

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03152381.1

[51] Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G02B 27/10 (2006.01)

H01S 5/00 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100524025C

[22] 申请日 2003.7.31 [21] 申请号 03152381.1

[30] 优先权

[32] 2002.7.31 [33] US [31] 10/208,046

[73] 专利权人 ASML 控股股份有限公司

地址 荷兰费尔德霍芬

[72] 发明人 亚历山大·克拉莫

斯坦利·W·卓兹克维兹

[56] 参考文献

US4997261 A 1991.3.5

US5005969 A 1991.4.9

US5165080 A 1992.11.17

审查员 王 方

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

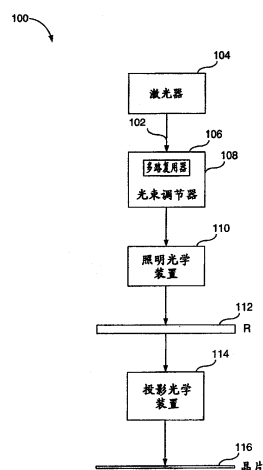
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

使激光束扩展而不扩展空间相干性的系统和方法

[57] 摘要

一种扩展激光束发射的光，而不改变空间相干性，或不产生散斑的系统和方法。本系统包括激光光源和有多路复用装置的投影光学系统。该多路复用装置把激光光源发射的光，扩展成多束光强大致彼此相等的光束，而不改变空间相干性。该多路复用装置有多个空间上分离的光束分束器，平行于反射镜放置，并在反射镜的同一侧。本系统还包括照明光学系统和投影光学系统，该照明光学系统会聚该多束光束的每一束，该投影光学系统把被照明光学系统输出光照明的掩模的图像，投射在基片上。



1. 一种光学投影系统，包括

激光光源；

多路复用装置，用于把所述激光光源发射的光，扩展成多束强度基本上彼此相等的光束，而不改变空间相干性，所述多路复用装置有多个空间上分离的光束分束器，平行于反射镜放置，并在反射镜的同一侧；

照明光学系统，用于会聚所述多束光束中的每一束；和

投影光学系统，用于把被所述照明光学系统输出光照明的掩模图像，投射在基片上；

所述多路复用装置还包括另一个平行于所述反射镜的反射器，其中所述另一个反射器位于所述光束分束器中的一个与另一个之间。

2. 按照权利要求 1 的系统，其中所述多个空间上分离的光束分束器，是 50: 50 的光束分束器。

3. 按照权利要求 1 的系统，其中所述多个空间上分离的光束分束器，包括两个光束分束器。

4. 按照权利要求 3 的系统，其中所述多束光束，包括四束输出光束。

5. 按照权利要求 1 的系统，其中所述多路复用装置，还包括靠近所述多个空间上分离的光束分束器之一放置的检测器，用于检测射到预定区域之外的光。

6. 按照权利要求 1 的系统，其中所述多路复用装置，被放在有各个紧固装置的外壳中，这些紧固装置个别地紧固所述反射器和所述多个空间上分离的光束分束器的每一个。

7. 按照权利要求 6 的系统，其中所述外壳，还包括调整装置，根据靠近至少一个所述多个空间上分离的光束分束器放置的检测器的信号，该调整装置能独立地调整每一个所述紧固装置。

8. 一种多路复用装置，包括：

反射镜；和

多个空间上分离的光束分束器，位于反射镜的同一侧，并平行于该

反射镜，用于把激光光源发射的光，扩展成多束光强基本上彼此相等的光束，而不改变所述激光器发射的所述光的空间相干性；

所述多路复用装置还包括平行于所述反射镜的另一个反射器，其中所述另一个反射器位于所述光束分束器中的一个与另一个之间。

9. 按照权利要求 8 的装置，其中所述多个空间上分离的光束分束器，包括两个光束分束器。

10. 按照权利要求 8 的系统，其中所述多路复用装置，还包括靠近所述多个空间上分离的光束分束器之一放置的检测器，用于检测射到预定区域之外的光。

11. 按照权利要求 8 的系统，其中所述多路复用装置，被放在有各个紧固装置的外壳中，这些紧固装置个别地紧固所述反射器和所述多个空间上分离的光束分束器的每一个。

12. 按照权利要求 11 的系统，其中所述外壳，还包括调整装置，根据靠近至少一个所述多个空间上分离的光束分束器放置的检测器的信号，该调整装置能独立地调整每一个所述紧固装置。

