(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105493228 B
(45)授权公告日 2017.11.14

(21)申请号 201480034196.4

(22)申请日 2014.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105493228 A

(43)申请公布日 2016.04.13

(30)优先权数据
2013-180483 2013.08.30 JP
2013-180493 2013.08.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/004450 2014.08.29

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/029449 JA 2015.03.05

(73)专利权人 ATONARP株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 柏拉卡斯·斯里达尔·穆尔蒂

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.
H01J 49/10(2006.01)
G01N 27/62(2006.01)
H01J 49/26(2006.01)

(56)对比文件
US 2006237663 A1,2006.10.26,
JP S5333689 A,1978.03.29,
WO 2012105087 A1,2012.08.09,
JP 2011216425 A,2011.10.27,
CN 1681579 A,2005.10.12,
US 2005109947 A1,2005.05.26,
US 6480278 B1,2002.11.12,
CN 102782802 A,2012.11.14,

审查员 程健

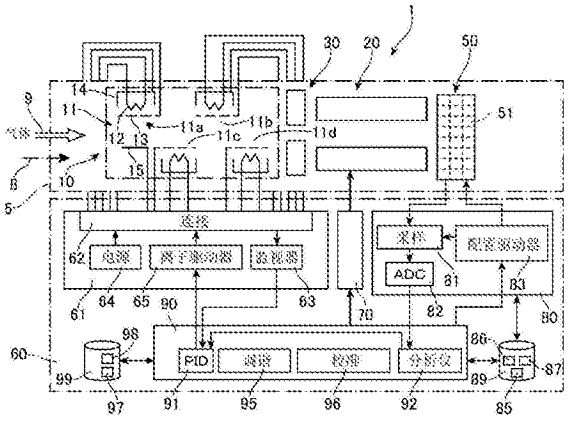
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

分析装置

(57)摘要

提供一种具有使分析对象的分子离子化的离子化单元(10)、使由离子化单元生成的离子选择性地通过的过滤器单元(20)以及对通过过滤器单元的离子进行检测的检测单元(50)的分析装置(1)。检测单元(50)包括被配置成矩阵状的多个检测元件(51),分析装置(1)还具有对包括多个检测元件中的使检测有效的检测元件的检测图案进行切换的重构单元(83)。离子化单元(10)包括多个离子源(11),分析装置(1)还具有根据离子源的特性变化对多个离子源的连接进行切换的驱动控制单元(65)。



CN 105493228 B

1.一种分析装置,具有:

离子化单元,其使分析对象的分子离子化;

过滤器单元,其使由所述离子化单元生成的离子选择性地通过;以及

检测单元,其对通过所述过滤器单元的离子进行检测,

其中,所述检测单元包括被配置成矩阵状的多个检测元件,

所述分析装置还具有第一重构单元,该第一重构单元将包括所述多个检测元件中的使检测有效的检测元件的检测图案切换为检测面积不同的图案。

2.根据权利要求1所述的分析装置,其特征在于,

所述离子化单元包括多个离子源,

所述分析装置还具有:

监视器,其对所述多个离子源的各个离子源的特性变化进行估计或测定;以及

第二重构单元,其根据所述特性变化,对所述多个离子源中的激活的离子源的选择、激活的多个离子源的连接以及向激活的离子源的供给电力中的至少一个进行重构。

3.根据权利要求2所述的分析装置,其特征在于,

所述多个离子源各自包括释放电子的发射极以及与所述发射极之间设置电位差的栅极,所述第二重构单元包括将所述发射极和所述栅极的连接独立地重构的单元。

4.根据权利要求2所述的分析装置,其特征在于,

所述离子化单元包括至少三个离子源。

5.根据权利要求2所述的分析装置,其特征在于,

所述监视器包括获取所述检测单元中的调谐用气体的检测强度的单元。

6.根据权利要求2所述的分析装置,其特征在于,

所述第一重构单元包括在所述第二重构单元对所述离子化单元进行控制的定时选择或切换检测图案的单元。

7.根据权利要求1至6中的任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述第一重构单元包括与所述过滤器单元的选择离子的条件联动地选择或切换检测图案的单元。

8.根据权利要求1至6中的任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述多个检测元件被二维地配置。

9.根据权利要求1至6中的任一项所述的分析装置,其特征在于,

所述第一重构单元将所述检测图案切换为不同的图案,该不同的图案为使所述检测面积为大、中以及小中的某一种的图案。

10.一种分析装置的控制方法,其中,

所述分析装置具有:

离子化单元,其使分析对象的分子离子化;

过滤器单元,其使由所述离子化单元生成的离子选择性地通过;以及

检测单元,其对通过所述过滤器单元的离子进行检测,

其中,所述检测单元包括被配置成矩阵状的多个检测元件,

所述离子化单元包括多个离子源,

所述分析装置还具有:

第一重构单元，其将包括所述多个检测元件中的使检测有效的检测元件的检测图案切换为不同的图案，该不同的图案为使检测面积为大、中以及小中的某一种的图案；以及

第二重构单元，其根据所述多个离子源的特性变化，对所述多个离子源中的激活的离子源的选择、激活的多个离子源的连接以及向激活的离子源的供给电力中的至少一个进行重构，

该控制方法包括以下步骤：

所述第二重构单元对所述离子化单元进行设置使得以所述第一重构单元所设置的中程度的面积的检测图案对调谐用的气体中的标准浓度的离子进行检测，所述调谐用的气体包含浓度高的离子、浓度低的离子以及所述浓度高的离子与所述浓度低的离子之间的所述标准浓度的离子。

11.根据权利要求10所述的控制方法，其特征在于，还包括以下步骤：

在所述第二重构单元对所述离子化单元进行了重构时，所述第一重构单元对检测图案进行切换以补偿所述离子化单元的重构所产生的离子化强度。

12.根据权利要求10或11所述的控制方法，其特征在于，还包括以下步骤：

所述第一重构单元与所述过滤器单元的选择离子的条件联动地选择或切换检测图案，来检测离子。

分析装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使样本离子化来进行分析的分析装置。

背景技术

[0002] 在国际公开WO2008/129929号中记载了一种利用四极质谱法等的气体分析仪，其具备：离子化部，其使试样气体离子化；第一离子检测部和第二离子检测部，其被以距所述离子化部的距离相互不同的方式隔着所述离子化部地设置，对来自所述离子化部的离子进行检测；过滤器部，其被设置在所述离子化部与所述第一离子检测部之间，使来自所述离子化部的离子选择性地通过；以及运算装置，其使用通过所述第一离子检测部获得的试样气体的第一总压和通过所述第二离子检测部获得的试样气体的第二总压，对通过所述第一离子检测部获得的由所述过滤器极部选择的特定成分的分压进行校正，其中，该气体分析仪在维持分辨率的同时还能够在测定值不随大气压的变化而变化的区域中进行校正。

