



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110364405 B

(45) 授权公告日 2021.09.14

(21) 申请号 201910233762.9

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.03.26

H01J 37/147 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01J 37/28 (2006.01)

申请公布号 CN 110364405 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2019.10.22

US 2007284542 A1, 2007.12.13

(30) 优先权数据

JP 2011054426 A, 2011.03.17

2018-058282 2018.03.26 JP

CN 105359250 A, 2016.02.24

(73) 专利权人 株式会社岛津制作所

CN 102160139 A, 2011.08.17

地址 日本京都府

US 2016172150 A1, 2016.06.16

(72) 发明人 石川丈宽

WO 2017018432 A1, 2017.02.02

审查员 梁明明

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

权利要求书3页 说明书12页 附图7页

务所(普通合伙) 11277

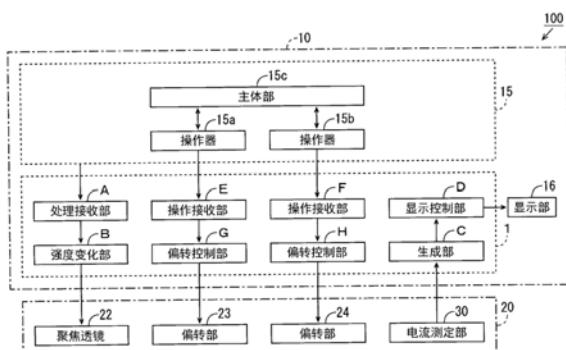
代理人 刘新宇

(54) 发明名称

带电粒子束轴对准装置及方法、带电粒子束
照射装置

(57) 摘要

提供一种带电粒子束轴对准装置及方法、带电粒子束照射装置。利用强度变化部使聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化。利用生成部生成第一强度时的第一孔径像的信息和第二强度时的第二孔径像的信息。在磁场强度的重复变化的期间，基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第一移动指令。由第一偏转控制部基于第一移动指令来控制第一偏转部。在磁场强度的重复变化的期间，基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第二移动指令。由第二偏转控制部基于第二移动指令来控制第二偏转部。



1. 一种带电粒子束轴对准装置, 对用于使带电粒子束通过第一偏转部、聚焦透镜、第二偏转部以及物镜孔径板后向对象面照射的带电粒子束照射装置中的带电粒子束的轴进行调整, 该带电粒子束轴对准装置具备:

强度变化部, 其使所述聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化;

生成部, 其生成与第一孔径像的位置对应的第一信息, 并生成与第二孔径像的位置对应的第二信息, 其中, 该第一孔径像表示磁场强度是所述第一强度时的所述物镜孔径板的开口, 该第二孔径像表示磁场强度是所述第二强度时的所述物镜孔径板的所述开口;

第一移动指令部, 其在磁场强度的重复变化的期间, 基于所述第一信息和所述第二信息来给出所述第一孔径像和所述第二孔径像的第一移动指令;

第一偏转控制部, 其基于所述第一移动指令来控制所述第一偏转部, 以使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动;

第二移动指令部, 其在磁场强度的重复变化的期间, 基于所述第一信息和所述第二信息来给出所述第一孔径像和所述第二孔径像的第二移动指令; 以及

第二偏转控制部, 其基于所述第二移动指令来控制所述第二偏转部, 以使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动。

2. 根据权利要求1所述的带电粒子束轴对准装置, 其特征在于,

还具备显示控制部, 该显示控制部基于所述第一信息使所述第一孔径像作为图像显示于显示部, 并且基于所述第二信息使所述第二孔径像作为图像显示于所述显示部,

所述第一移动指令部从第一操作器接收用于调整利用所述第一偏转部实现的带电粒子束的偏转方向和偏转量的操作, 基于接收到的操作来给出所述第一移动指令,

所述第二移动指令部从第二操作器接收用于调整利用所述第二偏转部实现的带电粒子束的偏转方向和偏转量的操作, 基于接收到的操作来给出所述第二移动指令,

所述生成部随着所述第一孔径像和所述第二孔径像的移动来更新所述第一信息和所述第二信息,

所述显示控制部基于更新后的所述第一信息和所述第二信息来更新在所述显示部中显示的所述第一孔径像和所述第二孔径像的图像。

3. 根据权利要求2所述的带电粒子束轴对准装置, 其特征在于,

所述第一操作器和所述第二操作器中的一方是指示设备的第一按下部, 所述第一操作器和所述第二操作器中的另一方是所述指示设备的第二按下部。

4. 根据权利要求2或3所述的带电粒子束轴对准装置, 其特征在于,

所述强度变化部按通过余像效应来在所述显示部中同时视觉识别出所述第一孔径像和所述第二孔径像的周期, 进行所述第一强度和所述第二强度的重复变化。

5. 根据权利要求1所述的带电粒子束轴对准装置, 其特征在于,

所述第一移动指令部基于所述第一信息和所述第二信息, 来确定用于使所述第一孔径像与所述第二孔径像重叠的、所述第一孔径像和所述第二孔径像的移动方向和移动距离, 基于所确定的移动方向和移动距离来给出所述第一移动指令,

所述第二移动指令部基于所述第一信息和所述第二信息, 来确定用于使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动到预先决定的位置的、所述第一孔径像和所述第二孔径像的移动

方向和移动距离,基于所确定的移动方向和移动距离来给出所述第二移动指令。

6. 根据权利要求5所述的带电粒子束轴对准装置,其特征在于,

所述第一移动指令部确定用于使所述第一孔径像的重心与所述第二孔径像的重心重叠的、所述第一孔径像和所述第二孔径像的移动方向和移动距离,

所述第二移动指令部确定用于使所述第一孔径像和所述第二孔径像的重心移动到所述预先决定的位置的、所述第一孔径像和所述第二孔径像的移动方向和移动距离。

7. 根据权利要求5或6所述的带电粒子束轴对准装置,其特征在于,

所述预先决定的位置是重叠于物镜的光轴的位置。

8. 根据权利要求1~3中的任一项所述的带电粒子束轴对准装置,其特征在于,

所述聚焦透镜包括第一聚光透镜和第二聚光透镜,

所述第一强度被决定为所述第一聚光透镜的规定的磁场强度与所述第二聚光透镜的规定的磁场强度的组合,

所述第二强度被决定为所述第一聚光透镜的其它规定的磁场强度与所述第二聚光透镜的其它规定的磁场强度的组合。

9. 根据权利要求1~3中的任一项所述的带电粒子束轴对准装置,其特征在于,

所述对象面被设置于能够测定带电粒子束的电流的法拉第杯,

所述生成部基于由所述法拉第杯测定出的电流来生成所述第一信息和所述第二信息。

10. 根据权利要求9所述的带电粒子束轴对准装置,其特征在于,

以使由所述法拉第杯测定的带电粒子束的电流最大的方式决定所述第一强度和所述第二强度中的一方。

11. 根据权利要求9所述的带电粒子束轴对准装置,其特征在于,

所述法拉第杯构成为能够在针对电流的多个测定范围内测定带电粒子束的电流,

以使由所述法拉第杯测定的电流包含在同一测定范围内的方式决定所述第一强度和所述第二强度。

12. 一种带电粒子束照射装置,具备:

带电粒子源,其生成带电粒子束;

聚焦透镜,其利用磁场使由所述带电粒子源生成的带电粒子束聚焦;

第一偏转部,其通过使由所述带电粒子源生成的带电粒子束偏转来调整带电粒子束的轴与所述聚焦透镜的光轴之间的位置关系;

物镜孔径板,其对利用所述聚焦透镜聚焦后的带电粒子束的电流进行限制;

第二偏转部,其通过使利用所述聚焦透镜聚焦后的带电粒子束偏转来调整对象面上的带电粒子束的位置关系;以及

带电粒子束轴对准装置,其调整带电粒子束的轴,

其中,带电粒子束轴对准装置具备:

强度变化部,其使所述聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化;

生成部,其生成与第一孔径像的位置对应的第一信息,并生成与第二孔径像的位置对应的第二信息,其中,该第一孔径像表示磁场强度是所述第一强度时的所述物镜孔径板的开口,该第二孔径像表示磁场强度是所述第二强度时的所述物镜孔径板的所述开口;

第一移动指令部,其在利用所述强度变化部实现的所述第一强度和所述第二强度的重复变化的期间,基于所述第一信息和所述第二信息来给出所述第一孔径像和所述第二孔径像的第一移动指令;

第一偏转控制部,其基于所述第一移动指令来控制所述第一偏转部,以使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动;

第二移动指令部,其在利用所述强度变化部实现的所述第一强度和所述第二强度的重复变化的期间,基于所述第一信息和所述第二信息来给出所述第一孔径像和所述第二孔径像的第二移动指令;以及

第二偏转控制部,其基于所述第二移动指令来控制所述第二偏转部,以使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动。

13.一种带电粒子束轴对准方法,对用于使带电粒子束通过第一偏转部、聚焦透镜、第二偏转部以及物镜孔径板后向对象面照射的带电粒子束照射装置中的带电粒子束的轴进行调整,该带电粒子束轴对准方法包括以下步骤:

使所述聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化;