13. 一种扩展激光束发射的光，而不改变该激光器发射的光的空间相干性的方法，本方法包括的步骤有：

按预定的角度，在第一光束分束器上接收该激光器发射的光，该第一光束分束器，向第一反射器反射所述光的第一部分，并向第二光束分束器透射所述光的第二部分；

在所述第一反射器上接收所述光的所述第一部分，并向所述第二光束分束器反射所述光的第三部分；

在所述第二光束分束器上接收所述光的所述第二部分，并向第二反射器反射所述光的第四部分，还透射所述光的第五部分，以产生第一输出光束；

在所述第二光束分束器上接收所述光的所述第三部分，并向所述第二反射器反射所述光的第六部分，还透射所述光的第七部分，以产生第二输出光束；

在所述反射器上接收所述光的所述第四部分，并反射所述光的第八部分，以产生第三输出光束；和

在所述第二反射器上接收所述光的所述第六部分，并反射所述光的第九部分，以产生第四输出光束。

使激光束扩展而不扩展 空间相干性的系统和方法

技术领域

本发明涉及一种使激光束扩展而不扩展其空间相干性的系统和方法。

背景技术

在光刻技术或其他有关技术中（例如全息术），因为照明系统的场通常大大地大于激光束，所以准分子激光束或深 UV（DUV）准分子激光束的扩展是必须的。通常，激光束是 $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 或 $5\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ ，而照明场可以是 $120\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 。虽然激光束被说成具有矩形或方形截面，但各种截面的光都可以使用。一般说，光刻装置使用的配置包含一个反射器和一个部分反射器（或光束分束器），在光学多路复用器中预先把激光束扩展，之后，把该预先扩展的光束在光刻设备的其他部分进一步扩展。遗憾的是，用通常的光学装置（透镜，棱镜）的扩展，增加激光的空间相干性，并产生散斑问题。为此，可以使用其他光学装置。使用反射器 / 光束分束器配置的缺点，在于它要求一种复杂的“楼梯”式部分反射器设计，该种反射器包括反射率按预定参数作阶梯式变化的膜层小斑块。该种配置要求激光束的大小和位置，准确与该“楼梯”式小斑块图形匹配。还有，“楼梯”式部分反射器的实际实施，导致各小斑块与扩展光束之间出现无膜层区域，产生暗区域穿过光束断面亮区域的“斑马”图形。此外，准分子激光有随时间改变光束大小和发散度的趋势。

因此，需要的是一种能扩展激光器发射的光而不改变光的空间相干性、不产生散斑图形、不需要“楼梯”式部分反射器的系统和方法。

发明内容

本发明各实施例提供一种光学系统，包括激光光源和多路复用装

置。该多路复用装置有多个空间上分离的光束分束器，平行于反射镜放置，并在反射镜的同一侧。该多路复用装置，把激光光源发射的光，在不改变空间相干性的情况下，扩展成多束光强基本上彼此相等的光束。本光学系统还包括照明光学系统和投影光学系统，该照明光学系统会聚该多束光束的每一束，该投影光学系统把被照明光学系统输出光照明的掩模的像，投射在基片上。

本发明其他实施例提供的一种光多路复用装置，包括反射器和置于该反射器同一侧并与之平行的多个空间上分离的光束分束器。该多路复用器把激光光源发射的光，在不改变激光器发射的光的空间相干性情况下，扩展成多束光强基本上彼此相等的光束。

本发明各实施例提供的一些优点是，通过利用比“楼梯”式光束分束器容易制作得多的均匀的部分反射器，使激光束扩展而不改变它的空间相干性，也不产生散斑图形。另一个优点是，激光束与光束分束器的精确对准不太严格，而在先前的装置中，这是很严格的。

本发明另外的实施例、特性、和优点，以及本发明各种实施例的结构和工作原理，将参照附图详细说明于后。

附图说明

本说明书引用并构成说明书的一部分的附图，表明本发明的实施例，并与说明一起，阐明本发明的目的、优点、和原理。

图 1 画出一种按照本发明实施例的光学系统。

图 2A-2B 按照本发明各实施例，画出在图 1 光学系统一部分中的光学多路复用器各单元及光的传播。

图 3 按照本发明的一个实施例，画出在图 1 光学系统一部分中的光学多路复用器各单元及光的传播。

图 4 按照本发明的一个实施例，画出在图 1 光学系统一部分中的光学多路复用器各单元及光的传播。

图 5 按照本发明的一个实施例，画出在图 1 光学系统一部分中的调整系统及多路复用器各单元。

在各图中，最相似的参考数字表示相同的或基本上相同的单元。此

外，参考数字最左侧的数字，表明该参考数字第一次使用的图的号码。

具体实施方式

图 1 画出的系统 100，用于扩展激光器 104 发射的光 102 而不改变光 102 的空间相干性，又基本上消除散斑图形。激光器 104 可以是准分子激光器或深 UV 准分子激光器。光 102 由光束调节器 108 中的多路复用器 106 接收。光束调节器 108 向照明光学装置 110 输出光，照明光学装置 110 接着通过掩模或掩模版 112，经投影光学装置 114，把光透射至基片 116 上。该系统的一个实施例，可以是光刻系统，或诸如此类。该系统的另一个实施例，可以是全息系统。虽然扩展是由多路复用器 106 执行的，但多路复用器 106 可以是把光扩展约四至六倍的预扩展系统，或第一扩展系统，而进一步的扩展可以由系统 100 中的其他光学装置完成。通过使用预扩展系统 106，与常规扩展系统有关的散斑和其他问题，可以基本上消除。

