



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116324371 A

(43) 申请公布日 2023.06.23

(21) 申请号 202180064483.X

水野裕介 山渡翔太

(22) 申请日 2021.09.07

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

(30) 优先权数据

有限责任公司 11290

2020-160835 2020.09.25 JP

专利代理人 崔迎宾 李雪春

2020-210480 2020.12.18 JP

(51) Int.CI.

2021-050704 2021.03.24 JP

G01N 15/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.03.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/032846 2021.09.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/065026 JA 2022.03.31

(71) 申请人 株式会社堀场制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 松本绘里佳 葛西响子 大塚岳

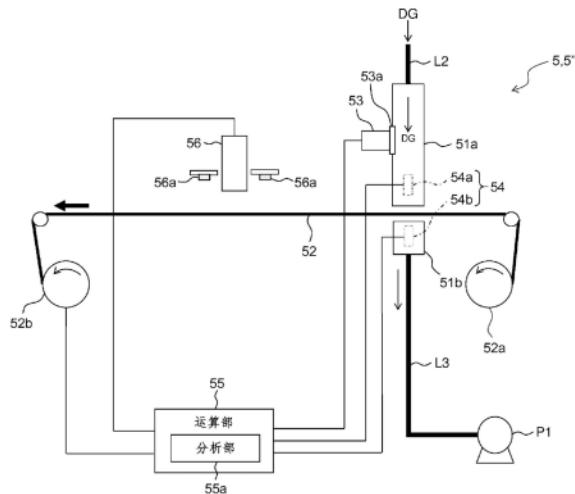
权利要求书3页 说明书22页 附图22页

(54) 发明名称

分析装置、分析系统、分析方法、校正方法以及程序

(57) 摘要

本发明提供分析装置、分析系统、分析方法、校正方法以及程序，能够高精度地分析碳为主要成分的颗粒状物质。分析装置(5、5')具备流入部(51a)、第一图像取得部(53)、含量信息取得部(54)以及分析部(55a)。流入部(51a)使包含颗粒状物质(FP)的稀释试样气体(DG)流入。第一图像取得部(53)取得在流过流入部(51a)的稀释试样气体(DG)中流动的颗粒状物质(FP)的第一图像数据。含量信息取得部(54)取得与稀释试样气体(DG)中包含的颗粒状物质(FP)的含量有关的含量信息。分析部(55a)根据第一图像数据以及含量信息对颗粒状物质(FP)进行分析。



A

CN 116324371 A

1.一种分析装置,其特征在于,具备:

流入部,包含颗粒状物质的试样气体流入该流入部;

第一图像取得部,取得在流过所述流入部的所述试样气体中流动的所述颗粒状物质的第一图像数据;

含量信息取得部,取得与所述试样气体中包含的所述颗粒状物质的含量有关的含量信息;以及

分析部,根据所述第一图像数据以及所述含量信息,对所述颗粒状物质进行分析。

2.根据权利要求1所述的分析装置,其特征在于,

所述分析部根据所述第一图像数据计算与所述颗粒状物质的颗粒形状有关的信息。

3.根据权利要求1或2所述的分析装置,其特征在于,

所述分析部根据所述第一图像数据计算与所述颗粒状物质的粒径有关的第一粒径信息。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述分析装置还具备散射光信息取得部,所述散射光信息取得部取得与向流过所述流入部的所述试样气体入射的光被所述颗粒状物质散射而产生的散射光有关的散射光信息,

所述分析部根据所述散射光信息计算与所述试样气体中包含的所述颗粒状物质的粒径有关的第二粒径信息。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述流入部具备:

第一流道,用于通过所述第一图像取得部取得所述第一图像数据的所述试样气体流过该第一流道;以及

第二流道,用于通过所述含量信息取得部取得所述含量信息的所述试样气体流过该第二流道。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述分析部根据所述含量信息计算所述颗粒状物质的质量浓度。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述分析装置还具备:

捕集过滤器,捕集所述试样气体中包含的所述颗粒状物质;以及

第二图像取得部,取得包含被所述捕集过滤器捕集到的所述颗粒状物质的图像的第二图像数据,

所述分析部根据所述第二图像数据计算与有色的所述颗粒状物质有关的信息。

8.根据权利要求7所述的分析装置,其特征在于,

所述分析部根据校准曲线计算与所述颗粒状物质有关的信息,所述校准曲线表示所述第二图像数据中的和捕集到所述颗粒状物质的捕集区域对应的图像部分的像素的亮度与和被所述被捕集过滤器捕集到的所述颗粒状物质的捕集量有关的信息之间的关系,

使用将成为实际的测定对象的颗粒状物质捕集到所述捕集过滤器而取得的所述第二图像数据,计算所述校准曲线。

9.根据权利要求7或8所述的分析装置,其特征在于,

所述分析部用与所述颗粒状物质有关的规定的参数将所述第二图像数据中的和捕集

到所述颗粒状物质的捕集区域对应的图像部分的像素的亮度标准化,计算与所述颗粒状物质有关的信息。

10.一种分析系统,其特征在于,

所述分析系统具备:

取样探针,对包含颗粒状物质的试样气体进行取样;

稀释器,将所述试样气体稀释而生成稀释试样气体;以及

分析装置,对所述稀释试样气体中包含的所述颗粒状物质进行分析,

所述分析装置具备:

流入部,所述稀释试样气体流入该流入部;

第一图像取得部,取得在流过所述流入部的所述稀释试样气体中流动的所述颗粒状物质的第一图像数据;

含量信息取得部,取得与所述稀释试样气体中包含的所述颗粒状物质的含量有关的含量信息;以及

分析部,根据所述第一图像数据以及所述含量信息对所述颗粒状物质进行分析。

11.根据权利要求10所述的分析系统,其特征在于,

所述分析系统还具备反吹部,所述反吹部对所述取样探针进行反吹,

在对所述试样气体进行取样时,以预先确定的时间比例执行所述反吹部的反吹与所述试样气体的取样。

12.一种分析方法,其特征在于,

所述分析方法是分析装置的分析方法,所述分析装置具备能够使包含颗粒状物质的试样气体流入的流入部,

所述分析方法包括:

使所述试样气体流入所述流入部的步骤;

取得在流过所述流入部的所述试样气体中流动的所述颗粒状物质的第一图像数据的步骤;

取得与所述试样气体中包含的所述颗粒状物质的含量有关的含量信息的步骤;以及

根据所述第一图像数据以及所述含量信息对所述颗粒状物质进行分析的步骤。

13.一种程序,其特征在于,

所述程序用于使分析装置执行分析方法,所述分析方法对试样气体中包含的颗粒状物质进行分析,所述分析装置具备能够使所述试样气体流入的流入部,

所述分析方法包括:

使所述试样气体流入所述流入部的步骤;

取得在流过所述流入部的所述试样气体中流动的所述颗粒状物质的第一图像数据的步骤;

取得与所述试样气体中包含的所述颗粒状物质的含量有关的含量信息的步骤;以及

根据所述第一图像数据以及所述含量信息对所述颗粒状物质进行分析的步骤。

14.一种分析装置,其特征在于,

所述分析装置具备:

捕集过滤器,捕集颗粒状物质;

图像取得部，取得图像数据，所述图像数据包含所述捕集过滤器的捕集到所述颗粒状物质的捕集区域与未捕集到所述颗粒状物质的非捕集区域；

分析部，根据所述图像数据对所述颗粒状物质进行分析；以及

校正部，对所述图像取得部进行校正，

所述校正部为，

根据被捕集到所述捕集区域的所述颗粒状物质的捕集量与和所述非捕集区域对应的像素的亮度之间的关系、以及取得所述图像数据时的所述颗粒状物质的捕集量，计算所述图像数据的和所述非捕集区域对应的像素的理论亮度，

根据所述理论亮度与所述图像数据的和所述非捕集区域对应的像素的实际亮度之差，对所述图像取得部进行校正。

15. 根据权利要求14所述的分析装置，其特征在于，

所述图像取得部包括光源，在取得所述图像数据时，所述光源向所述捕集区域以及所述非捕集区域照射光，

所述校正部根据所述理论亮度与所述实际亮度之差调整所述光源的光量。

16. 一种校正方法，其特征在于，

所述校正方法是分析装置的校正方法，

所述分析装置具备：捕集过滤器，捕集颗粒状物质；以及图像取得部，取得图像数据，所述图像数据包含所述捕集过滤器的捕集到所述颗粒状物质的捕集区域以及未捕集到所述颗粒状物质的非捕集区域，所述分析装置根据所述图像数据对所述颗粒状物质进行分析，

所述校正方法包括：

根据被捕集到所述捕集区域的所述颗粒状物质的捕集量与和所述非捕集区域对应的像素的亮度之间的关系、以及取得所述图像数据时的所述颗粒状物质的捕集量，计算和所述非捕集区域对应的像素的理论亮度的步骤；以及

根据所述理论亮度与所述图像数据的和所述非捕集区域对应的像素的实际亮度之差，对所述图像取得部进行校正的步骤。

17. 一种程序，其特征在于，

所述程序使分析装置执行所述分析装置的校正方法，

所述分析装置具备：捕集过滤器，捕集颗粒状物质；以及图像取得部，取得图像数据，所述图像数据包含所述捕集过滤器的捕集到所述颗粒状物质的捕集区域以及未捕集到所述颗粒状物质的非捕集区域，所述分析装置根据所述图像数据对所述颗粒状物质进行分析，

所述校正方法包括：

根据被捕集到所述捕集区域的所述颗粒状物质的捕集量与和所述非捕集区域对应的像素的亮度之间的关系、以及取得所述图像数据时的所述颗粒状物质的捕集量，计算所述图像数据的和所述非捕集区域对应的像素的理论亮度的步骤；以及

根据所述理论亮度与所述图像数据的和所述非捕集区域对应的像素的实际亮度之差，对所述图像取得部进行校正的步骤。

分析装置、分析系统、分析方法、校正方法以及程序

技术领域

[0001] 本发明涉及对试样气体(sample gas)中包含的颗粒状物质进行分析的分析装置、包括该分析装置的分析系统、颗粒状物质的分析方法、以及该分析装置的校正方法、用于执行该分析方法或校正方法的程序。

背景技术

[0002] 以往,已知有对大气等试样气体中包含的颗粒状物质进行分析的分析装置。例如,已知有如下分析装置:向捕集过滤器喷吹试样气体,使该捕集过滤器捕集试样气体中包含的颗粒状物质,测定被捕集过滤器捕集到的颗粒状物质的捕集量(质量浓度)和/或该颗粒状物质中包含的元素(以及该元素的含量)(例如参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利公开公报特开2015-219197号

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题

[0007] 当前,可以考虑将上述分析装置用于对在燃烧过程中产生的废气等中包含的颗粒状物质进行分析的目的。由于在燃烧过程中产生的废气中包含的颗粒状物质的主要成分是碳,所以在以往的分析方法中难以高精度地对颗粒状物质进行分析。

[0008] 另外,以往,在对废气等中包含的颗粒状物质进行分析时,采集在规定的场所收集到的颗粒状物质,使用设置在其他场所的分析装置对采集到的颗粒状物质进行分析。即,在以往的分析方法中,无法在废气等的排出场所连续地对颗粒状物质进行分析。

[0009] 本发明的目的在于对碳为主要成分的颗粒状物质高精度地连续地进行分析。

[0010] 用于解决技术问题的技术方案

[0011] 在以下作为用于解决问题的方案对多个方式进行说明。能够根据需要任意地组合这些方式。

[0012] 本发明的一个观点的分析装置具备流入部、第一图像取得部、含量信息取得部以及分析部。包含颗粒状物质的试样气体流入流入部。第一图像取得部取得在流过流入部的试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据。含量信息取得部取得与试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息。分析部根据第一图像数据以及含量信息对颗粒状物质进行分析。

[0013] 在上述分析装置中,根据在流入到流入部的试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据以及与试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息,执行颗粒状物质的分析。在第一图像数据中包含与在试样气体中流动的颗粒状物质的外观有关的信息,另外,由于碳为主要成分的颗粒状物质在外观上具有特征,所以能够根据第一图像数据以及含量信息高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0014] 另外,在上述分析装置中,使试样气体流入流入部,第一图像取得部取得在流入部流动的试样气体中包含的颗粒状物质的图像数据(第一图像数据),分析部根据第一图像数据对颗粒状物质进行分析。上述分析装置由于能够使用包含颗粒状物质的试样气体正在流动的状态的图像数据对颗粒状物质进行分析,所以能够使试样气体连续地流入流入部并连续地对颗粒状物质进行分析。

[0015] 分析部也可以根据第一图像数据计算与颗粒状物质的颗粒形状有关的信息。由此,能够根据颗粒状物质的颗粒形状高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0016] 分析部也可以根据第一图像数据计算与颗粒状物质的粒径有关的第一粒径信息。由此,能够根据颗粒状物质的粒径高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0017] 分析装置也可以还具备散射光信息取得部。散射光信息取得部取得与向流过流入部的试样气体入射的光被颗粒状物质散射而产生的散射光有关的散射光信息。在该情况下,分析部根据散射光信息计算与试样气体中包含的颗粒状物质的粒径有关的第二粒径信息。由此,能够基于根据与被颗粒状物质散射的散射光有关的信息计算出的粒径,高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0018] 流入部也可以具备第一流道以及第二流道。用于由第一图像取得部取得第一图像数据的试样气体流过第一流道。用于由含量信息取得部取得含量信息的试样气体流过第二流道。由此,能够独立地调整用于取得第一图像数据的第一流道中的试样气体的流速以及用于取得含量信息的试样气体的流速。其结果,能够以最佳的条件取得第一图像数据以及含量信息。

[0019] 分析部也可以根据含量信息计算颗粒状物质的质量浓度。由此,能够根据颗粒状物质的质量浓度以及颗粒状物质的外观,高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0020] 分析装置也可以还具备捕集过滤器以及第二图像取得部。捕集过滤器捕集试样气体中包含的颗粒状物质。第二图像取得部取得包含被捕集过滤器捕集到的颗粒状物质的图像的第二图像数据。在该情况下,分析部根据第二图像数据计算与有色的颗粒状物质有关的信息。由此,能够根据颗粒状物质的颜色更高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0021] 分析部也可以根据校准曲线计算与颗粒状物质有关的信息,所述校准曲线表示第二图像数据中的和捕集到颗粒状物质的捕集区域对应的图像部分的像素的亮度与和被捕集过滤器捕集到的颗粒状物质的捕集量有关的信息之间的关系。在该情况下,也可以使用将成为实际的测定对象的颗粒状物质捕集到捕集过滤器而取得的第二图像数据计算校准曲线。由此,能够更高精度地计算与颗粒状物质有关的信息。

[0022] 分析部也可以用与颗粒状物质有关的规定的参数对第二图像数据中的和捕集到颗粒状物质的捕集区域对应的图像部分的像素的亮度进行标准化,计算与颗粒状物质有关的信息。由此,能够计算与颗粒状物质有关的多种信息。

[0023] 本发明的其他观点的分析系统具备取样探针、稀释器以及分析装置。

[0024] 取样探针对包含颗粒状物质的试样气体进行取样。

[0025] 稀释器将试样气体稀释而生成稀释试样气体。

[0026] 分析装置对稀释试样气体中包含的颗粒状物质进行分析,具备流入部、第一图像

取得部、含量信息取得部以及分析部。稀释试样气体流入流入部。

[0027] 第一图像取得部取得在流过流入部的稀释试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据。

[0028] 含量信息取得部取得与稀释试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息。

[0029] 分析部根据第一图像数据以及含量信息对颗粒状物质进行分析。

[0030] 在上述分析系统中,通过取样探针采集到的试样气体通过稀释器稀释而生成稀释试样气体。分析装置对该稀释试样气体中包含的颗粒状物质进行分析。

[0031] 另外,在分析系统所包括的分析装置中,根据在流入到流入部的稀释试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据以及与稀释试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息,执行颗粒状物质的分析。在第一图像数据中包含与在稀释试样气体中流动的颗粒状物质的外观有关的信息,碳为主要成分的颗粒状物质在外观上具有特征,此外,在稀释试样气体中只包含能够从第一图像数据判断颗粒状物质的外观的程度的颗粒状物质,因此即使在试样气体中包含过剩的颗粒状物质,也能够根据第一图像数据以及含量信息高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0032] 另外,在上述分析系统中,使通过取样探针采集到的试样气体流入流入部,第一图像取得部取得在流动部中流动的试样气体中包含的颗粒状物质的图像数据(第一图像数据),分析部根据第一图像数据对颗粒状物质进行分析。

[0033] 上述分析系统能够使用包含颗粒状物质的试样气体正在流动的状态的图像数据对颗粒状物质进行分析,因此能够通过取样探针连续地采集试样气体,能够使采集到的试样气体连续地流入流入部,能够连续地对颗粒状物质进行分析。

[0034] 上述分析系统也可以还具备反吹部。反吹部对取样探针进行反吹。在该情况下,在对试样气体进行取样时,可以以预先确定的时间比例执行反吹部的反吹与试样气体的取样。由此,能够减少取样探针的颗粒状物质的堆积量,并且能够采集合适量的颗粒状物质。

[0035] 本发明的其他观点的分析方法是利用分析装置的分析方法,所述分析装置具备能够流入包含颗粒状物质的试样气体的流入部。分析方法包括以下的步骤。

[0036] ◎使试样气体流入流入部的步骤。

[0037] ◎取得在流过流入部的试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据的步骤。

[0038] ◎取得与试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息的步骤。

[0039] ◎根据第一图像数据以及含量信息对颗粒状物质进行分析的步骤。

[0040] 在上述分析方法中,根据在流入分析装置的流入部的试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据以及与试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息,执行颗粒状物质的分析。在第一图像数据中包含与在试样气体中流动的颗粒状物质的外观有关的信息,另外,碳为主要成分的颗粒状物质在外观上具有特征,因此能够根据第一图像数据以及含量信息高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质的分析。

[0041] 另外,在上述分析方法中,取得在流动部中流动的试样气体中包含的颗粒状物质的图像数据(第一图像数据),根据第一图像数据对颗粒状物质进行分析。在上述分析方法中,能够使用包含颗粒状物质的试样气体正在流动的状态的图像数据对颗粒状物质进行分析,因此能够使试样气体连续地流入流入部,能够连续地对颗粒状物质进行分析。

[0042] 本发明的其他观点的程序用于使分析装置执行分析方法,所述分析装置具备能够使试样气体流入的流入部,所述分析方法对试样气体中包含的颗粒状物质进行分析。上述分析方法包括以下的步骤。

[0043] ◎使试样气体流入流入部的步骤。

[0044] ◎取得在流过流入部的试样气体中流动的颗粒状物质的第一图像数据的步骤。

[0045] ◎取得与试样气体中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息的步骤。

[0046] ◎根据第一图像数据以及含量信息对颗粒状物质进行分析的步骤。

[0047] 本发明的其他观点的分析装置具备:捕集过滤器,捕集颗粒状物质;图像取得部,取得包括捕集过滤器的捕集到颗粒状物质的捕集区域与未捕集到颗粒状物质的非捕集区域的图像数据;分析部,根据图像数据对颗粒状物质进行分析;以及校正部,对图像取得部进行校正。

[0048] 校正部为,根据捕集到捕集区域的颗粒状物质的捕集量与和非捕集区域对应的像素的亮度之间的关系、以及取得图像数据时的颗粒状物质的捕集量,计算图像数据的和非捕集区域对应的像素的理论亮度,

[0049] 根据理论亮度与图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际亮度之差,对图像取得部进行校正。

[0050] 在上述分析装置中,计算使捕集过滤器捕集颗粒状物质而取得的图像数据的和非捕集区域对应的像素的亮度的理论值(理论亮度),根据理论亮度与该图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际的亮度值(实际亮度)之差,对图像取得部进行校正。这样,由于将捕集到捕集过滤器的颗粒状物质用于校正,所以无需为了对图像取得部进行校正而在捕集过滤器另外配置校正用试样并取得图像数据,能够自动地进行图像取得部的校正。

[0051] 图像取得部也可以包括光源,在取得图像数据时,所述光源向捕集区域以及非捕集区域照射光。在该情况下,校正部根据理论亮度与实际亮度之差,调整光源的光量。由此,能够取得能够正确地分析颗粒状物质的图像数据。

