(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105408721 B
(45)授权公告日 2020.01.10

(21)申请号 201480041321.4

(22)申请日 2014.06.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105408721 A

(43)申请公布日 2016.03.16

(30)优先权数据
61/840,339 2013.06.27 US
61/916,018 2013.12.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.01.21

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/044440 2014.06.26

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/210381 EN 2014.12.31

(73)专利权人 科磊股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 依兰·阿米特 巴瑞·罗维斯凯
安德鲁·希尔 阿姆农·玛纳森
努里尔·阿米尔
弗拉基米尔·莱温斯基
罗伊·弗克维奇

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 张世俊

(51)Int.Cl.
G01B 11/00(2006.01)
G01B 11/24(2006.01)
G01N 21/88(2006.01)
H01L 21/66(2006.01)

(56)对比文件
US 6023338 A,2000.02.08,说明书摘要、说明书第3-5栏、第8栏、第10-11栏、第16栏、第21栏及图1A-10B.
CN 101416043 A,2009.04.22,全文.
US 2010/0330469 A1,2010.12.30,权利要求19、33、34,说明书第[0027]-[0029]段、第[0031]段、第[0047]段及图2、3c、图4.
CN 1632518 A,2004.09.29,全文.
CN 101458464 A,2009.06.17,全文.

审查员 王书伦

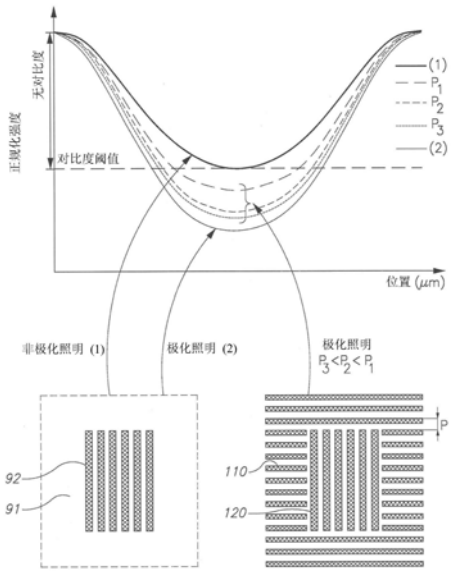
权利要求书4页 说明书8页 附图26页

(54)发明名称

计量学目标的极化测量及对应的目标设计

(57)摘要

本发明提供目标、目标元件及目标设计方法,其包括将目标结构设计为具有相对于其在极化光中的背景的高于特定对比度阈值的高对比度,同时具有相对于其在非极化光中的背景的低于所述特定对比度阈值的低对比度。所述目标可具有装置特征级的细节且可与装置设计规则兼容,在结合极化照明测量时仍维持光学对比度且因此被有效用作计量学目标。同样提供设计变型及相应测量光学系统。



CN 105408721 B

1.一种形成计量学目标元件的方法,其包括:

形成分段背景区域以包括第一分段方向及第一间距,及

形成分段目标结构以包括垂直于所述第一分段方向的第二分段方向及第二间距,

其中所述分段背景区域及所述分段目标结构经形成,以使得所述第一间距或所述第二间距中的至少一者在极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第一对比度,及在非极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第二对比度,其中所述第一对比度高于特定对比度阈值,且所述第二对比度低于所述特定对比度阈值,

其中所述目标结构及所述背景区域在单个层中形成,

其中所述分段目标结构的区域及所述分段背景区域的区域经组合以填充所述计量学目标元件的区域,

其中所述分段目标结构的多个侧壁角指示沿着所述分段目标结构及所述分段背景区域之间的边界,在所述分段目标结构及所述分段背景区域之间测量的多个距离,其中所述多个侧壁角之间的变化指示所述计量学目标元件的一或多个特征。

2.根据权利要求1所述的方法,其中当使用经选定的极化光照明时,所述分段目标结构的一或多个分段特征及所述分段背景区域的一或多个分段特征提供所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的经选定的对比度水平。

3.根据权利要求2所述的方法,其中当使用经选定的极化光照明时,所述分段目标结构的所述一或多个分段特征与所述分段背景区域的所述一或多个分段特征之间的差提供所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的所述经选定的对比度水平。

4.根据权利要求1所述的方法,其中所述分段背景区域形成在所述分段目标结构内。

5.根据权利要求1所述的方法,其中所述分段背景区域与所述分段目标结构分隔开经选定的距离。

6.根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

在所述分段目标结构的区域中形成一或多个额外层,以维持或增强所述分段目标结构相对于所述分段背景区域的对比度,其中在所述区域中的所述一或多个额外层包括分段目标结构及分段背景区域,其中所述分段目标结构及所述分段背景区域在不同层中重叠。

7.一种计量学目标,其包括:

具有第一分段方向的分段目标结构及第一间距;及

具有垂直于所述第一分段方向的第二分段方向的分段背景区域及第二间距,

其中所述第一间距或所述第二间距中的至少一者在极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第一对比度,及在非极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第二对比度,其中所述第一对比度高于特定对比度阈值,且所述第二对比度低于所述特定对比度阈值,

其中所述分段目标结构及所述分段背景区域在单个层中形成,

其中所述分段目标结构的区域及所述分段背景区域的区域经组合以大体上填充所述计量学目标元件的区域,

其中所述分段目标结构的多个侧壁角指示沿着所述分段目标结构及所述分段背景区域之间的边界,在所述分段目标结构及所述分段背景区域之间测量的多个距离,其中所述

多个侧壁角之间的变化指示所述计量学目标元件的一或多个特征。

8.根据权利要求7所述的目标，其中当使用经选定的极化光照明时，所述分段目标结构的一或多个分段特征及所述分段背景区域的一或多个分段特征提供在所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的经选定的对比度水平。

9.根据权利要求8所述的目标，其中当使用经选定的极化光照明时，所述分段目标结构的所述一或多个分段特征与所述分段背景区域的所述一或多个分段特征之间的差提供所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的所述经选定的对比度水平。

10.根据权利要求9所述的目标，其中所述分段目标结构的所述一或多个分段特征或所述分段背景区域的所述一或多个分段特征中的至少一者包括：

分段间距、区段的临界尺寸、分段方向或分段图案中的至少一者。

11.根据权利要求7所述的目标，其中所述分段背景区域形成在所述分段目标结构内。

12.根据权利要求7所述的目标，其中所述分段背景区域与所述分段目标结构分隔开经选定的距离。

13.根据权利要求7所述的目标，其进一步包括：

所述分段目标结构的区域中的一或多个额外层，所述额外层用以维持或增强所述分段目标结构相对于所述分段背景区域的对比度，其中在所述区域中的所述一或多个额外层包括分段目标结构及分段背景区域，其中所述分段目标结构及所述分段背景区域在不同层中重叠。

14.一种测量计量学目标元件的方法，其包括：

使用经选定的极化照明来照明所述计量学目标元件，所述计量学目标元件包括具有第一分段方向的分段目标结构、具有垂直于所述第一分段方向的第二分段方向的分段背景区域，及所述分段目标结构的侧壁角，其中所述目标结构及所述背景区域在单个层中形成，其中所述分段目标结构的区域及所述分段背景区域的区域经组合以大体上填充所述计量学目标元件的区域，其中所述分段背景区域的分段间距或所述分段目标结构的分段间距中的至少一者在极化光下为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第一对比度，及在非极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第二对比度，其中所述第一对比度高于特定对比度阈值，且所述第二对比度低于所述特定对比度阈值，其中所述分段目标结构的多个侧壁角指示沿着所述分段目标结构及所述分段背景区域之间的边界，在所述分段目标结构及所述分段背景区域之间测量的多个距离，其中所述多个侧壁角之间的变化指示所述计量学目标元件的一或多个特征；及

测量从所述计量学目标元件反射的照明，其中经测量的所述照明为高于所述相对于所述分段背景区域的特定对比度阈值的极化光或低于所述相对于所述分段背景区域的特定对比度阈值的非极化光中的至少一者。

15.根据权利要求14所述的方法，其中当使用经选定的极化光照明时，所述分段目标结构的一或多个分段特征及所述分段背景区域的一或多个分段特征提供所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的经选定的对比度水平。

16.根据权利要求15所述的方法，其中当使用经选定的极化光照明时，所述分段目标结构的所述一或多个分段特征与所述分段背景区域的所述一或多个分段特征之间的差提供所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的所述经选定的对比度水平。

17.根据权利要求16所述的方法，其中所述分段目标结构的所述一或多个分段特征或所述分段背景区域的所述一或多个分段特征中的至少一者包括：

分段间距、区段的临界尺寸、分段方向或分段图案中的至少一者。

18.根据权利要求15所述的方法，其中所述分段背景区域在一或多个额外层形成在所述分段目标结构内以使得所述分段背景区域重叠所述分段目标结构。

19.根据权利要求15所述的方法，其中所述分段背景区域与所述分段目标结构分隔开经选定的距离。

20.根据权利要求15所述的方法，其中使用经选定的极化照明来对所述计量学目标元件进行所述照明包括：

使用线性极化、圆形极化、s极化或p极化中的至少一者的照明来对所述计量学目标元件进行照明。

21.根据权利要求15所述的方法，其中使用经选定的极化照明来对所述计量学目标元件进行所述照明包括：

使用具有经调制的极化照明来对所述计量学目标元件进行照明。

22.根据权利要求15所述的方法，所述测量从所述计量学目标元件反射的照明包括：

在从经反射的所述照明移除一或多个零阶衍射图案后，测量来自所述经反射的所述照明的一或多个一阶衍射图案。

23.一种用于测量计量学目标元件的装置，其包括：

用于产生照明的光源；

光学元件组，其经配置以修改来自所述光源的所述照明以形成经选定的极化照明，其中所述光学元件组经配置以将所述经选定的极化照明导向至计量学目标元件，其中所述光学元件组经配置以收集从所述计量学目标元件反射的照明，

其中所述计量学目标元件包括具有第一分段方向及第一间距的分段目标结构，及具有垂直于所述第一分段方向的第二分段方向及第二间距的分段背景区域，其中所述目标结构及所述背景区域在单个层中形成，其中所述分段目标结构的区域及所述分段背景区域的区域经组合以大体上填充所述计量学目标元件的区域，其中所述分段背景区域及所述分段目标结构经形成，以使得所述第一间距或所述第二间距中的至少一者在极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第一对比度，及在非极化光中为所述分段目标结构提供相对于所述分段背景区域的第二对比度，其中所述第一对比度高于特定对比度阈值，且所述第二对比度低于所述特定对比度阈值，其中所述分段目标结构的多个侧壁角指示沿着所述分段目标结构及所述分段背景区域之间的边界，在所述分段目标结构及所述分段背景区域之间测量的多个距离，其中所述多个侧壁角之间的变化指示所述计量学目标元件的一或多个特征；及

检测器，其用于测量从所述计量学目标元件反射的所述照明。

24.根据权利要求23所述的装置，其中当使用经选定的极化光照明时，所述分段目标结构的一或多个分段特征及所述分段背景区域的一或多个分段特征提供所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的经选定的对比度水平。

25.根据权利要求24所述的装置，其中当使用经选定的极化光照明时，所述分段目标结构的所述一或多个分段特征与所述分段背景区域的所述一或多个分段特征之间的差提供

所述分段目标结构与所述分段背景区域之间的所述经选定的对比度水平。

26.根据权利要求25所述的装置，其中所述分段目标结构的所述一或多个分段特征或所述分段背景区域的所述一或多个分段特征中的至少一者包括：

分段间距、区段的临界尺寸、分段方向或分段图案中的至少一者。

27.根据权利要求23所述的装置，其中所述分段背景区域在一或多个额外层形成在所述分段目标结构内以使得所述分段背景区域重叠所述分段目标结构。

28.根据权利要求23所述的装置，其中所述分段背景区域与所述分段目标结构分隔开经选定的距离。

29.根据权利要求23所述的装置，其中所述经选定的极化包括：

线性极化、圆形极化、s极化或p极化中的至少一者。

30.根据权利要求23所述的装置，其中所述经选定的极化包括：

经调制的极化。

计量学目标的极化测量及对应的目标设计

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张2013年6月27日申请的第61/840,339号及2013年12月13日申请的第61/916,018号美国临时专利申请案的权益,其全文以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及计量学的领域,且更特定地说涉及计量学目标。

背景技术

[0004] 计量学目标经设计以实现参数的测量,所述参数指示晶片制作步骤的质量且量化晶片上的结构的设计与实施之间的对应性。作为特定结构的计量学目标优化针对装置类似性及光学可测量性的要求。目标与半导体制造设计规则的相符促进目标的准确制作但可减小目标的光学可测量性。

发明内容

[0005] 本发明的一方面提供一种方法,其包括将目标结构设计为具有相对于其在极化光中的背景的高于特定对比度阈值的高对比度,同时具有相对于其在非极化光中的背景的低于特定对比度阈值的低对比度。

[0006] 本发明的此类、额外及/或其它方面及/或优点阐述在下文详细描述中;可能可从详细描述中推断;及/或可通过本发明的实践学习。

附图说明

[0007] 为了更好地了解本发明的实施例及为了展示其可如何实施,现将单纯举例来参考附图,其中全文中相同数字指示相应元件或区段。

[0008] 在附图中:

[0009] 图1A及1B是根据现有技术的目标元件的高级示意图。

[0010] 图2是根据本发明的一些实施例的目标结构及其背景(作为计量学目标元件的部分)的高级示意图。

[0011] 图3A到3C是根据本发明的一些实施例的经设计以在极化照明中具有对比度的目标的高级示意图。

[0012] 图4A及4B是根据本发明的一些实施例的目标中的分段修改的高级示意图。

[0013] 图4C是根据本发明的一些实施例的在极化光及非极化光中的连续及分段背景上的分段目标结构的测量的模拟结果的示意图,其说明前者的好得多的对比度。

[0014] 图5A到5F是根据本发明的一些实施例的通过利用由极化光的测量而维持对比度的工艺兼容目标设计的高级示意图。

[0015] 图6A到6M是根据本发明的一些实施例的光学照明及测量系统的高级示意图。

[0016] 图7是根据本发明的一些实施例的说明一种方法的高级流程图。

具体实施方式

[0017] 在阐述详细描述之前，阐述将在下文中使用的特定术语的定义可能有帮助。

[0018] 如在本申请案中使用的术语“计量学目标”或“目标”被定义为设计或制作在晶片上用于计量学目的的结构。计量学目标的非限制性实例是成像目标，例如AIM(高级成像计量学)、BiB(框中框)、AIMid及BLOSSOM及其对应变型及替代；及散射测量目标，例如SCOL(散射测量覆盖)及其对应变型及替代。术语“目标元件”在本申请案中用于指完整目标的部分，其根据所揭示的原理设计。因此，任意目标元件可即刻用于设计完整目标；因此，目标在本申请案中相对于其目标元件设计引用且可与其互换。

