度(浓度)低的 ND 滤光器 10 的情况下,随着密度变低反射率增高的趋势强,由于该反射光的作用,重像或闪烁等的不良影响发生的可能性变高。
 - [0047] 经验上说,如果是密度大致小于等于 1.0、换算为透射率时为大于等于 10% 的 ND 滤光器 10,则有时会发生因反射引起的不良影响。进而,如果密度小于等于 0.5,换算为透射率约大于等于 31.6%,则其可能性有显著提高的趋势。而且,密度(D)和透射率(T)的相关式是 $D = \log_{10}(1/T)$ 。这是透过滤光器的基板在与相反一侧的空气的界面上反射的反射光的影响大。
 - [0048] 根据这样的原因,在密度小于等于 1.0 的密度的 ND 滤光器 10 中,除了 ND 膜外大多需要将反射防止膜形成在 ND 膜的背面上等的某些反射抑制单元。
 - [0049] 图 2 表示 ND 滤光器 10 的 ND 膜的膜构成图。交替地在透明塑料基板 11 上的第 1、3、5、7、9 层中层叠作为电介质层的 Al_2O_3 膜 12,在第 2、4、6、8、10 层中层叠作为金属氧化物的 TixOy 膜 13。进而形成了在作为最表层的第 11 层上作为反射防止膜形成了 MgF_2 膜 14 的合计 11 层的 ND 膜 15。
 - [0050] 该 ND 膜 15 充分考虑在可见光波长区域中的分光透射率的线性、因在基板 11 中使用塑料基板而担心的膜应力、作为成膜工序整体发生的热应力的问题等进行设置。虽然各层的膜厚度等的设计值不同,但也可以将 Al_2O_3 膜 12 的任意的数层或者全部的 Al_2O_3 膜 12 置换为 SiO_2 膜。而后,即使构成是相互层叠 SiO_2 膜或者 Al_2O_3 膜 12 和 TixOy 膜 13,也可以制作具有大致同样的光学特性的 ND 膜 15。

[0051] 最表层的 MgF₂ 膜 14 以光学膜厚度 $n \times d$ (n : 折射率, d : 物理膜厚度), 作为 $\lambda = 540\text{nm}$ 形成 $\lambda/4$ 的厚度。该最表层的 MgF₂ 膜 14 是以 ND 膜 15 面的反射率降低为目的构成的反射防止膜, 选择折射率 n 在可见光的波长区域小于等于 1.5。在本实施例中, 虽然在反射防止膜中使用了 MgF₂ 膜 14, 但因为以反射率降低为主要目的, 所以只要是折射率小的材料即可, 例如即使在使用了 SiO₂ 膜等的情况下, 也能够制造大致同样的 ND 膜 15。

[0052] 作为在本实施例中的基板 11, 从加工成任意形状的加工性等理由出发使用透明塑料材料。具体地说, 使用耐热性、柔软性, 进而在成本上作为基板材料优异的降冰片烯(norbornene)类树脂的 Arton (JSR 公司产), 选择未包含以后说明的无反射周期构造体的部分的厚度为 200 μm 的薄膜。

[0053] 而且, 在本实施例中在基板 11 中选择了 Arton (JSR 公司产), 但不限于此, 也可以使用 Zeonex Zeonor (日本 ZEON 公司产, 商品名) 等的其他的降冰片烯类树脂。进而, 也可以使用降冰片烯类树脂以外的 PMMA、聚碳酸酯、PET、PEN、PC、PO 聚酰亚胺类树脂等各种塑料基板。

[0054] 图 3 表示用于形成该 ND 滤光器 10 的 ND 部区域 (ND 膜) 15 的真空蒸镀机中的室的构成图。在室 131 内设置蒸镀源 132、可以旋转的蒸镀伞 133, 在该蒸镀伞 133 上配置有在成膜部位上设置了开口部的掩模和设置了合成树脂基板的基板夹具 134。固定在蒸镀伞 133 上的基板与该蒸镀伞 133 一同转动并进行成膜。ND 滤光器 10 的形成 ND 部区域 15 的蒸镀面以 ND 滤光器 10 的表面与蒸镀源 132 相对置的方式安装在蒸镀伞 133 上, 基板夹具 134 以 Z 轴为中心和该蒸镀伞 133 一同转动并进行成膜。

[0055] 另一方面, 作为反射防止构造体之一, 已知具有比光的波长还短的周期构造的被称为“Moth eye”的 SWS(子波长格子)。随着在半导体或 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 的制造中使用的微细加工技术的提高, 可以制作上述 SWS。例如, 用肉眼观察蛾的眼睛时看起来觉得黑的现象启示了反射被抑制, 是因为用 SWS 抑制表面反射的缘故。这一点在 1967 年由 C. G. Bernhard 通过对形成在蛾的眼睛的表面上的数百 nm 单位的凹凸构造的反射率进行测定而发现。该 SWS 是入射的光的强度的几乎全部作为 0 次衍射光透射到物质内, 几乎不会产生 0 次以外的衍射光, 可以生成为任意形状。

[0056] 图 4 表示作为 SWS 之一的圆锥型的微细凹凸周期构造体 21 的立体图, 应用上述的 SWS 的特征以减小菲涅耳反射为目的生成在表面上。此外, 代替微细凹凸周期构造体 21, 也可以使用如图 5 所示那样的角锥型的微细凹凸周期构造体 22。

[0057] 图 6 表示将具有由蛾眼睛 (Moth eye) 构造形成的微细凹凸周期构造体的无反射周期层 (微细凹凸周期构造) 23 形成在基板 11 的想要抑制反射的面上时的立体图。在 ND 滤光器 10 中的基板 11 的表面上设置成以等间隔配置无数个由该透明塑料材料形成的圆锥体形状的突起部 21 的微细凹凸周期构造 23。

[0058] 假设各突起部 21 间的间距为 a , 突起部 21 的底部的直径为 b , 高度为 c 。突起部 21 的剖面相对于高度 c , 随着从构造的最顶部向着最底部, 体积逐渐增加, 与之对应的有效折射率也从突起部 21 的最顶部向着最底部连续地分布。因此, 从空气层向着 ND 滤光器 10 的基板 11 具有平滑的有效折射率分布的圆锥体形状的突起部 21 上, 光从上方入射的情况下, 因为没有急剧的折射率差, 所以光几乎不反射而到达基板 11。

[0059] 而且, 如果假设在想要得到反射防止效果的波长区域中的最短波长为 λ , 突起部

21 的材料具有的折射率为 n_s , 则作为间距 a 的值可以通过满足下式来得到反射防止效果。

[0060] $a \leq \lambda / n_s$

[0061] 此外, 直径 b 表示突起部 21 的底面的大小, 由此决定反射防止元件的填充率, 理想的是该值为间距 a 的十分之 $5 \sim 10$ 左右。

[0062] 而且, 通过将高度 c 和间距 a 的纵横比设置为约 1.0 左右, 可以得到反射防止效果。这样通过最佳地设置间距 a 、直径 b 、高度 c , 可以提高对所希望的波长 λ 的反射防止效率。

[0063] 而且, 在实施例中, 说明了由许多圆锥形状的突起部 21 组成的微细凹凸周期构造 23, 但也可以是角锥形状, 或者也能够设置成由图 7 所示那样的反圆锥形状的凹部 24 组成的微细凹凸周期构造 23。由此, 可以将光入射前的介质和入射后的介质的光折射率人工设置成平滑连接的分布, 也能够降低反射。

[0064] 对于作为这些反射防止构造体的微细凹凸周期构造体 21、22、24 的制作, 在本实施例中用出射成型法制作。出射成型法是这样的方法, 即, 在由阴模和阳模构成的型模的腔 (cavity) 部中用螺旋桨以高速、高压填充熔融了的塑料材料, 进行急冷并从型模中取出, 得到具有所希望的形状的成形品。作为其他的方法, 有利用在表面上形成了有规则的微细凹凸图案的压模、实施了光聚合性树脂的薄膜的光聚合 (polymerization) 法。此外, 能够利用热压法, 该方法是在比成为基材的塑料材料的玻璃转移点高的温度下加热形成有微细凹凸图案的模并按压在基材上。

[0065] 在本实施例中, 采用具有图 4 所示那样的圆锥形状的微细凹凸周期构造体 21 的无反射周期层 23。考虑 ND 滤光器 10 的用途, 以降低大致 $\lambda = 400 \sim 700\text{nm}$ 为止的可见光波长区域的反射率为目的, 设计成高度 250nm、周期 220nm, 高度和周期的比 (纵横比) 大于等于 1。

[0066] 在图 4 所示的微细凹凸周期构造体 21 的情况下, 其排列可以考虑在图 8A 中所示的正方形排列或图 8B 所示的六边形排列等, 但因为六边形排列的基板 11 的材料的露出面少, 所以可以说反射防止效果高。但是, 在本实施例中, 从微细凹凸周期构造体 21 的制作上的情况考虑, 使用图 8A 所示的正方形排列。