现在转向图 2A，图上画出多路复用器 106 的一个实施例。该多路复用器 106 包括带有反射表面 202、位于从该反射表面 202 伸延的平面内的反射器 200。第一和第二光束分束器 204 和 206，放在反射器 200 的同一侧，并位于与反射表面 202 的伸延平面平行的平面内，该第一和第二光束分束器 204 和 206，可以是有多层介质膜层的 50: 50 的光束分束器，或不是产生近似相等强度的扩展光束，而是任何其他比值的光束分束器。反射器 200 到第一光束分束器 204 的距离 d ，等于第一光束分束器 204 到第二光束分束器 206 的同一距离 d 。该距离 d 按照下面公式，由角度 α 与光束 102 的宽度 a 定义，该角度 α 是光 102 与第一光束分束器 204 的对称轴 208 的交角：

$$d = a / (2 * \sin \alpha) \quad (1)$$

还有，角度 α 、光束 102 的宽度 a 、和激光器 104 的时间相干性长度 L ，由下面公式关联：

$$\tan \alpha < a / L \quad (2)$$

此外，第一光束分束器 204 相对于反射器 200 的边缘 210 平移 b ，而第二光束分束器 206 则平移 $4b$ ，这里：

$$b = d \cdot \tan \alpha \quad (3)$$

理想的情况是，角度 α 比 a/L 小得多。在某些实施例中，要选取角度 α 的值，再根据选取的值来计算其他参数。

激光器 104 的时间相干性长度 L ，由 $\lambda^2 / \Delta\lambda$ 定义，这里 $\Delta\lambda$ 是辐射的谱范围，而 λ 是激光器 104 的中心波长。举例说，微光刻使用的准分子激光器的典型波长，是 248、193、和 157 nm。辐射的谱范围随光刻设备和激光器的设计而变化。辐射的谱范围可以小到 1pm，也可以宽达 100 pm。因此，相干长度 L 的范围，可以从 0.25mm 到 40mm。

用来计算宽度 a 的端部，要根据激光束 102 的哪一端需要扩展而定。在一个不同参数范围的例子中，光束可以是 5 mm $\times$ 20 mm。从而，宽度 a 是 5 mm 并扩展 4 倍。在其他实施例中，宽度 a 的扩展，可以从 4 倍到 6 倍。在本例中，尽管 L 随谱的范围而改变，时间相干性长度 L 是 20 mm，而入射角 α 是 10° (度)。所以在本例中， $d = 5\text{mm} / 2 \cdot \sin 10 = 14.4\text{mm}$ ，和 $b = 14.4\text{mm} \cdot \tan(10) = 2.54\text{mm}$ 。

示于图 2A 的实施例在工作时，激光器 104 发射的光 102，在第一光束分束器 204 上按预定的角度被接收，第一光束分束器 204 把光 102 的第一部分向反射器 200 反射，又向第二光束分束器 206 透射该光的第二部分。反射器 200 接收光 102 的第一部分，并向第二光束分束器 206 反射光 102 的第三部分。第二光束分束器 206 接收光 102 的第二部分，向反射器 200 反射光 102 的第四部分，并透射光 102 的第五部分，以产生第一输出光束 212。第二光束分束器 206 接收光 102 的第三部分，向反射器 200 反射光 102 的第六部分，并透射光 102 的第七部分，以产生第二输出光束 214。反射器 200 接收光 102 的第四部分，并反射光 102 的第八部分，以产生第三输出光束 216。最后，该反射器接收光 102 的第六部分，并反射光 102 的第九部分，以产生第四输出光束 218。第一到第四输出光束 212-218 可以是强度相等的，且约为输入光束 102 强度的 25%。一种实施办法是用 50: 50 的光束分束器。

在图 2B 中可见，本发明的另一个实施例包括，相对于反射器 200 的边缘 210 平移 $2b$ 的第二光束分束器 206，取代图 2A 的平移 $4b$ 。通过这种配置，把第二光束分束器 206 移动 $2b$ ，光的第三光束不是被部分反射

和部分透射，而仅产生第二输出 222。除此之外，与上述光的传播类似，产生三束有近似相同强度的输出光束 220、222、和 224。通过利用 66:33 的光束分束器 204 及 50:50 的光束分束器 206，可以支持输出光束 220、222、和 224 的该种强度。

现在参考图 3，图上画出另一个多路复用器 106' 的实施例。在本实施例中，多路复用器包括反射器 300，和第一、第二、和第三光束分束器 302、304、和 306，这些光束分束器可以是 50:50 的光束分束器。光束分束器参数， d 、 b 、 α 、和 L 的关系如上所述。在本实施例中，第一光束分束器 302 与反射表面 308 的伸延平面相隔的距离是 d ，第二光束分束器 304 相隔的距离是 $2d$ ，而第三光束分束器 306 相隔的距离是 $4d$ 。还有，第一光束分束器 302 从反射器 300 的边缘 310 平移距离 b ，同时，第二光束分束器 304 平移距离 $4b$ ，而第三光束分束器则平移距离 $10b$ 。

图 3 的实施例在工作时，光 102 按预定角度。在第一光束分束器 302 上被接收，第一光束分束器 302 向反射器 300 反射光 102 的第一部分，又向第二光束分束器 304 透射光 102 的第二部分。第二光束分束器 304 向反射器 300 反射光 102 的第三部分，又向第三光束分束器 306 透射光 102 的第四部分。在反射器 300 上接收的光 102 的第一部分，作为光 102 的第五部分，向第二光束分束器 304 反射。光束分束器 304 向反射器 300 反射光 102 的第六部分，并向第三光束分束器 306 透射光 102 的第七部分。光 102 的第三部分被反射器 300 接收，又作为光 102 的第八部分，向第三光束分束器 306 反射。光 102 的第四部分，被第三光束分束器 306 接收，又作为光 102 的第九部分，被反射至反射器 300。第三光束分束器 306 透射光 102 的第十部分，以产生第一输出光束 312。