[0019] 如本申请案中使用的术语“目标结构”被定义为计量学目标中的特征，例如个别目标区域或框、栅条等。目标结构可为满或空的(间隙)且还可分段，即可包括多个较小特征，其累积地构成目标结构。目标及/或周期性结构被称作包括目标结构，每一“目标结构”作为将与其背景区分的目标的特征，“背景”是邻近相同层或不同层上的目标结构的晶片区域(高于或低于目标结构)。如在本申请案中使用的术语“层”被定义为在光刻工艺中在其任意步骤中使用的任意层。如在本申请案中使用的术语“连续结构”、“空区域”或“满条”被定义为连续目标结构，例如具有相对于典型装置特征较大的尺寸的空区域或满条。虽然绝大多数描述涉及空背景区域而非满背景区域，但是应明确注意，类似设计原理适用于满背景且分别设计的目标同样是所揭示发明的部分。

[0020] 如在本申请案中使用的术语“计量学测量”或“测量”被定义为用于从计量学目标提取信息的任意计量学测量程序。例如，计量学测量可为目标的成像或目标的散射测量。计量学测量的非限制性实例包含覆盖测量(成像或散射测量)、临界尺寸(CD)测量、聚焦及剂量测量等。如在本申请案中使用的术语“覆盖”被定义为层之间的移位，其包含不当分量(例如，归因于工艺不准确性)，所述不当分量可能导致制作不准确性且因此是计量学测量的目标。如本申请案中使用的术语“测量方向”是指沿着其测量目标结构的方向，例如，沿着其周期性结构是周期性的方向。例如，作为周期性结构的格栅的测量方向垂直于构成格栅的目标元件(例如，条或分段条)。

[0021] 现详细地具体参考图式，应强调的是所示的细节是举例而言且只为了说明性讨论本发明的优选实施例的目的且是为了据信是本发明的原理及概念方面的最有用及最易理解描述的描述的缘由而提出。在此方面，不试图展示比本发明的基本了解所需更详细的本发明的结构细节，其中结合图式进行的描述使所属领域技术人员了解可如何在实践中体现本发明的数种形式。

[0022] 在详细说明本发明的至少一个实施例之前，应了解本发明的应用不限于下文描述中阐述或图式中说明的构造细节及组件布置。本发明适用于其它实施例或可以各种方式实践或执行。此外，应了解本文中采用的措辞及术语是用于描述的目的且不得被视为限制。

[0023] 提供目标、目标元件及目标设计方法，其包括将目标结构设计为具有相对于其在极化光中的背景的高于特定对比度阈值的高对比度，同时具有相对于其在非极化光中的背景在的低于特定对比度阈值的低对比度。目标可具有装置特征级的细节且可与装置设计规则兼容，仍在结合极化照明测量时维持光学对比度且因此被有效用作计量学目标。同样提供设计变型及相应测量光学系统。虽然当前光学覆盖目标含有比装置大得多且因此遭受更多工艺损坏的特征，但是所揭示的目标从极化性质提供对比度，更工艺兼容且因此更准确

地展示装置覆盖。下文还描述用于改进对比度的额外技术。

[0024] 图1A及1B是根据现有技术的目标元件90的高级示意图。当前使用的目标结构92是连续的(满(图1A)或空(图1B))且在相干(或不相干)照明中相对于其背景91展现光学对比度以实现成像计量(例如,覆盖测量)。例如,图1A示意地说明前一层中的背景91上方的当前层中的目标结构92,其中目标元件92及背景91两者均是连续的。目标结构92可为主要由一种材料制成的区域,而背景91可为主要由不同材料制成的区域。在另一实例中,图1B将目标结构92示意说明为与背景91相同的层中的间隙,所述背景91是分段的。背景分段(被称作“虚设化”)经应用以使目标元件90更工艺兼容且分段通常以非解析方式执行,即,使用小间距(例如,50nm的量值)。由于当前使用的连续目标结构92的典型尺寸是1μm,工艺(例如蚀刻及抛光)易于引入工艺相关制作不准确,其使得对工艺非常敏感。此外,成像目标可能未正确表示装置(例如,所测量覆盖可能与实际覆盖不同)且甚至散射测量目标可能具有相对于实际装置特征太大的目标结构(例如,分别数百nm对数十nm)。在成像时,所需对比度由不同区域的“填充因子”的差所致,所述差是目标结构92与其背景91之间的反射差。因此,如果目标结构92经分段以克服工艺相关不准确,那么其相对于其背景91的对比度淡化且其无法用作目标。

[0025] 图2是根据本发明的一些实施例的目标结构110及其背景120(作为计量学目标元件100的部分)的高级示意图。与现有技术目标元件90相比,所揭示的计量学目标元件100包括分段目标结构110以及分段背景120且使用极化照明以在其之间区分,借此克服在引入分段时弱化对比度的问题。有利的是,所揭示的发明使用不同区域的极化活动的差而非反射性质的差。所揭示的设计原理可应用于任意设计计量学目标中的任意周期性或非周期性目标元件100。

[0026] 所揭示的计量学目标包括至少目标结构120,其经布置以具有相对于其在极化光中的背景110的高于特定对比度阈值的高对比度,同时具有相对于其在非极化光中的背景110的于特定对比度阈值的低对比度。特定对比度阈值是由所使用的光学设备给定或可通过依据目标规格调整光学设备而配置。例如,在图2中说明的实例中,目标元件100可用线性极化光照明,其具有平行于目标结构120的分段线的极化130。目标结构120与背景110之间的反射差是由极化照明与分段特征之间的相互作用及其相应方向对所测量信号的影响所致。例如,分段间距、区段的临界尺寸、分段方向及分段图案可在目标结构120与背景110之间变化。

[0027] 在某些实施例中,目标结构120包括垂直于目标元件100的背景特征的特征。可在目标结构120的分段特征与背景110之间设定其它角度。例如,任意元件及/或背景的分段可为对角的。在某些实施例中,不同极化更改图案可应用于目标结构120及背景110。照明极化无需为线性的,但是还可为任意其它指定特性(例如,圆形、经调制等),且分段特征可分别经调适以依实现区分目标结构120与背景110的方式产生改变照明极化的差。

[0028] 在某些实施例中,所公开发明允许按细微间距将目标结构120及背景110两者分段,所述细微间距可经选择以类似装置特征。此类目标100与现有技术目标相比更好地展示装置特征,因此提供更准确测量,且仍可使用极化照明精确测量,因此不像现有技术目标一样损及准确度及对比度。

[0029] 在某些实施例中,目标结构120与其相应背景110之间的边界区域上的分段线的末

端经制作以控制及增强极化照明中的目标结构120与背景110之间的对比度。在某些实施例中，目标结构120可与其背景特征分隔到指定程度(参见，例如下文图4B)。

[0030] 在某些实施例中，揭示目标100，其进一步包括目标结构100的区域中的额外层，以维持或增强目标结构120相对于其在极化光中的背景110的对比度。

[0031] 图3A到3C是根据本发明的一些实施例的经设计以在极化照明中具有对比度的目标100的高级示意图。从例如层140、150(分别前一层及当前层，参见图3A)中的条的目标结构开始，目标结构120及其背景110经分段(例如垂直)以在于极化照明中被照明时产生对比度。图3B示意说明实例，其中目标结构120及其背景110在前一层140中被分段，而当前层150中的背景110被保持未分段(其中目标结构120在当前层中分段)。图3C示意说明实例，其中目标结构120及其背景110在前一层140及当前层150两者中被分段。在图3C中，前一层140及当前层150被单独展示作为目标元件100的补充，其中层140、150叠加。前一层140处的目标结构120的区段142及前一层150处的目标结构120的区段152可具有相同或不同尺寸及特性(如间距、末端配置等)。前一层140处的背景110的区段141及前一层150处的背景110的区段152可具有相同或不同尺寸及特性(如间距、末端配置等)。此外，沿不同测量方向(例如，x及y)的分段可具有不同特性。

[0032] 在某些实施例中，目标100的一(或更高)阶衍射图案可被测量以增强目标结构120与其背景110之间的对比度。测量一阶SCOL(光瞳平面处)或一阶图像(场平面处)可增强从极化照明导出的信息。零阶衍射图案可通过干涉阻断或移除以进一步增强对比度。

[0033] 图4A及图4B是根据本发明的一些实施例的目标100中的分段修改的高级示意图。相对于其中区段互连的图4A，图4B示意说明目标结构120与背景110的分段的间隔分段。引入间隔160可在用极化光照明下改进其间的对比度。间隔160及线端的确切配置可使用模拟或实验设定被执行以进一步增强对比度。目标结构120及背景110的分段间距p_1、p_2可相同或不同且沿X及Y方向的分段间距可相同或不同。

[0034] 在某些实施例中，间隔160可经布置以可在使用或不使用极化照明的情况下测量。例如，间隔160可约为100nm宽的量值。间隔160可经配置以进一步增强极化照明测量的对比度。

[0035] 在某些实施例中，使用极化光测量实现将目标结构120及/或背景110分段及使其因此更工艺兼容，而使用极化光取代非极化照明用于测量维持乃至增强目标结构120与背景110之间相对于未分段目标结构120及/或背景110的对比度。

[0036] 例如，图4C是极化光及非极化光中的连续背景91(相较于上文图1B)上的分段目标结构92的测量的模拟结果(针对类似AIM目标)的示意图，其说明前者的好得多的对比度。图4C进一步说明结合分段背景110上的分段目标结构120的极化照明的测量(相较于图2)，其在非极化照明下根本不产生对比度。虽然与目标结构92相比，极化光测量产生针对目标结构120的较小对比度，但是其仍产生比未分段背景91上的目标结构92的测量高的对比度且具有比后者更工艺兼容的显著优点。此外，分段间距的调整实现相对于测量条件的对比度的调整，如通过改变相对于三个背景间距p，$p_3<p_2<p_1$的变化对比度所示(在所说明的情况中，间距越小，极化照明下的对比度越高)。此外，如果对比度阈值处于或低于通过非极化照明实现的值，那么任意极化光测量低于阈值，因此提供针对测量的足够对比度。

[0037] 在某些实施例中，目标100的计量学测量可通过多种获取技术及在不同测量条件

下执行，例如，使用以下任意者：不同极化方向(例如，减小相对于方向130的正交极化的结果)、光谱变化(颜色)、聚焦变化、不同数值孔径(NA)大小等。结合极化照明的数次测量可被组合以增强目标结构在合成图像中的对比度。例如，改变测量之间的聚焦或改变测量之间的波长可提供进一步信息，其增强极化光测量下的对比度。

[0038] 图5A到5F是根据本发明的一些实施例的通过利用通过极化光的测量而维持对比度的工艺兼容目标设计100的高级示意图。目标100中的不同区域的极化活动的差可用于取代或补充反射性质的差导出计量学测量。例如，取决于材料的极化活动及分段间距，线性极化光可用于区分具有水平线的区域与具有垂直线的区域。使用极化光可因此实现设计具有特征及中间间隔的目标，其具有装置特征及间隔的量值或量级的尺寸以改进所测量的目标覆盖及装置覆盖的对应性。

[0039] 图5A到5E通过说明前一层140、当前层150及所得复合目标100而示意说明根据本发明修改的共同目标设计。任一层中的目标结构由数字120标注，而分段背景如上所述由数字110标注。实例不在分段细节方面具有限制性(其可根据特定要求修改及调适)，且其也不在精准目标设计方面具有限制性，但是用于说明所揭示设计原理到共同目标设计的实施。

[0040] 图5A到5C示意说明实现二维覆盖测量的类AIMID目标的替代设计。类似原理可应用于其它目标设计，例如BiB及Blossom目标。虽然以非限制方式，所有三个设计在前一层140处具有相同背景分段110及目标分段120，但是其在当前层150中的目标120的分段上不同，其可能缺失(图5B)、平行(图5A)或垂直(图5C)于前一层140中的目标120的分段。显而易见，任意元件的任意分段特征可根据要求修改且沿任一方向及任一结构中的间距可改变。适当测量条件(例如，极化细节、波长)可应用于产生目标结构120与其背景110之间的对比度。在某些实施例中，覆盖可被诱发于层140、150的元件之间(参见，例如图5C中的目标100中的目标结构120)以实现目标100的散射测量以及其成像测量。

[0041] 图5D示意说明实现两个一维覆盖测量的类AIM目标的分段设计。图5E示意说明实现散射测量的散射目标的分段设计。图5F示意说明具有放大的特征的分段设计，其可能适用于任意上述设计。图5D及5E仅仅表示所揭示的设计原理应用于此类相应目标的单个实例且根据上文揭示的准则的整类可能设计被视为揭示于本文中。在所说明的实例中，前一层140中的背景110及目标结构120被垂直分段，而当前层150中的目标结构是连续的(即，满或间隙条)。分段可应用于沿相对于前一层140中的背景110及目标结构120的分段的不同定向的当前层150中的背景及目标结构的任一者或两者。前一层140中的相对分段定向背景110及目标结构120还可被修改且测量条件(例如，极化细节、波长)可相应地调整。

[0042] 参考图5F，背景110及目标结构120的分段特征之间的距离d可经选择以使用具有指定特性的极化光(波长、类型及极化方向等)优化与目标结构120相关的测量。

[0043] 具有不同定向的目标结构120与背景110之间的边界的反射可强烈取决于线端的质量及特性、线边沿粗糙度及线之间的距离。类似于图5F中说明的目标的目标100可用于量化及监测此类参数。例如，侧壁角(SWA)可指示距离d，例如相同SWA可指示所有线的相同距离d，而线的差SWA可用作线端及边沿质量中的图案放置误差或大变动的指示。在某些实施例中，距离d可在平行线之间在数纳米的小范围内变动(依据设计)。在此类小变化下，侧壁角应与距离d的变化成比例，且与此比例行为的任意偏差可用于指示光刻工艺的质量，且由于图案化为装置级，相依性SWA(d)可被用作装置质量的直接指示。在某些实施例中，为了监

测及控制目的，距离d的有意变动可在光学CD目标中用于增强对扫描仪聚焦及剂量变化的目标敏感度。在某些实施例中，极化参数可被改变以从对不同极化参数的目标不同响应提取额外信息。

[0044] 图6A到6M是根据本发明的一些实施例的光学照明及测量系统200的高级示意图。在所有图中，非极化光源70经修改以经由物镜77提供晶片75上的目标100的极化照明。经由透镜79导向到检测器80(例如CCD相机)的聚集照明可类似于或不同于照明而极化。

[0045] 例如，图6A示意说明将具有快门220、230及反射镜225、235的极化光束分光器(PBS)210分别用于处置相应臂中的两种类型的极化(例如，s极化及p极化)。所得照明光束从两臂通过光束分光器240组合并经由光束分光器78被传导到测量的光轴。在此配置中，照明光束的极化由快门220、230控制。在另一实例中，图6B说明通过控制极化器220、230而实施照明极化，其可内嵌在与用于修改照明光束极化的致动器250相关的旋转或平移板255中。