[0067] 图 9 表示在本实施例中的 ND 滤光器 10 的剖面图, 在基板 11 上形成上述那样的无反射周期层 23, 在基板 11 的另一面上用真空蒸镀法形成 ND 膜 15。而后, 在成膜区域的任何领域上形成密度为 0.6 的单密度型的 ND 膜 15, 也能够提高反射防止功能。此外, 如图 10 所示的 ND 滤光器 10 那样, 也能够在基板 11 的两面上形成无反射周期层 23。而且, 在本实施例中, 当将 ND 滤光器 10 组装到图 1 所示的摄像装置中的情况下, 配置成使基板 11 的形成 ND 膜 15 的面与摄像元件 7 相对置。

[0068] 在本实施例中, 虽然在面上形成 ND 膜 15, 但并不限于此, 在生成 ND 滤光器 10 以外的光学滤光器的情况下, 只要代替图 2 所示的 ND 膜 15 层叠作为目的的薄膜即可。

[0069] 图 11 表示已制作的 ND 滤光器 10 的 ND 膜 15 面的可见光波长区域的分光反射率的曲线图, 在整个可见光波长区域中分光反射率变成小于等于 0.5%。例如, 在与本实施例的 ND 滤光器 10 一样的膜构成中, 如果比较没有无反射周期层 23 的 ND 滤光器, 则 ND 膜 15 面的可见光波长区域中的分光反射率最大为 3% 左右。这样, 在具备有本实施例的无反射周期层 23 的 ND 滤光器 10 中反射率大幅度降低。

[0070] 用层叠的 ND 膜 15 的 MgF₂ 膜 14 将在入射到 ND 滤光器 10 中的光线中, 大气和 ND 膜 15 的边界, 以及 ND 膜 15 和基板 11 的边界上的分光反射率抑制得低。而后, 基板 11 和大气的边界, 即在光线的射出面上的反射率靠无反射周期层 23 的作用而降低。

[0071] 而且, 本实施例虽然将形成 ND 膜 15 的面侧设置成光线的入射一侧(在摄像元件 7 上反射的光入射的一侧), 将形成有无反射周期层 23 的面设置成射出一侧, 但即使将形成有无反射周期层 23 的面作为入射一侧也能够得到同样的效果。即使在外观上, 也不会发生褶皱或裂纹等, 能够得到良好的 ND 滤光器 10。

[0072] 图 12 表示使用了具有这种特性的 ND 滤光器 10 的光量光圈装置的立体图, ND 滤光器 10 利用光圈驱动部 31 与光圈叶片 9a、9b 的移动一同在光圈底板开口部 32 内自由出入。

[0073] 此外, 在本实施例中虽然将 ND 滤光器 21 粘贴在光圈叶片 9a 上, 但也可以和光圈叶片独立地移动。

[0074] 通过将该光量光圈装置如图 1 所示适用到视频照相机或者数字静态照相机等的摄像装置中, 能够降低重像或闪烁这种由 ND 滤光器 10 的反射光引起的不良影响。

[0075] 如本实施例所示, 通过将无反射周期层 23 形成在 ND 膜 15 的相反一侧的面上, 能够降低在整个面上的反射, 能够降低重像或闪烁这种由 ND 滤光器 10 的反射光引起的不良影响。

[0076] 此外, 一般因为无反射周期层 23 的分光反射率比形成在 ND 滤光器 10 上的作为反射防止膜的 MgF₂ 膜 14 的分光反射率还低, 所以和以往相反通过将无反射周期层 23 一侧向着固体摄像元件 7 安装, 也能够得到进一步良好的分光反射率特性。

[0077] (第 2 实施例)

[0078] 在以下说明的第 2 至第 4 实施例中, ND 滤光器 10 具备透明部区域 211、ND 部区域 212。ND 部区域 212 具备与在第 1 实施例中说明的 ND 部区域 15 一样的膜构成。

[0079] 图 13 表示 ND 滤光器 10 的平面图, ND 滤光器 10 含有透明部区域 211、形成 ND 膜且以规定的比例使光衰减的 ND 部区域 212。因此, 当将本实施例中的 ND 滤光器 10 安装在图 1 所示的光量光圈装置 2 上的情况下, ND 滤光器 10 的透明部区域 211 在开放状态下位于光圈开口部区域的一部分, 或者整个区域上。

[0080] 而后, 伴随与被拍摄体的光量相应地将开口部驱动为小光圈状态, 按照该驱动, ND 区域 212 进入到光圈开口部内, 能够根据该进入量逐渐减少光量。

[0081] 在本实施例的 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 上不蒸镀在第 1 实施例中说明过的 ND 膜, 而在其表面上如在第 1 实施例中说明的那样形成比可见光波长还短的间距的微细凹凸周期构造 23。该微细凹凸周期构造如已说明过的那样具有反射防止构造, 所以入射到透明部区域 211 的表面上的光几乎不会反射。

[0082] 作为形成这种有规则的微细凹凸周期构造 23 的方法, 能够利用在实施例 1 中记述的方法, 但在本实施例中利用了光聚合法。为了在 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 上形成微细凹凸周期构造 23, 在成为透明部区域 211 的部位上用凹版涂敷法, 作为光聚合性树脂, 涂敷厚度约 40 μm 的环氧类紫外线硬化性树脂。在涂敷了该环氧类紫外线硬化性树脂的部分之上放置具有微细凹凸周期图案的反转形状的压模, 使基板和压模紧密接触, 通过从基板一侧照射高压汞灯, 使环氧类紫外线硬化性树脂进行光聚合而硬化。其后, 分开基板和压

模,得到在 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 上形成有所希望的微细凹凸周期构造 23 的反射防止区域。

[0083] 进而,使用和上述一样的方法,对在表面上形成有微细凹凸周期构造 23 的透明部区域 211 的背面也形成微细凹凸周期构造 23。接着,对于成为在透明部区域 211 上形成了微细凹凸周期构造 23 的基板的 ND 部区域 212 的部位的两面,用真空蒸镀法形成 ND 膜。该 ND 膜的成膜使用图 3 所示的和第 1 实施例一样的真空蒸镀机进行。

[0084] 图 14 表示基板夹具 134 的立体图,例如配置有未图示的磁铁的固定夹具 241 在其上顺序放置由实施蒸镀的厚度 $100 \mu\text{m}$ 的透明的 PET 薄膜组成的塑料基板 11 以及由磁性材料组成的掩模片 243。掩模片 243 只在应该实施蒸镀膜的 ND 部区域 212 上设置开口部 244,通过对固定夹具 241 和掩模片 243 进行吸附等来使其紧密接触,由此防止蒸镀膜附着在透明部区域 211 上,只在 ND 区域 212 上附着规定的蒸镀膜。

[0085] 用上述的方法形成的 ND 膜 15 在成为 ND 区域 212 的部位上是密度均匀的单一密度膜,具体地说对于各自的单面来说密度为约 0.35,即两面成膜时的密度为 0.7。

[0086] 此外,为了比较,准备在成为 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 的部位上没有形成微细凹凸周期构造 23 的基板 11,同样地对成为 ND 部区域 212 的部位的两面形成了 ND 膜 15。

[0087] 而后,将在上述的方法中制作的具有透明部区域 211 和 ND 部区域 212 的 ND 滤光器 10 分别安装在图 12 所示那样的光量光圈装置的光圈叶片 9a 上,搭载在和以往一样的图 1 那样的摄像装置上并进行了图像评价。

[0088] 如表 1 所示,对于在透明部区域 211 上形成有微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10,确认了重像的影响降低,抑制画质的劣化。另一方面,对于在透明部区域 211 上没有形成微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10,不能充分降低重像的影响,且不能充分抑制画质的劣化。

[0089] 表 1

[0090]	微细凹凸周期构造	画质
[0091]	有	○
[0092]	没有	×
[0093] (第 3 实施例)		

[0094] 图 15 是第 3 实施例中的 ND 滤光器 10 的平面图,图 16 表示侧面图,在 ND 部区域 212 上形成具有透射光量不同的 2 种密度的 ND 膜 15a、15b。使用和第 2 实施例一样的塑料基板 11 对 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 的两面形成由环氧类紫外线硬化性树脂组成的微细凹凸周期构造 23。

[0095] 作为该 ND 膜 15 的蒸镀方法,首先对一方的单面的 ND 部区域 212 的整个面蒸镀图 2 所示那样的 11 层构成的 ND 膜 15a,使得密度成为 0.35,接着,在另一方的面上只在 ND 部区域 212 的区域 A 上,使用设置了开口部 244 的掩模片 243 蒸镀 11 层构成的 ND 膜 15a,使得密度成为 0.35。进而,只在 ND 区域 212 的区域 B 上,使用设置有开口部 244 的掩模片 243 蒸镀 11 层构成的 ND 膜 15b,使得密度成为 1.05。

[0096] 控制成膜后的 ND 滤光器 10 使得在 ND 区域 212 中区域 A 的密度变成约 0.7,区域 B 的密度变成约 1.4。

[0097] 此外,为了比较,准备在成为 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 的部位上没有形成微

细凹凸周期构造 23 的基板 11, 同样地对 ND 部区域 212 形成具有 2 种不同的密度区域的 ND 膜 15a、15b。

[0098] 将在上述的方法中制作的具有透明部区域 211 以及 ND 部区域 212 的 ND 滤光器 10 与第 2 实施例一样安装在图 12 所示的光量光圈装置的光圈叶片 9a 上, 搭载在和以往一样的图 1 那样的摄像装置上并进行了图像的评价。

