

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 27/18 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02147995. X

[45] 授权公告日 2006 年 10 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1278162C

[22] 申请日 2002.11.1 [21] 申请号 02147995. X

[30] 优先权

[32] 2001.11.5 [33] JP [31] 339337/2001

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 和田健

审查员 尉小霞

[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 杜日新

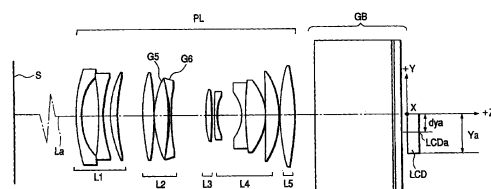
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 14 页

[54] 发明名称

投影光学系统与应用它的投影装置

[57] 摘要

本发明的目的在于求得能将图像信息在保持良好光学性能条件下投射到平面上的投影光学系统以及应用此系统的投影装置。这里的图像显示元件与投影屏都相对于投影光学系统的基准光轴垂直配置，构成投影光学系统的多个光学元件之中一个以上的光学元件其光轴相对于上述基准光轴移位和/或相对于该基准光轴倾斜。



1. 一种投影光学系统, 将图像显示元件上形成的图像信息放大投影到被投影面上, 该系统包括:

多个光学元件,

其中上述图像显示元件与被投影面都相对于所述投影光学系统的基准光轴基本上垂直地设置, 且上述多个光学元件中一个以上的光学元件的光轴是相对于上述基准光轴移位和/或相对于上述基准光轴倾斜,

其中上述图像显示元件的中心偏离所述基准光轴, 设上述图像显示元件的中心相对所述基准光轴朝重力方向的偏离量为 dya 且该图像显示元件在重力方向上的有效宽度为 Ya 时, 满足条件式: $0.45 < dya/Ya < 0.75$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的投影光学系统, 其中上述多个光学元件是透镜。

3. 根据权利要求 1 所述的投影光学系统, 其中上述多个光学元件包括非球面透镜。

4. 根据权利要求 1 所述的投影光学系统, 其中上述多个光学元件被分成多个光学单元, 通过使此多个单元之中 2 个以上的单元沿前述基准光轴移动, 使所述投影光学系统投影倍率作连续的变化。

5. 根据权利要求 4 所述的投影光学系统, 其中上述多个光学单元中的最大放大侧和最大缩小侧的两个单元在变倍时固定。

6. 根据权利要求 1 所述的投影光学系统, 其中上述多个光学元件被分成多个光学单元, 所述投影光学系统中位于最大放大侧的光学单元沿前述基准光轴移动, 进行聚焦调整。

7. 根据权利要求 1 所述的投影光学系统, 其中, 依从所述投影光学系统中放大侧起的依序, 上述多个光学元件被分成: 具有负折射率的第一透镜单元、正折射率的第二透镜单元、正折射率的第三透镜单元、负折射率的第四透镜单元以及正折射率的第五透镜单元,

其中在变倍率之际移动 2 个以上透镜单元, 而上述第一透镜单元与第五透镜单元则于变倍率中固定,

其中上述第二透镜单元具有正折射率的透镜和负折射率的透镜，
其中各个透镜的光轴相对于前述基准光轴向重力方向移位。

8.根据权利要求1所述的投影光学系统，其中，依从所述投影光学系统中放大侧起的依序，上述多个光学元件被分成：具有负折射率的第一透镜单元、正折射率的第二透镜单元、正折射率的第三透镜单元、负折射率的第四透镜单元以及正折射率的第五透镜单元

其中在变倍率之际移动2个以上透镜单元，而上述第一透镜单元与第五透镜单元则于变倍率中固定，

其中上述第四透镜单元具有负折射率的透镜而第五透镜单元具有正折射率的透镜，

其中各个透镜的光轴相对于上述基准光轴倾斜。

9.根据权利要求1所述的投影光学系统，其中，依从所述投影光学系统中放大侧起的依序，上述多个光学元件被分成：具有负折射率的第一透镜单元、正折射率的第二透镜单元、正折射率的第三透镜单元、负折射率的第四透镜单元、正折射率的第五透镜单元与正折射率的第六透镜单元，

其中在变倍率时移动2个以上透镜单元，而所述第一透镜单元与第六透镜单元则于变倍率中固定，

其中前述第二透镜单元具有正折射率的透镜，第四透镜单元具有负折射率的透镜，

其中各个透镜的光轴相对于前述基准光轴朝重力方向移位。

10.根据权利要求1所述的投影光学系统，其中，依从所述投影光学系统中放大侧起的依序，上述多个光学元件被分成：具有负折射率的第一透镜单元、正折射率的第二透镜单元、正折射率的第三透镜单元、负折射率的第四透镜单元以及正折射率的第五透镜单元，

其中变倍率之际移动2个以上透镜单元，而上述第一透镜单元与第五透镜单元则于变倍率中固定，

其中上述第四透镜单元包括负、正、正折射率的透镜，其中各个透镜的光轴相对于此投影光学系统的基准光轴倾斜。

11.一种投影装置，它具有下述的依据权利要求 1 所述的投影光学系统和以光源的光照明权利要求 1 中述及的图像显示元件的照明光学系统。

投影光学系统与应用它的投影装置

技术领域

本发明涉及投影光学系统与应用它的投影装置，例如可适用于将基于液晶元件的图像信息相对于投影光轴于上方屏面上进行放大投影的具有固定移位机构的液晶投影机。

背景技术

迄今，将基于液晶显示装置（液晶板、LCD）的图像信息投影到预定面上的液晶投影装置，例如将作为个人计算机等的图像投影成大画面而能观察的装置，已广泛用于会议与图像显示等方面。

为此，作为液晶投影装置用的投影光学系统，希望从屏面到装置的距离短，而放大侧的投影图像则要投影到尽可能高的位置即投影到上方。上方投影的方法之一是将投影光学系统的光轴与液晶显示装置的中心有意识地错开固定（所谓移位投影光学系统），而相对于放大侧共轭（屏）面使图像主要是放大投影到投影光学系统的光（基准）轴上侧。

具体地说，如图 14 所示，可以说是与缩小共轭面有关，这主要是为使液晶显示装置 LCD 的中心来到投影光学系 PL 的光（基准）轴 La 的下侧面在移位后作固定配置。为此，多见于只使用图中以阴影示明的投影光学系统 PL 原有的有效像区（有效画面）的（下侧）约一半的区域的例子。此外，图 14 是由 R（红色）、G（绿色）、B（蓝色）信道中的 R 信道观察的图。

一般，在采用 2~3 台所谓多台式液晶显示装置将多个投影图像于屏面上重叠而进行投影的大型液晶投影装置等中，有时这种液晶显示装置的移位量是可变的，但是，特别是在采用 0.9 型以下的液晶显示装置的小型轻量液晶投影装置中，液晶显示装置的移位机构是在固定下使用，而采用可变的移位机构会带来设备大型化与复杂化等非所希望的问题，因而宁可采用小型、轻量的固定移位机构。

此外，作为用于进行上方投影的其他方法尚有将投影光学系统斜对向屏面的投影方法。此时，有关屏面与投影系统光（基准）轴的倾角导致的梯形畸变与像面歪斜的，由光学系统校正的投影装置，例如有特开平 9-304732 号公报中所提出的。

再有，近年来随着液晶显示装置的像素数的增加，企盼具有高分辨率的即使在明亮的荧光灯与日光下也能耐用的明亮的大口径投影光学系统。另一方面，也迫切希望有使用小型液晶显示装置的 5 磅以下的轻量小型的投影装置。

于是近年来，作为液晶投影装置用的投影透镜（投影光学系统）是由 4 组或 5 组构成，实现了高分辨率和小型化的变焦距透镜例如已于特开平 10-186235 号公报与 10-268193 号公报等中提出。

在将图像显示元件（液晶显示装置）相对于投影光学系统的光轴移位使用时，或是相对于屏面倾斜投影光学系统的光轴使用时，在投影图像中会产生梯形畸变。此外，即使投影装置的光轴相对于屏面不倾斜时，图像显示元件的中心与光轴有别，由于是把投影光学系统用于相对光轴为非对称情形，在投影光学系统残留有畸变像差等情形下，图像将畸变地投影。

特开平 9-304732 号公报公开了在液晶投影装置向上方投影时对梯形畸变与像面歪斜进行光学校正的装置。但所构成的投影光学系统的透镜与透镜面的形状以及过多地增加了加工方面的负担，就难以照样地用于变倍率的光学系统。

一般，为使投影光学系统明亮和高分辨率化，在加大开放光瞳孔径和同时探索高分辨率可能的结构中，必须确切地设定各透镜的结构。

如不恰当地设定各透镜组的透镜结构，例如即使是能实现光学系统的整体小型化。也会随着改变倍率的透镜组的移动复杂化，在增加透镜镜筒等方面使投影装置的整体变复杂。

发明内容

本发明的目的在于提供这样的投影光学系统和应用它的投影装置，它们能使装置的总体简洁化，保持高的光学性能和将图像信息在屏面上

进行上方投影。

考虑到前述目的，本发明的一种投影光学系统，将图像显示元件上形成的图像信息放大投影到被投影面上，该系统包括：多个光学元件，其中上述图像显示元件与被投影面都相对于所述投影光学系统的基准光轴基本上垂直地设置，且上述多个光学元件中一个以上的光学元件的光轴是相对于上述基准光轴移位和/或相对于上述基准光轴倾斜，其中上述图像显示元件的中心偏离所述基准光轴，设上述图像显示元件的中心相对于所述基准光轴朝重力方向的偏离量为 d_{ya} 且该图像显示元件在重力方向上的有效宽度为 Y_a 时，满足条件式： $0.45 < d_{ya}/Y_a < 0.75$ 。

在上述投影光学系统中，从放大侧开始依顺序设置负折射率的第一透镜单元、正折射率的第二透镜单元、正折射率的第三透镜单元、负折射率的第五透镜单元，在此于变倍率时，移动 2 个以上的透镜部，而第一与第五透镜部在变倍率时固定，还可以使上述第二透镜部具有正折射率的透镜和负折射率的透镜，而此各个透镜最好以其光轴相对于基准光轴沿重力方向移位。

