

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 7/135

G02B 13/24 G11B 9/04



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02801342.5

[43] 公开日 2003 年 12 月 17 日

[11] 公开号 CN 1462434A

[22] 申请日 2002.4.25 [21] 申请号 02801342.5

[30] 优先权

[32] 2001.4.25 [33] EP [31] 01201507.9

[32] 2001.10.15 [33] EP [31] 01203887.3

[86] 国际申请 PCT/IB02/01372 2002.4.25

[87] 国际公布 WO02/086875 英 2002.10.31

[85] 进入国家阶段日期 2002.12.23

[71] 申请人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 B·H·W·亨德里克斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

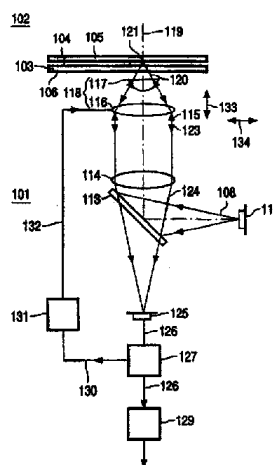
代理人 崔幼平 章社杲

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

[54] 发明名称 包括部分塑料的高数值孔径物镜系统的扫描装置

[57] 摘要

一种用于扫描光学记录载体(102)的信息层(104)的光学扫描装置,包括用于产生照射光束(108)的发射源(110)和用于将照射光束会聚到信息层上的高NA物镜系统(118)。物镜系统包括第一透镜(116)和第二透镜(117)。第一透镜包括玻璃主体,第二透镜由塑料制成。第一和第二透镜的球差的温度相关性的迹象不同,从而降低了作为一个整体的物镜系统的球差的温度相关性。



ISSN 1008-4274

- 1、一种用于扫描光学记录载体的信息层的光学扫描装置，该装置包括：
用于产生照射光束的发射源和用于将照射光束会聚到信息层上的物镜系统，物
5 镜系统包括第一和第二透镜，其特征在于：第一透镜包括玻璃主体，第二透镜
由塑料制成，第一和第二透镜的球差的温度相关性的迹象不同。
- 2、根据权利要求1所述的光学扫描装置，其中，物镜系统具有大于0.65的
数值孔径，第一和第二透镜的球差的温度相关性的的大小基本相等，以使物镜系
统的球差的温度相关性对于30K的温度改变小于 $30\text{m}\lambda\text{OPD}_{\text{rms}}$ 。
- 10 3、根据权利要求1所述的光学扫描装置，包括用于将从信息层发出的光照
射转换为信息信号的检测系统，和用于信息信号的误差校正的信息处理单元。
- 4、一种包括用于聚焦照射光束的第一和第二透镜的物镜系统，其特征在
于：第一透镜包括玻璃主体，第二透镜由塑料制成，第一和第二透镜的球差的
温度相关性的迹象不同。
- 15 5、根据权利要求4所述的物镜系统，其中，物镜系统具有大于0.65的数值
孔径，第一和第二透镜的球差的温度相关性的的大小基本相等，以使物镜系统的
球差的温度相关性对于30K的温度改变小于 $30\text{m}\lambda\text{OPD}_{\text{rms}}$ 。
- 6、根据权利要求4所述的物镜系统，包括第一透镜的安装件，安装件和第
二透镜形成一个单独构造单元。
- 20 7、根据权利要求4所述的物镜系统，其中，第一透镜具有小于0.2的放大
率 β ，第二透镜具有大于0.2的放大率 β 。
- 8、根据权利要求4所述的物镜系统，其中，第二透镜具有小于0.6的放大
率 β 。
- 9、根据权利要求4所述的物镜系统，其中，第二透镜由COC构成。
- 25 10、根据权利要求9所述的物镜系统，其中，第二透镜具有 $0.35 < \beta < 0.45$
范围的放大率 β 。
- 11、一种用于制造具有大于0.65的数值孔径的物镜系统的方法，该物镜系
统用于聚焦波长为 λ 的照射光束，并包括由玻璃制成的第一透镜和由塑料制成
的第二透镜，该方法包括以下步骤：

设计物镜系统，以使其对于30K的温度改变具有小于 $30\text{m}\lambda\text{OPD}_{\text{rms}}$ 的球差的温度相关性，其是通过使第一和第二透镜的球差的温度相关性的迹象不同，并使第一和第二透镜的温度相关性的大小基本相等而得到的，