[0099] 如表 2 所示, 对于在透明部区域 211 上形成有微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10, 确认了重像的影响降低, 抑制画质的劣化。另一方面, 对于在透明部区域 211 上没有形成微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10, 不能充分降低重像的影响, 且不能充分抑制画质的劣化。

[0100] 表 2

[0101]	微细凹凸周期构造	画质
[0102]	有	○
[0103]	没有	×

[0104] (第 4 实施例)

[0105] 图 17 表示第 4 实施例中的 ND 滤光器 10 的平面图, 图 18 表示侧面图, 在 ND 部区域 212 上形成具有可见光透射密度逐渐变化的层次 (gradation) 密度的 ND 膜 15c。首先, 使用和第 2 以及第 3 实施例一样的方法在 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 的两面上形成由环氧类紫外线硬化性树脂组成的微细凹凸周期构造 23。

[0106] 接着, 对 ND 滤光器 10 的 ND 区域 212 的两面, 用真空蒸镀法形成具有可见光透射密度顺序地从小变化到大的层次密度的 ND 膜 15c。具有该层次密度的 ND 膜 15c 使用具有可以调节与掩模面所成的角度的遮挡板的掩模。而后, 通过用掩模对蒸镀面遮挡膜材料的一部分, 使用在基板 11 上成膜层次密度分布的方法而形成。

[0107] 具体地说, 将密度约 0.2 ~ 0.6, 即透射率顺序向约 63 ~ 25% 变化的 ND 膜 15c 分别形成在基板 11 的两面上, 两面成膜后的密度约为 0.4 ~ 1.2, 即透射率顺序向约 40 ~ 6.3% 变化。但是, 最表层的 MgF₂ 膜不使用掩模, 在 ND 区域 212 的整个区域上以光学膜厚度 n × d (n : 折射率, d : 物理膜厚度) 为 $\lambda / 4$ ($\lambda = 500 \sim 600\text{nm}$) 进行蒸镀。

[0108] 此外, 为了比较, 准备在成为 ND 滤光器 10 的透明部区域 211 的部位上没有形成微细凹凸周期构造 23 的基板 11, 同样地对 ND 部区域 212 形成具有层次密度的 ND 膜 15c。

[0109] 将在上述的方法中制作的具有透明部区域 211 以及 ND 部区域 212 的 ND 滤光器 10 与第 2 以及第 3 实施例一样安装在图 12 所示的光量光圈装置的光圈叶片 9a 上, 搭载在和以往一样的图 1 那样的摄像装置上并进行了图像的评价。

[0110] 如表 3 所示, 对于在透明部区域 211 上形成有微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10, 重像的影响降低, 能够抑制画质的劣化。另一方面, 对于在透明部区域 211 上没有形成微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10, 不能充分降低重像的影响, 且不能充分抑制画质的劣化。

[0111] 表 3

[0112]	微细凹凸周期构造	画质
[0113]	有	○
[0114]	没有	×

[0115] 在本实施例 4 中在透明部区域 211 以及 ND 部区域 212 中用上述的方法能够降低在 ND 滤光器部 10 的表面上发生的反射光, 其结果可以良好地除去重像。

[0116] 这样通过将微细凹凸周期构造 23 形成在形成有 ND 膜 15 的面以外的透明部区域 211 上, 能够抑制到达图 1 的固体摄像元件 7 的杂散光, 能够降低重像或闪烁这种由 ND 滤光器 10 的反射光引起的不良影响。

[0117] 此外, 因为一般使微细凹凸周期构造 23 的分光反射率比形成在 ND 滤光器 10 上的反射防止膜的分光反射率还低, 所以通过和以往相反地将微细凹凸周期构造 23 一侧向着固体摄像元件 7 安装, 还能够得到进一步良好的分光反射率特性。

[0118] (第 5 实施例)

[0119] 在以下的第 5 至第 7 实施例中, 说明在 ND 膜 15 之下具有微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10。

[0120] 作为形成微细凹凸周期构造 23 的方法, 能够利用在上述的实施例中记载的各种方法, 但在本实施例中利用了热压法。在本实施例中, 如图 19 所示使用形成有与微细凹凸周期构造 23 相反形状的微细凹凸周期沟 341 的上模 342 和具有平坦的面的下模 343, 通过热压将微细凹凸周期沟 341 转印到透明基板 11 上。该上模 342 的微细凹凸周期沟 341 例如能够在模基材上用电子线描画形成抗蚀剂图案, 用反应性离子蚀刻对基材进行蚀刻形成它。

[0121] 其后, 在微细凹凸周期构造 23 上形成 ND 膜。图 20 表示蒸镀夹具 134 的剖面图, 在该蒸镀夹具 134 上经由销钉等来固定透明基板 11 和蒸镀图案形成掩模 352。

[0122] 使用图 3 所示的真空蒸镀机和该蒸镀夹具, 在透明基板 11 上与第 1 实施例一样地蒸镀 ND 膜。

[0123] 图 21 表示用上述的方法在微细凹凸周期构造 23 上成膜后的作为密度 1.0(透射率 10%) 的无机硬质膜的 ND 膜 71 的膜构成图。在透明基板 11 上的微细凹凸周期构造 23 上, 交替地在第 1、3、5 层中层叠用于降低反射率的作为反射防止膜的 Al₂O₃ 膜 72; 在第 2、4、6 层中层叠用于降低透射率的作为光吸收层的 TiO_x 膜 73。进而, 为了提高反射防止效果, 在最表层即第 7 层上蒸镀光学膜厚度 n × d(n: 折射率, d: 物理膜厚度) 为 λ / 4 (λ = 500 ~ 600nm) 的作为低折射率材料的 SiO₂ 膜 74, 设置成 7 层构成的 ND 膜 71。而且, 代替 SiO₂ 膜 74 可以使用 MgF₂ 膜。

[0124] 作为反射防止膜能够使用透明电介质, 除了 Al₂O₃ 膜 72 外能够使用 SiO₂、SiO、MgF₂、ZrO₂、TiO₂ 等。此外, 作为光吸收层能够使用具有吸收可见光波长区域的波长的特性的材料, 除了 TiO_x 膜 73 外能够使用 Ti、Ni、Cr、NiCr、NiFe、Nb 等的金属、合金、氧化物。

[0125] 在该 ND 膜 71 中的蒸镀膜上将微细凹凸周期构造 23 的凹凸转印到第 2 ~ 3 层左右, 但在其后逐渐平滑。因而, 在接近微细凹凸周期构造 23 的几层是边界面, 能够期待和微细凹凸周期构造 23 同样的反射防止效果。此外, 由此对作为 ND 膜 71 的特性不会有特别的影响。

[0126] 进而, 如图 22A 所示, 在背面上作为反射防止膜 75 形成 λ / 4 (λ = 540nm) 的 SiO₂ 的单层膜, 如图 22B 所示, 在背面上还蒸镀 ND 膜 71。而后, 在背面上成膜完成之后, 从真空蒸镀机中取出透明基板 11, 对形成在透明基板 11 上的多个 ND 滤光器 10 进行冲压加工形成各个形状。

[0127] 将这样制作的 ND 滤光器 10 安装在光量光圈装置的光圈叶片上并进行了摄像图像的评价。如表 4 所示,对于在透明基板 11 上形成了微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10,反射率也减小,没有发现重像,但对于没有形成微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器认出了重像。

[0128] 表 4

[0129]	微细凹凸周期构造	重像	最大反射率 ($\lambda = 400 \sim 700\text{nm}$)
[0130]	有	没有	2%
[0131]	没有	有	6%

[0132] (第 6 实施例)

[0133] 在第 6 实施例中,在设置在图 23 所示的透明基板 11 的两面上的微细凹凸周期构造 23 上,制作形成有 ND 膜 71 的 ND 滤光器 10。在透明基板 11 中和实施例 5 一样使用厚度 $100\mu\text{m}$ 的 PET 树脂薄膜,使用图 24 所示那样的都形成有微细凹凸周期沟 341 的上模 342、下模 343'。通过与实施例 5 一样的温度、压力的条件下的热压,将上模 342、下模 343' 的微细凹凸周期沟 341 转印到透明基板 11 的两面上。

[0134] 用上述的方法,通过使用在两面上形成有微细凹凸周期构造 23 的透明基板 11,在微细凹凸周期构造 23 上分别在两面上形成密度 0.3 的 ND 膜 71,形成了密度 0.6(透射率 25%) 的 ND 滤光器 10。而且,本实施例 6 中的 ND 膜 71 的成膜方法和实施例 5 一样。

[0135] 将这样制作的 ND 滤光器 10 安装在光量光圈装置的光圈叶片上并进行了摄像图像的评价。如表 5 所示,对于在透明塑料基板 11 上形成了微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10,反射率也变小,没有发现重像,但对于没有形成微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器看到轻微的重像。

[0136] 表 5

[0137]	微细凹凸周期构造	重像	最大反射率 ($\lambda = 400 \sim 700\text{nm}$)
[0138]	有	没有	1%
[0139]	没有	有(轻微)	4%

[0140] (第 7 实施例)

[0141] 在第 7 实施例中,在用和实施例 5 一样的步骤在透明基板 11 上形成了微细凹凸周期构造 23 后,在该微细凹凸周期构造 23 上如图 25 所示那样形成作为具有密度 1.0(透射率 10%) 的均匀密度部 81、层次密度部 82 的无机硬质膜的 ND 膜 83。

