

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
G11B 7/00
G02B 7/04 G11B 7/09



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02820454.9

[43] 公开日 2005 年 1 月 26 日

[11] 公开号 CN 1571994A

[22] 申请日 2002. 10. 16 [21] 申请号 02820454. 9
[30] 优先权
[32] 2001. 10. 16 [33] EP [31] 01203901. 2
[86] 国际申请 PCT/IB2002/004284 2002. 10. 16
[87] 国际公布 WO2003/034143 英 2003. 4. 24
[85] 进入国家阶段日期 2004. 4. 15
[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
[72] 发明人 P · T · 朱特
J · M · A · 范登伊伦比德

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 刘 红 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称 光扫描装置
[57] 摘要

用于扫描信息层(2)的一种光扫描装置(1)包括用于提供第一辐射束(14)的辐射源(6)、具有光轴(oo')的一个透镜系统(7)以及检测系统(8), 包括: (i) 散光发生元件(9), 用于产生利用矢量($W_{o, 1}, \theta_1$)代表的第一散光量(W_1), 以便将辐射束变换成第一散光辐射束(29); (ii) 散光校正元件(27), 用于产生利用矢量($W_{o, 2}, \theta_2$)代表的第二散光量(W_2), 以便将所述第一散光辐射束变换成利用矢量($W_{o, 3}, \theta_3$)代表的具有第三散光量(W_3)的第二散光辐射束(30); 以及(iii)检测器(28), 用于将第二散光辐射束变换成电信号。按照本发明, 使 W_3 适合于检测器, 并且 $W_{o, 2}$ 和 θ_2 基本上符合以下公式: $(W_{o, 1}, 2\theta_1) + (W_{o, 2}, 2\theta_2) = (W_{o, 3}, 2\theta_3)$ 。

ISSN 1008-4274

1. 一种光扫描装置(1), 用于扫描信息层(2), 该装置包括:
 - 辐射源(6), 用于提供第一辐射束(4);
 - 透镜系统(7), 用于将所述第一辐射束变换成所述信息层的位置中的扫描光点(18), 该透镜系统具有一个光轴(00'); 以及
 - 检测系统(8), 包括:
 - 散光发生元件(9), 用于产生第一散光量(W_1), 以便将所述第一辐射束变换成具有第一焦线(F1)和比所述第一焦线更加远离所述散光发生元件的第二焦线(F2)的第一散光辐射束(29), 所述第一散光量(W_1)
 - 在垂直于所述光轴的一个参考平面(XY)内利用矢量($W_{0,1}$, θ_1)来表示, 其中 $W_{0,i}$ 代表 W_i 的大小, 而 θ_i 代表所述第一焦线与垂直于所述光轴的一个参考轴(X)之间的角度;
 - 散光校正元件(27), 用于产生第二散光量(W_2), 以便将所述第一散光辐射束变换成具有第三散光量(W_3)的第二散光辐射束(30), 所述第二散光量(W_2)在所述参考平面内利用矢量($W_{0,2}$, θ_2)来表示, 而所述第三散光量(W_3)在所述参考平面内利用矢量($W_{0,3}$, θ_3)来表示; 以及
 - 检测器(28), 用于将所述第三辐射束变换成电信号, 其特征在于, 使 W_3 适合于所述检测器, 并且 $W_{0,2}$ 和 θ_2 基本上符合以下公式:

$$(W_{0,1}, 2\theta_1) + (W_{0,2}, 2\theta_2) = (W_{0,3}, 2\theta_3).$$
2. 按照权利要求 1 的光扫描装置(1), 其特征在于, 所述散光发生元件(9)包括用作分束器的第一平面平行板。
3. 按照权利要求 1 的光扫描装置(1), 其特征在于, 利用具有对称轴的柱面形成所述散光校正元件(27), 所述对称轴相对于所述参考轴(X)具有预定的第一角度(γ_{cyl}), 并且利用如下公式来表示所述预定的第一角度:

$$\gamma_{cyl}-\theta_3 = \frac{1}{2}\text{Arcsin}[W_{0,1}\sin(2(\theta_1-\theta_3))/(W_{0,3}^2+W_{0,1}^2-2W_{0,3}W_{0,1}\cos(2(\theta_1-\theta_3)))^{1/2}],$$
 其中 $\theta_1-\theta_3$ 、 $W_{0,1}$ 和 $W_{0,3}$ 满足以下条件:

$$W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 > 2W_{0,3}W_{0,1}\cos(2(\theta_1-\theta_3)).$$
4. 按照权利要求 3 的光扫描装置(1), 其特征在于, 所述柱面的散光距离(Δf_2)利用以下公式给出:

$$W_{0,2} = [W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 - 2W_{0,3}W_{0,1}\cos(2(\theta_1-\theta_3))]^{1/2}$$
 其中 $\theta_1-\theta_3$, $W_{0,1}$ 和 $W_{0,3}$ 满足以下条件:

$$W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 > 2W_{0,3}W_{0,1}\cos(2(\theta_1 - \theta_3)) \quad .$$

5 按照权利要求 1 的光扫描装置(1),其特征在于,所述散光校正元件(27)是利用具有法线方向(N2)的第二平面平行板构成的。

6. 按照权利要求 2 的光扫描装置(1),其特征在于,所述散光校正
5 元件(27)形成为面对所述散光发生元件(9)的一个待服透镜的入射面,并且其中所述待服透镜具有一个入射面和一个面对所述检测器(28)的出射面,这两个面之一是各向异性曲面。

7. 按照权利要求 1 的光扫描装置(1),其特征在于,所述检测器(28)
10 是利用象限检测器构成的,它在所述参考轴(X)的方向上有一条分隔线,并且使 W_3 适合于所述检测器(28),以使得角度 θ_3 大致等于 45° 。

8. 按照权利要求 1 的光扫描装置(1),其特征在于,所述检测系统
(8)被进一步用于提供聚焦误差信号(I_{focus})和/或径向跟踪误差信号(I_{radial}),并且所述检测系统还包括一个待服电路(10)和一个激励器
15 (11, 12),响应所述聚焦误差信号和/或所述径向跟踪误差信号,用于相对于所述信息层(2)的位置控制所述扫描光点(18)的位置和/或将被扫描的所述信息层的轨迹的位置。

9. 按照权利要求 1 的光扫描装置(1),其特征在于,它进一步包括
用于纠错的信息处理单元(13)。

10. 按照权利要求 1 的光扫描装置(1),其特征在于,所述透镜系统
20 (7)包括构成双合透镜系统的第一物镜(9)和第二物镜(21)。

光扫描装置

本发明涉及用于扫描信息层的一种光扫描装置,该装置包括:(a)
5 提供第一辐射束的辐射源;(b)将所述第一辐射束变换成所述信息层中的一个扫描光点的透镜系统,透镜系统有一个光轴;以及(c)检测系统,它包括:

散光发生元件,用于产生第一散光量 W_1 ,以便将所述第一辐射束变换成具有第一焦线(focal line)和比所述第一焦线更远离所述散光
10 发生元件的第二焦线的第一散光辐射束,所述第一散光量在垂直于所述光轴的一个参考平面内用矢量($W_{0,1}$, θ_1)表示,其中 $W_{0,1}$ 代表 W_1 的大小,而 θ_1 代表所述第一焦线与垂直于所述光轴的一个参考轴之间的角度;

散光校正元件,用于产生第二散光量 W_2 ,以便将所述第一辐射束变换成具有第三散光量 W_3 的第二散光辐射束,所述第二散光量在所述参
15 考平面内用矢量($W_{0,2}$, θ_2)表示,而所述第三散光量在所述参考平面内用矢量($W_{0,3}$, θ_3)表示;以及

用于将所述第三辐射束变换成电信号的一个检测器。

在本文的说明书中,“扫描一个信息层”是指用辐射束扫描,以便
20 从信息层中读出信息(“读出模式”)、在信息层上写入信息(“写入模式”)和/或从信息层中擦除信息。

