

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 26/06 (2006.01)

G11B 7/125 (2006.01)

G11B 7/135 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02804323.5

[45] 授权公告日 2009年6月24日

[11] 授权公告号 CN 100504496C

[22] 申请日 2002.1.29 [21] 申请号 02804323.5

[30] 优先权

[32] 2001.1.30 [33] JP [31] 021143/01

[32] 2001.4.17 [33] JP [31] 117845/01

[86] 国际申请 PCT/JP02/00676 2002.1.29

[87] 国际公布 WO02/061488 日 2002.8.8

[85] 进入国家阶段日期 2003.7.30

[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 虫鹿由浩 滝沢辉之

[56] 参考文献

JP11-231234A 1999.8.27

JP10-222856A 1998.8.21

CN1177112A 1998.3.25

JP2000-182268A 2000.6.30

US5079544A 1992.1.7

CN1191986A 1998.9.2

US6028689A 2000.2.22

JP11-305159A 1999.11.5

CN1116716A 1996.2.14

审查员 刘汉承

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

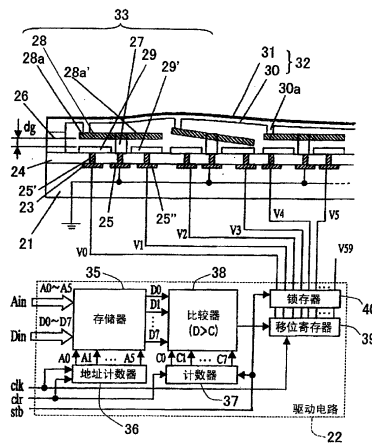
权利要求书4页 说明书64页 附图26页

[54] 发明名称

可形变镜子和备有该可形变镜子的信息装置

[57] 摘要

可形变镜子，其特征是：它是备有基片；具有由上述基片支持的，可以被个别驱动的多个光反射区域的反射器的可形变镜子，进一步备有独立地驱动上述多个光反射区域中的各个区域，从而控制各光反射区域和上述基片的配置关系的多个驱动部分，上述多个驱动部分中的各个部分备有由上述基片支持的多个电极、由于被上述多个电极中选出的一个电极所吸引，以转动轴为中心转动的转动部件、和按照上述转动部件的运动，使上述反射区域的特定部位和上述基片的距离变化的作用部件。



1. 一种可形变镜子，其特征是：备有基片和反射器，该反射器由上述基片所支持，具有被独立驱动的多个光反射区域；

上述可形变镜子进一步备有多个驱动部分，该多个驱动部分独立地驱动上述多个光反射区域中的各个区域，从而控制各光反射区域和上述基片之间的配置关系；

上述多个驱动部分中的每一个分别备有：

由上述基片支持的多个电极；

转动部件，由于被上述多个电极中选出的一个电极所吸引，而以转动轴为中心转动；和

耦合部件，在离开上述转动轴的位置上使上述转动部件和与上述反射器耦合起来；

按照上述转动部件的运动，上述耦合部件让上述光反射区域在与上述基板垂直的方向上改变位置。

2. 权利要求1所述的可形变镜子，其特征是：

上述转动部件具有配置在上述转动轴上的支持部分和与上述支持部分耦合的平板部分，

上述转动部件的上述平板部分包含对于上述转动轴对称的第1导电性部分和第2导电性部分，

上述多个电极包含通过间隙与上述平板部分的第1导电性部分相对地配置的第1电极和通过间隙与上述平板部分的第2导电性部分相对地配置的第2电极。

3. 权利要求2所述的可形变镜子，其特征是：上述反射器的各光反射区域，通过上述耦合部件，与在对应的上述驱动部分中的上述平板部分的第1导电性部分和第2导电性部分中的一个耦合起来。

4. 权利要求3所述的可形变镜子，其特征是：在从上述多个驱动部分中选出的驱动部分中，通过进行使上述平板部分的上述第1导电性部分与上述第1电极的间隔和上述平板部分的上述第2导电性部分与上述第2电极的间隔中的任何一方相对地变短的操作，使在与上述驱动部分耦合的

上述光反射区域的表面上的曲率变化。

5. 权利要求 4 所述的可形变镜子,其特征是:上述操作通过在上述选出的驱动部分中的上述第 1 电极和上述第 2 电极中的任何一方上加上比另一方高的电位来实施。

6. 权利要求 1 所述的可形变镜子,其特征是:

上述反射器由它的周边固定在上述基片上的可形变的膜构成,预先在上述膜上给予张力。

7. 权利要求 6 所述的可形变镜子,其特征是:

上述反射膜由具有热膨胀系数比上述基片的热膨胀系数大的材料构成,

上述反射膜在比使用温度高的高温下形成。

8. 权利要求 7 所述的可形变镜子,其特征是:上述耦合部件是从上述膜突出且由与上述膜材料相同的材料形成的部分。

9. 权利要求 8 所述的可形变镜子,其特征是:在各驱动部分中的上述耦合部件与转动轴的距离根据在上述基片上的上述驱动部分的位置而变化。

10. 权利要求 6 所述的可形变镜子,其特征是:上述反射器在位于它的周边的内侧的固定点上被固定在上述基片上。

11. 权利要求 10 所述的可形变镜子,其特征是:上述多个驱动部分包含第 1 驱动部分和第 2 驱动部分,该第 2 驱动部分配置在比上述第 1 驱动部分距离上述固定点更近的位置上,

上述第 1 驱动部分与上述第 2 驱动部分相比,将对应的耦合部件与转动轴的距离设定得较小。

12. 权利要求 1 所述的可形变镜子,其特征是:

上述反射器由相互分离的多个微型镜子构成,

上述多个微型镜子分别与上述多个驱动部分中的不同的驱动部分耦合,独立地改变位置。

13. 权利要求 12 所述的可形变镜子,其特征是:

当没有将驱动信号给予上述驱动部分时,上述微型镜子的反射面排列在曲率为零的假想的同一平面上,

当将驱动信号给予上述驱动部分时，上述反射面对于上述平面向前方或后方改变位置。

14. 权利要求 12 所述的可形变镜子，其特征是：

上述多个微型镜子具有与上述转动轴平行的方向上的长度比与上述转动轴正交的方向上的长度要长的形状，

上述驱动部分具有与上述转动轴正交的方向上的长度比与上述转动轴平行的方向上的长度要长的形状。

15. 权利要求 1 所述的可形变镜子，其特征是：进一步备有电压施加电路，其接受用于指定从上述多个驱动部分中选出的驱动部分的地址信号和向由上述地址信号指定的上述驱动部分给予的驱动信号，根据上述地址信号和上述驱动信号，在上述选出的驱动部分中的上述电极上施加电压。

16. 权利要求 15 所述的可形变镜子，其特征是：上述电压施加电路备有：

地址计数器，根据第 1 时钟信号循环地更新 n 个输出值，其中 n 为 2 以上的整数；

计数器，根据将第 1 时钟分频成 n 份产生的第 2 时钟信号更新输出值；

存储器，与上述地址计数器的输出相应地输出存储的驱动信号；

比较器，比较上述存储器的输出与上述计数器的输出；

移位寄存器，与第 1 时钟信号相应地使上述比较器的输出移位；和

锁存部分，与上述第 2 时钟信号相应地锁存上述移位寄存器的输出。

17. 一种信息装置，其特征是：用从光源射出的去路光照射媒体，根据由上述媒体调制的归路光检测上述媒体保有的信息，备有

波面检测器，关于包含在横切上述归路光的光轴的截面中的多个检测区域中的各个区域，检测上述归路光的波面；

波面校正器，根据设置在上述去路光和/或归路光的光程中，排列在横切上述光程的面上的多个驱动部分的操作，局部地改变上述去路光和/或归路光的光程长；和

控制部分，根据上述波面检测器的多个输出将多个驱动信号供给上述波面校正器，再构成上述归路光的全体波面；

上述波面校正器备有权利要求 1 到 16 中任何一项所述的可形变镜子。

18. 一种补偿光学装置，其特征是：备有权利要求 1 到 16 中任何一项所述的可形变镜子和接受由媒体对由上述可形变镜子反射的光进行调制得到的光的光检测器，

上述可形变镜子和上述光检测器集成在同一基片上。

19. 一种信息装置，其特征是：备有权利要求 18 所述的补偿光学装置。

可形变镜子和备有该可形变镜子的信息装置

技术领域

本发明涉及备有可以改变位置的光反射区域的可形变镜子（deformable mirror）和能够从媒体读出信息和/或将信息写入媒体的信息装置。又，本发明检测校正从外部光源入射的光束或来自内部备有的光源的光束的波面的补偿光学装置和波面检测装置。

背景技术

作为光学地检测信息的信息装置的已有技术例，我们说明光盘装置。在光盘装置中，将从激光源射出的去路光照射在作为记录媒体的光盘上，检测被反射的归路光的强度变化。而且，能够根据该归路光的强度变化，检测记载在光盘中的信息。在这种信息装置中，为了进行可靠性高的再生或记录，必须良好地保持光束的光点形状。因此，抑制光程中发生的光束的波面象差是重要的。

在光盘装置的情形中，在发生波面象差的要因中，存在着由光束的光轴与光盘记录面的倾斜、光盘基材厚度的变化、附着在光盘上的指纹等的污垢产生的影响等的种种因素，波面象差的种类也与发生波面象差的要因有关而不同。例如，在由倾斜引起的波面象差中，彗形象差和象散起支配作用，在由光盘基材厚度的变化引起的波面象差中，球面象差起支配作用。

至今，已经提出了从激光头的输出信号检测特定种类的象差，对其进行校正的技术，这种构成，例如，记载在日本 2000 年公布的 2000-155979 号专利公报中。我们参照图 26 (a) 和 (b)，说明上述专利公报中记载的已有的信息装置。

在这种信息装置中，如图 26 (a) 所示，从半导体激光器等光源 101 射出的光束通过半透明镜 302 由准直仪透镜 303 变换成大致平行光后，

透过波面变换元件 304。此后，透过波面变换元件 304 的光，通过物镜 305 越过光盘 306 的基片入射到记录再生信息面上。

在光盘 306 的记录再生信息面上反射的光束，再次透过基片，顺次地透过物镜 305、波面变换元件 304 和准直仪透镜 303。而且，在半透明镜 302 上反射后，在全息图 302 上被衍射，入射到信号检测用的光检测器 307。

光检测器 307 由检测信息信号、聚焦信号和跟踪信号等的控制信号、和光束的象差的管脚二极管等的光检测元件构成。这些检测元件，存在着对于各个信号检测中的每一个单独地构成的情形、和将功能统合起来兼有许多功能的情形。在信号处理电路 308 中对检测出的象差进行处理，驱动波面变换元件 304。

波面变换元件 304 是在被 2 块玻璃基片夹住的部分中封入液晶中的元件。波面变换元件 304 将光束通过的部分划分成多个区域，可以独立地在各个区域上加上电压，使对应部分的折射率变化，从而改变波面的相位。

作为光检测器 307 和全息图 309 的一个例子，图 26 (b) 表示为了在波面象差中特别地检测彗形象差的构成。在从光盘反射会聚的归路光束 312 中，只有通过 $Y>0$ 的区域的大致中央部分 313 的光束与通过区域 313 以外的区域的光束分离开来，被会聚在 2 分割的光检测器 317a, 317b 上，形成光点 314。这里，当不发生象差时，光点 314 是为了聚焦并形成在光检测器 317a, 317b 的分割线上而构成的。为了能够取出当在 Y 轴方向发生彗形象差时，对于通过除它以外的区域的光束相位超前，或者滞后的光束而设定区域 313。

当通过区域 313 的光束相位滞后时，该光束成为会聚在光检测器的检测面后方那样的光束，光检测器 317a 的输出比光检测器 317b 的输出大。反之，当通过区域 313 的光束相位超前时，该光束成为会聚在光检测器的检测面前方那样的光束，光检测器 317a 的输出比光检测器 317b 的输出小。这样一来，通过检测 2 分割光检测器 317a, 317b 的输出差信号，判别彗形象差的量和符号。

作为光检测器 307 和全息图 309 的其它例子，图 26 (c) 表示为了特

别地检测球面象差的构成。光轴 310 通过 X-Y 坐标系的原点。在从光盘反射会聚的归路光束 322 中，只使通过在被以光轴 310 为中心的直径不同的 2 个同心圆夹着的区域中的 $Y>0$ 的区域 323 的光束与通过区域 323 以外的区域的光束分离开来，被会聚在 2 分割的光检测器 317a, 317b 上，形成光点 324。这里，当不发生象差时，光点 324 是为了聚焦并形成在光检测器 317a, 317b 的分割线上而构成的。当发生球面象差时，为了能够取得对于通过除它以外的区域的光束相位超前，或者滞后的光束而设定区域 323。

当通过区域 323 的光束相位滞后时，该光束成为会聚在光检测器的检测面后方那样的光束，光检测器 317a 的输出比光检测器 317b 的输出大。反之，当通过区域 323 的光束相位超前时，该光束成为会聚在光检测器的检测面前方那样的光束，光检测器 317a 的输出比光检测器 317b 的输出小。这样一来，通过检测 2 分割光检测器 317a, 317b 的输出差信号，判别球面象差的量和符号。关于其它的象差，例如即便关于象散，如果最佳地设计光检测器 307 和全息图 309 的配置和形状则也可以检测出来。

又，除了对于波面变换元件 304 的液晶方式以外，还具有使柔软的可形变镜子形变控制光程长的可形变镜子方式，在日本平成 11 年公布的 11-14918 号专利公报中揭示了这种技术内容。这种技术具有将金属薄膜蒸发在柔软的形变板的表面作为镜子的一面，在形变板的里面一侧在以所定间隙相对地配置的位置上设置电极，在该电极上加上电压通过静电力吸引形变板并使形变板发生形变的构成。

在上述那样的信息装置中，存在着以下那样的课题。

首先第一，因为波面象差的检测和校正限定于特定的类型，所以要与任意的波面象差对应是困难的。例如，如图 26 (b) 所示，当为了能够检测 Y 轴方向的彗形象而设计全息图 309 和光检测器 307 时，就不能够正确地检测除此以外的波面象差 (X 轴方向的彗形象差、球面象差、象散等等)。图 26 (c) 所示的情形也是相同的，不能够正确地检测除波面象差以外的象差。然而一般的波面象差如已经述说的那样是由于倾斜、光盘基材厚度的零散和双折射、指纹等的污垢等的复合要因而发生的，不一定只发生特定类型的象差。

这样要用根据特定的波面象差类型的象差检测构成来高精度地检测各种不同种类的波面象差是困难的。同样，在波面象差的校正中，例如彗形象差校正用的液晶驱动用的电极图案和球面象差校正用的是相互不同的，要用根据特定的波面象差的图案的象差校正构成来高精度地校正各种不同种类的波面象差也是困难的。

第二，要使波面校正的校正范围与响应性和精度同时成立是困难的。在用液晶的波面变换元件的情形中，如果使液晶层变厚则可以使波面的校正范围变宽，但是另一方面伴随着透过效率减少和响应速度降低、电极图案之间的光程长的不连续性增大导致校正精度恶化，要使这些特性同时成立是困难的。又，在用可形变镜子的波面变换元件中，因为只有使形变板操作的静电力为吸引力，所以存在着用已有例那样的构成只能在使形变板接近电极的方向上进行主动驱动那样的课题。从而，作为向相反方向的驱动力只有由于暂时形变的形变板的复原力引起的被动力，因为缺少驱动力的对称性所以控制精度和响应性很低。又，因为利用这种被动力进行双向驱动，所以由于不能不将某种程度预先发生形变的位置作为基准面，要通过驱动灵敏度的个别平衡等稳定地再现基准面的形状是困难的，因此使校正精度恶化。

本发明的主要目的是提供能够与各种不同类型的象差对应，可以高精度进行校正范围广，响应性卓越的波面象差的校正的可形变镜子和备有该镜子的信息装置。

又，本发明的其它目的是提供容易小型化、低成本化的相对位置精度高的补偿光学装置和波面检测装置。

发明内容

根据本发明的可形变镜子备有基片和反射器，该反射器由上述基片所支持，具有被独立驱动的多个光反射区域；上述可形变镜子进一步备有多个驱动部分，该多个驱动部分独立地驱动上述多个光反射区域中的各个区域，从而控制各光反射区域和上述基片之间的配置关系；上述多个驱动部分中的每一个分别备有：由上述基片支持的多个电极；转动部件，由于被上述多个电极中选出的一个电极所吸引，而以转动轴为中心转动；和

耦合部件，在离开上述转动轴的位置上使上述转动部件和与上述反射器耦合起来；按照上述转动部件的运动，上述耦合部件让上述光反射区域在与上述基板垂直的方向上改变位置。

在某个优先的实施形态中，上述多个驱动部分分别与对应的反射区域耦合起来。

在某个优先的实施形态中，上述转动部件具有配置在上述转动轴上的支持部分和与上述支持部分耦合的平板部分，上述转动部件的上述平板部分包含对于上述转动轴对称的第1导电性部分和第2导电性部分，上述多个电极包含通过间隙与上述平板部分的第1导电性部分相对地配置的第1电极和通过间隙与上述平板部分的第2导电性部分相对地配置的第2电极。

在某个优先的实施形态中，上述反射器的各光反射区域，通过作为上述作用部件起作用的耦合部件，与在对应的上述驱动部分中的上述平板部分的第1导电性部分和第2导电性部分中的一个耦合起来。

在某个优先的实施形态中，在从上述多个驱动部分中选出的驱动部分中，通过进行使上述平板部分的上述第1导电性部分与上述第1电极的间隔、和上述平板部分的上述第2导电性部分与上述第2电极的间隔中的任何一方相对地变短的操作，能够使在与上述驱动部分耦合的上述光反射区域的表面上的曲率变化。

在某个优先的实施形态中，上述操作通过在上述选出的驱动部分中的上述第1电极和上述第2电极中的任何一方上加上比另一方高的电位来实施。

在某个优先的实施形态中，上述反射器由它的周边固定在上述基片上的可形变的膜构成，预先在上述膜上给予张力。

在某个优先的实施形态中，上述反射膜由具有热膨胀系数比上述基片的热膨胀系数大的材料构成，上述反射膜在比使用温度高的高温下形成。

在某个优先的实施形态中，上述耦合部件是从上述膜突出且由与上述膜材料相同的材料形成的部分。

在某个优先的实施形态中，在各驱动部分中的上述耦合部件与转动轴的距离根据在上述基片上的上述驱动部分的位置而变化。

在某个优先的实施形态中，上述反射器在位于它的周边的内侧的固定点上被固定在上述基片上。

在某个优先的实施形态中，上述多个驱动部分包含第 1 驱动部分和第 2 驱动部分，该第 2 驱动部分配置在比上述第 1 驱动部分距离上述固定点更近的位置上，上述第 1 驱动部分与上述第 2 驱动部分相比，将对应的耦合部件与转动轴的距离设定得较小。

在某个优先的实施形态中，上述反射器是由相互分离的多个微型镜子构成的，上述多个微型镜子分别与上述多个驱动部分中的不同的驱动部分耦合，可以独立地改变位置。

在某个优先的实施形态中，当没有将驱动信号给予上述驱动部分时，上述微型镜子的反射面排列在实质上曲率为零的假想的同一平面上，当将驱动信号给予上述驱动部分时，上述反射面对于上述平面向前方或后方改变位置。

在某个优先的实施形态中，上述多个微型镜子具有与上述转动轴平行的方向上的长度比与上述转动轴正交的方向上的长度要长的形状，上述驱动部分具有与上述转动轴正交的方向上的长度比与上述转动轴平行的方向上的长度要长的形状。

在某个优先的实施形态中，进一步备有电压施加电路，其接受用于指定从上述多个驱动部分中选出的驱动部分的地址信号和向由上述地址信号指定的上述驱动部分给予的驱动信号，根据上述地址信号和上述驱动信号，在上述选出的驱动部分中的上述电极上施加电压。

在某个优先的实施形态中，上述电压施加电路备有根据第 1 时钟信号循环地更新 n (n 为 2 以上的整数) 个输出值的地址计数器、根据将第 1 时钟分频成 n 份产生的第 2 时钟信号更新输出值的计数器、与上述地址计数器的输出相应地输出存储的驱动信号的存储器、比较上述存储器的输出与上述计数器的输出的比较器、与第 1 时钟信号相应地使上述比较器的输出移位的移位寄存器、和与上述第 2 时钟信号相应地锁存上述移位寄存器的输出的锁存部分。

根据本发明的信息装置是用从光源射出的去路光照射媒体，根据由上述媒体调制的归路光检测上述媒体保有的信息的信息装置，备有关于包含在横切上述归路光的光轴的截面中的多个检测区域中的各个区域，检测上述归路光的波面的波面检测器、根据设置在上述去路光和/或归路光

的光程中，排列在横切上述光程的面上的多个驱动部分的操作，局部地改变上述去路光和/或归路光的光程长的波面校正器、和根据上述波面检测器的多个输出将多个驱动信号供给上述波面校正器，再构成上述归路光的全体波面的控制部分。

在某个优先的实施形态中，上述控制部分具有备有非对角的变换要素的多输入多输出变换部分。

在某个优先的实施形态中，上述波面检测器备有关于上述检测区域中的各个区域，独立地偏转上述归路光的偏转器、和具有备有接受关于上述检测区域中的各个区域，由上述偏转器偏转的上述归路光的多个受光部分的分割光探测器的光检测器，比较上述分割光探测器的多个分割部分中的各个分割部分的输出，检测在上述归路光的各检测区域中的波面。

在某个优先的实施形态中，将配置在上述归路光的强度相对低的部分中的检测区域的面积设定得比配置在上述归路光的强度相对来说较高的部分中的检测区域的面积大。

在某个优先的实施形态中，上述归路光具有与离光程中心的距离相应地减少的强度分布，将横切上述光程中心的检测区域的面积设定得比其检测区域的面小，设定随着离开上述光程中心，检测区域的面积增大，离开上述光程中心的距离相同的检测区域的形状是相互大致相同的，对于上述光程中心具有转动对称性。

在某个优先的实施形态中，上述媒体具有沿所定方向的衍射沟，与由上述衍射沟产生的干涉条件相应地分割上述多个检测区域，在同一个上述检测区域内，为了使上述干涉条件大致相同而进行设定。

在某个优先的实施形态中，将上述检测区域分割成使由上述衍射沟产生的干涉条件大致相同的多个区域。

在某个优先的实施形态中，上述偏转器包含具有对每个上述检测区域都不同的衍射光栅图案的全息图，上述全息图将归路光偏转到对每个检测区域都不同的至少 2 个偏转方向，偏转到包含在上述 2 个偏转方向中的第 1 偏转方向的归路光被在第 1 分割方向上设置分割线的第 1 分割探测器所接受，偏转到包含在上述 2 个偏转方向中的第 2 偏转方向的归路光被在至少与第 1 分割方向不同的第 2 分割方向上设置分割线的第 2 分

割探测器所接受，比较由上述各分割线分割的探测器的输出，检测作为上述分割线的法线方向的不同的2个方向的波面成分。

在某个优先的实施形态中，备有根据归路光检测媒体保有的信息的媒体信息检测部分、和根据上述媒体信息检测部分的输出生成使上述波面检测器的输出有效的定时的定时部分，上述波面检测器，根据从上述定时部分输出的上述定时，检测上述归路光的局部波面。

在某个优先的实施形态中，上述波面校正器备有反射上述去路光和/或归路光的反射镜、和由静电力使上述反射镜在双向上改变位置的多个驱动部分。

根据本发明的信息装置是用从光源射出的去路光照射媒体，根据由上述媒体调制的归路光检测上述媒体保有的信息的信息装置，备有关于包含在横切上述归路光的光轴的截面中的多个检测区域中的各个区域，检测上述归路光的波面的波面检测器、根据设置在上述去路光和/或归路光的光程中，排列在横切上述光程的面上的多个驱动部分的操作，局部地改变上述去路光和/或归路光的光程长的波面校正器、和根据上述波面检测器的多个输出将多个驱动信号供给上述波面校正器，再构成上述归路光的全体波面的控制部分，上述波面校正器备有上述任何1项所述的可形变镜子。

在某个优先的实施形态中，上述控制部分备有对波面检测器的输出进行积分的积分部分和对上述积分部分的输出进行线性变换的非对角的第1行列计算部分的恒定偏差补偿部分、备有从上述恒定偏差补偿部分的输出和上述波面检测器的输出计算预测波面校正器的状态的非对角的第2行列计算部分的稳定化补偿部分、和输入上述恒定偏差补偿部分的输出和上述稳定化补偿部分的输出之和，生成到驱动部分的驱动信号的对角变换部分。

在某个优先的实施形态中，上述对角变换部分进行非线性计算。

在某个优先的实施形态中，备有出射光的波长相互不同的多个光源和将从上述各光源射出的各波长的去路光照射在上述媒体上的光学系统，将上述波面校正器配置在上述光学系统中，上述波面校正器对每个波长分离由上述媒体调制的归路光，对每个波长检测上述归路光的波面。

在某个优先的实施形态中，备有会聚从上述多个光源射出的归路光并照射在媒体上的物镜，上述物镜的上述媒体一侧的数值孔径，与选出的光源相应地，取第1值和比上述第1值小的第2值中的任何一个。

在某个优先的实施形态中，上述多个光源中的至少1个光源形成作为发散方向的有限系统光起作用的去路光，将上述去路光入射的上述物镜的上述媒体一侧的数值孔径设定在第2值上。

在某个优先的实施形态中，上述去路光的成像点形成在上述物镜的前面。

在某个优先的实施形态中，它是设置了通过设置可以接受为了正确地检测出当令物镜的媒体一侧的数值孔径取第1值时保有的信息而构成的第1媒体、和为了正确地检测出当令物镜的媒体一侧的数值孔径取第2值时保有的信息而构成的第2媒体，并判别是否可以正确地进行上述检测，识别上述第1媒体和上述第2媒体的媒体识别部分的信息装置，最初在令上述物镜的媒体一侧的数值孔径取上述第2值的状态中，由上述媒体识别部分识别媒体是否是上述第2媒体后，在令上述物镜的媒体一侧的数值孔径取上述第1值的状态中，由上述媒体识别部分识别媒体是否是上述第1媒体。

根据本发明的其它信息装置是用物镜会聚从光源射出的归路光并照射在媒体上，根据由上述媒体调制的归路光检测上述媒体保有的信息的信息装置，备有将上述归路光分割成多个检测区域，检测上述每个检测区域的上述归路光的波面的波面检测器、根据上述波面检测器的多个输出计算表示上述归路光的全体波面的曲率的值的曲率计算部分、和根据上述曲率计算部分的输出控制上述物镜的物镜控制部分。

根据本发明的补偿光学装置是备有将光束分割成多个检测区域并使光束偏转的偏转器、配置在接受由上述偏转器偏转的上述光束的位置上的光检测器、和根据上述光检测器的输出对上述光束的波面进行校正的波面校正器的补偿光学装置，上述偏转器、光检测器和波面校正器形成在同一基片上，进一步备有形成上述光束入射到上述波面校正记录媒体上的光程的平行平板状的电介质部件。

在某个优先的实施形态中，上述电介质部件是由备有对于上述基片的

主面非平行的倾斜面的微棱镜形成的，上述倾斜面作为上述光束的入射面或出射面起作用。

在某个优先的实施形态中，上述光束的入射方向或出射方向与上述微棱镜的倾斜面的法线方向大略一致。

根据本发明的其它补偿光学装置备有上述任何 1 个可形变镜子、和接受由媒体对由上述可形变镜子反射的光进行调制得到的光的光检测器，上述可形变镜子和上述光检测器是集成在同一基片上的。

根据本发明的其它信息装置备有上述任何 1 个补偿光学装置。

附图说明

图 1 是本发明的实施形态 1 中的信息装置的概略构成图。

图 2(a) 到 (d) 是本发明的实施形态 1 中的波面相位检测器的概略构成图。

图 3 是本发明的实施形态 1 中的可形变镜子的概略构成图。

图 4 是本发明的实施形态 1 中的调节器和反射膜的分解立体图。

图 5(a) 和 (b) 是本发明的实施形态 1 中的可形变镜子的平面图。

图 6(a) 和 (b) 是本发明的实施形态 1 中的光束波面的偏转操作说明图。

图 7(a) 和 (b) 是本发明的实施形态 1 中的可形变镜子的放大平面图。

图 8 是本发明的实施形态 1 中的控制部分的概略构成图。

图 9 是本发明的实施形态 2 中的信息装置的概略构成图。

图 10(a) 和 (b) 是本发明的实施形态 2 中的蓝色激光模块和偏振全息图的概略构成图。

图 11(a) 到 (c) 是说明本发明的实施形态 2 中的聚焦误差与到光探测器的聚光位置的关系的原理说明图。

图 12(a) 到 (c) 是本发明的实施形态 2 中的信息记录装置的不同光盘种类的光学系统概要图。

图 13 是本发明的实施形态 3 中的可形变镜子的概略构成图。

图 14(a) 和 (b) 是本发明的实施形态 4 中的可形变镜子的概略构

成图。

图 15 是本发明的实施形态 4 中的调节器和反射镜的配置图。

图 16 (a) 和 (b) 是本发明的实施形态 5 中的可形变镜子的概略构成图。

图 17 是本发明的实施形态 6 中的补偿光学装置的概略构成图。

图 18 是本发明的实施形态 6 中的可形变镜子的放大分解立体图。

图 19 是本发明的实施形态 6 中的可形变镜子的概略构成图。

图 20 (a) 和 (b) 是本发明的实施形态 6 中的全息图的概略构成图。

图 21 (a) 到 (c) 是本发明的实施形态 6 中的光检测器的概略构成图。

图 22 是本发明的实施形态 6 中的控制部分的概略构成图。

图 23 是本发明的实施形态 7 中的补偿光学装置的概略构成图。

图 24 是本发明的实施形态 8 中的补偿光学装置的概略构成图。

图 25 (a) 是本发明的实施形态 9 中的信息装置的概略构成图，图 25 (b) 是用该信息装置的补偿光学装置的立体图。

图 26 (a) 到 (c) 是表示已有的信息装置的一个例子的构成图。

具体实施方式

下面，我们参照附图说明本发明的实施形态。

(实施形态 1)

首先一面参照图 1，一面说明本发明的信息装置的实施形态。图 1 是本实施形态的概略构成图。在图 1 的信息装置中，成为光源的激光波长 405nm 的 GaN 系的蓝紫色半导体激光器 1 射出起着作为对记录媒体的“写入/读出光”的作用的激光。从半导体激光器 1 射出的光，在由准直仪透镜 2 变换成大致平行光后，入射到整形棱镜 3。整形棱镜 3 具有将折射率不同的 2 块玻璃材料贴合在一起减少色差那样的构成，能够将椭圆形光束整形成圆形光束。

