

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01M 11/00 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480001745.4

[43] 公开日 2006年1月18日

[11] 公开号 CN 1723384A

[22] 申请日 2004.1.14

[21] 申请号 200480001745.4

[30] 优先权

[32] 2003.1.15 [33] US [31] 60/440,145

[86] 国际申请 PCT/SE2004/000025 2004.1.14

[87] 国际公布 WO2004/063695 英 2004.7.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.28

[71] 申请人 麦克罗尼克激光系统公司

地址 瑞典泰比

[72] 发明人 彼得·杜尔

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马高平 杨 梧

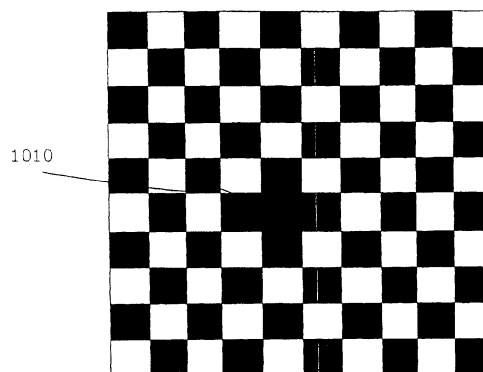
权利要求书4页 说明书9页 附图8页

[54] 发明名称

检测缺陷像素的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种检测包括多个像素元件的空间光调制器中至少一个缺陷像素的方法。空间光调制器对检测器成像。由所述检测器检测所述空间光调制器中的像素的第一棋盘图案的中继图像。由所述检测器检测所述空间光调制器中的像素的为第一棋盘图案的反转的第二棋盘图案的中继图像。分析所述第一和第二图像的中继图像以检测所述检测图像与其理论图像之间的差异。



1. 一种检测空间光调制器中一个或多个缺陷像素的方法，其包括步骤：
提供一种照射所述空间光调制器的电磁辐射源，
5 在所述空间光调制器中设置一基准图案，
照射所述空间光调制器，
通过以检测器设置检测所述基准图案的中继图像而确定所述空间光调制器中基准像素的位置，
在所述空间光调制器中设置第一图案，
10 照射所述空间光调制器，
以检测器设置检测所述第一图案的中继图像，
在所述空间光调制器中设置至少一个第二图案，
照射所述空间光调制器，
检测所述空间光调制器中所述至少一个第二图案的中继图像，
15 分析所述第一图案和所述至少一个第二图案的所述中继图像，以检测所述图像与其理论图像之间的差异。
 2. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一和第二图案为棋盘图案，其中，所述第一棋盘图案是第二棋盘图案的反转。
 3. 根据权利要求1所述的方法，其中，通过 CCD 摄像机检测所述中继
20 图像。
 4. 根据权利要求3所述的方法，其中，SLM 像素的投影比 CCD 像素大。
 5. 根据权利要求1所述的方法，其中，在所述检测器中不能分辨空间光调制器中的单个像素。
 6. 根据权利要求5所述的方法，其中，所述检测器与空间光调制器之间
25 的一空间滤波器用于变化所述检测器的分辨率。
 7. 根据权利要求1所述的方法，其中，通过至少两次照射所述图案并单独检测中继图像而检测所述第一和第二图案中的至少一个。
 8. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一和第二图案中的至少一个仅包括无偏转和完全偏转的像素。
 - 30 9. 根据权利要求8所述的方法，其中，所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

10. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。
11. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和部分偏转的像素。
- 5 12. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中, 所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。
13. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中, 所述部分偏转的像素与衍射的部分消光相对应。
14. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 分别多次检测所述第一和第二
- 10 图案, 其中, 所述图案中的像素被设定成各次检测前具有不同偏转度。
15. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括完全偏转和部分偏转的像素。
16. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。
- 15 17. 一种检测包括多个像素元件的空间光调制器中的至少一个缺陷像素的方法, 其包括步骤:
- 使用所述检测器检测所述空间光调制器中的像素的第一棋盘图案的中继图像,
- 使用所述检测器检测所述空间光调制器中的像素的第二棋盘图案的中
- 20 继图像, 所述像素的第二棋盘图案是所述第一棋盘图案的反转,
- 分析所述第一和第二棋盘图案的中继图像, 以检测所述检测图像和其理论图像之间的差异。
18. 根据权利要求 17 所述的方法, 其中, 由 CCD 摄像机检测所述中继图像。
- 25 19. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中, SLM 像素的投影比 CCD 像素大。
20. 根据权利要求 17 所述的方法, 其中, 在所述检测器中不能分辨所述空间光调制器中的单个像素。
21. 根据权利要求 20 所述的方法, 其中, 检测器与空间光调制器之间的
- 30 空间滤波器用于变化所述检测器上的所述中继图像的分辨率。
22. 根据权利要求 17 所述的方法, 其中, 通过至少两次照射所述图案并

单独检测中继图像，而检测所述第一和第二图案中的至少一个。

23. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。

24. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述棋盘图案仅包括无偏转和
5 部分偏转的像素。

25. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

26. 根据权利要求 24 所述的方法，其中，所述部分偏转的像素与衍射部分消光相对应。

10 27. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，分别多次检测所述第一和第二图案，其中，所述图案中的像素被设定成在各个检测前具有不同偏转度。

28. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述棋盘图案仅包括完全偏转和部分偏转的像素。

15 29. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。

30. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，进一步包括步骤：

确定检测器像素栅格中 SLM 基准像素。

31. 一种检测所述空间光调制器中至少一个偏转像素的方法，其包括步骤：
20

使一第一棋盘图案的图像不清楚，以使规则的棋盘图像在检测器平面处成为均匀的背景，而缺陷像素在所述平面处成为所述均匀背景中的不规则并可由检测器检测。

32. 根据权利要求 31 所述的方法，其中，进一步包括步骤：

25 使得第二棋盘图案的图像不清晰，以使规则的棋盘图案在检测器平面处成为均匀的背景，并且缺陷像素在所述平面处成为所述均匀背景中的不规则并可由检测器检测，其中，第二图案是所述第一图案的反转。

33. 根据权利要求 31 所述的方法，其中，所述检测器为 CCD 摄像机。

34. 根据权利要求 33 所述的方法，其中，SLM 像素在所述 CCD 上的投影比 CCD 像素大。

30 35. 根据权利要求 31 所述的方法，其中，所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。

36. 根据权利要求 31 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和部分偏转的像素。

37. 根据权利要求 35 所述的方法, 其中, 所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

5 38. 根据权利要求 36 所述的方法, 其中, 所述部分偏转的像素与衍射部分消光相对应。

39. 根据权利要求 31 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括完全偏转和部分偏转的像素。

10 40. 根据权利要求 17 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。

41. 根据权利要求 32 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。

42. 根据权利要求 32 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和部分偏转的像素。

15 43. 根据权利要求 41 所述的方法, 其中, 所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

