



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104619399 B

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201380047186.X

(22)申请日 2013.08.13

(30)优先权数据

2012-203443 2012.09.14 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.03.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/071887 2013.08.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/041952 JA 2014.03.20

(73)专利权人 三菱日立电力株式会社

地址 日本国神奈川县

(72)发明人 永江笙子 香川晴治 长安立人

鹤饲展行 冈本卓也

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 葛凡

(51)Int.Cl.

B01D 53/64(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/77(2006.01)

B01D 53/94(2006.01)

C02F 1/04(2006.01)

C02F 1/12(2006.01)

C02F 1/52(2006.01)

(56)对比文件

CN 102470318 A,2012.05.23,

CN 101932376 A,2010.12.29,

US 7967894 B1,2011.06.28,

CN 101590369 A,2009.12.02,

审查员 杨波

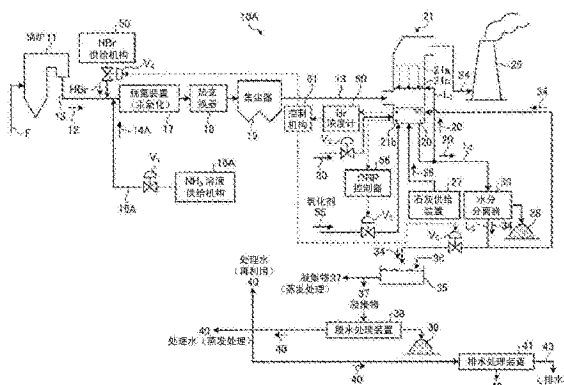
权利要求书1页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

排气中的汞处理系统

(57)摘要

本发明提供一种除去来自锅炉的排气中所含Hg的排气中的汞除去系统,中所含其具有:对来自锅炉(11)的排气(12)进行热交换的热交换器(AH)(18)、除去排气(12)中的煤尘的集尘机(19)、利用碱吸收液除去排气中的氧化汞 Hg^{2+} 并且对排气中的硫氧化物进行脱硫的湿式脱硫装置(21)、以及向从锅炉出口排出排气的烟道(13)内供给作为Br化合物的HBr的HBr化合物供给机构(50),并且,将所述湿式脱硫装置(21)内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上。由此,排气中的汞在从湿式脱硫装置(21)排出的石膏浆溶液中以 Hg^{2+} 离子状态稳定化。



1. 一种排气中的汞处理系统,其是除去来自锅炉的排气中所含Hg的排气中的汞除去系统,其特征在于,具有:

NH₄Cl溶液供给机构,向由所述锅炉排出的所述排气供给NH₄Cl溶液;

脱氮机构,具有对所述排气中的NO_x进行脱氮并对金属汞(Hg⁰)进行氧化的脱氮催化剂;

热交换器,对所述来自锅炉的排气进行热交换;

集尘机,除去所述排气中的煤尘;

湿式脱硫装置,利用碱吸收液除去所述排气中的氧化汞Hg²⁺,并且对排气中的硫氧化物进行脱硫;以及

Br化合物供给机构,向所述排气中或者所述湿式脱硫装置的碱吸收液中供给Br化合物,并且,

将所述湿式脱硫装置内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上,使所述碱吸收液中的汞以Hg²⁺离子状态保持,由此将排气中的汞选择性地稳定在液相中。

2. 如权利要求1所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,

所述碱吸收液是石灰浆,

取出由所述湿式脱硫装置生成的石灰石膏浆,且具有从该取出的石灰石膏浆分离出石膏的水分分离器。

3. 如权利要求2所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,

对所述石膏分离后的分离液中的固态成分进行凝集处理,分离凝集物,并且利用所述湿式脱硫装置对分离后的处理液进行再利用或者进行排水处理。

4. 如权利要求2所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,

利用加热汞分离装置以气体状态分离出所述石膏分离后的分离液中的汞,

利用捕集机构对扩散气体中的汞进行捕集。

排气中的汞处理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能够将排气中的汞除去至极低浓度的排气中的汞处理系统。

背景技术

[0002] 在燃煤排气和燃烧重油时产生的排气中,除了煤尘、硫氧化物(SO_x)、氧化氮(NO_x)之外,有时还包含金属汞(Hg⁰)。近年,针对与还原NO_x的脱氮装置和以碱吸收液为SO_x吸收剂的湿式脱硫装置相配合而对金属汞(Hg⁰)进行处理的方法、装置,提出有各种方案。

[0003] 作为处理排气中的金属汞(Hg⁰)的方法,提出有在烟道中,在脱氮装置的上游工序中以液状对NH₄Cl溶液进行喷雾而将其供给至烟道内的方法(例如,参照专利文献1、2)。当以液状向烟道内对NH₄Cl溶液进行喷雾时,NH₄Cl发生解裂,生成氨(NH₃)气、氯化氢(HCl)气体。NH₃气体作为还原剂起作用,HCl气体作为汞氯化剂起作用。即,在填充在脱氮装置中的脱氮催化剂上,NH₃如下述式(1)所示与排气中的NO_x进行还原反应,HCl如下述式(2)所示与排气中的Hg⁰进行氧化反应。在利用脱氮催化剂上与NH₃发生还原脱氮,并且将金属汞(Hg⁰)氧化,生成水溶性的氯化汞(HgCl₂)之后,利用设置在下流侧的采用湿式石灰石膏法的脱硫装置使HgCl₂溶解于石膏浆溶液从而除去排气中所含汞。