[0003] 在国际公开WO2007/083403号中记载了以下内容：在四极型质谱装置中，使自动调整数据存储部预先存储将可选择的多个扫描速度与适当的直流偏压进行关联所得到的表。在自动调整时，控制部参照表求出与各扫描速度对应的直流偏压，将离子引入用电压产生部的输出固定为该直流偏压，使除此以外的例如对离子光学系统的施加电压等变化的同时找出使检测信号最大那样的电压条件。而且，对每个扫描速度找到最佳条件并记录到自动调整结果数据中。在对目标试样进行分析时，从表中求出与操作员所指定的扫描速度相应的直流偏压，基于自动调整结果数据求出最佳条件，基于这些决定扫描测定条件。由此，能够抑制在增大扫描测定的扫描速度的情况下检测灵敏度下降。

发明内容

[0004] 在质谱装置的自动调整时，找出使检测信号最大那样的电压条件。是因为高浓度的成分的检测信号不饱和。因而，低浓度的成分的检测信号小且精度容易下降。

[0005] 本发明的一个方式是一种分析装置，具有：离子化单元，其使分析对象的分子离子化；过滤器单元，其使由离子化单元生成的离子选择性地通过；以及检测单元，其对通过过滤器单元的离子进行检测。检测单元包括被配置成矩阵状的多个检测元件。分析装置还具有第一重构单元，该第一重构单元对包括多个检测元件中的使检测有效的检测元件的检测图案进行切换。典型的检测单元是对离子电流进行测定的检测单元，典型的检测元件是法拉第杯(Faraday cup)。检测元件也可以是二次电子倍增型、CCD型等。多个检测元件可以被二维地配置，也可以被三维地配置。

[0006] 通过将由多个检测元件构成的检测图案进行重构，能够根据离子量来改变检测单元的灵敏度，或者针对到达检测单元的离子的种类选择适合到达路径、到达条件的图案。因而，能够提供一种能够高精度地测定高浓度的成分并且也能够高精度地测定低浓度的成分的分析装置。

[0007] 离子化单元包括多个离子源，分析装置也可以包括：监视器，其对多个离子源的各

个离子源的特性变化进行估计或测定;以及第二重构单元,其将离子化单元进行重构。第二重构单元根据由监视器获得的各离子源的特性变化,对多个离子源中的激活的离子源的选择、激活的多个离子源的连接以及向激活的离子源的供给电力中的至少一个进行重构。

[0008] 优选离子化单元的输出电压和电流稳定。然而,由于经年劣化、寿命等而存在特性变化是不可避免的。即使由于离子源的经年劣化或寿命而特性产生变化,也能够由第二重构单元进行控制,使得通过对激活的离子源进行切换、将多个离子源并联连接、或者串联和并联连接,来使离子化单元的特性变化长时间地收敛于固定的范围。另外,能够通过第二重构单元将多个、特别是三个以上的离子源轮流使用、或者改变连接以使向激活的离子源的供给电力在能够期待长寿命的范围内。

[0009] 也可以多个离子源各自包括释放电子的发射极以及与发射极之间设置电位差的栅极。发射极包括灯丝(filament)、阴极盘。也可以第二重构单元包括将发射极和所述栅极的连接独立地重构的单元。通常,例如为了施加偏压而将灯丝和栅极作为一对使用。通过使栅极能够与灯丝单独地连接,由此将栅极作为离子化单元内的电场调整用的电极利用,能够改善离子化单元内的电子的分布、被离子化的分子的流通。另外,通过使栅极作为屏蔽器发挥功能,能够防止杂质附着于非激活状态的发射极,并能够抑制灯丝等发射极的劣化。

[0010] 监视器也可以对供给到离子源的电力、离子源的温度等进行监视,也可以包括获取检测单元中的调谐用气体的检测强度的单元。根据浓度已明确的成分的检测强度的变化,能够判断离子源的特性的变动。

[0011] 第一重构单元也可以包括在第二重构单元对离子化单元进行控制的定时选择或切换检测图案的单元。在由于离子化单元的重构而离子电流发生了变化的情况下,通过选择或切换检测单元的检测图案,能够吸收测定条件的变动并进行精度更高的测定。例如在离子电流发生变动的情况下,在离子电流大时选择检测面积小的图案,在离子电流小时选择检测面积大的图案,由此能够预先防止测定结果饱和、测定结果埋藏于噪声中那样的情况。

[0012] 第一重构单元也可以包括与过滤器单元的选择离子的条件联动地选择或切换检测图案的单元。在对每种成分(分子、化学物质、组成)能够某种程度地预测浓度的分析的情况下,通过采用适合于预测出的浓度的测定的检测图案,能够进行精度高的测定。过滤器单元的一例是四极型,但是也可以是扇形磁场型、电磁场双聚焦型、飞行时间型等的离子透过型的过滤器,也可以是维氏过滤器,还可以是FAIMS等非真空类型的过滤器或将它们组合而成的过滤器。

[0013] 本发明的其它方式之一是一种分析装置的控制方法,包括以下步骤。

[0014] • 第二重构单元对离子化单元进行设置使得以第一重构单元所设置的中程度的面积的检测图案对调谐用的气体中的标准浓度的离子进行检测。

[0015] 通过将检测单元设置在中间范围,能够针对高浓度的成分和低浓度的成分应用面积不同的检测图案,能够高精度地进行测定,并能够使浓度范围扩展。

[0016] 控制方法也可以包括以下步骤。

[0017] • 在第二重构单元对离子化单元进行了重构时,第一重构单元对检测图案进行切换以补偿离子化单元的重构所产生的离子化强度。由于离子化单元的重构,而能够通过在检测单元侧对检测图案进行切换来补偿离子化能力的变动。

