



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115917435 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 04

(21) 申请号 202180039748.0

(22) 申请日 2021.05.28

(30) 优先权数据

63/034,414 2020.06.04 US

17/098,835 2020.11.16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/034658 2021.05.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/247384 EN 2021.12.09

(71) 申请人 科磊股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 Y·弗莱 M·吉诺乌克

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

专利代理师 刘丽楠

(51) Int.Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G01N 21/956 (2006.01)

G01N 21/95 (2006.01)

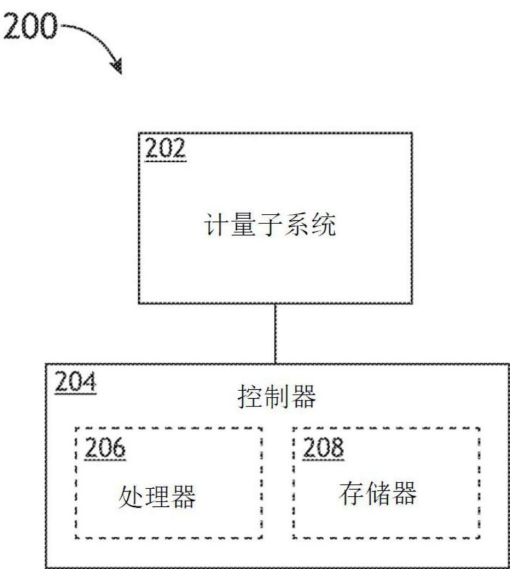
权利要求书5页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

用于周期性偏移的一维测量的计量目标

(57) 摘要

一种计量目标包含具有形成于样本的第一工作区或第二工作区中的至少一者内的一或多个第一目标结构的第一目标结构组。所述计量目标包含具有形成于所述第一工作区或所述第二工作区中的至少一者内的一或多个第二目标结构的第二目标结构组。所述第一工作区可包含对称中心,所述对称中心在所述样本的一或多个层不存在叠对误差时与所述第二工作区的对称中心重叠。所述计量目标可另外包含第三目标结构组、第四目标结构组或第五目标结构组。



1. 一种计量目标,其包括:

第一目标结构组,其形成于样本的一或多个层上,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及

第二目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差。

2. 根据权利要求1所述的计量目标,其中所述第一目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

3. 根据权利要求1所述的计量目标,其中所述第二目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

4. 根据权利要求1所述的计量目标,其进一步包括:

第三目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第三目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第三目标结构,其中所述第三目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第三图案元件。

5. 根据权利要求4所述的计量目标,其进一步包括:

第四目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第四目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第四目标结构,其中所述第四目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。

6. 根据权利要求5所述的计量目标,其进一步包括:

第五目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第五目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第五目标结构,其中所述第五目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。

7. 根据权利要求1所述的计量目标,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着x方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

8. 根据权利要求1所述的计量目标,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着y方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

9. 一种系统,其包括:

控制器,其能够以通信方式耦合到一或多个计量子系统,其中所述控制器包含一或多个处理器,其中所述一或多个处理器经配置以执行维持于存储器中的程序指令集,其中所

述程序指令集经配置以致使所述一或多个处理器进行以下操作：

从所述一或多个计量子系统接收指示从样本的计量目标发出的照射的一或多个信号，其中所述样本的所述计量目标包括：第一目标结构组，其形成于所述样本的一或多个层上，其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构，其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件；及第二目标结构组，其形成于所述样本的一或多个层上，其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构，其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件，且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时，所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠，且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差；

基于指示从所述第一目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第一叠对测量；

基于指示从所述第二目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第二叠对测量；及

基于所述第一叠对测量及所述第二叠对测量而确定所述样本的叠对误差。

10. 根据权利要求9所述的系统，其中第一计量测量包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的叠对计量测量。

11. 根据权利要求9所述的系统，其中第二计量测量包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的叠对计量测量。

12. 根据权利要求9所述的系统，其中所述第一目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

13. 根据权利要求9所述的系统，其中所述第二目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

14. 根据权利要求9所述的系统，其中所述样本的所述计量目标进一步包括：

第三目标结构组，其形成于所述样本的一或多个层上，其中所述第三目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第三目标结构，其中所述第三目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第三图案元件。

15. 根据权利要求14所述的系统，其中所述样本的所述计量目标进一步包括：

第四目标结构组，其形成于所述样本的一或多个层上，其中所述第四目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第四目标结构，其中所述第四目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。

16. 根据权利要求15所述的系统，其中所述样本的所述计量目标进一步包括：

第五目标结构组，其形成于所述样本的一或多个层上，其中所述第五目标结构组包括

形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第五目标结构,其中所述第五目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。

17.根据权利要求9所述的系统,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着x方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

18.根据权利要求9所述的系统,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着y方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

19.根据权利要求9所述的系统,其中所述样本包括半导体晶片。

20.一种测量样本的叠对的方法,其包括:

照射具有计量目标的样本,所述计量目标包括:第一目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及第二目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差;

检测从所述样本的所述计量目标发出的照射;

基于指示从所述第一目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第一叠对测量;

基于指示从所述第二目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第二叠对测量;及

基于所述第一叠对测量及所述第二叠对测量而确定所述样本的叠对误差。

21.根据权利要求20所述的方法,其中第一计量测量包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的叠对计量测量。

22.根据权利要求20所述的方法,其中第二计量测量包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的叠对计量测量。

23.根据权利要求20所述的方法,其中所述第一目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

24.根据权利要求20所述的方法,其中所述第二目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

25.根据权利要求20所述的方法,其中所述计量目标进一步包括:

第三目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第三目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第三目标结构,其中所述第三目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第

二测量方向中的至少一者形成的一或多个第三图案元件。

26. 根据权利要求25所述的方法,其进一步包括:

基于指示从所述第三目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第三叠对测量;及

基于所述第一叠对测量、所述第二叠对测量或所述第三叠对测量中的至少两者而确定所述样本的叠对误差。

27. 根据权利要求25所述的方法,其中所述计量目标进一步包括:

第四目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第四目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第四目标结构,其中所述第四目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。

28. 根据权利要求27所述的方法,其进一步包括:

基于指示从所述第四目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第四叠对测量;及

基于所述第一叠对测量、所述第二叠对测量、所述第三叠对测量或所述第四叠对测量中的至少两者而确定所述样本的叠对误差。

29. 根据权利要求27所述的方法,其中所述计量目标进一步包括:

第五目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第五目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第五目标结构,其中所述第五目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第五图案元件。

30. 根据权利要求29所述的方法,其进一步包括:

基于指示从所述第五目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第五叠对测量;及

基于所述第一叠对测量、所述第二叠对测量、所述第三叠对测量、所述第四叠对测量或所述第五叠对测量中的至少两者而确定所述样本的叠对误差。

31. 根据权利要求20所述的方法,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着x方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

32. 根据权利要求20所述的方法,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着y方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

33. 根据权利要求20所述的方法,其中所述样本包括半导体晶片。

34. 一种形成计量目标的方法,其包括:

在样本的一或多个层上形成第一目标结构组,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及

在所述样本的一或多个层上形成第二目标结构组,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测

量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差。

35. 根据权利要求34所述的方法,其中所述第一目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

36. 根据权利要求34所述的方法,其中所述第二目标结构组包括一或多个一维周期性目标结构或者一或多个二维周期性目标结构中的至少一者。

37. 根据权利要求34所述的方法,其进一步包括:

形成第三目标结构组,所述第三目标结构组形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第三目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第三目标结构,其中所述第三目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第三图案元件。

38. 根据权利要求37所述的方法,其进一步包括:

形成第四目标结构组,所述第四目标结构组形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第四目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第四目标结构,其中所述第四目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。

39. 根据权利要求38所述的方法,其进一步包括:

形成第五结构组,所述第五结构组形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第五目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第五目标结构,其中所述第五目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第五图案元件。

40. 根据权利要求34所述的方法,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着x方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

41. 根据权利要求34所述的方法,其中所述计量目标的所述第一工作区的至少一部分沿着y方向邻近于所述计量目标的所述第二工作区的至少一部分。

用于周期性偏移的一维测量的计量目标

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案依据35U.S.C.§119(e)主张将约埃尔弗莱(Yoel Feler)及马克吉诺威卡尔(Mark Ghinovker)指定为发明人的标题为“一维周期性偏移测量标记的高级设计(ADVANCED DESIGN OF ONE-DIMENSIONAL PERIODIC MISREGISTRATION MEASUREMENT MARKS)”的2020年6月4日提出申请的美国临时申请案序列号63/034,414的权益,所述临时申请案以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开大体来说涉及叠对计量,且更特定来说涉及使用用于周期性偏移的一维测量的计量目标的叠对计量。

背景技术

[0004] 叠对计量目标通常经设计以通过表征具有位于样本的多个层上的目标特征的叠对目标而提供关于所关注样本层的对准的诊断信息。此外,通常通过汇总跨越样本的各种位置处的多个叠对目标的叠对测量而确定多个层的叠对对准。然而,叠对计量目标的叠对测量的准确性可对在样本上的特定位置较敏感。在此方面,随着叠对计量样本的大小不断减小,使用经配置以装配于叠对计量样本上及/或内的叠对计量目标变得必要。叠对计量的当前方法经常涉及沿着两个测量方向的计量(例如,二维计量)。然而,二维计量通常需要较大大小的计量目标。

[0005] 因此,提供与一维计量方法兼容的计量目标(其中所述计量目标可占据叠对计量样本的较小区域)可为合意的。

发明内容

[0006] 根据本公开的一或多个实施例,公开一种计量目标。在一个实施例中,所述计量目标包含:第一目标结构组,其形成于样本的一或多个层上,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及第二目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差。

[0007] 根据本公开的一或多个实施例,公开一种系统。在一个实施例中,所述系统包含可以通信方式耦合到一或多个计量子系统的控制器,其中所述控制器包含一或多个处理器,其中所述一或多个处理器经配置以执行维持于存储器中的程序指令集,其中所述程序指令集经配置以致使所述一或多个处理器进行以下操作:从所述一或多个计量子系统接收指示从样本的计量目标发出的照射的一或多个信号,其中所述样本的所述计量目标包括:第一目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及第二目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差;基于指示从所述第一目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第一叠对测量;基于指示从所述第二目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第二叠对测量;及基于所述第一叠对测量及所述第二叠对测量而确定所述样本的叠对误差。

[0008] 根据本公开的一或多个实施例,公开一种测量样本的叠对的方法。所述测量样本的叠对的方法可包含:照射具有计量目标的样本,所述计量目标包括:第一目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及第二目标结构组,其形成于所述样本的一或多个层上,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差;检测从所述样本的所述计量目标发出的照射;基于指示从所述第一目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第一叠对测量;基于指示从所述第二目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生至少第二叠对测量;及基于所述第一叠对测量及所述第二叠对测量而确定所述样本的叠对误差。

[0009] 根据本公开的一或多个实施例,公开一种形成计量目标的方法。所述形成计量目标的方法可包含:在样本的一或多个层上形成第一目标结构组,其中所述第一目标结构组

包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件;及在所述样本的一或多个层上形成第二目标结构组,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中当在所述样本的一或多个层之间不存在叠对误差时,所述计量目标的所述第一工作区的对称中心与所述计量目标的所述第二工作区的对称中心重叠,且其中关于所述第一工作区的所述对称中心与所述第二工作区的所述对称中心的所述重叠的差指示所述计量目标的各层之间沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者的一或多个叠对误差。

附图说明

- [0010] 所属领域的技术人员可通过参考附图而更好地理解本公开的许多优点。
- [0011] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0012] 图1B是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0013] 图1C是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0014] 图1D是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0015] 图1E是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0016] 图1F是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0017] 图1G是根据本公开的一或多个实施例的计量目标的俯视图。
- [0018] 图2是根据本公开的一或多个实施例的计量系统的概念图。
- [0019] 图3A图解说明根据本公开的一或多个实施例的计量子系统的概念图。
- [0020] 图3B图解说明根据本公开的一或多个实施例的计量子系统的概念图。
- [0021] 图4是描绘根据本公开的一或多个实施例的测量样本的叠对的方法的步骤的过程流程图。
- [0022] 图5是描绘根据本公开的一或多个实施例的形成计量目标的方法的步骤的过程流程图。

