

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 7/09

G11B 7/125



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01137753.4

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1200414C

[22] 申请日 2001. 10. 30 [21] 申请号 01137753.4

[30] 优先权

[32] 2000. 10. 30 [33] JP [31] 331,262/2000

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 緒方大輔 渡邊克也 久世雄一

审查员 卢 静

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

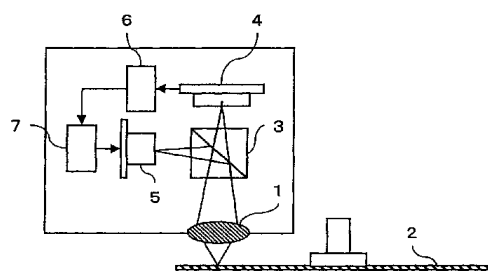
代理人 沈昭坤

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 光记录方法

[57] 摘要

一种本发明的光记录设备具有用于产生信息记录的光点的半导体激光器(5)、检测光点像差量的检测装置(6)、以及通过使用检测像差量来控制来自半导体激光器(5)的输出的控制装置(7)。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种对用于产生信息记录用光点的光源进行控制的光记录方法，其特征在于，所述方法包括：

检测光点的像差量作为像差检测信号 S 或检测与像差量相关联的信号作为像差检测信号 S 的检测步骤；和

控制光源输出的控制步骤，使得当对于记录所必须的光源输出在像差检测信号 $S=0$ 的情况下为 P_0 时，所述输出对于预定常数 K 来说为 $P_0 / (1-K \cdot S^2)$ ；或者使得当像差检测信号和记录中通过初始训练获得的光源输出分别是 S_i 和 P_i 时，所述输出对于预定常数 K 来说为 $P_i (1-K \cdot S_i^2) / (1-K \cdot S^2)$ 。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述像差量实质上是球面像差量和/或彗形像差量。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，在所述检测步骤中，可以对球面像差量和彗形像差量分别进行检测，并且将球面像差量作为球面像差检测信号 S_1 输出，而将彗形像差量作为彗形像差检测信号 S_2 输出，并且在所述控制步骤中，对光源输出进行控制，以便当对于记录所必须的光源输出在 $S_1=S_2=0$ 的情况下为 P_0 时，输出对于预定常数 K 来说为 $P_0 / (1-K \cdot (S_1^2 + S_2^2))$ 。

4、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述信息记录在光盘上执行，在所述检测步骤中，检测并输出光盘倾斜量作为与像差量关联的信号，并且彗形像差量依据彗形像差量和倾斜量之间所保持的预定关系来计算。

5、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当 $1 / (1-K \cdot S^2) > 1.5$ 时，所述信息记录停止。

光记录方法

技术领域

本发明涉及一种光盘设备，例如，通过光盘的透明基片聚焦来自信息记录表面的光源所发出的光通量，并且在信息记录表面执行信息记录和再现。

背景技术

当相位一致时，在光盘信息记录表面上的光聚焦就会聚成最小的光点。而事实上，在聚焦来自光盘信息记录表面的光源所发出的光通量的光系统中存在像差。正因为如此，相位就产生不一致，光通量聚焦成的光点略微大于当没有像差时所形成的称为受衍射限制的光点。在光设备中允许的光系统中的像差就是通常所说的 Marechal 标准，并且当光的波长为 λ 时，其值在 RMS(均方根值)中实质为 0.07λ 。

因为光点的强度显示出成中间强度最大，并且随离中心的距离的增大而快速减小的高斯(Gaussian)分布，在记录期间，提供给盘的记录膜的能量集中在光点的中心。

在同样光源的输出处，当点的直径由于光系统中的像差而增加时，点中心的能量比当没有像差时的能量低，因此提供给记录膜的能量也比较低。这就降低了记录特性。

光系统中的像差包括光学部件的像差、由光系统的残留调整误差引起的像差、由光盘倾斜光盘基底材料厚度误差和折射率的变化引起的像差、以及由控制误差例如散焦引起的像差。

对于这些像差来说，光学部件的像差和由光系统的残留调整误差引起的像差是设备特有的。因而，光源输出可以通过对光盘进行初始调整来提前调节。在其他能量减少因素中，对于不随光盘旋转而改变的因素（特别是依赖于光盘记录膜成分的因素），产生最佳记录质量的光源设定值可以通过称为记录功率训练方法，在执行试记录中通过在几步步骤中改变光源输出来获得。

