



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105981129 B

(45)授权公告日 2017.09.26

(21)申请号 201480074392.4

(22)申请日 2014.12.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105981129 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(30)优先权数据
2014-024794 2014.02.12 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.07.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/082015 2014.12.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/122082 JA 2015.08.20

(73)专利权人 株式会社日立高新技术
地址 日本东京都

(72)发明人 中平健治 田中麻纪

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 范胜杰 文志

(51)Int.Cl.
H01J 37/22(2006.01)

(56)对比文件
JP H09198498 A, 1997.07.31,
JP 2014025763 A, 2014.02.06,
US 2014009597 A1, 2014.01.09,
WO 2011039908 A1, 2011.04.07,
JP 2005061837 A, 2005.03.10,
US 2004047033 A1, 2004.03.11,
CN 1364241 A, 2002.08.14,

审查员 李荣荣

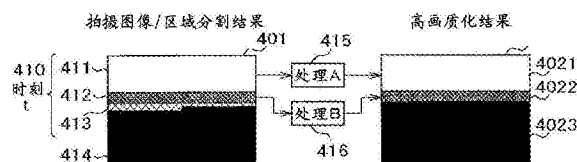
权利要求书2页 说明书16页 附图12页

(54)发明名称

扫描带电粒子显微镜图像的高画质化方法
和扫描带电粒子显微镜装置

(57)摘要

能够高速地显示对通过带电粒子显微镜拍摄到的扫描过程中的图像进行适当的高画质化处理后的结果。针对拍摄视野内的图像数据(401),根据与未取得视野内的图像数据的区域(414)的距离,将取得了图像数据的区域(410)分割为2个以上的区域(411、412、413),针对该分割后的各个区域的图像数据,与分割后的区域对应地决定高画质化处理方法和高画质化的处理参数,针对分割后的各区域的图像数据,使用决定的与分割后的区域对应的处理方法和处理参数进行高画质化处理(415、416)。



1. 一种扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其使通过扫描带电粒子显微镜拍摄试样而得到的图像成为高画质,该高画质化方法的特征在于,具有:

扫描步骤,对扫描带电粒子显微镜的拍摄视野内的试样的一部分区域一边扫描一边照射聚焦后的带电粒子束来拍摄上述试样,由此依次取得上述试样的图像数据;

区域分割步骤,根据与在该扫描步骤中依次取得图像数据的上述扫描带电粒子显微镜的拍摄视野内的区域中的未取得上述图像数据的区域的距离,将取得了上述图像数据的区域分割为2个以上的区域;

处理方法/处理参数决定步骤,针对分割后的各个上述区域的图像数据,与在上述区域分割步骤中分割后的区域对应地决定高画质化处理方法和/或高画质化的处理参数;

高画质化步骤,针对在上述区域分割步骤中分割后的各区域的图像数据,使用在上述处理方法/处理参数决定步骤中决定的与分割后的上述区域对应的处理方法和/或处理参数,进行高画质化处理;以及

高画质化结果显示步骤,显示在该高画质化步骤中进行了高画质化处理后的图像,

直到上述扫描带电粒子显微镜的视野内的上述试样上的区域的扫描结束为止,反复进行从上述扫描步骤到上述高画质化结果显示步骤。

2. 根据权利要求1所述的扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其特征在于,

在上述高画质化结果显示步骤中,不显示数据取得区域中的位于扫描位置附近的一部分区域。

3. 根据权利要求1所述的扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其特征在于,

在上述区域分割步骤中,抽出得到与上次反复中的上述高画质化结果相同的处理结果的区域来作为不需要处理区域,在上述高画质化步骤中对上述不需要处理区域不进行高画质化处理。

4. 根据权利要求1所述的扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其特征在于,

还具有读入当前反复中的处理参数的处理参数读入步骤,

在上述区域分割步骤中,使用当前反复中的处理参数以及在上次反复以前的反复中通过上述处理方法和/或处理参数决定步骤对每个区域决定的处理方法和/或处理参数来决定分割方法。

5. 根据权利要求4所述的扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其特征在于,

在上述区域分割步骤中,对于与预先决定的上述拍摄视野内的着眼点的距离越近的像素,越优先执行使用当前反复中的处理参数的处理。

6. 根据权利要求4所述的扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其特征在于,

还具有保存上述高画质化结果和上述高画质化步骤中的处理过程结果的高画质化结果保存步骤,

在上述高画质化步骤中,针对通过上述区域分割步骤分割后的区域中的一个以上的区域,使用上述过程结果来进行高画质化处理。

7. 根据权利要求4所述的扫描带电粒子显微镜的高画质化方法,其特征在于,

在反复进行上述扫描步骤到上述高画质化结果显示步骤的过程中变更了通过上述处理方法/处理参数决定步骤决定的上述处理参数的情况下,从与预先决定的上述拍摄视野内的着眼点的距离近的区域开始按顺序执行使用上述变更后的处理参数的高画质化处理。

8. 一种扫描带电粒子显微镜装置,其具备:

带电粒子照射光学系统单元,其向试样照射会聚的带电粒子来进行扫描;

检测光学系统单元,其检测从通过上述带电粒子照射光学系统单元照射了带电粒子的上述试样产生的同种或不同种的粒子;

高画质化单元,其对通过上述检测光学系统单元检测从上述试样产生的粒子而得到的图像数据进行高画质化处理;以及

图像显示单元,其显示上述高画质化处理的结果,

上述扫描带电粒子显微镜装置的特征在于,

上述高画质化单元直到拍摄视野内的区域的扫描结束为止,反复进行以下处理:

针对通过上述带电粒子光学系统单元向上述试样照射会聚的带电粒子来进行扫描而取得的拍摄视野内的图像数据,根据与上述视野内的未取得上述图像数据的区域的距离,将取得了上述图像数据的区域分割为2个以上的区域,针对该分割后的各个区域的图像数据,与分割后的上述区域对应地决定高画质化处理方法和/或高画质化的处理参数,并针对分割后的各个上述区域的图像数据,使用上述决定的与分割后的上述区域对应的处理方法和/或处理参数进行高画质化处理。

9. 根据权利要求8所述的扫描带电粒子显微镜装置,其特征在于,

上述显示单元在显示上述高画质化结果时,不显示数据取得区域中的位于扫描位置附近的一部分区域。

10. 根据权利要求8所述的扫描带电粒子显微镜装置,其特征在于,

上述高画质化单元抽出分割为上述2个以上的区域后的区域中的得到与上次反复中的上述高画质化结果相同的处理结果的区域来作为不需要处理区域,对该抽出的不需要处理区域不进行高画质化处理。

11. 根据权利要求8所述的扫描带电粒子显微镜装置,其特征在于,

上述高画质化单元对于分割为上述2个以上的区域的情况,使用当前反复中的处理参数以及在上次反复以前的反复中对分割后的每个区域决定的处理方法和/或处理参数来决定分割方法。

12. 根据权利要求11所述的扫描带电粒子显微镜装置,其特征在于,

上述高画质化单元针对分割后的上述2个以上的区域,对于与预先决定的上述拍摄视野内的着眼点的距离越近的像素,越优先执行使用当前反复中的处理参数的处理。

13. 根据权利要求11所述的扫描带电粒子显微镜装置,其特征在于,

上述高画质化单元还保存上述高画质化结果和上述高画质化中的处理过程结果,针对分割后的上述区域中的一个以上的区域,使用保存的上述过程结果来进行高画质化处理。

14. 根据权利要求8所述的扫描带电粒子显微镜装置,其特征在于,

上述高画质化单元在上述反复的过程中变更了上述处理参数的情况下,从与预先决定的上述拍摄视野内的着眼点的距离近的区域开始按顺序执行使用上述变更后的处理参数的高画质化处理。

扫描带电粒子显微镜图像的高画质化方法和扫描带电粒子显微镜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种向试样照射带电粒子而取得图像的扫描带电粒子显微镜,特别涉及用于显示可视性高的图像的扫描带电粒子显微镜图像的高画质化方法和扫描带电粒子显微镜装置。

背景技术

[0002] 带电粒子显微镜与光学显微镜相比分辨率非常高,被广泛用于清晰地观察被观察对象的细微构造。在带电粒子显微镜中,向对象试样照射带电粒子束,通过检测器检测从对象试样释放的、或透射对象试样的粒子(与照射的带电粒子相同种类或不同种类的带电粒子、或电磁波、光子),由此取得对象试样的放大图像。扫描带电粒子显微镜通过聚焦后的带电粒子束在试样上进行扫描。作为本显微镜的例子,有扫描电子显微镜(Scanning Electron Microscope)、扫描离子显微镜(Scanning Ion Microscope)、扫描透射电子显微镜(Scanning Transmission Electron Microscope)等,其观察对象涉及材料、半导体、食品、生物、医疗领域等多个分支。

[0003] 作为与扫描带电粒子显微镜图像的画质有关的主要指标,可以列举S/N、分辨率。为了谋求高S/N化、高分辨率化,以往持续进行了电子光学系统、检测系统的改进。为了高S/N化,原理上需要向试样照射足够量的带电粒子线,但如果增加照射量,则引起处理能力下降等问题。另外,在高分辨率化中,现在的扫描带电粒子显微镜的分辨率已经接近作为物理上的限制的衍射极限,本质上难以大幅改善分辨率。

[0004] 与此相对,近年来正在研究基于图像处理的高画质化。通过识别在图像中包含的信号成分和噪声来抑制噪声的噪声去除处理,能够期待实现高S/N化(例如专利文献1)。另外,根据对图像的分辨率产生很大影响的带电粒子束在试样上的强度分布来执行反卷积处理,能够提高分辨率(例如专利文献2、3)。并且,作为从与S/N、分辨率不同的观点出发的高画质化处理,研究了适当地设定对比度或抑制图像的失真、振动的方法(例如专利文献4、5)。

[0005] 作为带电粒子显微镜图像的拍摄方法,具有以下模式:对高速进行扫描而得到的一个以上的同一视野的图像数据进行合成,由此取得图像的高速扫描模式;花费时间来进行扫描的低速扫描模式。在高速扫描模式下,因扫描的带电粒子束的振动等而产生图像的模糊。另一方面,在低速扫描模式中,能够抑制这样的模糊,但拍摄一幅图像例如需要数十秒这样长的时间。两个模式都被广泛利用,根据用途、目的而区分使用。另外,无论对于哪个模式,高画质化的需求都高。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2007-107999号公报

[0009] 专利文献2:日本特开平3-44613号公报

- [0010] 专利文献3:日本特开2012-142299号公报
[0011] 专利文献4:日本特开平7-240166号公报
[0012] 专利文献5:日本特开昭62-89170号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 以下,说明从图像的左上位置向右下位置在横方向上进行扫描的情况(光栅扫描),但并不限于此。在低速扫描模式下拍摄花费时间,因此并不是在拍摄图像结束后再显示,大多显示扫描过程中的图像。在该情况下,在画面上从扫描结束的左上位置开始顺序地显示图像。操作者为了尽量高画质地拍摄希望拍摄的对象,一边看着扫描过程中的图像,一边进行以下的操作等,即调整聚焦、消像散等扫描带电粒子显微镜的拍摄条件,或者变更拍摄位置,或者中断拍摄。为了准确地进行这样的判断,理想的是针对扫描过程中的图像,迅速地显示基于图像处理的高画质化结果。

[0015] 但是,当对扫描中的图像实施通常的高画质化处理时,在还没有得到对于进行处理而足够的数据那样的扫描位置附近的区域中,有时产生伪图案等得到不自然的结果。

[0016] 另外,在低速扫描模式下,大多拍摄数千万像素这样的多像素的图像。在该情况下,如果针对扫描过程中的图像,例如以一百毫秒间隔进行高画质化处理,则需要以每秒数百万像素的速度进行处理。因此,牺牲性能而进行计算量少的高画质化处理,或者为了不牺牲性能而必须使用昂贵的处理装置。

[0017] 还有在扫描过程中变更图像处理的参数(以下称为处理参数)的需求。还考虑了在扫描结束后调整处理参数的方法,但在该情况下,只通过调整处理参数无法得到希望的图像,需要重新进行拍摄,但有时在扫描结束后才会明确,存在产生很大返工的情况。