在本说明书中,散光量的特征如下。考虑具有一个光轴、一个入射面(entrance surface)和一个出射面(exit surface)的光学元件,并且光学元件产生一定量的散光 W ,以便将入射的非散光辐射束变换成出射的散光辐射束,后者具有第一焦线和比第一焦线更远离出射面的
25 第二焦线。在垂直于光轴的一个参考平面(XY)内用矢量(W_0 , θ)表示这一散光量 W ,其中 W_0 代表 W 的大小,而 θ 是代表 W 的方向的一个角度。用 Seidel 系数来代表大小 W_0 ;也可以利用 Zernlike 系数、波前像差的峰值、“散光距离”或纵向像差(它对应着第一和第二焦线之间的距离)来表示。角度 θ 利用第一焦线的方向与垂直于光轴的一个参考轴(X)之
30 间的角度来表示。

一般来说,将扫描光点保持在轨迹上是重要的,也就是维持扫描光点聚焦在被扫描的信息层上,并且将扫描光点维持在被扫描轨迹的中

心线上。在下文中,对于给定的轨迹,其“径向”是指轨迹与盘中心之间的方向,而“切向”是指与轨迹正切并与径向垂直的方向。

为了维持扫描光点聚焦在被扫描的信息层上,通常是按照所谓的“散光方法”形成一个“聚焦误差信号”,可以参见 G. Bouwhuis, J. Braat, A. Huijser 等人所著的书 “Principles of Optical Disc Systems,” p. 75-80 (Adam Hilger 1985) (ISBN 0-85274-785-3)。这种方法是基于故意引入在辐射束的光路内的一种叫做散光的光学像差。具体地说,散光发生元件将辐射束变换成有散光的辐射束,散光相对于径向有一个角度(最好是 45°)。检测器将这一散光辐射束变换成聚焦误差信号,进而用这一信号沿着透镜系统的光轴机械调节其位置,以维持扫描光点聚焦在信息层上。在扫描光点聚焦在信息层上时,光点在检测器上的形状就是圆形,并因此聚焦误差信号为 0。在光点距信息层太近或太远时,通过透镜系统被光盘反射的辐射束就会发散或会聚:光点在检测器上的形状是椭圆形并因此聚焦误差信号不是零。

为了将扫描光点维持在右轨迹上,可以具体按照上述 G. Bouwhuis 等人所著的书上第 70-73 页的所谓“径向推-拉方法”来形成“径向跟踪误差信号”。进而用这一信号沿着径向机械调节透镜系统的位置,以维持扫描光点聚焦在必须被扫描的信息层的轨迹中。

说明书的图 1a 表示按照公知配置的一种常规光扫描装置,它能够产生聚焦误差信号和径向跟踪误差信号。这种公知装置沿着轨迹的中心线扫描光学记录载体的轨迹。参见图 1a, “ X_0 ”和“ Y_0 ”分别是平行于径向和切向的两个参考轴,而“ Z_0 ”是连同 X_0 和 Y_0 构成一个正交坐标系 (orthogonal base) 的一个参考轴。这种公知装置包括两个轴 (shaft) S_a 和 S_b 及光扫描头 OH。光扫描头能够沿着轴 S_a 和 S_b 在平行于轴 X_0 的方向上移动,从而允许从一个轨迹扫描到另一轨迹,并且调节扫描光点在被扫描轨迹中心线上的位置。光扫描头 OH 包括辐射源 RS、透镜系统 LS 和检测系统 DS。透镜系统 LS 包括准直仪物镜 (collimator len) CL、物镜 OL 和平面反射镜(图 1a 中没有表示)。平面反射镜沿着 Z_0 轴布置在物镜 OL 下面。反射镜面的法线在 Z_0 轴和一个参考轴 Z 之间划分 90° 角。如图 1a 所示,“Z”是与检测器 D 和准直仪物镜 CL 之间的光轴具有相同方向的参考轴。Z 轴与切向 Y_0 构成 45° 角。在扫描期间,辐射束从辐射源 RS 中发出并通过透镜系统 LS 被指向

将被扫描的轨迹。该辐射束随后以主反射辐射束和衍射辐射束(主要是+1阶衍射辐射束和-1阶衍射辐射束)的形式反射在将被扫描的轨迹上。衍射辐射束在主辐射束的截面内具有半波瓣的形状。主反射辐射束及+1阶衍射辐射束和-1阶衍射辐射束通过透镜系统LS被指向检测系统DS。检测系统DS包括(1)用作分束器和散光发生元件的平面平行板PPP和(2)检测器D。按照图1a所示的配置中,板PPP的取向使得由于散光产生的射束的焦线与垂直于Z轴并处在图的平面内的一个参考轴N具有 0° 或 90° 角。轨迹的方向(即沿着 Y_0 轴的切向)和反射镜的取向使得+1阶衍射瓣和-1阶衍射瓣与检测器D上的N轴形成 45° 角。在这种情况下,焦线和波瓣之间的 45° 角允许采用象限检测器作为检测器D来分别用推-拉方法和散光方法产生径向误差信号和聚焦误差信号。

然而,出于诸如机械空间等的机械原因,最好采用图1b中所示的 0° 或 90° 取向。

图1b的公知装置与图1a的公知装置具有相同的部件但是按不同的配置排列。参见图1b,“ X_1 ”和“ Y_1 ”是分别与径向和切向平行的两个参考轴,而“ Z_1 ”是和 X_1 和 Y_1 共同构成一个正交坐标系的一个参考轴。图1b的公知装置沿着一条平行于轴 Y_1 的光记录载体轨迹的中心线扫描该轨迹。光扫描头OH能够在平行于轴 X_1 的方向上沿着轴Sa和Sb移动。透镜系统LS的平面反射镜(在图1b中未表示)被沿着轴 Z_1 布置在物镜OL下面。反射镜平面的法线在轴 X_1 和 Z_1 之间划分 45° 角。

然而,按照图1b配置,光扫描装置存在一个缺点,即没有另外的措施就不能同时形成聚焦误差信号和径向跟踪误差信号。正如参照图1a所解释的那样,板PPP的取向会造成由于散光产生的射束的焦线相对于轴N形成 0° 或 90° 角。轨迹的方向(也就是沿 Y_1 轴的切向)和反射镜的取向造成检测器D上的+1阶衍射瓣和-1阶衍射瓣相对于轴N形成 -90° 或 $+90^\circ$ 角。在这种情况下,通过使用象限检测器作为检测器D,波瓣和焦线的相互取向就不允许分别用推-拉方法和散光方法同时产生径向误差信号和聚焦误差信号。

美国专利US4,731,527提出了补救这一缺点的一种方案。按照这种公知方案,检测系统还包括利用柱面透镜构成的一个散光校正元件。如US4,731,527中所述,散光发生元件产生第一散光量 W_1 ,而散光

校正元件产生第二散光量 W_b 。布置柱面透镜, 以使得散光量 W_c 为象限检测器提供最高灵敏度, 即按照“散光方法”相对于径向成 45° 取向。按照 US4, 731, 527, 这是在散光量 W_a , W_b 和 W_c 满足以下公式时实现的:

$$W_c = W_a + W_b \quad (1)$$

- 5 按照公式 (1), 本说明书的图 2 表示在垂直于检测系统光轴的一个参考平面 XY 内的散光量 W_a , W_b 和 W_c 之间的关系, 其中的 $W_{o,a}$, $W_{o,b}$ 和 $W_{o,c}$ 分别是散光量 W_a , W_b 和 W_c 的大小, 而 θ_a , θ_b 和 θ_c 分别是 W_a , W_b 和 W_c 的角度。对散光量采用矢量表示法可以将公式 (1) 表达如下:

$$(W_{o,c}, \theta_c) = (W_{o,a}, \theta_a) + (W_{o,b}, \theta_b) \quad (2)$$

然而, US4, 731, 527 的指导并不完善, 因为它不提供理想的散光校正。

在现有技术中例如美国专利 US4, 968, 874 还公开了包括散光校正元件的其它光扫描装置。

- 15 US 专利 4968874 描述了在开头一段所述的一种光扫描装置, 其中的散光校正元件包括用于补偿由散光发生元件产生的散光的第一各向异性曲面和用于在任意方向上也就是相对于径向成 45° 的方向产生新的散光的第二各向异性曲面。