[0004] $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \cdots (1)$

[0005] $\text{Hg}^0 + 1/2\text{O}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \cdots (2)$

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利文献特开2008-142602号公报

[0009] 专利文献2:日本专利文献特开2009-202107号公报

发明内容

[0010] 发明的概要

[0011] 发明所要解决的问题

[0012] 但是,在以往的除去排气中的汞的方案中,存在以下情况:当湿式脱硫装置的吸收液成为还原环境时,经吸收除去的氧化汞(Hg²⁺)的一部分再次被还原成金属汞(Hg⁰),同样地从烟囱放出。

[0013] 在以往的除去排气中的汞的方案中,通过控制吸收液的氧化还原电位,来防止由汞的还原导致的放出。

[0014] 本发明正是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种排气中的汞处理系统,能够将利用脱硫装置除去的排气中的汞有选择地稳定在固相或者液相。

[0015] 用于解决问题的方法

[0016] 用于解决上述问题的本发明的第一发明涉及一种排气中的汞处理系统,是除去来自锅炉的排气中所含Hg的排气中的汞除去系统,其特征在于,具有:热交换器,对所述来自锅炉的排气进行热交换;集尘机,除去所述排气中的煤尘;湿式脱硫装置,利用碱吸收液除

去所述排气中的氧化汞 Hg^{2+} ,并且对排气中的硫氧化物进行脱硫;以及Br化合物供给机构,向所述排气中或者所述湿式脱硫装置的碱吸收液中供给Br化合物。并且,使得所述湿式脱硫装置内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上。

[0017] 第二发明涉及如第一发明所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,具有脱氮机构,其设置在所述热交换器的上游侧,具有对排气中的 NO_x 进行脱氮而将金属汞(Hg^0)氧化的脱氮催化剂。

[0018] 第三发明涉及如第一或第二发明所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,所述碱吸收液是石灰浆,取出由所述湿式脱硫装置生成的石灰石膏浆,且具有从该取出的石灰石膏浆分离出石膏的水分分离器。

[0019] 第四发明涉及如第三发明所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,对所述石膏分离后的分离液中的固态成分进行凝集处理,分离凝集物,并且利用所述湿式脱硫装置对分离后的处理液进行再利用或者进行排水处理。

[0020] 第五发明涉及如第三发明所述的排气中的汞处理系统,其特征在于,利用加热汞分离装置以气体状态分离出所述石膏分离后的分离液中的汞,利用捕集机构对扩散气体中的汞进行捕集。

[0021] 发明效果

[0022] 根据本发明,将湿式脱硫装置内的碱吸收液中的溴浓度提高至规定浓度以上。由此,通过将溴浓度设为规定浓度以上,在从脱硫装置排出的作为碱吸收液的例如石膏浆溶液中汞以 Hg^{2+} 离子状态保持,能够将排气中的汞稳定在液相。

附图说明

[0023] 图1是示出本发明的实施例1的排气中的汞处理系统的示意图;

[0024] 图2是示出本发明的实施例2的排气中的汞处理系统的示意图;

[0025] 图3是示出本发明的实施例3的排气中的汞处理系统的示意图;

[0026] 图4是示出本发明的实施例4的排气中的汞处理系统的示意图;

[0027] 图5是示出本发明的实施例5的排气中的汞处理系统的示意图;

[0028] 图6是示出本发明的实施例6的排气中的汞处理系统的示意图;

[0029] 图7是示出浆料吸收液中的Br浓度与石膏中的Hg浓度的关系的图。

具体实施方式

[0030] 以下,参照附图,详细说明本发明的优选的实施例。此外,本发明不受到本实施例的限定,而且,当具有多个实施例时,本发明也包含通过对各实施例进行组合而构成的方案。

[0031] 实施例1

[0032] 图1是本发明的实施例1的排气中的汞处理系统的示意图。

[0033] 如图1所示,本实施例的排气中的汞处理系统10A是除去来自锅炉11的排气12中所含汞的排气中的汞处理系统,具有:脱氮装置17,对来自燃料F被供给并锅炉燃烧的锅炉11的排气12中的氧化氮(NO_x)进行脱氮;热交换器(AH)18,设置在脱氮装置17的下游侧,对排气温度进行调整;集尘机19,设置在热交换器18的下游侧,除去排气12中的煤尘;湿式脱硫

装置21,利用碱吸收液除去排气12中的氧化汞 Hg^{2+} ,并且对排气12中的硫氧化物进行脱硫;以及HBr供给机构50,向从锅炉出口 排出排气12的烟道13内供给作为Br化合物的HBr,并且,所述排气中的汞处理系统10A将湿式脱硫装置21内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上。

[0034] 在此,在图1中,标号13表示排出排气12的烟道,25表示向外部排出经净化的排气12的烟囱, V_1 、 V_2 、 V_3 表示阀。

[0035] 在本实施例中,在脱氮装置17的上游侧,从氨(NH_3)溶液供给机构16A经由氨(NH_3)供给线15A向在烟道13中流动的排气12中供给作为脱氮助剂的氨(NH_3)溶液14A。

