



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103135371 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201110394372. 3

审查员 魏可嘉

(22) 申请日 2011. 12. 02

(73) 专利权人 上海微电子装备有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园
区张东路 1525 号

(72) 发明人 李运锋 宋海军

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有
限公司 11278

代理人 王光辉

(51) Int. Cl.

G03F 9/00 (2006. 01)

G03F 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1477448 A, 2004. 02. 25, 全文 .

CN 102096349 A, 2011. 06. 15, 全文 .

US 6469793 B1, 2002. 10. 22, 全文 .

US 2008/0144047 A1, 2008. 06. 19, 全文 .

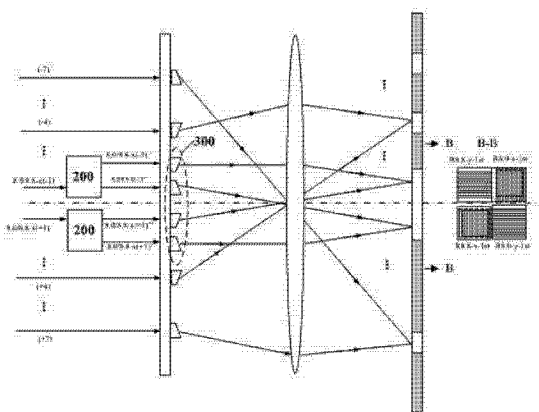
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

基于分束偏折结构的小光斑离轴对准系统

(57) 摘要

一种用于光刻设备的对准系统, 在成像模块中具有分束偏折结构, 用于使对准标记各标记分支的 +1 级光和 -1 级光均发生分束和偏折, 然后分别相干成像在参考光栅的子光栅上。对准时, 根据所扫描的标记分支, 有选择地使用对应的参考子光栅上信号。采用这种结构, 既能保留了小光斑照明技术引入噪声小, 对准精度高的优点, 又解决了参考子光栅兼容性所带来的问题。



1. 一种用于光刻设备的对准系统,包括:
提供对准照明光束的光源与照明模块;
对对准标记进行成像的成像模块;
参考光栅;
采集透过参考光栅的光强信号并进行处理的信号采集处理模块;
承载其上具有对准标记的硅片的运动台;
采集承载硅片的运动台的位置信息,并与对准操作与管理模块进行同步谈判,规划运动轨迹,控制运动台运动的位置采集与运动控制模块;
和接收信号采集处理模块和位置采集与运动控制模块的信号的对准操作与管理模块,
其特征在于:
所述成像模块具有分束偏折结构,用于使对准标记各标记分支的 +1 级光分束后的两束光中的一束光和各标记分支的 -1 级光分束后的两束光中的一束光发生偏折,然后相干成像在参考光栅的子光栅上。
2. 根据权利要求 1 所述的对准系统,其特征在于:所述照明光束的尺寸小于标记分支尺寸。
3. 根据权利要求 2 所述的对准系统,其特征在于:所述分束偏折结构包括各自独立的分束器和偏折器。
4. 根据权利要求 3 所述的对准系统,其特征在于:所述分束器放置于成像模块的频谱面各标记分支 ± 1 级衍射光的光路通过的位置处。
5. 根据权利要求 3 所述的对准系统,其特征在于:所述分束器为半透半反射面和全反射面组合的形式,光束通过半透半反射面后,一部分透过该面出射,另一部分被反射至全反射面后由全反射面反射并出射。
6. 根据权利要求 1-5 中任意一个所述的对准系统,其特征在于:所分成的两束光的能量之比为 1:1。
7. 根据权利要求 3-5 中任意一个所述的对准系统,其特征在于:所述偏折器为楔板组结构或微透镜阵列或反射镜的组合。
8. 根据权利要求 1 所述的对准系统,其特征在于:所述光强信号仅采用与被照射标记线宽、方向均一致的参考子光栅上获得的信号。

基于分束偏折结构的小光斑离轴对准系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光刻领域,特别涉及一种用于光刻装置的基于分束偏折结构的小光斑离轴对准系统。

背景技术

[0002] 在半导体 IC 集成电路制造过程中,一个完整的芯片通常需要经过多次光刻曝光才能制作完成。除了第一次光刻外,其余层次的光刻在曝光前都要将该层次的图形与以前层次曝光留下的图形进行精确定位,这样才能保证每一层图形之间有正确的相对位置,即套刻精度。通常情况下,套刻精度为光刻机分辨率指标的 $1/3 \sim 1/5$,对于 100 纳米的光刻机而言,套刻精度指标要求小于 35nm。套刻精度是投影光刻机的主要技术指标之一,而掩模与硅片之间的对准精度是影响套刻精度的关键因素。当特征尺寸 CD 要求更小时,对套刻精度的要求以及由此产生的对准精度的要求变得更加严格,如 90nm 的 CD 尺寸要求 10nm 或更小的对准精度。

