

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 27/46

G02B 5/18

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00120456.4

[43] 公开日 2001 年 5 月 9 日

[11] 公开号 CN 1294307A

[22] 申请日 2000.7.10 [21] 申请号 00120456.4

[30] 优先权

[32] 1999.10.27 [33] KR [31] 46950/1999

[71] 申请人 哈维特有限公司

地址 韩国大田

[72] 发明人 李在哲 林成禹 高濬洙

金示浩 吴用琥

[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

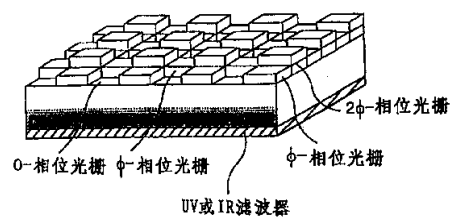
代理人 马浩

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 15 页

[54] 发明名称 光学相位光栅型低通滤波器

[57] 摘要

提供一种采用相位光栅及其结构的仅透过较低空间频率的光学低通滤波器。它采用二维排列的相位光栅,以便在采用固体成像器件如 CCD 的成像系统中去除具有较高空间频率的图像。该光学低通滤波器用于在成像系统中抑制高于一定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分,其包括一个用于产生 0 相移的光栅,一个设置在 0-相移光栅右方和下方用于产生  $\Phi$  相移的光栅,和一个设置在 0-相移光栅对角侧用于产生  $2\Phi$  相移的光栅。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

---

1.一种光学低通滤波器,用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分,该光学低通滤波器包括:

一个 0-相移光栅,用于产生 0 相移;

一个  $\phi$ -相移光栅,用于产生  $\phi$ 相移,设置在所述 0-相移光栅的右方和下方; 和

一个  $2\phi$ -相移光栅,用于产生  $2\phi$ 相移,设置在所述 0-相移光栅的对角侧。

2.一种光学低通滤波器,用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分,该光学低通滤波器包括:

多个周期性排列的基本结构图形,

其中各基本结构图形包括:

一个 0-相移光栅,用于产生 0 相移;

一个  $\phi$ -相移光栅,用于产生  $\phi$ 相移,设置在所述 0-相移光栅的右方和下方; 和

一个  $2\phi$ -相移光栅,用于产生  $2\phi$ 相移,设置在所述 0-相移光栅的对角侧。

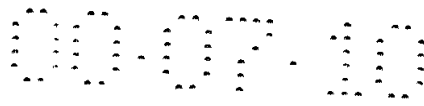
3.一种光学低通滤波器,用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分,该光学低通滤波器包括:

多个周期性排列的基本结构图形,

其中各基本结构图形包括:

一个  $\phi$ -相移光栅,用于产生  $\phi$ 相移,具有预定的厚度,并且形成一个透明光栅基片上;

一个  $2\phi$ -相移光栅,用于产生  $2\phi$ 相移,具有  $\phi$ -相移光栅两倍的厚度,并且形成在所述同一光栅基片上; 和



一个用于产生 0 相移的部分，没有光栅。

4.一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：

一个第一光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿水平方向周期性排列在一个透明光栅基片上；和

一个第二光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿垂直方向周期性排列在另一个透明光栅基片上；

其中第一和第二光栅的表面互相面对地彼此接合，从而构成一在这两个透明光栅基片之间周期性排列有产生 $\phi$ 相移的 $\phi$ -相移光栅、产生 $2\phi$ 相移的 $2\phi$ -相移光栅、和 0-相移光栅的结构。

5.如权利要求 4 所述的光学低通滤波器，其中在所述接合光栅基片结构的上表面和下表面之一上形成有用于阻断 IR 光线或 UV 光线的滤波器。

6.如权利要求 4 所述的光学低通滤波器，其中在所述接合光栅基片结构的上表面和下表面上各形成有用于阻断 IR 光线或 UV 光线的滤波器。

7.如权利要求 6 所述的光学低通滤波器，其中在所述接合光栅基片结构的上表面和下表面之一上形成有用于阻断 UV 光线的滤波器，在其另一表面上形成有用于阻断 IR 光线的滤波器。

8.一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：

一个第一光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿水平方向周期性排列在一个透明光栅基片上；和

一个第二光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿垂直方向周期性排列在另一个透明光栅基片上；

其中所述两个光栅基片的其上未形成光栅的表面互相面对地彼此接合，从而构成一周期性排列有产生 $\phi$ 相移的 $\phi$ -相移光栅、产生 $2\phi$

相移的  $2\phi$ -相移光栅、和 0-相移光栅的结构。

9.如权利要求 8 所述的光学低通滤波器，其中在所述两个光栅基片的接合表面之间插入有用于阻断 UV 光线或 IR 光线的滤波器。

10.一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：

一个第一光栅，用于产生  $\phi$  相移，具有预定的厚度，并且沿水平方向周期性排列在透明光栅基片的一个表面上；和

一个第二光栅，用于产生  $\phi$  相移，具有预定的厚度，并且沿垂直方向周期性排列在该透明光栅基片的另一个表面上；

其中第一和第二光栅以及该光栅基片由具有相同折射率的材料制成，从而构成一周期性排列有产生  $\phi$  相移的  $\phi$ -相移光栅、产生  $2\phi$  相移的  $2\phi$ -相移光栅、和 0-相移光栅的结构。



# 说明书

## 光学相位光栅型低通滤波器

本发明涉及采用固体成像器件的成像系统，更具体地说，涉及一种采用相位光栅及其结构构成仅透过较低空间频率的光学低通滤波器的方法。本发明提供一种利用二维排列的相位光栅结构去除具有较高空间频率图像的方法。本发明提出一种构成采用二维排列相位光栅的光学低通滤波器的方法，以便在采用半导体固体成像器件例如 CCD 图像传感器或 CMOS 图像传感器的成像系统中去除具有较高空间频率的图像，并且提供用于实现所述光学低通滤波器的光栅结构。

在当前广泛用作图像传感器的电荷耦合器件 (CCD) 图像传感器或者自 90 年代以来使用的 CMOS 图像传感器中，由光接收元件成形的图像传感器是二维排列的，以将输入图像转换成电信号。图 1 表示二维图像传感器中在光接收元件的重复周期在  $x$  方向为  $X$  并且在  $y$  方向为  $Y$  的情况下的理想采样。如果采用具有图 1 空间采样特性的二维传感器对具有图 2A 空间频谱的图像成像，则采样图像具有图 2B 的空间频谱，其中重复了原始图像的空间频谱。在图 2B 中，采样图像频谱的重复周期对应于采样间隔的倒数，也即，在  $x$  方向为  $1/X$  并且在  $y$  方向为  $1/Y$ 。相应地，为了将输入该二维图像传感器的图像恢复成原始状态，需要能够通过对应于自原点起一个周期的频谱但是阻断更高空间频率的光学低通滤波器。

图 3 表示传统的摄录组合像机 (camcorder) 或数字相机系统的结构。待成像的运动画面或静止画面 1 由光学透镜结构 2 聚焦，然后通过光学低通滤波器 3，入射至设在图像传感器 4 表面的光接收元件中。光学透镜结构 2 包括适当的光学透镜例如凹透镜和凸透镜，以便将输入图像 1 聚焦在成像器件上。图 3 所示的光学透镜结构 2 一般包括一个 UV 滤波器或 IR 滤波器，分别用于阻挡包含在输入图



像 1 中的紫外光线或红外光线。该 UV 或 IR 滤波器一般通过在透镜或透明基片上涂覆适当的材料来制成。

如上所述，为了将输入固体成像器件的图像恢复至原始状态，图 3 所示的光学低通滤波器 3 最好具有为采样空间频率一半的截止频率。此处，采样空间频率对应于固体成像器件的光接收元件的重复周期的倒数。也就是说，在图 1 的二维光接收元件结构中， $f_s = \frac{1}{d}$  并且  $f_c = \frac{f_s}{2} = \frac{1}{2d}$ ，其中  $d$  为  $x$  方向的  $X$  以及  $y$  方向的  $Y$ 。此处， $f_s$  表示采样频率而  $f_c$  表示理想光学低通滤波器的截止频率。

图 4 表示该光学透镜结构的频率传递特性。图 4 中虚线限定的频带为理想光学低通滤波器的频率传递函数。该透镜的最大传递频率  $f_m$  为  $2(NA/\lambda)$ 。此处， $NA$  表示透镜的数值孔径， $\lambda$  表示入射光的波长。尽管该透镜用作一种光学低通滤波器，但是其最大截止频率  $f_m$  通常显著高于图 4 所示光学低通滤波器的截止频率  $f_c$ 。该透镜的频率传递特性可以近似至图 4 的直线，以便进行数学模拟，且该直线表示的近似值与实际传递特性之间的差别随着  $f_m$  越来越大而  $f_c$  而变得越来越小。