- 5 根据该设计制造第一和第二透镜，和
将第一和第二透镜安装到物镜系统中。

包括部分塑料的高数值孔径物镜系统的扫描装置

5 本发明涉及一种用于扫描光学记录载体的光学扫描装置，一种用于这种扫描装置中的物镜系统和一种用于制造这种物镜系统的方法。

在光学记录载体上实现较高信息密度的光学记录时必须采用较小照射光点来扫描信息。可以通过使用较高数值孔径(NA)的物镜系统来实现较小的光点，该物镜系统用于在扫描装置中将照射光束聚焦在记录载体上。用于如所谓数字
10 视频记录器(DVR)的高NA的物镜系统的一个实施例包括两个安装在圆柱形安装件上的平面-非球面透镜。两个透镜由所谓玻璃-2p过程制造。物镜系统可以容易的装配，并允许不影响两个透镜的离中条件下的倾斜对中和物镜之间距离的调整(参见专利申请：WO EP01/02156(PHNL000132)和WO EP01/02348(PHNL000269))。面对发射源的第一透镜具有与用于单透镜物镜系
15 统的传统透镜相同的尺寸，该单透镜物镜系统用于所谓DVD和CD-RW扫描装置中。面对记录载体的第二透镜具有更小的尺寸。已知物镜系统的缺点是难于使用玻璃-2p过程制造第二透镜。另一个缺点是将三个元件，两个透镜和一个安装件装配为一个物镜系统相对昂贵。

本发明的一个目的在于降低高数值孔径的物镜系统的造价。本发明的另一个目的在于在不影响透镜的离中的条件下保持倾斜对中和简单透镜安装的可能性。
20

根据本发明，第一目的通过下述方式实现：物镜系统的第一透镜包括玻璃主体，第二透镜由塑料制成，第一和第二透镜的球差的温度相关性的迹象不同。第一透镜可以以传统方式制造，如玻璃模压或玻璃-2p过程。第二透镜可以通过
25 相对低成本的塑料注塑模压法形成。

由塑料元件的使用产生的问题是物镜系统的温度稳定性，其要求随着数值孔径的增加而提高。本发明部分基于这种认识：透镜的温度相对于设计温度的偏离产生了作为主要象差的球差或改变了透镜已经存在的球差。为了控制球差，作了进一步的考虑，即透镜的球差的温度相关性(即球差相对于温度的导
30 数)可以为正或负。换句话说，当物镜系统的温度改变时，物镜系统的一个透

镜的球差的增加伴随有其他透镜的球差的降低。两个透镜的球差的抵消变化至少部分补偿了作为一个整体的物镜系统的球差的温度相关性。

这种补偿特别有益于具有高于0.65的NA的物镜系统，该系统对温度改变相对敏感。第一和第二透镜的球差的温度相关性的幅值最好基本相等，以使作为一个整体的物镜系统由30度的温度改变引起的温度相关的球差最好在补偿后

5 低于 $30m\lambda$ ，从而使透镜适用于很多要求的应用。

本发明的优点在于：温度补偿不需要扫描装置中的附加的光学元件，而是体现在物镜系统的两个透镜中，这两个透镜由于制造原因已经存在。此外，物镜系统内的补偿最好超过另一光学元件如准直透镜的补偿。由于物镜系统的温度

10 由靠近物镜系统的致动器的发热部分决定，因此，准直器和物镜系统的温度不需要相等，从而导致了由准直器实现的物镜系统的错误温度补偿。当物镜系统自身的透镜相互补偿温度改变时，上述问题不会发生。

在最佳实施方式中，第二透镜与用于第一透镜的安装件整体形成，从而第二透镜和安装件可以在一个注塑模压过程中形成。相对小的第二透镜和安装件的集成便于第二透镜的处理过程。如果安装件是圆柱形的，那么，在该圆柱形

15 安装件内的第一透镜的安装可以以与专利申请WO EP01/02156中所述的相同的方式进行。这种方法在第一透镜（玻璃-2P透镜）的玻璃主体具有高于所述玻璃主体的半径的厚度的情况下是可行的（参见WO EP01/02348）。由于第二透镜可以以注塑模压技术更容易的制造和当两个透镜都是玻璃-2P产品时只有两个