20 US 专利 4, 968, 874 中所述的散光校正元件的一个缺点是它包括难以制作的两个各向异性曲面。

本发明的目的是提供一种补救上述缺点的光扫描装置, 它按照“散光方法”提供散光像差, 并且易于制作。

按照本发明, 这些目的是用开头一段所述的一种光扫描装置实现的, 其特征在于, 使 W_3 适合于所述检测器, 并且 $W_{o,2}$ 和 θ_2 大致满足:

$$(W_{o,1}, 2\theta_1) + (W_{o,2}, 2\theta_2) = (W_{o,3}, 2\theta_3) \quad (3)$$

25 本发明的光扫描装置的一个优点是允许本领域技术人员按照需要来校正散光, 从以下的进一步说明中可以看出 (特别是参照表 3 和 4)。

按照光扫描装置的最佳实施例, 散光校正元件是由有一个对称轴线的柱面构成的, 所述对称轴线相对于第一焦线形成预定的第一角度, 30 这一角度的值取决于理想角度、第一散光距离和第二散光距离。

用柱面构成散光校正元件的一个优点是, 与参照 US 专利 4968874

所述的两个各向异性曲面的情况相比,一个各向异性曲面易于制作。在本文中,“各向异性曲面”是指在两个相互垂直的方向上具有不同曲率和/或非球面系数的表面。

具有柱面的散光校正元件的另一个优点是,柱面对机械公差的变化不像参照 US 专利 4968874 所述散光校正元件中的各向异性曲面那样敏感。

在光扫描装置的最佳实施例中,散光发生元件是利用一个平面平行板构成的,在板的法线方向与光轴之间有预定角度的倾斜。这一实施例还可以用作分束器,以便在透镜系统的方向上改变辐射源的辐射束方向。

用平面平行板构成散光发生元件的一个优点是,这种平面平行板比市场上现存的其它散光发生元件(例如分束立方体)要便宜。

用平面平行板构成散光发生元件的另一个优点是,平面平行板比分束立方体要薄,从而使得光扫描装置更加紧凑。

根据以下参照附图对本发明的详细描述就能理解本发明的目的、特征及其优点,在附图中:

图 1a 和 1b 分别表示按第一配置和第二配置中的一种公知光扫描装置;

图 2 的曲线表示按照现有技术文献教导的三种散光量之间的关系;

图 3 示意地表示按照本发明一个实施例的光扫描装置的组成部分;

图 4 的曲线表示按照本发明的三种散光量之间的关系;

图 5 的示意图表示图 3 所示的检测系统的第一实施例;

图 6 的示意图表示图 3 所示的检测系统的第二实施例;

图 7 和 8 的示意图分别代表在图 5 和 6 中所示的象限检测器上形成的中心辐射束,一个具有根据本发明的校正,一个没有根据本发明的校正;和

图 9 和 10 的示意图分别代表在图 5 和 6 中所示的象限检测器上形成的伴线(satellite)辐射束,一个具有根据本发明的校正,一个没有根据本发明的校正。

图 3 的示意图表示按照本发明的用于扫描光学记录载体 3 的信息

层 2 的光扫描装置 1 的组成部件。图 3 中所示的组成部件的配置与图 1b 的配置相同;然而,在图 3 中为了清楚起见没有画出参照图 1b 所述的透镜系统的反射镜。显然,作为一种纯粹是随意的选择并且参见图 3, 下述的“X-轴”和“Y-轴”分别是对应着光学记录载体的径向和切向的参考轴,而“Z-轴”是与光扫描装置 1 的光轴平行的一个参考轴。

如图所示,光学记录载体 3 包括一个透明层 4,在其一侧布置有信息层 2。在信息层 2 背离透明层 4 的一侧用保护层 5 来防护环境的影响。如图 3 所示,层 2, 4 和 5 在图 3 中所示的 X-轴和 Y-轴的方向上是平面的。透明层 4 作为载体 3 的基板,用于为信息层 2 提供机械支撑。或者,透明层 4 仅仅具有保护信息层 2 的功能,而利用信息层 2 另一侧上的一层提供机械支撑,例如利用保护层或利用连接到最上层信息层的一个附加信息层和透明层。信息层 2 是载体 3 上含有轨迹的一个表面。“轨迹”是被聚焦辐射束跟踪的一条路径,在该路径上布置有代表信息的光学可读取标记。这些标记可以采取反射系数或磁化方向与周围不同的坑(pit)或区(area)的形式。对于具有盘形的光学记录载体 3,相对给定的轨迹定义如下:“径向”是轨迹和盘中心之间的方向,而“切向”是与轨迹正切并垂直于“径向”的方向。

如图 3 所示,光扫描装置 1 包括辐射源 6、具有光轴 00'的透镜系统 7 和检测系统 8。X-轴垂直于光轴 00'并与径向平行。Y-轴与光轴 00' 和 X-轴垂直。Z-轴平行于光轴 00',并因而垂直于 X-轴和 Y-轴。

如图 3 所示,光扫描装置 1 优选还包括分束器、伺服电路 10、聚焦激励器 11 和径向激励器 12、以及用于纠错的信息处理单元 13。

辐射源 6 用于提供辐射束 14。辐射源 6 优选包括至少一个按选定的波长 λ 发射辐射束 14 的半导体激光器。例如,对于具有所谓 DVD 格式的光学记录载体 3,辐射束 14 的波长 λ 在 620 到 700nm 之间,最好是等于 660nm,而对于具有所谓 DVR 格式的光学记录载体 3,波长 λ 优选等于 405nm。更优选地,辐射源 6 还包括一个光栅结构 6',用于利用中心辐射束 14 形成两个伴线辐射束(在图中没有表示);伴线辐射束被用来产生径向跟踪误差信号。

分束器被用来朝着透镜系统 7 反射辐射束 14(及两个伴线辐射束)。在图 3 所示的最佳实施例中,分束器是利用相对于光轴 00'倾斜的平面平行板 9 构成的,以便相对于此轴形成一个角度 α 。此角度 α 优选

等于 45° 。或者，可以用光栅结构或全息图构成这种分束器。

透镜系统 7 被用来将辐射束 14 变换成聚焦辐射束 17，以便在信息层 2 的位置上形成一个扫描光点 18。透镜系统 7 优选包括第一物镜 19。它还包括一个准直仪物镜 20 和第二物镜 21。在辐射束 17 的数值孔径 (aperture) 接近 0.85 的情况下，最好同第一物镜 20 一起使用第二物镜 21，而在辐射束 17 的数值孔径小于 0.65 的情况下，仅仅使用第一物镜 20。

准直仪物镜 20 被用来将辐射束 14 (及两个伴线辐射束) 变换成基本上准直的辐射束 22。

物镜 19 被用来将准直的辐射束 23 变换成会聚辐射束 17。物镜 19 具有用于接收辐射束 22 的入射面 19a 和用于输出会聚辐射束 17 的出射面 19b。

第二物镜 21 用于将会聚辐射束 23 变换成聚焦的辐射束 17。透镜 21 可以是一个平凸透镜，其入射凸面 21a 面对着物镜 19 的出射面 19b，而其平出射面 21b 面对着信息层 2 的位置。显然，第二物镜 21 配合第一物镜 9 构成一个双合透镜系统，与单一透镜系统相比具有的优点是光学元件有较大的相互位置公差。另外，每个物镜 19 和 21 的一个或两个面最好是非球面。