44. 根据权利要求 42 所述的方法, 其中, 所述部分偏转的像素与衍射部分消光相对应。

20 45. 根据权利要求 32 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案仅包括完全偏转和部分偏转的像素。

46. 根据权利要求 32 所述的方法, 其中, 所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。

47. 根据权利要求 31 所述的方法, 其中, 进一步包括确定检测器像素栅格中 SLM 基准像素。

检测缺陷像素的方法

5 技术领域

本发明涉及一种检测方法，特别涉及一种部分或完全检测空间光调制器中的缺陷像素的方法。

背景技术

10 现代 UV 光刻法正寻求新的高度并行写入构思。具有光学 MEMS 装置的空间光调制器 (SLM) 提供上述可能性。必须特别关注 SLM 的处理紫外光 (UV)、深紫外光 (DUV) 和极端紫外光 (EUV) 的能力。

SLM 芯片可以包括顶部上具有几百万个独立可寻址像素的 DRAM 型 CMOS 电路。由于镜元件和寻址电极之间的静电力而使得所述像素被偏转。

15 为了实现良好性能的 SLM 芯片，几乎每个像素都必须起作用，此外它们必须足够相似地响应于所施加的电压，使得能够补偿标定 (calibration) 差异。

先已通过使用白光干涉仪生成了缺陷像素的映射 (map)。软件自动识别单独的像素并计算偏转角。这样的方法不仅能够很好地发现制造误差，也能
20 发现操作期间的其他误差。另一方面，由于高倍放大使得必须处理许多图像，故上述方法相当慢。由于 SLM 芯片尺寸不断增加，使得像素数量增加，进而必须分析越来越多的像素。优选地，也必须以比现在所能实现的方法更快的方法来分析 SLM 芯片。因此，现有技术中需要一种更快的获取特定 SLM 芯片中缺陷像素信息的方法。

25

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种能够以减少的处理时间检测空间光调制器中缺陷像素的方法。

30 通过检测空间光调制器中一个或多个缺陷像素的方法获得根据本发明第一方面的这个目的，所述方法包括步骤：提供一种照射所述空间光调制器的电磁辐射源，在所述空间光调制器中设置基准图案，照射所述空间光调制

器, 通过以检测器配置检测所述基准图案的中继图像来确定所述空间光调制器中基准像素的位置, 在所述空间光调制器中设置第一图案, 照射所述空间光调制器, 以检测器配置检测所述第一图案的中继图像, 在所述空间光调制器中设置至少一个第二图案, 照射所述空间光调制器, 检测所述空间光调制器中所述至少一个第二图案的中继图像, 分析所述第一图案和所述至少一个第二图案的中继图像以检测所述图像与其理论图像之间的差异。

在根据本发明的另一实施例中, 所述第一和第二图案为棋盘图案, 其中所述第一棋盘图案是第二棋盘图案的反转。

在根据本发明的又一实施例中, 通过 CCD 摄像机检测中继图像。

10 在根据本发明的又一实施例中, SLM 像素的投影比 CCD 像素的大。

在根据本发明的又一实施例中, 在所述检测器中不能分辨空间光调制器中的单个像素。

在根据本发明的又一实施例中, 检测器与空间光调制器之间的空间滤波器用于变化所述检测器的分辨率。

15 在根据本发明的又一实施例中, 通过至少两次照射所述图案和单独检测中继图像, 能够检测所述第一和第二图案中至少一个。

在根据本发明的又一实施例中, 所述第一和第二图案中的至少一个仅包括未偏转和完全偏转的像素。

20 在根据本发明的又一实施例中, 所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

在根据本发明的又一实施例中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。

在根据本发明的又一实施例中, 所述棋盘图案仅包括无偏转和部分偏转的像素。

25 在根据本发明的又一实施例中, 所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

在根据本发明的又一实施例中, 所述部分偏转的像素与衍射部分消光相对应。

30 在根据本发明的又一实施例中, 分别多次检测所述第一和第二图案, 其中所述图案中的像素被设定成在各次检测前的具有不同偏转度。

在根据本发明的又一实施例中, 所述仅包括完全偏转和部分偏转的像

素。

在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。

5 本发明也涉及一种检测包括多个像素元件的空间光调制器中至少一个缺陷像素的方法，其包括步骤：通过所述检测器检测所述空间光调制器中像素的第一棋盘图案的中继图像，通过所述检测器检测所述空间光调制器中像素的第二棋盘图案的中继图像，分析所述第一和第二棋盘图案的中继图像，以检测所述检测图像和其理论图像之间的差异，像素的第二棋盘图案是第一棋盘图案的反转。

10 在根据本发明的另一实施例中，CCD摄像机检测所述中继图像。

依然在根据本发明的另一实施例中，SLM像素比CCD像素大。

在根据本发明的又一实施例中，在所述检测器中不能分辨空间光调制器中的单个像素。

15 在根据本发明的又一实施例中，检测器与空间光调制器之间的空间滤波器用于变化所述检测器的分辨率。

在根据本发明的又一实施例中，通过至少两次照射所述图案以及单独检测中继图像，能够检测所述第一和第二图案中至少一个。

在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。

20 在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案仅包括无偏转和部分偏转的像素。

在根据本发明的又一实施例中，所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

25 在根据本发明的又一实施例中，所述部分偏转的像素与衍射部分消光相对应。

在根据本发明的又一实施例中，分别多次检测所述第一和第二图案，其中所述图案中的像素被设定成在各个检测前具有不同偏转度。

在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案仅包括完全偏转和部分偏转的像素。

30 在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。

在根据本发明的又一实施例中，进一步包括确定检测器像素栅格中的 SLM 基准像素。

本发明也涉及一种检测所述空间光调制器中至少一个缺陷像素的方法，其包括步骤：使第一棋盘图案的图像不清晰，以使规则的棋盘图像在检测器平面成为均匀的背景，而缺陷像素在平面内成为在所述均匀背景中的不规则并可由检测器检测。

仍在本发明的另一实施例中，进一步包括使得第二棋盘图案的图像不清晰，以使规则的棋盘图案在检测器平面处成为均匀的背景，并且缺陷像素在所述平面内成为所述均匀背景中的不规则并可由检测器检测，其中第二图案是所述第一图案的反转。