20 元件而不是三个元件需要装配，因此实现了显著的成本降低。这实现了本发明的第二目的。

考虑到由透镜产生的球面波前像差的量的温度相关性为透镜的放大率的函数这个规律可以用于适应透镜的放大率，以将希望的迹象提供给其球差的温度相关性。

本发明还涉及一种用于扫描光学记录载体的信息层的光学扫描装置，该装置包括用于产生照射光束的发射源和用于将照射光束会聚到信息层上的物镜系统，物镜系统包括第一和第二透镜，其中，根据本发明，第一透镜包括玻璃主体，第二透镜由塑料制成，第一和第二透镜的球差的温度相关性的迹象不同。

25

本发明的另一方面还涉及一种用于制造具有大于0.65的数值孔径的物镜系统的方法，该物镜系统用于会聚波长为 λ 的照射光束，其包括由玻璃制成的第

30

一透镜和由塑料制成的第二透镜，该方法包括步骤：通过使第一和第二透镜的球差的温度相关性的迹象不同，且使第一和第二透镜的温度相关性的大小基本相等，来设计物镜系统，使其对于30K的温度改变具有小于 $30m\lambda$ OPD_{rms}的球差的温度相关性，根据设计制造第一和第二透镜，并将第一和第二透镜安装到物镜系统中。

现在将通过参考附图的实施例对本发明进行详细描述，其中：

图1示出了由两个元件构成的物镜系统；

图2示出了作为第二透镜的放大率 β 的函数的由30K的温度升高引起的物镜系统的OPD_{rms}波前像差；

10 图3、4和5示出了当第二透镜分别由PMMA、COC和PC构成时，作为第二透镜的放大率 β 的函数的物镜系统的波前像差；和

图6示出了包括物镜系统的用于扫描光学记录载体的装置。

图1示出了根据本发明的物镜系统的一个实施例，其可以在不影响透镜的离中的条件下实现倾斜对中和简单的透镜装配。物镜系统具有第一透镜，其包括围起来大半个球面透镜主体的基本球面的透镜主体，还具有由塑料制成的第二透镜和圆柱形的塑料安装件。第一透镜的光学有效直径大于第二透镜的光学有效直径。附图中所示的实施例的第一透镜为玻璃-2P透镜1，由玻璃主体2和由固化漆形成的薄非球面层3构成。第二透镜4与由相同的塑料材料制成的圆柱形安装件5一体形成，以构成一个单独构造单元。第一透镜1的球面玻璃主体的厚度 d 和半径 r 遵循 $d>r$ 的规律。元件6为以装配有第一透镜、安装件和第二透镜的形式存在的物镜系统。在附图中，照射光束从顶端进入物镜系统，出射光束聚焦在物镜系统之下的位置。光学记录载体的信息层可以设置在该位置，以通过由出射光束形成的光点扫描该层。

图1所示的物镜系统的实施例具有1.5mm的入射光瞳直径，记录载体侧数值孔径 $NA=0.85$ ，设计波长为405nm，透镜和盘之间的自由工作距离（FWD）为0.15mm，由PC形成的记录载体的透明层具有0.1mm的厚度。

图2示出了当第二透镜的温度改变时其性能的变化。该图示出了当第二透镜的温度仅仅增加了30K时整个物镜系统的波前像差的变化。像差是作为第二透镜的放大率 β 的函数的曲线。当改变第二透镜的放大率时，作为一个整体的物镜系统的成像特性通过相应的对第一透镜的特性及第一和第二透镜之间的距

离的改变而保持。波前象差作为已知的光程差的均方根 (OPD_{rms}) 存在。图中OPD_{rms}的负值意味着球差的Zernike系数A₄₀为负。图中的三条线示出了第二透镜分别由聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、环烯烃共聚物 (COC) 和聚碳酸酯 (PC) 构成的情况下的像差特性。PMMA、COC和PC的热性质由表I给出。球面波前像差的变化为正, 并相对具有无限共轭 ($\beta = 0$) 的透镜较大。对于大于约0.3的放大率 β , 波前相差为负。对于 $0.2 < \beta < 0.8$, 由于温度上升导致的波前像差相对较小。其原因在于放大率接近由相应于惠更斯消球差条件 ($\beta \sim 1/n^2 n$ 为第二透镜的折射率) 的放大率和相应于曲率中心条件 ($\beta \sim 1/n$) 的放大率所确定的范围。由于玻璃-2P透镜相对于塑料透镜具有低温度相关性, 因此, 高数值孔径的物镜设计中的塑料透镜的放大率应当在 $0.2 < \beta < 0.8$ 的范围内, 以实现玻璃-2P透镜与塑料制成的第二透镜所形成的组合的低温度相关性。