[0052] 本发明的其他观点的校正方法是分析装置的校正方法,所述分析装置具备:捕集过滤器,捕集颗粒状物质;以及图像取得部,取得包括捕集过滤器的捕集到颗粒状物质的捕集区域以及未捕集到颗粒状物质的非捕集区域的图像数据,所述分析装置根据该图像数据对颗粒状物质进行分析。校正方法包括以下的步骤。

[0053] ◎根据捕集到捕集区域的颗粒状物质的捕集量与和非捕集区域对应的像素的亮度之间的关系、以及取得图像数据时的颗粒状物质的捕集量,计算图像数据的和非捕集区域对应的像素的理论亮度的步骤。

[0054] ◎根据理论亮度与图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际亮度之差,校正图像取得部的步骤。

[0055] 在上述分析装置的校正方法中,计算使捕集过滤器捕集颗粒状物质而取得的图像数据的和非捕集区域对应的像素的亮度的理论值(理论亮度),根据理论亮度与该图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际的亮度值(实际亮度)之差,校正图像取得部。这样,由于将捕集到捕集过滤器的颗粒状物质用于校正,所以无需为了校正图像取得部而在捕集过滤器另外配置校正用试样并取得图像数据,能够自动且正确地进行图像取得部的校正。

[0056] 本发明的其他观点的程序用于使分析装置执行该分析装置的校正方法,所述分析

装置具备：捕集过滤器，捕集颗粒状物质；以及图像取得部，取得包括捕集过滤器的捕集到颗粒状物质的捕集区域以及未捕集到颗粒状物质的非捕集区域的图像数据，所述分析装置根据该图像数据对颗粒状物质进行分析。上述校正方法包括以下的步骤。

[0057] ◎根据捕集到捕集区域的颗粒状物质的捕集量与和非捕集区域对应的像素的亮度之间的关系、以及取得图像数据时的颗粒状物质的捕集量，计算图像数据的和非捕集区域对应的像素的理论亮度的步骤。

[0058] ◎根据理论亮度与图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际亮度之差，校正图像取得部的步骤。

[0059] 上述程序使分析装置执行如下的处理：计算使捕集过滤器捕集颗粒状物质而取得的图像数据的和非捕集区域对应的像素的亮度的理论值（理论亮度），根据理论亮度与该图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际的亮度值（实际亮度）之差，校正图像取得部。这样，由于将捕集到捕集过滤器的颗粒状物质用于校正，所以无需为了校正图像取得部而在捕集过滤器另外配置校正用试样并取得图像数据，能够自动且正确地进行图像取得部的校正。

[0060] 发明效果

[0061] 本发明能够高精度地分析碳为主要成分的颗粒状物质。

附图说明

[0062] 图1是表示分析系统的构成的示意图。

[0063] 图2是稀释器的立体图。

[0064] 图3是稀释器的侧视图。

[0065] 图4是表示分析装置的具体构成的图。

[0066] 图5是表示利用流道变更部件的稀释试样气体的流道的一例的图。

[0067] 图6是表示颗粒状物质的分析动作的流程图。

[0068] 图7是表示亮度直方图的一例的图。

[0069] 图8是示出用曲线图表示第二图像数据中的具有小亮度的图像部分的像素的亮度与被捕集过滤器捕集到的颗粒状物质中包含的碳量之间的关系的一例的图。

[0070] 图9是表示亮度的经时变化的一例的图。

[0071] 图10A是表示用颗粒状物质的捕集量标准化了的亮度的经时变化的一例的图。

[0072] 图10B是表示亮度与颗粒状物质的每单位时间的捕集量之积的值的经时变化的一例的图。

[0073] 图10C是表示用颗粒状物质的每单位时间的捕集量将亮度标准化了的值的经时变化的一例的图。

[0074] 图11是表示分析结果的显示画面的一例的图。

[0075] 图12是表示流入部的变形例的一例的图。

[0076] 图13是表示分析装置的变形例的一例的图。

[0077] 图14是表示分析装置的变形例的另一例的图。

[0078] 图15是表示第二实施方式的分析装置的构成的图。

[0079] 图16是表示第三实施方式的分析装置的运算部的功能块构成的图。

- [0080] 图17是表示使用了第二图像数据的分析装置的校正动作的流程图。
- [0081] 图18是表示分析系统的应用例1的构成的图。
- [0082] 图19是表示分析系统的应用例2的构成的图。
- [0083] 图20是表示分析系统的其他实施方式的图。

具体实施方式

- [0084] 1. 第一实施方式
 - [0085] (1) 分析系统

[0086] 以下,对本实施方式的分析系统100进行说明。分析系统100是用于对在各种燃烧过程(例如火力发电的燃烧过程、炼铁厂的燃烧过程、焚烧炉的燃烧过程、煤炭的燃烧过程等)中产生的颗粒状物质FP进行分析的系统。可作为测定对象的颗粒状物质FP例如是在煤炭的燃烧过程中产生的灰中未燃成分、在各种燃烧过程中产生的飞灰等。

[0087] 另外,并不限于在燃烧过程中产生的颗粒状物质FP,例如,也可以将从各种运输装置(汽车、船舶等)产生的粉尘(来自制动器、轮胎、内燃机、蒸汽机、废气净化装置、马达的粉尘)等作为分析系统100的测定对象亦即颗粒状物质FP。此外,由于火山的喷发等自然灾害产生的粉尘(例如火山灰)、在矿山开发中产生的粉尘等也可以作为测定对象亦即颗粒状物质FP。

[0088] 以下,使用图1对第一实施方式的分析系统100的构成进行说明。图1是表示分析系统的构成的示意图。图1所示的分析系统100将在燃烧过程中产生的废气作为测定对象气体(以下称为试样气体SG),对废气中包含的颗粒状物质FP进行分析。分析系统100主要具备取样探针1、稀释器3、分析装置5以及控制部9。

[0089] 取样探针1固定在烟道FL的侧壁的规定位置,从试样气体SG流动的烟道FL对试样气体SG进行取样。取样探针1从烟道FL采集由通过稀释器3以及分析装置5连接的第一吸引装置P1的气体的吸引量、通过稀释器3连接的第二吸引装置P2的气体的吸引量、以及稀释气体AR(后述)向稀释器3的供给量决定的流量的试样气体SG。

[0090] 稀释器3将由取样探针1采集到的试样气体SG与从供给装置7供给的稀释气体AR混合而对试样气体SG进行稀释。将利用稀释气体AR稀释试样气体SG而生成的气体称为稀释试样气体DG。稀释气体AR例如是空气。在该情况下,供给装置7例如是将仪表用空气作为稀释气体AR调整流量并供给的装置。此外,供给装置7可以是将从氮气储气瓶或(干燥)空气储气瓶供给的氮气或空气作为稀释气体AR调整流量并供给的装置。

[0091] 此外,例如,也可以用滤尘器将由泵吸引的大气中的空气的粉尘除去并通过干燥处理装置除去水分、调节流量作为稀释气体AR供给。由此,例如即使在无法使用仪表用空气或储气瓶等的情况下,也能够供给稀释气体AR。

[0092] 分析装置5是对从稀释器3采集到的稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP进行分析的装置。如后所述,分析装置5具备使稀释试样气体DG流入的流入部,根据拍摄在流过流入部的稀释试样气体DG中流动的颗粒状物质FP得到的图像数据(第一图像数据),对颗粒状物质FP进行分析。

[0093] 控制部9是具备CPU、存储装置(例如RAM、ROM、硬盘、SSD等)、显示器(例如液晶显示器等)以及各种接口(I/O端口、通信接口等)的计算机系统。另外,控制部9也可以是将计算

机系统集成为一个芯片的SoC等硬件。

[0094] 控制部9进行分析系统100的各构成要素的控制、以及与该控制有关的各种信息处理。也可以通过存储于控制部9的存储装置并能够由构成控制部9的计算机系统执行的程序来实现控制部9执行的控制以及信息处理的一部分或全部。另外，也可以通过硬件来实现控制部9的控制以及信息处理的一部分。

[0095] 另外，控制部9也可以是纳入有后述的分析装置5的运算部55的功能的计算机系统，即，也可以将控制部9的功能与运算部55的功能合并到同一计算机系统，也可以通过独立的计算机系统构成控制部9与运算部55。

[0096] (2) 稀释器

[0097] 以下，使用图1至图3对稀释器3的具体构成进行说明。图2是稀释器的立体图。图3是稀释器的截面图。稀释器3具备混合部31以及稀释气体填充部33。

[0098] 混合部31是具有内部空间IS1(图3)的中空的部件。混合部31的长度方向的一端通过第一气体管道L1与取样探针1连接，另一端通过第二气体管道L2、分析装置5以及第三气体管道L3与第一吸引装置P1连接。此外，混合部31的另一端侧(连接有第二气体管道L2的一侧)通过第四气体管道L4与第二吸引装置P2连接。在混合部31的侧壁设置有多个导入口31a，气体能够从导入口31a流入内部空间IS1。

[0099] 另外，第二吸引装置P2的排气口能够通过第五气体管道L5与取样探针1连接。第五气体管道L5将从第二吸引装置P2的排出口排出的稀释试样气体DG从取样探针1向烟道FL排出。由此，能够防止向大气中等外部排出颗粒状物质FP。

[0100] 第一吸引装置P1例如是泵等。第二吸引装置P2例如是泵、鼓风机等。

[0101] 稀释气体填充部33是将在混合部31的长度方向中形成有多个导入口31a的部位以“套管”状态且将稀释气体填充部33与混合部31的间隙部分以气密的状态收纳的中空的部件。混合部31以套管状态收纳于稀释气体填充部33，由此在稀释气体填充部33的内壁与混合部31的外壁之间形成稀释气体填充空间IS2。稀释气体填充空间IS2通过第五气体管道L5与供给装置7连接。供给装置7将压力比混合部31的内部空间IS1的压力高的稀释气体AR填充到稀释气体填充空间IS2。

[0102] 在具备上述构成的稀释器3中，利用第一吸引装置P1以及第二吸引装置P2的吸引力，流过烟道FL的试样气体SG通过取样探针1以及第一气体管道L1被导入内部空间IS1。另外，由于填充到稀释气体填充空间IS2的稀释气体AR的压力比导入内部空间IS1的试样气体SG的压力高，所以稀释气体AR通过导入口31a导入内部空间IS1。

[0103] 通过将试样气体SG以及稀释气体AR导入内部空间IS1，试样气体SG被稀释气体AR稀释而生成稀释试样气体DG。试样气体SG的稀释率由导入内部空间IS1的试样气体SG的量以及稀释气体AR的量决定。

[0104] 在内部空间IS1中生成的稀释试样气体DG中的通过第一吸引装置P1的吸引而被吸入第二气体管道L2的稀释试样气体DG导入分析装置5。剩余的稀释试样气体DG通过第二吸引装置P2的吸引向外部排出。

[0105] 另外，也可以在第三气体管道L3与第一吸引装置P1之间和/或第四气体管道L4与第二吸引装置P2之间设置除去稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的过滤器(未图示)、抑制稀释试样气体DG的脉动的缓冲容器(未图示)、从稀释试样气体DG除去水分的排水罐

等。

[0106] 另外,也可以在第四气体管道L4与第二吸引装置P2之间设置切换使气体能够在第二吸引装置P2与稀释器3之间流通或使气体不能在第二吸引装置P2与稀释器3之间流通的三通阀V(反吹部的一例)。在控制部9控制该三通阀V使气体不能在第二吸引装置P2与稀释器3之间流通的情况下,使气体能够在第二吸引装置P2与大气之间流通。在从供给装置7供给了稀释气体AR的状态下,控制部9控制三通阀V使气体不能在第二吸引装置P2与稀释器3之间流通,由此稀释气体AR从稀释器3通过第一气体管道L1从取样探针1向烟道FL排出,能够除去堆积附着在取样探针1以及第一气体管道L1的颗粒状物质FP并向烟道FL排出(称为反吹)。此时,稀释气体AR从供给装置7流入分析装置5。

[0107] 例如,控制部9能够每当进行颗粒状物质FP的分析时,如上所述地控制三通阀V执行反吹。此时,控制部9在颗粒状物质FP的分析时当对试样气体SG进行取样时,在预先确定的期间(例如1小时)内以预先确定的时间比例执行反吹与试样气体SG的取样。例如,在预测颗粒状物质FP的捕集量变大的情况下(例如在上次的捕集量大的情况下),可以增加执行反吹的期间,减少对试样气体SG进行取样的期间。由此,能够减少取样探针1、第一气体管道L1等的颗粒状物质FP的堆积量,并且能够防止捕集过滤器52(图4)过剩地捕集颗粒状物质FP。

[0108] 另一方面,在预测颗粒状物质FP的捕集量变小的情况下(例如上次的捕集量小的情况下),可以减少执行反吹的期间,增加对试样气体SG进行取样的期间。由此,能够减少取样探针1、第一气体管道L1等的颗粒状物质FP的堆积量,并且能够使捕集过滤器52(图4等)捕集用于高精度地执行分析的足够量的颗粒状物质FP。

[0109] 此外,也可以适当地变更执行反吹的定时。例如,可以在试样气体SG的流道中堆积的颗粒状物质FP超过了规定量时执行反吹。

[0110] 例如通过由构成控制部9的计算机系统可执行的程序来实现上述反吹的执行控制。由此,能够自动地执行反吹(以及颗粒状物质FP的取样)。

[0111] 另外,堆积在试样气体SG的流道中的颗粒状物质FP的除去方法并不限于利用上述反吹的执行的方法。例如,也可以通过使分析系统100的堆积有颗粒状物质FP的部分(例如取样探针1与第一气体管道L1的连接部分)振动的施加冲击等方法来除去堆积在流道中的颗粒状物质FP。

[0112] (3) 分析装置

[0113] 本实施方式的分析装置5是主要根据拍摄在稀释试样气体DG中流动的颗粒状物质FP得到的第一图像数据以及与稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的含量有关的信息(称为含量信息)对颗粒状物质FP进行分析的装置。

[0114] 以下,使用图4对分析装置5的具体构成进行说明。图4是表示分析装置的具体构成的图。分析装置5主要具备流入部51a、第一图像取得部53、含量信息取得部54以及运算部55。流入部51a是中空的部件,其一端与第二气体管道L2连接,另一端成为开放状态。成为开放状态的流入部51a的另一端与吸引部51b对置。

[0115] 吸引部51b是中空的部件,其一端与流入部51a对置并成为开放状态。另一方面,吸引部51b的另一端通过第三气体管道L3与第一吸引装置P1连接。如果通过第一吸引装置P1吸引吸引部51b,则在吸引部51b的成为开放状态的一端产生吸引力。利用该吸引力,在稀释器3中生成的稀释试样气体DG通过第二气体管道L2流入流入部51a的内部。利用由吸引部

51b产生的吸引力流入到流入部51a的内部的稀释试样气体DG从流入部51a的成为开放状态的一侧排出,被吸引部51b吸引。

[0116] 如图4所示,由于在流入部51a与吸引部51b之间配置有捕集过滤器52,所以从流入部51a排出的稀释试样气体DG在被吸引部51b吸引之前通过捕集过滤器52。捕集过滤器52捕集通过捕集过滤器52的稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP。

[0117] 捕集过滤器52例如是具备加强层以及层叠在加强层上而形成的捕集层的白色的带状部件。加强层例如由高分子材料(聚乙烯等)的无纺布形成。捕集层具有能够捕集颗粒状物质FP的孔。捕集层例如由氟树脂系材料形成。捕集过滤器52通过从送出带盘52a送出并由卷取带盘52b卷取而能够在长度方向(图4的用粗箭头表示的方向)上移动。

[0118] 第一图像取得部53取得在流入到流入部51a的内部的稀释试样气体DG中流动的颗粒状物质FP的图像数据(称为第一图像数据)。第一图像取得部53例如是安装在设置于流入部51a的侧壁的光学窗53a的相机。在本实施方式中,在流入部51a的内部中的安装有第一图像取得部53的部分的附近例如设置有图5所示那样的变更稀释试样气体DG的流道的流道变更部件61、63。图5是表示利用流道变更部件的稀释试样气体的流道的一例的图。

[0119] 在图5所示的流道变更部件61、63的例子中,从第二气体管道L2导入的稀释试样气体DG的流动方向被设置在靠近吸引部51b一侧(下游侧)的流道变更部件61变更为与吸引部51b的吸引方向相反的方向。之后,稀释试样气体DG的流动方向进一步被设置在靠近第二气体管道L2一侧(上游侧)的流道变更部件63变更为吸引方向。

[0120] 通过在流入部51a的内部中的安装有第一图像取得部53部分的附近设置流道变更部件61、63,在第一图像取得部53的附近容易发生稀释试样气体DG的滞留,由此第一图像取得部53能够更长时间地拍摄在稀释试样气体DG中流动的相同的颗粒状物质FP。

[0121] 返回图4,含量信息取得部54测定用于计算被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP的质量浓度的数据。即,在本实施方式中,含量信息取得部54测定用于计算颗粒状物质FP的质量浓度的数据作为与稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的含量有关的含量信息。具体而言,含量信息取得部54具备 β 射线源54a以及 β 射线检测部54b。 β 射线源54a设置在流入部51a的内部,朝向被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP照射 β 射线。 β 射线源54a例如是将碳14(^{14}C)作为射线源的 β 射线源。

[0122] β 射线检测部54b以与 β 射线源54a对置的方式设置在吸引部51b的内部,测定透过了被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP的 β 射线的强度作为用于计算质量浓度的含量信息。 β 射线检测部54b例如是具备闪烁体的光电倍增管。

[0123] 运算部55是具备CPU、存储装置(例如RAM、ROM、硬盘、SSD等)、显示器(例如液晶显示器等)以及各种接口(I/O端口、通信接口等)的计算机系统。另外,运算部55也可以是将计算机系统集成为一个芯片的SoC等硬件。

[0124] 运算部55进行用于分析稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的各种控制以及信息处理。可以通过存储于运算部55的存储装置且由构成运算部55的计算机系统可执行的程序来实现运算部55执行的各种控制以及信息处理的一部分或全部。另外,也可以通过硬件实现各种控制以及信息处理的一部分。

[0125] 运算部55具备分析部55a作为功能块。分析部55a根据由第一图像取得部53取得的在流入到流入部51a的内部的稀释试样气体DG中流动的颗粒状物质FP的第一图像数据、以

及由含量信息取得部54的β射线检测部54b测定的β射线强度,对颗粒状物质FP进行分析。具体而言,分析部55a能够根据第一图像数据计算与稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的形状有关的信息(例如颗粒状物质FP的长径比(aspect ratio)等)、与颗粒状物质的粒径有关的第一粒径信息(例如颗粒状物质FP的粒径分布)等。另外,分析部55a能够根据由β射线检测部54b测定的β射线强度亦即含量信息,计算颗粒状物质FP的质量浓度。

[0126] 本实施方式的分析装置5还具备第二图像取得部56。第二图像取得部56是以受光面与捕集过滤器52的捕集颗粒状物质FP的一侧的表面对置的方式设置在捕集过滤器52的长度方向的规定位置的电荷耦合元件(CCD)配置成二维阵列状的CCD图像传感器、受光元件配置成阵列状的CMOS图像传感器。

[0127] 第二图像取得部56取得通过吸引部51b的吸引而被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP的图像数据(第二图像数据)。具体而言,通过捕集过滤器52的长度方向的移动,在将通过吸引部51b的吸引而捕集到颗粒状物质FP的捕集过滤器52的部分(称为捕集区域)移动到第二图像取得部56的正下方之后,第二图像取得部56取得包括捕集过滤器52的捕集区域以及其周围的未捕集到颗粒状物质FP的区域(称为非捕集区域)的第二图像数据。

[0128] 为了由第二图像取得部56取得适当的第二图像数据,在分析装置5设置有第一光源56a。第一光源56a例如由表面安装的多个白色LED构成,用白色光均匀地照射第二图像取得部56的视野。通过向第二图像取得部56的视野照射均匀的白色光,能够避免取得受到了光的照射量的分布的影响的第二图像数据。

[0129] 分析部55a根据由第二图像取得部56取得的第二图像数据,计算与有色的颗粒状物质FP有关的信息。例如,分析部55a根据第二图像数据中的和捕集区域对应的图像部分中包含的像素的亮度与和非捕集区域对应的图像部分中包含的像素的亮度之差,能够计算稀释试样气体DG中的黑色的颗粒状物质FP(例如以碳为主要成分的颗粒状物质FP)的含量。