具体实施方式

[0023] 半导体装置可形成为衬底上的经图案化材料的多个印刷层。每一印刷层可通过一系列过程步骤来制作,所述过程步骤是例如但不限于一或多个材料沉积步骤、一或多个光刻步骤或者一或多个蚀刻步骤。在一些制作过程中,可使用一或多个光致抗蚀剂材料形成印刷层。举例来说,可将光致抗蚀剂材料沉积到衬底上。然后可将光致抗蚀剂材料暴露于照射,其中所述照射在光致抗蚀剂材料上产生潜在目标图案。然后可将所述潜在目标图案(或由所述潜在目标图案形成的经显影目标图案)作用于经配置以在衬底上形成最终目标图案以供在叠对及/或计量应用中使用的一或多个光刻及/或一或多个蚀刻步骤的图案。在其它制作过程中,将光致抗蚀剂材料暴露于照射以在光致抗蚀剂材料上产生潜在目标图案,且在叠对及/或计量应用中使用所述潜在目标图案(或由所述潜在目标图案形成的经显影

目标图案)。

[0024] 在制作期间,通常必须在选定容限内制作每一印刷层以恰当地构造最终装置。举例来说,每一层中印刷元件的相对放置(例如,叠对或叠对参数)必须被良好地表征且相对于先前制作的层来控制。因此,可在一或多个印刷层上制作计量目标以使得能够高效地表征层的叠对。因此,印刷层上的叠对目标特征的偏差可表示所述层上的印刷装置特征的印刷特性的偏差。此外,在一个制作步骤处(例如,在制作一或多个样本层之后)测量的叠对可用于产生可校正值以便精确地对准用于在后续制作步骤中制作额外样本层的过程工具(例如,光刻工具等等)。

[0025] 计量目标可通常包含经设计以提供一或多个印刷特性的准确表示的经良好界定的印刷元件。在此方面,计量目标的印刷元件的经测量特性(例如,由计量工具进行)可表示与正制作的装置相关联的印刷装置元件。此外,计量目标通常表征为具有一或多个测量单元,其中每一单元包含样本上的一或多个层中的印刷元件。然后,计量测量可基于单个单元中或多个单元之间的印刷元件的大小、定向或位置(例如,图案放置)的测量的任一组合。举例来说,叠对计量目标的一或多个单元可包含两个或更多个样本层上的印刷元件,所述两个或更多个样本层经布置使得每一层的元件的相对位置可指示特定层中的偏位误差(例如,图案放置误差(PPE))或与样本层之间的配准误差相关联的叠对误差。举另一实例,过程敏感型计量目标可包含单个样本层上的印刷元件,其中印刷元件的一或多个特性(例如,宽度或临界尺寸(CD)、侧壁角、位置等等)指示一或多个过程度量,包含但不限于在光刻步骤期间照射的剂量或在光刻步骤期间样本在光刻工具中的焦点位置。

[0026] 叠对计量通常通过跨越样本制作一或多个叠对目标而执行,其中每一叠对目标包含所关注样本层中的特征,所述特征是与相关联于正制作的装置或组件的特征同时制作。在此方面,在叠对目标的位置处测量的叠对误差可表示装置特征的叠对误差。因此,可使用叠对测量来监测及/或控制任何数目个制作工具以根据所规定容限维持装置的生产。举例来说,可利用一个样本上当前层相对于先前层的叠对测量作为反馈数据来监测及/或缓解一批次内的额外样本上的当前层的制作的偏差。举另一实例,可利用一个样本上当前层相对于先前层的叠对测量作为前馈数据来以考虑到现有层对准的方式在同一样本上制作后续层。

[0027] 叠对目标通常包含被具体设计为对所关注样本层之间的叠对误差敏感的特征。然后,可通过使用叠对计量工具表征叠对目标且应用算法以基于计量工具的输出确定样本上的叠对误差而执行叠对测量。

[0028] 无论何种叠对测量技术,叠对计量工具通常可根据包含用来产生叠对信号的一组测量参数的处方而配置。举例来说,叠对计量工具的处方可包含但不限于照射波长、从样本发出的辐射的经检测波长、样本上的照射光点大小、入射照射角、入射照射偏光、入射照射束在叠对目标上的位置、叠对目标在叠对计量工具的焦点体积中的位置,等等。因此,叠对处方可包含用于产生适合于确定两个或更多个样本层的叠对的叠对信号的一组测量参数。

[0029] 叠对计量工具可利用各种技术来确定样本层的叠对。举例来说,基于图像的叠对计量工具可照射叠对目标(例如,高级成像计量(AIM)目标、盒中盒计量目标等等)且捕获包含位于不同样本层上的叠对目标特征的图像的叠对信号。因此,可通过测量叠对目标特征的相对位置而确定叠对。举另一实例,基于散射计量的叠对计量工具可照射叠对目标(例

如,光栅上光栅计量目标等等)且捕获叠对信号,所述叠对信号包含与照射束的衍射、散射及/或反射相关联的从叠对目标发出的辐射的角分布。因此,可基于照射束与叠对目标的相互作用的模型而确定叠对。

[0030] 应认识到在本文中,可使用各种叠对计量工具来测量叠对。举例来说,光学计量工具(例如,使用电磁辐射进行照射及/或检测的基于光的计量工具)可使用许多技术提供高吞吐量叠对测量,所述技术是例如但不限于,确定图像中多个层上的空间分离的特征的相对位置,直接测量多个层上的PPE,或其中基于从多个层上的衍射光栅散射及/或衍射的光确定叠对的散射计量。出于本公开的目的,术语“光学计量工具”、“光学计量技术”等等指示使用任何波长的电磁辐射的计量工具及技术,所述波长是例如但不限于,x射线波长、极紫外(EUV)波长、真空紫外(VUV)波长、深紫外(DUV)波长、紫外(UV)波长、可见光波长或红外(IR)波长。关于叠对测量的系统、方法及设备大体描述于以下专利中:标题为“叠对标记、叠对标记设计方法及叠对测量方法(OVERLAY MARKS, METHODS OF OVERLAY MARK DESIGN AND METHODS OF OVERLAY MEASUREMENTS)”且在2012年12月11日发布的美国专利第8,330,281号;标题为“周期性图案及控制两个层之间的不对准的技术(PERIODIC PATTERNS AND TECHNIQUE TO CONTROL MISALIGNMENT BETWEEN TWO LAYERS)”且在2016年10月25日发布的美国专利第9,476,698号;标题为“用于确定具有旋转或镜面对称性的结构的叠对的设备及方法(APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY OF STRUCTURES HAVING ROTATIONAL OR MIRROR SYMMETRY)”且在2009年6月2日发布的美国专利第7,541,201号;标题为“用于提供质量度量以实现改进的过程控制的方法及系统(METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL)”且在2013年2月7日公布的美国专利公开案第2013/0035888号;标题为“SEM叠对计量系统及方法(SYSTEM AND METHOD OF SEM OVERLAY METROLOGY)”的在2015年12月15日发布的美国专利第9,214,317号;标题为“对计量目标进行复合成像(COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS)”的在2020年1月7日发布的美国专利第10,527,951B2号;标题为“对具有反射对称对的反射不对称性结构的目标进行计量成像(METROLOGY IMAGING TARGETS HAVING REFLECTION-SYMMETRIC PAIRS OF REFLECTION-ASYMMETRIC STRUCTURES)”的在2019年1月29日发布的美国专利第10,190,979B2号;及标题为“用于测量图案放置及图案大小的设备及方法及其计算机程序(APPARATUS AND METHOD FOR THE MEASUREMENT OF PATTERN PLACEMENT AND SIZE OF PATTERN AND COMPUTER PROGRAM THEREFOR)”且在2016年6月27日提出申请的PCT申请案第PCT/US2016/039531号,所述专利全部以全文引用的方式并入本文中。

[0031] 如遍及本公开所使用,术语“样本”通常是指由半导体或非半导体材料(例如,晶片等等)形成的衬底。举例来说,半导体或非半导体材料可包含但不限于单晶硅、砷化镓及磷化铟。样本可包含一或多个层。举例来说,这些层可包含但不限于抗蚀剂(包含光致抗蚀剂)、介电材料、导电材料及半导电材料。此项技术中已知许多不同类型的这些层,且如本文中所使用的术语样本打算涵盖上面可形成所有类型的这些层的样本。形成于样本上的一或多个层可经图案化或未经图案化。举例来说,样本可包含多个裸片,每一裸片具有可重复的经图案化特征。这些材料层的形成及处理可最终产生完成装置。可在样本上形成许多不同类型的装置,且如本文中所使用的术语样本打算涵盖上面制作有此项技术中已知的任何类型的装置的样本。此外,出于本公开的目的,术语样本与晶片应解释为可互换的。另外,出于

本公开的目的,术语图案化装置、掩模及遮罩应解释为可互换的。

[0032] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的计量目标100的俯视图。计量目标100可包含形成于计量目标100的一或多个层上的第一目标结构组。所述第一目标结构组可包含一或多个第一目标结构102a及102b。一或多个第一目标结构102a及102b可形成于计量目标100的第一工作区106或计量目标100的第二工作区108中的至少一者内。第一工作区106及第二工作区108中的每一者可位于计量目标100的一或多个层内。一或多个第一目标结构102a及102b可包含经配置以用于沿着第一测量方向(例如,x方向)或第二测量方向(例如,y方向)中的至少一者的测量的一或多个第一图案元件。一或多个第一图案元件可与此项技术中已知适合于本公开所考虑的目的的任何计量模式兼容。举例来说,一或多个第一图案元件可与基于散射计量的叠对(SCOL)计量模式兼容。在此方面,一或多个第一图案元件可经配置以包含用于使用基于SCOL的计量方法的计量的周期性及/或分段式结构(例如,光栅上光栅结构或此项技术中已知适合于使照射束衍射、散射及/或反射的任何结构)。举另一实例,一或多个第一图案元件可与任何基于图像的叠对计量模式兼容,基于图像的叠对计量模式包含但不限于高级成像计量模式(例如,AIM)、三重高级成像计量(TAIM)、稳健高级成像计量(rAIM)、裸片中高级成像计量(AIMid)、盒中盒计量或此项技术中已知适合于捕获叠对信号(例如,位于不同样本层上的叠对目标特征的图像)的任何其它计量模式。应注意,一或多个第一图案元件可包含通过此项技术中已知的任何手段形成的任何一维或二维结构(例如任何一维或二维周期性结构),所述手段包含但不限于一或多个光刻步骤、一或多个直接蚀刻步骤等等。第一目标结构组及/或第一目标结构102a及102b可形成为任何形状,包含但不限于正方形形状、圆形形状、菱形形状或星形形状。

[0033] 计量目标100可包含形成于计量目标100的一或多个层上的第二目标结构组。所述第二目标结构组可包含一或多个第二目标结构104a及104b。一或多个第二目标结构104a及104b可形成于计量目标100的第一工作区106或计量目标100的第二工作区108中的至少一者内。一或多个第二目标结构104a及104b可包含经配置以用于沿着第一测量方向(例如,x方向)或第二测量方向(例如,y方向)中的至少一者的测量的一或多个第二图案元件。一或多个第二图案元件可与此项技术中已知适合于本公开所考虑的目的的任何计量模式兼容。举例来说,一或多个第二图案元件可与基于散射计量的叠对(SCOL)计量模式兼容。在此方面,一或多个第二图案元件可经配置以包含用于使用基于SCOL的计量方法的计量的周期性及/或分段式结构(例如,光栅上光栅结构或此项技术中已知适合于使照射束衍射、散射及/或反射的任何结构)。举另一实例,一或多个第二图案元件可与任何基于图像的叠对计量模式兼容,基于图像的叠对计量模式包含但不限于高级成像计量模式(例如,AIM)、三重高级成像计量(TAIM)、稳健高级成像计量(rAIM)、裸片中高级成像计量(AIMid)、盒中盒计量或此项技术中已知适合于捕获叠对信号(例如,位于不同样本层上的叠对目标特征的图像)的任何其它计量模式。应注意,一或多个第二图案元件可包含通过此项技术中已知的任何手段形成的任何一维或二维结构(例如任何一维或二维周期性结构),所述手段包含但不限于一或多个光刻步骤、一或多个直接蚀刻步骤等等。第二目标结构组及/或第二目标结构104a及104b可形成为任何形状,包含但不限于正方形形状、圆形形状、菱形形状或星形形状。