这种已有技术能够有效针对那些不随光盘旋转改变的能量变化因素，并且试图提供一种没有将光系统中的像差限制在难以实现的严格规范中的实用光盘设备。

然而，当存在随光盘旋转的因素，例如光盘倾斜的局部改变或基底材料厚度局部改变时，以及能量密度减少不能通过记录功率训练或通过用来对整个光系统进行倾斜以便使光轴垂直于光盘的倾斜控制来补偿，就不可避免产生记录信号质量的下降。

特别是，近年来光源波长持续减小，而密度随 NA（数值孔径）的增加不断增加，并且也伴随着由于光盘基底材料厚度改变而增大的球面像差。

例如，当波长和 NA 分别为 DVD 使用的 650 nm 和 0.6，由 10 μm 的基底材料厚度误差引起的球面像差只有 0.01λ ；然而，当波长和 NA 分别为 405 nm 和 0.85，球面像差达到 0.10λ 超过了 Marechal 标准，并且是在 DVD 情况下引起的球面像差的十倍。

如这里所明示的，在随后者的情况中，为了将球面像差抑制在大约 0.03λ ，这就不会干扰记录和再现，仅允许有 3 μm 的基底材料厚度误差。然而，在这个范围中基底材料的变化可以发生在光盘的一条光道中。特别是，光盘的内侧和外侧光道，变化更加大。在这种情况下，就产生由于球面像差引起的不能由记录功率训练补偿的记录能量变化，因此记录信号质量的下降不可避免。

对于适度变化的因素，例如在光盘设备中由温度引起的光盘扭曲的加剧，有必要在需要的时候重新执行记录功率训练，并且当记录持续很长时间的图像数据时，训练并不能总是在适合的时间执行。在当记录开始时执行训练的情况下，在记录开始前，训练需要一段等待时间，并且这阻碍了设备操作的敏捷性。

如上所述，例如，发生不能通过记录功率训练补偿的记录能量变化，因此记录信号质量的下降是不可避免的。

发明内容

鉴于上述已有技术存在的问题，本发明的一个目的在于提供一种光记录设备、光记录方法，媒体和具有抑制传统方法所不能防止的记录信号质量下降能力的信息集合。

本发明提供了一种对用于产生信息记录用光点的光源进行控制的光记录方法，所述方法包括：检测光点的像差量或与像差量相关联的信号的检测步骤，在所述检测步骤中，将所述像差量或所检测信号作为像差检测信号 S；和控制光源输出的控制步骤，使得当对于记录所必须的光源输出在像差检测信号 $S=0$ 的情况下为 P_0 时，所述输出对于预定常数 K 来说为 $P_0/(1-K \cdot S^2)$ ；或者使得当像差检

测信号和记录中通过初始训练获得的光源输出分别是 S_i 和 P_i 时, 所述输出对于预定常数 K 来说为 $P_i (1-K \cdot S_i^2) / (1-K \cdot S^2)$ 。

所述像差量实质上是球面像差量和/或彗形像差量。

在所述检测步骤中, 可以对球面像差量和彗形像差量分别进行检测, 并且将球面像差量作为球面像差检测信号 S_1 输出, 而将彗形像差量作为彗形像差检测信号 S_2 输出, 并且在所述控制步骤中, 对光源输出进行控制, 以便当对于记录所必须的光源输出在 $S_1=S_2=0$ 的情况下为 P_0 时, 输出对于预定常数 K 来说为 $P_0 / (1-K \cdot (S_1^2 + S_2^2))$ 。

所述信息记录在光盘上执行, 在所述检测步骤中, 检测并输出光盘倾斜量作为与像差量关联的信号, 并且彗形像差量依据彗形像差量和倾斜量之间所保持的预定关系来计算。

当 $1 / (1-K \cdot S^2) > 1.5$ 时, 所述信息记录停止。

本发明还提供了一种光记录设备, 包括: 用于产生信息记录所用光点的光源; 检测所述光点像差量或与像差量关联的信号的检测装置, 所述检测装置检测所述像差量或所检测信号作为像差检测信号 S ; 和控制光源输出的控制装置, 使得当对于记录所必须的光源输出在像差检测信号 $S=0$ 的情况下为 P_0 时, 所述输出对于预定常数 K 来说为 $P_0 / (1-K \cdot S^2)$ 。

附图说明

图 1 是当存在球面像差时, 所必须的光源输出的说明图;

