

1. 一种用于沿一条线扫描表面的光学扫描装置，该装置包括用于提供至少一个初级辐射光束的辐射源单元，用于将光束聚焦到将被扫描的表面上一个光点的光学系统，和可旋转的多面镜，该可旋转的多面镜包括多个反射镜小平面，用于使光束偏转可变的偏转角，因此获得扫描光束，以将扫描光束引导到将被扫描的表面的位置上，所述光学系统包括主成像系统和校正系统，主成像系统布置在辐射源单元和多面镜之间的扫描光束的辐射路径上，校正系统布置在多面镜和将被扫描的表面之间的扫描光束的辐射路径中，其特征不在于该装置包括小平面的跟踪装置，用于与多面镜的旋转同步地偏转初级聚焦光束，以使初级光束的主光线被连续引导到由初级光束瞬间照射的小平面的基本中心位置。

2. 如权利要求1所述的扫描装置，其特征不在于跟踪装置可用于产生扫描光束的偏转点，该点位于多面镜的旋转中心和初级光束瞬间入射的反射镜小平面之间的位置上。

3. 如权利要求1或2所述的扫描装置，其特征不在于小平面的跟踪装置是主动式跟踪装置，其由布置在辐射源单元和主成像系统之间的辐射路径中的光束偏转器构成。

4. 如权利要求3所述的扫描装置，其特征不在于在光束偏振器和主成像系统之间布置一个附加透镜，以便增强光束偏振器产生的偏转。

5. 如权利要求3或4所述的扫描装置，其特征不在于光束偏振器包括检流计反射镜。

6. 如权利要求3或4所述的扫描装置，其特征不在于光束偏振器包括压电偏转器。

7. 如权利要求3或4所述的扫描装置，其特征不在于光束偏振器包括声光偏转器。

8. 如权利要求3或4所述的扫描装置，其特征不在于光束偏振器包括电光偏转器。

9. 如权利要求1或2所述的扫描装置，其特征不在于小平面的跟踪装置是被动式装置，包括小平面的跟踪反射镜，其接收在该反射镜小平面的位置处经历第一次反射的初级光束，并将该小平面的位置处将光束反射到用于第二次反射的反射镜小平面的位置处，以便在将初级光束引导到主成像系统之

前，使初级光束偏转一个远远小于扫描光束的偏转角的角度。

10. 如权利要求 9 所述的扫描装置，其特征在于小平面跟踪反射镜是凹面镜。

5 11. 如权利要求 10 所述的扫描装置，其特征在于上述凹面镜的曲率中心位于靠近多面镜的旋转轴的位置处。

12. 一种用于在物体的至少一个表面层加工图案的设备，该设备包括用于用辐射光束扫描物体表面的装置，和根据该图案调制光束的强度的部件，其特征在于该装置是如权利要求 1-11 任意一个所述的扫描装置。

10 13. 一种用于逐点检索物体细节的设备，该设备包括利用辐射光束扫描物体的装置，以及辐射敏感检测系统，以便将来自物体的辐射转换成电信号，其特征在于该装置是如权利要求 1-11 任意一个所述的扫描装置。

15 14. 如权利要求 13 所述的设备，其特征在于辐射敏感检测系统和扫描装置布置在物体的同侧。

15. 如权利要求 13 所述的设备，其特征在于辐射敏感检测系统布置在扫描装置的辐射源的位置处，辐射源布置在物体的远离扫描装置的一侧。

后物镜扫描装置

技术领域

5 本发明涉及一种用于沿一条线扫描表面的光学扫描装置，该装置包括用于提供至少一个初级辐射光束的辐射源单元，用于将该光束聚焦到将被扫描表面上一个光点的光学系统，和包括若干反射镜小平面用于通过可变化的偏转角偏转光束的可旋转的多面镜，因此获得扫描光束，并将扫描光束引导到将被扫描表面的位置上，所述光学系统包
10 括主成像系统，它布置在辐射源单元和多面镜之间的扫描光束的辐射路径中，和校正系统，它布置在多面镜和将被扫描表面之间的扫描光束的辐射路径中。

背景技术

可以理解，初级辐射光束是指沿从辐射源到入射面延伸的总光束
15 路径的一部分传输的光束，当入射时，初级光束转换成扫描光束。因此，形成的该初级光束与扫描光束的辐射相同，但初级光束先于扫描光束之前出现。辐射源单元可以包括单独辐射源或者若干个用于提供多个光束的这种源，进行所谓的“多光点扫描”。

这种类型的扫描装置在美国专利 US-A5, 013, 108 中有描述，它是
20 以本申请的申请人的名义而申请的。在这里引入该申请的内容作为参考。

大多数扫描装置是前物镜扫描器，其使用具有将偏转系统偏转之后的光束聚焦这一作用的扫描镜头。前物镜系统还允许平像场并且可选地为光束提供远心，这意味着形成不同像点的光束部分都具有与像
25 面成相同角度的主光线，通常是垂直于像面的主光线。

相反，美国专利 US-A5, 013, 108 描述的扫描装置是一种后物镜扫描器，如图 1 所示。这种类型的扫描装置使用位于偏转系统 102 前的相对较简单的光点形成/聚焦主透镜 100。该后物镜扫描装置具有位于偏转系统 102 后的反射光校正系统 104。被扫描表面由附图标记 24 表
30 示。US-A5, 013, 108 描述的该像场校正系统 104 是一个复杂的系统，其不但提供平的像场和远心，而且校正扫描光点的像差，如慧差和球差。该校正系统称作香蕉反射镜系统(Banana Mirror System)(BMS)，

并由两个柱面反射镜构成的一组柱面反射镜、第一凸透镜和具有比第一凸透镜大的光焦度的第二凹透镜组成，所述的一组柱面反射镜优选是凸双曲线柱面反射镜和凹抛物线柱面反射镜组。

5 如果入射到该系统上的扫描光束满足光束偏转点，即来自偏转装置的光束的接合点，位于理想位置的要求，那么能够以最佳方式使用香蕉反射镜系统的校正性能。这种理想扫描光束能够利用检流计反射镜型偏转器来实现。然而，这种偏转器表示纯占空度。当移动反射镜后，在扫描时间间隔期间，必须沿实现第一扫描的正向移动反射镜，在停滞时间间隔期间，在进行第二扫描之前，沿后向将反射镜复位到
10 其初始位置。占空度定义为扫描时间间隔与该时间间隔和停滞时间间隔之和的比。