[0003] 掩模与硅片之间的对准可采用掩模(同轴)对准+硅片(离轴)对准的方式,即以工件台运动台基准板标记为桥梁,建立掩模标记和硅片标记之间的位置关系。对准的基本过程为:首先通过掩模对准系统,实现掩模标记与运动台基准板标记之间的对准,然后利用硅片对准系统,完成硅片标记与工件台运动台基准板标记之间的对准,进而间接实现硅片标记与掩模标记之间对准。

[0004] 中国专利 CN03164859.2 和美国专利 US. 6, 297, 876 B1 公布了一种硅片(离轴)对准系统。该对准系统采用包含两个不同线宽子光栅的对准标记(如 8.0 微米和 8.8 微米),通过探测两个子光栅的 ± 1 级光干涉像透过对应参考子光栅的光强信号,确定标记的粗对准位置。同时,对于 8.0 微米子光栅的高级光,采用楔板组分离技术,使得高级次光发生折转,成像在参考光栅不同的位置,亦即对应的参考子光栅上面,如图 1 所示。进而利用高级光信号,确定标记在粗对准基础上的精对准位置。在该技术方案中,照明光斑是完全覆盖标记的各个分支的,如图 2 所示(通常为 700 微米左右)。4 个标记分支的 ± 1 级光无需偏折,就能够成像在参考光栅中心的各自对应的参考子光栅上。然而,照明光斑越大,越容易引入更多的噪声,影响对准的重复精度。如采用小光斑照明技术(照明光斑直径为 60 微米左右,如图 3 所示),对标记离焦和倾斜的敏感度可降低 5 倍,探测动态范围能提高 10 倍,标记的对准重复精度理论可达 1.5nm,如 ASML 公司 65nm 技术节点的光刻机即采用了该离轴对准技术。关于小光斑对准系统,可参考文献《Advances in Phase-Grating-Based Wafer Alignment Systems》(Proc. of SPIE, 2005, Vol. 5752:948-960)。

[0005] 采用小光斑照明时,由于照明光斑不能完全覆盖所有的标记分支,一次对准只能扫描一个分支,需要通过多次扫描来实现标记的粗对准和精对准。例如,如第一次扫描 8.8-x 向标记分支,获得 8.8-x 向的 1 级光信号;第二次扫描 8.0-x 向标记分支,获得 8.0- 的 1 级和高级光信号;然后利用两次获得的 1 级光信号,获得粗对准位置;进而利用 8.0-x 向高级光信号确定精对准位置。具体的信号处理原理和对准位置计算方法,可参考

在先专利 CN200810033263. 7、CN200710045495. X、CN200710044153. 6、CN200710044152. 1、CN200810035115. 9、CN200810040234. 3、CN200910052799. 8、CN200910047030. 7、CN200910194853. 2、200910055927. 4, 这里作为公知技术引入。

[0006] 同样, 当采用小光斑照明时, 由于照明光斑不能完全覆盖所有的标记分支, 照射任一个标记分支都将成像在参考光栅中心位置 (专利 CN03164859. 2 和美国专利 US. 6, 297, 876 B1 的技术方案中, 照明光轴与成像光轴是重合的, 如图 3 所示), 即 $8.0-x-1$ 、 $8.0-y-1$ 、 $8.8-x-1$ 和 $8.8-y-1$ 都成像在同一个位置。此时, 参考光栅中心位置处的参考子光栅必须兼容上述 4 种成像。ASML 采用了如图 4 所示的解决办法, 参考光栅设计为菱形, 菱形的对角线长为 8.4 微米, 即 8.0 微米与 8.8 微米的折中考虑。采用该方法, 无论是 X 方向对准扫描或是 Y 方向对准扫描, 无论是 8.0 微米或 8.8 微米的标记分支的 ± 1 光干涉成像, 该参考子光栅上均可兼容。采用图 4 所示的方法, 虽然实现了 4 种标记分支成像的兼容, 但降低了透过参考光栅的信号的对比度 (相比条纹状参考子光栅, 参见专利 CN03164859. 2 和美国专利 US. 6, 297, 876 B1)。同时, 参考光栅本质是对成像进行信号调制, 要求参考光栅的周期与投影在其上的标记的干涉成像的周期一致, 才能保证调制后获得良好的对准信号。采用图 4 方案, 参考光栅的周期与标记所成像的周期显然是不一致的 (8.0 标记分支 ± 1 成像周期为 8.0 微米, 8.8 标记分支 ± 1 级光成像周期为 8.8 微米, 而参考光栅为 8.4 微米), 这将导致信号的变形, 影响信号的精度, 带来对准误差。

