



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98106641.0

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1126084C

[22] 申请日 1998.3.6 [21] 申请号 98106641.0

[30] 优先权

[32] 1997. 3. 6 [33] JP [31] 52160/1997

[71] 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

[72] 发明人 山本健二 渡边俊夫 市村功

铃木彰 前田史贞 大里洁

审查员 翁晓君

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

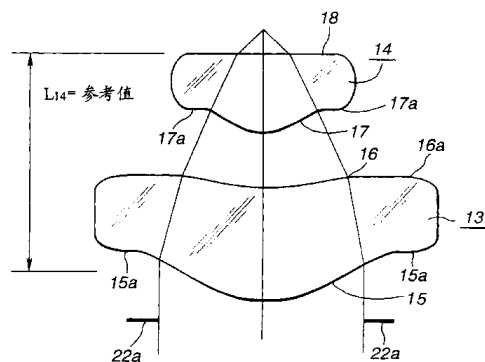
代理人 张志醒 王忠忠

权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 29 页

[54] 发明名称 光学拾象器及光学拾象器物镜的装
配方法

[57] 摘要

一种光学拾象器, 构成拾象器组元的双透镜系统各透镜的厚度即使有误差, 象差也能限制在容许范围内, 无需特定的装置。通过布置包含有第一和第二透镜 13、14 的双透镜系统的光学拾象器可达此目的, 即: 第一透镜有第一表面 15, 接受激光束, 还有第二表面 16, 使第一表面透过的激光束射向第二透镜; 第二透镜有第三表面 17, 接受第二表面透过的光, 还有第四表面 18, 使第三表面透过的光射向光盘; 在定位过程中, 第一和第四表面用作参照。



1. 一种光学拾象器，它包括具有至少一个非球形表面的双透镜系统，其特征在于，设有一个镜筒，使得以一个参考值作为激光束入射的所述双透镜系统
5 第一表面的安装参考面平面部分与激光束入射的所述双透镜系统第四表面的安装参考面平面部分之间的设计长度。

2. 一种光学拾象器，它包括具有至少一个非球形表面的双透镜系统，其特征在于，设有一个镜筒，使得以一个参考值作为激光束入射的所述双透镜系统
10 第二表面的安装参考面平面部分与激光束入射的所述双透镜系统第四表面的安装参考面平面部分之间的设计长度。

3. 一种如权利要求 2 所述的光学拾象器，其特征在于，所述第四表面被安排成面对光学记录媒体。

4. 一种光学拾象器物镜的装配方法，用以对一光学拾象器装配具有至少一个非球形表面的双透镜系统，其特征在于，将所述双透镜系统装配成使第一表
15 面平面部分与第四表面平面部分之间的间隔为一参考值。

5. 一种如权利要求 4 所述的光学拾象器物镜的装配方法，其特征在于，设置一个镜筒，使得有两个安装参考面，它们具有与所述参考值同样的间隔，所述
第一表面的平面部分和第四表面的平面部分分别安装于与所述安装参考面相同的表面上。

20 6. 一种光学拾象器物镜的装配方法，用以对一光学拾象器装配具有至少一个非球形表面的双透镜系统，其特征在于，将所述双透镜系统装配成使第二表面平面部分与第四表面平面部分之间的间隔为一参考值。

7. 一种如权利要求 6 所述的光学拾象器物镜的装配方法，其特征在于，设置一个镜筒，使得有两个安装参考面，它们具有与所述参考值同样的间隔，所
25 述第二表面的平面部分和第四表面的平面部分分别安装于与所述安装参考面相同的表面上。

8. 一种如权利要求 6 所述的光学拾象器物镜的装配方法，其特征在于，所述第四表面被安排成面对光学记录媒体。

光学拾象器及光学拾象器物镜的装配方法

5 技术领域

本发明涉及一种由双透镜系统组成的光学拾象器，它将信息信号写于诸如光盘、磁光盘或光学穿孔卡片等光学记录媒体上，或从其上读取之，还涉及一种光学拾象器的双透镜系统物镜的装配方法。

背景技术

- 10 迄今，已经提出多种光学记录媒体，如光盘、磁光盘或光学穿孔卡片，作为记录信息信号的记录媒体。还提出光学拾象器，用以通过使来自光源的光束照在所述光学记录媒体上，而将信息信号写于这类光学记录媒体上，或从其上读取之。

- 采用上述光学拾象器，通过增大物镜的数值孔径(NA)，可减小会聚在这种
15 光学记录媒体上之光束的光点直径，并因此而增大所述光学记录媒体上所记录信息信号的密度。例如，常规物镜的极限NA约为0.6。

- 为增大物镜的NA，已提出有如图1所示的双透镜系统105，它由第一透镜102和第二透镜104组成，来自光阑100的光通量101被第一透镜102会聚，而第二透镜104使从第一透镜102透过的光通量会聚在光学记录媒体103
20 的记录表面103a上。

- 更准确地说，上述双透镜系统105包括：第一透镜102，它具有使来自光源的光通量101入射于其上的第一表面106和将从第一表面透过的光通量送往第二透镜104的第二表面107；第二透镜104，它具有使从第一透镜102的第二表面107透过的光通量入射于其上的第三表面108和使从第三表面108
25 透过的光通量射向光学记录媒体103上的第四表面109，所述光学记录媒体103与第四表面109相对放置。具有上述部件之双透镜系统105的NA可为0.8或更大。

- 更确切地说，以如下方式设计所述双透镜系统105，也即第一透镜102可给出最合适的厚度，即第一与第二表面106、107间的间隔 L_1 ，同时第二透镜
30 镜104可给出最合适的厚度，即第三与第四表面108、109间的间隔 L_2 。通过所用模具的玻璃模铸而制成第一透镜102和第二透镜104。

与由单一透镜组成的物镜相比，所述双透镜系统105需要精密装配系统的各透镜，或者说精确地定位所述第一和第二透镜。这是因为不然的话所产生的

象差就会超过所能允许的范围。

通过比如从第一、第二、第三和第四表面 106、107、108 和 109 中选择两个表面可实现上述定位。采用这种常规系统，以第一透镜 102 的第二表面 107 与第二透镜 104 的第三表面 108 间的间隔 L3 作为参照，不管透镜的厚度具有多大的误差，最后的组件被装配在一个光学拾象器中。

为使双透镜系统 105 的象差最小，必须将所述第一透镜 102 的厚度 L_1 、第二透镜 104 的厚度 L_2 、第一透镜 102 与第二透镜 104 间的间隔 L3 的误差限制在小于几微米的范围内。

但是，以目前的技术水平，要将第一和第二透镜 102、104 厚度的误差限制在几微米或更小的范围内是十分困难的，因为所述各厚度是通过玻璃模铸所用玻璃材料的重量来调节的。通常，通过玻璃模铸所产生的透镜厚度误差为 $\pm 10\mu\text{m}$ 。

当装配第一和第二透镜 102、104 时，它们的厚度具有上述范围的误差，装配是以第二与第三表面 107、108 间的间隔 L3 作为参照，双透镜系统 105 的总长或第一与第四表面 106、109 之间的间隔与一确切的长度的不同在于这个透镜误差所致。如果使用这样的系统而不作适当的修正，双透镜系统的象差就可能超过所能允许的范围。

值得注意的是，可使第一和第二透镜定位所含的误差处在几微米的范围内。

如果如图 2A 和 2B 所示那样，第二透镜 104 对于第一透镜 102 具有倾角 θ 和位移 d，由于双透镜系统 105 的折射本领大，使用它将会引出不能允许的大误差。

虽然可以对双透镜系统 105 附加一个特定的装置，以应付这个问题，但这将会引起制造成本的增加。

25 发明内容

以上述情况为背景提出本发明，旨在提供一种光学拾象器，尽管双透镜系统的厚度引入误差，但它能使象差限制于可允许的范围内，而不靠某些特定的装置，还提供一种这种光学拾象器所用物镜的装配方法。

为解决上述问题，本发明提供了一种光学拾象器，它包括具有至少一个非球形表面的双透镜系统，其特征在于，设有一个镜筒，使得以一个参考值作为激光束入射的所述双透镜系统第一表面的安装参考面平面部分与激光束入射的所述双透镜系统第四表面的安装参考面平面部分之间的设计长度。因此，采用这种光学拾象器，双透镜系统的第一与第四表面间的间隔用为这种参考值。

另外,为解决上述问题,本发明提供了一种光学拾象器,它包括具有至少一个非球形表面的双透镜系统,其特征在于,设有一个镜筒,使得以一个参考值作为激光束入射的所述双透镜系统第二表面的安装参考面平面部分与激光束入射的所述双透镜系统第四表面的安装参考面平面部分之间的设计长度。因此,采用这种光学拾象器,双透镜系统的第二与第四表面间的间隔用作参考值。

此外,为解决上述问题,本发明提供了一种光学拾象器物镜的装配方法,用以对一光学拾象器装配具有至少一个非球形表面的双透镜系统,其特征在于,将所述双透镜系统装配成使第一表面平面部分与第四表面平面部分之间的间隔为一参考值。

再有,本发明提供了一种光学拾象器物镜的装配方法,用以对一光学拾象器装配具有至少一个非球形表面的双透镜系统,其特征在于,将所述双透镜系统装配成使第二表面平面部分与第四表面平面部分之间的间隔为一参考值。

附图说明

- 图 1 给出常规双透镜系统所用双透镜系统的正视图;
图 2 给出一个正视图,其中第二透镜相对于第一透镜是倾斜的或变位的;
图 3 表示构成本发明第一实例光学拾象器的部件;
图 4 给出构成本发明第一实例光学拾象器中安装的双透镜系统正视图;
图 5 给出包括球差、彗散和畸变的双透镜系统的光学特性;
图 6 给出当入射光束具有 0.000° 角或者沿着光轴方向入射时,沿切向和径向的光学特性或慧差;
图 7 给出当入射光束具有 0.500° 角时,沿切向和径向的光学特性或慧差;
图 8 给出双透镜系统包含的镜筒的剖面图;
图 9 给出一个双透镜系统的正视图,其中第二透镜的厚度具有 $+10\mu\text{m}$ 的误差;
图 10 给出当双透镜系统具有厚度误差有 $+10\mu\text{m}$ 的第二透镜时,表示波阵面象差的光学特性;
图 11 给出一个作为比较例的、具有厚度误差有 $+10\mu\text{m}$ 的第二透镜双透镜系统的正视图;
图 12 给出表示所述比较例双透镜系统之波阵面象差的光学特性,它的第二透镜具有 $+10\mu\text{m}$ 的厚度误差。
图 13 给出一个双透镜系统的正视图,其中第二透镜的厚度具有 $-10\mu\text{m}$ 的误差;

图 14 给出表示厚度误差有 $-10\mu\text{m}$ 之第二透镜的双透镜系统之波阵面象差光学特性;

图 15 给出一个作为比较例的双透镜系统的正视图, 它的厚度误差有 $-10\mu\text{m}$ 的第二透镜;

5 图 16 给出表示所述具有厚度误差有 $-10\mu\text{m}$ 的第二透镜之比较例双透镜系统的波阵面象差光学特性;

图 17 给出表示第二透镜的厚度误差与波阵面象差的 RMS 值之间关系的光学特性;

10 图 18 给出一个双透镜系统的正视图, 其中第一透镜的厚度具有 $+10\mu\text{m}$ 的误差;

图 19 给出表示当双透镜系统具有误差厚度为 $+10\mu\text{m}$ 的第一透镜时, 波阵面象差的光学特性;

图 20 给出一个作为比较例的双透镜系统的正视图, 它具有厚度误差为 $+10\mu\text{m}$ 的第一透镜;

15 图 21 给出表示所述具有厚度误差为 $+10\mu\text{m}$ 的第一透镜之比较例双透镜系统的波阵面象差光学特性;

图 22 给出表示第一透镜的厚度误差与波阵面象差的 RMS 值之间关系的光学特性;

20 图 23 给出一个双透镜系统的正视图, 其中第一和第二透镜的厚度误差各有 $+10\mu\text{m}$;

图 24 给出表示厚度误差各有 $+10\mu\text{m}$ 之第一和第二透镜的双透镜系统之波阵面象差光学特性;

图 25 表示构成本发明第二实例光学拾象器的部件;

图 26 给出构成本发明第二实例光学拾象器中安装的双透镜系统正视图;