如图所示，如果光学记录载体 3 是 DVD 格式的，聚焦辐射束 17 的数值孔径对“读出模式”应该是接近等于 0.6，而对“写入模式”最好是 0.65。

在扫描过程中，正向聚焦辐射束 17 发射在信息层 2 上，从而形成在正向聚焦辐射束 17 的光路上返回的反向辐射束 24。透镜系统 7 将反向辐射束 24 变换成第一反向辐射束 25。最后，由分束器 9 通过向检测系统 8 发射至少一部分反向辐射束 25 来从反向辐射束 25 中分离出正向辐射束 14。

检测系统 8 被用来捕捉辐射束 25 (以及在图 3 中没有表示的相应的伴线辐射束) 并将它们变换成一个或多个电信号。有一个信号是信息信号 I_{data} ，其数值代表信息层 2 上扫描到的信息。由用于纠错的信息处理单元 13 处理这一信息信号 I_{data} 。来自检测系统 8 的其它信号是聚焦误差信号 I_{focus} 和径向跟踪误差信号 I_{radial} 。信号 I_{focus} 代表沿着扫描光点 18 与信息层 2 的位置之间的光轴 $00'$ 的轴向高度差。最好是按照上述

的“散光方法”来形成该信号。信号 I_{radial} 代表扫描光点 18 与扫描光点 18 所要跟踪的信息层 2 上的一条轨迹中心线之间在信息层 2 平面内的距离。最好是按照上述的“径向推-拉方法”来形成信号 I_{radial} 。

5 伺服电路 10 被用来响应信号 I_{focus} 和 I_{radial} , 用于分别提供用于控制聚焦激励器 11 和径向激励器 13 的伺服控制信号 I_{control} 。聚焦激励器 11 通过控制物镜 19 和 21 沿光轴 00' 的位置来控制扫描光点 18 的实际位置, 使其与信息层 2 的平面基本上吻合。径向激励器 13 通过在垂直于光轴 00' 的方向上控制物镜 19 和 21 的位置来控制扫描光点 18 的径向位置, 使其与信息层 2 上被跟踪的轨迹的中心线基本上吻合。

10 以下要进一步描述检测系统 8 的细节: 它包括散光发生元件、散光校正元件 27 和象限检测器 28。

散光发生元件产生第一散光量 W_1 , 以便将辐射束 25 变换成第一散光辐射束 29, 它具有第一焦线 F_1 和比第一焦线 F_1 更加远离散光发生元件 9 的第二焦线 F_2 。第一和第二焦线 F_1 和 F_2 之间的距离 Δf_1 在以下被称为“散光距离”。在垂直于光轴 00' 的一个参考平面 XY 内用一个矢
15 量 $(W_{0,1}, \theta_1)$ 代表第一散光量 W_1 , 其中 $W_{0,1}$ 代表 W_1 的大小, 而 θ_1 代表所述第一焦线与垂直于光轴 00' 的参考轴 X 之间的角度。

在图 3 所示的最佳实施例中, 散光发生元件是利用同时还被用作分束器(如上所述)的平面平行板元件 9 构成的。也可以利用一个柱面透
20 镜、环面元件或具有各向异性曲面或光栅线间距的全息图构成这种散光发生元件。以 Seidal 系数 W_{22} 的形式表示大小 $W_{0,1}$ 。以下的公式给出了系数 W_{22} 相对于波长 λ 归一化的均方根值 $W_{22\text{rms}}$:

$$W_{22\text{rms}} = \frac{NA^2 d(n^2 - 1) \sin^2(\alpha)}{2\lambda \sqrt{24(n^2 - \sin^2 \alpha)^2}} \quad (3)$$

25 其中“d”是平面平行板的厚度, “n”是平面平行板的折射率, “ α ”是平面平行板与光轴的角度(最好是 45°), 而“NA”是入射到平面平行板的辐射束的数值孔径。进一步的信息可以参见 M. Born 和 E. Wolf 的“Principles of Optics,” p. 469-470 (6th ed.) (Pergamon Press) (ISBN 0-08-09482-4)。

30 散光校正元件 27 产生第二散光量 W_2 , 从而将第一散光辐射束 29

变换成具有第三散光量 W_3 的第二散光辐射束 30。在参考平面 XY 内用一个矢量 $(W_{0,2}, \theta_2)$ 代表第二散光量 W_2 , 并在参考平面 XY 内用一个矢量 $(W_{0,3}, \theta_3)$ 代表第三散光量 W_3 。按照定义, 散光校正元件 27 产生散光量 W_2 , 以便将入射的非散光辐射束变换成出射的散光辐射束, 它具有第三
5 焦线 F3 和比焦线 F3 更远离元件 27 的第四焦线 F4。焦线 F3 和 F4 之间的距离 Δf_2 同样被称为“散光距离”。散光辐射束 30 同样具有第五焦线 F5 和第六焦线 F6; 焦线 F5 和 F6 之间的距离 Δf_3 同样被称为“散光距离”。

检测器 28 将辐射束 30 变换成至少一个电信号, 最好是利用具有两个
10 个垂直分隔线 (separation line) 的象限检测器构成检测器 28。

具体地说, 如果象限检测器 28 用于实施“散光方法”, 它包括四个检测器元件 C1 到 C4 和第一电子电路 (在图 3 中没有表示, 可参见图 5-10)。检测器元件 C1 到 C4 按以下四个独立象限的形式布置在 XY-平面内: 检测器元件 C1 与检测器元件 C3 对角布置; 检测器元件 C2 与检测器
15 元件 C4 对角布置; 检测器元件 C1 和 C4 之间 (及检测器元件 C2 和 C3 之间) 的分隔线与 X-轴平行; 以及检测器元件 C1 和 C2 之间 (及检测器元件 C3 和 C4 之间) 的分隔线与 Y-轴平行。检测器元件 C1, C2, C3 和 C4 被布置成分别提供四个检测器元件信号 I_{C1} , I_{C2} , I_{C3} 和 I_{C4} , 用于代表落在相关检测器元件上的辐射束 14 的光强度。第一电子电路被用来按以下
20 公式将信号 I_{C1} 到 I_{C4} 变换成聚焦误差信号 I_{focus} :

$$I_{focus} = (I_{C1} + I_{C3}) - (I_{C2} + I_{C4}) \quad (4)$$

通过按以下组合信号 I_{C1} , I_{C2} , I_{C3} 和 I_{C4} 可以按推-拉方法获得径向跟踪误差信号 I_{radial} :

$$I_{radial} = (I_{C1} + I_{C4}) - (I_{C2} + I_{C3}) \quad (5)$$

25 信号 I_{C1} 到 I_{C4} 的检测取决于焦线 F3 和 F4 与检测器元件 C1 到 C4 的分隔线之间的角度 (也就是焦线 F3 与 X-轴之间的角度)。显然, 可以采用单光点和 3-光点径向跟踪方法作为径向推-拉方法来形成信号 I_{radial} 。

另外, 使 W_3 适合于检测器 28, 使角度 θ_3 相对于检测器 28 的分隔线
30 成 45° ; 检测器分隔线的取向是按照允许利用推-拉方法产生径向跟踪误差信号的方式选择的。按照本发明, $W_{0,2}$ 和 θ_2 基本上符合以下公式:

$$(W_{0,1}, 2\theta_1) + (W_{0,2}, 2\theta_2) = (W_{0,3}, 2\theta_3) \quad (6)$$

图 4 表示在参考平面 XY 内公式 (6) 在散光量 W_1 , W_2 和 W_3 之间的关系。在 XY 平面内可以相对于任意选择的参考方向 X 来表示大小 W_3 和角度 θ_3 : 大小 W_3 和角度 θ_3 在 XY 平面内是旋转不变的。

根据公式 (6) 进行运算, 其中的大小 $W_{0,1}$ 等于一个任意选择值, $W_{0,1}^{fix}$ (若是按纵向像差表示则 $=99 \mu\text{m}$), 角度 θ_1 等于一个任意选择值, θ_1^{fix} ($=90^\circ$), 大小 $W_{0,2}$ 根据装置中其它参数的要求等于一个理想值 $W_{0,2}^{des}$ ($1295 \mu\text{m}$), 而角度 θ_2 根据散光方法的要求等于一个理想值 θ_2^{des} (即 45°)。根据公式 (6) 可以计算出大小 $W_{0,2}^{cal2}$ 和角度 θ_2^{cal2} 。表 1 表示这些大小和角度。