在根据本发明的又一实施例中，所述检测器为 CCD 摄像机。

在根据本发明的又一实施例中，SLM 像素在所述 CCD 上的投影比 CCD 像素大。

在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案仅包括无偏转和完全偏转的像素。

在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案仅包括无偏转和部分偏转的像素。

在根据本发明的又一实施例中，所述完全偏转的像素与衍射最大消光度相对应。

在根据本发明的又一实施例中，所述部分偏转的像素与衍射部分消光相对应。

在根据本发明的又一实施例中，所述仅包括完全偏转和部分偏转的像素。

在根据本发明的又一实施例中，所述棋盘图案包括处于第一部分偏转状态和第二部分偏转状态的像素。

在根据本发明的又一实施例中，进一步包括在检测器像素栅格中确定 SLM 基准像素。

本发明的进一步特征及其优势，根据下文给出的本发明优选实施例的详细描述以及图 1-10 变得显而易见，本发明的实施例仅作为说明的方式给出，而非是限定性的。

附图说明

图 1 示出了用于检测缺陷 SLM 像素的测试部件。

图 2 示出了在根据本发明测试程序的一个实施例基础上的流程图。

图 3 示出了彼此中心对准的摄像机像素和 SLM 像素的透视图。

5 图 4 示出了彼此没有对准的摄像机像素和 SLM 像素的透视图。

图 5 示出了从图 3 中芯片像素到所述摄像机像素上的照射 (illumination)。

图 6 示出了从图 4 中芯片像素到所述摄像机像素上的照射。

图 7 示出了对于图 5 中照射的摄像机输出。

10 图 8 示出了对于图 6 中照射的摄像机输出。

图 9 示出了棋盘图案。

图 10 示出了棋盘图案中关闭 (off) 的缺陷像素。

图 11 示出了棋盘图案中打开 (on) 的缺陷像素。

图 12 示出了缺陷的空间截面图像。

15

具体实施方式

以下详细说明参照图。描述优选实施例是用于说明本发明，而非限制本发明的范围，本发明的范围由权利要求予以限定。本领域技术人员应当理解以下描述中存在各种等同变化。

20 此外，参照模拟空间光调制器 (SLM) 描述优选实施例。对于本领域技术人员而言，显然还存在除模拟 SLM 之外的其他 SLM 也同样适用的情况；例如，由德州仪器制造的诸如数字微镜装置 DMD 类的数字 SLM。另外，SLM 可以包括反射或透射像素。

25 本发明涉及一种检测 SLM 中缺陷的方法。当使用所述空间光调制器 (SLM) 构图加工元件时，这样的方法是有用的。

30 图 1 示出了用于检测空间光调制器 (SLM) 中缺陷像素的光学测试部件。光学测试部件构造得与光刻图案发生器相似。光学测试部件包括激光源 110、光束均化和成形装置 120、反射镜 130、光束分离器 150、空间光调制器 140、傅立叶透镜 160、空间滤波器 170、成像透镜 180 和用于监视空间像 (aerial image) 的检测装置 190。

激光源 110 可以是发射 248nm DUV 脉冲的准分子激光器。通过所述均

化和成形装置 120 均化并形成所述脉冲。所述装置 120 包括使得平面波曝光 SLM 140 表面的光学器件。由于如果 SLM 像素的形状为具有 16 微米长的侧边的矩形，模拟空间光调制器中 SLM 像素的偏转角非常小，在百万分之一弧度范围内，则 SLM 表面需要作为炫耀光栅。在具有偏转像素的区域内，

5 光束被衍射至非零级 (non-zero orders) 并由孔或空间滤波器 170 所吸收。仅有非常少的漫射光到达相应区域内的检测装置 190。检测装置 190 可以是 CCD 摄像机。傅立叶透镜 160 确保 SLM 上每个像素位置处的性能相同。对于具有无偏转像素的平的区域，以零衍射级反射大多数光，并由空间滤波器 170 传送并且由成像透镜 180 聚焦而在 CCD 摄像机 190 中产生一个亮区。

10 这由从图 1 中的点 142 开始的实线表示。开始点 142 可以是空间光调制器中单个或多个像素元件。

偏转的 SLM 像素，以更高的衍射级，如第一、第二、第三等的衍射级衍射不可忽略量的光束。空间滤波器 170 阻挡比预定衍射级高的衍射级，例如可以是第一衍射级。这由从图 1 中的点 144 开始的虚线表示。点 144 可以

15 表示偏转状态中的单个或多个像素。像素的偏转将消除由于相消性干涉 (destructive interference) 而反射至零级的一定量的光。像素偏转越多，则消除的光就越多 (仅对于小的偏转而言，最大量消光 (extinction) 之后会恢复一定强度)，并能实现一定的偏转最大消光度。通过增加孔径 170 的尺寸，图像将更清晰并且棋盘图案将不给出均匀的灰色背景。这种情况的原因是更

20 高级别的衍射通过所述孔径。孔径 170 的增加也影响达到与较小孔径 170 相同的消光度的偏转度，较大的孔径需要像素元件偏转更多以便获得相同大小的像素元件所给出的相同消光级。

选用光学缩小，使得一个 SLM 像素成像为大约 2×2 的摄像机像素 (camera pixel)。由于空间滤波器，使得光学器件不能充分分辨 (resolve)

25 单个的像素。不能充分分辨具有 $16\mu\text{m}$ 长的侧边的单个方形 SLM 像素的一个实施例，使用 248nm 照射波长，其在成像平面即检测装置 190 处具有 0.009 的数值孔径 NA，而在物体平面即空间光调制器 140 处具有 0.0045 的数值孔径 NA。而对于另一种缩小、像素尺寸和波长，所述 NA 将会不同。因此，例如“白色”背景中“黑色”像素这样的一种图像被成像为不清晰的暗点。

30 摄像机内图像的外观和峰值依赖于 SLM 像素与摄像机像素栅格之间的相对位置，参见图 3-8。可是，像素值总数几乎独立于这种相对排列。通过计算

多个摄像机像素值的重心，能够找出缺陷像素的位置。

图 3 示出了与单个缺陷 SLM 像素 320 相对准的摄像机像素 310。由于 SLM 像素的投影大小极有可能不是摄像机像素大小的整数倍，所以一些 SLM 像素对称地落在摄像机像素上（并且围绕摄像机像素），而其他 SLM 像素的中心落在摄像机像素之间的边界上。大多数 SLM 像素具有与摄像机像素栅格不对称的任意位置。只要摄像机像素小于 SLM 像素，则不会影响本发明检测方法的性能。

图 5 示出了摄像机像素 310 上的缺陷 SLM 像素 320 的照射。如图所示，照射的尺寸和形状与 SLM 像素的实际尺寸不同。这是光学器件衍射和不能分辨单个像素的特性的结果。得到的结果是 SLM 像素的不清晰图像，其比光学器件能够分辨所述单个像素的情况影响更多的摄像机像素。通过比较检测到的不同摄像机像素的照射，能够容易地确定所述照射的重心。

图 4 示出了当缺陷 SLM 像素 420 落在两个摄像机像素 410、420 之间边界上的一个实例。

图 6 示出了摄像机像素栅格上的缺陷 SLM 像素 420 的照射。如图 6 所示，照射的尺寸和形状等于图 5 所示的，其差别仅仅在于所述摄像机像素栅格中所述照射的重心位置不同。