图 2 是当存在彗形像差时, 所必须的光源输出的说明图;

图 3 是当球面像差和彗形像差都存在时, 所必须的光源输出的说明图;

图 4 是示出光盘倾斜和彗形像差之间关系的说明图; 和

图 5 示出根据本发明实施例的光盘设备结构图。

(参考编号说明)

1 透镜

2 光盘

3 光束分离器

4 光接收单元

5 半导体激光器

6 检测装置

7 控制装置

具体实施方式

在下文中，本发明的一个实施例将结合附图进行说明。

首先，本实施例的光盘设备的结构和运作将结合示出本实施例光盘设备结构的图 5 来描述。本发明的光记录方法实施例将在说明本实施例的光盘设备运作的同时进行描述。

本实施例的光盘设备具有用于在光盘 2 上产生光点的半导体激光器 5、检测所产生的光点像差量的检测装置 6、以及通过使用检测像差量来控制来自半导体激光器 5 的输出的控制装置 7。本实施例的光盘设备符合本发明的光记录设备。

从半导体激光器 5 发出的光穿过光束分离器 3，并且由透镜 1 在光盘 2 上聚焦。来自光盘 2 的反射光由透镜 1 聚焦，在光束分离器 3 处反射，并且在光接收单元 4 上聚焦。

使用在光接收单元 4 上聚焦的光，检测装置 6 将检测的光点像差量作为用于检测像差量的检测信号 S。控制装置 7 将光源输出设定在根据下面将要详细描述的检测信号 7 而得出的公式 7 来计算出值上，公式 7 随后将示出。

接下来，将详细叙述本发明的原理，就是通过依据提供给记录的能量中由像差变化所引起的变化分析来调整光源输出，从而防止记录信号质量下降。

因为在记录期间提供给光盘的记录膜的能量如上所述集中在光点的中央部分，中央强度等级实质上与提供给记录的能量成比例。

因而，当处于光系统中没有像差的理想条件下的中央强度为 I_0 ，并且当像差存在时中央强度为 I ， I/I_0 之间的比率，从上面给出的描述中可以很明显看出，等同于当存在像差时提供给记录的能量与理想条件下提供给记录的能量之间的比率。

因而，当存在像差时，通过使得光源输出以 I/I_0 的倒数 I_0/I 比率高于在理想条件下的输出 P_0 ，提供给记录的能量就可以保持等于没有像差时的能量。就是说，可以通过将光源输出设定为下面的公式 1 所计算出的 P 来达到这个目的：

(公式 1)

$$P = (I_0/I) \cdot P_0$$

中央强度比率 I/I_0 通常称为 Strehl 比率。当球面像差 RMS 值（在下文中，简化称为像差）是 W ，下面的公式 2 大致有效：

〔公式 2〕

$$I/I_0 = 1 - (2\pi W/\lambda)^2$$

在光盘设备中产生的像差中，除了预先可以测定的不随光盘旋转而变化的成分外，球面像差和慧形像差在运行期间变化的像差中占主导地位，并且因此原因是如上所述的基底材料厚度和光盘倾斜的局部变化。

对于球面像差和慧形像差，提出不同检测像差量的方法。如上所述，本实施例的光盘设备具有这样的检测装置。与像差量 W 成比例的检测信号 S 由下面使用检测灵敏度 C （常数）的公式 3 表示：

〔公式 3〕

$$S = C \cdot W$$

这里，本申请的发明人找出通过使用公式 2 和 3 确定的下述公式 4

〔公式 4〕

$$I/I_0 = 1 - (2\pi S/(C\lambda))^2$$

就是说，公式 4 代表检测像差量的检测装置输出的检测信号 S 与 Strehl 比 I/I_0 之间的关系。本申请的发明者发现通过获得来自公式 4 和 1 的检测信号，可以从 Strehl 比 I/I_0 中获得期望的光源输出 P 。

进一步，设

〔公式 5〕

$$K = (2\pi/(C\lambda))^2$$

为了简化公式 4，因为公式 5 右边的项都是常数， K 可以作为一个常数对待，因此公式 4 可以表示为下面的公式 6：

〔公式 6〕

$$I/I_0 = 1 - K \cdot S^2$$

因而，从公式 1 和 6 可以获得下面的公式 7：

〔公式 7〕

$$P = P_0 / (1 - K \cdot S^2)$$

当在没有基底材料厚度误差或倾斜变化条件下，最佳光源输出 P_0 是已知的，通过设定光源输出为根据检测像差的检测装置的检测值 S 由公式 7 来计算出的值，即使存在像差，提供给记录的能量也能维持在实质上恒定的水平，因此可以防止