[0046] 图6C及6D是将干涉仪260用于控制照明光束极化及将零阶图案从测量中移除的光学系统200的高级示意图。照明经由透镜72从源70提供且通过光束分光器78到干涉仪260，其可包括聚焦或非聚焦光学元件(分别为图6C、6C中的262、263)及反射镜261，反射镜261用于产生零阶元件分量的相消干涉(因为反射镜261缺少周期性结构且因此只反射零阶照明)。此外可例如根据图6A、6B或以其它方式极化照明光束。

[0047] 图6E示意说明根据第7,528,941号美国专利中教示的原理设计的物理零阶阻断器270。对于此光学配置，目标100必须是周期性的；照明波长及目标间距经选择以产生光瞳平面275上反射阶之间的空间分离(在通过透镜274聚焦之后)。零阶随后被几何阻断(注意，测量光束的中心区段在光瞳平面275之后被阻断—箭头在阻断区域中画出)。此外可例如根据图6A、6B或以其它方式极化照明光束。

[0048] 图6F到6J是根据本发明的一些实施例的具有用于使用极化光测量目标100的可变延迟极化器280的光学系统的高级示意图。图6F到6H示意说明其中反射(聚集)光束被可变延迟极化器280极化的实施例，而图6I到6J示意说明其中入射光束被可变延迟极化器280极化的实施例。组件及光学元件(源70、透镜72、光束分光器78、物镜77、晶片75、透镜79及检测器80)的符号类似于图6A到6E中的符号，数字79A标注光瞳平面处的孔隙。图6F说明可用于成像测量的光学系统，而图6G到6H说明可用于散射测量的光学系统。图6I及6J分别说明可用于成像及散射测量的光学系统。

[0049] 图6K到6M是根据本发明的一些实施例的具有用于使用极化光测量目标100的可变延迟极化器280的光学系统的高级示意图。图6K及6L示意说明极化照明源，导致两种类型的极化光，分别例如s极化70A及p极化70B。图6K说明具有快门220、230的极化光束分光器(PBS)210的使用(如在图6A中)且图6L说明使用可变延迟极化器280取代快门220、230，在两种情况中，经不同极化的光经由相应耦合器及光纤70A、70B传递到图6M中示意说明的测量部分。图6M示意说明测量部分，其中来自相应源70A、70B的s极化光束及p极化光束经由相应透镜72A、72B、s变迹器73A及p变迹器73B、相应反射镜225、235传递到PBS 240A、240B，其将极化光束引入到光束分光器78中且在目标100上且将反射光束传递到相应s检测器80A及p检测器80B。

[0050] 有利的是，所揭示的光学计量目标(其中对比度来自不同极化性质取代或补充不

同材料的填充因子的差)可经设计为完全工艺兼容且根据装置参数(例如,相对于临界尺寸及间距)设计。照明光束及/或聚集光束在不同配置中的极化可用于增强所揭示目标的对比度。结合极化光的目标及测量可进一步促进使用光学覆盖计量估计线端均匀度及类装置特征的线边沿粗糙度。此外,每一组定向线间隔或不同定向线的组合可用作OCD应用的目标,例如,用于扫描仪聚焦及剂量的监测及控制。

[0051] 图7是根据本发明的一些实施例的说明方法300的高级流程图。方法300可包括设计、制作及/或测量目标100的阶段,例如下列阶段中的任意者,而不管其次序如何。方法300的阶段可至少部分由至少一个计算机处理器执行(阶段370)。某些实施例包括计算机程序产品,其包括具有结合其体现的计算机可读程序的计算机可读存储媒体。计算机可读程序可经配置以至少部分执行方法300的阶段中的任意者。所揭示的发明包括根据方法300的阶段设计及制作的目标设计文件及目标,以及所揭示计量学目标中的任意者的计量学测量。

[0052] 方法300包括将目标结构设计为具有相对于其在极化光中的背景的高于特定对比度阈值的高对比度,同时具有相对于其在非极化光中的背景的低于特定对比度阈值的低对比度(阶段310)。方法300可进一步包括将目标结构配置为具有垂直于目标结构的背景特征的特征(阶段320)。方法300包括将目标结构设计为相对于其制作工艺完全工艺兼容且因此实现工艺兼容性,同时通过使用极化照明维持对比度(阶段325)。

[0053] 在某些实施例中,方法300可进一步包括在目标结构的区域中设计额外层,以维持(阶段330)或增强(阶段340)目标结构相对于其在极化光中的背景的对比度。在某些实施例中,方法300进一步包括选择分段间距,以增强对比度(阶段345)。方法300可进一步包括将目标结构与其背景特征分隔到指定程度(阶段350)。在某些实施例中,方法300进一步包括使用两次或更多次测量,可能结合不同照明特性(例如极化、波长、聚焦等),以增强对比度及从测量的比较中导出额外信息(阶段355)。目标100及/或根据方法300的相应计量学测量同样是本发明的部分。方法300可包括在不同照明条件下重复测量目标结构及从多次测量中导出额外测量数据,且计量学测量可包括在不同照明条件下的多次测量及导出的额外测量数据。

[0054] 方法300可进一步包括制作所设计的目标结构(阶段375)及相应目标设计文件。此类设计文件也是本发明的部分。方法300可进一步包括将任意目标类型调适为工艺兼容且在极化照明下展现对比度(阶段365)。

[0055] 在某些实施例中,方法300可进一步包括测量极化光中的目标结构以将其与其背景区分(阶段380)及可能地调整每一层的测量条件,以增强目标结构对比度与其背景之间的对比度(阶段360)。测量380可使用以下任意者执行:经耦合的极化器、测量的光学路径中的交替极化器、干涉仪、可变延迟极化器(应用于照明及/或聚集光束)、光瞳平面处的零阶阻断器及/或极化光源或其组合(阶段390)。

[0056] 有利的是,所揭示的发明提供光学计量学目标100,其中对比度来自不同极化性质而非不同材料的填充因子的差(或作为其补充)。相应方法300对此类目标的设计原理提供准则。光学计量学目标可通过完全根据装置参数(例如,相对于临界尺寸及间距)设计而被设计为完全工艺兼容。所揭示的发明进一步提供光学系统,其能够使用极化及/或零阶阻断及/或零阶相消干涉测量此类目标。照明的极化及/或聚集光束可实施在不同配置中,以增强目标结构110相对于其背景120的对比度。

[0057] 在上文描述中，实施例是本发明的实例或实施方案。“一个实施例”、“一实施例”、“某些实施例”或“一些实施例”的各种出现不一定全部指相同实施例。

[0058] 虽然本发明的各种特征可在单个实施例的上下文中描述，但是特征还可单独或以任意适当组合提供。相反地，虽然为简明起见，本发明可在单独实施例的上下文中描述，但是本发明还可实施在单项实施例中。

[0059] 本发明的某些实施例可包含来自上文揭示的不同实施例的特征且某些实施例可并入来自上文揭示的其它实施例的元件。在特定实施例的上下文中的本发明的元件的揭示不应被视为限制其仅仅用在所述特定实施例中。

[0060] 此外，应了解本发明可以各种方式执行或实践，且本发明可在某些实施例中而非上文描述中概述的实施例中实施。

[0061] 本发明不限于所述图或对应的描述。例如，流程无需移动通过每一所说明的框或状态或以如所示及描述的完全相同次序移动。

[0062] 除非另有定义，否则本文中使用的技术及科学术语的含义将由本发明所属领域的一般技术人员普遍了解。

[0063] 虽然已参考有限数量的实施例描述本发明，但是这些不应被解释为限制本发明的范围，而是作为一些优选实施例的例示。其它可能变动、修改及应用也在本发明的范围内。因此，本发明的范围不应受限于目前为止已描述的内容，而是受限于随附权利要求书及其合法等效物。