图 7 示出了按照图 5 中所示照射检测装置 190 时检测装置 190 的输出。

图 8 示出了按照图 6 中所示照射检测装置 190 时检测装置 190 的输出。

利用坐标系变换，可计算出缺陷 SLM 像素的绝对位置。为了找出适于该坐标变换的参数，可在 SLM 芯片中写入具有几根直线的图像。这些可使用对于噪声和缺陷非常不灵敏的哈夫变换（Hough transformation）在 CCD 摄像机响应中识别出来。

商用 CCD 摄像机太小而不能一次获取整个 SLM 芯片。CCD 摄像机可包括 1536×1024 个像素，其仅能够覆盖部分的 SLM 像素，例如大约 SLM 像素的三分之一。因此，一次仅能测试部分的所述 SLM。SLM 安装在滑动器上并转换到不同的位置，并且每个位置的测试可以是重复的

图 2 示出了根据本发明测试程序的一个实施例的流程图。缺陷像素可被分成多种类型。像素可能有问题或不响应于寻址信号。这可能是机械或电子的问题。SLM 像素可以一直偏转。其原因可以是像素贴到电极上，或是附接于所述像素上的铰合件被永久损坏。所述像素对电磁辐射的反射弱。其原因

因可以是像素上的灰尘微粒、制造缺陷或激光对镜的损坏。另外，相邻像素之间的短路引起所述像素总是以相同的方式偏转。

以上提及类型的缺陷可被本发明的步骤所发现，以最简单的形式，其包括 SLM 每个位置的三个图像。一个用作基准位置的图像而另外两个用作检测缺陷像素。可按照以下实行 SLM 相对于 CCD 摄像机的定位。通过利用在芯片上写入图案的再现原理，可在黑色背景上规则地写入白线。由于芯片附近背景是黑的，所以黑色背景上的白线比白色背景上的黑线更好。因此，不需要预处理消除芯片周围背景。通过哈夫转换可使得独立于噪声以固定 (robust) 的方式识别该线。根据线等式 (line equation)，可计算一些参数，如交叉点、比例和角度。

根据具有空间滤波器 170 的成像光学器件的有限分辨力，没有缺陷的棋盘图案被传送到摄像机中均匀的灰色背景中。单个的缺陷像素分别显示为暗点或亮点。

棋盘图案中单个无响应 (responding) 的像素将产生从背景中很容易辨认出的亮点。在反转 (inverted) 的棋盘图案中总是能发现可能的无响应的像素，其在棋盘图案中被假定为平的 (flat)。被错误偏转或反射弱的像素类似地产生暗点。

图 2 中所示的测试程序开始于芯片位置初始化 210，其表示将检测 SLM 芯片的特定区域。随后，在 220 步骤中，于 SLM 芯片上写入特征图案用于位置识别。位置识别包括 SLM 芯片与 CCD 摄像机的对准。当所述对准完成时，开始 SLM 芯片的缺陷检测。在步骤 230 中获取棋盘图案的图像；在步骤 240 分析所述图像。步骤 250 检查是否每种棋盘图案都已经写入到 SLM 芯片中。如果是，则到达比较是否执行了单个分析结果的步骤 260。如果不是，则将下一个图案写入 SLM 芯片，步骤 255。步骤 270 检查是否检测了 SLM 的每个位置。如果不是，则在步骤 275 分析下一个位置。如果是，则由结果得出缺陷像素映像。

具有棋盘图案的无缺陷 SLM 在摄像机中显示均匀的灰色图像，其中 CCD 摄像机在检测器平面检测所述 SLM。所述检测器平面与图案发生器中图像平面到所述空间光调制器的距离相等或等同距离，所述图案发生器将空间光调制器用作可编程的调制盘/掩模。根据缺陷的类型，缺陷将显示为污点，该污点比周围更暗或更亮。在噪声不均匀的情况下，污点可能隐蔽于所述噪声中。倘若能够知道噪声的属性 (噪声源、统计参数或确定性)，则能够使

用预处理以减少或消除所述噪声的影响。时间平均化能够减少统计参数。用于统计的或时变确定性的噪声的滤波器依赖于噪声类型。如果噪声是确定性的并且是无时变的，则可以减去表征噪声的基准图像以形成讨论中的噪声图像。理想的是采用一个填充整个图像的基准镜。

5 通过将 SLM 中的中继图案的理论图像与检测的图像比较而执行所述分析步骤。检测图像与理论图像的偏差对应于缺陷像素。

图 9 示出了典型的棋盘或棋盘图案。当尝试检测缺陷像素时，棋盘图案结合了一些优势。如果一个像素不具有其应当具有的数值，则五个像素点(缺陷像素及其相邻像素)足以干扰 CCD 摄像机中呈现的亮度。棋盘图案的另一优势是其相反图案也为棋盘图案，其意指仅需要两个图像来观察给定电压下的全部像素的性能。根据本发明的方法，能够仅使用几步测量就可找出全部
10 的缺陷像素。一个实施例中，通过下述方式实现上述目的，即通过使得棋盘图案及其反转图案的图像不太清晰而使得规则的棋盘图案成为检测器平面中的均匀背景，而所有错误偏转的或平的像素都将明显突现于这个均匀的
15 背景。

图 10 示出了棋盘图案中缺陷的像素 1010。所述缺陷像素显示为黑像素也就是说由于相邻偏转像素和这个像素之间的短路而引起的这个像素被完全偏转，而这个缺陷像素应当是不偏转的。

图 11 示出了另一棋盘图案中偏转像素 1110，其棋盘图案为图 10 中棋盘
20 图案的反转图案。应为黑色的偏转的白色像素可能是僵直的而不能被偏转。低反射率的反射镜(4个黑色像素围绕的灰色像素)，在 CCD 摄像机中被检测为灰点。

图 9-11 示出了棋盘图案中的黑色像素和白色像素。可是，可用白色和灰色、黑色和灰色或浅灰色和深灰色的像素构成棋盘图案。

25 图 12 示出了灰色背景中所产生的缺陷像素的空间像的横截面。水平线 1220 表示背景亮度，其可以是未受干扰的棋盘图案的反映。应为黑色(参见图 11)的填充像素即白色像素，由曲线 1230 表示，而不足像素即应为白色(参见图 10)的黑色像素，由曲线 1210 表示。图 12 中的不对称是由于规则棋盘图案仅为在 50% 的光振幅的零衍射级中的 25% 的光强度。

30 虽然参照优选实施例及其以上详细实例描述了本发明，但应当理解这些实例是说明性的而非限定性。本领域技术人员可以理解，可在本发明的精神及以下权利要求的范围内进行所述修改和组合。