从整形棱镜 3 射出的光由偏振光束分裂器 4 分离成 P 偏振光和 S 偏振光，P 偏振光由透镜 5 会聚在前光观测器 6 上。前光观测器 6 是以用于

保持半导体激光器 1 的出射光量恒定的功率控制为目的的光检测器，将它的输出反馈到图中未画出的激光器驱动电流控制电路，对半导体激光器 1 的驱动电流进行控制。

另一方面，由偏振光束分裂器 4 分离出来的 S 偏振光通过 1/4 波长板 7 变换成圆偏振光。这个圆偏振光，它的波面的相位由可形变镜子（deformable mirror）8 进行校正后，由物镜 9 将它会聚在光盘 10 的记录层上。

可形变镜子 8 备有可形变的反射膜、使它形变的多个调节器。如果根据可形变镜子 8，则能够通过控制在反射膜的多个位置上的位置变化量，调整与上述多个位置对应的光束的各部分中的光程长，校正波面的相位。我们将在后面述说可形变镜子 8 的详细构成。

物镜 9 是组合 2 个透镜的组合透镜，将光盘一侧的数值孔径 NA 设计为 0.75~0.85。

在本实施形态中使用的光盘 10 是单面 2 层记录光盘。这个光盘 10 备有各自的厚度为 0.1~0.6mm 的 2 块光盘基片、和由设置在各光盘基片上的相位变化记录材料或色素系记录材料构成的记录层，2 块基片通过厚度为 30~50 μm 的透明粘合层粘合起来。

光盘 10 的各段具有头部 10a、镜部 10b 和数据部 10c。在头部 10a 中，在预置槽中形成成为前导沟道的 PLL 同步基准的 VFO 信号和地址信号。镜部 10b 是与头部 10a 连续地形成的，是没有预置槽和纹道的平坦区域。镜部的长度 l_m 是为了满足下列公式 1 的关系而形成的。结果，至少在将会聚的光束点 17 的全体收集在镜部 10b 内的状态中，后述的波面相位检测器 16 能够进行光检测。在本实施形态中，将镜部的长度 l_m 设定为 5~10 μm 。

[公式 1]

$$l_m > \lambda / \text{NA}$$

在数据部 10c 中形成以一定周期摆动的深度为 $1/6\lambda$ 的纹道，在纹间表面部分和纹道部分双方中进行记录。从摆动读出的周期信号用于取得与记录时的时钟同步。

由光盘 10 反射的光束，由物镜 9 再次变换成大致平行光。该光在可形变镜子 8 上反射后，再次通过 1/4 波长板 7，进一步通过偏振光束分裂器 4 被半透明镜 11 分割。经过半透明镜 11 分割的光束的一部分由会聚透镜 12 变换成球面波。这个球面波被全息图 20 分割成多个光束，会聚在光检测器 13 上。光检测器 13 检测用于对物镜 9 进行聚焦控制和跟踪控制的控制检测信号和头部 10a 及数据部 10c 的记录信号。光检测器 13 备有图中未画出的多个分割受光区域，合成来自这些区域的各个区域的输出信号生成上述信号。

聚焦控制信号是用 SSD (Spot Size Detection (光点尺寸检测)) 法作成的，跟踪控制信号是用推挽法作成的。全息图 20 的光栅图案和光检测器 13 的受光区域形状是为了正确地得到这些信号而设计的。

将经过半透明镜 11 分割的光束的另一部分导入备有透镜阵列 14 和光检测器阵列 15 的波面相位检测器 16。波面相位检测器 16 的详细情况将在以后述说。

只在光束点 17 位于镜部 10b 内的所定定时对波面相位检测器 16 的输出进行取样，用于对可形变镜子 8 的控制。这个定时能够通过从头部 10a 的 VFO 信号作成的时钟信号进行计数得到。

此外，物镜 9 是为了在不驱动可形变镜子 8 的调节器动的状态中，使聚焦在 2 层的光盘 10 中接近光束入射面的第 1 层一侧上时比聚焦在第 2 层一侧上时象差小而设计的。

其次，我们一面参照图 2 (a) ~ (d)，一面详细说明本实施形态中使用的波面相位检测器 16。图 2 (a) ~ (d) 表示波面相位检测器 16 的概略构成。

波面相位检测器 16，如图 2 (a) 所示，备有关于多个检测区域中的各个区域，独立地偏转归路光的透镜阵列 14 和备有接受关于各个检测区域，由透镜阵列 14 偏转的归路光的多个受光部分的光检测器阵列 15。

透镜阵列 14 是分别集成具有各自焦点的 19 个透镜的偏转器，能够将光束 18 会聚在每个局部区域 (检测区域) 中。光检测器阵列 15 具有配置在与透镜阵列 14 的各透镜焦点对应的位置上的 pin 型 4 分割光二极管。

在本实施形态中，当光束 18 的波面成为与光轴正交的平面时，换句

话说,当光束 18 是完全的平面波时,为了使各透镜的焦点和 4 分割光二极管的各个分割中心一致而决定透镜阵列 14 和光检测器阵列 15 的相互位置关系。

在光检测器阵列 15 中,与它成为一体地设置前置放大器 19,由前置放大器 19 对光检测器阵列 15 的输出进行放大计算。

图 2 (b) 表示透镜阵列 14 的平面布局。透镜阵列 14 中包含的各透镜 14a~14s 具有大致六角形,但是各透镜的面积是不均匀的。位于透镜阵列 14 中心的 14a 面积最小,在从透镜阵列 14 中心的半径越大的位置上面积越大。设定透镜 14b~14g 相互形状和面积相等,并且各透镜的面积都比 14a 的面积大。进一步,为了与透镜 14b~14g 比较,位于从透镜阵列 14 中心的外侧的透镜 14h~14s 中的各个透镜具有比透镜 14b~14g 中的各个透镜的面积大而进行布局。对于从透镜阵列 14 中心的距离的各透镜的面积比率的分布是为了与光束 18 的光强度分布的倒数成比例而进行设定的,结果,透镜 14a~14s 的各个透镜会聚的光量相互相等。如果进行更详细的说明,则因为光束 18 的光强度分布是高斯分布地中心强度高周边强度低,所以与此一致地透镜 14a~14s 的面积被设定得在透镜 14 的中心小,在周边大。结果,由平均光强度 \times 透镜面积表示的每个透镜的会聚光量在透镜阵列 14 全体中大致均匀。从而,如图 2 (c) 所示,4 分割光探测器 15a~15s 中的各个探测器接受的光量相互大致相等,使 4 分割光探测器 15a~15s 的输出信号的 S/N 比均等化。结果,对于全体 4 分割光探测器 15a~15s 能够提高各自的检测精度。

此外,因为在图 2(c)中,表示了 4 分割光探测器 15a~15s 和透镜 14a~14s 的相对位置关系,所以用二点虚线合并地标记对应的透镜的分割形状。如图 2 (c) 所示,将 4 分割光探测器 15a~15s 配置在各透镜 14a~14s 的焦点位置上。具体地说,将 4 分割光探测器 15a 配置在光检测器阵列 15 的原点 O 上,4 分割光探测器 15b~15g 以 60° 的间隔配置在以原点 O 为中心的半径 r_1 的同心圆上。又,将 4 分割光探测器 15h~15s 以 30° 的间隔配置在以原点 O 为中心的半径 r_2 的同心圆上。

在 4 分割光探测器 15b~15s 上将各探测器 4 分割的 2 条分割线是分别沿着原点 O 的半径方向和与它正交的切线方向形成的。在 4 分割光探

测器 15a 的情形中，因为不能够定义半径方向和切线方向，所以例外地将探测器分割线设置在图中的水平方向和垂直方向上。

各 4 分割光探测器 15a~15s 为了 1 个 1 个地输出与各分割部分中的光量对应的 4 通道的信号，生成共计 19×4 个通道的信号。各 4 个通道的信号在放大器中放大并计算，变换成表示光束的位置变化的 2 个通道的差信号与 1 个通道的和信号的共计 3 个通道输出信号。

我们以 4 分割光探测器 15b 为例，用图 2 (d) 说明用于生成输出信号的构成。图 2 (d) 表示 4 分割光探测器 15b 和前置放大器 19b 的构成。在图 2 (d) 中，参照符号“R”表示向着原点 O 的半径方向，参照符号“T”表示与 R 方向正交的切线方向。由沿 R 方向的分割线和沿 T 方向的分割线将 4 分割光探测器 15b 分割成区域 15ba~15bd。前置放大器 19b 是由前段的 4 个前置放大器 19ba~19bd、后段的 2 个差动放大器 19be、19bf 和 1 个放大器 19bg 共计 7 个放大器组构成的。

分别地，将区域 15ba 的输出输入到前置放大器 19ba、19bc，将区域 15bb 的输出输入到前置放大器 19bc、19bd，将区域 15bc 的输出输入到前置放大器 19bb、19bd，将区域 15bd 的输出输入到前置放大器 19ba、19bb 中，进行放大和加法运算。分别地将前置放大器 19ba 的输出输入到差动放大器 19be 的+侧和放大器 19bg，将前置放大器 19bb 的输出输入到差动放大器 19bf 的+侧，将前置放大器 19bc 的输出输入到差动放大器 19bf 的-侧，将前置放大器 19bd 的输出输入到差动放大器 19be 的-侧和放大器 19bg。因此，分别地，差动放大器 19be 输出输出 Ybt，差动放大器 19bf 输出输出 Ybr，差动放大器 19bg 输出输出 Sb。

这里，输出 Ybt 表示沿半径方向 R 的分割线两侧的光量差，是关于到会聚点的切线方向 T 的位置变化的信号。将这个信号简单地记为 $(15ba+15bd) - (15bb+15bc)$ 。输出 Ybr 表示沿切线方向 B 的分割线两侧的光量差，是关于到会聚点的半径方向 R 的位置变化的信号。也将这个信号简单地记为 $(15bc+15bd) - (15ba+15bb)$ 。输出 Sb 是表示 4 区域的光量总和的信号，也将这个信号记为 $(15ba+15bb+15bc+15bd)$ 。

图中未画出，但是对于全部的 4 分割光探测器 15a~15s 设置前置放大器 19a~19s，与上述 15b 和 19b 的关系相同地设定它们各自的输入输出关

系。因此，前置放大器 19 输出 $Y_{at}\sim Y_{st}$, $Y_{ar}\sim Y_{sr}$, $S_a\sim S_s$ 的信号。根据这些信号作成图 1 中的可形变镜子 8 的控制信号。此外，对于在原点 O 的 4 分割光探测器 15a 不能够定义半径方向 R 和切线方向 T，这里为了方便起见决定图中的水平方向为 R 方向，垂直方向为 T 方向。

其次，我们一面参照图 3~图 5 一面说明可形变镜子 8 的构成。本实施形态的可形变镜子 8 例如能够用半导体制造加工技术制作。在本实施形态中，通过在同一块硅基片上集成多个调节器和用于驱动各调节器的驱动电路，制作可形变镜子 8。

首先，参照图 3。图 3 表示本实施形态中的可形变镜子 8 的概略构成。

本实施形态的可形变镜子 8 进一步备有基片 21、具有由上述基片 21 支持的，反射面的形状能够变化的反射膜（反射器）32、和独立地驱动反射膜 32 的多个部位，因此控制上述多个部位与基片 32 的距离的多个驱动部分（调节器 33）。因为当由调节器 33 驱动反射膜 32 的多个部位时，与驱动部位对应的反射膜 32 的表面部分的形状发生变化，所以由该表面部分引起的光的反射状态发生变化。从而，能够考虑反射膜 32 的连续的表面可以由多个调节器 33 驱动的多个光反射区域构成。这样在本实施形态的可形变镜子中，作为反射器起作用的反射膜 32 具有可以个别地驱动的多个光反射区域。此外，本发明的可形变镜子的反射器也可以由相互分离的多个微小镜子构成。这时，各微小镜子的镜面作为个反射区域起作用。我们将在后面详细地说明这种可形变镜子的实施形态。

各调节器 33 备有设置在基片 32 上的第 1 固定电极 29 和第 2 固定电极 29'、以转动轴为中心转动的转动部件（轭状物 28）、和按照轭状物 28 的运动改变反射膜 32 的特定部位与基片 21 的距离的作用部件（耦合突起 30a）。

轭状物 28 具有配置在转动轴上的支持部分（支持柱 27）和与支持柱 27 耦合的平板部分。平板部分具有对于转动轴对称的第 1 导电性部分（第 1 部分 28a）和第 2 导电性部分（第 2 部分 28b）。轭状物 28 的第 1 部分 28a 和第 2 部分 28b，分别通过间隙与第 1 固定电极 29 和第 2 固定电极 29' 相对地配置。

各调节器 33 分别与反射膜 32 的对应部位耦合，能够双向地驱动反射

膜 32 的所定部位的位置。换句话说，反射膜 32 的所定部位通过从反射膜延伸的 32 的耦合突起 30a，与对应的轭状物 28 的第 1 部分 28a 或第 2 部分 28b 中的任何一个耦合。而且，反射膜 32 的上述所定部位能够在对基片大致垂直的方向中通过冲程操作改变位置。因为这个冲程的大小为光波长的 2 倍左右或以下，所以可以高精度地调制反射光的相位。

在操作时，当在选出的驱动部分中的第 1 固定电极 29 和第 2 固定电极 29' 中的任何一个上加上相对来说较高的电位时，高电位的固定电极通过静电力吸引轭状物 28 的第 1 部分 28a 或第 2 部分 28b 中的相对地配置部分。结果，轭状物 28 的第 1 部分 28a 与第 1 固定电极 29 的间隔、和轭状物 28 的第 2 部分 28b 与第 2 固定电极 29' 的间隔中的任何一方相对地变短。这样一来，能够使在与上述选出的驱动部分耦合的反射膜 32 的相当部位的曲率变化。如果根据这样构成的调节器，则对于从基片远离的方向也好，对于接近基片的方向也好，都能够通过调节器的驱动力快速地产生反射膜 32 的局部的位置变化。

反射膜 32 是由它的周边固定在基片 21 上的可以形变的膜形成的，预先在反射膜 32 上给予张力。因此，当第 1 固定电极 29 和第 2 固定电极 29' 成为等电位时，反射膜 32 迅速地回复到原来的平坦的形状。

在本实施形态中，基片 21 是由硅晶片形成的，在基片 21 上集成 CMOS 的驱动电路 22。在图 3 中，只图示了驱动电路 22 的方框构成，在图中没有画出构成 CMOS 的 n 沟道 MOSFET 和 p 沟道 MOSFET 的具体截面构成。但是，模式地图示了作为驱动电路 22 最上层的 Al 配线层 23。在配线层 23 上设置由 SiO₂ 系或 SiN 系的材料形成的绝缘层 24。通过 CMP (Chemical Mechanical Polishing (化学机械抛光)) 使绝缘层 24 的上面平坦化。在绝缘层 24 上设置用于使上层电极和下层的配线层 23 电接触的开口部分 (镀敷金属夹层)。

在本实施形态中，在绝缘层 24 上形成的调节器的个数全部为 30 个，但是在图 3 中为了简单起见只画出了位于基片周边 26 的近旁的 3 个调节器。

其次，我们参照图 4 更详细地说明调节器 33 的构造。图 4 是本实施形态中的调节器 33 和反射膜 32 的分解立体图。

本实施形态中的调节器 33 具有在图 4 中未画出的基片绝缘层上形成的基极 34。基极 34 是由与第 1 和第 2 固定电极 29、29'相同的材料形成的，最好，通过对 Al 等的金属膜制作布线图案，同时制作第 1 和第 2 固定电极 29、29'。

基极 34 备有由一点虚线所示的支持柱安装部分 34a、和当轭状物 28 最大限度转动时与它相接的轭状物相接部分 34b、34b'。因此，能够防止轭状物 28 与第 1 和第 2 固定电极 29、29'接触。

将第 1 固定电极 29 和第 2 固定电极 29'设置在夹着支持柱 25 形成的轭状物 28 的转动轴 A 的大致对称的位置上。轭状物 28 具有大致平板形状，通过合叶部分 28b 与支持柱 25 连接。轭状物 28 可以通过合叶部分 28b 的转动形变以转动轴 A 为中心进行转动。

轭状物 28 具有分开在夹着转动轴 A 相互左右相反的位置上的第 1 部分 28a 和第 2 部分 28a'，第 1 部分 28a 处于通过间隙与第 1 固定电极 29 相对地配置的位置上，第 2 部分 28a'处于通过间隙与第 2 固定电极 29'相对地配置的位置上。又，轭状物 28 在由一点虚线所示的轭状物滑动端 28c 与耦合突起 30a 耦合。

轭状物滑动端 28c 处于轭状物 28 的第 1 部分 28a 的区域内，在只离开转动轴 A 所定距离的位置上。如后面所述那样，能够使这个距离对于每个调节器都是不同的。轭状物 28 和支持柱 25 能够通过刻蚀同一个 Al 层形成。轭状物 28 和支持柱 25 与基极 34 一起具有导电性，而且，因为相互电连接，所以轭状物 28 的电位与基极 34 的电位相同。

本实施形态的反射膜 32 包含由 SiO₂ 系或 SiN 系的绝缘体构成的基材膜 30 和在它上面形成的 Al 或 Au 材料的反射层 31。反射层 31 能够通过 在基材膜 30 上蒸涂薄的金属层制作出来。

耦合突起 30a 是在与基材膜 30 的同一个膜形成过程中形成的，具有使基材膜 30 与轭状物 28 耦合的功能。在设置耦合突起 30a 以外的地方，在轭状物 28 与基材膜 30 之间设置间隙。由于存在该间隙，即便轭状物 28 转动，也能够防止基材膜 30 与轭状物 28 在耦合突起 30a 以外的部分直接接触。

轭状物 28 与基材膜 30 之间的间隙和轭状物 28 与第 1 和第 2 固定电

极 29、29'之间的间隙，例如，可以如下地进行制作。即，在镜子制造阶段，在与上述间隙相当的部分中形成由有机材料构成的牺牲层后，最后用等离子刻蚀等方法除去牺牲层。这里，基材膜 30，在除去这个牺牲层前，用 CMP 对反射面进行平坦化处理。当进行 CMP 处理时，在基材膜 30 上在与膜面垂直的方向上加上应力，但是因为具有牺牲层所以能够抑制基材膜 30 的形变，可以提高 CMP 处理后的反射面的加工精度。通过在上述平坦化处理除去牺牲层，能够得到平面度高的反射面。

当在第 1 固定电极 29 和轭状物 28 之间加上电位差时，如上所述，第 1 部分 28a 由于静电力被吸引到接近第 1 固定电极 29 的方向，结果，轭状物 28 以转动轴 A 为中心沿反时针方向 CCW 转动。又，当在第 2 固定电极 29'和轭状物 28 之间加上电位差时，如上所述，第 2 部分 28a'由于静电力被吸引到接近第 2 固定电极 29'的方向，结果，轭状物 28 以转动轴 A 为中心沿顺时针方向 CW 转动。

通过耦合突起 30a 作为在上下方向驱动反射膜 32 的驱动力传达轭状物 28 的 CCW 方向和 CW 方向的转动，在接近基片的方向和从基片离开的双向上可以形变地设置反射膜 32。

如上所述在本实施形态中，轭状物 28 备有分开在夹着转动轴 A 的相反侧的位置上的第 1 部分 28a 和第 2 部分 28a'，而且，使第 1 固定电极 29 与第 1 部分 28a 相对地配置，使第 2 固定电极 29'与第 2 部分 28a'相对地配置。而且，通过耦合突起 30a 使反射膜 32 与第 1 部分 28a 耦合，因为采用这样的构成，所以能够使反射膜 32 的所定部位接近基片 21，或从基片 21 远离，能够在双向有效地驱动反射面 32 的多个局部区域。这样一来，如果根据本实施形态，则能够提供驱动的对称性高，控制精度和响应性卓越的可形变镜子。

此外，在不在第 1 固定电极 29 和第 2 固定电极 29'上加上对于轭状物 28 的电位差的状态中，即在不给予驱动信号的状态（中立状态）中，反射膜 32 保持通过 CMP 加工得到的平面精度高的反射面。在本实施形态的可形变镜子中，将上述中立状态中的反射面的位置作为中立点，对于这个中立点在双方向驱动反射面的位置。在已有的可形变镜子中，将反射面配置在中立点上，需要在反射膜上加上初期形变，但是在本实施形

态中，不需要这样的初期形变。从而，在本实施形态中，没有由于初期形变时的驱动灵敏度的零散等引起的中立点的再现性恶化的问题，能够提供校正精度高的可形变镜子。

此外，因为轭状物相接部分 34b、34b'防止了轭状物 28 与第 1 和第 2 固定电极 29、29'接触，所以能够确实地防止两者之间的短路。

我们再次参照图 3。

轭状物 28 通过支持柱 27 和镀敷金属夹层 25 与配线层 23 连接，操作时的轭状物 28 的电位总是保持在接地电位（以下，令这个电位为“L”。）。因为通过镀敷金属夹层 25'、25''使第 1 和第 2 固定电极 29、29'与配线层 23 连接，所以第 1 固定电极 29 的电位被控制在 V_0 ，第 2 固定电极 29' 的电位被控制在 V_1 。

第 1 和第 2 固定电极 29、29'的电位通过驱动电路 22，在接地电位 L 与相对来说较高的电位（电位 H）之间进行切换。例如可以将“高电位”设定在 5V。只将电位 V_0 和 V_1 的一方控制在电位 H。轭状物 28 通过静电力被吸引到电位 H 的固定电极一侧，结果，在顺时针方向或反时针方向产生转动力。可以将转动力的大小控制调节在例如由 8 位表示保持在电位 H 的状态中的时间的多个级别上（256 个台阶）。当不产生转动力时，将电位 V_0 和 V_1 设定在 L 电位。

此外，最好将基材膜 30 与轭状物 28 之间的间隙和轭状物 28 与第 1 和第 2 固定电极 29、29'的间隙 d_g 分别设定为约 2~15 μm 。在本实施形态中，间隙 d_g 的设计值哪个都为 5 μm 。又，基材膜 30 的膜厚最好为 0.5~3 μm 。本实施形态的设计值为 1.2 μm 。将反射膜 31 的厚度设定在例如 0.1 μm 以下。

驱动电路 22 接受调节器的各固定电极的地址 A_{in} 和表示驱动力的控制数据 D_{in} ，进行到各固定电极的输出电压 $V_0\sim V_{59}$ 的 H/L 的时间控制。驱动电路 22 由存储器 35、地址计数器 36、计数器 37、比较器 38、移位寄存器 39 和锁存器 40 构成。

存储器 35 是存储 60 个固定电极（调节器数 30×2 ）的控制数据的位宽度的存储器。地址是 6 位（=64），只能有效地使用其中的 60 个。地址计数器 36 将 6 位地址给予存储器 35，串行地发送 60 个控制数据。地址

计数器 36 由初始化 (clr) 信号进行复位, 根据时钟 (clk) 信号进行计数。计数器 37 是由初始化 (clr) 信号进行复位, 读出 60 个控制数据后根据选通脉冲 (stb) 信号进行计数的 8 位的增值计数器。

比较器 38 比较计数器 37 的输出和存储器 35 的 8 位数据, 将 1 位的串行数据发送给移位寄存器 39。如果存储器 35 的数据比计数器 37 的输出大, 则输出 1 (H), 否则输出 0 (L)。移位寄存器 39 是与 clk 信号相应地进行操作的 64 位的移位寄存器, 能够有效地使用其中的 60 位。锁存器 40 是与 stb 信号相应地锁存移位寄存器 39 的值的 64 位的锁存器, 与移位寄存器 39 同样地能够有效地使用 60 位。

下面我们说明这个驱动电路 22 的操作。根据由地址计数器 36 给出的 6 位的地址连续地读出 64 个 (其中有效的 60 个) 写入存储器 35 的 8 位的控制数据。当地址计数器 36 巡回一次, 全部读出存储器 35 的控制数据时, 根据 stb 信号将存储在移位寄存器 39 中的数据存储在锁存器 40 中, 同时对计数器 37 的输出进行计数, 再次从最初读出存储器 35 的内容。当令这个周期为 T 时, 它成为到调节器的通电时间的最小单位。当然可以通过由计数器 37 的段数决定的 256 次重复这个周期 T , 对通电时间进行控制。

这时, 从存储器 35 读出每个周期都相同的控制数据, 但是因为每一个周期中计数器 37 的值增加, 所以因为存储器 35 的输出在计数器 37 的值以下, 比较器 38 的输出成为 0。从而, 锁存器 40 的输出与输入的控制数据 D_{in} 成比例, 能够以最小分辨率 T 并行地控制到全部调节器的固定电极的通电时间。通电时间 $D_{in} \cdot T$ 与控制周期 $256 \cdot T$ 的比称为通电时间占空比(duty)U, U 取 $0 \sim 255/256$ 之间的值。

下面, 我们用图 5 说明可形变镜子 8 的反射膜形状和调节器的驱动点配置。图 5 是本实施形态中的可形变镜子 8 的平面图。

首先, 我们参照图 5 (a)。黑点 8a~8ad 所示的 30 个点是调节器的驱动点。调节器的驱动点与耦合突起 (图 3 中的 30a) 的位置相当, 实际上是上下驱动反射膜的点。又, x 记号参考地图示与由光探测器阵列说明的 19 个 4 分割光探测器对应的位置。为了防止图形变得烦杂, 只在后面的操作说明中再次取到的 3 个点 15a、15b、15s 记载号码, 但是使图 2 (c)

中说明的配置位置左右镜反转。左右镜反转的理由只不过是使可形变镜子 8 与光检测器阵列方向一致地配置，成为与关于同一光束的点对应的正好是右手与左手的关系这样单纯的理由。又，原点 O、半径 r_1 、 r_2 也与图 2 (c) 中说明的对应。

再次参照图 5 (a)。驱动点 8a~8f 位于与以原点 O 为中心的半径 r_1 的圆外切的六角形的顶点，邻接的 2 点的中心与 x 记号表示的 4 分割探测器的中心点大致一致。又，驱动点 8g~8r 位于与以原点 O 为中心的半径 r_2 的圆外切的十二角形的顶点，邻接的 2 点的中心与 x 记号表示的 4 分割探测器的中心点大致一致。进一步，驱动点 8s~8ad 在以原点 O 为中心的半径 r_3 的圆上构成的 12 个点。通过在这 30 个驱动点上的位置变化控制，可以设定反射膜 32 的表面形状。此外，反射膜 32 在圆形周边 26 和原点 O 近旁的微小区域中与基片一体化，对位置变化进行限制。

这里，将半径 r_3 设定在比入射到可形变镜子的光束的光束半径大的值上。其理由是为了使将反射膜 32 固定在周边 26 上引起的位置变化约束条件给予波面相位校正精度的影响极小。又，在周边 26 近旁在反射膜 32 上设置孔 32a。从而，能够减少伴随着周边 26 的位置变化约束条件的校正精度恶化。

在反射膜 32 上在不会导致显著地减少反射光束的光量的限度内设置多个半径 $1\sim 2\mu\text{m}$ 的小孔 32b。由于存在小孔 32b，能够得到下列的 2 个效果。

第 1 个效果是改善控制响应性。由于小孔 32b 形成空气的通风口，能够减少反射膜 32 的周围空气阻碍反射膜 32 移动的影响。第 2 个效果是在制造阶段，由于小孔 32b 使刻蚀剂的流入路径分散，提高了蚀剂过程的生产性。更详细地说，在除去牺牲层作成轭状物周围的间隙的过程中，因为小孔 32b 协助孔 32a 作为刻蚀剂的进入孔起作用，所以能够得到防止残留除去的牺牲层和缩短刻蚀工序所需的时间的效果。

图 5 (b) 表示调节器的平面配置的布局，该图所示的状态与从图 5 (a) 的状态除去反射膜 32 的状态对应。为了识别图 5 (b) 中的 30 个调节器而添加的字母 a~ad 与图 5 (a) 中驱动点 8a~8ad 的识别添加字母对应。为了防止图的烦杂化没有将全部的标号都记载下来。

如从图 5 (b) 看到的那样, 调节器 33a~33ad 具有大致棱形形状, 除了在各调节器中的驱动点 8a~8ad 的位置外, 全部具有相互相同的尺寸和形状。即, 固定电极、支持柱、轭状物的形状对于各个调节器都是相同的。棱形形状的顶角, 锐角一侧实质上为 60 度, 钝角一侧实质上为 120 度。这种形状, 当以原点为中心配置 6 个调节器时, 能够高效率地配置调节器。

其次, 我们说明在各调节器中的驱动点的位置。设定从一点虚线所示的调节器的转动中心到驱动点的距离, 在内周一侧的调节器 33a~33f 中为 L_1 , 在中周一侧的调节器 33g~33r 中为 L_2 , 在外周一侧的调节器 33s~33ad 中为 L_3 。在本实施形态中, $L_1 < L_2 < L_3$ 的关系成立。这样, 通过使从调节器的转动轴到驱动点的距离不恒定对每个调节器个别地进行设定, 可变地设定调节器的位置变化设定范围。作为微型装置制作的本实施形态的调节器, 因为由用于制造过程的掩模的图案决定它的平面形状, 所以比较容易给予每个调节器不同的平面形状。

与此相反, 膜厚方向的尺寸, 根据制造过程的特性, 给予每个调节器不同的值是困难的。从而, 当由牺牲层的膜厚决定调节器的膜厚方向的位置变化设定范围时, 不能不使无论哪个调节器都在同一个设定范围内。但是, 如果根据本实施形态的构成, 则将调节器的转动运动变换成离开基片的距离的位置变化运动。因此, 通过使从调节器的转动中心到驱动点的距离不同, 能够对每个调节器设定离开基片的距离的位置变化范围。

本实施形态中的反射膜 32 在原点 O 近旁固定在基片上。而且, 可形变镜子, 通过以它的原点 O 为基准进行滑动使反射膜 32 形变, 能够高精度地控制反射面的形状。因此, 最好使在原点 O 附近的内周一侧的调节器的位置变化量小, 离原点 O 远的外周一侧的调节器的位置变化量大。在本实施形态中, 通过如上所述地设定 $L_1 < L_2 < L_3$ 的关系, 实现该条件。