25 图 27 给出双透镜系统包含的镜筒的剖面图;

图 28 给出构成本发明第二实例光学拾象器中包含的双透镜系统正视图, 其中具有厚度误差各为 $+10\mu\text{m}$ 的第一和第二透镜;

30 图 29 给出表示构成本发明第二实例光学拾象器中包含之双透镜系统的波阵面象差光学特性, 该双透镜系统具有厚度误差各为 $+10\mu\text{m}$ 误差的第一和第二透镜。

具体实施方式

以下将参照若干附图描述本发明的优选实施例。

首先,第一实施例是一个光学拾象器,它通过包含第一和第二透镜的双透镜系统将来自半导体激光器的激光束会聚于光盘的信号记录表面上。也即该光学拾象器中的双透镜系统构成物镜。

如图4所示,所述双透镜系统包括:第一透镜13,它具有来自半导体激光器的激光束入射于其上的第一表面15和将透过第一表面15的激光束送往第二透镜14的第二表面16;第二透镜14,它具有从第二表面16送来的光通量入射于其上的第三表面17和将透过第三表面17的光通量射向光盘的第四表面18,所述光盘与第四表面18相对设置。

双透镜系统3被包含于光学拾象器中,使得第一与第四表面15、18间的间隔与一参考值对应。

如图3所示,所述光盘的表面上有一用以受光的厚度为0.1mm的透明基板51a。另外,光盘51有一厚度为1.2mm的玻璃基底51b,用以支承透明基板51a。继而,光盘51有一安装于透明基板51a与玻璃基底51b之间的信号记录层51c,来自半导体激光器2的光束被双透镜系统3会聚于此记录层51c上。

如图3所示,所述光学拾象器有一半导体激光器2,用以发射激光束,还有一双透镜系统3,其光轴与半导体激光器2一致,用以使所述激光束会聚于光盘51的记录表面51c上。光学拾象器1还设置有双轴致动机构4,用以支撑双透镜系统3。

光学拾象器1自半导体激光器2一侧算起还设置有:准直透镜5,它被布置在半导体激光器2与双透镜系统3之间的,以使它与光轴匹配,以及衍射光栅6、偏振光分束器7和 $\lambda/4$ 波片8。

光学拾象器1还设置有会聚透镜9、复合透镜10和在来自光盘51并由偏振光分束器7的反射面7a反射的光束入射于其上的位置处的光探测器11。

半导体激光器2产生波长为635nm的激光束。该激光束入射于准直透镜5上。

准直透镜5使入射的激光束转换成平行光通量,并射向衍射光栅6。

衍射光栅6是一个具有平行平面的平板,具有装配在它的一个主平面上的衍射光栅,并将入射光通量至少分成三份光通量,包括0级通量和 ± 1 级通量。

当实践中采用三束法时,这是一种通过它检测具有寻迹误差的信号的方法,由

衍射光栅 6 所得的各光通量将分别用为主束和副束。作为通过衍射光栅 6 分束的结果所得的光通量入射于偏振光分束器 7 上。

偏振光分束器 7 有一反射面 7a, 它被构造成可透过来自衍射光栅 6 的光通量。正如后面将会描述的那样, 反射面 7a 具有反射从光盘 51 反射之光束的光学特性。因而, 来自衍射光栅 6 而未被偏振光分束器 7 的反射面 7a 所反射的光通量通过它, 而朝向 $\lambda/4$ 波片 8。

$\lambda/4$ 波片 8 是一个具有大致平行平面的平板, 并允许来自偏振光分束器 7 的光通量通过。另外, 正如后面将会描述的那样, $\lambda/4$ 波片 8 具有使自光盘 51 的记录表面 51c 反射之光束 90° 偏振的光学特性。通过 $\lambda/4$ 波片 8 的光束被入射于双透镜系统 3 上。

如图 3 和 4 所示, 双透镜系统 3 包括具有球形表面的第一和第二透镜 13、14, 其间有一定的间隔。

第一透镜 13 具有来自 $\lambda/4$ 波片 8 的光通量入射于其上的第一表面 15, 和透过第一表面 15 之光通量射向的第二表面 16。采用这种第一透镜 13, 第一表面 15 被构造成使它的非球形凸表面朝向 $\lambda/4$ 波片 8, 并且在透镜外缘具有平坦的表面 15a。第二表面 16 被构造成使它的非球形凸表面沿着向着光前进的方向指向, 并且在其外缘具有平坦的表面 16a。换一种方式, 第一透镜 13 有两个非球形表面, 它们在周围变换成平坦的平面。

第二透镜 14 具有第三表面 17, 来自第一透镜 13 之第二表面 16 的光通量入射于其上, 还具有第四表面 18, 它使从第三表面 17 透过的光通量射向光盘 51。采用这种第二透镜 14, 第三表面 17 被构造成使它的非球形凸表面朝向与之相对设置的第一透镜 13, 并且在外缘具有平坦的表面 17a。如上所述, 第四表面 18 是一个与光盘 51 相对的表面, 而且被制成平面。

双透镜系统 3 被设计成在第一透镜 13 的第一表面 15 与第二透镜 14 的第四表面 18 之间给出一个参考间隔 L_{14} , 并且具有与第一透镜 13 隔开设的第二透镜 14。

在此, 第一和第二透镜 13、14 的设计数据由表 1 和表 2 给出。

表 1

	RDY(曲率半径)	THI(厚度)	GLA(透镜编号)
OBJ	无穷远距离	无穷远距离	
STO	无穷远距离	0.0	
第一表面	2.43644	2.297518	第一透镜
	K:-0.530603		
	A:0.462792E B:-0.131930E-03 C:-0.216921E-04		
	D:-0.526207E-06 E:0.0 F:0.0		
第二表面	19.29810	1.042695	
	K:-26.403411		
	A:-0.838023E-03 B:0.455037E-03 C:0.502887E-04		
	D:0.0 E:0.0 F:0.0		
第三表面	1.50881	1.500	第二透镜
	K:-0.198463		
	A:-0.999579E-03 B:-0.127468E-03 C:0.579594E-04		
	D:-0.317005E-02 E:0.0 F:0.0		
第四表面	无穷远距离	0.3	
	K:0.0		
	A:0.0 B:0.0 C:0.0		
	D:0.0 E:0.0 F:0.0		
光入射于其上的表面	无穷远距离	0.1	CG
带有信号的表面	无穷远距离	0.0	
IMG	无穷远距离	0.0	

表 2

EPD(出瞳直径(mm))	4.500
WL(波长(nm))	635
透镜编号	折射率 / 阿贝数
第一透镜	1.493009 / 86.1
第二透镜	1.587007 / 61.3
CG(盖玻璃)	1.533

如表 1 和 2 所示, 以具有折射率为 1.493009 和阿贝数为 86.1 光学特性的光学透镜制成第一透镜 13。以具有折射率为 1.187007 和阿贝数为 61.3 光学特性的光学透镜制成第二透镜 14。更确切地说, 以 Hoya 公司提供的称为“FCD1”(商标名)的透镜材料制成第一透镜 13, 而以 Hoya 公司提供的称为“BACD5”(商标名)的透镜材料制成第一透镜 14。

表 1 还给出有关第一、第二、第三和第四表面的曲率半径(RDY)及厚度(THI)。

表 1 中的 K 表示锥度因数, A、B、C、D、E 和 F 分别表示第四、第六、第八、第十、第十二和第十四级非球面系数。

将上述各值代入非球面方程(1)之后, 可得出第一、第二、第三和第四表面的几何形状:

$$X = (Y^2/R)/(1+(1-(1+K)(Y/R)^2)^{1/2}) + A \times Y^4 + B \times Y^6 + C \times Y^8 + D \times Y^{10} + E \times Y^{12} + F \times Y^{14} \quad \dots(1)$$

其中 X 表示离表面顶点的深度, Y 表示离光轴的高度, 而 R 表示近轴曲率半径。

关于透明基板 51a, 表 1 还给出有关光入射于其上的表面(CG 或盖玻璃)、信号记录表面 51c 和成象表面(IMG)的曲率半径和厚度的数据。如表 2 所示, 激光束的出瞳直径(EPC)和波长(WL)分别为 4.500mm 和 635nm。

对于表 1 中所列的数据, 物镜(OBJ)处于无穷远距离的位置, 图 4 中描述的光阑 22a 的边缘(STO)恰好位于第一表面 15 前面。

采用具有上述结构的光学系统, 双透镜系统 3 具有孔径数(F 数)为 0.7 至 0.95。双透镜系统 3 固有的象差有如图 5-7 所示。

首先, 图 5A 至 5C 表示双透镜系统的球差、象散和畸变。

双透镜系统 3 的球差较小, 与离光轴的高度无关, 接近恒定, 在这些位置有如图 5A 所见的那样进行测量。

另外, 如图 5B 所示, 切向与径向之间的象散或焦距之差是小的, 与光入射的角度无关。

进而, 有关双透镜系统 3 的畸变; 如图 5C 所示, 即使入射光改变像 0.50° 这样大的角度, 也观察不到畸变。

再有, 至于慧差; 如图 6A 和 6B 所示, 即使入射光的高度改变, 而且最终

的焦点与具有离光轴高度为 0.00、入射角为 0° 的人射光的焦点相对照，沿着切向以及径向均只有较小的差别出现。

还有，如图 7A 所示，当沿切向改变所述高度时，离光轴高度为 1.00、入射角为 0.5° 的人射光束所受到的慧差增大。如图 7B 所示，即使当沿径向改变
5 所述高度时，离光轴高度为 1.00、入射角为 0.5° 的人射光束所受到的慧差也只是轻微的。

如上所述，双透镜系统 3 具有与第一透镜 13 相隔而放置的第二透镜 14，使得第一与第四表面 15、18 间的间隔 L_{14} 可取定长。因此，可以这么说，该双透镜系统可被说成是包含由第一与第二透镜 13、14 间的空气形成的另一个
10 折射透镜(第三透镜)。

因此，如果第一透镜 13 或者第二透镜 14 的厚度有误差，所述第三透镜就会以该误差的相同绝对数值强行改变其厚度。

让我们假设第一透镜 13 或者第二透镜 14 的厚度出现误差。这造成相关的透镜产生象差。这还造成第三透镜产生与第一或第二透镜所可能造成的象差相
15 反极性的象差。

换个说法，采用双透镜系统 3，即使第一或第二透镜的厚度发生误差，也可在总系统中得到补偿，因为在第三透镜中会同时发生具有相反极性的同样误差。

因此，只要将双透镜系统 3 组装成使第一与第四表面 15、18 之间的间隔
20 L_{14} 与一开始设定的参考值对应，就可以避免由于这些透镜厚度的误差所引起的象差。

于是，即使当通过玻璃模铸制作双透镜系统 3，并且由于操作的精确性厚度受到误差时，也可避免由该误差所引致的象差。

如图 8 所示，采用光学拾象器 1，所述双透镜系统 3 包括第一和第二透镜
25 13、14，它们被置于镜筒 21 中。

镜筒 21 包括透镜支承部分 22，用以支撑第一透镜 13，和成圆柱形的透镜存放部分 23，用以存放第二透镜 14。镜筒 21 在所述透镜存放部分 23 中具有第一和第二安装参考面 23a 和 23b。第一和第二安装参考面 23a、23b 被设计成使它们的间距与一参考值对应，并在对第一和第二透镜 13、14 实行
30 定位时，它们被用为基准。

镜筒 21 的透镜支承部分 22 成圆柱形。透镜支承部分 22 有一光阑 22a，用以调节入射光通量的强度，还有一支承面 22b，用以在其一端支撑第一透镜 13 的第一表面 15。通过使第一透镜 13 的第一表面 15 的周缘 15a 附着在支承面 22b 上，使第一透镜 13 得以稳定。也即所述透镜支承部分调节入射于由具有光阑 22a 的透镜支承面 22b 所支撑的第一透镜上的光通量。

镜筒 21 的透镜存放部分 23 的一端有第一安装参考面 23a，它与透镜支承部分 22 的透镜支承面 22b 连在一起，另一端有第二安装参考面 23b。

另外，透镜存放部分 23 的一端有第一存放环体 23c，它被制成围住第一透镜 13 的周缘 13a，另一端有第二存放环体 23d，它被制备成用以容纳第二透镜 14。