[0018] 控制方法也可以还包括以下步骤。

[0019] • 第一重构单元与过滤器单元的选择离子的条件联动地选择或切换检测图案，来检测离子。能够针对高浓度的成分和低浓度的成分应用面积不同的检测图案，能够高精度地进行测定，并能够使浓度范围扩展。

[0020] 本发明的其它方式之一是一种包括上述步骤的程序(程序产品)，能够记录到适当的记录介质中来提供。

附图说明

[0021] 图1是表示分析装置的概要的图。

[0022] 图2是表示不同的分析装置的概要的图。

[0023] 图3是表示离子源的经时变化的图。

[0024] 图4是对检测单元进行重构的图。

[0025] 图5是表示自动调谐的处理的流程图。

[0026] 图6是检测图案的另一例。

具体实施方式

[0027] 图1中示出气体分析装置的一例。该分析装置1是四极型质谱装置，包括使被采样的气体9离子化的离子化单元10、使离子化的分子(离子)选择性地通过的四极型的过滤器单元20、将离子从离子化单元10引导至过滤器单元20的聚焦单元(离子引出电极)30、对通过过滤器单元20过滤后的离子进行检测的检测单元50以及控制单元60。分析装置1包括真空容器5，在真空容器5中收纳有离子化单元10、过滤器单元20、聚焦单元30以及检测单元50。

[0028] 离子化单元10包括四个离子源11a～11d。各离子源11a～11d包括释放热电子的灯丝12、栅极(栅电极)13以及反射极(反射电极)14。离子化单元10包括还进行总压测定的集电极(collector)15。灯丝12对容器5供给向正或负偏置的灯丝电压Vf，通过被供给灯丝电流If而输出热电子。向栅极13供给相对于灯丝电压Vf产生正的电位差(偏压)Ve的栅极电压Vg，热电子以获得规定的离子化能量的方式加速。向反射极14供给与灯丝电压Vf相同的电压，使热电子向栅极方向集中。释放热电子的发射极可以是灯丝12，也可以是阴极盘。

[0029] 控制单元60使用电路基板、CPU、存储器等资源构成。控制单元60包括对离子源11a～11d进行控制的离子化装置控制单元(电离器控制单元)61、对聚焦单元30和四极型过滤器20进行控制的过滤器控制单元70、对检测单元50进行控制的检测器控制单元(探测器控制单元)80以及对这些控制单元进行协调控制的中央控制单元90。

[0030] 中央控制单元(系统控制器)90包括：PID单元91，其通过电离器控制单元61对离子化单元10进行反馈控制；分析仪92，其通过探测器控制单元80控制检测单元50并对通过检测单元50获得的离子电流进行评价；调谐单元(自动调谐单元)95，其使用调谐用的气体(校准用气体)8自动调整分析装置1的测定条件；以及校准单元96，其主要进行过滤器20的磁场调整。

[0031] 如以下说明的那样，电离器控制单元61包括将离子化单元10重构的功能，探测器控制单元80包括将检测单元50重构的功能。因而，分析装置1包括可编程的离子化单元10以

及可编程的检测单元50，根据测定对象的气体9以及使用状态等使离子化单元10最佳化，与其相应地使检测单元50最佳化而对气体9中所包含的成分(分子、化学物质、组成)进行分析。能够将检测单元50的分析结果、即分析仪92的输出作为离子化单元10的监视器使用，能够使离子化单元10进一步最佳化。这样，控制单元60包括对离子化单元10和检测单元50进行闭环型控制的功能。

[0032] 电离器控制单元61包括：连接电路62，其对多个离子源11、具体地说离子源11a～11d的电连接进行切换；监视器63，其经由连接电路62对各离子源11a～11d的特性值的变动、例如电阻值的变动、消耗电力的变动进行测定或估计；电力供给单元64，其经由连接电路62向离子源11a～11d供给电力；以及驱动控制单元(离子驱动器单元)65，其根据监视器63的测定结果对各离子源11a～11d的选择或连接进行控制。驱动控制单元65包括作为对离子化单元10的结构进行切换的重构单元(第二重构单元)的功能，实现可编程的离子化单元10。

[0033] 驱动控制单元65包括将离子源11a～11d的连接重构的功能，根据离子源11a～11d的特性变动，选择离子源11a～11d中的一个对其供给电力来将其激活、或者将几个离子源并联连接而使用(激活)、或者将几个离子源串联连接而使用、或者将几个离子源串联和并联连接而使用。驱动控制单元65还包括控制向被激活的离子源11a～11d的供给电力来对发射极(灯丝)12的温度进行控制(重构)的功能。

[0034] 图2中示出离子化单元10的不同的例子。在该离子化单元10中，在具备八角形的截面的壳体(真空容器)5中配置有5个离子源11a～11e，由电离器控制单元61对连接和温度进行控制(重构)。因而，该离子化单元10也是可编程的，能够将5个离子源11a～11e分别使用，也能够将它们组合使用。

[0035] 图3中示出离子源的一般特性。离子源11由于使用时间(寿命)而灯丝12的电阻增加，离子化电流下降。因而，当要确保规定的离子化电流时，需要提高灯丝电压Vf。需要改变相对于壳体5的偏压、或者为了确保规定的离子化电压Ve而随着灯丝电压Vf的变动改变栅极电压Vg，与此同时还需要改变聚焦单元30的条件，也有可能对过滤器单元20的设定条件带来影响。因而，能够通过个别的离子源控制电压来将离子化电流保持固定的范围受到了限制。另一方面，当未将离子化电流保持固定时，总压改变，检测单元50的灵敏度也产生变动。

[0036] 关于离子化电压Ve，有时为了不对载气成分敏感而对离子化电压进行限定，难以控制电压以确保离子化电流的情形也较多。例如，氦气的离子化能量为24.58eV，在将氦气作为载气的情况下，优选将离子化电压限定为24V以下。另外，在质量分析中能够获得很多数据的离子化能量为70eV，将离子化电压控制为70V的情形较多。并且，在移动设备中采用的情况下，电源电压受到限制，消耗电流受到限制，因此也存在想要对离子化电压进行限制的情形。因而，将离子化电压保持固定的同时根据经时变化等将离子化电流保持在规定的范围很重要。