10

W_1^{fix}		W_2^{cal2}		W_3^{des}	
$W_{0,1}^{fix}$	θ_1^{fix}	$W_{0,2}^{cal2}$	θ_2^{cal2}	$W_{0,3}^{des}$	θ_3^{des}
$99 \mu\text{m}$	90°	$1322 \mu\text{m}$	39°	$1295 \mu\text{m}$	45°

表 1

因而, 按照本发明的指导, 对于大小为 $99 \mu\text{m}$ 且角度为 90° 的散光量 W_1 , 用散光校正元件产生大小为 $1322 \mu\text{m}$ 且角度为 39° 的散光量就能获得理想的散光量 W_3 , 即大小为 $1295 \mu\text{m}$ 且角度为 45° 。

15

按照任意选择值 $W_{0,1}^{fix}$ 和 θ_1^{fix} 以及计算值 $W_{0,2}^{cal2}$ 和角度 θ_2^{cal2} 进行射线跟踪模拟的结果是: 获得了大小值 $W_{0,3}^{sim2}$ 和角度值 θ_3^{sim2} 。表 2 表示这些大小和角度。

20

W_1^{fix}		W_2^{cal2}		W_3^{sim2}	
$W_{0,1}^{fix}$	θ_1^{fix}	$W_{0,2}^{cal2}$	θ_2^{cal2}	$W_{0,3}^{sim2}$	θ_3^{sim2}
$99 \mu\text{m}$	90°	$1322 \mu\text{m}$	39°	$1298 \mu\text{m}$	45°

表 2

如表 2 所示, 按照模拟的结果, 如果用大小为 $1322 \mu\text{m}$ 且角度为 39° 的散光量 W_2 来校正大小为 $99 \mu\text{m}$ 且角度为 90° 的散光量 W_1 , 所得的散光量 W_3 大小为 $1298 \mu\text{m}$ 且角度为 45° , 分别大致等于理想值 $1295 \mu\text{m}$ 和 45° 。换句话说, 在按照本发明计算所得的大小值与通过模拟获

25

得的值之间有 0.2% 的差, 并且在按照本发明计算所得的角度值与通过模拟获得的值之间有小于 1 度的差。在本文中大小和角度值“大致等于”另一个大小或角度值是指这两个值之间的差小于 5%。

5 以下要描述按照本发明的散光校正元件的两个实施例。图 5 的示意图表示散光发生元件 9、散光校正元件 27 的第一实施例 27' 和象限检测器 28。图 6 的示意图表示散光发生元件 9、散光校正元件 27 的第二实施例 27'' 和象限检测器 28。

10 如图 5 所示, 利用具有相对于 XY 平面内的 X-轴形成预定的第一角度 γ_{cyl} 的对称轴 Δ 的柱面构成的散光校正元件 27'。可以如下来表示角度 γ_{cyl} :

$$\gamma_{cyl} - \theta_3 = \frac{1}{2} \text{Arcsin} [W_{0,1} \sin(2(\theta_1 - \theta_3)) / (W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 - 2W_{0,3}W_{0,1} \cos(2(\theta_1 - \theta_3)))^{1/2}],$$

其中 $\theta_1 - \theta_3$, $W_{0,1}$ 和 $W_{0,3}$ 满足以下条件:

$$W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 > 2 W_{0,1} \cos(2(\theta_1 - \theta_3))$$

15 而且, 用柱面产生第三散光距离 $W_{0,2}$, 以便将散光量 W_1 的大小 $W_{0,1}$ 变换成散光量 W_3 的大小 $W_{0,3}$ 。具体地说, 散光距离 $W_{0,2}$ 可以定义如下:

$$W_{0,2} = [W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 - 2 W_{0,3}W_{0,1} \cos(2(\theta_1 - \theta_3))]^{1/2}$$

其中 $\theta_1 - \theta_3$, $W_{0,1}$ 和 $W_{0,3}$ 满足以下条件:

$$W_{0,3}^2 + W_{0,1}^2 > 2 W_{0,3}W_{0,1} \cos(2(\theta_1 - \theta_3))$$

20 显然, $\gamma_{cyl} - \theta_3$ 和 $W_{0,2}$ 的公式在用以下任何方式表达 $W_{0,1}$, $W_{0,2}$ 和 $W_{0,3}$ 时是有效的: Seidel 系数, Zernike 系数, 波前像差的峰值, “散光距离” 或纵向像差 (它对应着第一和第二焦线之间的距离)。

25 如图 6 所示, 散光校正元件 27'' 是利用如下布置的一个平面构成的。利用如下安排的一个平面平行板构成散光发生元件 9: 首先按照与检测器 28 相同的取向排列 (用虚线方块表示), 其次沿着 Y-轴旋转, 以使板 9 的法线 N1 相对于 Z-轴形成一个 45 度角 α 。用一个如下安排的平面平行板构成散光校正元件 27'': 首先按照与板 9 相同的取向排列 (用虚线方块表示), 其次沿着 Z-轴旋转, 以使板 27'' 的法线 N2 相对于 X-轴形成一个角度 β 。按照散光方法, 角度 β 最好等于 45°。

纯粹为了便于表示, 以下要详细说明按照本发明的校正效果。

30 图 7 和 8 的示意图分别表示按照本发明经过校正和未经校正的利用象限检测器 28 上的中心辐射束 14 形成的焦线。图 9 和 10 的示意图分别表示按照本发明经过校正和未经校正的在象限检测器 28 上形成的

两个伴线辐射束。

图 7 涉及其中焦线 F3 与检测器元件 C1 和 C2 之间分隔线之间的角度 θ_3 等于 45° 并且扫描光点 18 没有聚焦在信息层 2 上的情况。散光辐射束 30 的光点在检测器元件 C1 到 C4 上具有椭圆形状 S1, 其中椭圆形状 S1 的主轴相对于 X-轴形成 45° 角(这一形状对应着散光量 W_3 的一条焦线)。因此, 按照公式 (4) 形成的信号 I_{focus} 不是 0。换句话说, 有可能检测到聚焦误差。

图 8 涉及其中焦线 F3 与检测器元件 C1 和 C2 之间分隔线之间的角度 θ_3 等于 0° 并且未按照本发明进行散光校正的情况。因而, 散光辐射束 30 的光点在检测器元件 C1 到 C4 上具有椭圆形状 S2, 其中椭圆形状 S2 的主轴相对于 X-轴形成 0° 角。因此, 按照公式 (4) 形成的信号 I_{focus} 等于 0。换句话说, 不可能检测到聚焦误差。

图 9 涉及其中焦线 F3 与检测器元件 C1 和 C2 之间分隔线之间的角度 θ_3 等于 45° 的情况。请注意 Y-轴(参见图 9)的方向对应着切向(也就是与被扫描轨迹正切的方向)。第一散光辐射束形成两个半波瓣 S3 和 S4, 而第二散光辐射束形成两个半波瓣 S5 和 S6。半波瓣 S3 到 S6 的取向使其对准分隔线的方向, 也就是轨迹的方向。因此, (按照公式 (5) 形成的)信号 I_{radial} 不是 0。换句话说, 检测到径向跟踪误差信号。

图 10 涉及其中焦线 F3 与检测器元件 C1 和 C2 之间分隔线之间的角度 θ_3 等于 0° 并且没有根据本发明进行散光校正的情况。请注意 Y-轴(参见图 10)的方向对应着切向(也就是与被扫描轨迹正切的方向)。第一散光辐射束形成两个半波瓣 S7 和 S8, 而第二散光辐射束形成两个半波瓣 S9 和 S10。半波瓣 S7 到 S10 的取向使其与分隔线的方向也就是轨迹的方向成 45° 角。因此, (按照公式 (5) 形成的)信号 I_{radial} 等于 0。换句话说, 不可能检测到径向跟踪误差。