再有，本发明的投影装置具有以光源的光照明图像显示元件的照明光学系统。

附图说明

图 1 是本发明投影装置实施形式 1 主要部分的剖面图。

图 2 示明本发明数值实施例 1 的 2.8m 聚焦时广角端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 3 示明本发明数值实施例 1 的 2.8m 聚焦时望远端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 4 是本发明投影装置实施形式 2 主要部分的剖面图。

图 5 示明本发明数值实施例 2 的 2.8m 聚焦时广角端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 6 示明本发明数值实施例 2 的 2.8m 聚焦时望远端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 7 是本发明投影装置实施形式 3 的主要部分的剖面图。

图 8 是本发明数值实施例 3 的 2.8m 聚焦时广角端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 9 是本发明数值实施例 3 的 2.8m 聚焦时望远端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 10 是本发明投影装置实施形式 4 的主要部分的剖面图。

图 11 是本发明数值实施例 4 的 2.8m 聚焦时广角端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 12 是本发明数值实施例 4 的 2.8m 聚焦时望远端的球面像差、像面弯曲（液晶侧）、畸变像差（屏面侧）。

图 13 是本发明投影装置主要部分的示意图。

图 14 是由 Rch 显示装置侧观察既有的三板式投射装置时的视图。

具体实施方式

本实施形式是由多个光学元件构成的，在将两个共轭面（屏面与图像显示面）之中缩小侧的图像于屏面（被投影面）上放大的投影光学系统中，其中的两个共轭面相对于投影光学系统的基准光轴（所谓基准光轴是将投影光学系统所具有的多个光学元件中过半数或全部光学元件的中心连接成的轴）基本上是垂直地设置，且构成投影光学系统的光学元件中的至少一个光学元件的中心是偏离投影光学系统的基准光轴固定，而投影光学系统的基准光轴则偏离缩小侧共轭面的中心固定。这就是说，注意到在据图 14 的以前所述的既有液晶显示装置用的投影光学系统中，缩小共轭面成了把投影光学系统基准光轴下侧作为有限区域的非对称光学系统，若是有意识地相对于光学系统内部使（非对称的）光学偏心起作用，主动地附加在共轴光学系统中成为问题的残留像差上，则能相对于上述有效区域消除种种像差。

投影光学系统的基准光轴若是从共轭面的中心向重力（垂直）方向移动，则如以前所述，能把放大侧的图像投影到上方。在这种系统中，由于保持了相对于共轭面中心在左右（水平）方向上的对称性，当把构成投影光学系统的偏心光学元件的中心轴从投影光学系统的基准光轴朝

与具有非对称性方向相同的重力方向偏心固定，能在仍旧保持着左右方向对称性下对液晶显示装置所在的有效区域起到积极的偏心像差作用。

此外，相对于投影光学系统的光基准光轴，从缩小共轭面的中心朝重力（垂直）方向的偏移量，如图 14 所示，当基准光轴偏移至液晶显示装置上端附近致有效区域的非对称性大时，特别有效。具体地说，设液晶元件装置中心偏离基准光轴的量 d_y 而缩小共轭面（液晶显示装置）的垂直方向的有效宽度为 Y_a 时，应满足条件式（1）：

$$0.45 < d_y/Y_a < 0.75 \quad (1)$$

一般称 $d_y/Y_a=0.5$ 的状态为“全移位状态”；而放大侧共轭面上的液晶显示区域在投影光学系统的基准光轴之下时图像不投影。

构成投影光学系统的光学元件虽也可考虑用反射系统的抛物面反射镜或椭球面反射镜，但当由它们构成光学系统时，在用于投影光学系统中时就难以增大光瞳孔径，再考虑到包括光学元件的结构设置等因素时，则最好还是由折射系统的透镜构成为好；而对于这类透镜，可通过采用非球面形的来良好地校正各种像差。

当投影光学系统是由多个单元组成的通过将上述多个单元至少移动其两个而使放大率连续变化的变倍率光学系统时，由于屏面尺寸与投影距离所确定的投影条件也能灵活对应地，由投影透镜的倍率调整投影尺寸。因而是很理想的。再有，若将能作最大放大和作最小缩小共轭侧的两个单元相对于缩小侧共轭面固定时，在改变倍率时投影光学系统的全长不变，就能确保投影光学系统结构的牢靠性。又，在通过改变投影距离来改变画面尺寸时进行的聚焦调整时，若是由设于放大侧的单元进行调整时，则能以简易的机构实现变倍率系统的投射透镜。

下面说明本发明的各实施形式。

图 1 为本发明数值实施例 1 的广角端的透镜剖面图。

图 2 为本发明数值实施例 1 的广角端的透镜像差图。

图 3 为本发明数值实施例 1 的望远端的透镜像差图。

图 4 为本发明数值实施例 2 的广角端的透镜剖面图。

图 5 为本发明数值实施例 2 的广角端的透镜像差图。

图 6 为本发明数值实施例 2 的望远端的像差图。

图 7 为本发明数值实施例 3 的广角端的透镜剖面图。

图 8 为本发明数值实施例 3 的广角端的透镜像差图。

图 9 为本发明数值实施例 3 的望远端的像差图。

图 10 为本发明数值实施例 4 的广角端的透镜剖面图。

图 11 为本发明数值实施例 4 的广角端的透镜像差图。

图 12 为本发明数值实施例 4 的望远端的像差图。

像差图表示的是当数值实施例以 mm 单位表示时, 投影到离像面 2.8m 前的屏面上之际的球面像差(液晶侧)、像面弯曲(液晶侧)与畸变像差(屏面侧)。

首先说明图 1 的实施形式。

在透镜剖面图中, PL 为投影光学系统, 由变焦距透镜构成, L1 为负折射率的第一组(第一透镜组)、L2 为正折射率的第二组(第二透镜组)、L3 为正折射率的第三组(第三透镜组)、L4 为负折射率的第四组(第四透镜组)、L5 为正折射率的第五组(第五透镜组)。本说明书中所谓的透镜组是指具有一个以上光学元件(包括透镜、反射镜等)的透镜单元。

S 为屏面(被投影面), LCD 为液晶显示装置(液晶显示元件)等的原图像。屏面 S 与原图像 LCD 存在共轭关系, 一般, 屏面 S 相当于距离长这一方的共轭点(第一共轭点), 而原图像 LCD 相当于距离短这一方的共轭点(第二共轭点)。

屏面 S 与原图像 LCD 相对于投影光学系统 PL 的基准光轴 La(由于全部的透镜的光轴并不一致, 故是指大部分透镜的光轴一致的轴)作垂直配置。

GB 为颜色合成棱镜与偏振滤光片而后是滤色片等玻璃组件。

投影光学系统 PL 通过连接部件(未图示)而安装到液晶投影装置主体上。玻璃组件 GB 以后的液晶显示元件 LCD 侧则包含于投影装置主体中。

在从广角端朝望远端变倍率时, 第一透镜组与第五透镜组固定, 在变倍率时, 全长一定, 而第二~第四透镜组独立地移向放大侧。此外,

为了确保屏面上的照度，在各透镜面上涂有多层膜。

在各透镜面上涂多层膜以及使屏面 S 与液晶元件 LCD 相对于光轴 La 作垂直配置，这在后述的各实施形式中也同样如此。

图 13 说明本发明投影装置由投影光学系统 PL 将基于图像显示装置 (LCD) 的图像信息放大投影于屏 S 上上方的状态。

在应用彩色液晶投影装置时，在液晶显示装置 (LCD) 与光源装置 (LS) 之间设置颜色分解系统 (未图示)，此外，在投影光学系统 (PL) 与图像显示装置 (LCD) 之间则设置颜色合成系统 (未图示)。

图像显示元件 (LCD) 的中心 LCPa 相对于投影光学系统 PL 的基准光轴 La 朝重力方向 (垂直方向) 移动和/或倾斜配置。

在本实施形式中，液晶显示装置 LCD 的中心 LCDa 相对于投影光学系统 PL 的基准光轴 La，偏离开重力方向 (垂直方向，Y 方向)。

此偏移量 d_{ya} 设液晶显示装置 LCD 在重力 (垂直) 方向的有效宽度为 Y_a 时，要满足

$$0.45 < d_{ya}/Y_a < 0.75 \quad (1)$$

具体地说，液晶显示装置 LCD 的相对于重力方向 (Y 方向) 的显示区域的长度 13.9mm 通过从基准光轴 La 向下偏移约 6.95mm 时，即成为于放大侧的上方投影的所谓全移位规格。

即前述条件式的数值成为 $d_{ya}/Y_a=0.5$ 。

在后述的数值实施例中，有关移位与倾斜偏心量的单位分别为 mm 与度。

在本实施形式中，将构成第二透镜组 L2 的正与负折射率的两个透镜 G5、G6 整体地或独立地从投影光学系统 PL 的光 (基准) 轴 La 的下方 (图 1 中的一 Y 方向) 任意地偏离 (移位偏心) 后固定体保持住。

由此，相对于液晶显示区域，在与纸面垂直方向的水平方向 (X 方向)。保持着对称性 (液晶显示区相对于 y 轴为左右对称)。

投影光学系统 PL 在 XZ 剖面内相对于光轴 La 为对称的，但在 YZ 剖面内，相对于光轴 La 为非对称的。

上述透镜 G5、G6 从偏心像差的角度考虑，若相互在相同的方向使

光轴歪斜（倾斜偏心时），就基本上不会有偏心彗形像差的缺陷，能自由地校正像面的弯曲。反之，若相互相反地歪斜光轴，则基本上不会有像面弯曲，而能通过偏心彗形像差校正彗形像差。在本实施形式中，通过使透镜 G5 与透镜 G6 相互沿相同方向（Y 方向）使它们的光轴偏移。就能校正透镜 G5 与 G6 相互偏移量虽为独立的但在共轴系结构中不能消除的特别是在画面中间～画面边缘的像高中的像面弯曲。此外，借助成为问题的像差，通过使透镜 G5 与透镜 G6 相互相反偏移，也能校正彗形像差。