	PMMA	COC	PC
N@405nm	1.5022	1.5499	1.6223
dn/dT[10 ⁻⁵ /K]	-12.5	-10.0	-10.8
Coeff.Lin.Expansion[10 ⁻⁵ /K]	70	70	70

表I: PMMA、COC和PC的热性质

本发明使得玻璃—塑料的高数值孔径的物镜的温度容差可以相对于光学记录目的做得足够宽, 从下面的更加详细的实施例的描述中, 这将变得明显。

15 用于DVR扫描装置中的物镜系统的实施例执行无限共轭: 第一透镜面对扫描系统的发射源, 第二透镜面对记录载体。设计具有405nm波长的准直的照射光束穿过厚度为0.1mm的PC透明层 ($n=1.6223$) 会聚在光学记录载体的信息层上, 并位于信息层上。入射光瞳直径为3.0mm, 物镜的数值孔径NA=0.85。自由工作距离FWD=0.15mm。物镜系统由跟随有由塑料制成的平面—非球面的第二透镜的平面—非球面玻璃—2P的第一透镜组成。第一透镜的玻璃主体由其表面上具有薄非球面漆层的FK5 Schott玻璃 ($n=1.4989$) 构成并且由Diacryl($n=1.5987$) 制成。第一透镜的光轴的厚度固定为2.3mm。或者, 第一透镜可以利用如玻璃模压法全部由玻璃构成。物镜系统的设计最好采用多种材料, 并且最好使用以所需相关区域的容差、两个透镜的离中容差、随所允许的共轭调节改变的盘厚度的容差和温度容差为基础的优质函数得到第二透镜的放大率。

具有COC的第二透镜和0.4的放大率 β 的物镜系统的实施例具有下述设计参数。第一透镜具有面对发射源的凸面，并具有2.4mm的曲率半径 R_{base} 。凸面上的漆层的旋转对称非球面形状由下述方程式给出：

$$s(\theta_N) = \sum_{i=1}^8 a_{2i} \theta_N^{2i}$$

5 其中

$$\theta_N = \theta \frac{R_{base}}{r_A}$$

s 是漆层的局部厚度对光轴处的厚度的偏离值，其沿凸面的点上的表面的法线以毫米计量， θ 是光轴和从凸面的曲率中心到所述凸面上的点的半径之间的角度，以弧度计量， r_A 是以毫米计量的凸面的半直径， a_{2i} 是 $2i$ 次幂或 θ 的系数。
10 光轴方向上的漆层的厚度为0.015mm。系数 a_2 到 a_{16} 的数值分别为0.10705588、-0.22546373、0.087850329、0.079496556、-0.14937823、-0.21393161、-0.5056136和1.2663043。与凸面相对的第一透镜的边界面具有无限的曲率半径。物镜系统的第二透镜由COC构成，其在光轴方向上具有1.363mm的厚度，并距离第一透镜0.100mm。直接指向第一透镜的第二透镜的凸面具有下述方程式给
15 出的旋转对称非球面形状：

$$z(r) = \sum_{i=1}^8 b_{2i} r^{2i}$$

其中， z 是光轴方向上表面的位置，以毫米计量， r 是以毫米计量的距离光轴的距离， b_{2i} 是 r 的 $2i$ 次幂的系数。系数 b_2 到 b_{16} 的数值分别为0.49982075、0.12648361、-0.015903608、0.27317405、-0.47765099、0.39496049、-
20 0.0085041792和-0.10275875。在第二透镜的另一侧上的边界面具有无限的曲率半径。

当分析物镜系统的光学特性的温度相关性时，应当考虑由与第二元件相同的材料制成的安装件的膨胀。图3、4和5示出了当第二透镜分别由PMMA、COC和PC构成时作为第二透镜元件的放大率 β 的函数的物镜系统的波前像差的变化。
25 将 $30m\lambda$ OPD_{rms}作为像差的上限，在任何情况下，由于温度感应球差和离中容差的合成影响， β 最好都小于0.5。在PMMA的情况下，区域容差限制放大率为 $\beta > 0.26$ ，而在COC和PC的情况下，没有进一步的限制。

为了容易的制造,第二透镜单元的放大率 β 必须不能太小,因为对于小 β ,系统的大部分光功率将出现在第二透镜中,而第一透镜仅具有少量光功率。结果放大率 β 一定大于0.3。当结合上述的上限时,可以获得最佳范围0.3到0.5。

