



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113892020 B

(45) 授权公告日 2025.05.13

(21) 申请号 202080038727.2

(22) 申请日 2020.04.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113892020 A

(43) 申请公布日 2022.01.04

(30) 优先权数据
2019-098384 2019.05.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/017799 2020.04.24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/241142 JA 2020.12.03

(73) 专利权人 株式会社力森诺科

地址 日本东京都

(72) 发明人 奥野好成 武田领子 涩谷纯一
中尾悠基 小川兼司

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 宋魏魏

(51) Int.Cl.
G01N 15/00 (2024.01)
G06T 7/00 (2017.01)

(56) 对比文件
JP 2018116391 A, 2018.07.26
JP H09185718 A, 1997.07.15

审查员 王丽

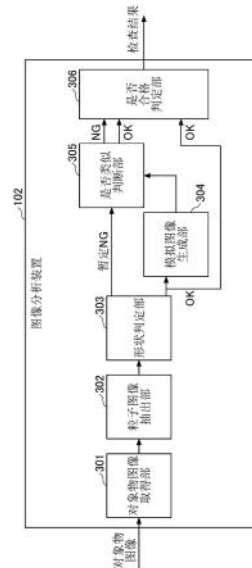
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54) 发明名称

图像分析装置、方法、以及存储介质

(57) 摘要

本发明提供一种图像分析装置,其使判定对象物的图像中含有的各粒子时的判定精度提高。本发明的一个实施方式的图像分析装置具有形状判定部,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;模拟图像生成部,其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像进行重叠,从而生成模拟图像;以及是否类似判断部,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。



1. 一种图像分析装置,具有:

形状判定部,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;

模拟图像生成部,其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠,从而生成模拟图像;以及

是否类似判断部,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。

2. 根据权利要求1所述的图像分析装置,其中,

上述模拟图像是包括至少一个上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠的粒子群的粒子图像。

3. 一种图像分析装置,具有:

形状判定部,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;

模拟图像生成部,其使用生成模型生成模拟图像,所述模拟图像是满足规定的基准的粒子重叠、凝集的实际存在的粒子群的图像的模拟图像;以及

是否类似判断部,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。

4. 根据权利要求3所述的图像分析装置,其中,

用于生成上述模拟图像的粒子图像包括至少一个上述OK粒子图像。

5. 根据权利要求3所述的图像分析装置,其中,

上述生成模型是生成对抗网络(Generative Adversarial Networks(GAN))。

6. 根据权利要求5所述的图像分析装置,其中,

将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像作为输入数据,将上述暂定NG粒子图像作为真品数据,作为上述模拟图像生成模拟图像。

7. 根据权利要求5所述的图像分析装置,其中,

将上述OK粒子图像作为输入数据,将不清晰图像作为真品数据,生成上述模拟图像。

8. 根据权利要求3所述的图像分析装置,其中,

上述生成模型是变分自编码器(Variational AutoEncoder(VAE))。

9. 根据权利要求8所述的图像分析装置,其中,

将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像作为输入数据,将上述暂定NG粒子图像作为与上述输入数据相似的数据,生成上述模拟图像。

10. 根据权利要求8所述的图像分析装置,其中,

将上述OK粒子图像作为输入数据,将不清晰图像作为与上述输入数据相似的数据,生成上述模拟图像。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的图像分析装置,其中,

上述是否类似判断部判断上述暂定NG粒子的外形与上述模拟图像中含有的粒子的外形是否类似,从而判断上述暂定NG粒子图像与上述模拟图像是否类似。

12. 根据权利要求1至10中任一项所述的图像分析装置, 其中,

上述是否类似判断部判断上述暂定NG粒子图像的各像素的浓度值与上述模拟图像的各像素的浓度值是否类似, 从而判断上述暂定NG粒子图像与上述模拟图像是否类似。

13. 一种方法, 其由计算机执行, 该方法包括以下步骤:

获得步骤, 其对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定, 获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及不满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;

生成步骤, 其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠, 从而生成模拟图像; 以及

判断步骤, 其对于上述暂定NG粒子图像, 判断是否与上述模拟图像类似, 在判断与上述模拟图像类似时, 判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。

14. 一种存储介质, 存储有程序, 该程序用于使计算机作为以下各部起作用:

形状判定部, 其对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定, 获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;

模拟图像生成部, 其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠, 从而生成模拟图像; 以及

是否类似判断部, 其对于上述暂定NG粒子图像, 判断是否与上述模拟图像类似, 在判断与上述模拟图像类似时, 判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。

图像分析装置、方法、以及存储介质

技术领域

[0001] 本申请要求在日本专利局于2019年5月27日申请的基础申请2019-098384号的优先权,并且在此通过参照引用其全部内容。

[0002] 本发明涉及图像分析装置、方法、以及程序。

背景技术

[0003] 以往,氧化铝粉末等的用于研磨材料的粉末以及金属粉末的品质检查中,通过光学显微镜等对获得的氧化铝粒子等的图像进行分析,从而判定氧化铝粒子等的粒子是否满足规定的基准。具体而言,自对氧化铝粒子等进行摄影的图像抽出各粒子的图像,判定各个粒子的形状是否满足规定的基准。

[0004] (现有技术文献)

[0005] (专利文献)

[0006] 专利文献1:日本特开2018-116391号公报

发明内容

[0007] (本发明要解决的问题)

[0008] 但是,即使实际上是满足规定的基准的粒子,若粒子彼此在图像中重叠、凝集,则难以辨别粒子与粒子的边界,也就会判定该粒子群不满足规定的基准。

[0009] 因此,本发明的目的在于,使判定对象物的图像中含有的各粒子时的判定精度提高。

[0010] (用于解决问题的手段)

[0011] 本发明包括以下所示构成。

[0012] [1]一种图像分析装置,具有:

[0013] 形状判定部,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;

[0014] 模拟图像生成部,其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠,从而生成模拟图像;以及

[0015] 是否类似判断部,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。

[0016] [2]在[1]中记载的图像分析装置中,上述模拟图像是包括至少一个上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠的粒子群的粒子图像。

[0017] [3]一种图像分析装置,具有:

[0018] 形状判定部,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;

- [0019] 模拟图像生成部,其使用生成模型生成模拟图像;以及
- [0020] 是否类似判断部,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。
- [0021] [4]在[3]中记载的图像分析装置中,用于上述模拟图像的生成的粒子图像包括至少一个上述OK粒子图像。
- [0022] [5]在[3]中记载的图像分析装置中,上述生成模型是生成对抗网络(Generative Adversarial Networks(GAN))。
- [0023] [6]在[5]中记载的图像分析装置中,将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像作为输入数据,将上述暂定NG粒子图像作为真品数据,作为上述模拟图像生成模拟图像(伪造品)。
- [0024] [7]在[5]或[6]中记载的图像分析装置中,将上述OK粒子图像作为输入数据,将不清晰图像作为真品数据,生成上述模拟图像。
- [0025] [8]在[3]中记载的图像分析装置中,上述生成模型是变分自编码器(Variational AutoEncoder(VAE))。
- [0026] [9]在[8]中记载的图像分析装置中,将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像作为输入数据,将上述暂定NG粒子图像作为与上述输入数据相似的数据,生成上述模拟图像。
- [0027] [10]在[8]中记载的图像分析装置中,将上述OK粒子图像作为输入数据,将不清晰图像作为与上述输入数据相似的数据,生成上述模拟图像。
- [0028] [11]在[1]至[10]中任一项所述的图像分析装置中,上述是否类似判断部判断上述暂定NG粒子的外形与上述模拟图像中含有的粒子的外形是否类似,从而判断上述暂定NG粒子图像与上述模拟图像是否类似。
- [0029] [12]在[1]至[11]中任一项所述的图像分析装置中,上述是否类似判断部判断上述暂定NG粒子图像的各像素的浓度值与上述模拟图像的各像素的浓度值是否类似,从而判断上述暂定NG粒子图像与上述模拟图像是否类似。
- [0030] [13]一种方法,其由计算机执行,该方法包括以下步骤:
- [0031] 获得步骤,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及不满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;
- [0032] 生成步骤,其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠,从而生成模拟图像;以及
- [0033] 判断步骤,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。
- [0034] [14]一种程序,其用于使计算机作为以下各部起作用:
- [0035] 形状判定部,其对自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状进行判定,获得满足关于规定的形状的基准的OK粒子的OK粒子图像、以及未满足上述基准的暂定NG粒子的暂定NG粒子图像;
- [0036] 模拟图像生成部,其通过将包括上述OK粒子图像的多个粒子图像重叠,从而生成模拟图像;以及
- [0037] 是否类似判断部,其对于上述暂定NG粒子图像,判断是否与上述模拟图像类似,在

判断与上述模拟图像类似时,判断上述暂定NG粒子包括上述OK粒子。

[0038] (发明的效果)

[0039] 在本发明中,能够使判定对象物的图像中含有的各粒子时的判定精度提高。

附图说明

[0040] 图1是示出包括本发明的一个实施方式的图像分析装置的整体品质检查系统的构成的图。

[0041] 图2是示出本发明的一个实施方式的图像分析装置的硬件构成的图。

[0042] 图3是示出本发明的一个实施方式的图像分析装置的功能块的图。

[0043] 图4是用于说明本发明的一个实施方式的图像分析处理的概要的图。

[0044] 图5是用于说明本发明的一个实施方式的粒子图像抽出以及形状判定的图。

[0045] 图6是用于说明本发明的一个实施方式的模拟图像生成的图。

[0046] 图7是示出本发明的一个实施方式的图像分析处理的流程的流程图。

[0047] 图8是用于说明本发明的一个实施方式的机器学习的图。

[0048] 图9是用于说明本发明的一个实施方式的机器学习的图。

[0049] 图10是用于说明本发明的一个实施方式的机器学习的图。

[0050] 图11是用于说明本发明的一个实施方式的机器学习的图。

具体实施方式

[0051] 以下,参照附图对各实施方式进行说明。需要说明的是,在本说明书以及附图中,对于实质上具有相同的功能构成的构成要素,通过付与相同的附图标记而省略重复的说明。