作为相对于光轴 La 而使光轴移位的透镜，也可以不是透镜 G5、G6 而为其他的单一或多个透镜。

本实施形式中，在相对于共轴 La 选择偏移光轴的透镜时，对于具有边转动边移动机构的透镜组等使用起来很困难，因而最好是使用完全为直接方式的保持机构。

本实施形式是使第一组于光轴上移动进行聚焦。当聚焦为变倍率时，也可移动固定的第五组进行。

图 2 与图 3 示明了，在对后述的数值实施例以 mm 单位表示时，设由液晶显示元件 LCD 到屏面的距离为 2.8m，由第一组 L1 聚焦时的广角端与望远端的像差状况。这些图中像散的像高为 LCD 显示区侧的像高。此外，有关畸变像差，表示的是屏面侧的像差。

至于像差图的表示方法在后述各实施形式中完全相同。

下面说明图 4 的本发明的实施形式 2。

本实施形式与实施形式 1 的不同处在于不是使透镜移位而是使透镜倾斜。投影光学系统 PL 的变焦距型同样由 5 组透镜构成。

在此实施形式 2 中，构成第四透镜组 L4 的负折射率透镜 G8 和构成第五透镜组 L5 的正折射率透镜 G12，分别如图 4 所示，相对于投影光学系统 PL 的基准轴 La 独立地歪斜光轴（倾斜偏心），固定地保持。

相对于液晶显示区在水平方向（X 方向）保持对称性（液晶显示区相对于 Y 轴左右对称）。

上述透镜 G8，G12 从偏心像差的角度考虑，若相互在相同的方向使

光轴歪斜(偏心倾斜时),基本上不会有偏心彗形像差的缺陷而能自由地校正像面弯曲。反之,若相互相反地歪斜光轴,则基本上不会有像面弯曲,而能通过偏心彗形像差校正彗形像差。在本实施形式中,通过使透镜 G8 与透镜 G12 相互沿相同方式独立地使光轴歪斜,就能校正只由共轴系的结构不能消除的特别是在画面中间-画面边缘的像高中的像面弯曲。此外,借助成为问题的像差,通过使透镜 G8 与透镜 12 相互相反歪斜,也能校正彗形像差。

相对于前述各条件(1)的数值为

$$d_{ya}/Y_a=0.5$$

在本实施形式中,也可在使透镜 G8、G12 在倾斜的同时移位。

其他方面由于与实施形式 1 相同故不详述。

下面说明图 7 的本发明的实施形式 3。

在透镜剖面图中,PL 为投影光学系统,由变焦距透镜组成。L1 为负折射率的第一组(第一透镜组)、L2 为正折射率的第二组(第二透镜组)、L3 为正折射率的第三组(第三透镜组)、L4 为负折射率的第四组(第四透镜组)、L5 为正折射率的第五组(第五透镜组)、L6 为正折射率的第六组(第六透镜组)。

S 为屏面(投影面)、LCD 为液晶板(液晶显示元件)等的原图像(被投影面)。屏面 S 与原图像 LCD 存在共轭关系。一般地说,屏面 S 相当于距离长一方的共轭点(第一共轭点)而原图像 LCD 相当于距离短这一方的共轭点(第二共轭点)。

GB 为颜色合成棱镜或偏振滤光片然后是滤色片等玻璃组件。

投影光学系统 PL 通过连接部件(未图示)安装于液晶投影器主体上。玻璃组件 GB 以后的液晶显示元件 LCD 侧则包含于投影器主体之中。

在由广角端向望远端变倍率时,第一透镜组与第六透镜组固定,在变倍率时全长恒定,第二—第五透镜组独立地移向放大侧。此外,为了确保屏面 S 上的照度,各个透镜面上涂有多层膜。

屏面 S 与液晶元件(LCD)相对于投影光学系 PL 的基准轴(Z 轴) La 垂直地配置。

本实施形式中，液晶元件 LCD 的中心 LCDa 相对于投影光学系统 PL 的光轴 La 偏离重力方向（垂直方向，-Y 方向）。

具体地说，液晶显示元件 LCD 相对于重力方向（Y 方向）的显示区域的长度 13.9mm 通过从基准光轴 La 向下方向（-Y 方向）偏移约 5.53mm，而于放大侧作上方投影。

亦即上述条件式（1）的数值成为

$$d_{ya}/Y_a=0.45$$

本实施形式中，使构成第二透镜组 L2 的正折射率透镜 G5 与构成第四透镜组的负折射率透镜 G8，分别独立地任意偏离（移位偏心）投影光学系统 PL 的基准轴 La 而固定地保持。相对于液晶显示区于水平方向（X 方向）保持对称性（液晶显示区相对于 Y 轴左右对称）。

投影光学系统 PL 于 XZ 剖面内相对于 X 轴 La 对称但于 YZ 剖面内相对于光轴 La 不对称。

注意透镜 G8 相对于移位偏心时偏心彗形像差敏感度基本为 0，于是通过在透镜 G5 处主动地发生校正共轴系的彗形像差方向的偏心彗形像差，就能用透镜 G8 由此而校正因所发生的偏心造成的像面弯曲。

对于本实施形式的那种在广角端孔径比约 1.7 的大孔径投影透镜，当要求有高的空间效率响应时，由于容许偏离的孔径小，致像面侧的深度浅。这样，于中间图像高度处的图像弯曲和象散大，分辨率急剧恶化，特别是像面系统的像差需要充分地考虑到。

下面说明图 10 的本发明实施形式 4。

本实施形式与实施形式 1 以及 3 的不同处，在于是使透镜倾斜而不是移位。

投影光学系统 PL 的变焦距型虽也由 5 组构成，但不同处在于使用了非球面 ASP。

液晶显示元件 LCD 相对于重力方向（Y 方向）的显示区域长度 13.9mm 通过从光（基准）轴 La 向下方向（-Y 方向）偏移约 8.34mm，而于放大侧作上方投影。

亦即前述条件式（1）的数值成为

$d_{ya}/Y_a=0.63$

本实施形式的投影光学系统的光(基准)轴 L_a 的位置要比液晶显示元件 LCD 的显示区域更向上(+Y)方向突出。

因此,相对于投影光学系统而言,视场角变大而透镜的外径等也随之增大。为了校正通过此增大的透镜周边部分的光束造成的高次像面弯曲等像差,于透镜 G5 导入非球面;而为了校正高次的色差,于正折射率的透镜 G10 的材料中导入 FK01(商品名)材料。非球面由于所用元件表面的灵敏度也可考虑采用塑料形成的非球面,但特别是在考虑到采用小型液晶显示装置的 XGA 级的投影光学系统中所用到的非球面时,则最好采用表面精度优越的玻璃模制型的非球面。本实施形式中,根据表面加工所需的条件,是在透镜 G5 所谓的比较的光学系统内部配置非球面,但并不局限于此,若是要以非球面来有效地校正轴外像差特别是畸变像差等时,最好采用远离设于所谓最大放大/最小缩小侧的第三透镜组 L3 附近的光阑的器件。

FK01 材料在本实施形式中是用于构成第四透镜 L4 组的贴合透镜的正折射率透镜 G10 中,但并非限定于此,特别是在远离光阑位置处为最大放大侧的组件(第一透镜组)中若采用特别是负折射率的透镜等,则能构成特别是对于可见光短波长侧倍率色差可有效校正的优异结构。

对于非球面,本实施形式中导入了旋转对称的非球面,例如甚至采用了特殊的非球面(车尔尼格多项式等定义的曲面),这时会有利于在本实施形式的具有移位机构的上方投影的投影光学系统中沿特有的上下方向所出现的非对称畸变像差。采用这种特殊非球面时,最好是用于变倍率时光线通过位置不变动的,例如第五透镜组 L5 的固定透镜面等的情形。

在本实施形式中,构成第四透镜组 L4 的负、正、正折射率的透镜 G9-11 是独立地相对于投影光学系光(基准)轴任意歪斜(倾斜偏心)固定地保持,而相对于液晶显示区于水平方向保持对称性的(液晶显示区相对于 Y 轴左右对称)。这主要是在广角端能校正从画面中间到画面周边的像面弯曲量与像数。此外,借助成为问题的像差也可利用透镜面的移

位偏心。

其他方面与实施形式 1 相同之处则不作详细说明。

下面示明本发明的数值实施例。在数值实施例中， i 为距离屏面侧的 i 面的顺序号， R_i 为各面的曲率半径， D_i 为从屏面侧起依顺序在第 i 面与第 $(i+1)$ 面之间部件的厚度或空气间隔， N_i 与 v_i 分别为光学部件相对于 d 线的折射率与阿贝数。

数值实施例中最后的两个面表示滤光片与面板等。

非球面形状中以面顶点为基准设距光轴高度 H 位置处沿光轴方向的位移为 X ，在以 X 的行进方向为正、 R 为近轴曲率半径，两 A 、 B 、 C 、 D 与 E 分别为球面系数时，此 X 可以表示如下：

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

在以下各表中， W 表示广角端， T 表示望远端。 Y -偏心表示 Y 方向的移位量 (mm)， Y -倾斜表示倾斜量 (度)。

表 1

透镜规格与数据

f: 36.8mm- 43.8mm FNO: 2.00- 2.21				$2\omega = 48.7^\circ \sim 41.6^\circ$
	r	d	nd	Vd
1	80.896	1.90	1.528	63.8
2	27.035	7.55		
3	-152.144	1.70	1.487	70.2
4	53.142	3.17		
5	44.020	2.74	1.806	40.9
6	73.404 (			
7	77.614	4.57	1.772	49.6
8	-104.947	0.15		
9	49.995	4.49	1.822	39.0
10	-291.846	0.46		
11	-157.045	1.22	1.847	23.8
12	113.077 (			
13	50.846	2.64	1.712	52.3
14	-117.710 (			
15	1098.317	1.00	1.610	36.4
16	23.148	10.16		
17	-16.500	1.54	1.723	29.7
18	103.319	8.27	1.487	70.2
19	-24.000	0.15		
20	-674.198	5.59	1.658	50.9
21	-37.633 (			
22	83.582	6.00	1.744	44.8
23	-99.844 (			
24	inf.	32.00	1.516	64.1
25	inf.	0.00		
26	inf.	0.80	1.760	55.0
27	inf.	0.00		
28	inf.	0.20	1.500	65.0
29	inf.	0.00		
30	inf.	2.30	1.490	65.0
31	inf.			