生成与第一孔径像的位置对应的第一信息,并生成与第二孔径像的位置对应的第二信息,其中,该第一孔径像表示磁场强度是所述第一强度时的所述物镜孔径板的开口,该第二孔径像表示磁场强度是所述第二强度时的所述物镜孔径板的所述开口;

在磁场强度的重复变化的期间,基于所述第一信息和所述第二信息来给出所述第一孔径像和所述第二孔径像的第一移动指令;

基于所述第一移动指令来控制所述第一偏转部,以使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动;

在磁场强度的重复变化的期间,基于所述第一信息和所述第二信息来给出所述第一孔径像和所述第二孔径像的第二移动指令;以及

基于所述第二移动指令来控制所述第二偏转部,以使所述第一孔径像和所述第二孔径像移动。

带电粒子束轴对准装置及方法、带电粒子束照射装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种进行带电粒子束的轴对准的带电粒子束轴对准装置、带电粒子束照射装置以及带电粒子束轴对准方法。

背景技术

[0002] 作为以高分辨率对试样进行分析或观察的装置,已知一种带电粒子束照射装置。例如,在日本特开2011-54426号公报中记载了一种电子束照射装置,该电子束照射装置包括电子枪、入口侧束偏转部、由两级的聚光透镜组成的聚焦透镜系统、出口侧束偏转部、物镜孔径板、扫描线圈以及物镜。

[0003] 在电子束照射装置中,从电子枪射出的电子束在由于通过聚焦透镜系统而被聚集之后通过物镜孔径板,由此束径被限制。之后,电子束由于通过扫描线圈而在面内进行扫描,并且由于通过物镜而被缩小为小的直径,来对试样进行照射。从被照射了电子束的试样放出二次电子或特性X射线等,通过检测它们来进行试样的观察或分析。

[0004] 入口侧束偏转部用于进行电子束的轴对准以使电子束通过聚焦透镜系统的各聚光透镜的中心。出口侧束偏转部用于进行电子束的轴对准以使电子束通过物镜的中心。

发明内容

[0005] 在日本特开2011-54426号公报中记载的电子束的轴对准中,当在一方的聚光透镜的焦点被固定的状态下另一方的聚光透镜的焦点处于不同的两个位置时,通过利用出口侧束偏转部使电子束进行扫描来分别形成两个扫描像。在各扫描像中出现表示物镜孔径板的开口的孔径像。两个孔径像的位置的偏移反映两个聚光透镜的中心与电子束的轴的偏移。因此,制作使两个孔径像重叠的图像并在显示部中显示该图像。此外,至少一方的孔径像是利用软件再现的静止图像或表示其位置的标记。

[0006] 使用者在调整了入口侧束偏转部以使另一方的孔径像重叠于一方的孔径像之后,调整出口侧束偏转部以使另一方的孔径像位于图像的中心。在此,根据电子束照射装置的结构,两种调整相互干扰,有时需要反复进行上述的调整。在该情况下,使用者反复进行制作和更新两个孔径像重叠的图像的操作、调整入口侧束偏转部的操作以及调整出口侧束偏转部的操作。因此,电子束的轴对准麻烦,期望开发一种能够容易地进行轴对准的电子束照射装置。

[0007] 本发明的目的在于提供一种能够将带电粒子束的轴容易地对准的带电粒子束轴对准装置、带电粒子束照射装置以及带电粒子束轴对准方法。

[0008] (1) 遵循本发明的一个方面的带电粒子束轴对准装置对用于使带电粒子束通过第一偏转部、聚光透镜、第二偏转部以及物镜孔径板后向对象面照射的带电粒子束照射装置中的带电粒子束的轴进行调整,该带电粒子束轴对准装置具备:强度变化部,其使聚光透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化;生成部,其生成与第一孔径像的位置对应的第一信息,并生成与第二孔径像的位置对应的第二信息,其中,该第一孔径像表

示磁场强度是第一强度时的物镜孔径板的开口,该第二孔径像表示磁场强度是第二强度时的物镜孔径板的开口;第一移动指令部,其在磁场强度的重复变化的期间,基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第一移动指令;第一偏转控制部,其基于第一移动指令来控制第一偏转部,以使第一孔径像和第二孔径像移动;第二移动指令部,其在磁场强度的重复变化的期间,基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第二移动指令;以及第二偏转控制部,其基于第二移动指令来控制第二偏转部,以使第一孔径像和第二孔径像移动。

[0009] 在该带电粒子束轴对准装置中,聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化。生成与表示磁场强度是第一强度时的物镜孔径板的开口的第一孔径像的位置对应的第一信息,并生成与表示磁场强度是第二强度时的物镜孔径板的开口的第二孔径像的位置对应的第二信息。

[0010] 在磁场强度的重复变化的期间,基于第一信息和第二信息来给出第一移动指令。基于第一移动指令来控制第一偏转部,以使第一孔径像和第二孔径像移动。另外,在磁场强度的重复变化的期间,基于第一信息和第二信息来给出第二移动指令。基于第二移动指令来控制第二偏转部,以使第一孔径像和第二孔径像移动。

[0011] 根据上述的结构,磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化,因此使用者不需要每次切换强度来进行用于生成第一信息和第二信息的操作。因此,使用者的操作负担被减轻。其结果,使带电粒子束的轴对准变得容易。

[0012] (2) 也可以是,带电粒子束轴对准装置还具备显示控制部,该显示控制部基于第一信息使第一孔径像作为图像显示于显示部,并且基于第二信息使第二孔径像作为图像显示于显示部,第一移动指令部从第一操作器接收用于调整利用第一偏转部实现的带电粒子束的偏转方向和偏转量的操作,基于接收到的操作来给出第一移动指令,第二移动指令部从第二操作器接收用于调整利用第二偏转部实现的带电粒子束的偏转方向和偏转量的操作,基于接收到的操作来给出第二移动指令,生成部随着第一孔径像和第二孔径像的移动来更新第一信息和第二信息,显示控制部基于更新后的第一信息和第二信息来更新在显示部中显示的第一孔径像和第二孔径像的图像。

[0013] 在该情况下,随着第一偏转部或第二偏转部的调整,显示部中显示的图像中的第一孔径像和第二孔径像移动。因此,使用者能够一边视觉识别图像中的第一孔径像和第二孔径像,一边调整利用第一偏转部和第二偏转部实现的带电粒子束的偏转方向和偏转量。另外,通过分开进行第一操作器的操作和第二操作器的操作,能够容易且迅速地切换第一偏转部的调整和第二偏转部的调整。由此,带电粒子束轴对准装置的操作性提高。其结果,能够将带电粒子束的轴在短时间内容易地对准。

[0014] (3) 也可以是,第一操作器和第二操作器中的一方是指示设备的第一按下部,第一操作器和第二操作器中的另一方是指示设备的第二按下部。

[0015] 在该情况下,使用者通过分开进行指示设备的第一按下部的按下和第二按下部的按下,能够更加容易且迅速地切换第一偏转部的调整和第二偏转部的调整。由此,带电粒子束轴对准装置的操作性进一步提高。其结果,能够将带电粒子束的轴更容易地对准。

[0016] (4) 强度变化部也可以按通过余像效应来在显示部中同时视觉识别出第一孔径像和第二孔径像的周期,进行第一强度和第二强度的重复变化。在该情况下,使用者能够同时

视觉识别图像中的第一孔径像和第二孔径像,来容易地掌握第一孔径像和第二孔径像的位置关系。由此,能够将带电粒子束的轴更容易地对准。

[0017] (5) 也可以是,第一移动指令部基于第一信息和第二信息,来确定用于使第一孔径像与第二孔径像重叠的、第一孔径像和第二孔径像的移动方向和移动距离,基于所确定的移动方向和移动距离来给出第一移动指令,第二移动指令部基于第一信息和第二信息,来确定用于使第一孔径像和第二孔径像移动到预先决定的位置的、第一孔径像和第二孔径像的移动方向和移动距离,基于所确定的移动方向和移动距离来给出第二移动指令。

[0018] 在该情况下,自动地调整第一偏转部和第二偏转部,使得第一孔径像和第二孔径像在预先决定的位置处重叠。因此,使用者不需要进行用于调整第一偏转部和第二偏转部的操作。由此,能够将带电粒子束的轴更加容易地对准。

[0019] (6) 也可以是,第一移动指令部确定用于使第一孔径像的重心与第二孔径像的重心重叠的、第一孔径像和第二孔径像的移动方向和移动距离,第二移动指令部确定用于使第一孔径像和第二孔径像的重心移动到预先决定的位置的、第一孔径像和第二孔径像的移动方向和移动距离。根据该结构,与使第一孔径像和第二孔径像的中心在预先决定的位置处重叠的情况相比,能够将带电粒子束的轴更准确地对准。

[0020] (7) 预先决定的位置也可以是重叠于物镜的光轴的位置。在该情况下,通过使第一孔径像和第二孔径像在预先决定的位置处重叠,能够将带电粒子束的轴对准物镜的光轴。

[0021] (8) 也可以是,聚焦透镜包括第一聚光透镜和第二聚光透镜,第一强度被决定为第一聚光透镜的规定的磁场强度与第二聚光透镜的规定的磁场强度的组合,第二强度被决定为第一聚光透镜的其它规定的磁场强度与第二聚光透镜的其它规定的磁场强度的组合。