[0018] 因此,为了不产生很大的返工而高效地进行拍摄,理想的是能够使用扫描过程中的图像调整处理参数。但是,在如上述那样特别是多像素的图像中,为了进行高画质化处理而花费处理时间,因此即使变更处理参数也无法立即反映其结果。

[0019] 在本发明中,提供一种扫描带电粒子显微镜图像的高画质化方法以及扫描带电粒子显微镜装置,其解决上述那样的现有技术的问题,能够生成可视性高的图像并立即显示。

[0020] 用于解决问题的方案

[0021] 为了解决上述现有技术的问题,在本发明中是一种使通过扫描带电粒子显微镜拍摄试样而得到的图像成为高画质的方法,具有:对扫描带电粒子显微镜的拍摄视野内的试样的部分区域一边扫描一边照射聚焦后的带电粒子束来拍摄试样,由此依次取得试样的图像数据的扫描步骤;根据与在该扫描步骤中依次取得图像数据的扫描带电粒子显微镜的拍摄视野内的区域中的未取得图像数据的区域的距离,将取得了图像数据的区域分割为2个以上的区域的区域分割步骤;针对分割后的各个区域的图像数据,与在区域分割步骤中分割后的区域对应地,决定高画质化处理方法和高画质化的处理参数的处理方法/处理参数决定步骤;针对在区域分割步骤中分割后的各区域的图像数据,使用在处理方法/处理参数决定步骤中决定的与分割后的区域对应的处理方法和处理参数,进行高画质化处理的高画质化步骤;显示在该高画质化步骤中进行了高画质化处理的图像的高画质化结果显示步骤,直到扫描带电粒子显微镜的视野内的试样上的区域的扫描结束为止,反复进行从扫描

步骤到高画质化结果显示步骤。

[0022] 另外,为了解决上述现有技术的问题,在本发明中,扫描带电粒子显微镜装置具备:带电粒子照射光学系统单元,其向试样照射会聚的带电粒子来进行扫描;检测光学系统单元,其检测从通过带电粒子照射光学系统单元照射了带电粒子的试样产生的同种或不同种的粒子;高画质化单元,其对通过检测光学系统单元检测从试样产生的粒子而得到的图像数据实施高画质化处理;图像显示单元,其显示高画质化处理的结果,高画质化单元直到拍摄视野内的区域的扫描结束为止,重复进行以下处理:针对通过带电粒子光学系统单元向试样照射会聚的带电粒子来进行扫描而取得的拍摄视野内的图像数据,根据与视野内的未取得图像数据的区域的距离,将取得了图像数据的区域分割为2个以上的区域,针对该分割后的各个区域的图像数据,与分割后的区域对应地,决定高画质化处理方法和高画质化的处理参数,针对分割后的各区域的图像数据,使用所决定的与分割后的区域对应的处理方法和处理参数进行高画质化。

[0023] 发明效果

[0024] 根据本发明,能够在扫描带电粒子显微镜中对扫描过程中的图像进行高画质化处理。另外,能够以少的计算量得到抑制了伪图案的高画质的图像,并且通过从着眼区域优先进行处理,能够实现高的可用性。

附图说明

[0025] 图1是对扫描过程中的数据实施高画质化处理的顺序的一个实施例图。

[0026] 图2A是表示本发明的实施例1的扫描带电粒子显微镜的基本结构的框图。

[0027] 图2B是表示本发明的实施例1的带电粒子显微镜的高画质化部的详细结构的框图。

[0028] 图3表示显示各时刻的扫描过程中的数据的画面。

[0029] 图4A是对本发明的实施例1的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法进行图示的时刻 t 的图像的正面图。

[0030] 图4B是对本发明的实施例1的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法进行图示的时刻 $t + \Delta t$ 的图像的正面图。

[0031] 图4C是对本发明的实施例1的数据取得区域的着眼点与数据未取得区域的距离的定义进行说明的图像的正面图。

[0032] 图5A说明取得对于进行通常的高画质化处理而足够的数据的区域,是表示取得数据的区域是正方形或长方形的情况的图像的正面图。

[0033] 图5B说明取得对于进行通常的高画质化处理而足够的数据的区域,是表示取得数据的区域不是正方形或长方形等矩形的情况的图像的正面图。

[0034] 图6A是对本发明的实施例1的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法进行图示的、表示与图4A或图4B的情况不同的一个实施例的图像的正面图。

[0035] 图6B是表示本发明的实施例1的高画质化处理和图像处理算法的組合的表。

[0036] 图7是对本发明的实施例1的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的的方法的处理流程进行图示的流程图。

[0037] 图8A说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 t 使用处理参数 P 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0038] 图8B说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 $t + \Delta t$ 使用处理参数 Q 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0039] 图8C说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 $t + 2 \Delta t$ 使用处理参数 Q 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0040] 图8D说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 $t + 2 \Delta t$ 使用处理参数 R 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0041] 图9A说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 t 使用处理参数 Q 进行高画质化处理后的结果的图像,是进行指定了着眼点914时的处理的情况下的图像的正面图。

[0042] 图9B说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 $t + \Delta t$ 在着眼点914的周围的视点922使用处理参数 Q 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0043] 图10是对本发明的实施例2的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法的处理流程进行图示的流程图。

[0044] 图11A说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 t 使用多个不同种类的处理参数(α_1, β_1)通过处理 X 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0045] 图11B说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 $t + \Delta t$ 使用多个不同种类的处理参数(α_2, β_1)通过处理 Y 进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0046] 图11C说明本发明的实施例2的高画质化处理,是表示在时刻 $t + 2 \Delta t$ 使用多个不同种类的处理参数(α_2, β_2)通过对每个区域不同的处理进行高画质化处理后的结果的图像的正面图。

[0047] 图12是对在本发明的实施例2的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法中,用于实现在图11中说明的处理的方法的处理流程进行图示的流程图。

[0048] 图13A是对本发明的实施例2的针对扫描过程中的图像的高画质化处理的GUI画面进行图示的一个实施例的图。

[0049] 图13B是本发明的实施例2的针对扫描过程中的图像的高画质化处理的GUI画面,是表示相比于图13A的情况经过某个时间后的图像的GUI画面。

具体实施方式

[0050] 本发明涉及一种向试样照射带电粒子来取得图像的扫描带电粒子显微镜,特别是提供一种用于显示可视性高的图像的扫描带电粒子显微镜图像的图像处理方法及其装置。以下,使用附图来说明本发明的实施方式。

[0051] 在本发明中,通过以下的扫描带电粒子显微镜图像的高画质化方法及其装置解决上述问题。

[0052] (1) 本发明的特征在于:根据与数据未取得区域的距离将图像的数据取得区域分割为2个以上的区域,对每个区域决定处理方法或处理参数。

[0053] 由此,分为还没有取得对于进行处理而足够的数据的区域(即数据未取得区域的

附近的区域)、除此以外的区域即取得了对于进行处理而足够的数据的区域,作为暂定的处理,对前者的区域执行例如能够抑制不自然的结果但画质提高程度小的处理,对后者的区域执行通常的高画质化处理,如此通过组合多个处理能够得到整体上良好的图像。

[0054] (2) 另外,本发明的特征在于:对分割后的2个以上的区域中的一个以上的区域,不新进行高画质处理而使用过去的处理结果。特别是针对位于从数据未取得区域离开的区域的、相对于过去的高画质化处理的结果没有很大变化的区域,使用过去的处理结果。

[0055] 由此,能够改善当对全部的取得数据进行高画质化处理时处理时间变长那样的问题。通过将作为处理对象的区域抑制为最小限度,能够抑制高画质化处理的处理时间,迅速地显示处理结果。

[0056] (3) 另外,本发明的特征在于:当在扫描过程中变更了处理参数的情况下,不只是对处理参数变更后新取得的数据,还对处理参数变更之前取得的数据,使用变更后的处理参数重新进行处理。并且,对处理区域赋予优先度,按照优先度从高到低的顺序依次进行处理。

[0057] 当在扫描过程中变更了焦点位置等拍摄条件的情况下,无法对已经取得的数据置换为拍摄条件变更后的图像。但是,在变更了图像处理参数的情况下,通过本发明,能够使用变更后的处理参数对已经取得的数据进行处理。另外,当在得到了许多取得数据后变更了处理参数等情况下,如果使用变更后的处理参数对全部的取得数据重新进行处理,则有时会花费不少时间。在该情况下,从用户着眼的区域(或容易着眼的区域)开始优先进行处理,由此防止由于时间延迟而导致可用性降低的问题。

[0058] (4) 另外,本发明保存高画质化处理的过程结果,针对通过分割而得到的一个以上的区域使用上述过程结果来进行处理。

[0059] 当在过程中变更了处理参数时,根据处理参数的种类等,即使不从开始重新进行高画质化处理,通过使用过程结果,有时通过较少的计算量来得到高画质化结果。另外,在变更了多种处理参数的情况下,也能够如后述的实施例那样高效地进行高画质化处理。

[0060] (实施例1)

[0061] 图1是本发明的对使用带电粒子束在试样表面进行扫描的过程中通过检测器取得的图像数据实施高画质化处理的顺序的一个实施例图。直到取得并显示一幅图像数据为止,重复进行步骤S101~S107。

[0062] 在步骤S102中,扫描视野内的部分区域,得到图像数据的一部分。根据扫描速度、显示速率来决定在一次的循环中取得多少量的数据。例如,在取得一幅图像数据,即为把扫描视野内的全部区域的时间设为60秒,将显示速率设为50毫秒的情况下,通过一次循环取得图像数据的1200分之1的量的数据即可。

[0063] 在步骤S103中,根据与数据未取得区域的距离,将数据取得区域分割为2个以上的区域。在步骤S104中,针对通过步骤S103的分割而得到的各个区域,决定高画质化处理的方法和参数。在步骤S105中,针对各区域使用在步骤S104中决定的处理方法和处理参数,进行高画质化处理。在步骤S106中,显示高画质化结果。

[0064] 图2A是表示本实施例的扫描带电粒子显微镜200的基本结构的框图。例如将扫描带电粒子显微镜200构成为具备:带电粒子图像取得装置201、输入输出部221、控制部222、处理部223、存储部224、高画质化部225等。

[0065] 在带电粒子图像取得装置201中,从带电粒子枪202产生带电粒子束203,使该带电粒子束203经过聚光透镜204、物镜205,由此在试样206的表面进行聚焦。接着,通过检测器208检测从试样206产生的粒子,由此取得图像。将图像保存在存储部224中。

[0066] 检测器208可以具备多个,并且也可以是如检测电子的检测器、检测电磁波的检测器那样检测不同粒子的检测器,或者是只检测能量、自旋位于特定的范围内的粒子的检测器,或者是如2次带电粒子检测器和后方散射带电粒子检测器那样检测不同性质的粒子的检测器。也可以在不同的配置位置具备多个检测相同性质的粒子的检测器。在具备多个检测器208的情况下,通常能够通过一次的拍摄取得多幅图像。

[0067] 试样206被放置在工作台207上,通过使工作台207移动,能够取得试样在任意位置的图像。另外,通过射束偏向器209二维地改变带电粒子束203的方向,由此能够通过带电粒子束203在试样206上进行扫描。

[0068] 在输入输出部221中进行以下动作:图像拍摄位置或拍摄条件的输入、将图像和图像的处理结果在画面上进行显示输出等。在控制部222中,作为带电粒子图像取得装置201的控制,控制向带电粒子枪202等施加的电压、聚光透镜204、物镜205的焦点位置、工作台207的位置、基于射束偏向器209的带电粒子束203的偏向程度等。另外,控制部222还进行输入输出部221、处理部223、存储部224、高画质化部225的控制。

[0069] 在处理部223中,进行各种处理,例如进行使带电粒子束203的焦点聚焦到在工作台207上放置的试样206的表面所需要的与自动聚焦相关的处理等。在存储部224中保存拍摄图像、高画质化后的图像、高画质化处理中的过程结果、各种处理参数等。在高画质化部225中,对取得的数据进行高画质化处理。