图 5A、5B 和 5C 表示采用双折射片的传统光学低通滤波器，目前大量用作传统成像系统中光学低通滤波器。参见图 5A，入射在双折射片一个表面上的入射光束在通过该双折射片时被分束成两束，其间距为  $d_n$ 。双折射片的厚度和折射率与该间距  $d_n$  的关系满足下式：

$$d_n = \frac{t(n_e^2 - n_o^2)}{2n_e n_o}$$

其中  $t$  表示双折射片的厚度， $n_e$  表示非常折射率， $n_o$  表示寻常折射率。如图 5B 所示，采用该双折射片的传统光学低通滤波器以如下方式构造，即一个  $x$  方向双折射片和一个  $y$  方向双折射片堆叠放置使得光束沿  $x$  方向和  $y$  方向分离。通常将一个 IR 去除滤波器插在这两个双折射片之间。

在采用双折射片的传统光学低通滤波器的操作中，垂直入射在

滤波器表面上的入射光束在  $x$  方向双折射片处分成两束，并且这两束光的每一束在  $y$  方向双折射片处进一步分成两束。从而一个入射光束在到达固体成像器件的光接收元件时被分成四束。也就是说，采用双折射片的光学低通滤波器用作一 4 束分束器，如图 5C 所示。通过将一束入射光分成四束，便将具有较高空间频率的图像在固体成像器件采样之前转换成了较低的空间频率。

2 片型双折射片的一般光学传递特性函数等于周期  $1/d_n$  傅立叶变换后的  $\cos$  函数绝对值的幅值。也即，该传递函数的值正比于  $\text{abs}[\cos(2\pi \times f \times d_n)]$ ，其中  $f$  为空间频率， $d_n$  为被双折射片分束的光束之间的距离。

图 6 表示当  $d_n=d$  时双折射片滤波器的光学传递函数。通过将图 4 所示透镜的传递函数乘以双折射片的传递函数，可以得到透过光学透镜到达双折射片滤波器的图像的光学传递函数。该光学传递函数对应于图 6 中的实线。

在双折射片应用于采用固体成像器件的传统成像系统中时，与理想光学低通滤波器相比，在低于截止频率的空间频带中其传递函数会产生较大的损耗。该损耗降低了图像传感器的分辨率。另外，在高于截止频率的空间频带中存在一周期性的传递函数，从而不能消除高频成分。由此产生假频从而导致余辉。换句话说，采用双折射片的光学低通滤波器在较低频带具有较大的损耗，在较高频带具有较大的多余部分，导致分辨率降低并且去除余辉的效果较差。

为了改进采用双折射片的传统光学低通滤波器的性能，已经提出具有各种结构的光学相位光栅型低通滤波器，如图 7A 至 7E 中所示。图 7A 表示美国专利 US 4,083,627 中所述的垂直光栅滤波器，图 7B 表示美国专利 US 4,083,627 中提出的圆形光栅滤波器，图 7C 表示美国专利 US 4,009,939 中公开的菱形光栅滤波器。图 7D 表示美国专利 US 4,795,236 和 US 4,178,611 中提出的平行重复光栅滤波器，图 7E 表示美国专利 US 4,795,236 中公开的光学相位光栅型低通滤波



器，其构造方式为使用了光栅基片的全部两个表面，并且具有不同于光栅基片折射率的光栅被平行重复排列。

然而，大多数前述光学相位光栅型低通滤波器由于不能制造而未实际采用。这是因为图 7A 至 7E 的光学相位光栅型低通滤波器具有如下结构，即具有彼此不同相移的两个光栅被二维排列。因而，根据本发明人进行的计算机模拟和傅立叶变换，其性能与采用双折射片的传统低通滤波器相比没有显著改善。也就是说，传统光学相位光栅型低通滤波器具有如下缺点，由于光学相位光栅型低通滤波器具有相位不同的两个光栅，使得其空间频谱的传递特性与采用双折射片的传统滤波器相比没有多大改善。这就是为改进采用双折射片的传统光学低通滤波器而提出的所述光学相位光栅型低通滤波器不能实际使用的原因。

因此，本发明的目的在于提供一种光学相位光栅型低通滤波器，它在低于对应于固体成像器件采样空间频率一半的截止频率的频带提高了光学传递函数，而在高于该截止频率的频带抑制了传递函数。

为了实现本发明的目的，提供一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：一个 0-相移光栅，用于产生 0 相移；一个  $\phi$ -相移光栅，用于产生  $\phi$  相移，设置在所述 0-相移光栅的右方和下方；和一个  $2\phi$ -相移光栅，用于产生  $2\phi$  相移，设置在所述 0-相移光栅的对角侧。

为了实现本发明的目的，提供一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：多个周期性排列的基本结构图形，其中各基本结构图形包括：一个 0-相移光栅，用于产生 0 相移；一个  $\phi$ -相移光栅，用于产生  $\phi$  相移，设置在所述 0-相移光栅的右方和下方；和一个  $2\phi$ -相移光栅，用于产生  $2\phi$  相移，





设置在所述 0-相移光栅的对角侧。

为了实现本发明的目的，提供一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：多个周期性排列的基本结构图形，其中各基本结构图形包括：一个 $\phi$ -相移光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且形成在一个透明光栅基片上；一个 $2\phi$ -相移光栅，用于产生 $2\phi$ 相移，具有 $\phi$ -相移光栅两倍的厚度，并且形成在所述同一光栅基片上；和一个用于产生 0 相移的部分，没有光栅。

为了实现本发明的目的，提供一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：一个第一光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿水平方向周期性排列在一个透明光栅基片上；和一个第二光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿垂直方向周期性排列在另一个透明光栅基片上；其中第一和第二光栅的表面互相相对地彼此接合，从而构成在这两个透明光栅基片之间周期性排列有产生 $\phi$ 相移的 $\phi$ -相移光栅、产生 $2\phi$ 相移的 $2\phi$ -相移光栅、和 0-相移光栅的结构。

该光学低通低通滤波器在所述接合光栅基片结构的上表面和下表面之一上形成有用于阻断 IR 光线或 UV 光线的滤波器。该光学低通低通滤波器可以在所述接合光栅基片结构的上表面和下表面上各形成有用于阻断 IR 光线或 UV 光线的滤波器。该光学低通低通滤波器还可以在所述接合光栅基片结构的上表面和下表面之一上形成有用于阻断 UV 光线的滤波器，在其另一表面上形成有用于阻断 IR 光线的滤波器。

为了实现本发明的目的，提供一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：一个第一光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿水平方向周期性排列

在一个透明光栅基片上；和一个第二光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿垂直方向周期性排列在另一个透明光栅基片上；其中所述两个光栅基片的其上未形成光栅的表面互相面对地彼此接合，从而构成一周期性排列有产生 $\phi$ 相移的 $\phi$ -相移光栅、产生 $2\phi$ 相移的 $2\phi$ -相移光栅、和 $0$ -相移光栅的结构。

该光学低通滤波器在所述两个光栅基片的接合表面之间插入有用于阻断 UV 光线或 IR 光线的滤波器。

为了实现本发明的目的，提供一种光学低通滤波器，用于在传感输入图像的成像系统中抑制高于一特定频率的空间频率成分并且透过低于该特定频率的成分，该光学低通滤波器包括：一个第一光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿水平方向周期性排列在透明光栅基片的一个表面上；和一个第二光栅，用于产生 $\phi$ 相移，具有预定的厚度，并且沿垂直方向周期性排列在该透明光栅基片的另一个表面上；其中第一和第二光栅以及该光栅基片由具有相同折射率的材料制成，从而构成一周期性排列有产生 $\phi$ 相移的 $\phi$ -相移光栅、产生 $2\phi$ 相移的 $2\phi$ -相移光栅、和 $0$ -相移光栅的结构。