[0034] 第一工作区106及第二工作区108可以使得第一工作区106及第二工作区108可基于利用第一工作区106及第二工作区108的一或多个元件的旋转对称性而促进一或多个叠

对测量的方式形成。举例来说,第一工作区106可经形成使得第一工作区106的元件(例如,一或多个第一目标结构102a及102b及/或一或多个第二目标结构104a及104b)具有对称中心,且第二工作区108可经形成使得第二工作区108的元件(例如,一或多个第一目标结构102a及102b及/或一或多个第二目标结构104a及104b)具有对称中心,其中前述对称中心中的每一者在计量目标100的对称中心110处重叠。以此方式,关于相应对称中心的重叠的任何差可造成或可指示计量目标100的各层之间的叠对误差。请考虑,第一工作区106及第二工作区108可为双重旋转对称的,但本公开的实施例不限于第一工作区106及第二工作区108具有双重旋转对称性。举例来说,第一工作区106及第二工作区108可为四重旋转对称的。应注意,第一工作区106及第二工作区108的旋转对称性可缓解与一或多个计量子系统相关地发生的某些问题,包含但不限于可在测量期间发生的晶片角错位误差。

[0035] 在一些实施例中,第一工作区106可形成于邻近于第二工作区108(例如,沿着x方向邻近,如图1A中所展示)的位置处。在其它实施例中,如图1B中所展示,第一工作区106可形成于沿着y方向邻近于第二工作区108的位置处。应注意,第一工作区106与第二工作区108的相对位置可经选择以便符合设计大小或计量操作要求。举例来说,计量目标100可经配置以基于第一工作区106与第二工作区108的相对放置而在计量样本上占据较少空间。

[0036] 应注意,任何目标结构组(例如,第一目标结构组及/或第二目标结构组)或任何目标结构(例如,第一目标结构102a及102b及/或第二目标结构104a及104b)的一或多个部分可形成于计量目标的不同层上或第一工作区106及第二工作区108中的每一者内。举例来说,如图1C及1D中所展示,第二目标结构104的第一部分可形成于第一工作区106内,且第二目标结构104的第二部分可形成于第二工作区108内。

[0037] 应进一步注意,本公开的实施例不限于第一工作区106及第二工作区108占据计量目标100的单个区域。举例来说,第一工作区106及第二工作区108中的每一者可形成于计量目标100上的多个区域中。

[0038] 在另一实施例中,如图1E中所展示,计量目标100可包含形成于计量目标100的一或多个层上的第三目标结构组。所述第三目标结构组可包含一或多个第三目标结构112a及112b。一或多个第三目标结构112a及112b可形成于计量目标100的第一工作区106或计量目标100的第二工作区108中的至少一者内。一或多个第三目标结构112a及112b可包含经配置以用于沿着第一测量方向(例如,x方向)或第二测量方向(例如,y方向)中的至少一者的测量的一或多个第三图案元件。一或多个第三图案元件可与此项技术中已知适合于本公开所考虑的目的的任何计量模式兼容。举例来说,一或多个第三图案元件可与基于散射计量的叠对(SCOL)计量模式兼容。在此方面,一或多个第三图案元件可经配置以包含用于使用基于SCOL的计量方法的计量的周期性及/或分段式结构(例如,光栅上光栅结构或此项技术中已知适合于使照射束衍射、散射及/或反射的任何结构)。举另一实例,一或多个第三图案元件可与任何基于图像的叠对计量模式兼容,基于图像的叠对计量模式包含但不限于高级成像计量模式(例如,AIM)、三重高级成像计量(TAIM)、稳健高级成像计量(rAIM)、裸片中高级成像计量(AIMid)、盒中盒计量或此项技术中已知适合于捕获叠对信号(例如,位于不同样本层上的叠对目标特征的图像)的任何其它计量模式。应注意,一或多个第三图案元件可包含通过此项技术中已知的任何手段形成的任何一维或二维结构(例如任何一维或二维周期性结构),所述手段包含但不限于一或多个光刻步骤、一或多个直接蚀刻步骤等等。第三目

标结构组及/或第三目标结构112a及112b可形成任何形状,包括但不限于正方形形状、圆形形状、菱形形状或星形形状。

[0039] 在另一实施例中,如图1F中所展示,计量目标100可包含形成于计量目标100的一或多个层上的第四目标结构组。所述第四目标结构组可包含一或多个第四目标结构114a及114b。一或多个第四第二结构114a及114b可形成于计量目标100的第一工作区106或计量目标100的第二工作区108中的至少一者内。一或多个第四目标结构114a及114b可包含经配置以用于沿着第一测量方向(例如,x方向)或第二测量方向(例如,y方向)中的至少一者的测量的一或多个第四图案元件。一或多个第四图案元件可与此项技术中已知适合于本公开所考虑的目的的任何计量模式兼容。举例来说,一或多个第四图案元件可与基于散射计量的叠对(SCOL)计量模式兼容。在此方面,一或多个第四图案元件可经配置以包含用于使用基于SCOL的计量方法的计量的周期性及/或分段式结构(例如,光栅上光栅结构或此项技术中已知适合于使照射束衍射、散射及/或反射的任何结构)。举另一实例,一或多个第四图案元件可与任何基于图像的叠对计量模式兼容,基于图像的叠对计量模式包括但不限于高级成像计量模式(例如,AIM)、三重高级成像计量(TAIM)、稳健高级成像计量(rAIM)、裸片中高级成像计量(AIMid)、盒中盒计量或此项技术中已知适合于捕获叠对信号(例如,位于不同样本层上的叠对目标特征的图像)的任何其它计量模式。应注意,一或多个第四图案元件可包含通过此项技术中已知的任何手段形成的任何一维或二维结构(例如任何一维或二维周期性结构),所述手段包括但不限于一或多个光刻步骤、一或多个直接蚀刻步骤等等。第四目标结构组及/或第四目标结构114a及114b可形成任何形状,包括但不限于正方形形状、圆形形状、菱形形状或星形形状。

[0040] 在另一实施例中,如图1G中所展示,计量目标100可包含形成于计量目标100的一或多个层上的第五目标结构组。所述第五目标结构组可包含一或多个第五目标结构116a及116b。一或多个第五第二结构116a及116b可形成于计量目标100的第一工作区106或计量目标100的第二工作区108中的至少一者内。一或多个第五目标结构116a及116b可包含经配置以用于沿着第一测量方向(例如,x方向)或第二测量方向(例如,y方向)中的至少一者的测量的一或多个第五图案元件。一或多个第五图案元件可与此项技术中已知适合于本公开所考虑的目的的任何计量模式兼容。举例来说,一或多个第五图案元件可与基于散射计量的叠对(SCOL)计量模式兼容。在此方面,一或多个第五图案元件可经配置以包含用于使用基于SCOL的计量方法的计量的周期性及/或分段式结构(例如,光栅上光栅结构或此项技术中已知适合于使照射束衍射、散射及/或反射的任何结构)。举另一实例,一或多个第五图案元件可与任何基于图像的叠对计量模式兼容,基于图像的叠对计量模式包括但不限于高级成像计量模式(例如,AIM)、三重高级成像计量(TAIM)、稳健高级成像计量(rAIM)、裸片中高级成像计量(AIMid)、盒中盒计量或此项技术中已知适合于捕获叠对信号(例如,位于不同样本层上的叠对目标特征的图像)的任何其它计量模式。应注意,一或多个第五图案元件可包含通过此项技术中已知的任何手段形成的任何一维或二维结构(例如任何一维或二维周期性结构),所述手段包括但不限于一或多个光刻步骤、一或多个直接蚀刻步骤等等。第五目标结构组及/或第五目标结构116a及116b可形成任何形状,包括但不限于正方形形状、圆形形状、菱形形状或星形形状。

[0041] 应注意在本文中,本公开的实施例不限于第一工作区106及第二工作区108具有统

一形状。举例来说,如图1G中所展示,第一工作区106及第二工作区108中的每一者可为任何形状,包含但不限于任何多边形形状。应进一步注意,任何目标结构组(例如,第一目标结构组、第二目标结构组、第三目标结构组、第四目标结构组及/或第五目标结构组)或任何目标结构(例如,第一目标结构102a及102b、第二目标结构104、104a及104b、第三目标结构112a及112b、第四目标结构114a及114b及/或第五目标结构116a及116b)的一或多个部分可形成于计量目标的不同层上或第一工作区106及第二工作区108中的每一者内。举例来说,如图1G中所展示,第二目标结构104的第一部分可形成于第一工作区106内,且第二目标结构104的第二部分可形成于第二工作区108内。

[0042] 图2图解说明根据本公开的一或多个实施例的计量系统200的简化框图。在一个实施例中,计量系统200包含一或多个计量子系统202。一或多个计量子系统202可经配置以在成像或非成像模式中操作。举例来说,在成像模式中,个别叠对目标元件可为可在样本上的经照射光点内分辨的(例如,作为亮视场图像、暗视场图像、相位对比图像等等的部分)。举另一实例,一或多个计量子系统202可作为基于散射计量的叠对(SCOL)计量工具来操作,其中在光瞳平面处分析来自样本的辐射以表征来自样本的辐射的角分布(例如,与样本对辐射的散射及/或衍射相关联)。

[0043] 一或多个计量子系统202可将照射引导到样本且可进一步收集从样本发出的辐射以产生适合于确定两个或更多个样本层的叠对的叠对信号。一或多个计量子系统可包含此项技术中已知适合于产生适合于确定与样本上的叠对目标相关联的叠对的叠对信号的任何类型的叠对计量工具,包含但不限于任何光学计量工具(例如,高级成像计量(AIM)工具、裸片中高级成像计量(AIMid)工具、三重高级成像计量(TAIM)工具、稳健高级成像计量(rAIM)工具等等)、任何基于粒子的计量工具(例如,电子束计量工具),或基于散射计量的叠对(SCOL)计量工具。应注意,本公开的实施例不限于计量系统200仅具有一个计量子系统202,且计量系统200可包含至少两个计量子系统。举例来说,计量系统200可包含光学计量工具及基于散射计量的叠对(SCOL)计量工具。

[0044] 一或多个计量子系统202可配置以基于任何数目个处方产生叠对信号,所述处方定义用于获取适合于确定叠对目标的叠对的叠对信号的测量参数。举例来说,一或多个计量子系统202的处方可包含但不限于照射波长、从样本发出的辐射的经检测波长、样本上的照射光点大小、入射照射角,入射照射偏光、入射束的波计划、入射照射束在叠对目标上的位置、叠对目标在叠对计量工具的焦点体积中的位置,等等。

[0045] 在另一实施例中,叠对计量系统200包含以通信方式耦合到一或多个计量子系统202的控制器204。控制器204可经配置以引导一或多个计量子系统202基于一或多个选定处方产生叠对信号。控制器204可进一步经配置以接收数据,包含但不限于来自一或多个计量子系统202的叠对信号。另外,控制器204可经配置以基于所获取叠对信号而确定与叠对目标相关联的叠对。

[0046] 在另一实施例中,控制器204包含一或多个处理器206。举例来说,一或多个处理器206可经配置以执行维持于存储器媒体208或存储器中的程序指令集。控制器204可经配置以基于具有一或多个计量目标100的样本的一或多个叠对测量而确定所述样本的叠对误差。举例来说,在一个实施例中,计量子系统202可将照射引导到具有一或多个计量目标100的样本。在另一实施例中,计量子系统202可经配置以进一步收集从样本发出的辐射以便产