关于占空度，理想的偏转系统将是连续旋转的多面镜。然而，该多面的反射镜或者小平面对应被过填充(over-filled)，以便允许使用香蕉反射镜系统的校正性能。对小平面对应过填充理解为是指入射到
15 多面镜上的初级光束的横截面相当大，例如大于一个小平面的2倍。当在任意时间仅来自一小平面的辐射用于形成扫描光点时，使用具有过填充小平面的多面镜的扫描系统出现另一问题，即辐射效率较低，也就是说仅部分初级光束辐射用于形成扫描光点。而且，当初级光束由小平面的边缘截断时，在这些边缘产生衍射效应，这影响扫描光点的
20 质量。

发明内容

本发明的目的是提供一种如开始段落定义的后物镜扫描装置，其具有最大辐射效率，非常易于校正像差，并具有高分辨率。根据本发明的扫描装置其特征在于包括小平面对应跟踪装置，用于与多面镜的旋转
25 同步地偏转初级聚焦光束，以使初级光束的主光线基本上被连续引导到由初级光束瞬时照射的小平面的中心上。

由于在包括香蕉反射镜系统的后物镜扫描装置中引入具有聚焦光束的小平面对应跟踪，为扫描光束产生固定偏转点，其允许使用香蕉反射镜系统的校正和远心性能以达到最佳状态。由于初级光束是聚焦光束，并且所照射的小平面对应未完全覆盖，因此扫描装置具有高辐射效率。
30

注意该具有多面镜小平面对应跟踪的扫描装置本身是公知的。可是，

具有小平面对跟踪的公知装置是前物镜扫描器，其中小平面对跟踪是由平行光束实现的，它的移动是与小平面对交叉的线性移动，小平面对瞬间用于偏转扫描光束。

5 尽管本发明首先打算用在具有香蕉反射镜系统的扫描装置中，但是它也可以用于具有其它类型校正系统的后物镜扫描器中，这意味着能够实现所需的像差校正和远心。

优选地，扫描装置的进一步特征在于跟踪装置可用于为扫描光束产生偏转点，该偏转点位于多面镜旋转中心和初级光束瞬间入射的反射镜小平面对之间。

10 所述点称作理想偏转点，因此理想意味着相对于香蕉反射镜系统是理想的，其如果接收来自该点的辐射，就能够发挥最佳作用。

本发明能够在多个实施例中实现，它们可以分成两个主要实施例。第一主要实施例的特征在于小平面对跟踪装置是主动式跟踪装置，它由布置在辐射源单元和主成像系统之间的辐射路径中的光束偏转器
15 构成。

与多面镜的旋转同步地驱动该光束偏转器，以便为扫描光束产生虚偏转点，该点位于多面镜内并且是固定的。

该主要实施例优选地进一步的特征在于在光束偏转器和主成像系统之间布置附加透镜，以增强由光束偏转器产生的偏转。

20 可以称作偏转增强，或者跟踪增强透镜的附加透镜具有这样的能力，以使其形成辐射源单元辐射发射点的缩小的像，而增强由光束偏转器提供的偏转。这允许减小从光束偏转器所需的偏转并增大入射到该偏转器上的初级光束的横截面。这两个效果有助于增强光束偏转器的性能。

25 主要实施例的次实施例根据它们使用的光束偏转器类型而彼此不同。光束偏转器可包括检流计反射镜，压电反射镜，声光偏转器，或者其用作偏转器的调制器或者光电偏转器。这些偏转器是本领域技术人员公知的，它们应用在后物镜扫描装置中是新的。两个偏转器没有移动部分并以高频驱动。

30 扫描装置的第二主要实施例的特征在于小平面对跟踪装置是被动式装置，包括小平面对跟踪反射镜，在反射镜小平面对处接收通过第一反射的初级光束，并在该小平面对处将光束反射到用于第二反射的反射镜小

平面，以便以远远小于扫描光束的偏转角度的角度偏转初级光束。

- 瞬间用于偏转扫描光束的反射镜小平面目前也被用于产生初级光束的偏转，从而不再需要特定的光束偏转器以其驱动电路。由于用于跟踪和光束扫描的小平面是同一个小平面对，因此，多面镜中的不规则不会影响扫描运动的质量和扫描光点的质量。

第二实施例进一步的特征在于小平面跟踪反射镜是凹面镜。

优选地，本实施例进一步的特征在于凹面镜的曲率中心靠近多面镜的旋转轴。

- 通过不将曲率中心布置在旋转轴上而是靠近旋转轴，在反射镜小平面处已经经历第一和第二反射并在小平面跟踪反射镜处经历中间反射的初级光束由移动小平面偏转一个小偏转角。该偏转可以称作微型偏转，远远小于扫描光束的偏转，但足以满足小平面跟踪的需要。

本发明可以用在许多应用中，其可以分成两个主要的组，或者分成两种类型的设备。

- 第一设备用于处理在目标的至少一个表面层中的图案，该设备包括用于用辐射光束扫描目标表面的装置和根据图案调制光束强度的部件。

- 在目标的至少一个表面层中处理图案包括若干处理类型，如激光加工目标或者通过辐射在目标中写入图案或者在目标顶部的抗蚀剂层中或者基底写入图案，如部分无掩模光刻工艺的部分。根据本发明的这种设备的特征在于该装置是如这里上述描述的扫描装置。

第二设备是逐点恢复目标细节，该设备包括用辐射光束扫描目标的装置和辐射敏感检测系统，以便将来自目标的辐射转换成电信号。

- 广意理解逐点恢复细节。其包括如在生产印刷电路板期间的目标的检查，其中细节是，例如焊点，或者中间或者最终产品的检查。它还包括目标的逐点扫描，如照片或者图画的逐点扫描，以恢复目标中储存的图像信息，其中所述细节包括图像元素（像素）。根据本发明的这种设备的特征在于装置是上述的扫描装置。