图 1 为用于说明传统 CCD 或 CMOS 固体成像器件中理想采样的示意图；

图 2A 为根据图 1 的二维固体成像器件的理想采样的频率传递函数的特性图，表示采样前的原始函数特性；

图 2B 为根据图 1 的二维固体成像器件的理想采样的频率传递函数的特性图，表示采样后的传递函数特性；

图 3 为表示传统成像系统结构的示意图；

图 4 为表示传统成像系统中光学透镜空间频率传递特性的函数特性图；

图 5A 为表示采用双折射片的传统光学低通滤波器结构的示意图，用于解释双折射片的衍射特性；

图 5B 为表示采用 3 片型双折射片的传统光学低通滤波器结构的

示意图；

图 5C 为表示采用双折射片的传统光学低通滤波器结构的示意图，表示传统双折射片滤波器的工作特性；

图 6 为用于说明传统双折射片滤波器的频率传递函数和光学函数的示意图；

图 7A 为传统光学相位光栅型低通滤波器的例示图，其为垂直光栅滤波器；

图 7B 为传统光学相位光栅型低通滤波器的例示图，其为圆形光栅滤波器；

图 7C 为传统光学相位光栅型低通滤波器的例示图，其为菱形光栅滤波器；

图 7D 为传统光学相位光栅型低通滤波器的例示图，其为平行重复滤波器；

图 7E 为传统光学相位光栅型低通滤波器的例示图，其为平行重复滤波器，利用了其折射率不同于基片折射率的光栅的全部两个表面；

图 8A 和 8B 为表示根据本发明的光学相位光栅型低通滤波器的一维基本构思的原理图；

图 9 为用于说明根据本发明的二维光学相位光栅型低通滤波器工作原理的示意图；

图 10 为表示本发明的光学相位光栅型低通滤波器的相位光栅结构的示意图；

图 11A 为本发明的光学相位光栅型低通滤波器的相位光栅结构第一实施例的简略透视图；

图 11B 为本发明的光学相位光栅型低通滤波器的光栅结构第一实施例的简略透视图，该相位光栅与红外或紫外滤波器相结合；

图 12A 为在接合之前本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第二实施例光栅结构的简略透视图；

图 12B 为在接合之后本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第二实施例光栅结构的简略透视图；

图 13A 为本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第三实施例光栅结构的简略透视图，其中该相位光栅与置于其上方或者下方的红外或紫外滤波器结合；

图 13B 为本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第三实施例光栅结构的简略透视图，其中该相位光栅与置于其上方以及下方的红外或紫外滤波器结合；

图 14A 为在接合之前本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第四实施例光栅结构的简略透视图；

图 14B 为在接合之后本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第四实施例光栅结构的简略透视图；

图 15 为本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第五实施例光栅结构的简略透视图；以及

图 16 为本发明的光学相位光栅型低通滤波器的第六实施例光栅结构的简略透视图。

图 8A 和 8B 为表示采用根据本发明的相位光栅的光学低通滤波器的一维基本构思的原理图。该相位光栅的表面具有一带有预定重复周期凸起和凹陷的光栅。对于透过该光栅的光来说，该相位光栅的垂直凸起部分与凹陷部分之间的相位差对应于特定的 $\phi$ 相移，它由光栅的厚度确定。为了使入射光的反射最小，所述凸起最好具有与光栅基片折射率相同的折射率。

在本发明的一维光栅的光学传递特性中，当垂直入射在光栅表面的平行光到达图像传感器表面时，如图 8 所示，光束具有 0、+1 和 -1 级主极大，并且在主极大之外的其它区域具有较低的光学传递特性。此处，当 0 级主极大的光强为 $\alpha$ 时，+1 和 -1 级光束分别位于距离原点 $+\beta/2$  和  $-\beta/2$  的点处，其强度变为 $(1-\alpha)/2$ 。图 8 光栅的空间传递特性由下式表示：



$$I(x)=\alpha\delta(x)+0.5(1-\alpha)[\delta(x-\beta/2)+\delta(x+\beta/2)]$$

其中 $\delta(x)$ 表示一脉冲函数。当对空间传递特性 $I(x)$ 进行傅立叶变换时，可以获得本发明的一维相位光栅滤波器的频率传递函数( $L_G$ )。 $L_G$ 由下式给出：

$$L_G(f)=\alpha+(1-\alpha)\cos(\pi\beta f)$$

图 8B 表示频率传递特性。在图 8B 中，主极大之间的较小值与主极大相比可以忽略。在值 $\alpha$ 以下可以获得使光学低通滤波器的理想特性与该低通滤波器的实际频率特性之差的最小化。如果令理想特性与实际特性之差为 $\Delta$ ，则

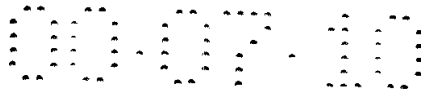
$$\Delta=\int_0^{f_m}(L_{ideal}-L_{lens}\times L_G)^2 df$$

其中 $f$ 为空间频率， $f_m$ 为透镜的最大空间传递频率， $L_{ideal}$ 为该光学低通滤波器的理想传递特性， $L_{lens}$ 为透镜的传递特性，以及 $L_G$ 为本发明的相位光栅的频率传递特性。如图 4 中虚线所示，当空间频率低于光学低通滤波器的理想截止频率 $f_c$ 时 $L_{ideal}$ 为 1，而在其大于 $f_c$ 时 $L_{ideal}$ 为 0。也即， $L_{ideal}=1$ 若 $f<f_c$ ，并且 $L_{ideal}=0$ 若 $f\geq f_c$ 。如果假设传递特性在其 $f_m$ 远大于 $f_c$ 时是线性的，则 $L_{lens}$ 可以由方程 $L_{lens}=1-f/f_m$ 表示。

在将 $L_{ideal}$ 、 $L_{lens}$ 和 $L_G$ 的公式代入上述积分方程得出 $\Delta$ 时，可以发现 $\Delta$ 的值正比于 $f_m[\alpha^2+0.5(1-\alpha)^2]$ 。此处，为最小化 $\Delta$ ，值 $\alpha$ 变为 1/3。继而，为了使理想滤波器特性与本发明光学相位光栅型低通滤波器的实际特性之差最小化，输入光束必须等分为三个主极大 0、+1 和 -1 级。

当按在先专利的设计将输入光束等分为三的相位光栅如图 9 所示被二维排列时，输入光束被等分为 9 个主极大。本发明的二维光栅由于输入的平行光被分成 9 束而用作光学低通滤波器，使得输入光束具有较高空间频率的图像被压缩至较低的频带。

图 10 表示本发明的相位光栅结构，用于将输入光束等分为 9 束。其基本结构以如下方式构成，使得在 0-相移光栅的右方和下方与之相邻设置一个相移光栅，并在该 0-相移光栅的对角侧设置一个



2-相移光栅。重复该基本结构图形以实现所述光学低通滤波器。

本发明的一个实施例

图 10 的光学相移低通滤波器中的相移差别通过设置具有特定厚度的光栅来实现。图 11A 和 11B 表示用于实现图 10 结构的相位光栅结构。如果具有特定厚度的光栅产生  $\phi$  相移，则厚度为该特定厚度两倍的光栅产生  $2\phi$  相移，并且没有光栅的部分产生 0 相移。该光栅的基本结构以如下方式构成， $\phi$ -相移光栅设置在 0-相移光栅的右方和下方与之相邻，具有  $\phi$ -相移光栅两倍厚度的  $2\phi$ -相移光栅设置在 0-相移光栅的对角侧。重复该基本结构图形以实现光学低通滤波器。

由于在不同折射率材料之间的界面处光会反射，所以所述相移光栅和光栅基片最好采用具有相同折射率的材料制造。在制造本发明的相移光栅时，光栅厚度在制造过程中可能会稍微改变。然而即使在此情况下，如果由光栅引起的相移误差不大于  $\phi$  或  $2\phi$ ，则其厚度变化不会妨碍本发明的实际应用。相应地，由于光栅厚度的细微变化引起非常小的相移误差没有偏离本发明的基本精神和范围。

本发明的另一个实施例

图 12A 和 12B 表示本发明光学相位光栅型低通滤波器的第二实施例。为了使光栅具有如图 10 所示的 0、 $\phi$ 、和  $2\phi$  相移，在一个光栅基片上沿方向 y 周期性平行设置  $\phi$  相移的光栅，在一个光栅基片上沿方向 x 周期性平行设置  $\phi$  相移的光栅，并且这两个光栅表面彼此接合，互相面对，从而构成该光学相位光栅型低通滤波器。该光栅和基片最好采用具有相同折射率的材料制造。