[0052] 需要说明的是,虽然在本说明书中,对判定氧化铝粉末等是否满足规定的基准的情况进行说明,但是本发明可以应用于判定包括任意的物质的粒子的粉末等的产品是否满足规定的基准的情况。另外,虽然在本说明书中,对通过光学显微镜获得的图像的情况进行说明,但是本发明可以将通过以扫描型电子显微镜(SEM)为首的任意的机器获得的粒子图像作为对象。

[0053] 以下,分为基于规定的生成规则生成模拟图像(详细后述)的实施方式(下述<实施方式1>)、以及通过机器学习生成模拟图像的实施方式(下述<实施方式2>)进行说明。

[0054] <实施方式1>

[0055] <系统构成>

[0056] 图1是示出包括本发明的一个实施方式的图像分析装置102的整体的系统构成的图。图像分析装置102可以在用于品质检查的系统(品质检查系统100)中使用。品质检查系统100可以包括光学显微镜101、图像分析装置102、以及用户终端103。图像分析装置102自与图像分析装置102连接的光学显微镜101取得光学显微镜进行摄影的图像。另外,图像分析装置102通过任意的网络104与用户终端103进行发送、接收数据。数据的发送接收可以通过后述半导体存储器等的存储介质进行。以下,分别进行说明。

[0057] 光学显微镜101用于对对象物(例如,氧化铝粉末等中含有的氧化铝粒子)进行摄影。光学显微镜101可以包括数码相机等的摄影装置以及用于保存对对象物进行摄影的图

像的存储装置。另外,光学显微镜101将摄影获得的对象物的图像发送至与光学显微镜101连接的图像分析装置102。光学显微镜101具有的显微镜可以为反射型显微镜、透射型显微镜。另外,光学显微镜101可以包括超高压水银灯、氙气灯、包括三原色的各色LED、紫外线LED、激光等的光源,另外,作为图像的观察方法,可以使用明视场观察法、暗视场观察法、相位差观察法、微分干涉观察法、偏振光观察法、荧光观察法等观察方法。

[0058] 图像分析装置102是例如用于判定氧化铝粉末等是否满足规定的基准的装置。图像分析装置102例如由一个或多个计算机构成。具体而言,图像分析装置102对自光学显微镜101发送来的对象物(例如,氧化铝粉末等的多个粒子)的图像进行分析,从而判定氧化铝粉末等是否满足规定的基准。另外,图像分析装置102将品质检查的结果的数据发送至用户终端103。在后段中,参照图2、图3,对图像分析装置102进行详细说明。

[0059] 用户终端103是实施品质检查的人利用的终端。具体而言,用户终端103向图像分析装置102发送例如氧化铝粉末等应满足的规定的基准的数据。另外,用户终端103自图像分析装置102接收品质检查的结果的数据并将其在用户终端103之上或与用户终端103连接的显示装置(未图示)之上进行显示。用户终端103例如为个人计算机等的计算机。

[0060] 需要说明的是,虽然在本说明书中,将图像分析装置102和用户终端103作为分开的计算机进行说明,但是可以在一个计算机中安装图像分析装置102和用户终端103。另外,图像分析装置102可以具有用户终端103的一部分的功能。

[0061] <图像分析装置102的硬件构成>

[0062] 图2是示出本发明的一个实施方式的图像分析装置102的硬件构成的例子的图。图像分析装置102具有CPU(Central Processing Unit)1、ROM(Read Only Memory)2、以及RAM(Random Access Memory)3。CPU1、ROM2、RAM3形成所谓计算机。

[0063] 另外,图像分析装置102还可以具有GPU(Graphics Processing Unit)4、辅助存储装置5、I/F(Interface)装置6、以及驱动装置7。需要说明的是,图像分析装置102的各硬件通过总线8彼此连接。

[0064] CPU1是用于执行在辅助存储装置5中安装的各种程序的运算装置。

[0065] ROM2是非易失性存储器。ROM2作为储存CPU1用于执行在辅助存储装置5中安装的各种程序所必须的各种程序、数据等的主存储装置起作用。具体而言,ROM2作为用于储存BIOS(Basic Input/Output System)、EFI(Extensible Firmware Interface)等的启动程序等的主存储装置起作用。

[0066] RAM3是DRAM(Dynamic Random Access Memory)、SRAM(Static Random Access Memory)等的易失性存储器。RAM3作为提供在辅助存储装置5中安装的各种程序被CPU1执行时进行展开的工作区域的主存储装置起作用。

[0067] GPU4是专门用于图像处理的运算装置。

[0068] 辅助存储装置5是用于储存各种程序、各种程序被执行时所使用的信息的辅助存储装置。

[0069] I/F装置6是用于与光学显微镜101、用户终端103进行通信的通信装置。

[0070] 驱动装置7是用于安置存储介质9的装置。这里所说的存储介质9包括CD-ROM、软盘、磁光盘等那样的用光、电或磁记录信息的介质。另外,存储介质9可以包括ROM、闪存等那样的用电记录信息的半导体存储器等。

[0071] 需要说明的是,在辅助存储装置5中安装的各种程序例如通过发放的存储介质9被安置于驱动装置7中,并且在该存储介质9中记录的各种程序被驱动装置7读取而进行安装。或者,在辅助存储装置5中安装的各种程序可以通过I/F装置6自与网络104不同的其他的网络下载而进行安装。

[0072] <图像分析装置102的功能块>

[0073] 图3是示出本发明的一个实施方式的图像分析装置102的功能块的图。图像分析装置102可以包括对象物图像取得部301、粒子图像抽出部302、形状判定部303、模拟图像生成部304、是否类似判断部305、以及是否合格判定部306。另外,图像分析装置102通过执行程序,可以作为对象物图像取得部301、粒子图像抽出部302、形状判定部303、模拟图像生成部304、是否类似判断部305、以及是否合格判定部306起作用。以下,分别进行说明。

[0074] 对象物图像取得部301自光学显微镜101取得光学显微镜101摄影的对象物的图像。另外,对象物图像取得部301将取得的对象物的图像以粒子图像抽出部302能够参照的方式存储于存储装置中。

[0075] 粒子图像抽出部302、形状判定部303、模拟图像生成部304、以及是否类似判断部305进行用于判定例如氧化铝粉末等是否满足规定的基准的处理3。首先,参照图4,对本发明的一个实施方式的图像分析处理的概要进行说明。

[0076] 图4是用于说明本发明的一个实施方式的图像分析处理的概要的图。在图4上部示出的图像是对象物图像取得部301自光学显微镜101取得的对象物的图像。对象物的图像包括多个粒子的图像。

[0077] 在步骤401(S401)中,粒子图像抽出部302自对象物的图像抽出1个或多个重叠的粒子的图像。并且,形状判定部303判定抽出的粒子图像中含有的粒子的形状是否满足规定的基准。以下,将满足规定的基准的粒子(以下,也称为OK粒子)的粒子图像称为OK图像(以下,也记作OK粒子图像),将不满足规定的基准的粒子(以下,也称为暂定NG粒子)的粒子图像称为暂定的NG图像(以下,也称为暂定NG图像)(以下,也记作暂定NG粒子图像)。即,判定自对象物的图像抽出的粒子图像的各粒子的形状,获得OK图像和暂定NG图像。

[0078] 这里,在对象物的图像中,有时存在作为粒子轮廓不清晰的图像(也称为边缘缺失图像)。对于该轮廓不清晰图像,例如,在通过去除轮廓清晰的图像的轮廓的一部分等的处理而能够再现相同的图像时,可以与轮廓清晰的图像同样处理。即,即使为作为粒子的轮廓不清晰的图像,对于能够自轮廓清晰图像再现相同的图像的图像,可以进行是否满足上述规定的基准的判定,并且作为OK图像或者暂定NG图像进行处理。

[0079] 在步骤402(S402)中,模拟图像生成部304通过将包括在S401中获得的OK图像的多个粒子图像进行重叠,从而生成重叠的图像(以下,称为“模拟图像”)。

[0080] 模拟图像生成部304可以将包括至少一个在S401获得的OK图像的多个粒子图像进行重叠来生成模拟图像。另外,作为用于模拟图像的生成的粒子图像,可以包括多个OK图像,也可以包括暂定NG图像。作为用于模拟图像的生成的暂定NG图像,可以使用自该对象物图像抽出的暂定NG图像,也可以使用自关于相同粉末的其他对象物图像(例如,与正在进行品质检查的氧化铝粉末不同的氧化铝粉末的图像、或者正在进行品质检查的氧化铝粉末的其他的图像)抽出的暂定NG图像。而且,可以使用对关于相同粉末的其他的对象物图像进行前述类比判断的结果而被正式判定为NG图像的暂定NG图像。

[0081] 在步骤403 (S403) 中,是否类似判断部305判断在S401中抽出的暂定NG图像与在S402中生成的模拟图像是否类似进行判断。并且,是否类似判断部305在两者类似的情况下视为暂定NG粒子包括OK粒子(也就是说,判断满足规定的基准的粒子重叠、凝集而包含其中),在两者不类似的情况下将暂定NG图像正式视为NG图像。即,判断被判断为与模拟图像类似的暂定NG图像的暂定NG粒子包括与用于生成类似的模拟图像的OK图像的数量相同数量的OK粒子。