[0007] 本发明中, 采用对各标记分支的 +1 级光和 -1 级光进行分束和偏折的方法, 使其成像在各参考子光栅上, 而不是成像在同一个位置。对准时, 根据所扫描的标记分支, 有选择地使用对应的参考子光栅上信号。采用该方法, 既能保留了小光斑照明技术引入噪声小, 对准精度高的优点, 又解决了参考子光栅兼容性所带来的问题。

[0008] 在本发明中, 所用的术语“对应参考子光栅”或“对应的参考子光栅”约定为: 与被照明标记分支所成像的方向、周期均一致的参考子光栅, 例如 $8.8-x$ 的 ± 1 级光成像的周期为 8.8 微米、方向为 X 向, 那么它所对应的参考子光栅即为 $R8.8-x-1st$ 。

发明内容

[0009] 本发明提出了一种用于光刻设备的对准系统, 包括: 提供对准照明光束的光源与照明模块; 对对准标记进行成像的成像模块; 参考光栅; 采集透过参考光栅的光强信号并进行处理的信号采集处理模块; 承载其上具有对准标记的硅片的运动台; 采集承载硅片的工件台的位置信息, 并与对准操作与管理模块进行同步谈判, 规划运动轨迹, 控制运动台的运动的位置采集与运动控制模块; 和接收信号采集处理模块和位置采集与运动控制模块的信号的对准操作与管理模块; 其中, 成像模块具有分束偏折结构, 用于使对准标记各标记分支的 +1 级光和 -1 级光均发生分束和偏折, 然后分别相干成像在参考光栅的子光栅上。

[0010] 其中, 所述照明光束的尺寸小于标记分支尺寸。

[0011] 其中, 所述分束偏折结构包括各自独立的分束器和偏折器。

[0012] 其中, 所述分束器放置于成像模块的频谱面各标记分支 ± 1 光路通过的位置处。

[0013] 其中, 所述分束器为半透半反射面和全反射面组合的形式, 光束通过半透半反射面后, 一部分透过该面出射, 另一部分被反射至全反射面后由全反射面反射并出射。

[0014] 其中, 所分成的两束光的能量之比为 1:1。

[0015] 其中,所述偏折器为楔板组结构、微透镜阵列或反射镜组合。

[0016] 其中,光强信号仅采用与被照射标记线宽、方向均一致的参考子光栅上获得的信号。

[0017] 本发明中,利用分束偏折结构,使得各标记分支的+1级光和-1级光发生分束和偏折,然后分别相干成像在参考光栅的子光栅上。对准时,根据所扫描的标记分支,有选择地使用对应的参考子光栅上信号。采用该技术方案,既能保留了小光斑照明技术引入噪声小,对准精度高的优点,又解决了参考子光栅兼容性所带来的问题。

附图说明

[0018] 关于本发明的优点与精神可以通过以下的发明详述及所附图式得到进一步的了解。

[0019] 图1所示为现有技术所用的对准方案的结构图;

[0020] 图2所示为现有技术所用的照明光斑;

[0021] 图3所示为现有技术采用小光斑技术时的照明光斑;

[0022] 图4所示为针对小光斑照明,现有技术采用的解决方案;

[0023] 图5所示本发明所采用的对准系统的结构框图;

[0024] 图6所示为本发明所用的小光斑离轴对准系统的结构示意图;

[0025] 图7所示为对准衍射光斑光瞳面的分布示意图;

[0026] 图8所示为本发明所用的一个分束装置。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施例。

[0028] 图5所示为根据本发明所采用的对准系统的结构框图,该对准系统包括:光源与照明模块1、成像模块2、参考光栅3、信号采集与处理模块4、对准标记5、运动台7、位置采集与运动控制模块8、对准操作与管理模块9。其中,光源与照明模块1提供照明光束照射到设置于硅片6上的对准标记5上,形成携带标记信息的衍射光,衍射光通过成像模块2成像到参考光栅3的表面上。位置采集与运动控制模块8采集承载硅片6的运动台7的位置信息,并采用同步控制的方法,与对准操作与管理模块9进行同步谈判,规划运动轨迹,控制运动台7的运动,同时,位置采集与运动控制模块8采集运动台7位置信息,并对这些位置信息进行处理后,传输到对准操作与管理模块9。运动台7的运动使得对准标记5所成的像扫描参考光栅3并产生光强信号。信号采集与处理模块4采集光强信号,并对这些光强信息进行处理后,传输到对准操作与管理模块9。对准操作与管理模块9综合来自多个参考光栅的子光栅的光强信号和用以对准的位置信息,计算求取硅片6上的对准标记的对准位置。