[0037] 电离器控制单元61的驱动控制单元65包括以下功能：对离子源11的电流特性、使用时间进行监视，在由于使用时间、工作温度等工作条件而作为离子源11的发射极的灯丝12的电流特性(电阻值)超过规定的范围地劣化时，或者在假定由于使用时间、工作温度等工作条件而作为离子源11的发射极的灯丝12的电流特性(电阻值)超过规定的范围地劣化

时，自动地切换至不同的离子源。

[0038] 驱动控制单元65还包括以下功能：当判断为全部离子源11的电流特性低于规定的范围、电阻值超过规定的值(阈值)、或者电阻值为规定的值(阈值)以上时，通过将多个离子源组合，来控制离子源11的连接使得在尽可能不影响离子化单元10的内部特性的范围内使离子化电流处于规定的范围。典型的是，将2个或2个以上的离子源的灯丝12并联连接而使用。为了电压的调整也能够将多个离子源的灯丝12串联连接而使用，还能够并联和串联连接而使用。

[0039] 通过驱动控制单元65对多个离子源11的发射极12的连接进行重构，即使在发射极12各自的性能无法获得足够的能力(由于寿命而达到临界)的情况下，也能够通过将多个发射极12并联连接而将多个离子源11激活来确保作为离子化单元10的性能。通过将能力充足的多个离子源11激活，将离子化单元10的离子化性能维持较高的水平，也能够设定为适合于微量成分的测定的离子化条件。另外，通过将多个离子源11激活，还能够以意图减小灯丝电流的状态使离子化单元10工作，来延长离子源11的寿命。

[0040] 驱动控制单元65还包括对各离子源11a～11d的灯丝12和栅极13个别地施加特定的电压的功能。例如通过对非工作中的离子源11的栅极13施加与反射极14相同的电压，来抑制非工作中的灯丝12被气体成分污染。另外，通过对非工作中的离子源11的栅极13施加与工作中的离子源11的栅极13相同的电位或与其接近的电位，能够控制离子化单元10的内部的热电子的分布。

[0041] 图4中抽出检测单元50和探测器控制单元80来表示。探测器控制单元80通过将检测单元50的检测图案进行重构来调整检测单元50的灵敏度。检测单元50包括多个离子集电极元件(检测元件)51，该多个离子集电极元件(检测元件)51通过穿过了过滤器单元20的离子接触使离子电流流动来检测离子。离子集电极元件51典型的是法拉第杯。元件51也可以是二次电子倍增管(电子倍增器)、CCD等。

[0042] 在该检测单元50中，将144个元件51二维地以形成纵12个、横12个的矩阵的方式进行配置。元件51的配置可以是纵横同数的矩阵状，也可以是纵横个数不同的矩阵状，可以是二维的平面上的配置，也可以是从过滤器20一端等距离地沿着三维的面的配置。另外，构成检测单元50的元件51的数量不限于144个，可以更多或更少。

[0043] 探测器控制单元80包括将多个检测元件51中的使检测有效的检测元件51激活的重构单元(第一重构单元、配置驱动器)83。重构单元83选择保存在调谐数据库89中所包括的配置缓冲器87中的多个检测图案88、例如图案88A、88B、88C中的某一个，切换检测单元50中要激活的元件51的图案88。因而，重构单元83提供检测面积(检测灵敏度)以及二维或三维的空间性的检测灵敏度(检测位置)可变的可编程的检测单元50。

[0044] 探测器控制单元80还包括定期地对按图案88激活的元件51的检测结果(离子电流)进行采样的采样单元81以及将所采样的全部元件的值数字化的模拟-数字转换器(ADC)82。采样单元81也可以对144个全部元件51的检测结果进行采样，将全部元件51中的包含在由配置驱动器83选择的图案88中的元件51的检测值累积而作为检测结果(离子电流)输出。通过ADC 82数字化得到的检测结果被输出到系统控制器90的分析仪92。检测结果也可以经由系统控制器90通过有线或无线的方式输出到对数据进行合计的外部的服务器等，或者从ADC 82直接通过有线或无线的方式输出到对数据进行合计的外部的服务器等。

[0045] 重构单元83例如当将电离器控制单元61切换至新的离子源11的情形作为信息而获取时，首先选择面积最小的图案88A(5×5)，当经过规定的时间时，接着选择面积较大的图案88B(7×7)，当再经过时间时，选择面积更大的图案88C(12×12)，将这些图案中所包含的元件51的累积值作为检测结果(离子电流)输出。可以代替时间而根据对离子源11的特性值进行监视的结果、按各图案88获得的离子电流的值来判断对图案88进行切换的定时，或者根据时间以及对离子源11的特性值进行监视的结果、按各图案88获得的离子电流的值来判断对图案88进行切换的定时。

[0046] 另外，重构单元83也可以根据调谐单元95实施的自动调谐的结果来切换图案88。作为对分析装置1的各种参数进行监视的结果，还可以根据来自外部的指示或因素定期地进行自动调谐。另外，也可以在进行校准时自动地进行调谐。

[0047] 在调谐中，代替测定气体9而通过分析装置1定期地对成分和浓度已明确的校准用的气体(调谐用的气体)8进行测量，判断离子化单元10的特性和检测单元50的特性，对离子化单元10的各种参数进行调谐。调谐包含使气流最佳化、或者使过滤器单元20的条件最佳化的情况，也可以包含将离子化单元10和检测单元50分别重构的情况。

[0048] 图5中通过流程图示出了自动调谐处理的概要。此外，虽然在流程图中没有记载，但是在调谐过程中随时进行调谐用的气体8的测定。当在步骤101中判断为是实施自动调谐的定时时，首先，调谐单元95在步骤102中使离子化单元10的结构最佳化。调谐单元95能够基于预先储存在数据库89中的离子源11的特性信息推测从被选择的离子源11的工作时间起的离子源11的特性变化、剩余的寿命等。调谐单元95从工作中的监视器63的监视结果中也能够获得离子源11的特性变化。调谐单元95也能够基于成分和浓度已确定的调谐用的气体8的测定结果验证被选择的离子源11的特性变化。

[0049] 调谐单元95根据离子源11的特性变化，为了将离子化性能维持在规定的范围内、尽可能地延长离子源11的寿命等，而将离子化单元10的结构、即将多个离子源的选择、连接、离子化电流等工作条件变更为最佳的结构。调谐单元95借由电离器控制单元61的驱动控制单元65对离子化单元10进行重构。