[0130] (4) 颗粒状物质的分析动作

[0131] 使用图6对使用了具备上述构成的分析系统100的颗粒状物质FP的分析动作进行说明。图6是表示颗粒状物质的分析动作的流程图。在以下,对在对颗粒状物质FP进行取样时以预先确定的比例执行反吹的期间和对颗粒状物质FP进行取样的期间的情况下的动作例进行说明。

[0132] 首先,在步骤S1中,执行上述反吹。具体而言,控制部9使第二吸引装置P2动作,在从供给装置7供给了稀释气体AR的状态下控制三通阀V使气体不能在第二吸引装置P2与稀释器3之间流通,使气体能够在第二吸引装置P2与大气之间流通。由此,从稀释器3通过第一气体管道L1,从取样探针1向烟道FL排出稀释气体AR,执行取样探针1以及第一气体管道L1的反吹。

[0133] 在执行反吹的期间,控制部9在步骤S2中判断是否从反吹开始起经过了规定的期间并成为结束反吹的定时。在判断为不是反吹的结束定时的情况下(在步骤S2中为“否”),控制部9维持使气体不能在第二吸引装置P2与稀释器3之间流动的状态,继续执行反吹。

[0134] 另一方面,在判断为是反吹的结束定时的情况下(在步骤S2中为“是”),为了使用分析装置5对试样气体SG中包含的颗粒状物质FP进行分析,开始颗粒状物质FP的取样。首先,在步骤S3中,用稀释气体AR对试样气体SG进行稀释而生成稀释试样气体DG。具体而言,控制部9使第一吸引装置P1以及第二吸引装置P2动作,通过取样探针1使流过烟道FL的试样

气体SG流入稀释器3的混合部31的内部空间IS1，并且将稀释气体AR从供给装置7填充到稀释气体填充空间IS2，使稀释气体AR从稀释气体填充空间IS2流入内部空间IS1，由此用稀释气体AR将试样气体SG稀释。

[0135] 在稀释试样气体SG而生成稀释试样气体DG之后，在步骤S4中，利用第一吸引装置P1的吸引力，使内部空间IS1中的稀释试样气体DG的一部分流入分析装置5的流入部51a。

[0136] 如上所述，利用吸引部51b的吸引将稀释试样气体DG导入流入部51a。另外，在流入部51a与吸引部51b之间设置有捕集过滤器52。因此，在稀释试样气体DG流入流入部51a后被吸引部51b吸引的期间，由捕集过滤器52捕集该稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP。

[0137] 控制流入部51a的稀释试样气体DG的流速，使得成为根据第一图像数据通过图像处理等能够判断在流入部51a内流动的颗粒状物质FP的形状。例如通过控制第一吸引装置P1对稀释试样气体DG的吸引流量，能够控制流入部51a的稀释试样气体DG的流速。

[0138] 在使稀释试样气体DG流入流入部51a的过程中，在步骤S5中，第一图像取得部53取得在流过流入部51a的稀释试样气体DG中流动的颗粒状物质FP的第一图像数据。将由第一图像取得部53取得的第一图像数据发送到分析部55a。第一图像取得部53按照流入部51a中的稀释试样气体DG的流速，调节用于取得第一图像数据的快门速度。由此，第一图像取得部53能够取得能够清楚地判断颗粒状物质FP的形状的第一图像数据。

[0139] 另外，在使稀释试样气体DG流入流入部51a的过程中，在步骤S6中，含量信息取得部54取得与稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的含量有关的含量信息。具体而言，含量信息取得部54的β射线源54a朝向被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP射出β射线，β射线检测部54b测定通过了颗粒状物质FP后的β射线的强度。将由β射线检测部54b测定出的β射线强度发送到分析部55a。

[0140] 使稀释试样气体DG在规定的时间（例如1小时）中仅在预先确定的期间流入流入部51a并由捕集过滤器52捕集颗粒状物质FP之后，使捕集过滤器52在其长度方向上移动，使该颗粒状物质FP的捕集区域移动到第二图像取得部56的正下方。另外，根据按照规定的条件预先确定的反吹的期间与取样的期间的比例，决定使稀释试样气体DG流入的预先确定的期间。

[0141] 在将捕集区域移动到第二图像取得部56的正下方之后，在步骤S7中，在用来自第一光源56a的光照射了捕集区域及其周围的状态下，第二图像取得部56取得包括捕集区域和非捕集区域的第二图像数据。将由第二图像取得部56取得的第二图像数据发送到分析部55a。

[0142] 在取得第一图像数据、含量信息（β射线强度）以及第二图像数据之后，在步骤S8中，分析部55a根据这些信息对稀释试样气体DG（试样气体SG）中包含的颗粒状物质FP进行分析。

[0143] 当根据上述信息对颗粒状物质FP进行分析时，调查了在燃烧过程中产生的废气中包含的颗粒状物质FP的性质。其结果判明了，不是球形的颗粒状物质FP为灰中未燃成分的情况较多。另外判明了，颗粒状物质FP的平均粒径与该颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例之间存在较强的相关性。具体而言，判明了：颗粒状物质FP的平均粒径越大，该颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例越大。

[0144] 此外判明了，如果颗粒状物质FP包含大量灰中未燃成分，则该颗粒状物质FP成为

更黑的颜色。具体而言,判明了:被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP越为黑色,捕集到的颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例越多。

[0145] 因此,分析部55a例如针对第一图像数据执行边缘处理等掌握图像中包含的影像的形状的处理,掌握第一图像数据中包含的颗粒状物质FP的形状。在掌握颗粒状物质FP的形状之后,分析部55a计算第一图像数据中包含的颗粒状物质FP的长径比(颗粒状物质FP的长轴与短轴的比率)等与颗粒形状有关的信息、颗粒状物质FP的平均粒径等与粒径有关的信息。

[0146] 在第一图像数据中包含大量长径比从1(意味着圆球)大幅偏离而不是球形的颗粒状物质FP的图像的情况下,在颗粒状物质FP的平均粒径大的情况下,分析部55a能够判断为颗粒状物质FP中包含大量灰中未燃成分。另外,分析部55a使用表示颗粒状物质FP的平均粒径与颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例之间的关系之间的关系式,能够根据第一图像数据中包含的颗粒状物质FP的平均粒径具体地计算颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例。

[0147] 另外,分析部55a根据由 β 射线检测部54b测定出的 β 射线强度,计算颗粒状物质FP的质量浓度。分析部55a使用上述颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例以及颗粒状物质FP的质量浓度,能够计算灰中未燃成分的质量浓度。

[0148] 此外,分析部55a根据在上述步骤S7中取得的第二图像数据,能够计算与被捕集过滤器52捕集到的有色的颗粒状物质FP有关的信息。具体而言,分析部55a使用第二图像数据中包含的像素的亮度,能够计算与颗粒状物质FP有关的信息。

[0149] 在此,为了对第二图像数据的像素的性质进行说明,可以考虑将第二图像数据的各像素可能具有的亮度与第二图像数据中包含的具有特定亮度的像素的数量建立关联的图7所示那样的被称为“亮度直方图”的数据。图7是表示亮度直方图的一例的图。

[0150] 在图7所示的亮度直方图中,在亮度Br1以及亮度Br2能够观察到峰值。捕集过滤器52的颗粒状物质FP的捕集量和/或该颗粒状物质FP中包含的碳量越多,小的亮度Br1的第一峰值PE1越向小的亮度侧移位。即,颗粒状物质FP的捕集量和/或该颗粒状物质FP中包含的碳量越多,显现出第一峰值PE1的亮度Br1越小。

[0151] 另一方面,大的亮度Br2下的第二峰值PE2虽然根据颗粒状物质FP的捕集量等而稍微移位,但是其移动量不如第一峰值PE1那么大。即,显现出第二峰值PE2的亮度Br2几乎不受颗粒状物质FP的存在的影响。

[0152] 由上述可知,亮度Br1下的第一峰值PE1表示与捕集到颗粒状物质FP的捕集区域对应的图像部分的亮度分布,亮度Br2下的第二峰值PE2表示与未捕集到颗粒状物质FP的非捕集区域对应的图像部分的亮度分布。因此,分析部55a根据第二图像数据中的具有小亮度的图像部分的像素的亮度,能够计算与被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP的捕集量有关的信息。

[0153] 具体而言,分析部55a例如根据表示第二图像数据中的和捕集区域对应的图像部分的像素的亮度与被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP中包含的碳量(与颗粒状物质FP的捕集量有关的信息)之间的关系的校准曲线,能够计算被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP中包含的碳量作为与颗粒状物质FP的捕集量有关的信息。

[0154] 根据捕集颗粒状物质FP而取得的第二图像数据与在取得该第二图像数据时被捕

集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP中包含的碳量之间的关系,能够计算上述校准曲线。例如根据将捕集有颗粒状物质FP的捕集过滤器在规定的温度(例如2000℃)下燃烧时产生的二氧化碳量,能够计算被捕集到的颗粒状物质FP中包含的碳量。

[0155] 如图8所示,可知第二图像数据中的和捕集区域对应的图像部分的像素的亮度Br1与被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP中包含的碳量之间的关系成为大致直线。因此,根据图8所示的数据,例如能够计算出 $Y=aX+b$ (X:亮度,Y:碳量)的式子作为校准曲线。图8是示出用曲线图表示第二图像数据中的具有小亮度的图像部分的像素的亮度与被捕集过滤器捕集到的颗粒状物质FP中包含的碳量之间的关系的一例的图。

[0156] 另外,在分析系统100的设置场所由捕集过滤器52捕集成为实际的测定对象的颗粒状物质FP,由此取得在计算校准曲线时使用的第二图像数据。本发明人发现了:在使用将标准物质捕集到捕集过滤器而取得的第二图像数据或使用模拟分析系统100的实验用装置捕集颗粒状物质而取得的第二图像数据的情况、以及使用在分析系统100的设置场所捕集成为实际的测定对象的颗粒状物质FP而取得的第二图像数据的情况下,计算出不同的校准曲线。

[0157] 认为这起因于在分析系统100的设置场所捕集过滤器52捕集成为实际的测定对象的颗粒状物质FP时的捕集条件与将标准物质捕集到捕集过滤器的情况下的条件或使用实验用装置将颗粒状物质捕集到捕集过滤器的情况下的条件不同。例如,当将在燃烧过程中产生的气体中包含的颗粒状物质FP作为测定对象的情况下,试样气体SG(即,在燃烧过程中产生的气体)为高温,与此相对,标准物质的捕集、使用了实验用装置的捕集在室温下进行。

[0158] 这样,使用在分析系统100的设置场所捕集过滤器52捕集成为实际的测定对象的颗粒状物质FP而取得的第二图像数据,计算在根据第二图像数据分析颗粒状物质FP时使用的校准曲线,由此能够计算出更正确的校准曲线,能够更高精度地对颗粒状物质FP进行分析。

[0159] 另外,使用用与颗粒状物质FP有关的规定的参数将第二图像数据中的具有小亮度的图像部分的像素的亮度Br1标准化得到的数据,能够计算与颗粒状物质FP有关的信息。例如,如图9所示,在亮度Br1经时地变化的情况下,如果用颗粒状物质FP的捕集量将该亮度Br1标准化,则如图10A所示,用捕集量将亮度Br1标准化后的值(亮度/捕集量)的经时变化(图10A中用实线表示)与亮度Br1的经时变化(图10A中用虚线表示)不同。图9是表示亮度的经时变化的一例的图。图10A是表示用颗粒状物质的捕集量进行了标准化后的亮度的经时变化的一例的图。

[0160] 认为上述经时变化的不同启示了在各时间捕集到的颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例由于时间而发生变化的情况。由于灰中未燃成分具有黑色,所以即使颗粒状物质FP的捕集量相同,颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例多的情况下亮度Br1与灰中未燃成分的比例少的情况下亮度Br1相比也变小。这样,通过用捕集量对亮度Br1进行标准化,能够取得与被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例有关的信息。通过取得与被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例有关的信息,例如,能够得到关于燃烧过程的燃烧条件的信息等与颗粒状物质有关的多种信息。

[0161] 此外,根据图10B所示那样的亮度Br1与颗粒状物质FP的每单位时间的捕集量之积

的值(亮度*(捕集量/捕集时间))的经时变化、图10C所示那样的用颗粒状物质FP的每单位时间的捕集量将亮度Br1标准化后的值(亮度/(捕集量/捕集时间))的经时变化,例如也能够得到关于燃烧过程的燃烧条件的信息等多种信息。图10B是表示亮度与颗粒状物质的每单位时间的捕集量之积的值的经时变化的一例的图。图10C是表示用颗粒状物质的每单位时间的捕集量将亮度标准化后的值的经时变化的一例的图。

[0162] 另外,分析部55a也可以代替第二图像数据的亮度Br1,而根据第二图像数据的和捕集区域对应的图像部分的亮度Br1与第二图像数据的和非捕集区域对应的图像部分的亮度Br2之差 ΔBR (图7),计算与被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP有关的信息。例如,如果第一峰值PE1的亮度Br1与第二峰值PE2的亮度Br2之差 ΔBR 大,则分析部55a能够判断为灰中未燃成分的比例多,如果差 ΔBR 小,则分析部55a能够判断为灰中未燃成分的比例少。

[0163] 另外,直接使用第二图像数据生成图7所示的亮度直方图,但是并不限定于此,也可以在使用第二图像数据进行颗粒状物质的分析时,使第二图像数据黑白反转。在使第二图像数据黑白反转来生成亮度光谱的情况下,第一峰值PE1成为和非捕集区域对应的图像部分的亮度分布,第二峰值PE2成为与捕集区域对应的图像部分的亮度分布。

[0164] 这样,分析装置5根据在流入到流入部51a的稀释试样气体DG中流动的颗粒状物质FP的第一图像数据、以及与稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质的含量有关的含量信息,对颗粒状物质FP进行分析。在第一图像数据中包含与在试样气体SG中流动的颗粒状物质FP的外观有关的信息,另外,在燃烧过程中产生的碳为主要成分的颗粒状物质FP在外观上具有特征,因此根据第一图像数据以及含量信息,能够高精度地进行碳为主要成分的颗粒状物质FP的分析。另外,除了根据第一图像数据以及颗粒状物质FP的质量浓度以外,还根据第二图像数据对颗粒状物质FP进行分析,由此能够更高精度地对颗粒状物质FP进行分析。

[0165] 另外,在分析装置5中,使稀释试样气体DG流入流入部51a,第一图像取得部53取得在流入部51a中流动的稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的图像数据(第一图像数据),分析部55a根据第一图像数据对颗粒状物质进行分析。

[0166] 上述分析装置5能够使用包含颗粒状物质FP的稀释试样气体DG正在流动的状态的图像数据对颗粒状物质FP进行分析,因此能够连续地使稀释试样气体DG流入流入部51a,能够连续地对颗粒状物质FP进行分析。

[0167] 如上所述,在计算出颗粒状物质FP的分析结果之后,分析部55a在显示器上显示颗粒状物质FP的分析结果。例如,能够显示图11所示那样的显示画面D,所述显示画面D具有表示第一图像数据的第一图像显示部D1、表示第二图像数据的第二图像显示部D2、表示颗粒状物质FP的粒径分布的粒径分布显示部D3、表示灰中未燃成分的比例的比例显示部D4、以及表示灰中未燃成分的浓度的浓度显示部D5。图11是表示分析结果的显示画面的一例的图。

[0168] (5) 分析装置的变形例1

[0169] 在上述分析装置5的流入部51a中只设置有一个稀释试样气体DG的流道。但是,并不限定于此,如图12所示,流入部51a也可以具有:第一流道FL1,设置有第一图像取得部53,用于取得第一图像数据的稀释试样气体DG流过该第一流道FL1;以及第二流道FL2,设置有 β 射线源54a,用于取得含量信息的稀释试样气体DG流过该第二流道FL2。图12是表示流入部的变形例的一例的图。

[0170] 由此,能够独立地调整用于取得第一图像数据的第一流道FL1中的稀释试样气体DG的流速、以及用于取得含量信息的稀释试样气体DG的流速。其结果,能够以最佳的条件取得第一图像数据以及含量信息。例如,能够为了在第一图像数据中取得颗粒状物质FP作为明确的影像而使第一流道FL1中的稀释试样气体DG的流速变慢,并且为了防止颗粒状物质FP的堵塞而使设置有 β 射线源54a的第二流道FL2中的稀释试样气体DG的流速不过度地变慢。

[0171] (6) 分析装置的变形例2

[0172] 分析装置5在具备取得在流入部51a中流动的颗粒状物质FP的第一图像数据的第一图像取得部53、取得含量信息(β 射线强度)的含量信息取得部54以外,可以还具有取得用于颗粒状物质FP的分析的信息的装置。例如,如图13所示,分析装置5也可以还具有散射光信息取得部57,所述散射光信息取得部57取得与向流过流入部51a的稀释试样气体DG入射的光被颗粒状物质FP散射而产生的散射光有关的散射光信息。图13是表示分析装置的变形例的一例的图。

[0173] 具体而言,散射光信息取得部57具备:第二光源57a,朝向流入部51a内部的稀释试样气体DG射出激光L;以及散射光检测部57b,检测激光L在通过稀释试样气体DG的过程中被颗粒状物质FP散射而产生的散射光。分析部55a例如根据由散射光检测部57b检测到的散射光的强度(散射光信息),能够计算稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的数量、粒径分布(第二粒径信息的一例)。

[0174] (7) 分析装置的变形例3

[0175] 通过上述散射光信息取得部57得到的散射光信息(散射光强度)也可以用于稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的数量的计算。稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的数量与颗粒状物质FP的含量对应。因此,如图14所示,在具备散射光信息取得部57的分析装置5中,可以省略 β 射线源54a以及 β 射线检测部54b,分析部55a能够根据通过散射光信息取得部57得到的散射光信息(散射光强度),计算稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的含量。图14是表示分析装置的变形例的另一例的图。

[0176] 2. 第二实施方式

[0177] 在对颗粒状物质FP进行分析的分析装置中也可以还设置其他分析装置。具体而言,如图15所示,第二实施方式的分析装置5'除了具备第一图像取得部53、含量信息取得部54以及第二图像取得部56以外,还具备气体分析部58。图15是表示第二实施方式的分析装置的构成的图。如后所述,气体分析部58为了使颗粒状物质FP燃烧而产生气体,在第二实施方式的分析装置5'中代替使捕集过滤器52捕集颗粒状物质FP,在由铜等耐热性的材料构成的试样支承部52'上配置捕集颗粒状物质FP的部件(例如与捕集过滤器52类似的部件)。

[0178] 气体分析部58通过检测使颗粒状物质FP燃烧而产生的气体(例如二氧化碳(CO₂)、烃(例如甲烷(CH₄))),对以碳为主要成分的颗粒状物质FP进行分析。具体而言,气体分析部58具备燃烧部58a以及气体检测部58b。

[0179] 燃烧部58a使捕集到的颗粒状物质FP燃烧而产生气体。燃烧部58a例如是加热器等加热装置。使颗粒状物质FP燃烧而产生的气体依赖于燃烧部58a周围的气体气氛。在使燃烧部58a周围的气体气氛为氧气(空气)的情况下,通过颗粒状物质FP的燃烧而产生二氧化碳。另一方面,在使燃烧部58a周围的气体气氛为氢气的情况下,通过颗粒状物质FP的燃烧而产

生甲烷。

[0180] 气体检测部58b检测通过利用燃烧部58a的颗粒状物质FP的燃烧而产生的气体。气体检测部58b例如是通过非分散型红外吸收(NDIR)法等利用测定对象气体的光(红外光)的吸收来检测气体的装置。此外,在通过颗粒状物质FP的燃烧而产生烃的情况下,也可以将气体检测部58b设为氢火焰离子化型检测器(FID)。

[0181] 在具备上述构成的分析装置5'中,能够分析包含碳作为成分的颗粒状物质FP的碳含量、由哪种碳化合物构成颗粒状物质FP。例如,利用根据碳化合物的种类而燃烧温度不同的情况,能够分析构成颗粒状物质FP的碳化合物、各碳化合物的含有比例。

[0182] 具体而言,例如,当在将颗粒状物质FP加热到约580℃时检测到气体的产生的情况下,能够判断为该颗粒状物质FP包含有机碳(organic carbon,OC)。另一方面,当在将颗粒状物质FP加热到约840℃时检测到气体的产生的情况下,能够判断为该颗粒状物质FP包含元素碳(elemental carbon,EC)。另外,根据加热到约580℃时的气体产生量以及加热到约840℃时的气体产生量,也能够计算构成颗粒状物质FP的有机碳与元素碳的比例。