生适合于确定两个或更多个样本层的叠对的一或多个叠对测量(或者指示一或多个叠对测量的一或多个信号)。计量子系统202可配置以基于任何数目个处方产生叠对信号,所述处方定义用于获取适合于确定叠对目标的叠对的叠对信号的测量参数。举例来说,计量子系统202的处方可包含但不限于照射波长、从样本发出的辐射的经检测波长、样本上的照射光点大小、入射照射角,入射照射偏光、入射照射束在叠对目标上的位置、叠对目标在叠对计量工具的焦点体积中的位置,等等。

[0047] 控制器204可经配置以基于具有一或多个计量目标100的样本的一或多个叠对测量而确定所述样本的叠对误差。举例来说,控制器204可经配置以基于指示从样本320(例如,第一目标结构组、第二目标结构组、第三目标结构组、第四目标结构组及/或第五目标结构组)的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生样本的一或多个叠对测量。样本320的一或多个叠对测量可对应于样本320的一或多个层的叠对位置。

[0048] 控制器204的一或多个处理器206可包含此项技术中已知的任何处理器或处理元件。出于本公开的目的,术语“处理器”或“处理元件”可广义地定义为涵盖具有一或多个处理或逻辑元件的任何装置(例如,一或多个微处理器装置、一或多个专用集成电路(ASIC)装置、一或多个现场可编程门阵列(FPGA)或者一或多个数字信号处理器(DSP))。在此意义上,一或多个处理器206可包含经配置以执行算法及/或指令(例如,存储于存储器中的程序指令)的任何装置。在一个实施例中,一或多个处理器206可体现为桌上型计算机、主机计算机系统、工作站、图像计算机、并行处理器、网络计算机或经配置以执行被配置为操作计量系统200或联合所述计量系统来操作的程序的任何其它计算机系统,如遍及本公开所描述。此外,遍及本公开描述的步骤可由单个控制器204执行,或替代地由多个控制器执行。另外,控制器204可包含容纳于共用外壳中或多个外壳内的一或多个控制器。以此方式,任何控制器或控制器组合可单独地封装为适合于集成到计量系统200中的模块。此外,控制器204可分析从一或多个计量子系统202接收的数据且将所述数据馈送到计量系统200内或计量系统200外部的额外组件。

[0049] 存储器媒体208可包含此项技术中已知适合于存储可由相关联的一或多个处理器206执行的程序指令的任何存储媒体。举例来说,存储器媒体208可包含非暂时性存储器媒体。举另一实例,存储器媒体208可包含但不限于只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁性或光学存储器装置(例如,磁盘)、磁带、固态驱动器等等。应进一步注意,存储器媒体208可与一或多个处理器206一起容纳于共用控制器外壳中。在一个实施例中,存储器媒体208可相对于一或多个处理器206及控制器204的物理位置远程地定位。例如,控制器204的一或多个处理器206可存取可通过网络(例如,因特网、内联网等等)存取的远程存储器(例如,服务器)。

[0050] 在一个实施例中,用户接口(未展示)以通信方式耦合到控制器204。所述用户接口可包含但不限于一或多个桌上型计算机、膝上型计算机、平板计算机等等。在另一实施例中,所述用户接口包含用于向用户显示计量系统200的数据的显示器。用户接口的显示器可包含此项技术中已知的任何显示器。举例来说,所述显示器可包含但不限于液晶显示器(LCD)、基于有机发光二极管(OLED)的显示器或CRT显示器。所属领域的技术人员应认识到,能够与用户接口集成的任何显示装置均适合于在本公开中实施。在另一实施例中,用户可响应于向所述用户显示的数据而经由用户接口的用户输入装置输入选择及/或指令。

[0051] 在另一实施例中,控制器204以通信方式耦合到计量系统200的一或多个元件。在此方面,控制器204可传输及/或接收来自计量系统200的任一组件的数据。举例来说,控制器204可以通信方式耦合到检测器320、322以从检测器320、322接收一或多个图像。此外,控制器204可通过产生针对计量系统200的任一组件的一或多个控制信号而引导或以其它方式控制所述相关联的组件。

[0052] 在一个实施例中,如图3A中所图解说明,一或多个计量子系统202可包含光学计量子系统202a,例如包含光学计量工具的计量子系统。光学计量子系统202a可包含此项技术中已知适合于产生样本的计量数据的任何类型的光学计量工具,包括但不限于经配置以产生及/或检测具有x射线、紫外(UV)光波长、红外(IR)光波长或可见光波长的光学照射束的光学计量工具。举另一实例,一或多个计量子系统202a可包含高级成像计量(AIM)工具、裸片中高级成像计量(AIMid)工具、三重高级成像计量(TAIM)工具或稳健高级成像计量(rAIM)工具。

[0053] 在一个实施例中,一或多个计量子系统202a可包含经配置以产生光学照射束304的光学照射源302。光学照射束304可包含一或多个选定波长的辐射,包括但不限于x射线、紫外(UV)光、可见光或红外(IR)光。

[0054] 光学照射源302可包含适合于提供光学照射束304的任何类型的照射源。在一个实施例中,光学照射源302是激光源。举例来说,光学照射源302可包含但不限于一或多个窄带激光源、宽带激光源、超连续光谱激光源、白光激光源等等。在此方面,光学照射源302可提供具有高相干性(例如,高空间相干性及/或时间相干性)的光学照射束304。在另一实施例中,光学照射源302包含激光维持的等离子体(LSP)源。举例来说,光学照射源302可包含但不限于LSP灯、LSP灯泡,或者适合于容纳在由激光源激发成等离子体状态时可发射宽带照射的一或多个元素的LSP室。在另一实施例中,光学照射源302包含灯源。举例来说,光学照射源302可包含但不限于弧光灯、放电灯、无电极灯等等。在此方面,光学照射源302可提供具有低相干性(例如,低空间相干性及/或时间相干性)的光学照射束304。

[0055] 在另一实施例中,光学照射源302经由照射路径310将光学照射束304引导到样本320。照射路径310可包含一或多个照射路径透镜308或适合于修改及/或调节光学照射束304的额外光学组件306。举例来说,一或多个光学组件306可包含但不限于一或多个偏光器、一或多个滤光器、一或多个分束器、一或多个漫射器、一或多个均质器、一或多个切趾器,或者一或多个射束成形器。照射路径310可进一步包含经配置以将光学照射束304引导到样本320的物镜316。

[0056] 在另一实施例中,样本320安置于样本载台322上。样本载台322可包含适合于在一或多个计量子系统202a内定位及/或扫描样本320的任何装置。举例来说,样本载台322可包含线性平移载台、旋转载台,翻转/倾斜载台等等的任何组合。

[0057] 在另一实施例中,一或多个计量子系统202a包含经配置以通过收集路径314捕获从样本320发出的光的一或多个检测器324。收集路径314可包含但不限于用于收集来自样本320的光的一或多个收集路径透镜312、318。举例来说,一或多个检测器324可经由一或多个收集路径透镜312、318接收从样本320反射或散射(例如,经由镜面反射、漫反射等等)的光。举另一实例,一或多个检测器324可接收由样本320产生的光(例如,与光学照射束304的吸收相关联的荧光等等)。举另一实例,一或多个检测器324可接收来自样本320的光的一或

多个衍射级(例如,0级衍射、 ± 1 级衍射、 ± 2 级衍射等等)。

[0058] 一或多个检测器324可包含此项技术中已知适合于测量从样本320接收的照射的任何类型的检测器。举例来说,检测器324可包含但不限于CCD检测器、TDI检测器、光电倍增管(PMT)、雪崩光电二极管(APD)、互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器等等。在另一实施例中,检测器324可包含适合于识别从样本320发出的光的波长的光谱检测器。

[0059] 在一个实施例中,一或多个检测器324是大致法向于样本320的表面而定位。在另一实施例中,一或多个计量子系统202a包含经定向使得物镜316可同时将光学照射束304引导到样本320且收集从样本320发出的光的分束器。此外,照射路径310及收集路径314可共享一或多个额外元件(例如,物镜316、光圈、滤光器等等)。

[0060] 在一个实施例中,如图3B中所展示,一或多个计量子系统202可包含基于粒子的计量子系统202b,例如包含电子束计量工具(例如,SEM、CD-SEM等等)的计量子系统。

[0061] 在一个实施例中,一或多个计量子系统202b可包含用以产生粒子束326(例如,电子束、粒子束等等)的粒子源325(例如,电子束源、离子束源等等)。粒子源325可包含此项技术中已知适合于产生粒子束326的任何粒子源。举例来说,粒子源325可包含但不限于电子枪或离子枪。在另一实施例中,粒子源325经配置以提供具有可调谐能量的粒子束。举例来说,粒子源325可包含但不限于经配置以提供在0.1kV到30kV的范围内的加速电压的电子源。作为另一实例,包含离子源的粒子源325可以但不必须提供具有在1keV到50keV的范围内的能量的离子束。

[0062] 在另一实施例中,一或多个计量子系统202b可包含一或多个粒子聚焦元件328。举例来说,一或多个粒子聚焦元件328可包含但不限于单个粒子聚焦元件或者形成复合系统的一或多个粒子聚焦元件。在另一实施例中,一或多个粒子聚焦元件328包含经配置以将粒子束326引导到位于样本载台322上的样本320的粒子物镜330。此外,粒子源325可包含此项技术中已知的任何类型的电子透镜,包含但不限于静电透镜、磁性透镜、单电位透镜或双电位透镜。

[0063] 在另一实施例中,一或多个计量子系统202b可包含用以将从样本320发出的粒子成像或以其它方式检测所述粒子的至少一个粒子检测器332。在一个实施例中,粒子检测器332包含电子收集器(例如,次级电子收集器、背散射式电子检测器等等)。在另一实施例中,粒子检测器332包含用于检测来自样本表面的电子及/或光子的光子检测器(例如,光电检测器、x射线检测器、耦合到光电倍增管(PMT)检测器的闪烁元件等等)。请具体考虑,一或多个计量子系统202b可包含多个(例如,至少两个)粒子检测器332。应注意在本文中,某些类型的粒子检测器332(例如,光电倍增检测器)可增加一或多个计量子系统202b的敏感性。

[0064] 应理解,对如图3A 3B中所描绘的一或多个计量子系统202的说明及上文相关联的说明仅是出于说明性目的而提供且不应解释为限制性的。举例来说,一或多个计量子系统202可包含适合于同时询问样本320的多束及/或多柱系统。在另一实施例中,一或多个计量子系统202可包含经配置以将一或多个电压施加到样本320的一或多个位置的一或多个组件(例如,一或多个电极)。在此方面,一或多个计量子系统202可产生电压对比成像数据。

[0065] 应认识到在本文中,粒子束326在样本320中的穿透深度可取决于粒子能量,使得较高能量束通常向样本中穿透较深。在一个实施例中,一或多个计量子系统202b可利用不同粒子能量来基于粒子束326向样本320中的穿透深度询问装置的不同层。举例来说,一或

多个计量子系统202b可利用相对低能量电子束(例如,大约1keV或更小)且可利用较高能量束(例如,大约10keV或更高)来表征先前制作的层。应认识到在本文中,随粒子能量而变的穿透深度可针对不同材料而不同,使得用于特定层的粒子能量的选择可针对不同材料而不同。

[0066] 如先前所描述,一或多个计量子系统202可包含以通信方式耦合到一或多个计量子系统202的控制器204。控制器204可经配置以引导一或多个计量子系统204基于一或多个选定处方产生叠对信号。控制器204可进一步经配置以接收数据,包括但不限于来自一或多个计量子系统202的叠对信号。另外,控制器204可经配置以基于所获取叠对信号而确定与叠对目标相关联的叠对。

[0067] 图4图解说明描绘根据本公开的一或多个实施例的测量样本的叠对的方法400的步骤的过程流程图。

[0068] 在步骤402中,照射包含一或多个计量目标100的样本。举例来说,计量系统200可将照射束引导到样本320上。如本文中所使用,术语“照射束”可指任何辐射束,包括但不限于光学照射束304及/或粒子束326。