[0082] 返回图3。如上所述,粒子图像抽出部302自对象物图像取得部301取得的对象物的图像抽出粒子的图像。另外,粒子图像抽出部302将抽出的粒子的图像以形状判定部303能够参照的方式存储于存储装置中。

[0083] 形状判定部303判定粒子图像抽出部302抽出的粒子的图像中含有的粒子的形状是否满足规定的基准。例如,形状判定部303可以在粒子的圆度为阈值以上的情况下,将包括该粒子的图像判定为OK图像。这里圆度是指,在JIS B0621-1984“几何偏差的定义以及表示”中定义的“圆形形体的几何学上从正确的圆偏离的大小”。另外,例如,形状判定部303在粒子的圆度比阈值低的情况下,将包括该粒子的图像判定为暂定NG图像。需要说明的是,粒子的形状应满足的基准不限于圆度,可以包括粒子的形状为椭圆等的情况,并且可以使用由粒子的面积、粒子的长径、短径、当量圆直径、定方向接线径等的长度、或者粒子的周长等的特征量构成的基准。

[0084] 图5是用于说明本发明的一个实施方式的粒子图像抽出以及形状判定的图。

[0085] • 在步骤501 (S501) 中,对象物图像取得部301自光学显微镜101取得图5所示那样的对象物的图像(作为图像分析的基础的图像)。

[0086] • 在步骤502 (S502) 中,粒子图像抽出部302抽出粒子的图像。例如,粒子图像抽出部302将S501的原图像二值化,生成图5所示那样的掩模图像(在图5中,用白色示出粒子的区域,用黑色示出粒子之外的区域)。并且,粒子图像抽出部302基于掩模图像,自S501的原图像抽出在周围不存在其他粒子的粒子的图像(也称为裁切、剪切)。

[0087] • 在步骤503 (S503) 中,形状判定部303判定在S502中抽出的粒子的图像中含有的粒子是否满足规定的基准。

[0088] 返回图3。模拟图像生成部304将多个粒子图像重叠而生成重叠的图像(即,模拟图像)。

[0089] 这里,对模拟图像进行说明。模拟图像是将两个以上的包括粒子的图像的图像重叠而生成的。也就是说,模拟图像可以使用两个粒子的图像生成,或者,也可以使用三个以上的粒子的图像生成。另外,模拟图像可以使用至少一个OK图像来生成。也就是说,模拟图像可以仅使用OK图像来生成,或者,可以使用OK图像和OK图像之外的图像(例如,暂定NG图像)来生成。

[0090] 作为用于模拟图像的生成的暂定NG图像,可以使用自该对象物图像抽出的暂定NG图像,也可以使用自对于相同粉末的其他的对象物图像抽出的暂定NG图像。而且,可以使用作为对于相同粉末的其他的对象物图像进行后述类比判断的结果而正式被视为NG图像的暂定NG图像。

[0091] 以下,参照图6,对本发明的一个实施方式的模拟图像生成进行说明。

[0092] 图6是用于说明本发明的一个实施方式的模拟图像生成的图。

[0093] 首先,模拟图像生成部304随机选出用于生成模拟图像的粒子的图像。具体而言,模拟图像生成部304可以自OK图像和OK图像之外的图像(例如,暂定NG图像)之中,选出包括至少一个OK图像的两个以上的粒子的图像。

[0094] • 在步骤601(S601)中,模拟图像生成部304进行选出的两个以上的粒子的图像的位置校正。具体而言,模拟图像生成部304以粒子图像中的粒子彼此接触的方式决定粒子的图像的位置关系。模拟图像生成部304通过调整粒子的图像中的粒子彼此接触的部位,能够生成各种模拟图像。

[0095] • 在步骤602(S602)中,模拟图像生成部304进行使在S601中进行了位置校正的粒子的图像彼此重合的处理。模拟图像生成部304通过调整重合程度,能够生成各种模拟图像。

[0096] • 在步骤603(S603)中,模拟图像生成部304使在S602中重合的粒子的图像群旋转。模拟图像生成部304通过调整重合的粒子的图像群的旋转程度,能够生成各种模拟图像。

[0097] 上述参数的调整之外,模拟图像生成部304能够通过调整各种参数而生成各种模拟图像。参数例如可以为粒子的个数、或者粒子的图像中的粒子彼此接触的部位、重合程度、重合的粒子的图像群的旋转程度、或者图像中的粒子的圆度、颜色、透过度、模糊程度等的任意的组合。另外,模拟图像生成部304可以通过使用使粒子自框内的一个方向落下堆积的方式(也被称为俄罗斯方块(注册商标)方式)来生成模拟图像。

[0098] 返回图3。是否类似判断部305判断形状判定部303判定的暂定NG图像与模拟图像生成部304生成的模拟图像是否类似。另外,是否类似判断部305在两者类似的情况下,判定暂定NG图像中含有的暂定NG粒子包括OK粒子(也就是说,判断包括OK粒子的多个粒子重叠、凝集),在两者不类似的情况下将暂定NG图像正式判定为NG粒子的图像。以下,对两者的是否类似判断例进行说明。

[0099] <基于外形的是否类似判断>

[0100] 是否类似判断部305将模拟图像中含有的重叠的粒子图像中含有的粒子的外形(轮廓)与暂定NG图像中含有的粒子的外形(轮廓)进行对比。例如,是否类似判断部305在模拟图像中含有的重叠的粒子图像中含有的粒子的外形与暂定NG图像中含有的粒子的外形的差值为阈值以下的情况下,判断两者类似。另外,例如,是否类似判断部305在模拟图像中含有的重叠的粒子图像中含有的粒子的外形与暂定NG图像中含有的粒子的外形的差值比阈值大的情况下,判断两者不类似。

[0101] <基于浓淡的是否类似判断>

[0102] 除了上述<基于外形的是否类似判断>之外,或者代替上述<基于外形的是否类似判断>,是否类似判断部305可以进行基于图像的各像素的浓淡(浓度)的是否类似判断。具体而言,是否类似判断部305将模拟图像的各像素的浓度值与暂定NG图像的各像素的浓度值进行对比。例如,是否类似判断部305在模拟图像的各像素的浓度值与暂定NG图像的各像素的浓度值的差值为阈值以下的情况下,判断两者类似。另外,例如,是否类似判断部305在模拟图像的各像素的浓度值与暂定NG图像的各像素的浓度值的差值比阈值大的情况下,判断两者不类似。在进行基于像素的类比判断的情况下,优选模拟图像和进行对比的暂定NG图像的任一粒子图像分别具有 32×32 以上的像素,更优选具有 64×64 以上的像素。

[0103] 是否合格判定部306判定对象物即包括粒子的粉末等是否合格(也就是,品质检查的结果)。具体而言,是否合格判定部306对由形状判定部303判定为OK图像的OK粒子的个数以及由是否类似判断部305判断与模拟图像类似的暂定NG图像中含有的OK粒子的个数进行计测,使用获得的计测值进行判定。

[0104] 在合格的判定时,可以以自对象物的图像抽出的粒子的图像的数量优选为100个以上、更优选为500个以上、进一步优选为1,000个以上的方式,在重复积累上述自对象物的图像的摄影至类比的判定的一系列的工序后,进行是否合格的判定。

[0105] 以下,对两个通知例进行说明。

[0106] <数值的通知>

[0107] 是否合格判定部306向用户终端103通知相对于由形状判定部303判定为OK图像的OK粒子的个数的总数(个数值1)、由是否类似判断部305判断为与模拟图像类似的暂定NG图像中含有的OK粒子的个数的总数(个数值2)、以及由是否类似判断部305正式判定为NG图像的NG粒子的个数的总数(个数值3)的合计值的、上述个数值1与上述个数值2的合计值的百分比。另外,若自上述形状判定的规定的基准的例子选择任一值作为粒子的半径,则能够求得粒子的体积,作为由形状判定部303判定为OK图像的OK粒子、以及由是否类似判断部305判断与模拟图像类似的暂定NG图像中含有的OK粒子的体积的累积分布,也可以通知50%累积体积粒径(D_{50})。

[0108] <是否合格的通知>

[0109] 是否合格判定部306在相对于由形状判定部303判定为OK图像的OK粒子的个数的总数(个数值1)、由是否类似判断部305判断为与模拟图像类似的暂定NG图像中含有的OK粒子的个数的总数(个数值2)、以及由是否类似判断部305正式判定为NG图像的NG粒子的个数的总数(个数值3)的合计值的、上述个数值1与上述个数值2的合计值的百分比为规定的数值以上的情况下,判定包括该对象物的粉末等合格。此时,是否合格判定部306向用户终端103通知包括对象物的粉末等合格。被认定为合格的规定的数值优选为95%,更优选为97%,进一步优选为99%。

[0110] 图7是示出本发明的一个实施方式的图像分析处理的流程的流程图。

[0111] 在步骤700(S700)中,粒子图像抽出部302抽出粒子的图像,并且制作抽出的粒子的图像。在粒子的图像的抽出中,可以进行上述裁切等的处理。

[0112] 在步骤701(S701)中,形状判定部303设定粒子的图像中含有的粒子应满足的基准(例如,阈值)。例如,形状判定部303可以设定由用户终端103指定的基准。

