



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102959960 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201280001541. 5

(22) 申请日 2012. 01. 31

(30) 优先权数据

2011-139502 2011. 06. 23 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 11. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/000621 2012. 01. 31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/176355 JA 2012. 12. 27

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 今村典广

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪惠民

(51) Int. Cl.

H04N 9/07(2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2011052172 A1, 2011. 05. 05,

US 2004150732 A1, 2004. 08. 05,

US 2005099524 A1, 2005. 05. 12,

EP 2101295 A1, 2009. 09. 16,

CN 101540919 A, 2009. 09. 23,

审查员 陈斌

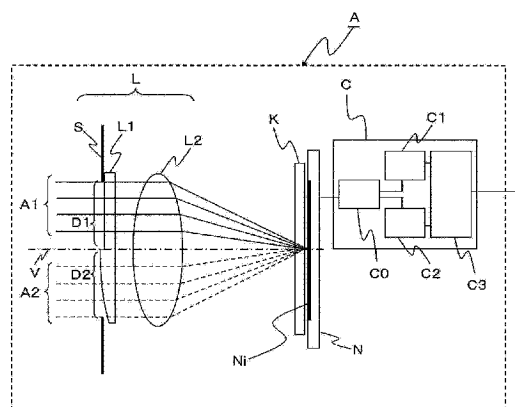
权利要求书3页 说明书20页 附图28页

(54) 发明名称

摄像装置

(57) 摘要

本发明提供一种摄像装置,该摄像装置具备:镜头光学系统(L),其具有第1光学区域(D1)、和具有与第1光学区域(D1)不同的光焦度的第2光学区域(D2);摄像元件(N),其具有多个像素(P1、P2);和阵列状光学元件(K),其使通过了第1光学区域(D1)之后的光入射至像素(P1),使通过了第2光学区域(D2)之后的光入射至像素(P2)。



1. 一种摄像装置,具备:

镜头光学系统,其具有:第1颜色、第2颜色及第3颜色的光通过的第1区域;和所述第1颜色、第2颜色及第3颜色的光通过、且具有相对于通过了所述第1区域之后的所述第1颜色、第2颜色及第3颜色的各个光的聚光位置而使至少2种颜色以上的光的聚光位置不同的光焦度的第2区域;

摄像元件,其具有入射来自所述镜头光学系统的光的多个第1像素和多个第2像素;

阵列状光学元件,其被配置在所述镜头光学系统与所述摄像元件之间,使通过了所述第1区域之后的光入射至所述多个第1像素,使通过了所述第2区域之后的光入射至所述多个第2像素;和

运算处理部,其生成输出图像,

所述第1区域及所述第2区域是对与所述镜头光学系统的光轴垂直的平面进行分割后的区域,

所述运算处理部利用在所述多个第1像素中获得的像素值来生成所述第1颜色、第2颜色及第3颜色之中的至少一种颜色成分的第1图像,利用在所述多个第2像素中获得的像素值来生成包含与所述至少一种颜色成分相同的颜色成分在内的第2图像,在所述第1图像的规定区域及所述第2图像的规定区域之中针对每种颜色而检测清晰度或者对比度值高的图像成分,并利用针对所述每种颜色而检测出的图像成分来生成所述输出图像。

2. 根据权利要求1所述的摄像装置,其中,

通过了所述第1区域之后的所述第1颜色、所述第2颜色及所述第3颜色的光之中的至少2种颜色的光在光轴上的聚光位置彼此不同,

通过了所述第2区域之后的所述第1颜色、所述第2颜色及所述第3颜色的光之中的至少2种颜色的光在光轴上的聚光位置彼此不同。

3. 根据权利要求1所述的摄像装置,其中,

所述第1区域及所述第2区域之中的至少一方具有衍射透镜形状。

4. 根据权利要求3所述的摄像装置,其中,

在所述衍射透镜形状的表面设置有光学调整层。

5. 根据权利要求1所述的摄像装置,其中,

所述第1区域及所述第2区域是以所述镜头光学系统的光轴作为边界中心而被分割后的区域。

6. 根据权利要求1所述的摄像装置,其中,

所述第1区域具有夹着所述镜头光学系统的光轴而彼此配置成点对称的多个第1区域构成部,

所述第2区域具有夹着所述镜头光学系统的光轴而彼此配置成点对称的多个第2区域构成部。

7. 根据权利要求1所述的摄像装置,其中,

所述镜头光学系统还具备除所述第1、第2区域以外的至少第3区域,

所述第3区域具有相对于分别通过了所述第1区域及所述第2区域之后的所述第1颜色、第2颜色、第3颜色的光的聚光位置而使所述第1颜色、所述第2颜色及所述第3颜色之中的至少2种颜色的聚光位置不同的光焦度,

所述阵列状光学元件使通过了所述第3区域之后的光入射至除所述多个第1、第2像素以外的多个第3像素，

所述运算处理部利用在所述多个第3像素中获得的像素值来生成包含与所述至少一种颜色成分相同的颜色成分在内的第3图像，利用在所述多个第1图像的规定区域、所述第2图像的规定区域及所述第3图像的规定区域之中针对每种颜色而清晰度或者对比度值最高的图像成分，来生成所述输出图像。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述镜头光学系统是像侧远心光学系统。

9. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述镜头光学系统是像侧非远心光学系统，

在所述镜头光学系统的光轴外，使所述阵列状光学元件的排列相对于所述摄像元件的所述第1像素及所述第2像素的排列而进行偏移。

10. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述阵列状光学元件是双凸透镜或者微透镜阵列。

11. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述阵列状光学元件是微透镜阵列，
所述微透镜阵列具有多个光学要素，

所述多个光学要素各自与所述多个第1像素之中的至少1个像素以及所述第2像素之中的至少1个像素相对应，

所述多个光学要素各自具有相对于光轴而旋转对称的形状。

12. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述阵列状光学元件被形成在所述摄像元件上。

13. 根据权利要求12所述的摄像装置，其中，
所述摄像装置还具备被设置在所述阵列状光学元件与所述摄像元件之间的微透镜，
所述阵列状光学元件隔着所述微透镜而被形成在所述摄像元件上。

14. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述多个第1像素及所述多个第2像素各自具有使不同波段的光透过的滤光器。

15. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述阵列状光学元件具有多个光学要素，

所述多个光学要素各自与所述多个第1像素之中的至少1个像素以及所述第2像素之中的至少1个像素相对应，

与所述多个光学要素之中的各个光学要素相对应的像素具有使相同波段的光透过的滤光器。

16. 根据权利要求1至7任一项所述的摄像装置，其中，
所述镜头光学系统还具备光圈，
所述第1区域及所述第2区域被配置在所述光圈附近。

17. 根据权利要求7所述的摄像装置，其中，
所述镜头光学系统还具备除所述第1、第2、第3区域以外的第4区域，
所述第4区域具有相对于分别通过了所述第1区域、所述第2区域及所述第3区域之

后的所述第 1 颜色、第 2 颜色、第 3 颜色的光的聚光位置而使所述第 1 颜色、所述第 2 颜色及所述第 3 颜色之中的至少 2 种颜色的聚光位置不同的光焦度，

所述阵列状光学元件使通过了所述第 4 区域之后的光入射至除所述多个第 1、第 2、第 3 像素以外的多个第 4 像素，

所述阵列状光学元件具有多个光学要素，所述多个光学要素的各个光学要素与所述多个第 1 像素的一个像素、所述多个第 2 像素的一个像素、所述多个第 3 像素的一个像素、和所述多个第 4 像素的一个像素排列成 2 行 2 列而构成的一个像素组相对应，

在属于所述多个光学要素的各个光学要素所对应的所述一个像素组当中的所述第 1 像素、所述第 2 像素、所述第 3 像素以及所述第 4 像素，设置有使相同波段的光透过的滤光器，

所述运算处理部利用在所述多个第 4 像素中获得的像素值来生成包含与所述至少一种颜色成分相同的颜色成分在内的第 4 图像，在所述多个第 1 图像的规定区域、所述第 2 图像的规定区域、所述第 3 图像的规定区域及所述第 4 图像的规定区域之中针对每种颜色而检测清晰度或者对比度值最高的图像成分，并利用针对所述每种颜色而检测出的图像成分来生成所述输出图像。

18. 一种摄像系统，具备摄像装置和运算处理部，

所述摄像装置具备：

镜头光学系统，其具有：第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的光通过的第 1 区域；和所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的光通过、且具有相对于通过了所述第 1 区域之后的所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的各个光的聚光位置而使至少 2 种颜色以上的光的聚光位置不同的光焦度的第 2 区域；

摄像元件，其具有入射来自所述镜头光学系统的光的多个第 1 像素和多个第 2 像素；和

阵列状光学元件，其被配置在所述镜头光学系统与所述摄像元件之间，使通过了所述第 1 区域之后的光入射至所述多个第 1 像素，使通过了所述第 2 区域之后的光入射至所述多个第 2 像素，

所述第 1 区域及所述第 2 区域是对与所述镜头光学系统的光轴垂直的平面进行分割后的区域，

所述运算处理部利用在所述多个第 1 像素中获得的像素值来生成所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色之中的至少一种颜色成分的第 1 图像，利用在所述多个第 2 像素中获得的像素值来生成包含与所述至少一种颜色成分相同的颜色成分在内的第 2 图像，利用在所述第 1 图像的规定区域及所述第 2 图像的规定区域之中针对每种颜色而清晰度高的图像成分来生成输出图像。

摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及照相机等的摄像装置。

背景技术

[0002] 光相对于构成透镜的材料的折射率因波长而不同。因此,在摄像装置的光学系统中入射了各种波长的光的情况下,会产生轴上色差,获得清晰度(图像的锐度(sharp))因颜色而不同的图像。在图像中包含清晰度低的颜色的情况下,该颜色成为画质劣化的主要原因。

[0003] 此外,对于照相机等的摄像装置而言,在被摄体的位置包含在景深的范围内的情况下,能够进行对焦,拍摄鲜明的图像。为了能够拍摄被配置在各种位置处的被摄体,在摄像装置中另外需要检测聚焦状态的单元、和进行聚焦调整的单元。

[0004] 为了解决以上的课题,提出了一种利用光学系统的轴上色差而使第1颜色成分的清晰度反映到与第1颜色成分不同的第2颜色成分中,由此实现景深的扩大和轴上色差的修正这样的技术(专利文献1)。根据专利文献1的方法,通过使第1颜色成分的清晰度反映到第2颜色成分中,由此能够提高第2颜色成分的清晰度。由此,能够扩大景深,不进行聚焦调整就能够比较鲜明地拍摄更多种距离的被摄体。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:JP特表2008-532449号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的技术问题

[0009] 在专利文献1的构成中为使第1颜色成分的清晰度反映到第2颜色成分中,需要第1颜色成分及第2颜色成分双方的清晰度信息。因此,焦点深度受到所有颜色的清晰度信息所存在的范围的限制。这样,在专利文献1的构成中,能够扩大焦点深度的范围中存在界限,难以充分地扩大景深。

[0010] 此外,例如在拍摄以黑色为背景的单色(例如蓝色)的被摄体的情况下,图像中不存在被摄体的颜色以外的颜色(绿色及红色)成分。因此,在被摄体的图像因轴上色差而变得模糊的情况下,无法检测图像上的其他颜色的清晰度并使其反映到被摄体的清晰度中。

[0011] 本发明正是为了解决上述技术问题而提出的,其主要目的在于提供一种能够获得焦点深度及景深大、且清晰度高的图像的摄像装置。本发明的另一目的在于提供一种针对以黑色为背景的单色(例如蓝色)的被摄体也能够以高的清晰度来进行摄影的摄像装置。

[0012] 用于解决技术方案

[0013] 本发明的摄像装置,具备:

[0014] 镜头光学系统,其具有:第1颜色、第2颜色及第3颜色的光通过的第1区域;和所述第1颜色、第2颜色及第3颜色的光通过、且具有相对于通过了所述第1区域之后的所述

第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的各个光的聚光位置而使至少 2 种颜色以上的光的聚光位置不同的光焦度的第 2 区域；

[0015] 摄像元件，其具有入射来自所述镜头光学系统的光的多个第 1 像素和多个第 2 像素；

[0016] 阵列状光学元件，其被配置在所述镜头光学系统与所述摄像元件之间，使通过了所述第 1 区域之后的光入射至所述多个第 1 像素，使通过了所述第 2 区域之后的光入射至所述多个第 2 像素；和

[0017] 运算处理部，其生成输出图像，

[0018] 所述运算处理部利用在所述多个第 1 像素中获得的像素值来生成所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色之中的至少一种颜色成分的第 1 图像，利用在所述多个第 2 像素中获得的像素值来生成包含与所述至少一种颜色成分相同的颜色成分在内的第 2 图像，利用在所述第 1 图像的规定区域及所述第 2 图像的规定区域之中针对每种颜色而清晰度或者对比度值高的图像成分来生成所述输出图像。

[0019] 本发明的摄像系统，具备摄像装置和运算处理部，

[0020] 所述摄像装置具备：

[0021] 镜头光学系统，其具有：第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的光通过的第 1 区域；和所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的光通过、且具有相对于通过了所述第 1 区域之后的所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色的各个光的聚光位置而使至少 2 种颜色以上的光的聚光位置不同的光焦度的第 2 区域；

[0022] 摄像元件，其具有入射来自所述镜头光学系统的光的多个第 1 像素和多个第 2 像素；和

[0023] 阵列状光学元件，其被配置在所述镜头光学系统与所述摄像元件之间，使通过了所述第 1 区域之后的光入射至所述多个第 1 像素，使通过了所述第 2 区域之后的光入射至所述多个第 2 像素，

[0024] 所述运算处理部利用在所述多个第 1 像素中获得的像素值来生成所述第 1 颜色、第 2 颜色及第 3 颜色之中的至少一种颜色成分的第 1 图像，利用在所述多个第 2 像素中获得的像素值来生成包含与所述至少一种颜色成分相同的颜色成分在内的第 2 图像，利用在所述第 1 图像的规定区域及所述第 2 图像的规定区域之中针对每种颜色而清晰度高的图像成分来生成所述输出图像。

[0025] 发明效果

[0026] 根据本发明，基于 2 个以上的图像的规定区域之中、各种颜色中的清晰度高的图像成分来生成输出图像，由此能够通过简单的方法提高输出图像的清晰度。此外，与现有技术相比，由于能够扩大焦点深度，因此能够获得足够大的景深。

[0027] 再有，根据本发明，在拍摄以黑色为背景的红、绿或者蓝的单色被摄体时，在 2 个以上的摄像区域的其中一个区域中，被摄体的颜色的清晰度都大于规定值。因此，能够生成清晰度高的图像。

附图说明

[0028] 图 1 是表示本发明的摄像装置 A 的第 1 实施方式的示意图。

[0029] 图 2 是从被摄体侧观察本发明的实施方式 1 中的光学元件 L1 的正面图。

[0030] 图 3 是本发明的实施方式 1 中的阵列状光学元件 K 的立体图。

[0031] 图 4 是示意地表示本发明的实施方式 1 中的第 1 颜色、第 2 颜色、第 3 颜色的光线的光路的图。

[0032] 图 5(a) 是放大地表示本实施方式 1 中的图 1 所示的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图。(b) 是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 的像素之间的位置关系的图。

[0033] 图 6(a) 表示由多个像素 P1 所获得的第 1 彩色图像, (b) 表示由多个像素 P2 所获得的第 2 彩色图像。

[0034] 图 7(a)、(b) 是表示第 1、第 2 彩色图像的图。

[0035] 图 8 是表示本发明的实施方式 1 中的摄像装置 A 的断面图。

[0036] 图 9(a) 是表示本发明的实施方式 1 中的通过了第 1 光学区域 D1 的光线的直通聚焦 (through focus) MTF 特性的曲线。(b) 是表示通过了第 2 光学区域 D2 的光线的直通聚焦 MTF 特性的曲线。

[0037] 图 10 是按每个被摄体距离示意地表示本发明的实施方式 1 中的通过了第 1 光学区域 D1 的光线的直通聚焦 MTF 特性、以及通过了第 2 光学区域 D2 的光线的直通聚焦 MTF 特性的图。

[0038] 图 11 是示意地表示本发明的实施方式 1 中的通过了第 1 光学区域 D1 的光线的直通聚焦 MTF 特性、以及通过了第 2 光学区域 D2 的光线的直通聚焦 MTF 特性的曲线。

[0039] 图 12 是表示本发明的摄像装置 A 的第 2 实施方式的示意图。

[0040] 图 13 是从被摄体侧观察本发明的实施方式 2 中的光学元件 L1 的正面图。

[0041] 图 14 是表示本发明的实施方式 2 中的第 1 颜色、第 2 颜色、第 3 颜色的光线的图。

[0042] 图 15(a) 是放大地表示本实施方式 2 中的图 11 所示的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图。(b) 是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 的像素之间的位置关系的图。

[0043] 图 16(a) 是表示本发明的实施方式 2 中的通过了第 1 光学区域 D1 的光线的直通聚焦 MTF 特性的曲线。(b) 是表示通过了第 2 光学区域 D2 的光线的直通聚焦 MTF 特性的曲线。

[0044] 图 17 是按每个被摄体距离示意地表示本发明的实施方式 2 中的通过了第 1 光学区域 D1 的光线的直通聚焦 MTF 特性、以及通过了第 2 光学区域 D2 的光线的直通聚焦 MTF 特性的图。

[0045] 图 18 是示意地表示本发明的实施方式 2 中的通过了第 1 光学区域 D1 的光线的直通聚焦 MTF 特性、以及通过了第 2 光学区域 D2 的光线的直通聚焦 MTF 特性的曲线。

[0046] 图 19(a) 是表示本发明的实施方式 3 中的在第 2 光学区域 D2 的衍射面上设置的光学调整层的断面图。(b) 是表示在第 1 光学区域 D1 的平面上和第 2 光学区域 D2 的衍射面上双方设置的光学调整层的断面图。

[0047] 图 20 是从被摄体侧观察本发明的实施方式 4 中的光学元件 L1 的正面图。

[0048] 图 21(a) 是放大地表示本发明的本实施方式 4 中的图 1 所示的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图。(b) 是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 的像素之间的位置关系的图。

[0049] 图 22 是本发明的实施方式 4 中的阵列状光学元件 K 的立体图。

[0050] 图 23 是从被摄体侧观察本发明的实施方式 4 的不同方式中的光学元件 L1 的正面图。

[0051] 图 24(a) 及 (b) 是放大地表示本发明的实施方式 5 中的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图。

[0052] 图 25(a) 是从被摄体侧观察光学元件 L1 的正面图, (b) 是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。

[0053] 图 26(a1)、(b1) 及 (c1) 表示在实施方式 1 的构成中将光学元件 L1 的被摄体侧的面之中的位于第 1 光学区域 D1 的部分设为平面、将光学元件 L1 的被摄体侧的面之中的位于第 2 光学区域 D2 的部分设为球面时的每个被摄体距离的光线图。(a2)、(b2) 及 (c2) 示意地表示通过了第 1 光学区域 D1 的物点 O 的光经由双凸透镜而到达奇数列的像素由此获得的点像的图像。(a3)、(b3)、(c3) 示意地表示通过了第 2 光学区域 D2 的物点 O 的光经由双凸透镜而到达偶数列的像素由此获得的图像。

[0054] 图 27(a1)、(b1) 及 (c1) 是示意地表示对奇数行奇数列的像素和偶数行偶数列的像素的像素值进行相加而获得的点像的图像的图。(a2)、(b2) 及 (c2) 是示意地表示对偶数行奇数列的像素和奇数行偶数列的像素的像素值进行相加而获得的点像的图像的图。

[0055] 图 28(a) 及 (b) 是放大地表示本发明的其他方式中的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图。

[0056] 图 29 是表示本发明的其他方式中的阵列状光学元件 K 和摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。

[0057] 图 30 是表示本发明的其他方式中的阵列状光学元件 K 和摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。

[0058] 图 31(a1) 是表示相对于光轴而具有非旋转对称的形狀的微透镜阵列 (microlens array) 的立体图。(a2) 是表示 (a1) 所示的微透镜阵列的等高线的图。(a3) 是表示将 (a1)、(a2) 所示的微透镜适用于本发明的阵列状光学元件时的、光线追踪仿真的结果的图。(b1) 是表示相对于光轴而具有旋转对称的形狀的微透镜阵列的立体图。(b2) 是表示 (b1) 所示的微透镜阵列的等高线的图。(b3) 是表示将 (b1)、(b2) 所示的微透镜适用于本发明的实施方式中的阵列状光学元件时的、光线追踪仿真的结果的图。

具体实施方式

[0059] 以下, 参照附图来说明本发明的摄像装置的实施方式。

[0060] (实施方式 1)

[0061] 图 1 是表示实施方式 1 的摄像装置 A 的示意图。本实施方式的摄像装置 A 具备: 以 V 为光轴的镜头光学系统 L、在镜头光学系统 L 的焦点附近配置的阵列状光学元件 K、摄像元件 N、和运算处理部 C。

[0062] 镜头光学系统 L 具有彼此光焦度 (focal power) 不同的第 1 光学区域 D1 及第 2 光学区域 D2, 由入射来自被摄体 (未图示) 的光的光圈 S、经过光圈 S 之后的光所通过的光学元件 L1、入射通过了光学元件 L1 之后的光的透镜 L2 而构成。在此, 透镜 L2 图示为 1 枚的结构, 但也可以是多枚的结构。在图 1 中, 光束 A1 是通过光学元件 L1 上的第 1 光学区域 D1 的光束, 光束 A2 是通过光学元件 L1 上的第 2 光学区域 D2 的光束。光束 A1、A2 按照光