[0050] 在步骤103中，如果调谐单元95判断为能够通过最佳化得到的离子化单元10获得期望的灵敏度(测定灵敏度)、或者调谐用气体8的测定结果良好，则结束调谐而在步骤107中再次开始测定。

[0051] 当在步骤103中判断为无法获得期望的灵敏度时，在步骤104中将检测单元50重构、或者对在检测单元50的测定中重构的程序进行变更。通过改变检测单元50的检测灵敏度，由此对于离子化单元10的重构无法覆盖的范围也能够获得线性的测定结果。例如在通过将离子化单元10重构而能够根据离子源11的寿命将离子化电流的变动收敛于±20％左右的范围内的情况下，调谐单元95选择对由于该离子化电流的变化所产生的离子化强度的变动进行补偿的图案88来将检测单元50重构。通过使离子化单元10和检测单元50随时通过调谐进行最佳化，由此能够提供一种长时间输出就整体而言线性的检测结果的分析装置1。因此，能够提供一种长寿命、测定精度高的分析装置(测定装置)1。

[0052] 在步骤104中对检测单元50的重构程序进行调谐的情况下，调谐单元95首先使用驱动控制单元(离子驱动器)65对离子化单元10进行设置，使得按探测器控制单元80的重构单元83所设置的中程度的面积的检测图案88对调谐用的气体8中所包含的标准浓度的离子

(分子、成分)进行检测。并且,调谐单元95对重构单元83以与过滤器单元20选择离子的条件联动地、在选择浓度高的离子时选择面积小的检测图案88、在选择浓度低的离子时选择面积大的检测图案88的方式进行编程,通过面积各不相同的检测图案88来验证是否能够以适当的灵敏度对检测对象的离子进行检测。重构检测图案88的程序86能够事先保存在调谐数据库89中。

[0053] 调谐用气体8是以可推测的浓度包含被推测为测定对象的气体9中一般包含的成分的气体,通过利用调谐用气体8预先对各成分(离子)的检测图案88进行编程,能够降低样本气体9的测定灵敏度对浓度的依赖性。即,在可编程的检测单元50中,浓度高的成分能够以相对低的灵敏度进行测定,浓度低的成分能够以相对高的灵敏度进行测定,因此能够抑制各成分的测定精度的偏差。

[0054] 在步骤105中,如果调谐单元95判断为能够以适当的灵敏度测定调谐用气体8的各成分、或者调谐用气体8的各成分的测定结果良好,则结束调谐,而在步骤107中使用通过调谐获得的程序86再次开始测定。

[0055] 对于调谐气体8的各成分的浓度变动,在将离子化单元10的条件固定的状态下,有可能在能够切换并调整检测图案88的检测单元50的测定范围(调节比)不能充分地追随。当在步骤105中判断为仅通过检测单元50的编程无法应对检测单元50的灵敏度调整时,在步骤106中,调谐单元95进一步对与检测单元50的重构协调地进行离子化单元10的重构的协调控制进行设定。在协调控制中,调谐单元95生成对检测单元50的重构和离子化单元10的重构进行协调控制的程序(电离器与探测器协调控制程序)85。

[0056] 当在步骤106中生成协调控制程序85并被确认时,结束调谐,而在步骤107中使用通过调谐获得的程序85再次开始测定。在协调控制程序85中,探测器控制单元80的重构单元(第一重构单元)83与过滤器单元20的选择离子的条件联动地选择或切换检测图案88来动态地将检测单元50进行重构。与此同时,电离器控制单元61的驱动控制单元(第二重构单元)65也与过滤器单元20的选择离子的条件联动地控制离子化单元10的连接或驱动电流来动态地将离子化单元10进行重构。

[0057] 自动调谐的一系列的处理能够作为内置于分析装置1的存储器99中的固件98而提供。另外,也能够作为对分析装置1进行控制的主机、例如个人计算机所运行的程序(程序产品)而提供,如果分析装置1连接于网络,则也能够作为经由网络对分析装置1进行控制的程序而提供。

[0058] 调谐程序98可以与包含过滤器单元20的磁场的调整的校准程序97一同执行,也可以定期地执行,还可以在检测单元50的测定结果的时间变动超过规定的范围时自动执行。另外,也可以在经过了与离子源11的寿命关联的适当的运行时间时,改变离子电流值等来验证性能的劣化,或者为了对分析装置1的性能进行校准而执行校准程序97。

[0059] 图6中示出了其它的检测单元50的可选择的检测图案的几个例子。在图6中画有斜线的元件51是被激活的元件51。针对灵敏度低的成分,有时期望如图案88D那样的集中于中央的图案,为了平均地调整强度,有时期望如图案88E那样的网眼图案。另外,针对灵敏度过高的成分,有时如图案88F那样将灵敏度低的区域的结果累积会提高精度。也存在如图案88G那样适当地间隔剔除后的图案有效的情形。可对检测单元50编程出的检测图案88不限定于这些。

[0060] 检测图案88不限定于离子化单元10的调谐的校正(补偿),也能够使用于测定结果(检测单元50的输出)的调谐。例如在对过滤器单元20中特定的分子或原子进行测定的结果为灵敏度过高而导致结果饱和的情况下,通过采用面积更小的图案,能够将测定值调整在测定范围内。另外,反过来也是可能的。另外,有时法拉第杯等检测元件51也由于经时变化而检测灵敏度变差。因而,也能够根据使用时间改变激活的元件51的位置、自动地改变面积来长时间维持检测单元50的灵敏度的线形性。

[0061] 适于各成分(离子)的测定的图案88可以通过模拟、实验等确定过滤器单元20的类型(四极型、FAIMS型、维恩过滤器等)与被离子化的分子或原子(化学物质)的组合而事先求出。另外,在采样的条件、离子化单元10的条件、进一步地说过滤器单元20的条件固定或稳定的状态下,也可以通过特定的算法或者随机地变更图案88,来自动地选择这些条件以及最适于化学物质的测定的图案。另外,也能够使用适于测定对象的气体9中所包含的成分(测定对象的化学物质)的测定而决定的图案88作为用于确定测定对象的化学物质的一个要素。另外,也能够将适于成分和浓度已确定的校准用的气体8的测定的标准图案88与在测定时决定的图案88进行比较,判断分析装置1的特性、或者判断经时变化的状况。