应该注意到图 7 到 10 所示的形状对应着其中物镜 19 距信息层 2 过远的情况。在物镜 19 距信息层 2 过近(相对于 Y-轴对称)的情况下会获得类似的形状。

显然, 在不脱离权利要求书所限定的本发明范围的情况下还能对所述的实施例采取许多修改和变更。

作为一种变更, 光扫描装置的类型能够执行同时的多轨迹扫描。这样能提高例如在美国专利 US4449212 中所述的“读出模式”下的数据

读出和/或“写入模式”下的写入速度。按照美国专利 US4449212 中所描述的的多轨迹方案引入在本文中以供参考。

5 作为一种改进,本发明的光扫描装置还包括一个侍服透镜,其入射面面对着散光发生元件 9,而出射面面对着象限检测器 28,其中利用侍服透镜的入射面构成散光校正元件 27。选择地,也可以用出射面(代替入射面)构成散光校正元件 27。

采用侍服透镜的入射面构成散光校正元件 9 的一个优点是有可能用侍服透镜的出射面来提供附加的光学功能。例如,出射面可以是球面曲面。

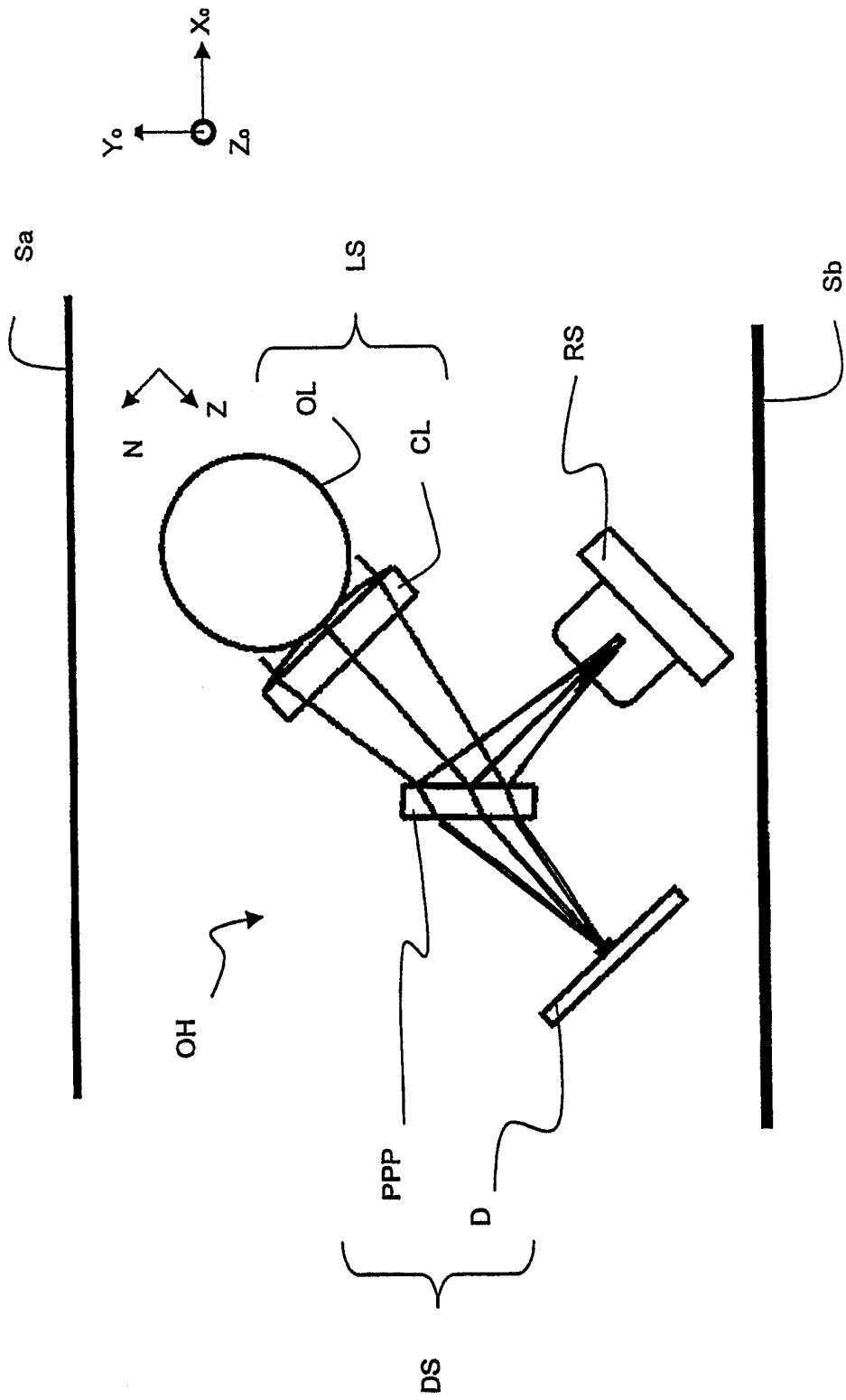


图 1a

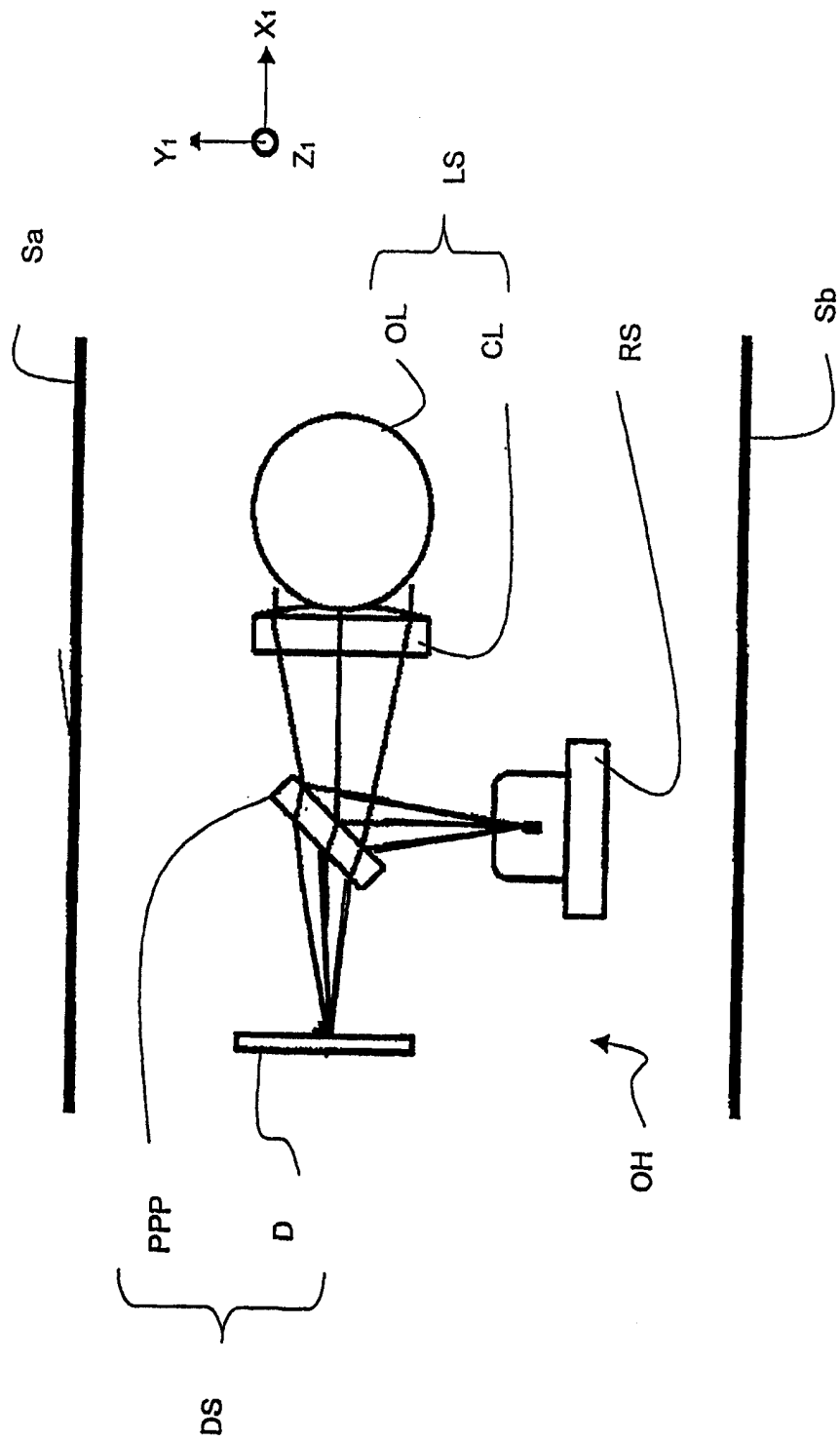


图 1b

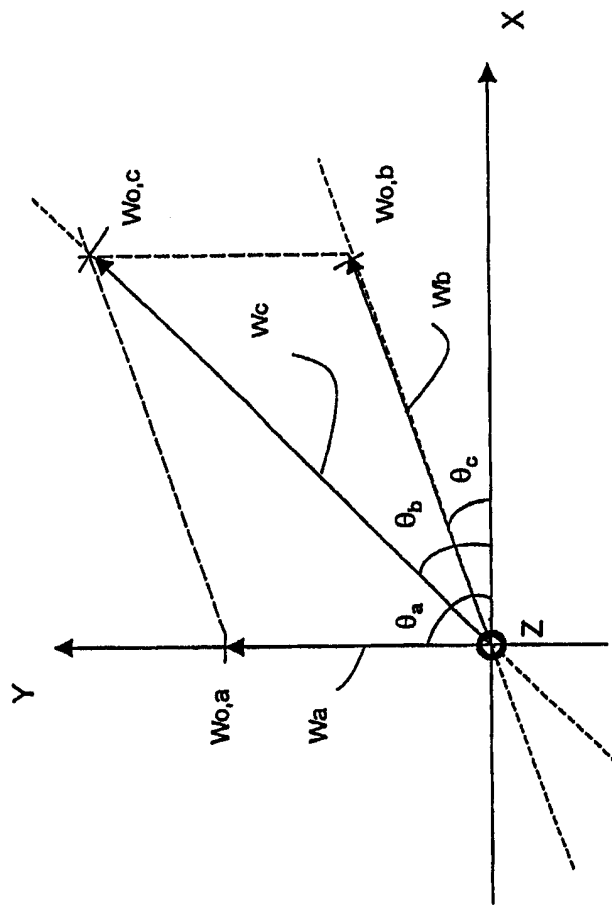


图 2
(现有技术)