图 12A 表示分别沿 x 方向和 y 方向排列的光栅，图 12B 表示这两个光栅互相接合后的光栅结构。根据这两个光栅的接合结构，0 相位光栅与 0 相位光栅彼此相对的部分形成 0-相移光栅部分，0 相位光栅与  $\phi$  相位光栅或者  $\phi$  相位光栅与 0 相位光栅彼此相对的部分形成  $\phi$  相位光栅部分，而  $\phi$  相位光栅与  $\phi$  相位光栅彼此相对的部分形成  $2\phi$  相位光栅部分。

在制造本发明的相移光栅时，光栅厚度在制造过程中可能会稍

微改变。然而即使在此情况下，如果由光栅引起的相移误差不大于 $\phi$ ，则其厚度变化不会妨碍本发明的实际应用。相应地，由于光栅厚度的细微变化引起非常小的相移误差没有偏离本发明的基本精神和范围。

在成像系统的结构中，一般在光学低通滤波器中结合有 IR 滤波器或 UV 滤波器。为了将 IR 或 UV 滤波器结合入本发明的光学相位光栅型低通滤波器中，可以在光栅基片的上表面和下表面之一上接合用于去除红外 (IR) 或紫外 (UV) 光束的涂层或滤波片，如图 13A 所示。也可以在光栅基片的上下表面都接合所述涂层或滤波片，如图 13B 所示。

#### 本发明的又一个实施例

图 14A 和 14B 表示本发明光学相位光栅型低通滤波器的又一种结构。为了使光栅具有如图 10 所示的 0、 $\phi$ 、和  $2\phi$  相移，在一个光栅基片上沿方向 y 周期性平行设置 $\phi$ 相移的光栅，在一个光栅基片上沿方向 x 周期性平行设置 $\phi$ 相移的光栅，并且将这两个光栅基片其上未形成光栅的表面彼此接合在一起，互相面对，从而构成该光学相位光栅型低通滤波器。该光栅和基片最好采用具有相同折射率的材料制造。

图 14A 表示分别沿 x 方向和 y 方向排列的光栅，图 14B 表示这两个光栅互相接合后的光栅结构。根据这两个光栅基片的接合结构，透过 0 相位光栅的光再通过 0 相位光栅的部分，成为 0-相移光栅部分；透过 0 相位光栅的光再通过 $\phi$ 相位光栅、或者透过 $\phi$ 相位光栅的光再通过 0 相位光栅的部分，成为 $\phi$ 相位光栅部分；透过 $\phi$ 相位光栅的光再通过 $\phi$ 相位光栅的部分，成为  $2\phi$  相位光栅部分。

在制造本发明的相移光栅时，光栅厚度在制造过程中可能会稍微改变。然而即使在此情况下，如果由光栅引起的相移误差不大于 $\phi$ ，则其厚度变化不会妨碍本发明的实际应用。相应地，由于光栅厚度的细微变化引起非常小的相移误差没有偏离本发明的基本精神和范围。

在成像系统的构造中，IR 滤波器或 UV 滤波器一般集成在此光学低通滤波器中。为了实现本发明的相位光栅滤波器与 IR 滤波器或 UV 滤波器的组合结构，可以在上下光栅基片之间插入用于去除 IR 光线或 UV 光线的涂层或滤波片，如图 15 所示。

本发明的再一个实施例

图 16 表示本发明光学相位光栅型低通滤波器的再一种结构。为了使光栅具有如图 10 所示的  $0$ 、 $\phi$ 、和  $2\phi$  相移，在光栅基片的一侧沿方向  $y$  周期性平行设置  $\phi$  相移的光栅，在该光栅基片的另一侧沿方向  $x$  周期性平行设置  $\phi$  相移的光栅，从而构成该光学相位光栅型低通滤波器。该光栅和基片最好采用具有相同折射率的材料制造。

图 16 表示形成在同一基片上的光栅结构。根据此结构，两个光栅分别设置在该基片的全部两个表面上，互相垂直，从而透过  $0$  相位光栅的光再通过  $0$  相位光栅的部分成为  $0$  相位光栅部分；透过  $0$  相位光栅的光再通过  $\phi$  相位光栅、或者透过  $\phi$  相位光栅的光再通过  $0$  相位光栅的部分，成为  $\phi$  相位光栅部分；透过  $\phi$  相位光栅的光再通过  $\phi$  相位光栅的部分，成为  $2\phi$  相位光栅部分。

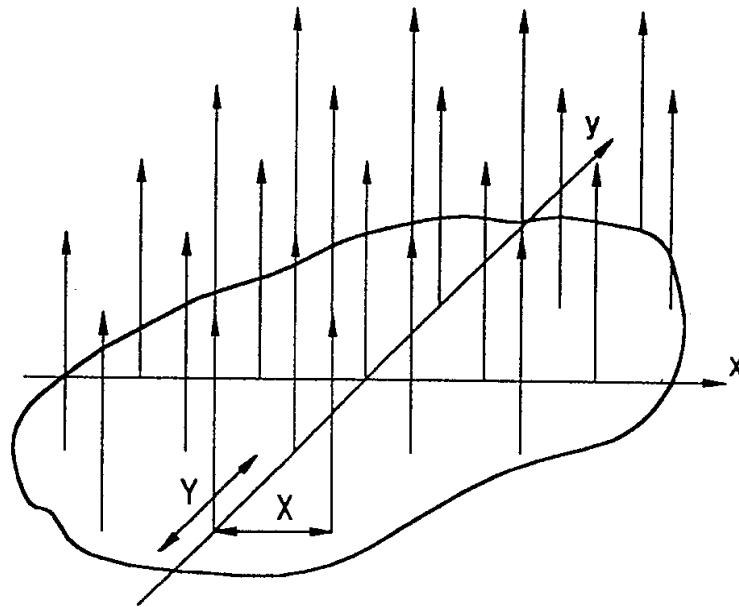
在成像系统的构造中，光学低通滤波器一般与 IR 滤波器或 UV 滤波器相结合。在此实施例中，须要将用于去除紫外光或红外光的材料涂覆在光栅的表面，因为难以将用于去除 UV 光或 IR 光的涂层或滤波片插入其光栅分别形成在同一基片上下表面的所述相位光栅的基片中。然而，光栅表面的凸起和凹陷使得材料的涂覆难以均匀。因此，在此实施例的滤波器结构应用于成像系统时，最好采用含有用于阻断 UV 光或 IR 光的单独滤波器的光学透镜结构。

本发明可提供光学相位光栅型低通滤波器的相移光栅构造及其光栅结构。根据本发明的实施例，可以实现所述的光学低通滤波器，作为构造采用固体成像器件的成像系统的关键部件，其性能比采用双折射片的传统光学低通滤波器更为优越。