反射器 300 接收光 102 的第六部分，并向第三光束分束器 306 反射光 102 的第十一部分。第三光束分束器 306 接收光 102 的第七部分，并向反射器 300 反射光 102 的第十二部分，还透射光 102 的第十三部分，以产生第二输出光束 314。第三光束分束器 306 接收光 102 的第八部分，并向反射器 300 反射该光的第十四部分，还透射该光的第十五部分，以产生第三输出光束 316。

反射器 300 接收光 102 的第九部分，反射光的第十六部分，以产生

第四输出光束 318。光 102 的第十一部分，被第三光束分束器 306 接收，并作为光 102 的第十七部分，向反射器 300 反射，还作为光 102 的第十八部分透射，以产生第五输出光束 320。光 102 的第十二部分，被反射器 300 接收，并作为光 102 的第十九部分被反射，以产生第六输出光束 322。反射器 300 接收光 102 的第十四部分，并反射光 102 的第二十部分，以产生第七输出光束 324。最后，反射器 300 接收光 102 的第十七部分，并反射光 102 的第二十一部分，以产生第八输出光束 326。这样，通过示于图 3 的配置，产生八束输出光 312-326，每一束近似有输入光束 102 总光强的 $1/8$ 。

虽然为了方便而没有画出，但显而易见，本发明的其他实施例可以一般化为使激光器 104 的光 102 扩展 2^N 倍或 2^N 次多路复用。光 102 的这种扩展，也叫“多路复用”。光束分束器可以是 50:50 的光束分束器，或任何其他实施例要求的光束分束器，光束分束器的数目，在随后的每一种情况中，必须等于 N 。在一般情形中，光束 102 相对于第一光束分束器的角度 α 由上面的方程式 (2) 定义。光束分束器的编号，从最靠近反射器的一个开始：1、2、... k 、... N 。第一光束分束器离开该反射器的距离是 d ，这里 d 由上面的方程式 (1) 定义。第 k 个光束分束器的位置，离开前一个光束分束器的距离是 $(k-1) * d$ 。还有，第一光束分束器相对于反射器的边缘平移 b ，这里 b 由上面的方程式 (3) 定义。第 k 个光束分束器相对于前一个光束分束器平移 $(k-1) * 3b$ 。

在其他的实施例中，光束分束器中反射与透射之比可以稍稍改变，以便计及系统 100 内的光损耗。这是为了补偿光束分束器中材料的吸收，低于要求的反射率，和光的散射。此外，各光束分束器的厚度是预先确定的，以便使光束 102 因折射而在光束分束器体内产生的平移为最小。例如，在光刻的应用中，该预定的厚度在 1 mm 到 3 mm 之间。然而，对本发明的其他实施例，可以用其他的厚度值，这并不偏离本发明的范围。

现在参考图 4，图上画出本发明另一个多路复用器 106'' 的实施例。该多路复用器 106''，与上面讨论的实施例产生光束 102 的 2^N 倍扩展比较，只产生光束 102 的 N 倍扩展。该多路复用器 106'' 包括：平行排列的第一反射器 400、第一光束分束器 402、第二反射器 404、和第二光束分束器

406。各单元之间间隔的确定，与上面说明的类似。

工作时，光 102 在第一光束分束器 402 上按预定的角度 α 被接收，第一光束分束器 402 把光 102 的第一部分，向第一反射器 400 反射，又向第二光束分束器 406 透射光 102 的第二部分。在第一反射器 400 接收的光 102 的第一部分，作为光 102 的第三部分，向第二光束分束器 406 反射。光 102 的第二部分，被第二光束分束器 406 接收，并作为光 102 的第四部分，向第二反射器 404 反射，还作为光 102 的第五部分透射，以产生第一输出光束 408。第二光束分束器 406 接收光 102 的第三部分，并把光 102 的第六部分，向第二反射器 404 反射，还透射光 102 的第七部分，以产生第二输出光束 410。光 102 的第四部分，被第二反射器 404 接收，并作为光 102 的第八部分被反射，以产生第三输出光束 412。最后，该光的第六部分，被第二反射器 404 接收，并作为该光的第九部分反射，以产生第四输出光束 414。每一所述输出光束 408-414，强度约为入射光束 102 的 25%。

现在转到图 5，图上画出一种用于多路复用器 106 的调整系统 500。仅仅作为例子，类似于图 2 所示的一种两光束分束器多路复用器 106，可以用作调整系统 500 的周边设施。在该系统 500 中，多路复用器 106 紧固在外壳 502 内，该外壳 502 有光束分束器紧固装置 504、反射器紧固装置 506、和检测器 510 的紧固装置 508。在一些实施例中，检测器 510 可以是分区的检测器（如象限检测器），以便更精确地确定受检光束的特征。调整装置 512 与紧固装置 504、506、和 508 偶联。该调整装置 512 还与控制器 514 偶联，控制器 514 根据从检测器 510 接收的信号，以三个自由度，如箭头所示，控制紧固装置 504、506、和 508 的调整。