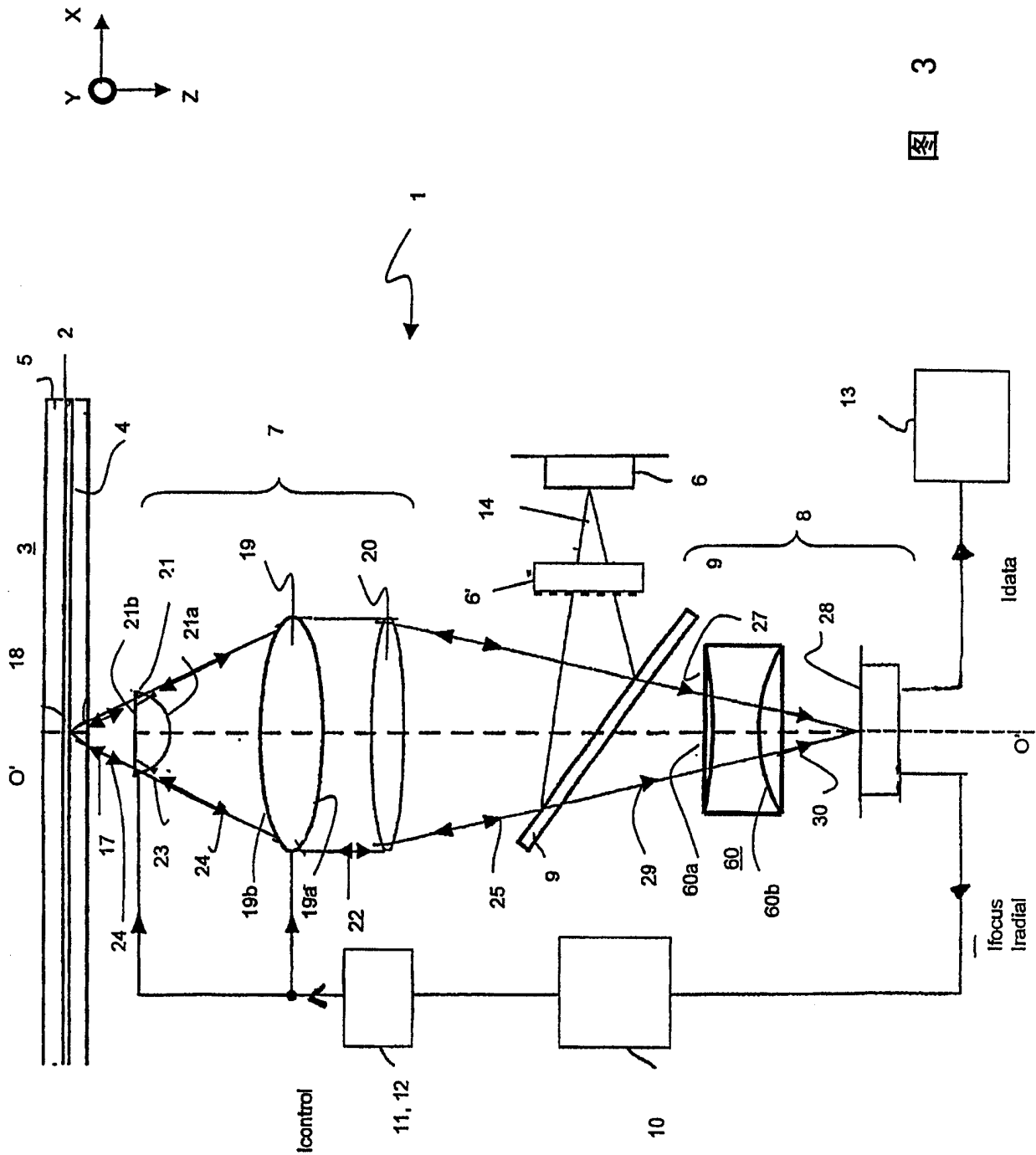


图 3

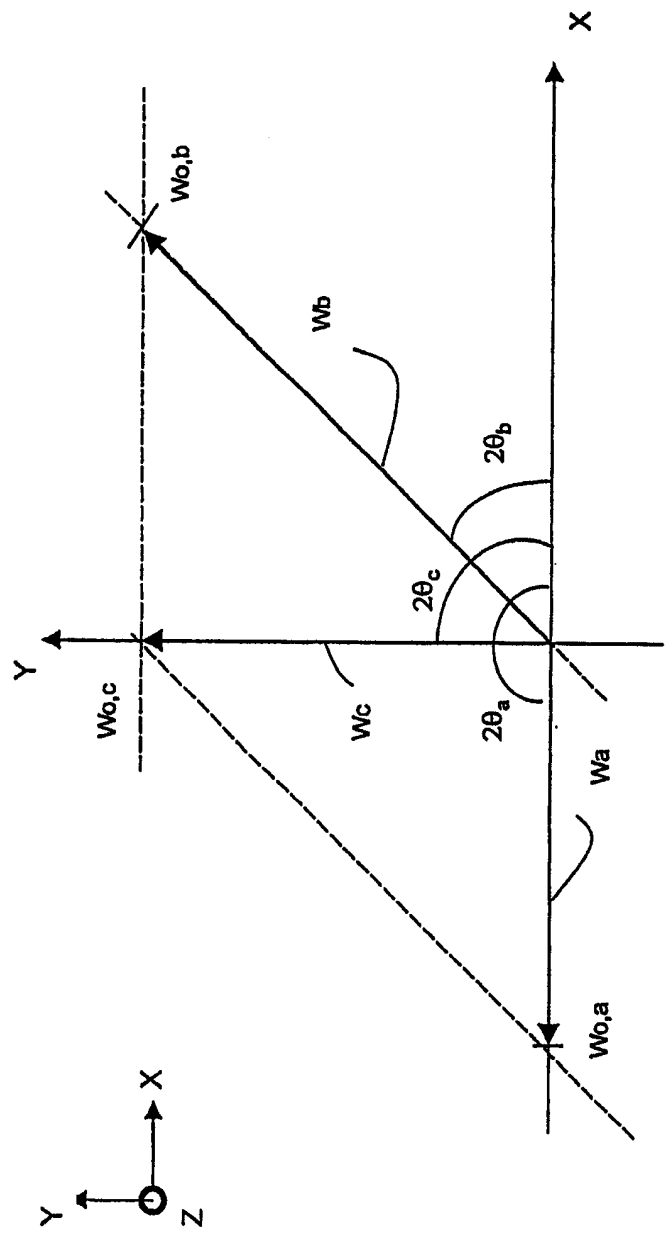


图 4

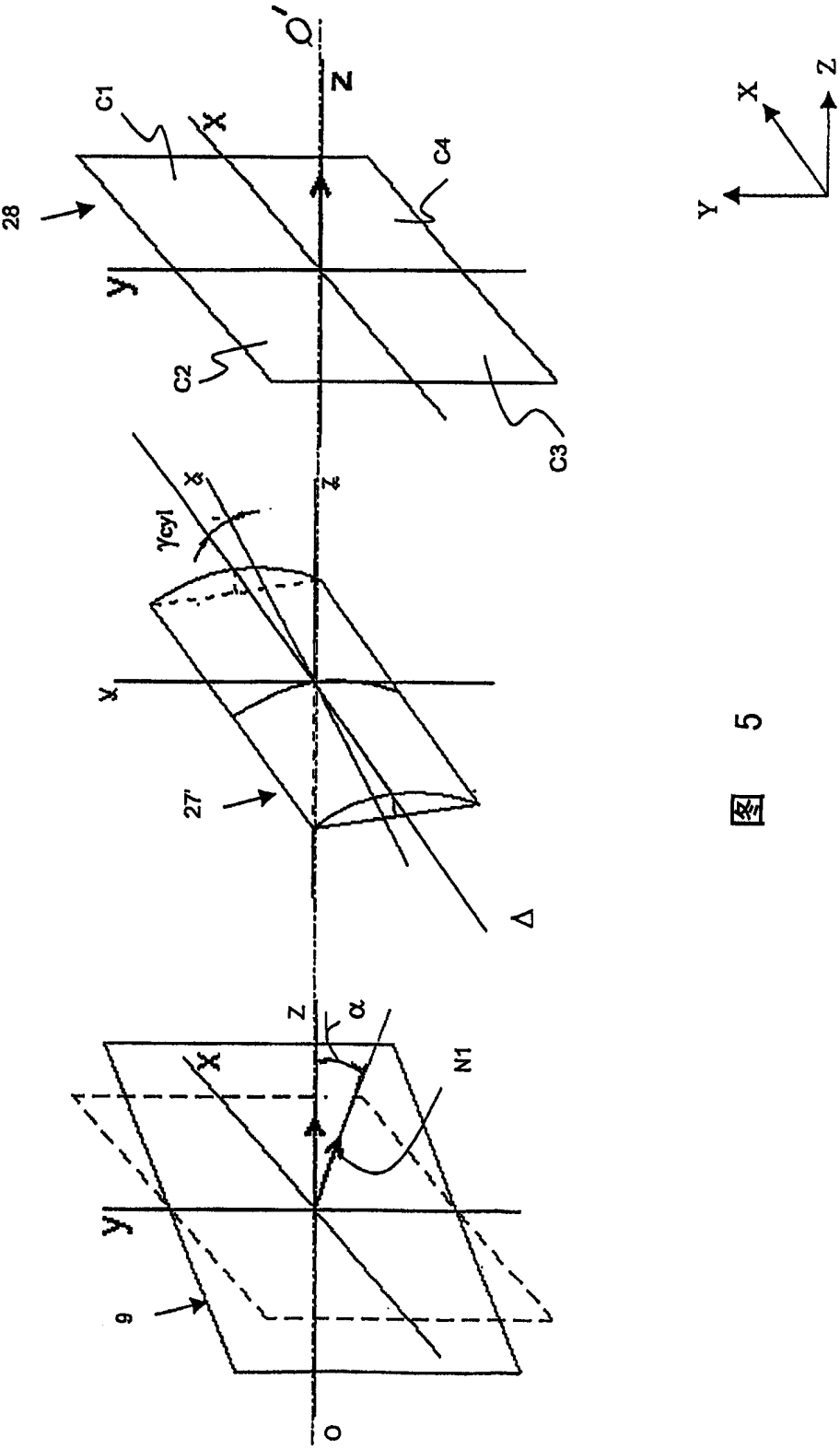


图 5

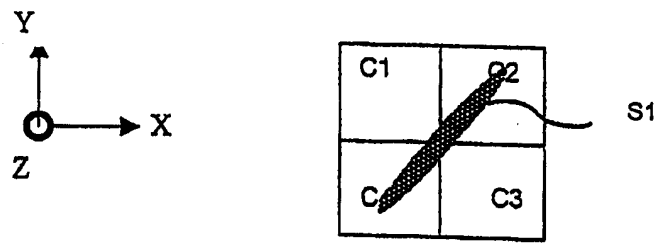