变焦距数据

	W	T
d 6	11.40	3.28
d12	14.55	14.76
d14	1.26	2.82
d21	0.50	6.84
d23	8.00	8.00

偏心与倾斜数据

	Y-Decenter	Y-Tilt
9	-0.01	0.00
10	-0.01	0.00
11	-0.04	0.00
12	-0.04	0.00

表 2

透镜规格与数据

f: 35.7mm- 42.5mm FNO: 2.34- 2.64

 $2\omega = 50.0^\circ \sim 42.8^\circ$

	r	d	nd	Vd
1	99.862	3.24	1.834	37.2
2	555.313	0.20		
3	76.097	1.65	1.487	70.2
4	26.057	7.29		
5	-64.814	1.50	1.535	60.1
6	44.723 (	)		
7	43.733	4.92	1.834	37.2
8	-136.694	3.61		
9	82.896	4.81	1.673	44.4
10	-34.052	1.10	1.844	25.1
11	-3601.855 (	)		
12	32.578	2.74	1.639	58.1
13	-92.204 (	)		
14	-124.064	0.85	1.548	52.1
15	22.329	7.17		
16	-15.775	1.54	1.724	31.1
17	76.153	8.00	1.487	70.2
18	-21.667	0.15		
19	-138.316	4.28	1.658	50.9
20	-37.050 (	)		
21	66.146	6.40	1.744	44.8
22	-86.275 (	)		
23	inf.	32.00	1.516	64.1
24	inf.	0.00		
25	inf.	0.80	1.520	65.0
26	inf.	0.00		
27	inf.	1.70	1.520	65.0
28	inf.	0.00		
29	inf.	0.50	1.520	65.0
30	inf.			

变焦距数据

	W	T
d 6	11.86	5.80
d11	14.09	15.57
d13	1.59	4.37
d20	0.50	2.30
d22	5.00	5.00

偏心与倾斜数据

	Y-Decenter	Y-Tilt
14	0.00	0.01
15	0.00	0.01
21	0.00	0.03
22	0.00	0.03

表 3

透镜规格与数据

f: 36.8mm- 43.8mm FNO: 1.74- 1.89

 $2\omega = 45.8^\circ \sim 39.1^\circ$

	r	d	nd	Vd
1	105.120	1.85	1.596	59.3
2	29.678	6.98		
3	-116.391	1.65	1.487	70.2
4	64.955	3.22		
5	55.702	3.27	1.834	37.2
6	204.055 (	)		
7	91.452	4.26	1.772	49.6
8	-98.093	0.15		
9	53.428	4.01	1.772	49.6
10	-1378.069	0.79		
11	-155.089	1.50	1.847	23.8
12	251.082 (	)		
13	65.396	3.19	1.697	55.5
14	-69.039 (	)		
15	-117.255	1.00	1.587	39.3
16	23.897 (	)		
17	-17.199	1.54	1.710	29.5
18	93.433	8.69	1.487	70.2
19	-24.699	0.15		
20	-1379.705	5.68	1.658	50.9
21	-39.314 (	)		
22	73.157	6.03	1.744	44.8
23	-120.125 (	)		
24	inf.	32.00	1.516	64.1
25	inf.	0.00		
26	inf.	0.80	1.760	55.0
27	inf.	0.00		
28	inf.	0.20	1.500	65.0
29	inf.	0.00		
30	inf.	2.30	1.490	65.0
31	inf.			

变焦距数据

	W	T
d 6	12.31	2.76
d12	13.64	14.24
d14	1.25	1.96
d16	9.03	9.84
d21	0.50	7.93
d23	4.80	4.80

偏心与倾斜数据

	Y-Decenter	Y-Tilt
9	-0.21	0.00
10	-0.21	0.00
15	-0.16	0.00
16	-0.16	0.00

表 4

透镜规格与数据

f: 36.9mm- 43.9mm FNO: 2.00- 2.21 $2\omega = 51.7^\circ \sim 44.3^\circ$

	r	d	nd	Vd
1	83.188	2.00	1.563	62.2
2	28.105	8.44		
3	-143.242	1.85	1.487	70.2
4	58.394	4.75		
5	49.284	2.85	1.834	37.2
6	84.707 (	)		
7	66.763	4.83	1.772	49.6
8	-161.832	1.42		
9	(	5.07	1.806	40.9
10	-65.502	0.08		
11	-65.358	1.65	1.847	23.8
12	-1529.555 (	)		
13	68.655	2.66	1.765	43.8
14	-85.931 (	)		
15	2470.621	1.00	1.646	32.9
16	24.322	10.74		
17	-16.664	1.54	1.724	31.0
18	106.430	9.13	1.497	81.5
19	-25.040	0.15		
20	-569.795	6.60	1.658	50.9
21	-38.090 (	)		
22	86.032	6.88	1.744	44.8
23	-111.369 (	)		
24	inf.	32.00	1.516	64.1
25	inf.	0.00		
26	inf.	0.80	1.760	55.0
27	inf.	0.00		
28	inf.	0.20	1.500	65.0
29	inf.	0.00		
30	inf.	2.30	1.490	65.0
31	inf.			

变焦距数据

	W	T
d 6	11.85	2.91
d12	15.96	15.99
d14	1.07	2.38
d21	0.50	8.09
d23	8.00	8.00

非球面数据

	c(1/r)	k	A	B	C	D	E
9	1.048e-02	-2.375e+00	-1.103e-06	-2.327e-10	-3.348e-13	-2.344e-15	0.000e+00

偏心与倾斜数据

	Y-Decenter	Y-Tilt
17	0.00	0.15
18	0.00	0.28
19	0.00	0.28
20	0.00	0.27
21	0.00	0.09

根据上述实施例，可以实现这样的投影光学系统和应用它的投影装置，此投影光学系统可用于简化投影装置的整体结构，保持高的光学性能和将图像信息于屏面上作上方投影。

在实施形态中虽然列举阐述了图像显示元件（液晶显示屏）的中心和被投影面的中心，相对于投影光学系统的基准光轴，沿重力方向移位的情况，但本发明的适用范围并不局限于此，也可适用于在重力方向和/或水平方向有移位的状况。也就是说，图像显示元件的中心和被投影面的中心相对于投影光学系统的基准光轴，可以沿水平方向移位，也可沿重力方向和水平方向（即相对于重力方向的倾斜方向、或相对于水平方向的倾斜方向）移位。这种情况中，最好在投影光学系统中，使光学元件移位方向与图像显示元件中心和被投影面中心相对于投影光学系统的基准光轴的移位方向实质上平行，或者光学元件的倾斜方向与图像显示元件中心和被投影面中心相对于投影光学系统的基准光轴的移位方向实质上平行。

此外，根据所述实施例，由于不用使装置整体复杂化的特别方式也能利用光学元件的偏心来校正像差，从而能借比既有系统少的结构要素来实现高分辨率的投影光学系统。再有，也能通过与既有系统相同的结构来实现具有小型、轻量的例如固定移位机构的液晶式投影光学系统。