[0029] 图6所示为根据本发明的小光斑离轴对准系统的结构示意图。其中,在成像模块中包含有分束偏折结构,该偏折结构包括分束器和偏折器。分束器使得被照射的标记分支的+1级光和-1级光均发生分束。分束后的子光束经过偏折器,相互干涉成像在参考子光栅上。具体地,8.0/8.8-x(+1)通过分束器200,分成两束光8.0/8.8-x(+1)'和8.0/8.8-x(+1)''。然后通过偏折器300,与8.0/8.8-x(-1)分出的两个子光束

8.0/8.8-x(-1)' 和 8.0/8.8-x(-1)'' 干涉成像,并分别成像在参考子光栅 R8.0-x-1st 和 R8.8-x-1st 上。可以选择 8.0/8.8-x(+1)' 与 8.0/8.8-x(-1)'' 发生干涉的结构设计,也可以采用 8.0/8.8-x(+1)' 与 8.0/8.8-x(-1)' 发生干涉的结构设计,均属于本发明的范围之内。在图 6 中,符号“8.0/8.8-x(+1)”不代表 8.8-x(+1) 和 8.0-x(+1) 同时存在,仅表示二者光路接近,因而在本发明中作为在同一光路中考虑。由于是小光斑照明,只能照射在一个标记分支上,当照射 8.0-x 标记分支时,不存在 8.8-x(+1),只有 8.0-x(+1)。当照射 8.0-y 或 8.8-y 标记分支时,衍射光束在垂直在纸面的平面内(图中未示出),其分束和偏折原理与结构同 8.0-x 或 8.8-x 标记分支。

[0030] 本质上,在该对准系统的光瞳面上(图 1 中的 F-F 面),经过空间滤波器后(图 1 中未示出,在 F-F 面处,可参考专利 CN03164859.2 和美国专利 US.6,297,876 B1),光斑的分布情况如图 7 所示。由于 8.0 标记分支和 8.8 标记分支的 ± 1 级光衍射角接近(以 633 纳米照明波长为例,8.0 标记分支 1 级光的衍射角为 22.41 度,8.8 标记分支 1 级光的衍射角为 21.07 度),而光刻机的空间结构又限制了 4f 系统的前组透镜焦距长度,导致 8.0 标记分支的 1 级光和 8.8 标记分支 1 级光在光瞳面上难以分开。由于二者距离很接近,难以设计一种结构,使得 8.0 和 8.8 标记分支的 1 级光各自偏折到对对应周期的参考子光栅上。因此采用分束方法,不对 8.0 和 8.8 标记分支的 1 级光进行区分,而将它们均分束偏折到 R8.0-1st 和 R8.8-1st 参考子光栅上。分束器 200 可以设计为 4 个,分别放置在频谱面上 8.0/8.8-x(+1)、8.0/8.8-x(-1)、8.0/8.8-y(+1) 和 8.0/8.8-y(-1) 光路通过的位置。也可以设计为 1 个整体或其它组合形式,实现上述 4 光路的分束。具体形式将根据设计需要进行调整。

[0031] 对准时,光强信号仅采用与被照射标记的所成像的周期、方向均一致的参考子光栅上获得的信号,该信号将被用于最终的对准拟合。以 X 向扫描为例,当光斑照射 8.0-x 标记分支时,在 R8.0-x-1st 和 R8.8-x-1st 参考子光栅后均获得得信号,此时采用来源于 R8.0-x-1st 参考子光栅的信号用作粗对准,而来源于 R8.8-x-1st 参考子光栅的信号被抛弃不用,或者仅用作参考验证。同理,Y 向扫描或对角线扫描信号的取舍方式也类似。相比于菱形光栅的方式,采用的信号的质量更好,可获得的对准精度将会更高。

[0032] 所述的分束器 200 可采用半透半反射面(镜)与全反射(面)组合的方式,以实现一束光被分束成两束。具体地,可采用如图 8 所示的结构,C1 为半透半反射面,C2 为全反射面。分束器输出的两束光的能量可以根据需要进行设置,较好的选择可采用各分 50% 能量。由于标记衍射的 1 级光的能量最强,分束后的信号质量依然可以很好。偏折器 300 可采用楔板组结构,也可以采用其他的光学结构,如微透镜阵列、反射镜组合等。