[0069] 在步骤404中,检测从一或多个计量目标100发出的照射。举例来说,可检测光学照射束304及/或粒子束326。举另一实例,一或多个计量子系统202可经配置以接收从一或多个计量目标100(例如,第一目标结构组、第二目标结构组、第三目标结构组、第四目标结构组及/或第五目标结构组)的一或多个部分发出的照射。

[0070] 在步骤406中,产生一或多个第一叠对测量。举例来说,控制器204可经配置以基于指示从一或多个计量目标100的第一目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生样本320的一或多个第一叠对测量。

[0071] 在步骤408中,产生一或多个第二叠对测量。举例来说,控制器204可经配置以基于指示从一或多个计量目标100的第二目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生样本320的一或多个第二叠对测量。

[0072] 在一些实施例中,方法400包含步骤410,其中产生一或多个第三叠对测量。举例来说,控制器204可经配置以基于指示从一或多个计量目标100的第三目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生样本320的一或多个第三叠对测量。

[0073] 在一些实施例中,方法400包含步骤412,其中产生一或多个第四叠对测量。举例来说,控制器204可经配置以基于指示从一或多个计量目标100的第四目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生样本320的一或多个第四叠对测量。

[0074] 在一些实施例中,方法400包含步骤414,其中产生一或多个第五叠对测量。举例来说,控制器204可经配置以基于指示从一或多个计量目标100的第五目标结构组的一或多个部分发出的照射的一或多个信号而产生样本320的一或多个第五叠对测量。

[0075] 在步骤416中,基于一或多个第一叠对测量、一或多个第二叠对测量、一或多个第三叠对测量、一或多个第四叠对测量或第五叠对测量中的至少两者而确定叠对误差。

[0076] 在一些实施例中,方法400可包含一或多个额外步骤(未展示),其中基于至少在步骤416中确定的一或多个叠对值而提供一或多个叠对可校正值。举例来说,一或多个额外步骤可包含控制器204产生用于调整一或多个过程工具(例如,光刻工具)的一或多个参数(例如,制作设定、配置等等)的一或多个控制信号(或对控制信号的校正)。控制信号(或对控制

信号的校正)可由作为反馈及/或前馈控制环路的部分的控制器204提供。控制器204可致使一或多个过程工具基于一或多个控制信号(或对控制信号的校正)对一或多个过程工具的一或多个参数执行一或多个调整。在一些实施例中,控制器204可警告用户做出所述一或多个调整。在此意义上,一或多个控制信号可补偿一或多个过程工具的一或多个制作过程的误差,且因此可使得一或多个过程工具能够跨越相同或不同批次中的后续样本上的多次曝光将叠对维持在选定容限内。

[0077] 图5图解说明图解说明根据本公开的一或多个实施例的形成计量目标100的方法500的步骤的过程流程图。

[0078] 在步骤502中,在计量目标100的一或多个层上形成第一目标结构组,其中所述第一目标结构组包括形成于所述计量目标的第一工作区或所述计量目标的第二工作区中的至少一者内的至少一个第一目标结构,其中每一第一目标结构包括沿着第一测量方向或第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第一图案元件。所述第一目标结构组可通过一或多个过程步骤来制作,所述过程步骤是例如但不限于一或多个沉积、光刻或蚀刻步骤。所述第一目标结构组可使用一或多个过程工具(例如,光刻工具)来形成。

[0079] 在步骤504中,在计量目标100的一或多个层上形成第二目标结构组,其中所述第二目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第二目标结构,其中每一第二目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第二图案元件,且其中所述计量目标的所述第一工作区及所述计量目标的所述第二工作区是双重旋转对称的。所述第二目标结构组可通过一或多个过程步骤来制作,所述过程步骤是例如但不限于一或多个沉积、光刻或蚀刻步骤。所述第二目标结构组可使用一或多个过程工具(例如,光刻工具)来形成。

[0080] 在一些实施例中,方法500包含步骤506,其中在计量目标100的一或多个层上形成第三目标结构组,其中所述第三目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第三目标结构,其中所述第三目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第三图案元件。所述第三目标结构组可通过一或多个过程步骤来制作,所述过程步骤是例如但不限于一或多个沉积、光刻或蚀刻步骤。所述第三目标结构组可使用一或多个过程工具(例如,光刻工具)来形成。

[0081] 在一些实施例中,方法500包含步骤508,其中在计量目标100的一或多个层上形成第四目标结构组,其中所述第四目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第四目标结构,其中所述第四目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第四图案元件。所述第四目标结构组可通过一或多个过程步骤来制作,所述过程步骤是例如但不限于一或多个沉积、光刻或蚀刻步骤。所述第四目标结构组可使用一或多个过程工具(例如,光刻工具)来形成。

[0082] 在一些实施例中,方法500包含步骤510,其中在计量目标100的一或多个层上形成第五目标结构组,其中所述第五目标结构组包括形成于所述计量目标的所述第一工作区或所述计量目标的所述第二工作区中的至少一者内的至少一个第五目标结构,其中所述第五

目标结构包括沿着所述第一测量方向或所述第二测量方向中的至少一者形成的一或多个第五图案元件。所述第五目标结构组可通过一或多个过程步骤来制作,所述过程步骤是例如但不限于一或多个沉积、光刻或蚀刻步骤。所述第五目标结构组可使用一或多个过程工具(例如,光刻工具)来形成。

[0083] 本文中所述描述的所有方法可包含将方法实施例的一或多个步骤的结果存储于存储器中。所述结果可包含本文中所描述的结果中的任一者且可以此项技术中已知的任何方式存储。存储器可包含本文中所描述的任何存储器或此项技术中已知的任何其它适合存储媒体。在已存储所述结果之后,所述结果可在存储器中存取且由本文中所描述的方法或系统实施例中的任一者使用,经格式化以显示给用户,由另一软件模块、方法或系统使用,等等。此外,所述结果可被“永久”、“半永久”、“暂时”存储或存储某一段时间。举例来说,所述存储器可为随机存取存储器(RAM),且结果可未必无限期地存留于存储器中。

[0084] 请进一步考虑,以上所描述的方法的实施例中的每一者可包含本文中所描述的任一(任何)其它方法的任一(任何)其它步骤。另外,以上所描述的方法的实施例中的每一者可由本文中所描述的系统中的任一者执行。

[0085] 所属领域的技术人员应认识到,本文中所描述的组件、操作、装置、对象及伴随其的论述是为了概念清晰起见而用作实例,且请考虑各种配置修改。因此,如本文中所使用,所陈述的特定范例及伴随论述打算表示其较一般类别。一般来说,任何特定范例的使用打算表示其类别,且不包含特定组件、操作、装置及对象不应视为限制性的。

[0086] 如本文中所使用,例如“顶部”、“底部”、“上方”、“下方”、“上部”、“向上”、“下部”、“下”及“向下”等方向性术语打算出于说明目的提供相对位置,且非打算指定绝对参考框架。所属领域的技术人员应了解对所描述实施例的各种修改,且本文中定义的一般原理可应用于其它实施例。

[0087] 关于本文中基本上任何复数及/或单数术语的使用,所属领域的技术人员可在适于上下文及/或应用时从复数转变成单数及/或从单数转变成复数。为清晰起见,本文中未明确地陈述各种单数/复数排列。

[0088] 本文中所描述的标的物有时图解说明含于其它组件内或与其它组件连接的不同组件。应理解,此些所描绘架构仅是示范性的,且事实上可实施实现相同功能性的许多其它架构。在概念意义上,实现相同功能性的任何组件布置是有效地“相关联”使得实现所要功能性。因此,可将本文中经组合以实现特定功能性的任何两个组件视为彼此“相关联”使得实现所要功能性,而无论架构或中间组件如何。同样地,如此相关联的任何两个组件也可被视为彼此“连接”或“耦合”以实现所要功能性,且能够如此相关联的任何两个组件也可被视为彼此“可耦合”以实现所要功能性。可耦合的特定实例包含但不限于可物理配合及/或物理相互作用的组件及/或可以无线方式相互作用及/或以无线方式相互作用的组件及/或以逻辑方式相互作用及/或可以逻辑方式相互作用的组件。

[0089] 此外,应理解,本发明由所附权利要求书定义。所属领域的技术人员应理解,一般来说,本文中所使用且尤其在所附权利要求书(例如,所附权利要求书的主体)中所使用的术语通常打算为“开放式”术语(例如,术语“包含(including)”应解释为“包含但不限于”,术语“具有(having)”应解释为“至少具有”,术语“包含(include)”应解释为“包含但不限于”,等等)。所属领域的技术人员应进一步理解,如果有意图将所引入技术方案叙述表述为

特定数目,那么将在所述技术方案中明确地叙述此意图,且在无此叙述时,不存在此意图。举例来说,作为理解的辅助,所附所附权利要求书可含有引入性短语“至少一个”及“一或多个”的使用来引入技术方案叙述。然而,这些短语的使用不应解释为暗指通过不定冠词“一(a或an)”引入的技术方案叙述将含有此经引入技术方案叙述的任特定技术方案限制于仅含有一个此叙述的发明,甚至当同一技术方案包含引入性短语“一或多个”或“至少一个”及例如“一(a或an)”的不定冠词时(例如,“一(a及/或an)”应通常解释为意指“至少一个”或者“一或多个”);对于用于引入技术方案叙述的定冠词的使用也如此。另外,即使明确地叙述经引入技术方案叙述的特定数目,所属领域的技术人员也应认识到,此叙述通常应解释为意指至少所叙述的数目(例如,“两个叙述”的明了叙述在无其它修饰语的情况下通常意指至少两个叙述或者两个或更多个叙述)。此外,在其中使用类似于“A、B及C中的至少一者等等”的惯例的那些例子中,一般来说,此构造打算指所属领域的技术人员应理解所述惯例的含义(例如,“具有A、B及C中的至少一者的系统”将包含但不限于仅具有A、仅具有B、仅具有C,同时具有A及B、同时具有A及C、同时具有B及C及/或同时具有A、B及C等等的系统)。在其中使用类似于“A、B或C中的至少一者等等”的惯例的那些例子中,一般来说,此构造打算指所属领域的技术人员应理解所述惯例的含义(例如,“具有A、B或C中的至少一者的系统”将包含但不限于仅具有A、仅具有B、仅具有C,同时具有A及B、同时具有A及C、同时具有B及C及/或同时具有A、B及C等等的系统)。所属领域的技术人员应进一步理解,实际上表示两个或更多个替代术语的任一转折字及/或短语(无论是在说明中、权利要求书中还是在图式中)均应被理解为考虑包含所述术语中的一者、所述术语中的任一者或两个术语的可能性。举例来说,短语“A或B”应理解为包含“A”或“B”或者“A及B”的可能性。

[0090] 据信,通过前述说明应理解本公开及其许多伴随优点,且应明了,可在组件的形式、构造及布置方面作出各种改变,此并不背离所公开标的物或不会牺牲所有其实质优点。所描述的形式仅是解释性的,且所附权利要求书的意图是涵盖并包含此类改变。此外,应理解,本发明由所附权利要求书定义。