说明书附图

图1



X:沿x方向的象素间距  
Y:沿y方向的象素间距

图2A

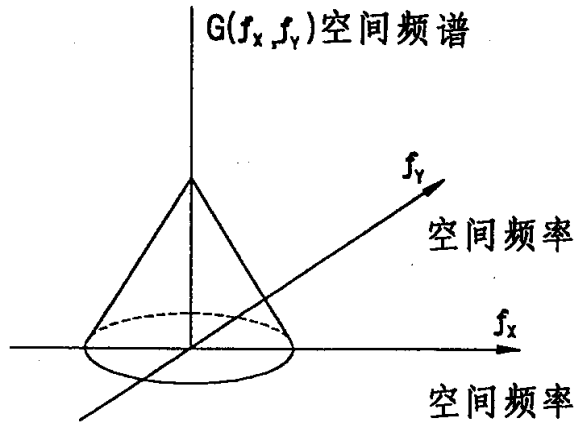


图2B

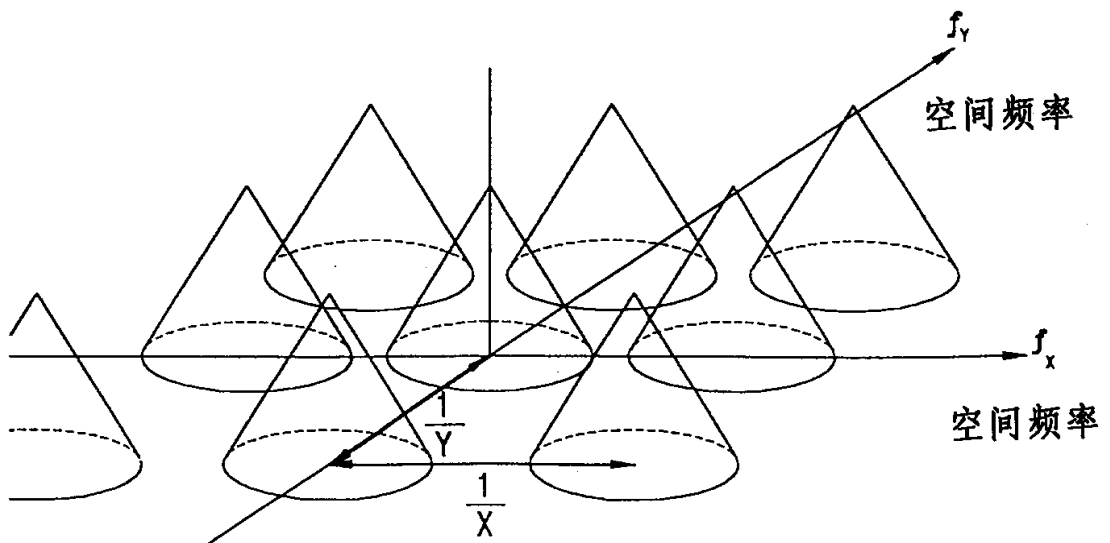


图3

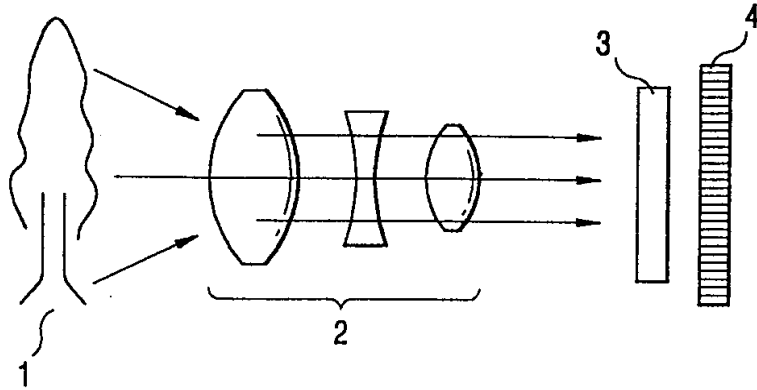


图4

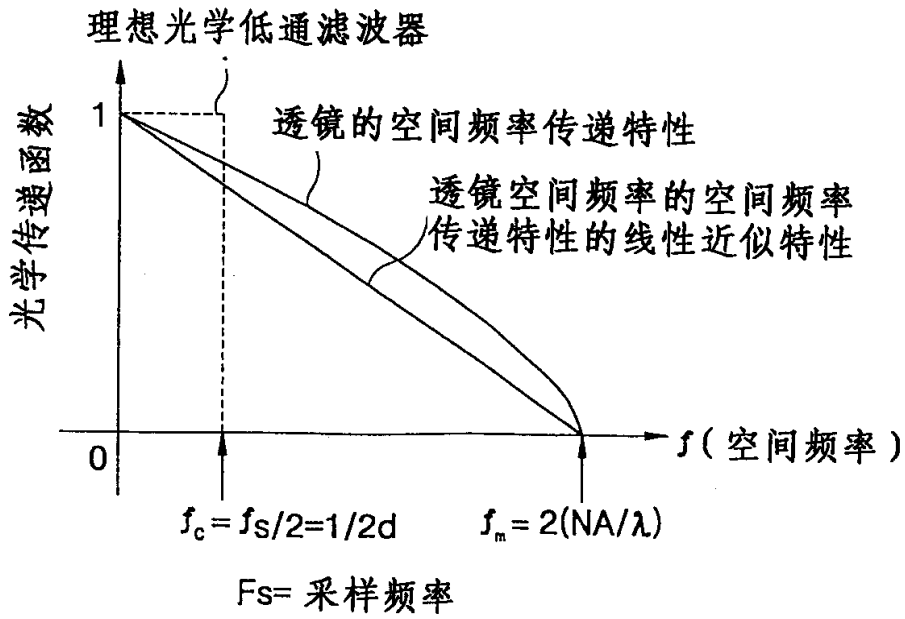


图5A

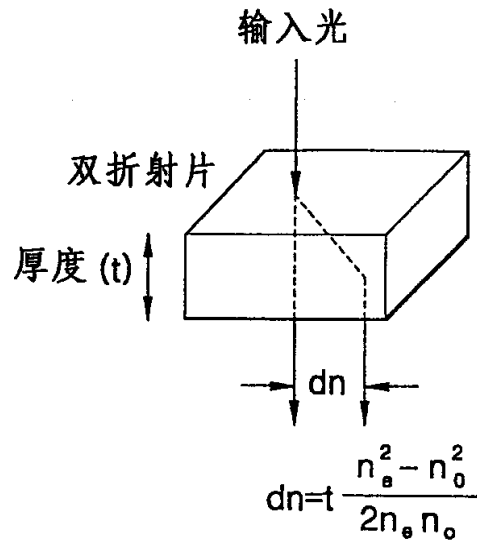


图5B

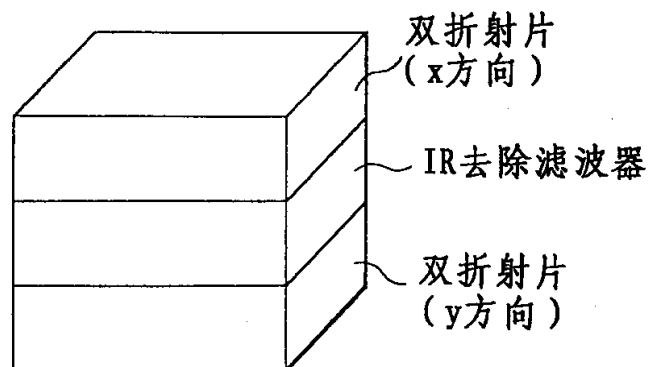
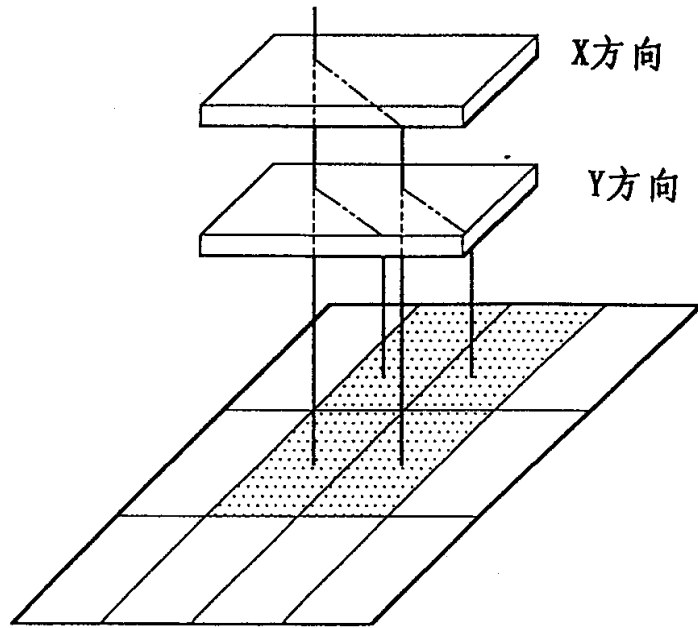