[0033] 本发明并不局限于上述实施方式,例如,光束可以先分束后偏折,也可先偏折后分束;分束器和偏折器可采用分离式的结构,也可以采用组合结构。

[0034] 本说明书中所述的只是本发明的较佳具体实施例,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对本发明的限制。凡本领域技术人员依本发明的构思通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在本发明的范围之内。

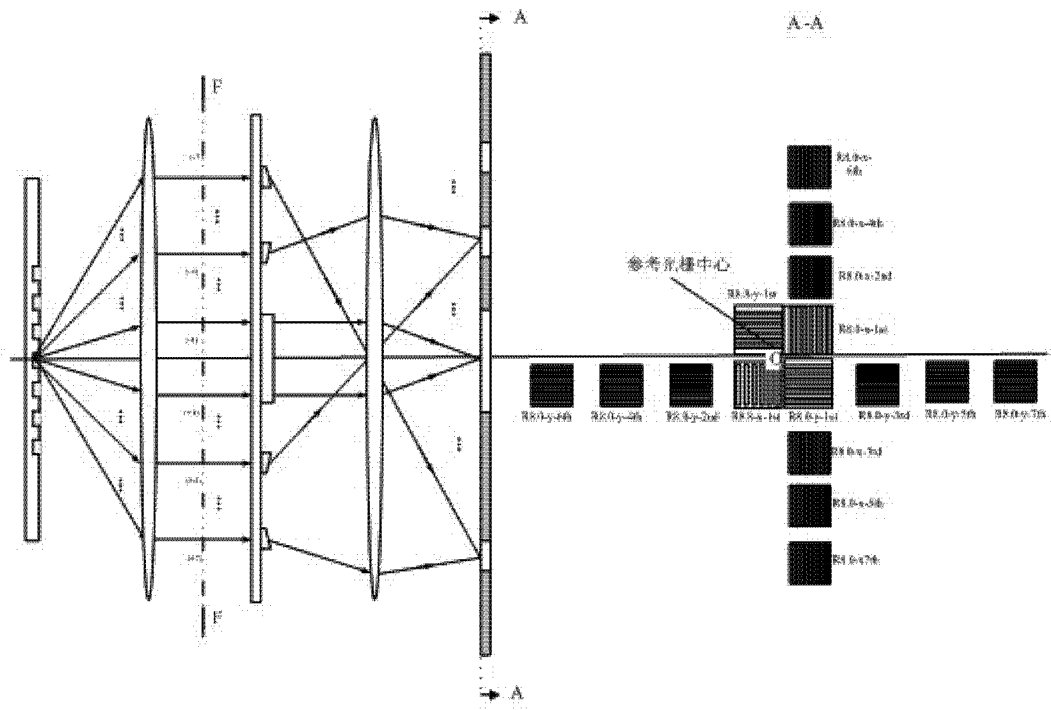


图 1