第二透镜 14 以这样一种方式被存放于第二存放环体 23d 内，使第四表面 18 与第二安装参考面 23b 平齐。第二透镜 14 通过黏合剂 24 被粘连于第二存放环体 23d 的内表面。

当把第一透镜 13 存放在第一存放环体 23c 内时，透镜存放部分 23 具有与透镜支承部分 22 的支承面 22b 连在一起的第一安装参考面 23a。透镜存放部分 23 通过黏合剂 25 与透镜支承部分 22 连连在一起。

因此，采用双透镜系统 3，第一表面 15 成为与透镜支承部分 22 的支承面 22b 平齐，并且第四表面 18 成为与透镜存放部分 23 的第二参考面 23b 平齐，因此，使得第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值一致。

此外，随着使双透镜系统 3 相对于镜筒 21 被固定，可以避免第二透镜 14 的中轴相对于第一透镜 13 的倾斜和偏移。

如图 3 所示，用镜筒 21 的方法，采用双轴致动机构 4 使双透镜系统 3 受到支承。

双轴致动机构 4 根据聚焦误差信号和寻迹误差信号，沿聚焦方向和寻迹方向调整双透镜系统 3 的运动。

由双轴致动机构 4 支承的双透镜系统 3 使光束会聚在光盘 51 的信号记录表面 51c 上。被会聚的光束自信号记录表面 51c 被反射，成为反射光束入射于双透镜系统 3 的第四表面 18 上。

双透镜系统 3 透射被反射的光束，使之射向 $\lambda/4$ 波片 8。 $\lambda/4$ 波片 8 使入射光束偏振 90° ，并使之射向偏振光束分束器 7。

偏振光束分束器 7 在反射面 7a 处反射已通过 $\lambda/4$ 波片 8 受到偏振的被反射光束。从反射面 7a 反射的光通量被射向会聚透镜 9。

会聚透镜 9 会聚自偏振光束分束器 7 的反射面 7a 反射的反射光束，并使其射向复合透镜 10。

- 5 复合透镜 10 包括柱面透镜 10a 和组成一体的凹透镜。当使入射的反射光产生象差时，该复合透镜 10 将其会聚到光探测器 11 中。

光探测器 11 具有由六个平板组成的光敏表面。该光敏表面 11 接受多复合透镜 10 会聚的光通量，并产生一个与该光通量强度相应的电信号。

- 10 根据来自光探测器 11 的电信号，光学拾象器 1 借助用作象差检测的聚焦误差检测电路检测聚焦误差信号，并借助用作三束原理的寻迹误差检测电路检测寻迹误差信号。进而，光学拾象器 1 根据这些聚焦误差信号和寻迹误差信号进行伺服处理，这包括通过正确地启动双轴致动机构 4 调整双透镜系统 3 的位置。另外，光学拾象器 1 将信息信号写到光盘 51 的信号记录表面 51c 上和从其上读取之。

- 15 有如上述所证明者，只要光学拾象器 1 带有其中第一与第四透镜 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应的双透镜系统 3，它就能免除由构成该双透镜系统之各透镜的厚度误差所引起的任何象差。换句话说，只要满足上述要求，即使构成双透镜系统 3 的各透镜厚度有误差，光学拾象器 1 也能将信息信号写到光盘 51 的信号记录表面 51c 上和从其上读取之，而很少退化。

- 20 在以下的讨论中，有意引入本发明双透镜系统的第一透镜 13 或第二透镜 14 的厚度误差，并测量最终的波阵面象差。将结果与引入同样误差的常规双透镜系统所得的结果作比较。

为比较这样的双透镜系统，首先允许它们的第二透镜的厚度有 $+10\mu\text{m}$ 的误差，并比较最终的波阵面误差。

- 25 采用如图 9 所示的本发明双透镜系统 3，其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应，并且最终的波阵面象差及它们的 RMS 值有如图 10 所示。图 10 中相对于一个波长表示波阵面象差的值。波阵面象差的 RMS 值是 0.017rms，或者是一个足以容许的值。

- 30 如图 11 所示，所述比较例包括一个双透镜系统 61，它被构造成使第二与第三表面 65、66 之间的间隔 L_{23} 成为定值。本比较例的第一与第四表面 64、

67 之间的间隔比图 9 所示的本发明双透镜系统的相应间隔或 L_{14} 大 $10\mu\text{m}$ 。由比较例的双透镜系统 61 所得的波阵面象差有如图 12 所示, 而且比图 10 所示的本发明对应结果大。由本比较例所得的 RMS 值是 0.064rms , 或者接近所允许的上限。

- 5 有上述所证明者, 如果第二透镜的厚度产生 $10\mu\text{m}$ 的误差, 则一个双透镜系统, 其中第一与第四透镜之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应, 或者本发明的双透镜系统将给出比没有如此配合之相应双透镜系统低的波阵面象差。

接下去, 对于所要比的双透镜系统而言, 允许它们的第二透镜的厚度有 $-10\mu\text{m}$ 的误差, 并比较最终的波阵面象差。

- 10 采用本发明的双透镜系统 3, 其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一如图 13 所示, 参考值对应, 最终的波阵面象差及它们的 RMS 值被示于图 14 中。波阵面象差的 RMS 值是 0.021rms , 或者是一个足以容许的值。

- 如图 15 所示, 所述比较例包括双透镜系统 61, 它被构造成使第二与第三表面 65、66 之间的间隔 L_{23} 成为定值。本比较例的第一与第四表面 64、67 之间的间隔比图 13 所示的本发明双透镜系统的相应间隔或 L_{14} 短 $10\mu\text{m}$ 。由比较例的双透镜系统 61 所得的波阵面象差有如图 16 所示, 而且比图 14 所示的本发明对应结果大。由本比较例所得的 RMS 值是 0.064rms , 或者接近所允许的上限。

- 有上述所证明者, 如果第二透镜的厚度产生 $-10\mu\text{m}$ 的误差, 则一个双透镜系统, 其中第一与第四透镜之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应, 或者本发明的双透镜系统将给出比没有如此配合之相应双透镜系统低的波阵面象差。

- 图 17 给出波阵面象差的 RMS 值, 它作为双透镜系统之第二透镜厚度误差的函数。实心圆圈(●)标绘出由其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应的双透镜系统 3 或者本发明双透镜系统所得的结果, 而空心圆圈(o)标绘出由其中第二与第三表面 65、66 之间的间隔 L_{23} 为定值的双透镜系统 61 或者所述比较例双透镜系统所得的结果。

- 当第二透镜的厚度误差具有 $-20\mu\text{m}$ 至 $+20\mu\text{m}$ 范围时, 对于其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应的双透镜系统 3 或者本发明双透镜系统而言, 最终的波阵面象差的 RMS 值明显地小于所述比较例的双透镜系统。

接下去, 对于所要比的双透镜系统而言, 允许它们的第一透镜的厚度有 $+10\mu\text{m}$ 的误差, 并比较最终的波阵面象差。

采用本发明的双透镜系统 3, 其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与如图 18 所示, 一参考值对应, 最终的波阵面象差及它们的 RMS 值有如
5 图 19 所示。波阵面象差的 RMS 值是 0.017rms , 或者是一个足以容许的值。

如图 20 所示, 所述比较例包括双透镜系统 61, 它被构造成使第二与第三表面 65、68 之间的间隔 L_{23} 为定值。该比较例的第一与第四表面 64、67 之间的间隔比图 18 所示本发明双透镜系统的相应间隔或 L_{14} 大 $10\mu\text{m}$ 。由所述比较例的双透镜系统 61 所得的波阵面象差如图 21 所示, 并且比图 19 所示本发
10 明的相应结果大。由所述比较例得到的 RMS 值为 0.023rms 。

有如上述所证明者, 如果第一透镜的厚度发生 $+10\mu\text{m}$ 的误差, 则一个双透镜系统, 其中第一与第四透镜之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应, 或者本发明的双透镜系统将给出比没有如此配合之相应双透镜系统低的波阵面象差。

图 22 给出波阵面象差的 RMS 值, 它作为双透镜系统之第一透镜厚度误差的函数。实心圆圈($\bullet$)标绘出由其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应的双透镜系统 3 或者本发明双透镜系统所得的结果, 而空心圆圈($\circ$)标绘出由其中第二与第三表面 65、66 之间的间隔 L_{23} 为定值的双透镜系统 61 或者所述比较例双透镜系统所得的结果。
15

当第一透镜的厚度误差具有 $-30\mu\text{m}$ 至 $+30\mu\text{m}$ 范围时, 对于其中第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 与一参考值对应的双透镜系统 3 或者本发明双透镜系统而言, 最终的波阵面象差的 RMS 值明显地小于所述比较例的双透镜系统。
20

采用所述双透镜系统, 如图 23 所示, 对于第一和第二透镜 13、14 中的每一个而言, 可能具有 $+10\mu\text{m}$ 的厚度误差。然而, 只要第一与第四表面 15、18 之间的间隔 L_{14} 保持一参考值, 则如图 24 所见那样, 最终的双透镜系统实际上将不给出波阵面象差。波阵面象差的 RMS 值将是 0.013rms , 或者是一个足以容许的值。
25

接下去将描述第二实施例。与第一实施例类似, 第二实施例是一个光学拾象器, 它使来自半导体激光器的激光束通过一由第一和第二透镜组成的双透镜系统会聚于光盘的信号记录表面上。
30

如图 26 所示, 该双透镜系统包括具有使来自半导体激光器的激光束入射于其上的第一表面 15 和将从第一表面 15 透过的激光束送往第二透镜 14 的第二表面 16; 第二透镜 104, 它具有使从第二表面 16 送来的光通量入射于其上的第三表面 17 和使从第三表面 17 透过的光通量射向光盘的第四表面 18, 5 所述光盘与第四表面 18 相对放置。

双透镜系统 30 被包含于光学拾象器 29 中, 使得第二与第四表面 16、18 间的间隔 L_{24} 与一参考值对应。

对于第二实施例所表示的光学拾象器来说, 将用相同的参考标号表示与构成第一实施例的光学拾象器 1 同样的部件, 并省略对它们的说明。

10 如图所 25 示, 光学拾象器 29 有一半导体激光器 2, 用以发射激光束, 还有一双透镜系统 30, 与半导体激光器 2 的光轴一致, 用以使所述激光束会聚于光盘 51 的记录表面 51c 上。光学拾象器 29 还设置有双轴致动机构 4, 用以支撑双透镜系统 30。

光学拾象器 29 自半导体激光器 2 一侧算起还设置有: 准直透镜 5, 它被 15 布置在半导体激光器 2 与双透镜系统 30 之间, 他们与光轴准直, 以及衍射光栅 6、偏振光分束器 7 和 $\lambda/4$ 波片 8。

光学拾象器 29 还设置有会聚透镜 9、复合透镜 10 和在来自光盘 51 并由偏振光分束器 7 的反射面 7a 反射光束入射于其上的位置处的光探测器 11。

采用上述双透镜系统 30, 以与前述第一实施例的相应透镜同样的方式构 20 成第一和第二透镜 13、14。

双透镜系统 30 被设计成将第二透镜 14 与第一透镜 13 分开安置, 以给出第二与第四表面 16、18 间的参考间隔值 L_{24} 。因此, 可以这么说, 该双透镜系统 30 可被说成是包含由第一与第二透镜 13、14 间的空气形成的另一个折射透镜(第三透镜)。当第二透镜 14 比第一透镜 13 相对于入射光通量具有较大的孔径数(F 数)时, 由于壁厚所致由第二透镜 14 的转换比第一透镜 13 的小。 25 因此, 如果能使第二透镜 14 的厚度误差被适当地校正, 可使所讨论透镜系统的象差被限制在足以容许的程度内。

即使双透镜系统 30 的第二透镜的厚度出现误差, 上面所述的第三透镜就会强行改变该误差的相同绝对数值的额外厚度。

30 让我们假设第二透镜 14 的厚度出现误差, 这使它产生象差。不过, 这还

引起第三透镜产生与第二透镜所生象差相反极性的象差,用以抵销后者。

换个说法,采用双透镜系统 30,即使第二透镜 14 的厚度出现误差,该误差也可在总系统中得到补偿,因为在第三透镜中会同时发生具有相反极性的同样误差。

- 5 因此,只要将双透镜系统 30 组装成使第二与第四表面 16、18 之间的间隔 L_{24} 与一参考值对应,就可以避免由于这些透镜厚度的误差所引起的象差。