[0070] 高画质化部225如图2B表示其详细结构那样,具备区域分割部226、处理方法/参数控制部227、高画质化处理执行部228。在区域分割部226中,进行步骤S103的处理,即为将数据取得区域分割为2个以上的区域的处理。在处理方法/参数控制部227中,进行步骤S104的处理,即为进行以下的处理:对在步骤S103中分割后的每个区域,决定包含噪声去除处理、清晰化处理等处理在内的高画质化处理的处理方法/参数。在高画质化处理执行部228中,根据与在步骤S103中分割后的区域有关的信息、与该分割后的各区域对应的处理方法/参数,执行高画质化处理。

[0071] 图3表示一画面,该画面显示在使用带电粒子束203在试样206的表面进行扫描的过程中通过检测器208进行检测而得到的图像数据。图像301~303是分别在时刻 t 、 $t+\Delta t$ 、 $t+2\Delta t$ ($\Delta t>0$)的图像显示画面。在时刻 t ,到位置311为止进行了扫描,位置311的上侧、或位置311附近左侧的区域321是数据取得区域。在本区域中,有取得的数据,能够进行图像显示。另一方面,除此以外的区域,即位置311的下侧、或位置311附近右侧的黑色的区域322是数据未取得区域。在本区域中,还没有取得数据,无法进行图像显示。

[0072] 在时刻 $t+\Delta t$,到位置312为止进行了扫描,如果与时刻 t 相比,数据取得区域变广。在时刻 $t+2\Delta t$,到位置313为止进行了扫描,数据取得区域进一步变广。这样,随着开始扫描后的时间经过,数据取得区域变广。与此相伴,需要进行高画质化处理的像素的数量也增加。

[0073] 首先,使用图4A~图7,说明第一实施方式的根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域,对每个区域改变处理方法或参数的方法。

[0074] 图4A和图4B表示根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法的一个例子。

[0075] 图4A的图像401是某时刻t的拍摄图像和区域分割结果。区域414(黑色的区域)是数据未取得区域。根据与数据未取得区域414的距离,对图像401中的数据取得区域410(合并了区域411、412、413后的区域)进行分割。

[0076] 考虑几个与数据未取得区域414的距离的定义。在本实施例中,考虑以下的情况:如图4C所示,将数据取得区域410中的位置(x,y)与数据未取得区域414内的任意的位置(x_s,y_s)之间的距离D(x_s,y_s)定义为其y坐标的差,即|y-y_s|,将数据取得区域410中的位置(x,y)与数据未取得区域414内的全部位置(x_s,y_s)之间的距离D(x_s,y_s)的最小值,即minD(x_s,y_s)定义为与数据未取得区域的距离D。

[0077] 此外,作为与数据未取得区域414的距离所相关的其他定义,考虑以下的情况等:采用欧几里德距离 $\{(x-x_s)^2+(y-y_s)^2\}^{1/2}$ 、曼哈顿距离 $|x-x_s|+|y-y_s|$ 、对它们进行标准化后的距离 $\{(x-x_s)^p+(y-y_s)^p\}^{1/p}$ 、还考虑了各像素的亮度值的距离(例如测地线距离)。或者,也可以如欧几里德距离和曼哈顿距离中的小的一方那样,是根据通过多个方法计算出的多个距离求出的值。

[0078] 针对从数据取得区域中的位置(x,y)到数据未取得区域414的距离D设定2个阈值T₁、T₂(T₁<T₂),在图4A中,将距离D为T₂以上的区域设为区域A411,将距离D为T₁以上并且不满T₂的区域设为区域B412,将距离D不满T₁的区域设为区域C413。

[0079] 区域A411是全部取得了对于进行通常的高画质化处理足够的数据的区域,能够进行通常的高画质化处理。在此,通常的高画质化处理的含义是指不是后述的暂定的高画质化处理。

[0080] 区域B412是对于进行通常的高画质化处理缺少部分数据(即存在没有取得的数据)的区域,需要进行暂定的高画质化处理。在此,暂定的高画质化处理是指通过弱化地执行高画质化处理,或通过跳过部分处理等,与没有数据未取得区域的情况下能够进行的处理相比,高画质化的程度小的处理。

[0081] 高画质化的程度小的处理例如表示减小了滤波器尺寸,或减少了重复次数,或设置限制使得亮度值不急剧变化那样的处理。另外,例如也可以在通常的处理中进行能够期待高性能的结果的非线性的滤波处理,在暂定的处理中进行线性的滤波等,通过变更高画质化方法改变高画质化的程度。

[0082] 区域C413是即使进行暂定的处理也不会得到良好的结果,产生伪图案等的可能性高的区域。

[0083] 在本实施例中,分割为区域411~413,对区域411执行作为通常的高画质化处理的包含单个或多个处理算法的处理415。另外,对区域412执行作为暂定的高画质化处理的包含单个或多个处理算法的处理416。并且,对区域413不执行高画质化处理,另外也不进行显示。即,与数据未取得区域414同样地处理(例如区域413和数据未取得区域414都用黑色涂抹)。关于区域413,大多是图像的纵向为数行左右的小尺寸,因此即使与数据未取得区域414同样地处理,在大多数的用途中都没有问题。

[0084] 通过这样的处理,如高画质化结果的图像402那样,对于区域4021和区域4022显示各个处理结果。另一方面,对于图像401中的区域413和数据未取得区域414,在图像402中都

用黑色涂抹为未处理区域4023来进行显示。

[0085] 这样,根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域,对每个区域决定处理方法或参数来进行高画质化处理,由此无论在哪个区域都能够不产生伪图案等输出自然且高画质的图像。

[0086] 考虑在分割后的区域的边界(例如区域4021和区域4022的边界),亮度值不连续等看到中断的图像的情况。因此,可以在以各区域具有重叠区域的方式进行分割并进行处理后,对重叠区域进行插补处理。

[0087] 另一方面,图4B的图像403是取得了图4A的图像401后的时刻 $t + \Delta t$ 的拍摄图像和区域分割结果。考虑在图4A所示的在时刻 t 取得的图像401中进行了高画质化处理,在时刻 $t + \Delta t$ 取得的图4B的图像403中进行高画质化处理。

[0088] 在图像403中,将数据取得区域分割为区域421~425的5个区域。对于区域422、区域423、区域424分别进行与图4A的图像401中的区域411~413相同的处理。区域425是数据未取得区域。

[0089] 区域421是不需要处理区域,与在取得图4A的图像401的时刻判断为区域411的区域相同。关于该区域,对图像401进行了处理A415(即通常的高画质化处理),即使对在时刻 $t + \Delta t$ 取得的图4B的图像403同样地进行处理A415,也得到相同的结果。因此,对于图像403中的区域421,不需要再次进行高画质化处理,直接使用图像402的处理结果。

[0090] 在针对图像403的高画质化结果的图像404中,针对不需要处理区域4041和区域4042显示进行了通常的高画质化处理即处理A415或处理A426后的结果,针对区域4043显示进行了暂定的高画质化处理即处理B427后的结果。区域4044是未处理区域。

[0091] 如此,抽出不需要处理区域4041,针对该区域,通过使用之前执行的高画质化处理的数据,使其成为执行本次的高画质化处理即处理A426的区域的对象以外。由此,能够改善由于针对全部的取得数据一边每次重复一部分一边进行高画质化处理,由此处理时间变长的问题。通过将成为处理对象的区域抑制为最小限度,能够迅速地显示处理结果。

[0092] 图5A和图5B说明取得对于进行通常的高画质化处理足够的数据的区域。在图5A的图像501中,区域510表示取得了图像数据的区域(图像数据取得区域510),区域515表示未取得图像数据的区域(图像数据未取得区域515)。

[0093] 区域513表示为了在像素511进行通常的高画质化处理所需要的数据区域。区域513是一边为数个像素或其以上的像素数的正方形,根据高画质化处理算法的内容决定本数据区域成为怎样的形状。例如,在移动平均滤波等由有限的滤波系数构成的二维卷积运算、中值滤波中,本数据区域多是这样的正方形或长方形。区域514表示在像素512进行通常的高画质化处理所需要的数据区域。

[0094] 区域513与图像数据未取得区域515没有共通部分(即区域513全部属于图像数据取得区域510),因此进行通常的高画质化处理即处理A415或426所需要的数据全部聚齐。因此,像素511能够进行通常的高画质化处理即处理A415或426。

[0095] 另一方面,区域514的一部分与图像数据未取得区域515重叠,进行通常的高画质化处理即处理A415或426所需要的数据的一部分未取得,因此进行暂定的高画质化处理即处理B416或427。

[0096] 如果这样针对图像数据取得区域510的各像素,调查为了进行通常的高画质化处

理即处理A415或426所需要的数据区域(图5A的区域513或514)是否与图像数据未取得区域515具有共通部分,则可知是否能够进行通常的高画质化处理即处理A415或426。

[0097] 特别是在为了进行通常的高画质化处理即处理A415或426所需要的数据区域(相当于图5A的区域513或514)的形状和大小与像素不相关的情况(使用固定的滤波器尺寸的卷积运算、中值滤波相当于该情况)下,通过对与数据未取得区域515的距离设定阈值,能够高速地确认是否能够进行通常的高画质化处理。

[0098] 在图5A中,边界线516表示能够进行通常的高画质化处理即处理A415或426的区域517与无法进行通常的高画质化处理的区域518的边界。能够根据与图像数据未取得区域515内的位置 (x_s, y_s) 的 L^∞ 距离(即 $\max(|x - x_s|, |y - y_s|)$)的最小值来计算图像数据取得区域510内的位置 (x, y) 与图像数据未取得区域515之间的距离D。

[0099] 在图5B所示的图像502中,区域523和524分别表示为了在像素521和522进行通常的高画质化处理即处理A415或426所需要的数据区域。与图5A所示的图像501的情况不同,区域523和524的形状不是正方形和长方形,但根据高画质化处理的方法(即使为卷积计算、中值滤波),有可能成为这样的形状。另外,在像素521、522,滤波器的形状也可以不同。

[0100] 在该例子中,在像素521,区域523与图像数据未取得区域525不具有共通部分(即区域523全部属于图像数据取得区域520),因此能够使用区域523的信息进行通常的高画质化处理即处理A415或426。另一方面,关于像素522,区域524的一部分与图像数据未取得区域525重叠,无法使用区域524的信息进行通常的高画质化处理即处理A415或426,因此进行暂定的高画质化处理。526表示能够进行通常的高画质化处理的区域527和无法进行通常的高画质化处理的区域528的边界。

[0101] 如此在数据区域的形状如523、524那样不是正方形和长方形的情况或根据像素形状不同的情况下,能够进行通常的高画质化处理的区域527与无法进行通常的高画质化处理的区域528之间的边界526的形状比图5A所示的情况下的边界516复杂。

[0102] 可以将高画质化处理分为噪声去除处理、清晰化处理等几个处理。也可以针对各处理,分割为能够进行通常的高画质化处理即处理A415或426的区域以及不能进行这样的通常的高画质化处理即处理A415或426的区域,根据其结果决定各处理的方法(图像处理算法)、处理参数。

[0103] 图6A表示根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法,表示与图4不同的例子。图像601表示对某个时刻t的拍摄图像进行区域分割后的结果。区域615是图像数据未取得区域,根据与图像数据未取得区域615的距离来分割包含区域611、612、613、614的图像数据取得区域610。

[0104] 图6A的情况的高画质化处理的由图像处理的算法a(例如噪声去除处理)和图像处理的算法b(例如清晰化处理)构成,能够针对各图像处理算法求出能够进行通常的处理的区域和进行暂定的处理的区域。

[0105] 区域611是对于算法a和算法b,都可作为通常的处理来进行处理A621的区域,区域612是仅算法b进行作为通常处理的处理,算法a进行暂定的处理即处理B的区域,区域613是针对算法a和算法b都无法进行通常的处理而都进行暂定的处理B'的区域,区域614是针对算法a和算法b即使都进行暂定的处理也不会得到良好的结果,产生伪图案等的可能性高的区域。

[0106] 在高画质化处理中,针对区域611的各像素,作为处理A621,如图6B所示针对算法a和算法b都执行通常的处理。另外,针对区域621的各像素,作为处理B622,对算法a进行暂定的处理,对算法b进行通常的处理。针对区域613的各像素,作为处理B',对算法a和算法b都进行暂定的处理。并且,对于区域614的各像素,不执行高画质化处理,另外也不进行显示。即,与数据未取得区域615同样地进行处理。