[0062] 具备可编程的离子化单元10和检测单元50的分析装置1作为搭载于便携式设备的分析设备也较佳。在将分析装置1搭载于可佩带、可移动之类的由电池驱动的设备的情况下,电池的容量依赖于充电状态等使用环境,存在所搭载的分析装置1可消耗的电力、电压被限定、或产生变动的情况。例如,在搭载的分析装置1测定出的气体9的成分、浓度没有变动的情况下,选择灵敏度低的图案88继续测定,能够降低监视时的消耗电力。在监视过程中由于某些因素或事件而气体9的成分、浓度可看出或者预测出变动时,暂时地选择灵敏度高的图案88,从而即使消耗电力高也能够将分析装置1重构为测定灵敏度高的状态。

[0063] 这样,分析装置1能够灵活地改变整体的测定灵敏度。例如通过在感测到危险物质、或者有可能存在危险物质时选择灵敏度高的状态,由此能够以更低的浓度在更早的定时判断有无危险。

[0064] 另外,在分析装置1中,也能够将检测单元50的全部元件51的信息与此时在解析或分析中使用的图案88不同地始终事先保存在自己的存储器、通过适当的通信单元连接的服务器或云上。也能够如事件记录器那样通常一边观察所限定的图案88的测定结果一边判断状况,事后对保存在云上等的全部数据进行解析并进行更详细的解析。

[0065] 上述说明的分析装置是本发明的一例,分析装置可以是包含分析功能的移动终端,也可以是控制成套设备等且包含分析功能的控制设备,还可以是包含分析功能的车辆等移动单元。另外,对于本说明书所记载的以外的点,也能够在本发明的宗旨的范围内适当地进行变更、追加、修改,这些设备也包含于本申请的权利要求范围内,这是显而易见的。

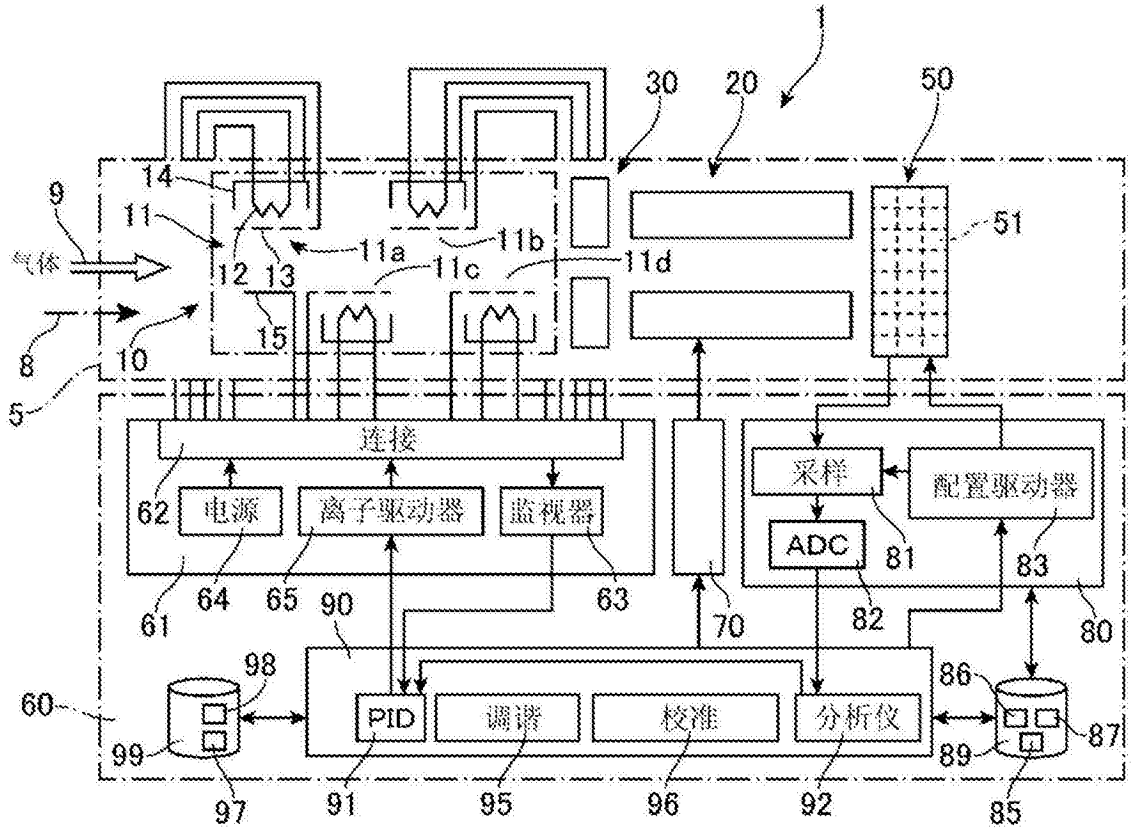

1
30
20
50
14
9
11
51
气体
12
13
11a
11b
11c
11d
15
8
10
5
连接
采样
配置驱动器
62
电源
离子驱动器
监视器
ADC
81
83
61
64
65
90
63
70
82
80
98
86
60
PID
调谐
校准
分析仪
87
99
89
97
91
95
96
92
85