记录信号质量的下降。

这种控制方法是基于与传统的通过像差纠错(例如倾斜控制和球面像差控制)的控制方法是完全不同的思想。通过物理移动部件或整个光系统来执行的传统控制不能充分对由光盘旋转引起的高速变化做出反应。而本发明通过电气方式执行的控制可以对高速变化做出充分的反应。

通过将像差检测灵敏度 C 代入公式 5 得出的常数值 K 可以直接在光盘设备初始调整时,通过引起已知基底材料厚度变化或倾斜像差来测定最佳光源输出来获得。

图 1 示出假设像差为球面像差,通过用 FFT 分析来计算存在球面像差时的 Strehl 比率,并且将计算得出的 Strehl 比率直接代入公式 1 得出的输出比率与通过将像差量代入公式 7 获得的输出比率之间的比较。为了简化,假设像差检测灵敏度 $C=1$ 。图 2 是假设像差是慧形像差时,以与球面像差情况下所使用的类似方法获得的慧形像差情况下的图形。

在任何情况下,通过使用近似公式 2 的 FFT 分析得出的结果实质上与通过公式 7 得出的结果相同。因而,显而易见通过公式 7 对光源输出的设定是有效的。

上述的讨论是针对只存在单一类型像差的情况,并且像差信号由单一符号 S 表示。然而,在实际的光盘设备中,球面像差和慧形像差可以在同时产生。即使在这种情况下,在具有用于球面像差的检测装置和用于慧形像差的检测装置的光盘设备中,也可以依据相同的思想来得出运算表达式。

像差成分的平方和的平方根是波面像差 W ,当球面像差为 W_1 而慧形像差为 W_2 时,它可以如下表示。在下面给出的描述中,与球面像差相关联的符号由数字下标 1 标记,而与慧形像差相关联的符号由数字下标 2 标记。

(公式 8)

$$W^2 = W_1^2 + W_2^2$$

随后由公式 9 示出在像差 W_1 和像差检测信号 S_1 之间存在的关系如同公式 3,并且类似地,由随后公式 10 示出在像差 W_2 和像差检测信号 S_2 之间存在的关系:

(公式 9)

$$S_1 = C_1 \cdot W_1$$

(公式 10)

$$S_2 = C_2 \cdot W_2$$

C_1 和 C_2 是像差的检测灵敏度。因为检测像差的检测装置通常设有用于电气

控制灵敏度的音量，球面像差和慧形像差的检测灵敏度可以实质上设定为相同。例如，每 0.01λ 的像差的检测信号电压可以设定为 10 mV。这种情况下的检测灵敏度为 $1.0 \text{ V}/\lambda$ 。当实质上设定为与上述相同的灵敏度为 C，下面的公式就由公式 8 到 10 得出：

(公式 11)

$$W^2 = (S_1^2 + S_2^2) / C^2$$

将公式 11 代入公式 2，并且重新调整公式 2，类似，

(公式 12)

$$I/I_0 = 1 - (2\pi/C\lambda)^2 (S_1^2 + S_2^2)$$

(公式 13)

$$P = P_0 / (1 - K \cdot (S_1^2 + S_2^2))$$

图 3 示出通过 FFT 分析来计算 Strehl 比率，并且将得出的 Strehl 比率直接代入公式 1 而获得的输出比率 P/P_0 和通过将像差量代入公式 13 获得的输出比率 P/P_0 之间对于不同的球面像差和慧形像差组合的比较。图 3 的横轴代表由球面像差和慧形像差的平方和的平方根表示的合成波面像差。在这种情况下，显而易见这些输出比率如同结合图 1 和 2 描述的情况一样彼此很一致。如上所述，通过公式 13，当同时产生球面像差和慧形像差时，也可以准确地获得光源输出补偿值。

