(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117677988 A
(43)申请公布日 2024.03.08

(21)申请号 202280050904.8
(22)申请日 2022.03.10
(30)优先权数据
2021-118886 2021.07.19 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.01.18
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/010685 2022.03.10
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/002678 JA 2023.01.26
(71)申请人 浜松光子学株式会社
地址 日本静冈县
(72)发明人 伊藤朱里 竹嶋智亲
(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322
专利代理师 杨琦
(51)Int.Cl.
G06V 10/82(2022.01)
H04N 23/67(2023.01)
G03B 15/00(2021.01)

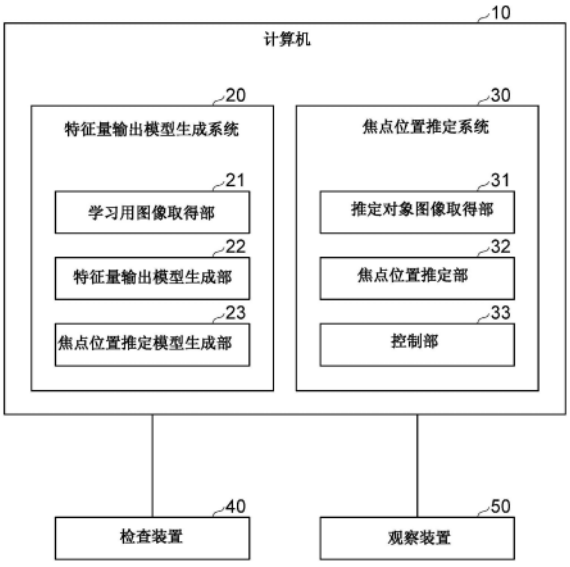
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54)发明名称

特征量输出模型生成系统、特征量输出模型生成方法、特征量输出模型生成程序及特征量输出模型

(57)摘要

本发明可以短时间的学习来生成焦点位置的推定等基于图像的推定所使用的学习完成模型。特征量输出模型生成系统(20)是生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的系统,并且具备:学习用图像取得部(21),其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及特征量输出模型生成部(22),其根据取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型;特征量输出模型生成部(22)依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。



CN 117677988 A

1.一种特征量输出模型生成系统,其中,

是生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成系统,

具备:

学习用图像取得机构,其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及

特征量输出模型生成机构,其根据通过所述学习用图像取得机构取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型,

所述特征量输出模型生成机构依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

2.如权利要求1所述的特征量输出模型生成系统,其中,

所述特征量输出模型生成机构,在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习。

3.如权利要求1或2所述的特征量输出模型生成系统,其中,

所述学习用图像取得机构取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。

4.如权利要求3所述的特征量输出模型生成系统,其中,

所述学习用图像取得机构取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。

5.如权利要求1~4中任一项所述的特征量输出模型生成系统,其中,

所述学习用图像取得机构取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息,

所述特征量输出模型生成系统还具备:焦点位置推定模型生成机构,其根据通过所述学习用图像取得机构取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成输入自通过所述特征量输出模型生成机构生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。

6.一种特征量输出模型生成方法,其中,

是生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成方法,

包含:

学习用图像取得步骤,其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及

特征量输出模型生成步骤,其根据所述学习用图像取得步骤中取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型,

所述特征量输出模型生成步骤中,依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

7.如权利要求6所述的特征量输出模型生成方法,其中,

所述特征量输出模型生成步骤中,在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习。

8.如权利要求6或7所述的特征量输出模型生成方法,其中,

所述学习用图像取得步骤中,取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。

9.如权利要求8所述的特征量输出模型生成方法,其中,

所述学习用图像取得步骤中,取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。

10.如权利要求6～9中任一项所述的特征量输出模型生成方法,其中,

所述学习用图像取得步骤中,取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息,

所述特征量输出模型生成方法还包含:焦点位置推定模型生成步骤,其根据所述学习用图像取得步骤中取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成输入自所述特征量输出模型生成步骤中生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。

11.一种特征量输出模型生成程序,其中,

是使计算机作为生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成系统动作的特征量输出模型生成程序,

使该计算机作为以下机构发挥功能:

学习用图像取得机构,其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及

特征量输出模型生成机构,其根据通过所述学习用图像取得机构取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型,

所述特征量输出模型生成机构依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

12.如权利要求11所述的特征量输出模型生成程序,其中,

所述特征量输出模型生成机构,在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像彼此涉及不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习。

13.如权利要求11或12所述的特征量输出模型生成程序,其中,

所述学习用图像取得机构取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。

14.如权利要求13所述的特征量输出模型生成程序,其中,

所述学习用图像取得机构取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。

15.如权利要求11～14中任一项所述的特征量输出模型生成程序,其中,

所述学习用图像取得机构取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息,

使所述计算机也作为焦点位置推定模型生成机构发挥功能,

所述焦点位置推定模型生成机构根据通过所述学习用图像取得机构取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成输入自通过所述特征量输出模型生成机构生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。

16.一种特征量输出模型,其中,

是用于以输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的方式使计算机发挥功能的特征量输出模型,

所述特征量输出模型根据涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像,通过机器学习而生成,

所述特征量输出模型依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

17.如权利要求16所述的特征量输出模型,其中,

所述特征量输出模型在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习而生成。

18.如权利要求16或17所述的特征量输出模型,其中,

所述特征量输出模型将检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像作为学习用图像,进行机器学习而生成。

19.如权利要求18所述的特征量输出模型,其中,

所述特征量输出模型将对摄像对象物照射特定波长的光时的图像作为学习用图像,进行机器学习而生成。

特征量输出模型生成系统、特征量输出模型生成方法、特征量输出模型生成程序及特征量输出模型

技术领域

[0001] 本发明涉及一种生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成系统、特征量输出模型生成方法、特征量输出模型生成程序及该特征量输出模型。

背景技术

[0002] 一直以来,使用将拍摄(扫描)载玻片而得到的图像用作虚拟的显微镜图像的虚拟幻灯片扫描仪。在这样的装置中,需要在焦点位置位于样本的状态下进行摄像。对此,提出有基于拍摄样本而得的图像推定适当的焦点位置。例如,在专利文献1中,显示使用机器学习算法的推定。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2013-50713号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 然而,在生成推定适当的焦点位置的学习完成模型的情况下,若仅将显示图像与适当的焦点位置的信息用作训练数据进行机器学习,则导致学习需要长时间。因此,以短时间的学习推定适当的焦点位置是困难的,要求以短时间的学习的推定。

[0008] 本发明的一实施方式鉴于上述状况而完成,其目的在于,提供一种可以短时间的学习生成焦点位置的推定等基于图像的推定所使用的学习完成模型的特征量输出模型生成系统、特征量输出模型生成方法、特征量输出模型生成程序及该特征量输出模型。

[0009] 解决问题的技术手段

[0010] 为了达成上述目的,本发明的一实施方式的特征量输出模型生成系统是生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成系统,且具备:学习用图像取得机构,其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及特征量输出模型生成机构,其根据通过学习用图像取得机构取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型;特征量输出模型生成机构依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

[0011] 本发明的一实施方式的特征量输出模型生成系统中,通过机器学习,生成输出图像的特征量的特征量输出模型。此时,依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。根据该生成,例如通过使用输入基于图像的信息的现有的学习完成模型,可在短时间生成特征量输出模型。即,根据本发明的一实施方式的特征量输出模型生成系统,可以短时间的学习生成焦点位置的推定

等基于图像的推定所使用的学习完成模型。

[0012] 特征量输出模型生成机构也可在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习。根据该结构,可可靠且适当地生成特征量输出模型。

[0013] 学习用图像取得机构也可取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。再者,学习用图像取得机构也可取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。根据这些结构,可生成与使用的图像的种类对应的适当的特征量输出模型。

[0014] 也可为,学习用图像取得机构取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息,特征量输出模型生成系统还具备:焦点位置推定模型生成机构,其根据通过学习用图像取得机构取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成输入自通过特征量输出模型生成机构生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。根据该结构,可生成自图像推定对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。即,根据该结构,可配合特征量输出模型,以短时间的学习生成基于图像的焦点位置的推定所使用的学习完成模型。

[0015] 然而,本发明的一实施方式除如上所述可记述为特征量输出模型生成系统的发明外,也可如下述记述为特征量输出模型生成方法及特征量输出模型生成程序的发明。它们仅类别不同,实质上为同一发明,实现了相同的作用及效果。

[0016] 即,本发明的一实施方式的特征量输出模型生成方法是生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成方法,且包含:学习用图像取得步骤,其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及特征量输出模型生成步骤,其根据学习用图像取得步骤中取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型;特征量输出模型生成步骤中,依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

[0017] 特征量输出模型生成步骤中,也可在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习。

[0018] 学习用图像取得步骤中,也可取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。学习用图像取得步骤中,也可取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。

[0019] 学习用图像取得步骤中,也可取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息,特征量输出模型生成方法还包含:焦点位置推定模型生成步骤,其根据学习用图像取得步骤中取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成输入自特征量输出模型生成步骤中生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。

[0020] 另外,本发明的一实施方式的特征量输出模型生成程序是使计算机作为生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的特征量输出模型生成系统动作的特征量输出模型生成程序,使该计算机作为以下机构发挥功能:学习用图像取得机构,其取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像;及特征量输出模型生成机构,其根据通过学习用图像取得机构取得的学习用图像,通过机器学习生成特征量输出模型;特征量输出模型生成机构依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

[0021] 特征量输出模型生成机构也可在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习。

[0022] 学习用图像取得机构也可取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。学习用图像取得机构也可取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。

[0023] 也可为,学习用图像取得机构取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息,特征量输出模型生成程序使计算机也作为焦点位置推定模型生成机构发挥功能,该焦点位置推定模型生成机构根据通过学习用图像取得机构取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成输入自通过特征量输出模型生成机构生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。

[0024] 另外,由本发明的一实施方式的特征量输出模型生成系统生成的特征量输出模型本身也为具有新颖结构的发明。即,本发明的一实施方式的特征量输出模型是用于以输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的方式使计算机发挥功能的特征量输出模型,该特征量输出模型根据涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像,通过机器学习而生成,依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。