[0107] 关于区域612,因为无法针对算法a进行通常的处理,所以如果从作为整个高画质化处理是否能够进行通常的处理的观点出发,对图像数据取得区域610进行分割,则将区域612分割到执行暂定处理的区域一侧。但是,在高画质化处理的多个处理(在图6A的例子中,为算法a和算法b)构成的情况下,如本实施例那样对每个处理分割为能够进行通常处理的区域和无法进行通常处理的区域,由此在针对区域612进行算法b时能够执行通常的处理。即,针对各图像处理方法(图像处理的算法)能够将进行暂定处理的区域抑制得小,能够得到可视性更高的图像。

[0108] 图7表示根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法的处理流程的一个例子。图7所示的例子对应于图1的步骤S103~S105的处理。

[0109] 在图7中,作为与图1的步骤S102对应的处理,在步骤S711中将操作者设定的处理参数从输入输出部221输入到高画质化部225,在步骤S712中输入从控制部222的射束偏向器209的控制信息取得的带电粒子束203在试样206表面的扫描位置信息,在步骤S713中使用输入的处理参数的信息和扫描位置信息,计算针对与数据未取得区域的距离的阈值(数据未取得区域附近阈值)。根据该计算出的阈值,能够判定图像数据取得区域内的着眼像素是否为数据未取得区域的附近。可以如图6A所说明的那样,针对每个算法求出该数据未取得区域附近阈值。

[0110] 接着,作为与图1的S103对应的处理,在步骤S714中将通过带电粒子图像取得装置201拍摄试样206而得到的拍摄图像701输入到高画质化部225,在步骤S715中,使用在步骤S713中计算出的数据未取得区域附近阈值,进行在步骤S714中输入的拍摄图像701的区域分割。

[0111] 接着,作为与图1的S104对应的处理,在步骤S716中,针对分割后的拍摄图像701的各区域,与处理A、处理B对应地决定图像处理方法和处理参数,在步骤S717中分割为每个区域,并生成图像704,该图像704被赋予了与各区域的图像处理方法和处理参数有关的信息。

[0112] 接着,作为与图1的S105对应的处理,在步骤S718中,使用在步骤S717中生成的图像704被赋予的每个区域的图像处理方法和处理参数的信息进行高画质化处理,在步骤S719得到高画质化结果,并将其在输入输出部221的画面上进行显示。每隔某个时间间隔(例如 t 、 $t+\Delta t$ 、 $t+2\Delta t$ 、……)进行处理。时间间隔也可以不是等间隔。

[0113] 在S716的决定图像处理方法和处理参数的步骤中,预先决定分别为图6B所示的通常的高画质化处理和暂定的高画质化处理时的图像处理方法和处理参数,在S717的赋予分割后的各区域的图像处理方法和处理参数的步骤中,与区域分割的结果对应地决定图像处理方法和处理参数。例如,使用在S711输入的处理参数,首先决定通常的高画质化处理即处理A415、426、621等的图像处理方法和处理参数。

[0114] 接着,决定暂定的高画质化处理即处理B416、427、622等的图像处理方法和处理参

数。使暂定的高画质化处理即处理B416、427、622等的图像处理方法为即使没有取得全部的数据也能够应用的方法。例如,针对位于数据未取得区域414、425、615的像素,改变滤波处理方法使其成为滤波的应用对象以外。

[0115] 关于暂定的高画质化处理即处理B416、427、622等的处理参数,例如为不产生伪图案那样的弱的值。作为更具体的例子,作为在S711中输入的处理参数在输入了平滑化处理的滤波器尺寸为15那样的值的情况下,在通常的高画质化处理即处理A415、426、621等中,以滤波器尺寸为15来执行平滑化处理,但在暂定的高画质化处理即处理B416、427、622等中,将滤波器尺寸设为比15小的值例如设为3。在该情况下,平滑化的程度变小,但输出接近拍摄图像的图像,因此大多难以成为不自然的结果。

[0116] 另外,在步骤S717中与区域分割的结果对应地赋予了图像处理方法和处理参数的图像704分支,一方前进到步骤S718执行高画质化处理,另一方在步骤S720中使图像704延迟。接着,将在步骤S720中延迟后的图像704发送到步骤S715和S716。

[0117] 在步骤S715和S716中,首先不使用在步骤S720中延迟后的图像704的信息而进行区域分割(S715),决定图像处理方法/处理参数(S716),接着将它们的结果与延迟后的图像704的信息进行比较,由此抽出进行与上次的处理相同的处理的区域。可以将该抽出的区域看作为使用图4说明的不需要处理区域。将该不需要处理区域的信息赋予给图像704来发送到步骤S718,由此,当在步骤S718中进行高画质化处理时,能够针对不需要处理区域跳过高画质化处理。由此,能够将针对图像704执行高画质化处理的区域抑制为最小限度,能够缩短处理时间迅速地显示处理的结果。

[0118] (实施例2)

[0119] 接着,使用图8A~12说明第二实施方式的在某时刻变更了处理参数时的高画质化处理的方法。

[0120] 图8A~图8D是表示在某时刻变更了处理参数的时怎样进行高画质化处理的一个实施例图。图像801是时刻t的拍摄图像和区域分割结果。在时刻t设处理参数为P(处理参数通常由多个构成,但将它们统一称为P)。在该情况下,对数据取得区域811进行处理X:813,求出包含高画质化处理8021的高画质化结果的图像802。

[0121] 812是数据未取得区域,图像802的区域8121是与数据未取得区域812对应的未处理的区域。在图8A中没有记载,但实际上如图4A所说明的那样,将数据取得区域811分割为多个区域而对每个区域进行高画质化处理。考虑在紧接着时刻t后将处理参数从P变更为Q的情况(使处理参数P和Q是不同的值)。

[0122] 图8B的图像803是时刻 $t + \Delta t$ 的拍摄图像和区域分割结果。时刻 $t + \Delta t$ 的处理参数是Q。如果可能,希望能够对全部的数据取得区域显示参数Q的高画质化处理的结果,但是来不及进行处理而难以实现的情况很多。因此,在来得及处理的范围内,对尽量广的区域进行处理参数Q的高画质化处理,并显示其结果。这时,用户大多着眼于扫描位置的附近,因此优先显示针对扫描位置附近的高画质化结果。因此,在图像803中,针对接近扫描位置的区域822,通过处理Y:824来进行处理参数Q的高画质化处理。

[0123] 另一方面,区域821与在时刻t进行了通常的高画质化处理还是进行了暂定的高画质化处理无关,不进行处理。即,在时刻t的时间点进行了处理参数P的暂定的高画质化处理,即使预定在此后的时刻进行通常的处理,由于在时刻 $t + \Delta t$ 的时间点处理参数从P变更

为Q,因此并不进行目前的按照预定的处理,即不进行处理参数P的通常的高画质化处理。结果,作为高画质化结果的图像804,得到包含由执行了处理X:813的区域构成的高画质化区域8041、由执行了处理Y:824的区域构成的高画质化区域8042的图像。图像804中的区域8231是与数据未取得区域823对应的未处理的区域。

[0124] 图8C的图像805是时刻进一步前进在时刻 $t+2\Delta t$ 的拍摄图像和区域分割结果。假设处理参数仍为Q。这时,针对还没有求出处理参数Q的高画质化结果的区域即区域832和区域834,通过处理Y:836进行处理参数Q的高画质化处理。另一方面,使区域831那样的与数据未取得区域835的距离长的区域仍为不需要处理区域,不进行处理。区域833是已经求出了处理参数Q的高画质化结果的区域,但是对于该区域833,也作为不需要处理区域而不进行处理。

[0125] 在表示高画质化结果的图像806中,在区域832、833、834的各区域中,作为处理参数Q的高画质化结果,得到区域8062的图像。另一方面,区域8061是与已经进行了高画质化处理的不需要处理区域831对应的区域。图像806中的区域8351是与数据未取得区域835对应的未处理的区域。

[0126] 当比较执行了高画质化处理后的图像804与806时,关于得到了处理参数Q的高画质化结果的区域,图像806更广。以下,在时刻 $t+3\Delta t$ 、 $t+4\Delta t$ 等也重复进行同样的处理,由此在经过了足够的时间后,能够针对全部的数据取得区域显示处理参数B的高画质化结果。

[0127] 图8D的图像807与图8C的图像805同样地是时刻 $t+2\Delta t$ 的拍摄图像和区域分割结果,但表示在紧接着时刻 $t+\Delta t$ 后将处理参数进一步从Q变更为R的情况(使处理参数P、Q、R全部是不同的值)。在该情况下,与处理参数变更为Q时的处理同样地进行处理,从而优先从扫描位置附近对尽量广的区域显示处理参数R的高画质化结果。

[0128] 具体地说,针对与数据未取得区域844的距离不满某阈值的区域843,通过处理Z:845进行处理参数R的高画质化处理,得到包含高画质化处理区域8032的高画质化结果的图像808。区域8081和8082分别与区域841和842对应已经执行了高画质化处理,都是不需要处理区域。在区域841和842中,分别得到了处理参数P和Q的高画质化结果。图像808中的区域8441是与数据未取得区域844对应的未处理的区域。

[0129] 在时刻 $t+\Delta t$ 的时间点,虽然是正在进行处理参数Q的高画质化处理的过程中,但中断该处理而优先进行处理参数R的处理。然后,在处理参数仍为R而不变更的情况下,如果经过足够时间则推进处理从而能够针对全部的数据取得区域显示处理参数R的高画质化结果。例如在紧接着时刻 $t+2\Delta t$ 后将处理参数变更为P的情况下,能够利用图8A所示的处理参数P的高画质化结果的图像802。存储过去求出的高画质化结果,也能够根据需要显示对应的处理参数的结果。

[0130] 图9A和图9B表示在某时刻将处理参数进行了变更的情况下怎样进行高画质化处理,表示与图8不同的一个实施例。在图9A和图9B中没有记载,但实际上如使用图4A和图4B说明的那样,将数据取得区域分割为多个区域,对每个区域进行高画质化处理。

[0131] 图9A的图像901和图像902分别与图8A的图像801和图像802相同。但是,设为由用户指定了着眼点914来作为图像901上的着眼点。图像901的区域911是取得了图像数据的区域,区域912是未取得图像数据的区域。在此,针对在区域911中取得的图像数据,通过处理X:913使用处理参数P进行高画质化处理,得到包含高画质化处理区域9021的图像902。图像

902中的区域9121是与图像901中的数据未取得区域912对应的未处理的区域。

[0132] 在此,与图8B的情况同样地,考虑在紧接着取得了图像801的时刻 t 之后(时刻 $t + \Delta t$ 前的时刻),将处理参数从 P 变更为 Q (设处理参数 P 和 Q 是不同的值)的情况。

[0133] 图9B的图像903是时刻 $t + \Delta t$ 的拍摄图像和区域分割结果。与图8B的图像803的情况不同,将图9A的取得了图像数据的区域911如图9B那样分割为着眼点914附近的区域922和除此以外的区域921,针对区域922通过处理 $Y:924$ 进行处理参数 Q 的高画质化处理,区域921不进行处理。区域923是图像数据未取得区域。结果,在高画质化结果的图像904中,得到显示使用处理参数 Y 进行了处理后的高画质化结果的区域925、显示对在时刻 t 取得的图像901的区域911使用处理参数 P 进行了处理后的高画质化结果的区域926、以及直接显示拍摄图像的区域927。

[0134] 在这样指定了着眼点914的情况下,优先从其附近开始执行高画质化处理,由此能够迅速地显示针对着眼点914的处理结果。由此,用户能够尽早地发现在着眼点914的画质变高那样的处理参数 Q 。

[0135] 在没有指定着眼点的情况下,将扫描位置看作为着眼点,由此能够进行与使用图8A~图8D说明的处理相同的处理。也可以在指定了着眼点的情况下使用 $L\infty$ 距离,在没有指定的情况下将 y 坐标的差作为距离等,改变距离的定义(实际上,在图8A~图8D中,将 y 坐标的差作为距离,在图9A和图9B中使用了 $L\infty$ 距离)。另外,着眼点可以是具有某种面积的区域,点或区域可以是多个。也可以如图9B所示的区域927那样,在一部分区域中直接显示拍摄图像。在变更了处理参数后变更了着眼点的情况下,优先对变更后的着眼点的附近进行处理。