圈 S、光学元件 L1、透镜 L2、阵列状光学元件 K 的顺序通过上述部件,到达摄像元件 N 上的摄像面 Ni。

[0063] 图 2 是从被摄体侧观察光学元件 L1 的正面图。光学元件 L1 中的第 1、第 2 光学区域 D1、D2 彼此以光轴 V 为边界中心在上下方向被二分割。通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 之后的光之中的红色、绿色、蓝色的各个光在光轴上的聚光位置是不同的。此外,第 1、第 2 光学区域 D1、D2 具有彼此不同的光焦距。具体而言,第 2 光学区域 D2 具有相对于通过了第 1 光学区域 D1 的红色、绿色、蓝色光的聚光位置而使红色、绿色、蓝色的各个光的聚光位置不同的光焦距。在图 2 中,虚线 s 表示光圈 S 的位置。

[0064] 阵列状光学元件 K 被配置在镜头光学系统 L 的焦点附近,且被配置在与摄像面 Ni 相距规定距离的位置。

[0065] 图 3 是阵列状光学元件 K 的立体图。在阵列状光学元件 K 中的摄像元件 N 侧的面,横方向细长的多个光学要素 M1 被配置在纵方向上。各个光学要素 M1 的断面(纵方向)的断面具有向摄像元件 N 侧突出的圆弧状的形状。这样,阵列状光学元件 K 具有双凸透镜的结构。

[0066] 图 4 是示意地表示分别通过了第 1 光学区域 D1 及第 2 光学区域 D2 的光线 A1W 及光线 A2W 的光路的图。

[0067] 当光线 A1W 经由光学元件 L1 之中的位于第 1 光学区域 D1 的部分而入射至透镜 L2 时,因轴上色差而在朝向透镜 L2 的光轴上的像面的方向上光线按蓝色(A1B)、绿色(A1G)、红色(A1R)的顺序会聚。

[0068] 同样,当光线 A2W 经由光学元件 L1 之中的位于第 2 光学区域 D2 的部分而入射至透镜 L2 时,因轴上色差而在朝向透镜 L2 的光轴上的像面的方向上光线按蓝色(A2B)、绿色(A2G)、红色(A2R)的顺序会聚,但是由于第 2 光学区域 D2 具有不同于第 1 光学区域 D1 的光焦距,因此通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线在各自错开的位置处会聚。

[0069] 图 5(a) 是放大地表示图 1 所示的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图,图 5(b) 是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。像素 P1 及像素 P2 各自在横方向(行方向)上并排配置在 1 行。在纵方向(列方向)上,像素 P1 和 P2 交替地配置。像素 P1 由检测红色光的像素 P1R、检测绿色光的像素 P1G、和检测蓝色光的像素 P1B 构成。像素 P2 也由检测红色光的像素 P2R、检测绿色光的像素 P2G、和检测蓝色光的像素 P2B 构成。在检测红色光的像素 P1R、P2R 的表面设置有使红色光透过的滤光器,在检测绿色光的像素 P1G、P2G 的表面设置有使绿色光透过的滤光器,在检测蓝色光的像素 P1B、P2B 的表面设置有使蓝色光透过的滤光器。这样,在像素 P1、P2 各自的表面设置有使不同波段的光透过的滤光器,由此各像素能够主要检测 R(红)、G(绿)、B(蓝)光的其中一种颜色光。

[0070] 阵列状光学元件 K 的一个光学要素 M1 被配置成:与摄像面 Ni 上的由 1 行像素 P1 及 1 行像素 P2 构成的 2 行像素对应。在摄像面 Ni 上,按照覆盖像素 P1、P2 的表面的方式设置微透镜 Ms。

[0071] 阵列状光学元件 K 被设计成:通过了光学元件 L1 上的第 1 光学区域 D1 的(图 1、图 2 所示的)光束(在图 1 中由实线表示的光束 A1)的大部分到达摄像面 Ni 上的像素 P1,通过了第 2 光学区域 D2 的光束(在图 1 中由虚线表示的光束 A2)的大部分到达摄像面 Ni 上的像素 P2。具体而言,通过适当地设定阵列状光学元件 K 的折射率、距摄像面 Ni 的距离

以及光学要素 M1 表面的曲率半径等的参数,可实现上述结构。

[0072] 图 6(a) 示出由图 5(b) 的多个像素 P1 所获得的第 1 图像信息,图 6(b) 示出由多个像素 P2 所获得的第 2 图像信息。再者,由摄像元件 N 所获得的图像信息在运算处理部 C 中被分离为第 1 图像信息和第 2 图像信息。

[0073] 如图 6(a) 所示,在第 1 图像信息中,对各个像素 $P(x, y)$ 提供由像素 P1 所获得的亮度值(像素值)。

[0074] 如图 5(b) 所示,由于作为像素 P1,检测红、绿及蓝之中的其中一种颜色的光的像素 P1R、P1G、P1B 依次排列在横方向(行方向)上,因此即便在第 1 图像信息中,获得红色的亮度值 1R 的像素、获得绿色的亮度值 1G 的像素、及获得蓝色的亮度值 1B 的像素也依次排列在横方向上。这样,第 1 图像信息的各个亮度值相对于 1 个像素而仅具有一种颜色的颜色信息,因此可以根据周边像素的亮度值对其他 2 种颜色的颜色信息进行补充。例如,在某个像素 $P(i, j)$ 中获得了红色的亮度值的情况下,可以在像素 $P(i, j)$ 中对绿色及蓝色的亮度值进行插补。为了对绿色的亮度值进行插补,而使用像素 $P(i-2, j)$ 及像素 $P(i+1, j)$ 的绿色的亮度值。为了增大靠近于像素 $P(i, j)$ 的区域的贡献,例如作为像素 $P(i, j)$ 的绿色的亮度值,只要使用按照 1 : 2 的比例对像素 $P(i-2, j)$ 的亮度值和像素 $P(i+1, j)$ 的亮度值进行加权平均而得到的值即可。同样,作为像素 $P(i, j)$ 的蓝色的亮度值,只要使用按照 2 : 1 的比例对像素 $P(i-1, j)$ 的亮度值和像素 $P(i+2, j)$ 的亮度值进行加权平均而得到的值即可。

[0075] 再有,在第 1、第 2 图像信息的各个信息中,纵方向(列方向)的图像的亮度信息按每隔 1 行而缺失。可以根据在纵方向(列方向)上相邻的亮度值进行插补来生成所缺失的像素 $P(x, y)$ 的亮度信息。例如,在图 6(a) 所示的第 1 图像中,像素 $P(i, j-1)$ 的亮度信息缺失了。此时,只要对像素 $P(i, j)$ 和像素 $P(i, j-2)$ 的亮度信息进行平均,来对像素 $P(i, j-1)$ 进行插补即可。

[0076] 通过以上这种的补充处理,生成了图 7(a) 所示的第 1 彩色图像、和图 7(b) 所示的第 2 彩色图像。第 1 彩色图像的每个像素具有红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的颜色信息 1R'、1G'、1B',第 2 彩色图像的每个像素具有红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的颜色信息 2R'、2G'、2B'。以下,“第 1 彩色图像”及“第 2 彩色图像”通常是指插补后的图像。

[0077] 根据本实施方式,由于通过了光学元件 L1 的第 1 光学区域 D1 之后的蓝色(B)、绿色(G)、红色(R)的光线的聚光位置、与通过了第 2 光学区域 D2 之后的蓝色(B)、绿色(G)、红色(R)的光线的聚光位置彼此错开,因此由像素 P1 所获得的图像中的蓝、绿、红各自的清晰度、与由像素 P2 所获得的图像中的蓝、绿、红各自的清晰度不同。

[0078] 利用这种差异,从由像素 P1 所获得的第 1 彩色图像及由像素 P2 所获得的第 2 彩色图像之中,使用蓝色、绿色、红色各自当中的清晰度较高的一方的图像成分,由此能够生成各种颜色的清晰度(或者析像度)高的输出图像。在第 1 彩色图像及第 2 彩色图像不包含蓝色、绿色、红色的全部的情况下,在这些图像所包含的各种颜色中利用清晰度较高的一方的图像成分,由此针对图像中包含的颜色而言能够获得清晰度高的输出图像。这种处理能够由运算处理部 C 来进行。

[0079] 由于清晰度越高则图像的模糊越少,因此通常认为相邻的像素间的亮度值之差(灰度之差)大。因此,在本实施方式中,在所获取的图像上的规定的微小区域内,基于相邻

的像素间的亮度值的差值来求出清晰度。微小区域既可以是图 7 所示的 1 个像素 $P(x, y)$ ，也可以是组合了多个像素 $P(x, y)$ 的区域 $R1(u, v)$ 。

[0080] 此外，也可以基于对第 1 彩色图像及第 2 彩色图像的亮度值进行傅立叶变换而得到的频谱来求出清晰度。在该情况下，能够求出规定的空间频率下的响应值，将其作为清晰度。也就是说，通过比较规定的空间频率下的响应值，能够进行图像的清晰度的高低评价。再者，由于图像是二维的，因此优选利用 2 维傅立叶变换来求出清晰度的方法。

[0081] 光圈 S 是所有的视角的光束所通过的区域。因此，在光圈 S 的附近插入具有对光焦度进行控制的光学特性的面，由此能够同样地对所有视角中的光束的聚光特性进行控制。即、在本实施方式中，光学元件 L1 可以设置在光圈 S 的附近。将至少使 2 种颜色以上的光的聚光位置具有彼此不同的光焦度的光学区域 D1、D2 配置在光圈 S 的附近，由此能够对光束提供与区域的分割数相应的聚光特性。

[0082] 在图 1 中，光学元件 L1 被设置在光圈 S 与透镜 L2 之间，被设置在通过光圈 S 之后的光直接（不经过其他的光学部件）地入射至光学元件 L1 的位置。光学元件 L1 也可以被设置在与光圈 S 相比靠近被摄体侧。在该情况下，通过光学元件 L1 之后的光可以直接（不经过其他的光学部件）地入射至光圈 S。在像侧远心光学系统 (telecentric optical system) 的情况下，光学系统的焦点处的光线的入射角由通过光圈 S 的光线的位置唯一地决定。此外，阵列状光学元件 K 具有根据光线的入射角分配出射方向的功能。因此，按照与在光圈 S 的附近所分割的光学区域 D1、D2 对应的方式，对摄像面 Ni 上的像素分配光束。

[0083] 接下来，对使景深变深的方法进行具体说明。

[0084] 图 8 是表示实施方式 1 中的摄像装置 A 的断面图。在图 8 中，对于与图 1 相同的构成要素赋予与图 1 相同的符号。其中，在图 8 中，透镜 L2 由透镜 L2A 和透镜 L2B 的 2 枚透镜构成。在图 8 中虽然省略了阵列状光学元件 K（图 1 等所示的）的图示，但在图 8 的区域 H 实际上设置了阵列状光学元件 K。区域 H 具有图 5(a) 所示的构成。

[0085] 表 1 及表 2 是图 8 所示的摄像装置 A 的光学系统的设计数据。在表 1 及表 2 中， R_i 表示各面的近轴曲率半径 (mm)， d_i 表示各面的面中心间隔 (mm)， nd 表示透镜或者滤光器的 d 线的折射率， vd 表示各光学元件的 d 线的阿贝数。此外，在将距离面顶点的切平面而在光轴方向的距离设为 x 、将距离光轴的高度设为 h 、将 r 设为近轴曲率半径、将 k 设为圆锥常数、将 A_m ($m = 4, 6, 8$) 设为第 m 次的非球面系数时，非球面形状由（式 1）进行表示。

[0086] [式 1]

$$[0087] \quad x = \frac{\frac{1}{r}h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\left(\frac{1}{r}\right)^2 h^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8$$

[0088] [表 1]

[0089] • 镜头数据

[0090] 焦点距离 = 10mm、F 值 = 2.8

[0091] 视角 $2\omega = 10^\circ$ 、有效摄像圆径 = $\phi 1.78\text{mm}$

[0092]	面序号	Ri		di	nd	νd
	物体	∞		4000	—	—
	光圈	∞		0	—	—
	L1-R1	区域 D1	∞	0.5	1.5253	56.0
		区域 D2	1600			
	L1-R2	∞		8	—	—
	L2A-R1	7.375177		5	1.5253	56.0
	L2A-R2	-4		0.45	—	—
	L2B-R1	-4.194611		3	1.585	29
	L2B-R2	-13.548		5.5	—	—
	像面	∞		—	—	—

[0093] [表 2]

[0094] • 非球面系数

[0095]

	k	A4	A6	A8
L2A-R1	-0.296987	-0.001152745	-0.0000844121	-0.0000089033
L2A-R2	0	-0.001758404	0.000448016	0.0000017356
L2B-R1	0	-0.000853458	0.000389826	0.000073819
L2B-R2	0	0.00199215	-0.0000950161	0.0000608074

[0096] 在本设计例中,光学元件 L1 中的被摄体侧的面之中的位于第 1 光学区域 D1 的面是平面,位于第 2 光学区域 D2 的面是曲率半径为 1600mm 的球面透镜的光学面。通过这种构成,如上述那样通过了各光学区域的光线按每种颜色在彼此错开的位置会聚。

[0097] 图 9 是通过了镜头光学系统 L 中的第 1 光学区域 D1 和第 2 光学区域 D2 之后的光线在光轴上的直通聚焦 MTF 特性 (仿真结果)。图 9(a) 的曲线表示通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性,图 9(b) 的曲线表示通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性。在图 9 中,横轴表示聚焦偏移,纵轴表示空间频率为 50Lp/mm 时的 MTF。考虑到通过了各光学区域的光线能够由阵列状光学元件进行分离,对于通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性而言,遮住第 2 光学区域 D2 的紧前面的光圈面来算出,对于通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性而言,遮住第 1 光学区域 D1 的紧前面的光圈面来算出。即、各个直通聚焦 MTF 特性是在假定使用了半圆形状的光圈面的情况的基础上进行算出的。

[0098] 在一般的光学系统的情况下,光轴上的 MTF 值的径向 (sagittal) 方向与切向 (tangential) 方向一致。在本实施方式中,在针对通过各光学区域的每个光线而算出 MTF 值的情况下,由于紧前面的光圈面都是半圆形状的,因此光轴上的 MTF 值的径向方向和切向方向如图 9 所示那样分离。

[0099] 表示通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的特性的曲线中,MBa、MGa、MRa 分别表示蓝色、绿色、红色的直通聚焦 MTF 特性。此外,PBa、PGa、PRa 表示各自的峰值位置。同样,在表示通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的特性的曲线中,MRb、MGB、MBb 分别表示红色、绿色、蓝色的直通聚焦 MTF 特性。此外,PRb、PGB、PBb 表示各自的峰值位置。在此,各符号中

的括号内的 S 及 T 分别表示径向方向及切向方向。

[0100] 图 10 是按每个被摄体距离示意地表示通过了第 1 光学区域之后的光线的直通聚焦 MTF 特性、以及通过了第 2 光学区域之后的光线的直通聚焦 MTF 特性的图。摄像面中的 MTF 越高意味着清晰度越高。在图 10 中,仅对图 9 中深度浅的径向方向的直通聚焦 MTF 特性进行提取并进行示意性图示。

[0101] 在一般的摄像光学系统中,被摄体的距离越靠近于透镜,通过了透镜之后的光越在远离透镜的区域(距被摄体较远的区域)会聚。因此,如图 10 所示,在将被摄体距离分为近距离、中距离、远距离的情况下,MTF 特性的峰值位置按近距离、中距离、远距离的顺序配置在远离透镜的位置。这样,根据被摄体距离是何种程度,由通过了第 1 光学区域 D1 的光线所形成的图像、和由通过了第 2 光学区域 D2 的光线所形成的图像的各种颜色的 MTF 值产生不同。

[0102] 在被摄体距离为近距离的情况下,如图 10 所示,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的蓝色 1Bn 的 MTF 值比通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的蓝色的 MTF 值还大。另一方面,通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的绿色 2Gn 的 MTF 值比通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的绿色的 MTF 值还大。此外,通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的红色 2Rn 的 MTF 值比通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的红色的 MTF 值还大。如果在各种颜色中选择 MTF 值较高的一方,则通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的蓝色 1Bn 的 MTF 值、通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的绿色 2Gn 的 MTF 值、红色 2Rn 的 MTF 值被选择。

[0103] 根据同样的方法,在中距离的情况下,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的蓝色 1Bm 的 MTF 值和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的红色 2Rm 的 MTF 值、绿色 2Gm 的 MTF 值被选择。在远距离的情况下,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的绿色 1Gf 的 MTF 值、蓝色 1Bf 的 MTF 值和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的红色 2Rf 的 MTF 值被选择。

[0104] 在设计镜头光学系统 L 时,按照具有图 10 所示的直通聚焦 MTF 特性的方式进行设计。此时,能够获得期望清晰度的 MTF 值被设定为边界值。并且,对于根据通过了第 1 光学区域 D1、第 2 光学区域 D 之后的光线所获得的图像的各种颜色,MTF 值较高的一方的值大于上述边界值的被摄体距离的范围(包括图 10 中的近距离、中距离、远距离的范围)大致成为景深。再者,“边界值”是图 11 等所示的规定值 Md,对于规定值 Md 在后面叙述。

[0105] 由于 MTF 表示能够在像面上以何种程度忠实地再现被摄体所具有的对比度,因此为了算出 MTF 值而需要被摄体的空间频率。因此,在实际摄像时,无法从任意图像中直接检测 MTF 值。因此,在实际摄像时,为了评价清晰度的高低而使用亮度值的差。由于清晰度越高则图像的模糊越少,因此通常清晰度高的图像其相邻的像素间的亮度值的差较大。

[0106] 具体而言,首先,在图 1 所示的运算处理部 C 的图像分离部 C0 中,将在摄像面 Ni 所获得的图像分离(生成)为仅由多个像素 P1 形成的第 1 彩色图像和仅由多个像素 P2 形成的第 2 彩色图像。接下来,第 1 清晰度检测部 C1 基于在第 1 彩色图像中的规定微小区域内相邻的像素间的亮度值的差值来算出清晰度。同样,第 2 清晰度检测部 C2 也基于第 2 图像中的规定微小区域内相邻的像素间的亮度值的差值来算出清晰度。接着,图像生成部 C3 能够将从第 1 彩色图像中的规定微小区域内算出的清晰度和从第 2 彩色图像中的规定微小区域内算出的清晰度之中的值较大的一方判断为清晰度高。按每个规定微小区域在各种颜色成分(红、蓝、绿)中进行以上的判断。

[0107] 在第 1 光学区域 D1 和第 2 光学区域 D2 根据上述方法进行设计的情况下,如果被摄体存在于景深内,则由像素 P1 算出的清晰度和由像素 P2 算出的清晰度之中的较大一方的清晰度成为期望的值以上。因此,即便不测量到被摄体的距离,通过比较亮度值之差的绝对值,也能够针对各种颜色选择清晰度高的图像。

[0108] 作为彩色图像合成的方法,存在分别选择上述的清晰度高的颜色来合成一个输出图像的方法、按每种颜色对 2 个彩色图像进行相加来合成的方法。通过该方法,即便被摄体距离产生变化也能够生成清晰度高的输出图像。

[0109] 接下来,说明通过了第 1 光学区域 D1 及第 2 光学区域 D2 之后的光线的轴上色差的范围。图 11 的上侧曲线表示通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性(径向方向),图 11 的下侧曲线是表示通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性(径向方向)的曲线。在图 11 中,纵轴表示红色、绿色及蓝色的规定空间频率下的 MTF 值,横轴表示光轴上的位置。

[0110] 在图 11 中,曲线 MBa、MGa、MRa 分别表示蓝色、绿色、红色的 MTF 特性。曲线 MBa、MGa、MRa 彼此交叠。曲线 MRb、MGb、MBb 分别表示红色、绿色、蓝色的 MTF 特性。曲线 MRb、MGb、MBb 彼此交叠。规定值 Md 是上述的“边界值”,如果是处于该值以上的 MTF 值,则大致处于焦点深度内。

[0111] 此外,图 11 的上侧曲线 Wa 及下侧曲线 Wb 是通过了各光学区域之后的光线的蓝色、绿色、红色的 MTF 值都大于规定值 Md 的区域,该范围大致成为通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 之后的光线各自的焦点深度。此外,在第 1 光学区域 D1 及第 2 光学区域 D2 中的光学元件 L1 的被摄体侧的表面都是平面的情况下,直通聚焦 MTF 特性在径向方向、切向方向上都成为图 11 的上侧曲线,即便在不分割区域的通常的光学系统时,Wa 也是蓝色、绿色、红色的 MTF 值都大于规定值 Md 的区域,该范围大致成为焦点深度。同样,在第 1 光学区域 D1 及第 2 光学区域 D2 中的光学元件 L1 的被摄体侧的表面都是球面的情况下,直通聚焦 MTF 特性在径向方向、切向方向上都成为图 11 的下侧曲线,即便在不分割区域的通常的光学系统时,Wb 也是蓝色、绿色、红色的 MTF 值都大于规定值 Md 的区域,该范围大致成为焦点深度。