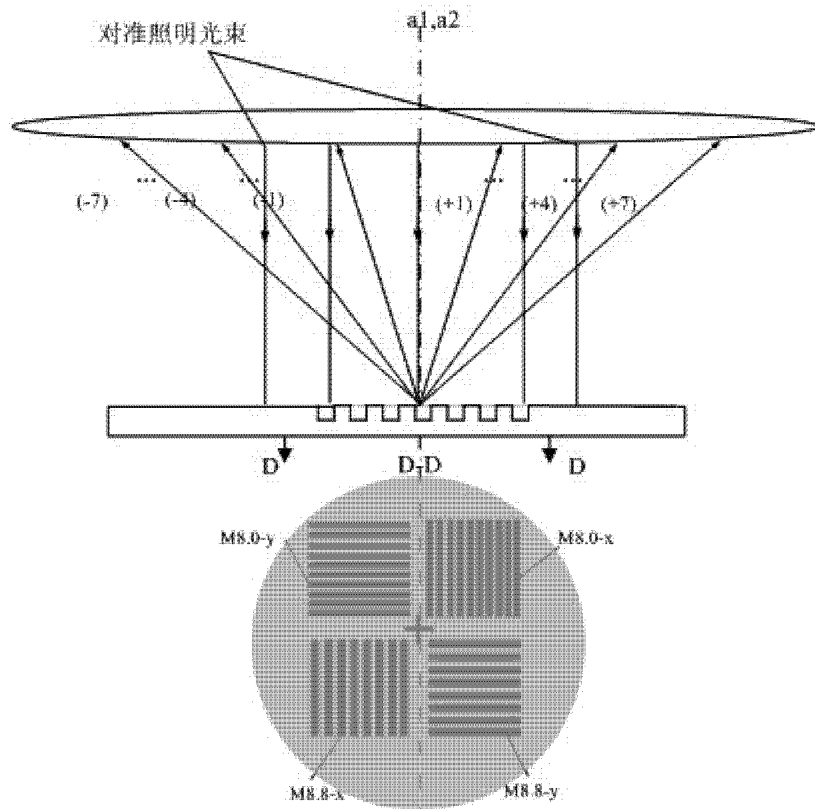


图 2

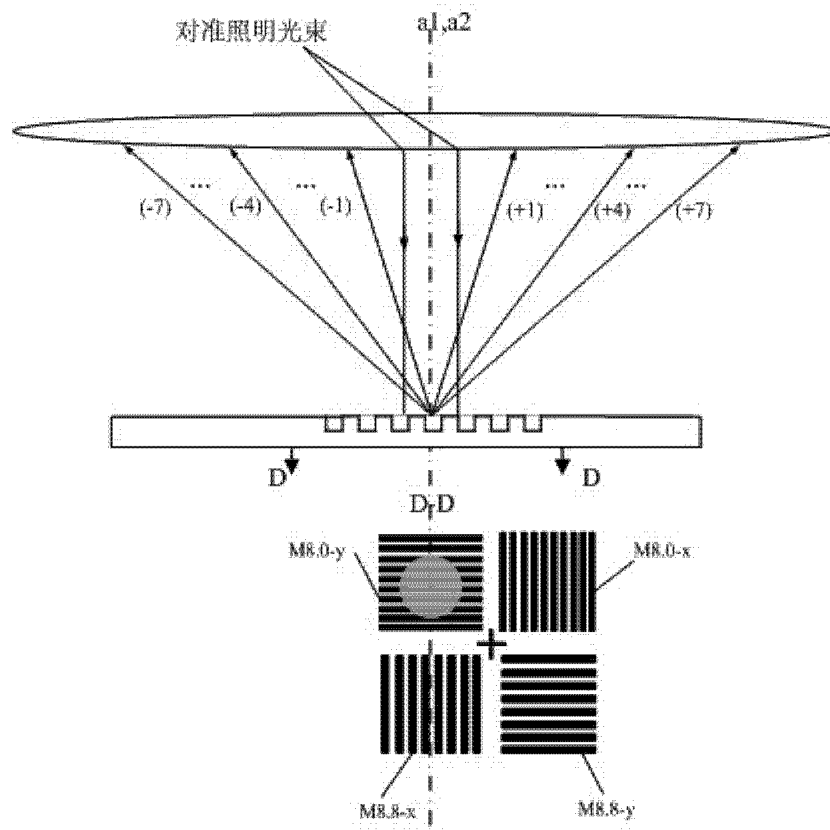


图 3

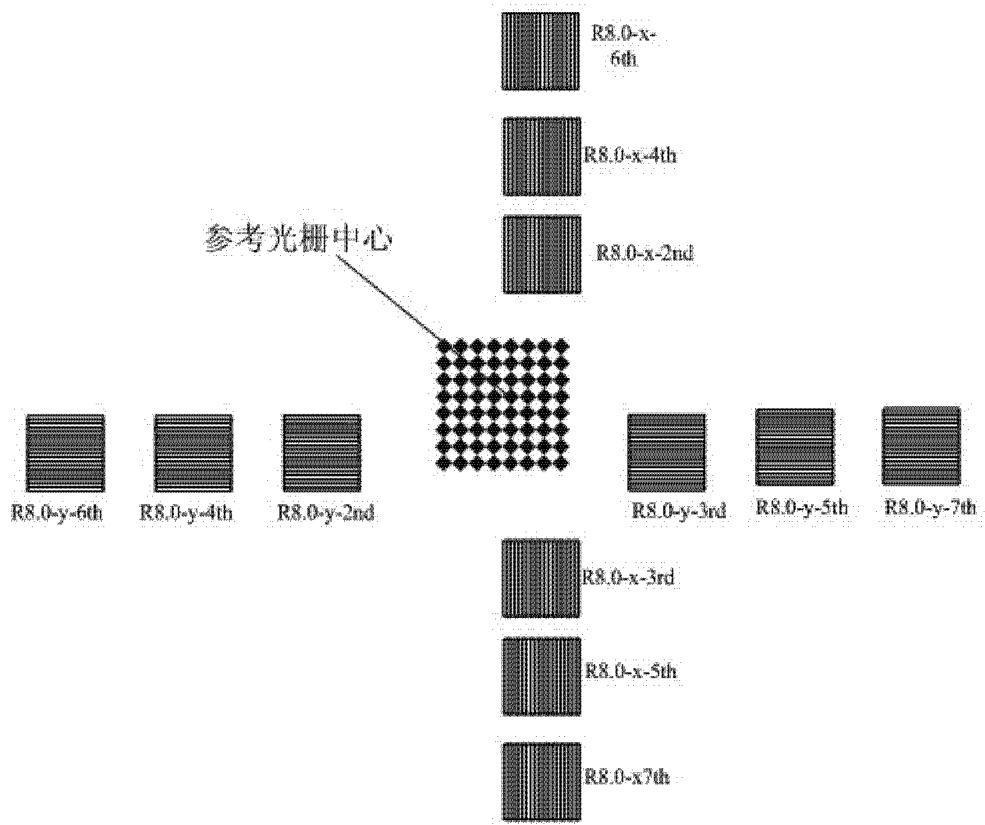


图 4

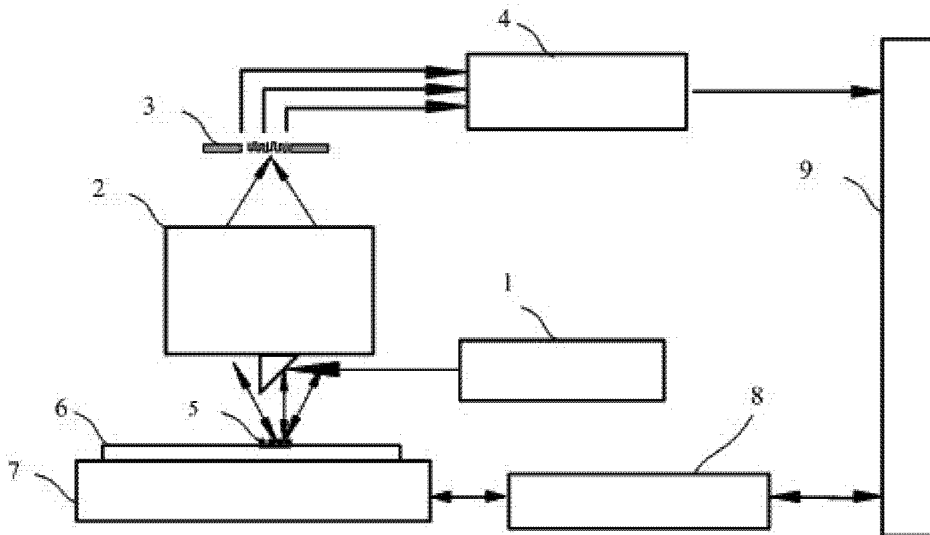