于是,即使当通过玻璃模铸制作双透镜系统 30,并且受到由于操作的精确性厚度误差时,也可避免由该误差所引起的象差。

- 10 如图 27 所示,采用光学拾象器 1,所述双透镜系统 30 包括第一和第二透镜 13、14,它们被置于镜筒 31 中。

- 镜筒 31 包括透镜支承部分 32,用以支撑第一透镜 13,和成圆柱形的透镜存放部分 33,用以存放第二透镜 14。镜筒 31 在所述透镜存放部分 33 中具有第一和第二安装参考面 33a 和 33b。第一和第二安装参考面 33a、33b 被设计成使它们的间距与一参考值对应,并在对第一和第二透镜 13、14 实行
15 定位时,它们被用为参照。

- 镜筒 31 的透镜支承部分 32 成圆柱形。透镜支承部分 32 有一光阑 32a,用以调节入射光通量的强度,还有一支承面 32b,用以在其一端支撑第一透镜 13。通过使第一表面 15 的周缘 15a 附着在支承面 32b 上,使第一透镜 13 得以稳定。也即所述透镜支承部分调节入射于由采用光阑 32a 的透镜支承面 32b
20 所支撑的第一透镜 13 上的光通量。

镜筒 31 的透镜存放部分 33 的内径略大于第一透镜 13 的外径,并有近于圆柱形状。

- 一方面,透镜存放部分 33 具有与第一透镜 13 连在一起的第一安装参考面 33a,另一方面,还有第二安装参考面 33b。另外,透镜存放部分 33 有一透
25 镜保持段 32c,其内径近似等于第二透镜 14 的外径。

第二透镜 14 以这样一种方式被存放于第二存放环体 33c 内,使第四表面 18 与第二安装参考面 33b 平齐。第二透镜 14 通过黏合剂 34 被安装于透镜存放部分 33。

- 透镜存放部分 33 有与第一透镜 13 的第二表面 16 的周缘 16a 连在一起的第一安装参考面 33a。第一透镜 13 通过黏合剂 35 与透镜支承部分 32b 连在
30

一起。

因此,采用双透镜系统 30,第四表面 18 成为与第二安装参考面 33b 平齐,并且透镜存放部分 33 的第一参考面 33a 与第二表面 16 接触。这种布置保证使第二与第四表面 16、18 之间的间隔 L_{24} 与一参考值对应。

- 5 光学拾象器 29 只要它带有双透镜系统 30,其中第二与第四表面 16、18 之间的间隔 L_{24} 与一参考值对应,就能减小波阵面象差。换句话说,只要上述要求被满足,即使构成双透镜系统 30 各透镜的厚度有误差,光学拾象器 29 也能将信息信号写于光盘的信号记录表面上,或从其上读取之,而很少退化。

- 10 采用双透镜系统 30,允许第一和第二透镜 13、14 每个的厚度有+10 μ m 的误差,而且最终的波阵面象差被示于图 29 中。实验条件有如图 28 所表示的那样,即:第一和第二透镜每个的厚度有+10 μ m 的误差。不过,在这种情况下,由于第二与第四表面 16、18 之间的间隔 L_{24} 与一参考值对应,最终双透镜系统给出有如图 29 所见的波阵面象差。波阵面象差的 RMS 值是 0.048rms,或者是一个足以容许的值。

- 15 在上面对第一和第二实施例光学拾象器的描述中,双透镜系统的第一透镜全部暴露在具有平行光通量的人射光中,但上面的描述可被应用于双透镜系统中,该系统的第一透镜被暴露于自处于有限距离的光源发出的光中。

- 本发明的光学拾象器设有镜筒,其中设有用以安装所述双透镜系统的第一和第四透镜表面的参考面,使这些透镜表面被定位,它们之间具有参考值的间隔,即使双透镜系统的透镜厚度存在误差,这种拾象器也可将象差限制在可容许的范围内,而无需依靠特定的装置。

- 25 另外,本发明的光学拾象器设有镜筒,其中设有用以安装所述双透镜系统的第二和第四透镜表面的参考面,使这些透镜表面被定位,它们之间具有参考值的间隔,即使双透镜系统的透镜厚度存在误差,这种拾象器也可将象差限制在可容许的范围内,而无需依靠特定的装置。

此外,本发明用以光学拾象器各物镜的装配方法包括装配所述双透镜系统,使得第二和第四表面可有一个参考值的间隔,从而即使双透镜系统的透镜厚度存在误差,这种拾象器也可将象差限制在可容许的范围内,而无需依靠特定的装置。