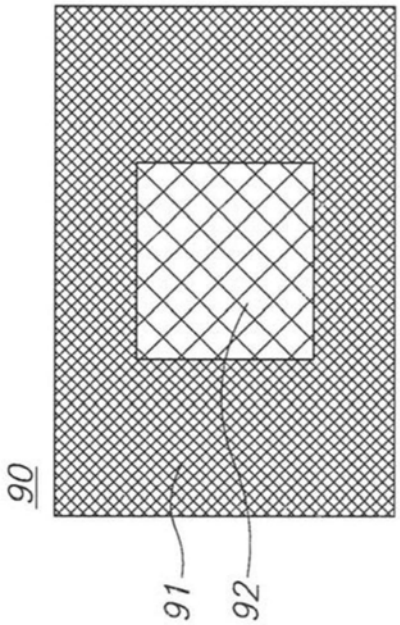


图1A现有技术

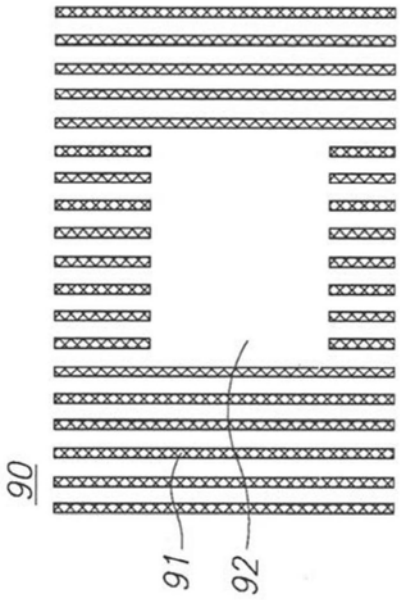


图1B现有技术

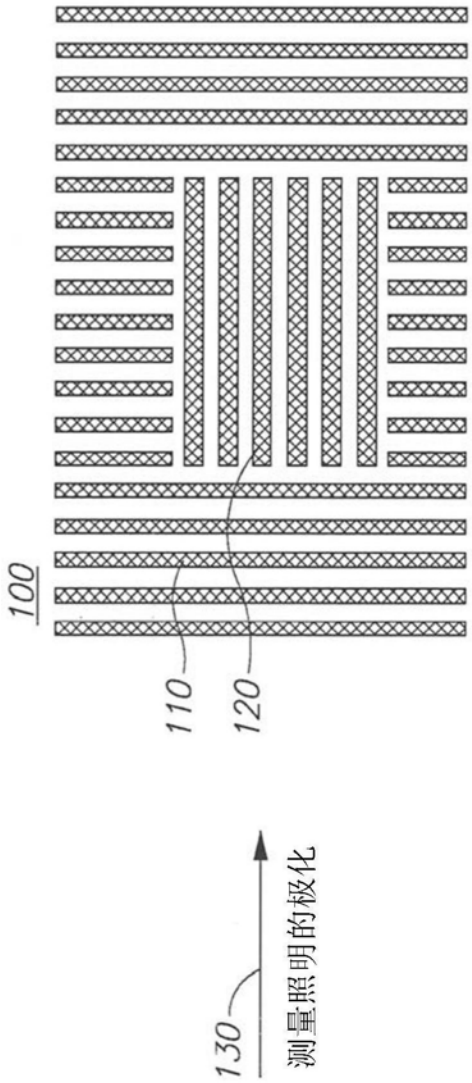


图2

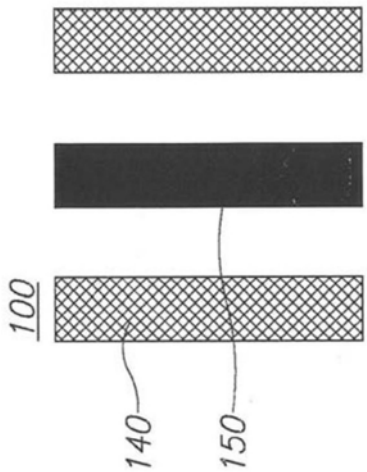


图3A

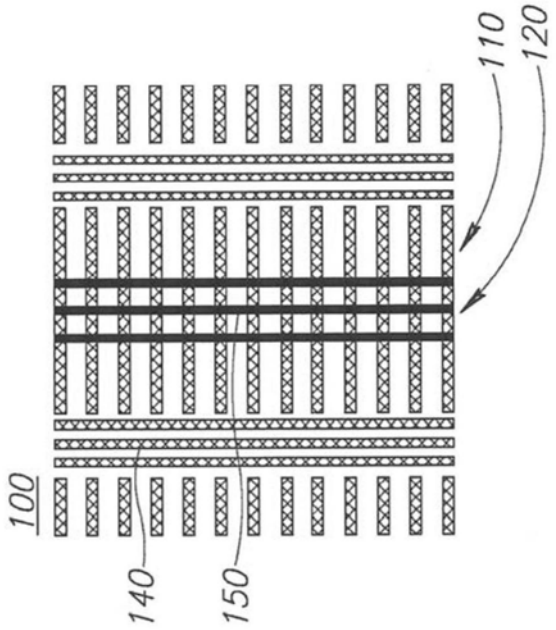


图3B

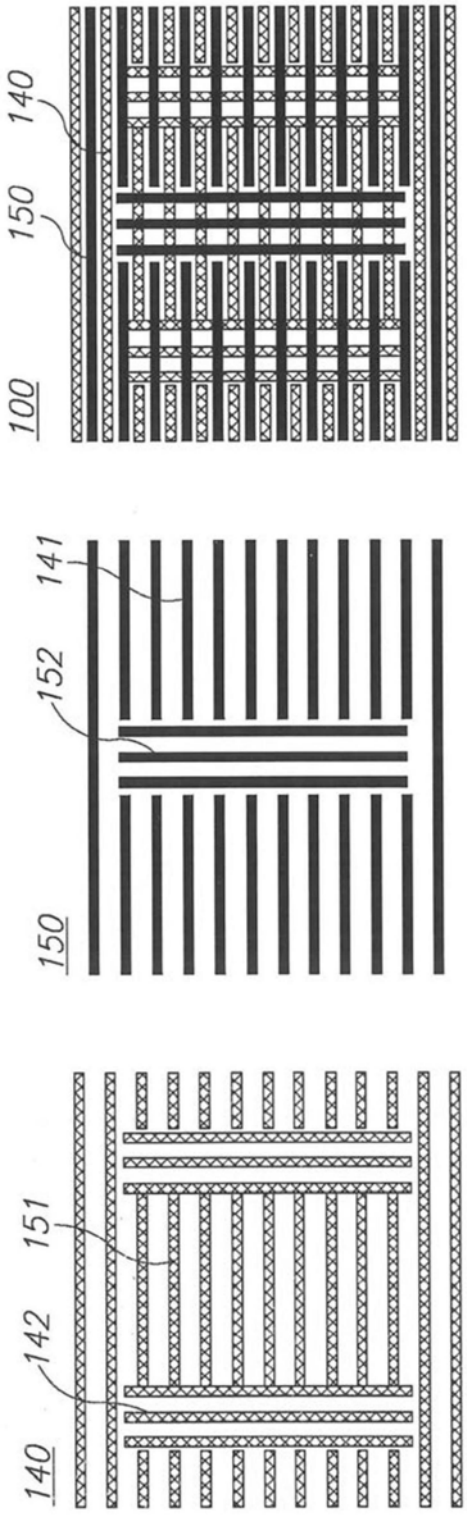


图3C

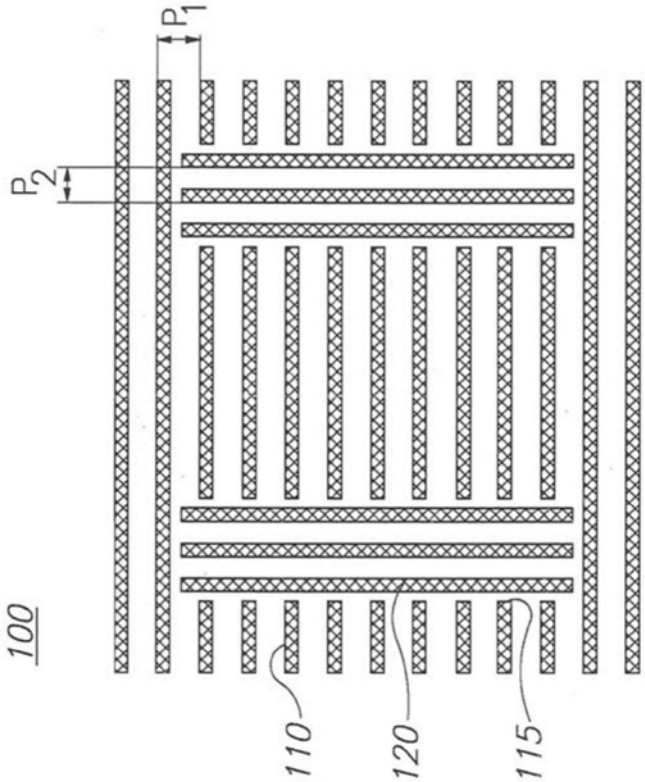


图4A

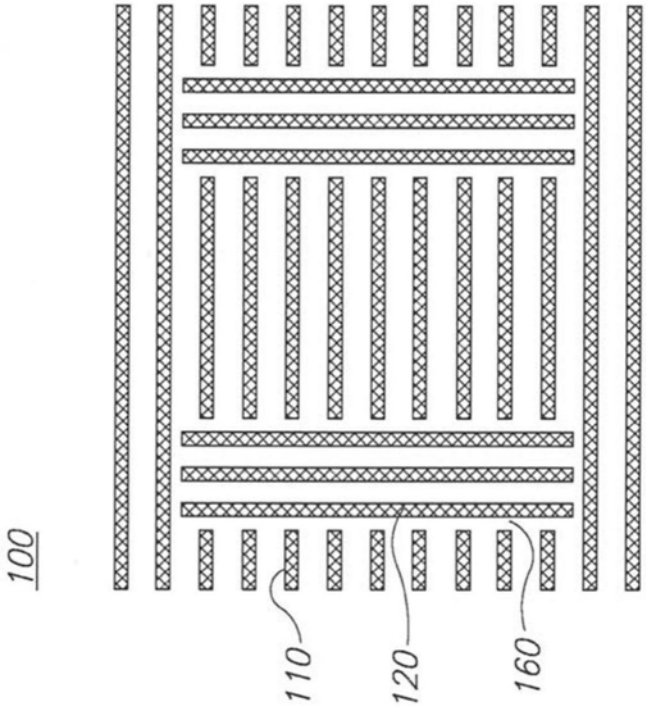


图4B

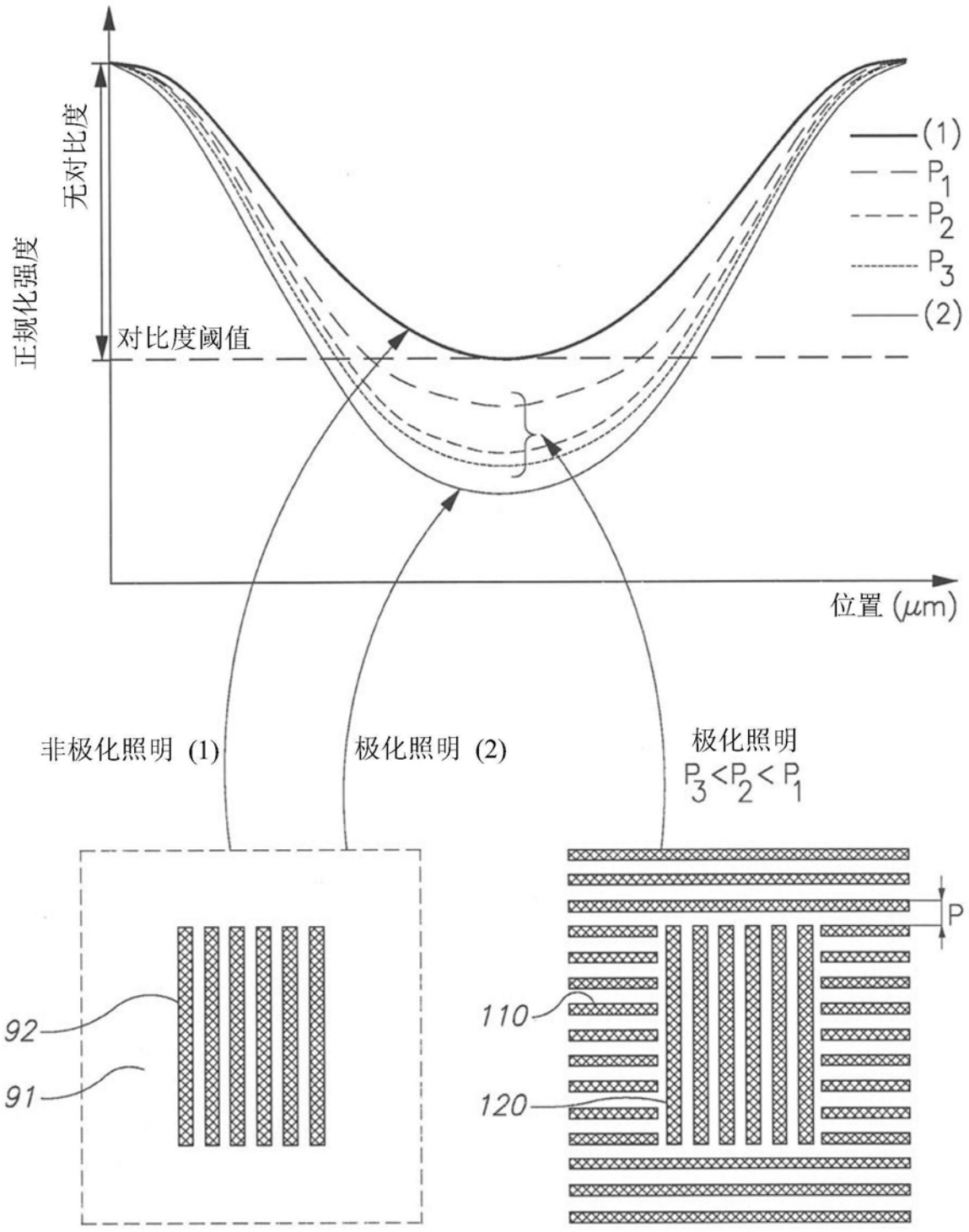

无对比度
正规化强度
对比度阈值
(1)
P1
P2
P3
(2)
位置 (μm)
非极化照明 (1)
极化照明 (2)
极化照明
P3<P2<P1
92
91
110
120
P