虽然在上面给出的讨论中，没有详细说明检测球面像差和慧形像差的方法，但任一提出的不同检测方法都能使用。例如如日本专利申请公开号 H12-155979 所示，使用的像差检测信号是通过这样的方法得到：来自光盘的反射光由全息图分成多个区域，光束分别通过相应的光电探测器来检测，并且从其信号产生像差检测信号。具有低容限光盘倾斜频率的光盘设备使用一种直接检测光轴和光盘表面倾斜并修正这些倾斜的倾斜伺服。在这种光盘设备中，检测磁盘倾斜的方法可以用于本发明。图 4 示出光盘倾斜量和与光盘倾斜关联产生的慧形像差量的计算值之间的关系。慧形像差实质上与通常被看作为光盘设备中一个问题的大约光盘倾斜 $\pm 1^\circ$ 范围内的光盘倾斜成比例。因此，倾斜检测信号可以作为慧形像差检测信号使用。与本发明的像差量关联的信号对应于倾斜检测信号。

在通常被认为是用于确保记录和再现质量的 Marechal 标准中，波面像差的 RMS 值如上所述为 0.07λ 。将其代入公式 2， $I/I_0 = 0.807$ ，并且这种情况下从公式 1 得出光源输出设定值为 $P = 1.24P_0$ 。因而，当光源输出设定值超出这个值，即使

执行了记录，也不能提供足够质量的记录。因为在实际光盘设备中，光源输出通常具有大约 20% 的容限来处理光盘记录膜灵敏度的变化，当考虑这个因素，光源输出限定的用于确保记录质量的设定值为 $P=1.2 \times 1.24P_0=1.49P_0$ 。因而，为了确保有足够的记录质量，当由公式 7 计算的光源输出设定值满足

(公式 14)

$$P/P_0 > 1.5$$

通过控制就抑制了有缺陷的记录，因此在执行记录前，记录序列就停止了。

而在本实施例中，讨论了通常在传统的光盘设备中成为问题的球面像差和慧形像差，因为 Strehl 比率和波面像差的近似相关公式 2 不考虑这种像差的种类而建立，显而易见当存在除了球面像差和慧形像差之外的像差问题，例如象散或第三或更高级像差，只要提供用于像差的检测方法，像差可以以上述情况相似的方式来处理。

如上面给出的描述可以明显看出，本发明的光盘设备的构造，例如，如下：提供了检测光点像差量的装置，并且记录工作在光源输出 P 情况下进行，光源输出 P 通过 $P=P_0/(1-K \cdot S^2)$ 来计算，其中 S 为像差检测信号，而 P_0 为当 $S=0$ 时记录所必须的光源输出。这里， K 是常数。

而且，像差主要是球面像差和/或慧形像差。

而且，提供检测光点慧形像差量和球面像差量的装置，像差的检测灵敏度的设定实质上是相同的，并且记录工作在光源输出 P 情况下进行，光源输出 P 通过 $P=P_0/(1-K \cdot (S_1^2+S_2^2))$ 来计算，其中 S_1 为球面像差检测信号， S_2 为慧形像差检测信号而 P_0 为当 S_1 和 S_2 都为 0 时记录所必须的光源输出。这里， K 是常数。

而且，当像差为慧形像差时，由光盘倾斜检测来进行像差检测。

而且，当光源输出设定值满足 $P/P_0 > 1.5$ ，记录就停止。

这些实现一种能提供优异的性能的光盘设备，该性能就是不需通过使用像差检测信号计算的训练在光盘设备运作时补偿由变化的球面像差和/或慧形像差为主而引起记录功率的减少所需的光源输出补偿量来执行记录能量补偿。

本发明是一种结合计算机运行的程序，能使计算机执行上述本发明光盘记录设备的全部或部分装置（或设备、单元、电路、部件等）功能。

而且，本发明是一种结合计算机运行的程序，能使计算机执行上述本发明光盘记录方法的全部或部分步骤（或处理、操作、工作等）操作。

而且，本发明是一种载有程序的媒体，所述程序能使计算机执行上述本发明

光盘记录设备的全部或部分装置的全部或部分功能，所述媒体是计算机可读取的，并且所述读取的程序是结合计算机来执行这些功能。

而且，本发明是一种载有程序的媒体，所述程序能使计算机执行上述本发明光盘记录方法的全部或部分步骤的全部或部分操作，所述媒体是计算机可读取的，并且所述读取的程序是结合计算机来执行这些操作。

本发明的部分装置（或设备、单元、电路、部件等）和本发明的部分步骤（或处理、操作、工作等）分别指多个装置中的一些装置和多步步骤的一些步骤，或分别指一种装置的一些功能和一步步骤的一些操作。