[0113] 在步骤702(S702)中,形状判定部303判定在S700中被抽出的粒子的图像是否满足在S701设定为基准。在判定为不满足规定的基准(也就是说,为暂定NG图像)的情况下进入步骤703,在判定为满足规定的基准(也就是说,为OK图像)的情况下,进入步骤707。在形状判定部303中,在作为粒子存在轮廓不清晰的图像的情况下,可以进一步进行对于上述轮廓不清晰图像的判定。

[0114] 在步骤707(S707)中,形状判定部303将OK图像的个数通知是否合格判定部306。

[0115] 在步骤703(S703)中,模拟图像生成部304生成模拟图像。

[0116] 需要说明的是,模拟图像生成部304可以每次实施品质检查时生成模拟图像,或者可以使用已经生成的模拟图像(也就是说,使用与将要实施品质检查的对象物相同的物质

的OK图像生成的模拟图像)。

[0117] 在步骤704 (S704) 中,是否类似判断部305判断在S702中被判定的暂定NG图像与S703的模拟图像是否类似。在不类似的情况下进入步骤705,在类似的情况进入步骤708。

[0118] 在步骤708 (S708) 中,是否类似判断部305将被判断为与模拟图像类似的暂定NG图像中含有的OK粒子的个数通知是否合格判定部306。

[0119] 在步骤705 (S705) 中,是否类似判断部305将暂定NG图像正式判定为NG图像。并且将正式被判定为NG图像的NG粒子的个数通知是否合格判定部306。

[0120] 在步骤706 (S706) 中,是否合格判定部306对于在S702中被判定为OK图像的OK粒子的个数、在S708中被判断为与模拟图像类似的暂定NG图像中含有的OK粒子的个数(也就是说,在S704中被判断为类似的模拟图像中含有的OK粒子的个数)、以及在S705中正式被判定为NG图像的NG粒子的个数分别进行计测。

[0121] 如此,在本发明中,暂时被判定为暂定的NG图像的暂定NG图像中的、被判定为与使用OK图像生成的模拟图像类似的暂定NG粒子被判定为包括一个或多个OK粒子。因此,能够将在以往的图像分析中被判定为不满足规定的基准的粒子的图像中的、只是满足规定的基准的粒子重叠、凝集的粒子群的图像作为OK粒子图像进行处理。

[0122] <实施方式2>

[0123] 以下,参照图8至图11,对于通过机器学习生成与实物接近的模拟图像的实施方式进行说明。需要说明的是,以与实施方式1不同的点为主进行说明。

[0124] 在<实施方式2>中,使用生成模型生成模拟图像。所谓生成模型(Generative model)是指,对学习数据进行学习,从而生成与该数据相似的新的数据的方法,是以用于学习的学习数据的分布与生成数据的分布一致的方式进行学习的模型。作为生成模型的例子,例如,可以举出生成对抗网络(Generative Adversarial Networks (GAN))和变分自编码器(Variational AutoEncoder (VAE))这两种。若使用生成模型生成模拟图像,则能够生成与实物相近的模拟图像。

[0125] 作为生成模型,参照附图对使用生成对抗网络(GAN)的情况进行说明。

[0126] 首先,图8以及图9是用于说明本发明的一个实施方式的GAN的图。

[0127] 在图8中,将输入图像的分类信息(C(class))与输入噪声(Z(noise)、例如随机数)一起输入生成网络(Generator),从而生成模拟图像(伪造品)(X fake),在识别网络(Discriminator)中,将模拟图像(伪造品)和真品数据(X real(data))进行对比,进行模拟图像(伪造品)的真伪(real或者fake)以及类别的辨别。在图9中,在生成网络(Generator)中,示出了通过对特征量进行上采样而生成模拟图像(伪造品)的逆卷积(deconvolution("deconv"))的过程。图中的100是特征量的例示,相当于图8的GAN的构成中的C(class)与Z(noise)的和。

[0128] 另外,可以自机器学习获得对象物图像的特征量,并且与GAN组合。如图10所示,使用由输入层为对象物的图像(也就是说,包括OK图像以及暂定NG图像的输入数据)且输出层为特征量的前阶段网络以及输入层为在前阶段网络输出的特征量且输出层为通过实施方式1生成的模拟图像的后阶段网络构成的网络进行机器学习,抽出特征量。接下来,如图11所示,使用GAN,将判断对象的暂定NG图像作为真品数据,生成模拟图像(伪造品)。具体而言,生成网络(Generator)通过调整特征量(在图10中抽出的特征量),生成各种模拟图像

(伪造品)。这里,生成网络(Generator)使用与上述输入特征量输出模拟图像的后阶段网络相同的网络。并且,识别网络(Discriminator)将生成的模拟图像(伪造品)和真品数据(真品)(也就是说,作为真品数据使用的暂定NG图像)进行对比,识别为真品或伪造品。生成网络以想要欺骗识别网络的方式进行学习,识别网络以想要更准确识别的方式进行学习,从而随着学习进行,在生成网络中,生成更接近真品数据的模拟图像(伪造品)。

[0129] 在作为生成模型使用GAN的情况下,将包括OK图像的被抽出的多个粒子图像作为输入数据,进行上述特征量的抽出。更具体而言,将包括OK图像且不包括类比判断对象的暂定NG图像的、多个被抽出的粒子图像作为输入数据,进行上述特征量的抽出,并且作为附加信息获得用于模拟图像(伪造品)的生成的OK图像的个数。并且,生成网络将类比判断对象的暂定NG图像作为真品数据,生成模拟图像(伪造品)。GAN进行学习的结果,生成被判断为与暂定NG图像类似的模拟图像(伪造品)。对于类比判断对象的暂定NG图像,通过参照生成的模拟图像(伪造品)的附加信息,能够获得暂定NG图像中含有的OK粒子的个数。

[0130] 在对象物的图像中,有时存在作为粒子而轮廓不清晰的图像(也称为边缘缺失图像)、在像素中包含噪声而不清晰的图像(也称为含噪声图像)。对于该不清晰图像,在作为生成模型使用GAN的情况下,更具体而言,将OK图像作为输入数据而进行特征量的抽出,将对象的不清晰图像作为真品数据,能够生成模拟图像。获得的不清晰的模拟图像可以作为OK图像进行处理。

[0131] 对使用变分自编码器((VAE))的情况进行说明。与GAN相同。VAE对表现数据的特征进行学习,生成与输入数据相似的输出数据。在VAE中,通过输入层侧的Encoder求得平均矢量和分散矢量,潜在变量以这些为基础而被随机抽出,生成使用通过输出层侧的Decoder被抽出的潜在变量再现原始数据的、与输入数据相似的输出数据。在VAE中,潜在变量以尽可能保持输入数据的特征量的方式进行调整。如此进行学习的结果,生成与类比判断对象的暂定NG图像相似的、粒子的图像。

[0132] 在作为生成模型使用VAE的情况下,输入包括OK图像的多个粒子图像,在输入层侧将重叠的图像作为输入数据,将暂定NG图像作为与输入数据相似的数据生成模拟图像。更具体而言,输入包括OK图像且不包括类比判断对象的暂定NG图像的、被抽出的粒子图像,在输入层侧将重叠的图像作为输入数据,求得平均矢量和分散矢量。潜在变量以这些为基础被随机抽出,使用被抽出的潜在变量生成多个与类比判断对象的暂定NG图像相似的模拟图像,并且将用于模拟图像的生成的OK图像的个数分别作为附加信息获得。对于被判断为与类比判断对象的暂定NG图像类似的模拟图像,通过参照生成的模拟图像的附加信息,能够获得暂定NG图像中含有的OK粒子的个数。

[0133] 在作为生成模型使用VAE的情况下,对于上述不清晰图像,将OK图像作为输入数据,将不清晰图像作为与输入数据相似的输出数据,能够生成模拟图像。被判断为与对象的不清晰图像类似的模拟图像可以作为OK图像进行处理。

[0134] 如此,在<实施方式2>中,作为模拟图像中表达的粒子群的图像,粒子的重叠方式、凝集的方式接近实物,在上述<实施方式1>中进行的那样的、合成特有的不自然消失。因此,能够生成如实际存在的粒子群(也就是说,满足规定的基准的粒子重叠、凝集的实际存在的粒子群)的图像那样的模拟图像。

[0135] 需要说明的是,本发明不限于在上述实施方式中举出的构成等中组合其他要素等

在此示出的构成。关于该点,能够在不超出本发明的主旨的范围内进行改变,能够根据其应用方式适当决定。

- [0136] 附图标记说明
- [0137] 100品质检查系统
- [0138] 101光学显微镜
- [0139] 102图像分析装置
- [0140] 103用户终端
- [0141] 104网络
- [0142] 301对象物图像取得部
- [0143] 302粒子图像抽出部
- [0144] 303形状判定部
- [0145] 304模拟图像生成部
- [0146] 305是否类似判断部
- [0147] 306是否合格判定部