[0142] 如图 26 所示,在蒸镀夹具 134 上与透明基板 11 隔开规定的间隔设置蒸镀图案形成用掩模 352,在真空蒸镀机中进行蒸镀时,蒸镀夹具 134 在图 3 所示的室 131 内,如箭头所示一边以 Z 轴为中心旋转一边成膜,如图 27 所示能够形成具有层次密度分布的 ND 膜 83。

[0143] 该 ND 膜 83 具有膜厚度逐渐变薄的层次密度部 82,在该层次密度部 82 中各层的膜厚度因位置而不同。一般,具有这种层次密度部 82 的 ND 滤光器 10 即使具有用均匀密度部 81 抑制了反射的膜构成,因为在层次密度部 82 中膜厚度变化,所以发生反射变大的位置。这是因为利用各层的反射光的干涉,综合抑制反射的缘故,在本实施例 7 中,因为用形成在透明基板 11 的表面上的微细凹凸周期构造 23 使各层的界面的折射率具有倾斜性来抑制反射,所以能够抑制由位置引起的反射率的增加。

[0144] 此外,在层叠了 ND 膜 83 的透明基板 11 的背面上,作为反射防止膜 75 蒸镀 $\lambda/4$ (λ

= 540nm) 的 SiO₂ 的单层膜并成膜。在形成背面的反射防止膜 75 后,从真空蒸镀机中取出透明基板 11,对形成在透明基板 11 上的多个 ND 滤光器 10 进行外形冲压加工形成各个形状。

[0145] 将这样制作的 ND 滤光器 10 安装在光量光圈装置的光圈叶片上并进行了摄像图像的评价。表 6 表示该评价,对于在透明基板 11 上形成了微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器 10,反射率也变小,没有看到重像,但对于没有形成微细凹凸周期构造 23 的 ND 滤光器看到了重像。

[0146] 表 6

[0147] 微细凹凸周期构造 重像 最大反射率 ($\lambda = 400 \sim 700\text{nm}$)

[0148] 有 没有 4%

[0149] 没有 有 15%

[0150] 以上参照示例性的实施方式描述了本发明,但是应该明白本发明并不限于所公开的示例性的实施方式。所附的权利要求书的范围应被给予最宽的解释,以包括所有这样的修改和等同结构与功能。