[0025] 特征量输出模型也可在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行机器学习而生成。

[0026] 特征量输出模型也可将检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像作为学习用图像,进行机器学习而生成。特征量输出模型也可将对摄像对象物照射特定波长的光时的图像作为学习用图像,进行机器学习而生成。

[0027] 发明的效果

[0028] 根据本发明的一实施方式,可以短时间的学习生成焦点位置的推定等基于图像的推定所使用的学习完成模型。

附图说明

[0029] 图1是显示本发明的实施方式的特征量输出模型生成系统及焦点位置推定系统的结构的图。

[0030] 图2是显示检查装置的一部分的结构的例子的图。

[0031] 图3是每个焦点位置的被拍摄的图像的例子。

[0032] 图4是用于说明利用机器学习生成特征量输出模型的图。

[0033] 图5是显示用于生成特征量输出模型的现有的学习完成模型的图。

[0034] 图6是显示散焦图像及聚焦图像的例子的图。

[0035] 图7是显示本发明的实施方式的特征量输出模型生成系统所执行的处理、即特征量输出模型生成方法的流程图。

[0036] 图8是显示本发明的实施方式的焦点位置推定系统所执行的处理、即焦点位置推定方法的流程图。

[0037] 图9是示意性地显示生成的焦点图的图。

[0038] 图10是与存储介质一起显示本发明的实施方式的特征量输出模型生成程序的结构的图。

[0039] 图11是与存储介质一起显示本发明的实施方式的焦点位置推定程序的结构的图。

具体实施方式

[0040] 以下,与附图一起对本发明的特征量输出模型生成系统、特征量输出模型生成方法、特征量输出模型生成程序及特征量输出模型的实施方式进行详细的说明。另外,在附图的说明中,对同一要素标注同一符号,省略重复的说明。

[0041] 图1显示本实施方式的特征量输出模型生成系统、即计算机10。计算机10是对图像进行信息处理的装置(系统)。具体而言,计算机10对由检查装置40及观察装置50的至少任一者拍摄的图像进行信息处理。另外,计算机10也可对由检查装置40及观察装置50以外的装置拍摄的图像进行信息处理。即,计算机10也可应用于检查装置40及观察装置50以外的进行摄像的装置。

[0042] 检查装置40是拍摄半导体器件,基于拍摄的图像检查半导体器件的装置。例如,检查装置40进行半导体器件的故障分析。检查对象的半导体器件例如是铺满μLED(Light Emitting Diode(发光二极管))的晶圆。故障分析例如通过发光分析、发热分析、使用图案图像的分析或利用激光的分析(OBIRCH、OBIC或DALS等)进行。检查装置40也可为现有的检查装置。以下说明的结构也可全部为现有的检查装置所具备的结构。

[0043] 图2例如显示进行发光分析的检查装置40的一部分的结构。如图2所示,检查装置40具备相机41、载置部42、光源43、光学系统44、物镜45、及载台46。相机41为拍摄摄像对象物、即半导体器件的摄像装置。相机41例如为InGaAs相机。载置部42为用于载置摄像对象物、即半导体器件的结构。图2中,载置于载置部42的标准样本60不是检查对象物,而是对应于与下述的焦点位置相应的图像的样本。标准样本60为被施以人工图案(例如如图2所示,放射状的条纹图案)的样本。

[0044] 光源43为输出照射至摄像对象物的照射光的装置。光源43也可为输出特定波长(例如,作为标准波长的1100nm、以及作为与标准波长不同的波长的900nm及1300nm)的照射

光的光源。另外,也可预先准备多个光源43等以切换照射光的波长。光学系统44为用于将自光源43输出的照射光照射至摄像对象物、即半导体器件的光学系统。物镜45为相机41的摄像所使用的物镜,例如为固态浸没透镜(SIL)。载台46为用于调整相机41的摄像时的焦点位置的构件。载台46也可为不仅可在摄像方向(焦点位置方向、Z轴方向)移动,也可在三维的任意方向移动的载台(即,XYZ载台)。检查装置40的摄像时的焦点位置如后面所述,由计算机10控制。检查装置40具备使用由上述的结构获得的图像,进行半导体器件的检查的检查部。

[0045] 另外,检查装置40的结构无需为上述的结构,根据分析方法,也可使用不同的结构。例如,发热分析中,也可无需照明(光源43),使用InSb相机作为摄像装置(相机41)。另外,在进行使用图案图像的分析的情况下,也可使用非相干光源或相干光源作为照明(光源43),使用二维检测器或进行光扫描的装置及光电二极管作为摄像装置。在进行激光分析的情况下,也可使用非相干光源或相干光源作为照明(光源43),使用半导体器件的电特性取得装置作为摄像装置。

[0046] 观察装置50为拍摄载置于载玻片的生物体样本,观察拍摄的生物体样本的图像的装置。观察装置50也可为现有的观察装置。例如,观察装置50为上述现有的虚拟幻灯片扫描仪(virtual slide scanner)。观察装置50具备拍摄摄像对象物、即生物体样本的摄像装置、载置摄像对象物、即生物体样本的载置部、及通过拍摄的图像观察生物体样本的观察部。观察装置50的摄像时的焦点位置如后面所述,由计算机10控制。

[0047] 检查装置40及观察装置50的摄像需要在焦点位于摄像对象物的状态下进行。这是为了适当地进行摄像对象物的检查或观察。图3显示与焦点位置相应的被拍摄的图像的例子。该图像为拍摄图2所示的标准样本60而得的图像。图3的(a)是在对焦时的焦点位置拍摄的图像。图3的(b)是焦点位置自对焦时的焦点位置离开100μm时的图像。图3的(c)是焦点位置较图3的(b)的情况更远离时的图像。图3的(d)是焦点位置较图3的(c)的情况更远离且自对焦时的焦点位置离开500μm时的图像。即,图3的(a)为聚焦图像的例子,图3的(b)~(d)为散焦图像的例子。

[0048] 计算机10进行用于使检查装置40及观察装置50的摄像在焦点位于摄像对象物的状态下进行的信息处理。作为功能性结构,计算机10包含:特征量输出模型生成系统20,其通过机器学习生成学习完成模型;及焦点位置推定系统30,其使用通过特征量输出模型生成系统20生成的学习完成模型,进行用于可实现上述摄像的信息处理。特征量输出模型生成系统20的细节如后面所述,为生成输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的特征量输出模型的系统(装置)。焦点位置推定系统30的细节如后面所述,为推定与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置的系统(装置)。另外,本实施方式中,作为进行摄像的装置,显示检查装置40及观察装置50,但若为在焦点位于摄像对象物的状态下进行摄像的装置(系统),则也可使用上述以外的装置。

[0049] 计算机10例如为包含CPU(Central Processing Unit(中央处理单元))、存储器、通信模块等硬件的现有的计算机。另外,计算机10也可为包含多个计算机的计算机系统。另外,计算机10也可由云端计算构成。通过这些构成要素根据程序等动作而发挥计算机10的下述的各功能。计算机10与检查装置40及观察装置50以可收发信息的方式互相连接。

[0050] 接着,说明本实施方式的计算机10所包含的特征量输出模型生成系统20与焦点位

置推定系统30的功能。如图1所示,特征量输出模型生成系统20构成为具备学习用图像取得部21、特征量输出模型生成部22、及焦点位置推定模型生成部23。

[0051] 在说明特征量输出模型生成系统20的各功能之前,说明由特征量输出模型生成系统20生成的学习完成模型。由特征量输出模型生成系统20生成的学习完成模型为特征量输出模型及焦点位置推定模型的2个。

[0052] 特征量输出模型是输入基于图像的信息并输出该图像的特征量的模型。用于向特征量输出模型的输入的图像为由检查装置40及观察装置50拍摄的图像或其部分图像。来自特征量输出模型的输出、即特征量为显示涉及输入的图像的特征的信息。本实施方式中,该特征反映拍摄图像时的焦点位置。即,特征量输出模型是涉及光学特征的光学模型。该特征量例如为预先设定的维数(例如1024维)的矢量。该特征量如后面所述用于向焦点位置推定模型的输入。

[0053] 特征量输出模型例如构成为包含神经网络。神经网络也可为多层。即,特征量输出模型也可通过深层学习(Deep learning)而生成。另外,神经网络也可为卷积神经网络(CNN:Convolutional Neural Network)。

[0054] 在特征量输出模型,设置有用于对输入层输入基于图像的信息的神经元。例如,输入至特征量输出模型的信息为图像的各像素的像素值。在该情况下,在输入层设置有图像的像素的数量的神经元,对各个神经元输入对应的像素的像素值。如下所述涉及输入至特征量输出模型的信息的图像被设为预先设定的尺寸的图像(例如224×224像素的图像)。

[0055] 另外,输入至特征量输出模型的信息只要为基于图像的信息,则也可为各像素的像素值以外。例如,该信息也可设为为了减轻摄像环境所致的影响而对图像进行现有的图像处理等前处理而得到的、向特征量输出模型的输入用的特征量。通过进行这样的前处理,可谋求机器学习的效率及生成的特征量输出模型的精度的提高等。

[0056] 在特征量输出模型,设置有用于对输出层输出特征量的神经元。例如,设置有特征量的矢量的维数的神经元。

[0057] 焦点位置推定模型是输入自特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置的模型。焦点位置推定模型例如输出显示拍摄涉及被输入的特征量的图像时的焦点位置、与对焦时的焦点位置的差量的信息,来作为对焦时的焦点位置的推定结果。差量例如为自与对焦时的焦点位置对应的焦点距离,减去与拍摄涉及特征量的图像时的焦点位置对应的焦点距离的值。即,在该情况下,显示将对焦时的焦点位置的位置设为0时的坐标系中的拍摄图像时的焦点位置的值成为输出值。对焦时的焦点位置是用于使焦点对准显现于涉及输入的特征量的图像的摄像对象物并拍摄的焦点位置。通过自拍摄涉及输入的特征量的散焦图像时的焦点位置,将焦点位置变更上述差量并进行拍摄,而可拍摄聚焦图像。