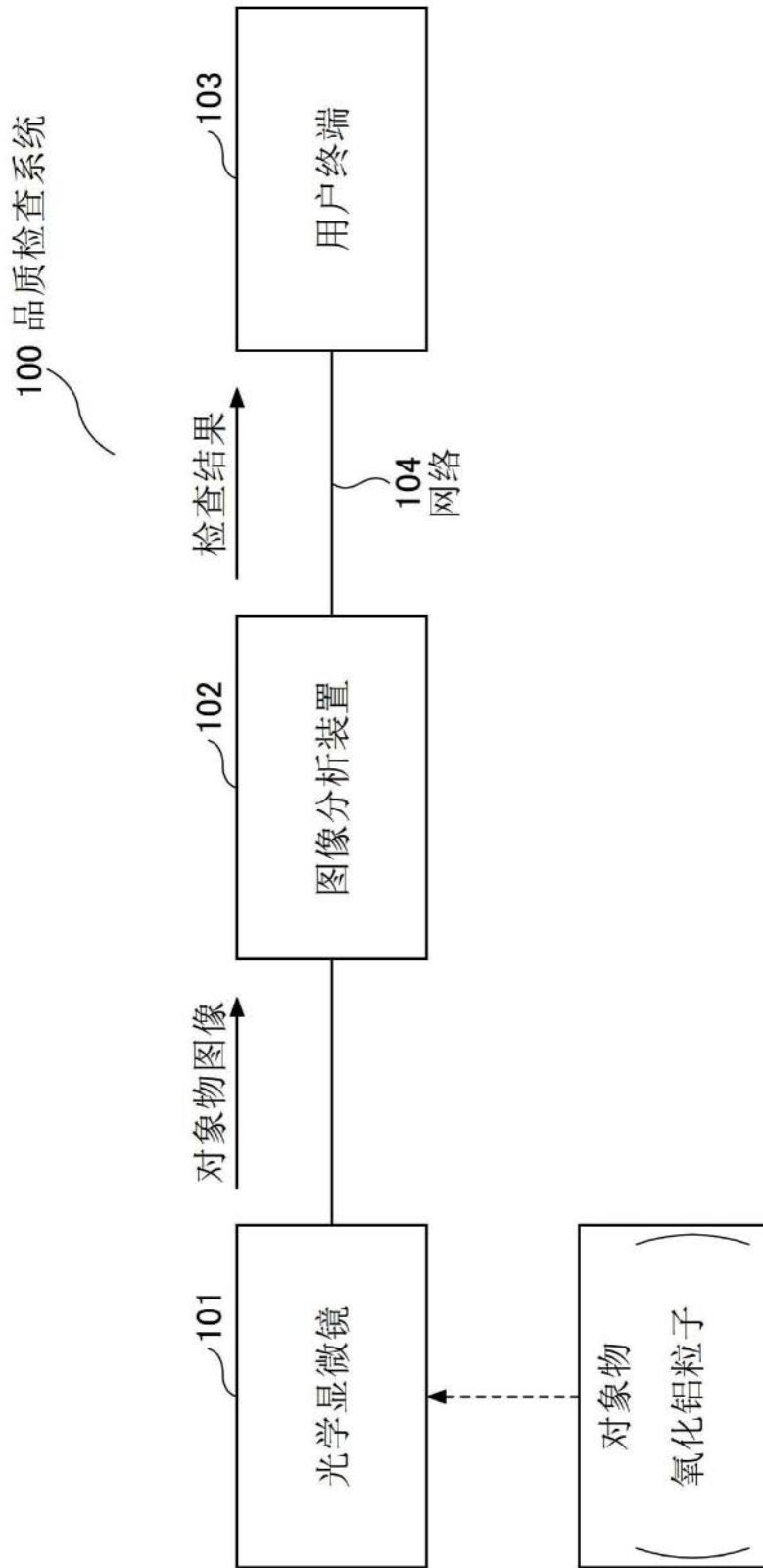


图1

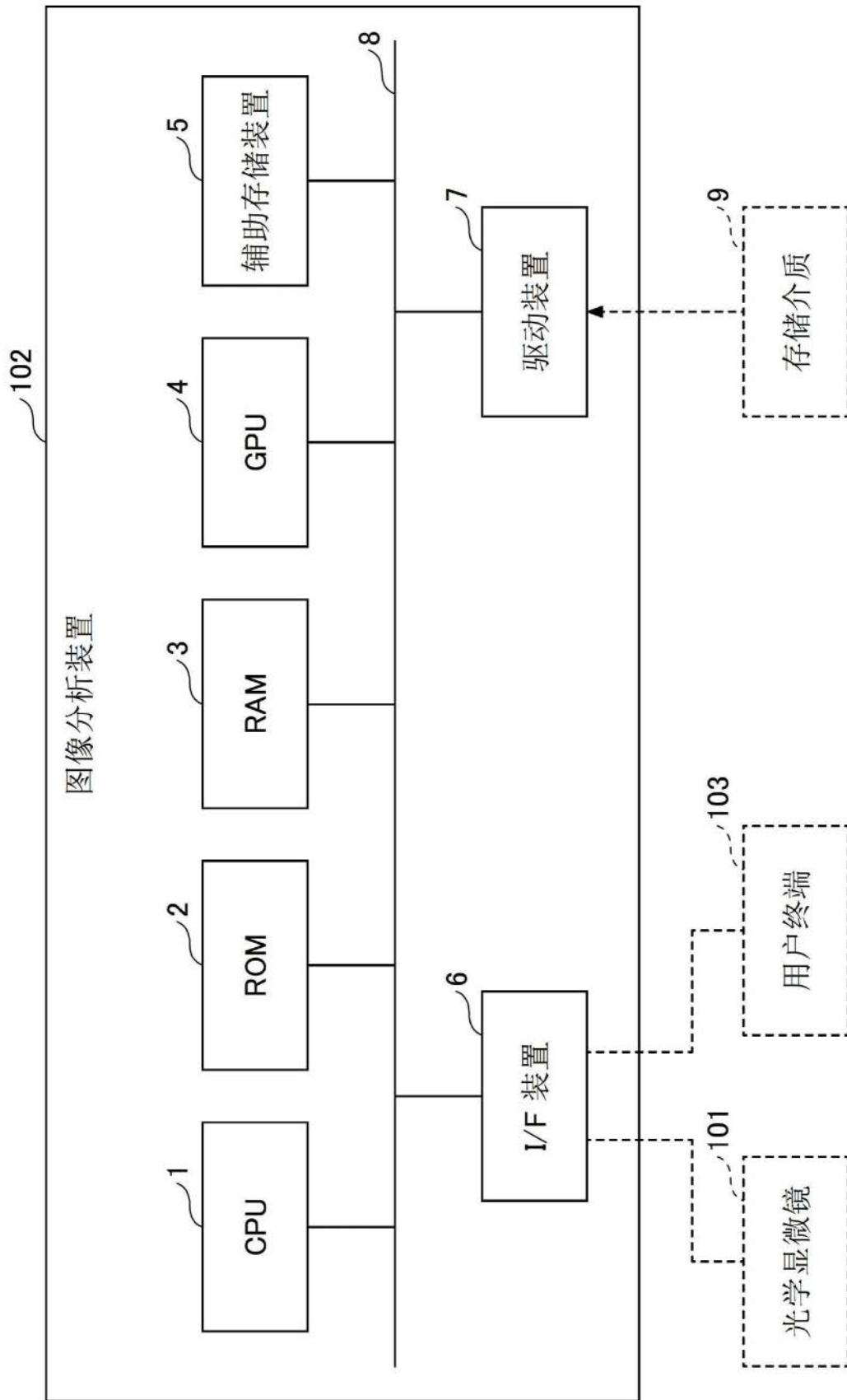


图2

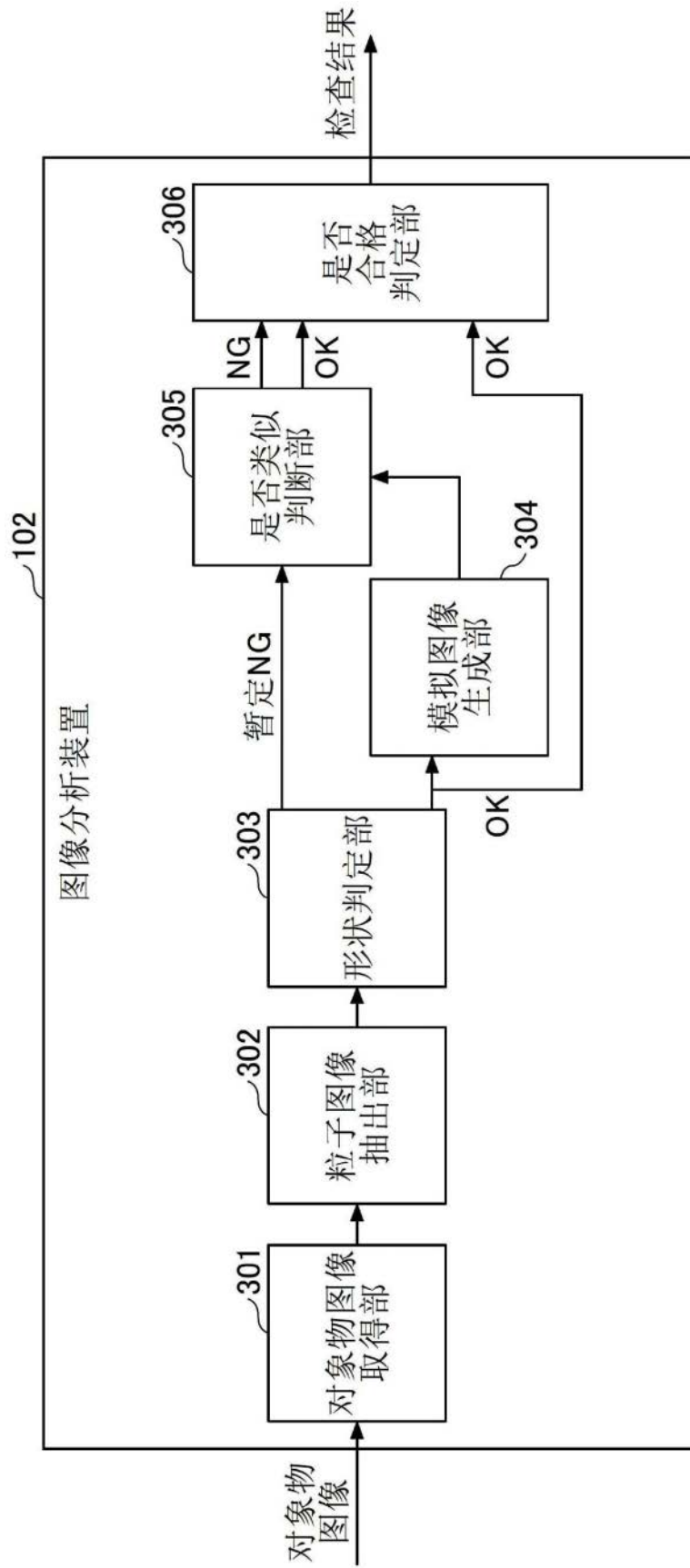