[0036] 而且,利用脱氮催化剂对排气12中的 NO_x 进行利用 NH_3 气体的还原。

[0037] 作为脱氮装置17,可以使用具有还原脱氮催化剂的一般装置。作为该还原脱氮催化剂,没有特殊限制,可以使用例如担载有W、Sn、In、Co、Ni、Fe、Ni、Ag、Cu等的金属氧化物的沸石等载体。

[0038] NH_3 溶液14A经由氨(NH_3)溶液供给线15A从 NH_3 溶液供给机构16A供给至从锅炉11排出的排气12。

[0039] 烟道13内的排气12的温度与锅炉11的燃烧条件相关联,例如优选 320°C 以上且 420°C 以下,更加优选 320°C 以上且 380°C 以下。这是因为:在该温度带下,能够在脱氮催化剂上使 NO_x 的脱氮反应有效地发生。

[0040] 在脱氮装置17中,被供给的 NH_3 气体用于 NO_x 的还原脱氮。

[0041] 即,在填充至填充于脱氮装置17的脱氮催化剂层的脱氮催化剂上, NH_3 气体如下述式(1)所述对 NO_x 进行还原脱氮。

[0042] $4\text{NO}+4\text{NH}_3+\text{O}_2\rightarrow 4\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}\cdots(1)$

[0043] 在排气12中,在排气12中的 NO_x 在脱氮装置17中被还原之后,在热交换器18中使排气12的温度下降。

[0044] 然后,排气12通过集尘机(例如ESP)19而输送至湿式脱硫装置21。另外,可以在热交换器18与集尘机19之间设置热回收器。

[0045] 接下来,在利用集尘机(ESP)19进行了除尘之后,排气12被送至湿式脱硫装置21进行脱硫处理。

[0046] 在该湿式脱硫装置21中,从装置本体21a的塔底部21b的壁面侧输送排气12,利用吸收液供给线 L_1 向装置本体21a内供给并利用喷嘴21c向塔顶部侧喷射作为碱吸收液使用的石灰石膏浆20。使从装置本体21a内的塔底部21b侧上升的排气12与从喷嘴21c喷射流下的石灰石膏浆20相向进行气液接触,从而排气12中的 HgCl_2 、硫氧化物(SO_x)被吸收至石灰石膏浆20中,而从排气12分离、除去,排气12得到净化。由石灰石膏浆20净化的排气12从塔顶部侧排出,然后作为净化气体24从烟囱25排出到系统外。

[0047] 此外,从石灰供给装置27供给补充至装置本体21a内部的石灰26。

[0048] 通过将在水中溶解了石灰石粉末的石灰(CaCO_3)浆、通过石灰26与排气12中的 SO_x 发生反应而进一步氧化的石膏(CaSO_4)浆、以及水混合,生成用于排气12的脱硫的石灰石膏浆20。石灰石膏浆20使用例如抽取了在湿式脱硫装置21的装置本体21a的塔底部21b贮存的液体的物质。在装置本体21a内,排气12中的 SO_x 与石灰石膏浆20中的石灰(CaCO_3)发生如下述式(3)所示的反应。

[0049] $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 + 0.5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \cdots (3)$

[0050] 另一方面,吸收了排气12中的 SO_x 的石灰石膏浆20与供给至装置本体21a内的水30相混合,利用供给至装置本体21a的塔底部21b的氧化剂55即空气进行氧化处理。此时,在装置本体21a内流下的石灰石膏浆20与水30和空气发生如下述式(4)所示的反应。

[0051] $\text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 0.5\text{O}_2 + 1.5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdots (4)$

[0052] 由此,排气12中的 SO_x 在湿式脱硫装置21中以石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 得到形式被捕获。

[0053] 此时,排气12中的溴化汞(HgBr_2)是水溶性的因而转移到石灰石膏浆20侧。

[0054] 由此,本实施例的排气中的汞处理系统10A是除去来自锅炉的排气12中所含Hg的排气中的汞除去系统,具有:对来自锅炉11的排气12进行热交换的热交换器(AH)18、除去排气12中的煤尘的集尘机19、以及利用碱吸收液除去所述排气12中的氧化汞 Hg^{2+} 并且对排气12中的硫化物进行脱硫的湿式脱硫装置21。并且,所述排气中的汞除去系统10A控制所述湿式脱硫装置21内的碱吸收液中的溴浓度,使其提高到规定浓度以上。结果,通过使溴浓度达到规定浓度以上,在从湿式脱硫装置21排出的石灰石膏浆20的溶液中汞以 Hg^{2+} 离子状态稳定化。

[0055] 即,由HBr供给机构50供给的HBr在包含在排气12中的状态下以规定浓度导入至湿式脱硫装置21内。由此,在浆料吸收液中,下述式(5)的反应向左侧进行,汞以离子状态存在,因此,能够将汞稳定在液相。

[0056] $\text{Hg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{HgSO}_4 \cdots (5)$