[0058] 在该情况下,也可预先设定上述差量的候补,焦点位置推定模型也可输出对于这些候补表示候补适当的程度的值。例如,将差量的候补设为+50μm、0μm、-50μm、-100μm、…,焦点位置推定模型输出表示对各个候补适当的程度的值。例如,将该值最高的候补设为上述差量。或者,焦点位置推定模型也可输出上述差量的值本身。

[0059] 或者,焦点位置推定模型也可输出显示对焦时的焦点位置本身的信息(例如,与对焦时的焦点位置对应的焦点距离)。在该情况下,也可预先设定对焦时的焦点位置本身的候

补,焦点位置推定模型输出对于这些候补显示候补适当的程度的值。或者,焦点位置推定模型也可输出上述对焦时的焦点位置的值本身。

[0060] 焦点位置推定模型例如构成为包含神经网络。神经网络也可为多层。即,焦点位置推定模型也可通过深层学习(Deep learning)而生成。另外,神经网络也可为卷积神经网络(CNN)。

[0061] 在焦点位置推定模型,设置有用于对输入层输入特征量的神经元。例如,在输入层,设置有与设置于特征量输出模型的输出层的神经元对应的神经元。即,在输入层,设置有设置于特征量输出模型的输出层的数量的神经元。在焦点位置推定模型,设置有用于输出上述对焦时的焦点位置的推定结果的神经元。例如,设置有候补的数量的神经元(输出每个候补的值的情况)或1个神经元(输出上述差量或对焦时的焦点位置本身的情况)。

[0062] 另外,特征量输出模型及焦点位置推定模型也可由神经网络以外构成。

[0063] 假设特征量输出模型及焦点位置推定模型作为人工智能软件的一部分、即程序模块来使用。特征量输出模型及焦点位置推定模型例如用于具备CPU及存储器的计算机,计算机的CPU按照来自存储于存储器的模型的指令动作。例如,计算机的CPU以按照该指令,对模型输入信息,进行与模型相应的运算,自模型输出结果的方式动作。具体而言,计算机的CPU以按照该指令,对神经网络的输入层输入信息,基于神经网络中的学习完成的权重系数等参数进行运算,自神经网络的输出层输出结果的方式动作。

[0064] 学习用图像取得部21是取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像的学习用图像取得机构。学习用图像取得部21也可取得检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像,来作为学习用图像。学习用图像取得部21也可取得将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像作为学习用图像。学习用图像取得部21取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息。

[0065] 例如,学习用图像取得部21取得由检查装置40或观察装置50拍摄的图像。该图像为学习用图像用的摄像对象物显现的图像。学习用图像用的摄像对象物例如也可为图2所示的标准样本60。或者,学习用图像用的摄像对象物也可为其它的对象物(例如,由检查装置40或观察装置50拍摄的对象物)。例如,如图4所示,学习用图像取得部21自取得的图像70切出部分图像以作为学习用图像71。学习用图像71为用于生成上述2个学习完成模型的机器学习所使用的图像。因此,学习用图像取得部21取得可适当生成学习完成模型的程度的数量的多个学习用图像71。

[0066] 由于本实施方式自散焦图像推定对焦时的焦点位置,因而在多个学习用图像71包含散焦图像。另外,也可为,该散焦图像为多个,涉及它们的焦点位置为各种位置。即,与涉及它们的焦点位置对应的焦点距离也可为各种距离。另外,也可在多个学习用图像71包含聚焦图像。图4中,显示取得的图像70为3个的例子。显示图4的图像70的部分的纵向为摄像方向(焦点位置方向、Z轴方向)。

[0067] 学习用图像71与用于向特征量输出模型的输入的图像对应。在该情况下,特征量输出模型输入基于通过检查装置40或观察装置50拍摄的图像的与学习用图像71相同尺寸的部分图像的信息,而非输入基于该图像整体的信息。因此,学习用图像取得部21自取得的图像70切出用于特征量输出模型的输入的、预先设定的尺寸的部分图像、即学习用图像71。

图像70中切出学习用图像71的位置为显现摄像对象物的部分。但是,也可在学习用图像71包含未显现摄像对象物的学习用图像71。图像70中切出学习用图像71的位置也可预先设定。另外,也可将对图像70进行图像识别并推定为显现摄像对象物的位置设为切出学习用图像71的位置。

[0068] 如图4所示,学习用图像取得部21也可自1个图像70切出多个学习用图像71。在自图像70切出多个学习用图像71的情况下,学习用图像71的位置也可重复。

[0069] 检查装置40或观察装置50中,进行摄像而生成成为学习用图像71的基础的图像。此时,例如检查装置40或观察装置50中,固定摄像方向(Z轴方向)以外的摄像时的位置(XY),进行焦点位置不同的多次的连续摄像。此时,如图4所示,焦点位置按一定间隔(梯级(step))(△Z)不同。用于检查装置40或观察装置50的学习用图像71的摄像也可以上述以外的方法进行。

[0070] 另外,学习用图像取得部21也可将由检查装置40或观察装置50拍摄的图像70本身设为学习用图像。在该情况下,用于向特征量输出模型的输入的图像也设为图像70的尺寸。另外,学习用图像取得部21也可自检查装置40或观察装置50以外取得图像70。

[0071] 另外,如上所述,学习用图像71也可为检测出来自摄像对象物的放射的图像(用于发光·发热分析的图像)、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像(用于图案分析的图像)、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像(用于激光分析的图像)。另外,学习用图像71也可为将特定波长的光(例如,用于检查的特定波长的光)照射至摄像对象物时的图像。它们为检查装置40或观察装置50中通常使用的图像的种类。但是,在生成1组特征量输出模型及焦点位置推定模型的情况下,也可仅将任意种类的图像设为学习用图像71。在该情况下,生成的1组特征量输出模型及焦点位置推定模型与特定图像的种类对应。

[0072] 发光分析所使用的光的波长根据检查装置40的驱动电压及设计规则而不同。另外,实际的光学系统中,产生因调整及光学组件的特性所致的每个波长的焦点偏差。另外,有在与观察图案影像(图像)的焦点位置不同的位置上检测灵敏度最大的情况。考虑这些情况,也可如上所述使用每个特定波长的图像,生成每个波长的特征量输出模型。例如,也可使用标准波长(1100nm)及与标准波长不同的每个波长(900nm、1300nm)的图像,生成每个波长的特征量输出模型。

[0073] 另外,在生成1组特征量输出模型及焦点位置推定模型的情况下,也可仅将由检查装置40或观察装置50的任意机种(种类)拍摄的图像(也包含部分图像)设为学习用图像71。在该情况下,生成的1组特征量输出模型及焦点位置推定模型与特定机种的检查装置40或观察装置50对应。即,特征量输出模型及焦点位置推定模型反映检查装置40或观察装置50的特征。通过这样使学习用图像与特定种类的图像或特定机种的检查装置40或观察装置50对应,可设为更高精度的学习完成模型。或者,对于焦点位置推定模型,也可在多个图像的种类或机种中设为共同的模型。

[0074] 涉及学习用图像71的摄像时的焦点位置的焦点位置信息与各学习用图像71关联。焦点位置信息例如为显示上述焦点位置的信息。但是,若焦点位置信息为涉及焦点位置的信息,且可用于上述学习完成模型的生成,则也可为上述以外的信息。焦点位置信息例如作为检查装置40或观察装置50的图像拍摄时的信息获得。例如,学习用图像取得部21自检查

装置40或观察装置50接收并取得焦点位置信息所关联的图像。

[0075] 另外,学习用图像取得部21取得涉及与取得的学习用图像分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息。对焦位置信息例如为显示对焦时的焦点位置的信息。但是,若对焦位置信息为涉及对焦时的焦点位置的信息,可用于上述学习完成模型的生成,则也可为上述以外的信息。对焦位置信息由现有的测定对焦时的焦点位置的方法等获得。例如,学习用图像取得部21通过受理利用测定获得的对焦位置信息的由用户对计算机10的输入操作,而取得对焦位置信息。

[0076] 学习用图像取得部21将取得的各信息输出至特征量输出模型生成部22及焦点位置推定模型生成部23。

[0077] 特征量输出模型生成部22为根据通过学习用图像取得部21取得的学习用图像71,通过机器学习生成特征量输出模型的特征量输出模型生成机构。特征量输出模型生成部22依照与互不相同的2个学习用图像71关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像71的特征量,基于比较结果进行机器学习。特征量输出模型生成部22也可在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像71的特征量的差量变小的方式进行机器学习,且在互不相同的2个学习用图像71涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像71的特征量的差量变大的方式进行机器学习。

[0078] 特征量输出模型生成部22如下所述生成特征量输出模型。特征量输出模型生成部22自学习用图像取得部21,输入学习用图像71、及涉及该学习用图像71的焦点位置信息。特征量输出模型生成部22使用自输入的多个学习用图像71选择的2个学习用图像71作为一组(set),进行用于生成特征量输出模型的机器学习。在用于机器学习的组包含涉及彼此相同的焦点位置的学习用图像71的组、及涉及互不相同的焦点位置的学习用图像71的组这两者。例如,涉及相同的焦点位置的学习用图像71的组例如如图4所示,也可为自相同的图像70切出的学习用图像71。学习用图像71的组的选择只要以满足上述条件的方式,以预先设定的方法进行即可。另外,学习用图像71的组也可自摄像方向(Z轴方向)以外的摄像时的位置(XY)相同的图像70选择。

[0079] 特征量输出模型生成部22将基于选择的组的学习用图像71的信息,作为对特征量输出模型的输入进行机器学习。如图4所示,若将1组学习用图像71分别输入至特征量输出模型80,则对于学习用图像71的各个,获得特征量作为输出。图4中,以柱状图显示特征量、即矢量的各要素的值。此时,将输入一学习用图像71的特征量输出模型80设为学习对象,将输入另一学习用图像71的特征量输出模型80设为比较对象。但是,这些特征量输出模型80为学习中途的相同的模型。