在本实施形态中, 即便当在内周一侧的调节器 33a~33f 的控制系统中发生误动作时, 因为调节器的位置变化量相对地小, 所以可以使误动作给予镜子整体的影响减小。又, 将调节器的位置变化范围设定得越小, 因为越容易提高位置变化的分辨率和驱动力, 所以能够进行响应性卓越, 精度高的控制。

下面，我们一面参照图 5 和图 6，一面说明可形变镜子 8 的光束偏转操作与光检测器阵列的 4 分割光探测器的输出的关系。图 6 表示本发明的实施形态 1 中的光束波面的偏转操作。

首先，我们参照图 6 (a)，说明当使可形变镜子 8 的反射膜 32 的位置变化时的归路光束 P 的局部波面变化 $\Delta\psi$ 。为了容易理解起见，我们说明 1 维模型。

光束作为去路光束从箭头 A 方向入射，在反射膜 32 上反射向着图中未画出的光盘行进，如箭头 B 那样地反射后作为归路光束入射，再次被反射膜 32 反射在箭头 C 方向射出。令这个归路出射光束为 P。归路出射光束 P 的波面，即电场的同相位面，如果整体地看时则成为在平面波中加入象差成分的高次曲面，但是通过分割成多个局部在个局部内可以忽略高次成分进行近似处理。这里作为一次平面波近似，将归路出射光束 P 的局部波面的变化作为平面的倾斜变化 $\Delta\psi$ 进行处理。反射膜 32 的形变也只考虑一次成分，例如令邻接的驱动点之间的距离为 L，相互的驱动点的位置变化量之差为 ΔZ ，能够将反射膜 32 的局部倾斜表示为 $\theta=\Delta Z/L$ 。因为光束的反射角变化成为反射膜 32 的倾斜变化的 2 倍，光束在去路、归路中共计被反射膜 32 反射 2 次，并且， $\Delta\psi$ 为微小量，所以得到公式 2 那样的关系式，

[公式 2]

$$\Delta\psi=4\theta=4\Delta Z/L$$

因为实际的反射膜 32 面是 2 维的，所以需要对于正交的 2 个方向控制局部倾斜 θ 。正交的 2 个方向与光检测器阵列的 4 分割光探测器的分割形状一致，取圆的半径方向和切线方向。我们参照图 5 (a) 说明这个反射膜 32 面是 2 维的倾斜与驱动点的位置变化的关系。首先，作为记号的定义，令反射膜 32 的驱动点 8a~8ad 中的位置变化分别为 $Z_a\sim Z_d$ 。在不驱动全部调节器的状态中，位置变化 $Z_a\sim Z_d$ 为零，反射膜 32 在驱动点 8a~8ad、原点 O、周边 26 的全部的点中实质上处于同一平面上。位置变化 $Z_a\sim Z_d$ 能够取正、负值，向纸面前方向的位置变化为正，向纸面后方向的位置变化为负。

将局部倾斜取作关于与x记号所示的19个4分割光探测器对应的位置15a~15s, x记号近旁的平均倾斜, 分别定义半径方向成分 $\theta_{ar} \sim \theta_{sr}$ 和切线方向成分 $\theta_{at} \sim \theta_{st}$ 的共计38个值。我们取代表性的3点15b(内圆)、15s(外圆)、15a(原点)为例说明这些位置变化 $Z_a \sim Z_d$ 、与半径方向和切线方向的局部倾斜 $\theta_{ar} \sim \theta_{sr}$ 、 $\theta_{at} \sim \theta_{st}$ 的关系。

切线方向 θ_{bt} 如公式3所示, 用驱动点8d和8c的位置变化之差除以两点间的距离作为内周的点15b近旁的局部倾斜。半径方向 θ_{br} 如公式4所示, 用将驱动点8c和8d的中点(即点15b自身)作为原点O的倾斜和将驱动点8k和8l的中点作为原点O的倾斜的平均值。关于内周的其它5个点15c~15g也完全相同地给出 $\theta_{ct} \sim \theta_{gt}$ 、 $\theta_{cr} \sim \theta_{gr}$ 。

[公式3]

$$\theta_{bt} = \frac{Z_d - Z_c}{2 \cdot r_1 \cdot \tan(\pi/6)} = \frac{Z_d - Z_c}{1.15 \cdot r_1}$$

[公式4]

$$\theta_{br} = \frac{Z_c + Z_d}{4 \cdot r_1} - \frac{Z_k + Z_l}{4 \cdot r_2}$$

切线方向 θ_{st} 如公式5所示, 用驱动点8n和8m的位置变化之差除以两点间的距离作为外周的点15s近旁的局部倾斜。半径方向 θ_{sr} 如公式6所示, 用将驱动点8m和8n的中点(即点15s自身)作为驱动点8z的倾斜和将驱动点8d和8e的中点作为驱动点8z的倾斜的平均值。关于外周的其它11个点15h~15r也完全相同地给出 $\theta_{ht} \sim \theta_{rt}$ 、 $\theta_{hr} \sim \theta_{rr}$ 。

[公式5]

$$\theta_{st} = \frac{Z_n - Z_m}{2 \cdot r_2 \cdot \tan(\pi/12)} = \frac{Z_n - Z_m}{0.54 \cdot r_2}$$

[公式6]

$$\theta_{sr} = \frac{Z_d + Z_e - 2 \cdot Z_z}{2(r_3 - r_1)} + \frac{Z_m + Z_n - 2 \cdot Z_z}{2(r_3 - r_2)}$$

切线方向 θ_{at} 如公式7所示,用驱动点8d和8a的位置变化之差除以两点间的距离作为与原点O重合的点15a近旁的局部倾斜。半径方向 θ_{ar} 如公式8所示,用驱动点8b和8c的中点关于原点O形成的倾斜和驱动点8e和8f的中点关于原点O形成的倾斜的平均值。

[公式7]

$$\theta_{at} = \frac{Z_d - Z_a}{2 \cdot r_1 / \cos(\pi/6)} = \frac{Z_d - Z_a}{2.31 \cdot r_1}$$

[公式8]

$$\theta_{ar} = \frac{Z_e + Z_f - Z_b - Z_c}{4 \cdot r_1}$$

如上所述,能够求得位置变化 $Z_a \sim Z_d$ 、与局部倾斜 $\theta_{ar} \sim \theta_{sr}$ 、 $\theta_{at} \sim \theta_{st}$ 的关系。进一步当用与局部倾斜 θ 相同的添加字母显示,将归路出射光束P的波面变化 $\Delta\psi$,表示为半径方向成分 $\Delta\psi_{ar} \sim \Delta\psi_{sr}$ 、切线方向成分 $\Delta\psi_{at} \sim \Delta\psi_{st}$ 时,可以应用公式2,求得位置变化 $Z_a \sim Z_d$ 与波面变化 $\Delta\psi_{ar} \sim \Delta\psi_{sr}$ 、 $\Delta\psi_{at} \sim \Delta\psi_{st}$ 的关系。

其次,我们用图6(b)说明归路光束P的波面变化 $\Delta\psi$ 与光检测器阵列的4分割光探测器的输出的关系。为了简单起见对它也用1维模型。令透镜阵列14的1个透镜的平均透镜直径为d、焦点距离为f。由该透镜产生的光束P的焦点,当光束P为没有象差的平面波时,如一点虚线所示为了与光检测器阵列的4分割光探测器的分割线一致而进行调整。当用平面波近似光束P的局部波面,令给出这个倾斜变化 $\Delta\psi$ 时的焦点位置变化为 ϵ 时, ϵ 由公式9给出。

[公式9]

$$\epsilon = f \cdot \Delta\psi$$

我们照样用由图2(d)说明的记号说明4分割光探测器的输出。令

差信号为 Y，和信号为 S。当令焦点位置上的光束 P 的衍射界限半径为 ω 时，可以用公式 10、公式 11 的近似。但是其中 λ 为光束 P 的波长。

[公式 10]

$$\omega = f \cdot \lambda / (\pi \cdot d)$$

[公式 11]

$$\frac{Y}{S} = \frac{\varepsilon}{\omega} = \frac{\pi \cdot d}{\lambda} \cdot \Delta\psi$$

如从公式 11 可以看到的那样，关于 4 分割光探测器的输出，能够近似地使差信号与和信号之比 Y/S 与局部波面变化 $\Delta\psi$ 成比例。当将它扩大到 2 维时，能够将 19 个 4 分割光探测器 15a~15s 的差信号/和信号之比 $Y_{ar}/S_a \sim Y_{sr}/S_s$ 、 $Y_{at}/S_a \sim Y_{st}/S_s$ 与局部波面变化 $\Delta\psi_{ar} \sim \Delta\psi_{sr}$ 、 $\Delta\psi_{at} \sim \Delta\psi_{st}$ 联系起来。

如从以上的公式 2~公式 11 和省略记载的同等公式判断的那样，因为光检测器阵列的各个 4 分割光探测器的差信号/和信号之比 Y/S 与光束 P 的局部波面变化 $\Delta\psi$ 成比例，这个局部波面变化 $\Delta\psi$ 可以用可形变镜子 8 的反射膜 32 的位置变化 Z 的一次式显示出来，所以能够从这些公式消去 $\Delta\psi$ ，用 Z 的线性显示表示 Y/S。

其次，接着我们用图 5 (a) 说明调节器的驱动力与位置变化 $Z_a \sim Z_{ad}$ 的关系。令在在驱动点 $8a \sim 8ad$ 的调节器的驱动力为 $F_a \sim F_{ad}$ 。驱动力 $F_a \sim F_{ad}$ 能够取正、负值，令向纸面前方向驱动反射膜 32 的驱动力为正，向纸面后方向驱动反射膜 32 的驱动力为负。当令由反射膜 32 的构成决定的一定值的系数为 k 时，作为基本的考虑关于各驱动点公式 12 成立。这里省略对于 F、Z、m、 γ 的添加字母 (a~ad) 的记载。m 是关于驱动点的 Z 方向的运动的等效质量， γ 是也包含空气阻力的粘性系数。又， $\Delta Z/L$ 是对于周边点的倾斜，我们将接着说明它们的详细情况。

[公式 12]

$$F = m \cdot \frac{d^2}{d t^2} Z + r \cdot \frac{d}{d t} Z + k \cdot \frac{\Delta Z}{L}$$

我们取代表性的3点8a(内周)、8g(中周)、8t(外周)为例,用图7说明由 $\Delta Z/L$ 表示的项的详细情况。图7是本发明的实施形态1中的可形变镜子8的放大平面图。首先我们用图7(a),说明关于内周的驱动点8a的 $\Delta Z_a/L$ 的详细情况。作为驱动点8a的周边的点,取原点O、驱动点8b、8f、8g、8r等5点,令各点与驱动点8a的距离分别为 L_{ao} 、 L_{ab} 、 L_{af} 、 L_{ag} 、 L_{ar} 。又,令将驱动点8r、8a和8g所成的角度二等分得到的角度为 α_1 ,将驱动点8g、8a和8b所成的角度二等分得到的角度为 α_2 ,将驱动点8b、驱动点8a和原点O所成的角度二等分得到的角度为 α_3 ,将原点O、驱动点8a和8f所成的角度二等分得到的角度为 α_4 ,将驱动点8f、8a和8r所成的角度二等分得到的角度为 α_5 。例如,驱动点8g和驱动点8a的平均倾斜为 $(Z_g - Z_a)/L_{ag}$,从驱动点8a看到的视野角($\alpha_1 + \alpha_2$)的范围内可以近似地应用这个平均倾斜。也可以同样地考虑其它周边的点,得到公式13。

[公式13]

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Z_a}{L} = & \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2\pi} \cdot \frac{Z_a - Z_g}{L_{ag}} + \frac{\alpha_2 + \alpha_3}{2\pi} \cdot \frac{Z_a - Z_b}{L_{ab}} \\ & + \frac{\alpha_3 + \alpha_4}{2\pi} \cdot \frac{Z_a}{L_{ao}} + \frac{\alpha_4 + \alpha_5}{2\pi} \cdot \frac{Z_a - Z_f}{L_{af}} \\ & + \frac{\alpha_5 + \alpha_1}{2\pi} \cdot \frac{Z_a - Z_r}{L_{ar}} \end{aligned}$$

此外, L_{ao} 、 L_{ab} 、 L_{af} 、 L_{ag} 、 L_{ar} 、 $\alpha_1 \sim \alpha_5$ 是完全从驱动点的配置形状求得的常数,能够用 r_1 、 r_2 的函数表示。其它内周的驱动点8b~8f的倾斜 $\Delta Z_b/L \sim \Delta Z_f/L$ 也能同样求得。即便关于中周的驱动点8g的 $\Delta Z_g/L$,也与内周的驱动点8a的情形完全相同地进行考虑。作为驱动点8g的周边

的点，取驱动点 8a、8h、8r、8s、8t 等 5 点，通过求得各点与驱动点 8g 的距离和从驱动点 8g 看的视野角，能够使 $\Delta Zg/L$ 定式化。其它的中周的驱动点 8h~8r 的倾斜 $\Delta Zh/L \sim \Delta Zr/L$ 也能同样求得。

即便关于外周的驱动点 8t 的 $\Delta Zt/L$ ，基本考虑也是相同的，但是因为需要考虑周边 26 和孔 32a 的影响，所以我们用图 7 (b) 进行说明。作为驱动点 8t 的周边的点，取驱动点 8h、8g、8s、8u 等 4 点和周边 26，令各点与驱动点 8t 的距离分别为 L_{th} 、 L_{tg} 、 L_{ts} 、 L_{tu} 、 L_t 。又，令 2 个孔 32a 的之间的连接部分 32c 的端点 P_1 、 P_1 与驱动点 8t 所成的角度为 β_1 ，另一个的端点 P_3 、驱动点 8t 和 8u 所成的角度为 β_2 ，将驱动点 8u、8t 和 8h 所成的角度二等分得到的角度为 β_3 ，将驱动点 8h、8t 和 8g 所成的角度二等分得到的角度为 β_4 ，将驱动点 8g、8t 和 8s 所成的角度二等分得到的角度为 β_5 ，驱动点 8s、8t 和另一个端点 P_4 所成的角度为 β_6 。用以上那样的记号，用公式 14 表示 $\Delta Zt/L$ 。

[公式 14]

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Z t}{L} &= \frac{\beta_1}{2 \pi} \cdot \frac{Z t}{L t} + \frac{\beta_2 + \beta_3}{2 \pi} \cdot \frac{Z t - Z u}{L t u} \\ &+ \frac{\beta_3 + \beta_4}{2 \pi} \cdot \frac{Z t - Z h}{L t h} + \frac{\beta_4 + \beta_5}{2 \pi} \cdot \frac{Z t - Z g}{L t g} \\ &+ \frac{\beta_5 + \beta_6}{2 \pi} \cdot \frac{Z t - Z s}{L t s} \end{aligned}$$

L_t 、 L_{tu} 、 L_{th} 、 L_{tg} 、 L_{ts} 、 $\beta_1 \sim \beta_6$ 也是与内侧的驱动点相同从配置形状求得的常数，能够用 r_2 、 r_3 的函数表示。其它外周的驱动点 8u~8ad 的倾斜 $\Delta Zu/L \sim \Delta Zad/L$ 也能同样求得。当将这样给出的 $\Delta Za/L \sim \Delta Zad/L$ 应用于公式 12 时，各调节器的驱动力 $F_a \sim F_{ad}$ 能够用各驱动点的加速度 $d^2(Z_a) / dt^2 \sim d^2(Z_{ad}) / dt^2$ 、各驱动点的速度 $d(Z_a) / dt \sim d(Z_{ad}) / dt$ 、也包含周围的驱动点的位置变化 $Z_a \sim Z_{ad}$ 的线性显示表示出来。

最后，我们说明给予调节器的固定电极的驱动电压 (H 状态) 的通电

时间占空比 U 与驱动力 F 的关系。通电时间占空比 U 是如图 3 中说明的那样，用控制周期分割 H 状态的通电时间得到的。如从图 3 所示的调节器的构成图可以看到的那样，固定电极 29（或者 29'）和轭状物 28 形成电容器，它的静电容量 C_a 成为由公式 15 的近似式表示那样的自身的位置变化 Z 的函数。这里， ϵ_0 是真空介电常数， S 是有效面积， k' 是 1 以下的正常数。关于 $k' \cdot Z$ 前面的 \pm 号，当驱动固定电极 29 时为负，当驱动固定电极 29' 时为正。

[公式 15]

$$C_a = \frac{\epsilon_0 S}{d g \pm k' \cdot Z}$$

驱动力 F 是在静电能量 $C_a V^2 / 2$ 的距离方向的偏微分值上乘以通电时间占空比 U 得到的，由公式 16 进行近似。当作为静电容量 C_a 与电流路径的电阻值 R 的乘积的时间常数 $C_a R$ 大，电荷移动需要较多时间时， F 和 U 的非线性变大，但是无论如何能够给出驱动力 F 作为与驱动方向的朝向对应，到固定电极的驱动电压的通电时间占空比 U 和位置变化 Z 的函数。

[公式 16]

$$F = \pm \frac{-\epsilon_0 S V^2}{(d g \pm k' \cdot Z)^2} \cdot U$$

将如以上说明那样的，从作为控制输入的到调节器的驱动电压的通电时间占空比 U 到作为检测输出的光检测器的输出信号的一连串关系设定在后述的控制部分上，控制部分利用这些关系进行波面相位控制。为了使用矢量说明控制部分的多输入多输出控制变得简洁，首先定义记号。但是，因为调节器的驱动力 F 、到固定电极的驱动电压的通电时间占空比 U 和位置变化 Z 的关系是没有来自其它调节器的干涉的独立的关系，并且是线性的，所以首先用线性矩阵求得从驱动力到光检测器阵列的输出关系，此后采取将驱动力非线性地个别地变换到通电时间占空比 U 的方法，提高控制要求的计算效率。光检测器阵列的输出矢量 y 由公式

17 定义，是具有 38 个成分列矢量。

[公式 17]

$$y = \left[\frac{Y_{ar}}{S_a}, \frac{Y_{at}}{S_a}, \frac{Y_{br}}{S_b}, \frac{Y_{bt}}{S_b}, \dots, \frac{Y_{sr}}{S_s}, \frac{Y_{st}}{S_s} \right]^T$$

但是，右上角的 T 表示转置操作。可形变镜子 8 的状态矢量 x 由公式 18 定义，是具有位置变化 $Z_a \sim Z_{ad}$ 和速度 $d(Z_a)/dt \sim d(Z_{ad})/dt$ 的 60 个成分列矢量。

[公式 18]

$$x = \left[Z_a, Z_b, \dots, Z_{ad}, \frac{dZ_a}{dt}, \frac{dZ_b}{dt}, \dots, \frac{dZ_{ad}}{dt} \right]^T$$

调节器的驱动力矢量 f 由公式 19 定义，是具有驱动力 $F_a \sim F_{ad}$ 的 30 个成分列矢量。

[公式 19]

$$f = [F_a, F_b, \dots, F_{ad}]^T$$

调节器的通电时间占空比矢量 u 由公式 20 定义，是具有通电时间占空比 $U_a \sim U_{ad}$ 的 30 个成分列矢量。

[公式 20]

$$u = [U_a, U_b, \dots, U_{ad}]^T$$

由公式 21 给出的 d 是干扰矢量，由光盘的波面象差等产生的 38 个列矢量，是校正控制的对象。

[公式 21]

$$d = [D_{ar}, D_{at}, D_{br}, D_{bt}, \dots, D_{sr}, D_{st}]^T$$

矢量 y 、 x 、 f 服从公式 22~公式 23 的状态方程式。

[公式 22]

$$\frac{d x}{d t} = A x + B f$$

[公式 23]

$$y = Cx + d$$

矩阵 A 是 60×60 型，矩阵 B 是 60×30 型，矩阵 C 是 38×60 型的矩阵函数，矩阵 A 、 B 、 C 的各成分是用省略记载的与已经说明的公式 2~公式 14 同等的公式决定的。矩阵 A 、 B 、 C 的成分中多数包含零，为了将其明确地表示出来在公式 24~公式 26 中显示出用子矩阵的表示。

[公式 24]

$$A = \begin{bmatrix} 0 & I \\ A_1 & \lambda_1 \end{bmatrix}$$

[公式 25]

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ \lambda_2 \end{bmatrix}$$

[公式 26]

$$C = [C_1 \ 0]$$

其中， 0 是零矩阵， I 是 30×30 型的单位矩阵， A_1 是 30×30 型的非对角矩阵， λ_1 、 λ_2 是 30×30 型的对角矩阵， C_1 是 38×30 型的非对角矩阵。又，矢量 x 也如公式 27 所示，明确地显示是由位置变化矢量 z 和速度矢量 v 构成的。

[公式 27]

$$x = \begin{bmatrix} z \\ v \end{bmatrix}$$

现在我们进入控制构成的说明。波面相位控制的目的是当发生由于光盘倾斜和基材厚度变化等引起的干涉 d 时，通过在可形变镜子的调节器

上加上适当的驱动力 f 使镜子的状态 x 变化, 使输出 y 总是为零矢量那样地进行会聚。我们用图 8 说明为了实现这种控制操作的构成。

图 8 是本发明的实施形态 1 中的控制部分的概略构成图。在图 8 中, 控制部分 50 由目标值设定部分 51、恒定偏差控制部分 52、稳定化补偿部分 53、 f/u 变换部分 56 构成, 输入波面相位检测器 16 的输出矢量 y , 输出调节器的通电时间占空比矢量 u 。

目标值设定部分 51 设定成为波面相位检测器 16 的输出矢量 y 的目标的目标矢量 y_r 。当进行通常的记录再生时, 将目标矢量 y_r 设定为零矢量。但是, 例如切换 2 层光盘的合焦点层的情形那样, 能够预测预先发生球面象差, 当估计由于该象差引起的输出 y 的变化时, 目标值设定部分 51 通过将目标矢量 y_r 设定为该估计的矢量, 进行前馈控制。

现在我们说明当切换 2 层光盘的合焦点层时的目标矢量 y_r 的设定方法。首先, 预先将在想定折射率和粘合层厚度等是标准的光盘的情形中的层间跃变时发生的干扰矢量 d 的标准变化量 Δ 设定在 ROM 中。目标矢量 y_r 设定为了只在所定时间 t_j 开环控制系统时预测的输出矢量 y 的变化与 Δd 一致而进行逆算得到的值。为了防止溢出将所定时间 t_j 设定在比较大的值上, 作为物镜的焦点移动所需的时间, 即在开始移动操作后到读出别的层的头部地址的时间的标准值的 2~3 倍的时间。将这个所定时间 t_j 的值也是预先决定的值设定在 ROM 中。

恒定偏差控制部分 52 是为了实现没有恒定偏差地追随误差信号 $y_r - y$ 所需的型数 p , 将 p 个积分器串联地耦合起来, 将各积分器的输出乘以增益矩阵 $K_1 \sim K_p$ 进行相加的积分补偿器。从要响应的矢量 y 的函数的次数与矩阵函数 A 、 B 、 C 的关系设计地求得型数 p 和增益矩阵 $K_1 \sim K_p$ 的值, 并作为预先决定的函数进行设定。

稳定化补偿部分 53 是为了使闭环系统渐近稳定的微分补偿器, 这里由观测器 54 和调整器 55 构成。观测器 54 是输入波面相位检测器 16 的输出矢量和调节器的驱动力矢量 f , 输出状态矢量 x 的推定值矢量 x' 的最小维观测器。调整器 55 输出通过前馈矩阵 F , 输入状态的推定值矢量 x' 进行线性计算的结果。在矩阵 F 中, 为了将闭环系统的极配置在复数左平面的适当的位置上渐近稳定, 预先设计地设定求得的值。调整器 55 输

出与恒定偏差控制部分 52 的输出相加的结果是调节器的驱动力矢量 f 。

f/u 变换部分 56 是将调节器的驱动力矢量 f 变换成作为实际控制信号的通电时间占空比矢量 u 的非线性变换部分。将驱动力矢量 f 和状态的推定值矢量 x' 输入到 f/u 变换部分 56, 关于与各调节器对应的 30 个成分, 按照公式 16 从驱动力 F 和位置变化 Z 的推定值求得通电时间占空比 U 。更详细地说, f/u 变换部分 56 具有关于各调节器选择 2 个固定电极中的任何一个的选择电路和预先将作为非线性函数决定的值存储在存储器中的变换表。而且, 首先与驱动力 F 的正负号相应地选择要驱动固定电极, 其次为了将 Z 和 F 作为地址输入到变换表和得到通电时间占空比 U 而进行构成。对于 30 个调节器进行这种操作, 得到通电时间占空比矢量 u 。

控制部分 50 构成与已经述说了的可形变镜子 8 和波面相位检测器 16 的控制对象共同的闭环系统。即, 将通电时间占空比矢量 u 输入到可形变镜子 8, 首先在调节器 33 中产生驱动力 f 。反射膜 32 根据驱动力 f 改变状态 x , 因此反射的光束的波面相位变化, 波面相位检测器 16 的输出 y 变化。又, 光束的波面相位也由于光盘倾斜、基材厚度变化、附着指纹等而变化, 这些作为干涉 d 对输出 y 产生影响。与此相反, 控制部分 50 输出通电时间占空比矢量 u , 按照干涉 d 的变化对它进行校正, 总是使输出矢量 y 为零而进行控制。

我们再次参照图 1 说明以上那样地构成的信息记录装置的操作。在初期操作中, 将光盘 10 安装在图中未画出的光盘马达上使它转动, 进行物镜 9 的聚焦引入和到目标轨道的跟踪控制。这时还没有在可形变镜子 8 上加上驱动电压, 镜子表面是平坦的不进行波面相位校正。可是, 因为该操作在光盘 10 的倾斜小的光盘内周一侧进行, 并且在球面象差小的第 1 层一侧进行, 所以可以十分稳定地进行头部 10a 的 VFO 信号的 PLL 引入和地址读入。信息记录装置对从 VFO 信号作成的时钟信号进行计数, 在光束点 17 处于镜子部分 10b 内的定时对波面相位检测器 16 的输出进行取样。

图中未画出的控制部分将目标矢量 y_r 设定在零矢量, 为了使这个被取样的输出 y 为零, 而生成到可形变镜子 8 的通电时间占空比矢量 u ,

改变镜子形状进行波面相位的校正控制。如果由于不能读入地址等的理由对波面相位检测器 16 的输出不能有效地进行取样时，形成使上次的有效输出保持原封不动的构成。这样，在光束点 17 处于镜子部分 10b 内的状态中确实地进行由波面相位检测器 16 实施的波面相位检测，能够不受预置槽和纹道的影响地进行高精度的波面相位检测。又，为了将物镜 9 的控制频带设定得比可形变镜子 8 的控制频带充分地高，抑制由于物镜 9 的控制误差引起的波面相位检测精度的恶化而进行构成。

当进行搜索时，在保持搜索开始位置中的最终的有效的波面相位检测器 16 的输出的状态中进行粗搜索，通过从最初进行地址读入的段的镜子部分 10b 对波面相位检测器 16 的输出进行取样，进行波面相位的校正控制。目标矢量 y_r 仍然是零矢量。如果粗搜索后不能读入地址的状态继续所定时间以上时，在通过使到可形变镜子 8 的驱动电压全部为零，暂时解除搜索源中的校正状态后，进行地址读出操作的重试。

当将 2 层光盘的合焦点层从第 1 层切换到第 2 层时，强制地使物镜 9 在第 2 层方向上移动，但是这时控制部分首先保持第 1 层中的最终的有效的波面相位检测器 16 的输出矢量 y ，其次目标设定部分设定所定的目标矢量 y_r 。为了仍然保持输出矢量 y 地给出非零的目标矢量 y_r ，伴随着误差矢量 $y_r - y$ 增加，到可形变镜子 8 的通电时间占空比矢量 u 改变，强制地改变可形变镜子 8 的状态矢量 x ，由开环在校正波面象差的方向上进行前馈控制。在读入第 2 层的地址后，目标设定部分再次将目标矢量 y_r 设定在零矢量，解除对第 1 层中的最终的有效的波面相位检测器 16 的输出矢量的保持，根据新取样的第 2 层的有效的输出矢量开始闭环控制。

这样当能够预测预先发生波面象差时，通过由目标设定部分给出适当的目标矢量 y_r 进行前馈控制，能够迅速地进行过渡误差小的波面相位校正控制。此外，如果当不能读出第 2 层的地址时，目标设定部分在所定时间 t_j 后再次使目标矢量 y_r 回到零矢量，中断可形变镜子 8 的状态矢量 x 的强制变化。这样除了防止失去控制外，进行地址读出操作的。

当正常地进行地址读出时，使目标矢量 y_r 保持在零矢量，为了即便存在干扰 d 波面相位检测器 16 的输出矢量 y 也总是为零矢量而由控制部分 50 形成的闭环系统对可形变镜子 8 进行控制。

此外，通过在公式 12 中等效质量 m 和粘性系数 γ 能够忽略地充分小，比驱动力矢量 f 迟地给出位置变化矢量 z 地进行构成，也可以实现达到控制简略化目的的构成。这时，可以如公式 28、公式 29 那样地简略化公式 22~公式 27。

[公式 28]

$$f = -\lambda_2^{-1} A_1 z$$

[公式 29]

$$y = C_1 z + d$$

又，当使 C_1 为 C_1 的穆尔·彭罗斯型的一般逆矩阵时，能够从公式 28、公式 29 得到公式 30。

[公式 30]

$$f = -\lambda_2^{-1} A_1 C_1^{-1} (y - d)$$

这里，为了使 $y=0$ 而进行控制，实际上如果考虑将干涉 d 作为输出 y 进行观测，则最好能够如公式 31 那样直接进行从输出矢量变 y 到驱动力矢量 f 的变换，为了总是使该驱动力矢量 f 保持零而进行适当的恒定偏差补偿和稳定化补偿。

[公式 31]

$$f = \lambda_2^{-1} A_1 C_1^{-1} y$$

这里，用一般逆矩阵 C_1^{-1} 是因为 C_1 不是正方矩阵不存在逆矩阵 C_1^{-1} 。可是，使输出误差的模数 $\|y\| = \|C_1 z - d\|$ 为最小，并且使位置变化模数 $\|z\|$ 最小的一般逆矩阵 C_1^{-1} 是关于任意的 C_1 成立的，能够得到作为最佳近似解的 z 。又，即便公式 29 自身是由于模型化误差和测定噪声等实际上不一定有解的方程式，也存在 C_1^{-1} ，能够算出上述那样的给出最佳近似的位置