图3

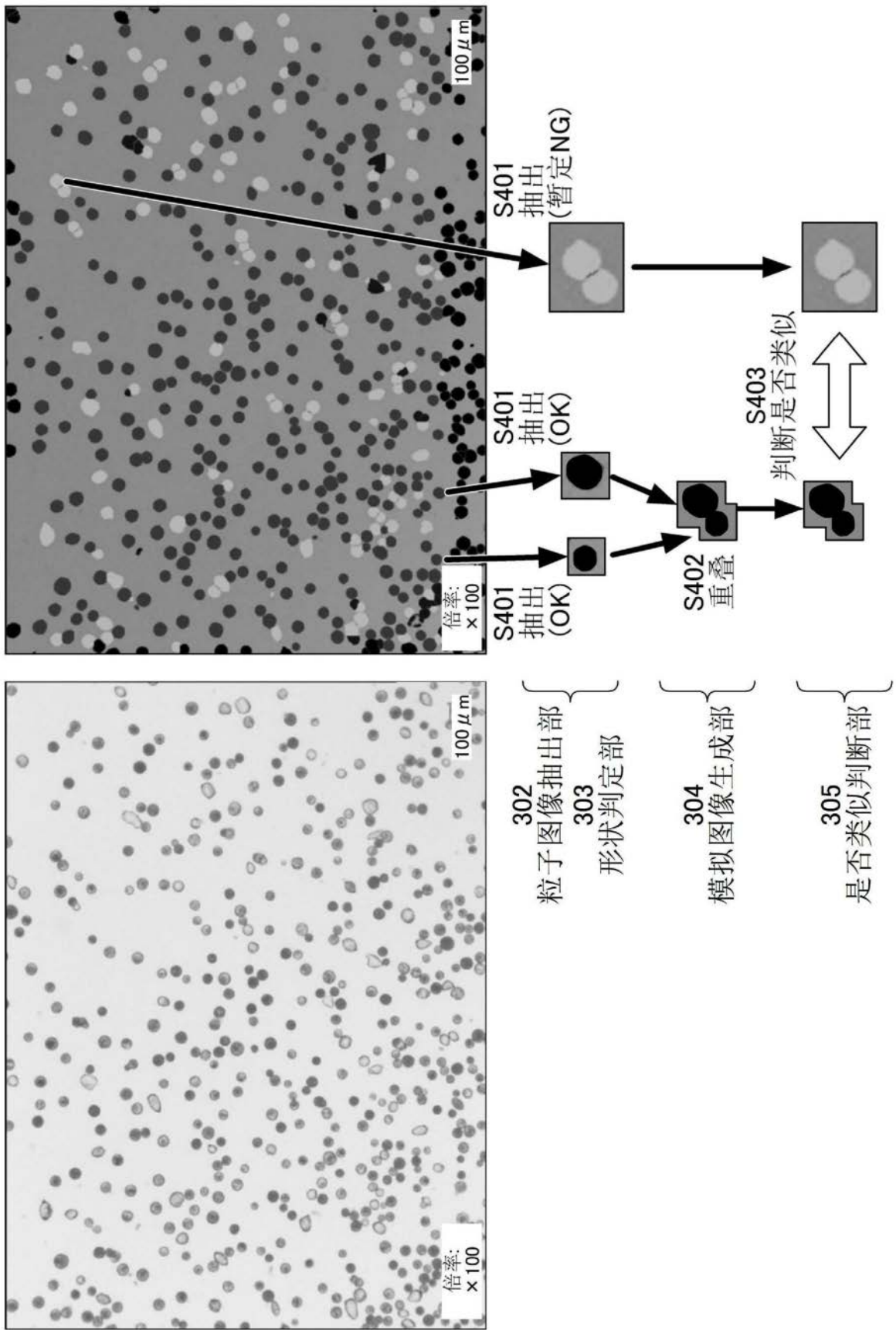


图4

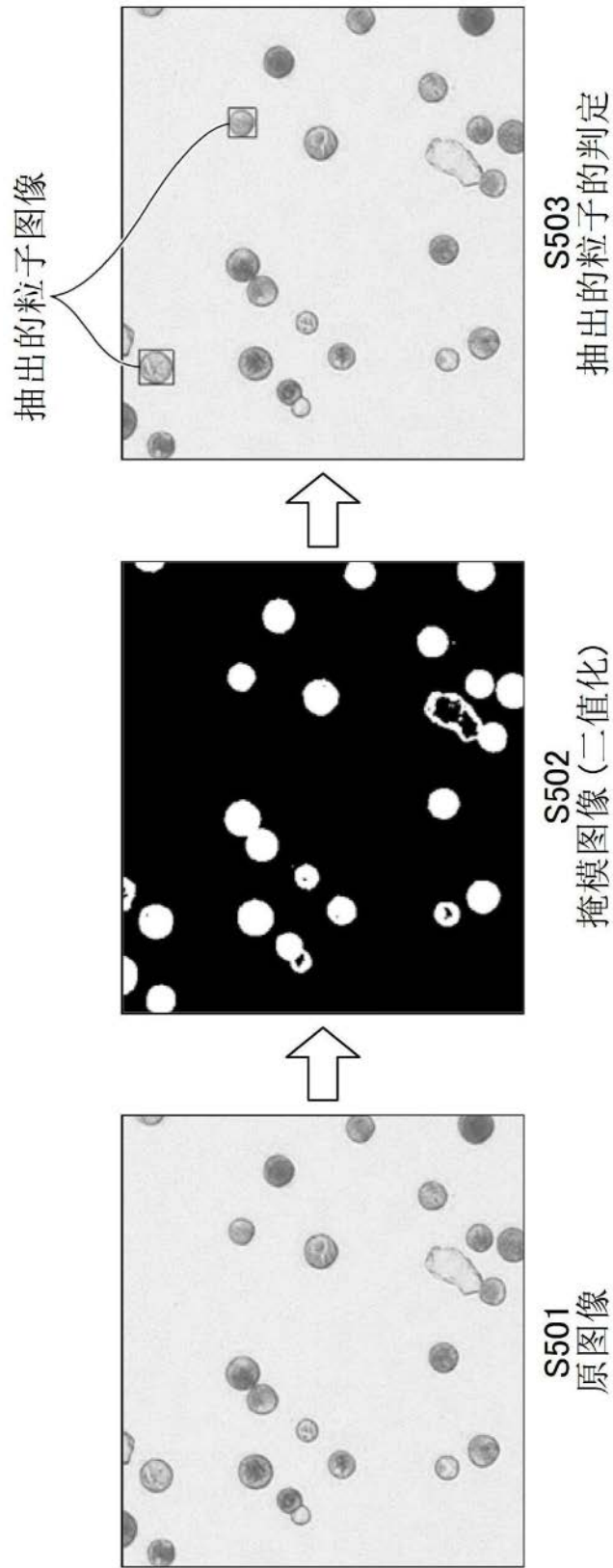


图5

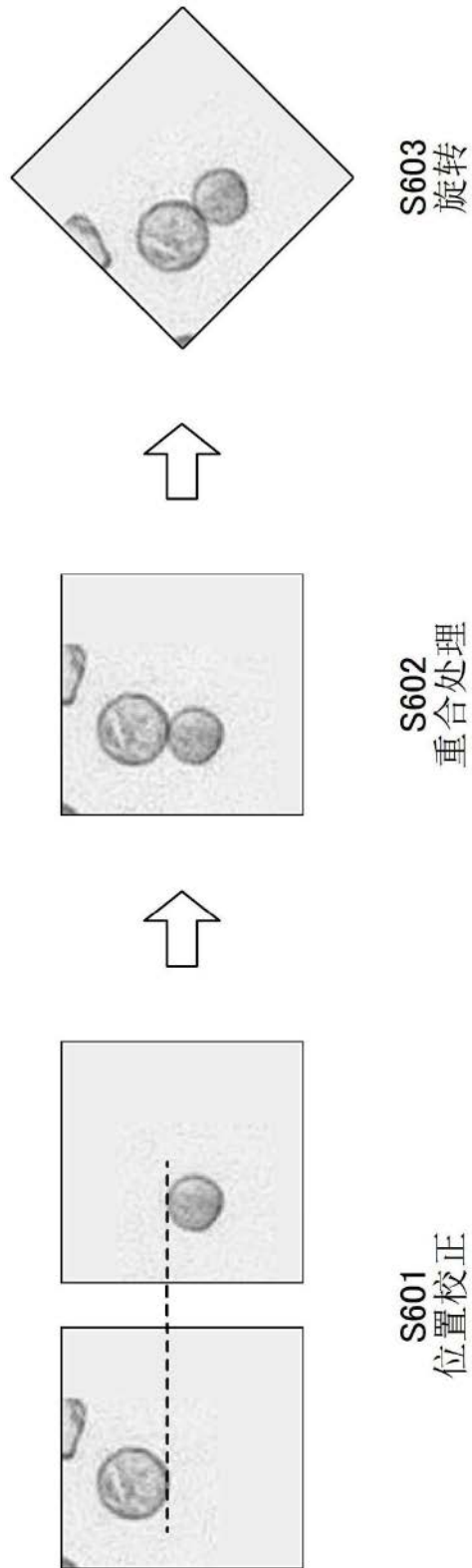