[0080] 特征量输出模型生成部22参照焦点位置信息,比较输出的2个特征量,基于比较结果进行机器学习。特征量输出模型生成部22在由焦点位置信息所示的2个学习用图像71的焦点位置为彼此相同的焦点位置(即,为同一平面)的情况下,以该2个学习用图像71的特征量的差量变小的方式进行机器学习。特征量输出模型生成部22在由焦点位置信息所示的2个学习用图像的焦点位置为互不相同的焦点位置(即,Z位置不同)的情况下,以该2个学习用图像71的特征量的差量变大的方式进行机器学习。另外,在为自同一图像切出的2个学习用图像71的情况下,2个学习用图像71的焦点位置成为彼此相同的焦点位置。另外,在2个学习用图像71的焦点位置以视为彼此相同的程度接近的情况下,2个学习用图像71的焦点位

置也可视为彼此相同的焦点位置。

[0081] 即,自位于同一焦点面的图像切出的部分图像彼此的特征量,不管切出位置,相关性变大。另一方面,自位于不同的焦点面的图像切出的部分图像彼此的特征量,相关性变小。通过这样机器学习,自特征量输出模型输出的特征量反映对应于焦点位置的特征。

[0082] 具体而言,在2个学习用图像71的焦点位置为彼此相同的焦点位置的情况下,特征量输出模型生成部22将以下的loss_xy作为损失函数进行机器学习。

[0083] [数1]

[0084] $$error_i = \left(\frac{F_{ti} - F_{ci}}{SD_i}\right)^2$$

[0085] $$loss_xy = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n} error_i}{n+1}}$$

[0086] 此处,i(0～n)为显示特征量的矢量的要素的后缀(suffix)(下标)。特征量的矢量的通道数(维数)为n+1。F_{t0}～F_{tn}为自学习对象的特征量输出模型80输出的特征量的矢量的各要素的值。F_{c0}～F_{cn}为自比较对象的特征量输出模型80输出的特征量的矢量的各要素的值。SD_i为关于各特征量的要素i的标准偏差。通过如上所述将差量除以标准偏差算出$error_i$,而使每个通道的差量的偏差一致。损失为各通道的误差的平均(的正平方根)。

[0087] 在2个学习用图像71的焦点位置为互不相同的焦点位置的情况下,特征量输出模型生成部22将以下的loss_z作为损失函数进行机器学习。

[0088] [数2]

[0089] $$loss_z = \frac{1}{loss_xy}$$

[0090] 即,此时的损失函数为2个学习用图像71的焦点位置为彼此相同的焦点位置时的损失函数的倒数。基于损失函数的机器学习本身、即特征量输出模型的参数的更新可以与现有同样地进行。另外,损失函数不需要一定为上述函数,只要为遵循上述基准的函数即可。

[0091] 特征量输出模型生成部22重复进行学习用图像71的组的选择与机器学习,生成特征量输出模型。例如,特征量输出模型生成部22与现有同样地直至特征量输出模型的生成基于预先设定的条件收敛为止,或者以预先设定的规定次数进行上述重复而生成特征量输出模型。

[0092] 特征量输出模型生成部22也可使用由机器学习生成的现有的学习完成模型,生成特征量输出模型。作为现有的学习完成模型,与本实施方式的特征量输出模型同样,使用输入基于图像的信息的模型。即,也可使用输入与本实施方式的特征量输出模型共同的现有的学习完成模型。现有的学习完成模型例如为用于进行图像识别的模型,具体而言,为ResNet、VGG、Mobile Net等。对于特征量输出模型的生成,使用现有的学习完成模型的一部分。如图5所示,删除现有的学习完成模型81的输出侧的层,将直至现有的学习完成模型81的中间层的部分用于特征量输出模型的生成。在用于生成特征量输出模型的现有的学习完成模型81,可包含所有中间层,也可仅包含中间层的一部分。

[0093] 特征量输出模型生成部22输入现有的学习完成模型的上述一部分,作为机器学习的开始时点的特征量输出模型。即,特征量输出模型生成部22使用现有的学习完成模型的

上述一部分,作为特征量输出模型的初始参数进行微调。另外,也可将对学习完成模型的上述一部分的输出侧施加新的输出层的模型,作为机器学习的开始时点的特征量输出模型。另外,在施加新的输出层的情况下,也可将对学习完成模型的上述一部分输出侧与新的输出层之间施加新的中间层的模型,作为机器学习的开始时点的特征量输出模型。

[0094] 另外,特征量输出模型生成部22也可不使用现有的学习完成模型地生成特征量输出模型。例如,也可与现有的机器学习同样,将以随机值为初始参数的模型作为机器学习的开始时点的特征量输出模型。

[0095] 通过将现有的学习完成模型用于特征量输出模型的生成,而具有以下优点。可大幅缩短学习时间。即使较少学习用图像71也可生成高精度的特征量输出模型、即可输出更适当的特征量的特征量输出模型。上述现有的学习完成模型获得已分离低抽象度的特征的能力。因此,这是由于仅进行使用新的学习用图像71的以高抽象度的特征为中心的学习即可。

[0096] 特征量输出模型生成部22将生成的特征量输出模型输出至焦点位置推定模型生成部23及焦点位置推定系统30。另外,生成的特征量输出模型也可用于本实施方式中的用途以外。在该情况下,例如特征量输出模型生成部22对使用特征量输出模型的其他装置或模块发送或输出特征量输出模型。或者,特征量输出模型生成部22也可将生成的特征量输出模型存储于计算机10或其他装置,可利用于使用特征量输出模型的其他装置或模块。

[0097] 焦点位置推定模型生成部23为根据通过学习用图像取得部21取得的对焦位置信息,通过机器学习,生成焦点位置推定模型的焦点位置推定模型生成机构。焦点位置推定模型如上所述,输入自通过特征量输出模型生成部22生成的特征量输出模型输出的特征量,推定与涉及该特征量的图像对应的对焦时的焦点位置。

[0098] 焦点位置推定模型生成部23如下所述,生成焦点位置推定模型。焦点位置推定模型生成部23自学习用图像取得部21输入学习用图像71、及涉及该学习用图像71的对焦位置信息。焦点位置推定模型生成部23自特征量输出模型生成部22输入特征量输出模型。

[0099] 焦点位置推定模型生成部23将基于学习用图像71的信息输入至特征量输出模型,取得来自特征量输出模型的输出、即该学习用图像71的特征量。焦点位置推定模型生成部23将取得的特征量作为对焦点位置推定模型的输入,将基于涉及输入的特征量的学习用图像71的对焦位置信息的信息作为焦点位置推定模型的输出,进行机器学习。基于对焦位置信息的信息被设为与焦点位置推定模型的输出对应的信息。在焦点位置推定模型输出上述每个候补的值的情况下,基于对焦位置信息的信息例如为将符合对焦位置信息的候补的值设为1,将不符合对焦位置信息的候补的值设为0的每个候补的值(独热矢量)。在焦点位置推定模型输出上述差量或焦点位置本身的值的情况下,基于对焦位置信息的信息为对焦位置信息本身或根据对焦位置信息算出的该值。焦点位置推定模型生成部23在进行机器学习前,生成基于相当于焦点位置推定模型的输出的对焦位置信息的信息。

[0100] 机器学习本身、即焦点位置推定模型的参数更新只要与现有同样地进行即可。焦点位置推定模型生成部23与现有同样地直至焦点位置推定模型的生成基于预先设定的条件收敛为止,或者以预先设定的规定次数反复进行机器学习处理,来生成焦点位置推定模型。

[0101] 焦点位置推定模型生成部23将生成的焦点位置推定模型输出至焦点位置推定系

统30。另外,生成的焦点位置推定模型也可用于本实施方式中的用途以外。在该情况下,例如焦点位置推定模型生成部23对使用焦点位置推定模型的其他装置或模块发送或输出焦点位置推定模型。或者,焦点位置推定模型生成部23也可将生成的焦点位置推定模型存储于计算机10或其他装置,可利用于使用焦点位置推定模型的其他装置或模块。以上为特征量输出模型生成系统20的功能。

[0102] 接着,说明本实施方式的焦点位置推定系统30的功能。如图1所示,焦点位置推定系统30构成为具备推定对象图像取得部31、焦点位置推定部32及控制部33。

[0103] 焦点位置推定系统30在检查装置40或观察装置50中进行摄像对象物的摄像时,推定对焦时的焦点位置。该推定首先在检查装置40或观察装置50中,进行摄像对象物的摄像(对焦用的摄像)。该摄像中,焦点位置不需要一定为焦点位于摄像对象物的位置、即对焦时的焦点位置。因此,通过该摄像而得到的图像也可为散焦图像。例如,该图像也可为图6的(a)所示的散焦图像。图6是半导体器件的图像。图6的(a)所示的散焦图像为摄像时的焦点位置离开对焦时的焦点位置+5nm时的图像。

[0104] 焦点位置推定系统30自该图像推定对焦时的焦点位置。使用推定的对焦时的焦点位置,在检查装置40或观察装置50中进行摄像,由此可获得焦点位于摄像对象物的图像、即聚焦图像。例如,获得图6的(b)所示的聚焦图像。图6的(b)所示的聚焦图像为与图6的(a)的散焦图像对应的图像。

[0105] 推定对象图像取得部31为取得推定对象图像的推定对象图像取得机构。推定对象图像为焦点位置推定系统30中用于推定对焦时的焦点位置的图像。另外,推定对象图像为用于对特征量输出模型的输入的图像。即,推定对象图像与上述学习用图像71对应。

[0106] 推定对象图像取得部31取得由检查装置40或观察装置50拍摄的图像。此时的检查装置40或观察装置50的摄像为上述的对焦用的摄像。例如,推定对象图像取得部31自取得的图像切出部分图像,将其设为推定对象图像。

[0107] 推定对象图像取得部31自取得的图像切出用于特征量输出模型的输入的、预先设定的尺寸的部分图像、即推定对象图像。图像中切出推定对象图像的位置为摄像对象物显现的部分。图像中切出推定对象图像的位置也可预先设定。另外,也可将对图像进行图像识别并推定为摄像对象物显现的位置设为切出推定对象图像的位置。