[0022] 在该情况下,能够使带电粒子束的电流在大的范围内变化。另外,在使第一聚光透镜的磁场强度与第二聚光透镜的磁场强度连动地变化的状态下进行带电粒子束的轴对准。因此,即使在轴对准之后在使第一聚光透镜的磁场强度与第二聚光透镜的磁场强度连动地变化的状态下使用带电粒子束照射装置的情况下,也能够对试样的期望的部分准确地照射带电粒子束。

[0023] (9) 也可以是,对象面被设置于能够测定带电粒子束的电流的法拉第杯,生成部基于由法拉第杯测定出的电流来生成第一信息和第二信息。

[0024] 在该情况下,不向试样照射带电粒子束就能够进行带电粒子束的轴对准。由此,能够防止由于带电粒子束而损伤试样。

[0025] (10) 也可以是,以使由法拉第杯测定的带电粒子束的电流最大的方式决定第一强度和第二强度中的一方。根据该结构,在带电粒子束的电流最大的状态下进行带电粒子束的轴对准。因此,即使在轴对准后在带电粒子束的电流最大的状态下使用带电粒子束照射装置的情况下,也能够对试样的期望的部分准确地照射带电粒子束。

[0026] (11) 也可以是,法拉第杯构成为能够在针对电流的多个测定范围内测定带电粒子束的电流,以使由法拉第杯测定的电流包含在同一测定范围内的方式决定第一强度和第二强度。根据该结构,即使在使磁场强度变化的情况下,也能够防止在第一信息和第二信息中产生发白和泛黑。由此,能够将第一孔径像和第二孔径像准确地对准。

[0027] (12) 遵循本发明的另一方面的带电粒子束照射装置具备:带电粒子源,其生成带电粒子束;聚焦透镜,其利用磁场使由带电粒子源生成的带电粒子束聚焦;第一偏转部,其

通过使由带电粒子源生成的带电粒子束偏转来调整带电粒子束的轴与聚焦透镜的光轴之间的位置关系；物镜孔径板，其对利用聚焦透镜聚焦后的带电粒子束的电流进行限制；第二偏转部，其通过使利用聚焦透镜聚焦后的带电粒子束偏转来调整对象面上的带电粒子束的位置关系；以及带电粒子束轴对准装置，其调整带电粒子束的轴，其中，带电粒子束轴对准装置具备：强度变化部，其使聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化；生成部，其生成与第一孔径像的位置对应的第一信息，并生成与第二孔径像的位置对应的第二信息，其中，该第一孔径像表示磁场强度是第一强度时的物镜孔径板的开口，该第二孔径像表示磁场强度是第二强度时的物镜孔径板的开口；第一移动指令部，其在利用强度变化部实现的第一强度和第二强度的重复变化的期间，基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第一移动指令；第一偏转控制部，其基于第一移动指令来控制第一偏转部，以使第一孔径像和第二孔径像移动；第二移动指令部，其在利用强度变化部实现的第一强度和第二强度的重复变化的期间，基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第二移动指令；以及第二偏转控制部，其基于第二移动指令来控制第二偏转部，以使第一孔径像和第二孔径像移动。

[0028] 在该带电粒子束照射装置中，通过聚焦透镜的磁场使由带电粒子源生成的带电粒子束聚焦并照射到对象面。利用第一偏转部使由带电粒子源生成的带电粒子束偏转，由此调整带电粒子束的轴与聚焦透镜的光轴之间的位置关系。利用物镜孔径板对利用聚焦透镜聚焦后的带电粒子束的电流进行限制。通过利用第二偏转部使利用聚焦透镜聚焦后的带电粒子束偏转来调整对象面上的带电粒子束的位置关系。带电粒子束的轴由带电粒子束轴对准装置进行调整。

[0029] 在带电粒子束轴对准装置中，磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化，因此使用者不需要每次切换强度来进行用于生成第一信息和第二信息的操作。因此，使用者的操作负担减轻。其结果，使带电粒子束的轴对准变得容易。

[0030] (13) 遵循本发明的又一方面的带电粒子束轴对准方法对用于使带电粒子束通过第一偏转部、聚焦透镜、第二偏转部以及物镜孔径板后向对象面照射的带电粒子束照射装置中的带电粒子束的轴进行调整，该带电粒子束轴对准方法包括以下步骤：使聚焦透镜的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化；生成与第一孔径像的位置对应的第一信息，并生成与第二孔径像的位置对应的第二信息，其中，该第一孔径像表示磁场强度是第一强度时的物镜孔径板的开口，该第二孔径像表示磁场强度是第二强度时的物镜孔径板的开口；在磁场强度的重复变化的期间，基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第一移动指令；基于第一移动指令来控制第一偏转部，以使第一孔径像和第二孔径像移动；在磁场强度的重复变化的期间，基于第一信息和第二信息来给出第一孔径像和第二孔径像的第二移动指令；以及基于第二移动指令来控制第二偏转部，以使第一孔径像和第二孔径像移动。

[0031] 根据该带电粒子束轴对准方法，磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化，因此使用者不需要每次切换强度来进行用于生成第一信息和第二信息的操作。因此，使用者的操作负担减轻。其结果，使带电粒子束的轴对准变得容易。

附图说明

- [0032] 图1是表示第一实施方式所涉及的带电粒子束照射装置的结构的图。
- [0033] 图2是表示图1的照射部的概要结构的图。
- [0034] 图3是表示带电粒子束照射装置所具备的轴对准装置的结构的图。
- [0035] 图4是表示通过轴对准程序进行的轴对准处理的算法的流程图。
- [0036] 图5的(a)～(c)是表示轴对准处理中的图像的变化的一例的图。
- [0037] 图6是表示第二实施方式所涉及的带电粒子束照射装置所具备的轴对准装置的结构的图。
- [0038] 图7是表示第二实施方式中的通过轴对准程序进行的轴对准处理的算法的流程图。

具体实施方式

[0039] [1]第一实施方式

[0040] 以下,参照附图来详细地说明本发明的第一实施方式所涉及的带电粒子束轴对准装置(以下,简称为轴对准装置。)、具备该带电粒子束轴对准装置的带电粒子束照射装置以及带电粒子束轴对准方法。在本实施方式中,带电粒子束照射装置是EPMA(电子射线微分析仪)用的电子束照射装置。

[0041] (1)带电粒子束照射装置的结构

[0042] 图1是表示第一实施方式所涉及的带电粒子束照射装置的结构的图。在图1中,主要示出带电粒子束照射装置100的硬件的结构。如图1所示,带电粒子束照射装置100包括处理装置10和照射部20。

[0043] 处理装置10由CPU(中央运算处理单元)11、RAM(随机存取存储器)12、ROM(只读存储器)13、存储装置14、操作部15、显示部16以及输入输出I/F(接口)17构成。CPU 11、RAM 12、ROM 13、存储装置14、操作部15、显示部16以及输入输出I/F 17连接于总线18。

[0044] RAM 12被用作CPU 11的作业区域。在ROM 13中存储系统程序。存储装置14包括硬盘或半导体存储器等存储介质,来存储轴对准程序。CPU 11通过在RAM 12上执行存储装置14中存储的轴对准程序来进行后述的轴对准处理。

[0045] 操作部15是触摸面板、键盘或指示设备,包括操作器15a、15b。作为指示设备,使用鼠标或操纵杆等。在本实施方式中,操作部15是鼠标,还包括主体部15c。在该情况下,鼠标的右按下部和左按下部分别是操作器15a、15b,鼠标主体是主体部15c。使用者能够使用操作部15对后述的轴对准装置进行各种指示。显示部16能够显示基于由轴对准装置生成的图像数据的图像。显示部16是液晶显示装置等显示设备。输入输出I/F 17连接于照射部20。

[0046] 图2是表示图1的照射部20的概要结构的图。如图2所示,照射部20包括带电粒子源21、聚焦透镜22、偏转部23、24、物镜孔径板25、扫描部26、物镜27、试样台28、检测部29以及电流测定部30。另外,照射部20还包括用于对带电粒子源21、聚焦透镜22、偏转部23、24、扫描部26、物镜27、检测部29以及电流测定部30各部件进行驱动的未图示的电源。电源的动作由处理装置10控制。

[0047] 带电粒子源21例如是电子枪,将电子束作为带电粒子束朝向试样台28射出。偏转部23、聚焦透镜22、偏转部24、物镜孔径板25、扫描部26以及物镜27以按该顺序沿电子束的

射出方向排列的方式在将带电粒子源21与试样台28连接的轴Ax上排列。

[0048] 偏转部23例如由校准线圈构成,使电子束在与偏转部23的光轴垂直的平面内偏转。偏转部23也可以由在与轴Ax平行的方向上隔开距离地配置的两个校准线圈构成。调整偏转部23,使得从带电粒子源21射出的电子束通过后述的各聚光透镜22A、22B的中心。

[0049] 聚焦透镜22由彼此的相对的位置关系固定的聚光透镜22A、22B构成。调整各聚光透镜22A、22B以使利用偏转部23偏转后的电子束在物镜孔径板25的前面的焦点处聚焦。