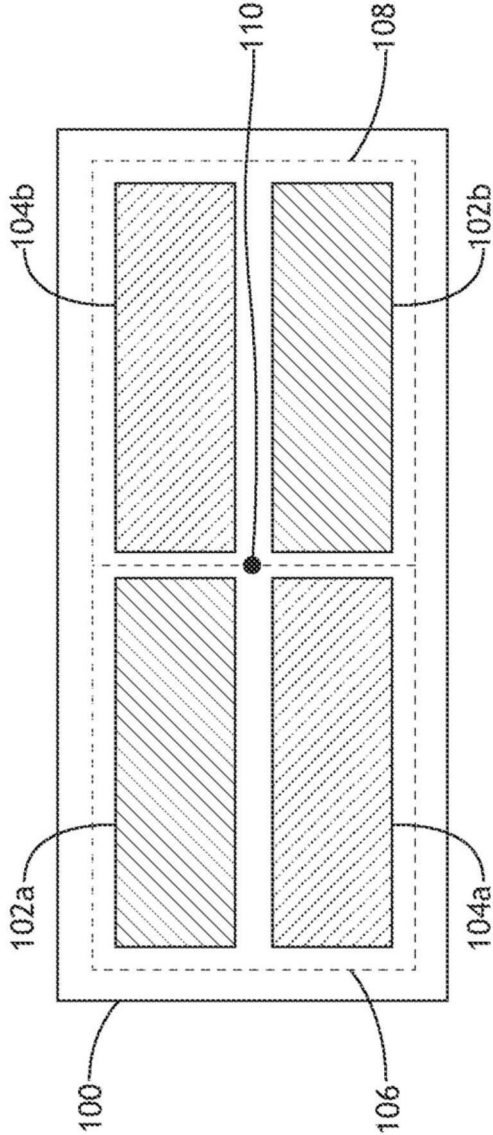
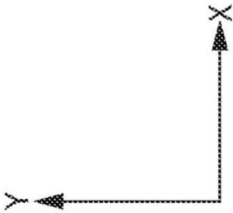