[0112] 另一方面,在图 11 所示的 Ws 的范围中,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的 MTF 和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的 MTF 的其中一个在所有颜色中都为规定值 Md 以上。

[0113] 在此,分别算出根据由通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线所生成的图像而算出的清晰度、和根据由通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线所生成的图像而算出的清晰度,按每种颜色选择清晰度高的图像来生成输出图像,因此在图 11 中 Ws 的范围大致成为焦点深度,从而获得比通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 之后的光线各自的焦点深度还宽的焦点深度。

[0114] 根据本实施方式,在由通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线所生成的第 1 彩色图像的微小区域、及由通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线所生成的第 2 彩色图像的微小区域之中,利用各种颜色中的清晰度高的图像成分来生成输出图像,由此能够通过简单方法来提高输出图像的清晰度。此外,如图 11 所示,无论摄像面配置在范围 Ws 的哪个位置时,都能够使得 3 种颜色的所有颜色的 MTF 大于规定值 Md。因此,与现有技术相比,能够大幅地扩大焦点深度,因而能够获得足够大的景深。再有,根据本实施方式,不使用检测聚焦状态的单元、进行调整的单元,就能够拍摄更多种被摄体距离的被摄体。

[0115] 此外,在图像内包含被摄体距离不同的多个被摄体的情况下,只要在每个图像区

域中,按每种颜色选择清晰度高的图像来生成输出图像即可。

[0116] 在本实施方式中,在拍摄以黑色为背景的红、绿或者蓝的单色被摄体的情况下,在由通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 之后的光线分别所生成的图像的其中一个图像中,被摄体的颜色的清晰度大于规定值 M_d 。因此,能够生成清晰度高的图像。

[0117] 再者,在本实施方式的说明中,仅记载了彩色图像在光轴上的区域的合成。对于轴外区域,也可以在实施了倍率色差修正、畸变像差修正的基础上生成彩色图像。

[0118] 在本实施方式中,虽然通过比较亮度值的差值的绝对值、即清晰度本身来进行图像的清晰度的高低评价,但除此以外,也可以通过比较例如对比度值来进行图像的清晰度的高低评价。通常,对比度值大的图像的清晰度高。例如,根据规定运算模块内的最大亮度值 $L_{\max}$ 和最低亮度值 $L_{\min}$ 之比 ($L_{\max}/L_{\min}$) 能够求出对比度值。清晰度是亮度值的差值,而对比度值是亮度值之比。也可以根据作为最大亮度值的一点和作为最低亮度值的一点之比来求出对比度值,还可以根据例如亮度值的上位数点的平均值与亮度值的下位数点的平均值之比来求出对比度值。此时,运算处理部 C 取代图 1 所示的第 1、第 2 清晰度检测部 C1、C2,而具备算出由像素 P1 生成的亮度值之比的第 1 对比度检测部、和算出由像素 P2 生成的亮度值之比的第 2 对比度检测部。

[0119] 此外,表 1 及表 2 所示的摄像装置的光学系统被设计成像侧远心光学系统。由此,即便视角产生变化,阵列状光学元件 K 的主光线入射角也以接近 0 度的值进行入射,因此在整个摄像区域中,能够降低到达像素 P1 的光束和到达像素 P2 的光束的串扰。

[0120] 此外,在本实施方式中,光学元件 L1 的第 1、第 2 光学区域 D1、D2 中的光学元件 L1 的被摄体侧的表面分别设置成平面和球面,但也可以是彼此光焦度不同的球面,还可以是彼此光焦度不同的非球面。

[0121] (实施方式 2)

[0122] 图 12 是表示实施方式 2 的摄像装置 A 的示意图。本实施方式 2 与实施方式 1 的不同点在于,使光学元件 L1 的第 2 光学区域 D2 形成为衍射透镜形状。在此,在本实施方式中,对于与实施方式 1 同样的内容,省略其详细的说明。

[0123] 图 13 是从被摄体侧观察光学元件 L1 的正面图。光学元件 L1 中的第 1、第 2 光学区域 D1、D2 以光轴 V 为边界中心在上下方向被二分割。在图 13 中,虚线 s 表示光圈 S 的位置。

[0124] 图 14 是示意地表示分别通过了光学区域 D1 和光学区域 D2 之后的光线 A1W 和光线 A2W 的光路的图。

[0125] 当光线 A1W 经由光学元件 L1 的第 1 光学区域 D1 而入射至透镜 L2 时,因轴上色差而在朝向透镜 L2 的光轴上的像面的方向上光线按蓝色 (A1B)、绿色 (A1G)、红色 (A1R) 的顺序会聚。

[0126] 另一方面,当光线 A2W 经由光学元件 L1 的第 2 光学区域 D2 而入射至透镜 L2 时,因轴上色差而在朝向透镜 L2 的光轴上的像面的方向上光线按红色 (A2R)、绿色 (A2G)、蓝色 (A2B) 的顺序会聚。第 2 光学区域 D2 具有因衍射透镜的作用而使得轴上色差与第 1 光学区域 D1 反转的光焦度。因此,通过了第 2 光学区域 D2 之后的光相对于通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线而言,红色和蓝色的聚光顺序反转。

[0127] 图 15(a) 是放大地表示图 12 所示的阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图,图 15(b)

是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。像素的 P1、P2 的构成及阵列状光学元件 K 的作用与实施方式 1 相同。

[0128] 在本实施方式 2 中,与实施方式 1 同样地生成第 1 彩色图像和第 2 彩色图像,按每种颜色选择清晰度(或者对比度)高的图像来生成输出图像。

[0129] 接下来,对使景深变深的方法进行具体说明。

[0130] 除了使光学元件 L1 中的被摄体侧的表面之中的位于第 2 光学区域 D2 的部分成为衍射透镜形状这一点之外,本实施方式 2 中的摄像装置 A 的断面图与图 8 相同。

[0131] 表 3、表 4 及表 5 是摄像装置 A 的光学系统的设计数据。在表 3 及表 4 中,各记号与表 1、表 2 相同。

[0132] 此外,在表 5 中,在将距离光轴的高度设为 h 、将 $B_n (n = 2, 4, 6)$ 设为第 n 次的相位函数的系数时,在衍射面 (L1-R1 面) 处的相位差函数 $\Phi (h)$ 将单位设定为弧度而由 (式 2) 进行表示。

[0133] [式 2]

$$[0134] \quad \Phi (h) = B_2 h^2 + B_4 h^4 + B_6 h^6$$

[0135] [表 3]

[0136] • 镜头数据

[0137] 焦点距离 = 10mm、F 值 = 2.8

[0138] 视角 $2\omega = 10^\circ$ 、有效摄像圆径 = $\phi 1.78\text{mm}$

[0139]

面序号	Ri		di	nd	νd
物体	∞		4000	—	—
光圈	∞		0	—	—
L1-R1	区域 D1	∞	0.5	1.5253	56.0
	区域 D2	-132			
L1-R2	∞		8	—	—
L2A-R1	7.375177		5	1.5253	56.0
L2A-R2	-4		0.45	—	—
L2B-R1	-4.194611		3	1.585	29
L2B-R2	-13.548		5.5	—	—
像面	∞		—	—	—

[0140] [表 4]

[0141] • 非球面系数

[0142]

	k	A4	A6	A8
L2A-R1	--0.296987	-0.001152745	-0.0000844121	-0.0000089033
L2A-R2	0	-0.001758404	0.000448016	0.0000017356
L2B-R1	0	-0.000853458	0.000389826	0.000073819
L2B-R2	0	0.00199215	-0.0000950161	0.0000608074

[0143] [表5]

[0144] • 相位函数系数

[0145]	面序号		B2	B4	B6
	L1-R1	区域 D2	24	0	0

[0146] 在本设计例中,在光学元件 L1 中的被摄体侧的面之中的位于第 1 光学区域 D1 的

部分是平面,位于第 2 光学区域 D2 的部分是在曲率半径为 -132mm 的球面透镜上附加了衍射形状的光学面。通过这种构成,如上述那样通过了各光学区域的光线按每种颜色以反转之后的顺序进行聚光。

[0147] 图 16 是通过了镜头光学系统 L 中的第 1 光学区域 D1 和第 2 光学区域 D2 之后的光线在光轴上的直通聚焦 MTF 特性(仿真结果)。图 16(a) 的曲线表示通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性,图 16(b) 的曲线表示通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的直通聚焦 MTF 特性。在图 16 中,各曲线的直通聚焦 MTF 特性与图 9 的情况同样地,是在假定使用了半圆形状的光圈面的情况的基础上进行算出的。

[0148] 图 17 是按每个被摄体距离示意地表示通过了第 1 光学区域之后的光线的直通聚焦 MTF 特性、以及通过了第 2 光学区域之后的光线的直通聚焦 MTF 特性的图。在此,摄像面中的 MTF 越高则清晰度越高。在图 17 中,仅对图 16 中深度浅的径向方向的直通聚焦 MTF 特性进行提取并进行示意性图示。

[0149] 与实施方式 1 同样,根据被摄体距离为何种程度,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线成像出的图像、和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线成像出的图像的各种颜色的 MTF 值产生差异。

[0150] 在被摄体距离为近距离的情况下,如图 17 所示那样通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的蓝色 1Bn 的 MTF 值大于通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的蓝色的 MTF 值。另一方面,通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的绿色 2Gn 的 MTF 值大于通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的绿色的 MTF 值。此外,通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的红色 2Rn 的 MTF 值大于通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的红色的 MTF 值。若在各种颜色中选择 MTF 值高的一方,则通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的蓝色 1Bn 的 MTF 值、通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的绿色 2Gn 的 MTF 值、和红色 2Rn 的 MTF 值被选择。

[0151] 根据同样的方法,在中距离的情况下,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的蓝色 1Bm 的 MTF 值和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的红色 2Rm 的 MTF 值、绿色 2Gm 的 MTF 值被选择。在远距离的情况下,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的绿色 1Gf 的 MTF 值、红色 1Rf 的 MTF 值和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的蓝色 2Bf 的 MTF 值被选择。

[0152] 以下,与实施方式 1 同样,在运算处理部 C 内的第 1、第 2 清晰度检测部 C1、C2 中实际算出像素 P1 和像素 P2 的清晰度。

[0153] 接下来,说明通过了第 1 光学区域 D1 及第 2 光学区域 D2 之后的光线的轴上色差的范围。图 18 的上侧曲线表示第 1 光学区域 D1 的直通聚焦 MTF 特性(径向方向),图 18 的下侧曲线是表示第 2 光学区域 D2 的直通聚焦 MTF 特性(径向方向)的曲线。在图 18 中,纵轴表示红色、绿色及蓝色的规定空间频率下的 MTF 值,横轴表示光轴上的位置。

[0154] 在图 18 中,曲线 MBa、MGa、MRa 分别表示蓝色、绿色、红色的 MTF 特性。曲线 MBa、MGa、MRa 彼此交叠。曲线 MRb、MGB、MBb 分别表示红色、绿色、蓝色的 MTF 特性。曲线 MRb、MGB、MBb 彼此交叠。规定值 Md 是上述的“边界值”,如果是处于该值以上的 MTF 值,则大致处于焦点深度内。

[0155] 与实施方式 1 同样,在图 18 所示的 Ws 的范围中,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线的 MTF 和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线的 MTF 的其中一个在规定值 Md 以上。

[0156] 在此,分别算出根据由通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线所生成的图像而算出的

清晰度、和根据由通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线所生成的图像而算出的清晰度,按每种颜色选择清晰度高的图像来生成输出图像,因此在图 18 中 W_s 的范围大致成为焦点深度。

[0157] 在本实施方式中,也与实施方式 1 同样,在由通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线所生成的第 1 彩色图像的微小区域、以及由通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线所生成的第 2 彩色图像的微小区域之中,利用各种颜色中的清晰度高的图像成分来生成输出图像,由此能够通过简单的方法来提高输出图像的清晰度。此外,如图 18 所示,无论摄像面配置在范围 W_s 的哪个位置时,都能使得 3 种颜色的所有颜色的清晰度大于规定值 M_d 。因此,与现有技术相比,能够大幅地扩大焦点深度,因而能够获得足够大的景深。再有,根据本实施方式,不使用检测聚焦状态的单元、进行调整的单元,就能够拍摄更多种被摄体距离的被摄体。

[0158] 在本实施方式中,在拍摄以黑色为背景的红、绿或者蓝的单色被摄体的情况下,由通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 之后的光线分别所生成的图像的其中一个图像中,被摄体的颜色的清晰度大于规定值 M_d 。因此,能够生成清晰度高的图像。

[0159] (实施方式 3)

[0160] 本实施方式 3 与实施方式 2 的不同点在于,在光学元件 L1 中在具有衍射光栅形状的第 2 光学区域 D2 设置了光学调整层 0。

[0161] 图 19(a) 是表示在第 2 光学区域 D2 中的衍射面上设置的光学调整层的断面图。在实施方式 2 的图 12 所示那样的衍射面形状中,仅特定波长的衍射效率为 100%,在此外的波段会产生不需要的衍射光,由于衍射效率下降,因此画质下降。另一方面,如本实施方式那样通过设置光学调整层,由此能够在较宽的波段将衍射效率维持得较高。具体而言,图 19(a) 的闪耀 (blaze) 高低差 d 能够利用波长 λ 、基材 G 的折射率 n_1 及光学调整层 0 的折射率 n_2 而由式 (3) 进行表示,设定有即便波长产生变化而 d 也恒定的这种 n_1 和 n_2 的材料。

[0162] [式 3]

$$[0163] \quad d = \lambda / (n_2 - n_1) \quad (3)$$

[0164] 通过这种构成,在通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线中,能够在较宽的波段将衍射效率维持得较高,因此与实施方式 1 相比,能够提高由像素 P2 生成的图像的画质。由此,能够提高由运算处理部生成的图像的画质。

[0165] 作为光学调整层 0,能够使用折射率比光学元件 L1 的基材还高且阿贝数大的材料、或者折射率比光学元件 L1 的基材还低且阿贝数小的材料。通过使用这种材料,能够降低 1 次衍射效率的波长依赖性。在光学元件 L1 的基材为聚碳酸酯时,作为光学调整层 0,只要使用例如使氧化锆分散在树脂中的合成材料即可。

[0166] 再者,图 19(a) 仅在第 2 光学区域 D2 的面衍射面形状的上部设置光学调整层,但是实现这种结构在制造上较困难的情况下,可以如图 19(b) 那样在第 1、第 2 光学区域 D1、D2 双方设置光学调整层。通过采用这种构成,较之图 19(a) 的构成,能够简单地设置光学调整层。

[0167] (实施方式 4)

[0168] 本实施方式 4 与实施方式 1 的不同点在于:将光学元件 L1 的区域分割设为 4 个;将阵列状光学元件从双凸透镜 (lenticular) 置换为微透镜。图 20 是从被摄体侧观察光学元件 L1 的正面图。光学元件 L1 中的第 1 至第 4 光学区域 D1 至 D4 以光轴 V 为边界中心在上下左右方向被四分割,各光学区域是彼此曲率半径不同的球面透镜。在图 20 中,虚线 s

表示光圈 S 的位置。

[0169] 第 3 光学区域 D3 具有与第 1、第 2 光学区域 D1、D2 不同的光焦度。具体而言,第 3 光学区域 D3 具有相对于通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 各个区域之后的红色、绿色及蓝色光的聚光位置而使红色、绿色及蓝色各个光的聚光位置不同的性质。

[0170] 同样,第 4 光学区域 D4 具有与第 1、第 2、第 3 光学区域 D1、D2、D3 不同的光焦度。具体而言,第 4 光学区域 D4 具有相对于通过了第 1、第 2、第 3 光学区域 D1、D2、D3 各个区域之后的红色、绿色及蓝色光的聚光位置而使红色、绿色及蓝色各个光的聚光位置不同的性质。

[0171] 图 21(a) 是放大地表示阵列状光学元件 K 和摄像元件 N 的图,图 21(b) 是表示阵列状光学元件 K 和摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。阵列状光学元件 K 与实施方式 1 同样,被配置在镜头光学系统 L 的焦点附近,且被配置在与摄像面 Ni 相距规定距离的位置。此外,在摄像面 Ni 上设置有用于检测红色光的像素 P1R、P2R、P3R、P4R、检测绿色光的像素 P1G、P2G、P3G、P4G、和检测蓝色光的像素 P1B、P2B、P3B、P4B。在检测红色光的像素 P1R、P2R、P3R、P4R 的表面设置有使红色光透过的滤光器,在检测绿色光的像素 P1G、P2G、P3G、P4G 的表面设置有使绿色光透过的滤光器,在检测蓝色光的像素 P1B、P2B、P3B、P4B 的表面设置有使蓝色光透过的滤光器。这样,在各像素 P 的各自的表面设置有使不同波段的光透过的滤光器,由此各像素能够主要检测 R(红)、G(绿)、B(蓝)光的其中一种颜色光。此外,按照覆盖像素 P1c ~ P4c(c 为 R、G、B) 的表面的方式设置微透镜 Ms。

[0172] 此外,阵列状光学元件 K 被配置成:形成有光学要素 M2 的面朝向摄像面 Ni 侧。阵列状光学元件 K 的一个光学要素 M2 被配置成:与摄像面 Ni 中的 2 行 2 列的像素 P1c ~ P4c(c 为 R、G、B) 的 4 个像素对应。

[0173] 通过这种构成,通过了图 20 所示的光学元件 L1 上的第 1 至第 4 光学区域 D1 至 D4 之后的大部分光束分别到达摄像面 Ni 上的各颜色的像素 P1c 至 P4c(c 为 R、G、B)。

[0174] 图 22 是阵列状光学元件 K 的立体图。在阵列状光学元件 K 中的摄像元件 N 侧的面,光学要素 M2 被配置成光栅状。各个光学要素 M2 的断面(纵方向及横方向的各个断面)为圆弧状,各个光学要素 M2 向摄像元件 N 侧突出。这样,光学要素 M2 是微透镜,阵列状光学元件 K 成为微透镜阵列。

[0175] 如上述,由于光学元件 L1 中的第 1 至第 4 光学区域 D1 至 D4 是彼此曲率半径不同的球面透镜,因此使焦点的位置错开 4 个等级地入射至各颜色的像素 P1c 至 P4c(c 为 R、G、B)。

[0176] 由多个像素 P1c、P2c、P3c、P4c(c 为 R、G、B) 分别获得第 1、第 2、第 3、第 4 图像信息。运算处理部 C(图 1 等所示)将在摄像元件 N 中获得的图像信息分离为第 1、第 2、第 3、第 4 图像信息,针对每个像素中缺失的颜色信息,与实施方式 1 同样地进行补充处理,由此生成第 1、第 2、第 3、第 4 彩色图像。进而,运算处理部 C 利用第 1、第 2、第 3、第 4 彩色图像的规定区域之中的清晰度(或者对比度)最高的图像成分,来生成输出图像。

[0177] 通过采用这种构成,较之实施方式 1、实施方式 2,能够使焦点深度变深,能够进一步扩大景深。

[0178] 再者,在本实施方式 4 中,虽然使光学元件 L1 中的被摄体侧的整个面成为球面,但是光学元件 L1 中的被摄体侧的面之中的位于至少一个光学区域的部分可以是平面,位于

一部分的光学区域的部分也可以是非球面。或者,光学元件 L1 中的被摄体侧的面之中的整个面可以是非球面。此外,也可以如图 23 所示那样,一部分的光学区域是衍射形状。

[0179] (实施方式 5)

[0180] 本实施方式 5 与实施方式 1、4 的不同点在于,在摄像面上形成双凸透镜或微透镜阵列。在此,在本实施方式中,针对与实施方式 1 同样的内容,省略其详细说明。

[0181] 图 24(a) 及 (b) 是放大地表示阵列状光学元件 K 及摄像元件 N 的图。在本实施方式中,作为双凸透镜(或者微透镜阵列)的阵列状光学元件 K 形成在摄像元件 N 的摄像面 Ni 上。在摄像面 Ni,与实施方式 1 等同样地,像素 P 被配置成矩阵状。1 个双凸透镜的光学要素或者 1 个微透镜与这些多个像素 P 对应。在本实施方式中,也与实施方式 1、4 同样,将通过了光学元件 L1 上的不同区域之后的光束分别导入至不同的像素。此外,图 24(b) 是表示本实施方式的变形例的图。在图 24(b) 所示的构成中,在摄像面 Ni 上以覆盖像素 P 的方式形成有微透镜 Ms,在微透镜 Ms 的表面上层叠有阵列状光学元件 K。在图 24(b) 所示的构成中,与图 24(a) 的构成相比,能够提高聚光效率。

[0182] 如实施方式 1 那样,在阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 分离的情况下,阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 的定位较困难,但是如本实施方式 5 那样,在摄像元件 N 上形成阵列状光学元件 K,由此可以根据晶片工艺进行定位。因此,定位变得容易,能够提高定位精度。

[0183] (实施方式 6)

[0184] 本实施方式 6 与实施方式 1 的不同点在于:第 1、第 2 光学区域 D1、D2 分别是夹着光轴而被分割的多个区域;将阵列状光学元件 K 从双凸透镜置换为微透镜。在此,针对与实施方式 1 同样的内容,省略其详细说明。