[0136] 图10是对根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的的方法的处理流程进行图示的一个实施例图。对于与在图7中说明的处理流程相同的处理、图像等赋予相同的编号。与图7中说明的处理流程的大的差异在于,具有用于保存高画质化处理结果的数据库1001。在本数据库1001中存储了不同的处理参数的高画质化结果,如果在数据库1001中存储有与在步骤S711中指定的处理参数对应的结果,则利用该结果。

[0137] 在进行区域分割的步骤S7151的处理、针对分割后的各区域决定图像处理方法和处理参数的步骤S7161的处理中,调查在数据库1001内是否存在对应的高画质化结果,在存在的情况下,针对在步骤S7171中对分割后的每个区域决定了处理方法和参数的图像1013,在步骤S7181的高画质化处理中使用该结果,在步骤S7191中得到高画质化处理的结果。

[0138] 由此,特别是在频繁地变更处理参数的情况下,能够有效地灵活运用过去执行的高画质化处理的结果。

[0139] 图11A和图11C说明在变更了多个不同种类的处理参数的情况下怎样进行高画质化处理。在图A~图11C中没有记载,但实际上如在图4A和图4B中说明的那样,将数据取得区域分割为多个区域,对每个区域进行高画质化处理。

[0140] 图11A与图8A相同。图像1101的区域1111是取得了图像数据的区域,区域1112是未取得图像数据的区域。在此,针对在区域1111中取得的图像数据,通过处理 $X:1113$ 进行高画质化处理,得到包含执行了高画质化处理后的区域11021的图像1102。但是,作为在高画质化处理中使用的处理参数,设定为参数 α_1, β_1 。以下,排列参数 α, β 的值 α_k, β_k ,记载为 (α_k, β_k)

那样。

[0141] 考虑在紧接着取得了图像1101的时刻 t 之后(时刻 $t + \Delta t$ 前的时刻)将处理参数从 (α_1, β_1) 变更为 (α_2, β_1) 的情况(设 α_1 和 α_2 是不同的值)。这时,与图8B的情况同样地,针对图11B的图像1103中的区域1122,通过处理Y:1124进行处理参数 (α_2, β_1) 的高画质化处理,得到包含执行了高画质化处理后的区域11041的图像1104。另一方面,区域1121与在取得了图像1101的时刻 t 是进行了通常的高画质化处理还是进行了暂定的高画质化处理无关联,不进行处理,使用对在时刻 t 得到的图像1101执行了高画质化处理后的区域11021的图像。区域1123是未取得图像数据的区域。

[0142] 并且,设为在紧接着取得了图像1103的时刻 $t + \Delta t$ 之后(时刻 $t + 2\Delta t$ 之前的时刻)将处理参数从 (α_2, β_1) 变更为 (α_2, β_2) (设 β_1 和 β_2 是不同的值)。在此,设为与求出将参数 α 变更为 α_2 后的高画质化结果的情况相比,求出将参数 β 变更为 β_2 后的高画质化结果,以相当短的时间完成。作为这样的情况的一个例子,可以列举以下的情况:参数 α 与处理时间长的处理对应,参数 β 与处理时间短的处理对应;值 β_2 表示跳过处理那样的处理,能够容易地输出对应的结果。

[0143] 如果采用使用图8A~图8D说明的方法,则能够求出处理参数 (α_2, β_2) 的高画质化结果,但也能够先显示能够短时间求出的参数 β_2 的高画质化结果。

[0144] 在图11C的图像1105的例子中,将图像数据取得区域分割为区域1131、区域1132、区域1133以及区域1134。区域1135是图像数据未取得区域。区域1131是相当于图11A所示的在时刻 t 取得的图像1101中通过处理X:1113进行了处理参数 (α_1, β_1) 的高画质化处理后的区域1111的区域,通过处理Y:1136执行处理参数 (α_1, β_2) 的高画质化处理从而得到进行了高画质化处理后的区域11061。

[0145] 区域1132是相当于图11B所示的在时刻 $t + \Delta t$ 通过处理Y:1124使用处理参数 (α_2, β_1) 进行了高画质化处理后的区域1122的区域,通过处理Z:1137执行处理参数 (α_2, β_2) 的高画质化处理而得到进行了高画质化处理后的区域11062。

[0146] 区域1133和1134是在时刻 $t + \Delta t$ 和时刻 $t + 2\Delta t$ 之间新取得了数据的区域,针对区域1134通过处理W:1139执行处理参数 (α_2, β_2) 的高画质化处理,得到高画质化处理后的区域11064。另一方面,针对区域1133通过处理V:1138执行处理参数 (α_0, β_2) 的高画质化处理,得到高画质化处理后的区域11063。

[0147] 由此,得到高画质化的图像1106。在此, α_0 例如表示不进行与参数 α 对应的处理等能够高速地进行处理的参数的值。由此,针对全部的数据取得区域,使用参数 β 的值为 β_2 那样的处理参数进行高画质化处理。并且,如果计算机能力有余力,则如区域1134那样针对一部分区域,将参数 α 设为 α_2 来进行高画质化处理。在本实施例中,说明了能够在时刻 $t + \Delta t$ 到时刻 $t + 2\Delta t$ 的期间,针对全部的数据取得区域,使用参数 β 的值为 β_2 那样的处理参数进行高画质化处理的情况,但在计算机能力相对缺乏的情况下,也可以针对某种程度的区域进行值 β_2 的处理,在下一个时刻以后进行剩余的区域的处理。

[0148] 通过这样优先从容易反映的参数开始进行高画质化处理,能够抑制用户的等待时间。

[0149] 图12是对在根据与数据未取得区域的距离将数据取得区域分割为2个以上的区域来进行高画质化处理的方法中,用于实现在图11中说明的处理的的方法的处理流程进行图示

的一实施例图。对于进行与图10中说明的处理流程相同的处理的步骤赋予相同的编号。

[0150] 在图12所示的处理流程中,在数据库1201中存储有不同的处理参数的高画质化结果,如果在数据库1201中存储有与在步骤S711中指定的处理参数对应的结果,则利用该结果。在进行区域分割的步骤S1211中的处理(相当于图10的步骤S7151)、针对分割后的各区域决定图像处理方法和处理参数的步骤S1212(相当于图10的步骤S7161)的处理中,调查在数据库1201内是否存在对应的高画质化结果,在存在的情况下,在步骤S1213中对在图像1220中分割后的每个区域赋予处理方法和决定的参数,进行高画质化处理1230。

[0151] 在图12所示的处理流程中,与在图10中说明的处理流程的大的差异在于,把在图10中说明的步骤S7181中的高画质化处理在图12所示的处理流程中作为高画质化处理1230分为步骤S1214~S1216的多个步骤,该各个步骤对数据库1201进行访问。将步骤S1214、S1215的结果、即高画质化处理1230的过程结果存储到数据库1201中。在S1212中变更了处理参数的一部分的情况下,在高画质化处理1230的步骤S1214、S1215中,有时使用在数据库1201中存储的过程结果的信息进行处理即可,在该情况下,能够有效地利用在数据库1201中存储的过程结果。

[0152] 例如,设为在图11A~图11C的说明中,参数 α 和 β 分别是与S1214的高画质化处理1和步骤S1216的高画质化处理3对应的参数。在已经计算出处理参数(α_1, β_1)的高画质化结果,并将该数据登录在数据库1201中的情况下,在将处理参数变更为(α_1, β_2)时,只重新进行步骤S1216的高画质化处理3即可。即,在该情况下,使用在数据库1201中存储的步骤S1215的高画质化处理2的结果,根据参数 β_2 进行步骤S1216即可。

[0153] 在步骤S1211的进行区域分割的处理、步骤S1212的对分割后的各区域决定处理方法和处理参数的处理中,根据赋予的处理参数和数据库1201内的信息,在高画质化处理1230的步骤S1214、S1215中,判断是否能够利用在数据库1201中存储的过程结果。

[0154] 图13表示在图2A的输入输出部221的画面上显示的针对扫描过程中的图像的高画质化处理的GUI画面1300的一个例子。在本实施例图中,由用于进行与处理参数有关的设定的区域1321、用于进行与数据未取得区域或着眼点之间的距离所相关的设定的区域1322、图像显示区域1311构成GUI画面1300(在本说明书中,将与距离有关的设定所需要的项目看作为处理参数的一部分。例如在S711中由操作者设定的处理参数包含与距离有关的设定所需要的项目)。

[0155] 在区域1321中,在各参数的名称1301的旁边有滑块1302、文本框1303,从而能够变更各参数的值。另外,附加了用于使各参数恢复为缺省值的缺省按钮1304。

[0156] 在区域1322中,能够针对以下两种情况进行设定:优先处理在项目1305的栏中显示的扫描位置附近、优先处理着眼点。通过下拉列表1306对位于项目1305旁边的为了决定距离的定义而优先的事项进行设定。另外,可以使用图像显示区域1311如1312、1313那样设定着眼点。例如,能够通过鼠标的左键点击来设定着眼点。例如可以通过鼠标的右键点击来解除着眼点。另外,也可以通过复选框1323切换高画质化处理的开、关。

[0157] 在没有勾选该复选框1323的情况下,在图像显示区域1311中显示拍摄图像来取代高画质化结果。既可以从在区域1321中变更了处理参数的瞬间开始反映到高画质化处理中,也可以在按动了用于执行反映的按钮(在本实施例图中没有记载)时反映处理参数。

[0158] 在图13A所示的例子中,表示了图像显示区域1311中显示了拍摄过程中的图像

的状态。区域1314表示拍摄的区域,区域1315表示未拍摄区域。着眼区域1312的全部区域和着眼区域1313的用实线表示了边界的区域是执行了高画质化处理即处理A:415、426或处理X:813、1113后的区域。另一方面,着眼区域1313下侧的用虚线表示的区域表示由于接近未拍摄区域1315而执行了处理B:416、427、或处理Y:824、1124后的区域。

[0159] 另一方面,在图13B中表示在拍摄到在图13A的图像显示区域1311中显示的图像的時刻之后的时间拍摄到的图像。表示了以下的状态:区域1314扩大而作为未拍摄区域的区域1315缩小,区域1314和1315之间的边界与着眼区域1313之间的距离比图13A的情况扩大。在该状态下,从着眼区域1313下侧的区域到未拍摄区域1315的距离扩大,在图13A中用虚线表示的着眼区域1313下侧的区域执行处理A:415、416或处理X:813、1113。作为其结果,在图13B中用实线显示在图13A中用虚线显示的着眼区域1313下侧的区域。

[0160] 通过这样接近地配置催促处理参数设定的画面1321和1322、图像显示画面1311,能够一边看着高画质化结果一边变更处理参数,能够高效地搜索适合的处理参数。

[0161] 附图标记说明

[0162] 101:反复开始;102:对视野内的部分区域进行扫描的处理;103:将数据取得区域分割为2个以上的区域的处理;104:对每个区域决定处理方法/处理参数的处理;105:对各区域进行高画质化的处理;106:显示高画质化结果的处理;107:反复结束;201:射束照射/检测装置;202:扫描带电粒子枪;203:扫描带电粒子束;204:聚光透镜;205:物镜;206:试样;207:工作台;208:检测器;209:射束偏向器;221:输入输出部;222:控制部;223:处理部;224:存储部;225:高画质化部;226:区域分割部;227:处理方法/处理参数控制部;228:高画质化处理执行部。