图1

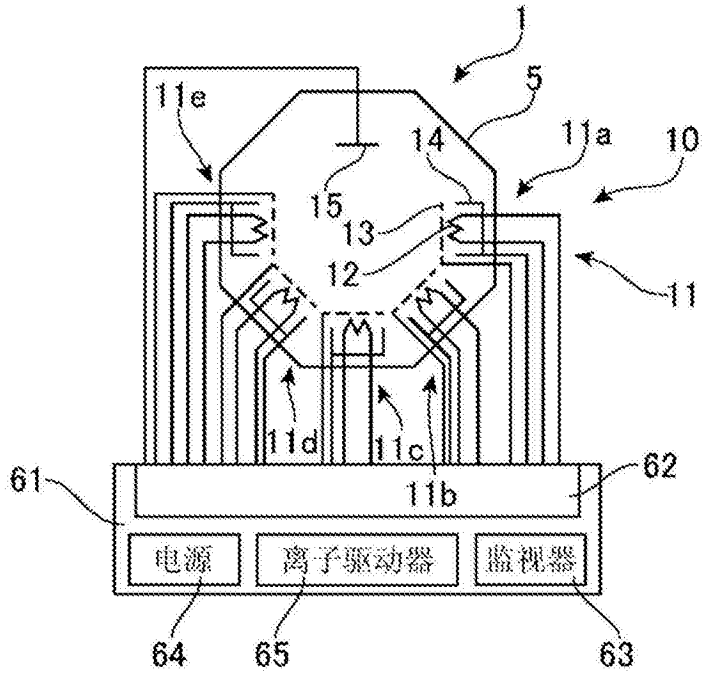

1
11e
5
14
11a
10
15
13
12
11
11d
11c
62
61
11b
电源
离子驱动器
监视器
64
65
63

图2

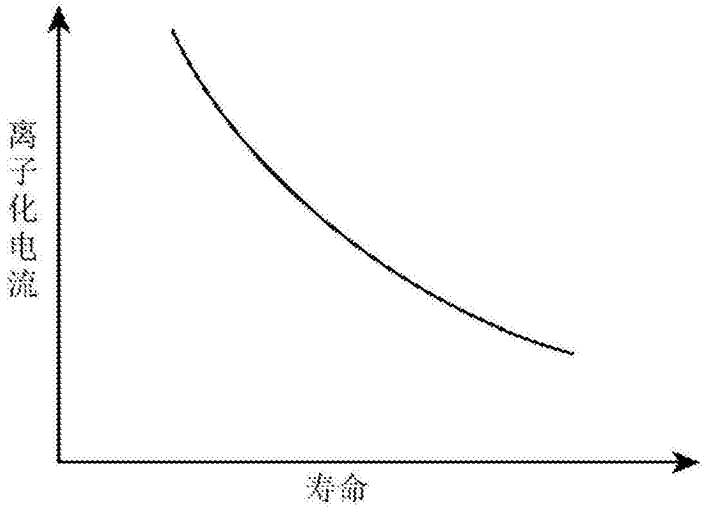


图3

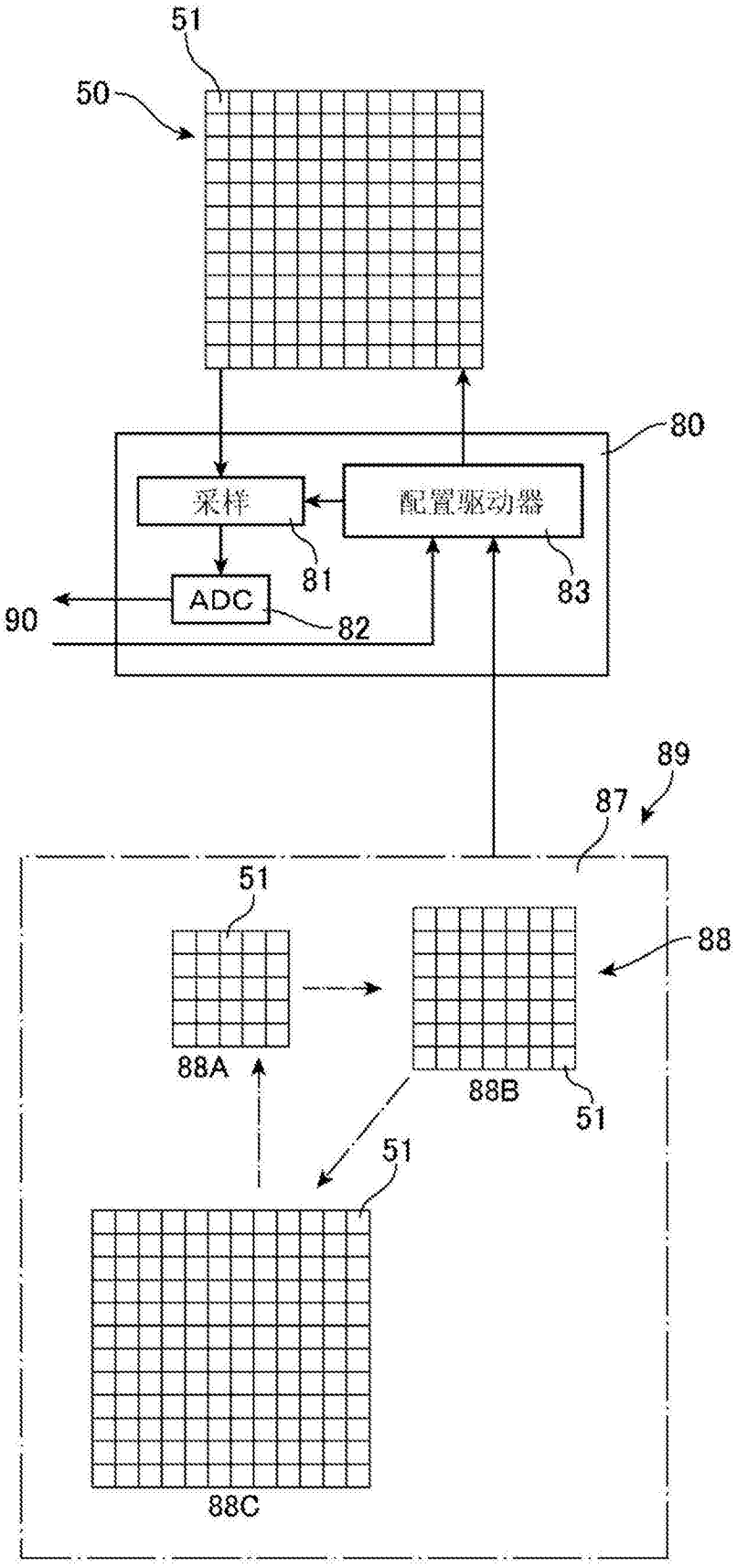