[0050] 偏转部24具有与偏转部23相同的结构,调整偏转部24以使利用聚焦透镜22聚焦后的电子束通过物镜27的中心。另外,在调整偏转部24时,偏转部24能够二维地扫描偏转量。物镜孔径板25使利用偏转部24偏转后的电子束通过,由此限制电子束的电流。

[0051] 扫描部26例如由扫描线圈构成,使通过了物镜孔径板25的电子束在与扫描部26的光轴垂直的平面内二维地扫描。调整物镜27以使利用扫描部26进行了扫描的电子束在规定的位置处聚焦。

[0052] 在试样台28上载置作为分析或观察的对象的试样S。利用扫描部26进行了二维扫描且利用物镜27聚焦后的电子束被照射到试样S的表面的各部。检测部29由反射电子检测器或二次电子检测器构成,检测通过被照射电子束而从试样S的表面的各部反射的电子或从试样S的表面的各部放出的电子(二次电子)。基于由检测部29检测出的电子来利用图1的处理装置10生成试样S的扫描像。

[0053] 电流测定部30包括具有被照射电子束的对象面的法拉第杯,来测定被照射到对象面的各部的电子束的电流。在电流测定部30中设置有针对电流的多个测定范围。能够通过适当地切换测定范围来测定微小的电流至大的电流。

[0054] 在调整偏转部23、24时,利用未图示的致动器将电流测定部30插入到物镜孔径板25与扫描部26之间的轴Ax上(参照图2的粗箭头)。如后述那样,基于由电流测定部30测定出的电流来生成表示图像的图像数据。电流测定部30被配置为图像的中心重叠于物镜27的光轴。

[0055] 在电子束没有通过各聚光透镜22A、22B的中心的情况下聚光透镜22A或聚光透镜22B的焦点变化时,电子束在试样S上的照射位置变化。因此,在带电粒子束照射装置100中设置轴对准装置,该轴对准装置用于基于由电流测定部30测定的电流来调整偏转部23、24,使得电子束通过各聚光透镜22A、22B的中心。

[0056] (2) 轴对准装置

[0057] 图3是表示带电粒子束照射装置100所具备的轴对准装置1的结构的图。如图3所示,轴对准装置1包括处理接收部A、强度变化部B、生成部C、显示控制部D、操作接收部E、F以及偏转控制部G、H。

[0058] 图1的CPU11执行存储装置14中存储的轴对准程序,由此实现图3的轴对准装置1的构成要素(A~H)的功能。图3的轴对准装置1的构成要素(A~H)的一部分或全部也可以通过电子电路等硬件来实现。

[0059] 处理接收部A从使用者接收轴对准处理中的各种指示或指定。例如,处理接收部A从使用者接收聚光透镜22的磁场强度(以下,简称为强度。)的指定。使用者能够通过操作操作部15来指定第一强度和第二强度。在本实施方式中,通过聚光透镜22A的规定的强度与聚光透镜22B的规定的强度的组合来指定聚光透镜22的第一强度。另外,通过聚光透镜22A的

其它强度与聚光透镜22B的其它强度的组合来指定聚焦透镜22的第二强度。

[0060] 在此,大多在电子束的电流最大时最需要轴对准的精度。因此,优选指定第一强度和第二强度中的一方以使由电流测定部30测定的电子束的电流最大。另外,第一强度和第二强度中的另一方优选被指定为在实际观察试样S时设定的强度。由此,能够在实际观察试样S时设定的强度的范围内进行偏转部23、24的调整。在这些情况下,能够向试样S的期望的部分准确地照射电子束。

[0061] 另外,优选指定第一强度和第二强度,使得能够在电流测定部30的同一测定范围内测定电子束的电流。在该情况下,防止在基于由电流测定部30测定出的电流生成的图像数据中产生发白和泛黑。由此,能够将电子束的轴准确地对准。

[0062] 强度变化部B设定由处理接收部A接收到的第一强度和第二强度。另外,强度变化部B对聚焦透镜22的驱动电源进行灯控制,使得聚焦透镜22的强度在所设定的第一强度与第二强度之间交替地重复变化。由此,聚焦透镜22的焦点在对应于第一强度的焦点与对应于第二强度的焦点之间斜坡状地交替变化。

[0063] 向电流测定部30的对象面照射从带电粒子源21射出并依次通过了偏转部23、聚焦透镜22、偏转部24以及物镜孔径板25的电子束。当扫描利用偏转部24实现的偏转量时,电子束的中心越靠近物镜孔径板25的开口则电流越大。生成部C基于一边扫描偏转部24一边由电流测定部30测定出的电流来依次生成图像数据。图像数据包括与第一强度时的物镜孔径板25的开口的位置对应的信息或与第二强度时的物镜孔径板25的开口的位置对应的信息。

[0064] 显示控制部D使显示部16显示基于由生成部C生成的图像数据的图像。在显示部16中显示的图像中交替地反复出现表示第一强度时的物镜孔径板25的开口的孔径像和表示第二强度时的物镜孔径板25的开口的孔径像。在本实施方式中,强度变化部B按短的周期使强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化,因此通过余像效应而在图像中同时视觉识别出两个孔径像。

[0065] 在此,在从带电粒子源21射出的电子束没有通过各聚光透镜22A、22B的中心的情况下,两个孔径像的位置产生偏移。使用者一边确认显示部16中显示的图像的两个孔径像的位置,一边通过操作操作部15来调整偏转部23、24使得两个孔径像的中心重叠。由此,能够将电子束的轴对准,使得电子束通过各聚光透镜22A、22B的中心。

[0066] 操作接收部E从操作部15的操作器15a接收用于调整利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量的操作,将接收到的操作作为孔径像的移动指令给予偏转控制部G。在按下了操作器15a的状态下的主体部15c的移动方向和移动量与利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量分别对应。使用者通过一边按下操作器15a一边使主体部15c向期望的方向移动期望的距离,能够进行用于调整利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量的操作。

[0067] 操作接收部F从操作部15的操作器15b接收用于调整利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量的操作,将所接收到的操作作为孔径像的移动指令给予偏转控制部H。在按下了操作器15b的状态下的主体部15c的移动方向和移动量与利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量分别对应。使用者通过一边按下操作器15b一边使主体部15c向期望的方向移动期望的距离,能够进行用于调整利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量的操作。

[0068] 偏转控制部G基于由操作接收部E接收到的操作来确定利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量,对偏转部23的驱动电源进行控制,使得电子束向所确定的偏转方向偏转所确定的偏转量。偏转控制部H基于由操作接收部F接收到的操作来确定利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量,对偏转部24的驱动电源进行控制,使得电子束向所确定的偏转方向偏转所确定的偏转量。

[0069] (3) 轴对准处理

[0070] 图4是表示通过轴对准程序进行的轴对准处理的算法的流程图。图5的(a)～(c)是表示轴对准处理中的图像的变化的一例的图。在轴对准处理时,利用未图示的致动器将电流测定部30插入到轴Ax上。此外,假定在执行轴对准处理之前,从带电粒子源21射出的电子束没有通过聚光透镜22A、22B的中心中的至少一方。

[0071] 首先,处理接收部A判定是否接收到第一强度和第二强度来作为聚焦透镜22的强度(步骤S1)。在未接收到第一强度和第二强度的情况下,处理接收部A待机,直到接收到第一强度和第二强度为止。在接收到第一强度和第二强度的情况下,强度变化部B设定第一强度和第二强度(步骤S2)。强度变化部B使聚焦透镜22的强度在步骤S2中设定的第一强度与第二强度之间交替地重复变化(步骤S3)。

[0072] 生成部C基于由电流测定部30测定出的对象面的各部的电流来生成图像数据(步骤S4)。此外,在生成图像数据时,利用偏转部24使电子束在与偏转部24的光轴垂直的平面内二维地扫描。显示控制部D使显示部16显示基于在步骤S4中生成的图像数据的图像(步骤S5)。

[0073] 在该情况下,如图5的(a)所示,在显示部16中显示的图像中出现与第一强度及第二强度分别对应的孔径像G1、G2。由于电子束没有通过聚光透镜22A、22B的中心中的至少一方,因此孔径像G1、G2的位置互不相同。另外,由于第一强度时的焦点与第二强度时的焦点不同,因此孔径像G1、G2的直径互不相同。

[0074] 接着,操作接收部E判定使用了操作器15a的使用者的操作是否作为第一操作被接收到(步骤S6)。在接收到第一操作的情况下,偏转控制部G基于接收到的第一操作来确定利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量(步骤S7)。之后,偏转控制部G控制偏转部23使得电子束向在步骤S7中确定的偏转方向偏转所确定的偏转量(步骤S8),返回到步骤S4。

[0075] 在该情况下,通过再次执行步骤S4、S5来更新所生成的图像数据,并且更新在显示部16中显示的图像。在图像中,由于电流测定部30的对象面上的电子束的照射位置移动而孔径像G1、G2的位置移动。使用者一边视觉识别孔径像G1、G2的位置,一边使用操作器15a进行第一操作,使得如在图5的(b)中用粗箭头所示那样孔径像G1、G2的中心重叠。

[0076] 在步骤S6中未接收到第一操作的情况下,操作接收部F判定使用了操作器15b的使用者的操作是否作为第二操作被接收到(步骤S9)。在接收到第二操作的情况下,偏转控制部H基于所接收到的第二操作来确定利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量(步骤S10)。之后,偏转控制部H控制偏转部24使得电子束向在步骤S10中确定的偏转方向偏转所确定的偏转量(步骤S11),返回到步骤S4。