[0185] 图 25(a) 是从被摄体侧观察光学元件 L1 的正面图。在图 25(a) 中,光学元件 L1 在与镜头光学系统的光轴垂直的平面,被分割为以光轴 V 为中心的旋转对称的 4 个区域(2 个第 1 光学区域 D1 及 2 个第 2 光学区域 D2)。按照 2 个第 1 光学区域 D1 彼此之间不相邻、且 2 个第 2 光学区域 D2 彼此之间不相邻的方式,交替地设置第 1、第 2 光学区域 D1、D2。2 个第 1 光学区域 D1 彼此以光轴为中心(接点)处于点对称的关系。同样,2 个第 2 光学区域 D2 彼此以光轴为中心(接点)处于点对称的关系。

[0186] 图 25(b) 是表示阵列状光学元件 K 与摄像元件 N 上的像素之间的位置关系的图。在本实施方式 6 中,通过了第 1 光学区域 D1 之后的光线到达奇数行奇数列的像素及偶数行偶数列的像素 P1c(c 为 R、G、B)。因此,由奇数行奇数列的像素所获得的亮度值、及由偶数行偶数列的像素所获得的亮度值被用于生成第 1 彩色图像。此外,通过了第 2 光学区域 D2 之后的光线到达偶数行奇数列的像素及奇数行偶数列的像素 P2c(c 为 R、G、B),因此偶数行奇数列的像素中的亮度值以及奇数行偶数列的像素中的亮度值被用于生成第 2 彩色图像。

[0187] 接下来,将本实施方式中获得的效果与实施方式 1 中获得的效果进行比较来说明。

[0188] 在实施方式 1 中,如图 2 所示,第 1 光学区域 D1 和第 2 光学区域 D2 分别是在与镜头光学系统的光轴垂直的平面将圆形一分为二而得到的半圆形状的区域。因此,通过了各区域之后的光的像面中的光点重心因被摄体距离而变化,有时会产生位置偏离。

[0189] 图 26 是示意地说明在实施方式 1 的构成中将第 1 光学区域 D1 中的光学元件 L1 的被摄体侧的面设为平面、将第 2 光学区域 D2 中的光学元件 L1 的被摄体侧的面设为球面

时的、每个被摄体距离的光线图、以及点像及其重心的变化的图。在图 26 中, (a1)、(b1) 及 (c1) 表示每个被摄体距离的光线图。在图 26 的 (a1)、(b1) 及 (c1) 中, 将物点 0 表示为被摄体。在此, 在图 26 中省略与图 1 同样的符号的说明。图 26 的 (a2)、(b2) 及 (c2) 是包含通过了第 1 光学区域 D1 之后的物点 0 的光经由双凸透镜而到达奇数行的像素由此获得的点像在内的图像。图 26 的 (a3)、(b3)、(c3) 是包含通过了第 2 光学区域 D2 之后的物点 0 的像经由双凸透镜而到达偶数行的像素由此获得的点像在内的图像。在各个图像中, 物点 0 的像为半圆形状。在图 26 的 (a2)、(a3)、(b2)、(b3)、(c2)、(c3) 中示出各个像的照度的重心 (黑点)。

[0190] 各个图像示意地表示为: 将按奇数行的每个像素而提取出的图像 ((a2)、(b2)、(c2))、以及按偶数行的每个像素而提取出的图像 ((a3)、(b3)、(c3)) 通过插补处理在 Y 方向上拉伸为 2 倍之后的结果。

[0191] 如图 26 所示, 光点直径因物点 0 的位置 (被摄体距离) 而变化。由通过了第 1、第 2 光学区域 D1、D2 各个区域之后的光所获得的图像分别为半圆形状, 因此奇数行的像素的图像和偶数行的像素的图像各自中的点像的重心间距离 d 因物点的位置而不同。若存在该重心间距离 d , 则会出现视差 (算出图像的清晰度 (或者对比度) 时的误差), 因此是不希望出现该重心间距离 d 。

[0192] 另一方面, 在本实施方式 6 中, 由于第 1、第 2 光学区域 D1、D2 分别以光轴为中心而配置成点对称, 因此即便被摄体距离产生变化, 点像的重心间距离 d 也不会变化。

[0193] 图 27 是示意地说明在本实施方式中每个被摄体距离的点像及其重心的变化的图。在图 27 中, (a1) 和 (a2)、(b1) 和 (b2) 以及 (c1) 和 (c2) 表示经由微透镜来拍摄物点 0 而得到的点像 (以半圆进行图示) 及其重心 (黑点), 分别与图 27 的 (a1)、(b1) 及 (c1) 所示的物点 0 的被摄体距离对应。

[0194] 图 27 的 (a1)、(b1) 及 (c1) 是包含由奇数行奇数列的像素及偶数行偶数列的像素所获得的点像在内的图像。图 27 的 (a2)、(b2) 及 (c2) 是包含由偶数行奇数列的像素及奇数行偶数列的像素所获得的点像在内的图像。如图 27 所示, 在本实施方式 6 中, 由于各个点像成为中心角为 90° 的扇形以光轴作为中心相对置的形状, 因此由奇数行奇数列及偶数行偶数列的像素所获得的图像和由偶数行奇数列及奇数行偶数列的像素所获得的图像各自中的点像的重心间距离 d 始终为 0, 不会因被摄体距离而变化。

[0195] 这样, 在本实施方式 6 中, 将第 1、第 2 光学面区域 D1、D2 分别夹着光轴而分离地配置, 由此即便被摄体距离产生变化, 在所获取的图像中也能够不产生视差。由此, 能够抑制因视差而引起的图像的提取位置的偏离, 能够抑制清晰度 (或者对比度) 的劣化。

[0196] (其他的实施方式)

[0197] 再者, 只要在至少 2 种颜色以上的光中, 通过了第 1 光学区域 D1 之后的光的聚光位置和通过了第 2 光学区域 D2 之后的光的聚光位置不同即可, 并不限定于上述实施方式中记载的内容。2 种颜色以上的光的聚光位置的差异可以进一步变小, 也可以进一步变大。

[0198] 再者, 虽然假定透镜 L2 是 1 枚透镜的结构, 但是也可可是多组或者多枚结构的透镜。

[0199] 此外, 虽然光学元件 L1 相对于光圈的位置而被配置在像面侧, 但是也可以相对于光圈的位置而被配置在被摄体侧。

[0200] 此外, 在上述实施方式 1 至 6 中, 虽然假定镜头光学系统 L 为像侧远心光学系统,

但也可以是像侧非远心光学系统。图 28(a) 是放大地表示摄像部附近的图。在图 28(a) 中, 仅表示通过阵列状光学元件 K 的光之中的通过 1 个光学区域的光束。如图 28(a) 所示, 在镜头光学系统 L 为非远心光学系统的情况下, 在摄像面的周边部倾斜地入射光线, 因此光泄漏至相邻像素从而容易产生串扰, 但是如图 28(b) 所示那样, 使阵列状光学元件相对于像素排列而偏移 Δ , 由此能够降低串扰。由于所述入射角因像高而不同, 因此只要根据光束向摄像面入射的入射角来设定所述偏移量 Δ 即可。再者, 在像侧非远心光学系统的情况下, 光学系统的焦点处的光线的入射角由通过光圈 S 的光线的位置和视角唯一地决定。

[0201] 此外, 在上述的实施方式 1 中, 虽然在双凸透镜的 1 个光学要素 M1 内反复排列 R(红)、G(绿)、B(蓝) 的 3 色像素, 但也可以如图 29 所示, 构成为在双凸透镜的 1 个光学要素 M1 内反复排列 G(绿)、R(红) 的像素, 在与该光学要素 M1 相邻的光学要素 M1 内反复排列 B(蓝)、G(绿) 的像素。

[0202] 此外, 在上述的实施方式 1 中, 虽然相对于阵列状光学元件 K 的各光学要素 M1 而反复排列不同颜色的像素, 但也可以在每个光学要素 M1 中对各像素进行颜色划分。在光学要素为双凸透镜的情况下, 如图 30 所示, 与作为阵列状光学元件 K 的双凸透镜的 1 个光学要素 M1 相对应地配置 2 行的像素 P。例如, 在 2 行的像素 P 之中的上侧行配置像素 P1, 在下侧行配置像素 P2。与双凸透镜的一个光学要素 M1 对应的各像素 P1、P2 也可以全部为相同颜色。各个像素 P1、P2 按每个光学要素 M1 进行颜色划分, 反复排列。

[0203] 此外, 本实施方式 2 至 6 中的微透镜阵列的各光学要素(微透镜)可以是相对于光轴而旋转对称的形状。以下, 与相对于光轴而具有非旋转对称的形狀的微透镜进行比较来说明。

[0204] 图 31(a1) 是表示相对于光轴而具有非旋转对称的形狀的微透镜阵列的立体图。在阵列之上形成四棱柱状的抗蚀剂并进行热处理由此使抗蚀剂的角部变圆, 使用该抗蚀剂进行图案化, 从而可形成上述这种的微透镜阵列。图 31(a2) 示出图 31(a1) 所示的微透镜的等高线。在具有非旋转对称的形狀的微透镜中, 纵横方向(与微透镜的底面四边平行的方向)和倾斜方向(微透镜的底面的对角线方向)的曲率半径不同。

[0205] 图 31(a3) 是表示将图 31(a1)、(a2) 所示的微透镜应用于本发明的阵列状光学元件时的光线追踪仿真的结果的图。在图 31(a3) 中, 仅示出通过阵列状光学元件 K 的光之中的通过 1 个光学区域的光束, 但这样非旋转对称形状的微透镜的情况下, 光会泄漏至相邻的像素从而发生串扰。

[0206] 图 31(b1) 是表示相对于光轴而具有旋转对称的形狀的微透镜阵列的立体图。这种的旋转对称形状的微透镜通过热压印或 UV 压印制法, 能够在玻璃板等之上形成。

[0207] 图 31(b2) 示出旋转对称形状的微透镜的等高线。在具有旋转对称的形狀的微透镜中, 纵横方向和倾斜方向的曲率半径相等。

[0208] 图 31(b3) 是表示将图 31(b1)、(b2) 所示的微透镜应用于本发明的阵列状光学元件时的光线追踪仿真的结果的图。在图 31(b3) 中, 虽然仅示出通过阵列状光学元件 K 的光之中的通过一个光学区域的光束, 但却可知不会发生图 31(a3) 这种的串扰。这样, 使微透镜成为旋转对称形状, 从而能够降低串扰, 因此能够获得清晰度(或者对比度)更高的图像。

[0209] 产业上的可利用性

[0210] 本发明涉及的摄像装置作为数字照相机或数字摄像机等的摄像装置是有用的。此外,也可应用于安全摄像头或汽车的周边监视用以及乘务员监视用的摄像装置、医疗用的摄像装置。

[0211] 符号说明

[0212]	A	摄像装置
[0213]	L	镜头光学系统
[0214]	L1	光学元件
[0215]	L2	透镜
[0216]	D1、D2、D3、D4	第 1、第 2、第 3、第 4 光学区域
[0217]	S	光圈
[0218]	K	阵列状光学元件
[0219]	N	摄像元件
[0220]	Ni	摄像面
[0221]	M1	阵列状光学元件的双凸透镜(光学要素)
[0222]	M2	阵列状光学元件的微透镜(光学要素)
[0223]	P1、P2、P3、P4、P	摄像元件上的受光元件
[0224]	C	运算处理部
[0225]	O	光学调整层