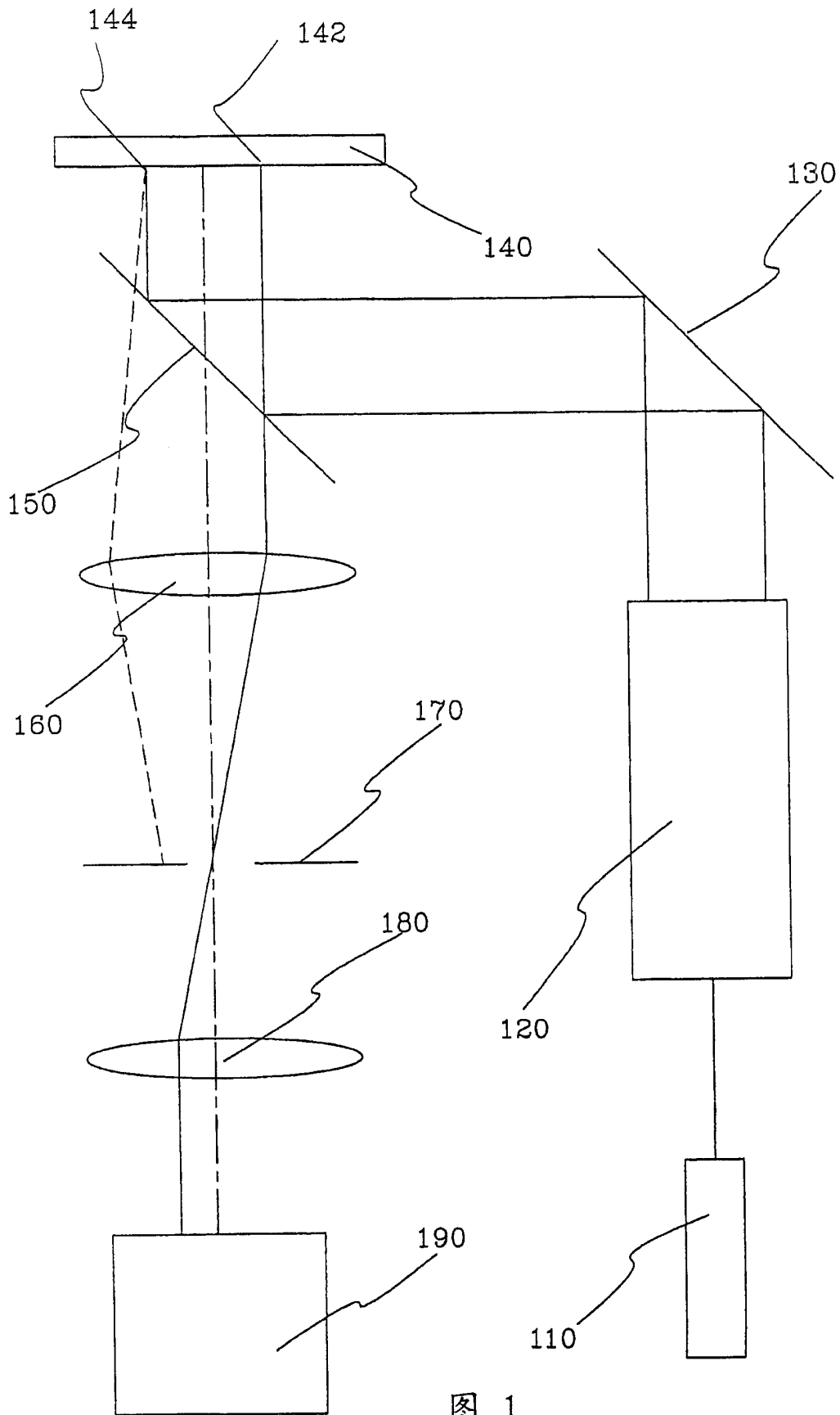


图 1

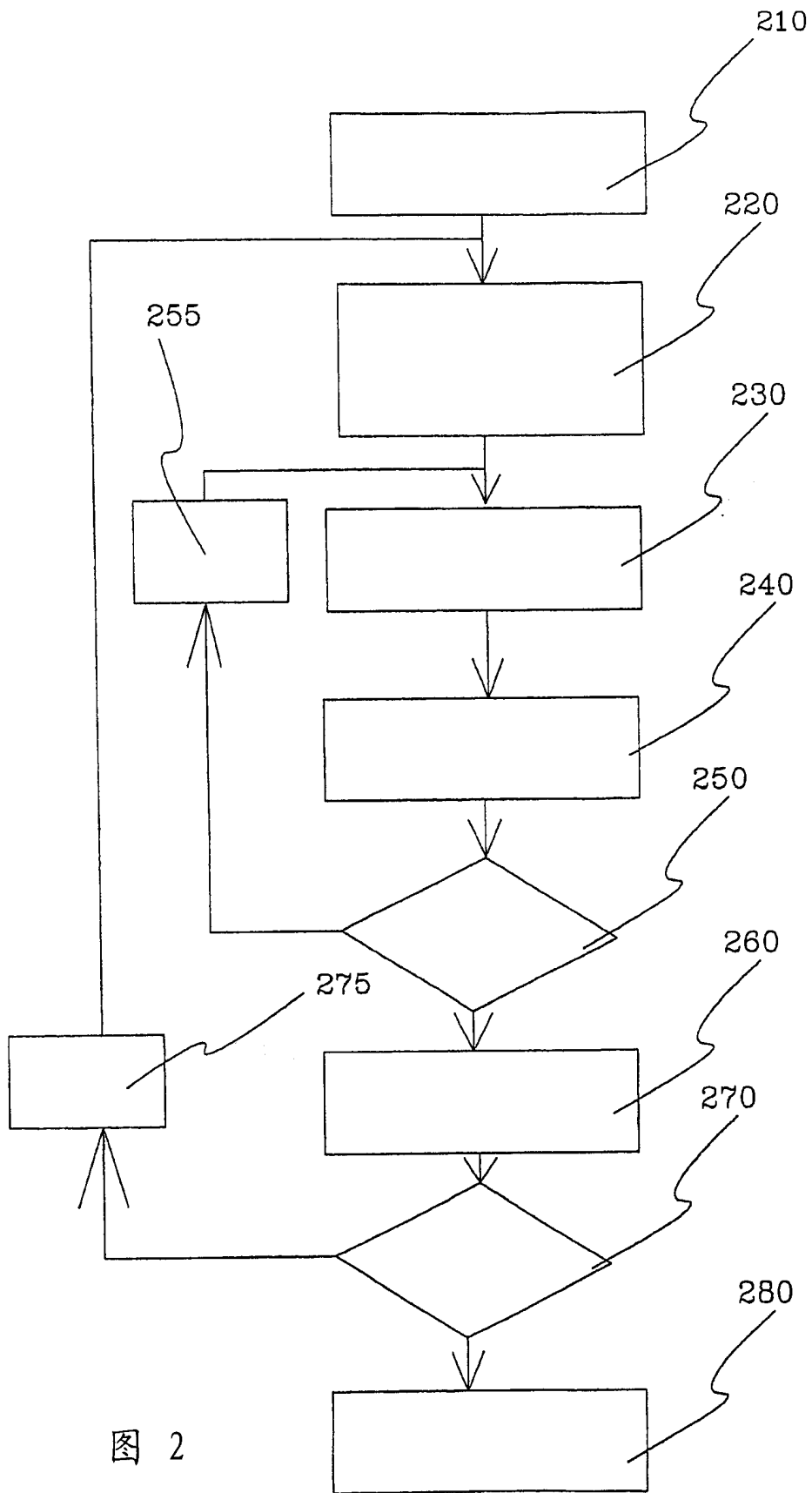


图 2

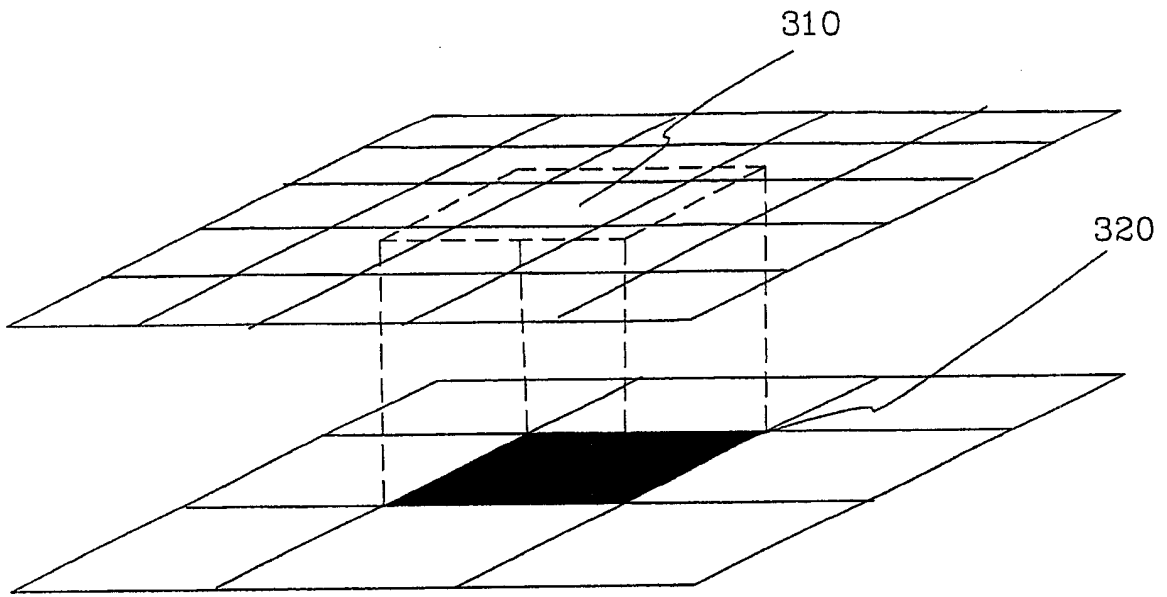