工作时，当或者由于激光器 104 未对准，或者由于光束 102 的畸变，导致激光器 104 的光 102 射到非检测区域 516 之外时，检测器 510 即产生信号。非检测区域 516 的宽度可以是光 102 的宽度 a 。当控制器 514 收到来自检测器 510 的信号时，控制器 514 向调整装置 512 发出控制信号，使之用光束分束器紧固装置 504 来调整光束分束器的位置。如上所述，光束分束器紧固装置 504 能够在三个自由度上调整光束分束器，如图中箭头所示。经过调整，光束 102 又只通过检测器 510 的非检测区域 516

透射，以此确保多路复用器 106 精确地产生扩展的光束。显然，能够修改调整系统 500，使之适应任何数量的光束分束器和反射器。

显然，在多路复用器 106 内，光束分束器或其他单元的调整，可以用手动完成。在这种的实施办法中，或者根据某种检测器，或者通过视觉判断，判定光 102 射到多路复用器预定区域之外时，向用户发出报警。然后，用户应进行机械调整，使光束 102 重新对准。

已经在本文说明本发明举出的各实施例。正如在多处所指出，举出的这些实施例，仅为了说明，而不是对本发明的限制。其他的实施例是可能的，并被本发明覆盖。这样的实施例，本领域熟练人员按照包含在本文的教导，是显而易见的。因此，本发明的广度和范围，不应受—上面说明的任何示范性实施例的限制，而只应由下面的权利要求书及其等效叙述所界定。