[0183] 3.第三实施方式

[0184] (1)概要

[0185] 如第一实施方式的分析装置5那样,已知有根据包括捕集过滤器52中的捕集到颗粒状物质FP的捕集区域以及其周围的未捕集到颗粒状物质FP的非捕集区域的图像数据(第二图像数据)对有色的颗粒状物质FP进行分析的装置以及方法。例如,根据第二图像数据的和捕集区域对应的图像部分的亮度与和非捕集区域对应的图像部分的亮度之差,能够计算捕集到的颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例。

[0186] 如在第一实施方式中说明的那样,为了通过第二图像取得部56(CCD图像传感器、CMOS图像传感器)取得适当的第二图像数据,在使用第二图像数据对颗粒状物质FP进行分析的装置中设置有照射第二图像取得部56的视野范围的第一光源56a。

[0187] 已知第一光源56a的特性经时地变化。当由于特性经时地变化而从第一光源56a射出的光量经时地变化时,即使在捕集区域捕集到相同量的颗粒状物质FP,在不同的定时取得的第二图像数据的亮度也不同。在根据第二图像数据的和捕集区域对应的图像部分的亮度与和非捕集区域对应的图像部分的亮度之差对颗粒状物质FP进行分析的情况下,即使在捕集到相同量的颗粒状物质FP时取得第二图像数据,如果第二图像数据的亮度不同,则由于亮度的不同而计算出不同的分析结果。

[0188] 因此,在使用第二图像数据对颗粒状物质FP进行分析的装置中,每隔规定的期间进行装置的校正。以往手动在捕集过滤器52上配置校正用试样,使用配置于捕集过滤器52的校正用试样,取得第二图像数据,使用该第二图像数据,执行装置校正。由于需要手动将校正用试样配置于捕集过滤器52,所以利用以往的方法的装置校正花费时间。另外,需要校正用试样的选定以及管理。

[0189] 因此,在第三实施方式的分析装置5"中,不将校正用试样配置在捕集过滤器52上而自动地执行用于使用了第二图像数据的颗粒状物质FP的分析的装置校正。以下,对第三实施方式的分析装置5"的具体构成以及装置的校正方法进行说明。在第三实施方式的分析装置5"中,仅执行装置的校正方法的运算部55的功能块构成与第一实施方式不同,其他的构成以及功能与第一实施方式的分析装置5相同。因此,以下仅对分析装置5"的运算部55'

的功能块构成进行说明,省略关于运算部55'以外的其他构成的说明。

[0190] (2) 运算部的功能块构成

[0191] 使用图16对第三实施方式的分析装置5”的运算部55’的功能块构成进行说明。图16是表示第三实施方式的分析装置的运算部的功能块构成的图。运算部55’除了具备第一实施方式的分析部55a以外还具备存储部55b以及校正部55c作为功能块。存储部55b是形成于构成运算部55’的计算机系统所具备的存储装置的存储区域的一部分或全部,保存用于控制分析装置5”、使用第二图像数据对颗粒状物质FP进行分析的各种参数等。

[0192] 存储部55b存储校准曲线SC以及非捕集区域亮度数据LD。校准曲线SC表示被捕集到捕集区域的颗粒状物质FP的捕集量与第二图像数据的和捕集区域对应的图像部分的像素的亮度之间的关系。校准曲线SC用于使用实际取得的第二图像数据计算颗粒状物质FP的捕集量。

[0193] 校准曲线SC例如通过如下方式得到:使颗粒状物质FP的捕集量变化而取得多个包括以已知的捕集量捕集到颗粒状物质FP的捕集区域以及非捕集区域的第二图像数据,针对各第二图像数据生成在第一实施方式中说明过的亮度直方图,通过拟合等预先计算出表示各亮度直方图的第一峰值的亮度与对应的捕集量之间的关系的近似式。

[0194] 另外,例如对第二图像数据中包含的像素进行扫描,对具有特定亮度的像素的数量进行计数,将亮度与具有该亮度的像素的数量建立关联,由此能够生成亮度直方图。

[0195] 如果将被捕集到捕集区域的颗粒状物质FP的捕集量设为M、将亮度直方图的第一峰值的亮度设为P₁,则校准曲线SC例如能够作为M=aP₁²+bP₁+C的近似式而得到。另外,a、b、c是常数,在通过拟合计算表示亮度直方图的第一峰值PE1的亮度Br1与对应的捕集量之间的关系的近似式时得到。

[0196] 此外,也可以将校准曲线SC设成将各亮度直方图的第一峰值的亮度与对应的捕集量建立关联的数据(表)。

[0197] 非捕集区域亮度数据LD表示被捕集到捕集区域的颗粒状物质FP的捕集量与第二图像数据的和非捕集区域对应的图像部分的像素的亮度之间的关系。如在第一实施方式中说明的那样,第二图像数据的和非捕集区域对应的图像部分的亮度根据被捕集到捕集区域的颗粒状物质FP的捕集量而稍微变化。当计算在颗粒状物质FP被捕集到捕集区域时取得的第二图像数据的和非捕集区域对应的图像部分的像素的亮度的理论值(称为理论亮度)时,使用非捕集区域亮度数据LD。

[0198] 例如,使颗粒状物质FP的捕集量变化而取得多个包括以已知的捕集量捕集到颗粒状物质FP的捕集区域以及非捕集区域的第二图像数据,针对各第二图像数据生成亮度直方图,通过拟合等预先计算出表示各亮度直方图的第二峰值的亮度与对应的捕集量之间的关系的近似式,由此得到非捕集区域亮度数据LD。

[0199] 如果将被捕集到捕集区域的颗粒状物质FP的捕集量设为M、将亮度直方图的第二峰值的亮度设为P₂,则非捕集区域亮度数据LD例如作为P₂=dM+e的近似式而得到。另外,d、e是常数,在通过拟合计算表示亮度直方图的第二峰值的亮度与对应的捕集量之间的关系的近似式时得到。

[0200] 此外,也可以将非捕集区域亮度数据LD设成将各亮度直方图的第二峰值的亮度与对应的捕集量建立关联的数据(表)。

[0201] 校正部55c执行分析装置5”的校正。具体而言，校正部55c取得包含被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP的捕集区域以及非捕集区域的第二图像数据，使用该第二图像数据自动地调整第二图像取得部56和/或第一光源56a。

[0202] (3) 使用了第二图像数据的分析装置的校正动作

[0203] 以下，使用图17对使用了第二图像数据的分析装置5”的校正动作进行说明。图17是表示使用了第二图像数据的分析装置的校正动作的流程图。每当捕集颗粒状物质FP并使用第二图像数据执行分析时，执行以下说明的校正动作。具体而言，在一个分析动作完成之后在移动用于下次的分析的捕集区域并到开始下次的分析动作为止的期间(即，为了下次的分析而捕集颗粒状物质FP的期间)，使用在完成了的分析中使用的第二图像数据执行以下的校正动作。另外，使用了第二图像数据的颗粒状物质FP的分析动作由于与在第一实施方式中说明过的相同，所以在此省略说明。

[0204] 在使用第二图像数据执行颗粒状物质FP的分析动作之后，校正部55c在步骤S11中，根据用于分析的第二图像数据，计算被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP的捕集量。具体而言，校正部55c首先根据第二图像数据计算亮度直方图，计算该亮度直方图的第一峰值的亮度(设为亮度P₁')。之后，校正部55c使用亮度直方图的第一峰值的亮度P₁' 以及存储于存储部55b的校准曲线SC，将捕集量(设为M₁)例如计算为M₁=aP₁'²+bP₁'+c。

[0205] 在计算出捕集量之后，校正部55c在步骤S12中，根据在步骤S11中计算出的捕集量，计算第二图像数据的和非捕集区域对应的图像部分的像素的亮度的理论值(理论亮度)。具体而言，校正部55使用在步骤S11中计算出的捕集量(M₁)以及存储于存储部55b的非捕集区域亮度数据LD，将理论亮度(设为P_T')例如计算为P_T'=dM₁+e。

[0206] 在计算出理论亮度之后，校正部55c在步骤S13中根据用于捕集量以及理论亮度的计算的第二图像数据，计算该第二图像数据的和非捕集区域对应的图像部分的像素的实际亮度(称为实际亮度)。具体而言，校正部55c计算在步骤S11中计算出的亮度直方图的第二峰值的亮度(设为亮度P₂')作为实际亮度。

[0207] 在计算出实际亮度之后，校正部55c在步骤S14中根据理论亮度与实际亮度之差(P_T'-P₂')，对第二图像取得部56和/或第一光源56a进行校正。例如，在理论亮度与实际亮度之差(P_T'-P₂')为正值的情况下，意味着取得第二图像数据时的第一光源56a的光量比当初降低。在该情况下，校正部55c使取得第二图像数据时的第二图像取得部56的曝光时间变得更长。或者，增大从第一光源56a射出的光量。

[0208] 另一方面，在理论亮度与实际亮度之差为负值的情况下，校正部55c使取得第二图像数据时的第二图像取得部56的曝光时间变得更短。或者，减小从第一光源56a射出的光量。

[0209] 根据理论亮度与实际亮度之差的绝对值，能够决定第二图像取得部56的曝光时间以及第一光源56a的光量的调整幅度。例如，如果理论亮度与实际亮度之差的绝对值大，则校正部55c加大第二图像取得部56的曝光时间以及第一光源56a的光量的调整幅度。另一方面，如果理论亮度与实际亮度之差的绝对值小，则校正部55c减小第二图像取得部56的曝光时间以及第一光源56a的光量的调整幅度。

[0210] 第三实施方式的分析装置5”根据用于分析的(即，使捕集过滤器52捕集颗粒状物质FP并取得的)第二图像数据的和非捕集区域的像素的亮度的理论值(理论亮度)与该第二

图像数据的和非捕集区域对应的像素的实际的亮度值(实际亮度)之差,对第二图像取得部56和/或第一光源56a进行校正。

[0211] 如上所述,由于将被捕集过滤器52捕集到的颗粒状物质FP用于校正,所以无需为了校正第二图像取得部56和/或第一光源56a而在捕集过滤器另外配置校正用试样并取得第二图像数据,能够自动地进行第二图像取得部56和/或第一光源56a的校正。

[0212] 在分析装置5”中,用于执行分析的颗粒状物质FP向捕集过滤器52的捕集花费一定的时间(例如1小时),因此通过执行用于下次的分析的颗粒状物质FP的捕集并且使用在完成的分析中使用过的第二图像数据执行上述校正动作,能够与颗粒状物质FP的捕集同时执行上述校正动作,能够高效地运用分析装置5”。

[0213] 另外,作为校正动作的开始定时的变形例,例如,在使用者使用运算部55’的输入装置进行了指令时,或检测到从第一光源56a射出的光的光量降低时,也可以与颗粒状物质FP的分析分开地执行上述校正动作。在该情况下,如果需要,也可以取得用于校正的第二图像数据。

[0214] 另外,也可以使用通过执行校正动作而校正后的第二图像取得部56以及第一光源56a,再次取得针对被用于分析以及校正的相同的捕集区域捕集到的颗粒状物质FP的第二图像数据,使用再次取得的第二图像数据,再次执行颗粒状物质FP的分析。

[0215] 4.第四实施方式

[0216] (1)分析系统的应用例1

[0217] 在上述说明过的分析系统100能够应用于在各种燃烧过程中产生的废气中包含的颗粒状物质FP的分析。以下,使用图18对分析系统100的应用例进行说明。图18是表示分析系统的应用例1的构成的图。图18所示的应用例是将分析系统100应用于煤炭火力发电的锅炉200的燃烧的控制的例子。煤炭火力发电的锅炉200将煤炭作为燃料,因此从锅炉200排出包含煤炭灰的气体。因此,应用例1中的分析系统100将来自锅炉200的废气作为试样气体SG,将煤炭灰作为分析对象的颗粒状物质FP。

[0218] 如图18所示,从锅炉200排出的气体中包含的颗粒状物质FP由电集尘器220收集。分析系统100对在从锅炉200到电集尘器220为止的烟道中流动的气体进行取样作为试样气体SG。

[0219] 在应用例1中,分析系统100执行与试样气体SG中包含的颗粒状物质FP(煤炭灰)的碳成分的量有关的分析。分析系统100向控制锅炉200的燃烧的控制盘240输出基于与碳成分的量有关的分析结果的控制信号。控制盘240根据来自分析系统100的控制信号,例如能够进行调节向锅炉200放入的煤炭量等,能够进行锅炉200的燃烧的控制。例如,在得到了颗粒状物质FP中包含的碳成分多的分析结果的情况下,控制盘240判断为锅炉200中的煤炭的余烬多,能够进行调整(减少)煤炭的放入量、调整锅炉200内的燃烧器的火力(增强火力)、调整燃烧器的角度等控制。

[0220] 具备稀释器3的分析系统100能够稀释包含高浓度的颗粒状物质FP的气体,因此如应用例1那样,能够有效地应用于将从产生大量的煤炭灰的锅炉200排出的气体作为试样气体SG的情况。

[0221] (2)分析系统的应用例2

[0222] 以下使用图19对分析系统100的另外的应用例进行说明。图19是表示分析系统的

应用例2的构成的图。图19所示的应用例将使分析系统100实现与从燃烧设备300通过烟囱320向大气排出的气体(颗粒状物质FP)有关的环境保全作为目的。燃烧设备300有时排出大量包含颗粒状物质FP的气体。如果从烟囱320向大气排出这样的包含大量颗粒状物质FP的气体，则该颗粒状物质FP有时也会向从燃烧设备300离开的地域(例如靠近市区的地域)落下。

[0223] 因此，应用例2中的分析系统100将来自燃烧设备300的废气作为试样气体SG，将该试样气体中包含的颗粒状物质FP作为测定对象。如图19所示，应用例2中的分析系统100对在从燃烧设备300到烟囱320为止的烟道中流动的气体进行取样作为试样气体SG。

[0224] 在应用例2中，分析系统100执行与试样气体SG中包含的颗粒状物质FP中包含的成分有关的分析。另外，设置在从燃烧设备300离开的地域且能够与分析系统100通信的测量装置400执行与在该地域落下的颗粒状物质FP中包含的成分有关的分析。另外，测量装置400也可以是在上述中说明过的分析装置5、5'、5"，也可以是其他分析装置。

[0225] 分析系统100对由分析系统100得到的与颗粒状物质FP中包含的成分有关的分析结果与由测量装置400得到的与颗粒状物质FP中包含的成分有关的分析结果进行比较，判断在这些分析结果之间是否存在相关性。在此的“相关性”例如是指是否以相同的比例包含相同的元素。

[0226] 在分析系统100的分析结果与测量装置400的分析结果之间存在相关性的情况下，分析系统100判断为颗粒状物质FP飞来到远离燃烧设备300的地域。在该情况下，分析系统100向控制燃烧设备300的控制盘340输出需要抑制颗粒状物质FP的产生的主旨的通知、或者过剩地产生了颗粒状物质FP的主旨的警告。控制盘340根据来自分析系统100的通知或警告，调整燃烧设备300的燃烧条件等，由此能够进行抑制来自燃烧设备300的颗粒状物质FP的产生量的控制。

[0227] 具备稀释器3的分析系统100能够稀释包含高浓度的颗粒状物质FP的气体，因此如应用例2那样，能够有效地应用于将从存在大量产生颗粒状物质FP的可能性的燃烧设备300排出的气体作为试样气体SG的情况。

[0228] 5. 其他实施方式

[0229] 以上，对本发明的多个实施方式进行了说明，但是本发明并不限定于上述实施方式，在不脱离发明的主旨的范围内可以进行各种各样的变更。尤其是能够根据需要任意地组合本说明书中记载的多个实施方式以及变形例。

[0230] (A) 在不脱离发明的主旨的范围内，可以变更使用图6说明过的颗粒状物质FP的分析动作中的各步骤的处理内容、处理顺序。另外，在不脱离发明的主旨的范围内，也可以变更使用图17说明过的校正动作中的各步骤的处理内容、处理顺序。例如，在第三实施方式中，可以在步骤S11的计算了亮度直方图的步骤之后执行在步骤S13中执行的实际亮度的计算。

[0231] (B) 分析装置5、5'、5"可以还具备对颗粒状物质FP中包含的元素进行分析的元素分析部。元素分析部例如是具备用X射线照射颗粒状物质FP的X射线源、以及测定通过用X射线照射而从颗粒状物质FP产生的荧光X射线的检测器的装置。通过设置元素分析部，能够判断颗粒状物质FP是否包含碳以外的元素(例如金属元素)。

[0232] (C) 在第一实施方式以及第二实施方式的分析装置5、5'中也可以省略第二图像取

得部56。在该情况下,例如根据基于通过第一图像取得部53取得的第一图像数据和/或通过散射光信息取得部57取得的散射光信息计算出的与颗粒状物质FP的颗粒形状有关的信息、与粒径有关的信息(粒径分布),能够计算稀释试样气体DG中包含的颗粒状物质FP的含量、颗粒状物质FP中包含的灰中未燃成分的比例。

[0233] (D) 在第三实施方式的分析装置5”中,也可以省略第一图像取得部53、含量信息取得部54、散射光信息取得部57和/或气体分析部58。

[0234] (E) 在第三实施方式的分析装置5”中,也可以代替校正第二图像取得部56和/或第一光源56a、或者与第二图像取得部56和/或第一光源56a的校正一起,对在分析中取得的第二图像数据执行图像处理(例如亮度调整、对比度调整等),校正分析装置5”。

[0235] (F) 在上述第三实施方式中,在使用了第二图像数据的颗粒状物质FP的分析后,校正部55c重新计算颗粒状物质FP的捕集量。但是,并不限于此,只要在颗粒状物质FP的分析中计算了捕集量,则校正部55c也可以使用在分析时计算出的捕集量,计算理论亮度。

[0236] (G) 在上述实施方式中,在图1所示的分析系统100中,在对取样探针1进行反吹的情况下,来自供给装置7的稀释气体AR流入分析装置5、5’、5”。并不限于此,也可以构成为,在反吹的执行时大气流入分析装置5、5’、5”。具体而言,如图20所示,也可以在第二气体管道L2上设置有三通阀V2,在反吹时将大气与分析装置5、5’、5”设为可流通气体,在颗粒状物质FP的分析时(捕集时)将稀释器3与分析装置5、5’、5”设为可流通气体。图20是表示分析系统的其他实施方式的图。

[0237] (H) 分析装置5、5’、5”也可以具有“颜色试样”。颜色试样是将具有多种颜色(例如白色、灰色、黑色)的试样排列配置的试样。另外,“灰色”也包含多个不同浓度的灰色。另外,“试样”只要是以不同的捕集量捕集颗粒状物质FP而得到的试样等能够在视觉上识别颜色的不同的形态的试样即可。此外,“颜色试样”也可以由一种颜色构成。

[0238] 使用通过第二图像取得部56拍摄该颜色试样而得到的图像,能够校正第二图像取得部和/或第一光源56a。

[0239] 在分析装置5、5’、5”中,对于上述颜色试样,例如可以将颜色试样配置在捕集过滤器52的宽度方向的端部。由此,能够在第二图像取得部56的视野内直接包含颜色试样。此外,也可以将颜色试样配置在第二图像取得部56的视野外。在该情况下,例如也可以将颜色试样映照到镜子上,使映照在镜子上的颜色试样的图像包含在第二图像取得部56的视野内。

[0240] 工业实用性

[0241] 本发明能够广泛地应用于对试样气体中包含的颗粒状物质进行分析的分析系统。

[0242] 附图标记说明

[0243] 100:分析系统;FL:烟道;1:取样探针;3:稀释器;31:混合部;31a:导入口;IS1:内部空间;33:稀释气体填充部;IS2:稀释气体填充空间;5、5’、5”:分析装置;51a:流入部;FL1:第一流道;FL2:第二流道;51b:吸引部;52:捕集过滤器;52’:试样支承部;52a:送出带盘;52b:卷取带盘;53:第一图像取得部;53a:光学窗;54:含量信息取得部;54a: β 射线源;54b: β 射线检测部;55、55’:运算部;55a:分析部;55b:存储部;SC:校准曲线;LD:非捕集区域亮度数据;55c:校正部;D:显示画面;D1:第一图像显示部;D2:第二图像显示部;D3:粒径分布显示部;D4:比例显示部;D5:浓度显示部;56:第二图像取得部;56a:第一光源;57:散射光