- 30 再有,本发明用以光学拾象器各物镜的装配方法包括装配所述双透镜系

统,使得第二和第四表面可有一个参考值的间隔,从而即使双透镜系统的透镜厚度存在误差,这种拾象器也可将象差限制在可容许的范围内,而无需依靠特定的装置。

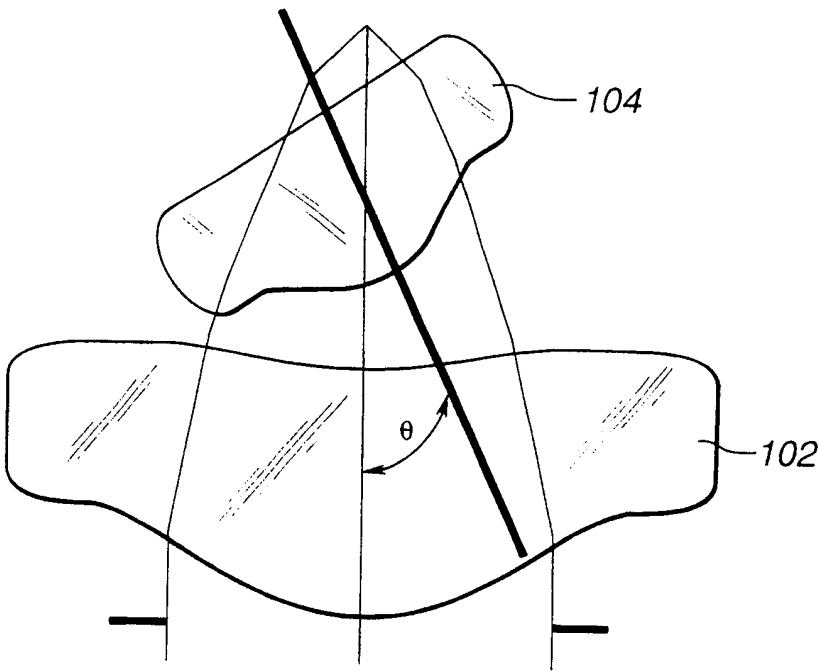


图 2A

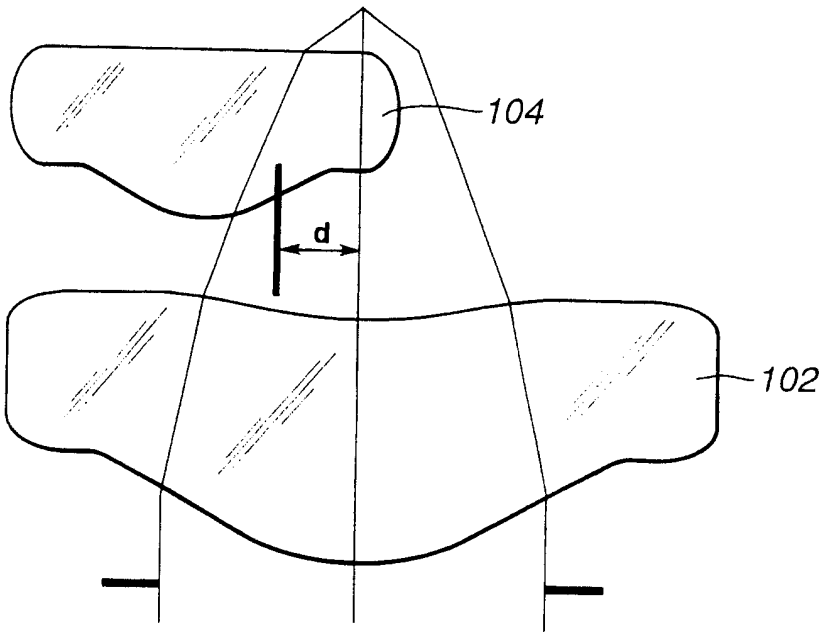


图 2B

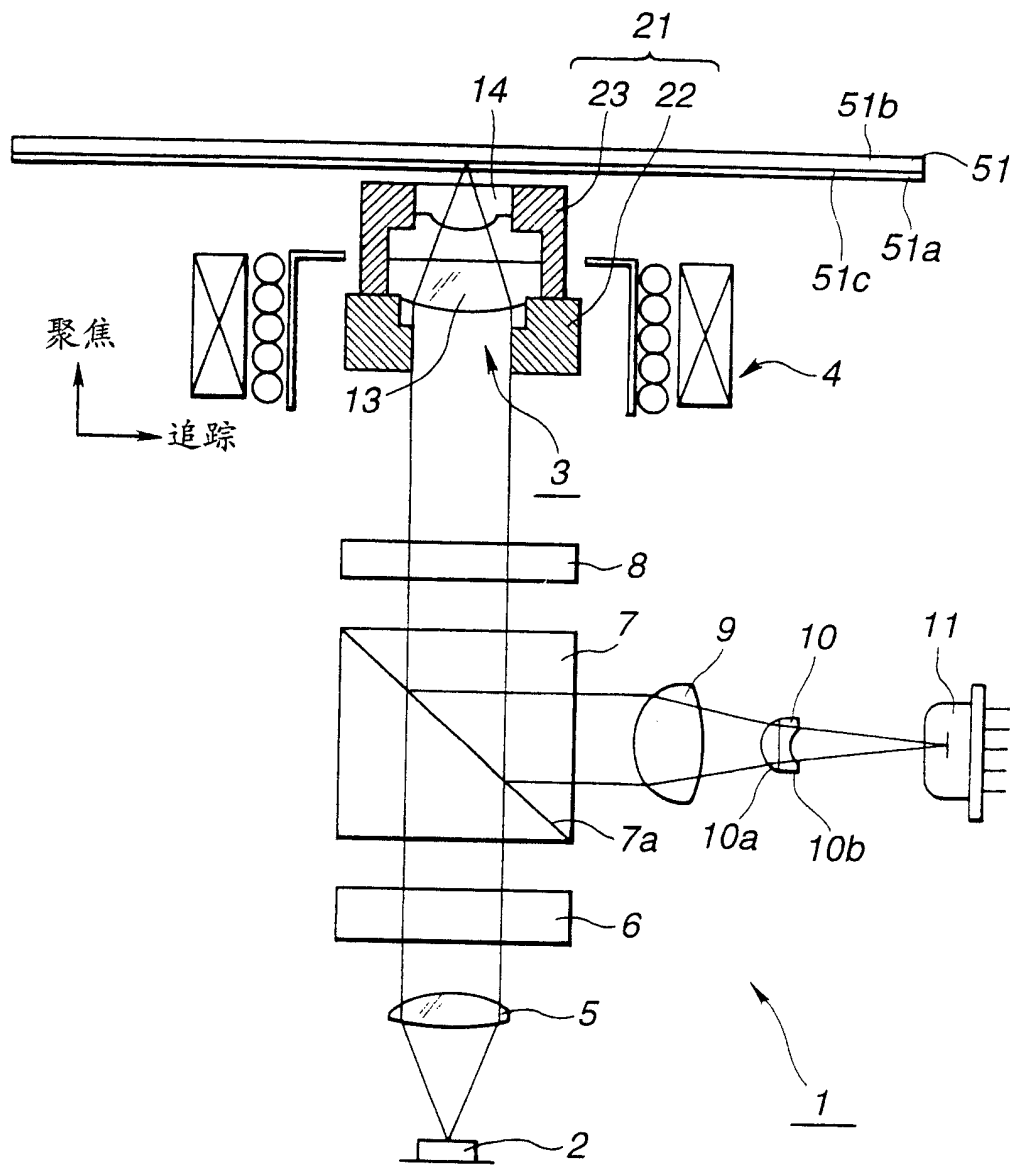


图 3

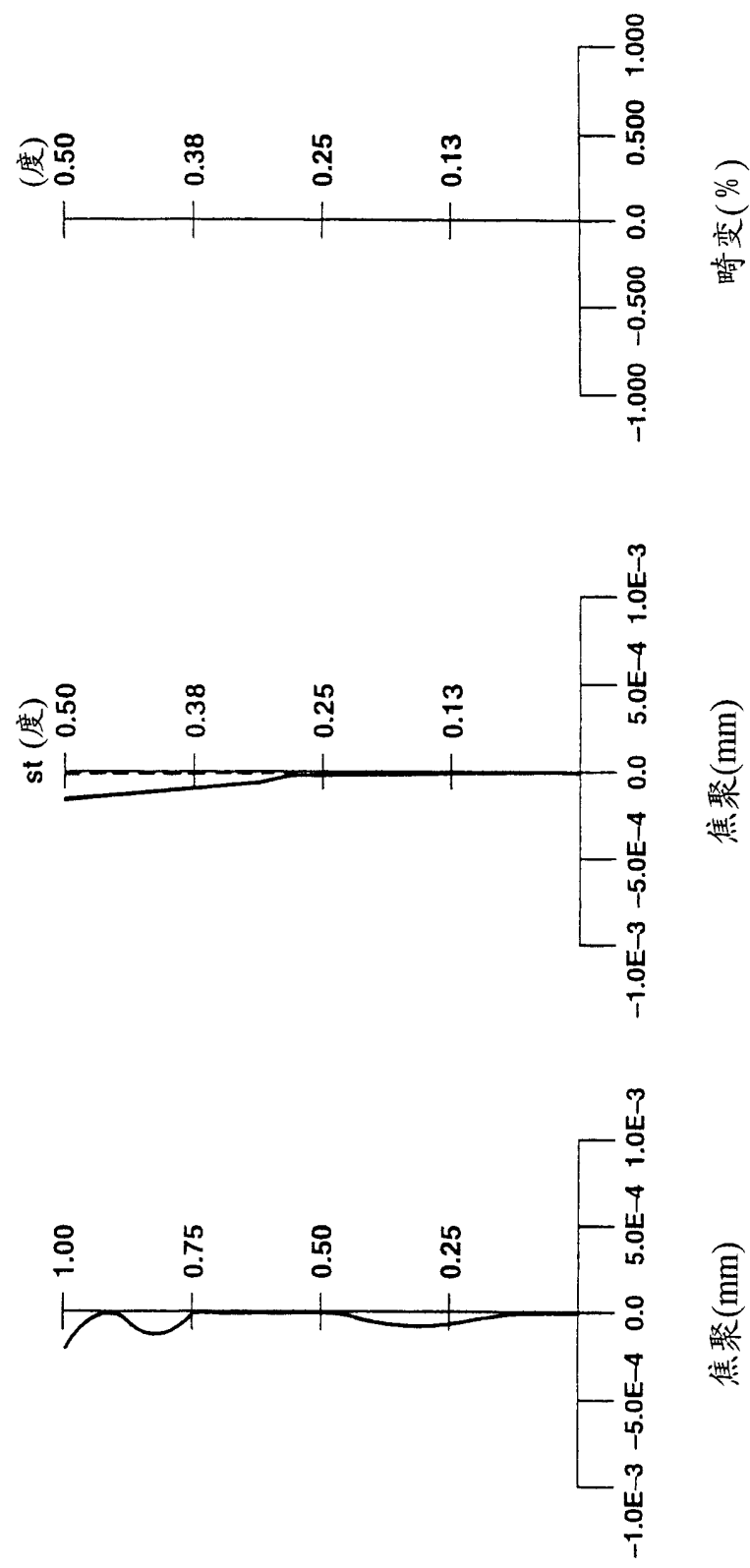


图 5A

图 5B

图 5C

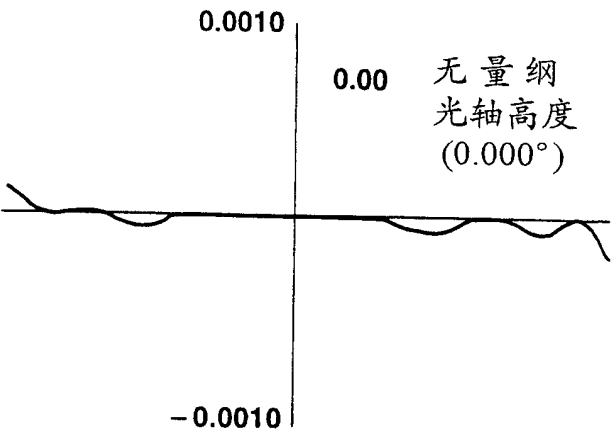


图 6A

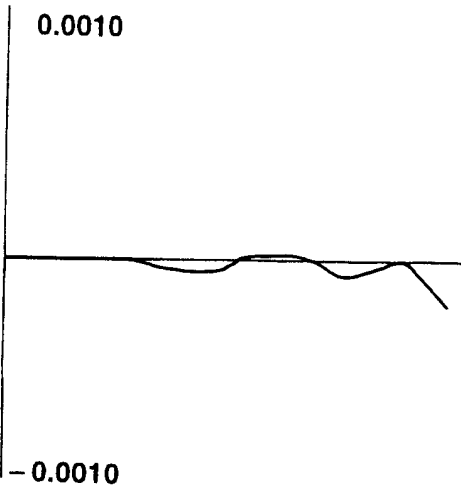