图 7

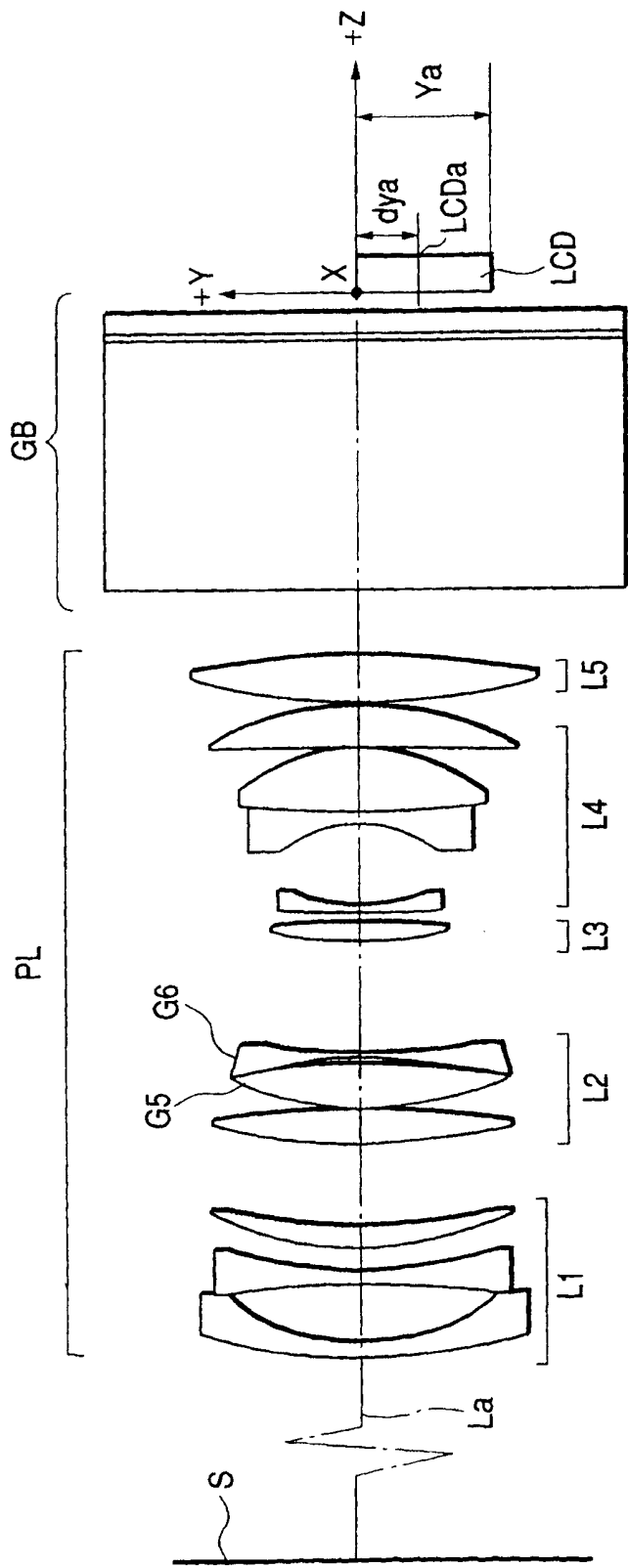


图2

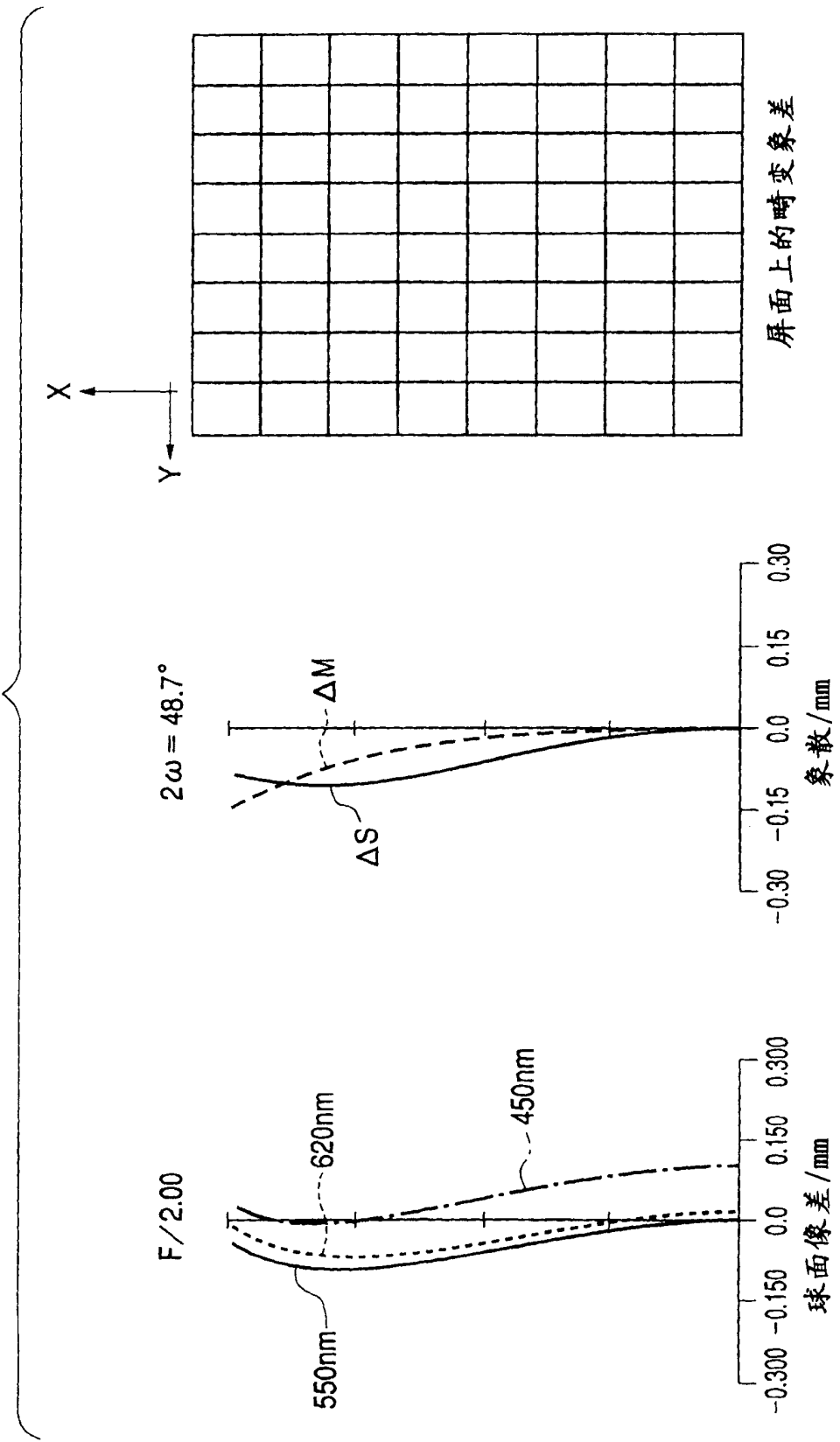


图 3

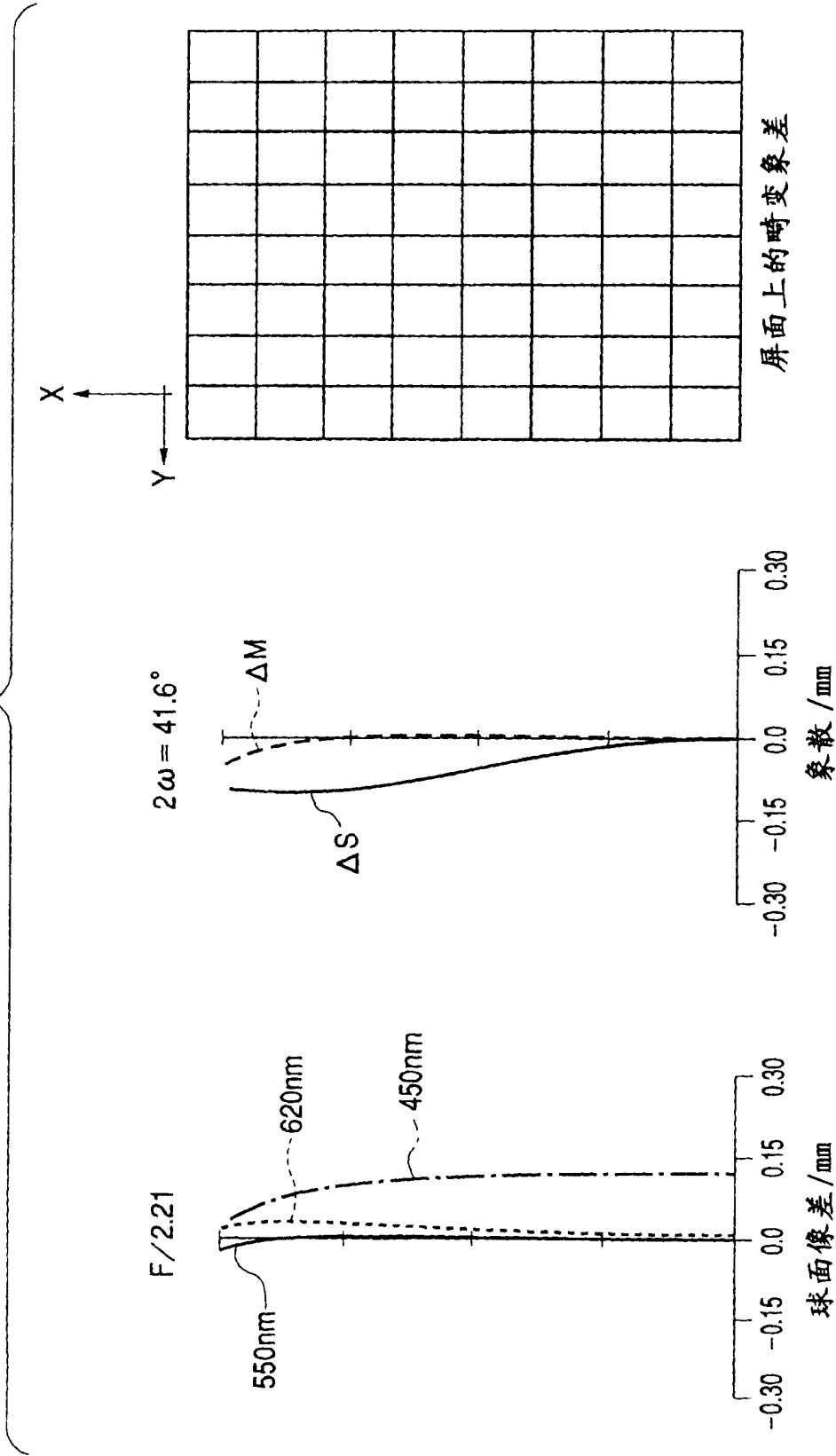