信息取得部;57a:第二光源;57b:散射光检测部;L:激光;58:气体分析部;58a:燃烧部;58b:气体检测部;61、63:流道变更部件;7:供给装置;200:锅炉;220:电集尘器;240:控制盘;300:燃烧设备;320:烟囱;340:控制盘;400:测量装置;L1:第一气体管道;L2:第二气体管道;L3:第三气体管道;L4:第四气体管道;L5:第五气体管道;P1:第一吸引装置;P2:第二吸引装置;V:三通阀;V2:三通阀;SG:试样气体;AR:稀释气体;DG:稀释试样气体;FP:颗粒状物质;Br1、Br2:亮度;PE1:第一峰值;PE2:第二峰值;△BR:亮度Br1与亮度Br2之差。

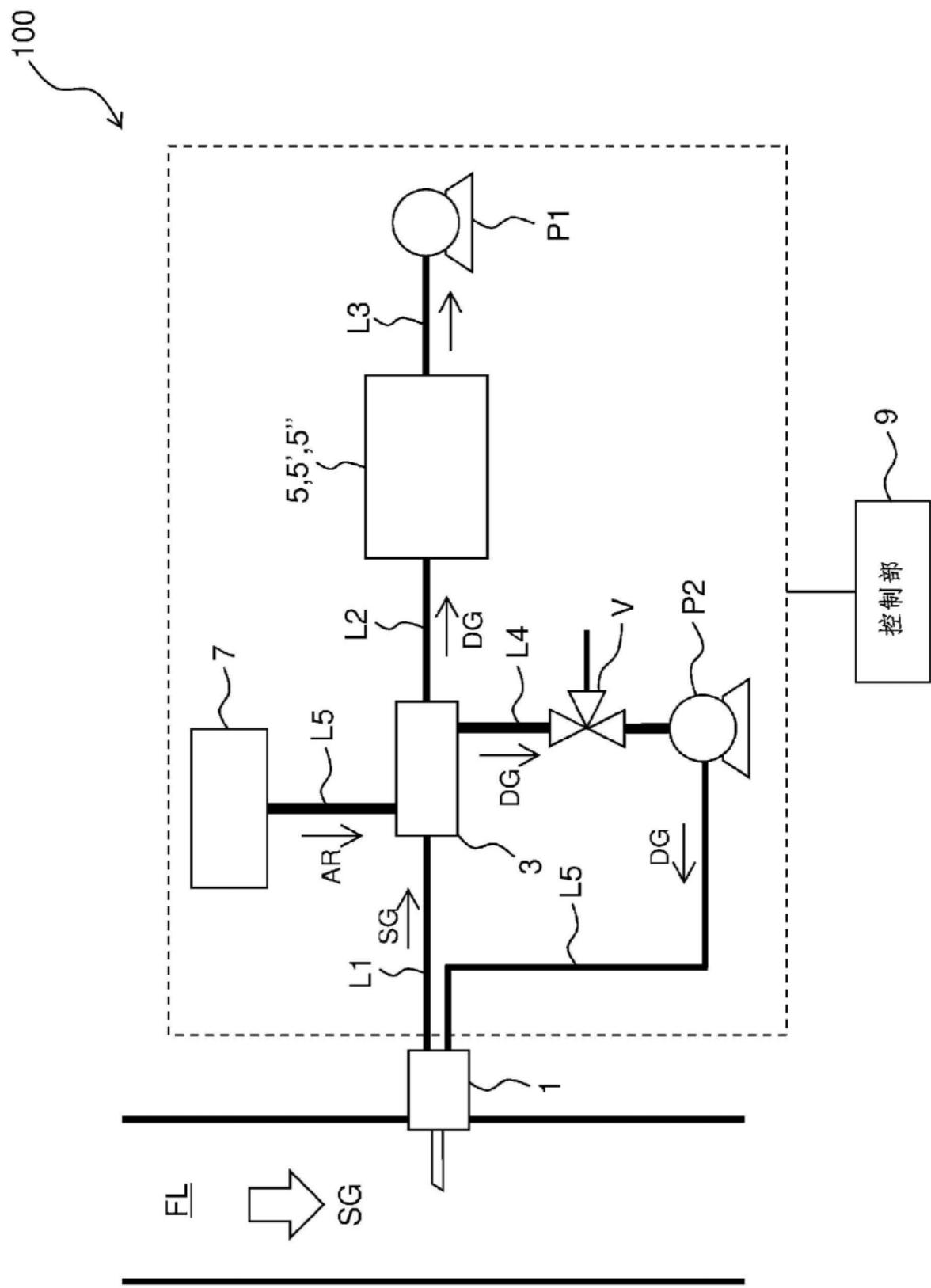


图1

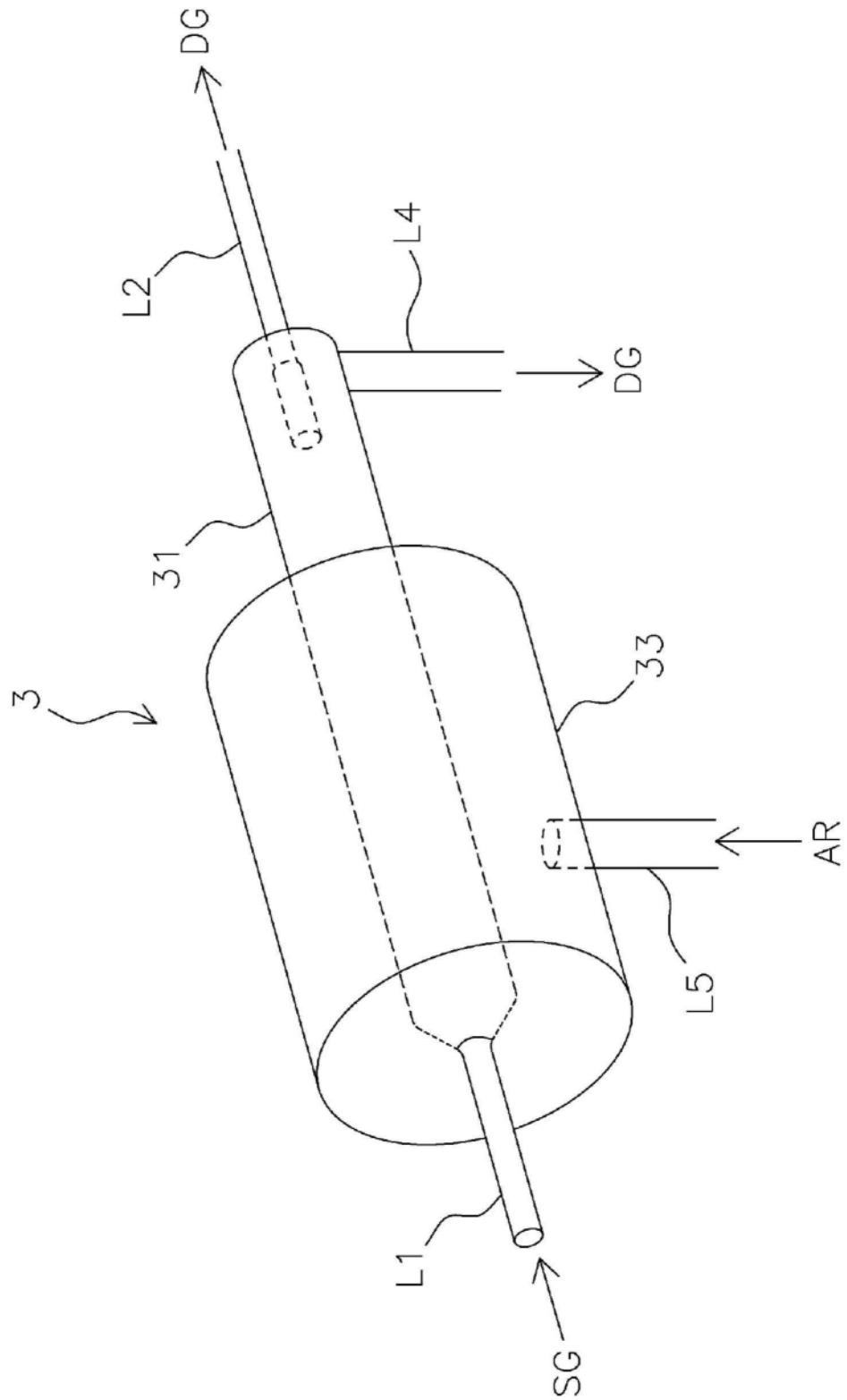


图2

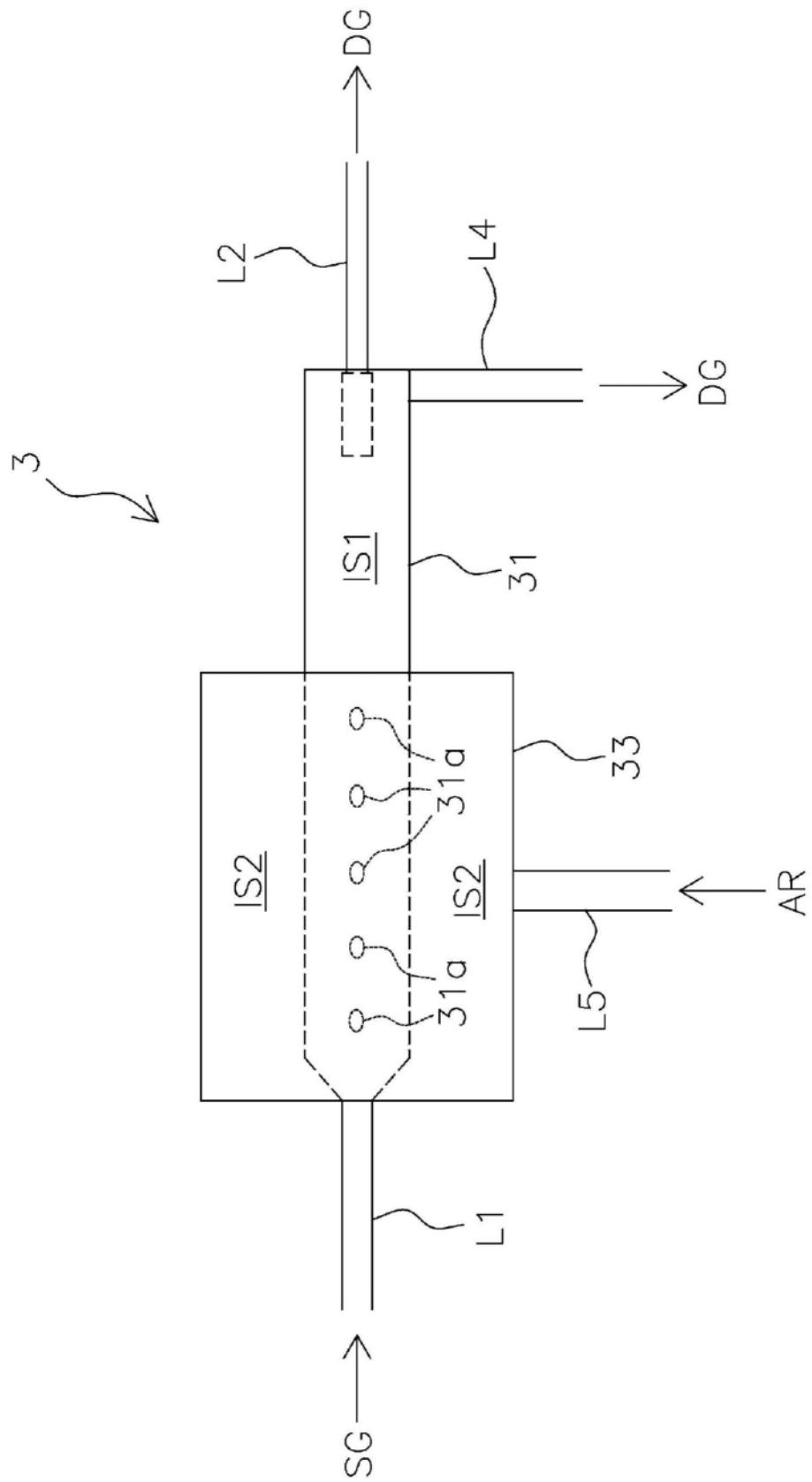