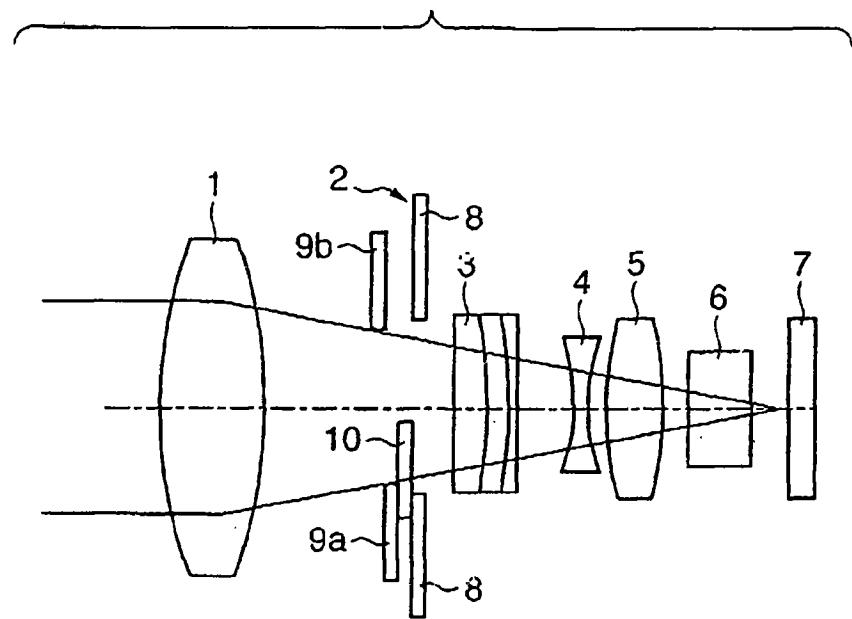


图 1

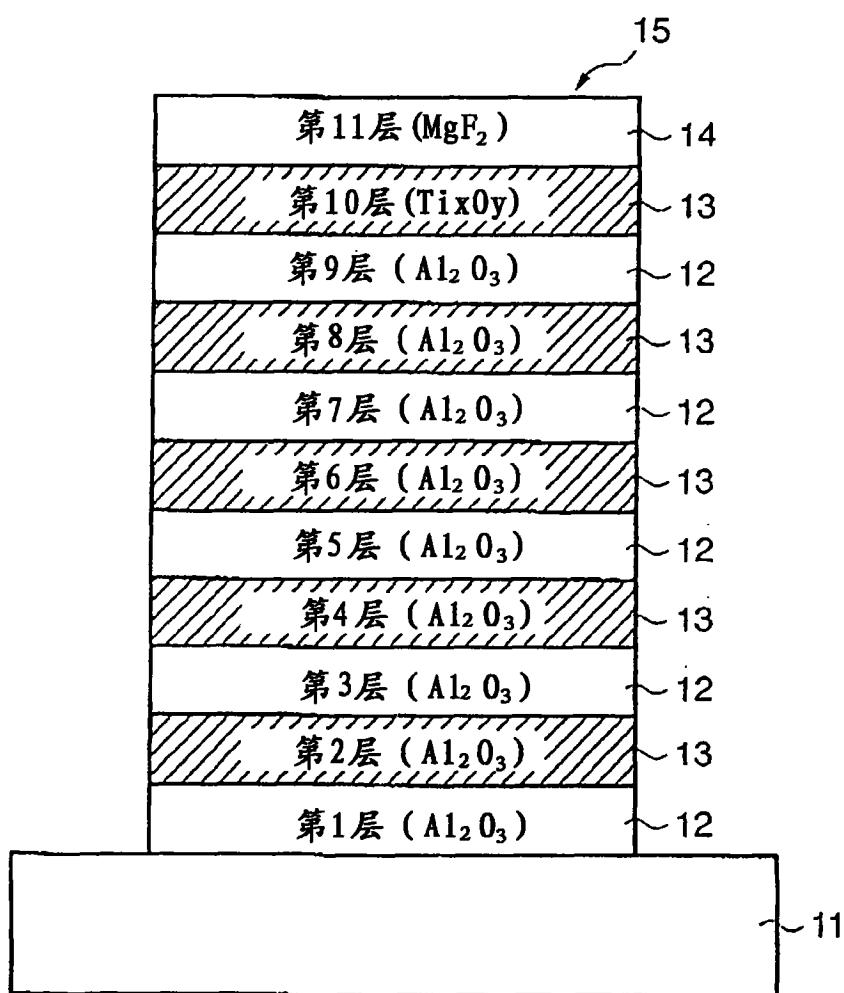


图 2

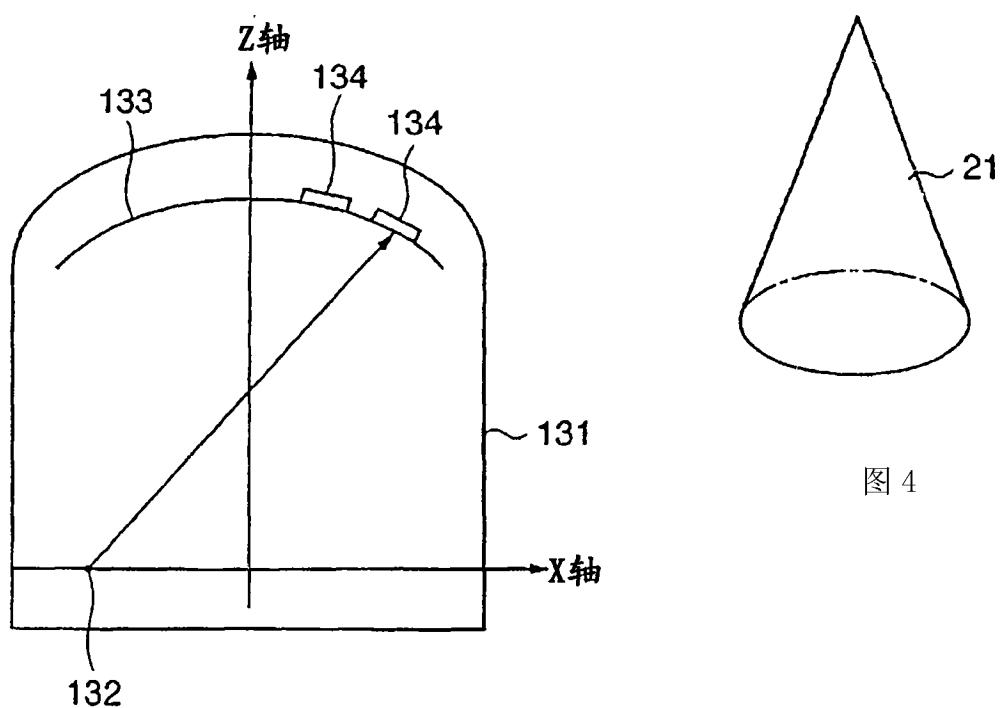


图 3

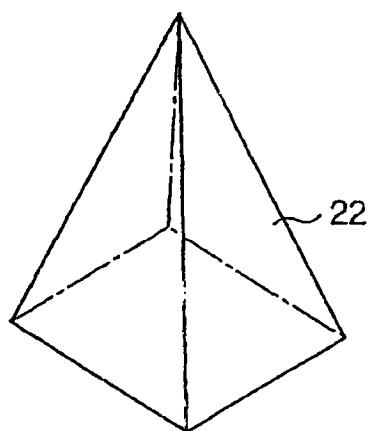


图 4

图 5

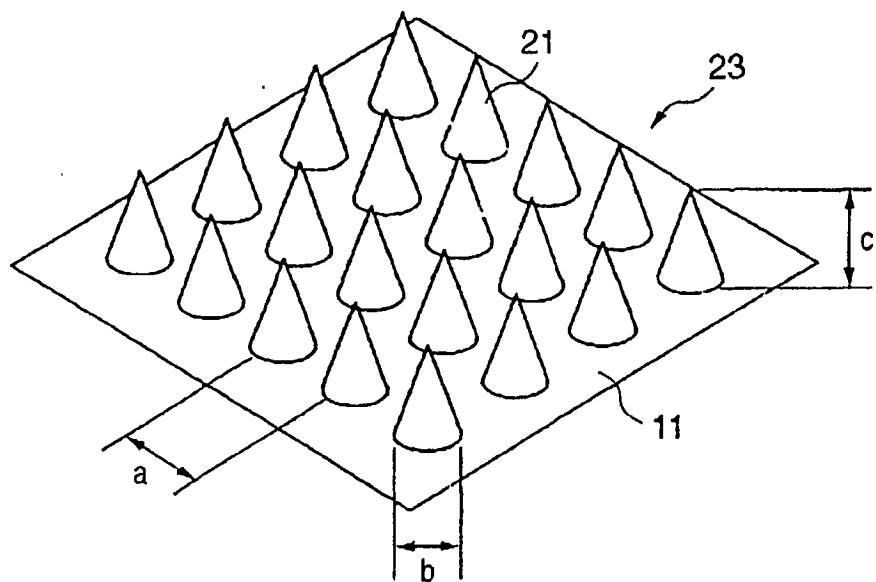


图 6

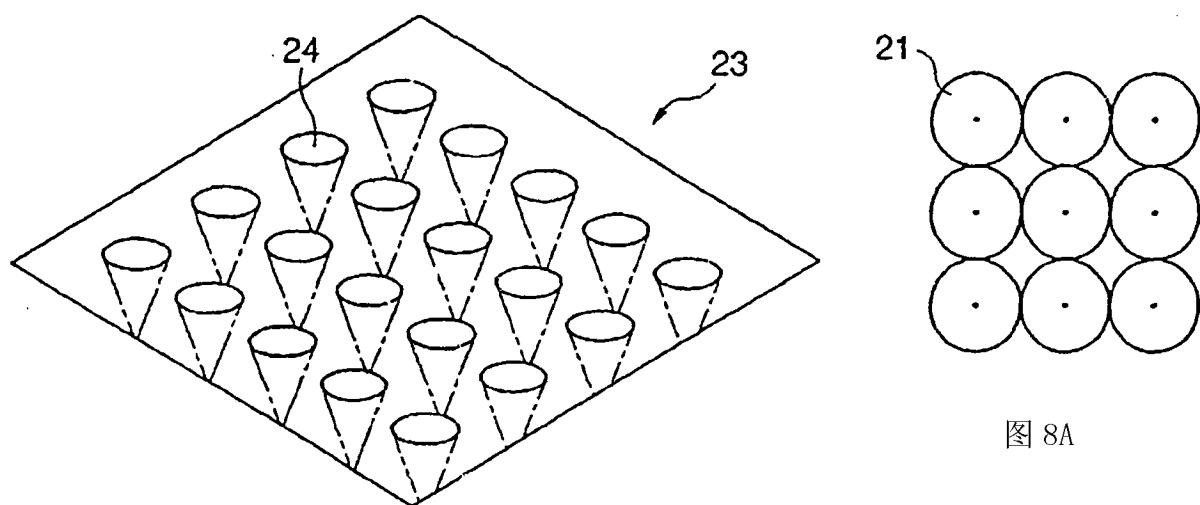


图 8A

图 7

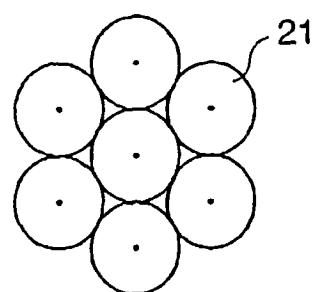


图 8B

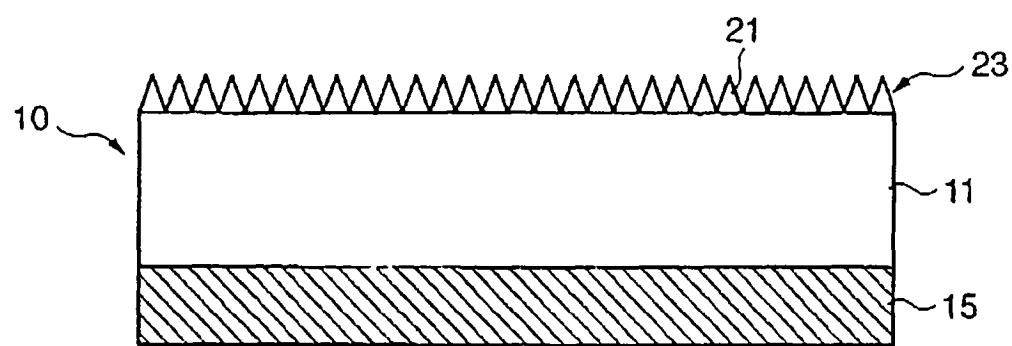


图 9

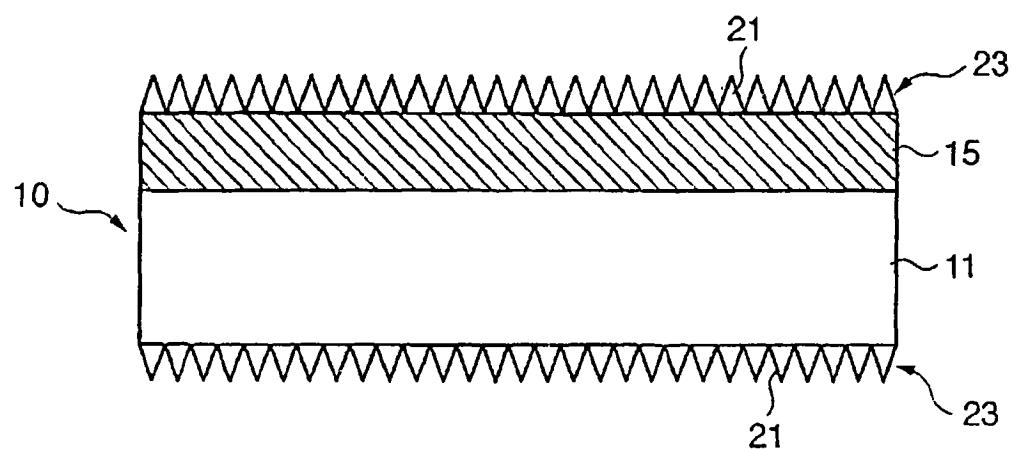
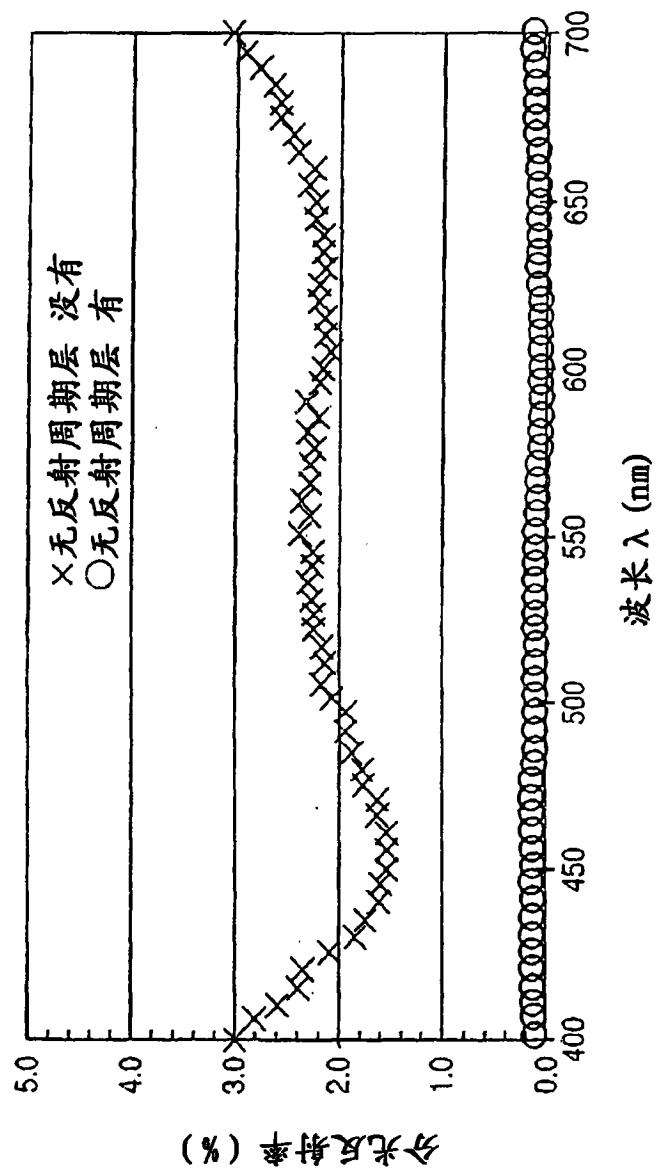