此外,附图示出了当使用COC作为用于第二透镜的塑料材料时可以获得最佳性能。在这种情况下,当 β 在0.35到0.45的范围内,并且最好基本等于0.4时,可以获得良好的设计。

虽然上述实施例中示出物镜系统中具有较小放大率的透镜比具有较大放大率的透镜更加靠近发射源,但是具有较大放大率的透镜还可以设置为比具有较小放大率的透镜更加靠近发射源。

10 物镜系统可以用于光学记录系统的扫描装置中,如所谓DVR光学系统。

图6示出了用于扫描DVR型的光学记录载体102的装置101。记录载体具有透明层103、其一侧设置有信息层104。背离透明层的信息层的一侧由保护层105保护其不受环境影响。透明层面对装置的一侧被称为入射面106。透明层103用作信息层提供机械支撑的记录载体的基底。或者,透明层可以具有保护信息层的唯一功能,而机械支撑由信息层另一侧的层提供,如保护层105或其他与信息层104相连的信息层和透明层。信息可以以排布在基本平行的同心圆或螺旋形的轨道上的光学可检测的标记的形式存储在记录载体的信息层104上,图中未示出。标记为任意光学可读取的形式,如凹坑形式,或具有与其周围环境不同的反射系数或磁化强度方向的区域,或这些形式的组合。

20 扫描装置101具有可以发射照射光束108的发射源。图中所示的发射源具有半导体激光器110。分束器113将光径中的发散的照射光束108反射向准直透镜114,其将发散光束108转换为准直光束115。准直光束115入射到第一透镜116,然后入射到物镜系统118的第二透镜117。物镜系统可以具有两个或更多透镜和/或光栅。物镜系统118具有光轴119。物镜系统118将光束115转变为会聚光束120,其入射到记录载体102的入射面106上。物镜系统具有适于使照射光束通过透明层103的厚度的球差校正。会聚光束120在信息层104上形成光点121。由信息层104反射的发光形成发散光,由物镜系统118转换为基本准直的光束123,然后由准直透镜114转换为会聚光束124。分束器113通过将会聚光束124的至少一部分传输向检测系统125而分离向前的和反射的光束。检测系统捕获发光并
25
30 将其转换为电输出信号126。信号处理器127将这些输出信号转换为各种其他的

信号。其中的一个信号为信息信号128，其数值代表从信息层104读取出来的信息。信息信号被用于误差校正的信息处理单元129处理。从信号处理器127得到的其他信号为聚焦误差信号和径向误差信号130。聚焦误差信号代表光点121和信息层104之间在高度上的轴向差。径向误差信号代表信息层104的平面上光点121和跟随有光点的信息层上的轨道的中心之间的距离。聚焦误差信号和径向误差信号被提供到伺服电路131，其将这些信号转换为分别用于控制聚焦致动器和径向致动器的伺服控制信号132。致动器在图中未示出。聚焦致动器控制物镜系统118在聚焦方向133上的位置，从而控制光点121的实际位置，以使其基本符合信息层104的平面。径向致动器控制物镜118在径向134的位置，从而控制光点121的径向位置，从而使其基本符合信息层104上的跟随的轨道的中心线。附图中的轨道沿垂直于附图平面的方向延伸。