图 3

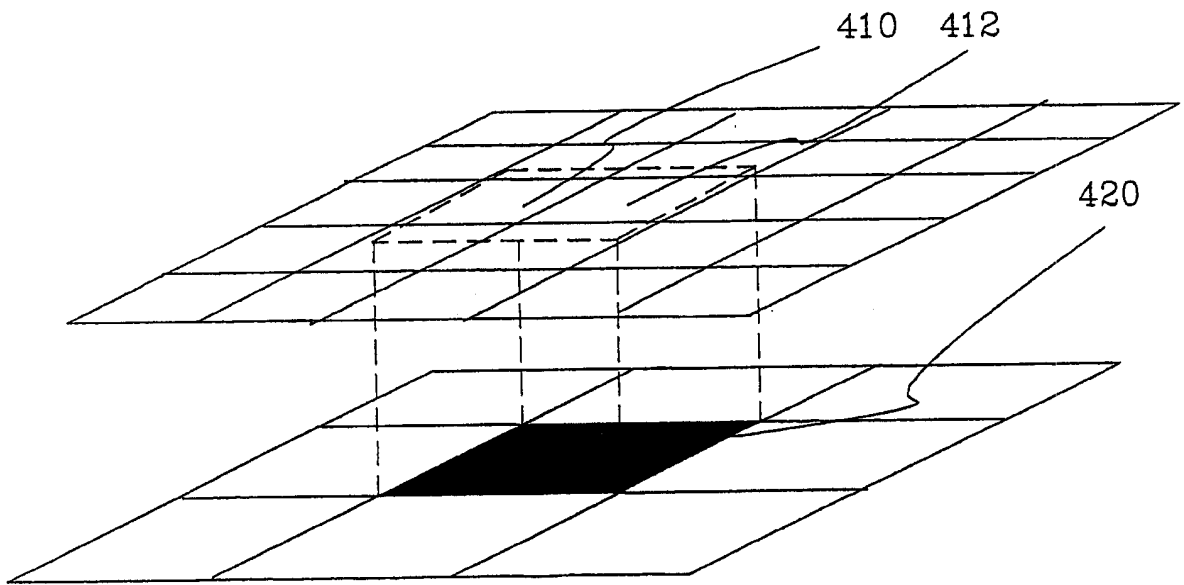


图 4

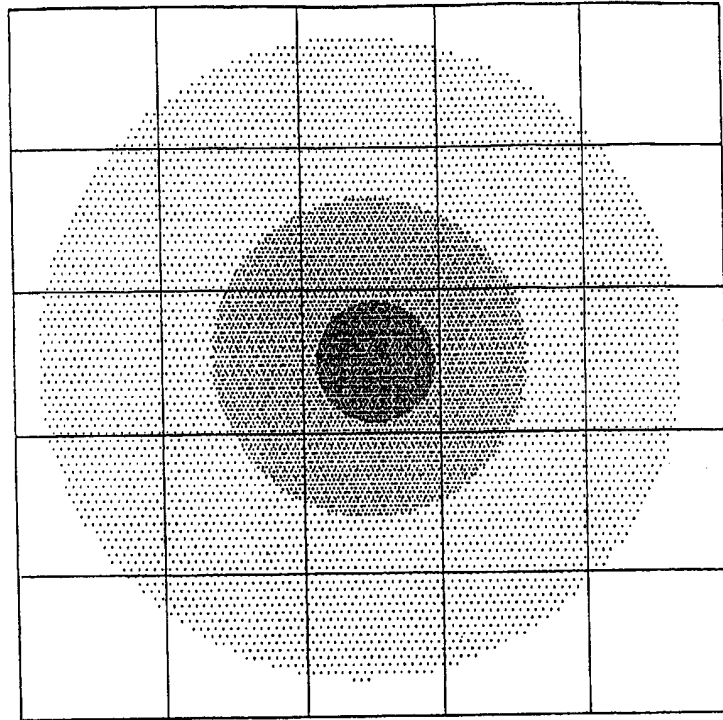


图 5

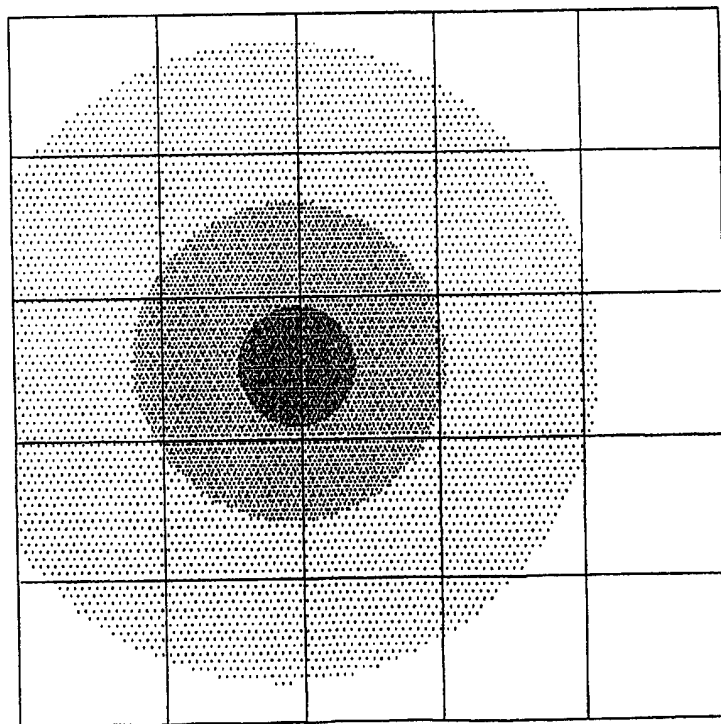