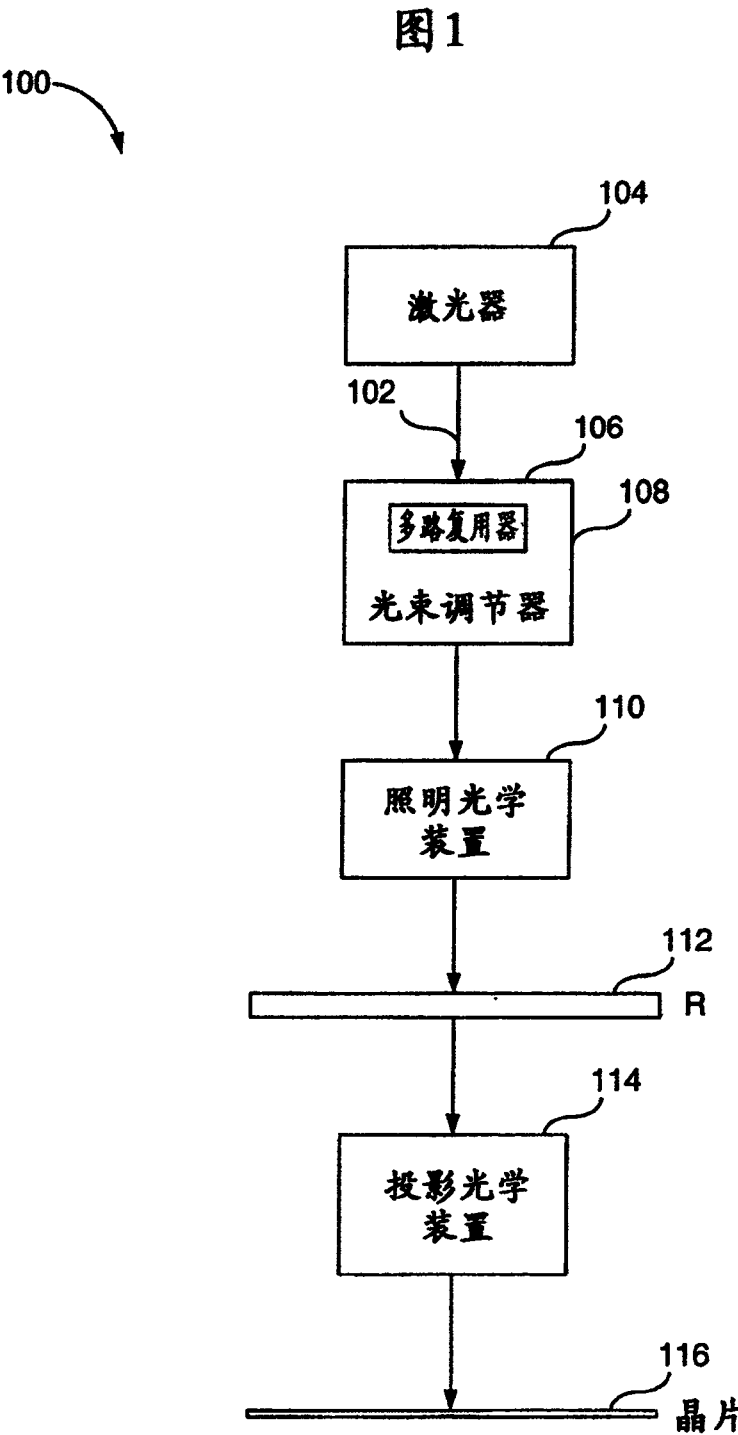


图 2A

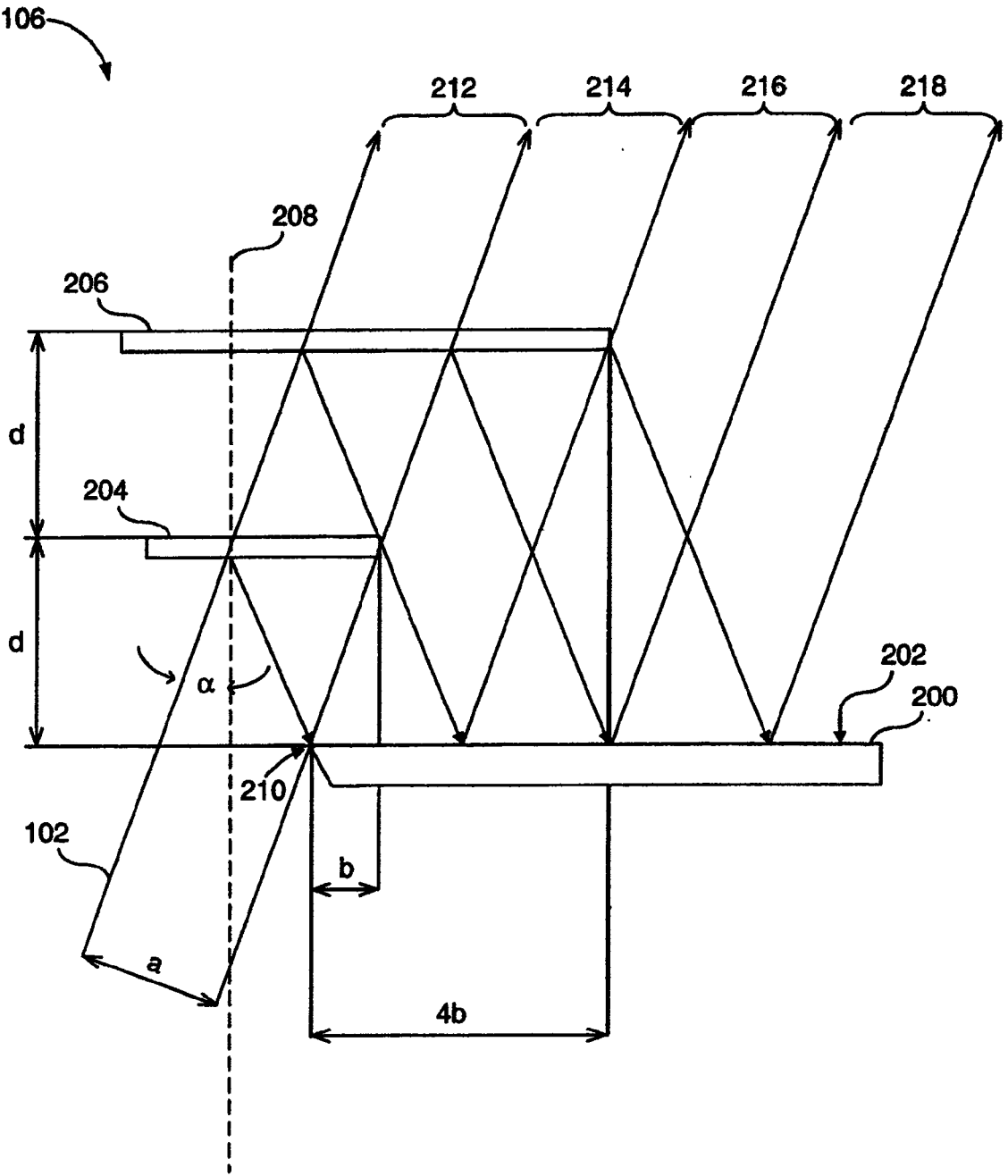