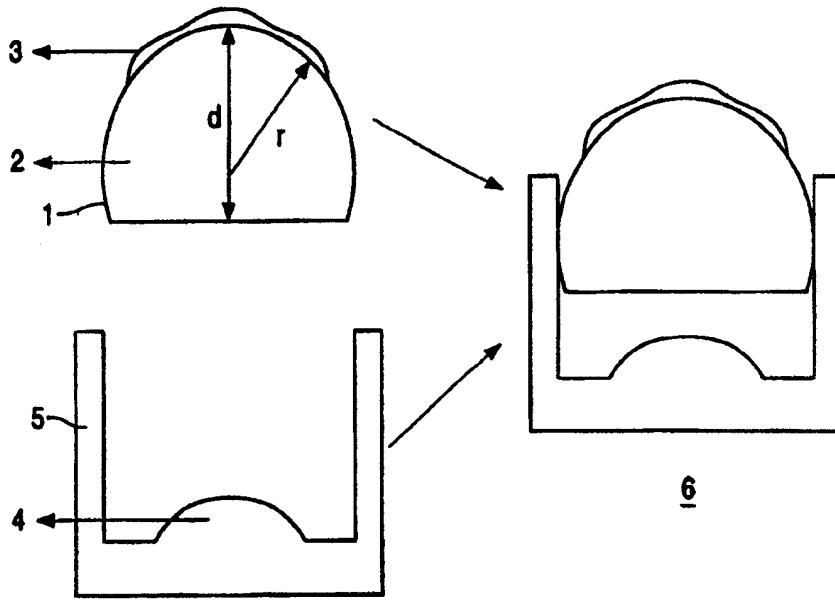


图 1

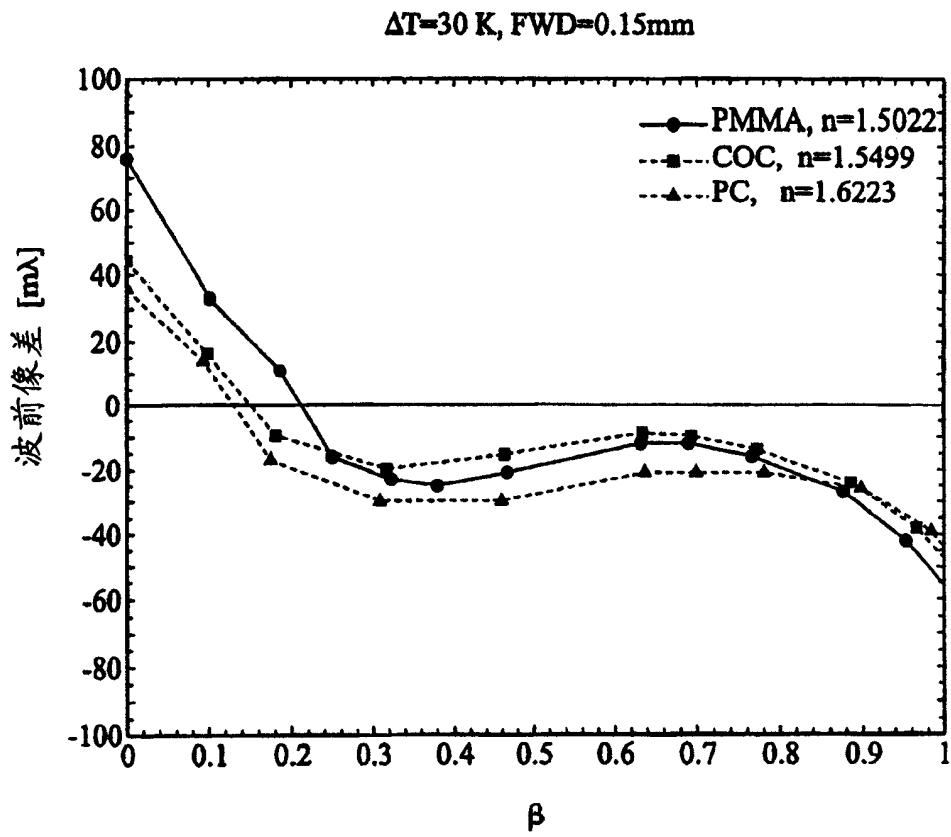


图 2