图 6

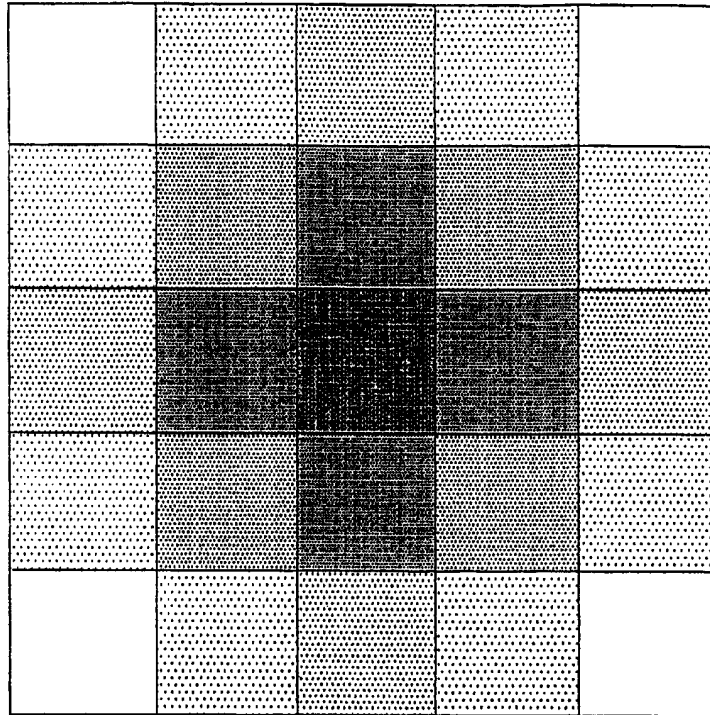


图 7

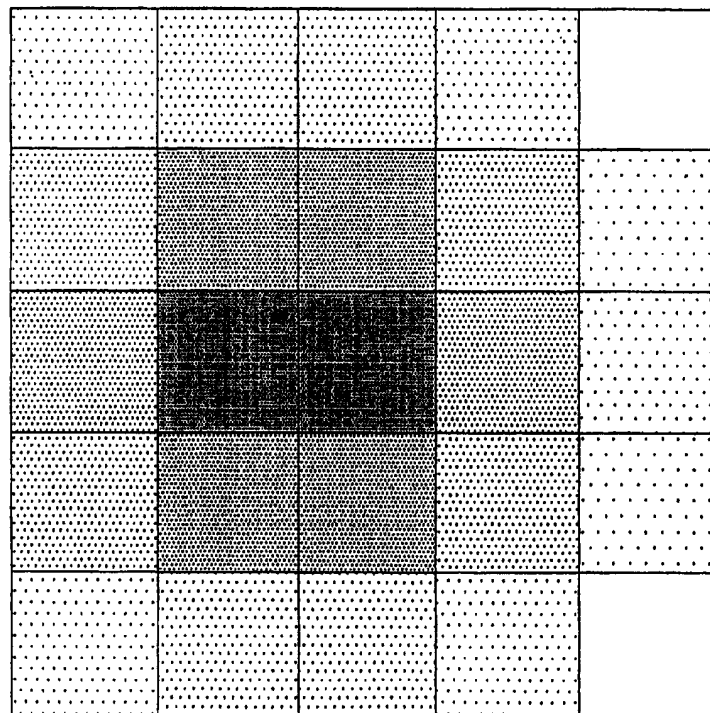
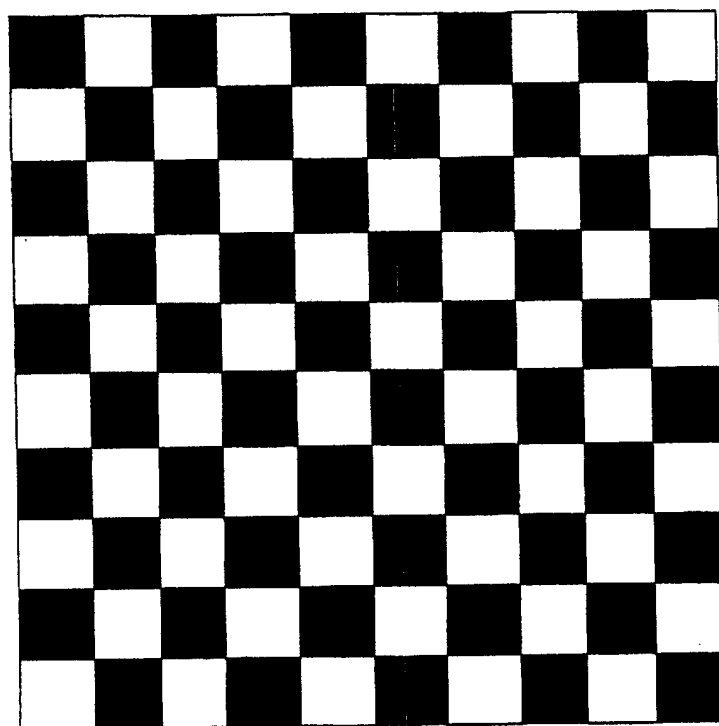