图4C

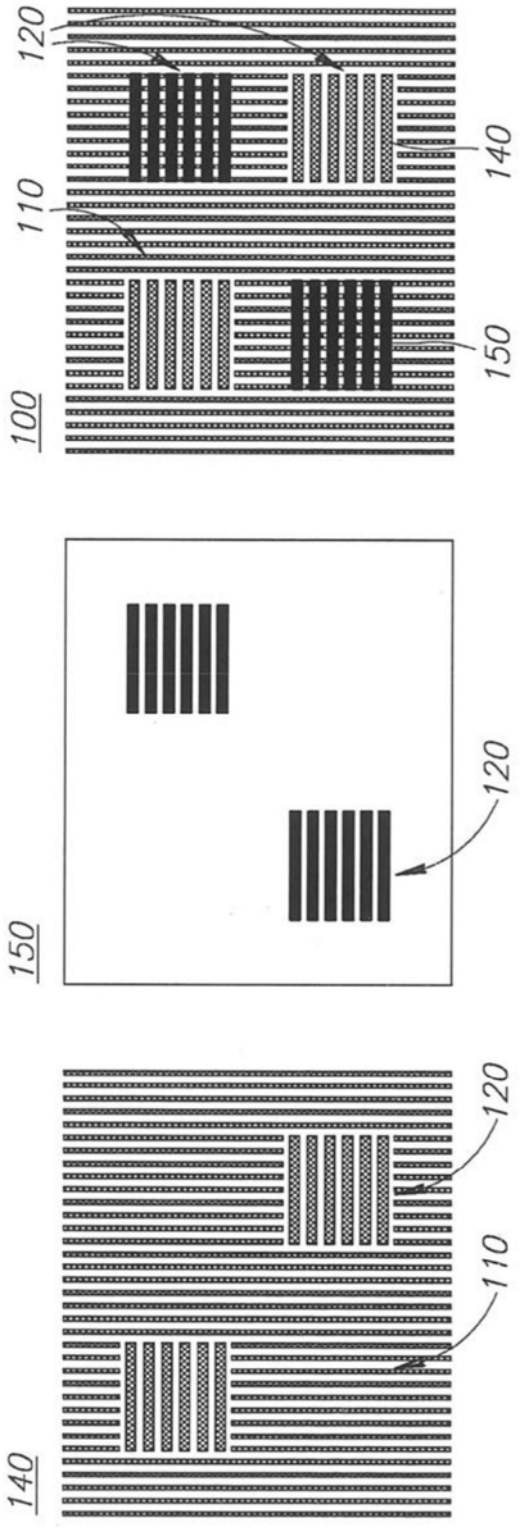


图5A

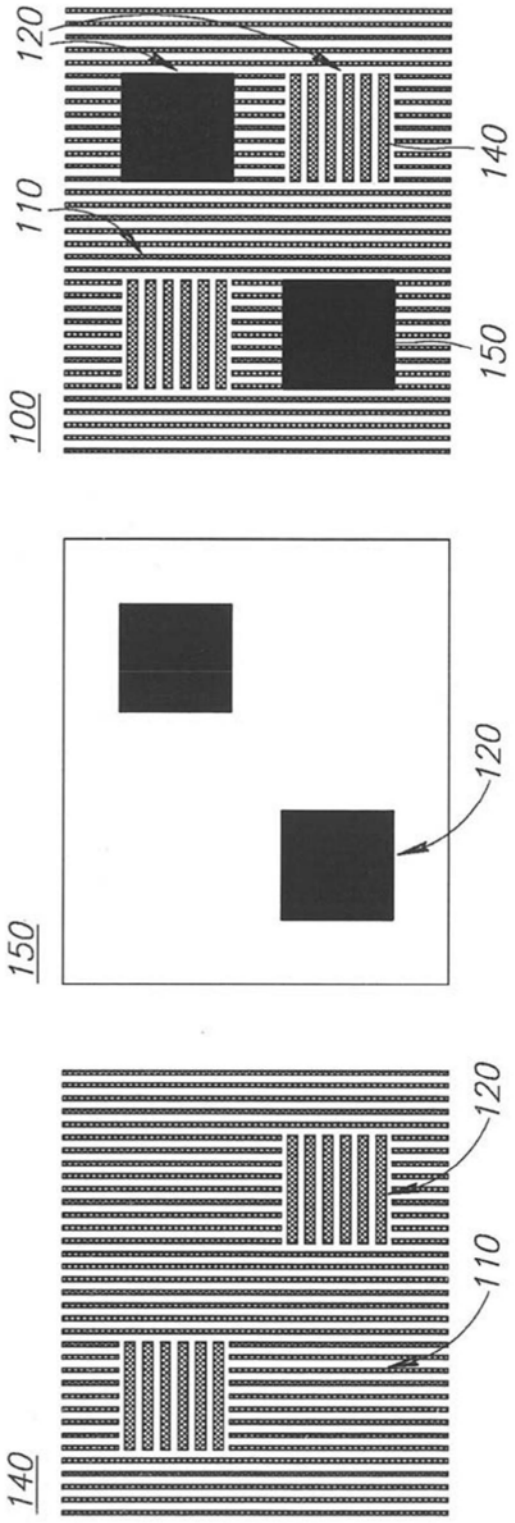


图5B

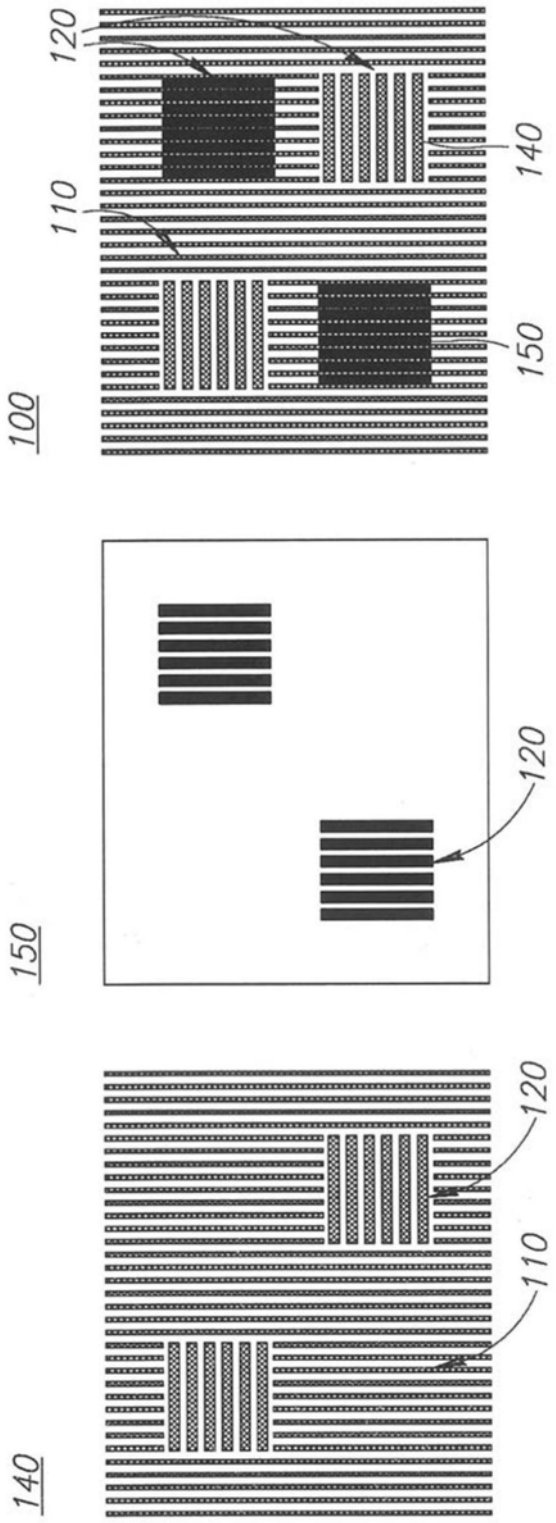


图5C

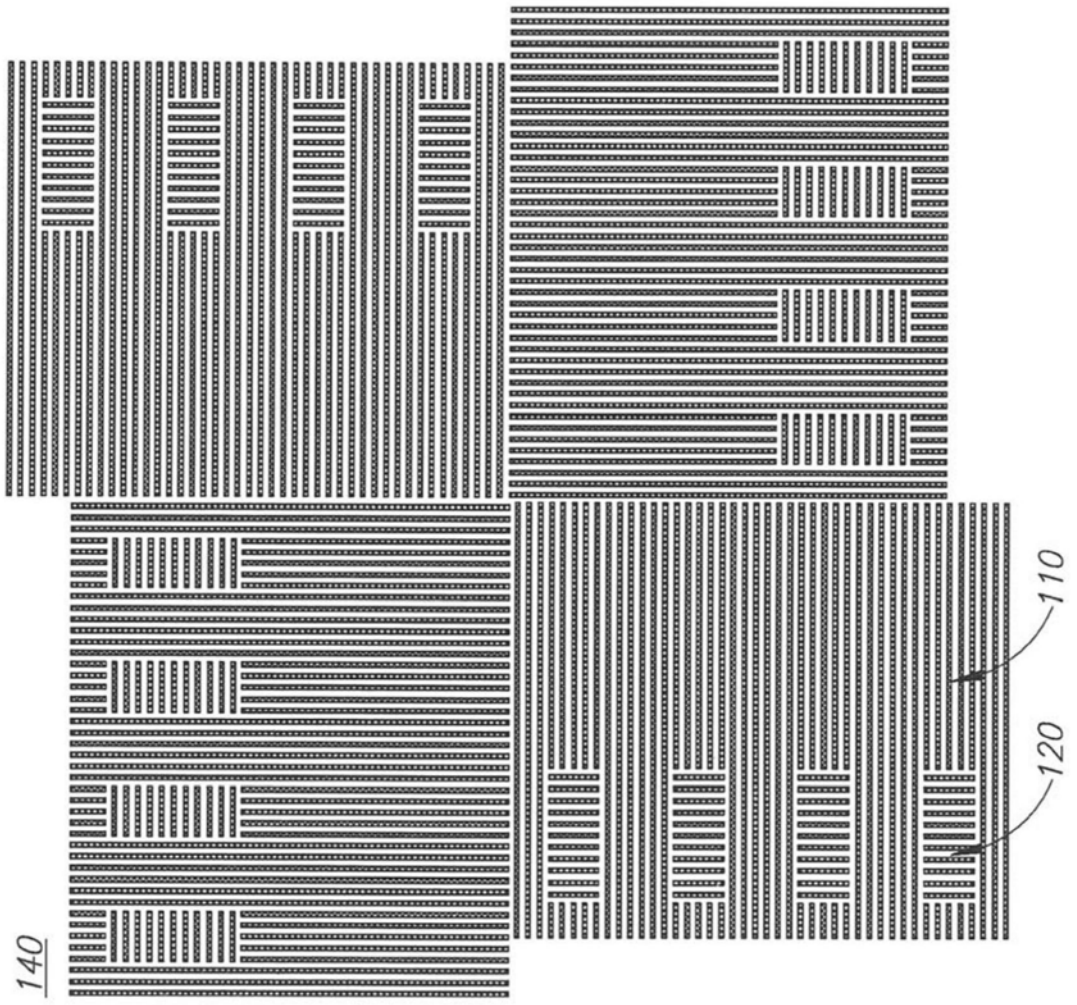


图5D

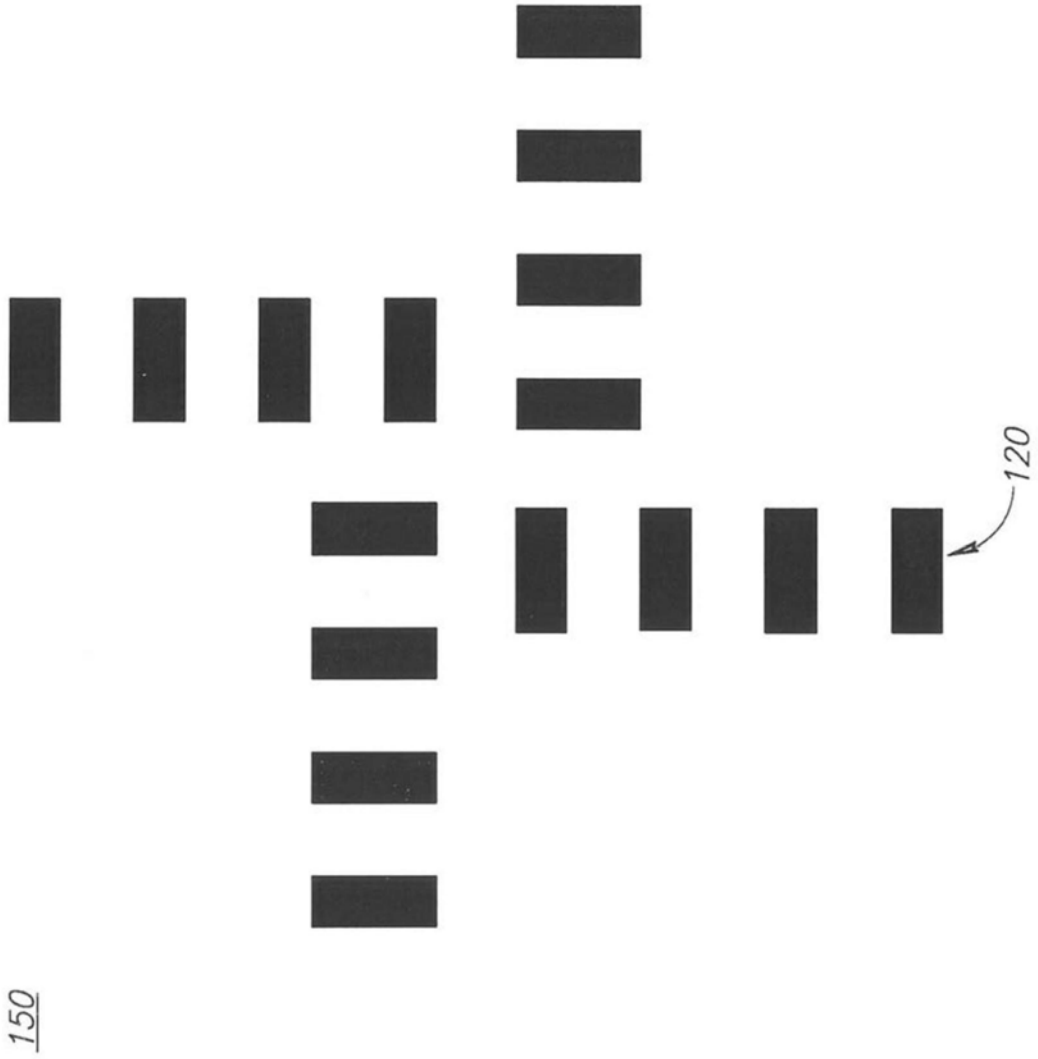


图5D(续1)

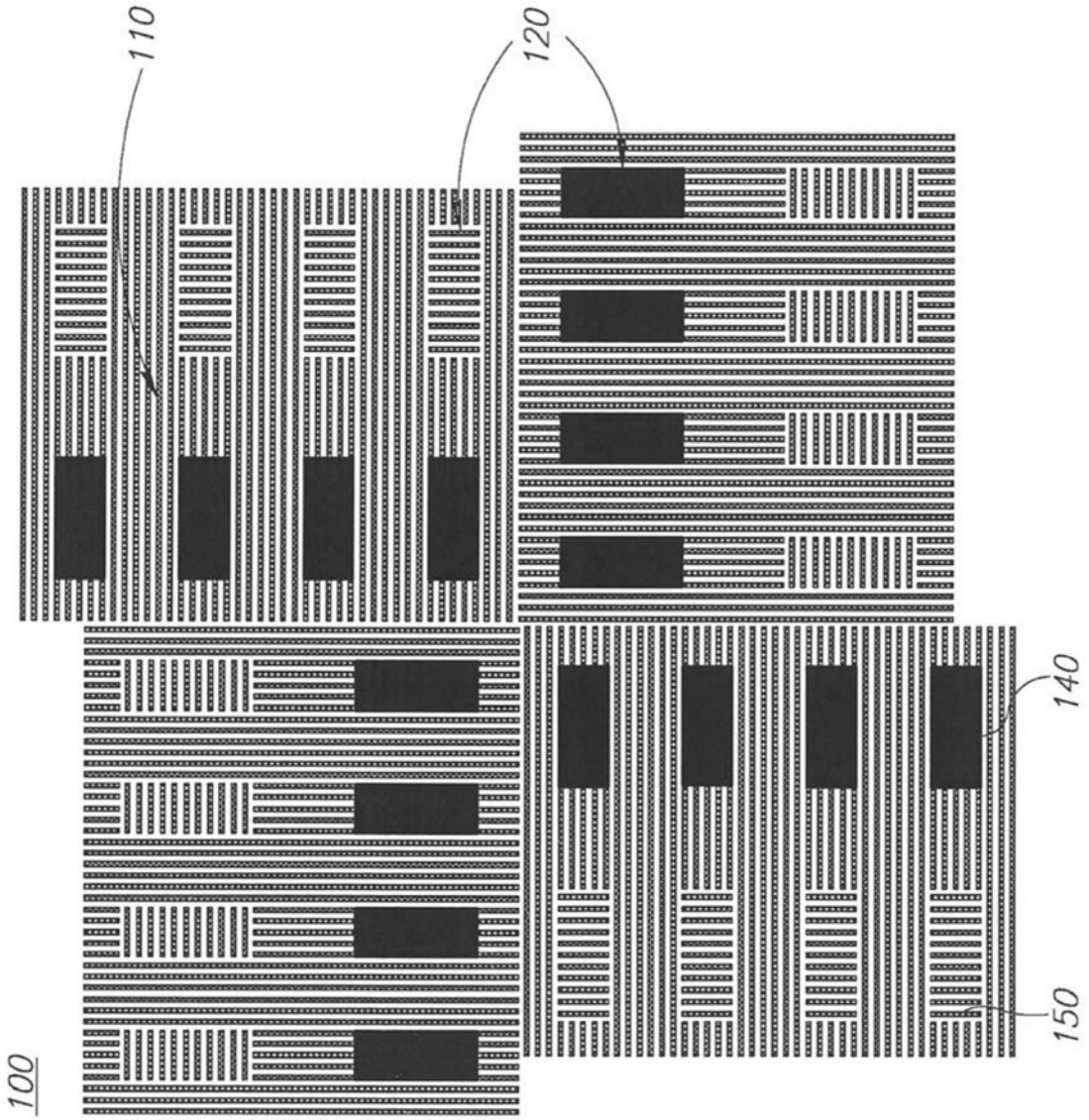


图5D(续2)