[0057] 在此,图7是示出浆料吸收液中的Br浓度与石膏中Hg浓度的关系的图。

[0058] 如图7所示,当液相的总溶解固体(TDS)中的Br浓度高时,石膏颗粒中的Hg浓度降低,若Br浓度/TDS的值为0.33以上,可确认Hg浓度几乎变成零(0.01ppm)。

[0059] 另外,若Br浓度/TDS的值为0.25以上,则Hg浓度为0.2ppm,因此,石膏颗粒中的汞含量为极微量。

[0060] 在本实施例中,使用Br浓度计60测量湿式脱硫装置21的塔底部的石灰石膏浆20中的Br浓度。而且,基于该测量结果,若规定浓度得到维持,则保持该状态。

[0061] 另外,当Br变成规定浓度以下时,利用控制机构61实行调整阀 V_6 的开度的控制以使从HBr供给机构50供给的HBr的供给量增大。

[0062] 与此相对,当Br超过规定浓度时,利用控制机构61实行对介入安装于线 L_3 上的阀 V_5 的开度进行调整的控制以使从下述的水分分离器33分离出的分离液34返回到湿式脱硫装置21的塔底部侧。

[0063] 作为该控制的结果,能够总是保持合适的量的Br浓度,能够将由脱硫装置除去的排气12中的汞稳定在液相。

[0064] 另外,将湿式脱硫装置21的石灰石膏浆20的氧化还原电位保持在一定的范围内。这是为了阻止如下述式(6)所示,石灰石膏浆20中的氧化汞(Hg^{2+})由于 SO_2 等被还原成金属汞(Hg^0),防止汞的再飞散。

[0065] $\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}^0 \cdots (6)$

[0066] 作为该将石灰石膏浆20的氧化还原电位保持在一定的机构,使用控制石灰石膏浆20的氧化还原电位(ORP)的ORP控制器56,通过调整氧化剂55的供给量,使得石灰石膏浆20

的氧化还原电位达到例如200mV以上,更加优选600mV以上。

[0067] 结果,能够防止溶解在石灰石膏浆20中的氧化汞成为金属汞而再飞散,能够防止汞留存在排气12中。

[0068] 贮存在湿式脱硫装置21的塔底部21b的用于脱硫的石灰石膏浆20在经过氧化处理之后,被从塔底部21b取出。取出的石灰石膏浆20在经由线L₂输送至水分分离器33之后,作为包含溴化汞(HgBr₂)的脱水块(石膏)28排出到系统外。

[0069] 作为水分分离器33,使用例如带式过滤器等。

[0070] 石灰石膏浆20的供给方法不只限于从喷嘴21c向塔顶部侧进行喷射的方法,而是也可以例如从喷嘴21c与排气12相向地流下。

[0071] 根据本实施例,由于导入至湿式脱硫装置21的排气12中包含有HBr,因此,排气12中的氧化汞成为溶解在吸收液中的离子状态,从而可以将汞稳定在液相。

[0072] 另外,利用水分分离器33分离出的包含汞的分离液34经由线L₃导入至对汞吸收液中的凝集物进行凝集处理的凝集装置35。

[0073] 向凝集装置35中投入例如重金属捕集剂、螯合剂等凝集剂等凝集处理剂36,对包含含汞的分离液34中的汞的凝集物37进行凝集处理。

[0074] 作为凝集处理剂36,可以例示出例如Fe系凝集剂、Al系凝集剂、聚合物系凝集剂等。

[0075] 在进行该凝集处理时,通过对含汞的分离液34中的氧化汞进行凝集固化,来使其从液相转换为固相。

[0076] 该凝集装置35内的凝集物37通过利用蒸发处理机构另行进行蒸发处理而实现无排水化处理。

[0077] 另外,可以设置用于对凝集物37进行脱水处理而实现固液分离的脱水处理装置38进行脱水处理,使得凝集物37分离成污泥39与处理水40。

[0078] 而且,因为脱水物的污泥39中含汞,所以需要另行处理。

[0079] 另外,可以将作为滤液的处理水40作为石灰供给装置27内的石灰26的稀释液进行再利用。另外,可以将作为滤液的处理水40作为供给至装置本体21a内的水30的一部分进行利用。

[0080] 另外,除了对处理水40进行再利用之外,也可以例如进行通过蒸发处理实现的无排水化处理。另外,也可以输送至排水处理装置41,利用排水处理装置41进行例如处理水40中的悬浮物、重金属42等的除去、脱水滤液的pH调整等操作。

[0081] 由该排水处理装置41进行了排水处理的排水43的一部分被返送至湿式脱硫装置21,而剩余部分作为排水被处理。

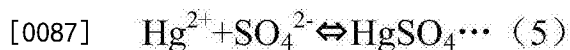
[0082] 实施例2

[0083] 接下来,针对本发明的实施例2的排气中的汞处理系统进行说明。需要说明的是,针对与实施例1相同的构成部件标注相同的标号而省略重复的说明。

[0084] 图2是本发明的实施例2的排气中的汞处理系统の示意图。

[0085] 如图2所示,本实施例的排气中的汞处理系统10B相当于在实施例1的排气中的汞处理系统10A中,不向排气12中供给HBr,而从HBr供给机构50向脱硫装置21的石灰石膏浆20内供给HBr。由此,提高石灰石膏浆20中的HBr浓度。