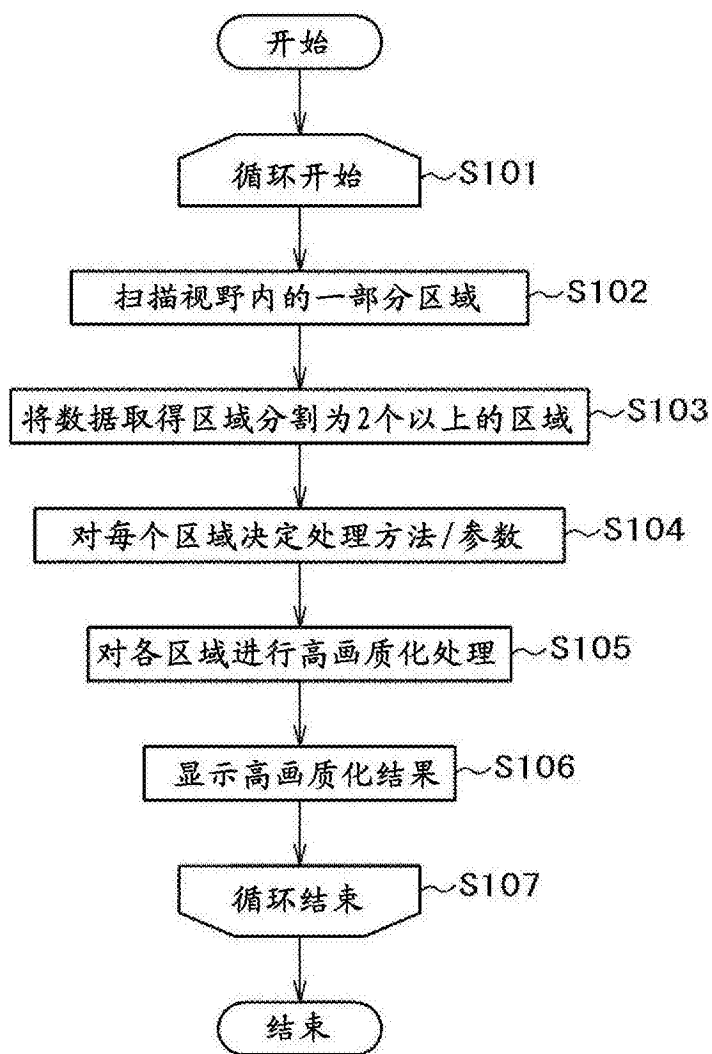


图1

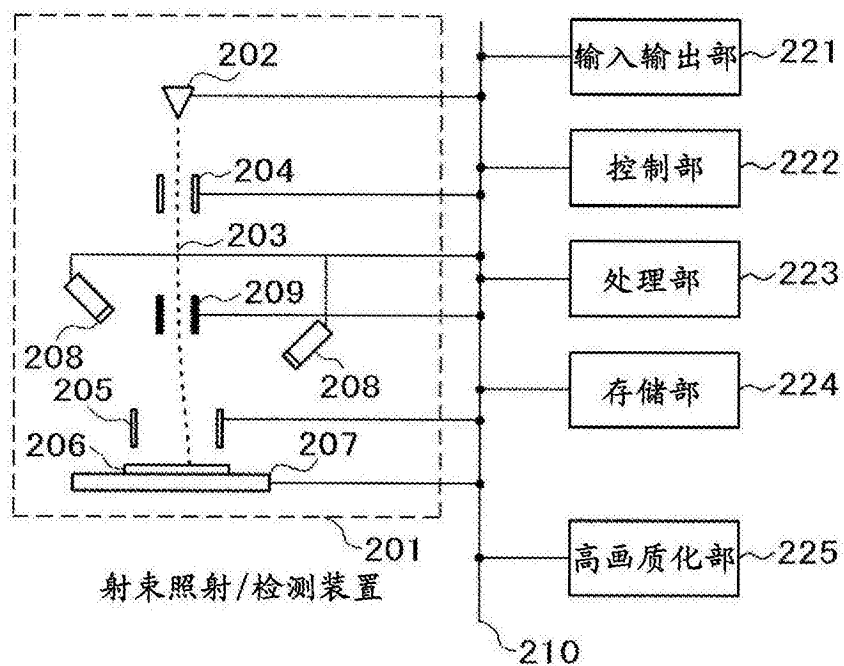


图2A

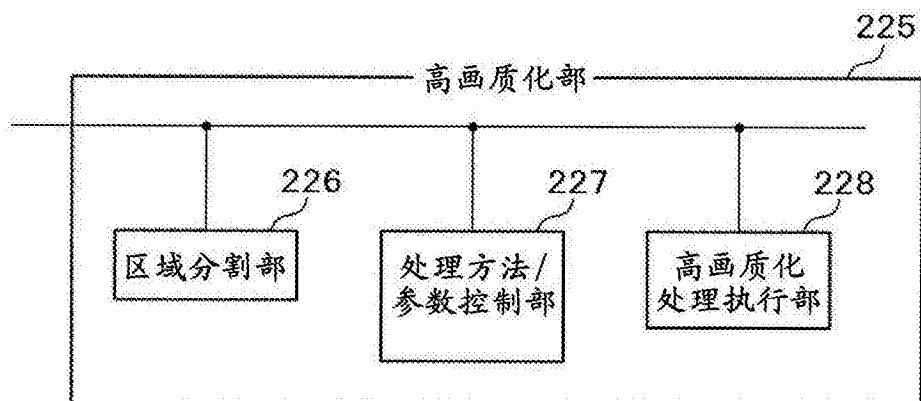


图2B

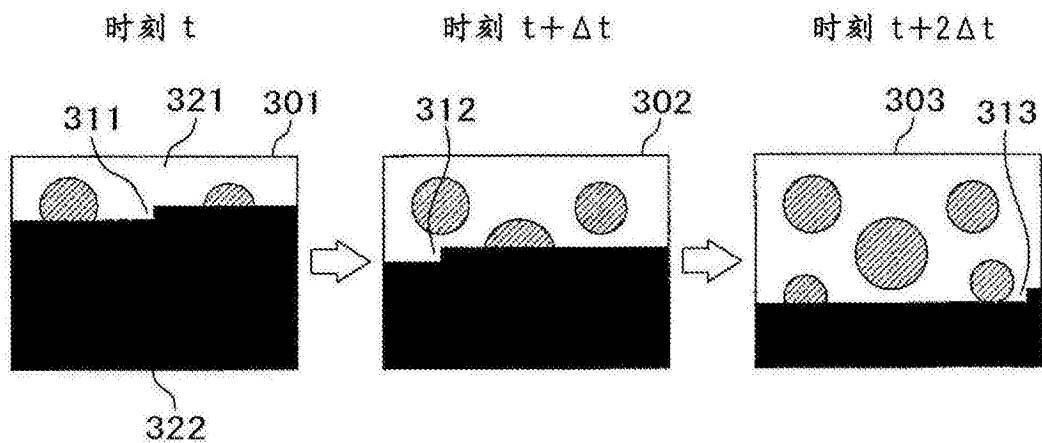


图3

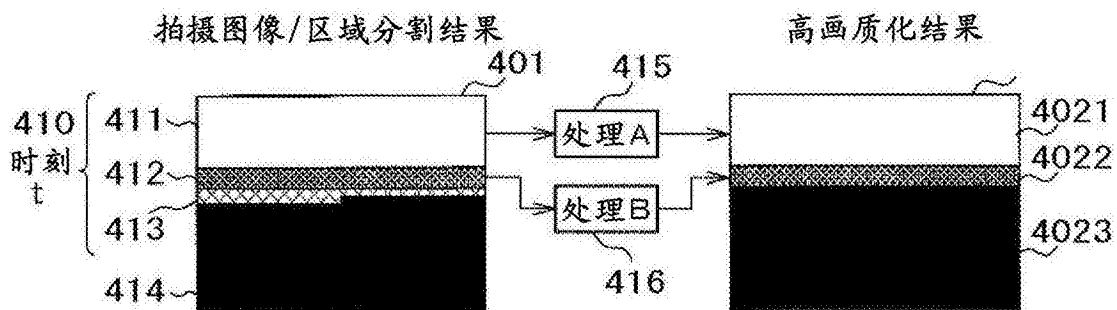


图4A

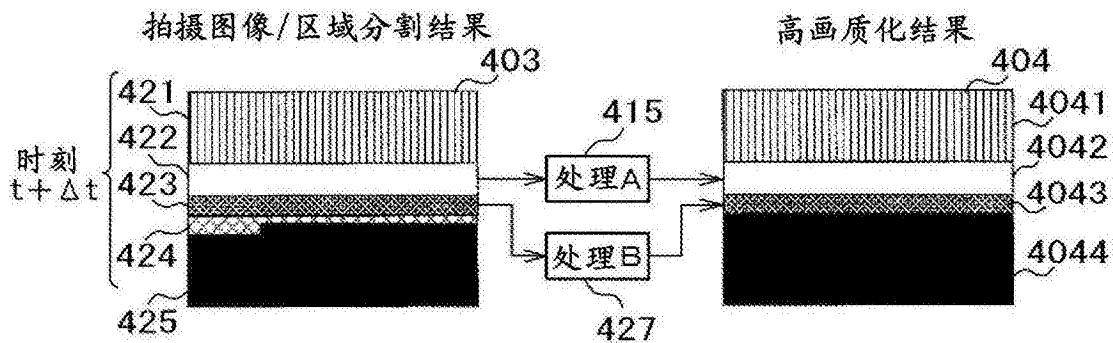


图4B

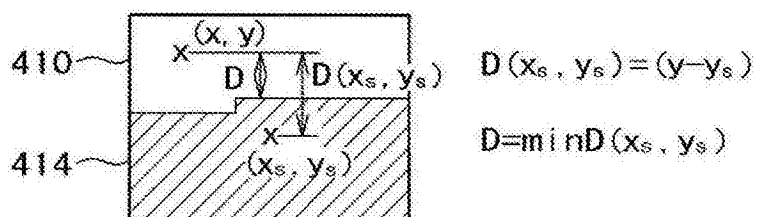


图4C

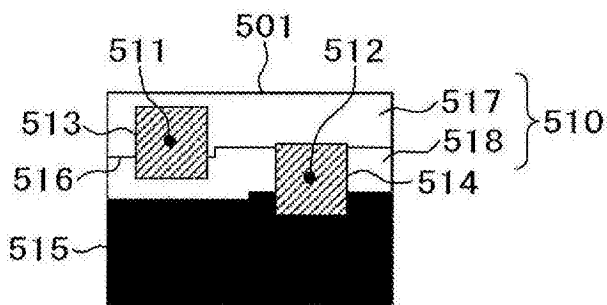


图5A

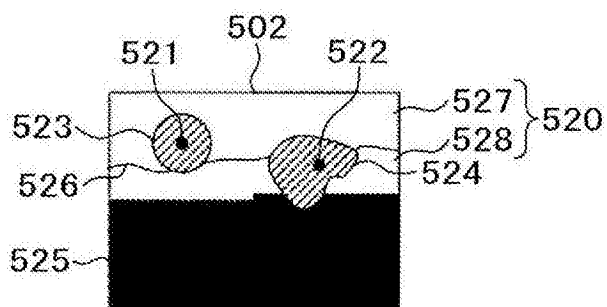


图5B

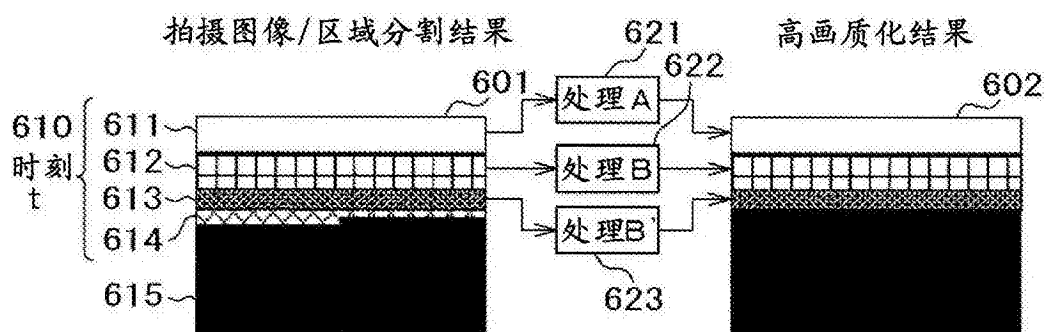


图6A

	处理A	处理B	处理B'
算法a	○	×	×
算法b	○	○	×