[0077] 在该情况下,通过再次执行步骤S4、S5来更新在显示部16中显示的图像。在图像中,电流测定部30的对象面上的电子束的照射位置移动,由此孔径像G1、G2的位置移动。使用者一边视觉识别孔径像G1、G2的位置,一边使用操作器15b进行第二操作,使得如在图5的

(c) 中用粗箭头所示那样孔径像G1、G2的中心重叠于图像的中心。

[0078] 在步骤S9中没有接收到第二操作的情况下,处理接收部A判定是否指示了结束轴对准处理(步骤S12)。使用者能够通过操作操作部15来指示结束轴对准处理。在没有指示结束轴对准处理的情况下,处理接收部A返回到步骤S4。另一方面,在指示了结束轴对准处理的情况下,处理接收部A结束轴对准处理。

[0079] 在步骤S9~S11中,孔径像G1、G2优选以重叠的状态向图像的中心移动。然而,在偏转部24靠近偏转部23地配置的情况下,利用偏转部24进行的电子束的偏转大大地干扰步骤S6~S8中的偏转部23的调整。在该情况下,即使在步骤S9~S11中利用偏转部24进行电子束的偏转,孔径像G1、G2也不会以重叠的状态移动。因此,如图5的(c)所示,孔径像G1、G2的位置再次发生偏移。

[0080] 因此,反复进行上述的步骤S4~S11,使得孔径像G1、G2的中心在图像的中心处重叠。使用者能够进行第一操作和第二操作,直到孔径像G1、G2的中心在图像的中心处重叠为止。使用者在孔径像G1、G2中心在图像的中心处重叠之后指示结束轴对准处理。

[0081] (4) 效果

[0082] 在本实施方式所涉及的带电粒子束照射装置100中,利用强度变化部B使聚焦透镜22的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化。利用生成部C生成与第一强度时的孔径像G1的位置对应的信息及与第二强度时的孔径像G2的位置对应的信息。基于这些信息,利用显示控制部D使孔径像G1、G2以图像形式显示在显示部16中。

[0083] 随着孔径像G1、G2的移动来更新信息,基于更新后的信息来更新在显示部16中显示的孔径像G1、G2的图像。在该情况下,显示部16中显示的图像中的孔径像G1、G2追随偏转部23、24的调整而移动。因此,使用者能够一边视觉识别图像中的孔径像G1、G2,一边使用操作器15a、15b调整利用偏转部23、24实现的电子束的偏转方向和偏转量。

[0084] 在磁场强度的重复变化的期间,由操作接收部E接收来自操作器15a的操作,基于接收到的操作来控制偏转部23,以使孔径像G1、G2移动。另外,在磁场强度的重复变化的期间,由操作接收部F接收来自操作器15b的操作,基于接收到的操作来控制偏转部24,以使孔径像G1、G2移动。

[0085] 根据上述的结构,聚焦透镜22的磁场强度在第一强度与第二强度之间交替地重复变化,因此使用者不需要每次切换强度来进行用于生成孔径像G1、G2的信息的操作。因此,使用者的操作负担减轻。另外,通过分开进行操作器15a的操作和操作器15b的操作,能够容易且迅速地切换偏转部23的调整和偏转部24的调整。由此,电子束照射装置100的操作性提高。其结果,能够将电子束的轴在短时间内容易地对准。

[0086] 特别是,在本实施方式中,操作器15a、15b分别是指示设备的右按下部和左按下部。因此,通过分开使用这些按下部,能够更容易且迅速地切换偏转部23的调整和偏转部24的调整。由此,带电粒子束照射装置100的操作性进一步提高。其结果,能够将电子束的轴更容易地对准。

[0087] 另外,在本实施方式中,使用电流测定部30测定电子束的电流。在该情况下,不向试样S照射电子束就能够进行电子束的轴对准。由此,能够防止试样S由于电子束而损伤。另外,与向试样S照射电子束来生成图像数据的情况不同,在使用电流测定部30生成图像数据的情况下,在图像的明亮度上不会产生由试样引起的个体差异。因此,通过一次性地决定明

亮度的条件,只要使用相同的带电粒子源21就能够始终以相同的条件进行轴对准。

[0088] [2]第二实施方式

[0089] (1)轴对准装置

[0090] 对第二实施方式所涉及的带电粒子束照射装置100与第一实施方式所涉及的带电粒子束照射装置100的不同点进行说明。图6是表示第二实施方式所涉及的带电粒子束照射装置100所具备的轴对准装置1的结构的图。如图6所示,轴对准装置1包括图像处理部I、偏转确定部J、K以及判定部L来替代图3的显示控制部D和操作接收部E、F。

[0091] 图1的CPU11执行存储装置14中存储的轴对准程序,由此实现图6的轴对准装置1的构成要素(A~C、G~L)的功能。图6的轴对准装置1的构成要素(A~C、G~L)的一部分或全部也可以通过电子电路等硬件实现。

[0092] 图像处理部I对由生成部C生成的图像数据进行图像处理。偏转确定部J基于由图像处理部I得到的图像处理的结果来确定用于使两个孔径像的重心重叠的利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量。另外,偏转确定部J将所确定的偏转方向和偏转量作为孔径像的移动指令给予偏转控制部G。

[0093] 偏转确定部K基于由图像处理部I得到的图像处理的结果来确定用于将一方的孔径像的重心重叠于图像的中心的利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量。另外,偏转确定部K将所确定的偏转方向和偏转量作为孔径像的移动指令给予偏转控制部H。判定部L基于由图像处理部I得到的图像处理的结果来判定两个孔径像的重心是否在图像的中心处重叠。此外,孔径像的重心是指利用在图像数据中与物镜孔径板25的开口的部分对应的多个图像的值计算出的重心。

[0094] (2)轴对准处理

[0095] 图7是表示第二实施方式的通过轴对准程序进行的轴对准处理的算法的流程图。图7中的轴对准处理除了具有步骤S5a、S6a、S9a来替代步骤S5、S6、S9这点以及不具有步骤S12这点以外,与图4中的轴对准处理相同。

[0096] 在步骤S4之后,图像处理部I对在步骤S4中生成的图像数据进行图像处理(步骤S5a)。判定部L基于步骤S5a中的图像处理的结果来判定孔径像G1、G2的重心是否重叠(步骤S6a)。

[0097] 在孔径像G1、G2的重心没有重叠的情况下,偏转确定部J基于步骤S5a中的图像处理的结果来确定用于使孔径像G1、G2的重心重叠的利用偏转部23实现的电子束的偏转方向和偏转量(步骤S7)。偏转控制部G控制偏转部23使得电子束向在步骤S7中确定的偏转方向偏转所确定的偏转量(步骤S8),返回到步骤S4。在步骤S6a中孔径像G1、G2的重心重叠的情况下,判定部L基于步骤S5a中的图像处理的结果来判定孔径像G1、G2的重心是否位于图像的中心(步骤S9a)。

[0098] 在孔径像G1、G2的重心不位于图像的中心的情况下,偏转确定部K基于步骤S5a中的图像处理的结果来确定用于将孔径像G1、G2的重心重叠于图像的中心的利用偏转部24实现的电子束的偏转方向和偏转量(步骤S10)。偏转控制部H控制偏转部24使得电子束向在步骤S10中确定的偏转方向偏转所确定的偏转量(步骤S11),返回到步骤S4。在步骤S9a中孔径像G1、G2的重心位于图像的中心的情况下,判定部L结束轴对准处理。

[0099] 此外,也可以同时进行孔径像G1、G2的重心是否重叠的判定(步骤S6a)和孔径像

G1、G2的重心是否位于图像的中心的判定(步骤S9a),同时控制偏转部23、24。在该情况下,考虑偏转部23、24的干扰来进行控制,由此一次性的收敛中的调整的精度提高。

[0100] (3) 效果

[0101] 在本实施方式所涉及的带电粒子束照射装置100中,自动地调整偏转部23、24,使得孔径像G1、G2在图像的中心处重叠。因此,使用者不需要进行用于调整偏转部23、24的操作。由此,能够将电子束的轴容易地对准。

[0102] 另外,调整偏转部23以使孔径像G1和孔径像G2的重心而非中心重叠。另外,调整偏转部24以使孔径像G1、G2的重心而非中心重叠于图像的中心。在该情况下,能够将电子束的轴更准确地对准。

[0103] (3) 其它实施方式

[0104] (1) 在上述实施方式中,带电粒子束是电子束,但本发明并不限于此。带电粒子束也可以是离子束等其它带电粒子束。

[0105] (2) 在上述实施方式中,带电粒子束照射装置100包括一个物镜27,但本发明并不限于此。带电粒子束照射装置100也可以包括多级地配置的多个物镜27。在这种带电粒子束照射装置100中也能够应用轴对准处理。

[0106] (3) 在上述实施方式中,轴对准装置1包括电流测定部30,但本发明并不限于此。在基于由检测部29检测到的电子来生成图像数据的情况下,轴对准装置1也可以不包括电流测定部30。在该情况下,试样S的表面为对象面。另外,在生成的图像数据中包含与孔径像的位置对应的信息。