图4

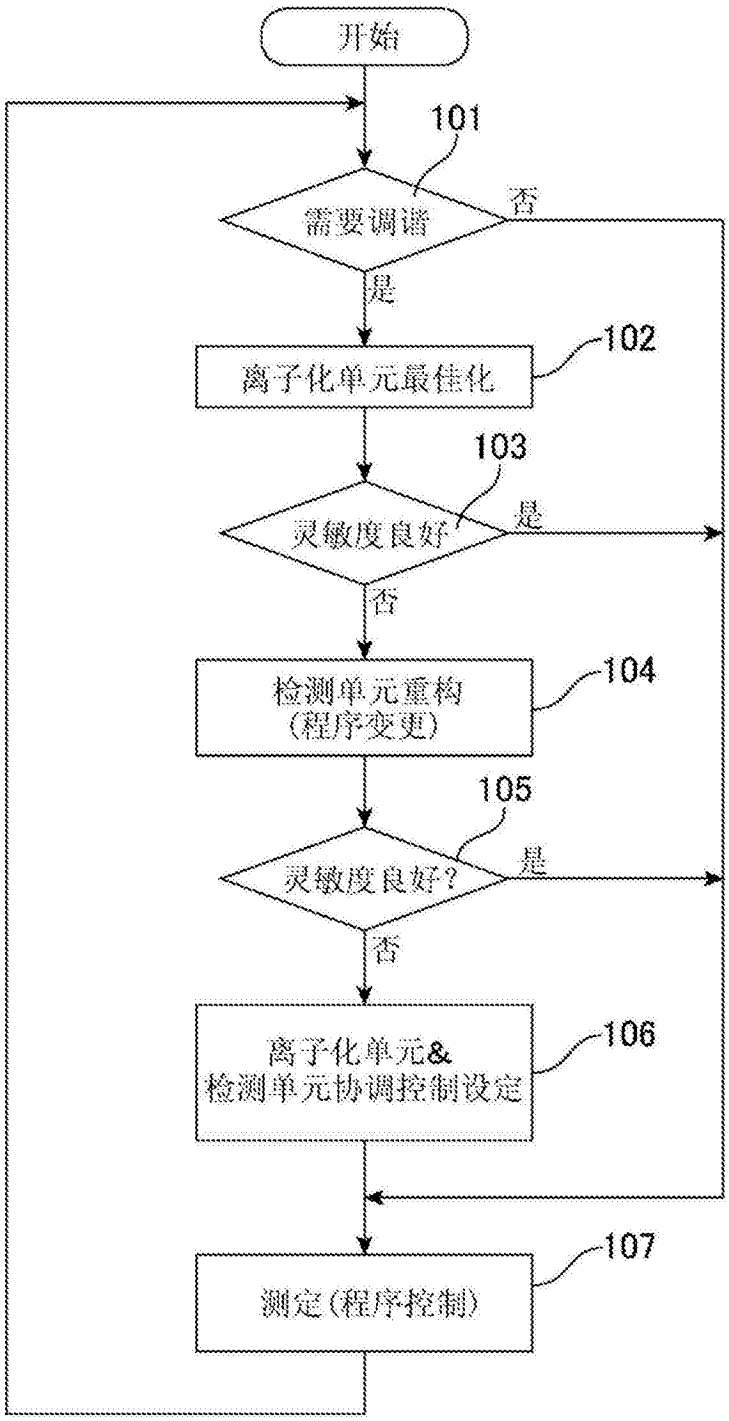

开始
101
需要调谐
否
是
102
离子化单元最佳化
103
灵敏度良好
是
否
104
检测单元重构
(程序变更)
105
灵敏度良好?
是
否
106
离子化单元&
检测单元协调控制设定
107
测定(程序控制)

图5

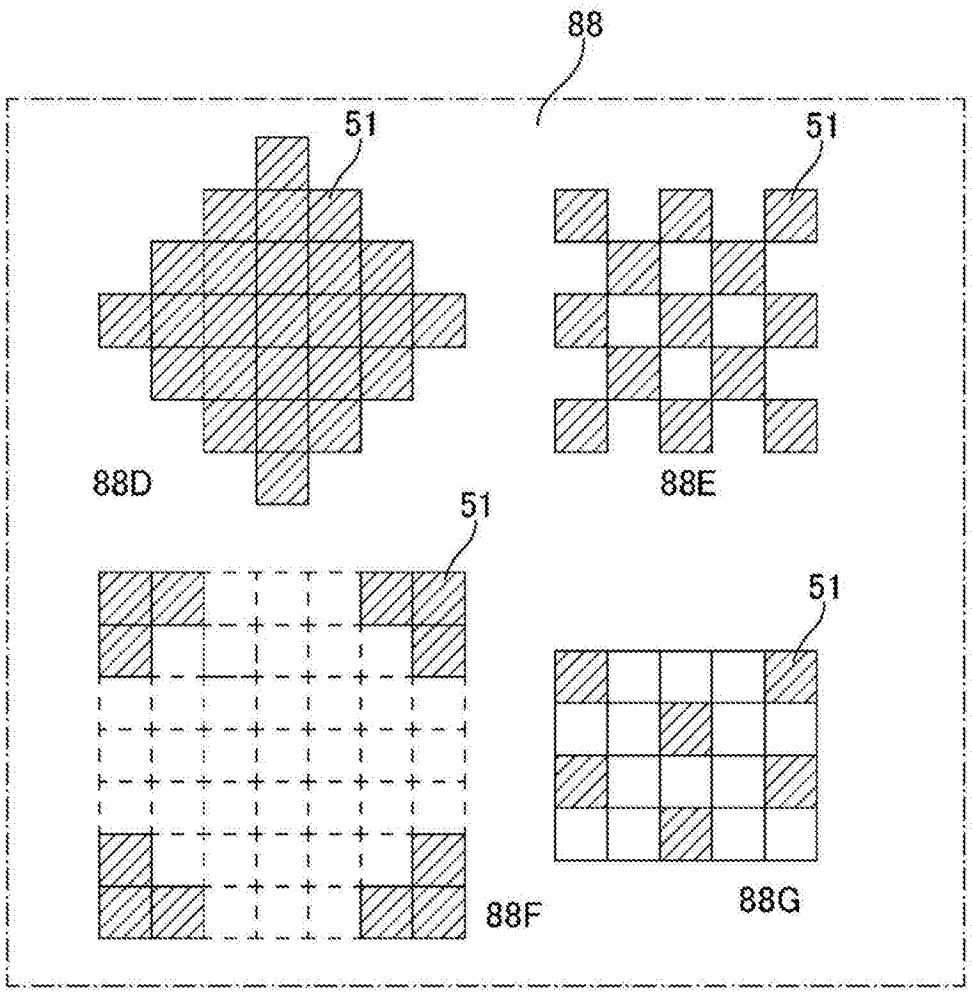


图6