○ : 通常的处理

× : 暂定的处理

图6B

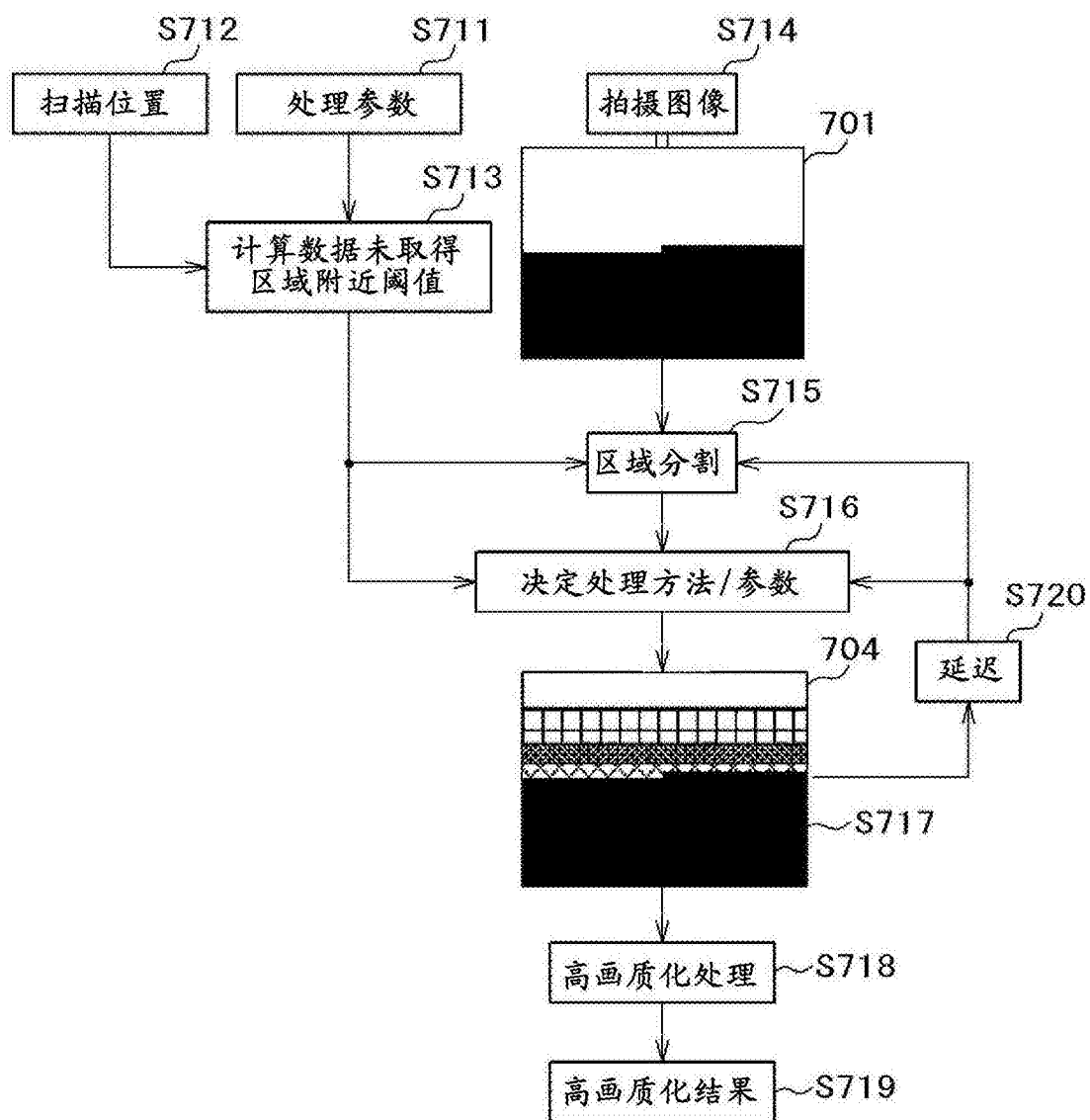


图7

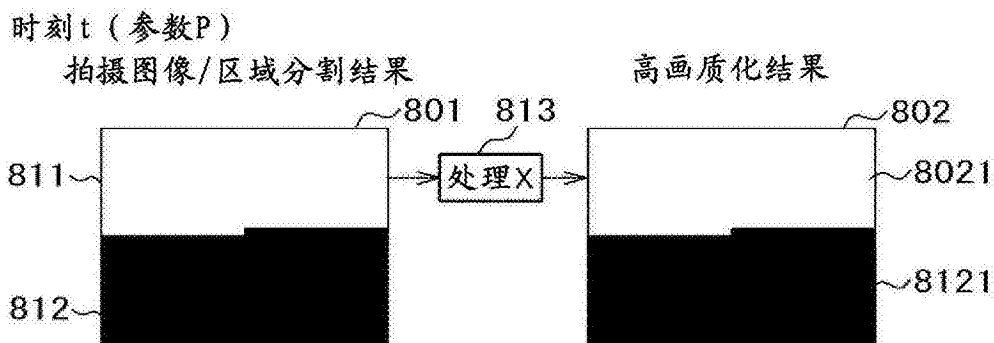


图8A

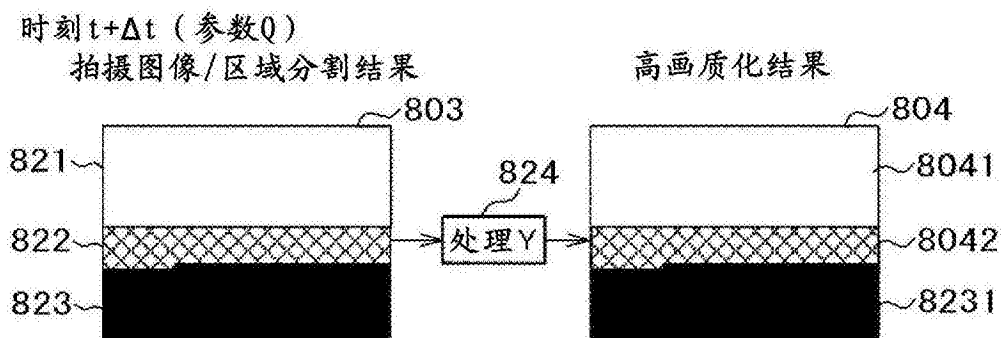


图8B

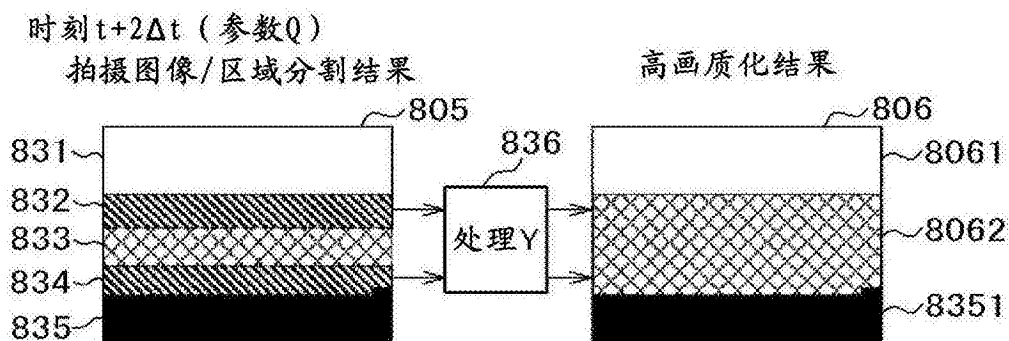


图8C

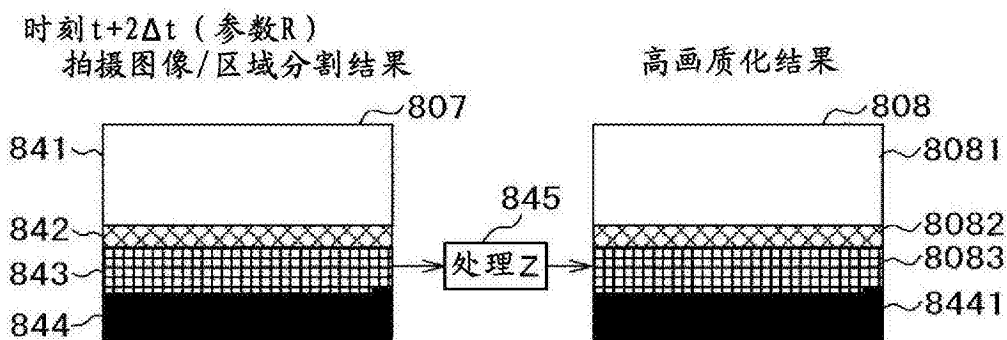


图8D

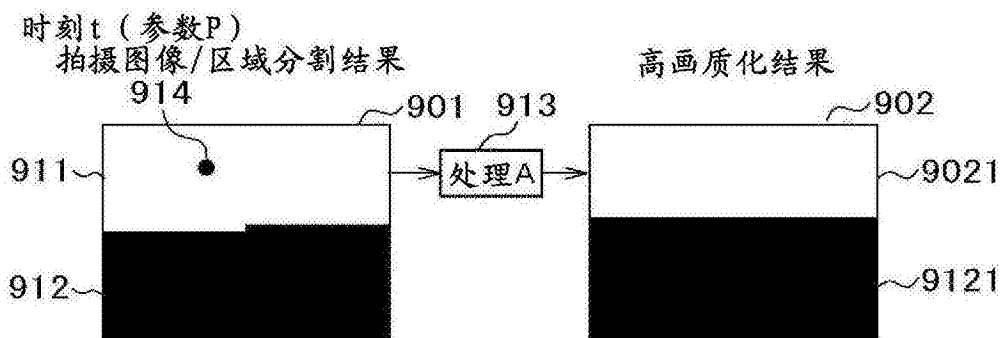


图9A

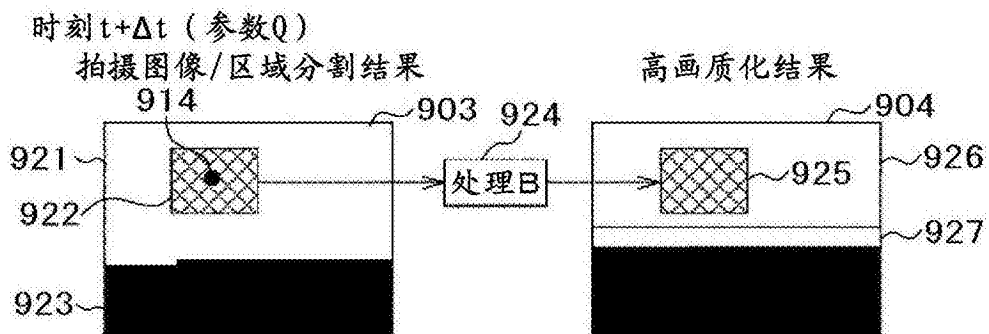


图9B

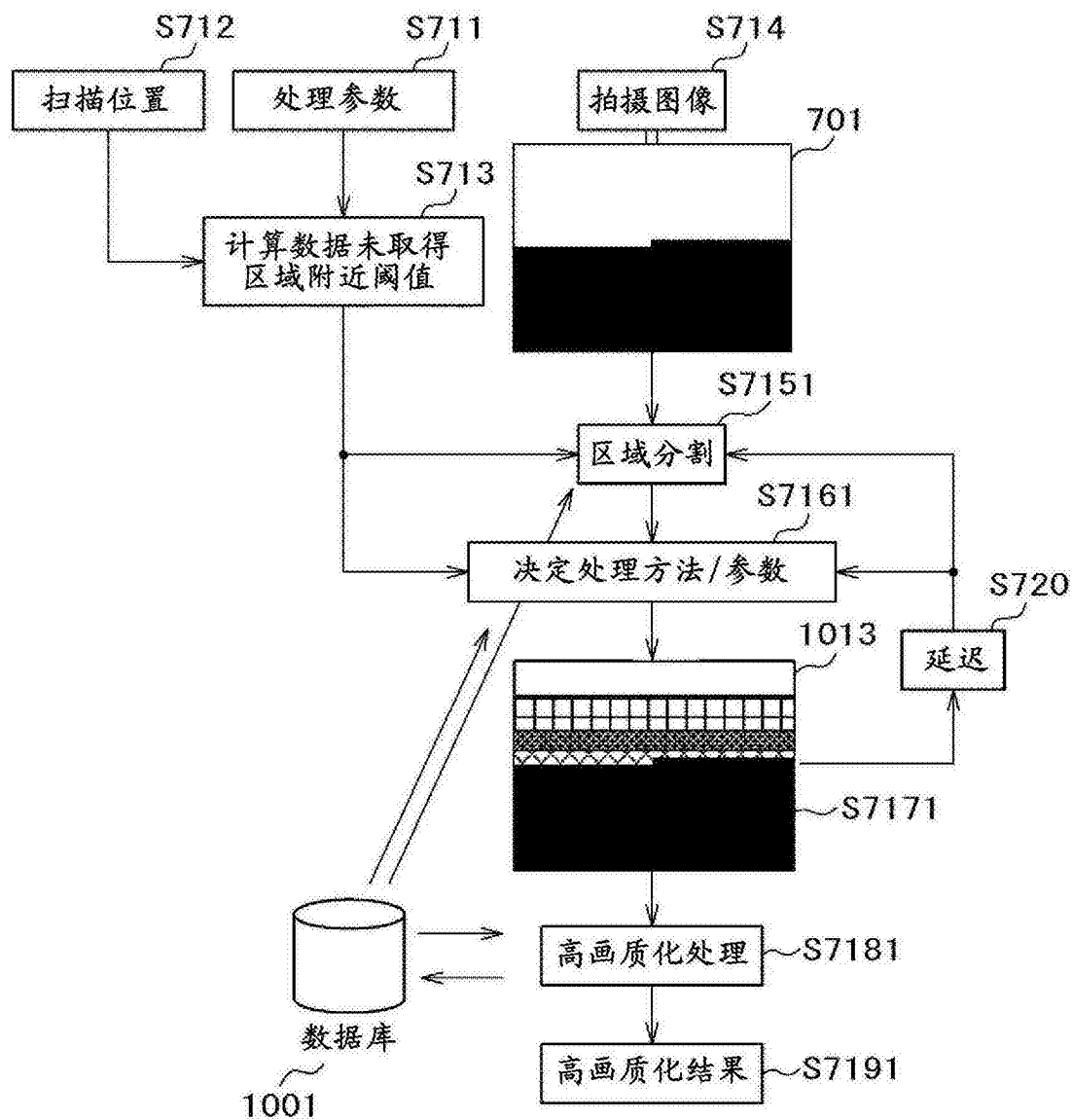


图10

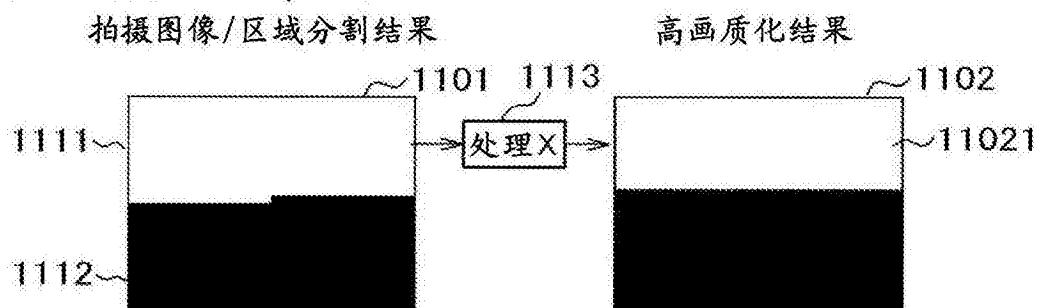
时刻 t (参数 (α_1, β_1))

图11A

时刻 $t+\Delta t$ (参数 (α_2, β_1))