图6

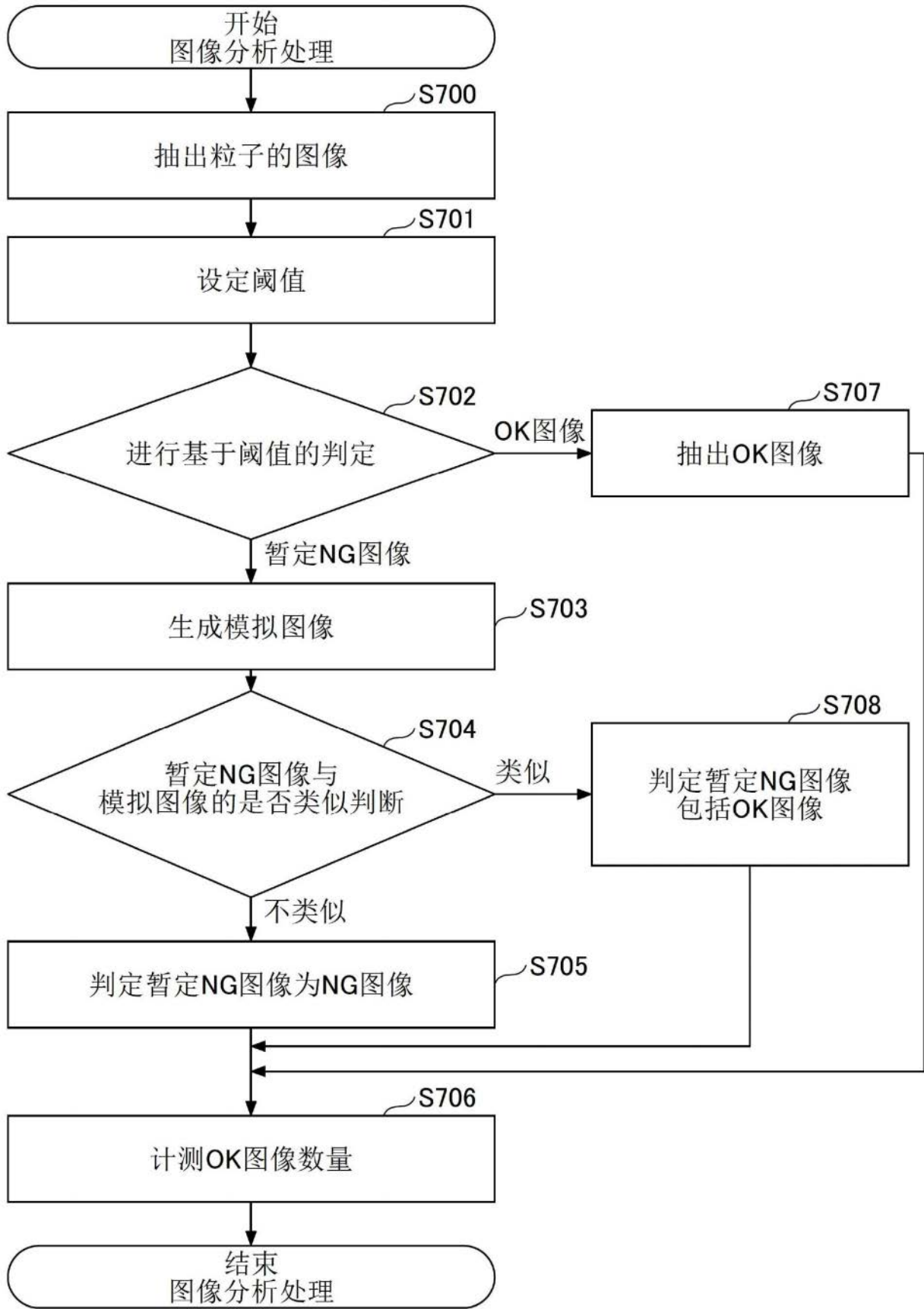


图7

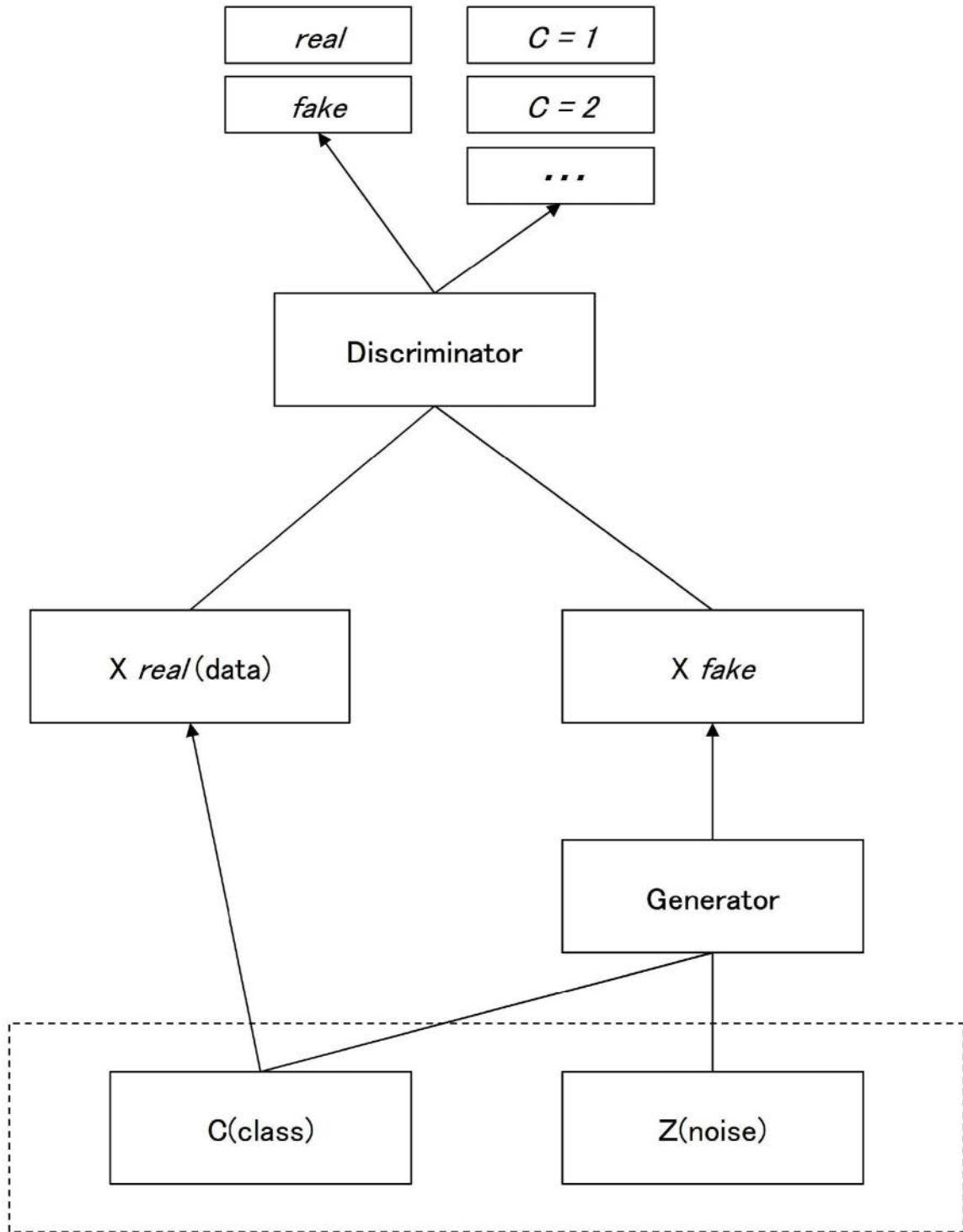


图8