图1A

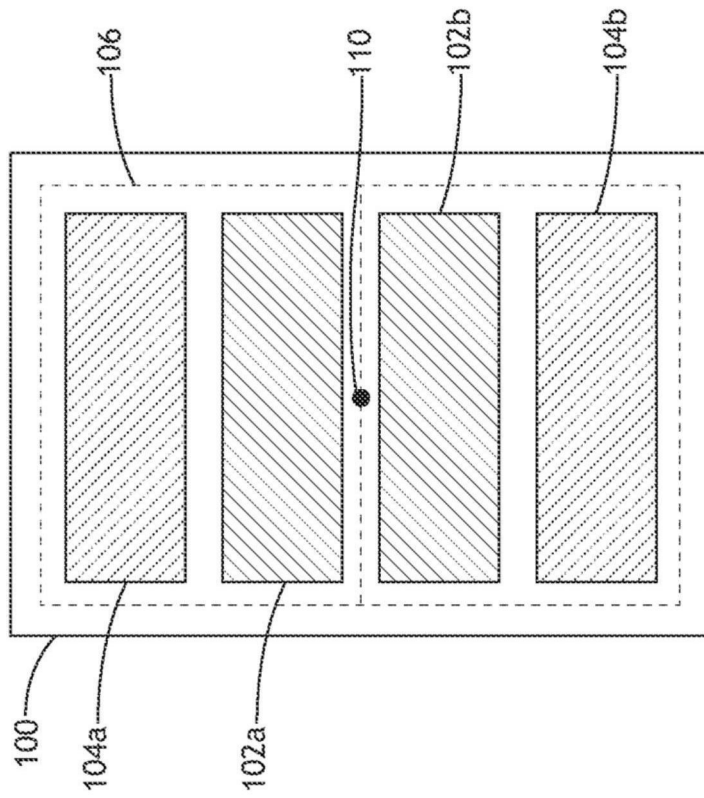


图1B

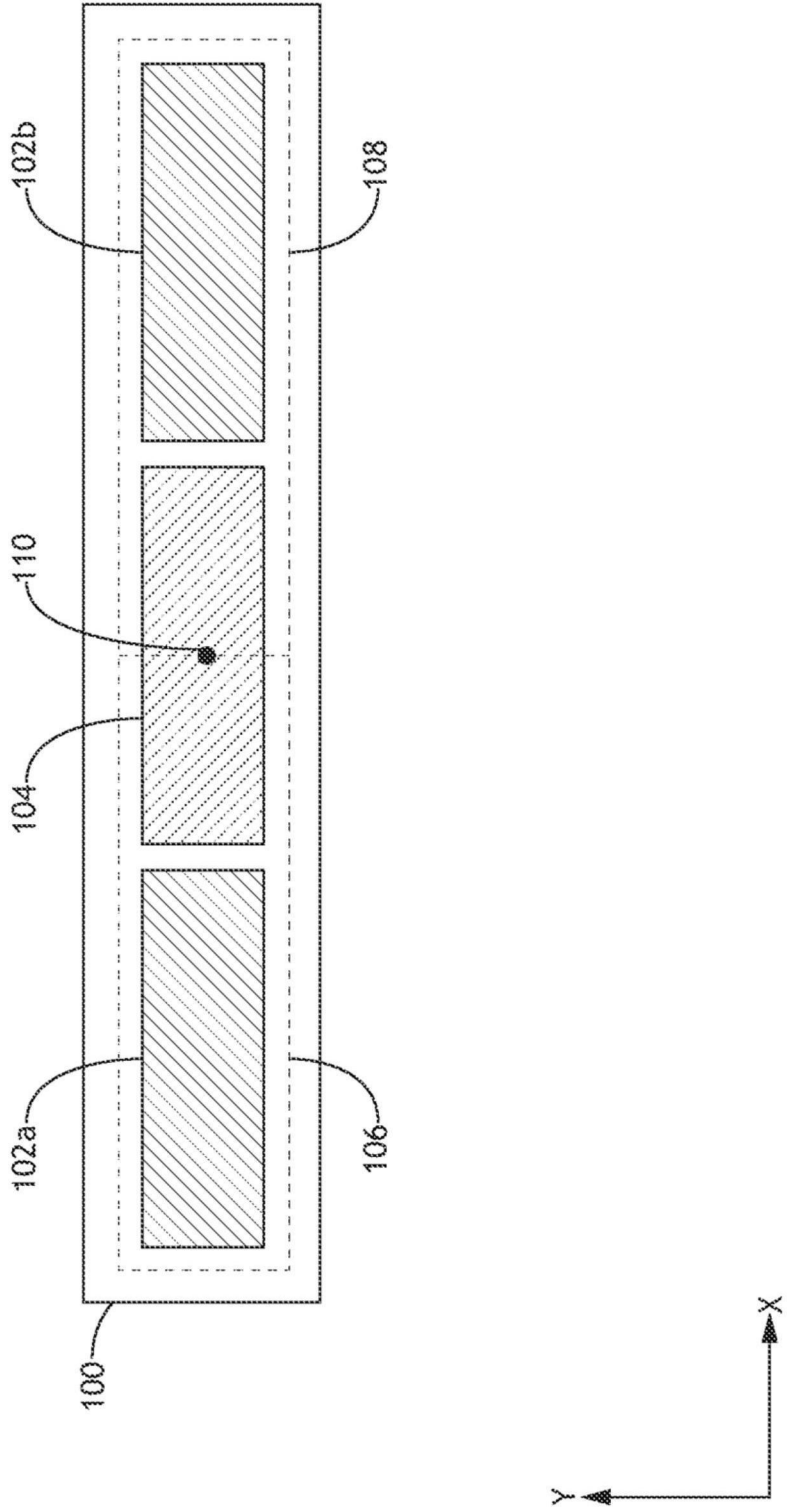


图1C

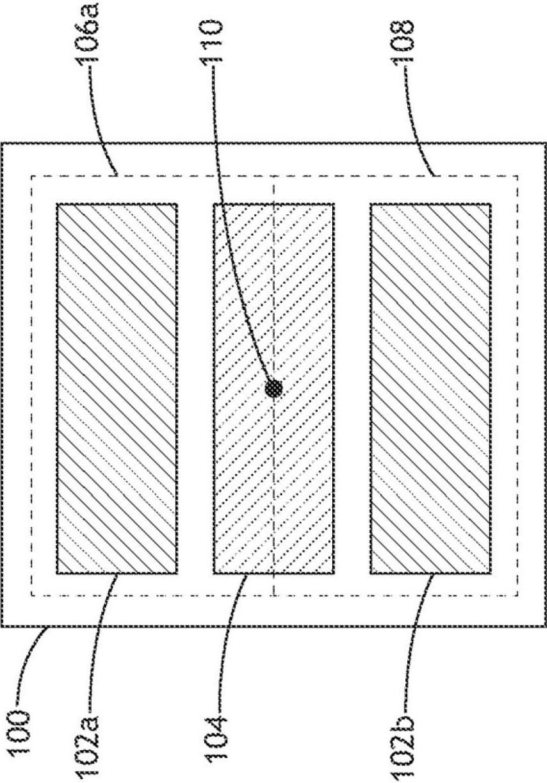


图1D

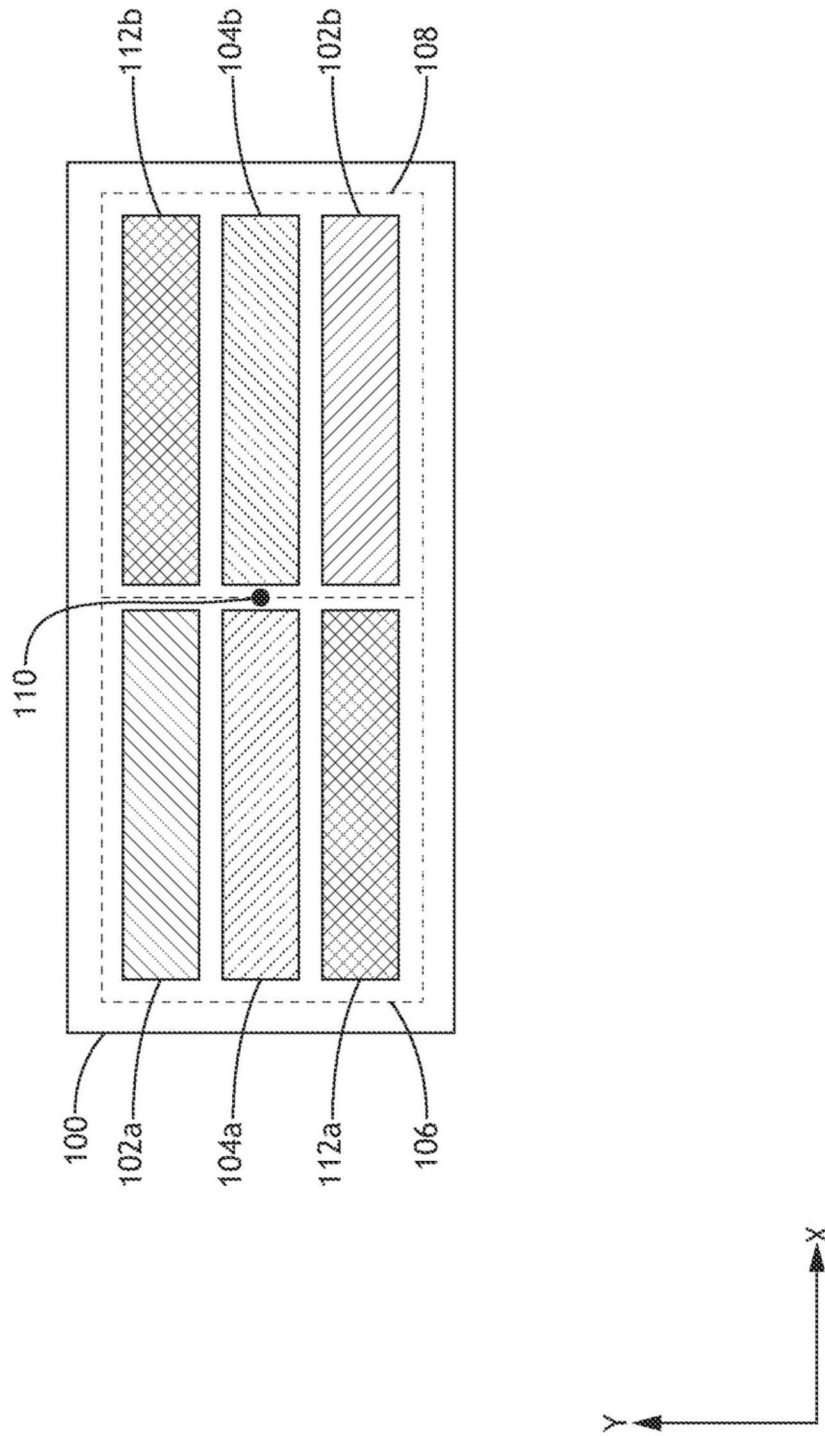


图1E

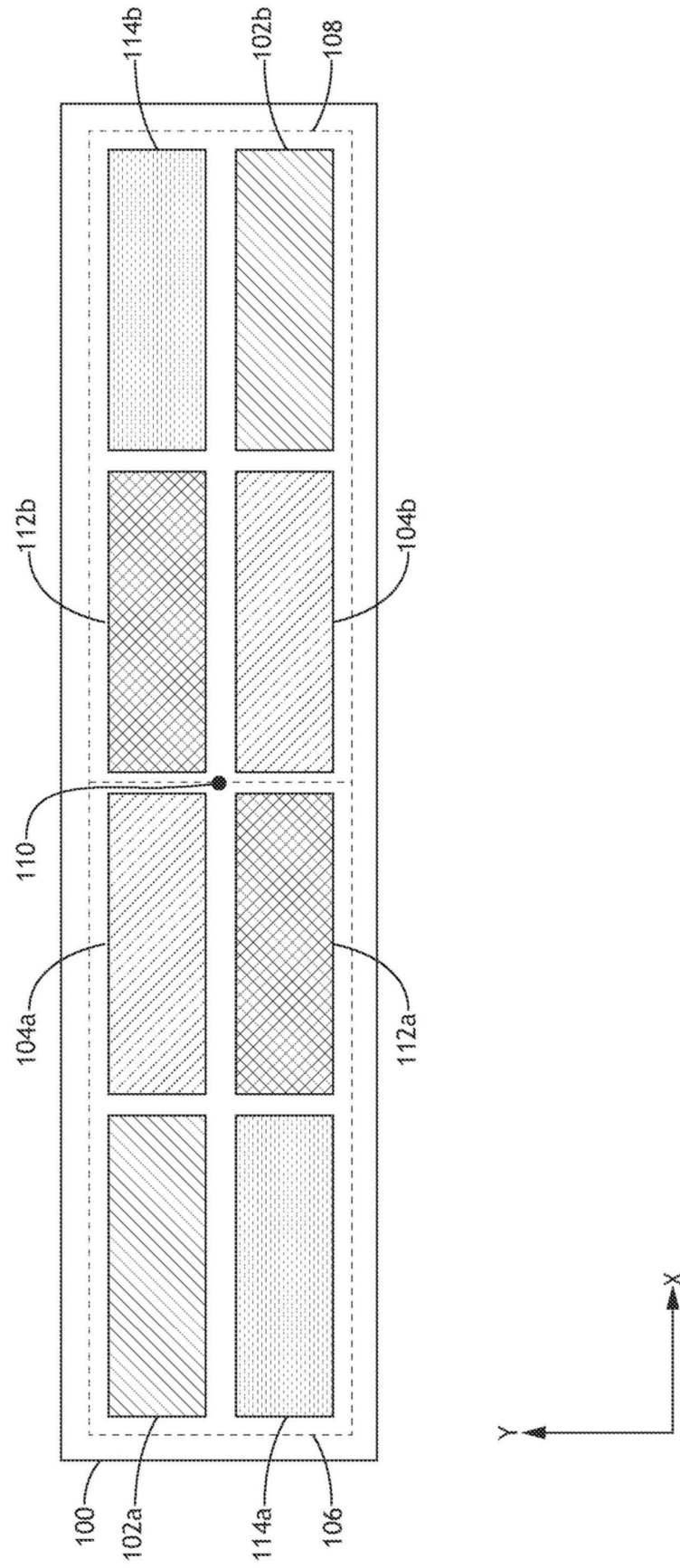


图1F