[0107] (4) 在上述实施方式中,操作部15是鼠标,操作器15a、15b分别是鼠标的右按钮和左按钮,但本发明并不限于此。各操作器15a、15b也可以是十字按钮、操作杆或操作旋钮等其它操作器。

[0108] (5) 在上述实施方式中,调整偏转部24以使孔径像G1、G2重叠于图像的中心,但本发明并不限于此。也可以在以使图像的中心以外的部分重叠于物镜27的光轴的方式配置电流测定部30的情况下调整偏转部24,以使孔径像G1、G2重叠于图像的中心以外的该部分。

[0109] (6) 在第一实施方式中,调整偏转部23以使孔径像G1、G2的中心重叠,但本发明并不限于此。也可以在通过图像处理等而在图像中出现孔径像G1、G2的重心的情况下调整偏转部23,以使孔径像G1、G2的重心重叠。

[0110] 同样地,在第一实施方式中,调整偏转部24以使孔径像G1、G2的中心重叠于图像的规定部分,但本发明并不限于此。也可以调整偏转部24以使孔径像G1、G2的重心重叠于图像的规定部分。

[0111] (4) 权利要求的各构成要素与实施方式的各部的对应关系

[0112] 以下,对权利要求的各构成要素与实施方式的各部的对应的例子进行说明,但本发明并不限于下述的例子。作为权利要求的各构成要素,除了使用上述实施方式中记载的构成要素以外,也能够使用具有在权利要求中记载的结构或功能的其它各种构成要素。

[0113] 在上述实施方式中,偏转部23、24分别是第一偏转部和第二偏转部的例子,电流测定部30是对象面的例子,偏转控制部G、H分别是第一偏转控制部和第二偏转控制部的例子。操作器15a、15b分别是第一操作器和第二操作器的例子,聚光透镜22A、22B分别是第一聚光透镜和第二聚光透镜的例子。在第一实施方式中,操作接收部E、F分别是第一移动指令部和