图 10

图 11



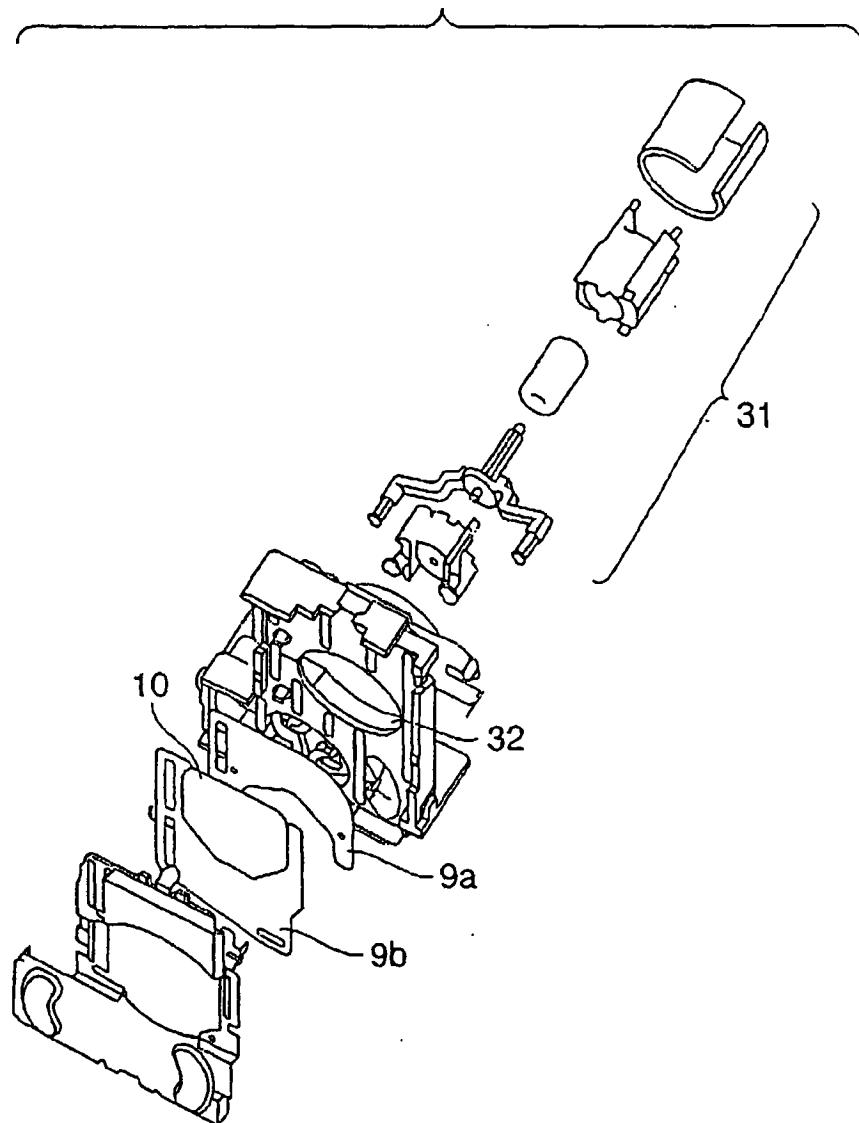


图 12

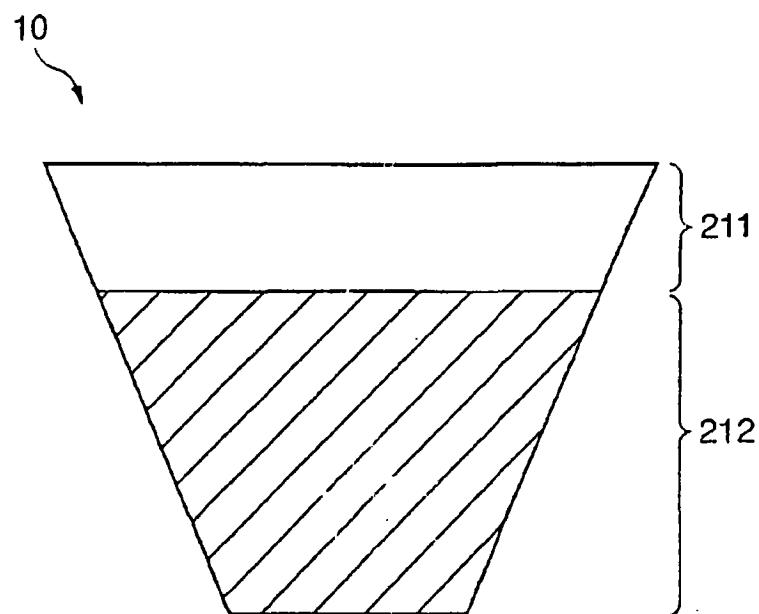


图 13

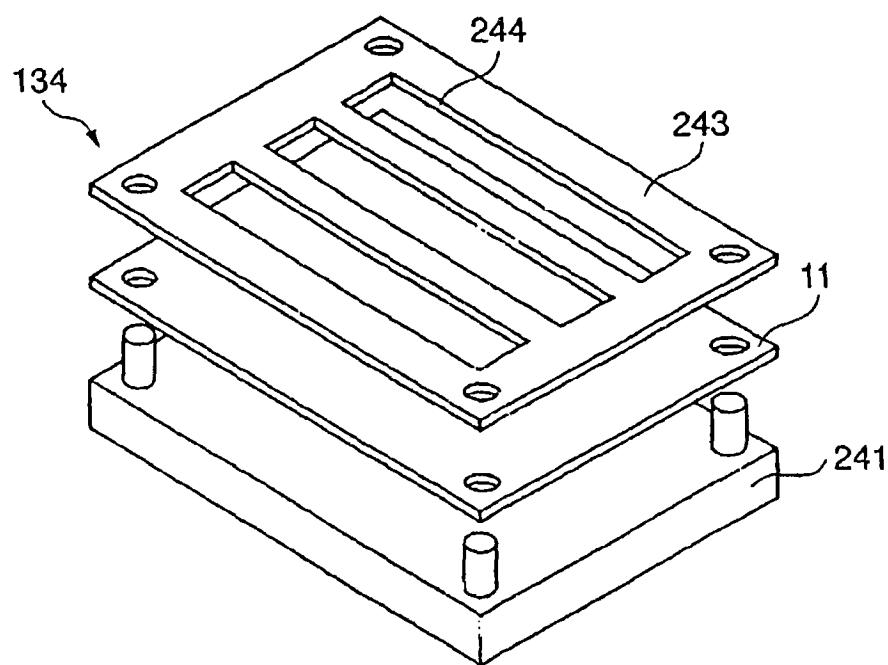


图 14

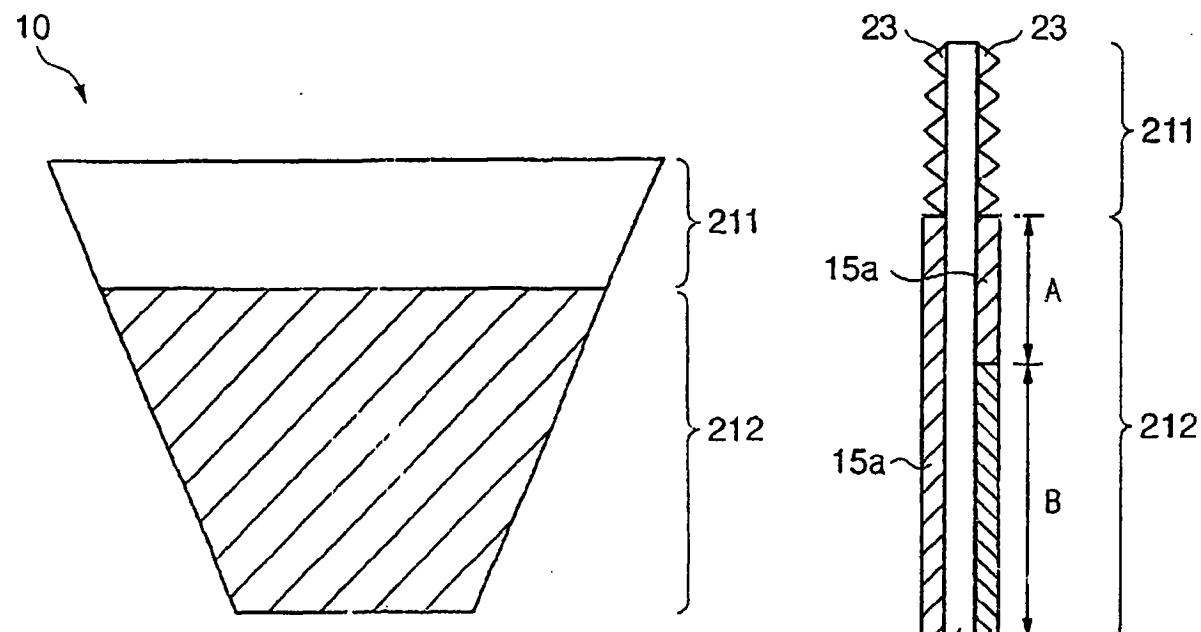


图 15

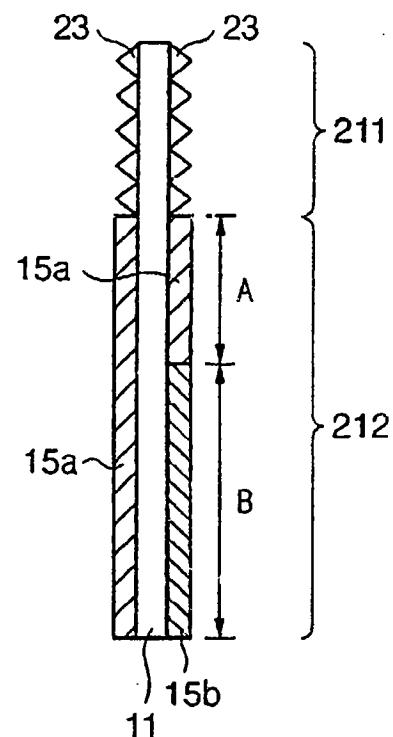


图 16