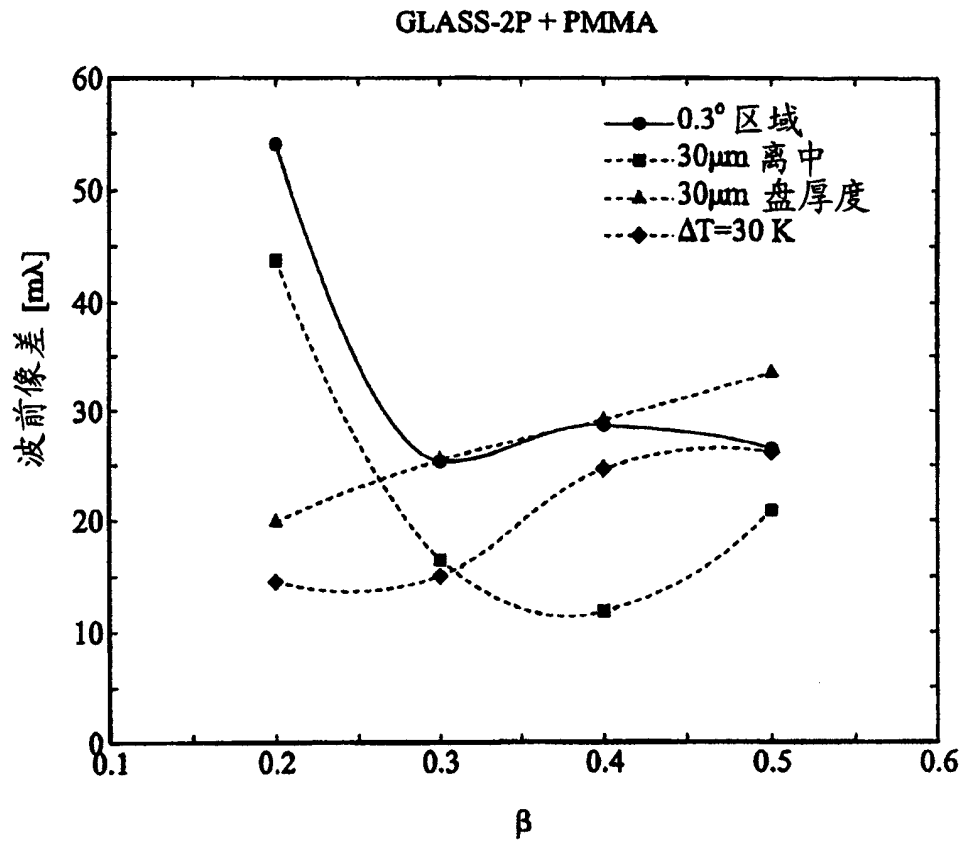


图 3

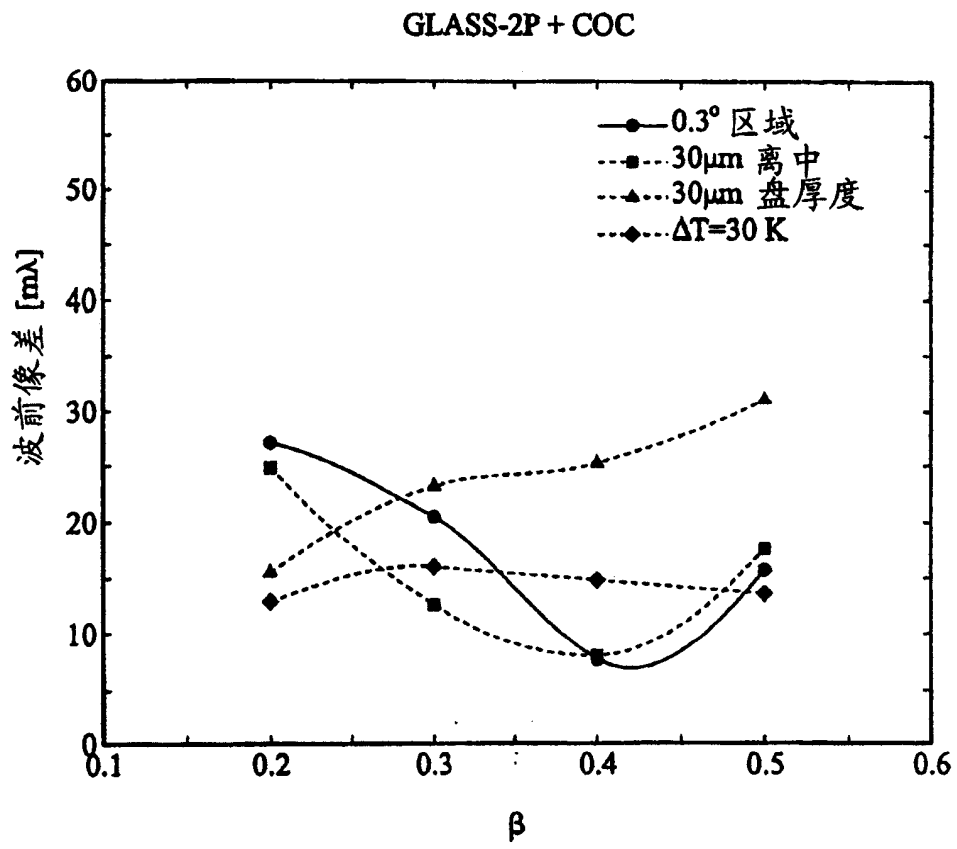


图 4