图 8



900

图 9

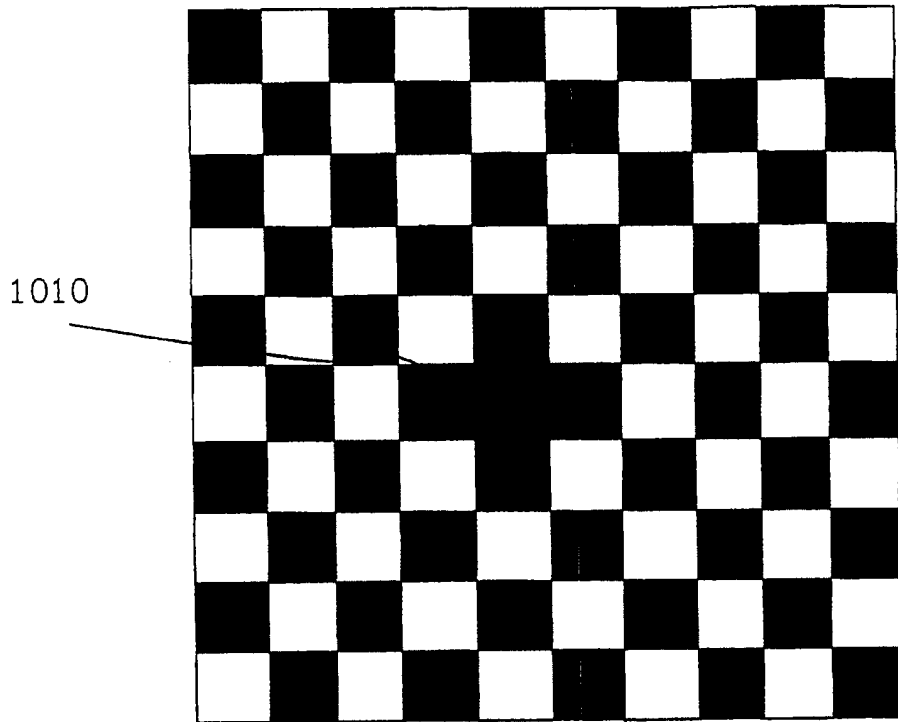


图 10

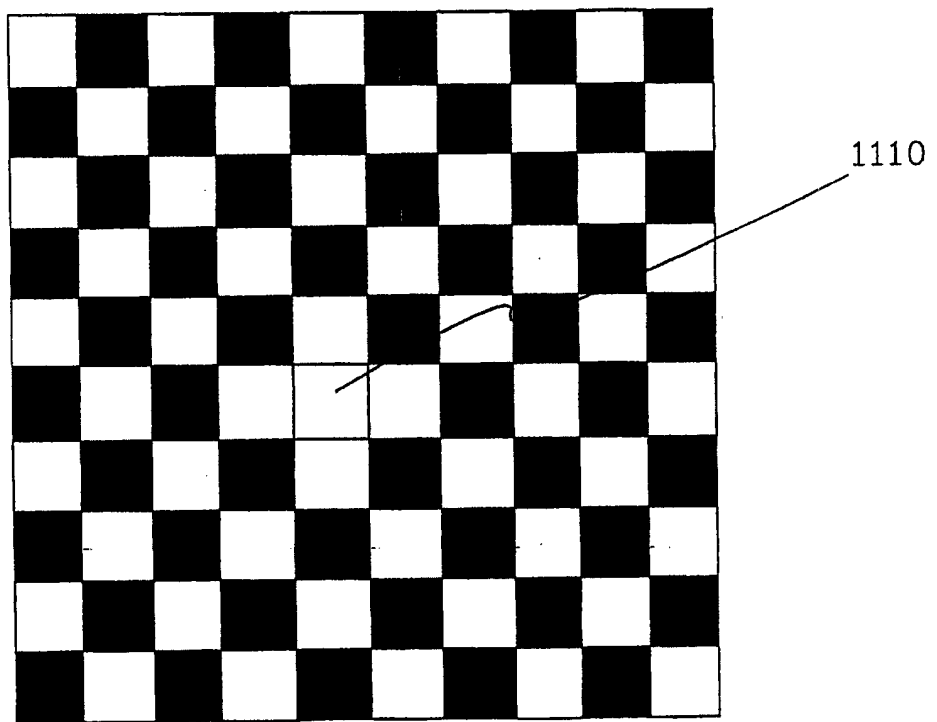


图 11

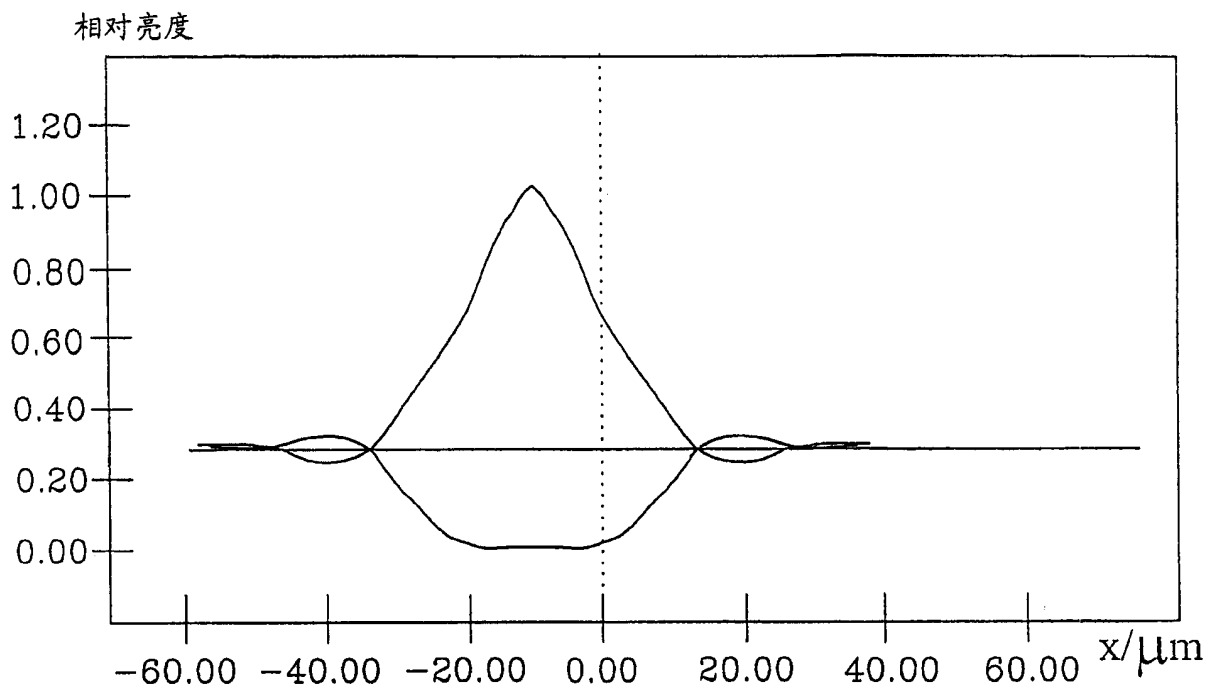


图 12