图 2B

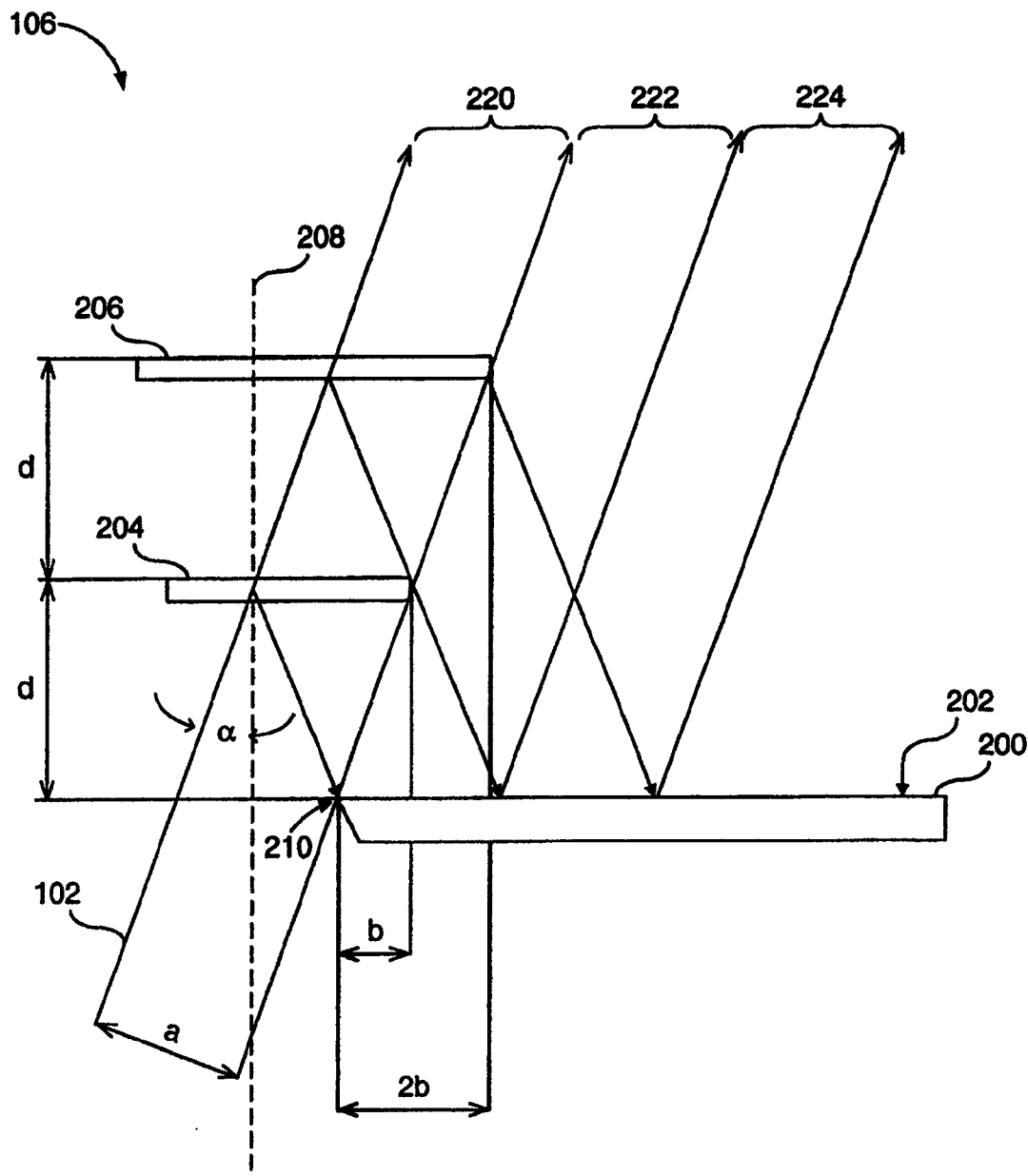
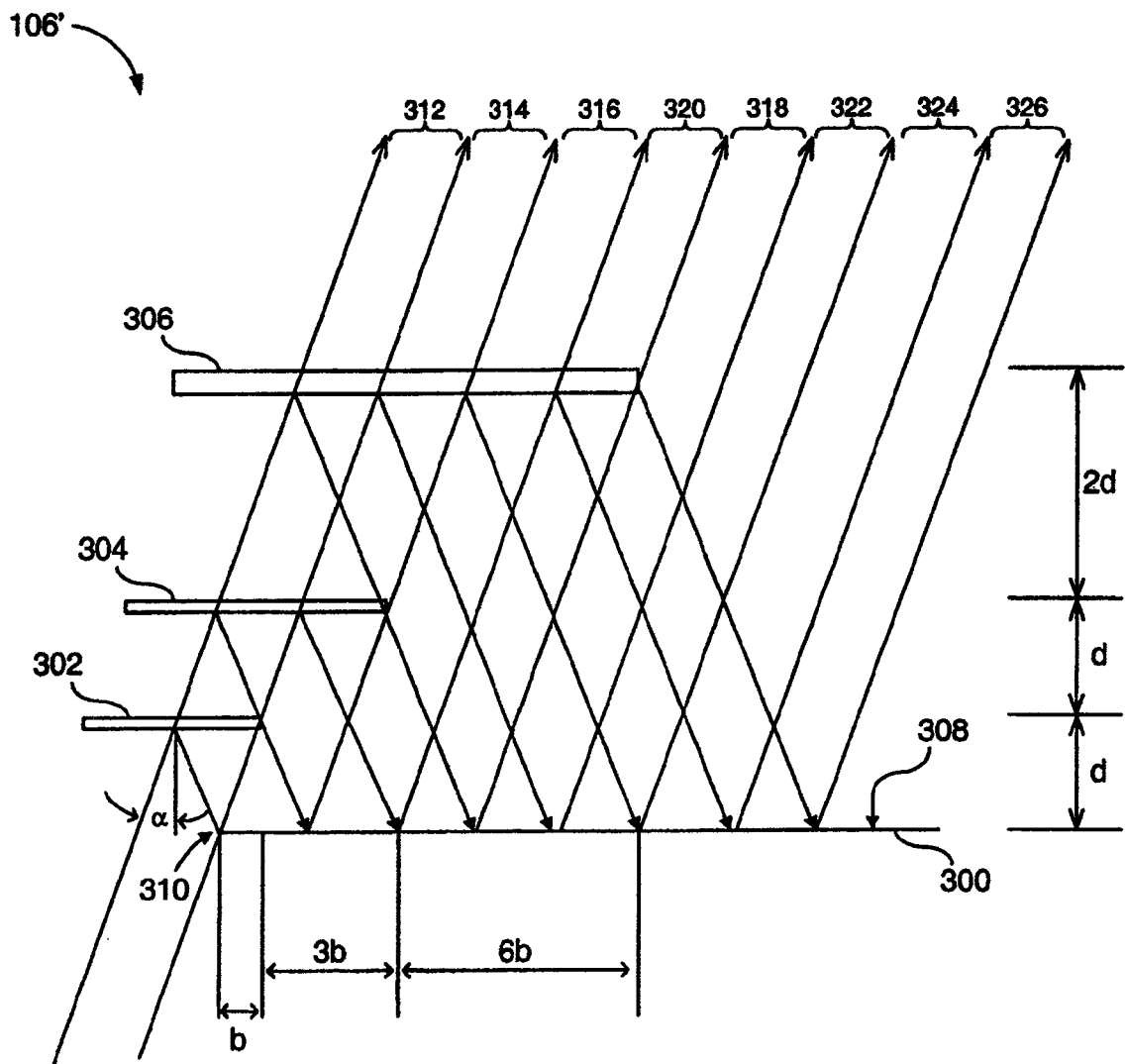