图 7

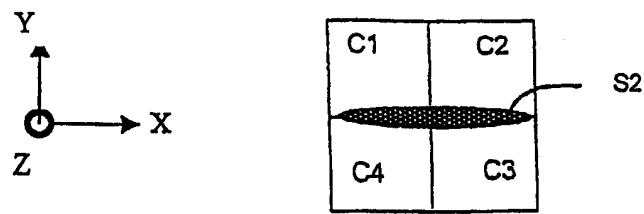


图 8

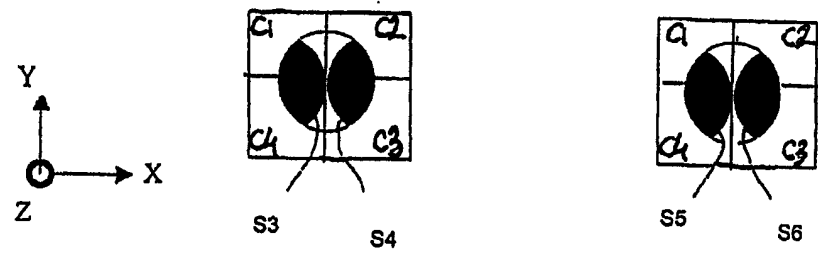


图 9

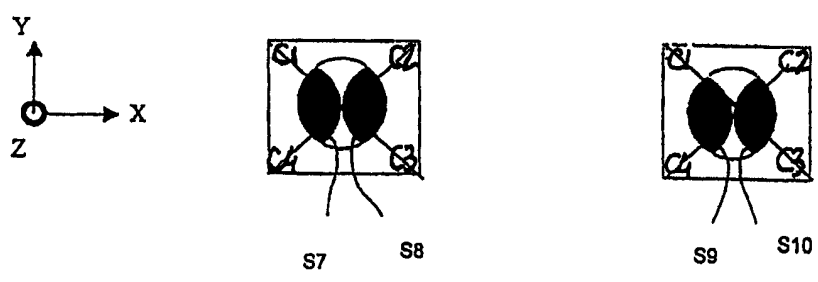


图 10