图3

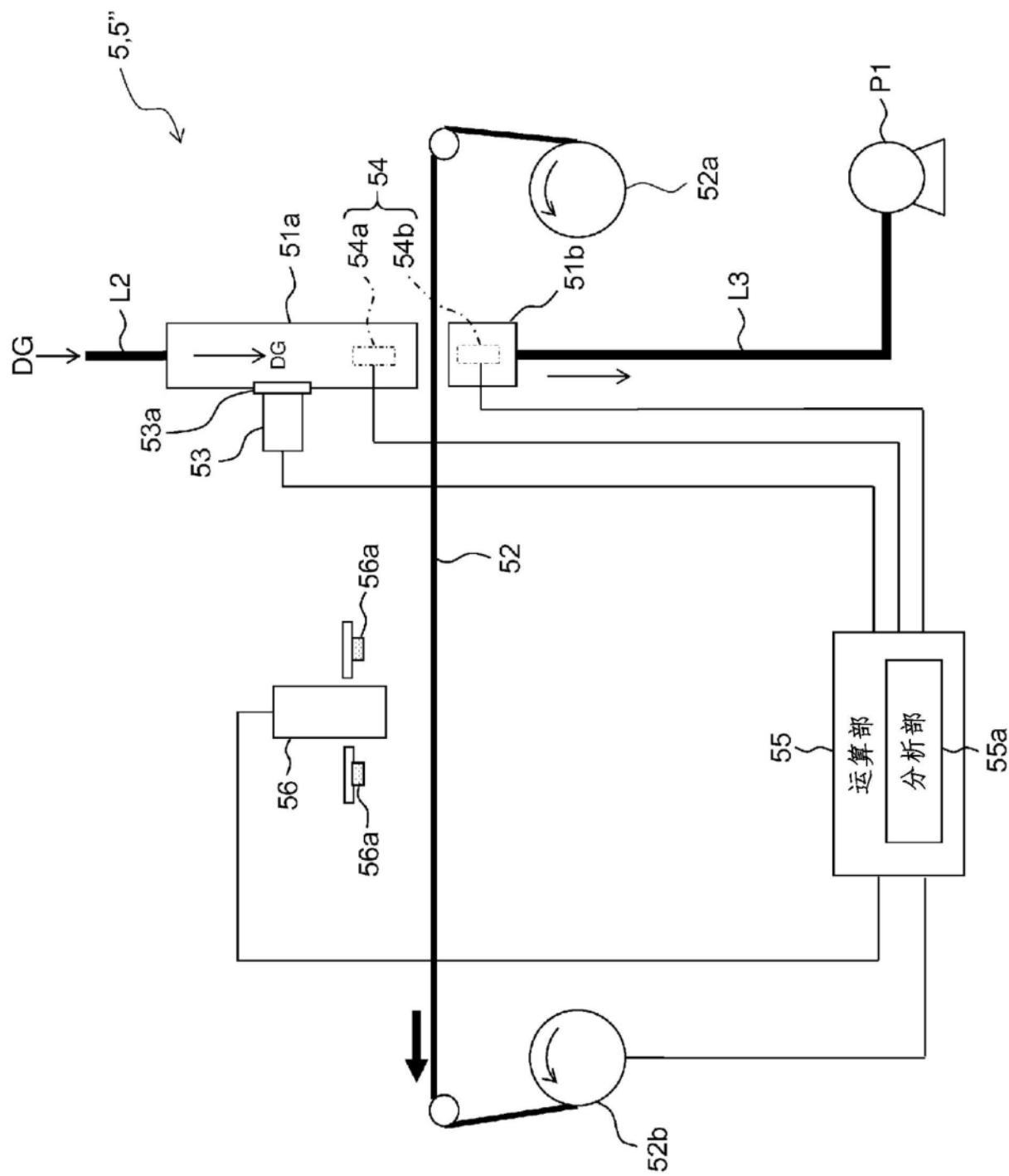


图4

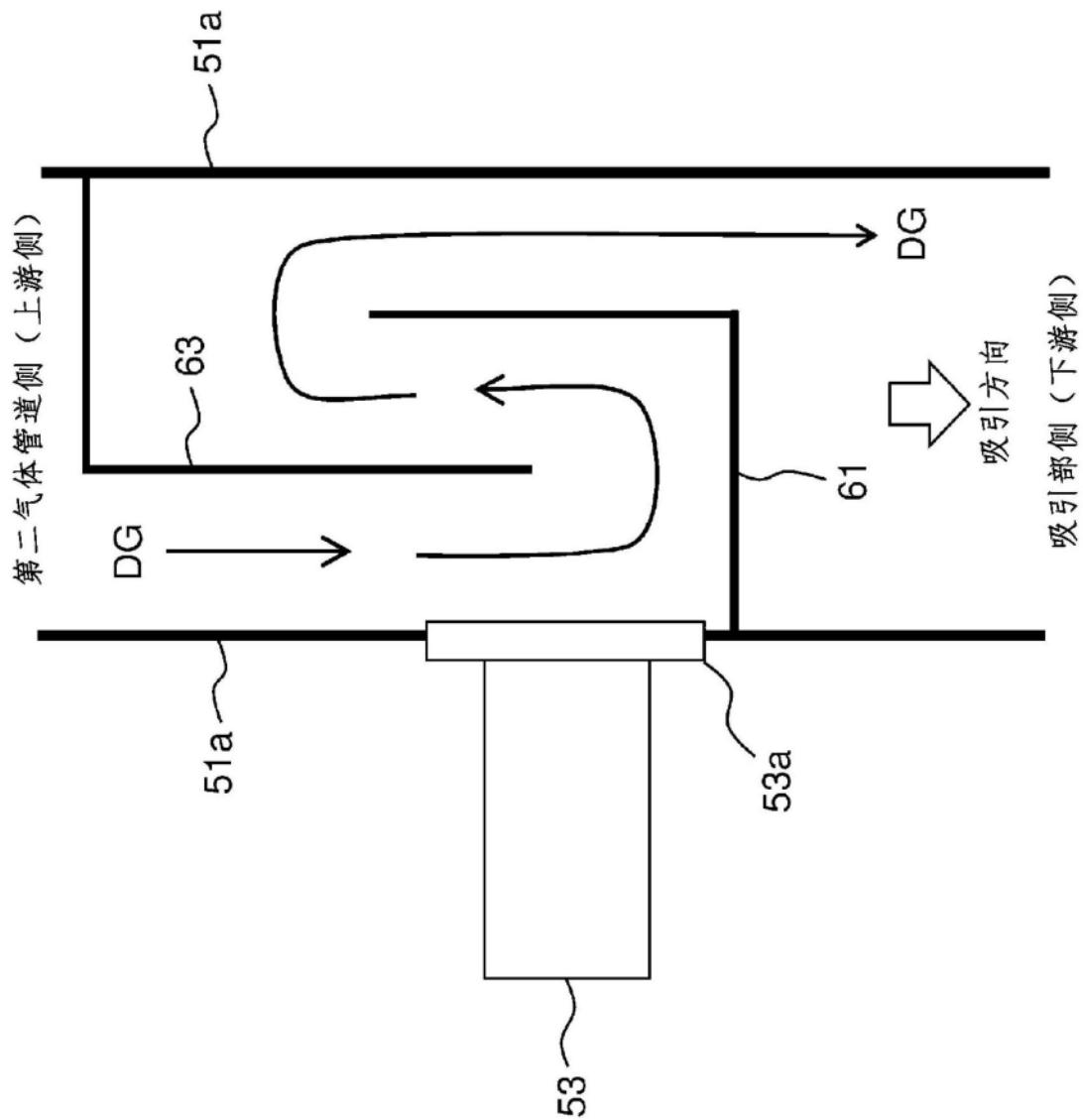


图5

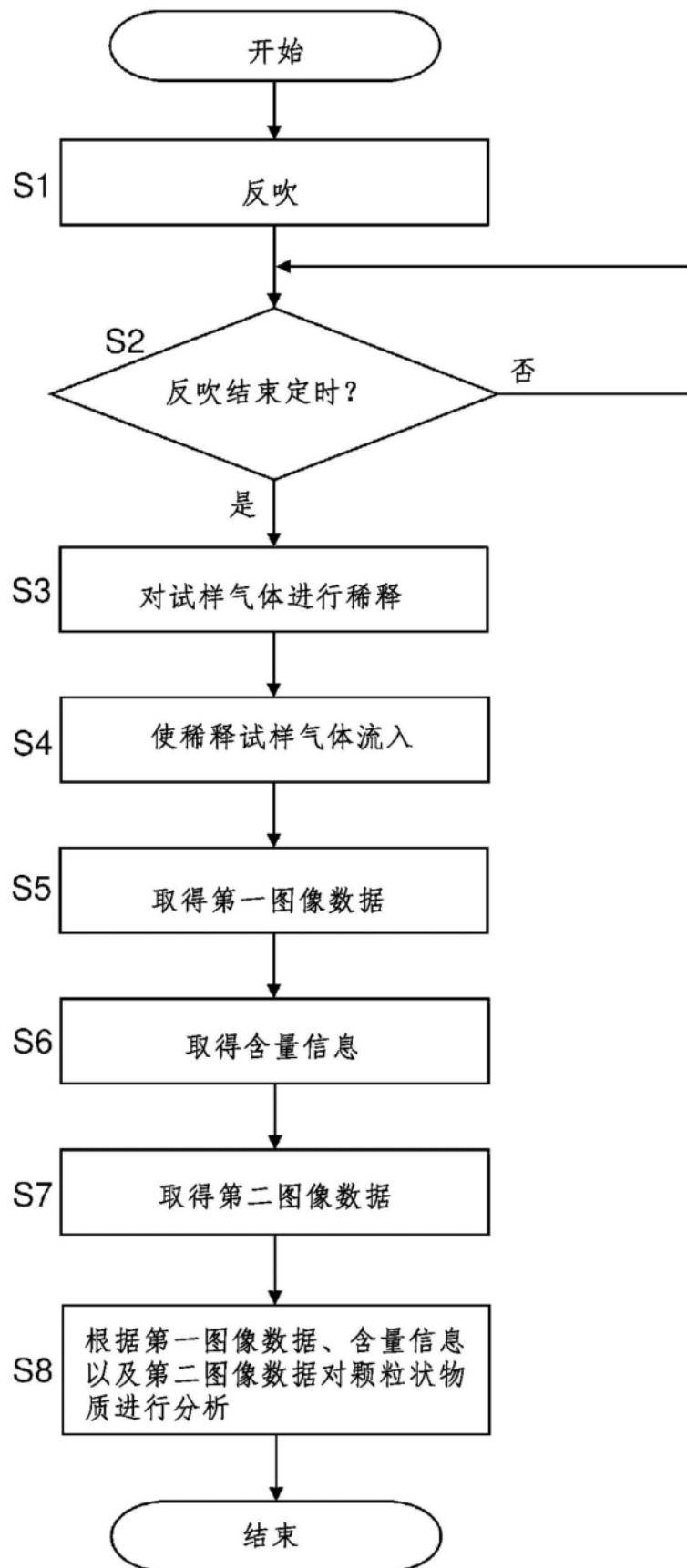
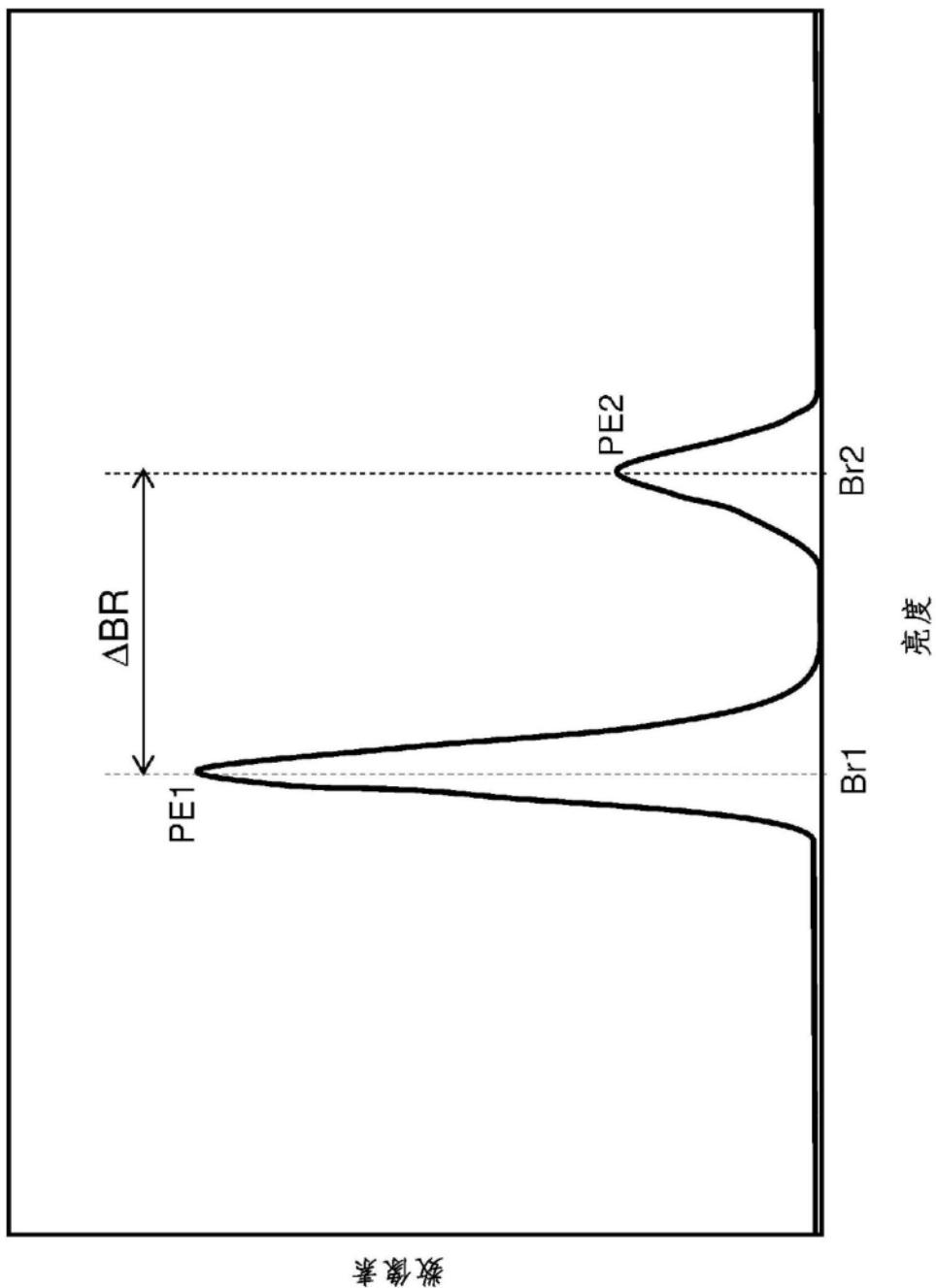


图6



数像素

图7

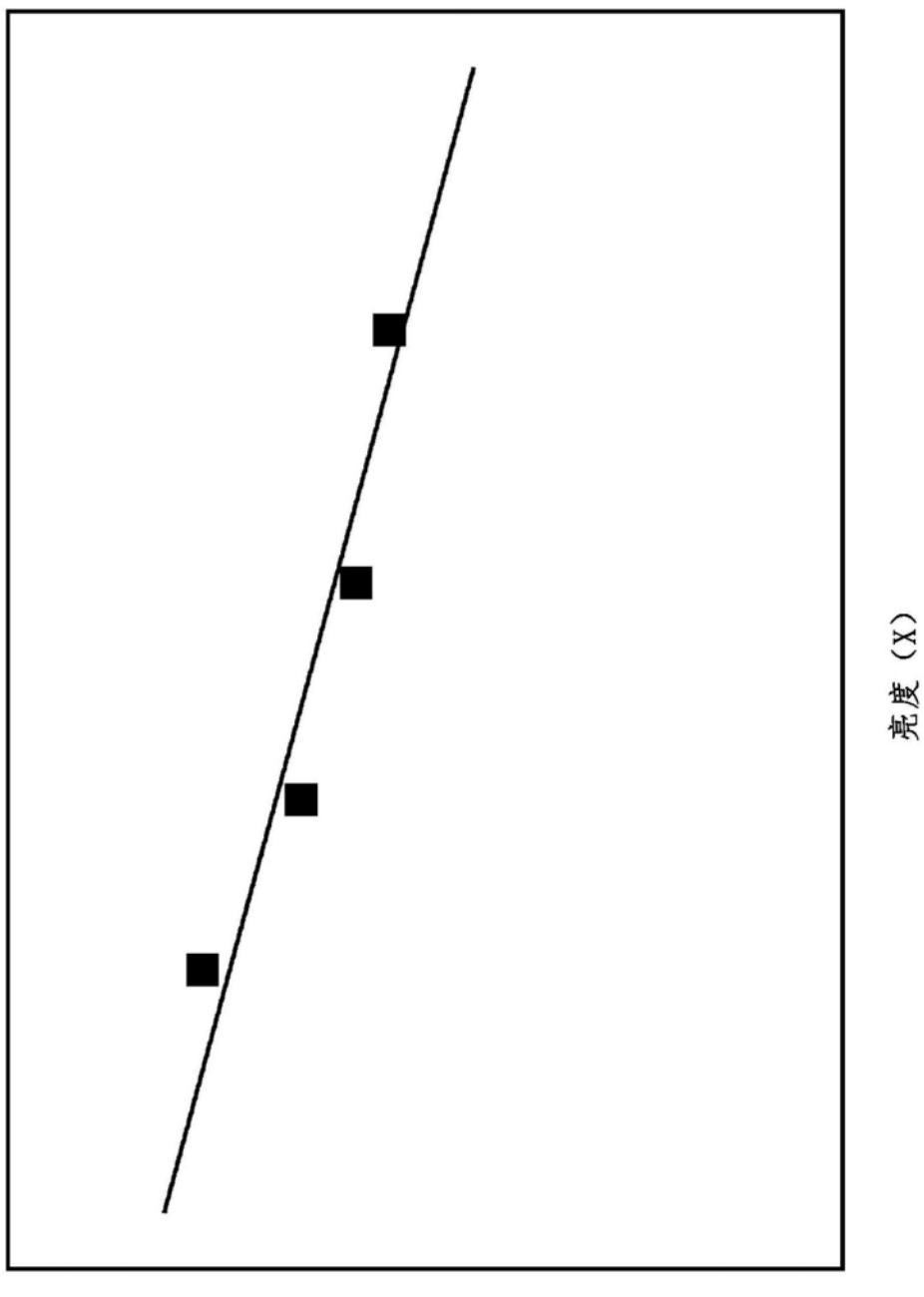


图8

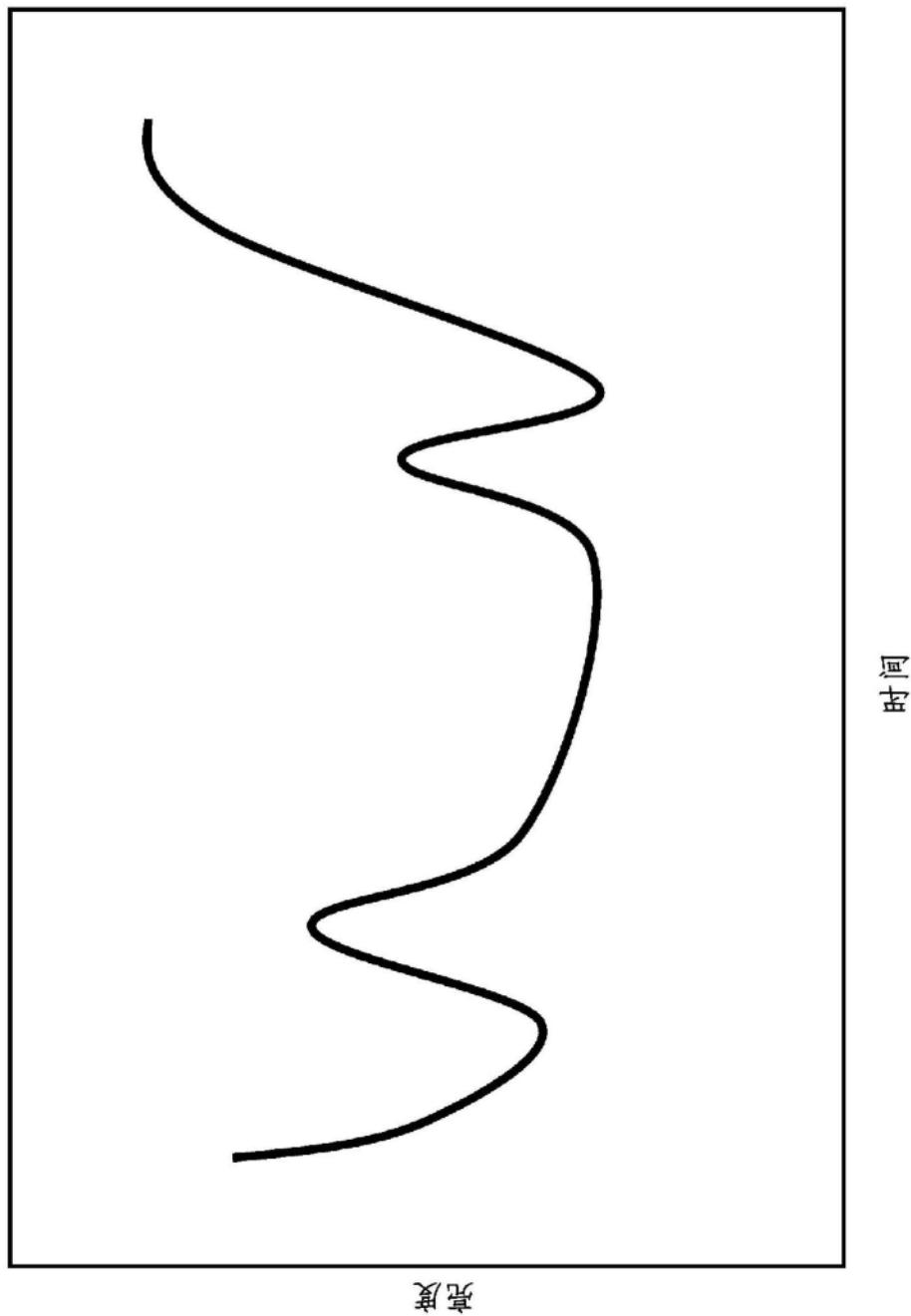


图9

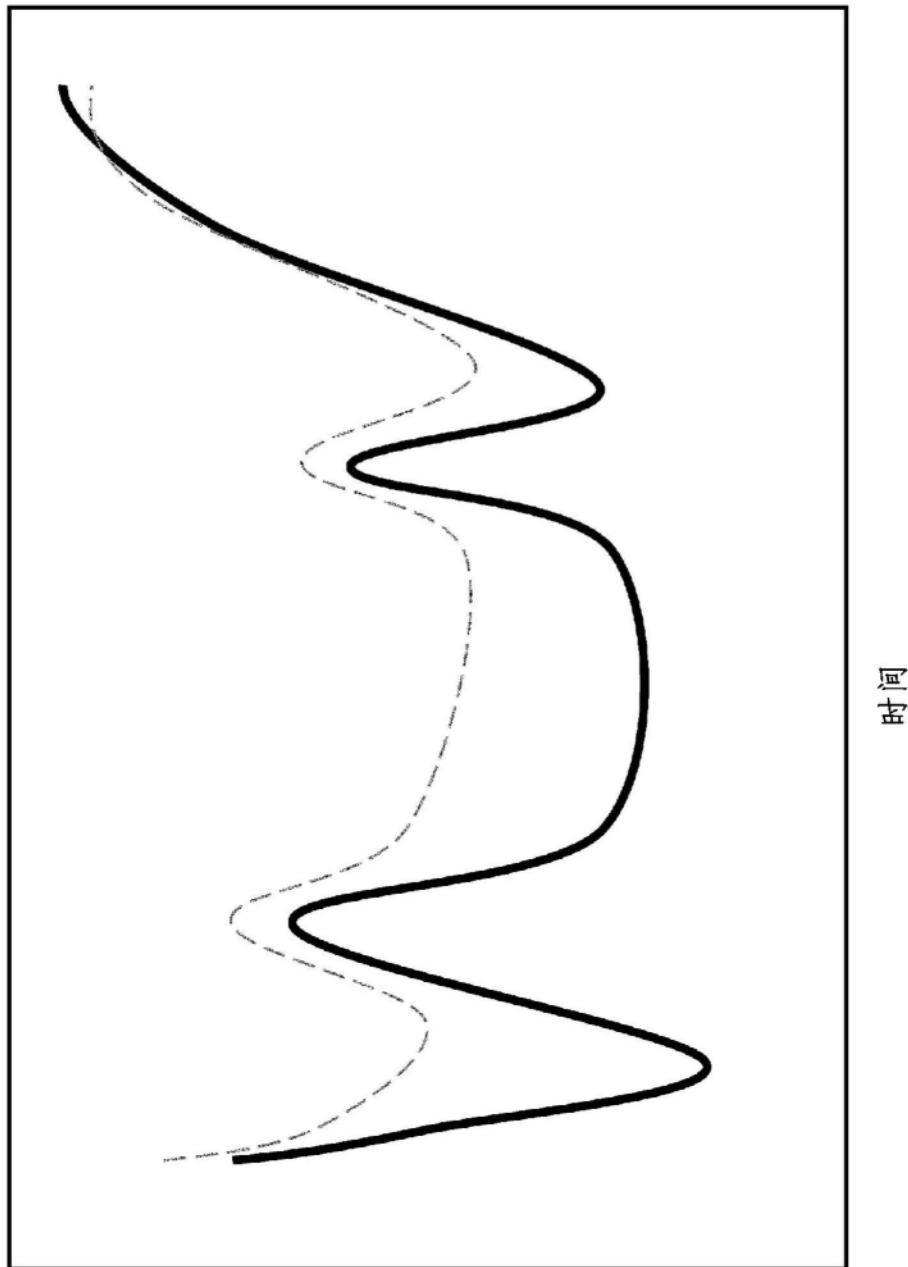
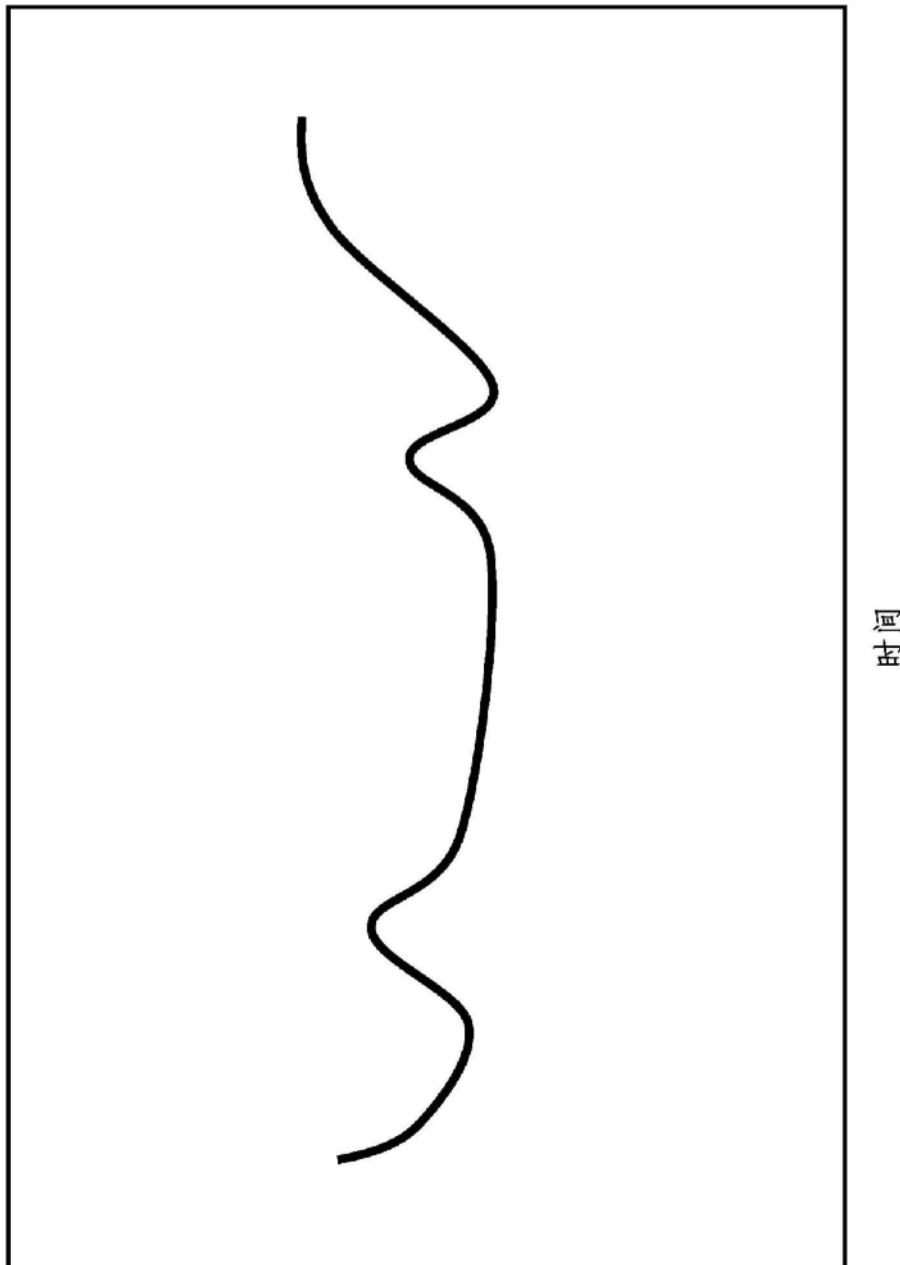
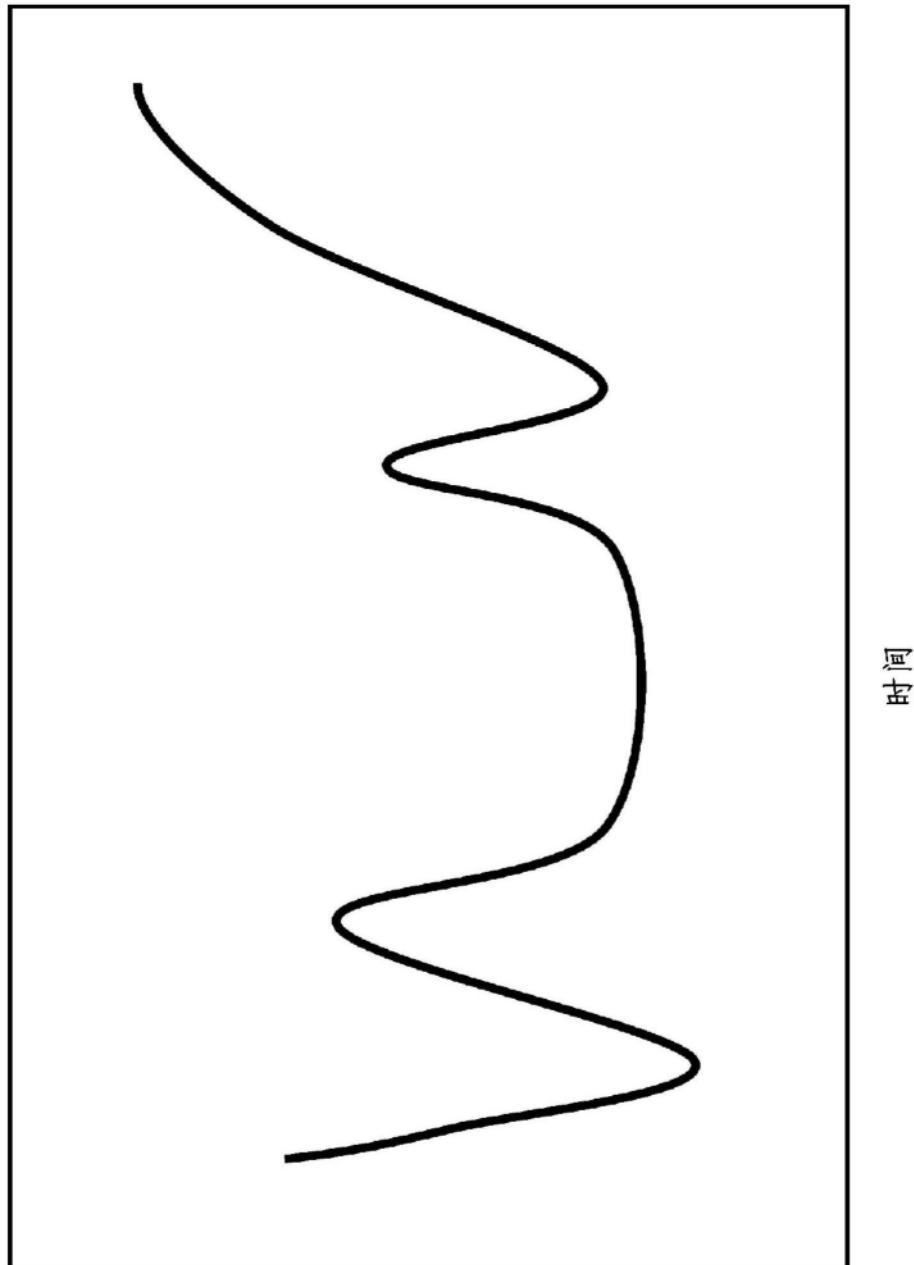