图 3



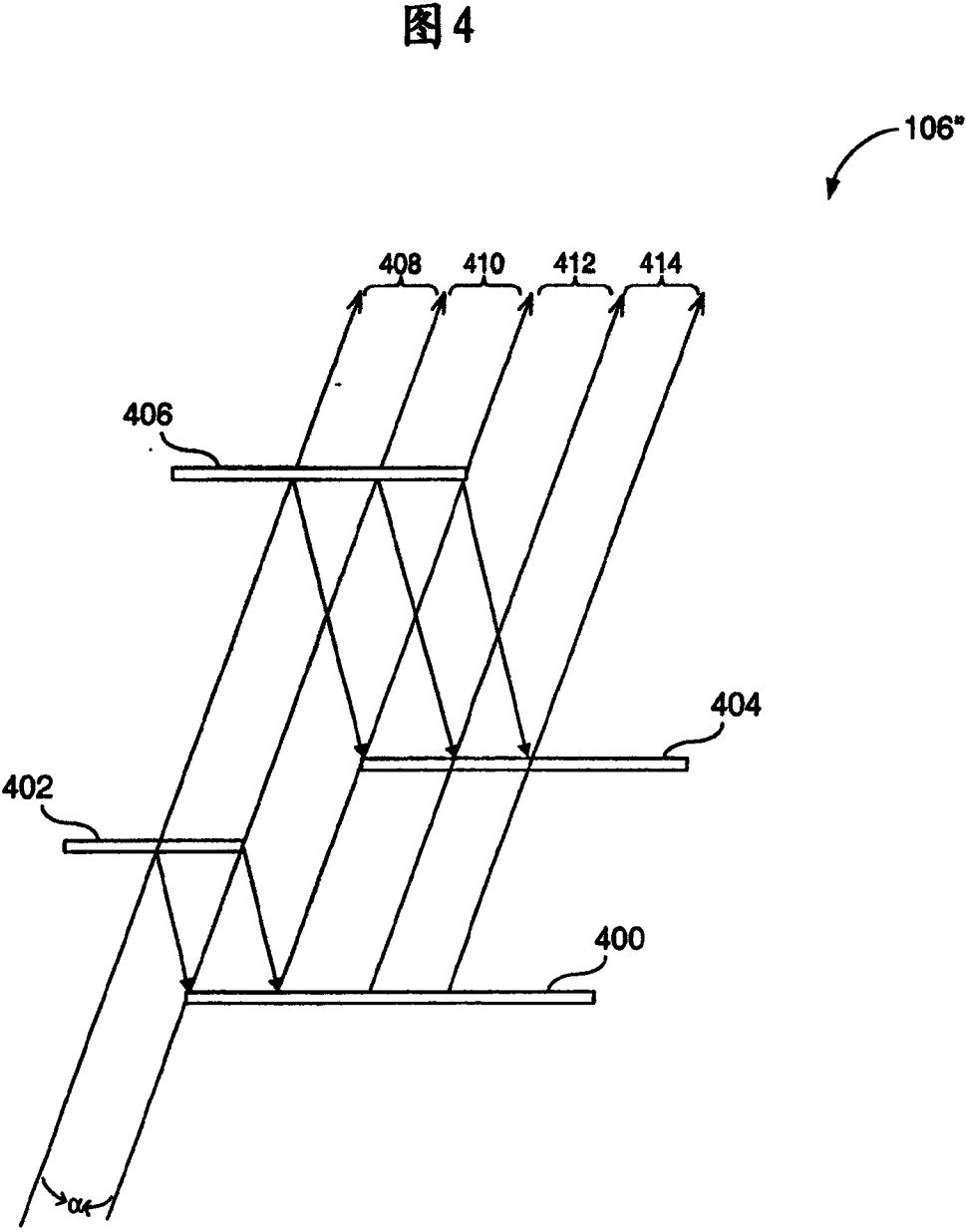


图5