图5C



三片型双折射片的工作原理=4束分束器

图 6

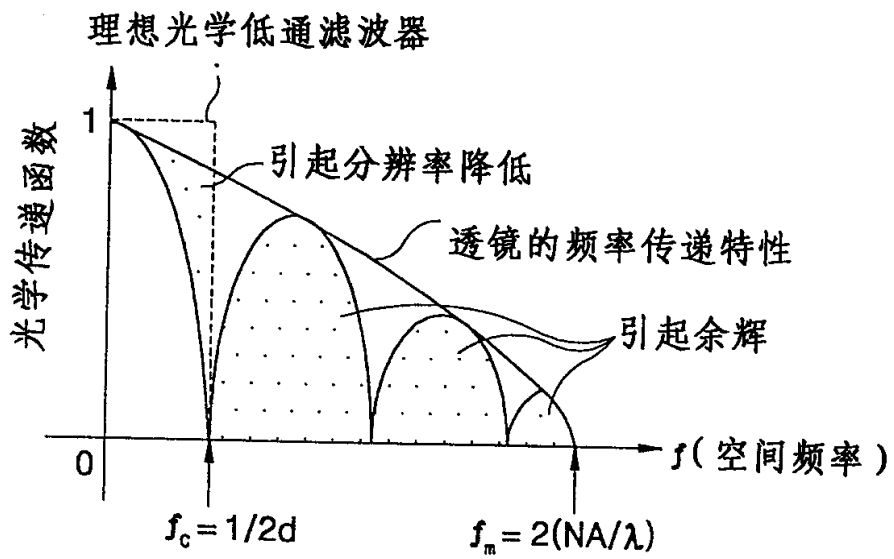


图7A

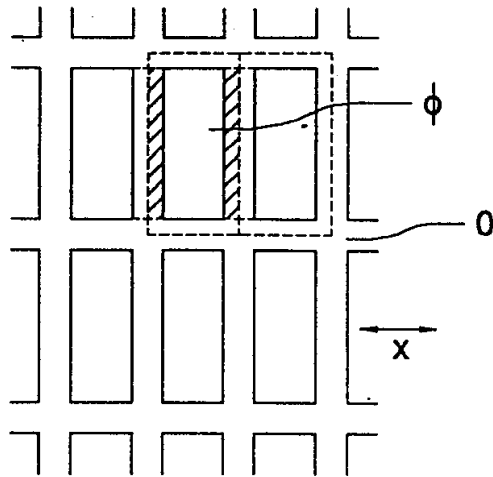


图7B

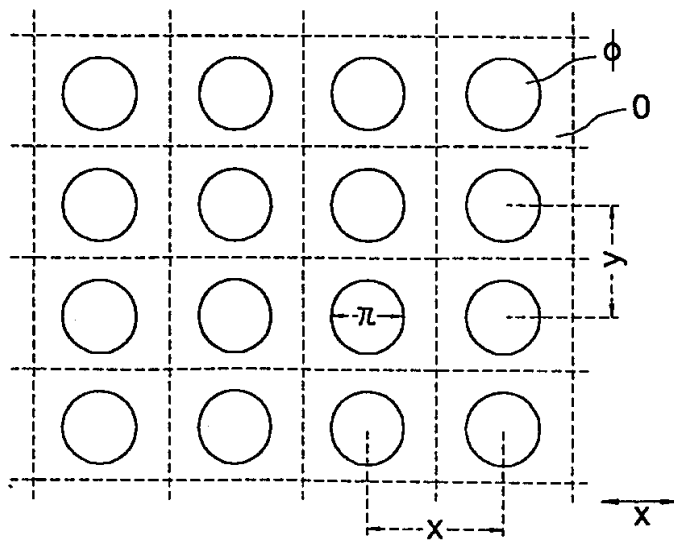


图7C

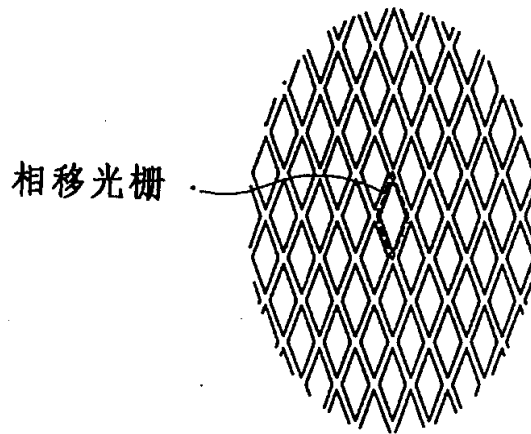


图7D

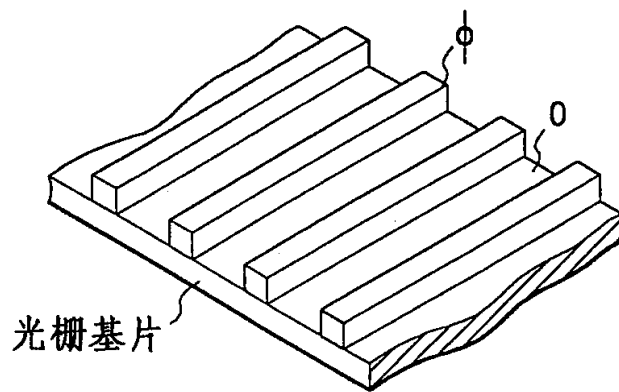


图7E

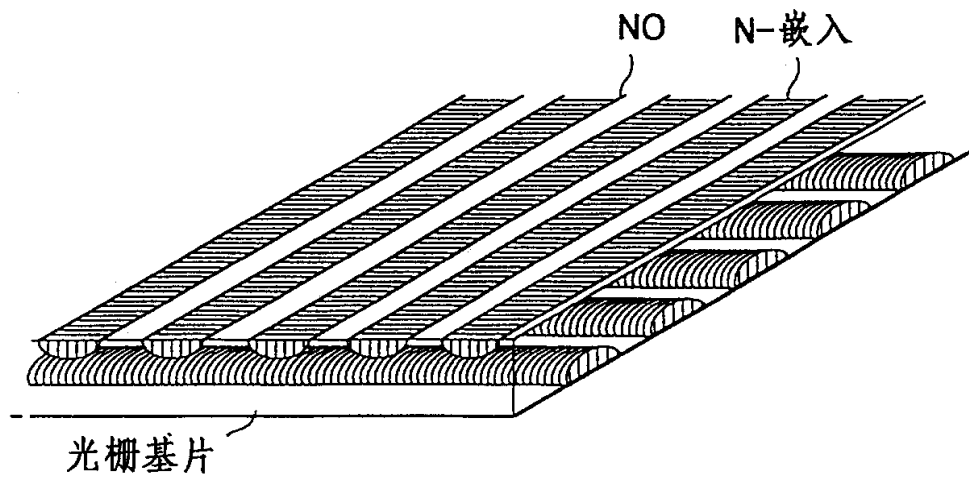




图8A

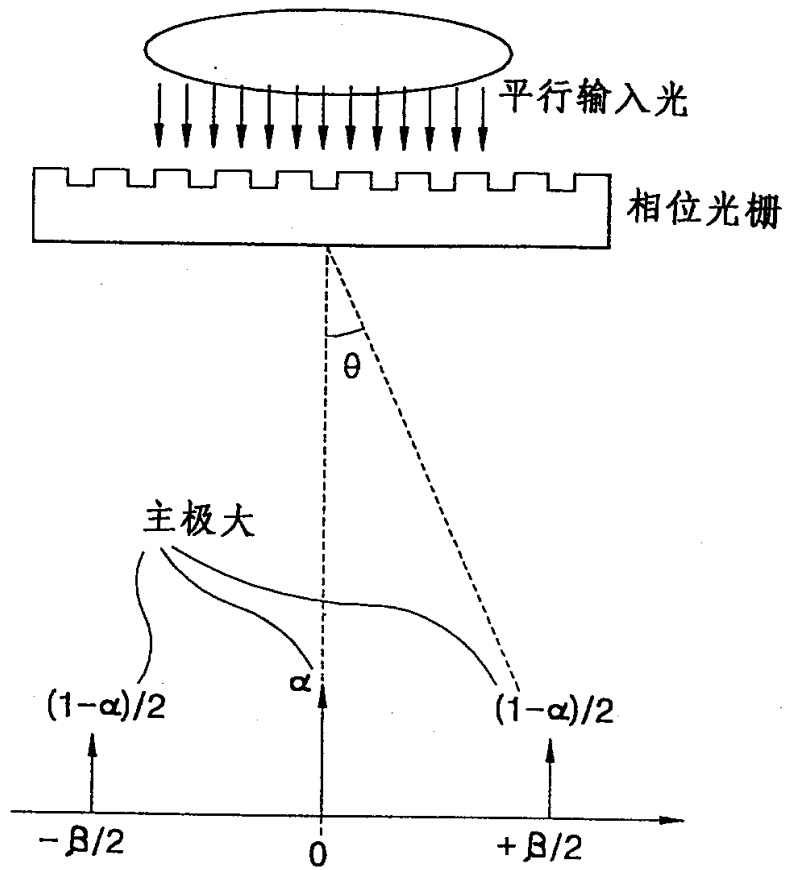


图8B

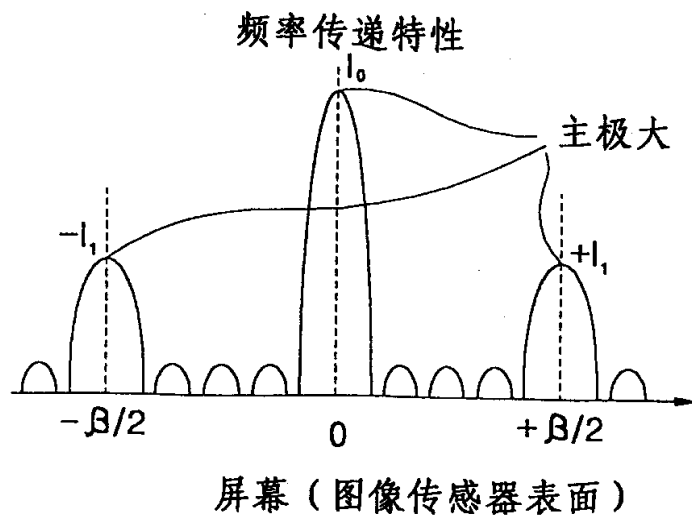
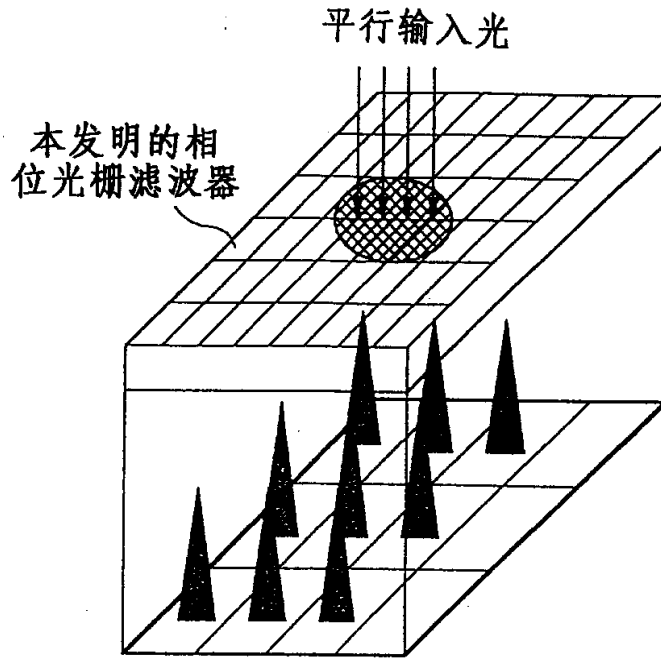