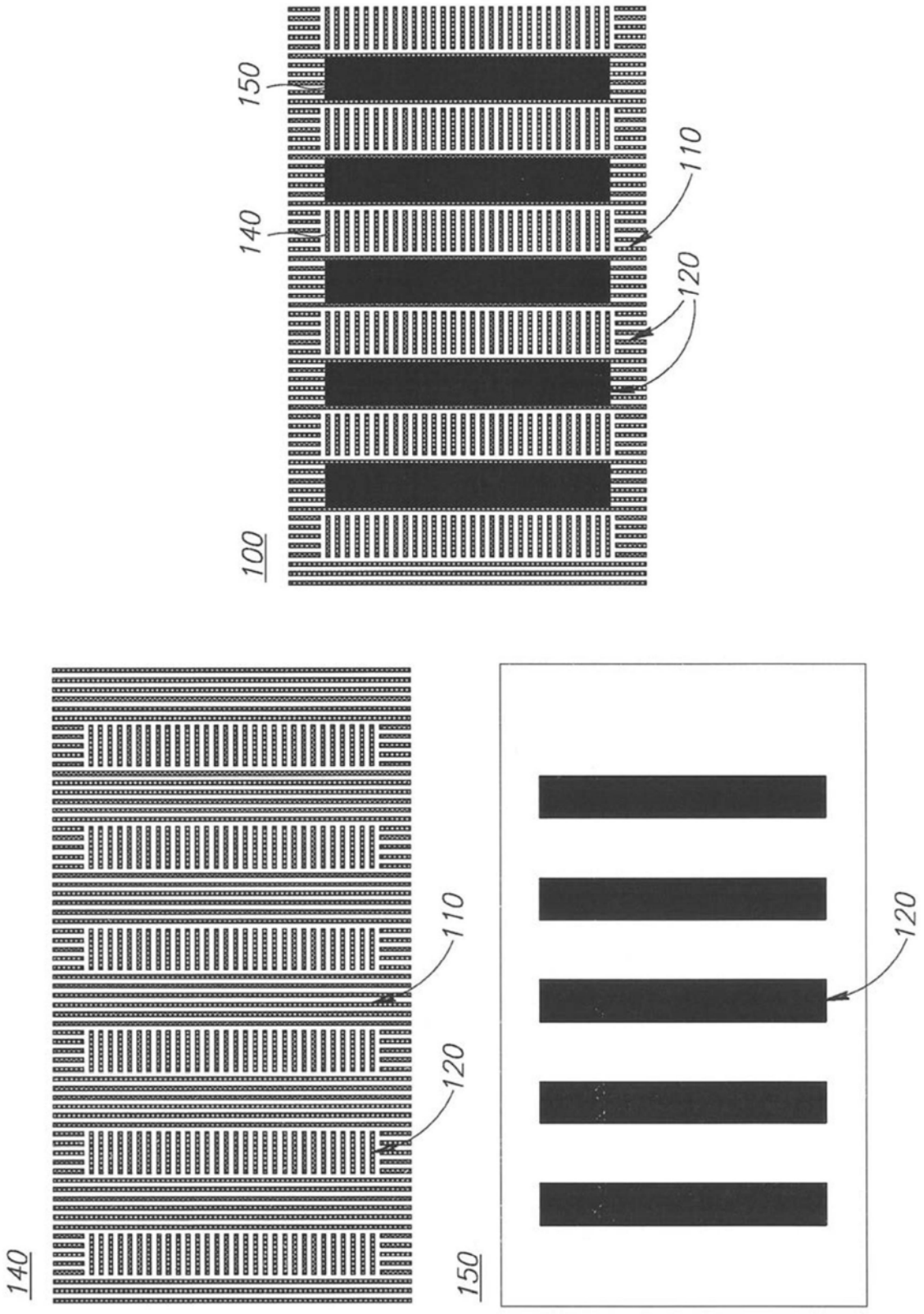


图5E

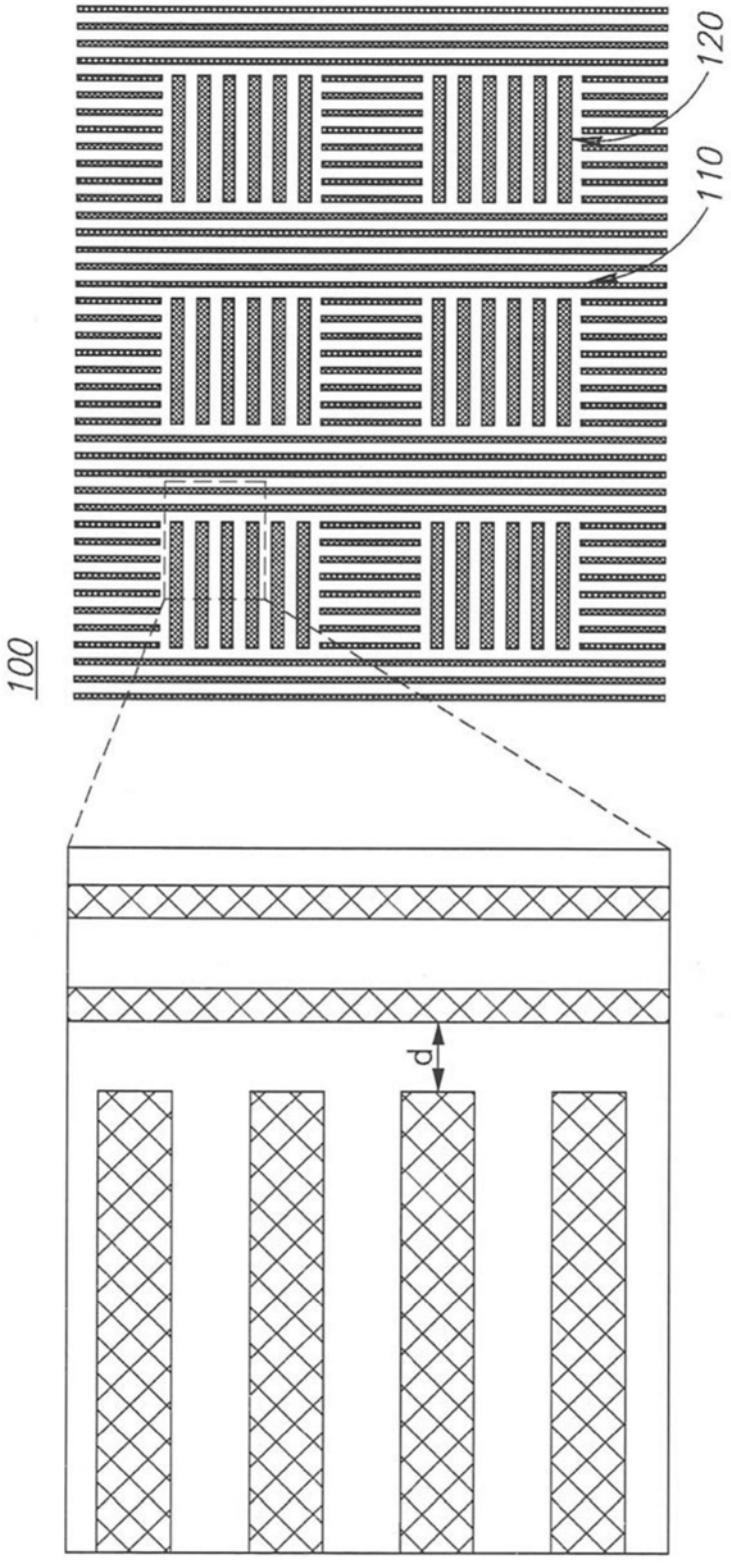


图5F

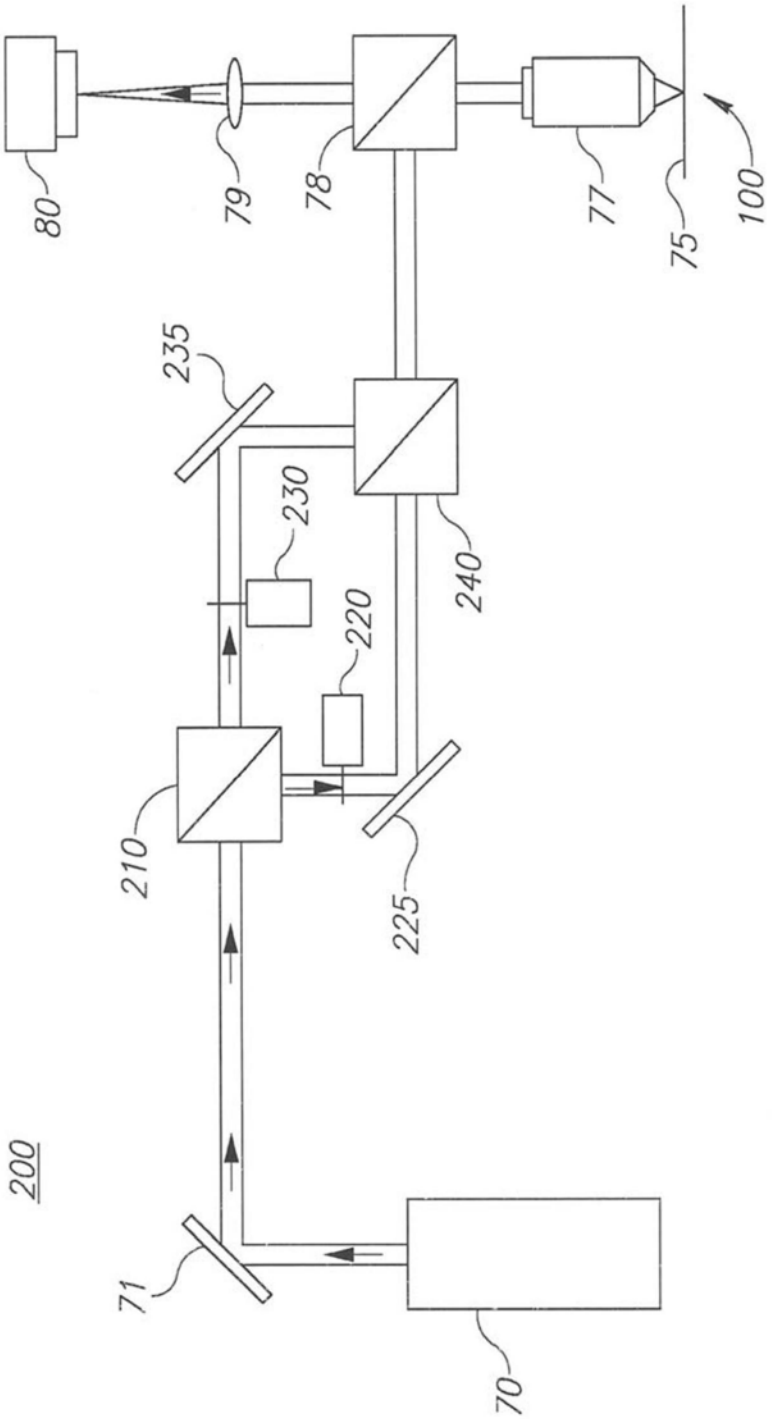


图6A

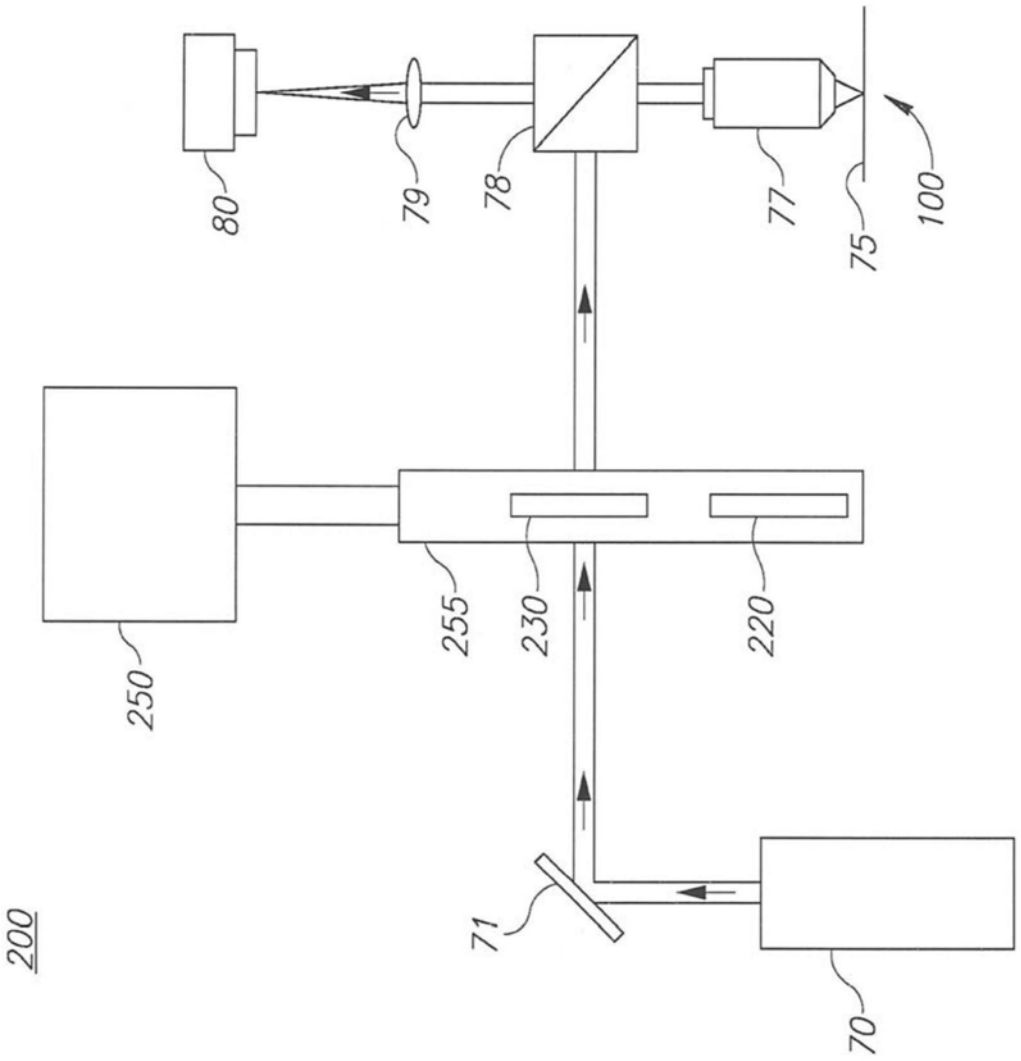


图6B

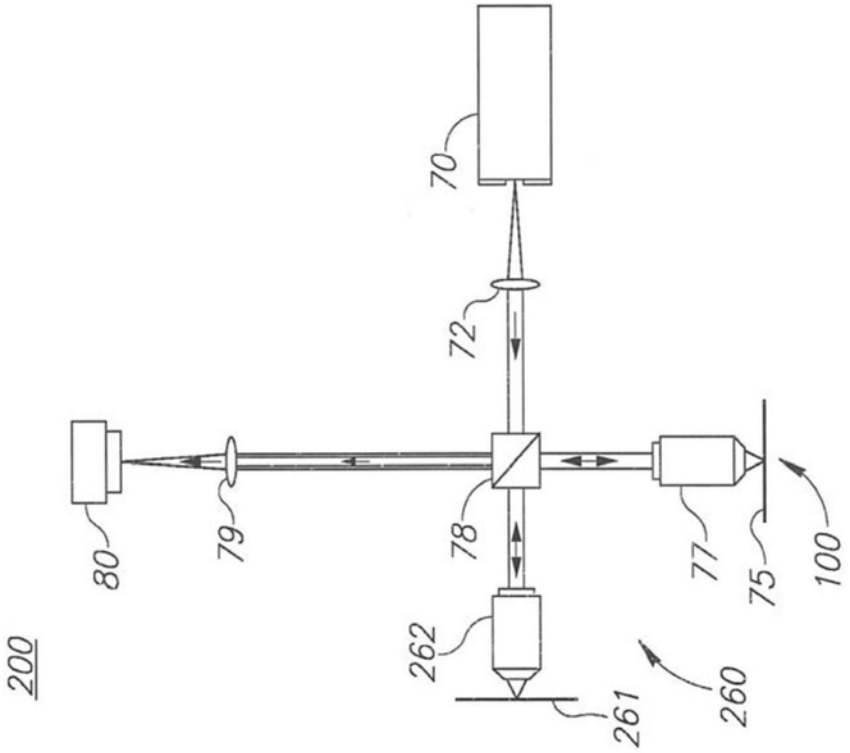

70
72
80
79
78
77
75
100
200
262
261
260

图6C

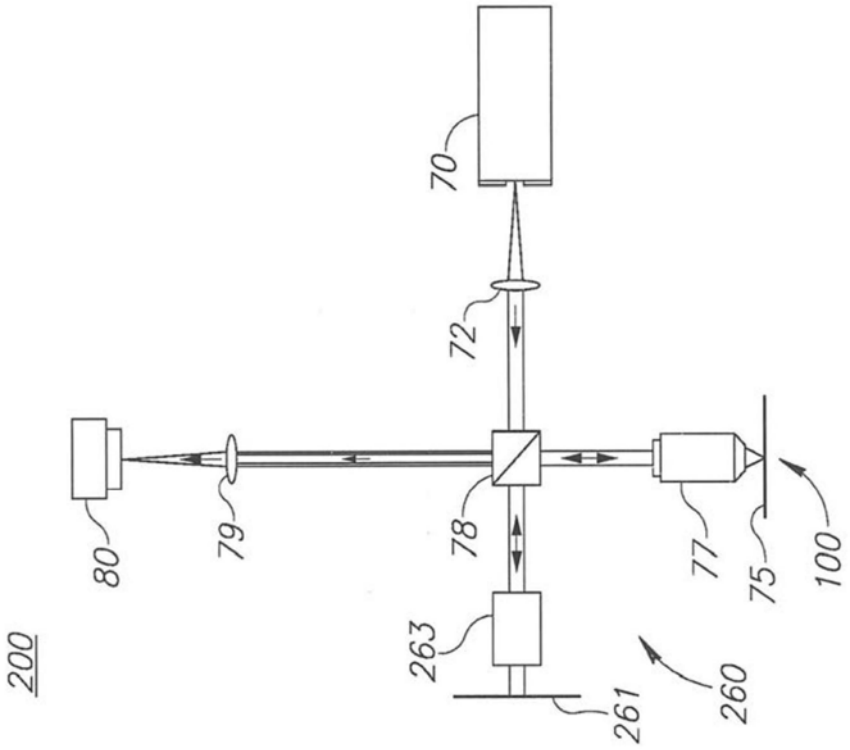

70
72
80
79
78
77
75
100
200
263
261
260

图6D

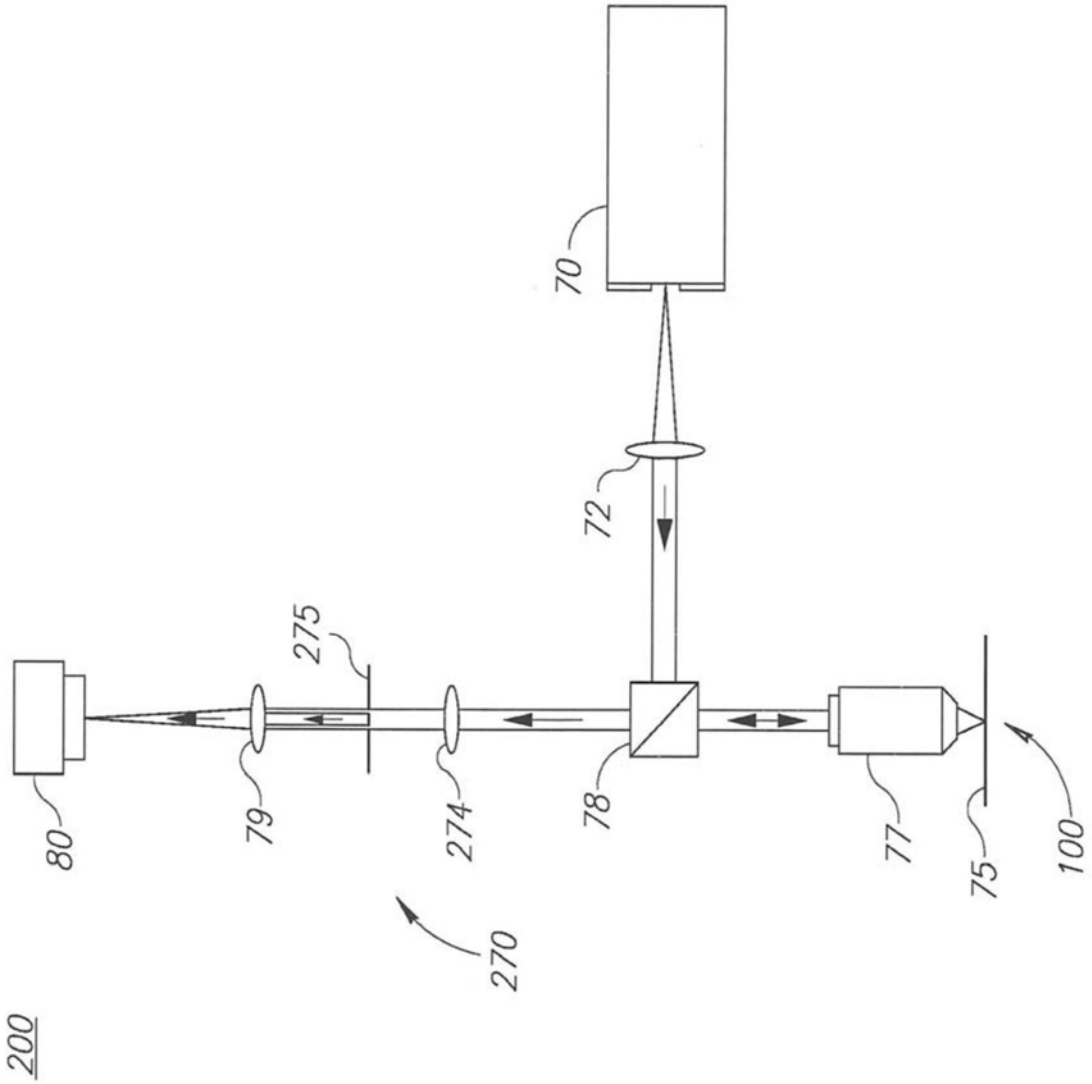


图6E

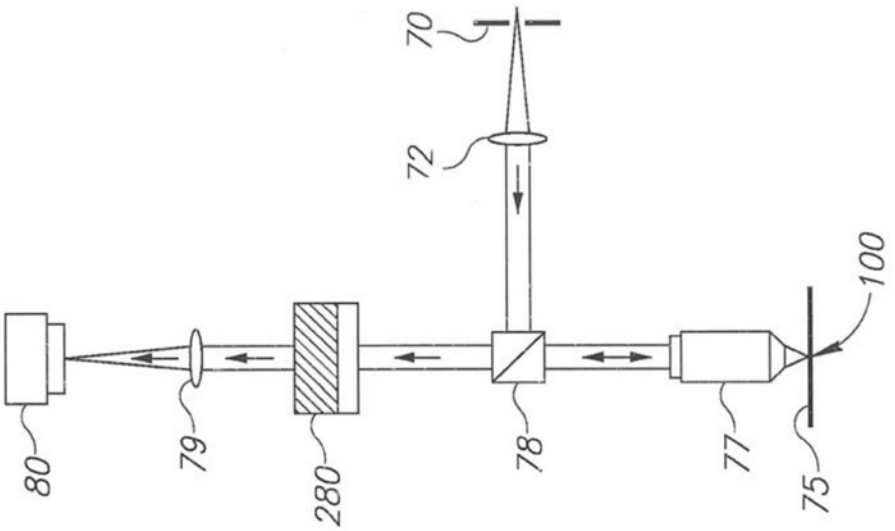


图6F

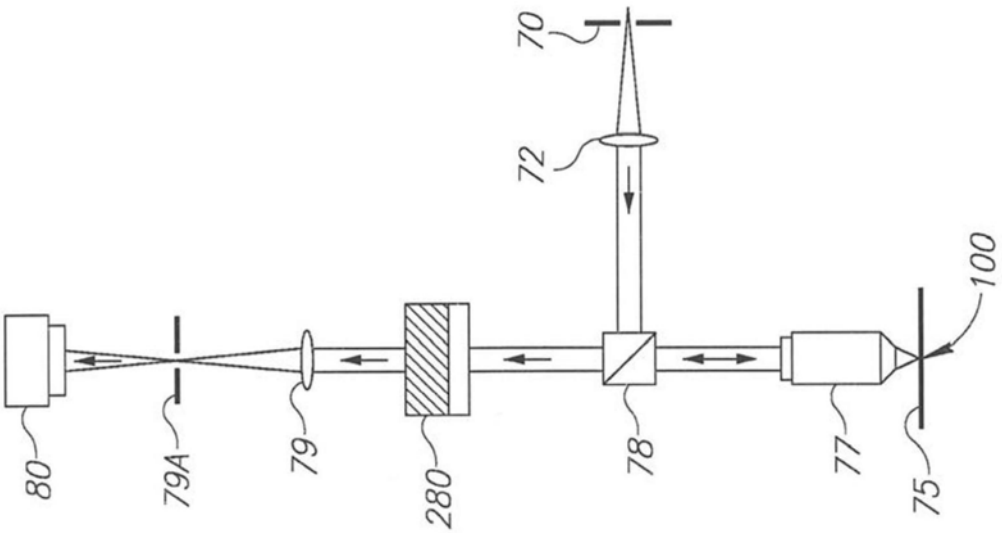