变化矢量变 z 。因为能够从 C_1 唯一地决定 C_1^{-1} ，所以能够作为预先求得值的矩阵设定在控制部分中。即，在公式 31 中明确地显示可以从每个检测区域的波面信息 y 通过矩阵计算部分 C_1^{-1} ，计算归路光全体的波面信息 $C_1^{-1}y$ 。我们看到不能用成为这个近似基础的公式 12~公式 27 以这种简单的显示表示归路光全体的波面信息的项，但是可以进行再构成归路光全体的波面信息的计算。

如以上说明的那样，如果根据本实施形态，则因为波面检测器 16 检测归路光的局部波面，根据它的输出控制部分向可形变镜子 8 输出再构成归路光的全体波面的驱动信号，所以波面象差的检测校正不限于特定的类型，能够对应任意的波面象差，能够高精度地校正由于倾斜、光盘基材厚度的零散和双折射、指纹等的污垢等引起的复合波面象差。

又，因为使透镜阵列 14 的各透镜的面积不均匀，特别设置得使配设在归路光强度高的部分上的检测区域的面积比配设在归路光强度低的部分上的检测区域的面积大，所以能够对伴随着归路光强度分布的不均匀的每个检测器的会聚光量差进行补偿，能够通过使各检测器轭状物输出信号的 S/N 比均等化，提高全体波面的再构成精度。

又，因为根据检测媒体保有的信息的媒体信息检测部分的输出，生成由波面检测器 16 进行检测的定时，所以当在对于媒体进行波面检测适当的状态中时，能够确实地检测波面，能够进行高精度的相位波面检测。

又，因为可形变镜子 8 的轭状物备有分开在夹着转动轴的相反一侧位置上的第 1 部分和第 2 部分，第 1 固定电极与第 1 部分相对地配置，第 2 固定电极与第 2 部分相对地配置，通过耦合突起使反射膜与第 1 部分耦合，所以能够在双向上有效地驱动反射膜，能够改善驱动力的对称性提高控制精度和响应性。

又，在第 1 固定电极和第 2 固定电极上不加上驱动信号的状态中，反射膜保持平面精度高的反射面，因为原封不动地以该状态为中立点进行双向驱动，所以为了得到已有那样的中立点不需要预先进行初期形变的操作，没有由于初期形变时的驱动灵敏度零散等引起的中立点的再现性等的问题，能够提高校正精度。

又，因为对于每个调节器个别地设定从调节器的转动轴到耦合突起的

距离，对于每个调节器可变地设定膜厚方向的调节器的位置变化设定范围，所以即便在通过相同的过程在各调节器中形成膜厚方向的尺寸的情形中，也能够改变调节器的位置变化设定范围。

又，通过将反射膜固定在原点近旁，使原点附近的内周一侧的调节器的位置变化量小，使离原点远的外周一侧的调节器的位置变化量大，内周一侧的调节器，当万一在控制系统中存在误动作时，因为限制了位置变化量，所以也可以使给予整体的影响很小，又，因为与设定位置变化范围小相当，容易在分辨率和驱动力这点上提高调节器性能，所以能够进行响应性卓越，高精度的控制。

（第2实施形态）

其次，我们一面参照图9一面说明根据本发明的信息装置的第2实施形态。图9表示本实施形态的概略构成。

本实施形态的可形变镜子8具有与实施形态1中说明的构成相同的构成。

在本实施形态的信息装置中，使用多个光源。

首先，我们说明从使成为蓝色光记录光盘的光源的波长405nm的GaN系半导体激光器和光探测器一体化的蓝色激光器模块60射出的光。

通过准直仪透镜61将从蓝色激光器模块60射出的蓝色光束变换成平行光。整形棱镜62将椭圆形的蓝色光束整形成圆形光束。经过整形的光入射到偏振全息图63。偏振全息图63是在LiNbO₃等的具有双折射性的材料基片上形成全息图图案的衍射光栅，通过质子交换等并入图案沟部的折射率，对非常光线不给予相位差而对寻常光线给予相位差。结果，当透过偏振全息图63时，非常光线不衍射，寻常光线与全息图图案对应发生衍射产生偏转。为了对于寻常光线， ± 1 次光的比例成为最大，0次光的比例大致为零而设计沟深。此外，非常光线和寻常光线是相互成直角偏振的直线偏振光。

从偏振全息图63出来的直线偏振光通过1/4波长板64变换成圆偏振，入射到二向色棱镜65。二向色棱镜65备有蓝色光反射面65a和红外光反射面65b，这些面与激光波长相应选择地反射或透过光束。蓝色光反

射面 65a 与偏振方向无关, 大致全反射波长 405nm 的蓝色光, 大致全透过波长 650nm 以上的红~红外光。此外, 红外光反射面 65b 也与偏振方向无关, 大致全反射波长 780nm 的红外光, 大致全透过波长 650nm 以下的红~蓝色光。另一面成为没有波长选择性的通常的面 65c。

由高折射率玻璃材料形成的物镜 67 是由单个透镜构成的, 将 NA 设计为 0.85。将光盘 68 设计得可以接受并记录再生由蓝色激光模块 60 记录再生的蓝色光记录光盘、或 DVD 光盘、CD 光盘中的任何一个。

蓝色光记录光盘是在基材厚度 0.6mm 的光盘基片上设置由相变化记录材料或色素系记录材料构成的记录层, 通过厚度 30~50 μ m 的透明粘合层将这 2 块基片粘合起来的单面 2 层记录光盘, 形成只在纹道或纹间表面一方上进行记录的格式。纹道间隔, 即邻接的纹道间距离 p 如公式 32 那样地决定, 使由归路光中的纹道产生的衍射光的 0 次光和+1 次光的干涉区域实质上不与 0 次光和-1 次光的干涉区域重叠。

[公式 32]

$$p < \lambda / NA$$

在包含 DVD-ROM 光盘、DVD-RAM 光盘的 DVD 光盘的记录再生中使用从 DVD 激光模块 69 射出的红色激光。DVD 激光模块 69 是使成为光源的波长 650nm 的 GaInP/AlGaInP 系半导体激光器和光探测器一体化形成的模块。

透镜 70 将从 DVD 激光模块 69 射出的红色光束变换到具有所要的扩张角的有限光学系统。偏振全息图 71 具有与偏振全息图 63 同样的构成。偏振全息图 71 不衍射非常光线, 但是为了使 ± 1 次光的比率成为最大, 0 次光的比率大致为零而衍射寻常光线。使从将直线偏振光变换成圆偏振光的 1/4 波长板 72 射出的红色光束透过二向色棱镜 65 的红外光反射面 65b 入射, 透过蓝色光反射面 65a 射出后, 射向可形变镜子 8。二向色棱镜 65 起着将椭圆形光束整形成圆形光束的整形棱镜的作用。

CD 光盘的记录再生中使用从 CD 激光模块 73 射出的红外激光。CD 激光模块 73 是使成为光源的波长 780nm 的 GaAlAs 系半导体激光器和光探测器一体化形成的模块。玻璃全息图 74, 在 CD 激光模块 73 附近一侧

的面上作成用于作成跟踪控制用的 3 光束的全息图图案，在另一面上作成用于使归路光偏转到 CD 激光模块 73 的光探测器上的全息图图案。透镜 75 将从 CD 激光模块 73 射出的红色光束变换到具有所要的会聚角的有限光学系统。

其次，我们一面参照图 10 一面说明蓝色激光模块 60 和偏振全息图 63。图 10 表示本实施形态中的蓝色激光模块 60 和偏振全息图 63 的概略构成。

从蓝色激光模块 60 光源 80 射出的蓝色激光束通过图 10 中未画出的准直仪透镜和整形棱镜入射到偏振全息图 63。偏振全息图 63 如图 10 (b) 所示，被区域分割成用于使归路光偏转到光探测器的 28 个区域 63a~63ab、和将孔径限制在一定值上，特别用于防止归路光回到光源的共计 29 个区域 63xx。在这些区域中的各个区域中分别形成用于将归路光偏转到目的方向的最佳衍射光栅图案。

将区域 63a~63ab 的形状设计得与由蓝色光记录光盘的纹道沟形成的干涉图案一致。区域 63a、63n、63o 和 63ab 与蓝色光记录光盘的 0 次反射光的区域对应。又，区域 63b~63m 与 0 次反射光和+1 次反射光的干涉区域对应，区域 63p~63aa 与 0 次反射光和-1 次反射光的干涉区域对应。

蓝色光记录光盘的纹道间隔 p ，因为如公式 32 那样地被决定，所以没有+1 次光与-1 次光的干涉区域，也不在偏振全息图 63 上设置与它对应的区域。

通过偏振全息图 63 的去路蓝色激光束不使非常光线衍射地直线进行，而使寻常光线衍射进行偏转。经过偏转的寻常光线离开光程到了光程外面，成为无效的散射光，只有非常光线作为有效的蓝色激光束在光盘 68 上反射后成为归路光。因为归路光束来回 2 次通过图中未画出的 $1/4$ 波长板成为寻常光线，所以在偏振全息图 63 上大致全部光量被衍射，使 ± 1 次光偏转到蓝色激光模块 60 的各光探测器上。

蓝色激光模块 60 的光探测器由被与蓝色激光记录光盘的记录轨道切线方向对应的纵分割线 2 分割的纵分割光探测器 81、和被与它正交的方向的横分割线 2 分割的横分割光探测器 82 组成。纵分割光探测器 81 和横分割光探测器 82 中的每一个都有 28 个，分别与偏振全息图 63 的各区

域 63a~63ab 一对一地对应。为了使来自偏振全息图 63 的各区域 63a~63ab 的出射光分别与对应的纵分割光探测器 81 和横分割光探测器 82 的分割线上的焦点结合而进行设计。关于焦点位置的全息图构成不是如在 SSD 法中通常进行那样的沿光探测器面的法线方向将焦点位置分成前后的构成，而是与±1 次光一起光探测器面成为焦点位置那样的构成。但是，为了确保称为偏振全息图 63 和蓝色激光模块 60 的相对位置误差的光学元件的调整误差容限，在焦点上的光点直径取约 50~100μm 的比较大的值。这可以通过将各区域 63a~63ab 细分割成 28 个区域，使各区域的大小变小，从各光探测器一侧看时的 NA 变小合理地实现。当这样构成时也能够作成物镜的聚焦误差信号，我们将在后面对此进行说明。

另图中的 L、R 为左右方向，U、D 为上下方向，令纵分割光探测器 81 的各左分割部分的输出为 La~Lab，各右分割部分的输出为 Ra~Rab。小写字母 a~ab 与偏振全息图 63 的各区域 63a~63ab 对应。同样，令横分割光探测器 82 的各上分割部分的输出为 Ua~Uab，各下分割部分的输出为 Da~Dab。又，对来自各光探测器的分割部分的输出 La~Lab、Ra~Rab、Ua~Uab、Da~Dab 由图中未画出的前置放大器和计算电路进行放大、差分计算、加法计算，作成物镜和可形变镜子的控制信号与记录信号。

首先，用推挽法作成物镜的跟踪误差信号 TE 作为偏振全息图 63 中的左右光量差。它的内容如公式 33 所示。这里，Σ () 是表示括号内的输出总和的记号。

[公式 33]

$$TE = \Sigma (L_a \sim L_n, R_a \sim R_n, U_a \sim U_n, D_a \sim D_n) - \Sigma (L_o \sim L_{ab}, R_o \sim R_{ab}, U_o \sim U_{ab}, D_o \sim D_{ab})$$

其次，我们用图 11 说明物镜的聚焦误差信号 FE 的作成原理。图 11 是说明本发明的实施形态 2 中的聚焦误差与到光探测器的聚光位置的关系的原理说明图。这里，我们忽略由光探测器的纹道沟产生的衍射的影响等使说明简略化，但是即便存在这种条件基本考虑也是相同的。又，为了简单化我们也用 1 维模型进行说明，但是很容易将它扩大到 2 维模

型。

图 11 (a) 表示在物镜从光盘远离的方向上到具有聚焦误差的状态中的光探测器的聚光位置。在图的右侧模式地表示光束 83 在平行光状态中的波面。没有聚焦误差的状态的波面 W_0 是由一点虚线表示的平面，但是具有上述那样的聚焦误差的状态的波面 W_1 成为由实线表示的对于光轴对称的凹曲面。用波线模式地表示这个平行光的光束 83 入射的偏振全息图 63 的各区域，但是令这些各区域的中心与光轴的距离为 L 。距离 L 是对于每个区域不同的预先决定的值，当扩大到 2 维模型时成为表示各区域的中心位置的坐标。在距离 L 上设置正负区别，这里图中的 A 方向为正。

通过偏振全息图 63 的光束 83 在通过图中未画出的整形棱镜、准直仪透镜后，会聚在分割的光探测器上。在图的左侧表示出这个状态。关于纵分割光探测器 81 也好关于横分割光探测器也好都能够作为相同的分割光探测器进行处理，成为从在中央露出分割线的方向看的图。因此，如果将图 11 (a) 作为从纵方向看的图，则它成为关于纵分割光探测器 81 的说明，如果将图 11 (a) 作为从横方向看的图，则它成为关于横分割光探测器 82 的说明。在以后的说明中共同化地称为分割光探测器。在没有聚焦误差的状态中，为了使到由一点虚线表示的各分割光探测器的聚光位置来到分割线上而进行调整，但是在具有聚焦误差的状态中的聚光位置如实线所示地偏离分割线。对于各分割光探测器个别地测定这个聚光位置的偏离 ϵ 。关于聚光位置的偏离 ϵ 也设置正负区别，这里图中的 A 方向也为正。聚光位置的偏离 ϵ 的符号与距离 L 的符号负相关，但是这成为波面 W_1 是凹曲面的起因。

图 11 (b) 表示在物镜在接近光盘的方向上到具有聚焦误差的状态中的分割光探测器的聚光位置。图的构成要素、记号的意义等与图 11 (a) 相同。在图的右侧，用实线表示具有这种聚焦误差的状态的波面 W_2 ，但是它是对于光轴对称的凸曲面。这个状态中的聚光位置的偏离 ϵ 的符号与距离 L 的符号正相关，但是这成为波面 W_2 是凸曲面的起因。

当将上述关系画成曲线时能够得到图 11 (c) 所示的关系。令横轴为距离 L ，纵轴为聚光位置的偏离 ϵ ，求将画出的数据连接起来的直线的平

均斜率 k 。原理上在与波面 W_0 对应的状态，即没有聚焦误差的状态中斜率为零，但是实际上由于分割光探测器的位置调整误差等具有 Δ 记号表示的初期偏离值，持有一点虚线所示的斜率 k_0 。将这个值作为补偿值预先存储在 ROM 中，用作计算斜率 k 时的校正值。 x 记号是在与波面 W_1 对应的状态，即在物镜从光盘远离的方向上具有聚焦误差的状态中的图线，具有二点虚线所示的负的斜率 k_1 。 O 记号是在与波面 W_2 对应的状态，即在物镜接近光盘的方向上具有聚焦误差的状态中的图线，具有虚线所示的正的斜率 k_2 。这样，因为斜率 k_1 、 k_2 持有与伴随着物镜远离光盘或接近光盘的聚焦误差对应的极性和大小，所以利用斜率 k 作成聚焦误差信号 FE，为了使它在进行补偿校正的状态中成为零而对物镜进行控制。

为了从分割光探测器的输出求得这时的聚光位置的偏离 ε 的值，如已经用图 6 (b) 说明的那样，使用将分割光探测器的光量差除以光量和进行归一化的输出。这个输出表示，如从公式 2、公式 9~公式 11 判断的那样，大致成为各区域内的局部波面的斜率，即局部波面的 1 次的空间微分值。

通过这样地生成聚焦误差信号，与已有的方式比较具有下列效果。已有的聚焦误差检测方法是刀刃法、SSD 法、象散法等，但是无论哪种方法基本上都用归路光的全体波面，根据该全体波面的曲率变化检测聚焦误差。即伴随着物镜接近光盘或远离光盘，全体波面的曲率发生变化，焦点位置在光探测器面的前后移动，但是为了将这个到焦点位置前后的移动作为分割光探测器的输出差进行检测，需要在光学设计上化工夫。在刀刃法中为了使分割线通过光轴而进行设计并且使光量非对称，在 SSD 法中预先将焦点位置分成光探测器面的前后两个并且将焦点位置分成分割线的左右两个，象散法也根据透镜的方向将焦点位置分成光探测器面的前后两个。

但是，越是通过将偏振全息图 63 的检测区域分割成多个区域，使各区域的面积减小，在检测波面曲率不同的已有方法中检测精度就越低。这是因为曲率是作为波面的 2 次空间微分值给出的值，在这种高次变化中，检测区域越窄，检测就变得越困难。与此相反，在本实施形态的构

成中，因为检测在检测区域内的波面的斜率变化即 1 次空间微分值，将它们合成起来作为聚焦误差信号，所以即便通过将偏振全息图 63 的检测区域分割成多个区域，使各区域的面积减小，也能够防止聚焦误差的检测精度的降低。

以上是能够生成聚焦误差信号 FE 的原理，用公式 34 表示多少使它简略化后的公式。这里使用各区域 63a~63ab 中的每一个的左右分割部分的输出差 X (=R-L)、上下分割部分的输出差 Y (=U-D)、全部总和 S (=R+L+U+D)、和光轴中心与各区域中心的距离绝对值 L 这样 4 个的记号。例如，与区域 63a 对应的 X_a、Y_a、S_a 由公式 35~公式 37 给出。

[公式 34]

$$FE = \sum \left(\frac{X_a}{L_a \cdot S_a} \sim \frac{X_n}{L_n \cdot S_n}, \frac{Y_a}{L_a \cdot S_a} \sim \frac{Y_g}{L_g \cdot S_g}, \frac{Y_o}{L_o \cdot S_o} \sim \frac{Y_u}{L_u \cdot S_u} \right) \\ - \sum \left(\frac{X_o}{L_o \cdot S_o} \sim \frac{X_{ab}}{L_{ab} \cdot S_{ab}}, \frac{Y_h}{L_h \cdot S_h} \sim \frac{Y_n}{L_n \cdot S_n}, \frac{Y_v}{L_v \cdot S_v} \sim \frac{Y_{ab}}{L_{ab} \cdot S_{ab}} \right)$$

[公式 35]

$$X_a = L_a - R_a$$

[公式 36]

$$Y_a = U_a - D_a$$

[公式 37]

$$S_a = R_a + L_a + U_a + D_a$$

现在回到图 10 继续说明构成。作为用于控制可形变镜子的信号，使用经过低通滤波器对上述输出信号 X_a~X_{ab}、Y_a~Y_{ab}、S_a~S_{ab} 进行处理

后的信号。为了避免由记录标记引起的调制的影响，将低通滤波器的截止频率设定在比记录标记的再生信号的频带充分低的值上。进一步，最好将这个截止频率设定在比物镜的响应频率充分低的值上。这是因为通过这样做，能够对伴随着聚焦误差和跟踪误差的波面变化噪声进行平均化，大幅度地减少由这些噪声产生的影响。在下面的说明中，输出信号 $X_a \sim X_{ab}$ 、 $Y_a \sim Y_{ab}$ 、 $S_a \sim S_{ab}$ 中的每一个都表示经过低通滤波器处理后的信号。

在本实施形态中，作成归一化输出 $X_a/S_a \sim X_{ab}/S_{ab}$ 、 $Y_a/S_a \sim Y_{ab}/S_{ab}$ ，根据本发明的实施形态 1 中说明的那种矩阵从状态方程式求得伺服滤波器，为了使这些输出中的各个输出 $X_a/S_a \sim X_{ab}/S_{ab}$ 、 $Y_a/S_a \sim Y_{ab}/S_{ab}$ ，成为零而对可形变镜子进行控制。

偏振全息图 63 的外周部分区域 63xx，即便在来自光源 80 的扩张角中存在零散，也起到将孔径限定在一定值上的作用，使在去路光中的寻常光线偏转到光程外面成为无效的散射光，当透过的非常光线被光盘反射作为寻常光线的归路光再入射时，为了在纵分割光探测器 81 和横分割光探测器 82 上偏转到不给予影响的位置上而对全息图的图案进行设计。

我们再次参照图 9。

DVD 激光模块 69 的光探测器和偏振全息图 71 的详细构成大致与蓝色激光模块 60 和偏振全息图 63 中说明的内容相同。两者的不同点在于与红色光束的光程由有限系构成、在整形成圆形光束以前的椭圆光束的状态中入射到偏振全息图 71、和激光波长不同等对应，具体设计尺寸不同的程度。

CD 激光模块 73 的光探测器和玻璃全息图 74 的构成也基本上为大致与上述类似的内容。与上述构成的不同点在于，因为校正精度不大严格所以可以减少用于检测波面相位的全息图图案的局部区域分割数、因为要与 3 光束跟踪检测同时成立所以在与副光束的射出射入位置相当的部分上不设置用于检测波面相位的全息图图案。又，因为它为不是偏振全息图的玻璃全息图，所以在与偏振方向有关的操作中没有不同。

首先在 CD 激光模块 73 附近一侧的面上将来自 CD 激光模块 73 的作为归路入射光的红外光束分成跟踪控制用的 3 个光束。其次，在另一个

面上通过用于偏转到光探测器的全息图图案使 1 次光以上的光偏转到光程外面成为无效的散射光，只有 0 次光作为有效的红外光束被光盘 68 反射成为归路光。使归路光束中的 ± 1 次光偏转到 CD 激光模块 73 的各光探测器上。归路光束中的 0 次光成为回到半导体激光器的光，但是回来的光量也比较多，并不会产生显著的勺状等的恶劣影响。

关于以上那样构成的信息记录装置，我们用图 12 说明它的操作。图 12 是本发明的实施形态 2 中的信息记录装置的不同光盘种类的光学系统概要图。图 12 (a) 是用于蓝色光记录光盘的记录再生的蓝色光学系统，图 12 (b) 是用于 DVD 光盘的记录再生的红色光学系统，图 12 (c) 是用于 CD 光盘再生的红外光学系统。蓝色光学系统是无限系，红色光学系统和红外光学系统是有限系，特别地红外光学系统是为了由透镜 75 产生的成象点存在于物镜 67 的前面，即透镜 75 和物镜 67 之间而进行设计的。

为了在使可形变镜子 8 不操作的状态，即在反射面为平坦的状态中设计上的波面象差成为最小而设计各色光学系统。有限系的红色光学系统和红外光学系统成为对于从称为由透镜位移和面振动引起的聚焦位置变化的理想设计状态的偏离容易发生波面象差的条件，但是为了即便在最坏的偏离状态中也使波面象差不越出可形变镜子 8 的可以校正范围，而决定可形变镜子 8 的调节器的冲程范围。

当通过图中未画出的装载机构插入光盘 68，安装在图中未画出的光盘马达上时，首先使 CD 激光模块 73 发光，使物镜 67 从下而上移动进行聚焦引入操作，进行判别光盘 68 是否是 CD 光盘的操作。当能够读入光盘 68 的控制轨道数据，判断光盘 68 是 CD 光盘时，移动到通常的 CD 再生操作。在除此以外的情形中，判断光盘 68 不是 CD 光盘，接着使 DVD 激光模块 69 发光，进行聚焦引入操作，进行判别是否是 DVD 光盘的操作。当光盘 68 是 DVD 光盘时移动到 DVD 的记录再生操作，但是在除此以外的情形中，通过判断光盘 68 是蓝色光记录光盘，使蓝色激光模块 60 发光，引入聚焦，移动到蓝色光记录光盘的记录再生操作。

这样通过以 CD 激光模块 73、DVD 激光模块 69、蓝色激光模块的顺序使它们发光判别光盘，当进行聚焦引入操作时能够确实地防止物镜 67

与光盘 68 发生冲突。

更一般地，通过优先地使用物镜 67 出射一侧的数值孔径 NA 小的光学系统进行光盘判别。在本构成中以红外光学系统的 NA=0.45，红色光学系统的 NA=0.6，蓝色光学系统的 NA=0.85 的顺序进行光盘判别。为了防止物镜 67 与光盘 68 发生冲突，当下述的条件成立时上述操作是特别有效的。首先，我们说明由公式 38 给出的冲突焦点距离 f。冲突焦点距离 f 定义为从当物镜 67 与光盘 68 表面发生冲突时的光盘表面到焦点距离。

[公式 38]

$$f = r \cdot \frac{(n^2 - NA^2)^{1/2}}{NA}$$

这里，n 是光盘基材的折射率，例如对于聚碳酸酯树脂给出代表值 1.55。又，r 是物镜 67 的顶上即与光盘 68 最接近的位置上的瞳孔半径，是由光学系统的设计决定的值。在本构成中，红外光学系统设置 r=0.57mm、f=1.9mm，红色光学系统设置 r=0.63mm、f=1.5mm，蓝色光学系统设置 r=0.73mm、f=1.1mm。

光盘 68 的光盘基材厚度 t 比冲突焦点距离 f 大的组合中，不能够检测光盘记录面，当进行聚焦引入操作时物镜 67 与光盘 68 表面发生冲突。例如，当用蓝色光学系统对 CD 光盘（光盘基材厚度 t=1.2mm）进行光盘判别时，比冲突焦点距离 f=1.1mm 大，发生与物镜 67 的冲突。从而，在可以接受的光盘 68 中令最大的光盘基材厚度 t 为 tmax，各光学系统中最小的冲突焦点距离 f 为 fmin 时，当公式 39 的条件成立时，优先使用物镜 67 出射一侧的数值孔径 NA 小的光学系进行光盘判别，确实地排除发生这种光盘与光学系统的组合。因此，当进行聚焦引入操作时能够确实地防止物镜 67 与光盘 68 发生冲突。

[公式 39]

$$t_{\max} < f_{\min}$$

当完成光盘 68 的种类判别时，信息记录装置驱动与判别结果对应的激光模块。关于以后的操作，将按照由构成说明的内容和由实施形态 1 的操作说明的内容。

如以上说明的那样，如果根据实施形态，则因为对从具有多个波长的光源射出的去路光，一面进行波面检测一面用可形变镜子 8 校正波面，使用共同的物镜 67 进行记录再生，所以用简单的构成就能够高精度地进行多种光盘 68 的互换。而且，关于由于波长不同引起的色差、伴随着光盘 68 的基材厚度的不同的球面象差等的种种波面象差，如果通过光学系统设计预先限制在所定的范围内则可以通过波面校正除去残余的象差，能够大幅度地扩大象差设计的界限。

又，因为将用于 CD 光盘的红外光学系统作为具有在物镜前的成像点的有限光学系，所以用 NA 为 0.85 和极大的物镜 67 可以进行与 NA=0.45 相当的 CD 光盘的再生。又，因为偏振全息图 63 使归路光对于区域 63a~63ab 中的每一个偏转到不同的 2 个方向，分别配置分割线方向不同的纵分割光探测器 81 和横分割光探测器 82 进行受光，所以能够有效地利用衍射光，容易调整探测器位置，并且来自探测器的输出的配线密度小能够进行配线设计容易的 2 个方向的波面成分的检测。

又，因为与光盘 68 的纹道沟引起的干涉条件相应将归路光分割成多个区域 63a~63ab，在同一个区域内干涉条件大致相同，所以用由纹道沟引起的干涉即便对于具有复杂光强度图案的归路光也能够进行高精度的波面检测。

又，因为通过检测在检测区域内的波面的斜率变化即 1 次空间微分，将它们合成起来作为聚焦误差信号，所以即便将偏振全息图 63 的检测区域分割成多个区域使各区域的面积减小，也能够防止聚焦误差的检测精度的降低。又，光盘 68 的判别部分通过以 CD 光盘、DVD 光盘、蓝色激光记录光盘的顺序进行光盘判别操作，当进行聚焦引入操作时能够防止物镜 67 与光盘 68 发生冲突。

（第 3 实施形态）

下面，我们一面参照图 13，一面说明根据本发明的可形变镜子的其

它实施形态。图 13 表示本实施形态的概略构成。此外，在图 13 中，关于与第 1 实施形态共同的部件，给予与图 3 中的参照标号相同的参照标号。

基片 21 由 Si 材料形成，它的热膨胀系数为 $2.8\sim 7.3\times 10^{-6}$ 。反射膜 83 是通过溅射蒸涂热膨胀系数比基片 21 大的金属材料形成的。当反射膜 83 的材料为 Al 材料时，它的热膨胀系数约为 23.6×10^{-6} 。

因为反射膜 83 是在约 450°C 的高温状态中形成的，而且在周边 84 与基片 21 耦合，所以在实际使用的温度条件 80°C 以下，由于热膨胀系数之差引起的反射膜 83 比基片 21 发生更大的收缩产生张力方向的内部应力。因此，经常确实地使反射膜 83 处于张力操作状态，能够维持通过 CMP 平坦化的反射面 85a 的平面精度。

使调节器 33 和反射膜 83 耦合起来的耦合突起 83b 是由 Al 材料构成的与反射膜 83 形成一体，扼状物 28 与反射膜 83 电导通。进一步反射膜 83 与相同 Al 材料的周边 84 耦合，通过设置在绝缘层 24 上的涂敷金属膜 85 与基片 21 的配线层 23 导通，从那里下降到接地电位。这样通过用导电材料一体地形成反射膜 83 与耦合突起 83a，并与导电性的扼状物 28 耦合，能够简化到扼状物 28 的配线路径并且能够大幅度地减少配线电阻。又，因为从调节器 33 到反射膜 83 全部是由单一材料形成的，所以能够简化制造过程，提高生产性。

（实施形态 4）

我们一面参照图 14，一面说明根据本发明的可形变镜子的其它实施形态。图 14 (a) 表示可形变镜子的概略截面图。图 14 (b) 表示调节器 94 和发射镜 93 的分解立体图。

在图 14 (a) 中，基片 86、配线 87、绝缘层 88、和涂敷金属膜 89、89'、89'' 具有与实施形态 1 中的基片 21、配线 23、绝缘层 24、和涂敷金属膜 25、25'、25'' 大致相同的构成，但是配置位置等不同。

本实施形态的构成与实施形态 1 的构成的主要不同点在于用反射镜 93 作为相互分离的多个微小镜子，每个反射镜 93 都与调节器 94 耦合。

如图 14 (b) 所示，本实施形态中的基底 95 具有长 La，宽 Wa 的大

致矩形形状。 L_a 和 W_a 规定 1 个调节器 94 占据的单位小区的尺寸。当这种单位小区无间隙地被调节器 94 铺满时与各调节器的占有区域对应, 与实际的轭状物 91 等的尺寸不一致。以后, 就在这个意义上使用调节器 94 的长度 L_a 和宽度 W_a 。

在本实施形态中, 因为设定长度 L_a 比宽度 W_a 大, 所以调节器 94 的纵方向与转动轴 A 正交。在基底 95 上设置支持柱安装部分 95a 和轭状物连接部分 95b、95b'。它们的操作与实施形态 1 中说明的操作相同。