[0086] 结果,在浆料吸收液中包含规定浓度以上的HBr,因此,下述式(5)的反应向左侧进行,汞以离子状态存在,因此,能够将汞稳定在液相。



[0088] 根据本实施例,利用HBr供给机构50另行供给HBr,从而将湿式脱硫装置21内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上。由此,通过将溴浓度提高到规定浓度以上,能够使排气12中的汞在从湿式脱硫装置21排出的作为碱吸收液的例如石灰石膏浆20的溶液中以汞为 Hg^{2+} 离子的状态稳定化。

[0089] 在本实施例中,使用Br浓度计60测量湿式脱硫装置21的塔底部的石灰石膏浆20中的Br浓度。然后,基于该测量结果,若维持在规定浓度,则保持该状态。

[0090] 另外,当Br变成规定浓度以下时,利用控制机构61实行调整阀 V_6 的开度的控制以使从HBr供给机构50供给的HBr的供给量增大。

[0091] 与此相对,当Br超过规定浓度时,利用控制机构61实行对介入安装于线 L_3 的阀 V_5 的开度进行调整的控制以使从水分分离器33分离出的分离液34返回到湿式脱硫装置21的塔底部侧。

[0092] 作为该控制的结果,能够总是保持合适的量的Br浓度,能够使由脱硫装置除去的排气12中的汞稳定在液相。

[0093] 实施例3

[0094] 接下来,针对本发明的实施例3的排气中的汞处理系统进行说明。需要说明的是,针对与实施例1、2相同的构成部件标注相同的标号而省略重复的说明。

[0095] 图3是本发明的实施例3的排气中的汞处理系统的示意图。

[0096] 如图3所示,本实施例的排气中的汞处理系统10C在脱氮装置17的上游侧,从溴化氨(NH_4Br)溶液供给机构16B经由溴化氨(NH_4Br)供给线15B向在烟道13流动的排气12中供给作为脱氮助剂的溴化氨(NH_4Br)溶液14B。

[0097] 而且,在利用 NH_3 气体对排气12中的 NO_x 进行还原的同时,在HBr气体共存的状态下利用脱氮催化剂进行金属汞(Hg^0)的氧化。

[0098] 作为脱氮装置17,可以使用具有还原脱氮催化剂的一般装置。作为该还原脱氮催化剂,没有特殊的限制,可以使用例如载有W、Sn、In、Co、Ni、Fe、Ni、Ag、Cu等的金属氧化物的沸石等载体。脱氮装置17所具有的还原脱氮催化剂的量可以为了提高汞氧化的效率而相比于平常量有所增加。

[0099] 在本实施例中,作为一个例子使用了溴化氨(NH_4Br)溶液14B,在汽化时生成氧化助剂和还原助剂,而且使得排气12中包含HBr。

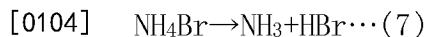
[0100] 在此,在本实施例中,还原氧化助剂作为用于在与氧化助剂共存的状态下对金属汞(Hg^0)进行氧化的氧化助剂与利用还原助剂对 NO_x 进行还原的还原剂发挥作用。在本实施例中,使用HBr气体作为氧化助剂,使用 NH_3 气体作为还原助剂。

[0101] 此外,也可以分别导入氧化助剂(例如HBr气体)与还原助剂(例如 NH_3 气体)。

[0102] 从 NH_4Br 溶液供给机构16B经由溴化氨(NH_4Br)溶液供给线15B向从锅炉11排出的排气12供给 NH_4Br 溶液14B。

[0103] 从 NH_4Br 溶液供给机构16B向烟道13内喷射的 NH_4Br 溶液14B的液滴由于排气12的高

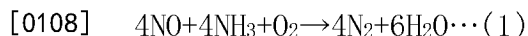
温气氛温度而蒸发汽化,生成微小的 NH_4Br 固体粒子,然后如下述的式(7)所示,分解成 HBr 和 NH_3 。由此,从喷雾机构喷射的 NH_4Br 溶液14B发生分解,生成 HBr 和 NH_3 ,从而向烟道13内供给 NH_3 气体和 HBr 气体。



[0105] 烟道13内的排气12的温度与锅炉11的燃烧条件相关联,例如优选 320°C 以上且 420°C 以下,更加优选 320°C 以上且 380°C 以下。这是由于在该温度带下,能够在脱氮催化剂上使 NO_x 的脱氮反应和 Hg 的氧化反应有效地发生。

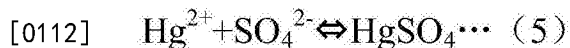
[0106] 另外,排气12在包含有由从 NH_4Br 溶液供给机构16B向烟道13内喷射的 NH_4Br 溶液14B的液滴生成的 HBr 气体和 NH_3 气体之后,输送至脱氮装置17。在脱氮装置17中,由 NH_4Br 分解产生的 NH_3 气体被用于 NO_x 的还原脱氮, HBr 气体被用于 Hg 的氧化,从排气12除去 NO_x 和 Hg ,因此,与使用氨的情况相比,汞除去率提高。