图 6B

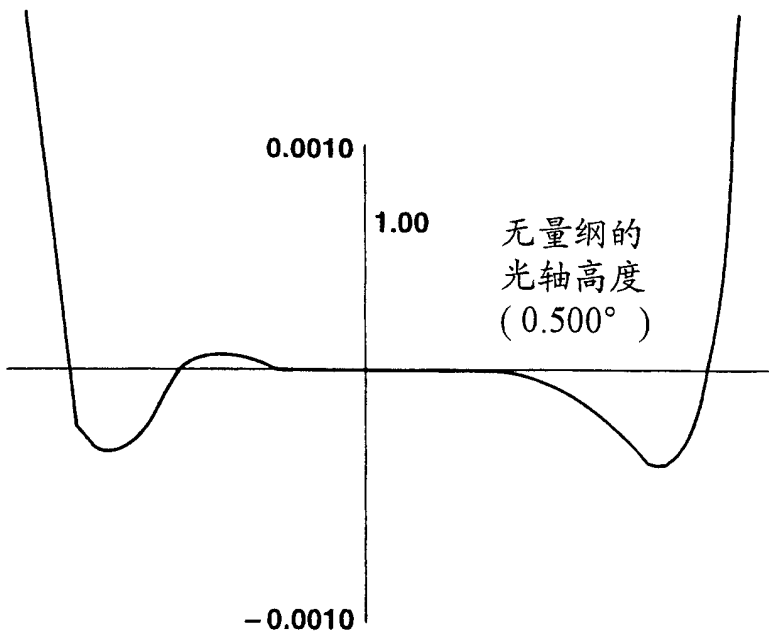


图 7A

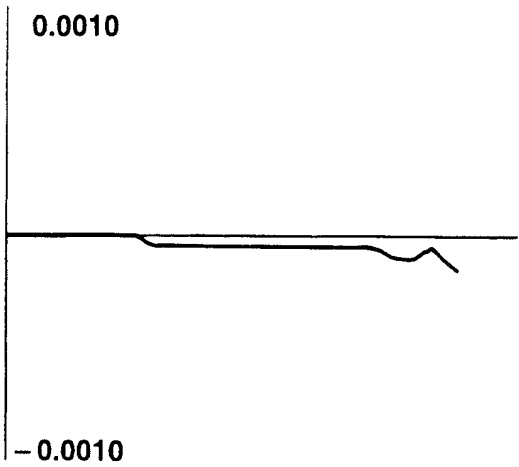


图 7B

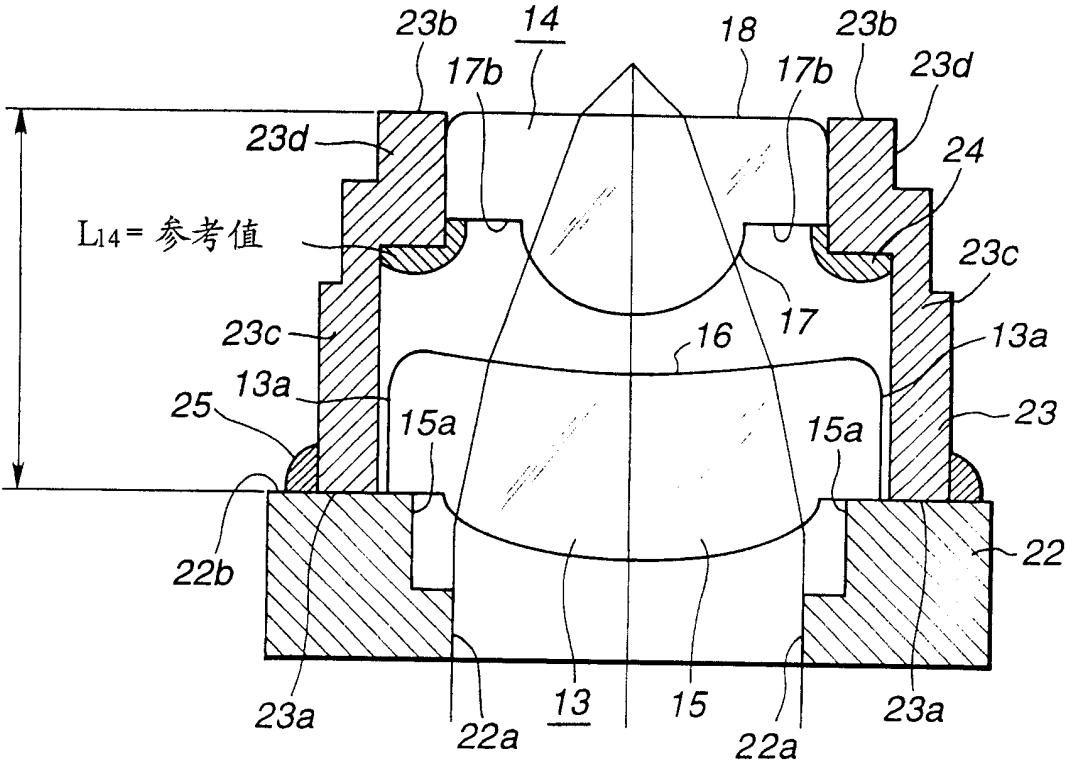


图 8

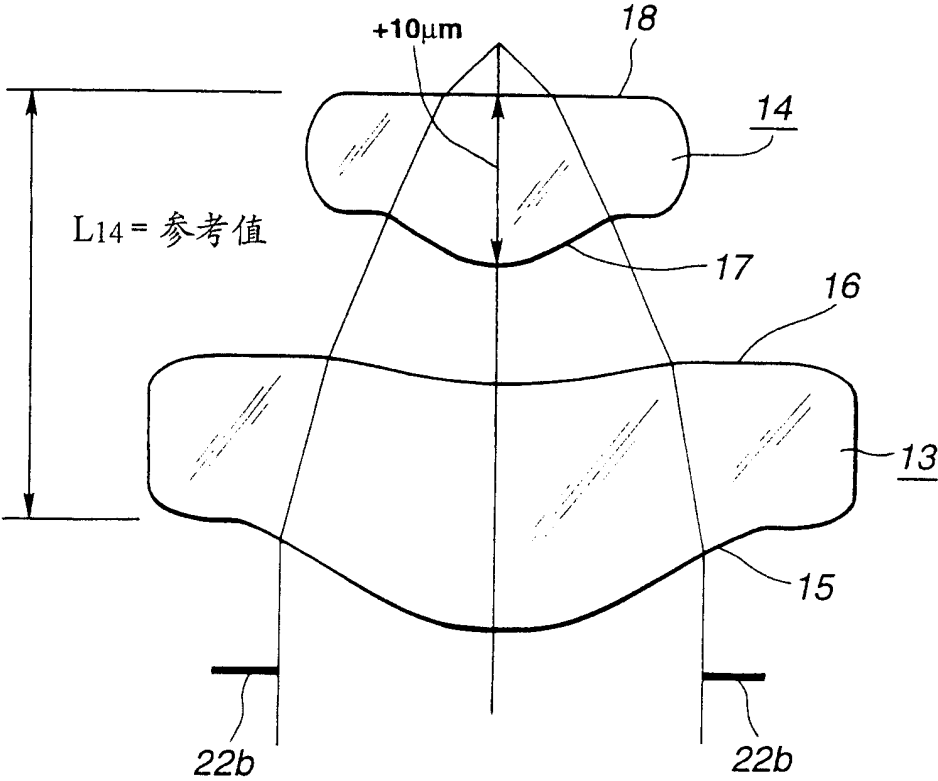


图 9

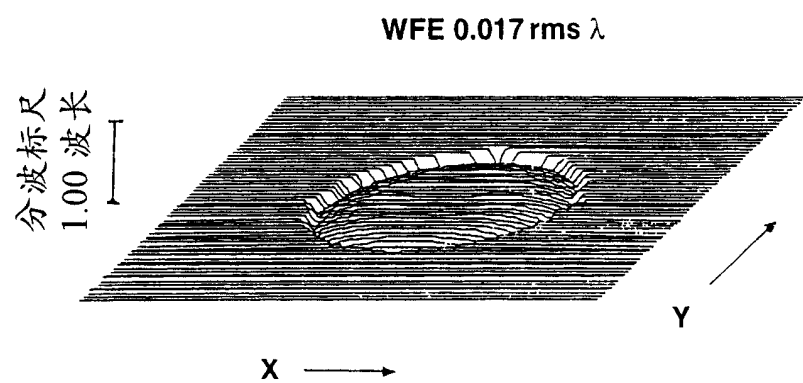


图 10

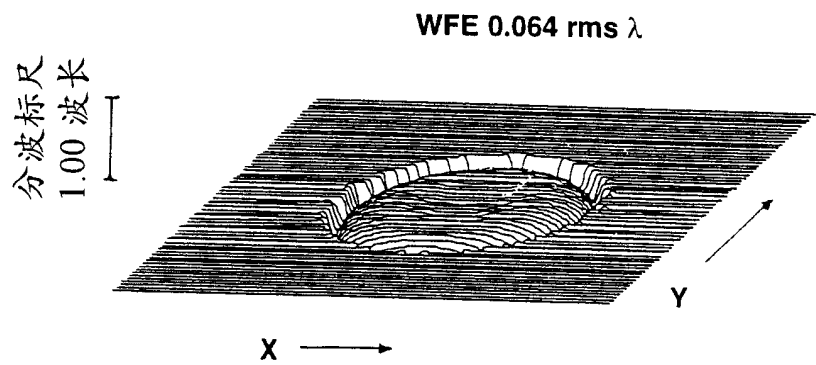


图 12

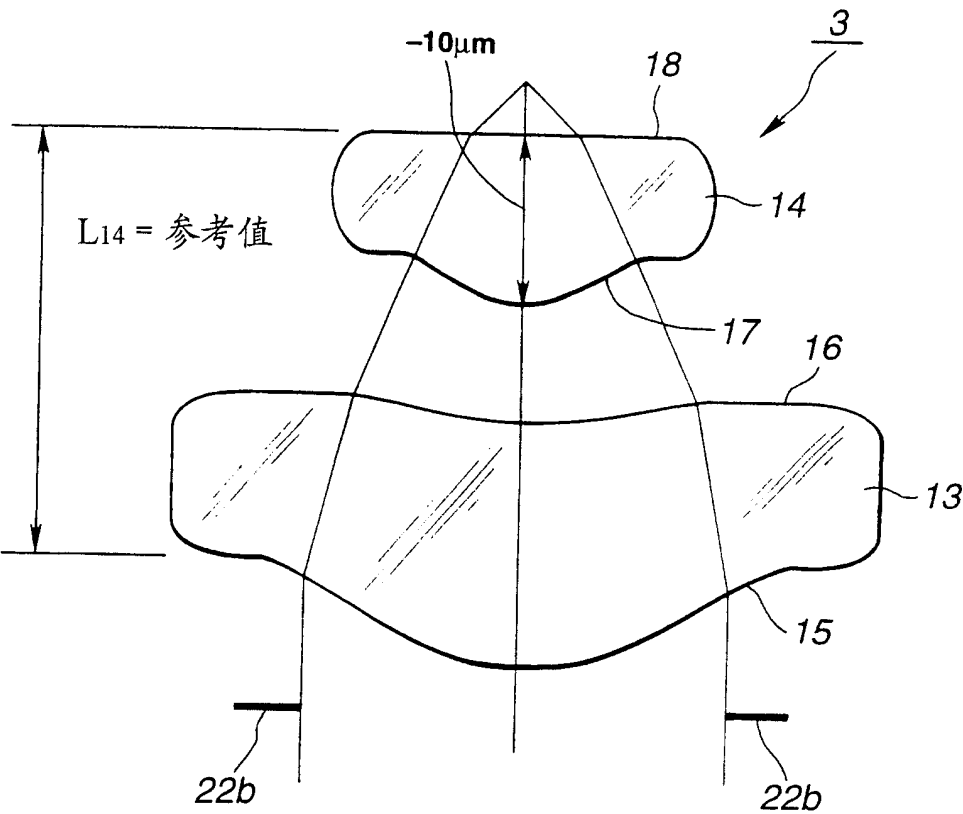


图 13

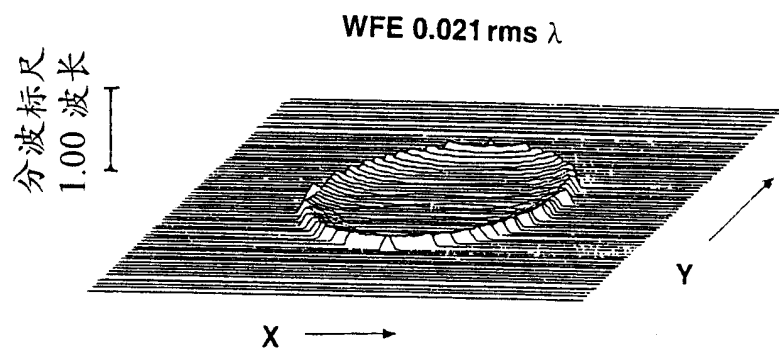