轭状物 91 通过合叶部分 91b 与支持柱 90 连接, 并由于合叶部分 91b 的扭转形变能够以转动轴 A 为中心进行转动。

各反射镜 93 独立地操作。可以与没有该反射镜 93 的形变引起的负荷相当地, 将合叶部分 91b 的刚性设置得比实施形态 1 的高。轭状物 91 具有夹着转动轴 A 分成左右的第 1 部分 91a 和第 2 部分 91a', 第 1 部分 91a 处于通过间隙与第 1 固定电极 92 相对地配置的位置上, 第 2 部分 91a' 处于通过间隙与第 2 固定电极 92' 相对地配置的位置上。又, 轭状物 91 在一点虚线所示的轭状物滑动端 91c 与耦合突起 93b 耦合。轭状物滑动端 91c 在轭状物 91 的第 1 部分 91a 的区域内, 处于只离开转动轴 A 所定距离的位置上。与实施形态 1 中所述的相同, 也能够使该距离对于每个调节器都是不同的。轭状物 91、支持柱 90、基底 95 每个都是由 Al 材料形成的, 它们的电位完全相同。

反射镜 93, 与调节器 94 相比在纵方向不同, 具有通过使宽度 W_m 比长度 L_m 大将转动轴 A 的方向作为纵方向的大致矩形形状。反射镜 93 也由 Al 材料形成, 是表面上备有反射面 93a 的实质的刚体。耦合突起 93b 是在与反射镜 93 相同的 Al 溅射蒸涂过程中形成的。在第 1 固定电极 92 与轭状物 28 之间, 或者在第 2 固定电极 92' 与轭状物 28 之间加上电位差时, 由于静电力轭状物 28 以转动轴 A 为中心沿顺时针方向 CW, 或者沿反时针方向 CCW 转动, 通过耦合突起 93b 与轭状物 91 耦合的反射镜 93 在接近图中未画出的基片的下方向和离开基片的上方向的双向中进行位置变化。

这时, 反射镜 93 不一定纯粹只在上下方向运动, 轭状物 91 只发生与倾斜角度相同的倾斜, 但是因为调节器 94 的形状是将与转动轴 A 正交

的方向取为纵方向，发射镜 93 的形状是将转动轴 A 的方向取为纵方向，所以能够将对于位置变化量的倾斜角抑制到极小。又，反射镜 93 的面积 $L_m \times W_m$ 取得大于调节器的面积 $L_a \times W_a$ 的 90% 以上，能够防止发射光量的降低。从而，反射镜的宽度 W_m 比调节器的宽度 W_a 大，反射镜 93 的投影尺寸是为了从调节器 94 的尺寸看出一部分而设置的。当通过这种构成也能够排列多个调节器 94 时，能够取反射镜 93 之间不重叠那样的配置构成。我们用图 15 说明这种配置的样子。

图 15 是本发明的实施形态 4 中的调节器 94 和反射镜 93 的配置图。在图 15 中，为了容易地判定边界，使基底 95 远离相邻的基底 95 那样地画出来，但是实际上这个间隙是极小的或者是零。

在与转动轴 A 正交的方向上与邻接的调节器相互不错开地配置调节器 94，在转动轴 A 方向上将邻接的调节器配置在只错开 $p = L_a/k$ 的位置上。这里 k 是比 1 大的数，在图中 $k=2$ 。反射镜 93 的长度 L_m 和宽度 W_m 是为了满足公式 40，公式 41 而决定的。

[公式 40]

$$L_m < p$$

[公式 41]

$$W_a < W_m < k \cdot W_a$$

通过为了满足这些条件而设置反射镜 93 的长度 L_m 和宽度 W_m ，能够抑制伴随着反射镜 93 之间的干涉和上下方向的位置变化产生的倾斜，并且能够达到提高反射效率的目的。

如上所述，在本实施形态中将反射镜 93 作为相互分离的多个微小镜子，因为每个反射镜 93 都与调节器 94 耦合，所以对于每个调节器 94 能够完全独立地控制反射镜 93 的位置变化，从而使控制操作变得简单，并且能够提高响应性。

(实施形态 5)

我们一面参照图 16 (a) 和 (b)，一面说明本发明的实施形态 5 中的

可形变镜子。图 16 (a) 是可形变镜子的概略截面图。图 16 (b) 是调节器 104 和反射镜 105 的分解立体图。本构成与实施形态 4 特别不同之处在于反射镜 105 与包含一对轭状物 101、102 的调节器 104 在耦合突起 105a、105b 的 2 点上耦合, 可以平行地上下移动反射镜 105 (冲程操作)。

在图 16 中, 支持柱 100、110、轭状物 101、102、第 1 固定电极 106、107、第 2 固定电极 106'、107'、基底 115、基片 116、配线层 117、绝缘层 118、和涂敷金属膜 119、119'、119'' 的详细情形与实施形态 4 中说明的大致相同。

在与轭状物 101 的第 1 和第 2 部分 101a、101a' 相对地配置的位置上配置第 1 和第 2 固定电极 106、106', 在与另一个轭状物 102 的第 1 和第 2 部分 102a、102a' 相对地配置的位置上配置第 1 和第 2 固定电极 107、107'。为了使第 1 固定电极 106 和 107 电连接成为等电位而进行设置, 同样, 为了使第 2 固定电极 106' 和 107' 电连接成为等电位而进行设置。

反射镜 105 通过耦合突起 105a 与轭状物 101 的第 1 部分 101a 耦合, 进一步, 通过耦合突起 105b 与轭状物 102 的第 1 部分 102a 耦合。

为了使反射镜 105 的刚性比耦合突起 105a、105b 的刚性充分地大而决定形状尺寸。

在图 16 (a) 中, 左侧表示当从驱动电路 22 将驱动电压加到第 2 固定电极 106'、107' 上时的反射镜 105 的状态。当将驱动电压加到固定电极 106'、107' 上时轭状物 101 的第 2 部分 101a' 和轭状物 102 的第 2 部分 102a' 被吸引到固定电极一侧, 反射镜 105 保持平行状态不变在从基片 116 离开的方向上移动。

又相反地, 右侧表示当从驱动电路 22 将驱动电压加到第 1 固定电极 106、107 上时的反射镜 105 的状态。当将驱动电压加到固定电极 106、107 上时轭状物 101 的第 1 部分 101a 和轭状物 102 的第 1 部分 102a 被吸引到固定电极一侧, 反射镜 105 保持平行状态不变在接近基片 116 的方向上移动。

如上所述, 在本实施形态中可以保持反射镜 105 的平行不变, 进行到基片垂直方向的移动, 能够避免伴随着反射镜 105 的倾斜产生的恶劣影响。

此外，在本实施形态中我们说明了通过使第 1 固定电极 106 和 107 等电位与使第 2 固定电极 106'和 107'等电位，使反射镜 105 平行移动的构成，但是如果分别将到各固定电极 106、106'、107、107'的驱动电压设定在个别的值上，则也能够给予 2 维倾斜。

(实施形态 6)

我们一面参照图 17，一面说明根据本发明的补偿光学装置的实施形态。

如图 17 所示，在本实施形态中，在硅等的半导体基片 201 上集成可形变镜子 202、全息图 203、光检测器 204。又，在半导体基片 201 上集成与对光检测器 204 的输出信号进行放大和计算处理和驱动可形变镜子 202 有关的电路。

进一步，在半导体基片 201 上载置平板玻璃 205，在平板玻璃 205 的上面一部分上形成防止反射膜 205a，在另一部分上形成为透过 P 偏振光反射 S 偏振光而设置的偏振光分裂器膜 205b。

入射光 206 处于波面未校正状态，通过防止反射膜 205a 入射到平板玻璃 205，在可形变镜子 202 上被反射对波面进行校正。这个反射光中的 P 偏振光通过偏振光分裂器膜 205b，成为射出到外部的出射光 207。又，反射光中的 S 偏振光被偏振光分裂器膜 205b 反射后再次向着半导体基片 201 行进，入射到全息图 203。全息图 203 将这个 S 偏振光的光束分割成多个检测区域，偏转到对于各检测区域都不同的会聚点。由全息图 203 偏转的各检测区域的光束再次被偏振光分裂器膜 205b 反射，聚焦在半导体基片 201 上。在这些各个焦点上设置 4 分割的光检测器 204，为了能够通过比较各分割部分的输出信号检测焦点位置变化而进行设置。这个光检测器 204 的输出信号由设置在半导体基片 201 上图中未画出的波面再构成部分，对入射光 206 的波面进行计算和再构成，根据该波面对可形变镜子 202 进行控制。208 是包装半导体基片 201 时焊接引线和导线的接线柱。

我们用图表 18、图 19 说明可形变镜子 202 的构成。图 18 是本实施形态中的可形变镜子 202 的放大分解立体图。在图 18 中，基底 210 形成

在半导体基片 201 的绝缘层（图中未画出）上，是对与第 1 和第 2 电极 211、211' 的同一个 Al 层进行刻蚀形成的。将支持柱 212 安装在支持柱安装部分 210a 中基底 210 上，通过一对合叶 213 支持轭状物 214。支持柱 212、合叶 213、轭状物 214 也是对同一个 Al 层进行刻蚀形成的，基底 210 和轭状物 214 处于等电位。轭状物 214 具有 $1\mu\text{m}$ 厚的平板形状，以数 μm 的间隙与第 1 和第 2 电极 211、211' 相对地配置，为了当在一个电极与基底 210 之间加上电位差时，使轭状物 214 由于静电力在顺时针方向或反时钟方向转动而进行设置。通过耦合突起 215a 将反射镜 215 安装在轭状物 214 的滑动端 214a 中。

反射镜 215 由多晶硅构成，上面成为平坦的反射面。215b 是贯通反射镜 215 的孔，215c 是由孔 215b 区划成大致正方形的反射镜主部，215d 是在四角连接反射镜主部 215c 的连接部。反射镜主部 215c 与连接部分 215d 的膜厚分别为 $1\mu\text{m}$ 和 $0.2\mu\text{m}$ ，设置反射镜主部 215c 的膜厚比连接部分 215d 的膜厚大。因此提高各反射镜主部 215c 内的刚性，能够防止由于膜残留应力发生不需要的形变使镜面精度恶化，并且通过利用连接部分 215d 的柔软性提高驱动灵敏度。

除了由耦合突起 215a 形成的耦合部分外，在轭状物 214 与反射镜 215 之间设置数 μm 的间隙。这个间隙和轭状物 214 与第 1 和第 2 电极 211、211' 之间的间隙是通过预先在与间隙相当的部分中形成由有机材料构成的牺牲层后，最后用等离子刻蚀除去牺牲层设置的。这里，反射镜 215 是在除去该牺牲层前通过 CMP 处理使反射面平坦化。当在第 1 电极 211 与轭状物 214 之间加上电位差时，轭状物 214 沿反时钟方向转动，在上侧，即从半导体基片 201 离开的方向上驱动反射镜 215。当在第 2 电极 211' 与轭状物 214 之间加上电位差时，轭状物 214 沿顺时针方向转动，在下侧，即接近半导体基片的方向上驱动反射镜 215。通过这种构成，可形变镜子 202 通过加在与各轭状物 214 对应的第 1 电极 211 和第 2 电极 211' 上的驱动电压将反射镜子 15 控制在自在的形状中。

其次，我们用图 19 说明可形变镜子 202 的驱动电路构成。图 19 是本实施形态中的可形变镜子 202 的概略构成图。

可形变镜子的驱动电路 220 是由在半导体基片 1 上形成的 CMOS 构

成的。在图 19 中，关于驱动电路 220，只表示出后述的方框构成，省略 n、p 沟道 MOSFET 的截面的详细情形。模式地图示最上层的 Al 配线层 217。在这个 Al 配线层 217 上设置 SiO₂ 系的绝缘层 218，通过 CMP 对绝缘层 218 的上面进行平坦化。在绝缘层 218 上形成为了得到与配线层 217 的必要部分电接触的镀敷金属夹层 219、219'、219''。

轭状物 214 通过支持柱 212 和镀敷金属夹层 219 与配线层 217 连接，总是保持在接地电位上（以下令接地电位为 L）。第 1 和第 2 电极 211、211' 分别通过镀敷金属夹层 219'、219'' 与配线层 217 连接，控制在电位 V1、V2 上。通过驱动电路 220 使 V1、V2 在接地电位 L 和高电位（这里为 5V。以下，令该电位为 H。）之间切换。通过只将 V1 和 V2 中的任意一个控制在 H，由静电力将轭状物 214 吸引到处于 H 状态的电极一侧，轭状物 214 在顺时针方向或反时针方向上产生转动力。通过对 H 状态的保持时间进行 k 位（2^k 阶段）控制，可以调节转动力的大小。当不产生转动力时，将 V1、V2 都设定在 L 电位。以后将由支持柱 212 支持的轭状物 214、第 1 和第 2 电极 211、211' 一起称为调节器。

驱动电路 220 是输入调节器的各电极的地址 Ain 和表示驱动力的控制数据 Din，进行到各电极的输出电压 V1~V2n 的 H/L 的时间控制的电路。驱动电路 220 由存储器 221、地址计数器 222、计数器 223、比较器 224、移位寄存器 225、和锁存器 226 构成。令地址 Ain 为 m 位，控制数据 Din 为 k 位，调节器数为 n，电极数为 2n。

存储器 221 是存储与各地址 Ain 对应的控制数据 Din 的存储器。地址计数器 222 是将 m 位的地址给予存储器 221，串行地将 2n 个控制数据发送出去。用初始化（clr）信号使地址计数器 222 置零，根据时钟（clk）信号进行计数。用初始化（clr）信号使计数器 223 置零，在读出 2n 个控制数据后根据选通（stb）信号进行计数的 k 位的增量计数器。

比较器 224 比较计数器 223 的输出与存储器 221 的 k 位数据，将 1 位的串行数据发送给移位寄存器 225。如果存储器 221 的数据比计数器 223 的输出大，则输出 1（H），否则输出 0（L）。移位寄存器 225 是与 clk 信号相应地进行操作的 2n 位的移位寄存器，锁存器 226 是与 stb 信号相应地锁存移位寄存器 225 的值的 2n 位的锁存器。

现在我们说明这个驱动电路 220 的操作。根据地址计数器 222 给出的 m 位的地址连续读出 $2n$ 个写入存储器 221 的 k 位控制数据。当地址计数器 222 巡回一次，全部读出存储器 221 的控制数据时，根据 stb 信号将存储在移位寄存器 225 中的数据存储在锁存器 226 中同时对计数器 223 的输出进行计数，再次从最初读出存储器 221 的内容。当令这个周期为 T 时，它成为到调节器的通电时间的最小单位。由计数器 223 的段数决定的 2^k 次重复该周期 T ，进行通电时间控制。这时，从存储器 221 读出每个周期相同的控制数据，但是因为对于每一个周期计数器 223 的值增加，所以比较器 224 的输出由于存储器 221 的输出成为在计数器 223 的值以下而变成 0。从而，锁存器 226 的输出与输入的控制数据 D_{in} 成比例，能够以最小分辨率 T 并行控制到全部调节器的固定电极的通电时间。

其次，我们用图 20 说明全息图 203 的构成。图 20 是本发明的实施形态 6 中的全息图的概略构成图。图 20 (a) 表示全息图 3 的平面图。将全息图 203 分割成区域 203a~203s 的 19 个检测区域，形成为为了在各个区域使入射光束偏转到某个所定的会聚点的全息图图案。检测区域不同，它们的会聚点也不同，但是为了当被图中未画出的平板玻璃上的偏振分裂器膜反射时使全部会聚点位于半导体基片表面上而进行设计。全息图图案作为是入射光的平面波和是出射光的球面波的干涉图案将由计算机计算得到的区域板作为掩模像，通过光刻复写并形成在半导体基片 1 上。此外，为了使来自各检测区域的高次光实质上与其它检测区域的会聚点不重叠而设计配置会聚点。

图 20 (b) 表示全息图 203 的放大截面图。全息图图案层 228 形成在 SiO_2 系的绝缘层 218 上。因为将绝缘层 218 设置在半导体基片 201 上形成的控制电路等的电路形成层 227 上，所以如图 19 说明的那样通过 CMP 使上面平坦化。全息图图案层 228 是将在计算机全息图上产生的干涉图案作为掩模形状，通过光刻选择地刻蚀成长到检测波长的约 $1/4$ 波长的厚度的多晶硅膜得到的。用使用氯气的磁控管 RIE 进行刻蚀，得到对于 SiO_2 的绝缘层 218 的高选择比。在形成全息图图案层 228 后，为了提高反射率溅射形成 Al 等的薄膜作为反射膜 229。

其次，我们用图 21 说明光检测器 204 的构成。图 21 是本实施形态中

的光检测器 204 的概略构成图。光检测器 204, 如图 21 (a) 所示, 在与全息图的会聚点对应的位置上配置 19 个 4 分割光二极管 204a~204s。通过从这些各个 4 分割光二极管 204a~204s 的输出检测会聚点的位置偏离, 检测入射光的局部的波面变化。将 4 分割光二极管 204a 作为一个例子, 用图 21 (b) 说明用于生成输出信号的构成。图 21 (b) 是 4 分割光二极管 204a 和前置放大器 231a 的构成图。在该图中, 4 分割光二极管 204a 被水平方向延伸的分割线和垂直方向延伸的分割线分割成区域 204aa~204ad。前置放大器 231a 是由前段的 4 个前置放大器 231aa~231ad、后段的 2 个差动放大器 231ae、231af 和 1 个放大器 231ag 等共计 7 个放大器组构成的。

分别将区域 204aa 的输出输入到前置放大器 231aa、231ac, 将区域 4ab 的输出输入到前置放大器 231ac、231ad, 将区域 4ac 的输出输入到前置放大器 231ab、231ad, 将区域 4ad 的输出输入到前置放大器 231aa、231ab 进行放大和加法运算。分别将前置放大器 231aa 的输出输入到差动放大器 231ae 的+侧和放大器 231ag, 将前置放大器 231ab 的输出输入到差动放大器 231af 的+侧, 将前置放大器 231ac 的输出输入到差动放大器 231af 的-侧, 将前置放大器 231ad 的输出输入到差动放大器 231ae 的-侧和放大器 231ag。从而, 分别地差动放大器 231ae 输出输出 Y_{ay} , 差动放大器 231af 输出输出 Y_{ax} , 放大器 231ag 输出输出 S_a 。

这里输出 Y_{ay} 是与到会聚点的垂直方向的位置变化有关的信号, 作为简单的表示记为 $(204aa+204ad) - (204ab+204ac)$ 。又输出 Y_{ax} 是与到会聚点的水平方向的位置变化有关的信号, 作为简单的表示也记为 $(204ac+204ad) - (204aa+204ab)$ 。又输出 S_a 是表示 4 个区域的光量的总和的信号, 记为 $(204aa+204ab+204ac+204ad)$ 。图中未画出, 但是对于全部 4 分割光二极管 204a~204s 设置前置放大器 231a~231s, 它们的各个输入关系与上述 204a 与 231a 的关系同样地设定。因此, 前置放大器 231 输出差信号 $Y_{ax} \sim Y_{sx}$ 、 $Y_{ay} \sim Y_{sy}$ 与和信号 $S_a \sim S_s$ 。用图中未画出的归一化部分将差信号 $Y_{ax} \sim Y_{sx}$ 、 $Y_{ay} \sim Y_{sy}$ 与和信号 $S_a \sim S_s$ 变换成归一化的输出 $Y_{ax}/S_a \sim Y_{sx}/S_s$ 、 $Y_{ay}/S_a \sim Y_{sy}/S_s$ 。将这些 38 个信号作为光检测器 4 的输出矢量 y 。

光二极管的放大截面图如图 21 (c) 所示。在半导体基片 201 上形成包含前置放大器 231 的电路形成层 232, 在它上面形成绝缘层 218。在绝缘层 218 上面形成成为电极 Al 配线层 233, 进一步通过成长是掺杂成 n 型的硅层的 n 区域 234、成为高电阻的本征半导体层的 i 区域 235、和是掺杂成 p 型的硅层的 p 区域 236, 形成 pin 构造。最后、溅射形成成为到 p 区域 236 的电极的 Al 配线层 237, 构成光二极管。在配线层 233 和配线层 237 上分别形成为了得到与电路形成层 232 电接触的镀敷金属夹层 239、239'。这样一来, 当从电路形成层 232 在配线层 233 和配线层 237 之间加上逆偏压时得到与来自孔径部分 238 的入射光量相应的输出信号。

其次, 我们用图 22 说明在半导体基片 201 上构成的控制部分。图 22 是本实施形态中的控制部分的概略构成图。本实施形态中的控制部分 240 备有目标设定部分 241、恒定偏差控制部分 242、稳定化补偿部分 243、 f/u 变换部分 246, 接受光检测器 204 的输出矢量 y 的输入, 输出调节器的通电时间占空比矢量 u 。

目标设定部分 241 设定成为光检测器 204 的输出矢量 y 的目标的目标矢量 y_r 。为了与干扰无关恒定地控制入射光的波面将目标矢量 y_r 设定在所定的固定矢量上。既可以通过假设理想状态将这个固定矢量设定为零矢量, 也可以预先将校正得到的矢量值存储在存储器中, 读出并使用该值。或者也可以预先将多个矢量值存储在存储器中, 与称谓环境温度变化或入射光的对应波长的切换的使用条件的变化相应地, 分开使用目标矢量值。而且, 为了由于扫描等积极地使入射光的波面变化, 最好使目标矢量 y_r 随时间变化。

恒定偏差控制部分 242 是为了实现没有恒定偏差地跟踪误差信号 $y_r - y$ 所需的型数 p , 串联地耦合 p 个积分器, 在各积分器的输出上乘以增益矩阵 $K_1 \sim K_p$ 并进行加法运算的积分补偿器。型数 p 和增益矩阵 $K_1 \sim K_p$ 的值从要响应的矢量 y 的函数的次数和后述的矩阵函数 A 、 B 、 C 的关系设计地求得, 作为预先决定的函数进行设定。

稳定化补偿部分 243 是为了渐近稳定闭环系统的微分补偿器, 这里由观测器 244 和调整器 245 构成。观测器 244 是输入光检测器 204 的输出

矢量 y 和调节器的驱动力矢量 f ，输出状态矢量 x 的推定值矢量 x' 的最小维观测器。调整器 245 根据反馈增益矩阵 F ，输入状态的推定值矢量 x' ，输出线性计算结果。为了通过将闭环系统的极配置在复数左平面的适当位置上实现渐近稳定，而在矩阵 F 中设定预先设计地求得的值。将调整器 245 的输出与恒定偏差控制部分 242 的输出加起来得到的和是调节器的驱动力矢量 f 。

f/u 变换部分 246 是将调节器的驱动力矢量 f 变换成通电时间占空比矢量 u 的非线性变换部分。通电时间占空比矢量是用控制周期时间分割到调节器的通电时间的矢量，它成为实际控制中的操作量。将驱动力矢量 f 和状态的推定值矢量 x' 输入到 f/u 变换部分 246 中，关于全部调节器，按照公式 1 从驱动力 F 和位置变化 Z 的推定值逆算通电时间占空比 U 。这里， α 、 β 是常数， V 是驱动电压。更详细地说， f/u 变换部分 246 具有关于各调节器选择 2 个电极中的任何一个的选择电路、和预先将作为非线性函数决定的值存储在存储器中的变换表。而且为了首先与驱动力 F 的正负号相应地选择要驱动的电极，其次当将 Z 和 F 作为地址输入到变换表 u 时得到通电时间占空比而进行构成。对全部调节器进行这种操作，得到通电时间占空比矢量 u 。

[公式 42]

$$F = \pm \frac{\alpha V^2}{(1 \pm \beta \cdot Z)^2} \cdot U$$

这样构成的控制部分 240 在可形变镜子 202 与光检测器 204 的控制对象之间构成闭环系统。将作为控制部分 240 的输出的通电时间占空比矢量 u 输入到可形变镜子 202，调节器产生驱动力 f ，反射镜 215 的状态 x 变化，因此反射的光束的波面相位变化。观测由该反射镜 215 产生的波面变化和由干扰 d 产生的波面变化之和，作为光检测器 204 的输出矢量 y 成为控制部分 240 的输入。这里图中记载的 A 、 B 、 C 是由可形变镜子 202 和光检测器 204 的构成决定的固定矩阵。这样光检测器 204 的输出矢量 y 为了追随目标矢量 y_r 而受到控制。

如以上说明的那样，如果根据本实施形态，则因为在半导体基片 201 上一体地形成作为波面检测器的光检测器 204 和作为波面校正器的可形变镜子 202，所以通过有效地利用半导体加工技术的优点能够实现相互的高位置精度。进一步，因为这些波面检测器和波面校正器是在共同的基片上经过共同的制造条件形成的，所以能够减少由热膨胀系数等的基片特性零散和不同的制造批次部件的组合等引起的尺寸误差。

又，因为在半导体基片 201 上作为平面配线图案形成将波面检测器的输出传送到波面校正器的配线，所以不需要用于在 3 维空间内进行连接的复杂的配线，能够达到削减组装工序的数目和装置小型化的目的。进一步，因为在同一基片上与波面检测器和波面校正器一起形成根据波面检测器的输出对波面校正器进行控制的控制部分，所以能够达到使装置更加小型化和配线更加简略化的目的。

又，因为在半导体基片 1 上一体地形成作为偏转器的全息图 203 和光检测器 204，所以通过有效地利用半导体加工技术的优点能够实现相互的高位置精度。

(实施形态 7)

图 23 是本实施形态中的补偿光学装置的概略构成图。在本实施形态中记载了将补偿光学装置应用于光盘装置的构成例。

本实施形态中的半导体基片 201、可形变镜子 202、接线柱 208 具有与实施形态 6 的对应的构成要素相同的构造。全息图 250、光检测器 251 的基本构成与实施形态 6 大致相同，但是通过使在各检测区域的会聚点上的配置不同，使与由光盘 255 的轨道沟引起的干涉波面对应。

关于设置在半导体基片 201 上的微棱镜 252，在它上面设置偏振分裂器膜 252a，在它的一部分上设置倾斜面 252b。倾斜面 252b 起着将椭圆光束整形成圆形光束的整形棱镜的作用。

半导体激光器 253 通过图中未画出的保持机构与半导体基片 201 一体地固定。又半导体激光器 253 的输出光束由图中未画出的准直仪透镜变换成平行光。

其次，我们说明本实施形态中的补偿光学装置的操作。

由准直仪透镜将从半导体激光器 253 输出的光束变换成椭圆平行光束，作为去路入射光 256 通过偏振分裂器膜 252a，只有 P 偏振成分入射到微棱镜 252，在可形变镜子 202 上被反射对波面进行校正后，通过倾斜面 252b 作为圆光束射出。这个出射光由 1/4 波长板 254 变换成圆偏振光，作为去路反射光 257 向着光盘 255 行进，由物镜会聚在记录点 255a 上。来自记录点 255a 的反射光再次通过物镜成为归路入射光 258，由 1/4 波长板 254 变换成 S 偏振光。

该归路入射光 258 从倾斜面 252b 入射到微棱镜 252，在可形变镜子 202 上被反射对波面进行校正。这个反射光被偏振分裂器膜 252a 反射后入射到全息图 250。全息图 203 将该光束分割成多个检测区域偏转到不同的会聚点，各光束再次在偏振分裂器膜 252a 上被反射，由光检测器 251 接收。将光检测器 204 的输出信号输入到设置在半导体基片 201 上的图中未画出的控制部分，根据该信号对可形变镜子 202 进行控制。

此外，因为去路反射光 257 或归路入射光 258 的光束的入射方向与倾斜面 252b 的法线方向一致，所以能够与微棱镜 252 的 x、y 方向的位置精度无关地保持全息图 250 的会聚点的位置精度。

这样如果根据本实施形态，则能够在将设置了偏振分裂器膜 252a 的微棱镜 252 设置在半导体基片 201 的上方的简单装置中实现由可形变镜子 202 反射来自光源的光束后射出到补偿光学装置外，再次由可形变镜子 202 反射再次入射到补偿光学装置内的光束后导入光检测器 251 的构成。

在本实施形态中，通过在微棱镜 252 上设置倾斜面 252b，将该倾斜面 252b 作为光束的入射面或出射面，将光束整形棱镜的效果给予微棱镜 252，并且当形成倾斜面 252b 时可以总括地削除偏振分裂器膜 252a，当形成偏振分裂器膜 252a 时不需要进行掩蔽能够使工时数简化。

又，在本实施形态中，因为使去路反射光 257 或归路入射光 258 的光束的入射出射方向与倾斜面 252b 的法线方向一致，所以能够大幅度地缓和微棱镜 252 所需的位置精度。

(实施形态 8)

图 24 是本实施形态中的补偿光学装置的概略构成图。本实施形态与实施形态 6 的不同点是不将全部构成要素集成在同一个半导体基片上如 MCM (Multi Chip Module (多芯片模块)) 那样地分成几个芯片进行构成和将平板玻璃 267 作为包装外壳的一部分进行构成这两个方面。除此以外的构成和功能与实施形态 6 相同。

陶瓷基片 260 是在氧化 Al 等的绝缘性基片上由金属膜形成配线图案的基片。参照标号“261”表示在 Si 基片上与可形变镜子和控制它的控制电路一体地形成的可形变镜子单元。参照标号“262”表示在玻璃材料上形成衍射图案对于每个检测区域偏转到不同的会聚点的全息图, 参照标号“263”表示在 GaAs 基片上使 4 分割光二极管和对它的输出进行放大和差动计算等的信号处理的模拟信号处理电路一体化的光检测器单元。

将这些可形变镜子单元 261、全息图 262 和光检测器单元 263 安装在陶瓷基片 260 上, 可形变镜子单元 261 和光检测器单元 263 的配线连接是通过在陶瓷基片 260 上形成的配线图案进行。陶瓷基片 260 与包装基底 264 粘合在一起, 与引线 265 连接。这种配线连接是通过用 Au 线 266 的焊接实现的。

粘接在包装基底 264 上面的平板玻璃 267 通过施加防止反射膜 267a 和偏振分裂器膜 267b 的处理形成入射光 268 和出射光 269 的光程, 并且与包装基底 264 一起构成包装外壳的一部分。由光检测器单元 263 检测入射光 268 的波面, 由可形变镜子单元 261 校正这个波面的操作与实施形态 6 中说明的内容相同, 从而得到经过波面补偿的出射光 269。