[0107] 即,在填充至填充于脱氮装置17的脱氮催化剂层中的脱氮催化剂上, NH_3 气体如下述式(1)所示对 NO_x 进行还原脱氮, HBr 气体如下述式(8)所示对 Hg 进行氧化。



[0110] 排气12在脱氮装置17中进行了排气12中的 NO_x 的还原和 Hg 的氧化之后,通过热交换器18、集尘机(ESP)19而输送至湿式脱硫装置21。另外,可以在热交换器18与集尘机(ESP)19之间设置热回收器。

[0111] 然后,利用湿式脱硫装置21进行脱硫,此时,提高了石灰石膏浆中的 Br 浓度,因此,在浆料吸收液中,下述式(5)的反应向左侧进行,汞以离子状态存在,因此,能够将汞稳定在液相。



[0113] 另外,在本实施例中,与实施例1不同,使用溴化氨作为在脱氮装置17中使用的还原·氧化剂,从而在生成脱氮用的还原剂和氧化剂的同时,使得排气12中包含有溴化氢(HBr)而将其导入至湿式脱硫装置21,因此,无需另外设置如实施例1所述的用于供给 HBr 的 HBr 供给机构50。

[0114] 在本实施例中,使用 Br 浓度计60测量湿式脱硫装置21的塔底部的石灰石膏浆20中的 Br 浓度。然后,基于该测量结果,若维持在规定浓度,则保持该状态。

[0115] 另外,当 Br 变成规定浓度以下时,利用控制机构61实行调整阀 V_1 的开度的控制以使从溴化氨(NH_4Br)溶液供给机构16B供给的 NH_4Br 的供给量增大。

[0116] 与此相对,当 Br 超过规定浓度时,利用控制机构61实行对介入安装于线 L_3 的阀 V_5 的开度进行调整的控制以使从水分分离器33分离出的分离液34返回到湿式脱硫装置21的塔底部侧。

[0117] 作为该控制的结果,能够总是保持合适的量的 Br 浓度,能够使由脱硫装置除去的排气12中的汞稳定在液相。

[0118] 实施例4

[0119] 接下来,针对本发明的实施例4的排气中的汞处理系统进行说明。此外,针对与实施例1至3相同的构成部件标注相同的标号而省略重复的说明。

[0120] 图4是本发明的实施例4的排气中的汞处理系统的示意图。

[0121] 如图4所示,本实施例的排气中的汞处理系统10D设置有加热汞分离装置80,其利用加热从由实施例1的水分分离器33分离出的含汞的分离液34中除去水分。

[0122] 加热汞分离装置80向装置本体21a内喷射分离液34,而且向内部供给水蒸气81,利用该水蒸气81的加热以气体状态分离出汞,由此,汞以气体状态转移到扩散气体82中。

[0123] 由加热汞分离装置80除去了汞的处理水83作为补充水而被再利用。

[0124] 另外,转移到扩散气体82中的气体状的汞导入到例如填充有活性炭84的汞吸附塔85。而且,在汞吸附塔85内,汞被活性炭84吸附除去。另外,除去了汞的处理水86可以进行蒸发处理或者另行进行再利用。

[0125] 实施例5

[0126] 接下来,针对本发明的实施例5的排气中的汞处理系统进行说明。此外,针对与实施例1至4相同的构成部件标注相同的标号而省略重复的说明。

[0127] 图5是本发明的实施例5的排气中的汞处理系统的示意图。

[0128] 如图5所示,本实施例涉及的排气中的汞处理系统10E取代在实施例3的脱氮装置17中使用的溴化氨而供给氯化氨。

[0129] 在本实施例中,具有向锅炉11的下游的烟道13内喷射包含作为还原氧化助剂的氯化氨(NH_4Cl)的 NH_4Cl 溶液14C的氯化氨(NH_4Cl)溶液供给机构16C、和具有利用 NH_3 气体还原排气12中的 NO_x 并且在 HCl 气体共存条件下将金属汞(Hg^0)氧化的脱氮催化剂的脱氮装置17。

[0130] 在本实施例中,作为一个例子使用 NH_4Cl ,但是本实施例并不仅限于此,还原氧化助剂若为在汽化时生成氧化助剂与还原助剂的卤化物则可以使用任何物质。在此,在本实施例中,还原氧化助剂作为用于在与氧化助剂共存的状态下对金属汞(Hg^0)进行氧化的氧化助剂与利用还原助剂对 NO_x 进行还原的还原剂发挥作用。在本实施例中,使用 HCl 气体作为氧化助剂,使用 NH_3 气体作为还原助剂。

[0131] 而且,也可以分别导入氧化助剂(例如 HCl 气体)与还原助剂(例如 NH_3 气体)。

[0132] 从 NH_4Cl 溶液供给机构16C经由氯化氨(NH_4Cl)供给线15C向从锅炉11排出的排气12供给 NH_4Cl 溶液14C。

[0133] 从 NH_4Cl 溶液供给机构16C向烟道13内喷射的 NH_4Cl 溶液14C的液滴由于排气12的高温气氛温度而蒸发汽化,生成微小的 NH_4Cl 固体粒子,然后如下述的式(9)所示,分解成 HCl 和 NH_3 。由此,从喷雾机构喷射的 NH_4Cl 溶液14C被分解,生成 HCl 和 NH_3 ,向烟道13内供给 NH_3 气体和 HCl 气体。