拍摄图像/区域分割结果

高画质化结果

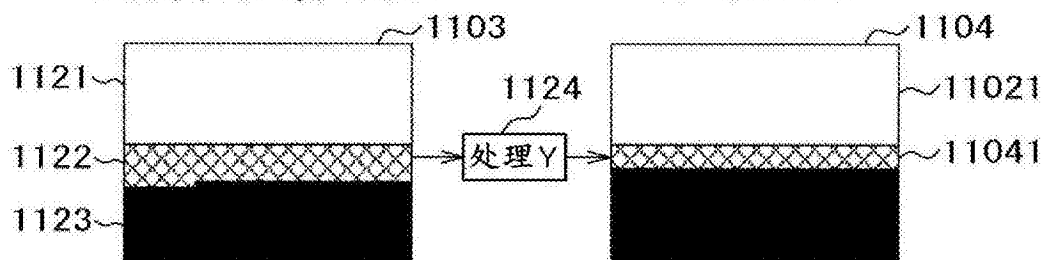


图11B

时刻 $t+2\Delta t$ (参数 (α_2, β_2))

拍摄图像/区域分割结果

高画质化结果

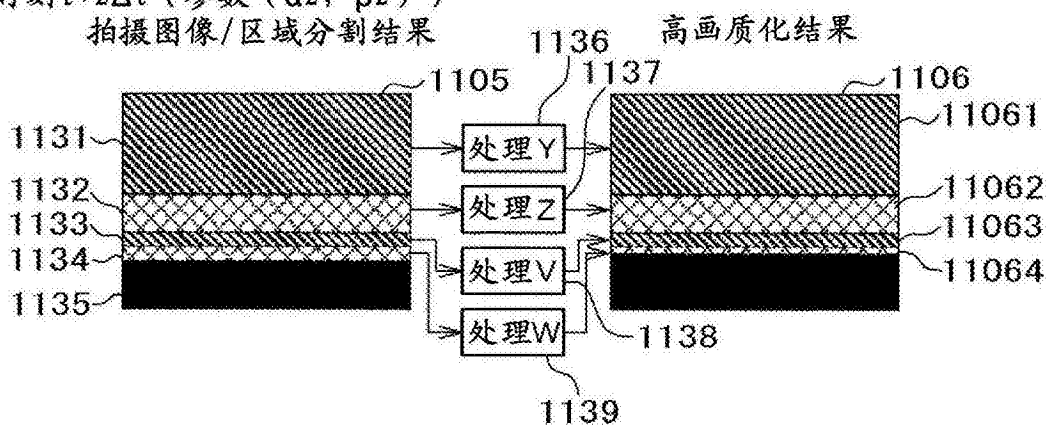


图11C

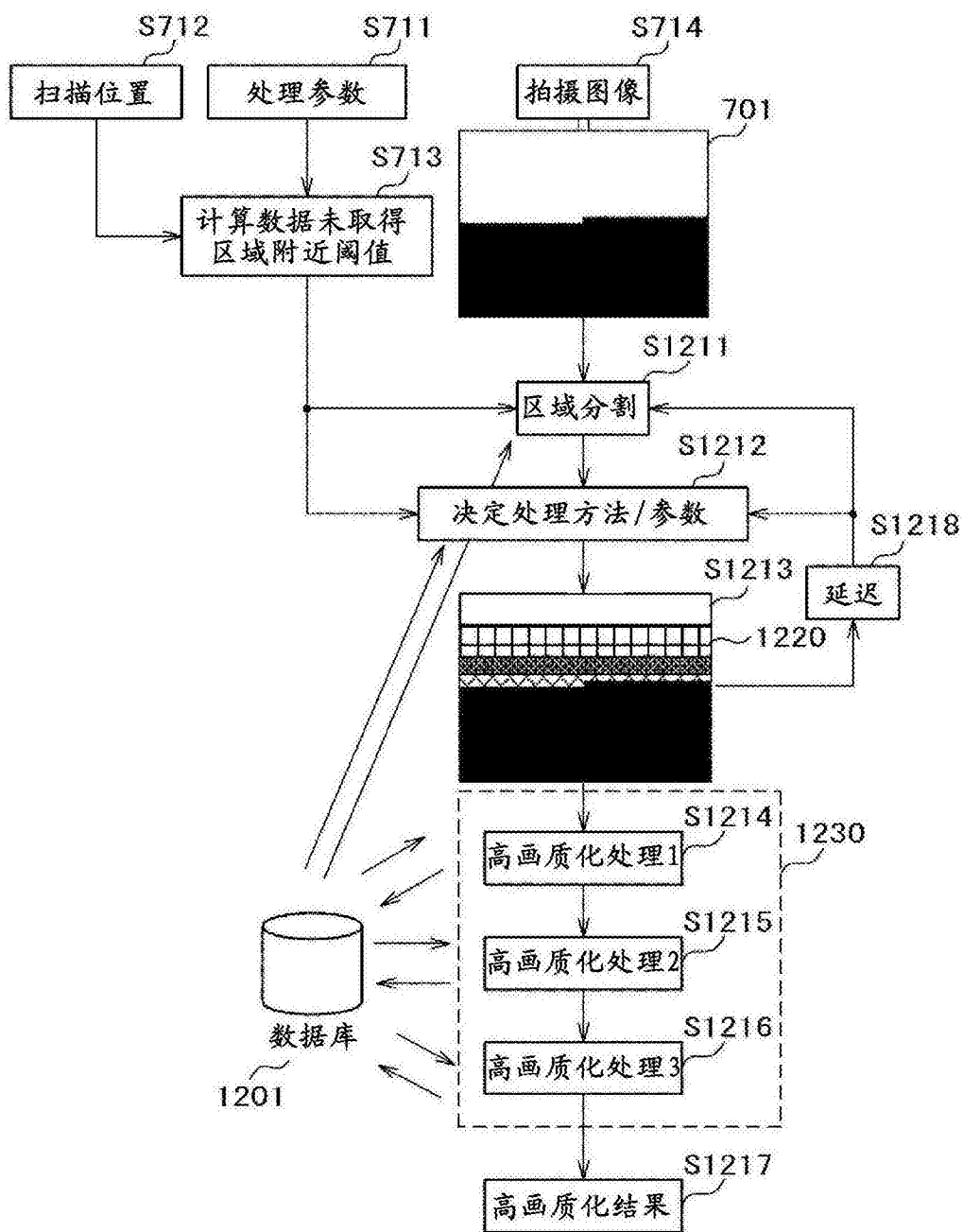


图12

1300

● 处理参数

1321

1301 1302 1303 1304

噪声去除强度: 缺省

清晰度: 缺省

亮度: 缺省

对比度: 缺省

失真修正: 缺省

不均匀抑制: 缺省

1322

● 处理优先级 1305 1306

扫描位置: 使y坐标接近扫描位置的点优先 ▼

着眼点: 使以着眼点为中心的矩形区域优先 ▼

1323

☒ 高画质化处理 开启

1311

1312 着眼点

1313 着眼点

1314

1315

图13A

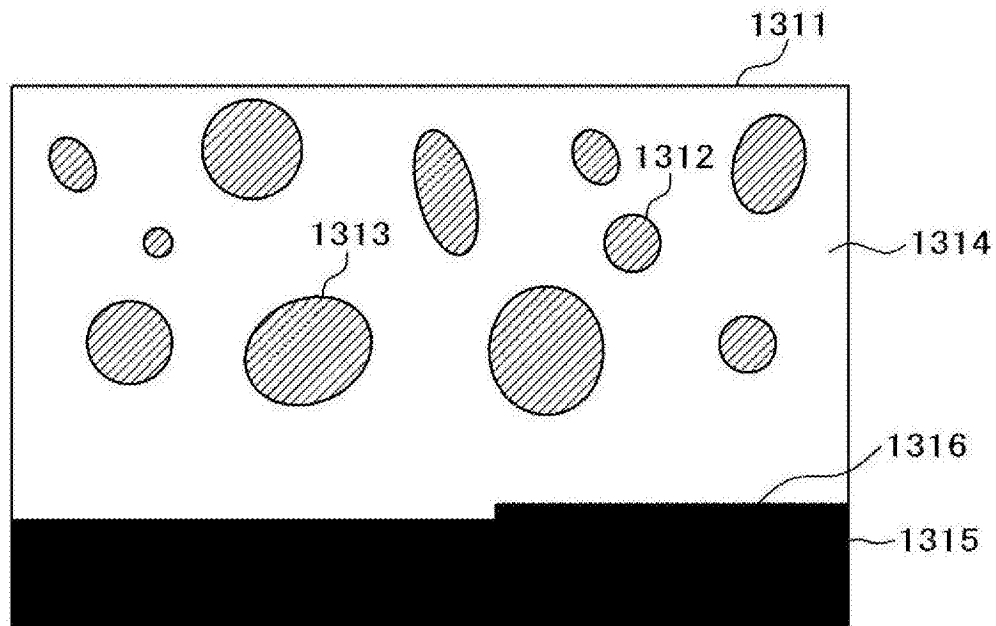


图13B