图 14

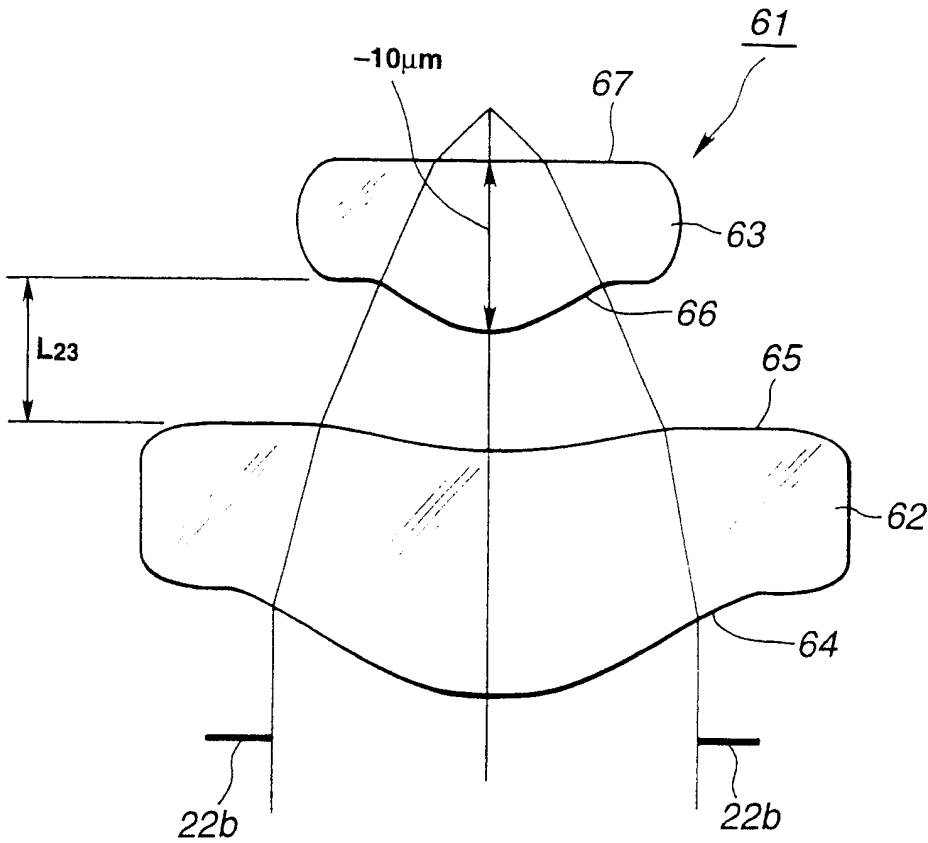


图 15

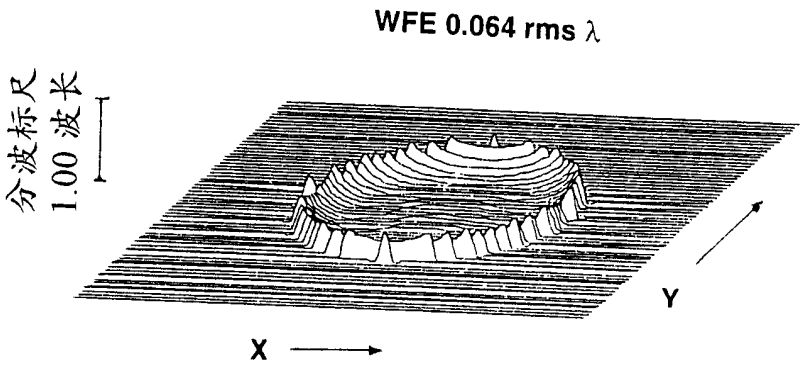


图 16

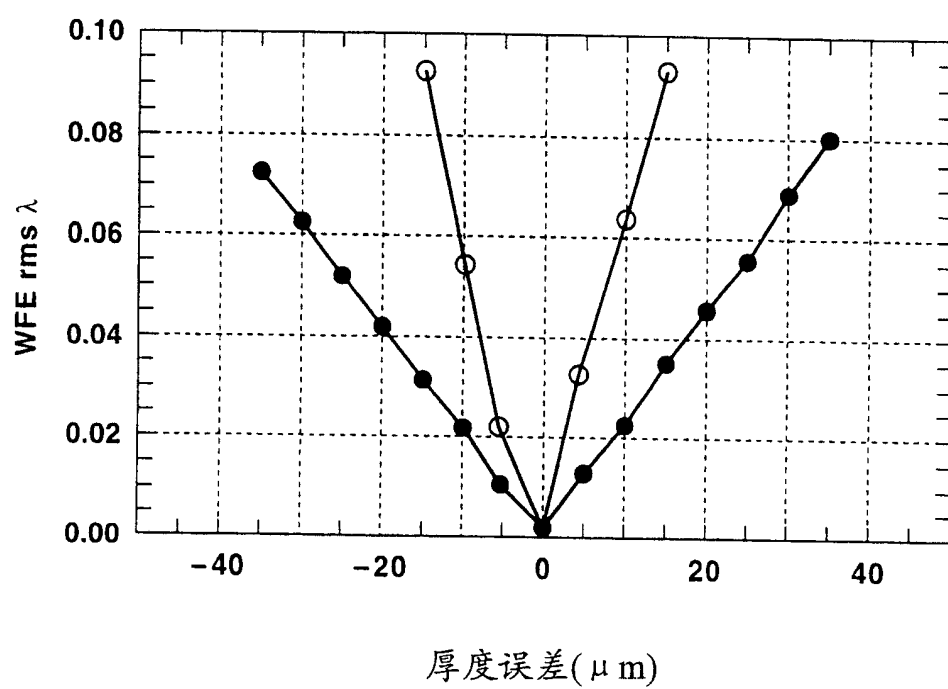


图 17

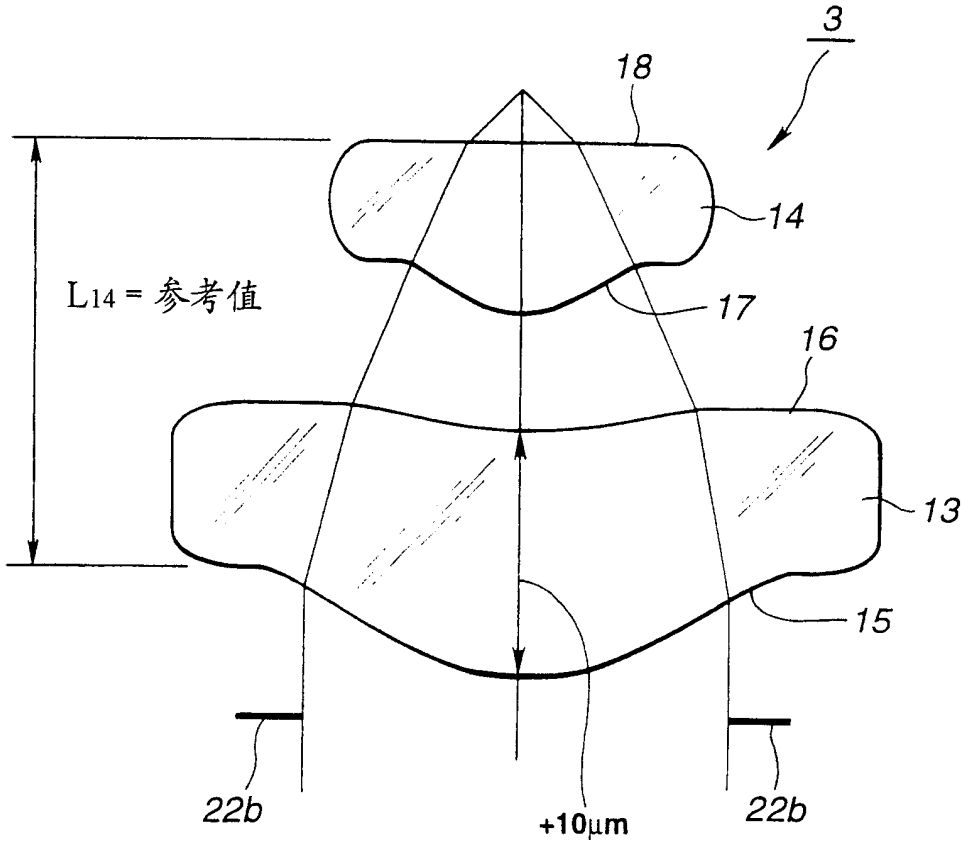


图 18

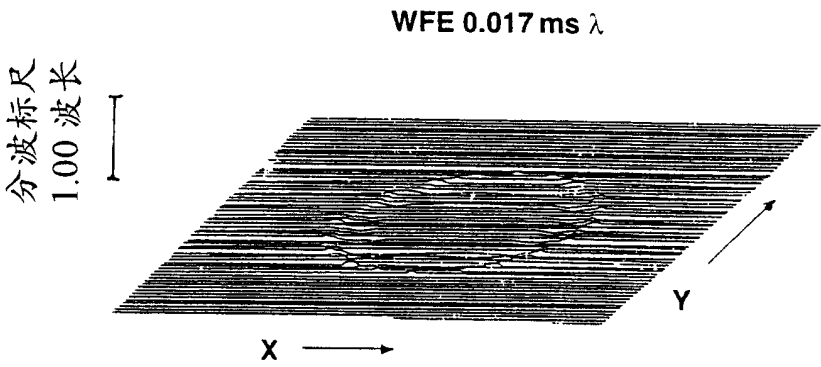


图 19

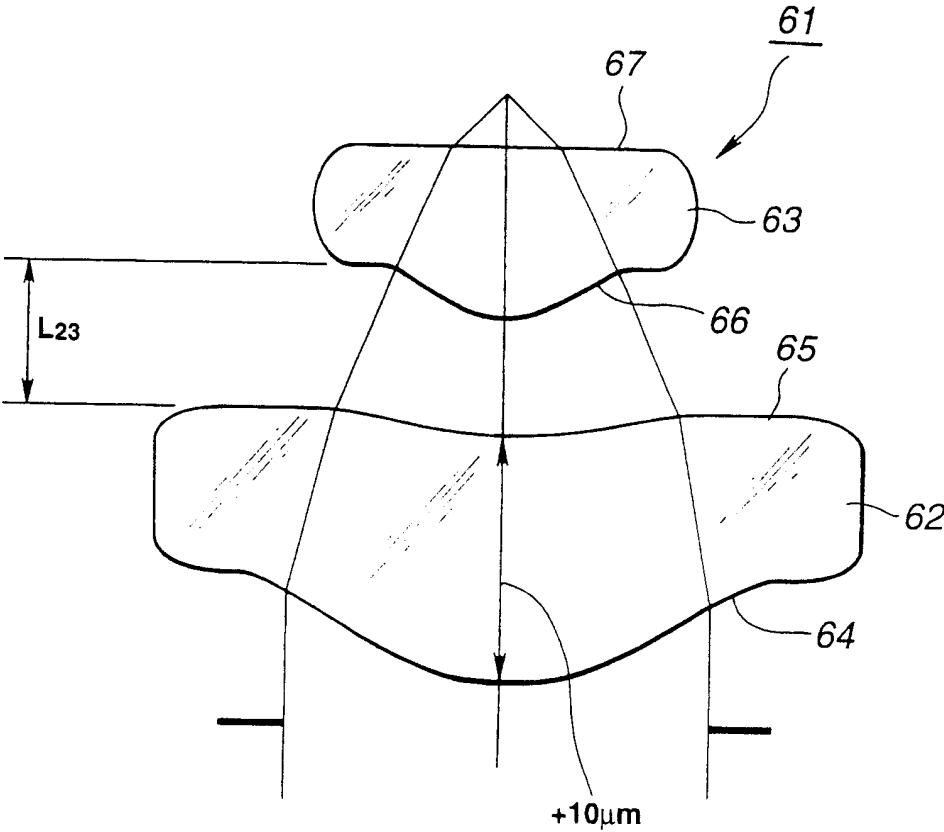


图 20

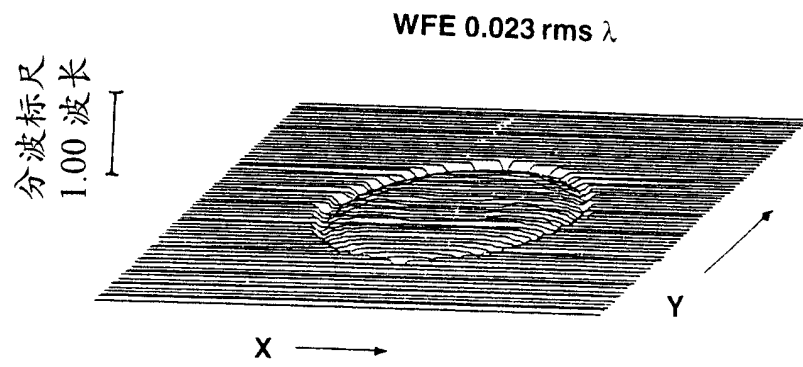
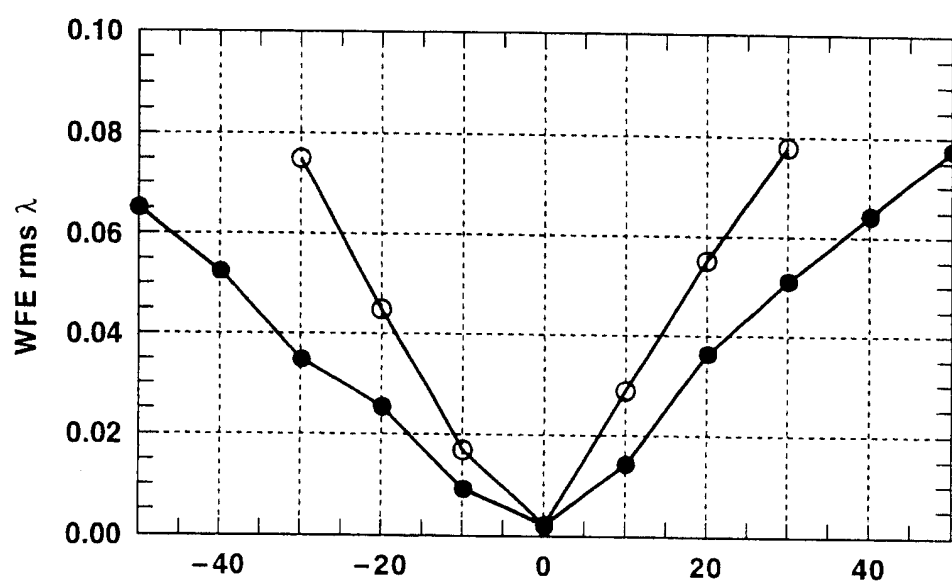


图 21



厚度误差(μm)