[0134] $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl} \cdots (9)$

[0135] 烟道13内的排气12的温度与锅炉11的燃烧条件相关联,例如优选 320°C 以上且 420°C 以下,更加优选 320°C 以上且 380°C 以下。这是由于在该温度带下,能够在脱氮催化剂上使 NO_x 的脱氮反应和 Hg 的氧化反应有效地发生。

[0136] 另外,排气12在包含有由从 NH_4Cl 溶液供给机构16C向烟道13内喷射的 NH_4Cl 溶液14C的液滴生成的 HCl 气体和 NH_3 气体之后,输送至脱氮装置17。在脱氮装置17中,由 NH_4Cl 分解产生的 NH_3 气体用于 NO_x 的还原脱氮, HCl 气体用于 Hg 的氧化,从排气12除去 NO_x 和 Hg ,因此,与使用氨的情况相比,汞除去率提高。

[0137] 即,在填充至填充于脱氮装置17的脱氮催化剂层中的脱氮催化剂的上,NH₃气体如下述式(10)所示对NO_x进行还原脱氮,Hg如下述式(11)所示被HCl气体氧化。

[0138] $4\text{NO}+4\text{NH}_3+\text{O}_2\rightarrow 4\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}\cdots(10)$

[0139] $\text{Hg}+1/2\text{O}_2+2\text{HCl}\rightarrow \text{HgCl}_2+\text{H}_2\text{O}\cdots(11)$

[0140] 在排气12中,在脱氮装置17中进行了排气12中的NO_x的还原与Hg的氧化之后,在热交换器18中使排气12的温度下降。

[0141] 需要说明的是,可以只供给氨气,利用脱氮装置进行排气12中的氧化氮的氨脱氮。

[0142] 另外,当排气12中的氧化氮少时,可以不设置脱氮装置地进行排气处理。此时,汞的氧化通过排气12中所含卤化物(例如氯化物)等来进行汞氧化。

[0143] 接下来,在利用集尘机19进行了除尘之后,输送至湿式脱硫装置21进行脱硫处理。

[0144] 在本实施例中,从HBr供给机构50向湿式脱硫装置21的石灰石膏浆20内供给HBr。由此,提高石灰石膏浆20中的HBr浓度。

[0145] 结果,因为浆料吸收液中包含有规定浓度以上的HBr,所以下述式(5)的反应向左侧进行,汞以离子状态存在,因此,能够将汞稳定在液相。

[0146] $\text{Hg}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}\rightleftharpoons \text{HgSO}_4\cdots(5)$

[0147] 根据本实施例,利用HBr供给机构50另行供给HBr,从而将湿式脱硫装置21内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上。由此,通过将溴浓度提高到规定浓度以上,能够使排气12中的汞在从湿式脱硫装置21排出的作为碱吸收液的例如石灰石膏浆20的溶液中以汞为Hg²⁺离子的状态稳定化。

[0148] 在本实施例中,使用Br浓度计60测量湿式脱硫装置21的塔底部的石灰石膏浆20中的Br浓度。然后,基于该测量结果,若维持在规定浓度,则保持该状态。

[0149] 另外,当Br变成规定浓度以下时,利用控制机构61实行调整阀V₁或者阀V₆的开度的控制以使从溴化氨(NH₄Br)溶液供给机构16B供给的NH₄Br的供给量、或者从HBr供给机构50供给的HBr的供给量增大。

[0150] 与此相对,当Br超过规定浓度时,利用控制机构61实行对介入安装于线L₃的阀V₅的开度进行调整的控制以使从水分分离器33分离出的分离液34返回到湿式脱硫装置21的塔底部侧。

[0151] 作为该控制的结果,能够总是保持合适的量的Br浓度,能够使由脱硫装置除去的排气12中的汞稳定在液相。

[0152] 实施例6

[0153] 接下来,针对本发明的实施例6的排气中的汞处理系统进行说明。此外,针对与实施例1至5相同的构成部件标注相同的标号而省略重复的说明。

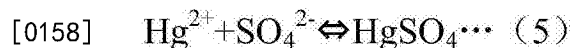
[0154] 图6是本发明的实施例6的排气中的汞处理系统的示意图。

[0155] 如图6所示,本实施例涉及的排气中的汞处理系统10F与实施例5不同,从HBr供给机构50向湿式脱硫装置21导入排气12的烟道13中供给HBr。

[0156] 与排气12一起导入至湿式脱硫装置21内的HBr溶解在石灰石膏浆20内,由此,使得石灰石膏浆20中的HBr浓度提高到规定浓度以上。

[0157] 结果,由于在浆料吸收液中含HBr,所以下述式(5)的反应向左侧进行,汞以离子状

态存在,因此,能够将汞稳定在液相。



[0159] 根据本实施例,利用HBr供给机构50另行向导入至湿式脱硫装置21的排气12中供给HBr,使得湿式脱硫装置21内的碱吸收液中的溴浓度提高到规定浓度以上。由此,通过使溴浓度为规定浓度以上,所以能够使排气12中的汞在从湿式脱硫装置21排出的作为碱吸收液的例如石灰石膏浆20的溶液中以汞为 Hg^{2+} 离子的状态稳定化。