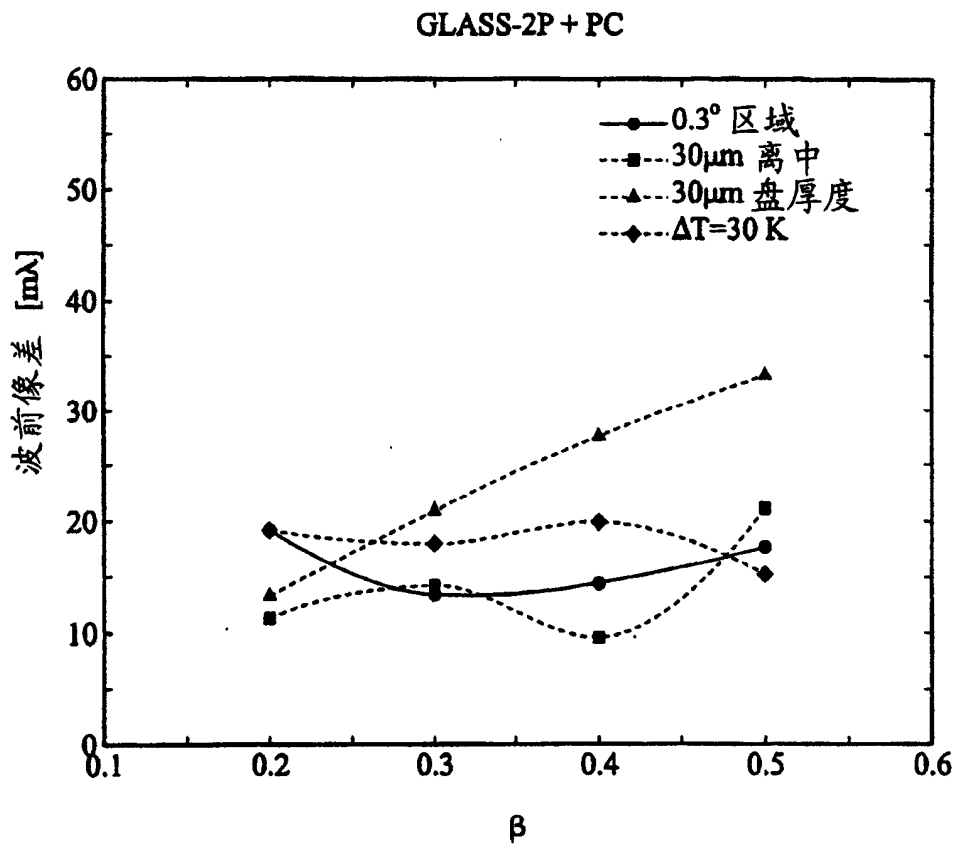


图 5

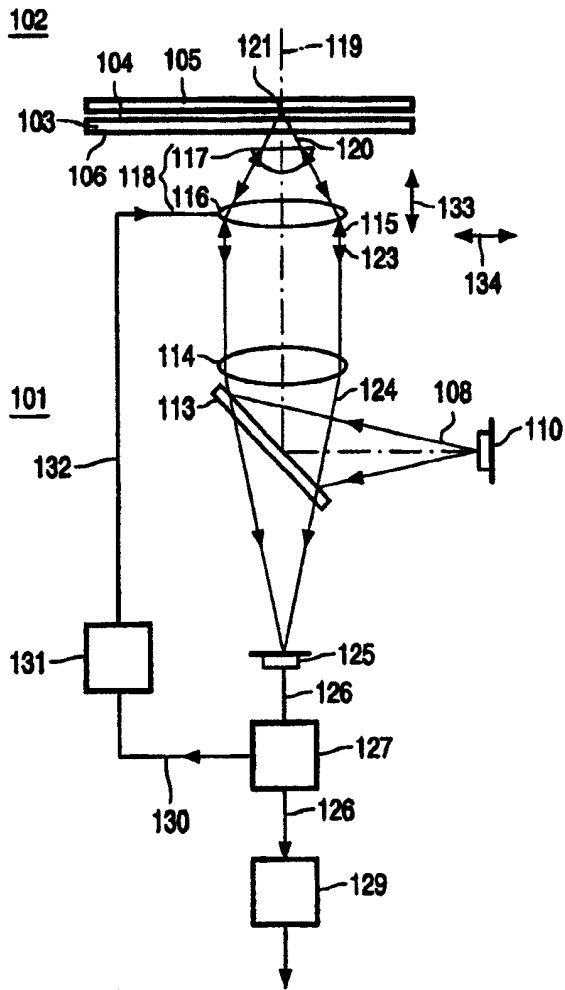


图 6