该设备可以是反射型或者透射型。

- 第一类型设备的特征在于辐射敏感检测系统和扫描装置布置在目标的同侧。

第二类型设备的特征在于辐射敏感检测系统布置在扫描装置的辐

射源的位置处，辐射源布置在目标远离扫描装置的一侧。

本发明的这些和其它方面通过非限制性示例的方式，参照下面描述的实施例将显示并进行阐述。

附图说明

5 图 1 表示设有香蕉反射镜系统的现有技术后物镜扫描装置的示意图；

图 2 表示根据本发明提供有主动式小平面跟踪的第一实施例的这种装置的示意图；

图 3 表示主动式小平面跟踪的第二实施例的示意图；

10 图 4 表示根据本发明被动式小平面跟踪的实施例的局部示意图；

图 5 表示根据本发明提供有被动式小平面跟踪的后物镜扫描装置的示意图。

具体实施方式

图 1 表示后物镜扫描装置 1 的示意图，如美国专利 US-A5, 013, 018
15 中所述。该装置包括辐射源 10，例如激光器，其供给初级辐射光束 PB。该光束通过主成像系统 12，主成像系统 12 与校正系统 22 结合，将辐射源的辐射发射窗成像在被扫描表面 28 的平面中，并在该表面上形成扫描光点 30。成像系统是现有的透镜系统，包括一个或多个透镜单元，例如非球面透镜，但还可包括反射镜系统。在辐射源和主成像系统之
20 间还可布置另一光学元件 14，如光束成形元件。来自成像系统的初级光束入射到反射多面镜 16 上，该多面镜绕轴 18 旋转并包括许多反射镜，或者反射小平面 20。被初级光束 PB 瞬间照射的多面镜的一个小平面将光束向表面 28 反射。当多面镜 16 旋转时，被照射的小平面在图 1 所示的平面内偏转反射的光束，以使扫描光点 30 在表面 28 上移动。
25 下面由多面镜小平面反射的光束被称作扫描光束 SB。

在多面镜 16 和表面 28 之间布置光学校正系统 22。该系统包括两个曲面反射镜 24 和 26。反射镜 24 是凸面镜并具有双曲线-圆柱形，其母线平行于多面镜 16 的旋转轴，因此垂直于图 1 的平面。反射镜 26 是凹面镜并具有抛物线-圆柱形。由于校正系统 22 的反射镜的形状，
30 该系统被称作香蕉反射镜系统（BMS）。

主成像系统 12 将辐射源 10 成像在像点 32，其位于被扫描表面之下。反射镜 24 减小扫描光束 SB 的会聚，以使该反射镜使像点 32 再次

成像在像点 32'，该像点 32' 距离反射镜 24 比像点 32 大。反射镜 26 将扫描光束聚焦在表面 28 上并将像点 32' 再次成像在像点 32"，或者扫描光点 30。该扫描光点具有最小尺寸。选择反射镜 24 和 26 的形状和位置，以使由于旋转的多面镜产生的弯曲扫描线转变成直线，使扫描装置在像侧是远心的，并使扫描光点显示出最小像差。

关于后物镜扫描装置的更多信息可以在美国专利 US-A5, 013, 108 和由本发明的发明人在 SPIE Vol. 3787 "Optical Scanning: Design and Application" 1999, 第 138 - 148 页中发表的文章 "Principles of the Ideal scanner Model-an analytical theory of the banana mirror system" 中找到。如上述文章中所述，简单的柱面透镜可以布置在香蕉反射镜系统和表面 28 之间，以校正扫描线的摇摆，所述扫描线即由扫描光点描述的线。该摇摆可以由于多面镜 16 的缺陷产生。

图 1 表示一个扫描器设计，其中多面镜的旋转轴关于初级光束 PB 和主成像系统的主射线的轴对称布置。该设计对这里描述的实施例是优选的。可是，本发明还可以用于如美国专利 US-A5, 013, 108 的图 1 所示设计的扫描装置中。

香蕉反射镜系统的优点，从香蕉反射镜系统来看，是仅用扫描光束获得的，该扫描光束在位于确定的和固定的位置上的点被偏转。当使用检流计反射镜制成的系统来产生扫描光束时，获得这种理想偏转点 ID。由于多面镜偏转器对于扫描速度和分辨率表示出较好的性能，所以与前面相反，优选使用这种多面镜与香蕉反射镜的结合。如果该小平面对初级光束过填充地瞬间使用，那么可以达到适当的结果。过填充小平面对具有缺点是仅部分初级光束的辐射用于扫描，并且在小平面的边缘的辐射的衍射影响扫描光点的质量。

如果，根据本发明，在瞬间使用的小平面的位置处初级光束的横截面小于小平面对，即未覆盖的小平面对，并且与多面镜的旋转同步地偏转初级光束，以使该光束的主射线在任何时间被引向小平面的中心，那么不产生这些不足。换言之，布置使初级光束跟随小平面对，这称作小平面对跟踪。在这种方式中，产生扫描光束的理想的和固定的偏转点。

图 2 示意性地在扫描运动的平面内表示根据本发明扫描装置的第一实施例的横截面。该图仅表示与本发明相关的那些实施例。扫描装置包括辐射源，优选激光器，其提供初级光束 PB。在初级光束的路径

中布置主透镜系统或者物镜系统 12, 其将光束在点 40 聚焦成虚点。主透镜系统后布置旋转的多面镜 16, 其旋转轴由附图标记 18 表示。多面镜具有许多, 例如 12 个和 24 个之间的反射小平面 20a, 20b, 20c 等, 图 1 中只表示出几个, 光束在多面镜反射后, 虚点 40 是图 1 的点 32 的像。

瞬间照射的小平面, 图 2 中的小平面对应 20b, 反射入射光束, 并偏转该光束一预定扫描角, 以使来自多面镜的光束为扫描光束 SB。该光束通过香蕉反射镜系统 (BMS) 22, 由主成像系统和 BMS 的装置在被扫描表面 28 上聚焦成扫描光点 30。

在垂直于扫描平面的平面中, 光束可以被聚焦在被扫描表面 28 上, 或者在被动摇摆的情况下在反射多面镜的反射小平面 20 上或附近缩小。在后面的情况下, 布置在香蕉反射镜系统和表面 28 之间的细长柱面反射镜将来自小平面的发散光束聚焦在表面 28 上。

附加光束偏转器 42 布置在辐射源 10 后面, 以将初级光束偏转一个小的偏转角 α_r , 因此提供主动式小平面跟踪。偏转的初级光束具有偏转点 44, 其位于光束偏转器 42 内。最窄光束收缩的点, 更一般的是最窄初级光束收缩的第一点如多面镜所见, 将被称作初级光点。