图6G

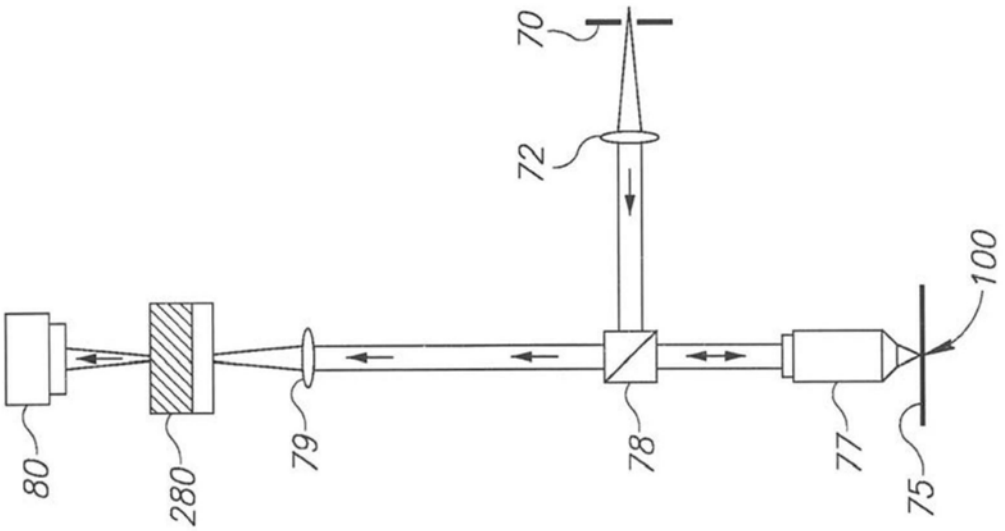


图6H

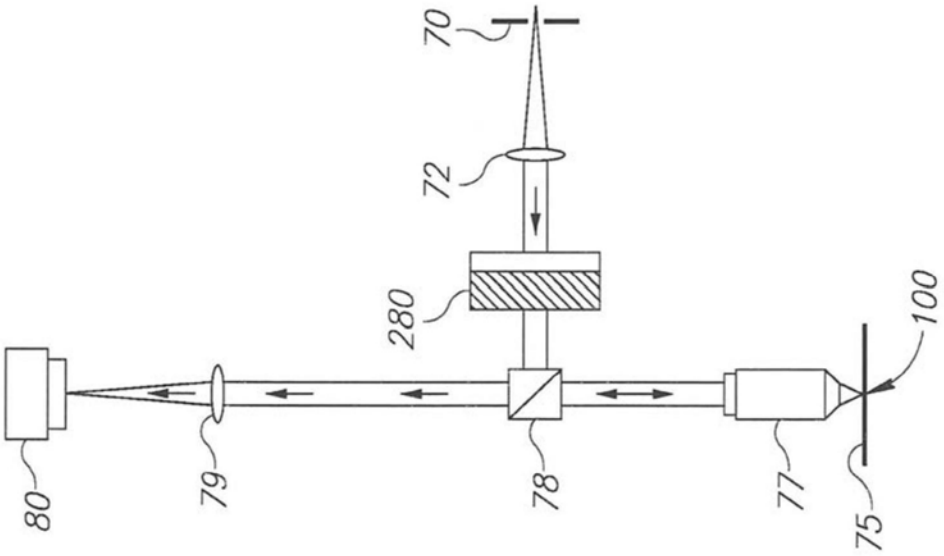


图6I

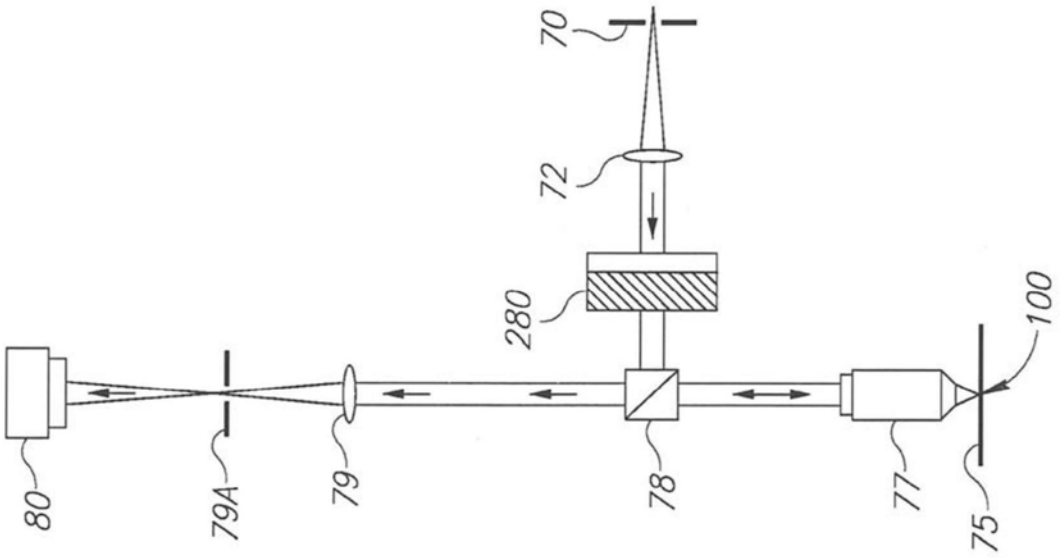


图6J

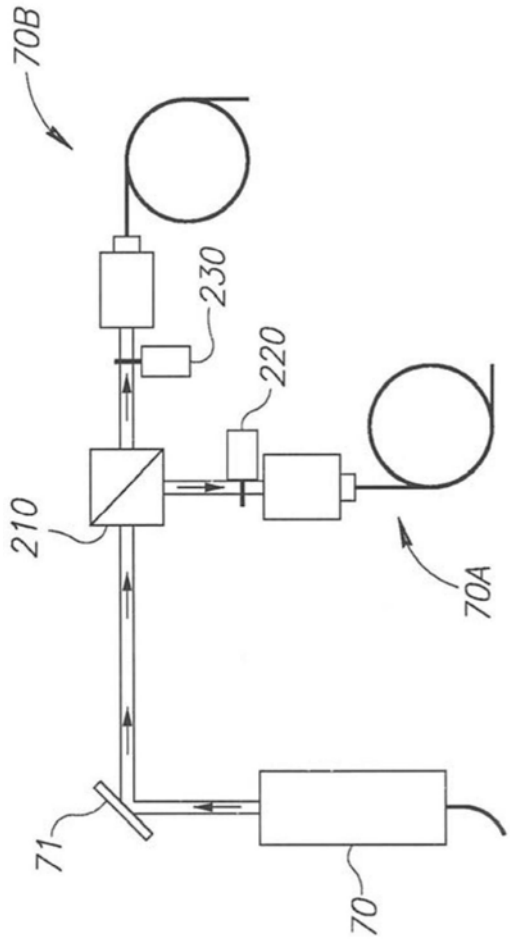


图6K

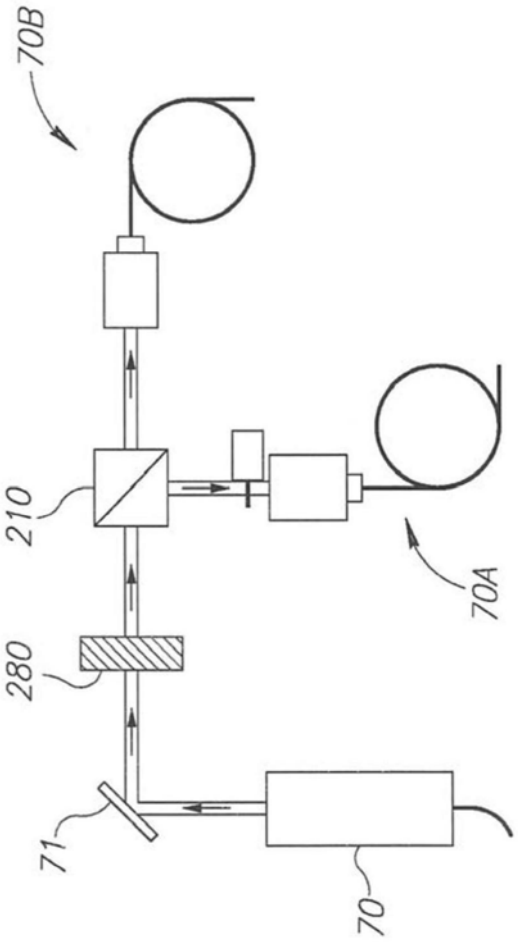


图6L

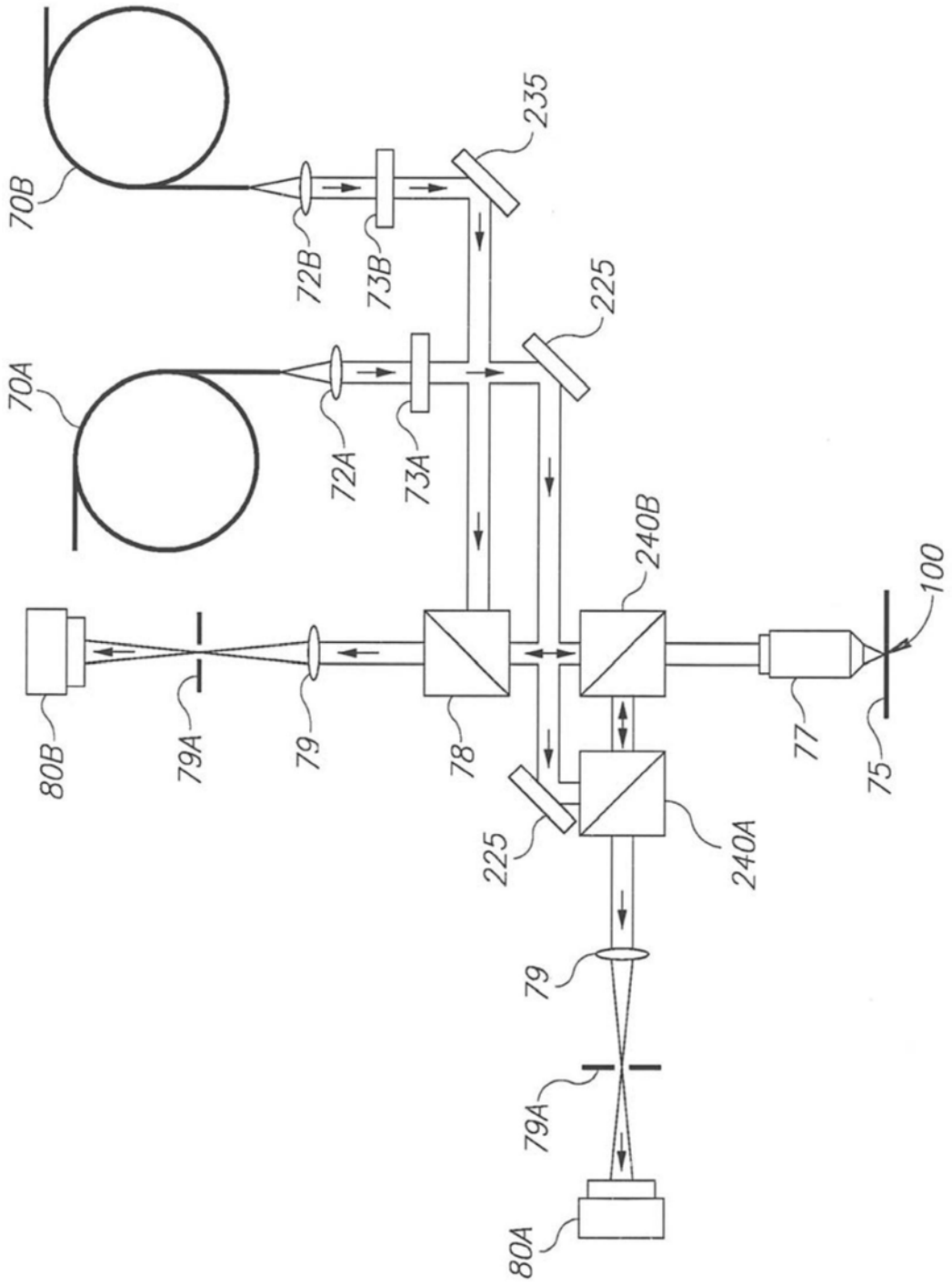

70B
72B
73B
235
225
70A
72A
73A
240B
100
80B
79A
79
78
77
75
225
240A
79
79A
80A

图6M

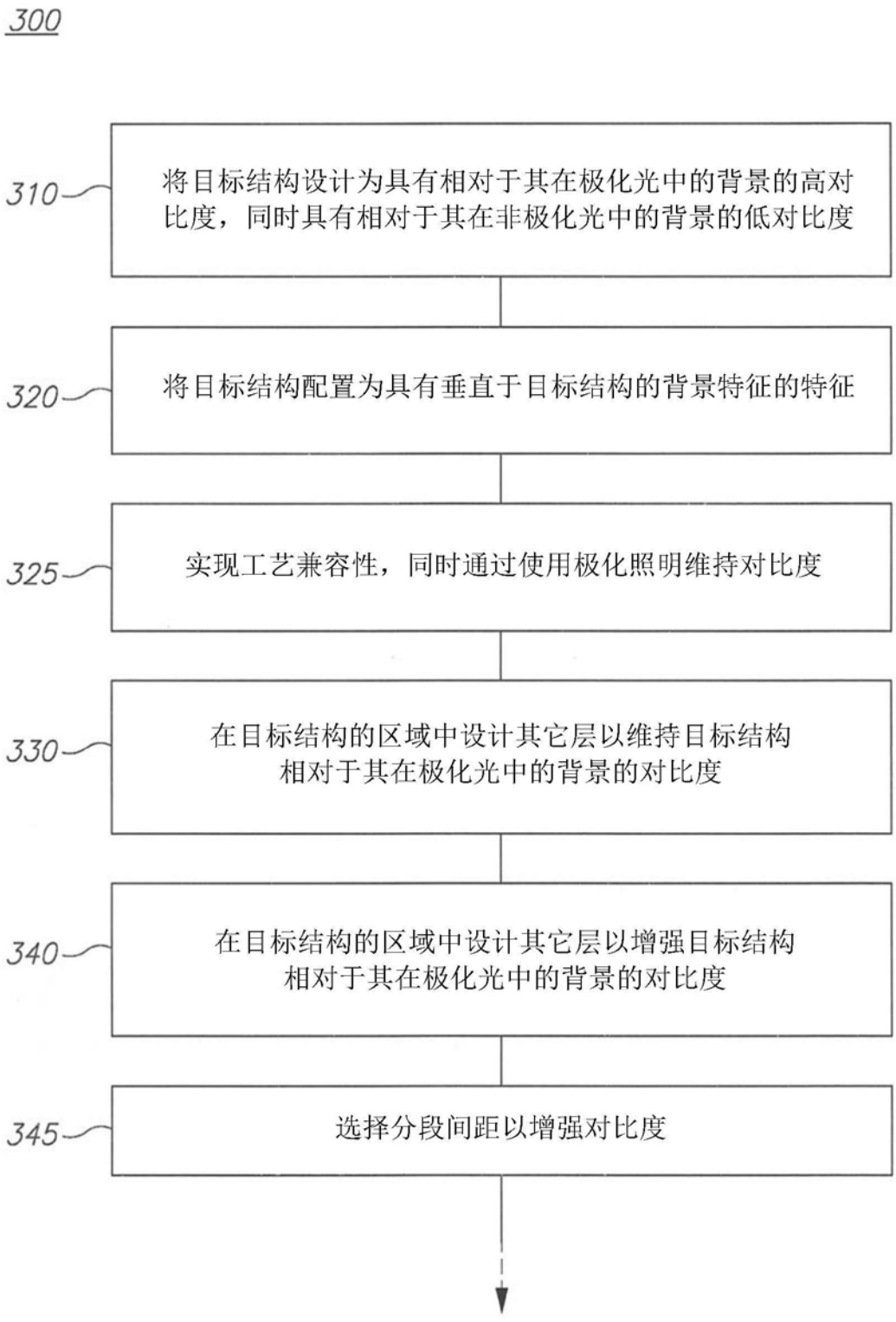

300
310
将目标结构设计为具有相对于其在极化光中的背景的高对比度，同时具有相对于其在非极化光中的背景的低对比度
320
将目标结构配置为具有垂直于目标结构的背景特征的特征