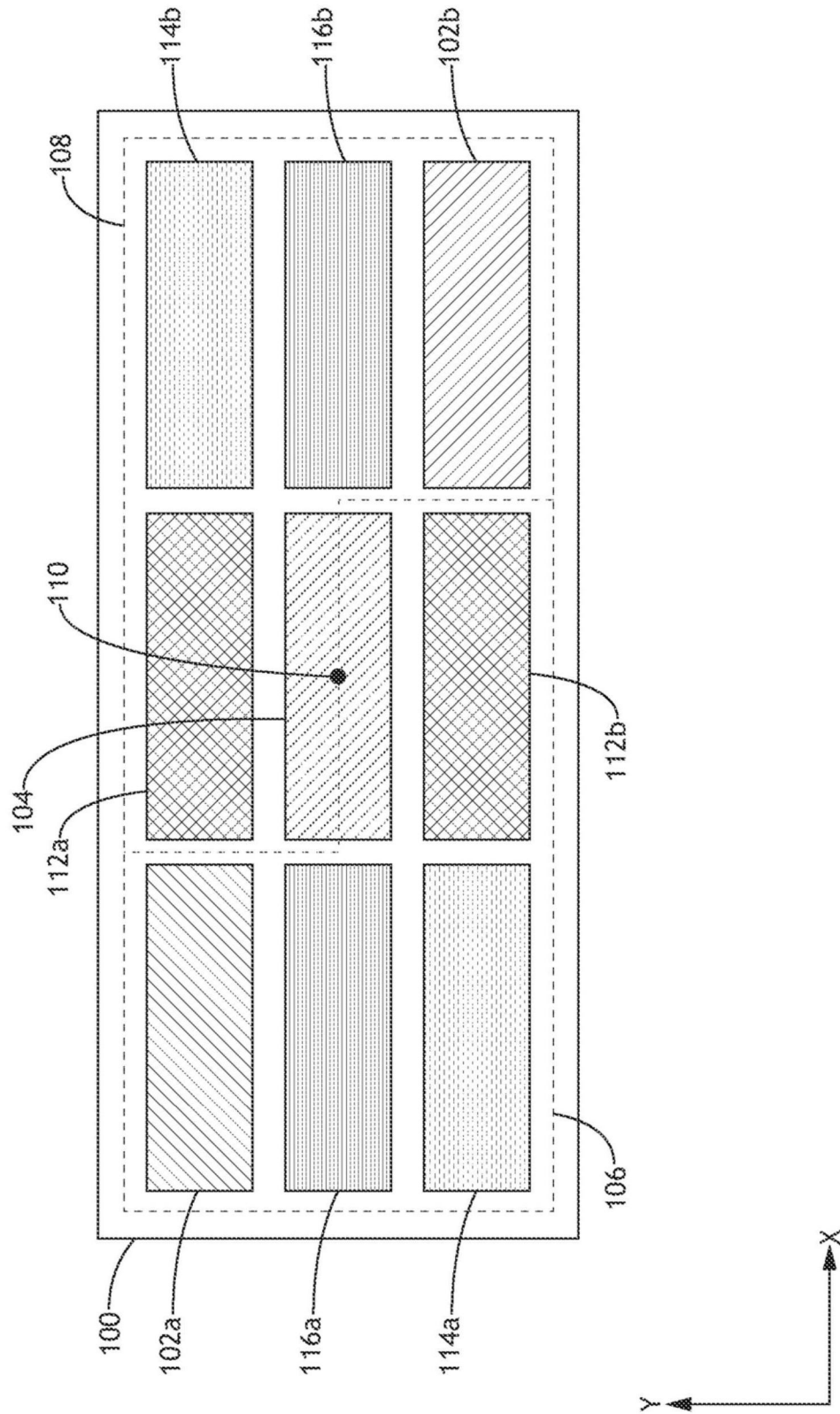


图16

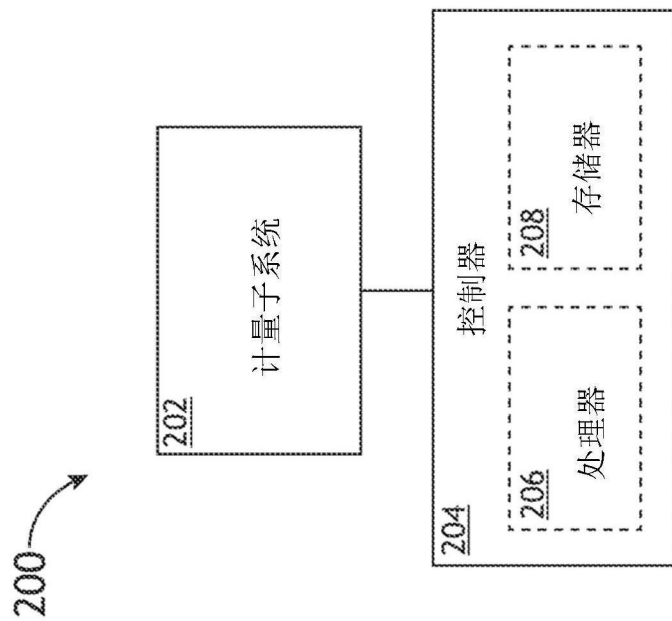


图2

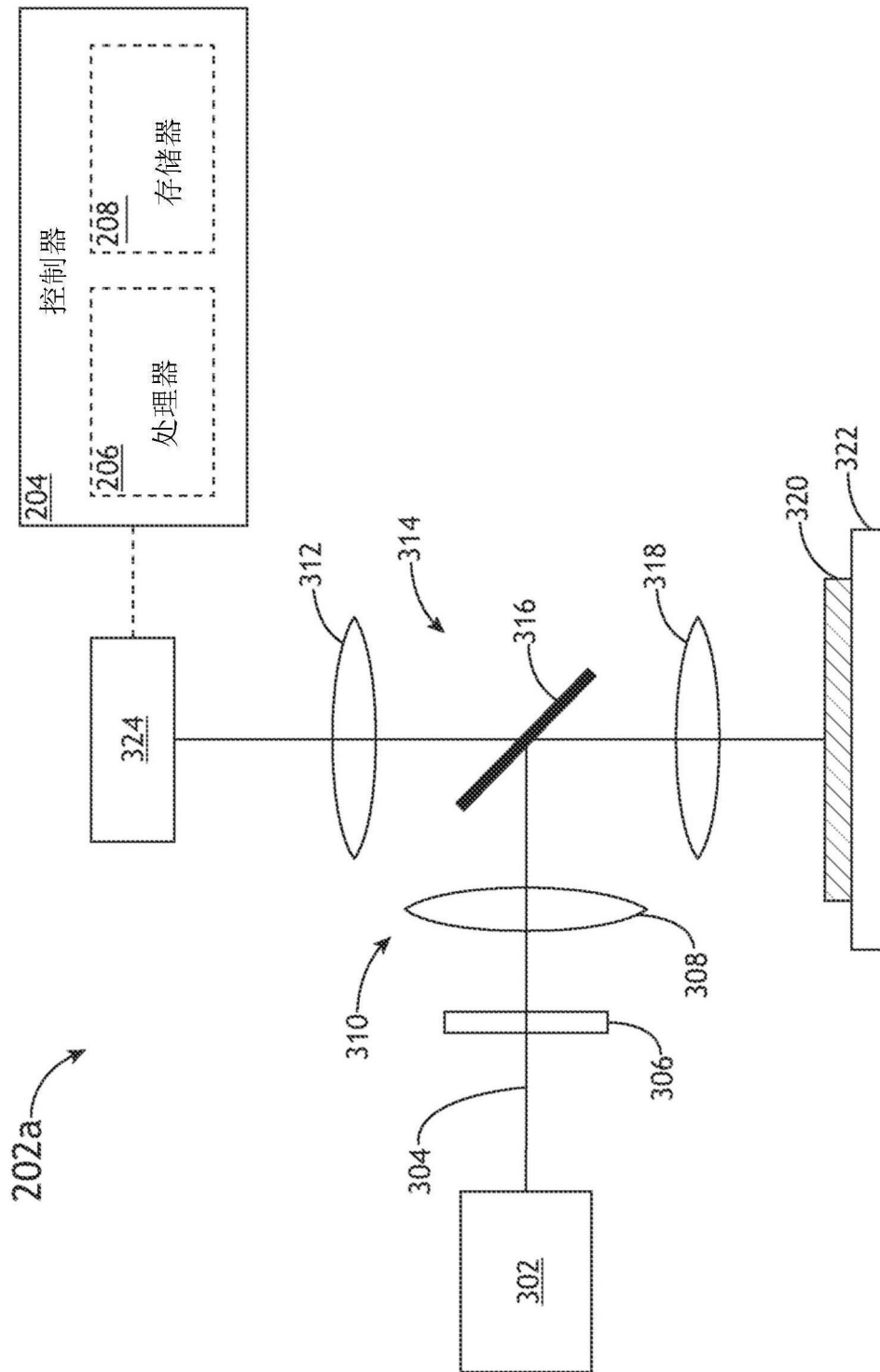


图3A

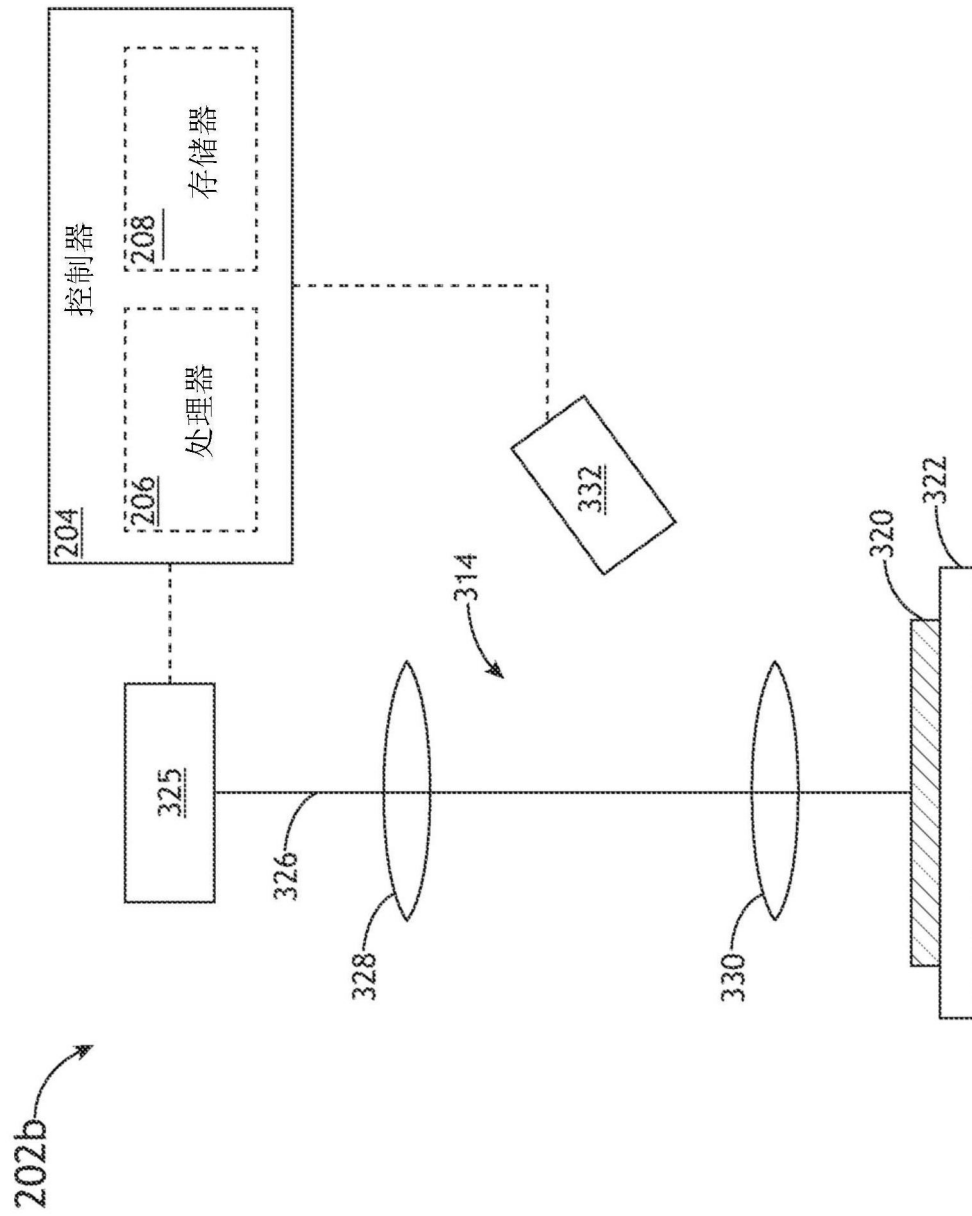


图3B

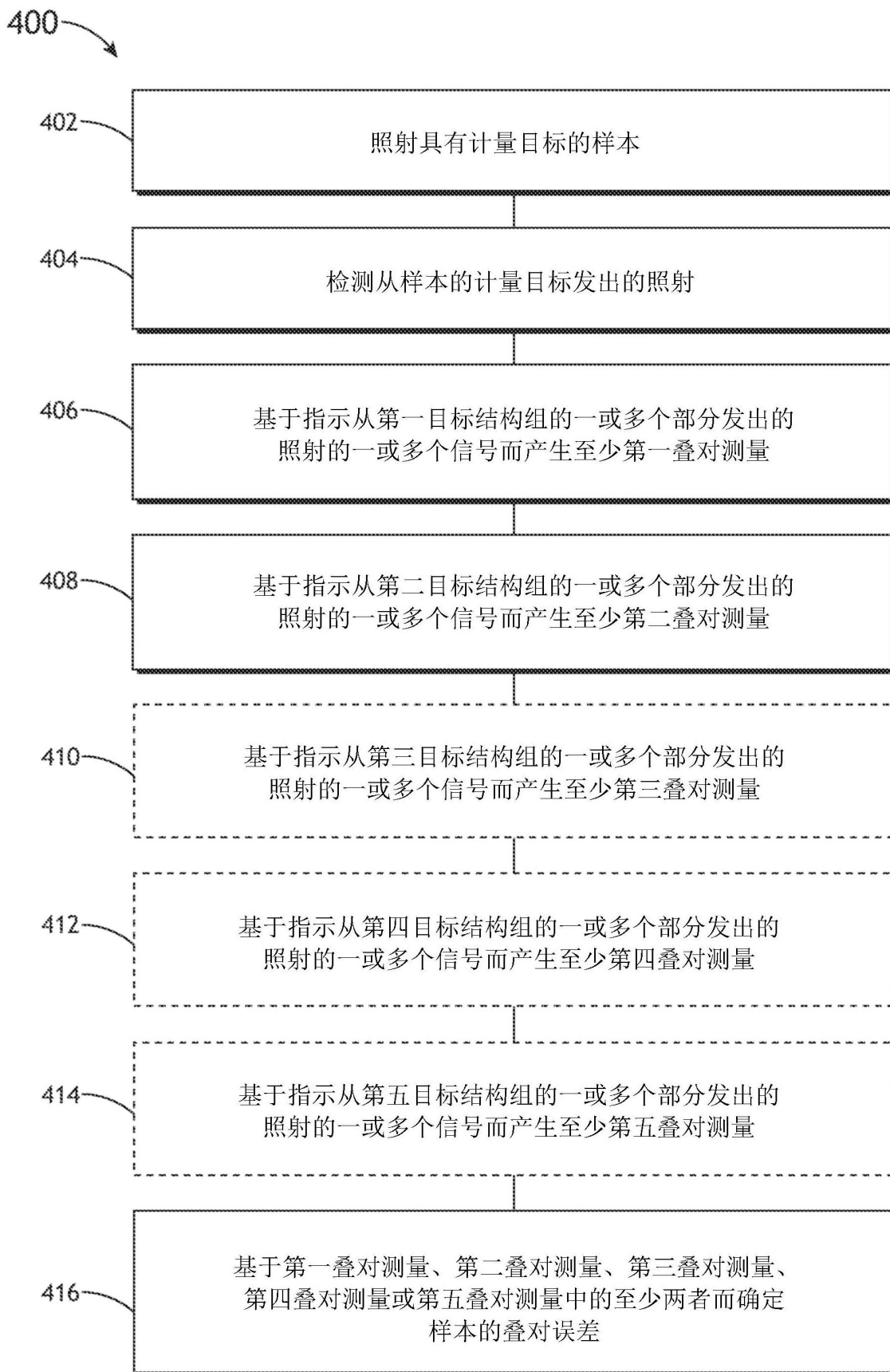


图4

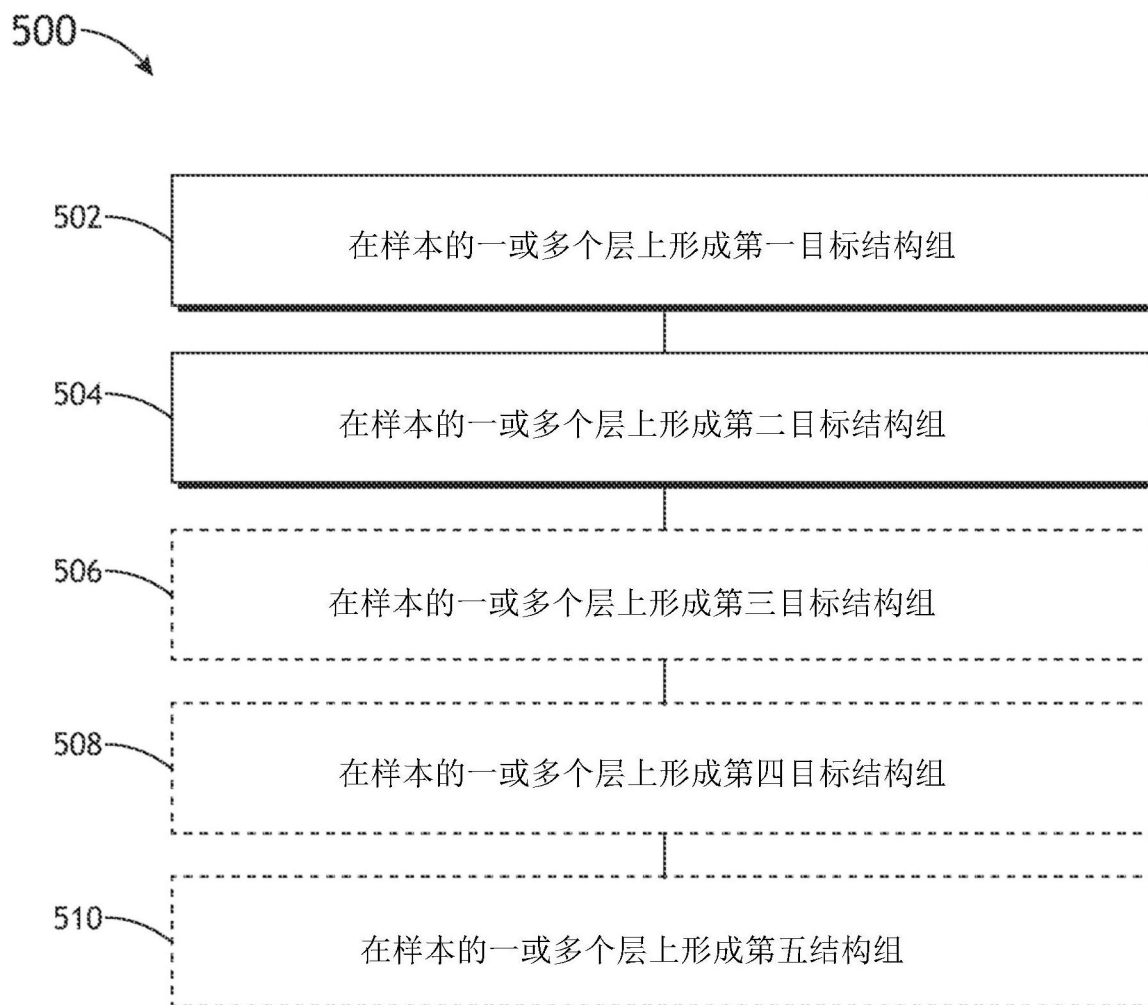


图5