图 22

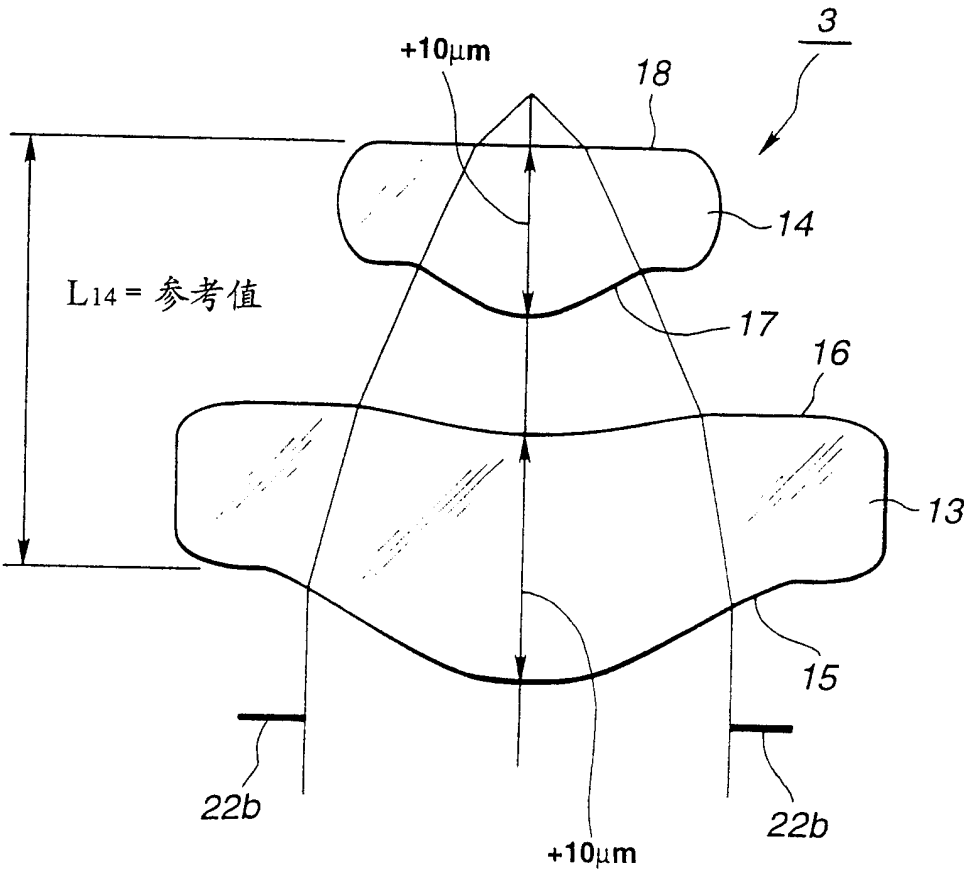


图 23

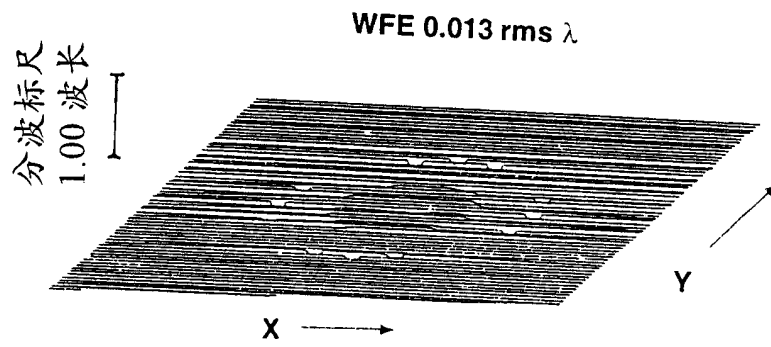


图 24

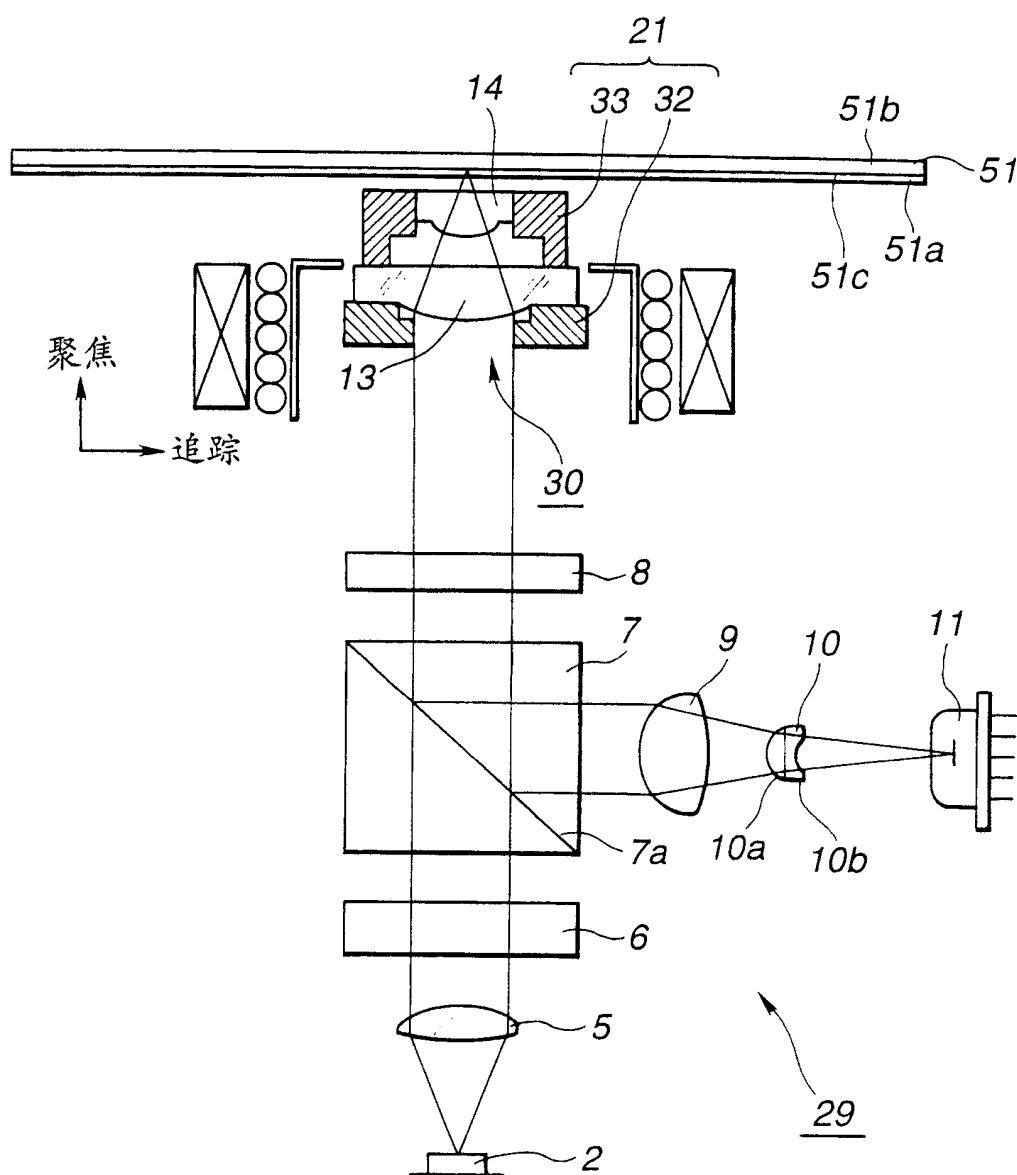


图 25

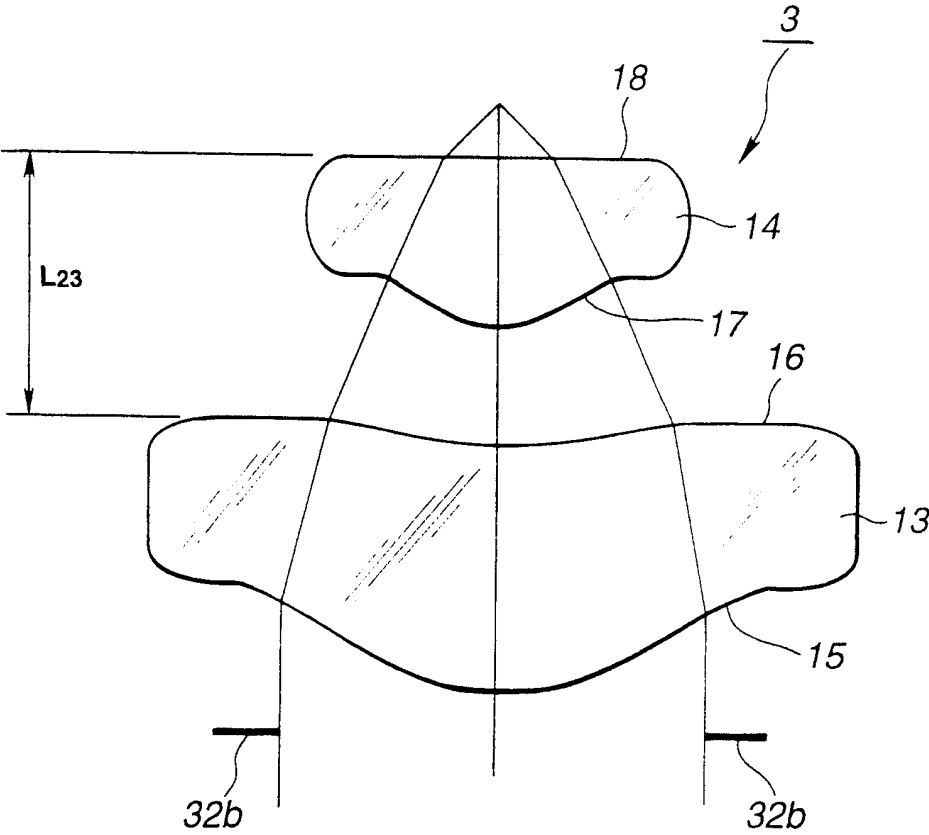


图 26

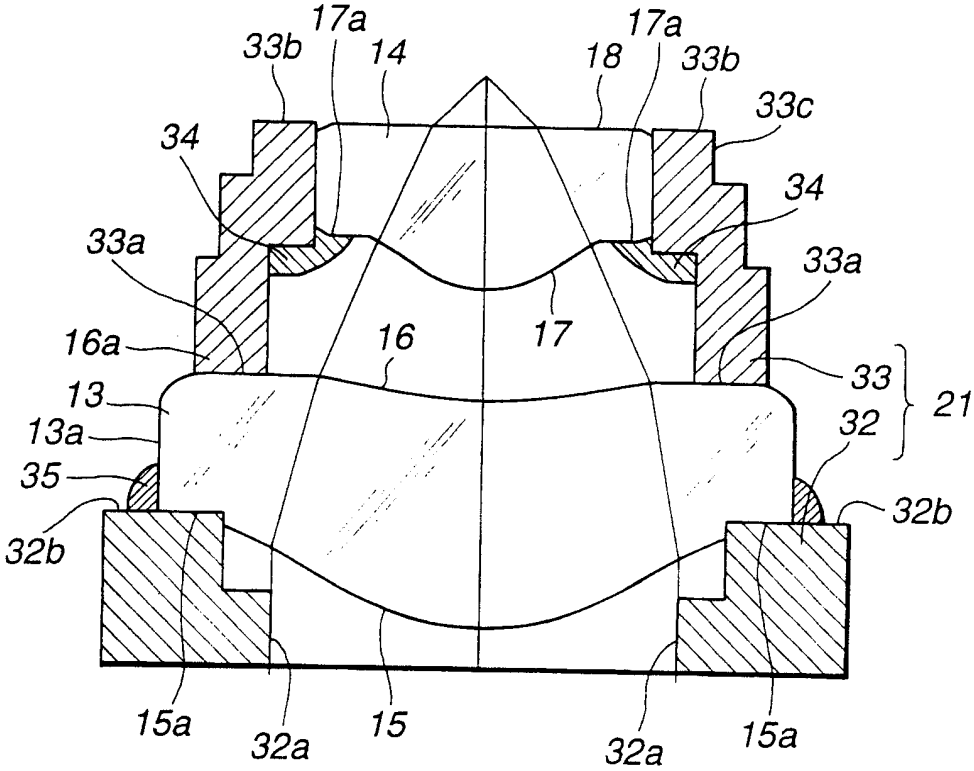


图 27

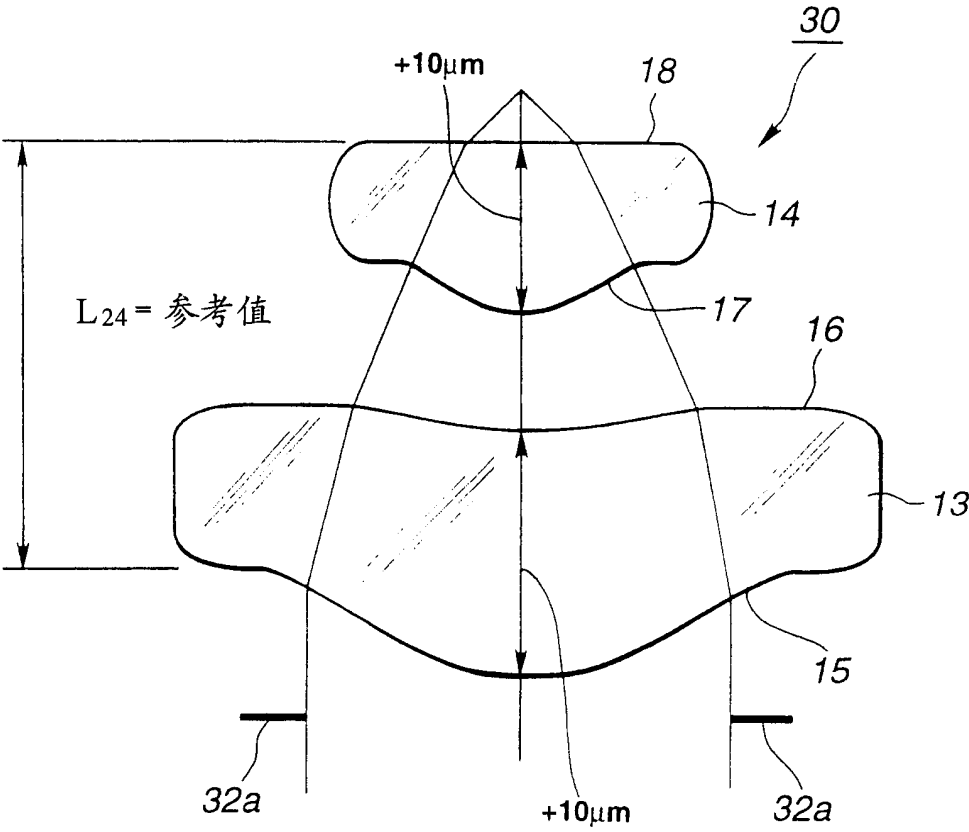


图 28

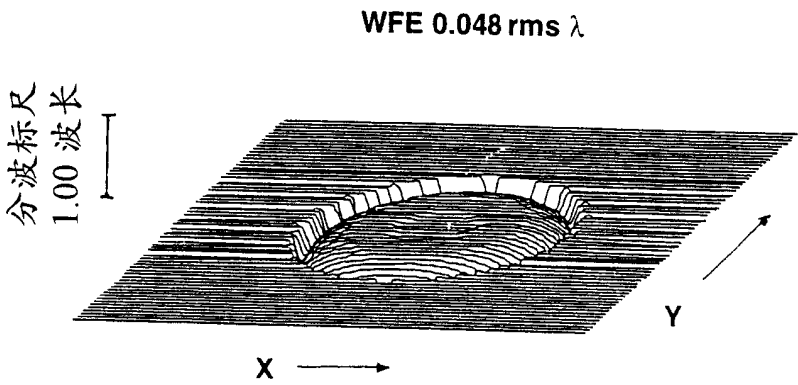


图 29