第二移动指令部的例子,在第二实施方式中,偏转确定部J、K分别是第一移动指令部和第二移动指令部的例子。

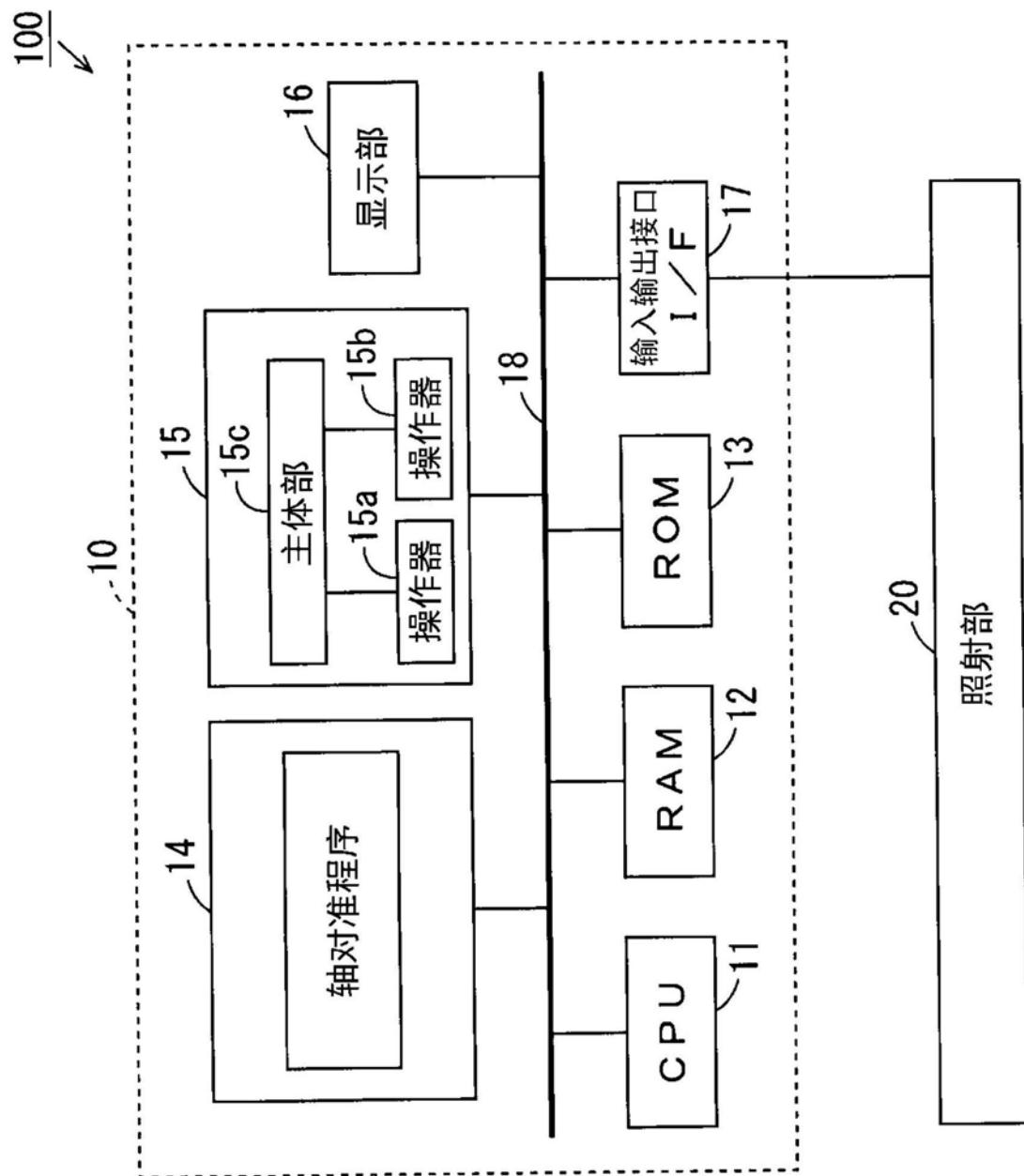


图1

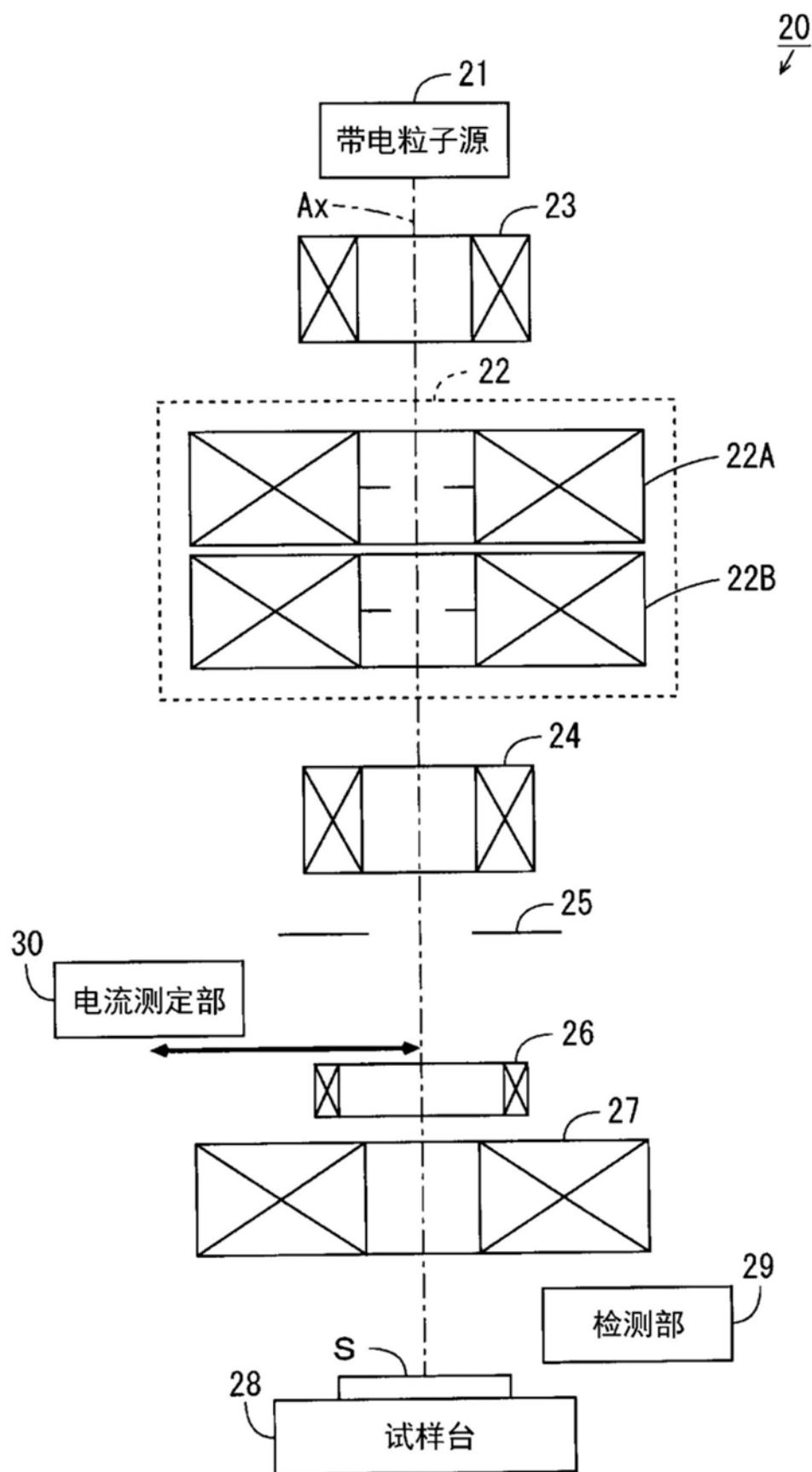


图2

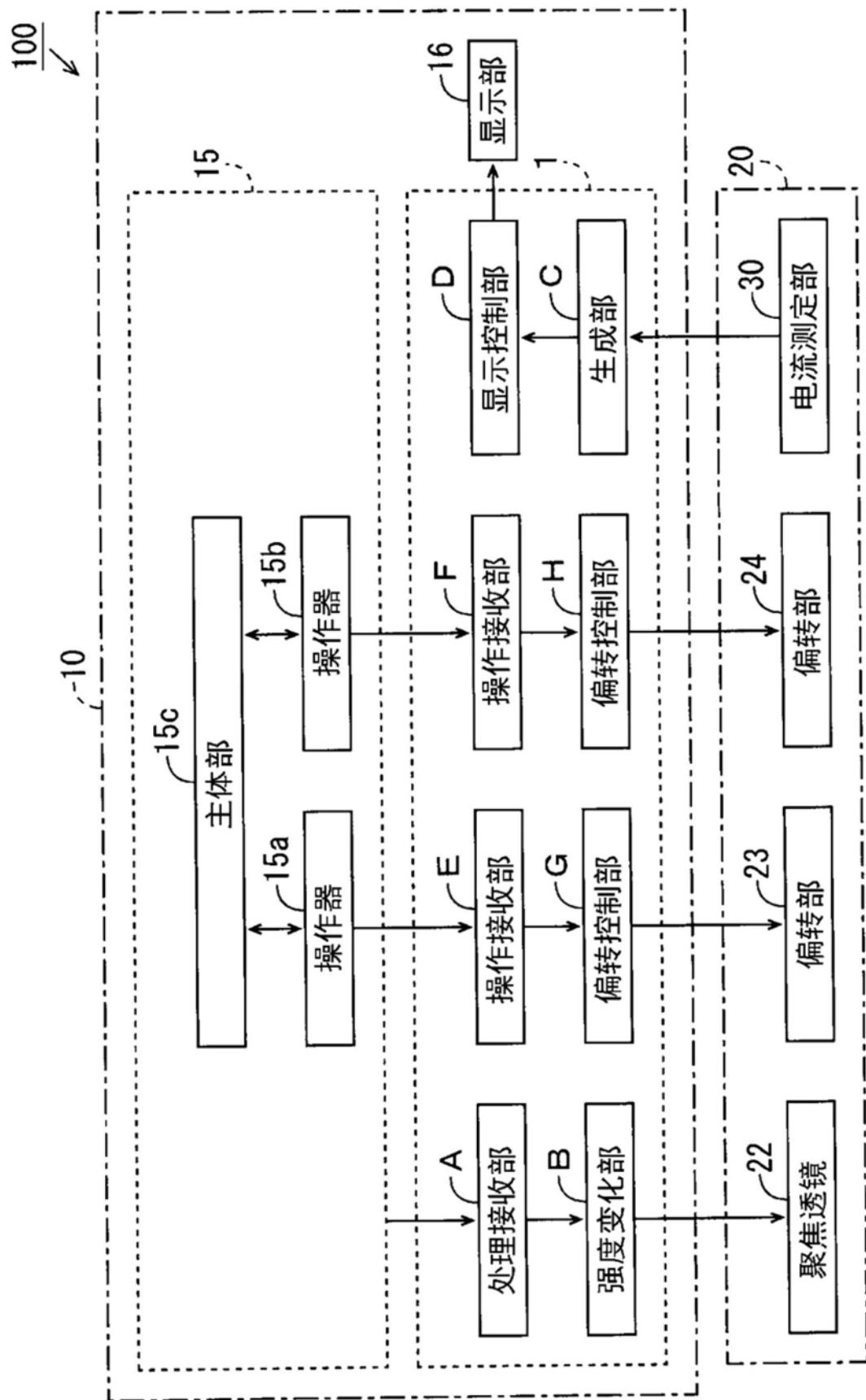


图3

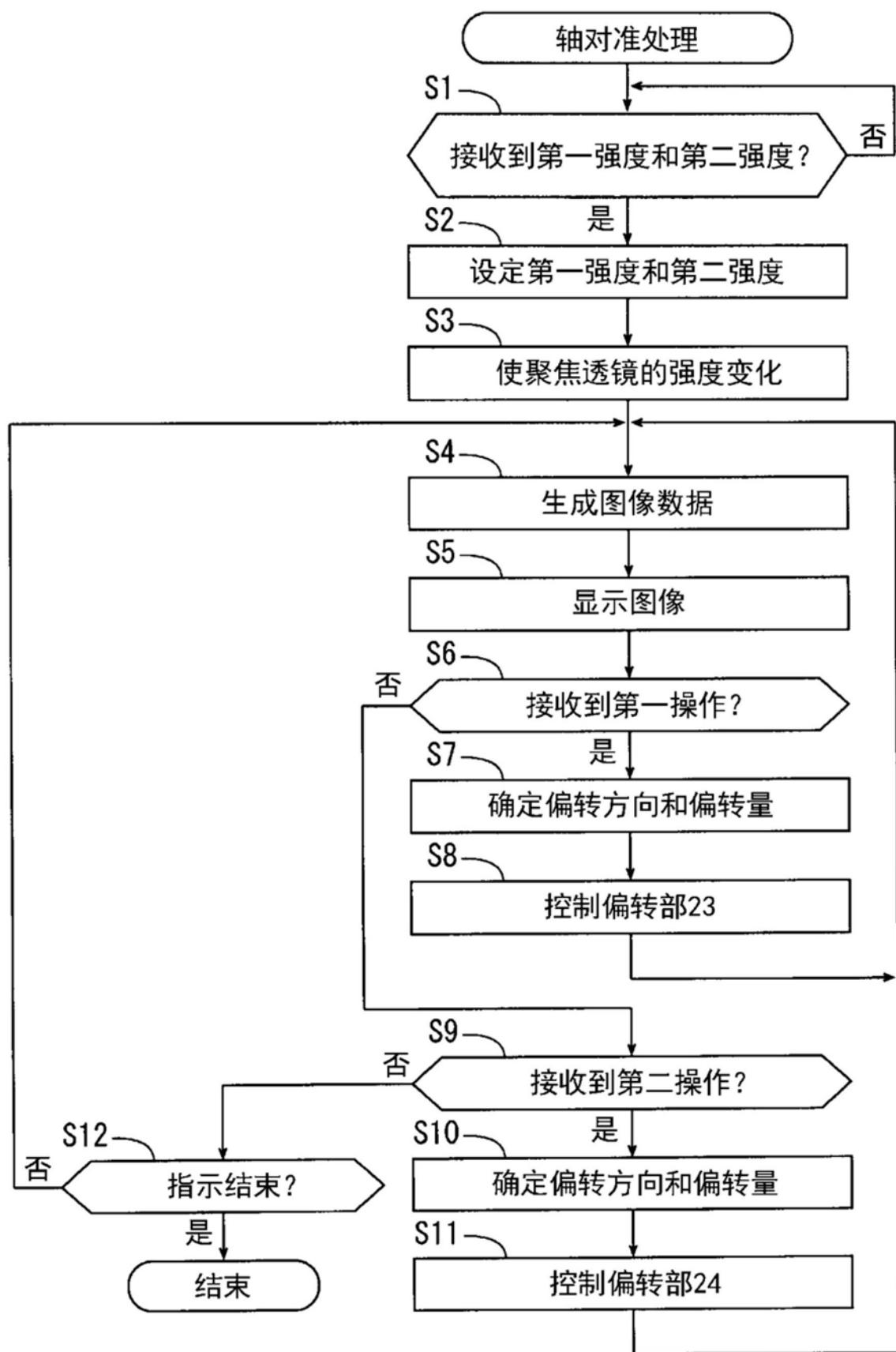
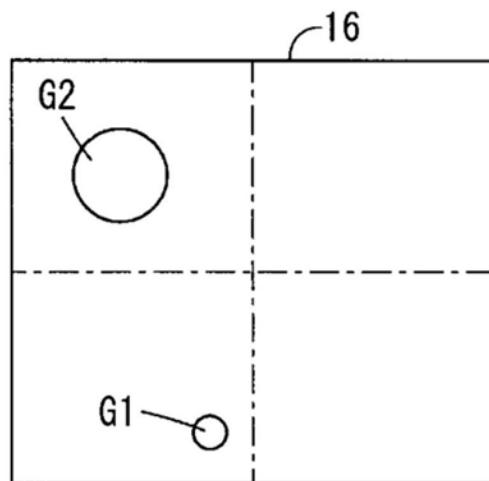
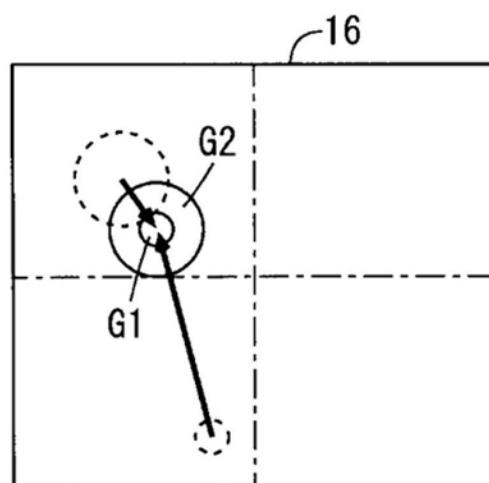