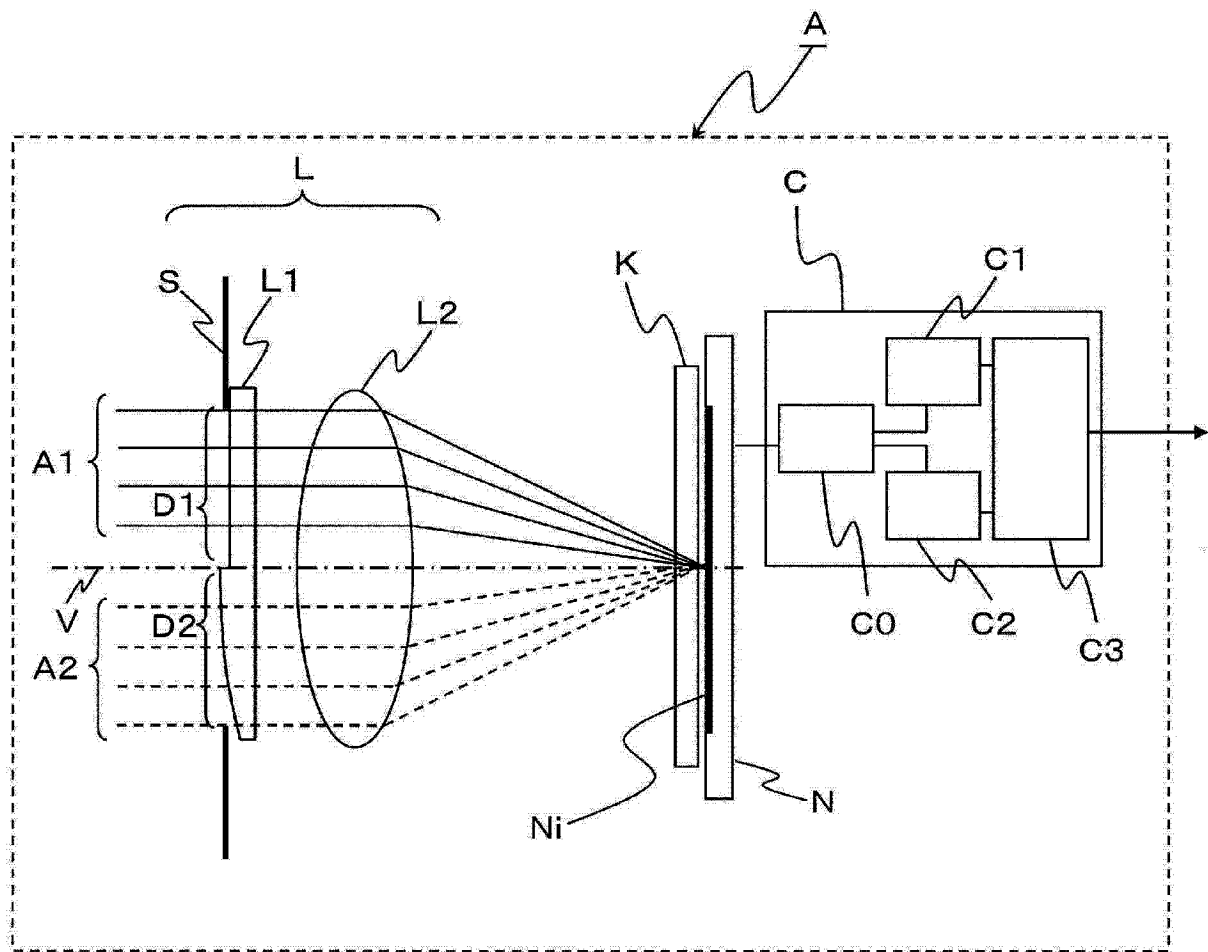


图 1

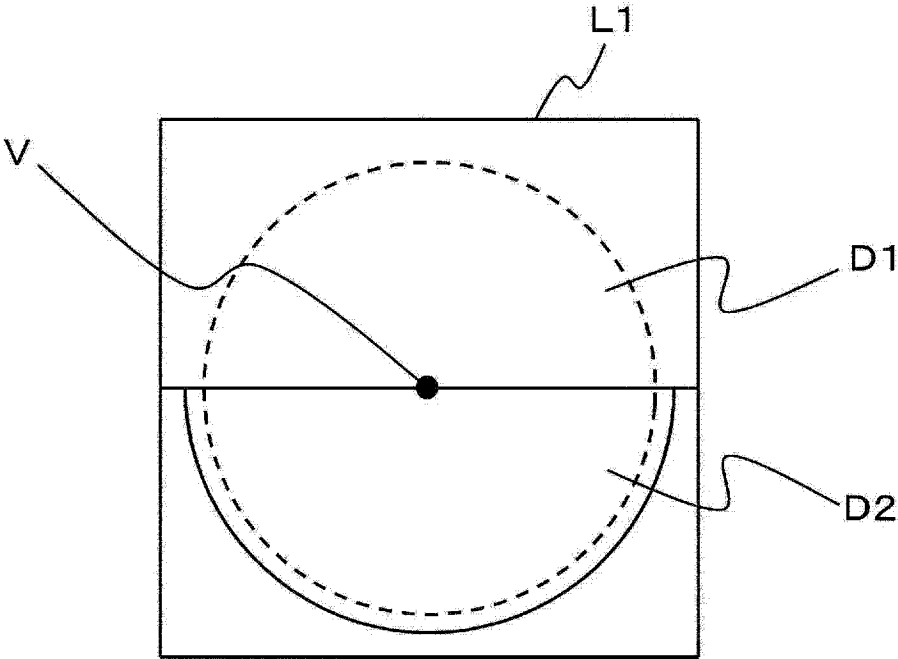


图 2

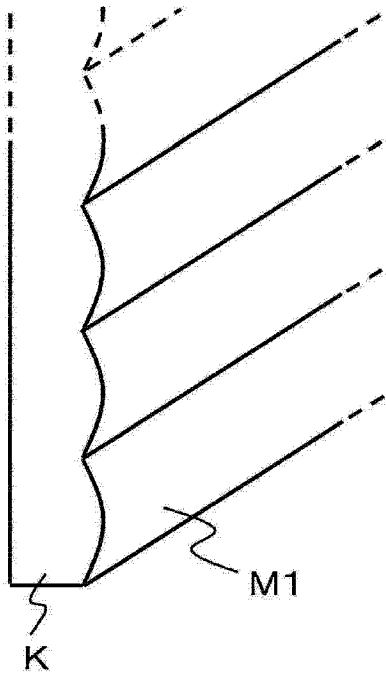


图 3

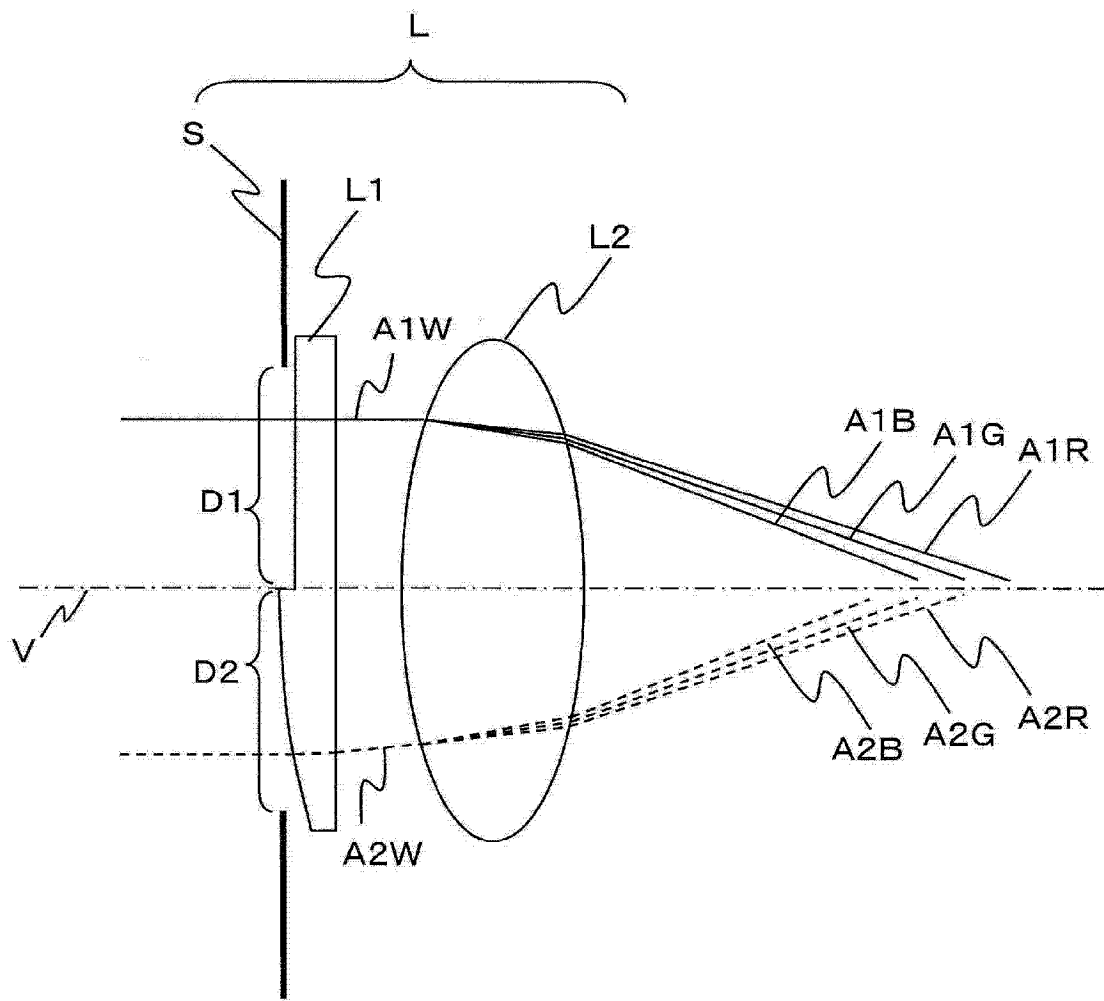


图 4

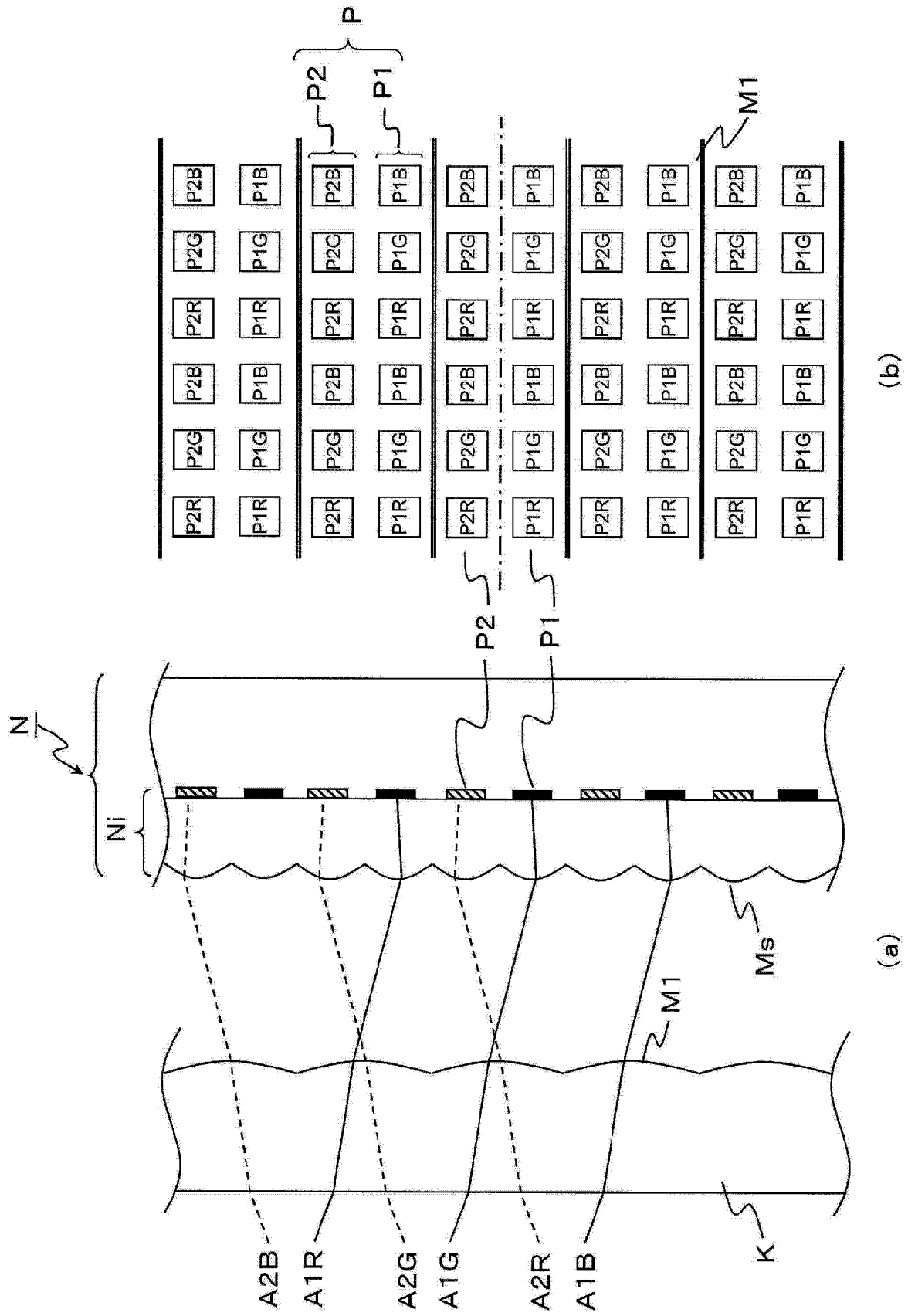


图 5

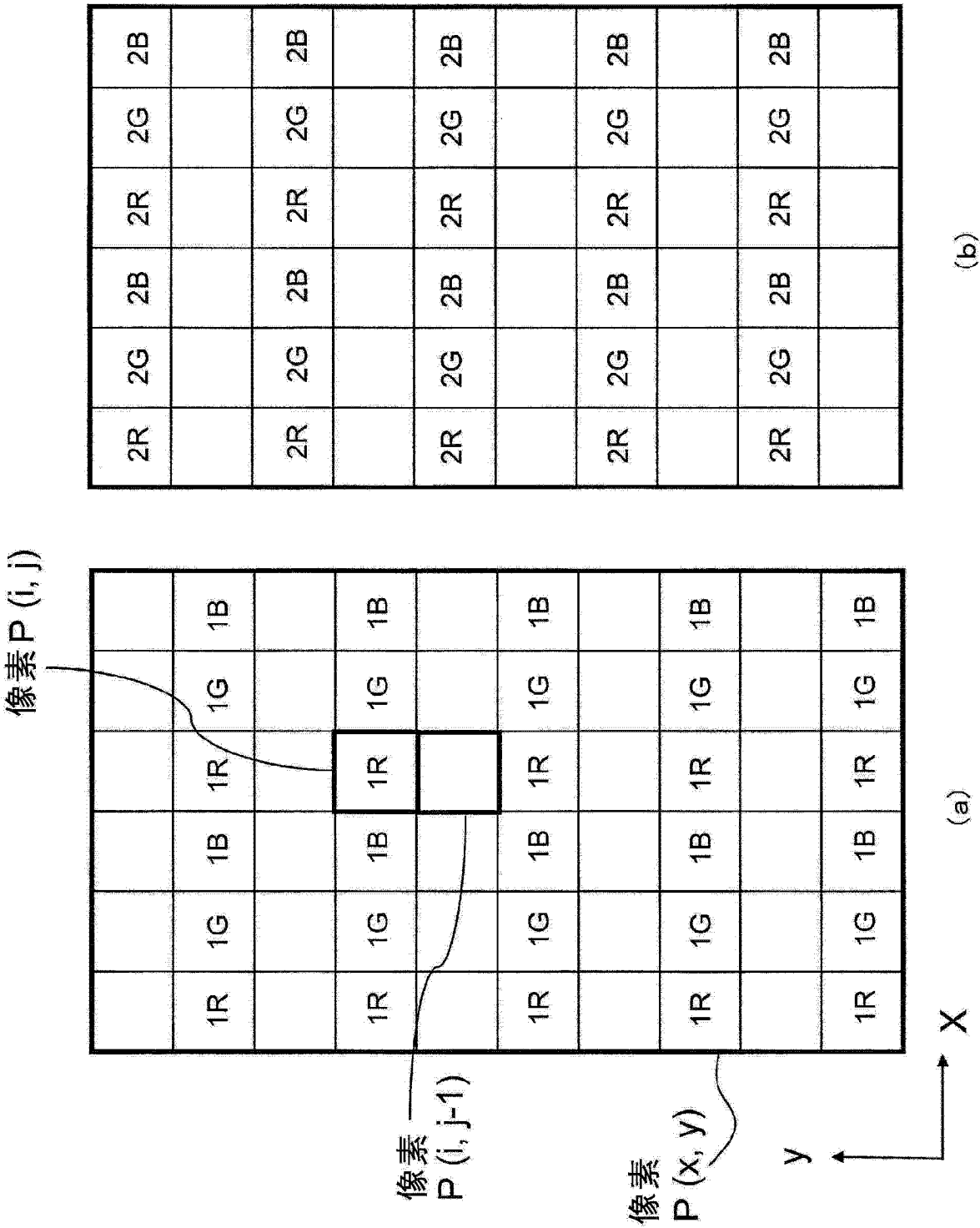


图 6

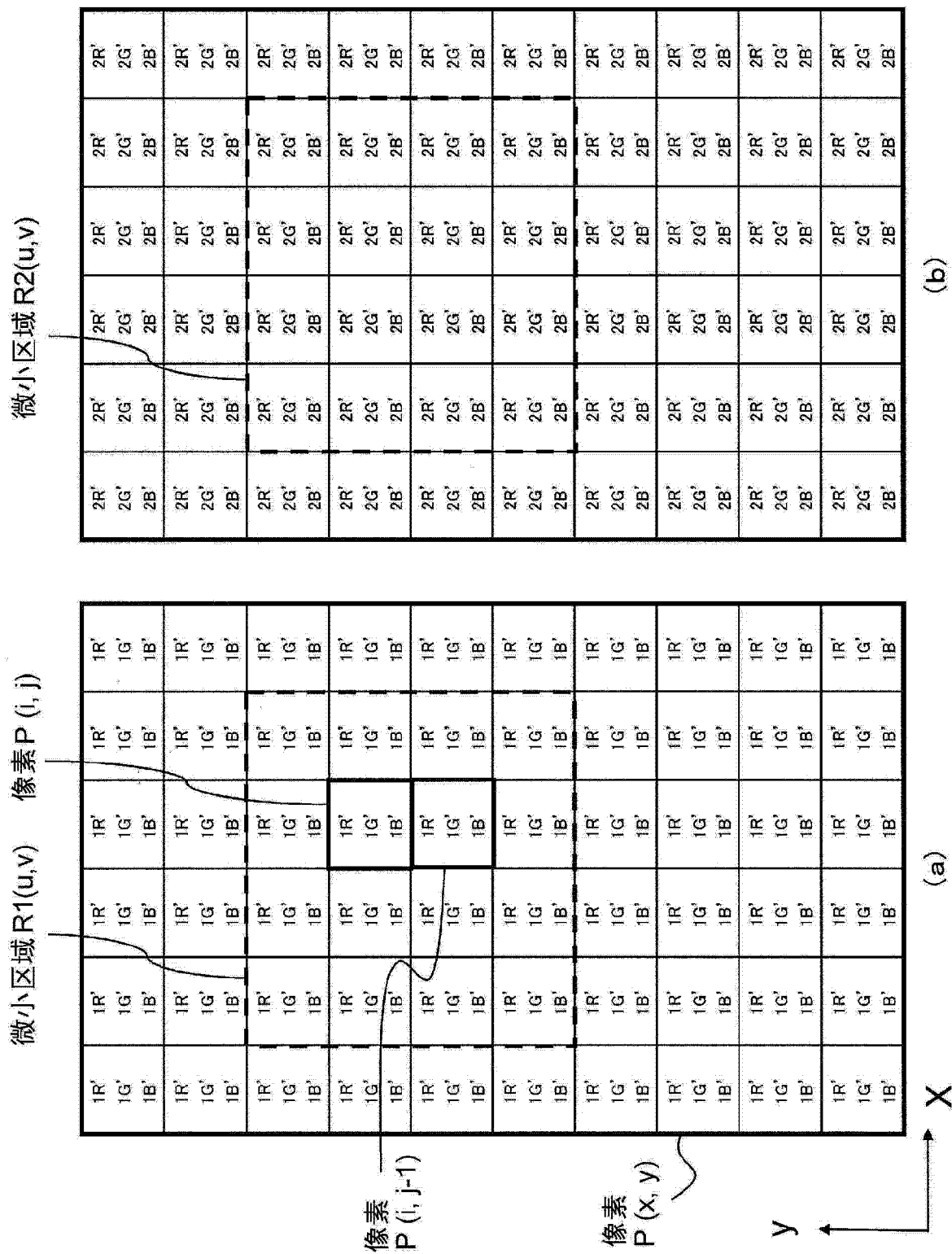


图 7

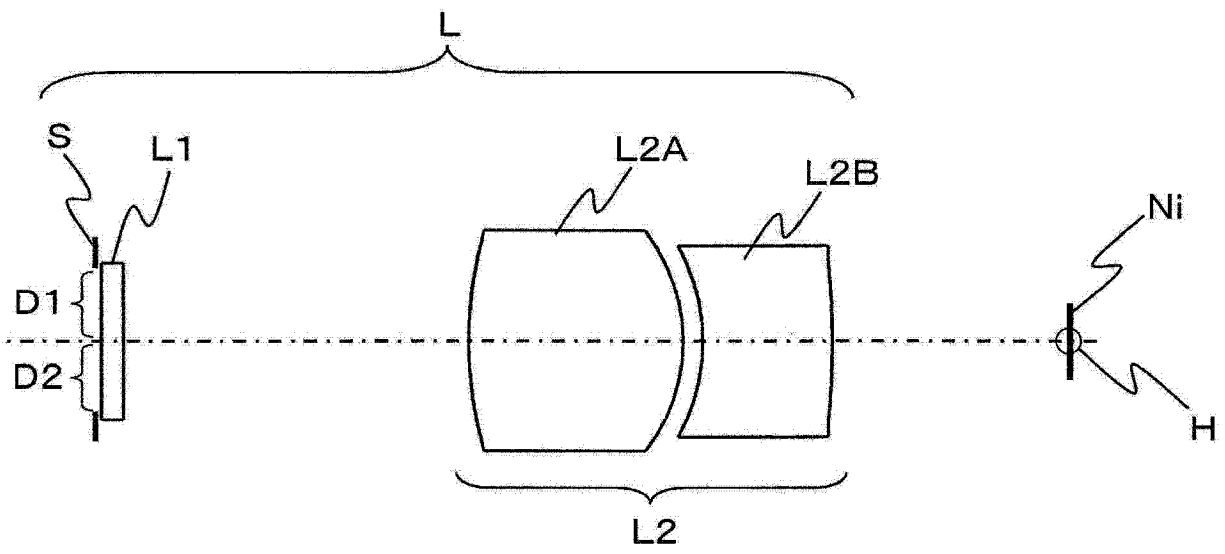
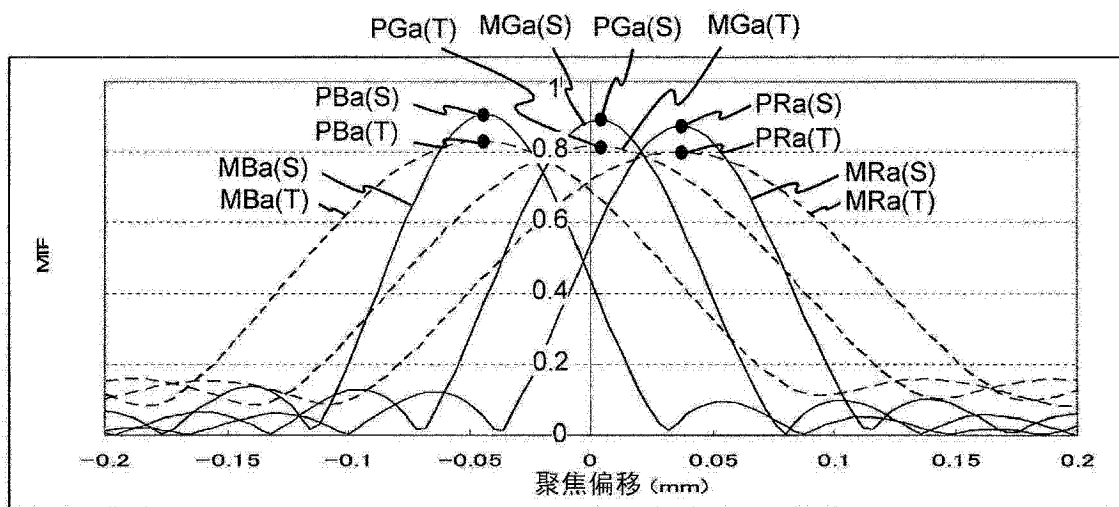
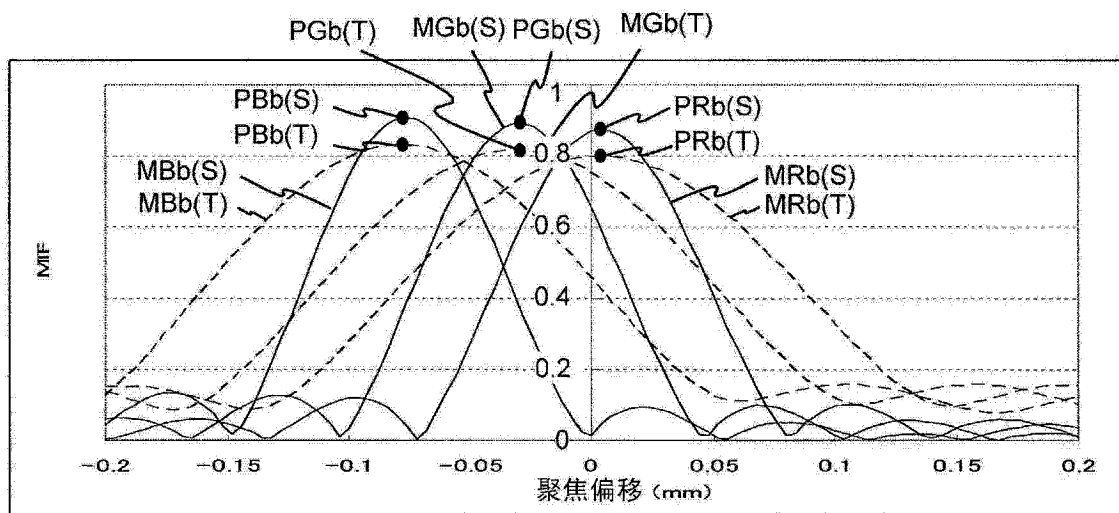


图 8



(a)



(b)