[0108] 在用于对特征量输出模型的输入的图像为由检查装置40或观察装置50拍摄的图像的尺寸的情况下,推定对象图像取得部31也可将由检查装置40或观察装置50拍摄的图像本身设为推定对象图像。

[0109] 另外,推定对象图像的种类为与上述学习用图像相同的种类。例如,推定对象图像可为检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像。另外,推定对象图像也可为将特定波长的光(例如,用于检查的特定波长的光)照射至摄像对象物时的图像。

[0110] 推定对象图像取得部31将取得的推定对象图像输出至焦点位置推定部32。

[0111] 焦点位置推定部32为焦点位置推定机构,其使用特征量输出模型,根据通过推定对象图像取得部31取得的推定对象图像输出推定对象图像的特征量,根据输出的特征量推定与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置。焦点位置推定部32也可使用焦点位置推定模

型,根据自特征量输出模型输出的特征量,推定与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置。

[0112] 焦点位置推定部32预先输入并存储由特征量输出模型生成系统20生成的特征量输出模型及焦点位置推定模型,用于推定。焦点位置推定部32自推定对象图像取得部31输入推定对象图像。

[0113] 焦点位置推定部32将基于推定对象图像的信息输入至特征量输出模型,取得来自特征量输出模型的输出、即推定对象图像的特征量。焦点位置推定部32将取得的特征量输入至焦点位置推定模型,取得来自焦点位置推定模型的输出、即显示与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置的信息,作为该焦点位置的推定结果。焦点位置推定部32将显示与取得的推定对象图像对应的对焦时的焦点位置的信息输出至控制部33。

[0114] 控制部33为基于由焦点位置推定部32推定的焦点位置,控制摄像对象物的摄像时的焦点位置的控制机构。控制部33自焦点位置推定部32,输入显示与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置的信息。控制部33对于检查装置40或观察装置50,以摄像时的焦点位置成为由输入的信息所示的对焦时的焦点位置的方式进行控制。接受控制的检查装置40或观察装置50例如使载台46动作,调整摄像时的焦点位置。由此,由检查装置40或观察装置50拍摄的图像成为聚焦图像。这样,控制部33进行检查装置40或观察装置50中的自动聚焦控制。以上为焦点位置推定系统30的结构。

[0115] 接着,使用图7及图8的流程图,说明由本实施方式的计算机10执行的处理(计算机10进行的动作方法)。首先,使用图7的流程图,说明生成特征量输出模型及焦点位置推定模型时执行的处理、即作为本实施方式的特征量输出模型生成系统20所执行的处理的特征量输出模型生成方法。

[0116] 本处理中,首先,通过学习用图像取得部21,取得涉及摄像时的焦点位置的焦点位置信息所关联的多个学习用图像(S01,学习用图像取得步骤)。另外,通过学习用图像取得部21,取得涉及与学习用图像的分别对应的对焦时的焦点位置的对焦位置信息。接着,通过特征量输出模型生成部22,根据学习用图像利用机器学习生成特征量输出模型(S02,特征量输出模型生成步骤)。此时,依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像71的特征量,基于比较结果进行机器学习。接着,通过焦点位置推定模型生成部23,自对焦位置信息,通过机器学习,生成焦点位置推定模型(S03,焦点位置推定模型生成步骤)。

[0117] 将生成的特征量输出模型及焦点位置推定模型自特征量输出模型生成系统20输出至焦点位置推定系统30。焦点位置推定系统30中,存储特征量输出模型及焦点位置推定模型,用于以下的处理。以上为本实施方式的特征量输出模型生成系统20所执行的处理、即特征量输出模型生成方法。

[0118] 接着,使用图8的流程图,说明推定与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置时执行的处理、即作为本实施方式的焦点位置推定系统30所执行的处理的焦点位置推定方法。

[0119] 本处理中,首先,通过推定对象图像取得部31,取得推定对象图像(S11,推定对象图像取得步骤)。推定对象图像基于通过检查装置40或观察装置50的对焦用的摄像获得的图像。接着,通过焦点位置推定部32,使用特征量输出模型,自推定对象图像输出推定对象图像的特征量。接着,通过焦点位置推定部32,使用焦点位置推定模型,自推定对象图像的特征量推定与推定对象图像对应的对焦时的焦点位置(S12,焦点位置推定步骤)。

[0120] 接着,通过控制部33,基于推定的上述焦点位置,控制检查装置40或观察装置50对摄像对象物新摄像时的焦点位置(S13,控制步骤)。由此,由检查装置40或观察装置50拍摄的图像成为聚焦图像。以上为本实施方式的焦点位置推定系统30所执行的处理、即焦点位置推定方法。

[0121] 本实施方式中,通过机器学习,生成输出图像的特征量的特征量输出模型。此时,依照与互不相同的2个学习用图像关联的焦点位置信息比较该2个学习用图像的特征量,基于比较结果进行机器学习。根据该生成,例如通过使用输入基于图像的信息的现有的学习完成模型,可在短时间生成特征量输出模型。即,根据本实施方式,可以短时间的学习生成焦点位置的推定等基于图像的推定所使用的学习完成模型、即特征量输出模型。

[0122] 但是,如上所述,特征量输出模型的生成无需一定使用现有的学习完成模型。在该情况下,也可生成可输出对应于焦点位置的适当特征量的特征量输出模型。

[0123] 另外,如上所述,用于生成特征量输出模型的机器学习也可在互不相同的2个学习用图像涉及彼此相同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变小的方式进行,且在互不相同的2个学习用图像涉及彼此不同的焦点位置的情况下,以该2个学习用图像的特征量的差量变大的方式进行。根据该结构,可可靠且适当地生成特征量输出模型。但是,机器学习无需一定如上所述进行,只要基于2个学习用图像的特征量的比较结果进行即可。

[0124] 另外,如上所述,学习用图像及推定对象图像也可为检测出来自摄像对象物的放射的图像、检测出对摄像对象物照射光时的来自摄像对象物的光的图像、或检测出对摄像对象物照射光时的摄像对象物的电特性的图像。再者,学习用图像及推定对象图像也可为将特定波长的光照射至摄像对象物时的图像。根据这些结构,可进行与使用的图像的种类对应的适当的特征量输出模型的生成、及特征量输出模型的使用。但是,学习用图像及推定对象图像不限定于上述,只要为与焦点位置对应的图像即可。

[0125] 另外,如本实施方式那样,特征量输出模型生成系统20也可还具备生成焦点位置推定模型的焦点位置推定模型生成部23。根据该结构,可生成自图像推定对焦时的焦点位置的焦点位置推定模型。即,根据该结构,可配合特征量输出模型,以短时间的学习生成基于图像的焦点位置的推定所使用的学习完成模型。

[0126] 但是,特征量输出模型生成系统20也可不具备焦点位置推定模型生成部23。即,特征量输出模型生成系统20也可为仅生成特征量输出模型的结构。另外,生成的特征量输出模型也可用于对焦时的焦点位置推定以外的用途。

[0127] 本实施方式的焦点位置推定系统30中,对于对焦时的焦点位置的推定,使用上述特征量输出模型。因此,根据本实施方式,可以短时间的准备时间进行基于图像的对焦时的焦点位置推定。另外,根据本实施方式的焦点位置推定系统30,可通过1次对焦用摄像,推定对焦时的焦点位置。因此,与一边改变焦点位置一边进行多次摄像,探索对焦时的焦点位置的情况相比,可迅速地推定对焦时的焦点位置。

[0128] 另外,对于对焦时的焦点位置推定,也可使用上述焦点位置推定模型。根据该结构,可可靠且适当地推定对焦时的焦点位置。但是,对于对焦时的焦点位置推定,无需使用上述焦点位置推定模型,只要根据自特征量输出模型输出的特征量进行推定即可。

[0129] 另外,如本实施方式那样,焦点位置推定系统30也可还具备:控制部33,其基于推

定的焦点位置,控制检查装置40或观察装置50拍摄摄像对象物时的焦点位置。根据该结构,检查装置40或观察装置50中,可进行焦点对准的摄像对象物的摄像。但是,焦点位置推定系统30也可不具备控制部33。即,焦点位置推定系统30只要推定对焦时的焦点位置即可。

[0130] 另外,可以包含本实施方式的焦点位置推定系统30与上述检查装置40或观察装置50而构成为一连串的系统。即,本实施方式的半导体检查系统也可设为包含焦点位置推定系统30与检查装置40的系统。另外,本实施方式的生物体观察系统也可设为包含焦点位置推定系统30与观察装置50的系统。

[0131] 焦点位置推定系统30的对焦时的焦点位置推定也可对相对于由检查装置40或观察装置50拍摄的图像的多个位置进行。在该情况下,推定对象图像取得部31自检查装置40或观察装置50所拍摄的图像的多个位置的各个,切出并取得多个推定对象图像。例如,推定对象图像取得部31自图像的显现摄像对象物的多个部分切出推定对象图像。焦点位置推定部32对多个推定对象图像的各个推定对焦时的焦点位置。例如,焦点位置推定部32也可生成显示每个位置的对焦时的焦点位置的焦点图。控制部33也可基于每个位置的对焦时的焦点位置,在检查装置40或观察装置50中,以按每个位置调整焦点位置进行摄像的方式进行控制。

[0132] 图9显示按每个位置推定的对焦时的焦点位置(焦点图)。图9的(a)显示与摄像方向(Z轴方向)垂直的面(XY平面)内的、摄像对象物90的每个位置的对焦时的焦点位置。图9的(b)显示自侧面(Y轴)观察摄像方向(Z轴方向)的面(XZ平面)内的、摄像对象物90的每个位置的对焦时的焦点位置。图9的各值表示推定对象图像的摄像时的焦点位置与对焦时的焦点位置的差量。

[0133] 在检查铺满μLED的晶圆的情况下,例如即使在晶圆的中心进行焦点位置的对位,也导致在靠近晶圆的边的部分产生模糊。因此,通过如上所述生成并控制焦点图,可在每个位置适当拍摄可用于检查的图像。另外,对于摄像对象为如上所述的半导体器件以外、例如生物体样本等,也可采取上述结构。