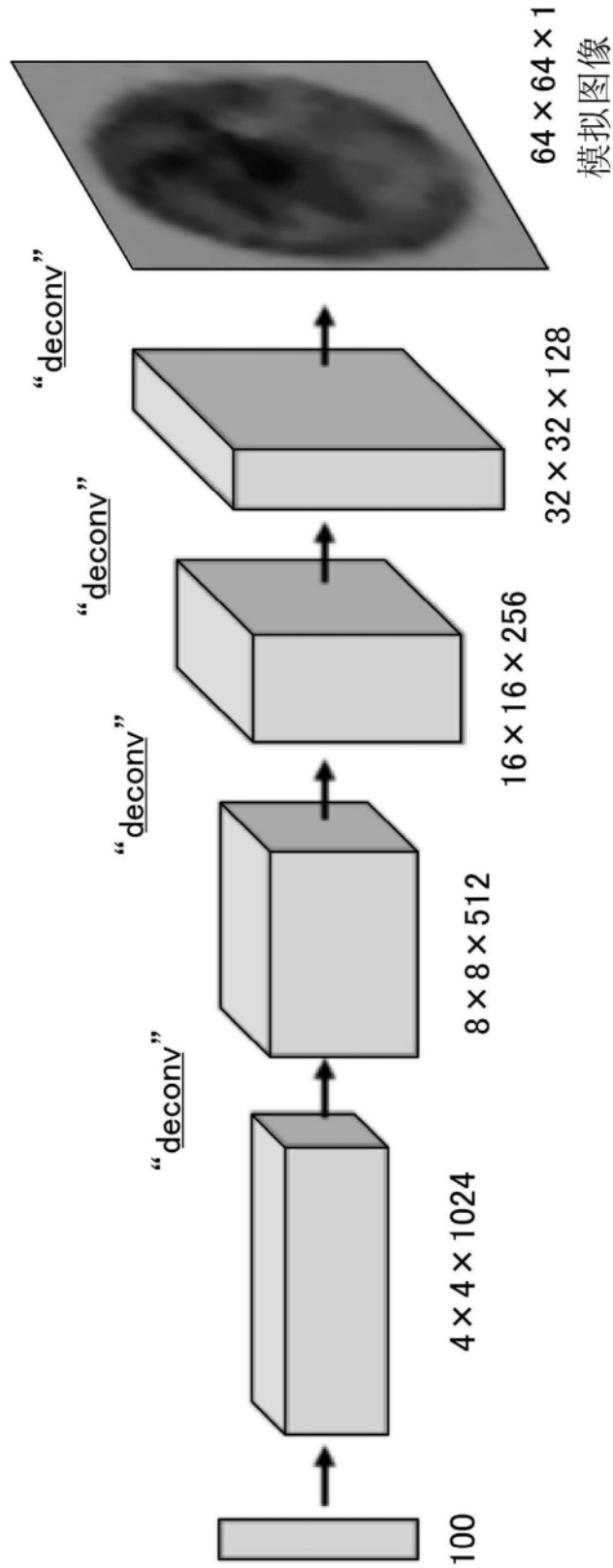


图9

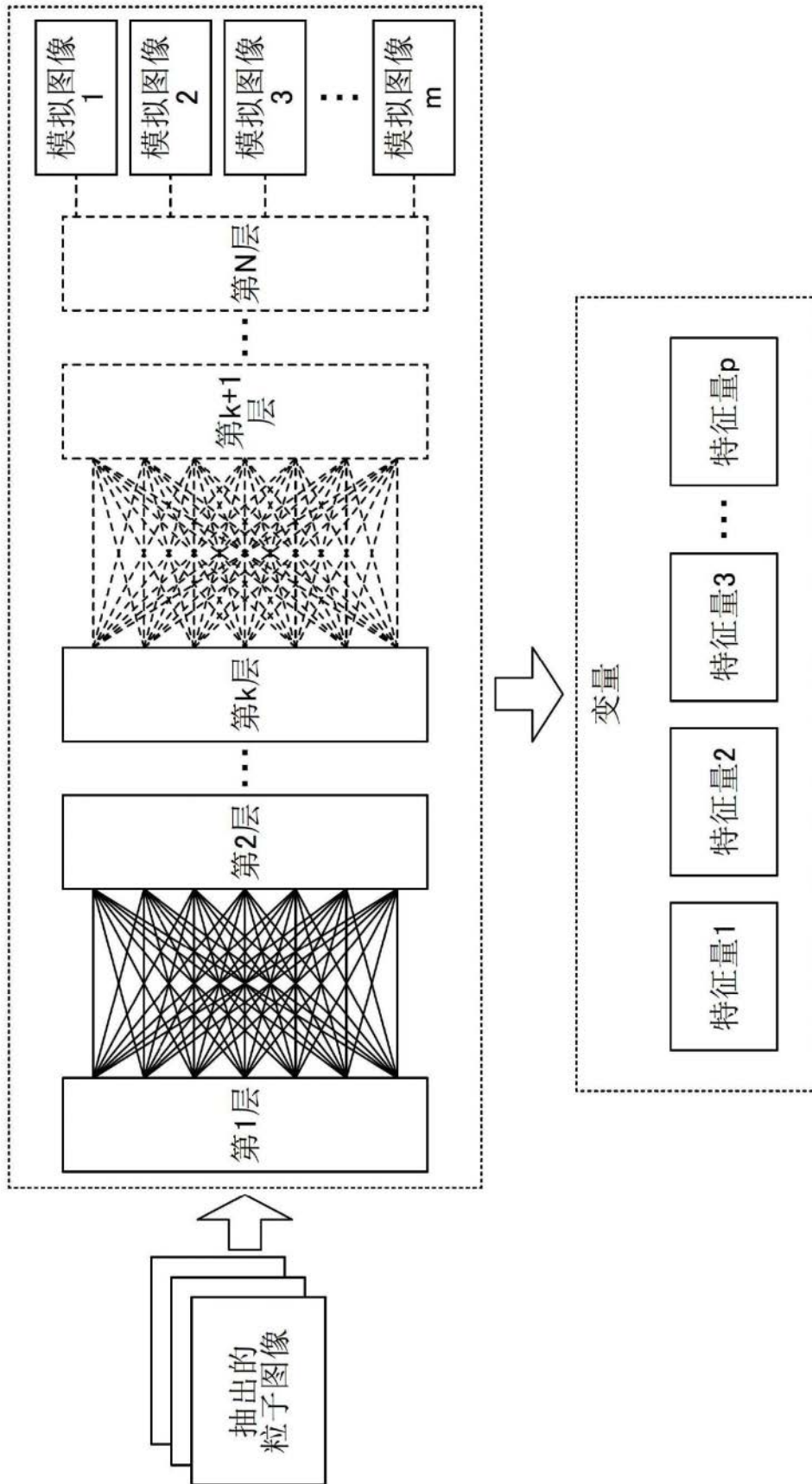


图10

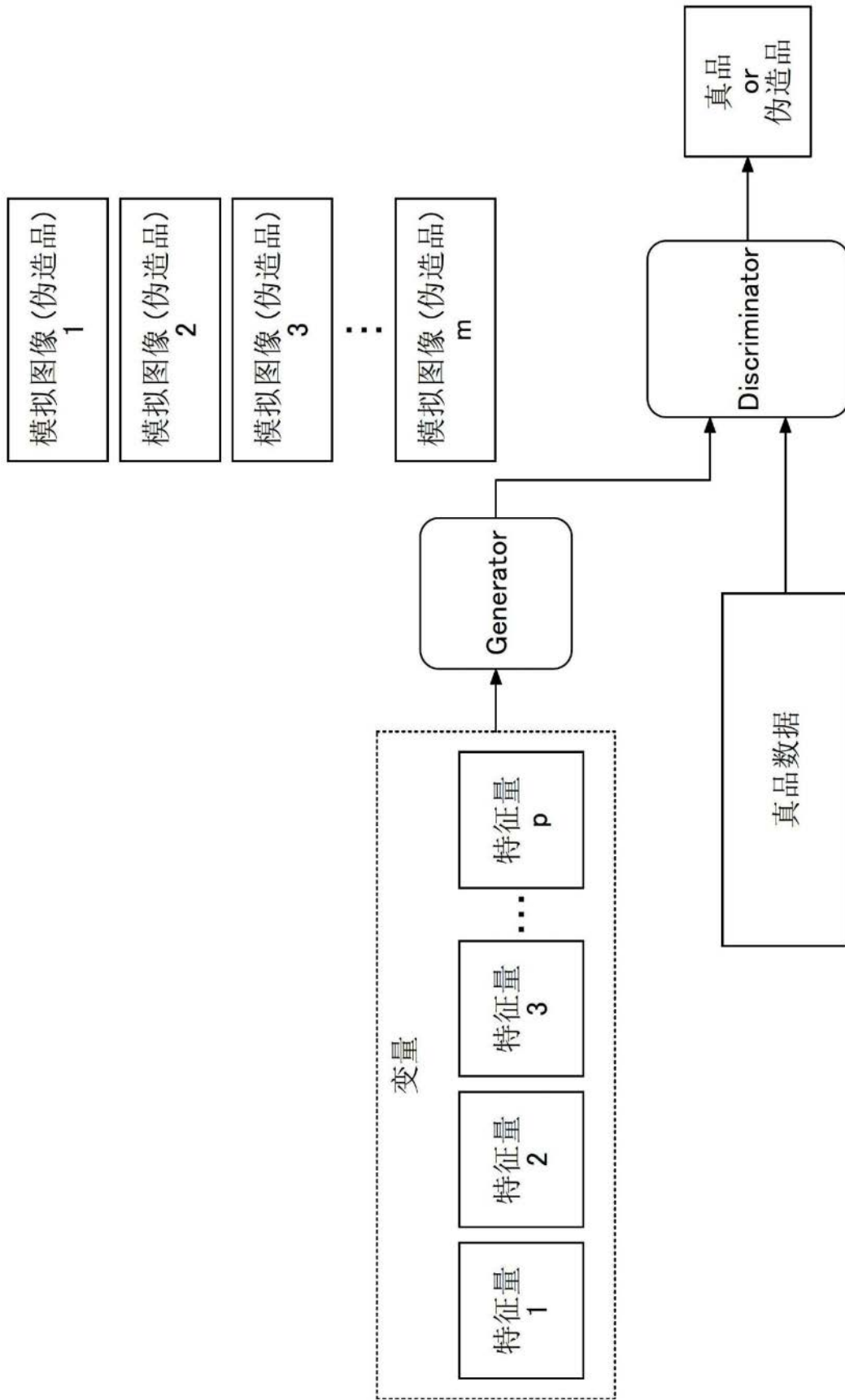


图11