图 9

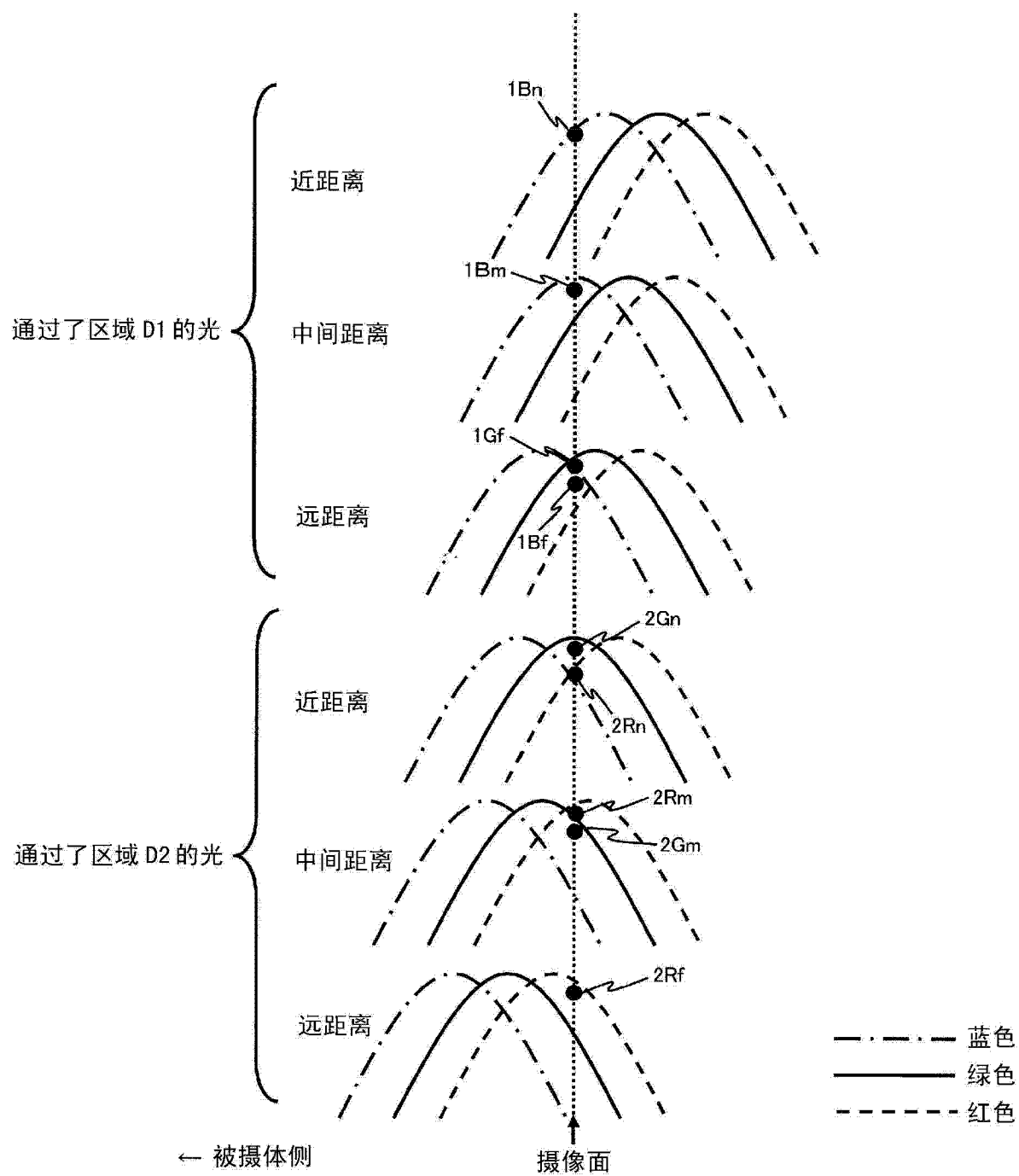


图 10

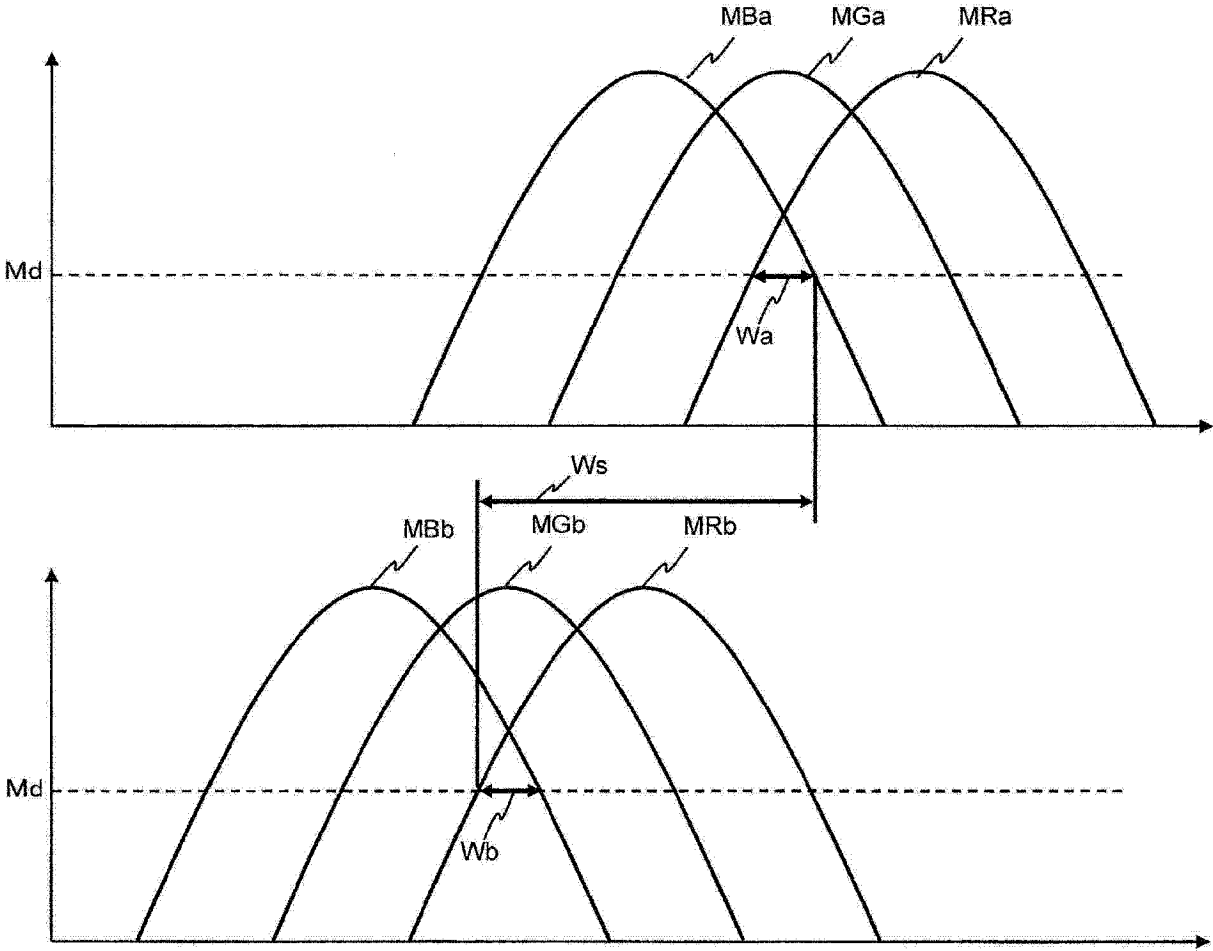


图 11

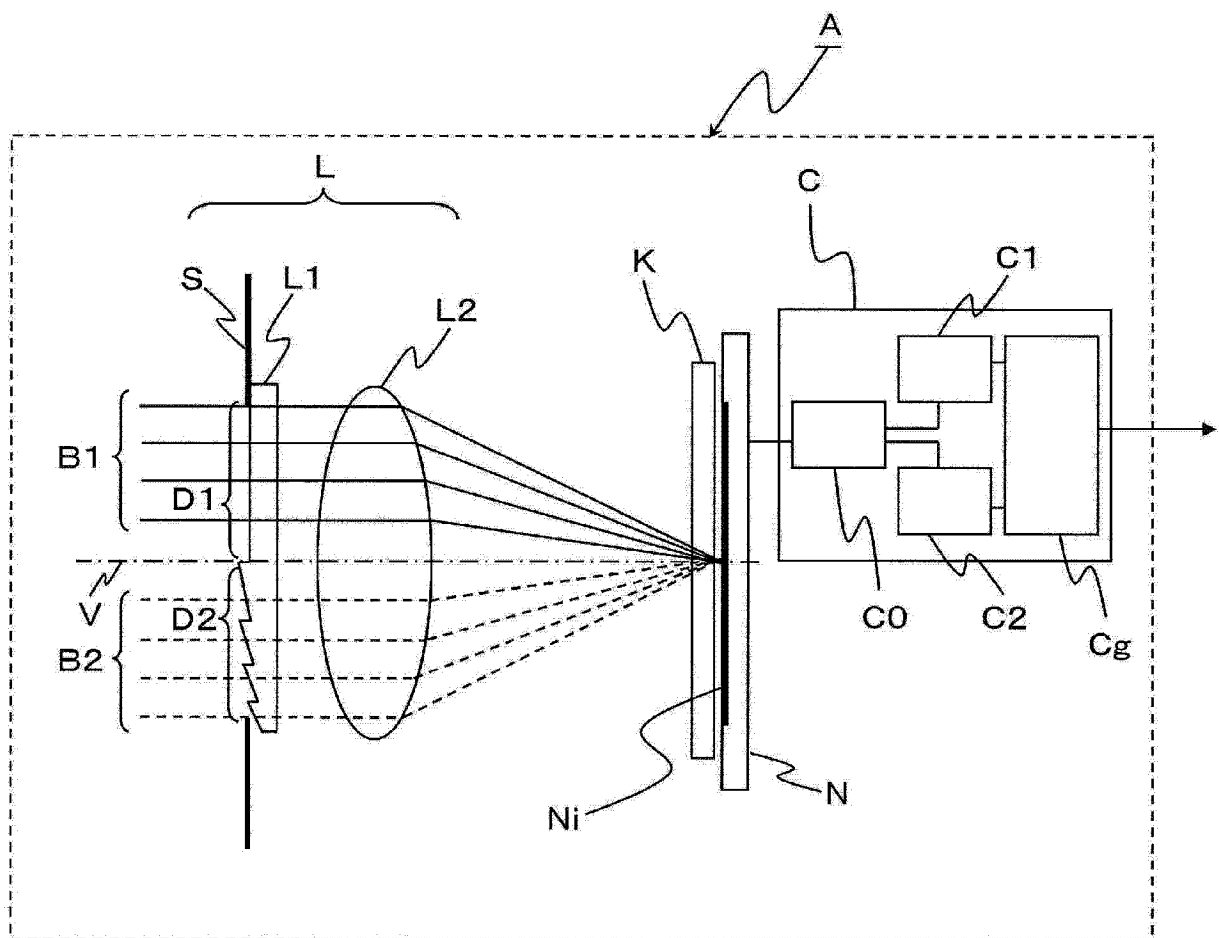


图 12

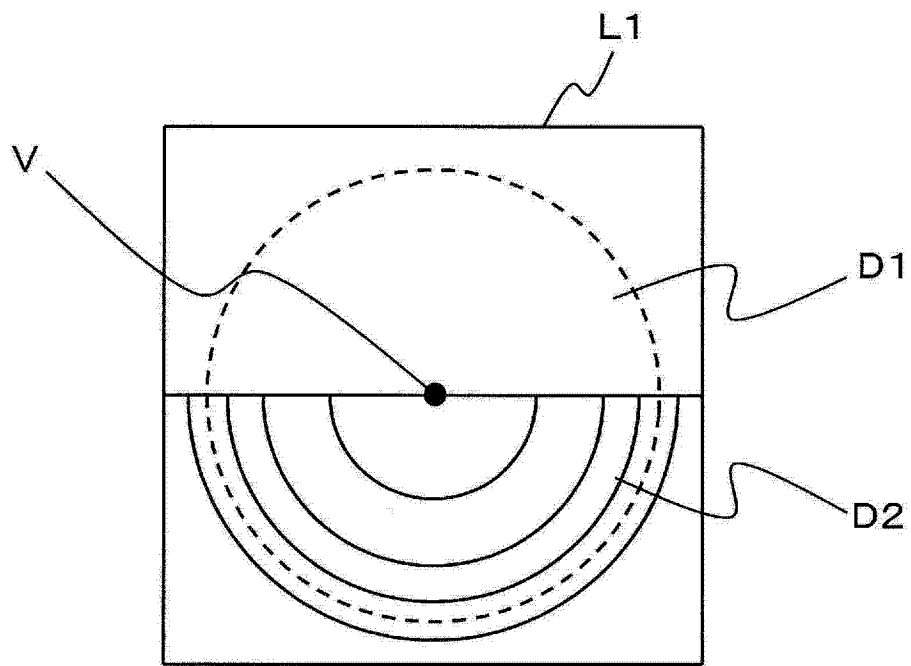


图 13

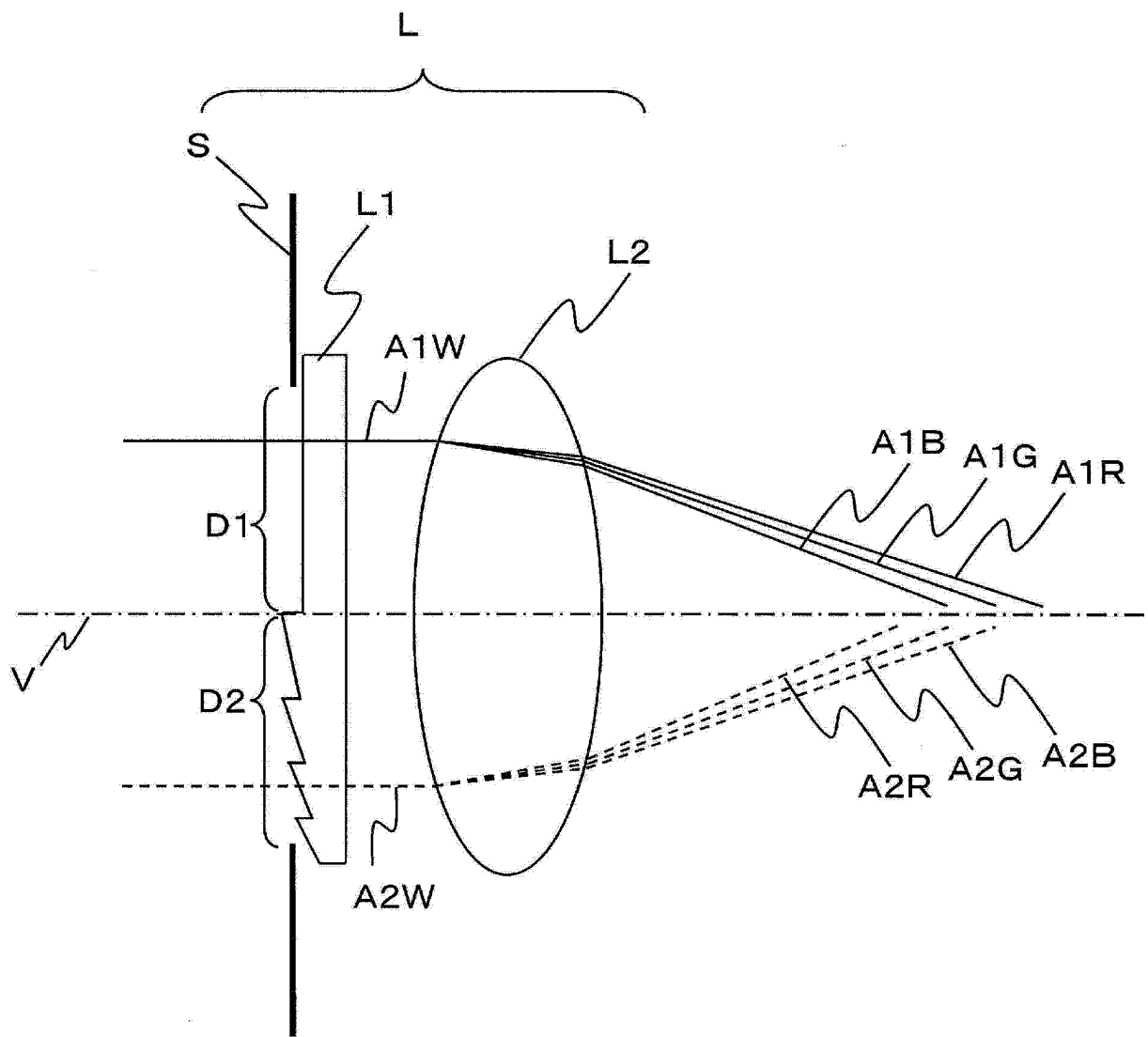


图 14

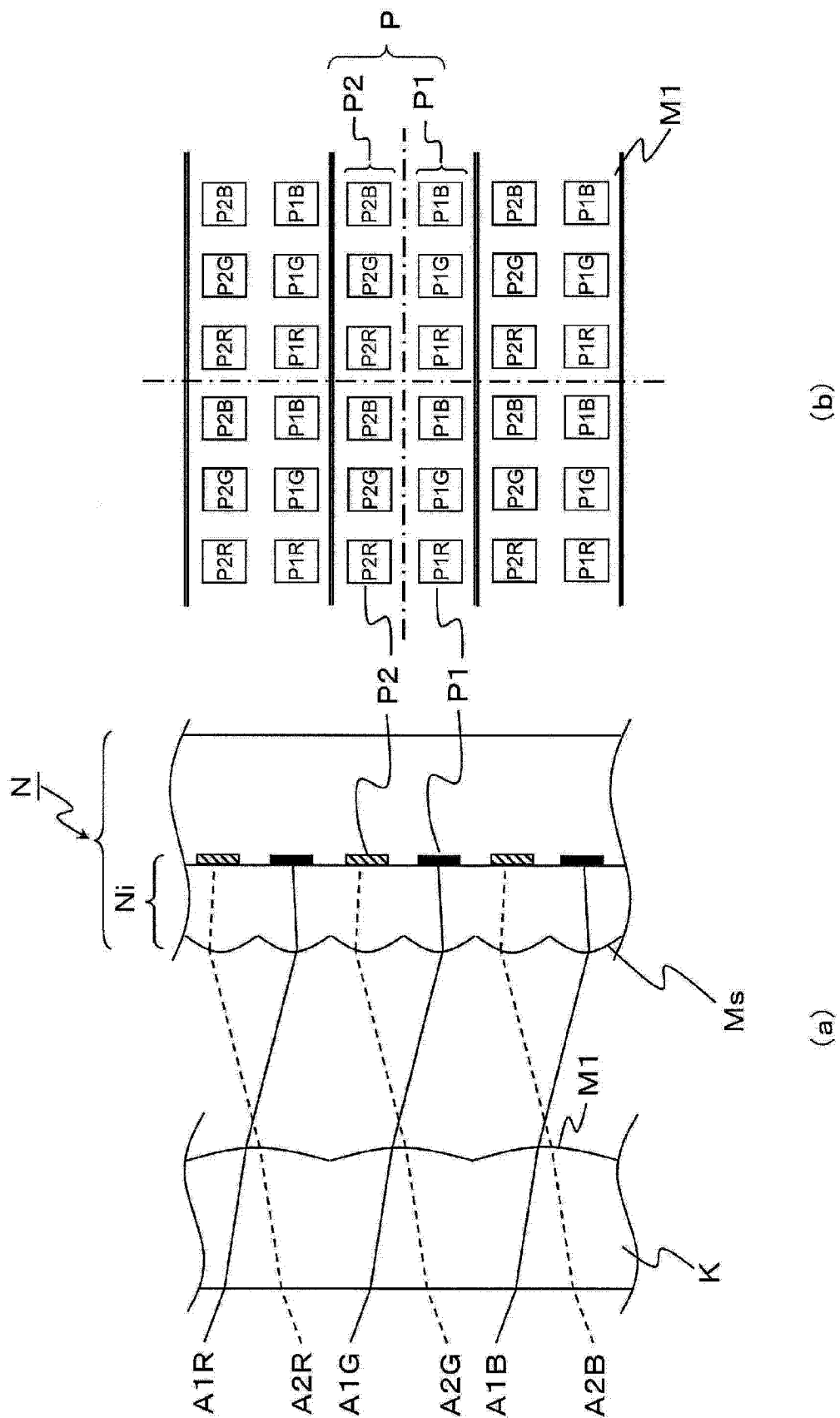
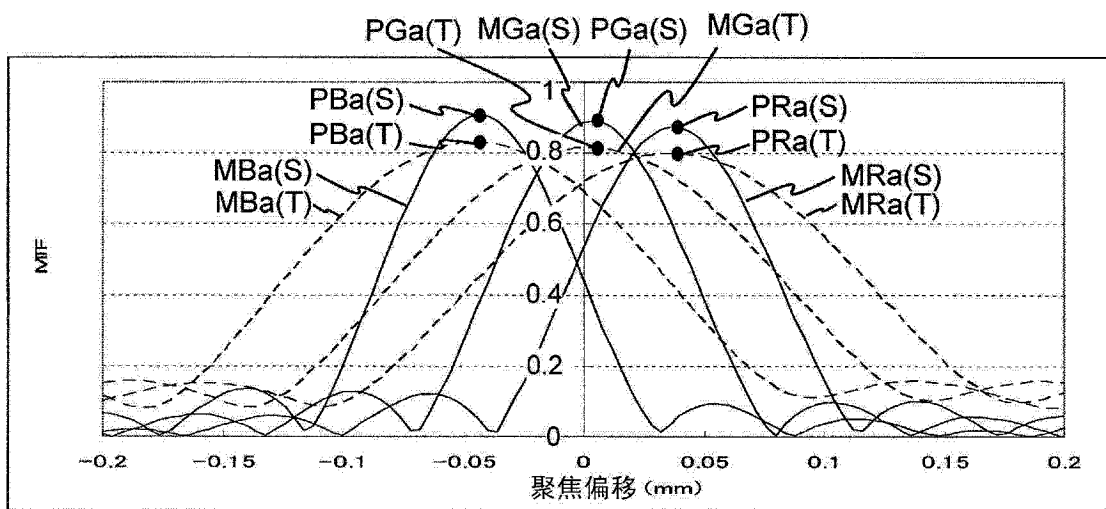
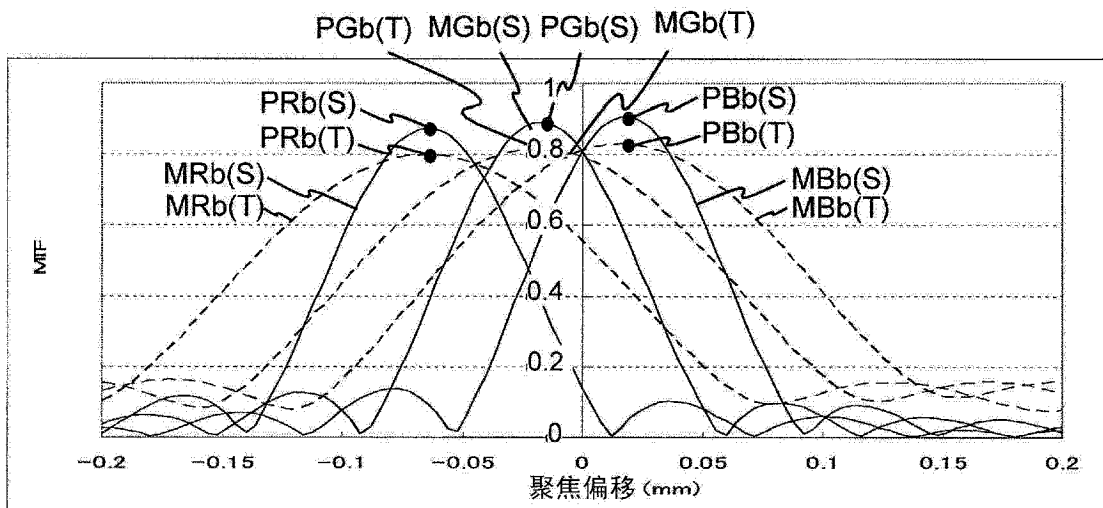


图 15



(a)



(b)