这样如果根据本实施形态, 则即便在难以得到用不同种类的半导体基片的半导体加工形成上的匹配性的情形中, 也能够提供比较简单的小型补偿光学装置。即, 因为将可形变镜子单元 261 和光检测器单元 263 设置在同一陶瓷基片 260 上, 所以对于两者的相对位置的调整可以只进行在同一平面内的 2 维的位置调整, 因为与已有例中需要 3 维空间内的 6 自由度调整比较, 用 3 自由度调整就可以了, 所以能够大幅度地减少调整工时数。

又, 因为将光检测器单元 263 的输出传送给可形变镜子单元 261 的配

线形成在最好形成在陶瓷基片 260 上作为平面配线图案，所以不需要为了在 3 维空间内进行连接的复杂的配线，能够达到减少组装工时数和使装置小型化的目的。

又，因为在平板玻璃 267 上兼备形成用于光束的波面检测和校正的光程的功能和作为包装外壳的功能，所以能够达到削减部件数目和使装置小型化的目的。

此外，在本实施形态 6~8 中，我们说明了作为波面检测器由 4 分割探测器检测会聚点的位置变化的构成，但是本发明不限于于此，例如也能够应用于使入射光与参照光进行干涉，从干涉图案检测波面的构成等的其它构成。

同样，关于波面校正器，我们说明了用使反射面形变的可形变镜子的构成，但是本发明不限于于此，例如也能够应用于利用液晶的折射率变化等校正波面的构成等的其它构成。

（实施形态 9）

图 25 (a) 是根据本发明的实施形态 9 中的信息装置的概略构成图，图 25 (b) 是用该信息装置的补偿光学装置的立体图。

本实施形态中的信息装置作为光源备有 HD-DVD 用的激光器（蓝色激光器）270 和 DVD-RAM 用的激光器（红色激光器）271 这样 2 类激光器。从各激光器输出的光，通过二向色棱镜 273，入射到补偿光学装置 274。此外，从 HD-DVD 用的激光器（蓝色激光器）270 输出的光通过透镜 272 入射到二向色棱镜 273。

本实施形态的补偿光学装置 274，如图 25 (b) 所示，是将可形变镜子 274a 和光检测器 274b 一体地集成在共同的基片（例如硅基片等的半导体基片）上的装置。

由这个补偿光学装置 274 的可形变镜子 274a 反射的光顺次地通过偏振全息图 275、1/4 波长板 276 和物镜 277 后，照射在作为信息记录媒体的光盘（HD-DVD 光盘或 DVD-RAM 光盘）278 上。

由光盘 278 反射的光在透过物镜 277 和 1/4 波长板 276 后，由偏振全息图 275 偏转，入射到补偿光学装置 274 上的光检测器 274b。

偏振全息图 275 的操作,基本上,与参照图 10 说明的偏振全息图 63 的操作相同,使由于来回 2 次透过 1/4 波长板 276,偏振面转动 90° 的光偏转到补偿光学装置 274 上的所要位置。此外,可形变镜子 274a 的构成和操作与其它实施形态中的可形变镜子相同。

在本实施形态中,使可形变镜子 274a 和光检测器 274b 一块芯片化。在这点上,本实施形态的信息装置与实施形态 2 中的信息装置不同。当如本实施形态那样将使光检测器 274b 与可形变镜子 274a 一体化的补偿光学装置 274 应用于信息装置时,能够使大部分光学系统在用单一光源操作的信息装置和用多个光源操作的信息装置之间共同化。结果,即便在通过改良用单一光源操作的信息装置,设计用 2 个不同光源操作的信息装置的情形中,也只要追加 1 个其它波段的光源就可以了。从而,容易提高对于别种格式的光盘的互换性,可以廉价地提供能够再生各种光盘的互换性卓越的信息装置。

此外,在图示的例子中,也可以不使偏振全息图 275 与补偿光学装置 274 一体化,但是使偏振全息图 275 和/或 1/4 波长板 276 与补偿光学装置 274 一体化。

如果根据本发明,则可以提供能够与各种不同种类的象差对应,扩大高精度的校正范围,可以进行响应性卓越的波面象差校正的可形变镜子和备有该镜子的信息装置。又,如果根据本发明,则能够提供容易实现小型化、低成本化的相对位置精度高的补偿光学装置和波面检测装置。