图9



本发明的光栅滤波器=9束分束器

图10

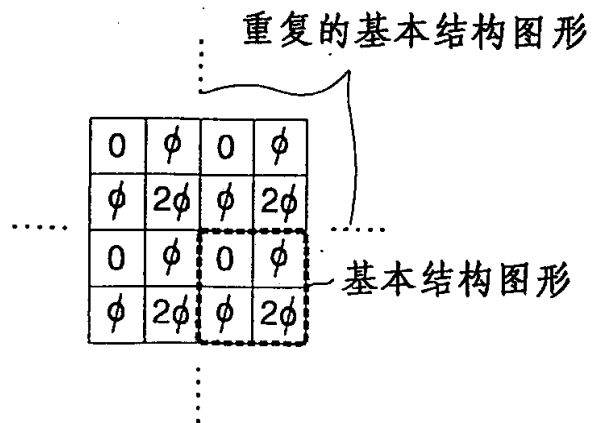


图11A

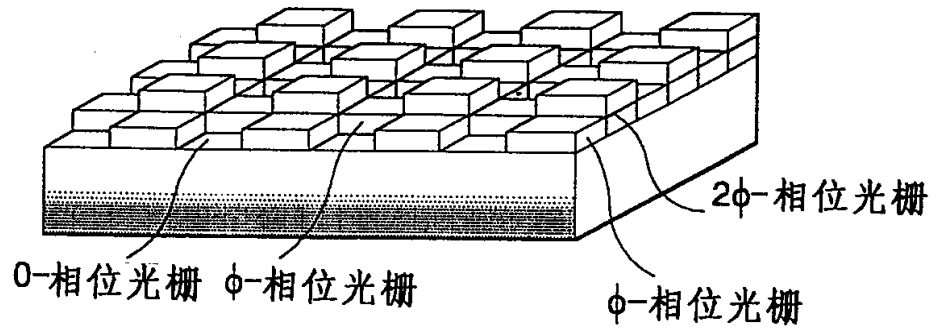


图11B

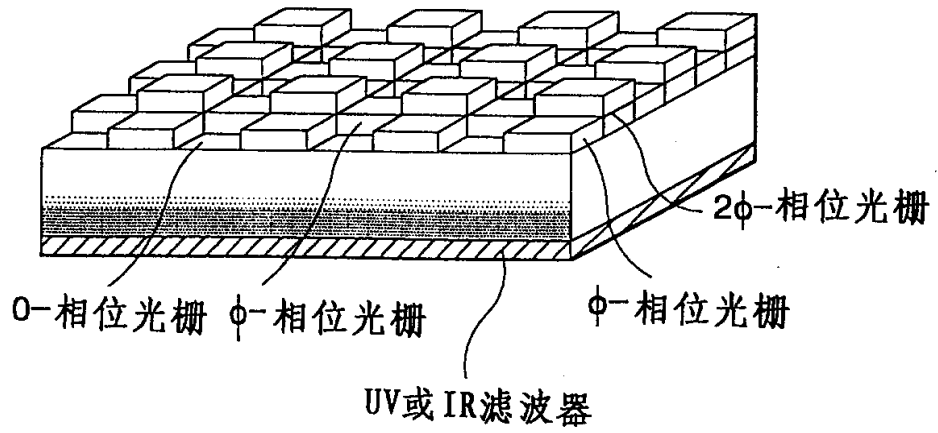


图12A

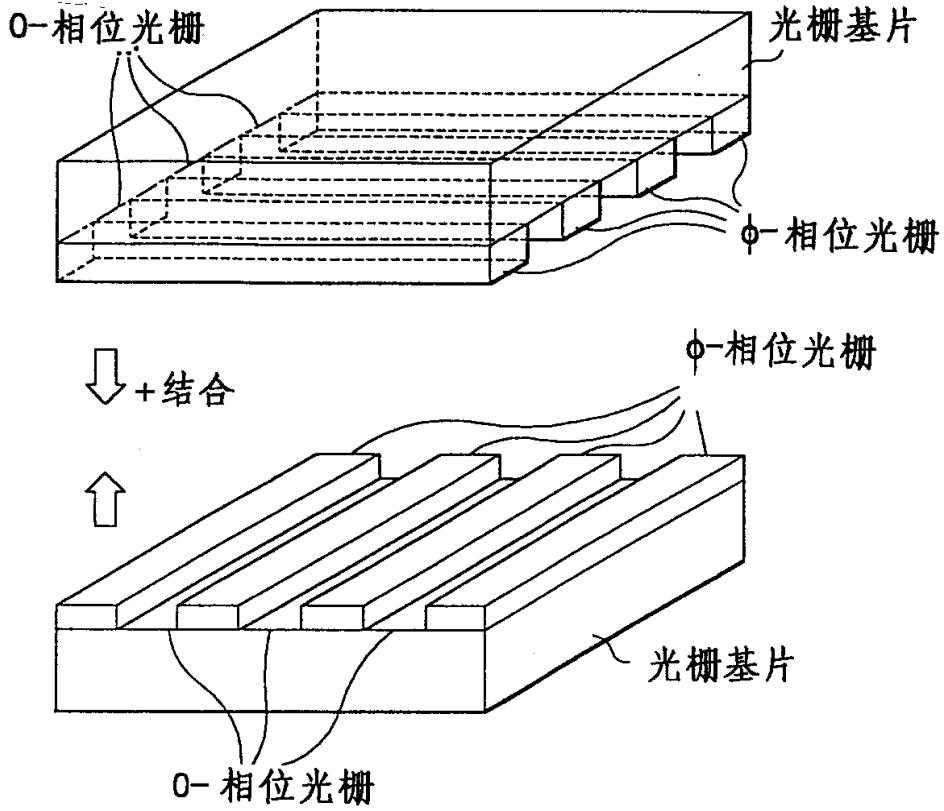


图12B

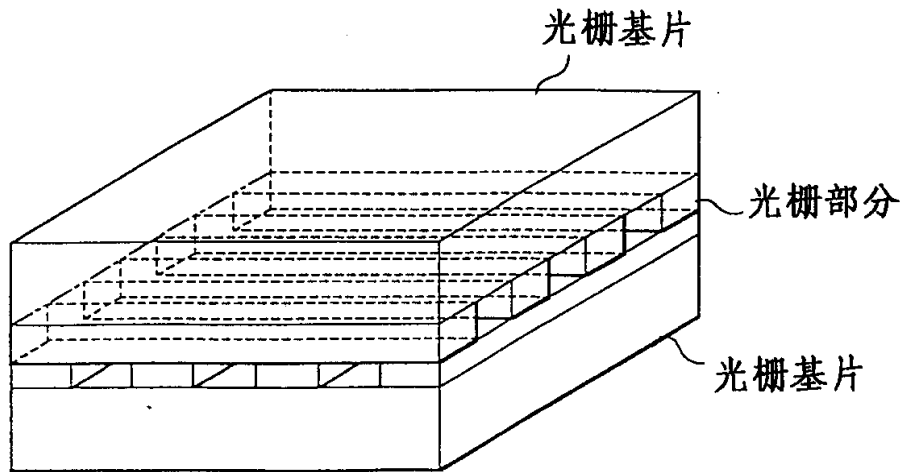