图 16

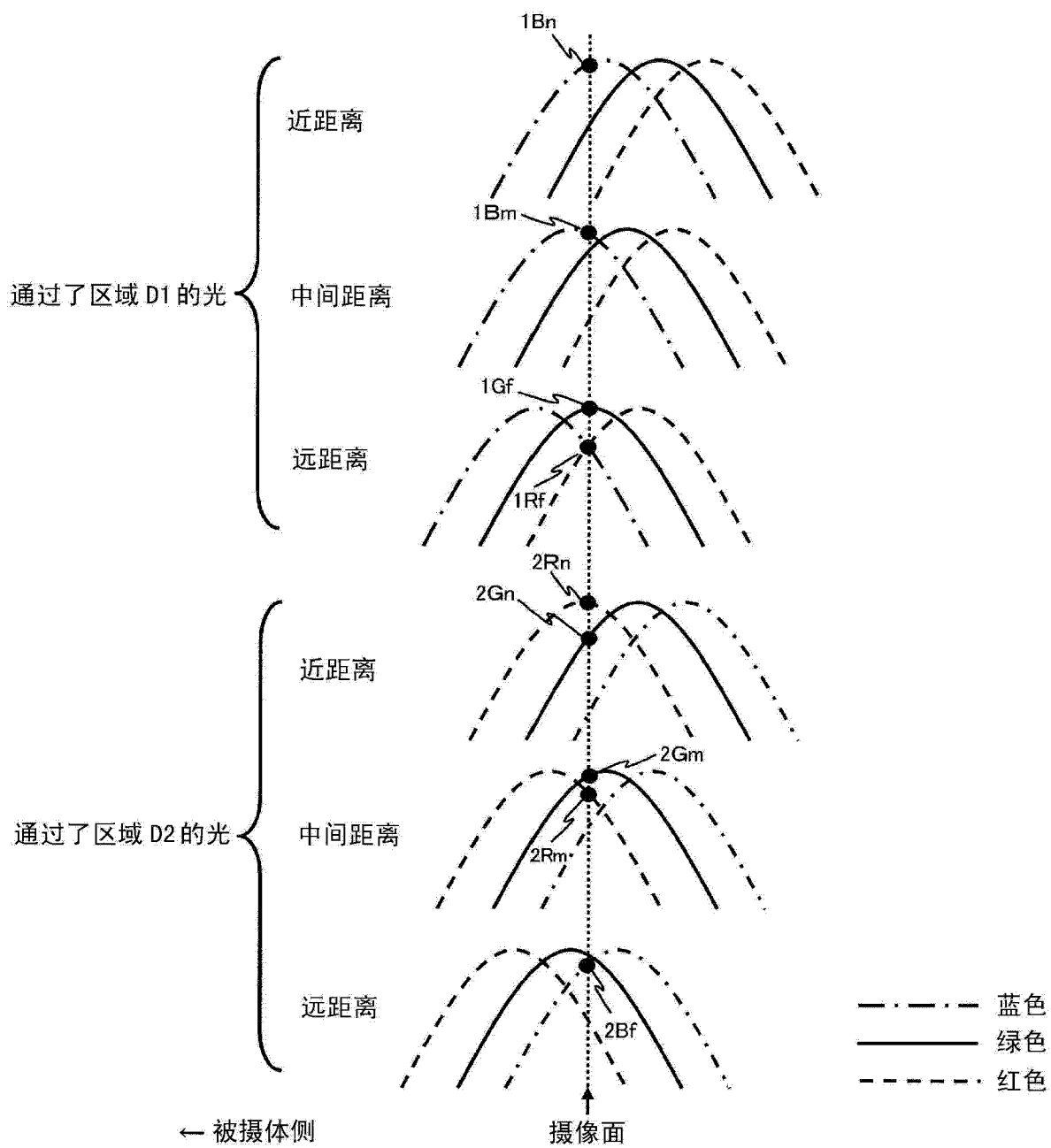


图 17

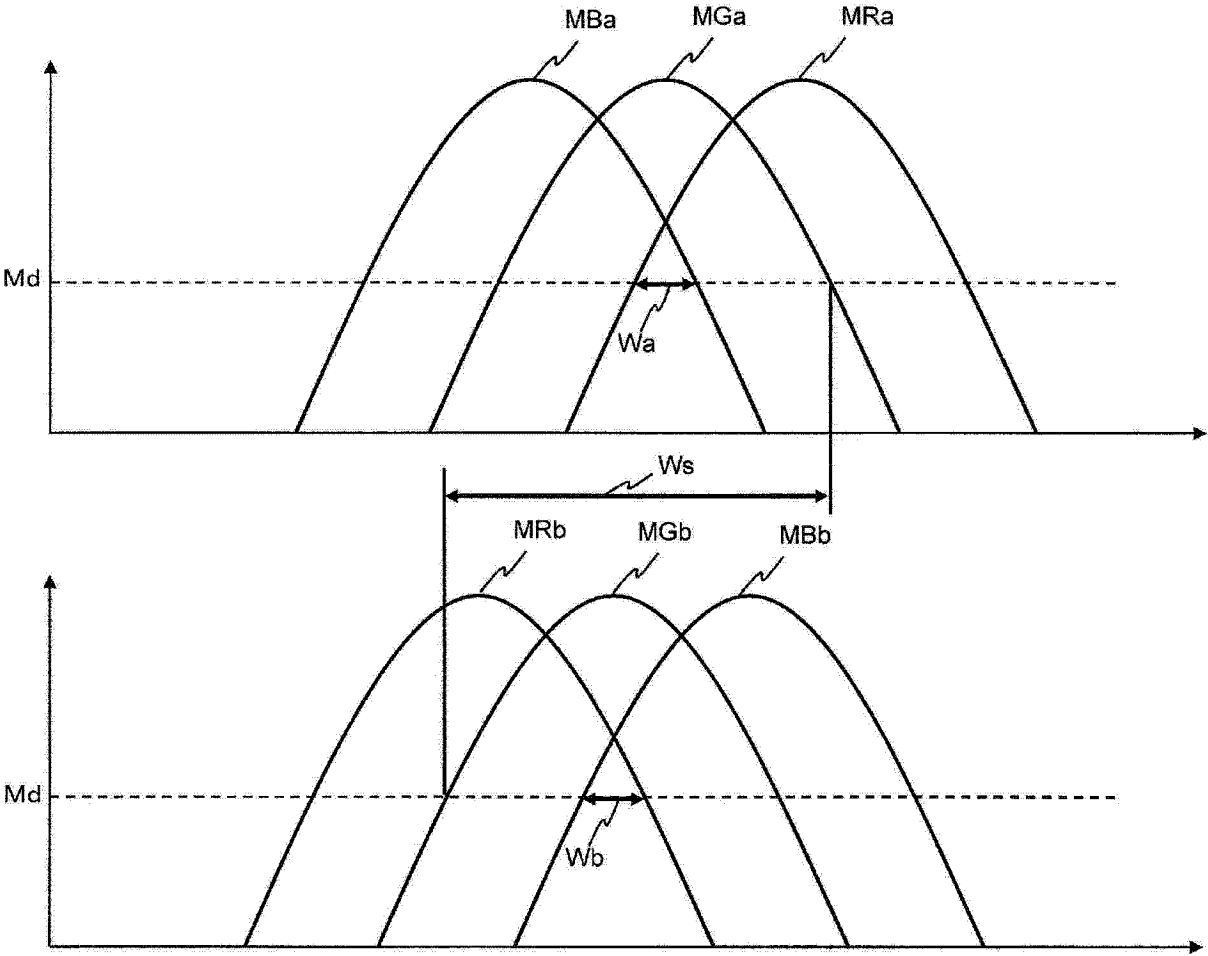


图 18

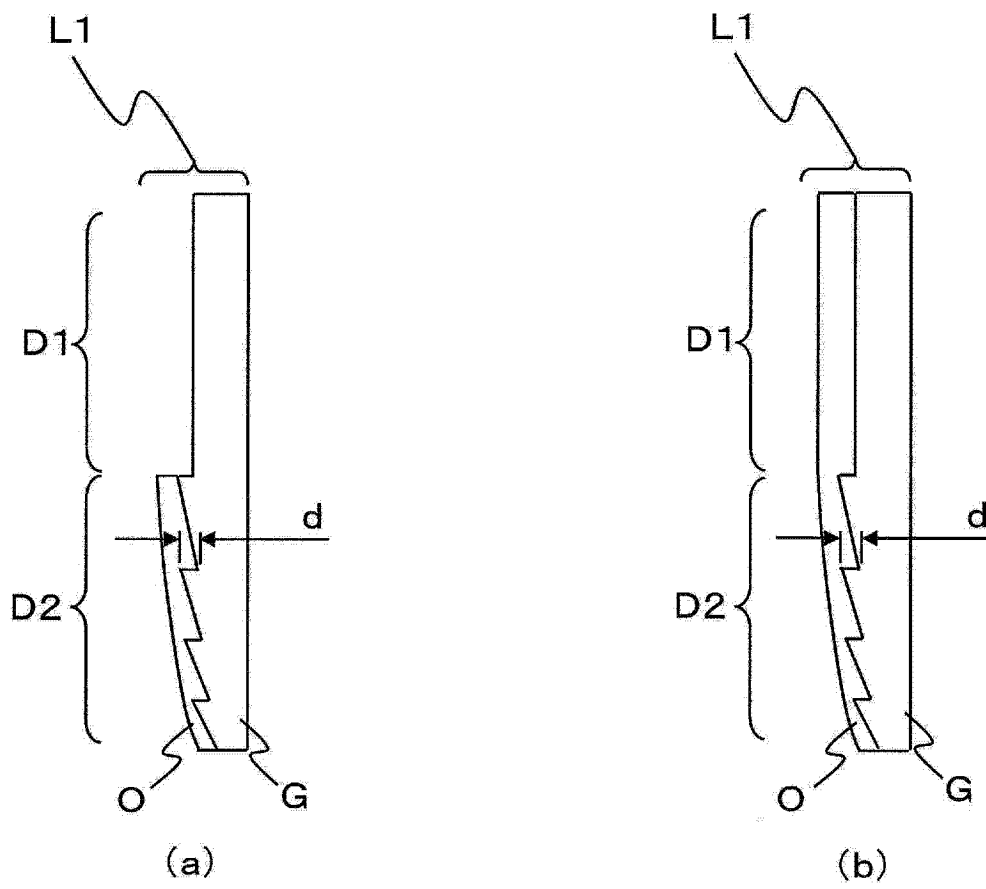


图 19

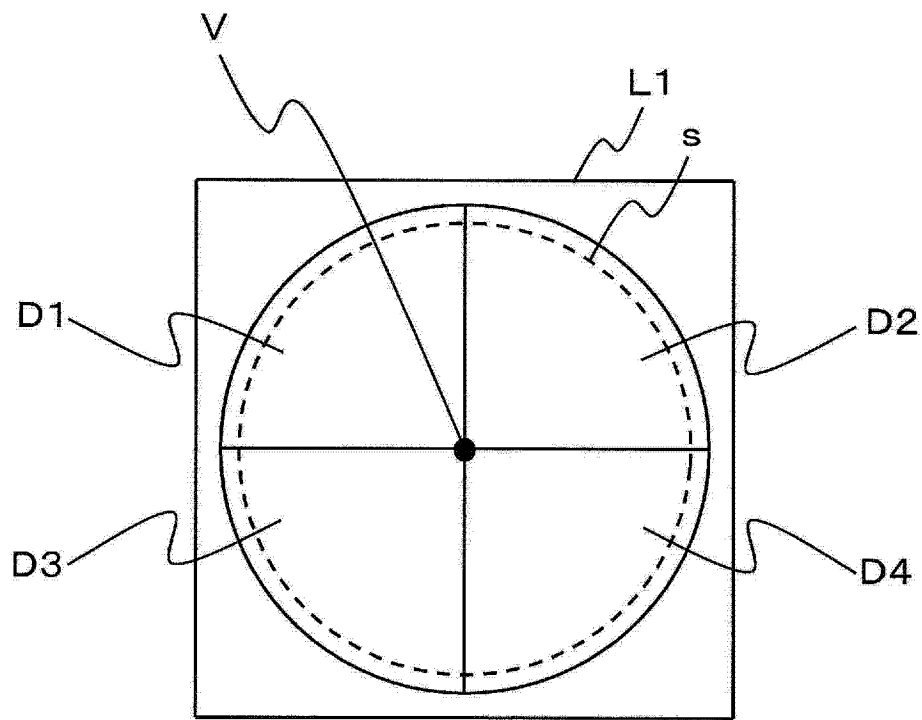


图 20

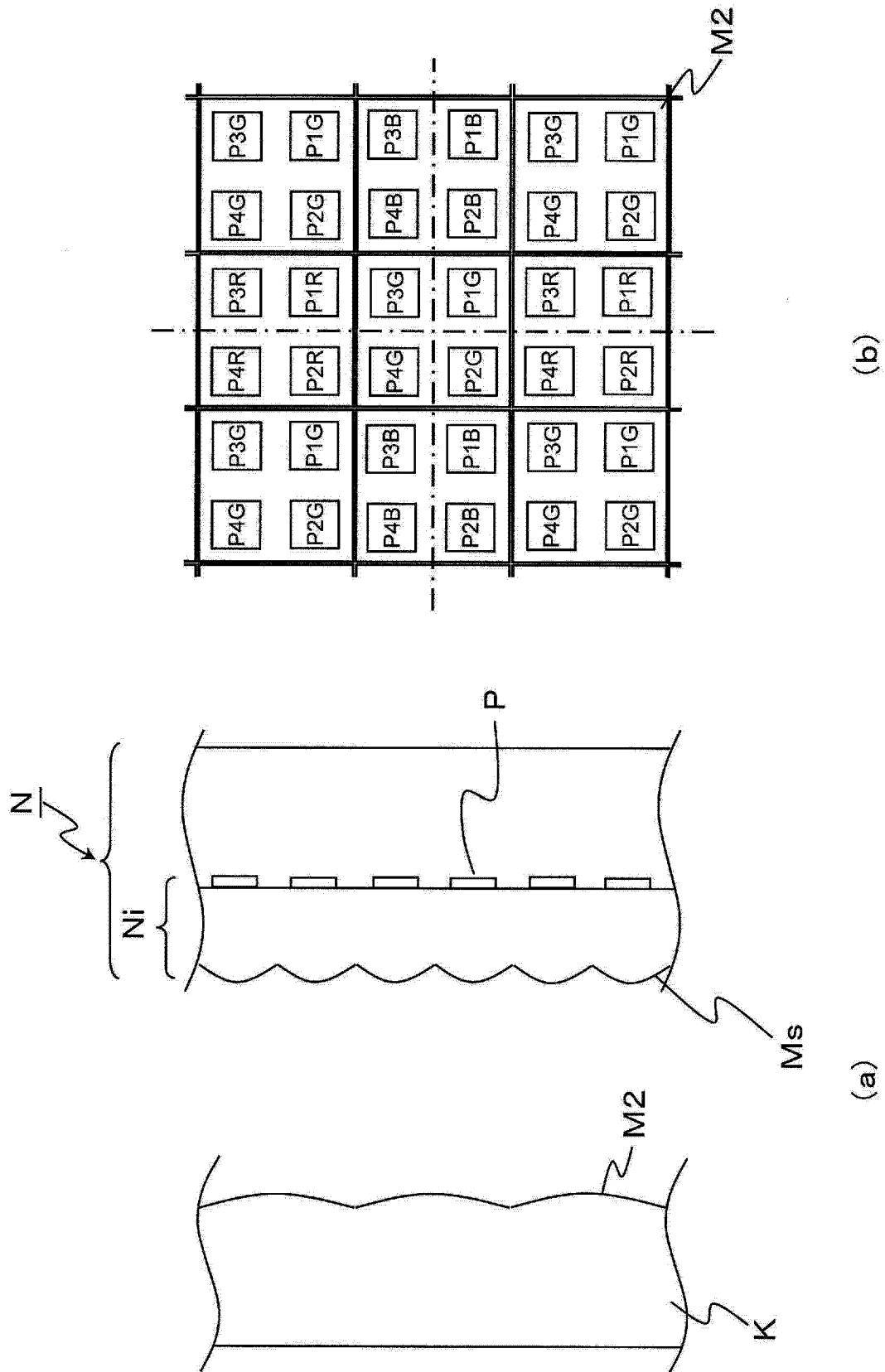


图 21

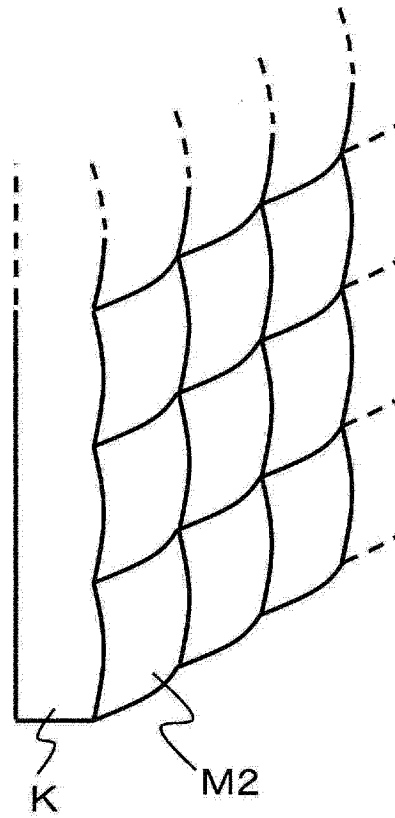


图 22

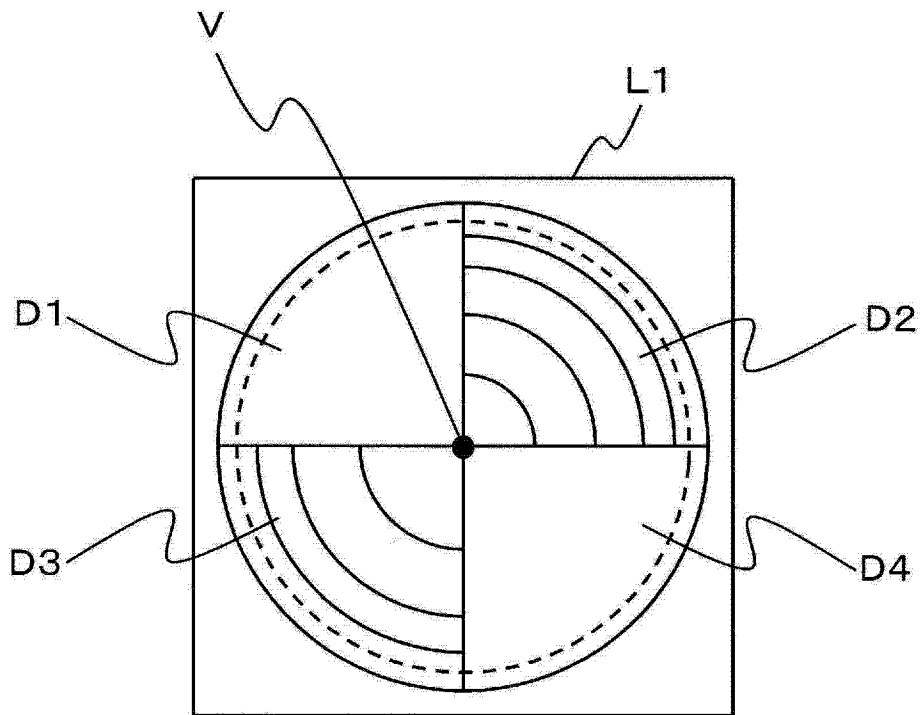


图 23

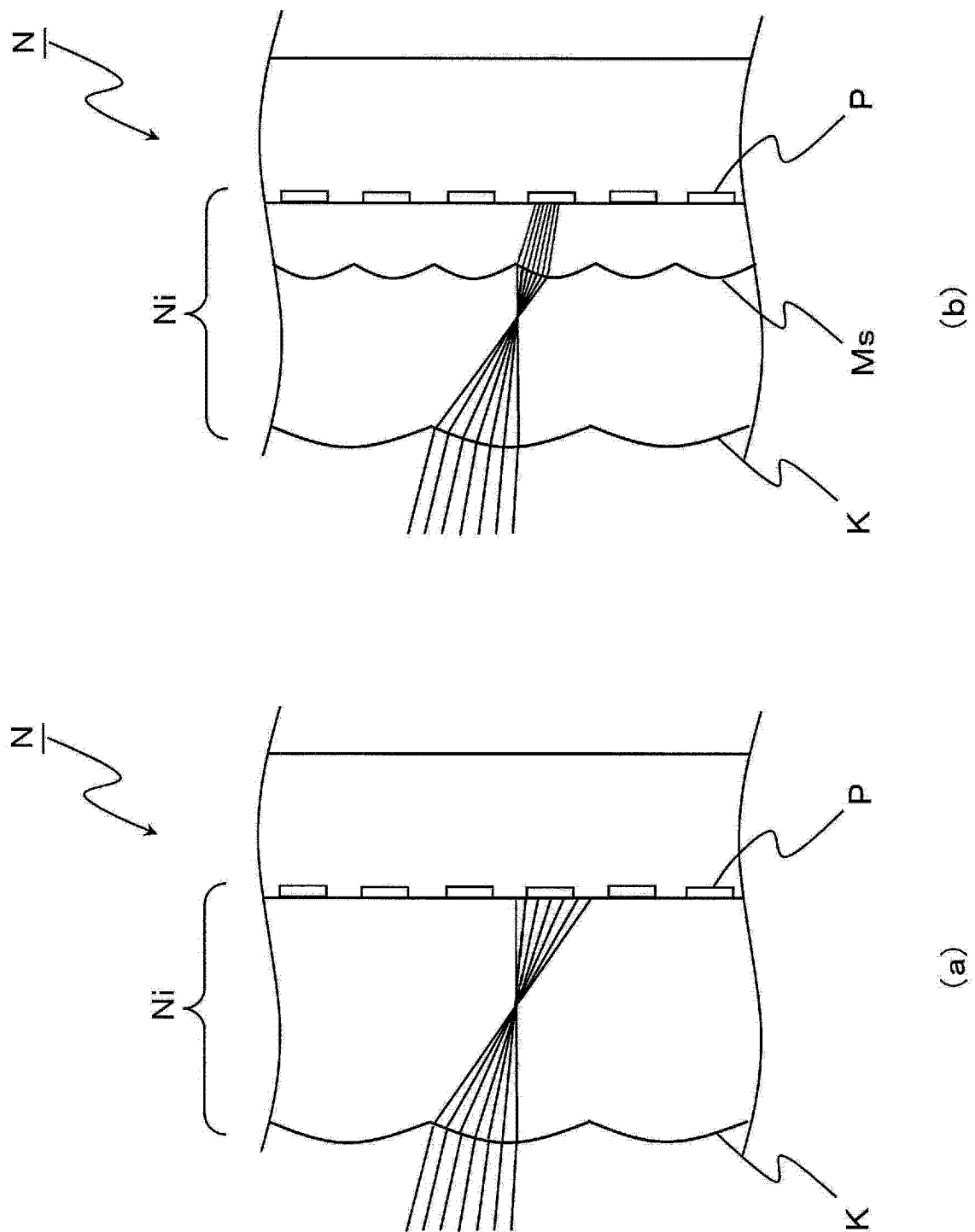


图 24

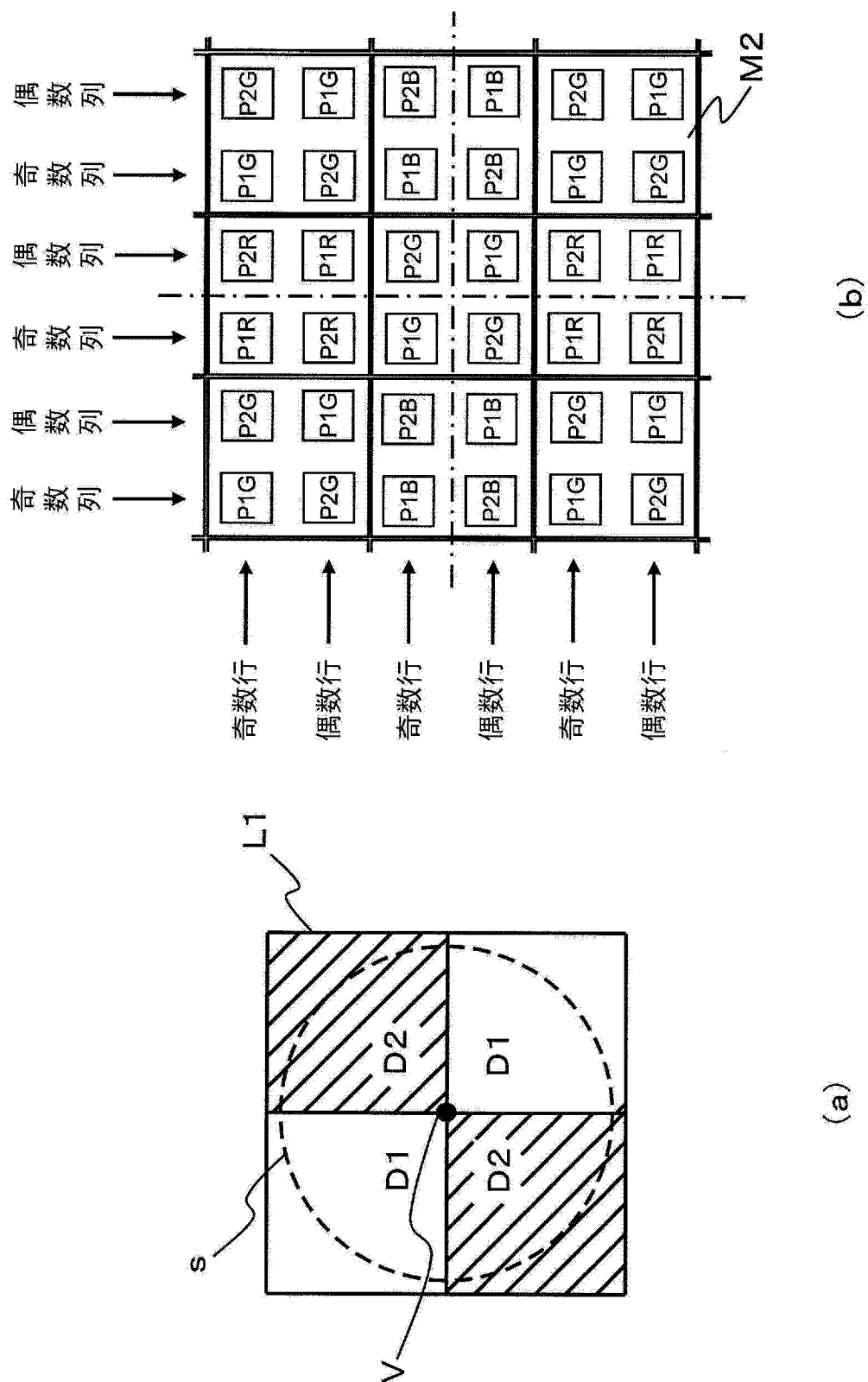


图 25

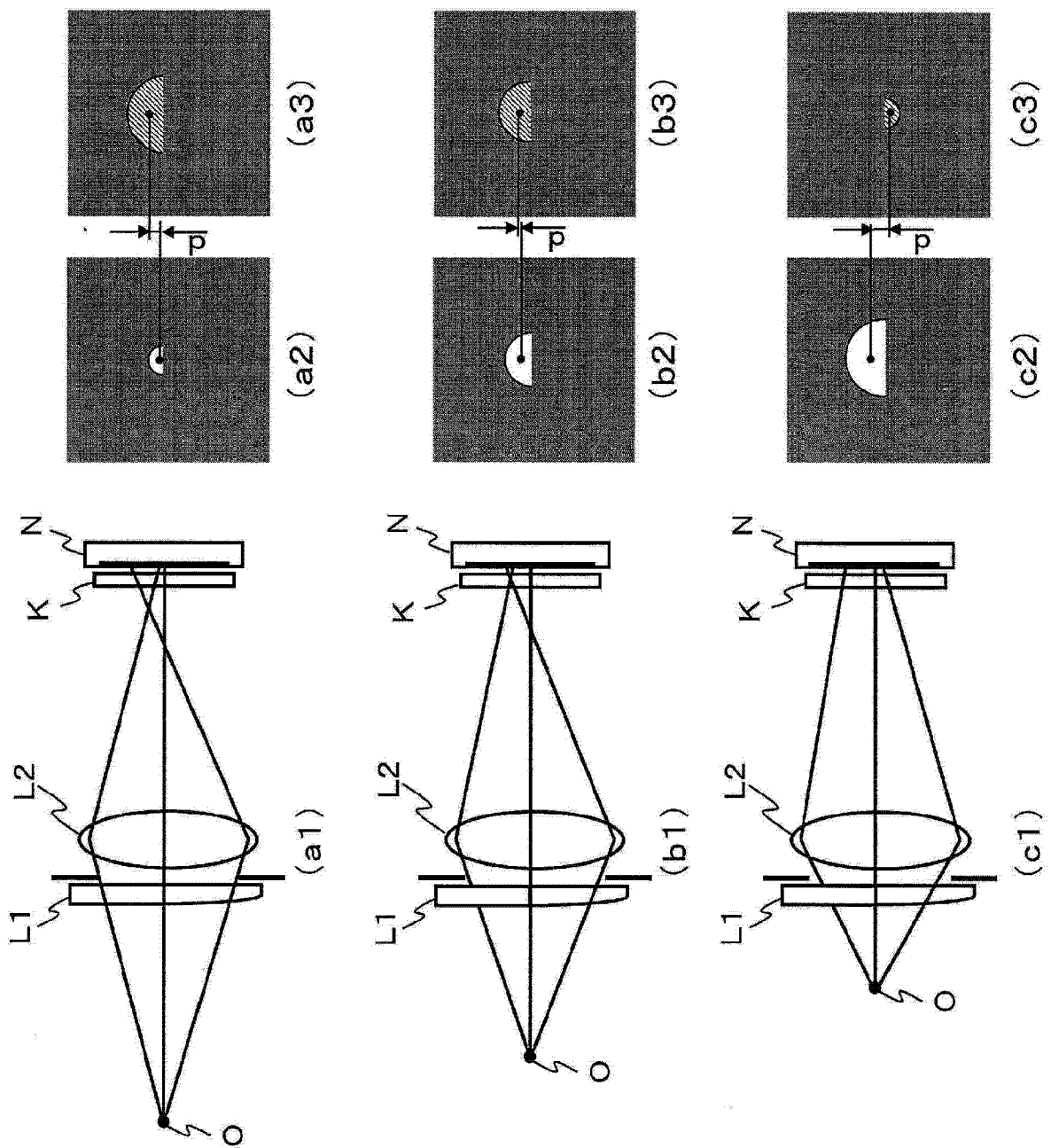