而且，本发明程序的一个用法可能是这样的：程序记录在计算机可读记录媒体，并结合计算机一起运作。

而且，本发明程序的一个用法可以通过传输媒体发送程序，由计算机读取，并结合计算机一起运作。

而且，记录媒体的实例包括 ROM，并且传输媒体的实例包括例如因特网、光、无线电波和声波的传输媒体。

而且，本发明的上述计算机并不局限于纯硬件例如 CPU，也可以包括固件、OS 和外围设备。

如上所述，本发明的结构可以由软件或硬件来实现。

虽然本发明的输出控制在写入上述实施例中光盘的时候执行，但本发明不局限于此。它也可以在从光盘读取的时候执行。

虽然本发明的信息记录在上述实施例中的光盘上执行，但本发明不局限于此。它可以在例如光存储卡上执行。为了计算总数，对于信息记录有必要仅在使用光能量来执行信息记录和再现的信息记录媒体上执行。

本发明的输出控制可以在执行记录的所有时间中执行或在有规律的时间间隔中执行。但，值得注意的是在前一种方式下控制可以更加准确地执行。

在理想条件下，通过记录开始时的初始训练来设定输出 P_0 的值是必要的，因为这个值是依据光盘记录膜成分并改变，例如光盘制造中。然而，因为当初始训练执行时，某一像差量是现实产生， $S=0$ 的理想条件是很难实现的。因而，做出了下面的考虑：

当初始训练时像差检测值和设定光源输出分别是 S_i 和 P_i ，从上面给出的讨论明显看出，

（公式 15）

$$P_i = P_o / (1 - K \cdot S_i^2)$$

存在。因此，通过使用公式 15 从公式 7 中擦除 P_o ，获得。

(公式 16)

$$P = P_i (1 - K \cdot S_i^2) / (1 - K \cdot S^2)$$

然而，当 $S_i=0$ 时公式 16 只是公式 7，控制可以通过存储由初始训练如上所述得出的 S_i 和 P_i ，并且计算设备运行时所设定的光源输出来更加准确地执行。

本发明的光记录设备具有用于初始训练对应于记录媒体的最佳光源输出的初始训练装置，和用于存储初始训练结果的初始训练结果存储装置。

如上所述，通过在本发明中加入传统的 LPC（激光功率控制），例如，因为光源输出补偿量可以直接从像差检测信号中获得，输出补偿也可以针对传统方法不能处理的能量减少因素来执行，这样，记录信号的质量下降可以抑制。