图4

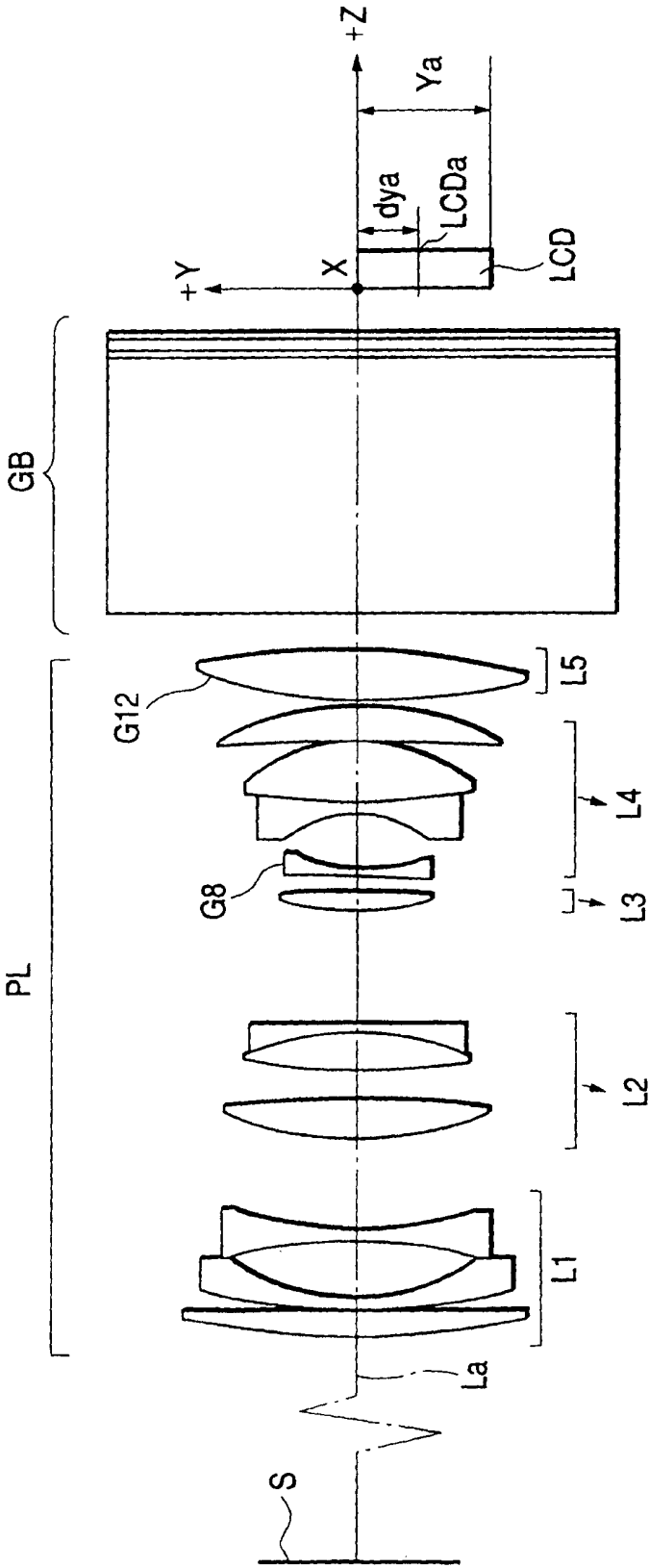


图 5

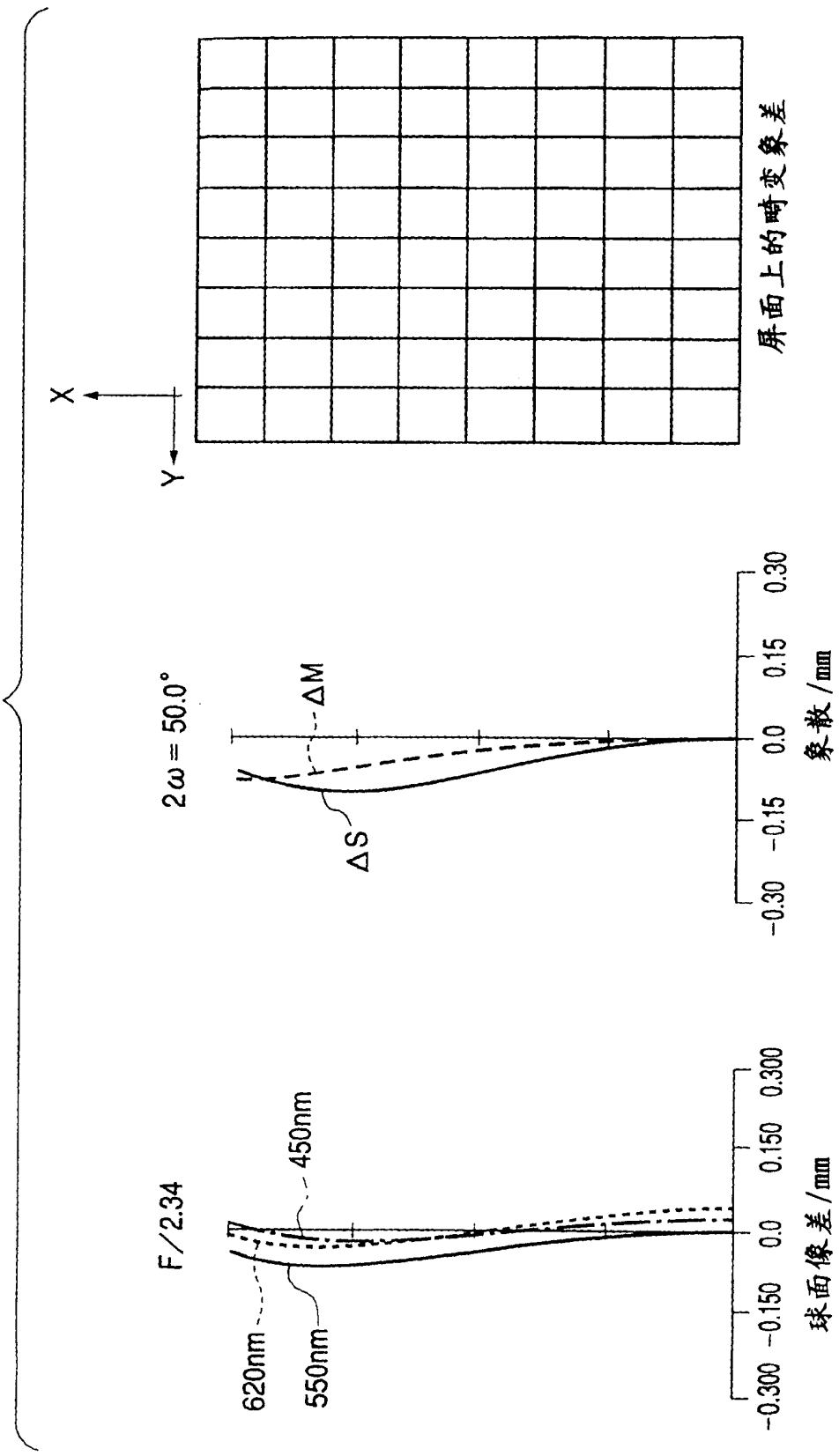


图6

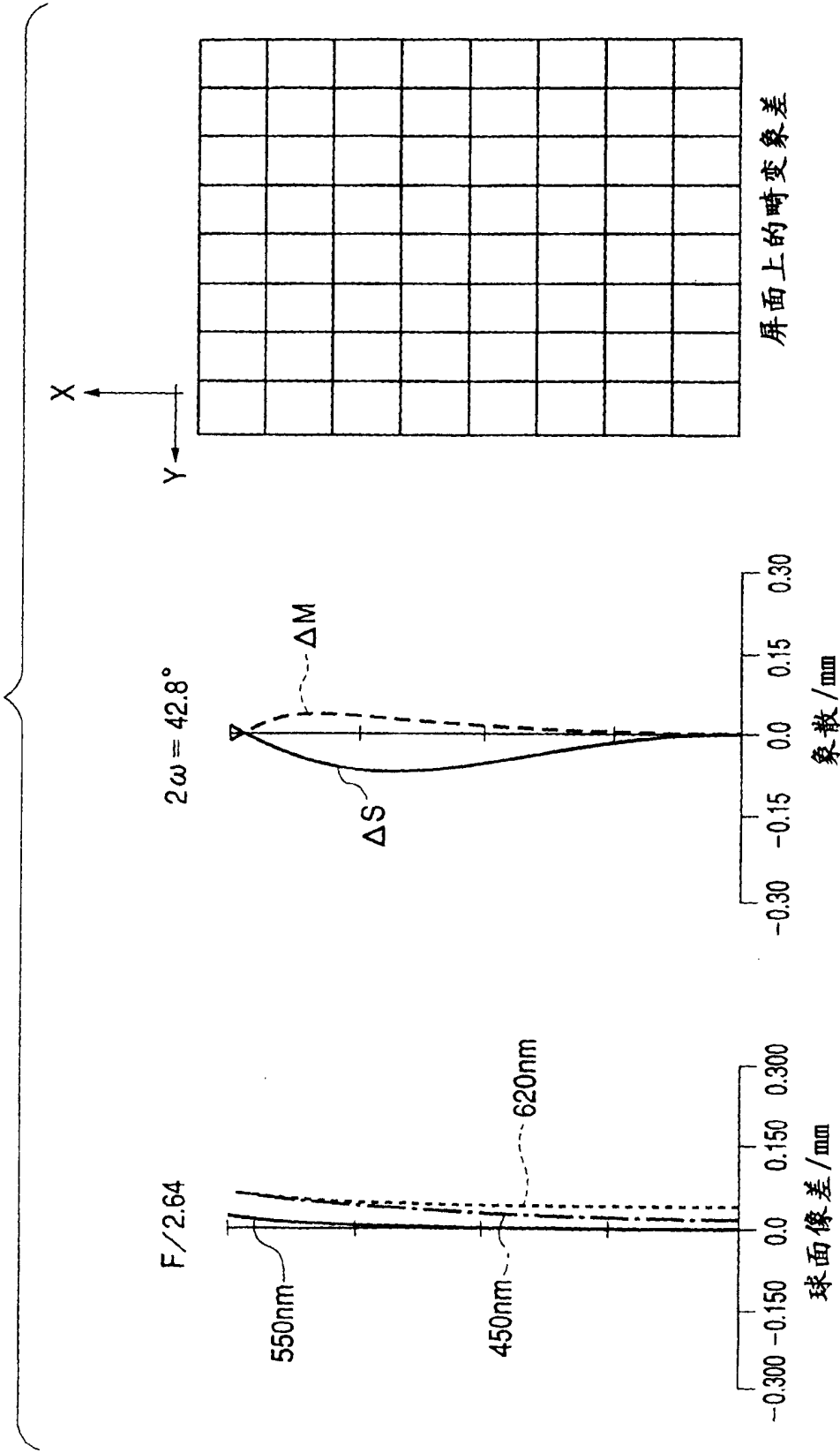


图 8