光束偏转器可以是声光偏转器 (AOD) 或者声光调制器 (AOM), 它们可以通过调制驱动信号的频率用于偏转模式中, 光束偏转器还可以是检流计反射镜偏转器, 压电反射镜偏转器或者电光偏转器 (EOD)。可以高速驱动这些类型的装置并且通常具有有限的最大偏转角。可是, 假定仅需要小的偏转角 α_r , 因此这些类型的偏转器适合本发明。

控制初级光束 PB 的偏转使其与反射多面镜 16 的旋转一致, 以使当多面镜 16 旋转时, 光束偏转器 42 提供偏转, 该偏转设法确保初级光束保持或多或少位于小平面对应 20a-c 的中心上。通过提供带有旋转传感器的多面镜并将该传感器的输出信号耦合到光束偏转器 42 的驱动电路, 能够实现初级光束偏转和多面镜旋转的同步。这些装置未在图 2 中示出; 对于本领域的技术人员如何实现需要的同步是显而易见的。

作为主动式小平面跟踪的结果, 由多面镜 16 偏转并由小平面对应 20b 反射的扫描光束在多面镜 16 的旋转轴 18 和小平面对应 20a-c 之间的大约半途中初级光束的光轴上有一个虚偏转点 46。该偏转点是从 BMS 22 看的理想偏转点 ID, 这意味着图 1 中的点 32 应绕该点旋转。它的位置

可以用它距多面镜 16 的旋转轴 18 的距离 d 表示, 该距离由下式给出:

$$\text{对于 } E \gg D_p, \quad d = \frac{E \cdot D_p}{4E + D_p} \approx \frac{D_p}{4}$$

其中 E 是虚聚焦点 40 到旋转轴 18 的距离, D_p 是多面镜 16 内切圆的直径, 其中 d 和 e 是在与 D_p 相同平面内测量的尺寸。

利用小平面对跟踪向扫描光束施加理想偏转点, 允许在任何时候在扫描过程中利用香蕉反射镜系统优化该光束的校正。没有小平面对跟踪, 对于移动通过光束的任何小平面对, 仅仅有一个位置对于香蕉反射镜系统的小平面反射是最优的。

10 利用会聚光束对未覆盖小平面对进行小平面对跟踪克服了通常的未覆盖小平面对系统的不足, 即: 低的占空度, 被扫描表面无远心和香蕉反射镜系统的低的校正。由于在具有未覆盖小平面对的系统, 入射到小平面对上的光束是固定的并具有比扫描方向的小平面对小的横截面, 因此第一次扫描后不得不等待用第一小平面对为下一小平面对反射光束的全部宽度。在两个相邻小平面对之间的该小平面对边缘在新的扫描开始前不得

15 不通过, 其导致占空度损失。
这种占空度损失在具有过填充小平面对的系统不会发生, 因为下一小平面对在前一小平面对扫描的末端已经是覆盖的, 以至于没有或者几乎没有等待时间。具有过填充小平面对的系统, 如其中使用平行光束的后物镜系统, 或者其中使用聚焦但过填充的初级光束的后物镜系统, 具有低的辐射效率。而且在小平面对边缘的辐射的衍射影响扫描光点的质量。在通过会聚光束的小平面对跟踪的扫描装置中不会出现这些不足。因为扫描光束是会聚的, 因此该扫描光束可以具有大的光束孔径, 以使装置的分辩率高。这是本发明扫描装置的另一优点, 结合小平面对未覆盖和小平面对过填充系统的优点。

20 选择光束偏转器 42 的移动幅度, 以确保初级光束偏转足够的角度来保持光束与小平面对 20a-c 的中心在一条线上。因此, 光束偏转器 46 的选择取决于多面镜 16 的位置和结构。

30 具有主动式小平面对跟踪的扫描系统的占空度由光束偏转器 42 的回扫时间确定, 并且是高占空度。

而公知的扫描装置中小平面对跟踪由平行光束实现, 其相对小平面对

线性移动，在新装置中为小平面对跟踪，使用会聚的或者聚焦的光束，其相对小平面对偏转。在该扫描平面中，即图 2 所示平面，光束被虚聚焦在后物镜的虚目标点 40 上。在垂直于扫描平面的平面中，光束可以被聚焦在被扫描表面上或者聚焦在多面镜 16 上。如果利用在香蕉反射镜系统和表面 28 之间的柱面透镜而使用被动摇摆校正，则聚焦在多面镜 16 上。

图 3 是具有主动式小平面对跟踪的扫描装置的改进实施例的示意图。该图中只示出了区别于图 2 所示实施例的特征。在图 3 的装置中，可称作增强跟踪透镜的附加透镜或者系统 46 布置在光束偏转器 42 和主成像系统 12 之间。透镜 46 将来自光束偏转器 42 的光束聚焦在该透镜和主成像透镜 12 之间的位置上，即将图 2 的光束偏转器中的原始初级光点再次成像于处在该位置的一个新光点。根据在此上述给定的初级光点的定义，该新光点 44 是图 3 装置中的初级光点。光束偏转器 42 中的该光点 44'，其与初级光点 44 共轭，可称作预初级光点。

增强跟踪透镜 28 增大光束偏转器 42 提供的偏转。该透镜与主透镜 12 一起起到如在图 2 的装置中的将初级光束聚焦到多面镜后面的虚目标点 40 的作用。目标点 40 与偏转点 44 或 44' (光束偏转器 42 中) 共轭。

增强跟踪透镜 46 允许大幅减小光束偏转器的所需偏转，以便达到如图 2 装置中的多面镜 16 位置的相同偏转。可减小十倍。这允许使用较佳性能的光束偏转器，如上所述，具有低偏转角的光束偏转器。光束偏转器 42 所需的跟踪角度偏转的幅度减小 M 倍，M 是光点 44 由增强跟踪透镜 (MTL) 46 成像到点 44' 的线性增强。因此，M 是从光点 44' 到 MTL 28 之间的距离与从 MTL 28 到光点 44 之间的距离之比。换言之，MTL 46 从光点 44' 到光点 44 线性缩小到 $1/M$ ，并因此，其在该方向完成角度放大 M 倍。所以，结果光点 44' 比光点 44 大 M 倍，在光点 44' 的最大跟踪角度 α_T 比光点 44 所需的角小 M 倍。于是，图 3 实施例中由附加偏转器 42 所需的偏转比图 2 的实施例所需的偏转小 M 倍。