[0134] 另外,本实施方式中,计算机10包含特征量输出模型生成系统20与焦点位置推定系统30,但特征量输出模型生成系统20与焦点位置推定系统30也可独立地分别实施。

[0135] 接着,说明用于执行上述一连串特征量输出模型生成系统20及焦点位置推定系统30的处理的特征量输出模型生成程序及焦点位置推定程序。如图10所示,特征量输出模型生成程序200存储于插入至计算机而存取或计算机具备的、计算机可读取的存储介质210中形成的程序存储区域211内。存储介质210也可为非瞬时存储介质。

[0136] 特征量输出模型生成程序200构成为具备学习用图像取得模块201、特征量输出模型生成模块202、及焦点位置推定模型生成模块203。通过执行学习用图像取得模块201、特征量输出模型生成模块202、及焦点位置推定模型生成模块203而实现的功能与上述特征量输出模型生成系统20的学习用图像取得部21、特征量输出模型生成部22、及焦点位置推定模型生成部23的功能分别相同。

[0137] 如图11所示,焦点位置推定程序300存储于插入至计算机而存取或计算机具备的、计算机可读取的存储介质310中形成的程序存储区域311内。存储介质310也可为非瞬时存储介质。另外,存储介质310也可与存储介质210相同。

[0138] 焦点位置推定程序300构成为具备推定对象图像取得模块301、焦点位置推定模块

302、及控制模块303。通过执行焦点位置推定模块302与控制模块303而实现的功能与上述焦点位置推定系统30的推定对象图像取得部31、焦点位置推定部32、及控制部33的功能分别相同。

[0139] 另外,特征量输出模型生成程序200及焦点位置推定程序300也可构成为其一部分或全部经由通信线路等传输介质传输,由其他机器接收并记录(包含安装)。另外,特征量输出模型生成程序200及焦点位置推定程序300的各模块也可安装于多个计算机的任意计算机,而非1个计算机。在该情况下,通过该多个计算机的计算机系统进行上述一连串处理。

[0140] 符号的说明

[0141] 10…计算机、20…特征量输出模型生成系统、21…学习用图像取得部、22…特征量输出模型生成部、23…焦点位置推定模型生成部、30…焦点位置推定系统、31…推定对象图像取得部、32…焦点位置推定部、33…控制部、40…检查装置、41…相机、42…载置部、43…光源、44…光学系统、45…物镜、46…载台、50…观察装置、200…特征量输出模型生成程序、201…学习用图像取得模块、202…特征量输出模型生成模块、203…焦点位置推定模型生成模块、210…存储介质、211…程序存储区域、300…焦点位置推定程序、301…推定对象图像取得模块、302…焦点位置推定模块、303…控制模块、310…存储介质、311…程序存储区域。

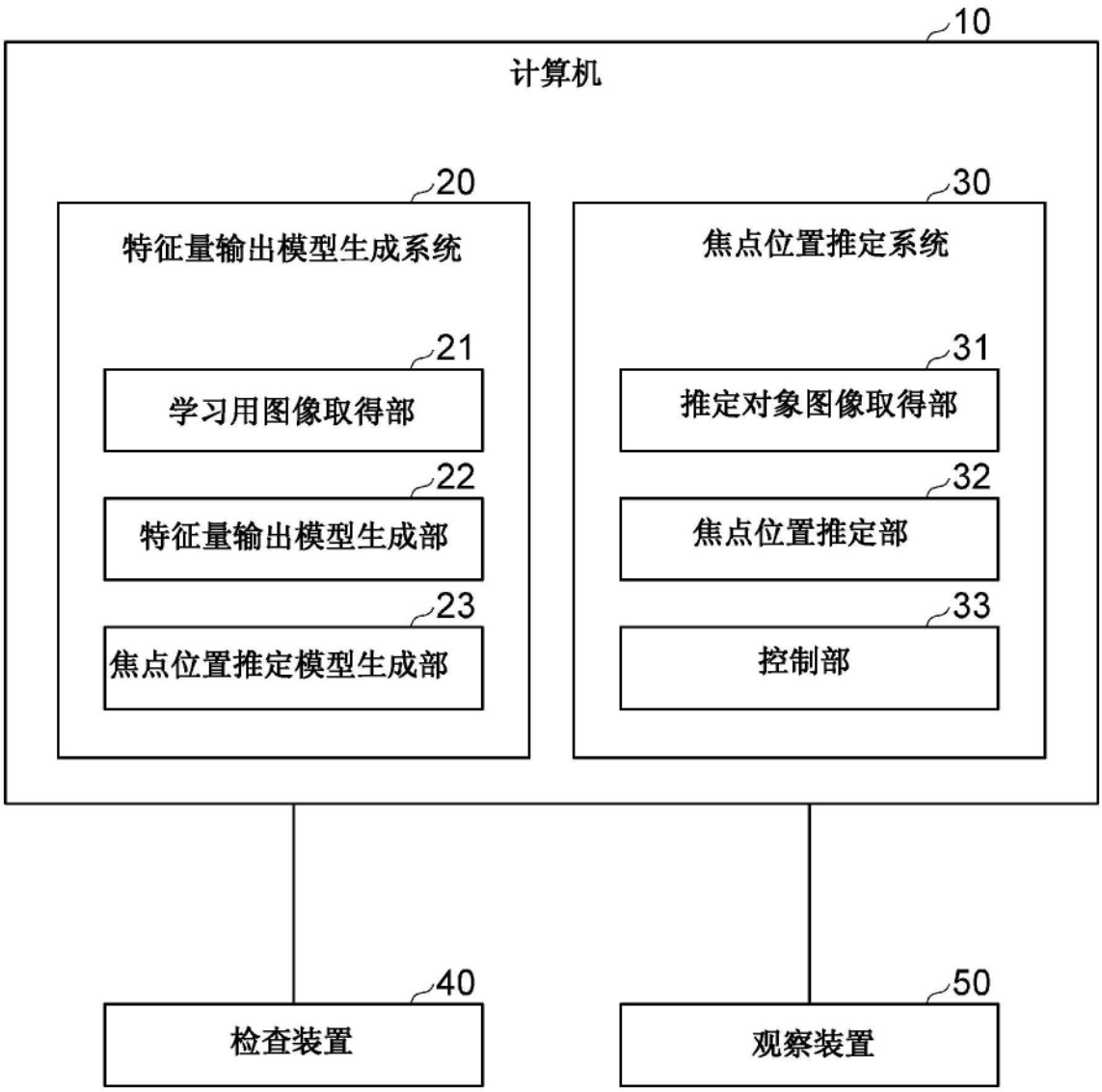

10
计算机
20
特征量输出模型生成系统
21
学习用图像取得部
22
特征量输出模型生成部
23
焦点位置推定模型生成部
30
焦点位置推定系统
31
推定对象图像取得部
32
焦点位置推定部
33
控制部
40
检查装置
50
观察装置