图4

(a)



(b)



(c)

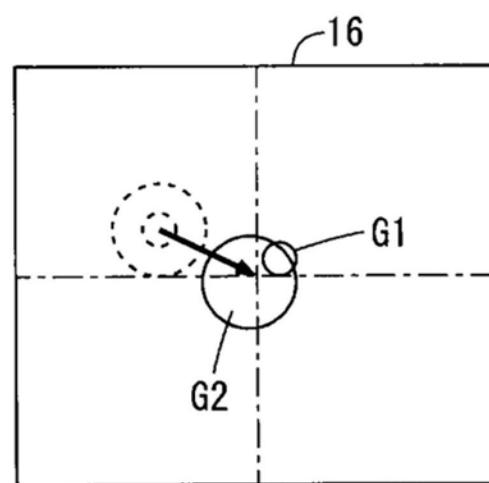


图5

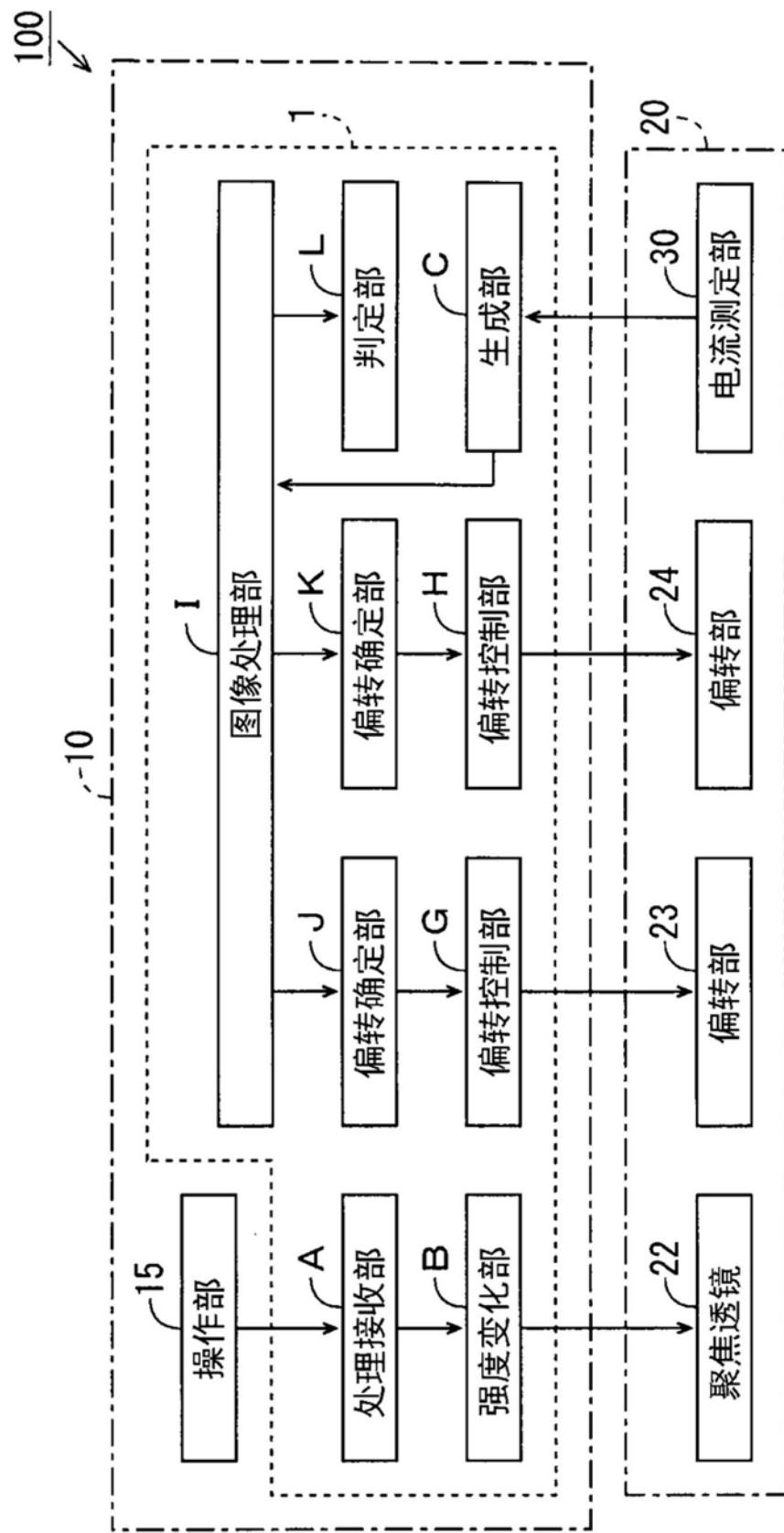


图6

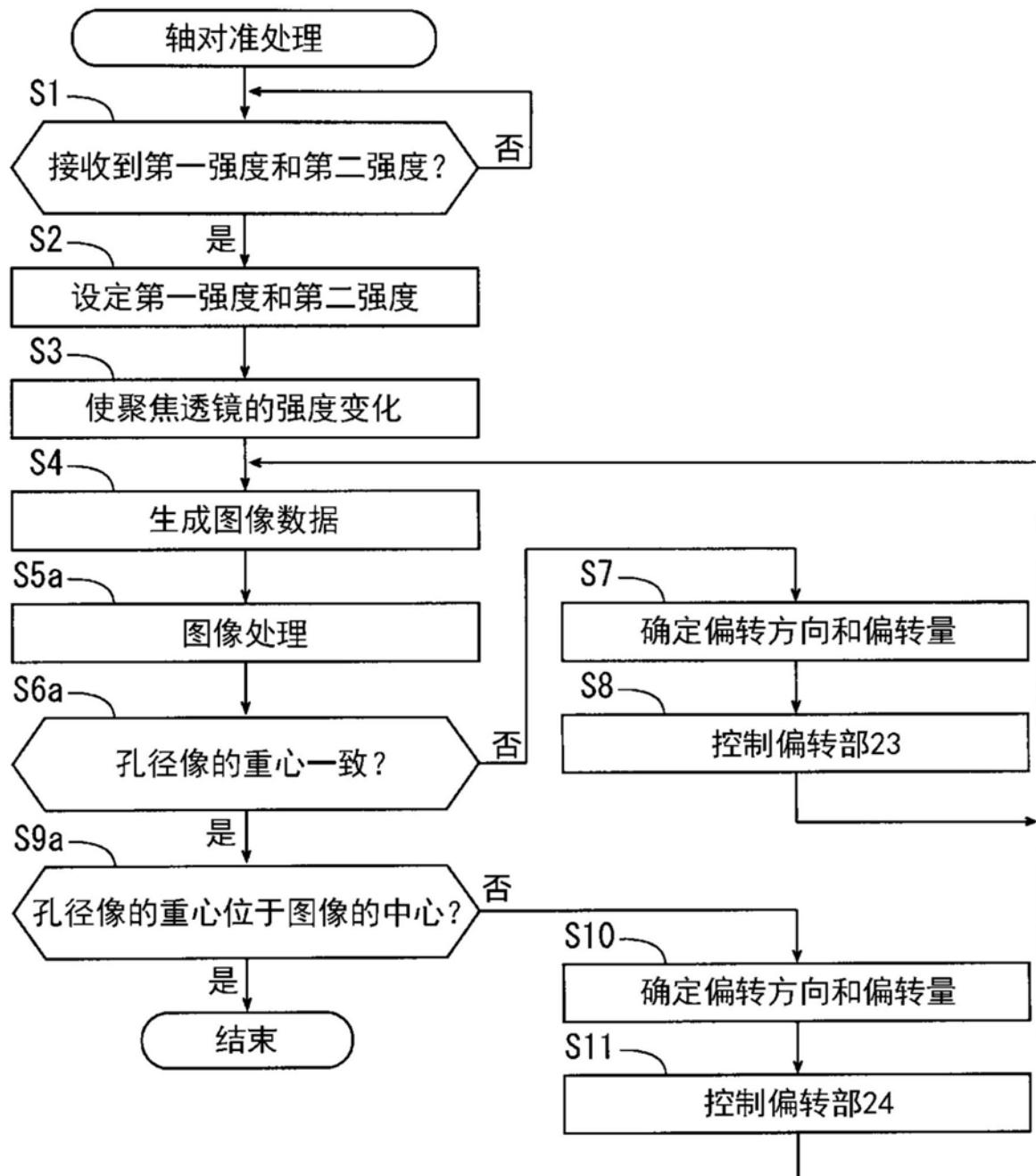


图7