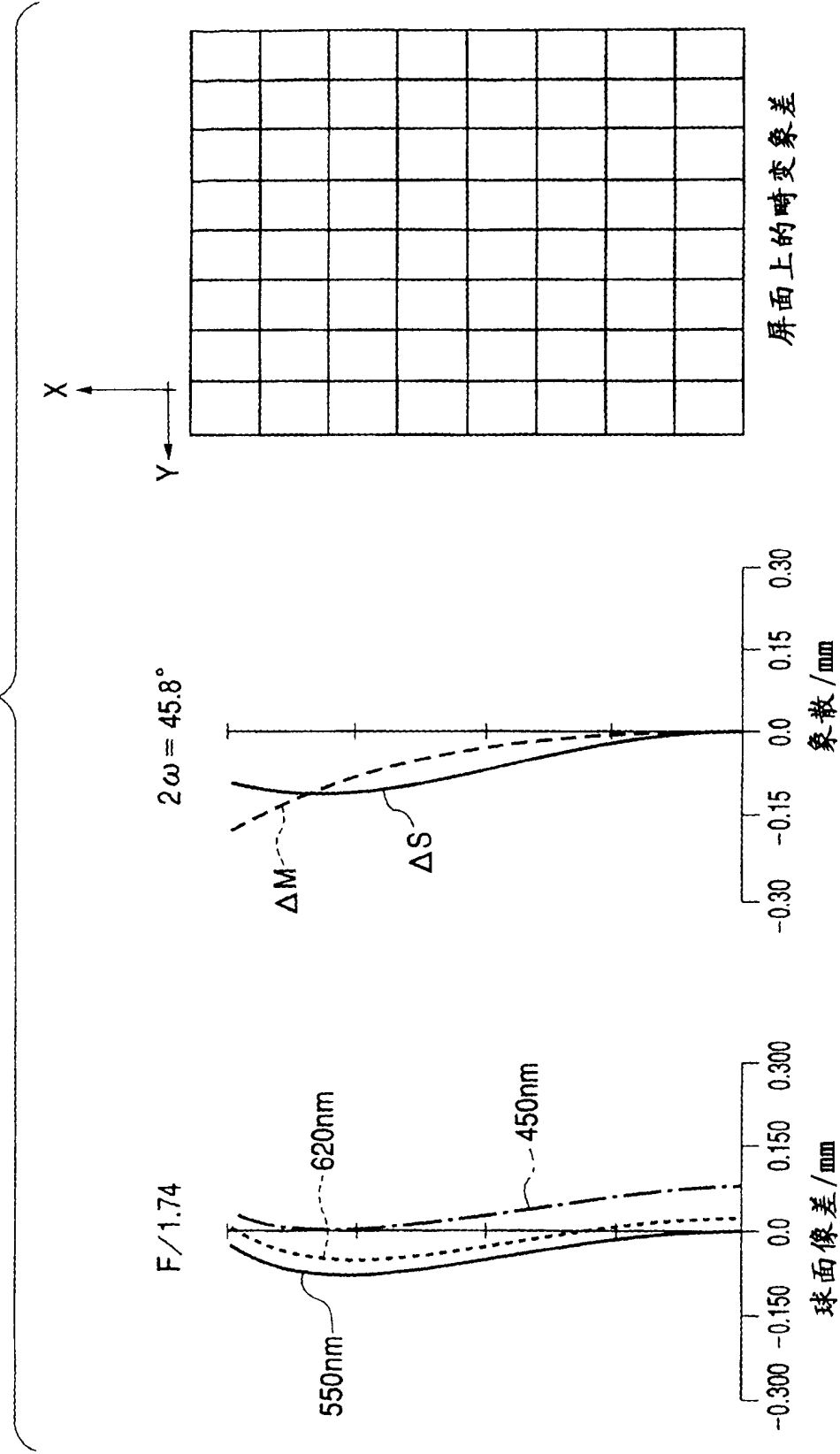


图9

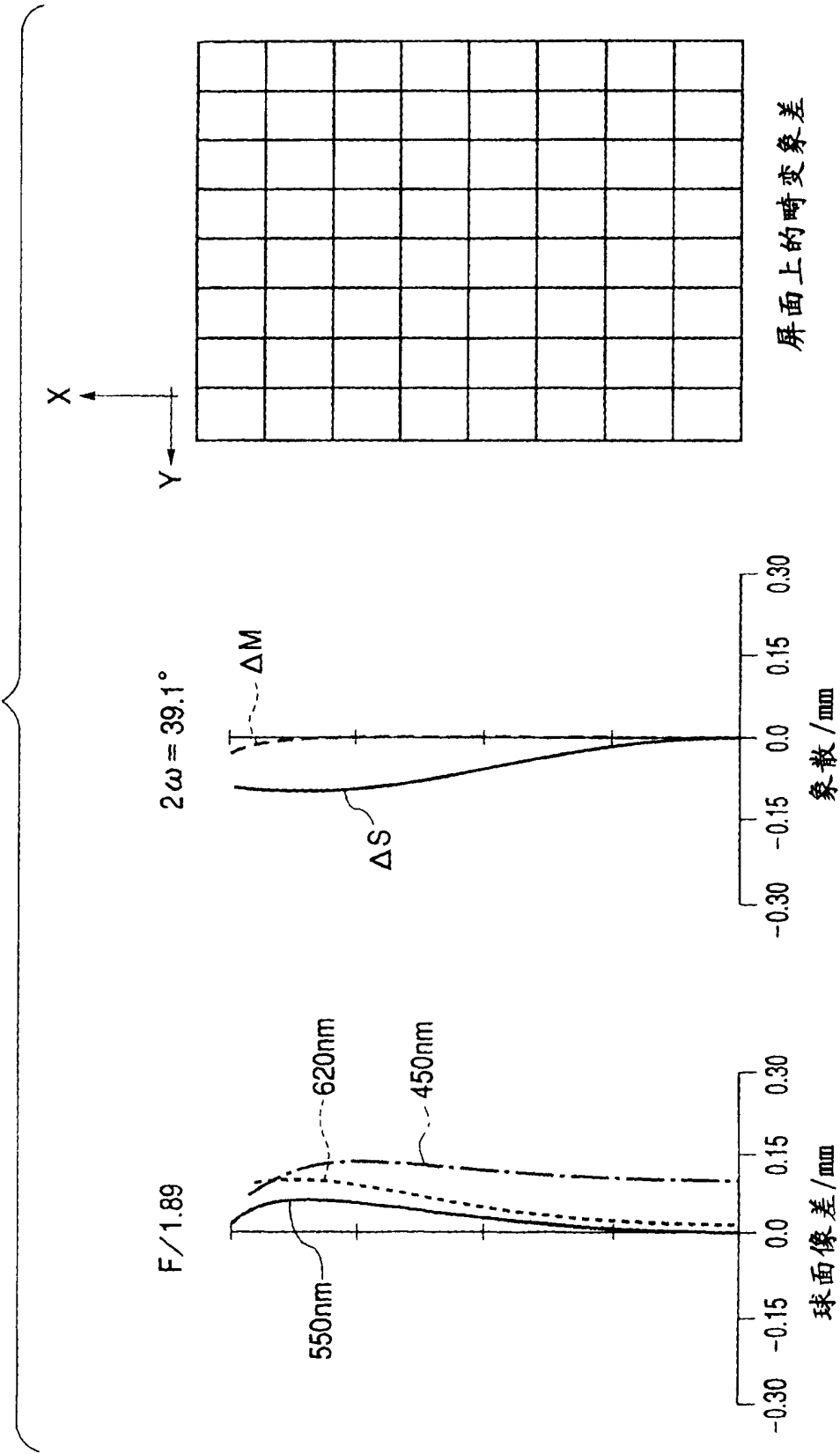


图10

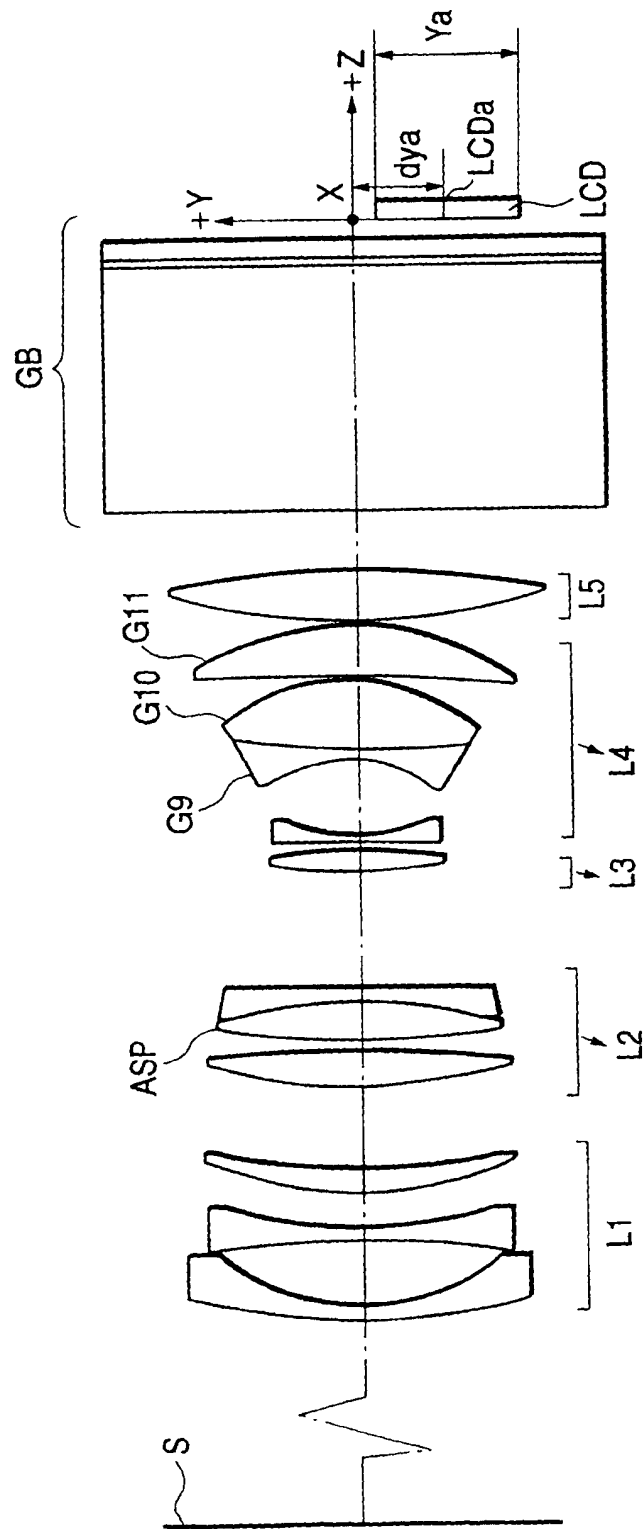


图 11