图10A



浓度*(捕集量/捕集时间)

图10B



(质量/(捕集量/捕集时间))

图10C

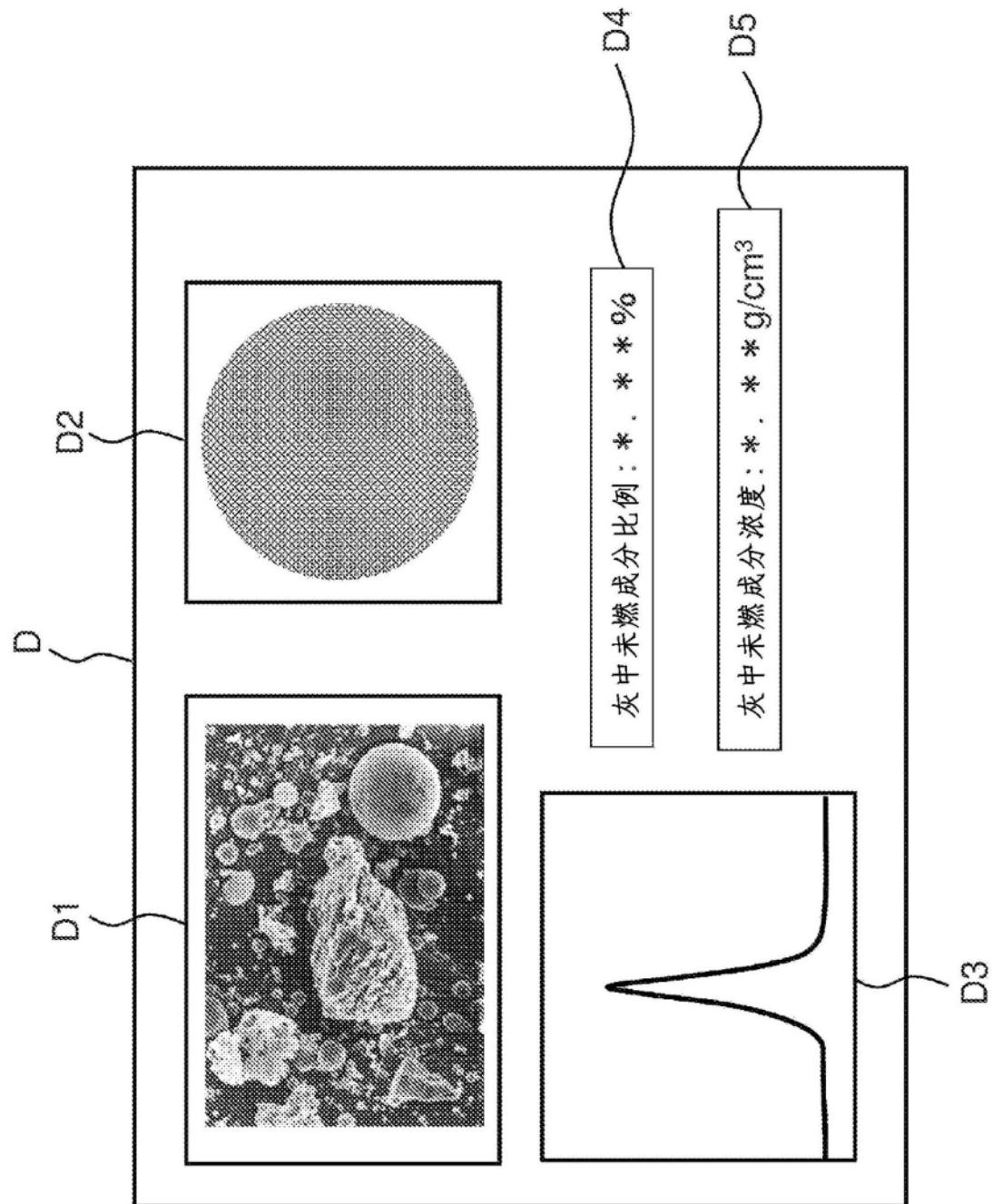


图11

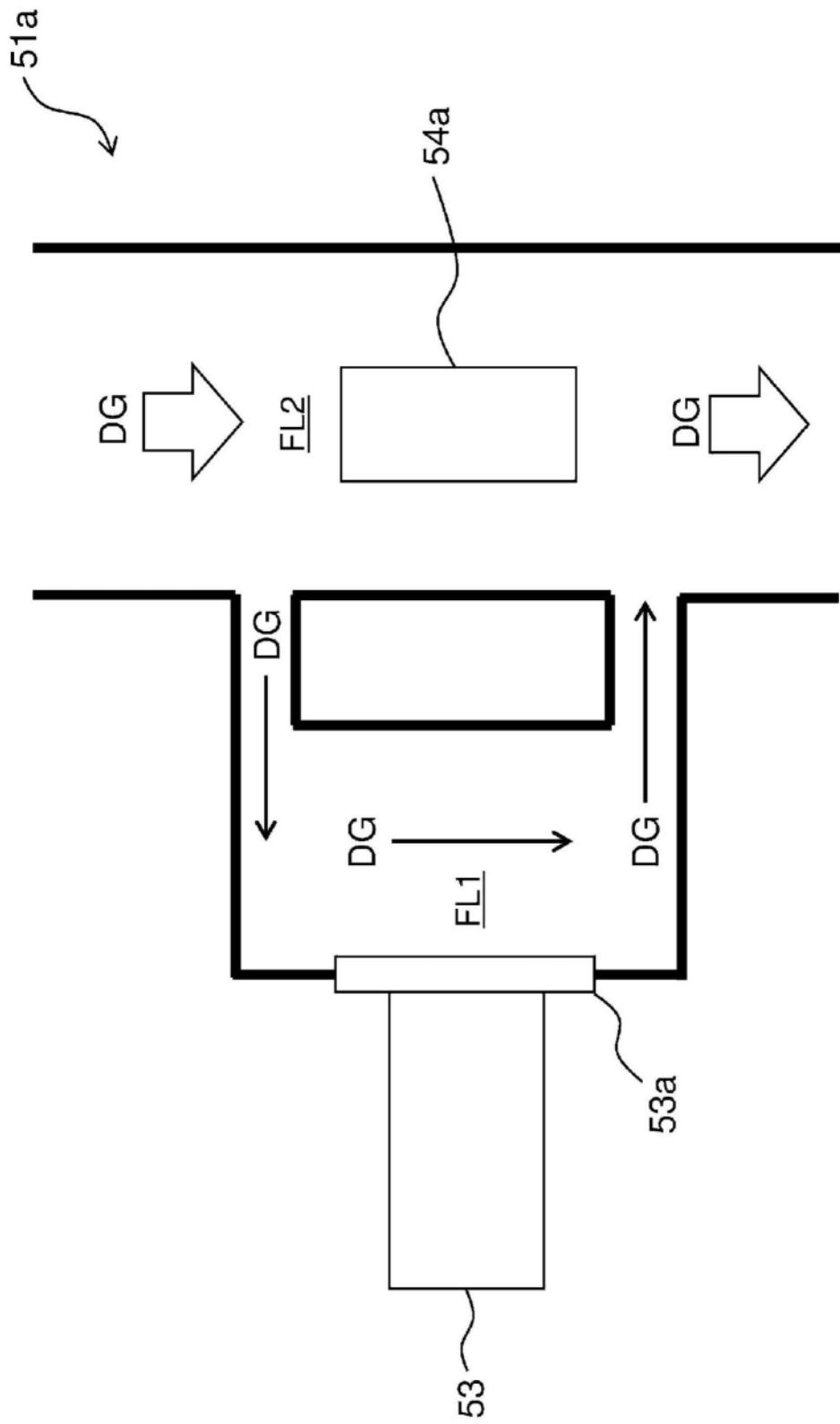


图12

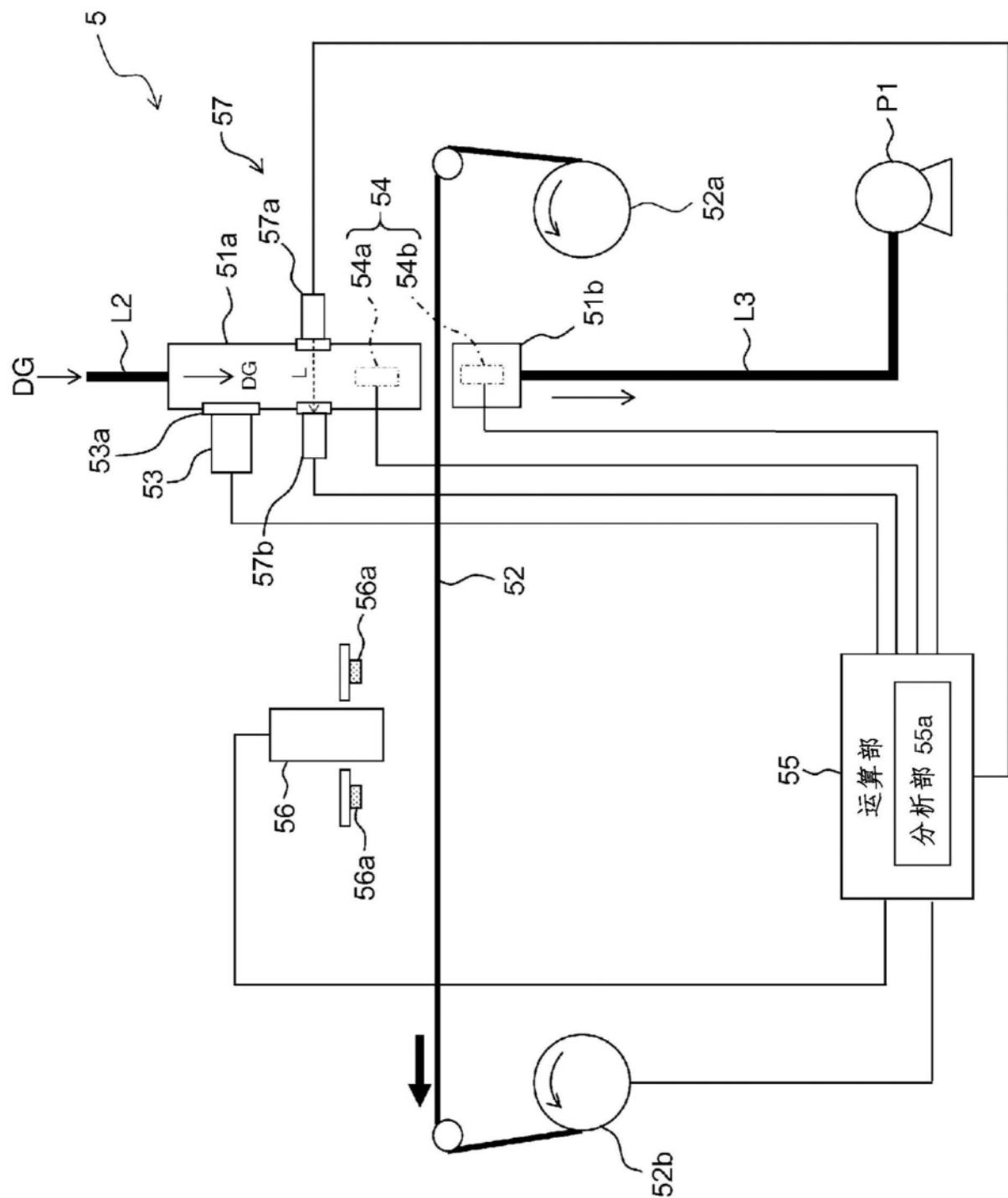


图13

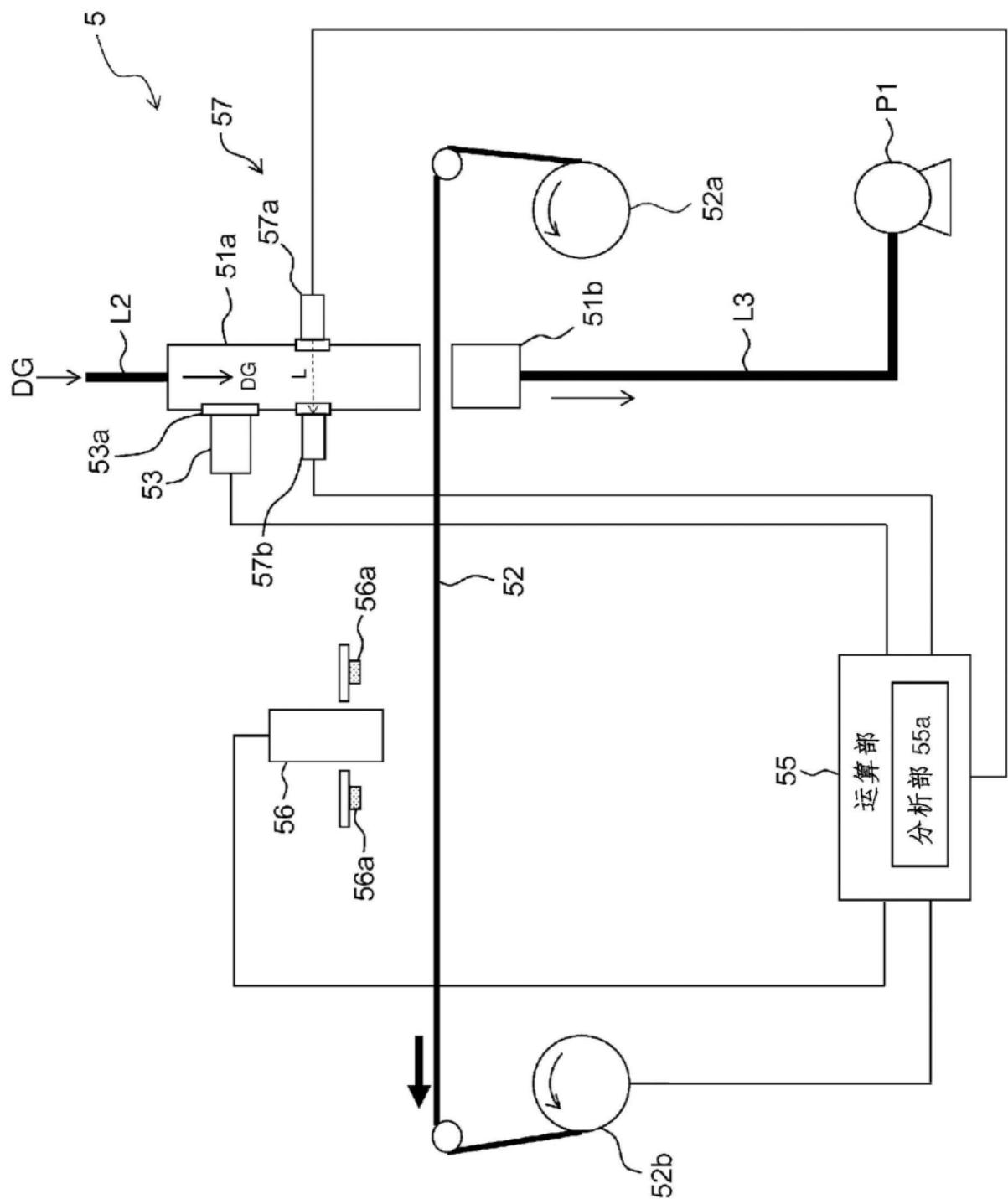


图14