图1

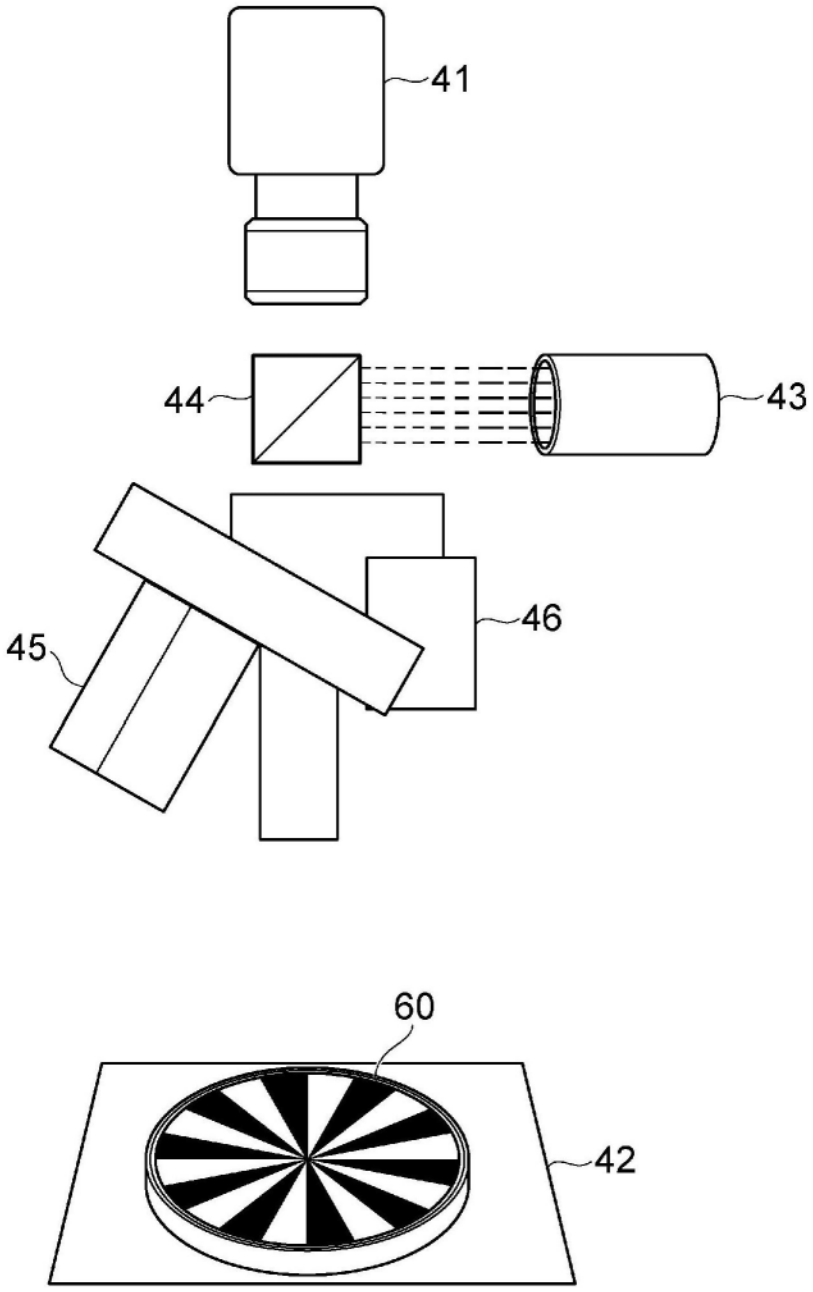


图2

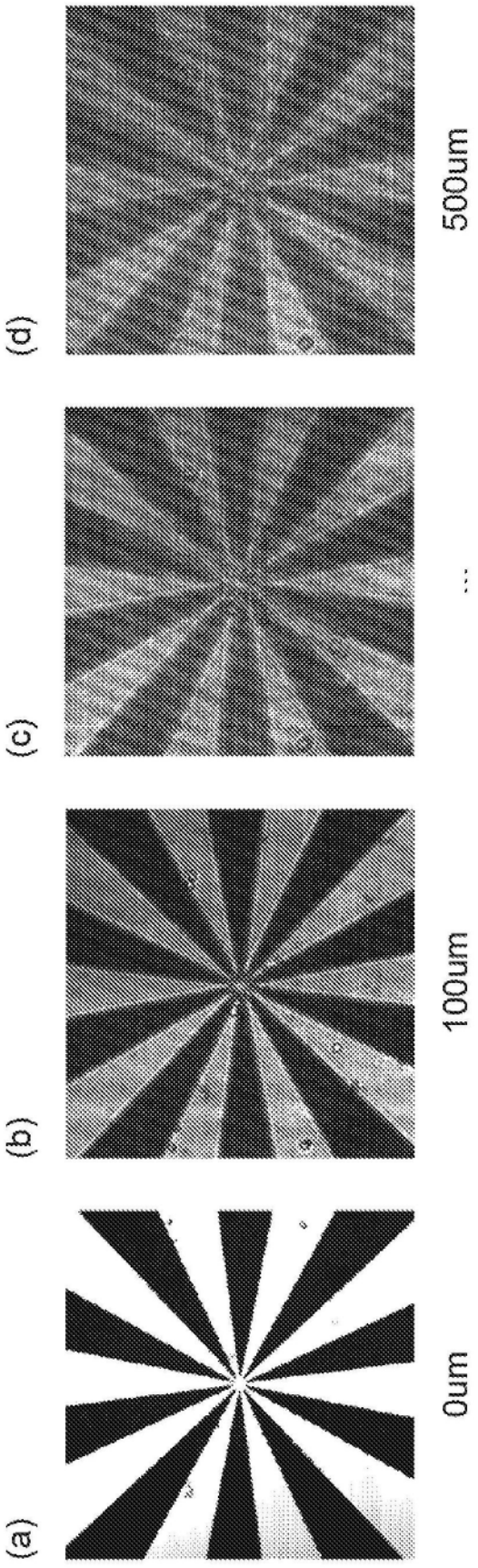


图3

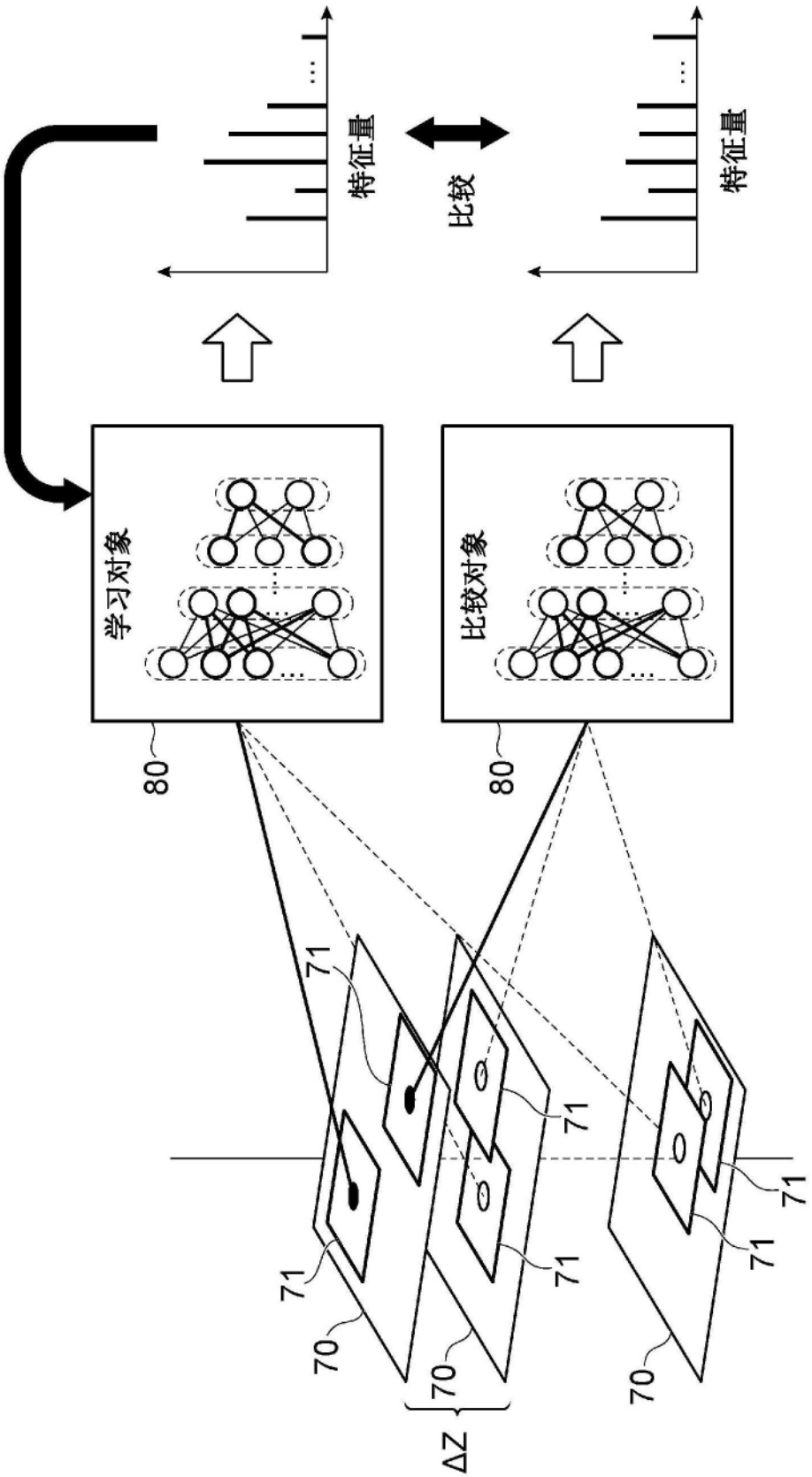


图4

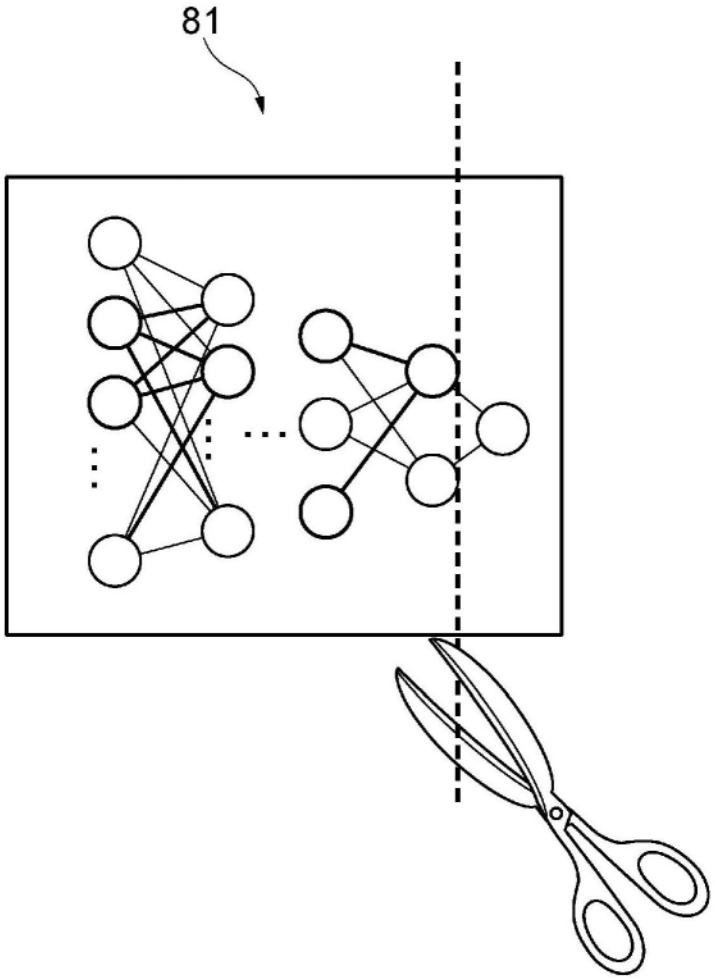


图5

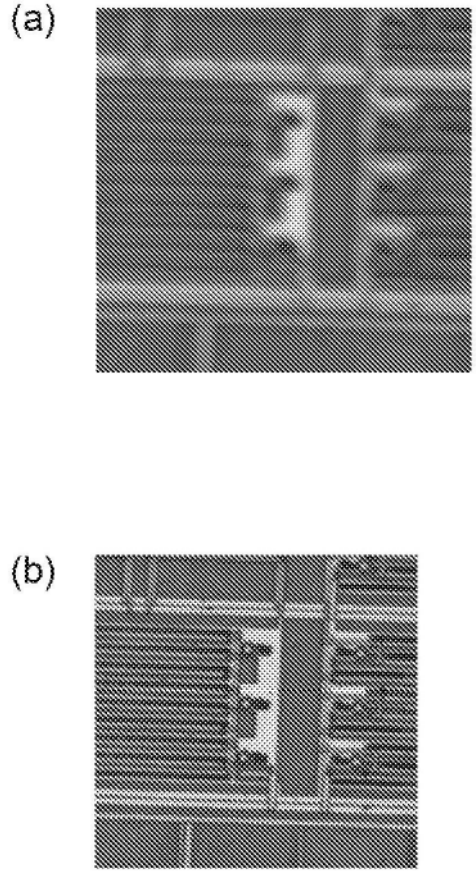


图6

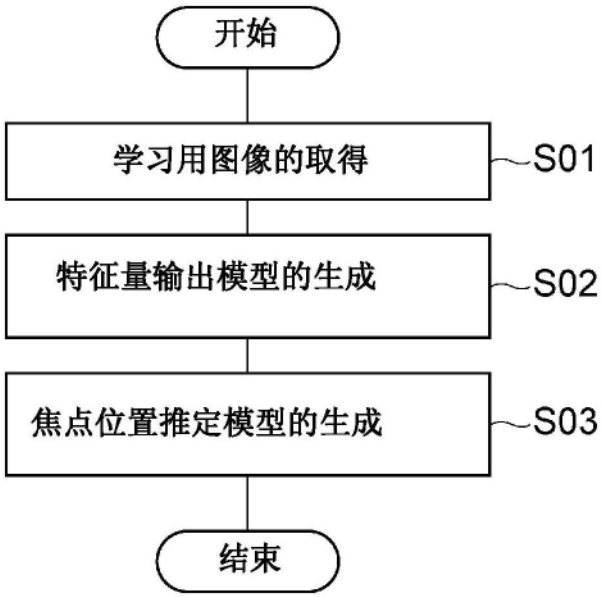


图7

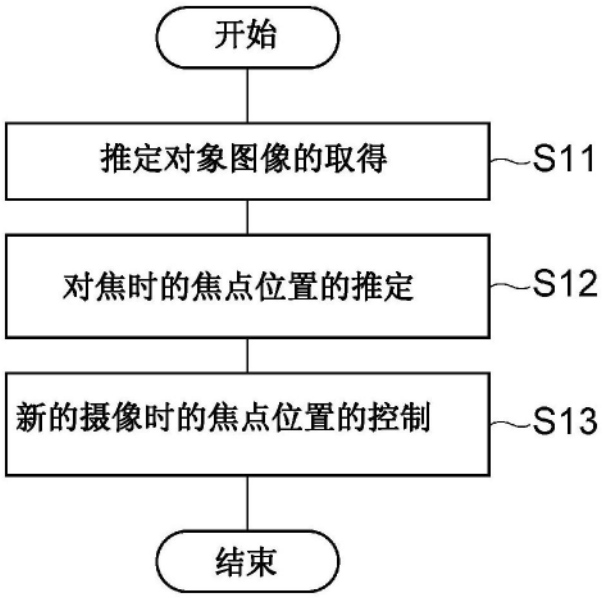