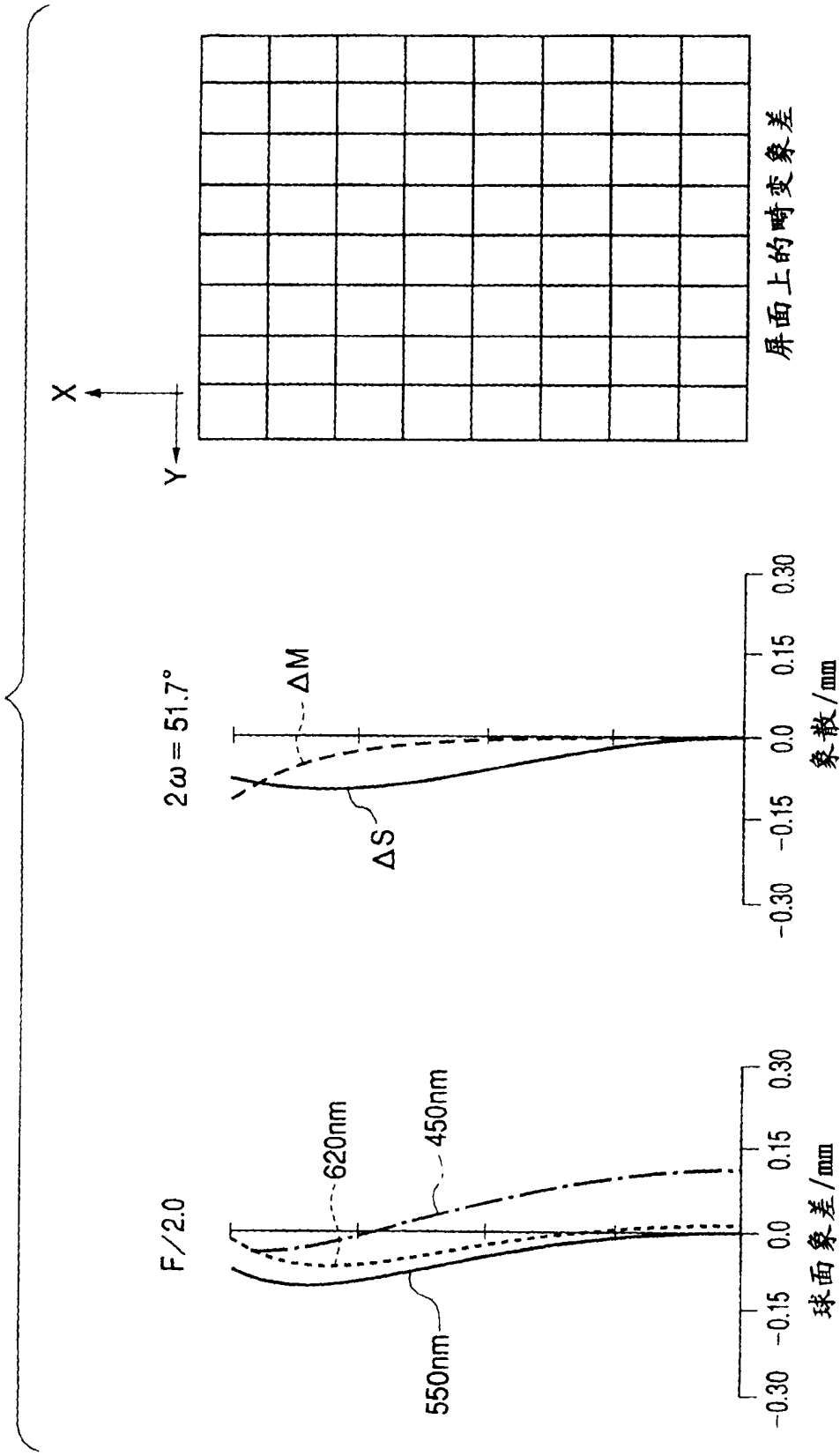


图12

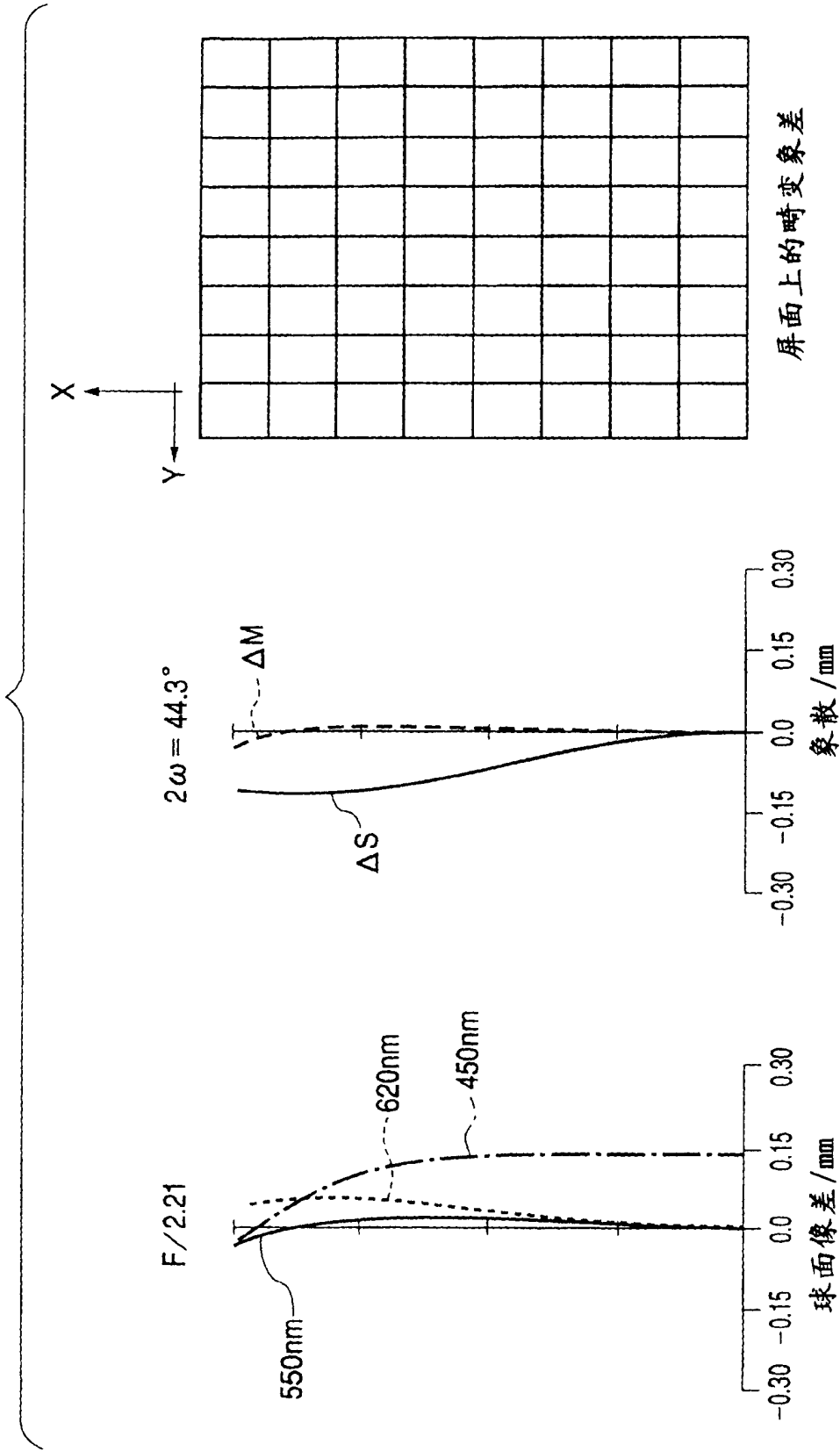


图13

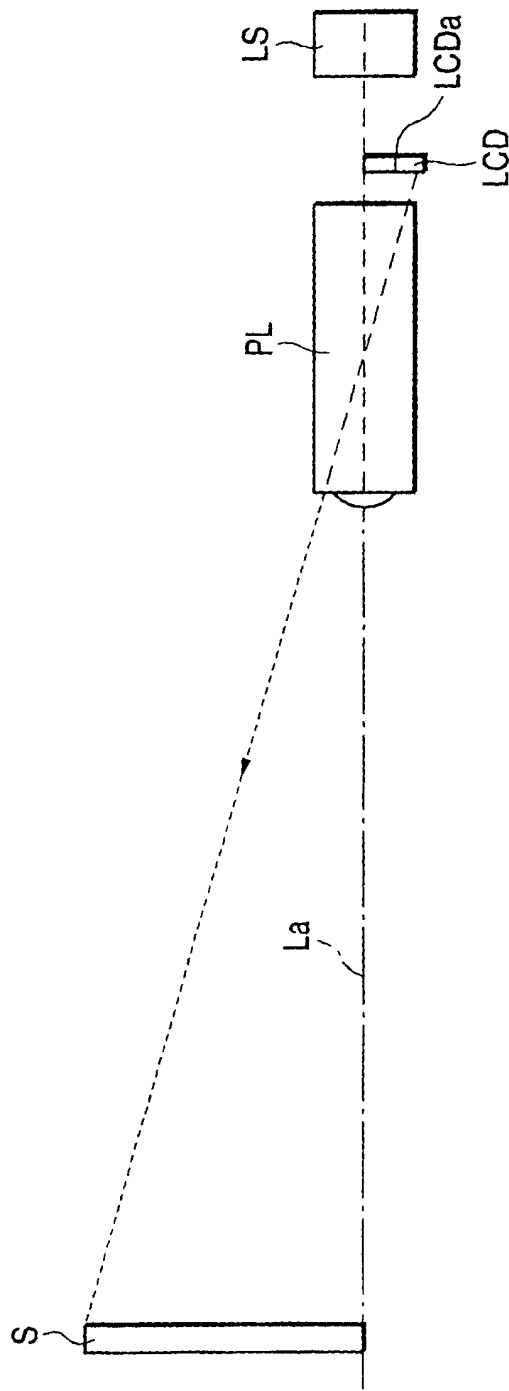


图14