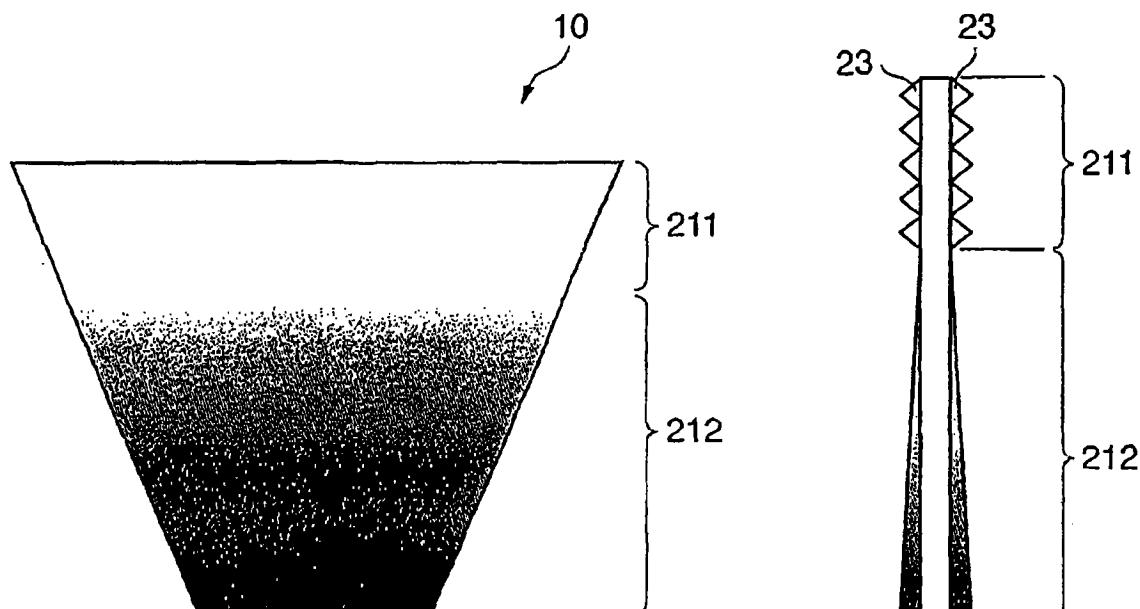


图 17

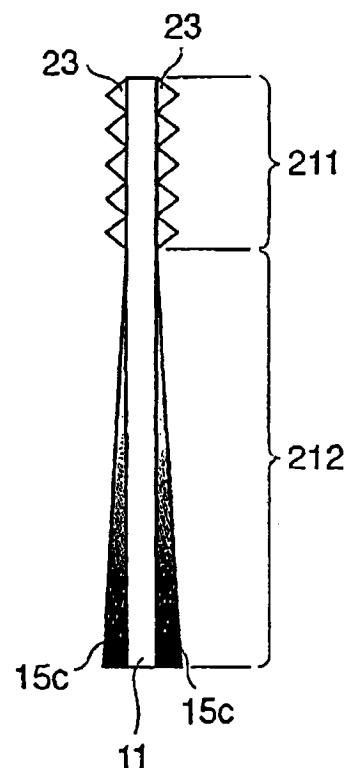


图 18

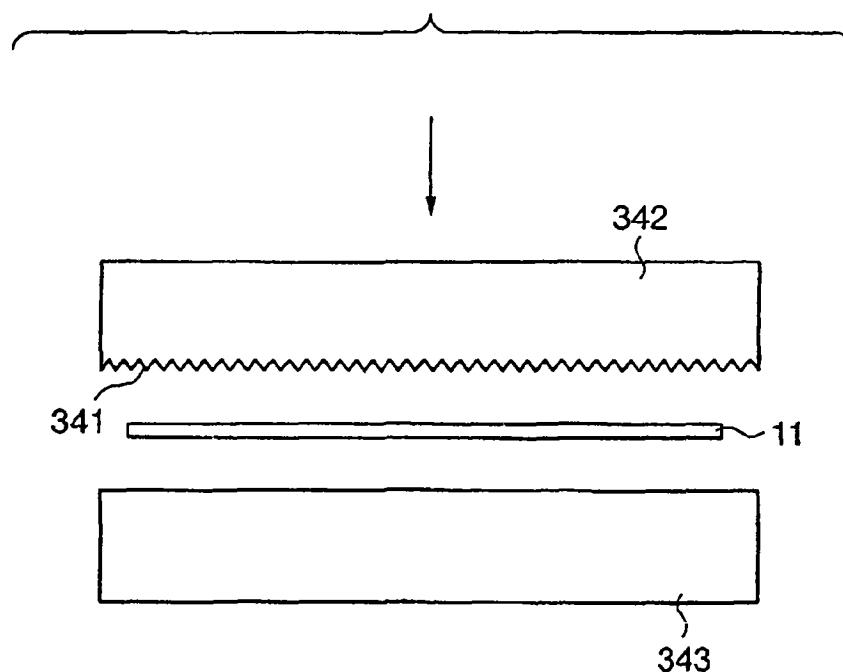


图 19

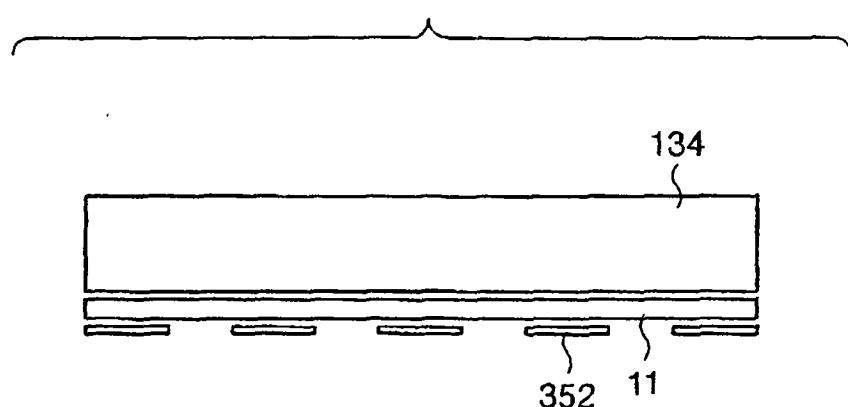


图 20

图 21

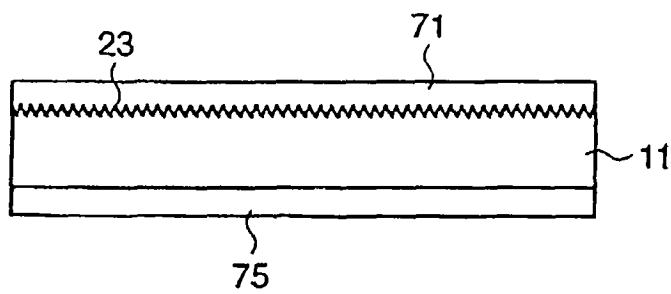
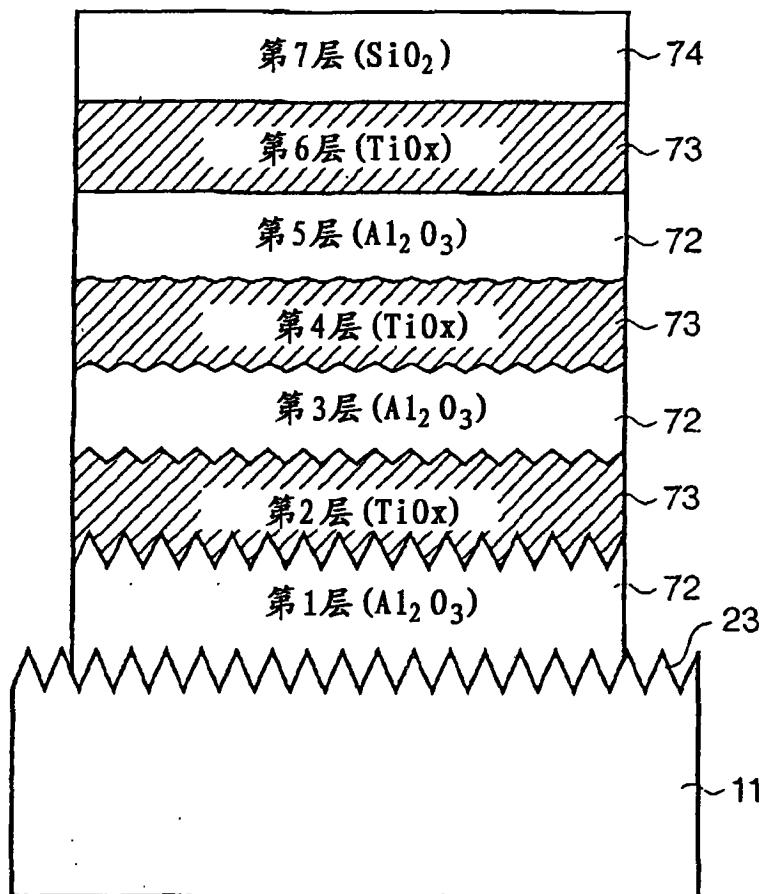