除在光点 44' 所需的跟踪角度较小的优点外，MTL 28 提供在附加偏转器 42 的表面上具有较大光束尺寸的附加优点。这降低了污染物的灵敏度，并降低了高的光功率密度的问题。另外，当 AOD, AOM 或者一些类型的 EOD 用作光束偏转器 42 时，由于其自身光束分散较小，因此

其衍射效率与较大的光点尺寸一起变得较大。因此通过选择具有 MTL 28 的适当值 M ，相对用于光点 44' 的附加、或者跟踪偏转器的最大跟踪角度和光点尺寸，系统能够调整到最佳工作条件。如示例中，如果在光点 44 处的最大偏转角度是 33 mrad，那么在光点 44' 处的角度是 3.3 5 mrad，同时如果光点 44 是 30 μm ，那么光点 44' 是 300 μm 。

图 4 和 5 分别表示主动式小平面跟踪和设有这种小平面跟踪的扫描装置。图 4 表示穿过扫描方向的平面的横截面，扫描方向由前一附图中的箭头 SD 表示。图 5 表示穿过多面镜旋转方向的平面的横截面，多面镜旋转方向由前一附图中的箭头 RD 表示，该平面垂直于扫描方向。 10 向。

被动式小平面跟踪不需要光束偏转器和用于与主动式小平面跟踪的多面镜的旋转同步驱动该偏转器的装置。可选择地，在被动式小平面跟踪中，可使用如图 3 中的透镜 28 的增强跟踪透镜。

如图 5 所示，来自辐射源的光束 B，辐射源未示出并优选激光器， 15 利用反射镜 50 耦合到小平面跟踪系统中。该反射镜反射光束到多面镜 16 的小平面 20b 上。该小平面将光束反射成光束 (B'') 到折叠式反射镜 52，该折叠式反射镜 52 将光束 B' 引导到凹面、柱面或者球面反射镜 54，该反射镜 54 可称作小平面跟踪反射镜。该反射镜通过反射镜 52 将光束 B' 反射回旋转的多面镜的小平面。然后，小平面将光束向外 20 反射成光束 B'' 射向点 A，光束 B'' 在多面镜的旋转下被偏转一个偏转角 α τ 。

在被动式小平面跟踪系统中，与主动式小平面跟踪系统相比，更多位于光轴上不同位置的前面或中间光点在初级光点的前面。在多面镜小平面处第一次反射和在折叠反射镜 52 处第一次反射后，通过反射 25 镜 50 进入扫描器的光束被聚焦在小平面跟踪反射镜 54 上或者附近的光点 SP1 处。在折叠反射镜 52 的第二次反射和多面镜小平面的第二次反射之后，光束将光点 SP1 成像在虚光点 SP2 上。光点 SP2 和 SP1 是相对于反射多面镜 16 和折叠反射镜 52 的彼此的镜像。

如果小平面跟踪反射镜 54 的曲率 M 的中心位于入射光束 B 瞬间照射的小平面处，则正好是上述情况。在这种情况下，该小平面的第二次反射之后，可忽略光束 B' 的偏转。通过给定中心 M 一个小偏移，即， 30 将该中心设置为与小平面相隔一段小的距离，并位于多面镜中，如图 4

和 5 所示，则将赋予输出光束 B'' 一个小偏转移动。该周期性偏转的幅度 α_r ，也可称作微扫描，由该偏移 s 确定。按照这种方式，光束 B'' 适合小平面跟踪。该光束在点 56 具有其偏转/旋转虚点，其位于光点 SP2 处，但是实际的偏转/旋转发生在旋转的多面镜 16 处。另外，光束 B'' 的焦点位于点 56 处，这是由于多面镜小平面的第二次反射导致在点 SP2 上形成点 SP1 的镜像。光束 B'' 被引导到扫描装置的主成像系统，以使按照图 2 和 3 的描述中使用的专业术语，根据是否使用增强跟踪透镜，光点 SP2 可称作预初级光点 10' 或者初级光点 10。

参照图 4，如果小平面跟踪反射镜 54 的曲率中心位于点 M，并且该反射镜的曲率半径是 R，那么多面镜 16 的旋转轴 18 和小平面跟踪的虚焦点 56 之间的距离 d_1 由下式给出：

$$d_1 \approx R - \frac{D_p}{2} - s$$

其中 D_p 是旋转的多面镜 16 的内切直径， s 是当小平面 20 垂直于系统的光轴时，M 和小平面 20 之间的小距离。

利用折叠反射镜 60，62 和 64 将表示小偏转幅度且被引向 A 点的光束 B'' 导向主成像系统 12，并从点 A 形成小平面跟踪初级光束 PB。可选择地且相当于图 3 所示状况，在点 A 和 A' 之间的辐射路径中可布置增强跟踪透镜（图 5 中未示出）。因此，图 4 和 5 中的虚焦点 56 相当于图 2 中的点 44 或者图 3 中的点 44'。在通过主成像系统 12 后，主成像系统 12 在本实施例中包括两个透镜对 66 和 68，初级光束 PB 被反射镜 58 偏转到旋转的多面镜 16 上，多面镜 16 以参照图 2 和 3 描述的方式将初级光束转换成扫描光束 SB。该扫描光束通过香蕉反射镜系统 22 在要被扫描的表面 28 上形成高质量扫描光点 30。

当入射光束，特别是光束 B' 聚焦在小平面跟踪反射镜 54 附近时，由于小平面跟踪反射镜 54 距旋转的多面镜 16 不远，因此用于第一和第二反射的光束在旋转的多面镜 16 的横截面仍然很小。而且，如果应用增强跟踪透镜 46，那么光点 SP2 的尺寸，或者光点 SP1 的尺寸，可以是 M 倍大，因此光束发散为 M 倍小，这有助于在从虚偏转点 56 通过主成像系统 12 到旋转的多面镜的路线上，限制初级光束横截面的增长。

因此，在具有被动式小平面对跟踪的扫描装置中，使用相同小平面的三个反射。利用最初的两个反射，产生进入香蕉反射镜系统的光束的理想偏转点，并且第三反射用于移动扫描光束穿过要被扫描的表面。