图13A

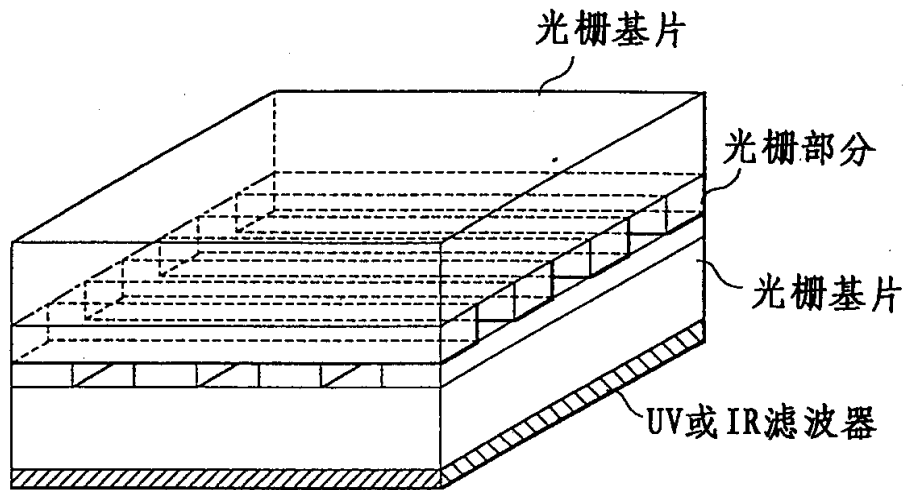


图13B

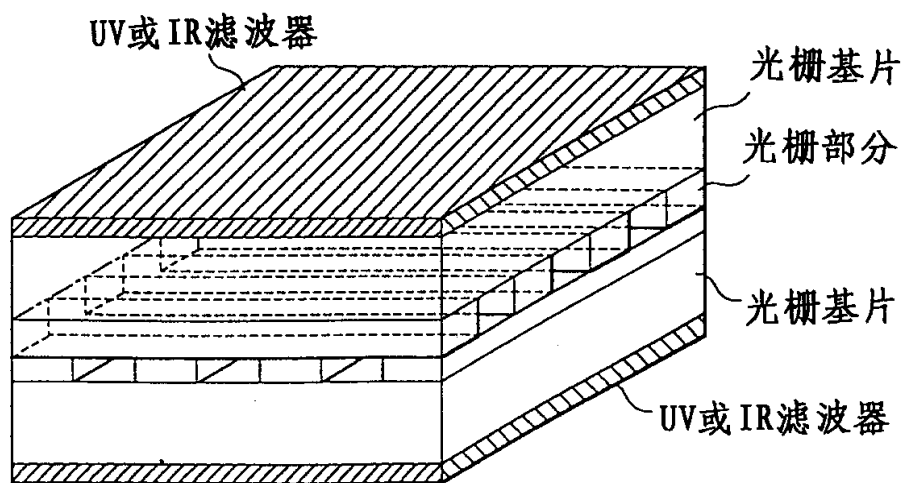


图14A

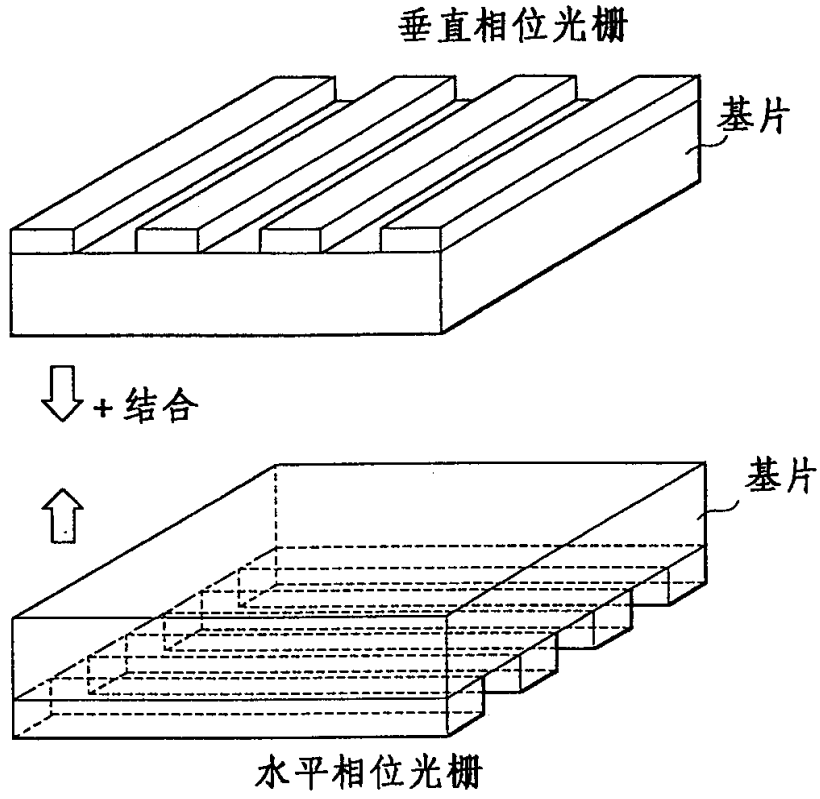


图14B

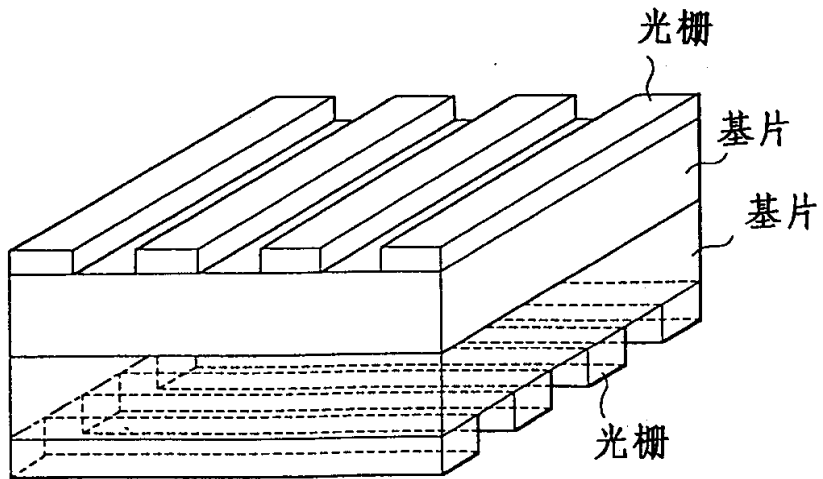


图15

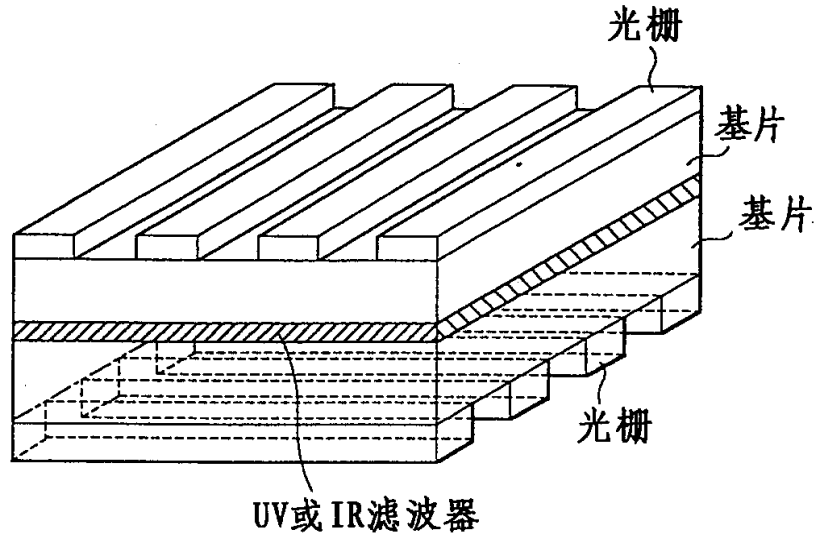


图16