图 5

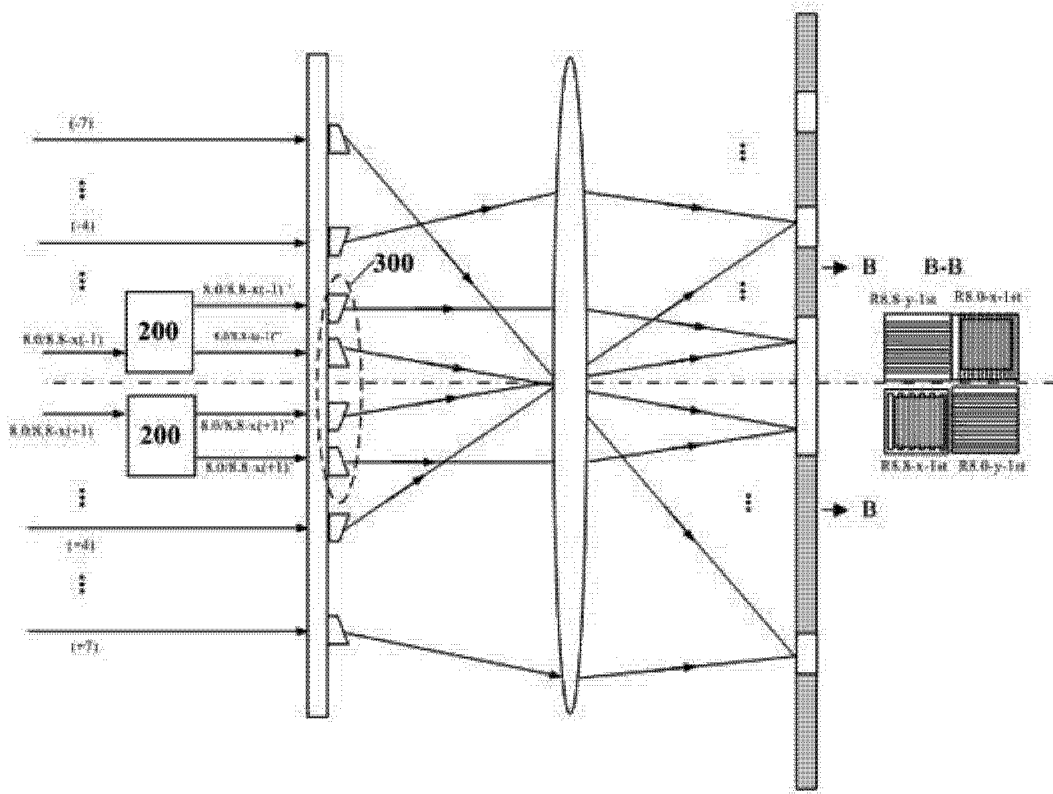


图 6

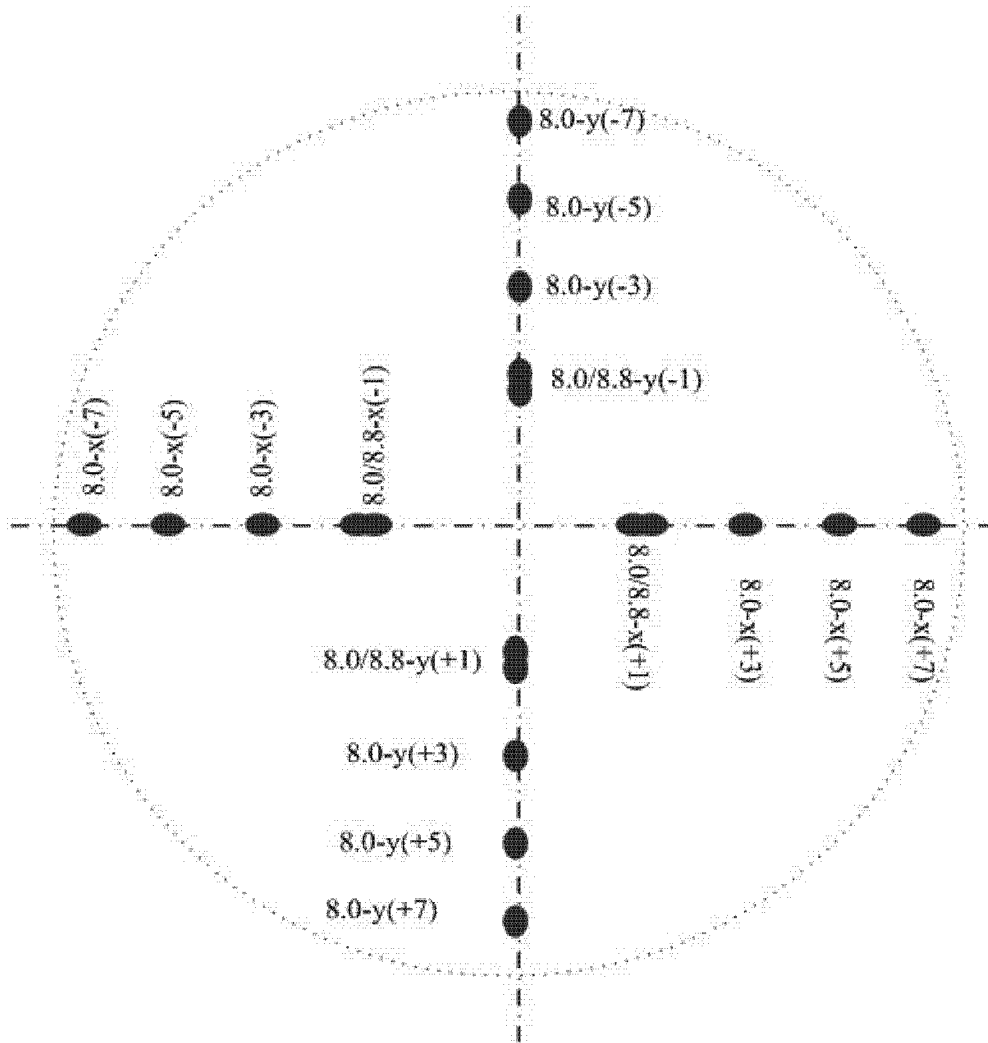


图 7

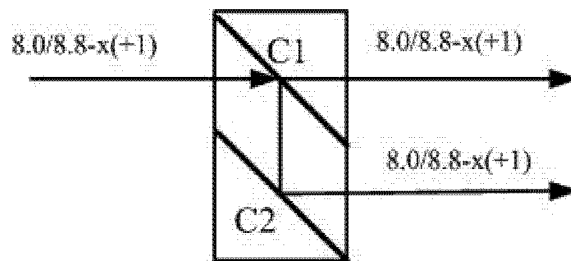


图 8