从上面给出的讨论明显看出，本发明的优点是具有提供一种光记录设备、光记录方法、媒体和具有抑制传统方法所不能防止的记录信号质量下降能力的信息集合。

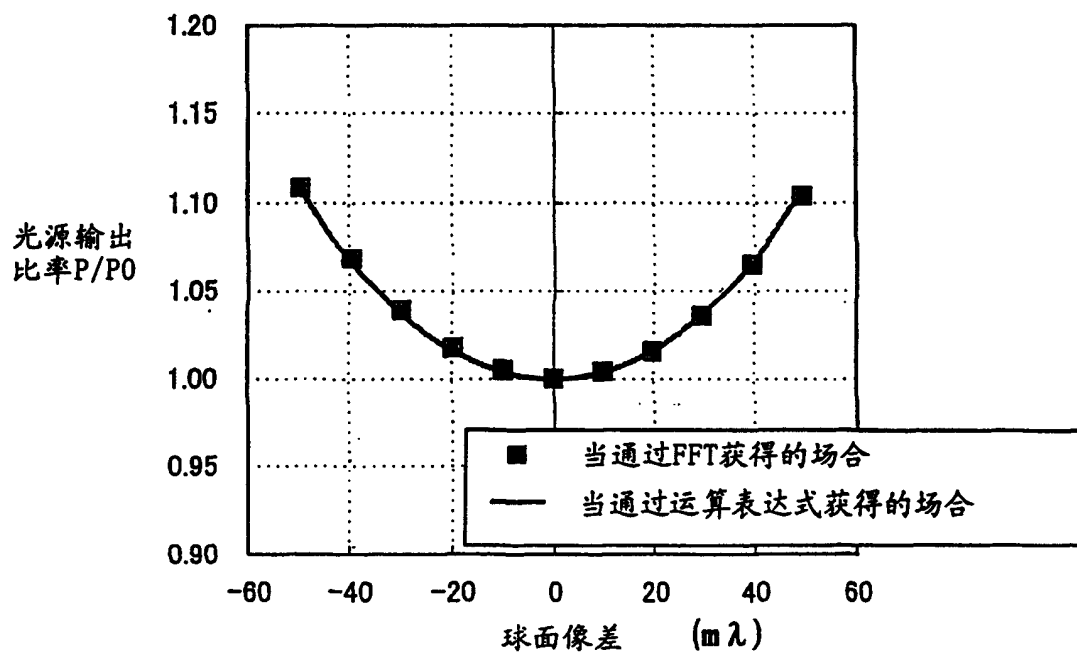


图 1

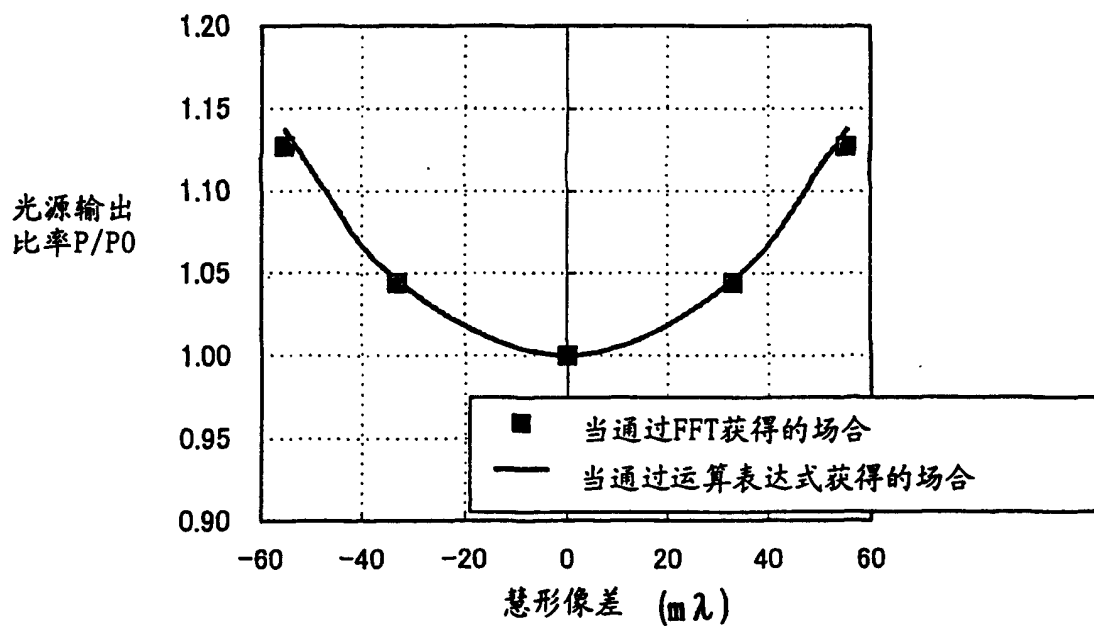