图 22A

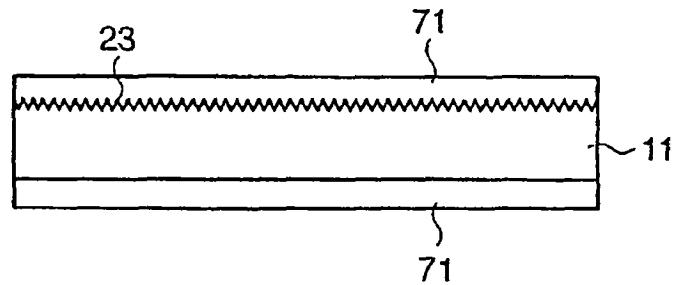


图 22B

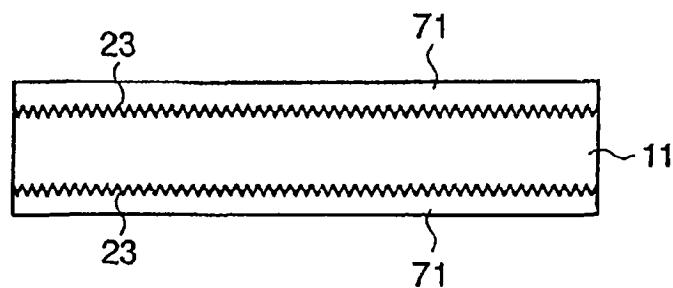


图 23

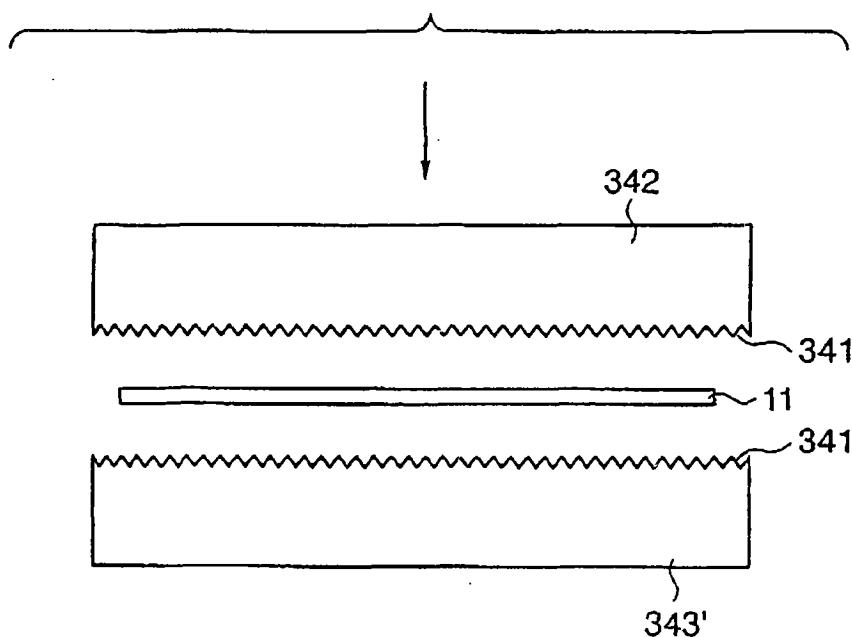


图 24

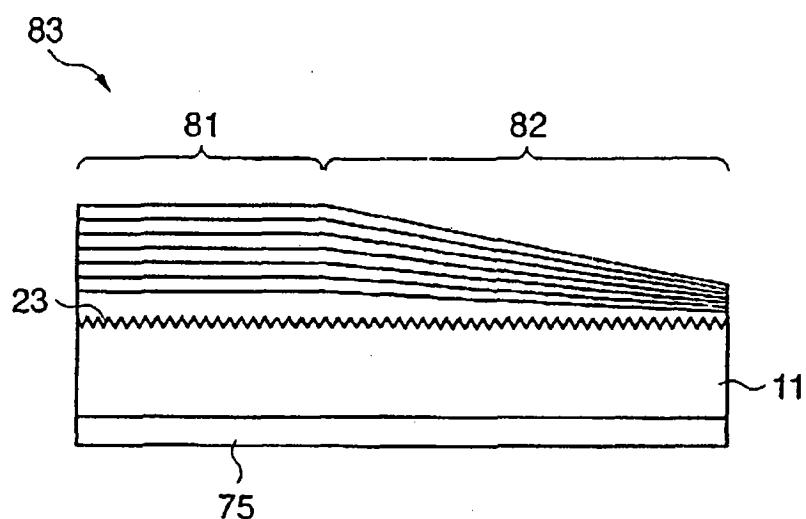


图 25

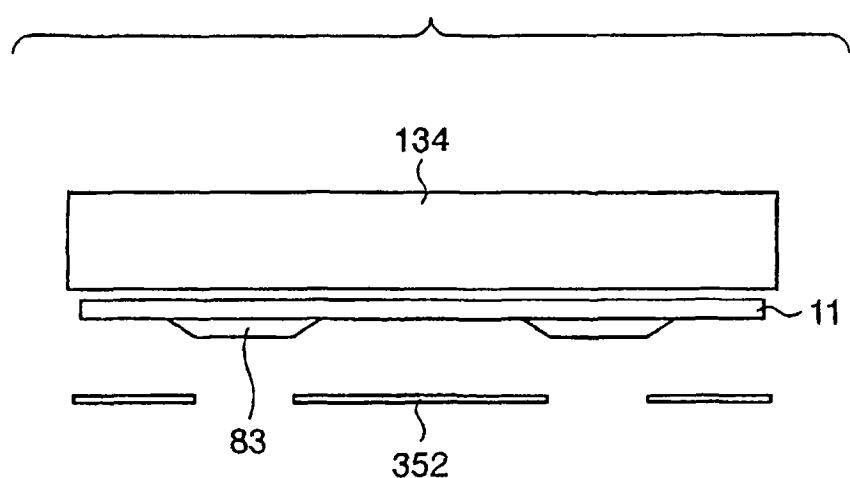


图 26

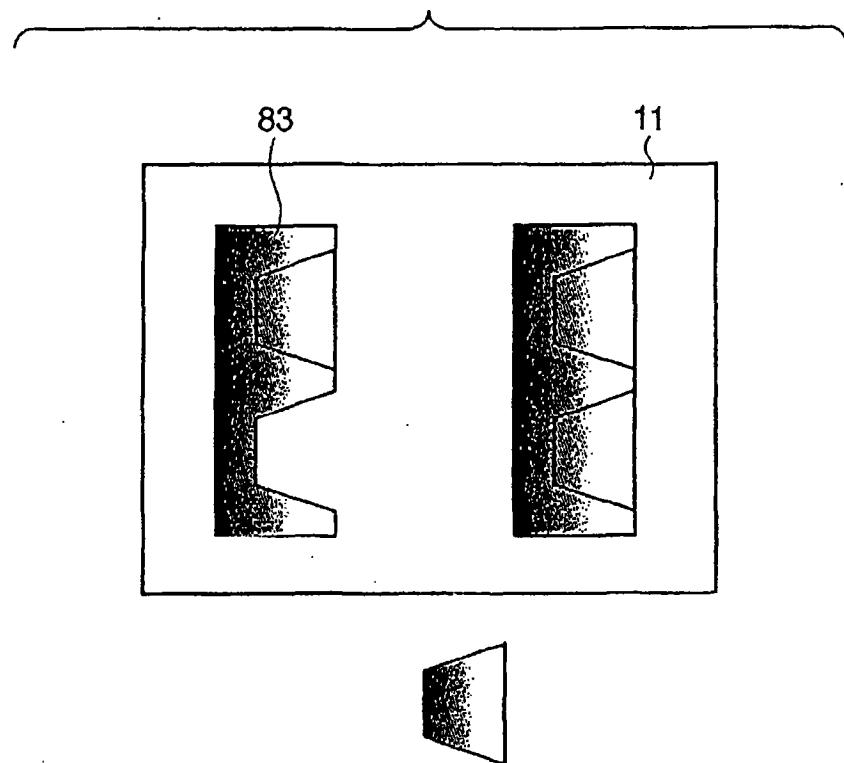


图 27