325
实现工艺兼容性，同时通过使用极化照明维持对比度
330
在目标结构的区域中设计其它层以维持目标结构相对于其在极化光中的背景的对比度
340
在目标结构的区域中设计其它层以增强目标结构相对于其在极化光中的背景的对比度
345
选择分段间距以增强对比度

图7

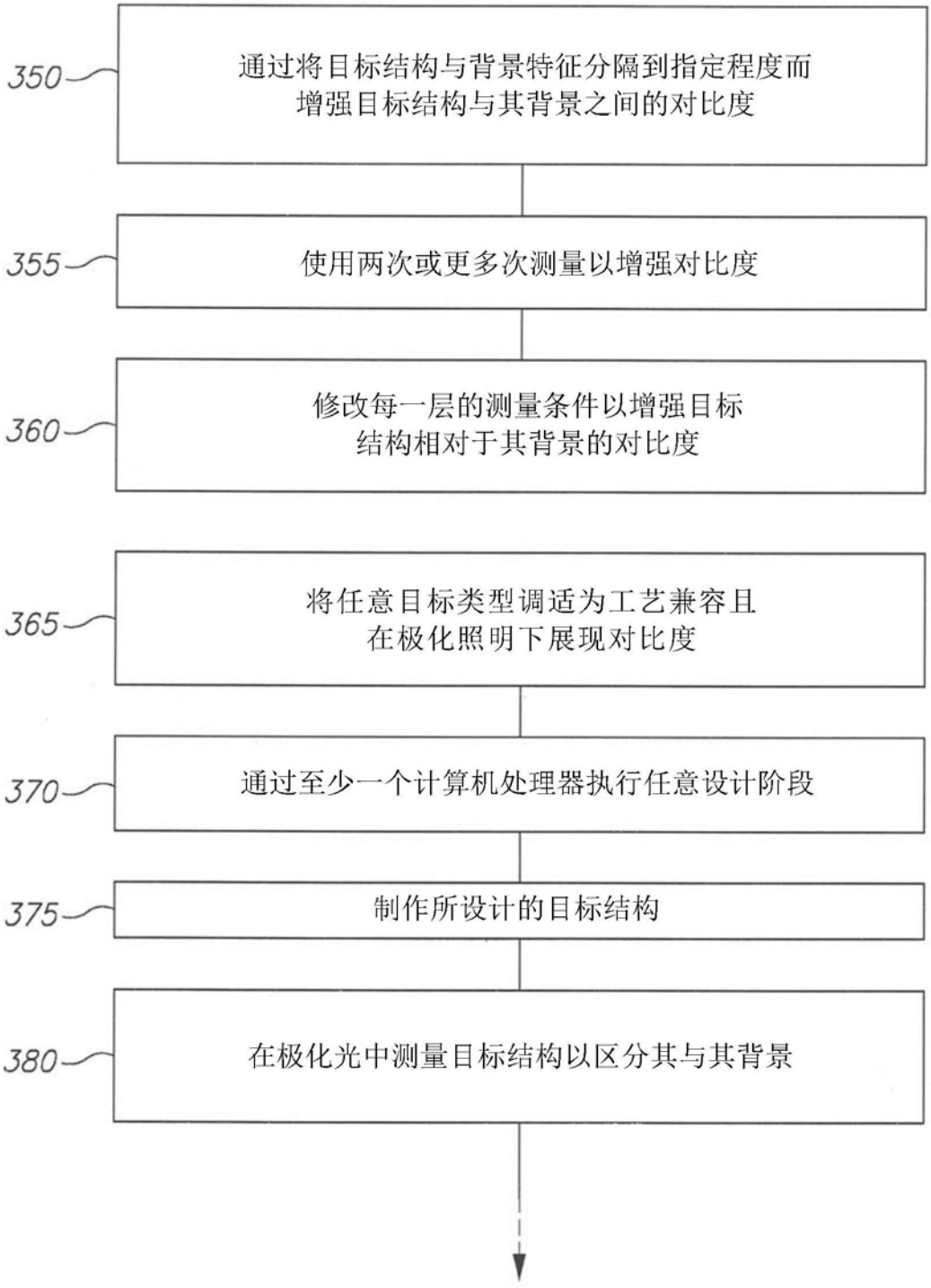

350
通过将目标结构与背景特征分隔到指定程度而增强目标结构与其背景之间的对比度
355
使用两次或更多次测量以增强对比度
360
修改每一层的测量条件以增强目标结构相对于其背景的对比度
365
将任意目标类型调适为工艺兼容且在极化照明下展现对比度
370
通过至少一个计算机处理器执行任意设计阶段
375
制作所设计的目标结构
380
在极化光中测量目标结构以区分其与其背景

图7(续1)

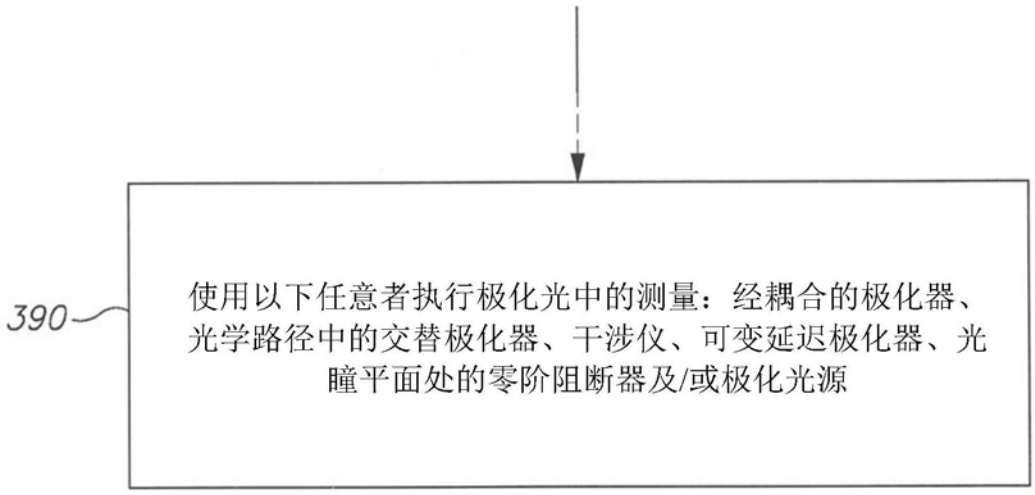

390
使用以下任意者执行极化光中的测量：经耦合的极化器、光学路径中的交替极化器、干涉仪、可变延迟极化器、光瞳平面处的零阶阻断器及/或极化光源

图7(续2)