5 具有被动式小平面对跟踪的扫描装置具有下述优点：

- 低占空度损失，因为初级光束横截面能够保持小；

- 对于小平面对跟踪不需要控制电子元件和主动式偏转元件；

- 自动补偿多面镜的缺点，如或多面镜上不理想的小平面的角度分布，因为使用相同小平面对以偏转初级光束并进行扫描动作，和

10 - 跟踪功能能够由小平面对跟踪反射镜的位移容易地调整。

在上述实施例中仅描述了元件，其对理解本发明是必需的并已经示出提供有香蕉反射镜系统的后物镜扫描装置的功能。扫描装置可包括用于光束成形和光束引导的其它元件。例如，光学元件可被布置在辐射源 10 和光束偏转器 42（图 2 和 3）或者反射镜 50（图 5）之间，以便使激光光源或者激光光源阵列聚焦或者成像，从而获得小光点或者小光点阵列，所述辐射源包括一个激光器或者激光器阵列。

15 这里上述的实施例所有都使用 US5, 013, 018 描述的香蕉反射镜系统。这些实施例中的主要感兴趣的特征涉及：与使用旋转反射多面镜一致地使用偏转照明光束的小平面对跟踪系统，以当光束从多面镜表面被离轴反射时减小不必要的光学影响。

然而，香蕉反射系统的使用在本发明中不是必需的，因为在从旋转反射多面镜的最后反射后，可以使用不同的光学设置，该不同的设置可产生所需的远心。

25 具有小平面对跟踪的后物镜扫描系统可用于不同的应用中，其可以分成两组，即表面处理和表面检查。表面处理包括在被扫描表面 28 上写信息，如激光打印，或者提供具有所需图案的表面，例如利用激光烧蚀表面材料。当在后者的情况下，使用高功率激光光束，光学系统优选包括仅用多个反射镜代替多个透镜。表面处理还包括为了利用光刻方法在至少一层基底中形成装置特征的目的，在基底表面的顶部上的抗蚀剂层中写图案。该技术被公知为直接写入，或者无掩模光刻。30 对于表面处理应当根据要形成的图案调制扫描光束的强度。这可通过调制由辐射源所提供的辐射来实现。如果所需的辐射功率不太高，如

对于激光打印，那么该调制可以通过电驱动如上所述的光束偏转器 42 实现。

5 表面检查包括在制造过程中组件的检查，如印刷电路板的检查，或者检查完成的产品的质量，也可读取或者查看照片或图片。表面检查可以反射或者透射方式实现。对于反射表面的检查，用由上述扫描装置产生的扫描光点照射表面上的连续位置，通过在所述位置仔细调制，可由检测系统捕获反射的辐射，检测系统包括一个或多个辐射敏感检测器元件。将辐射转换成电信号的这种检测系统如图 1 所示，并由附图标记 70 表示。布置该检测系统使得其不遮挡扫描光束。

10 对于透射检查，例如照相负片的被检查的目标由布置在远离扫描装置的物侧的辐射源照射。通过目标的辐射可被散射，部分被目标吸收和/或部分被目标反射，以使其由信息细节调制。在辐射敏感检测系统中反方向使用扫描装置，该扫描装置布置在图 2-5 中的辐射源的位置上。多面镜的瞬间角位置确定哪个点状的部分目标被检测系统瞬间检查。来自该点的辐射通过香蕉反射镜系统 22，多面镜 16，和主成像系统 12，被引导到检测系统，该检测系统将来自该目标连续点的变化的辐射强度转换成代表从目标读取的信息的电信号。在主成像系统和检测系统之间的辐射路径中，来自目标的辐射光束在主动式小平面跟踪情况下与附加的光束偏转器 42 相遇，或者在被动式小平面跟踪情况下与小平面跟踪反射镜 54 或者其它反射镜相遇。

20 以这种方式，目标的每一点被非常精确地且高分辨率地成像在检测系统上，忽略不计，因此扫描装置的分辨率为最大。

辐射敏感检测系统可包括单一的检测元件，如光电二极管，用于检测来自目标一个点的每次辐射，或者检测元件阵列，如 CCD 传感器，
25 用于同时检测来自目标的相应多个点的辐射。

作为上述小平面跟踪方案的结果，主透镜 12 聚焦跟踪的光束，然后自多面镜 16 的小平面 20a-c 中的一个反射成扫描光束，似乎在瞬间照射的小平面的表面和多面镜的旋转轴之间的一点偏转。该点是在包括香蕉反射镜系统的后物镜扫描装置中的理想偏转点，用于实现全远
30 心、高辐射效率、忽略像差并实现高占空度。