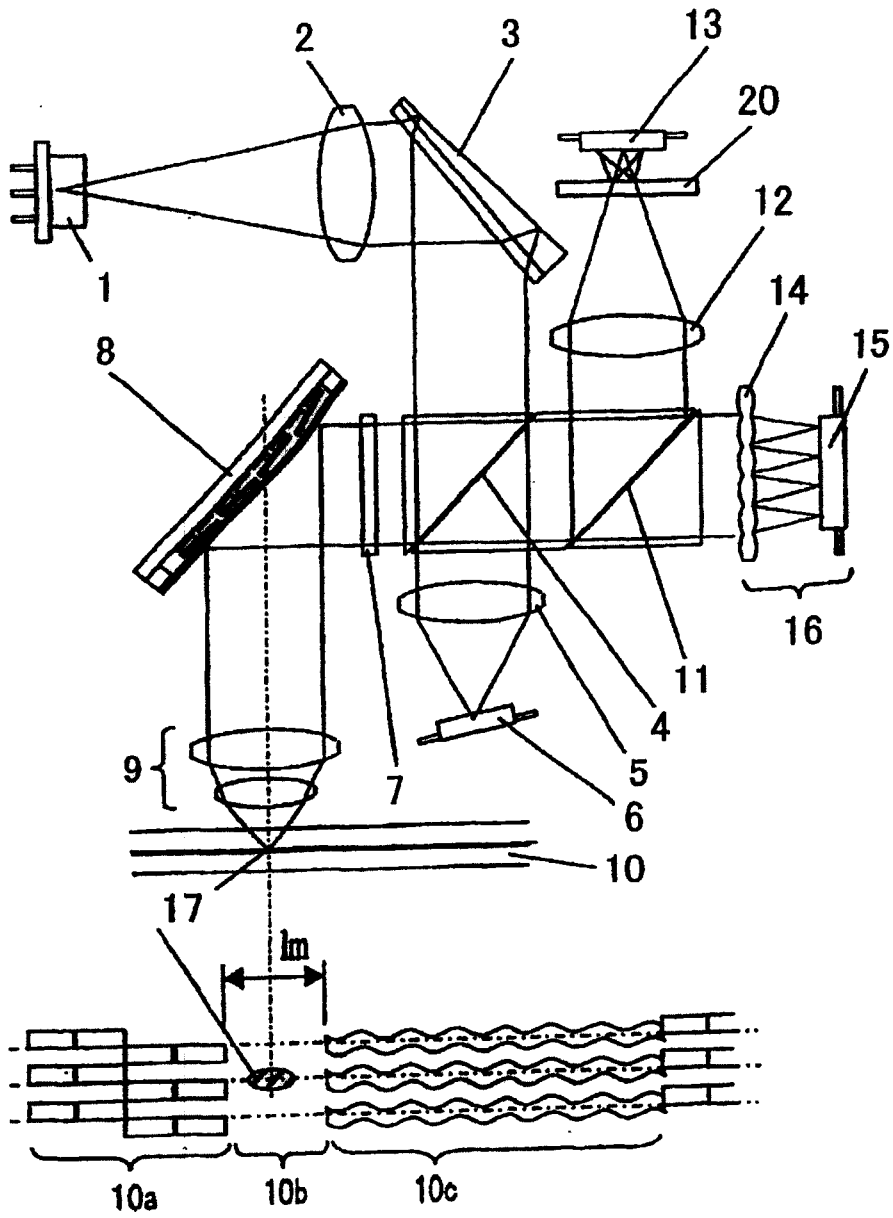


图 1

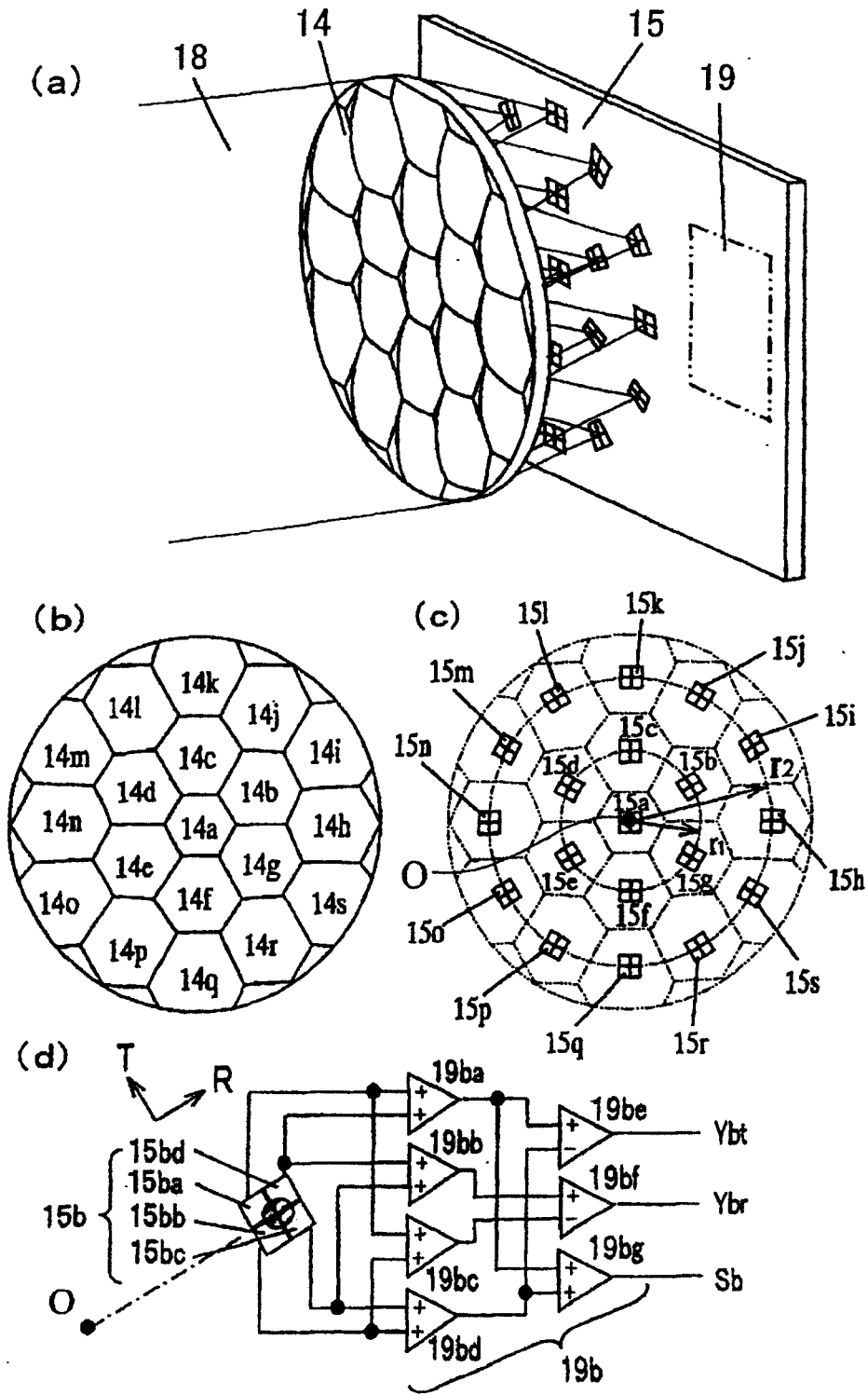


图 2

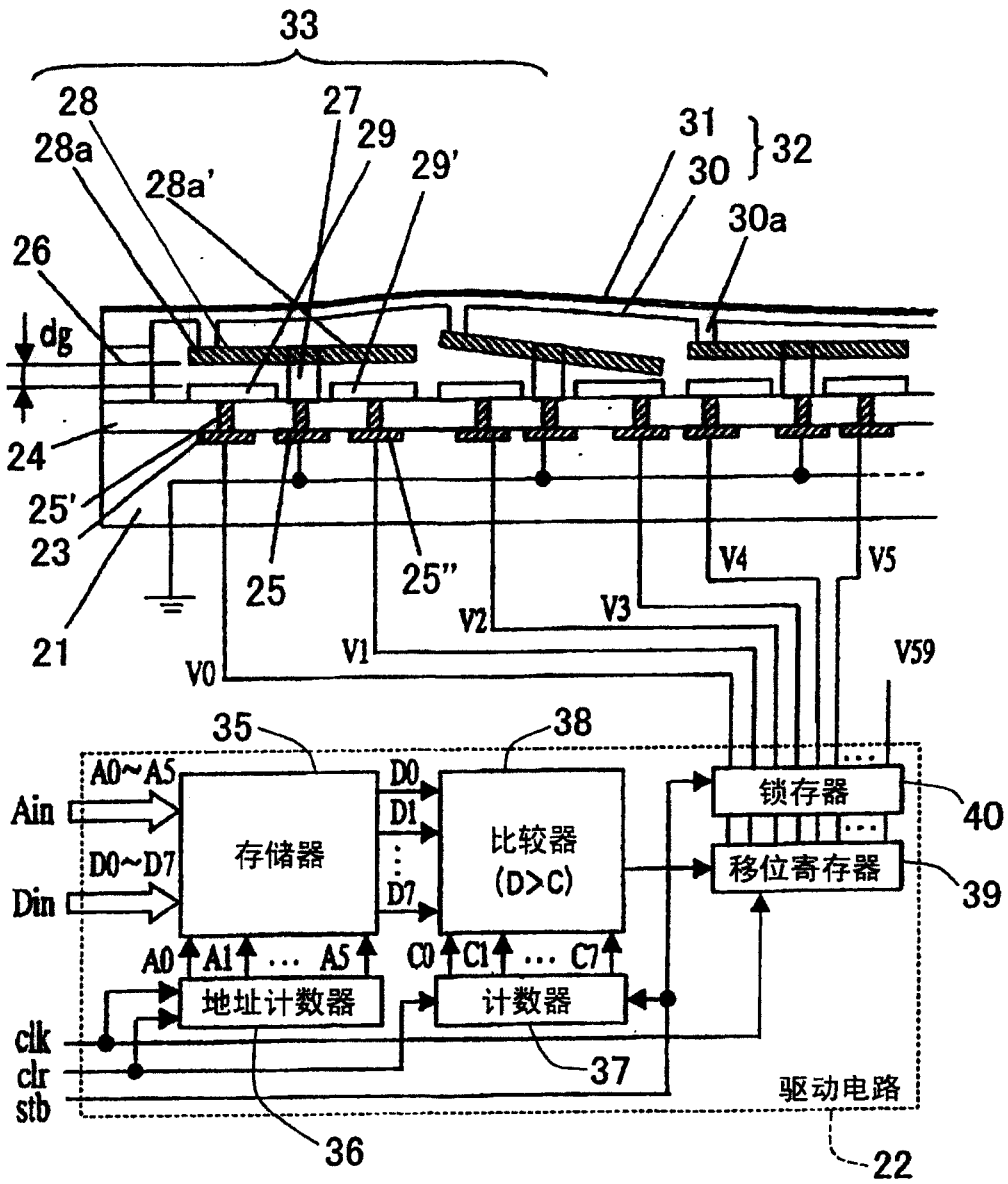


图 3

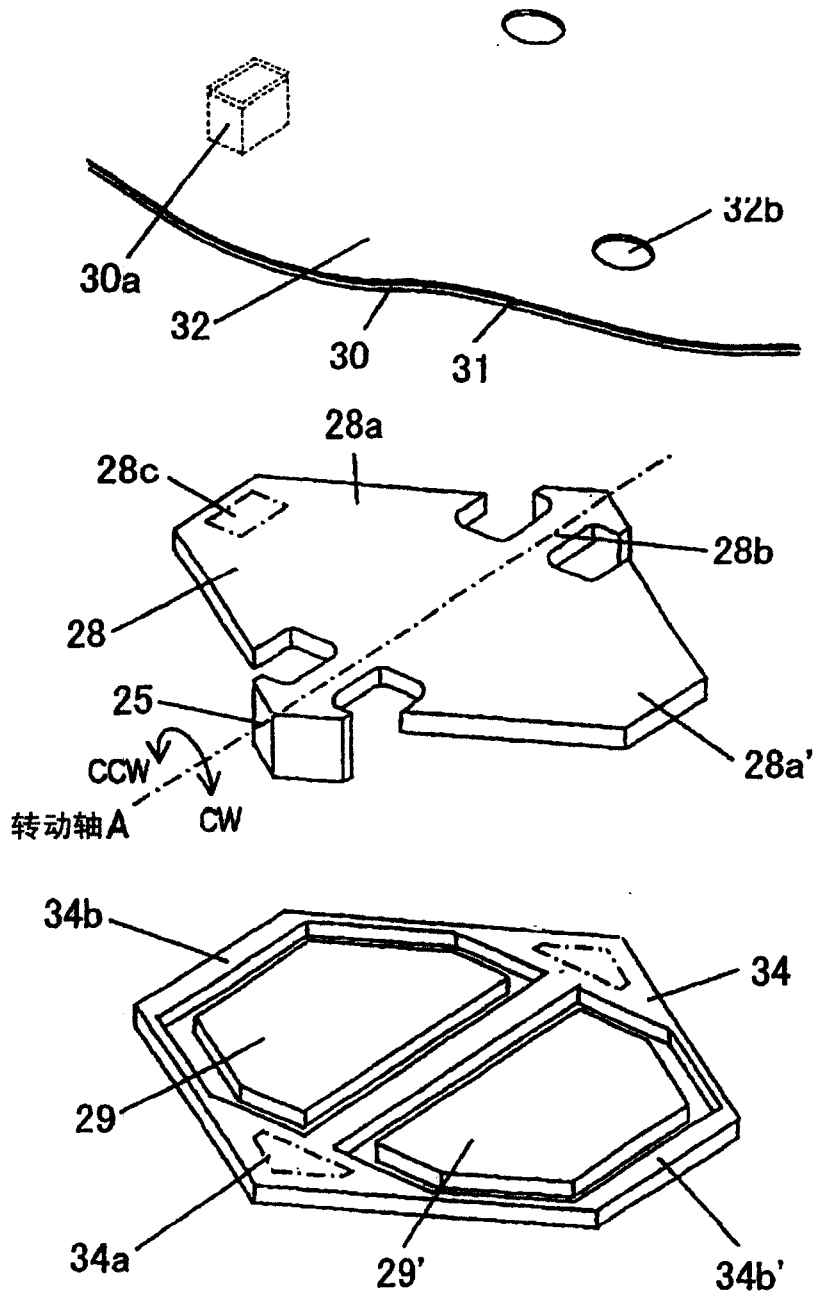


图 4

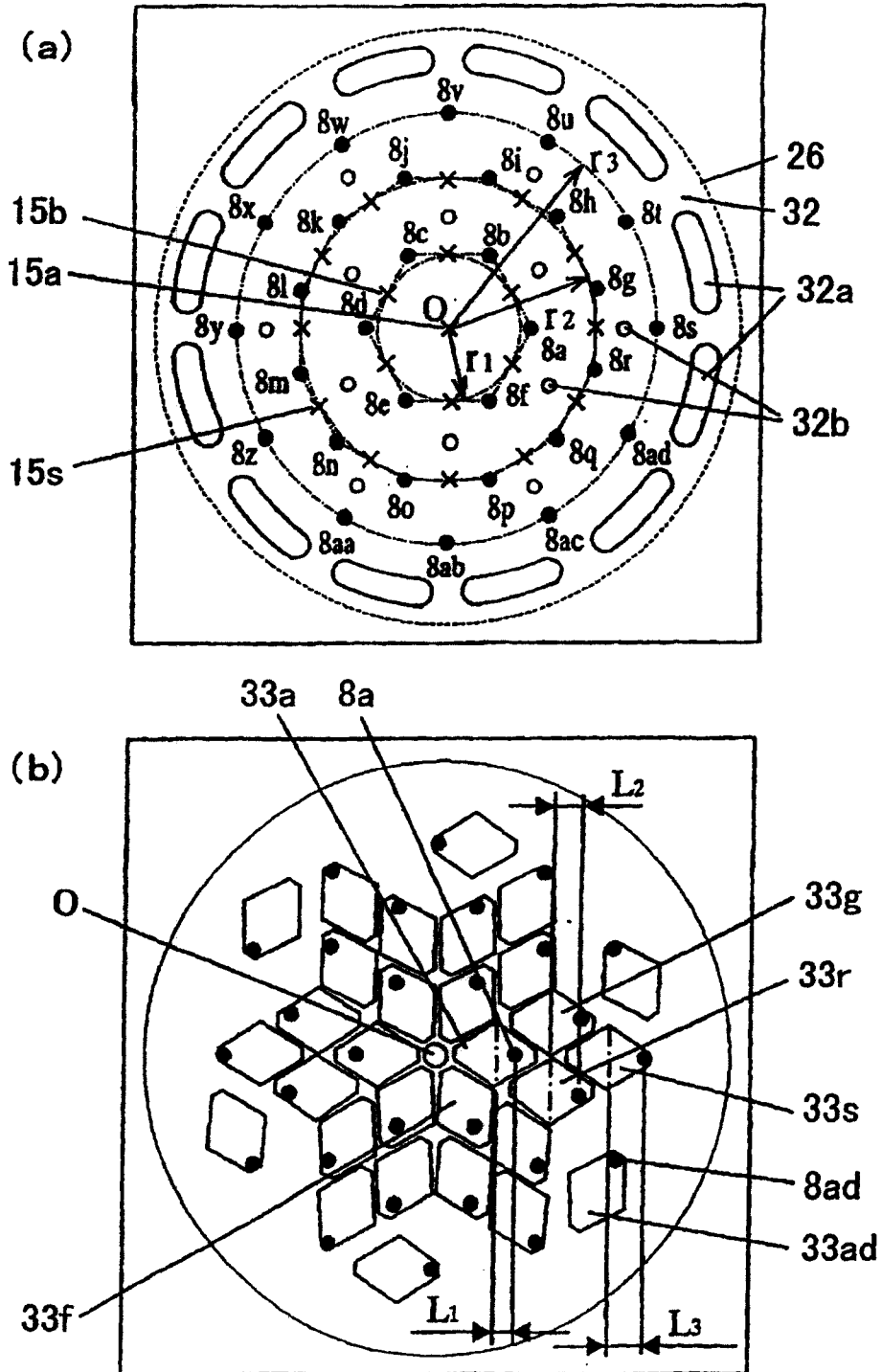


图 5

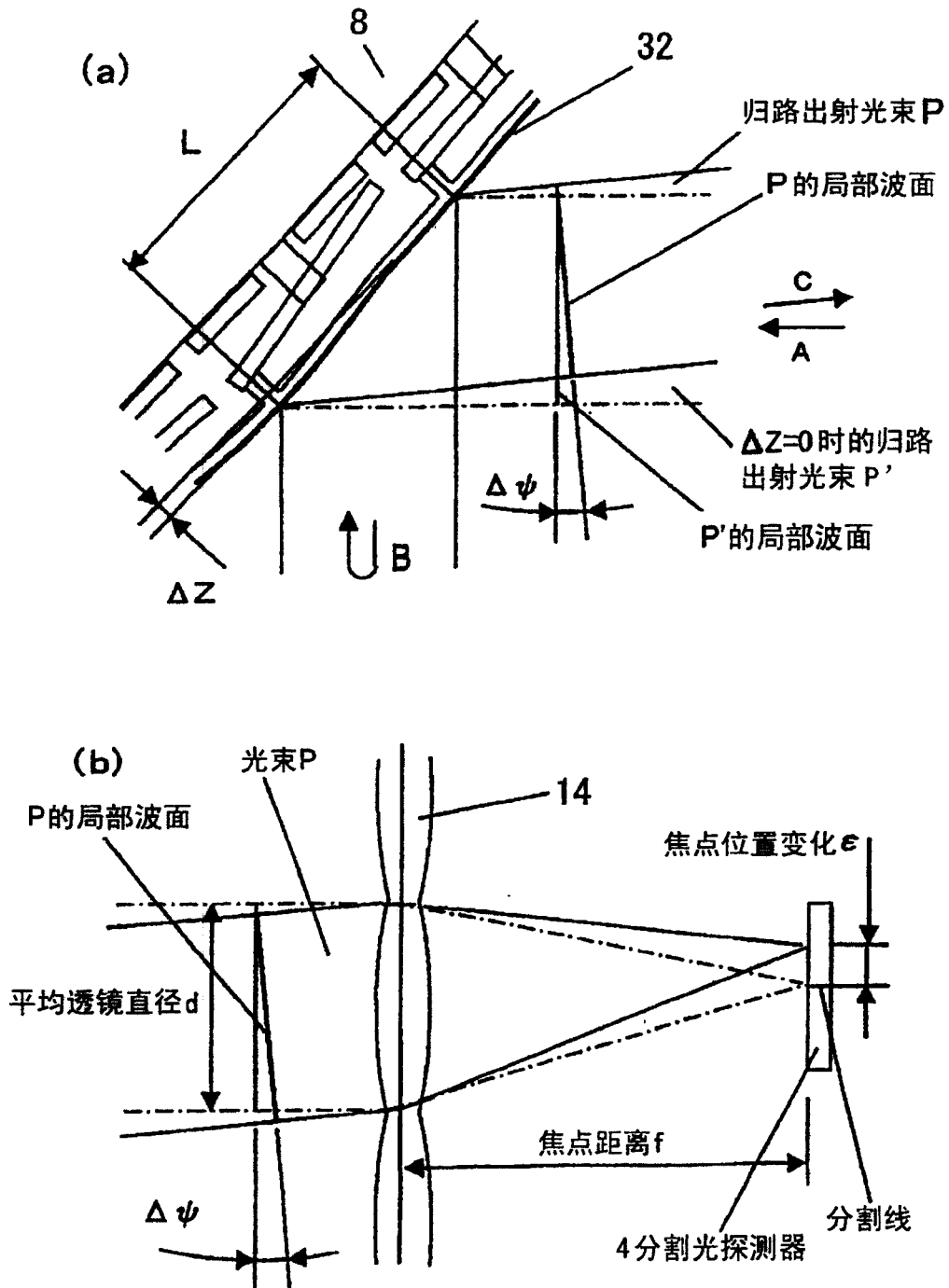


图 6

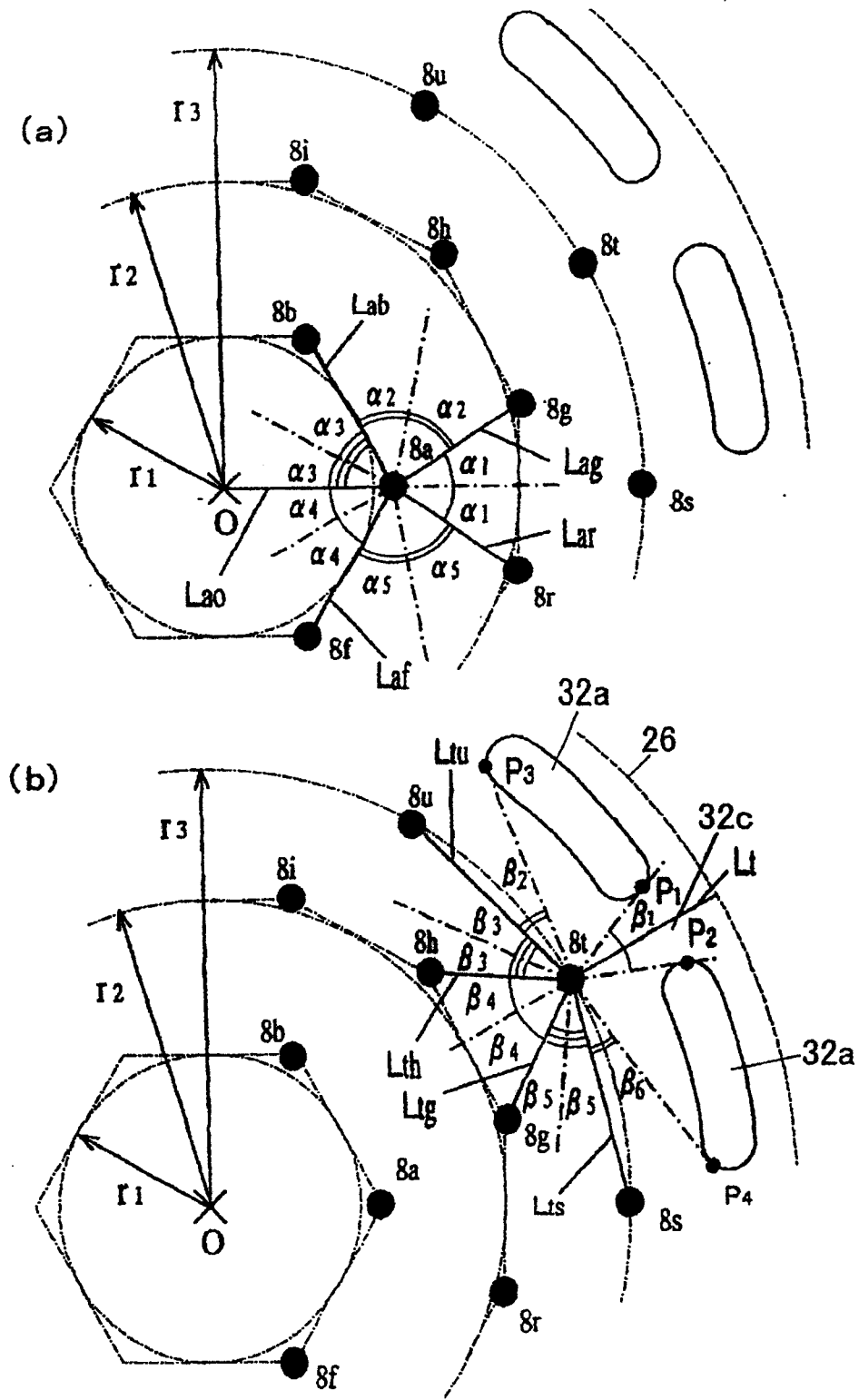


图 7

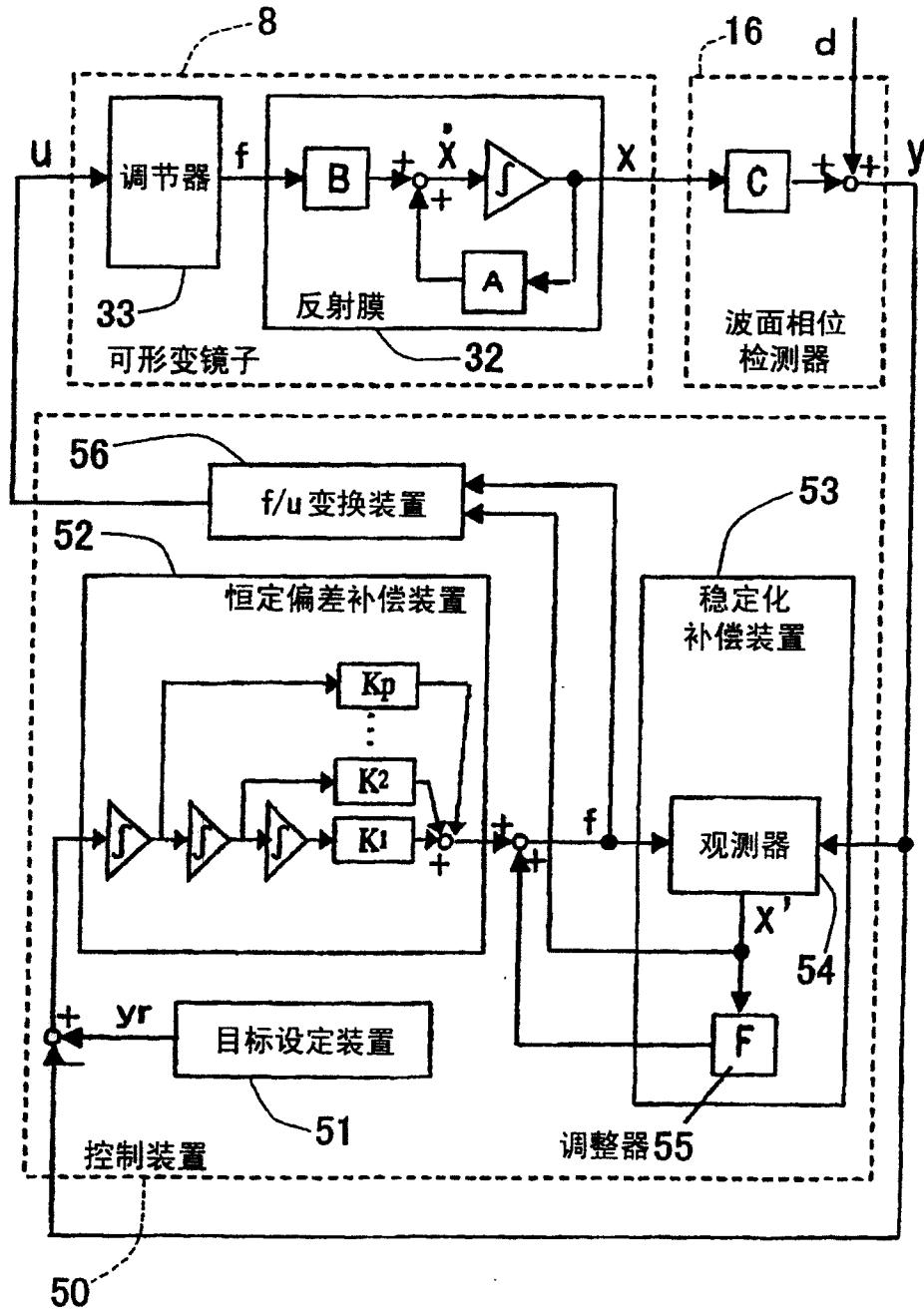


图 8

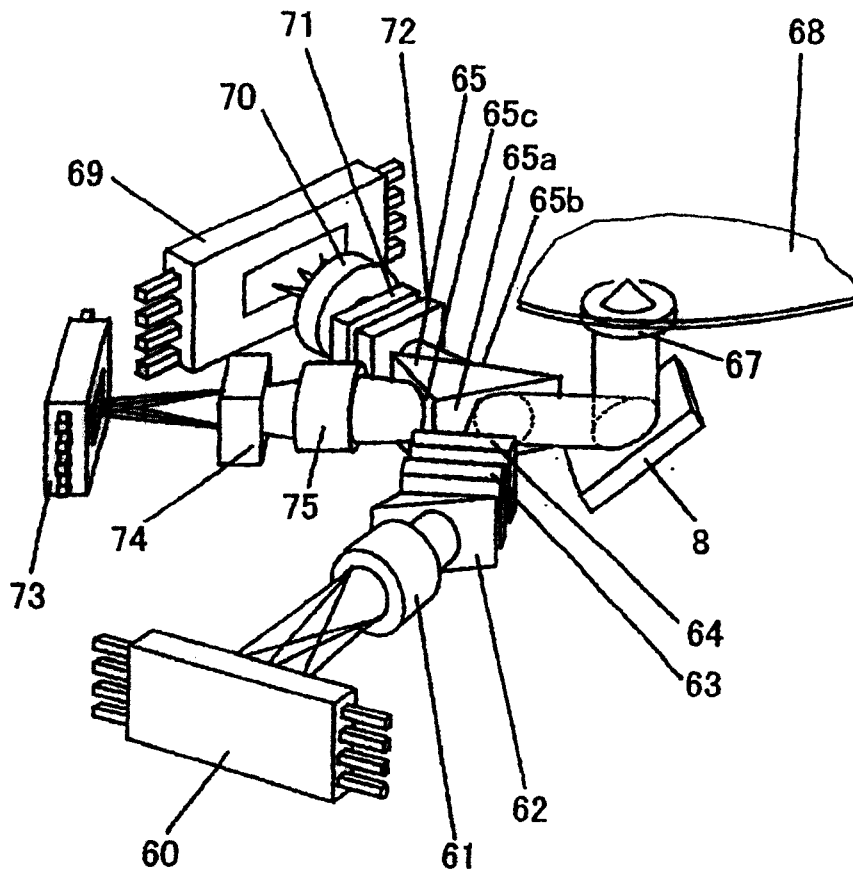


图 9

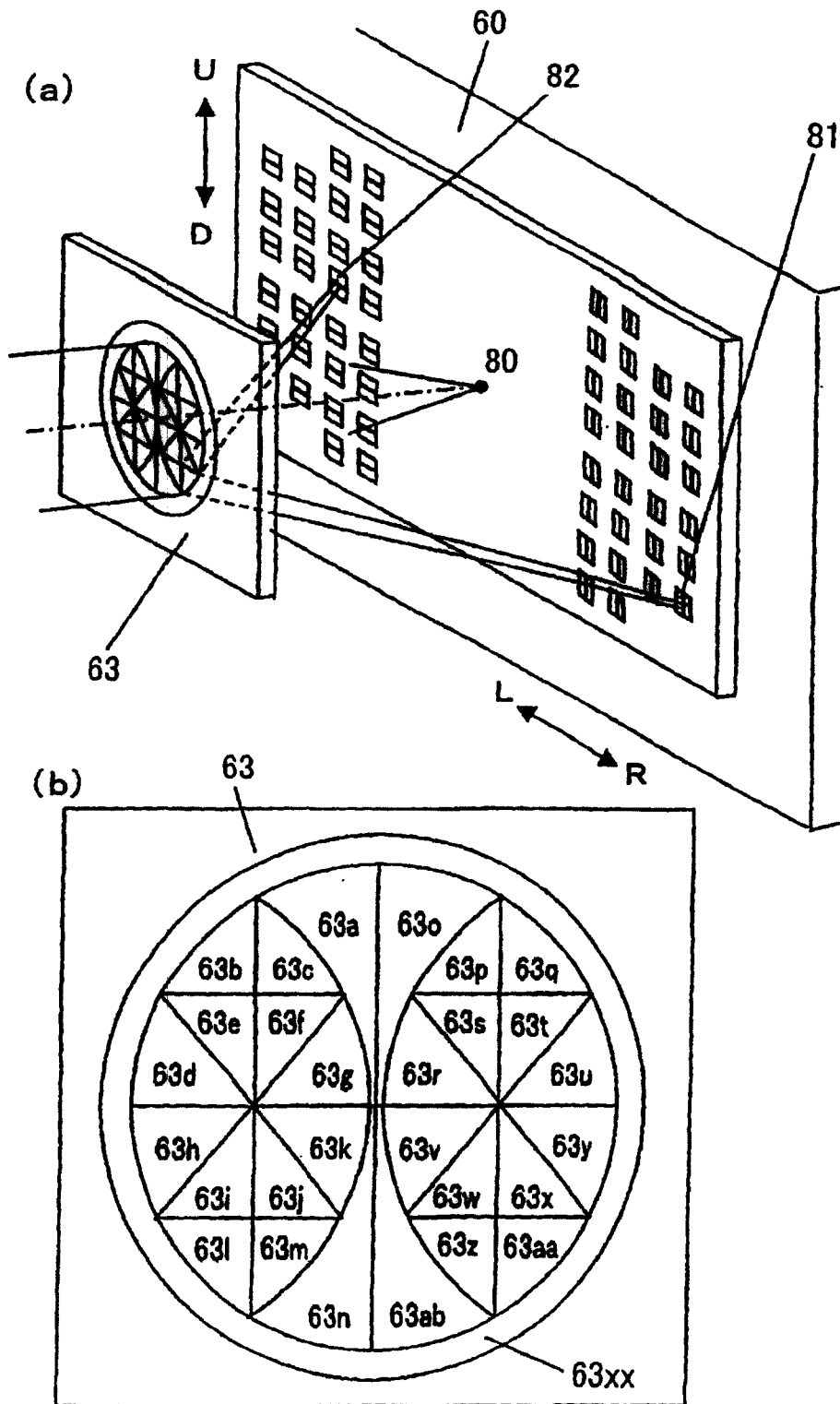


图 10

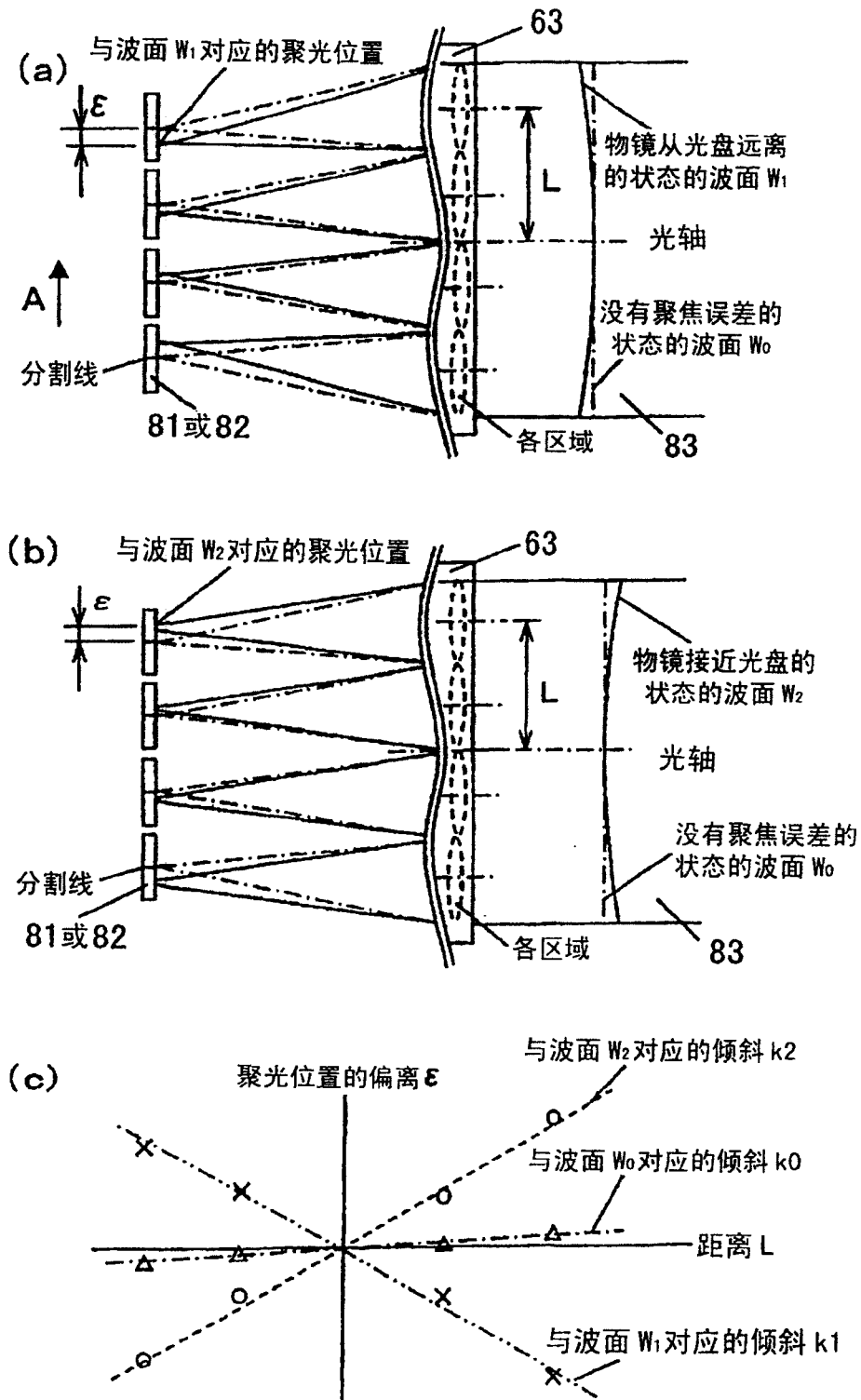


图 11

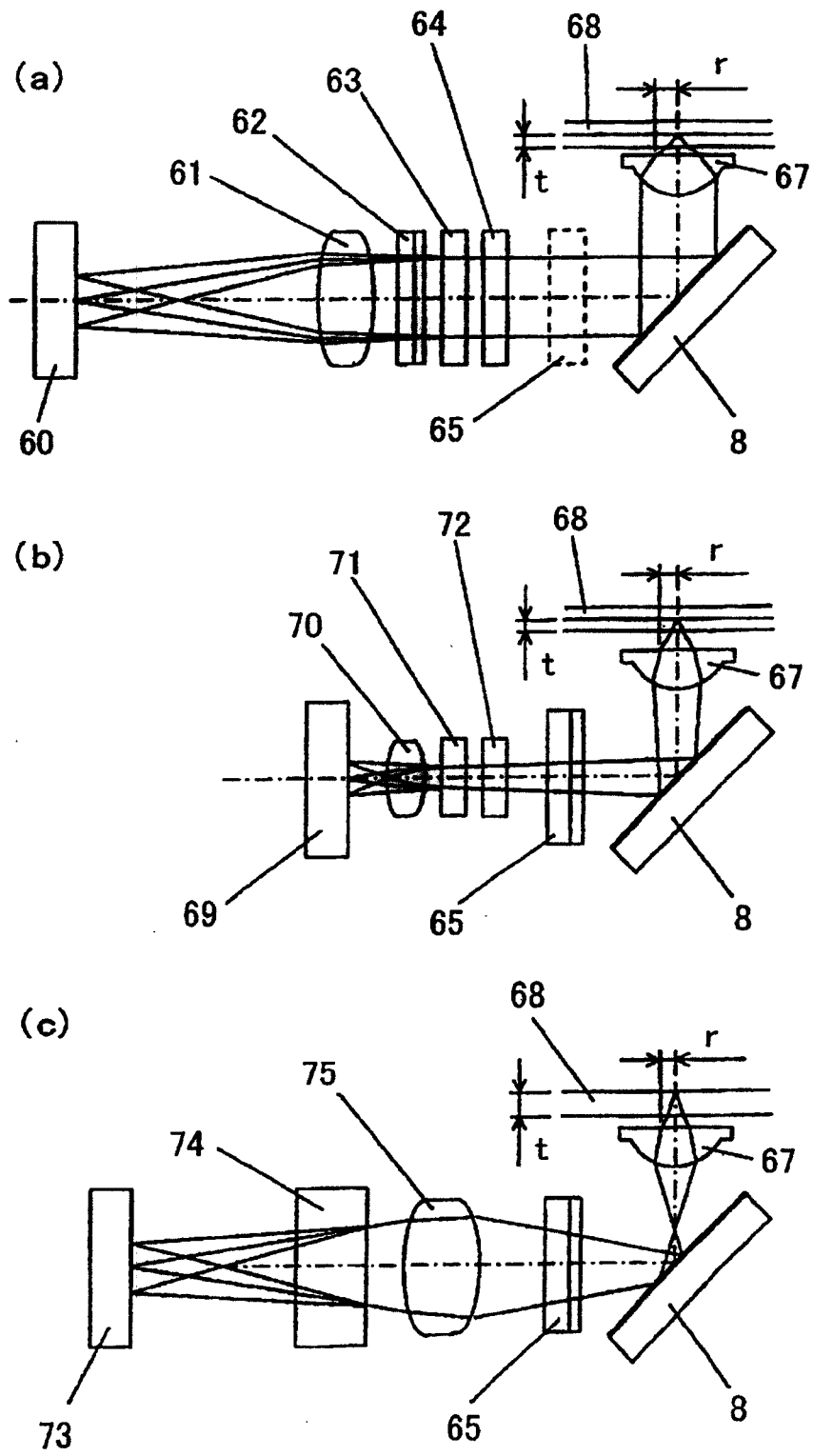


图 12

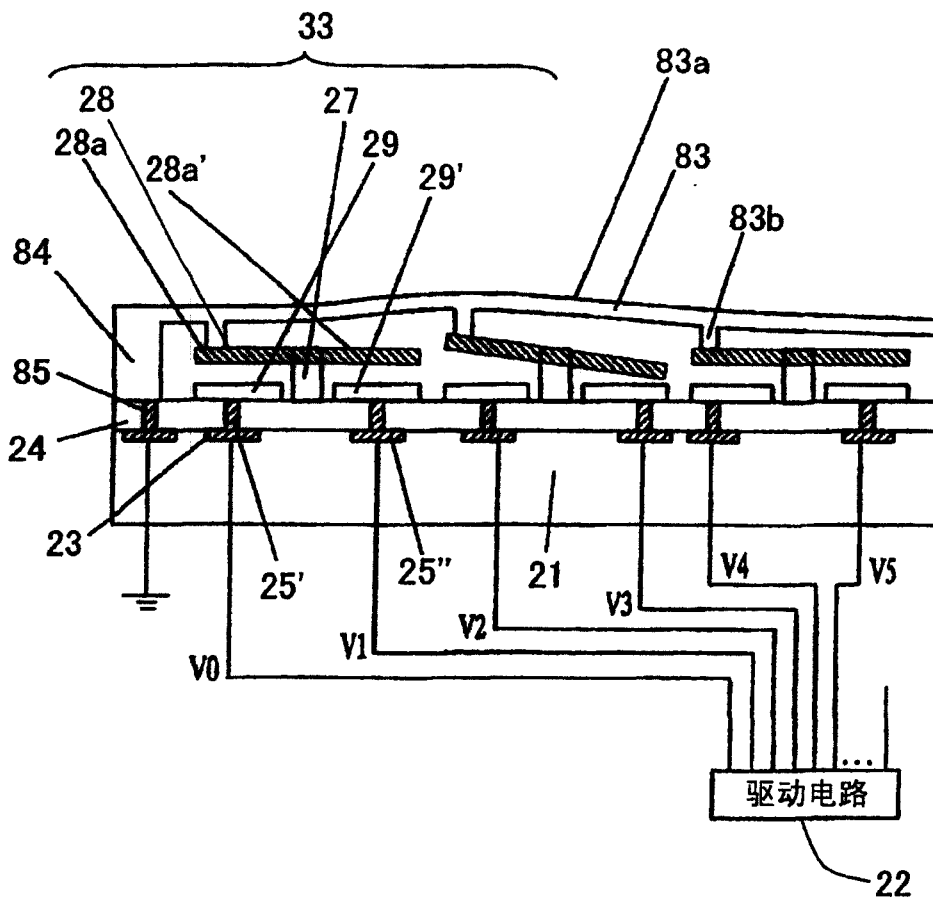


图 13

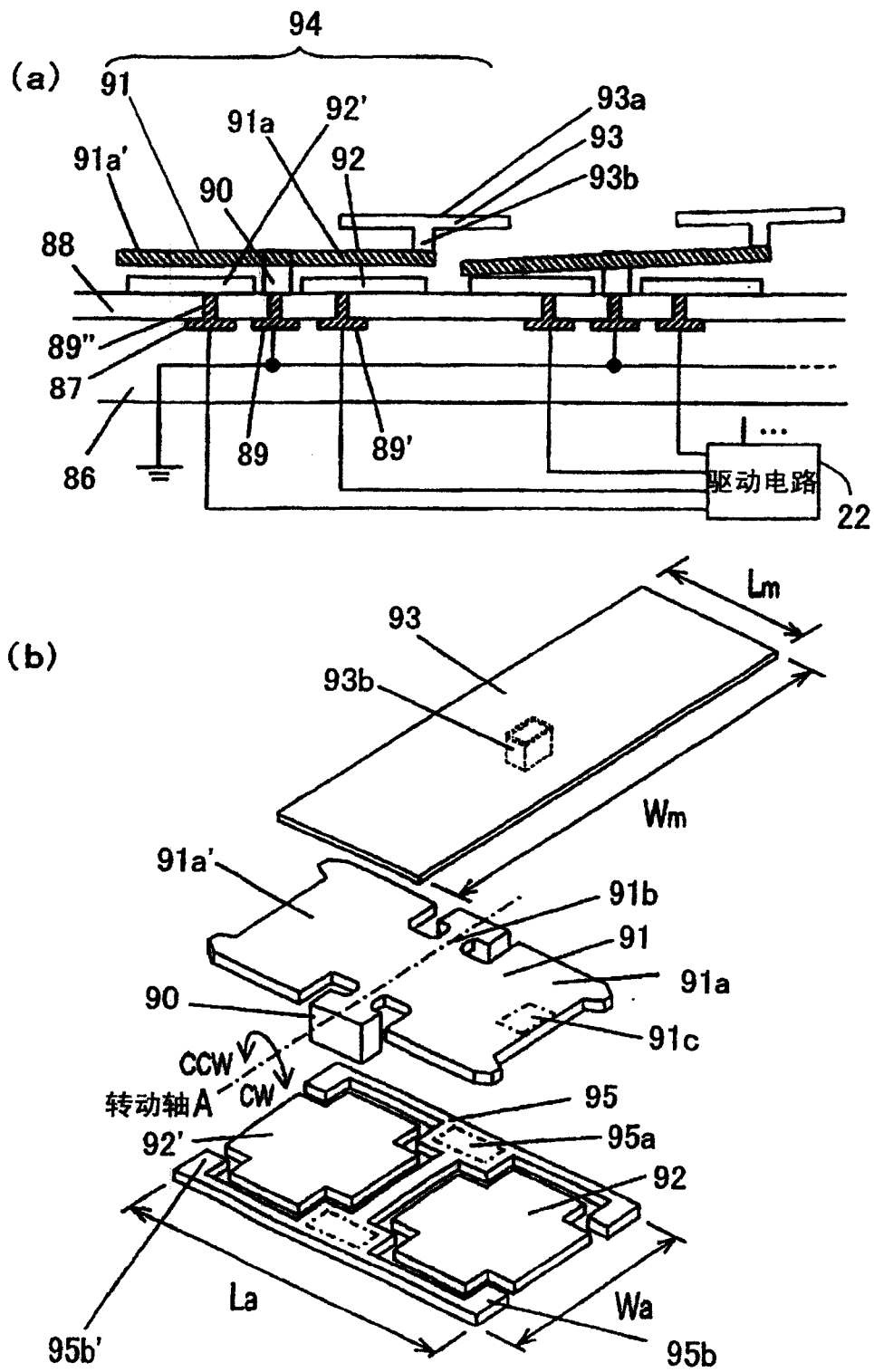


图 14