图8

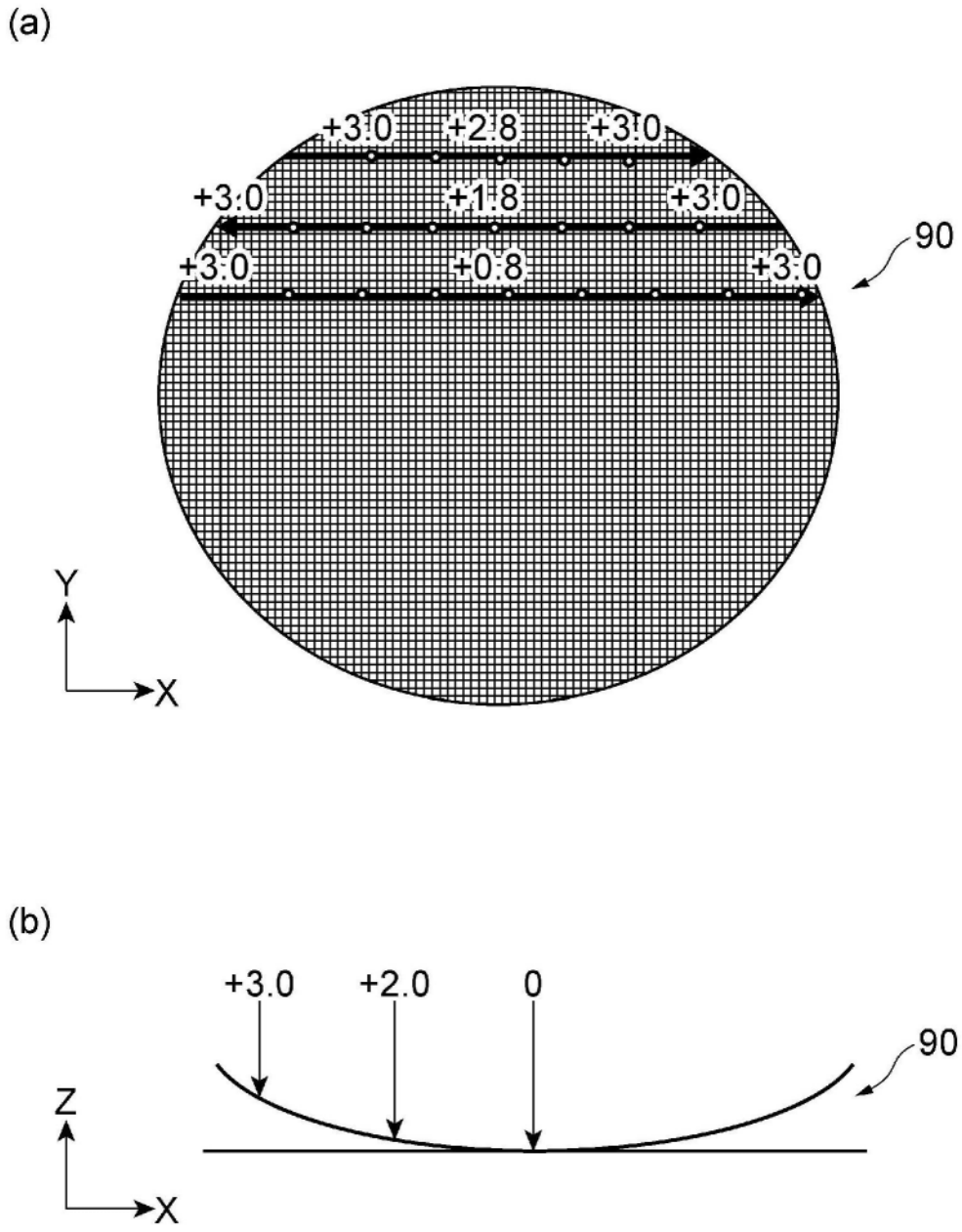


图9

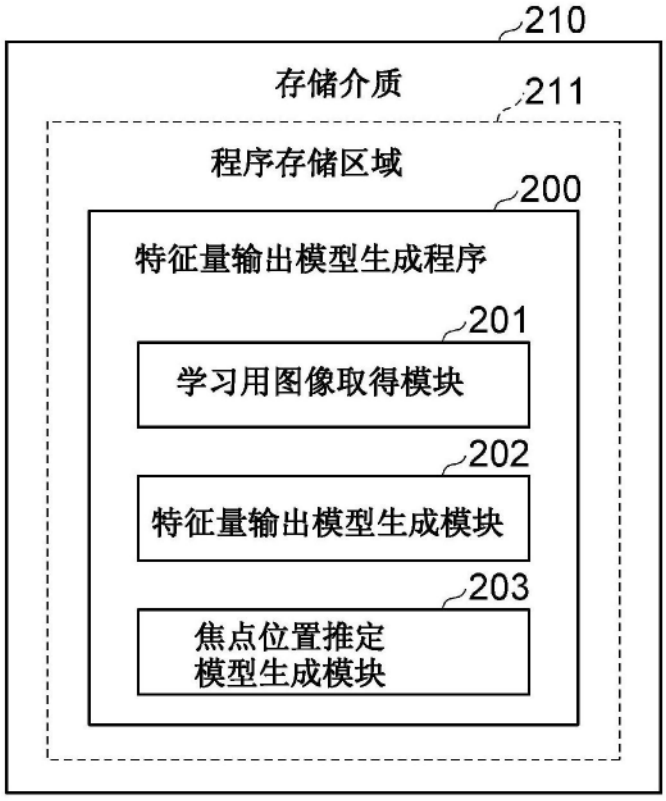

210
存储介质
211
程序存储区域
200
特征量输出模型生成程序
201
学习用图像取得模块
202
特征量输出模型生成模块
203
焦点位置推定
模型生成模块

图10

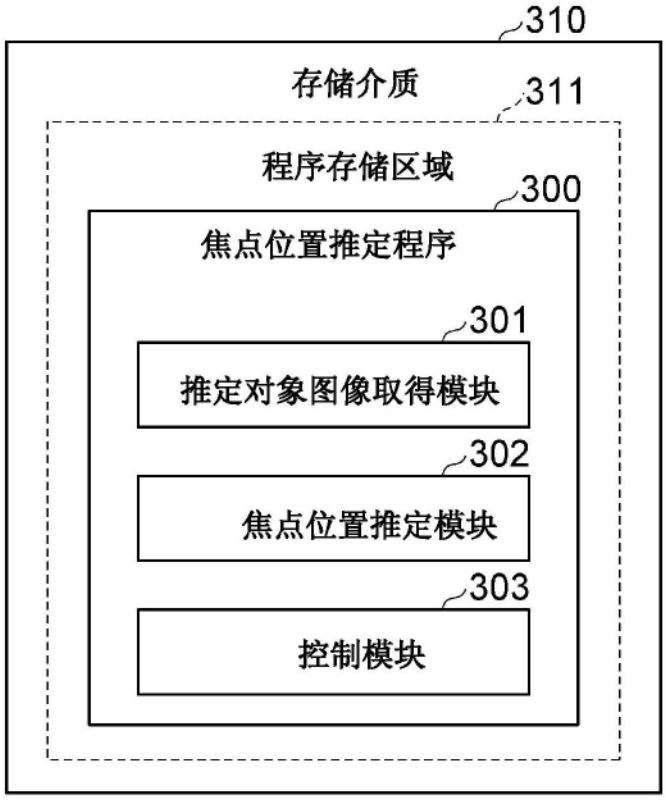

310
存储介质
311
程序存储区域
300
焦点位置推定程序
301
推定对象图像取得模块
302
焦点位置推定模块
303
控制模块

图11