图 2

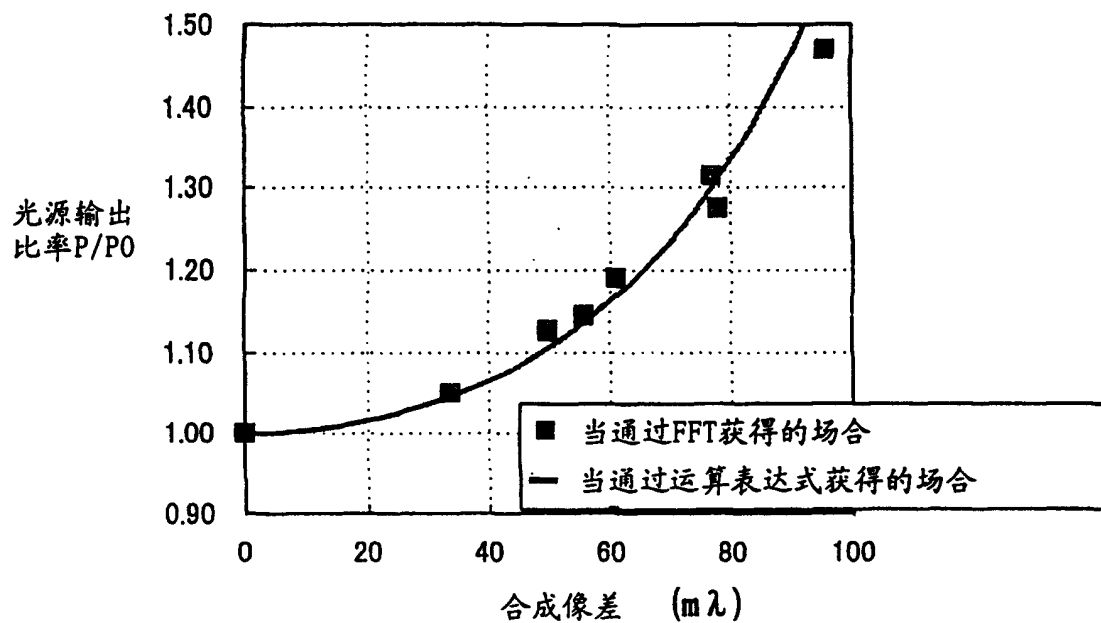


图 3

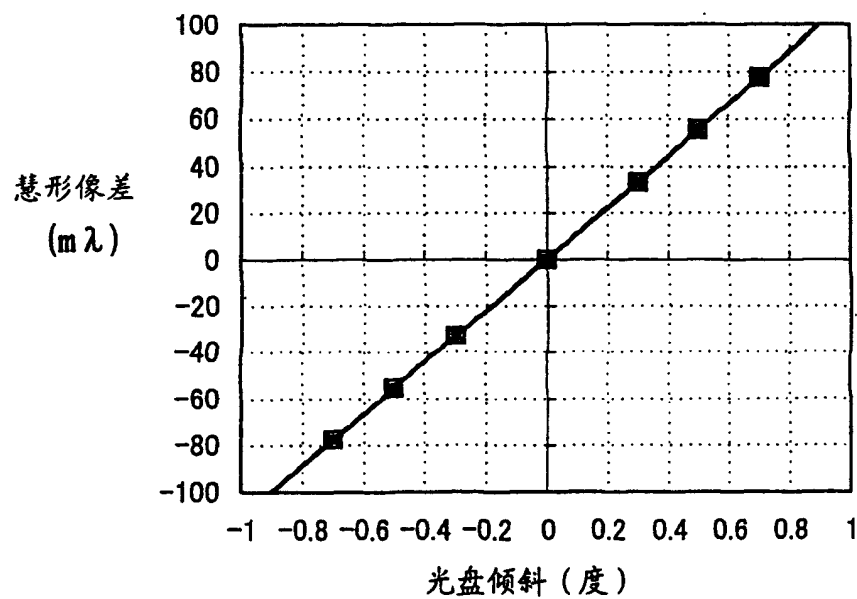


图 4

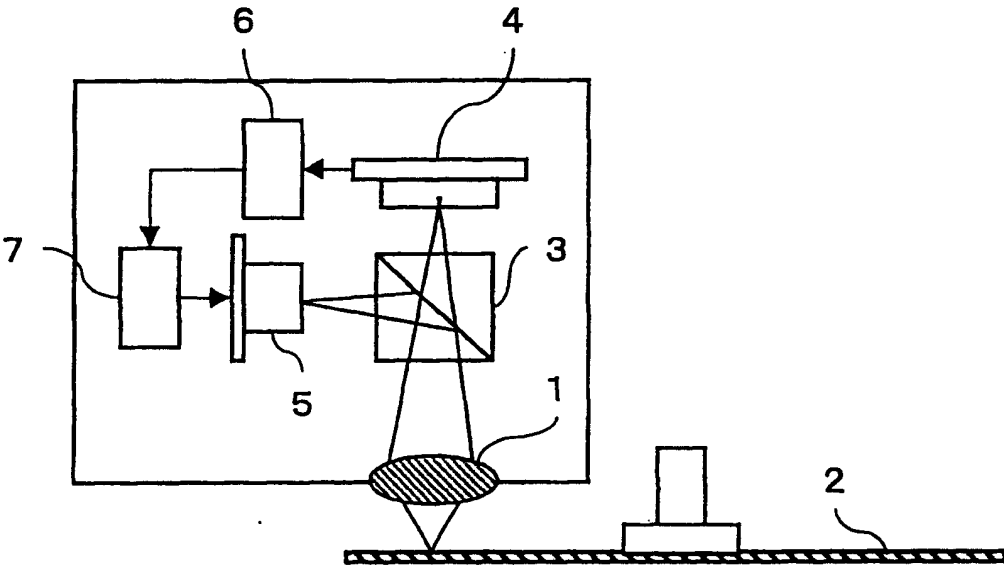


图 5