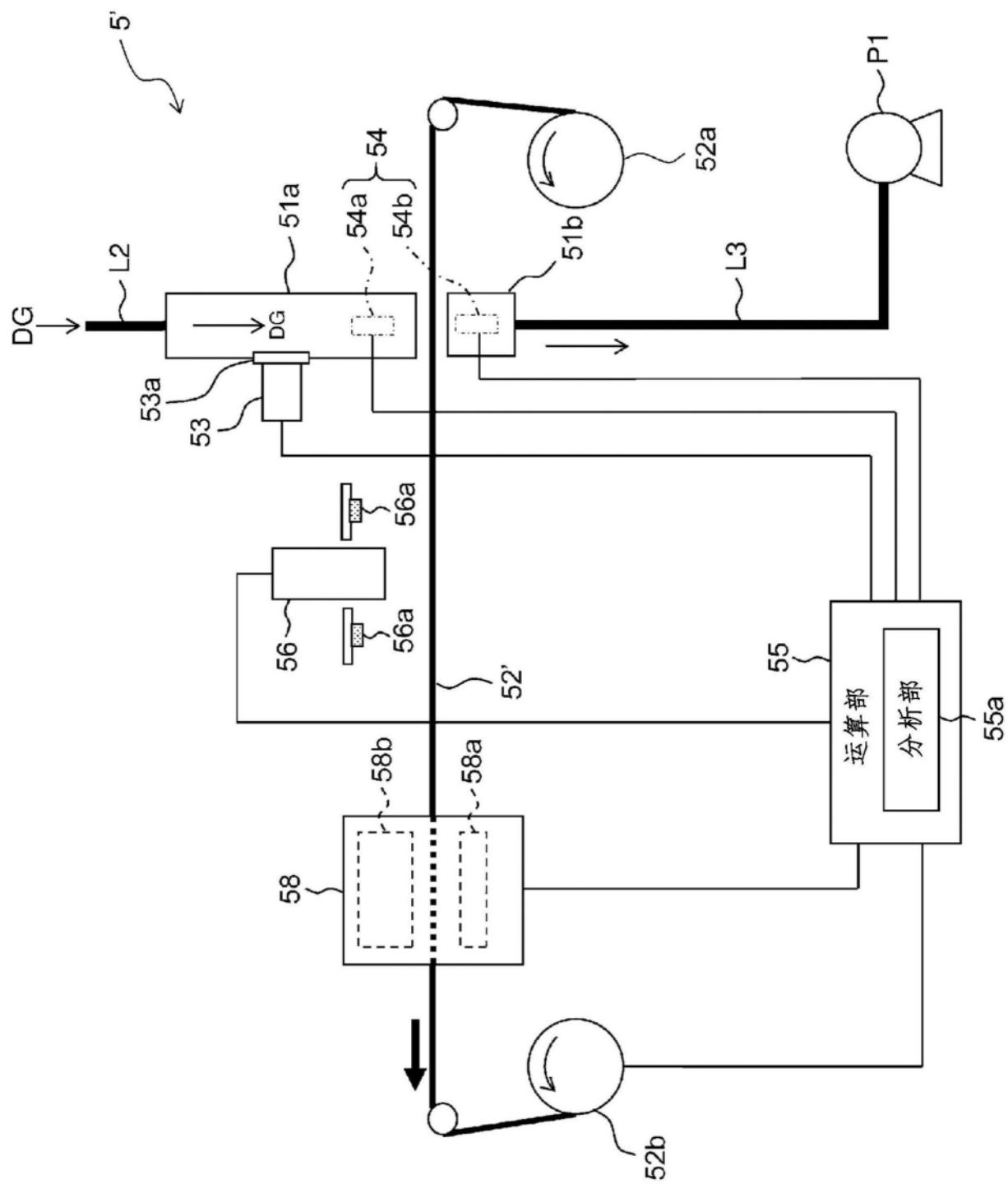


图15

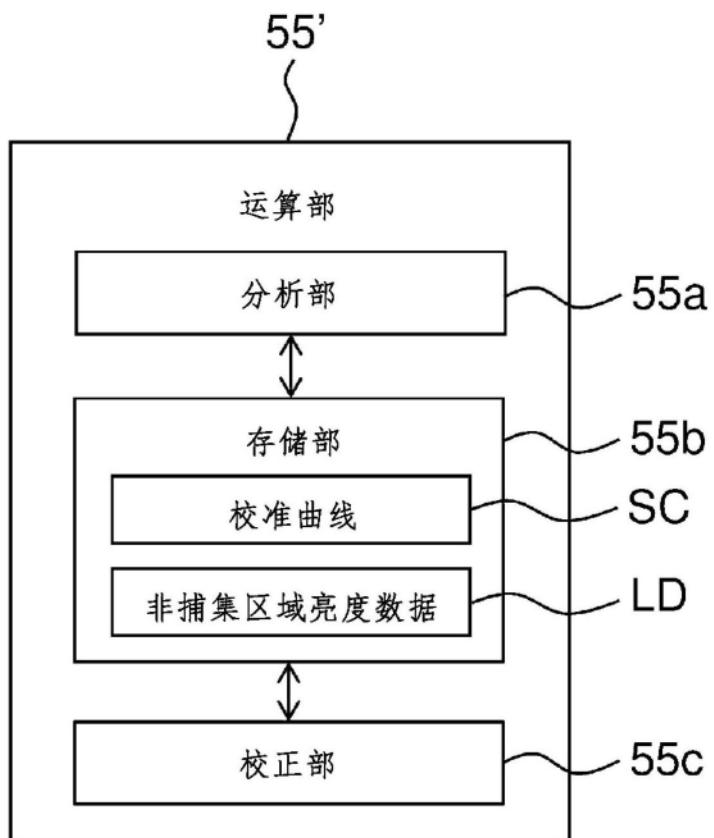


图16

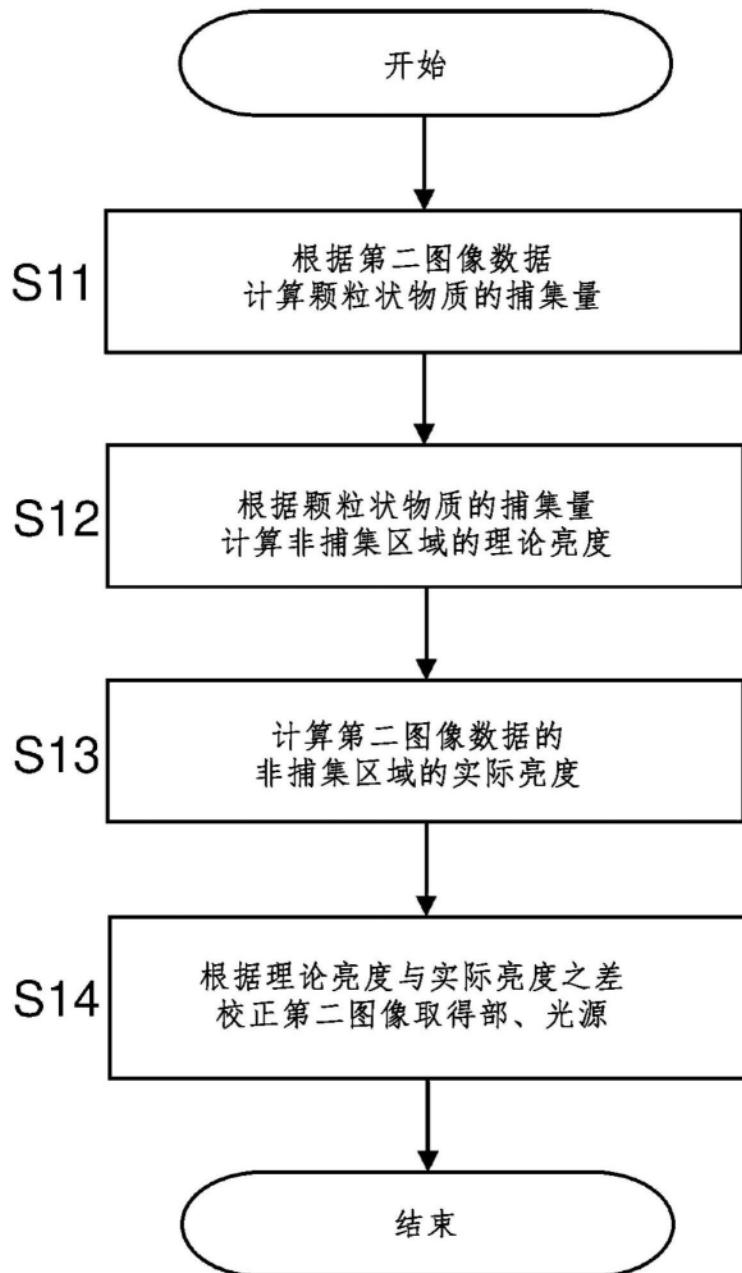


图17

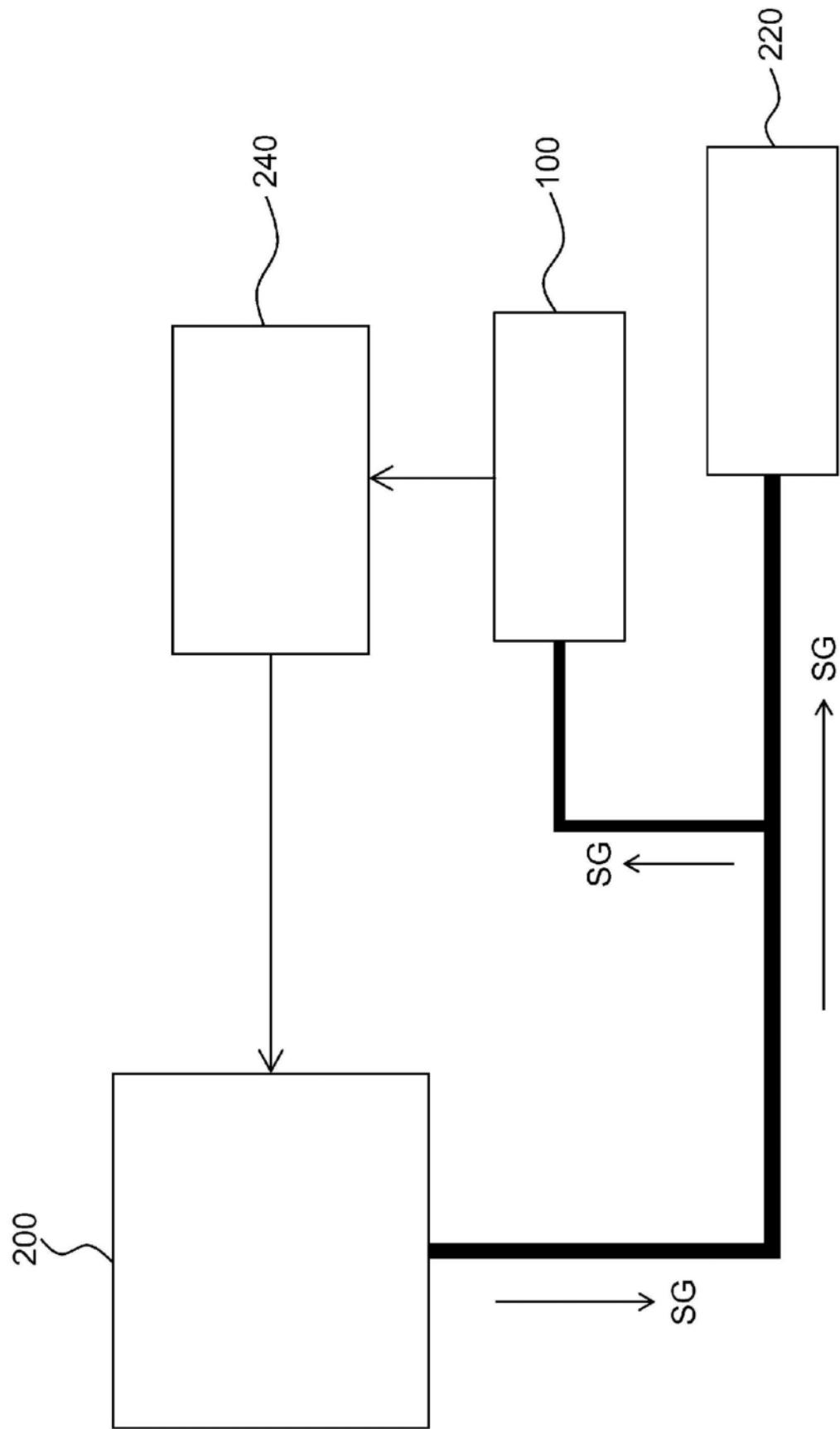


图18

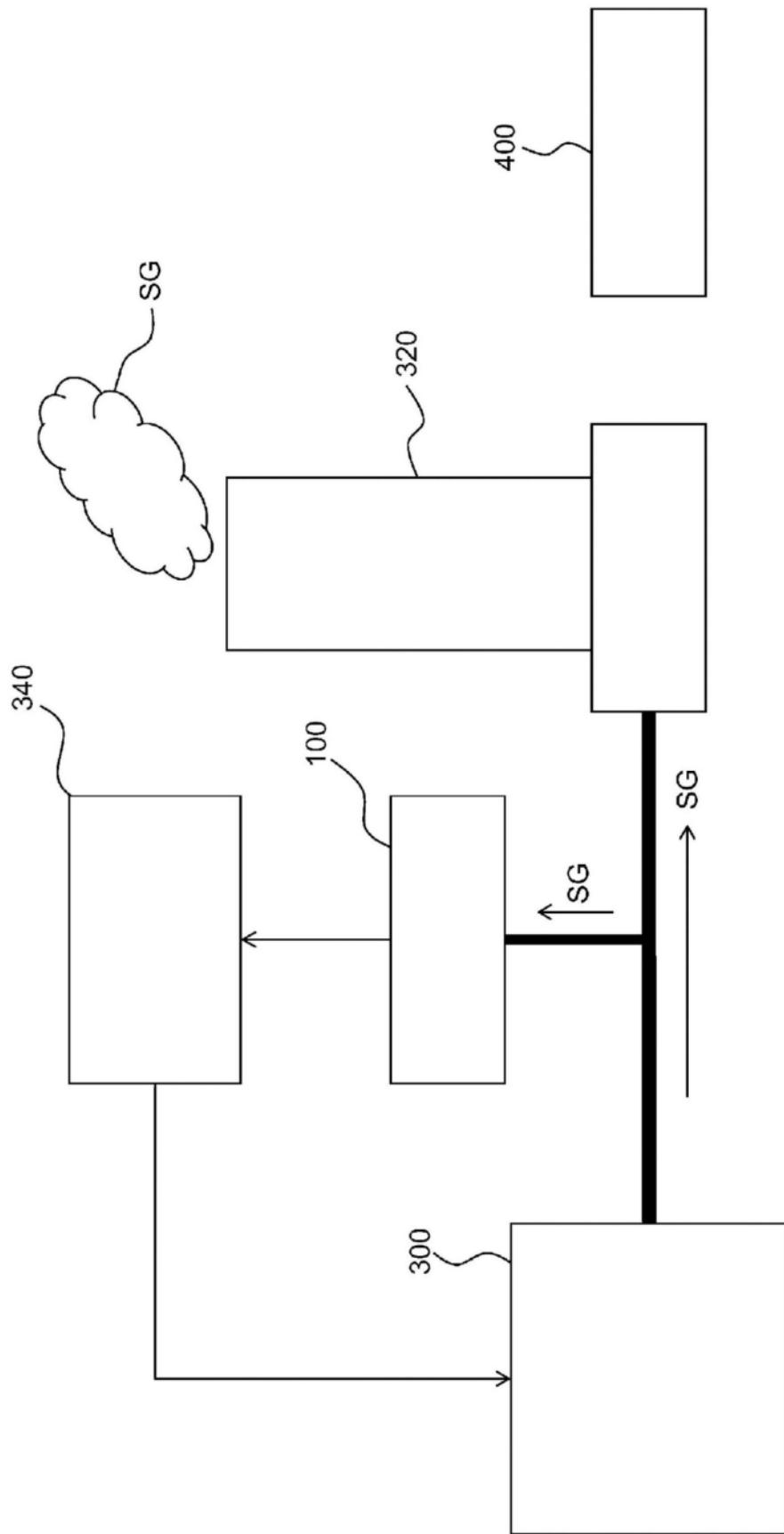


图19

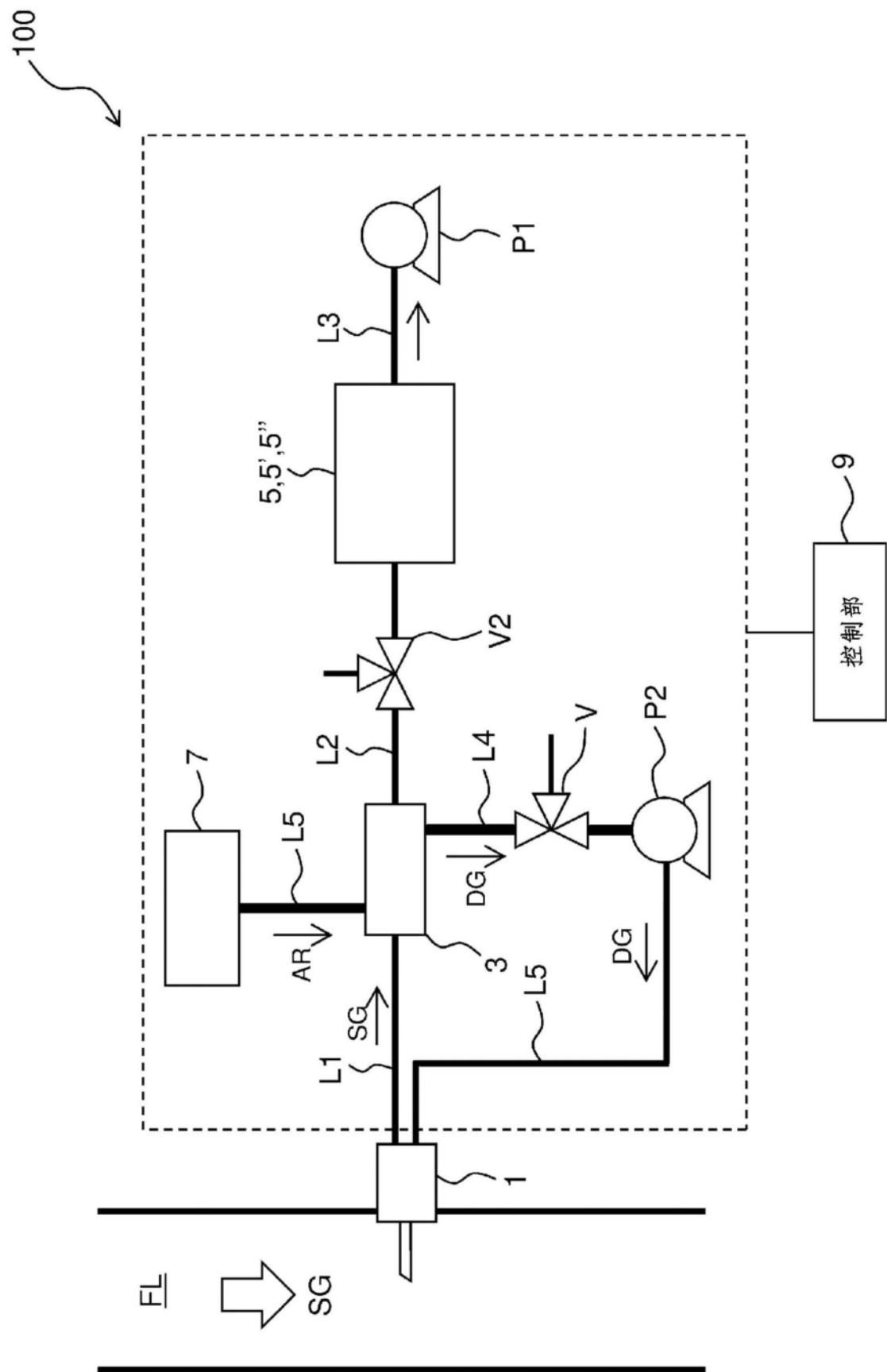


图20