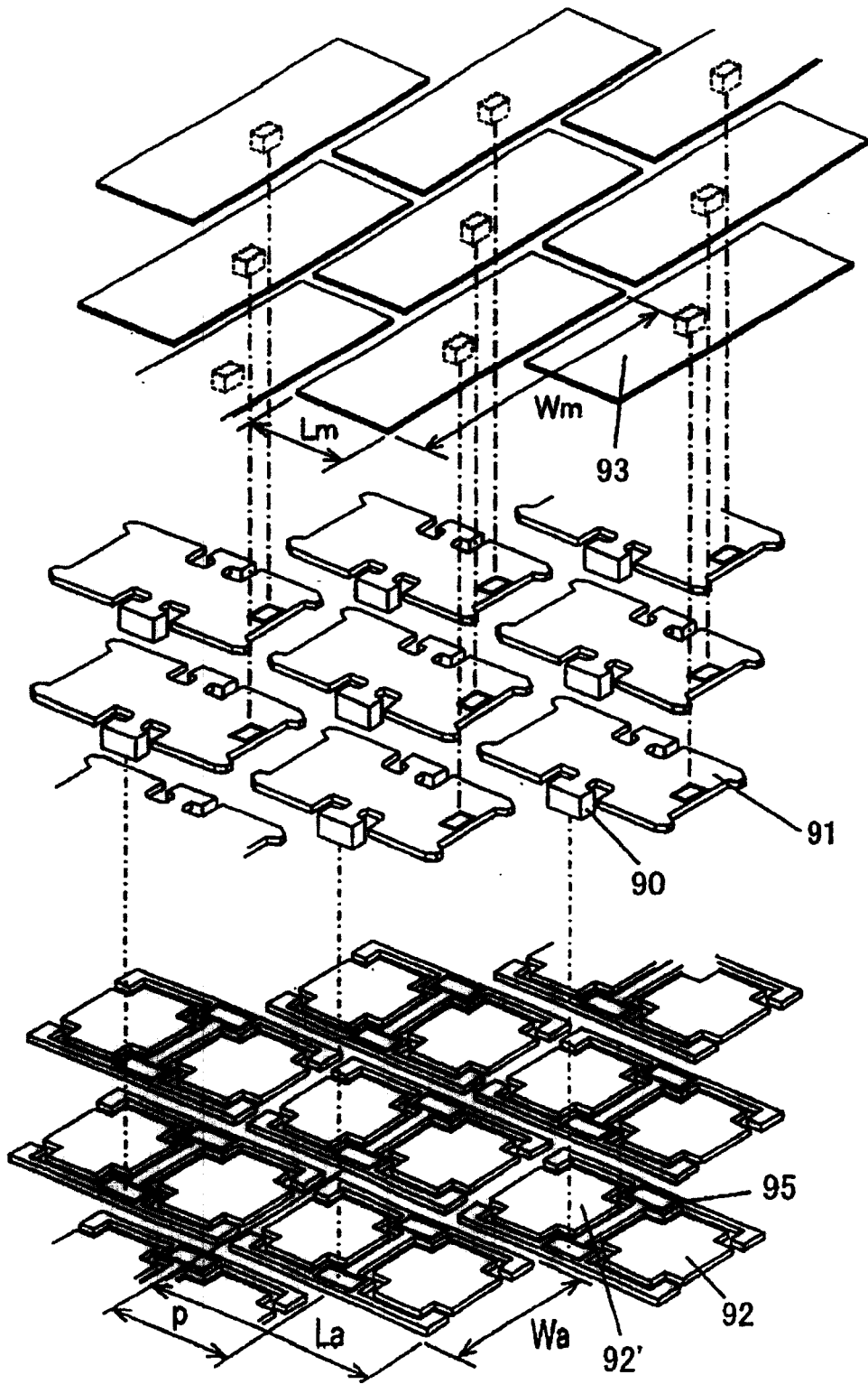


图 15

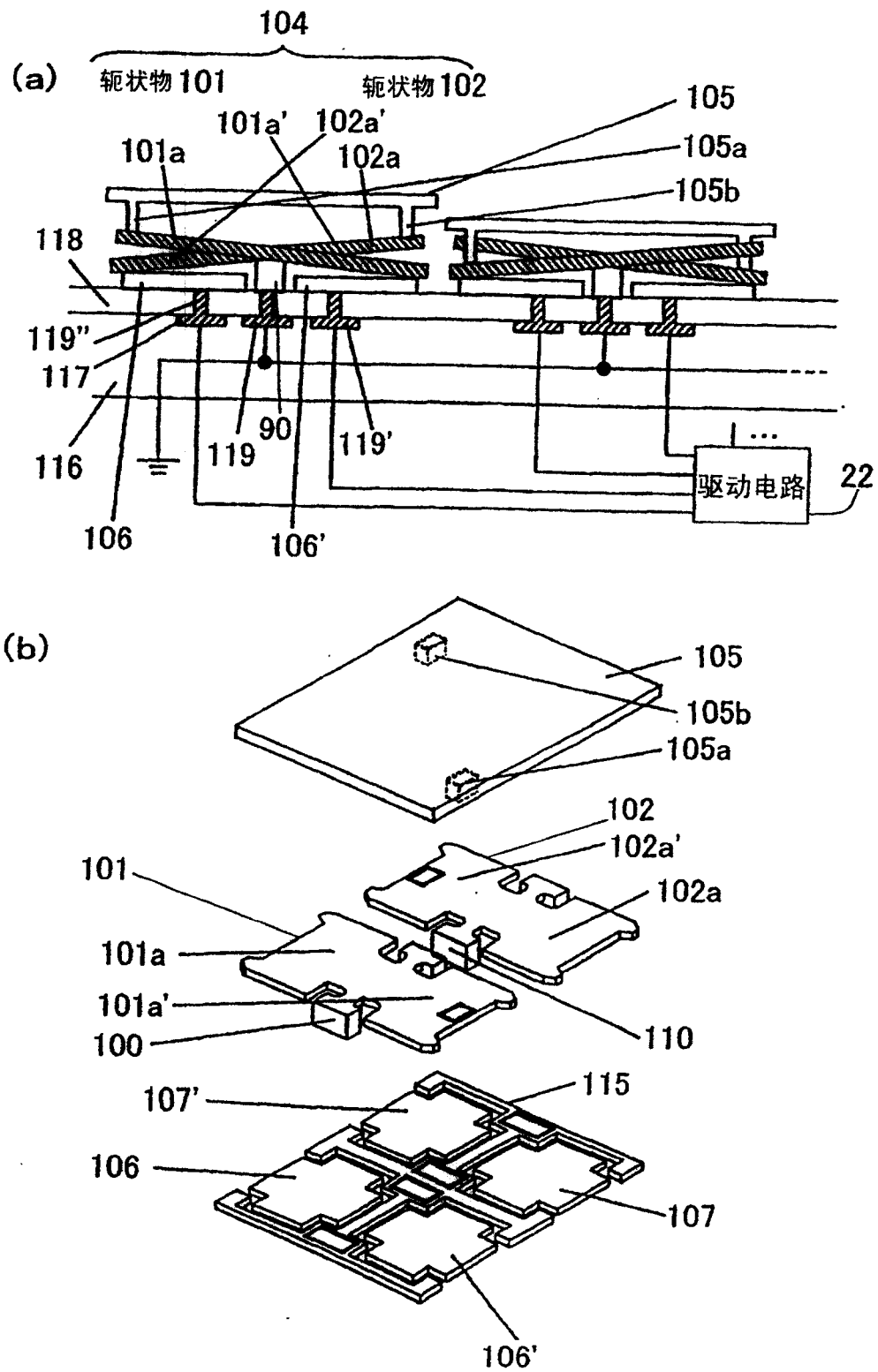


图 16

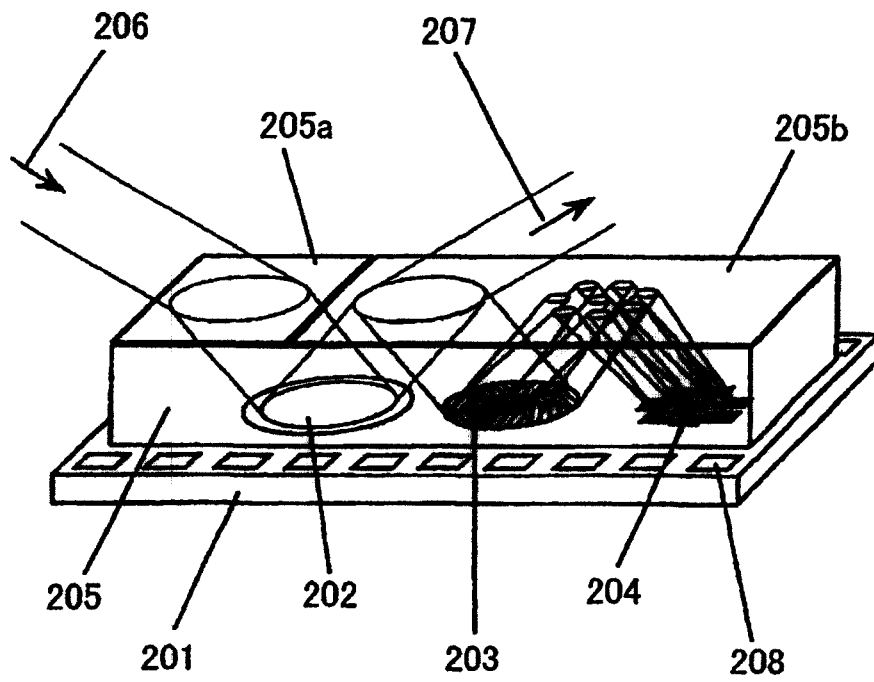


图 17

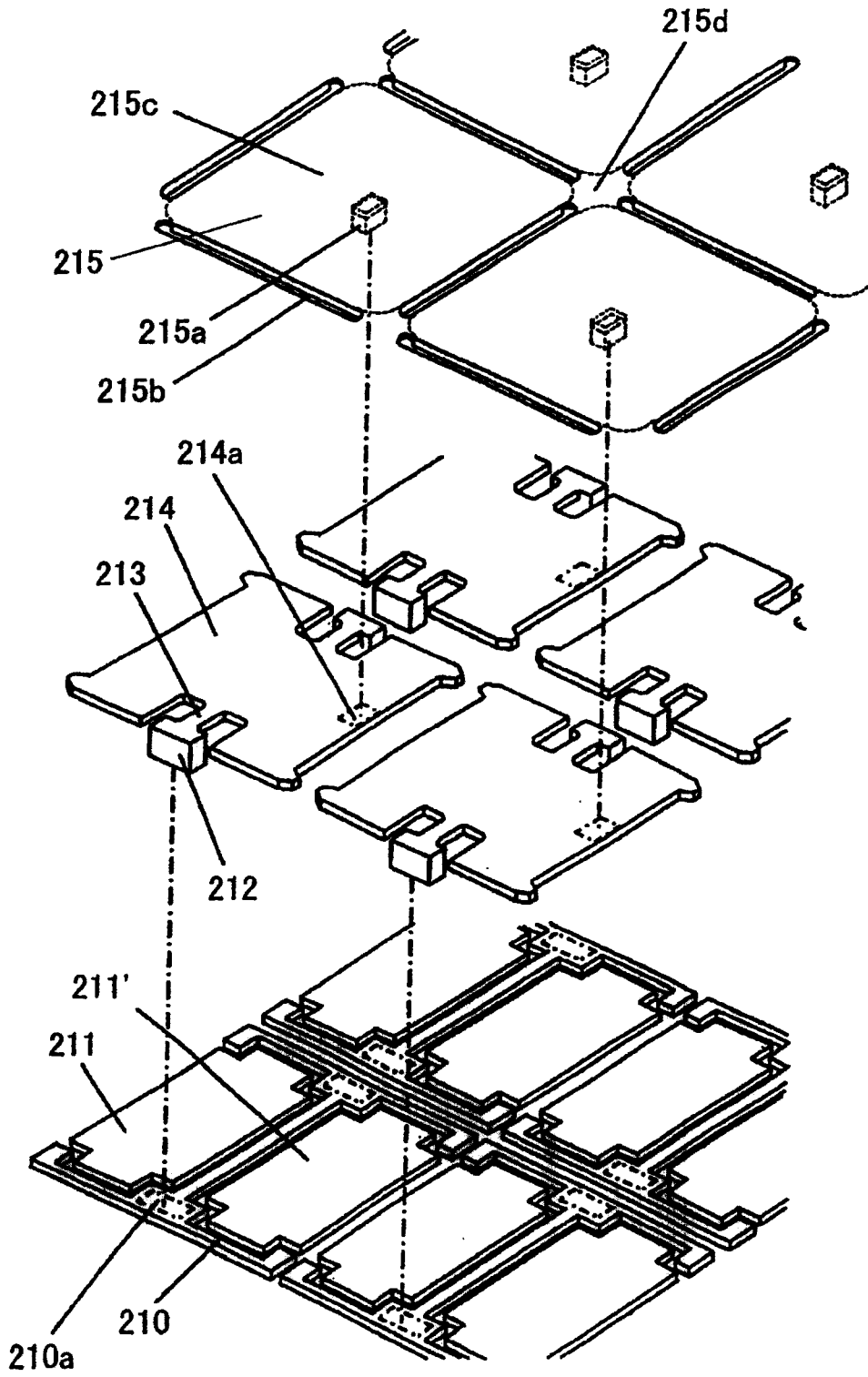


图 18

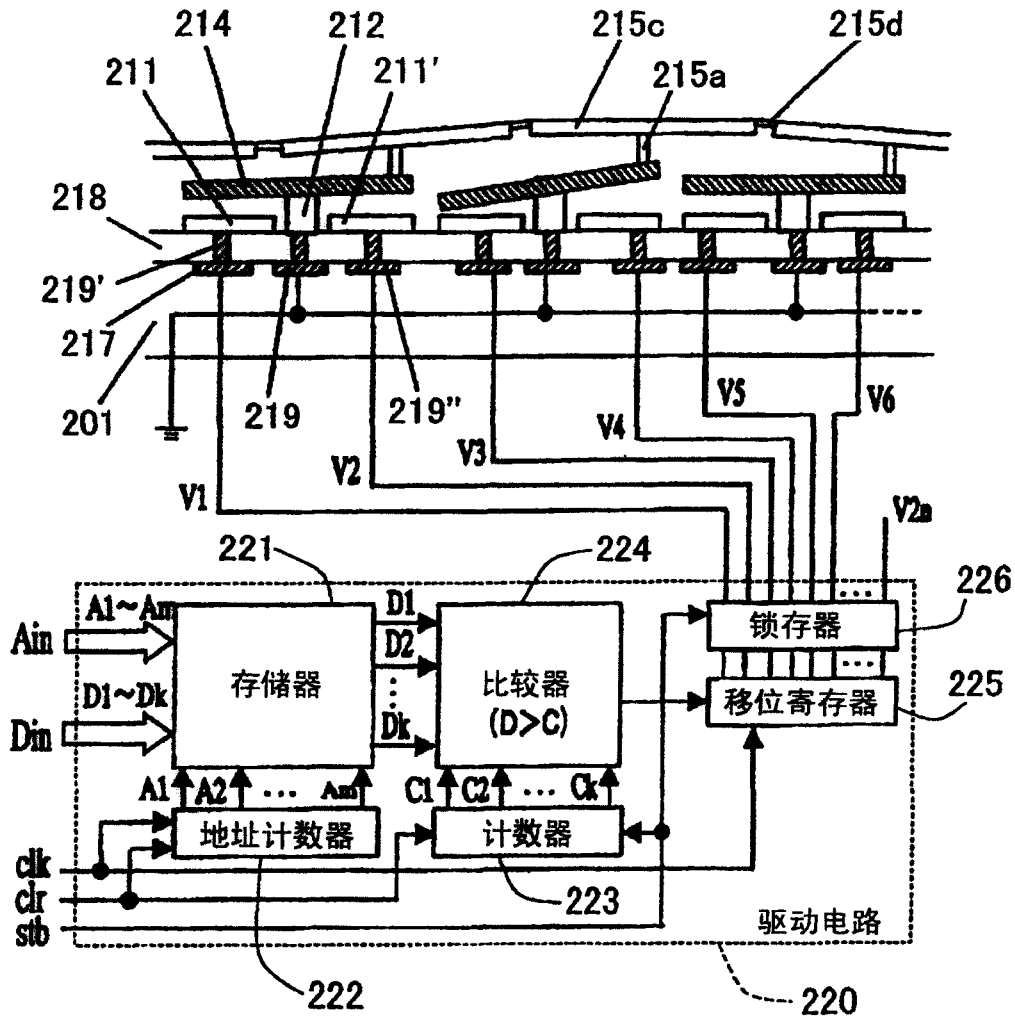


图 19

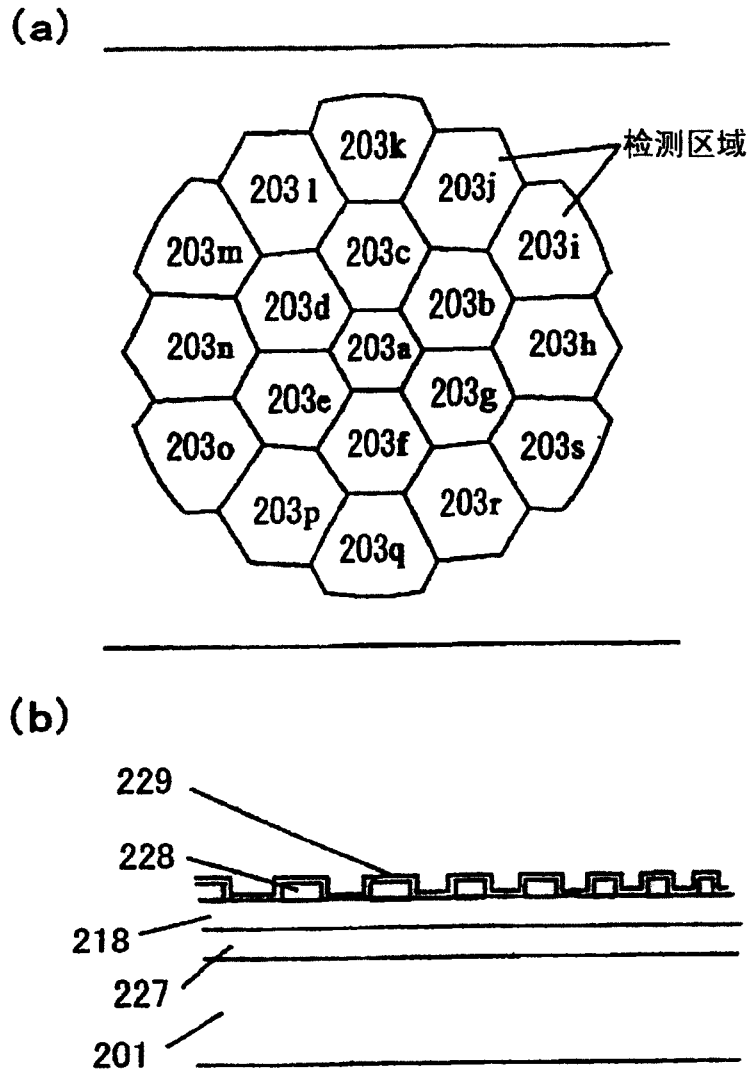
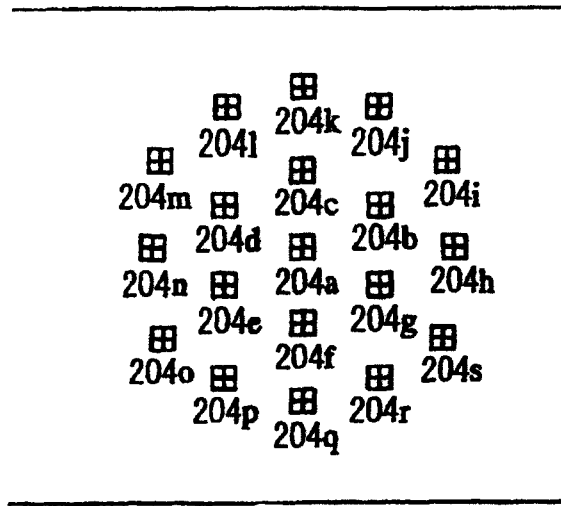
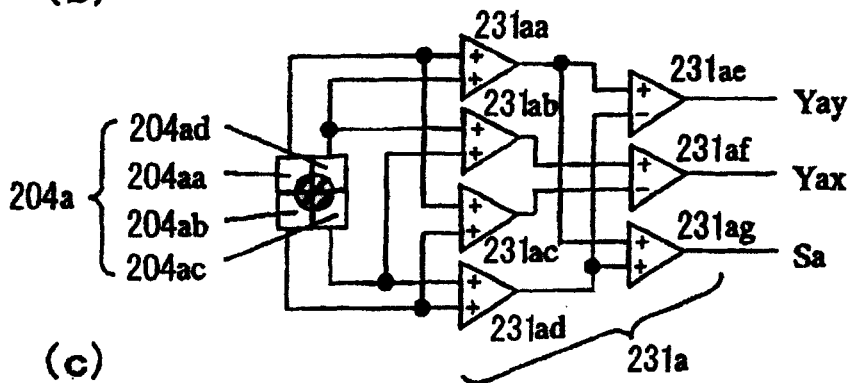


图 20

(a)



(b)



(c)

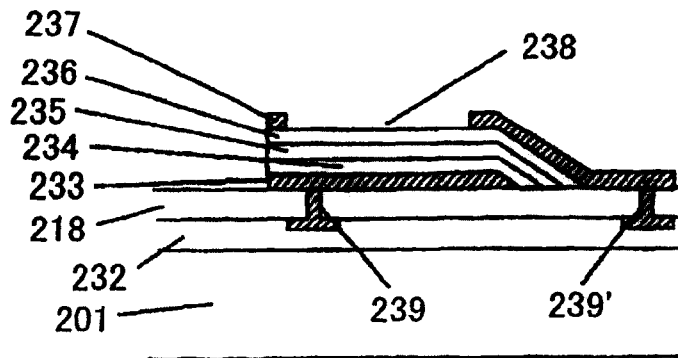


图 21

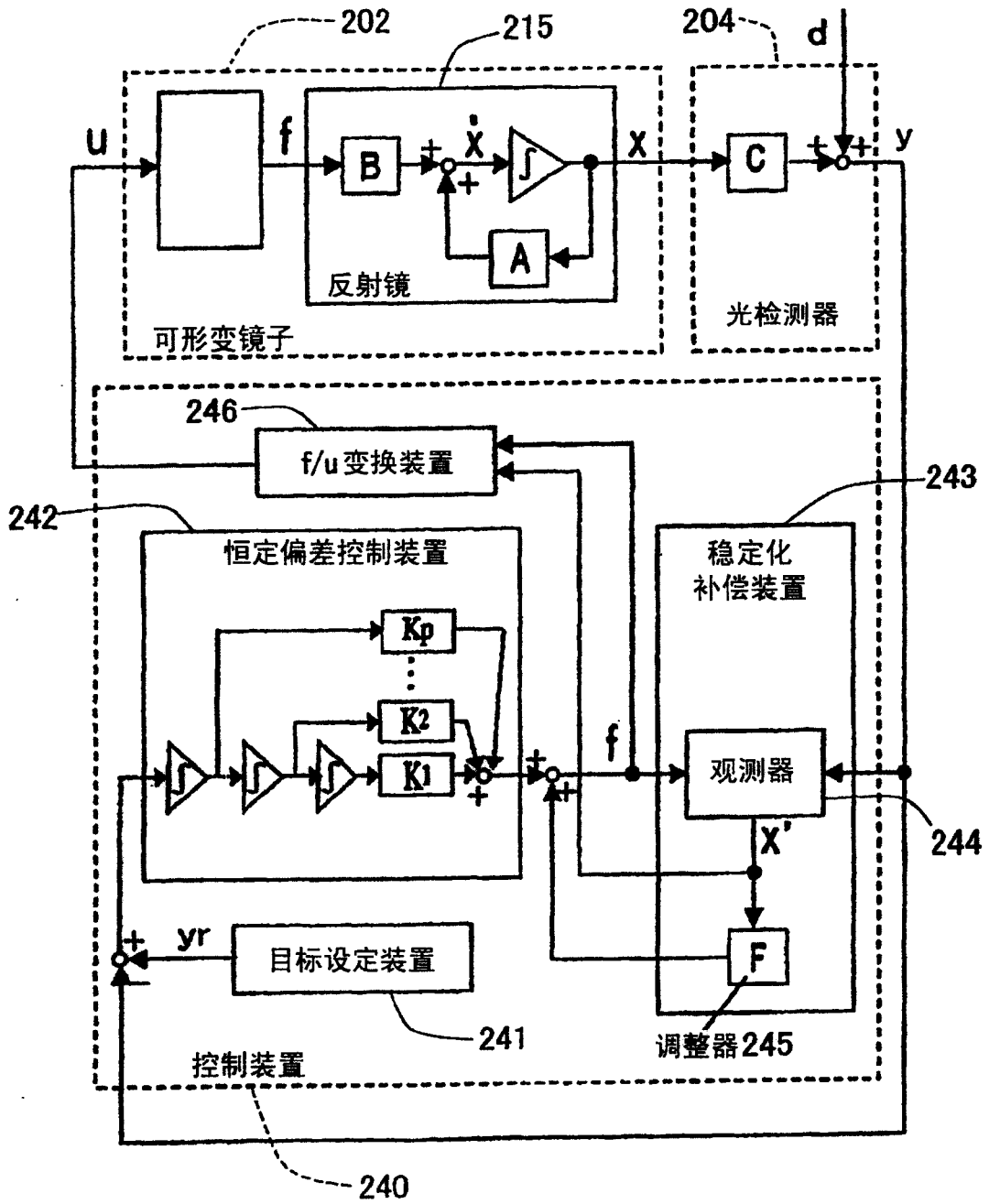


图 22

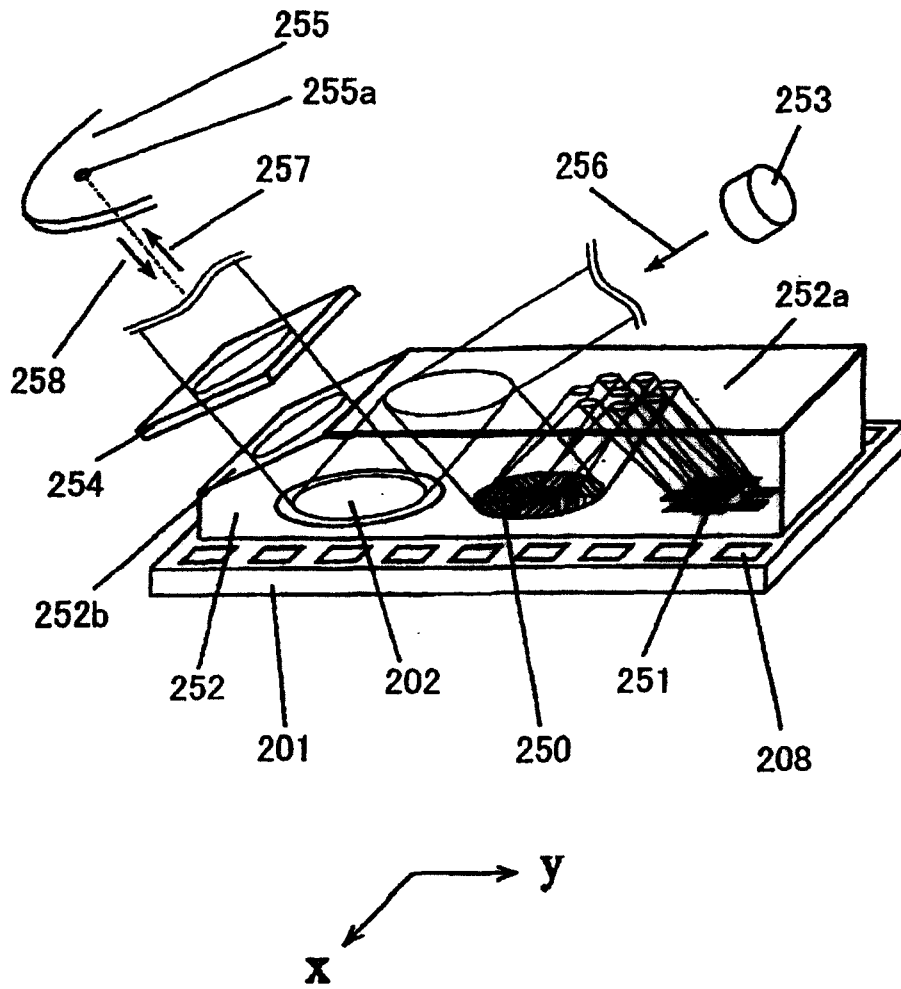


图 23

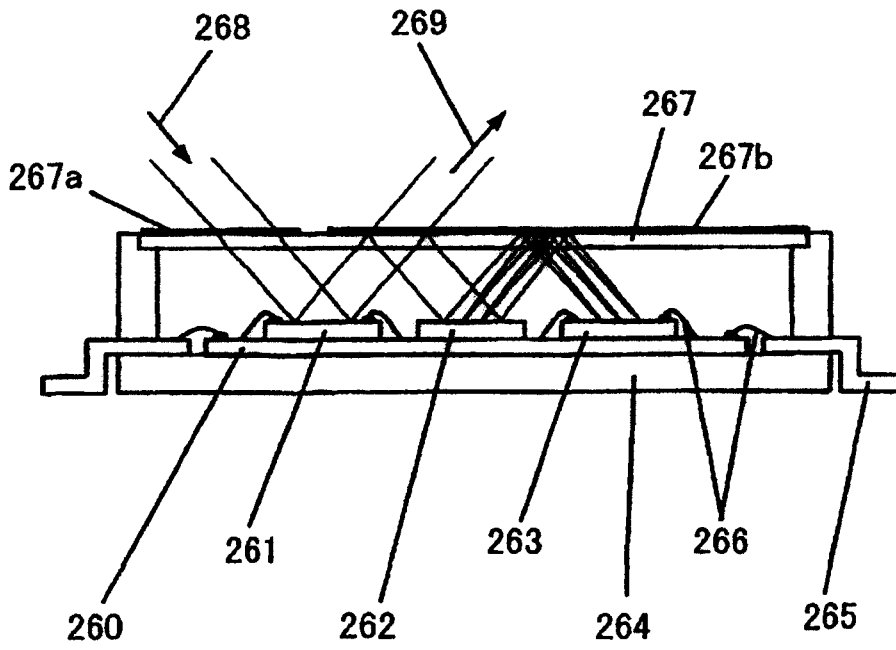


图 24

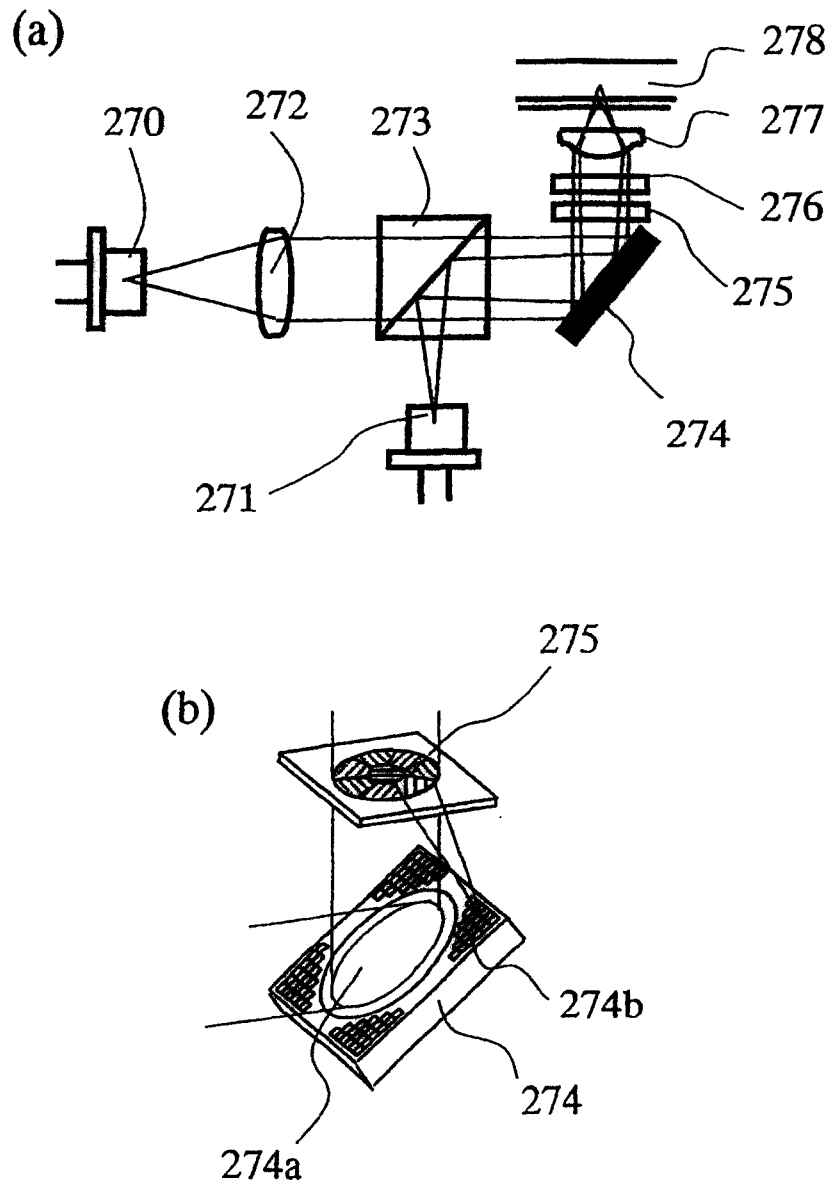


图 25

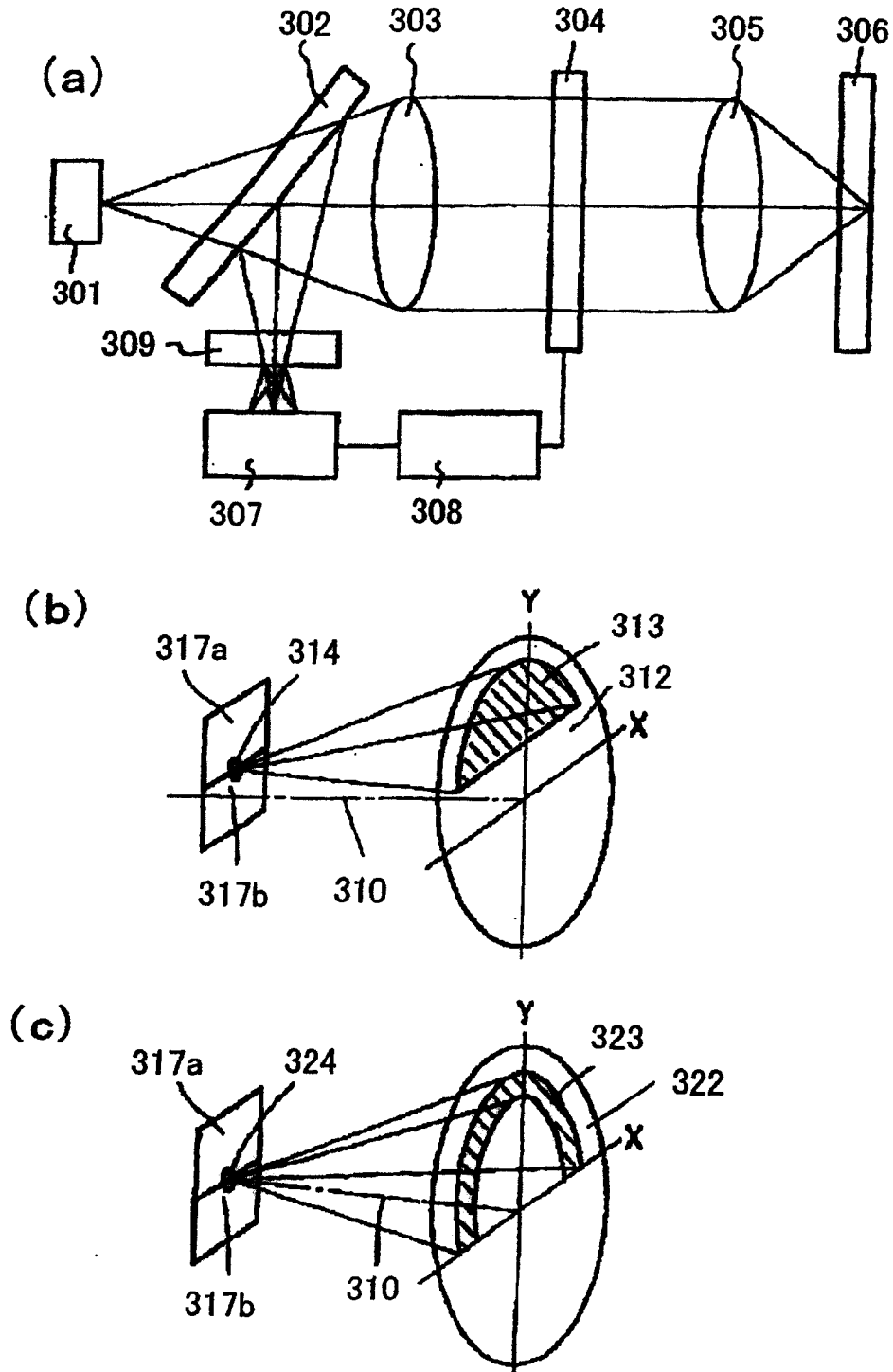


图 26