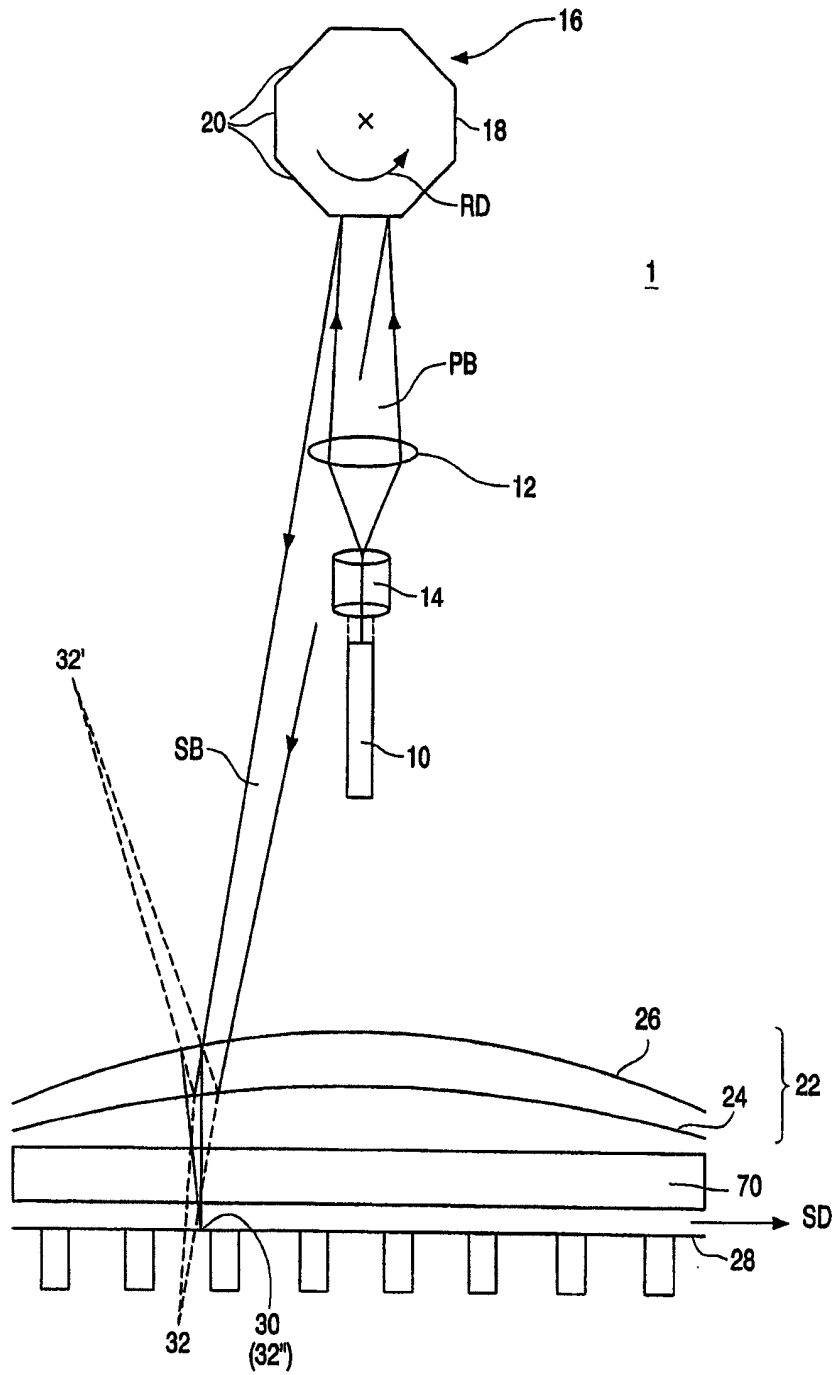


图 1

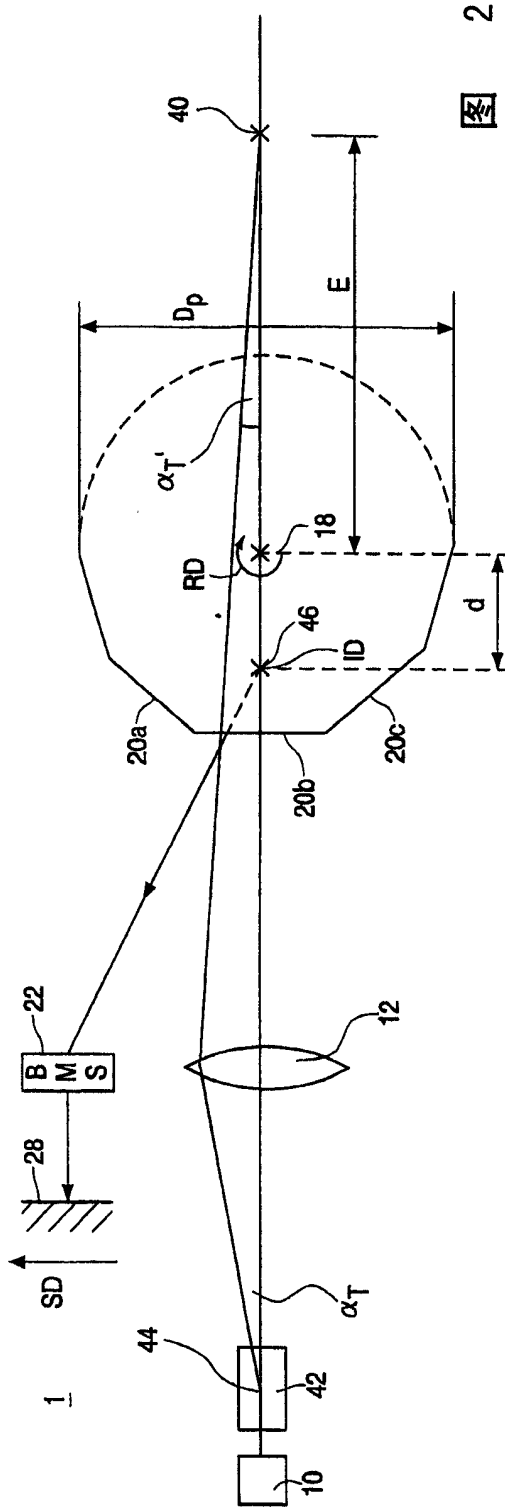


图 2

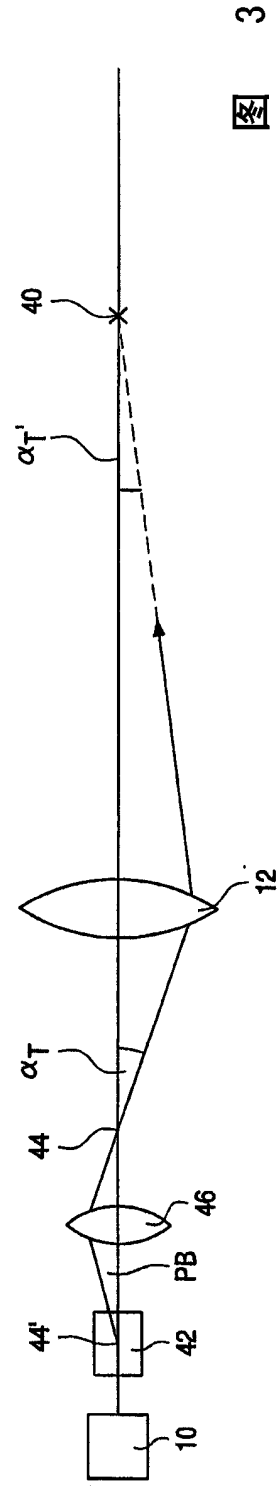