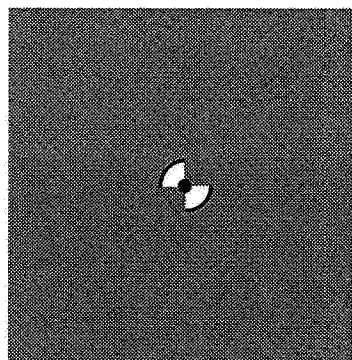
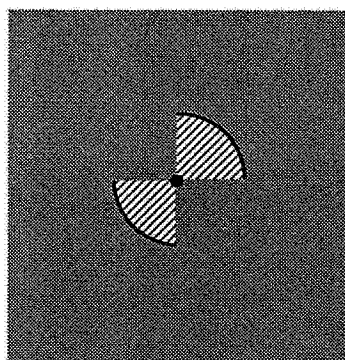


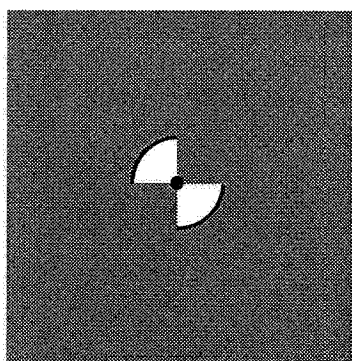
图 26



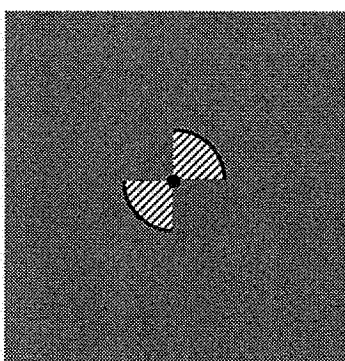
(a1)



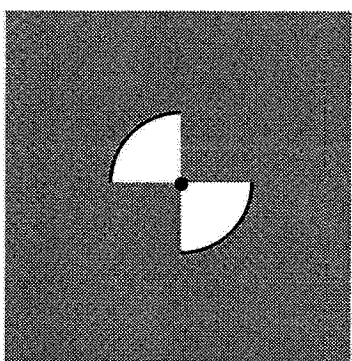
(a2)



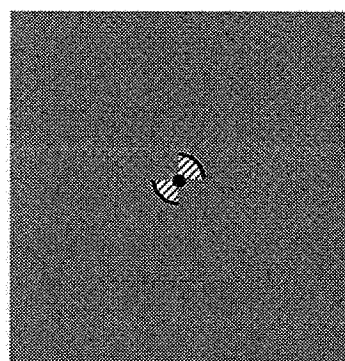
(b1)



(b2)



(c1)



(c2)

图 27

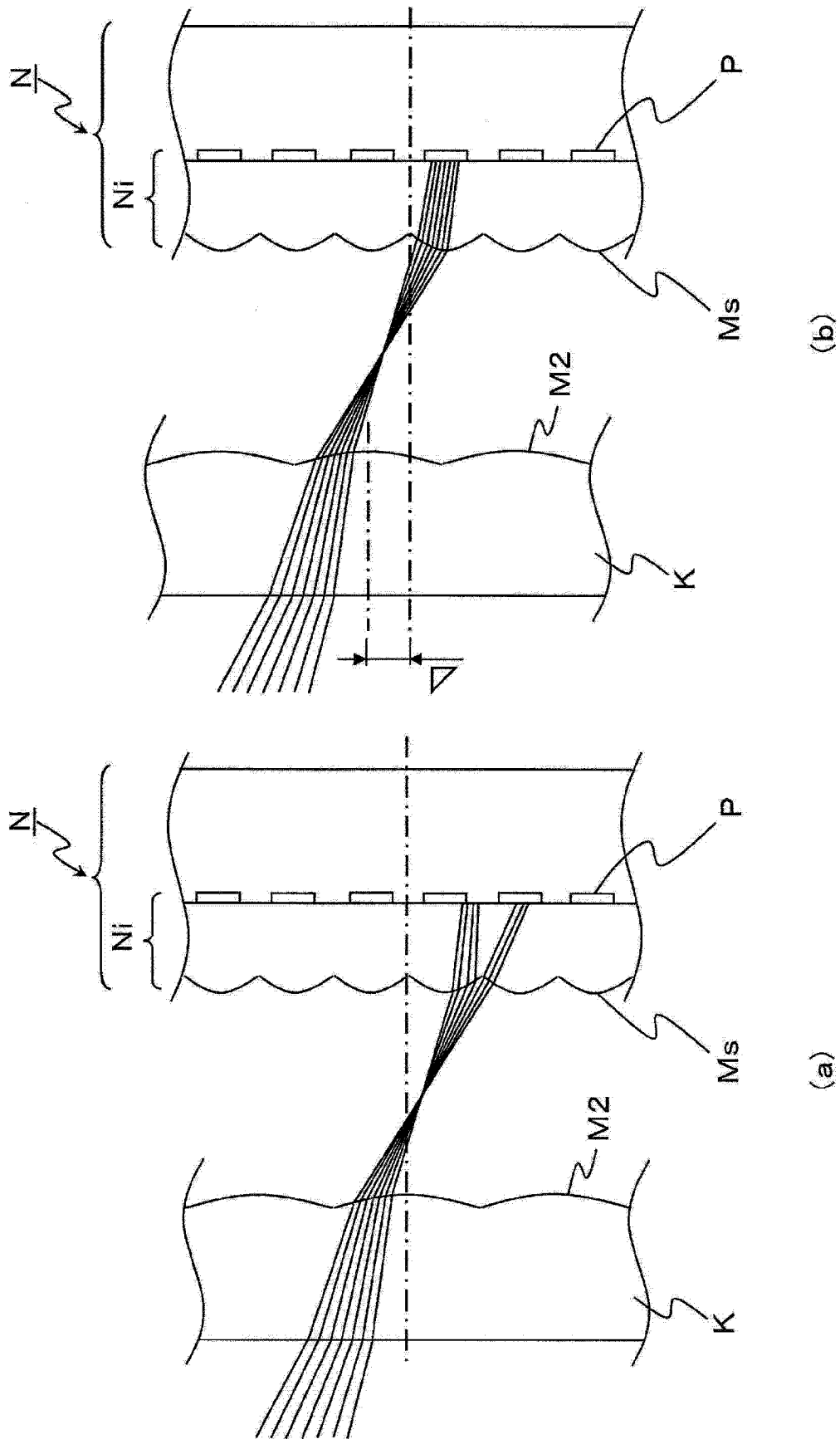


图 28

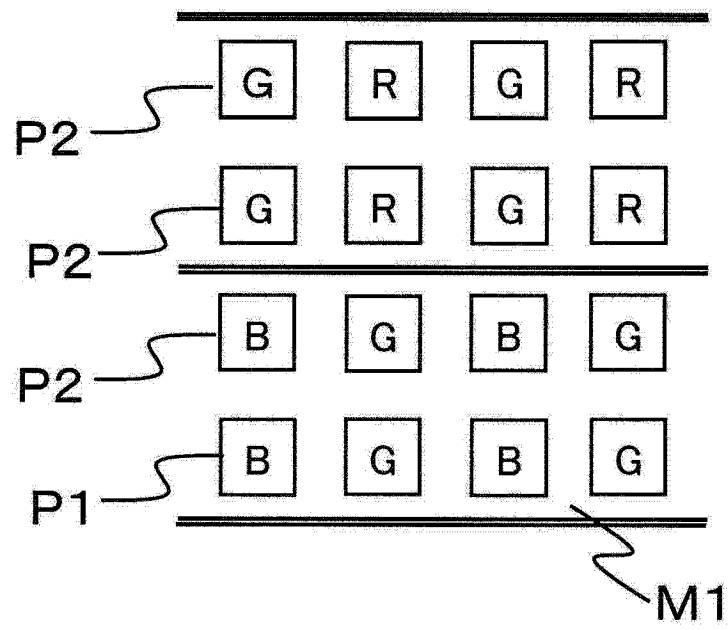


图 29

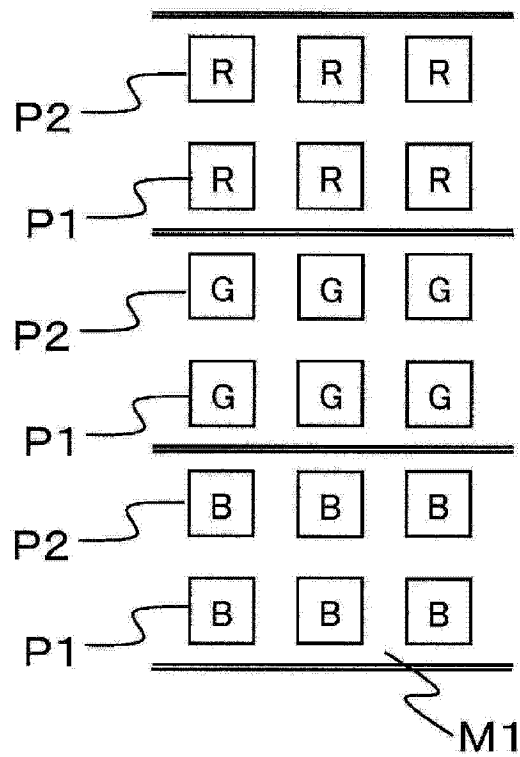


图 30

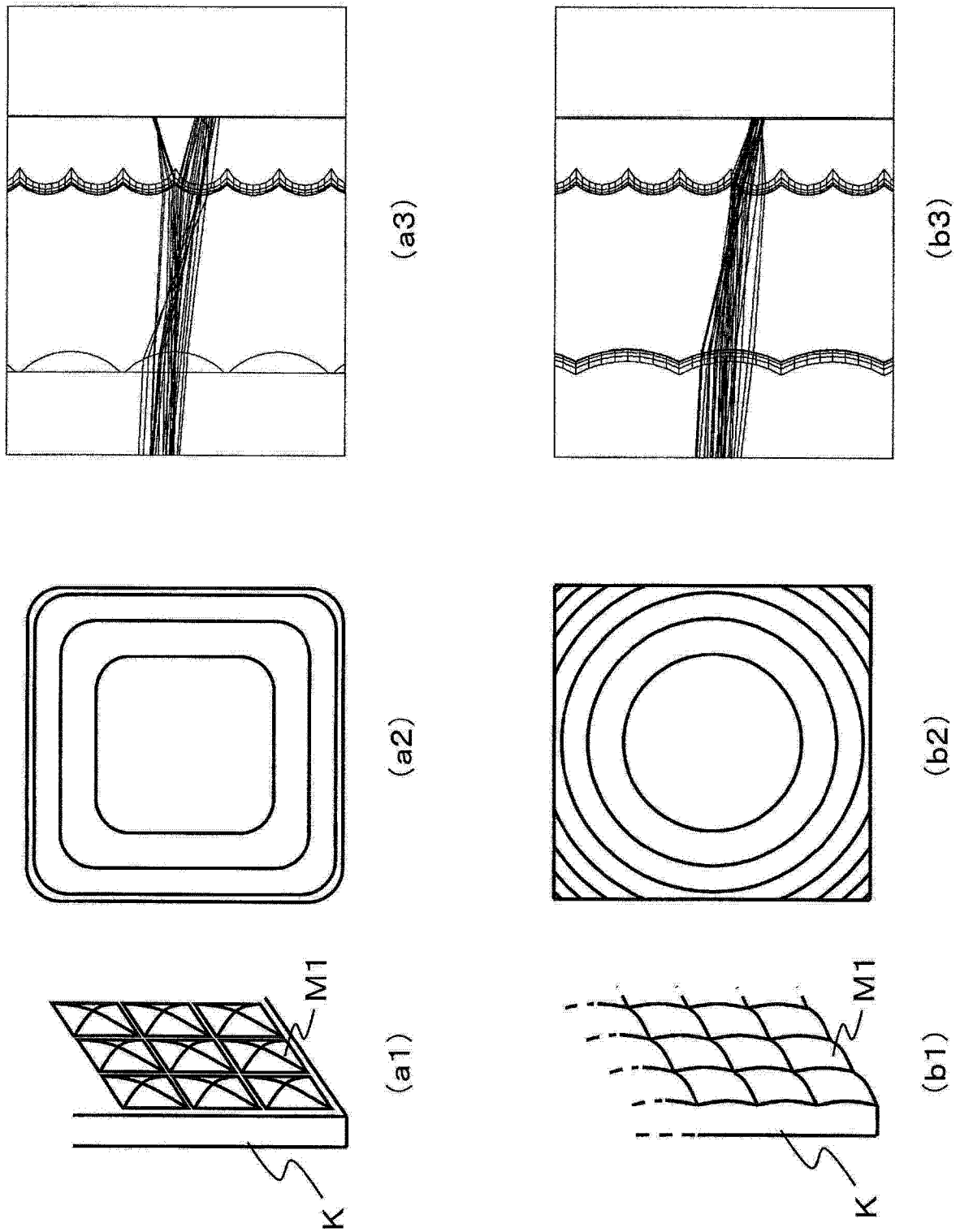


图 31