图 3

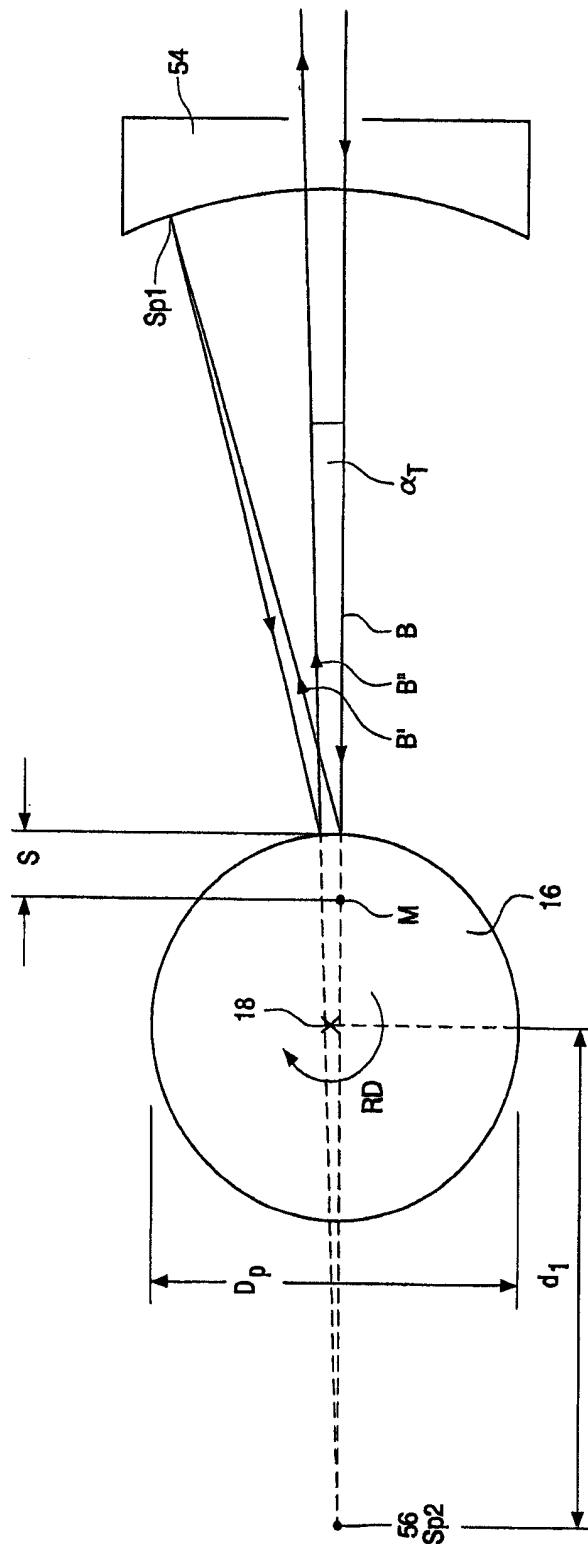


图 4

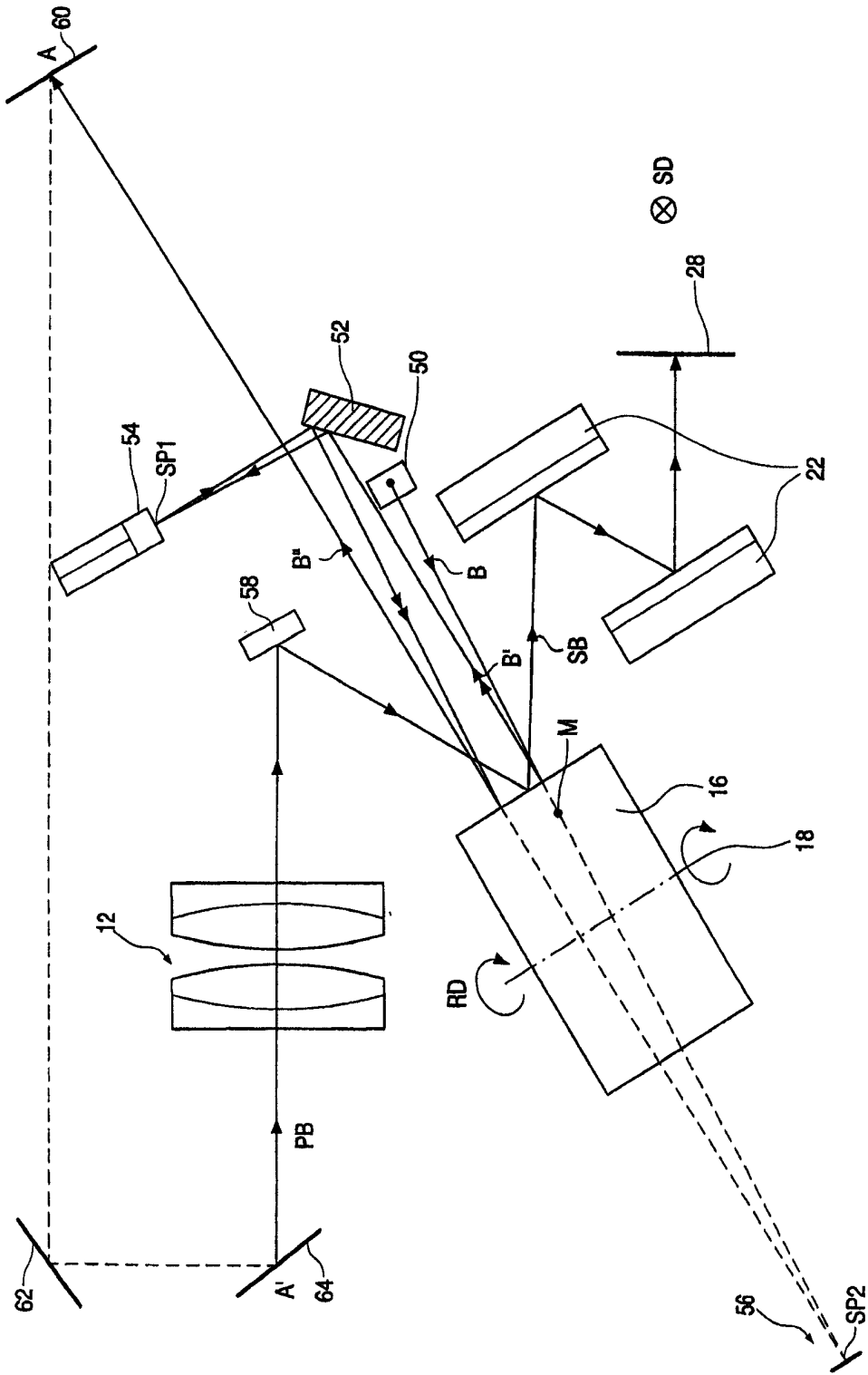


图 5