[0160] 在本实施例中,使用Br浓度计60测量湿式脱硫装置21的塔底部的石灰石膏浆20中的Br浓度。然后,基于该测量结果,若维持在规定浓度,则保持该状态。

[0161] 另外,当Br在规定浓度以下时,利用控制机构61实行调整阀 V_7 的开度的控制以使HBr供给机构50供给的HBr的供给量增大。

[0162] 与此相对,当Br超过规定浓度时,利用控制机构61实行对介入安装于线 L_3 的阀 V_5 的开度进行调整的控制以使从水分分离器33分离出的分离液34返回到湿式脱硫装置21的塔底部侧。

[0163] 作为该控制的结果,能够总是保持合适的量的Br浓度,能够使由脱硫装置除去的排气12中的汞稳定在液相。

[0164] 标号说明

[0165] 10A~10F:排气中的汞处理系统

[0166] 11:锅炉

[0167] 12:排气

[0168] 16A: NH_3 溶液供给机构

[0169] 16B: NH_4Br 溶液供给机构

[0170] 16C: NH_4Cl 溶液供给机构

[0171] 17:脱氮装置

[0172] 18:热交换器(AH)

[0173] 50:HBr供给机构

[0174] 60:Br浓度计

[0175] 61:控制机构

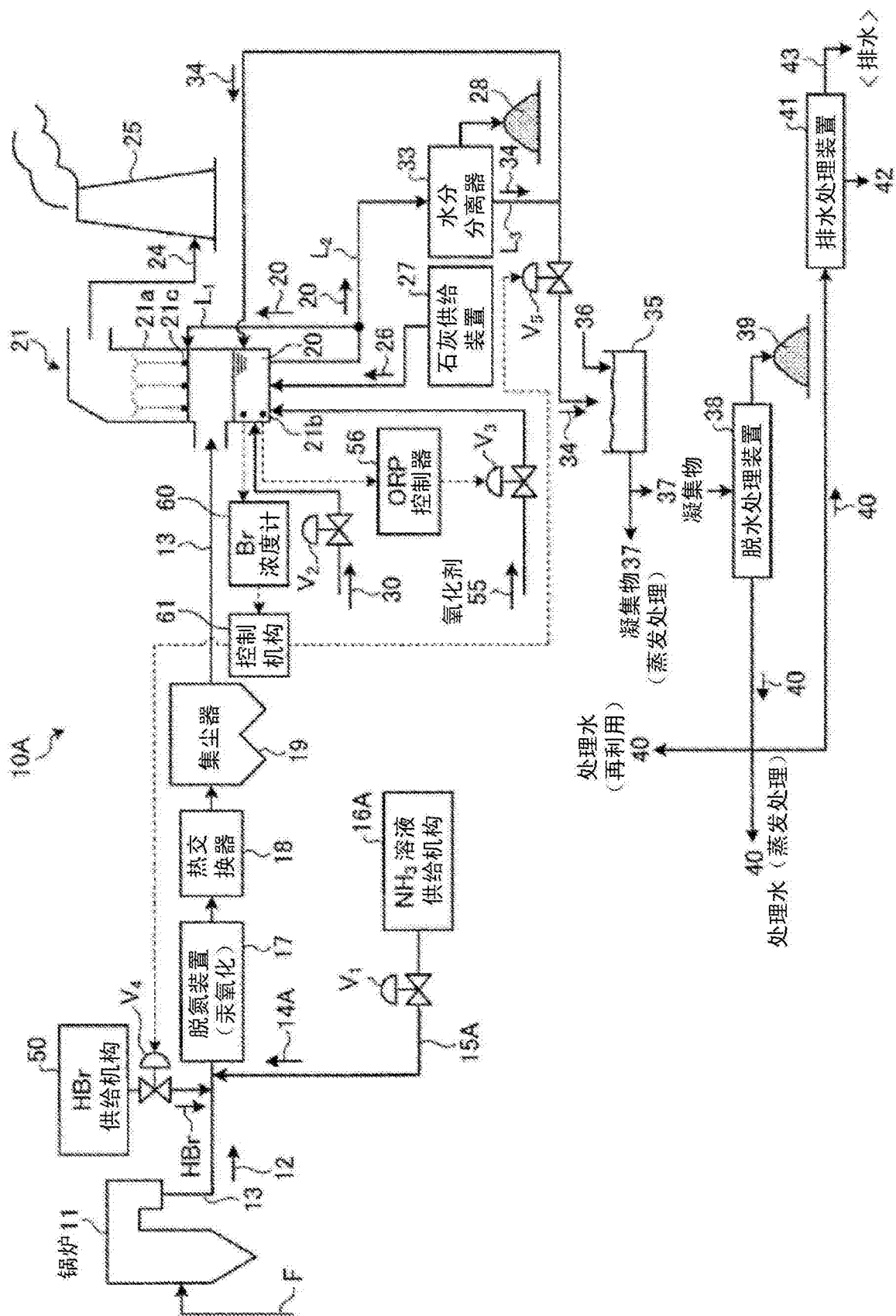


图 1

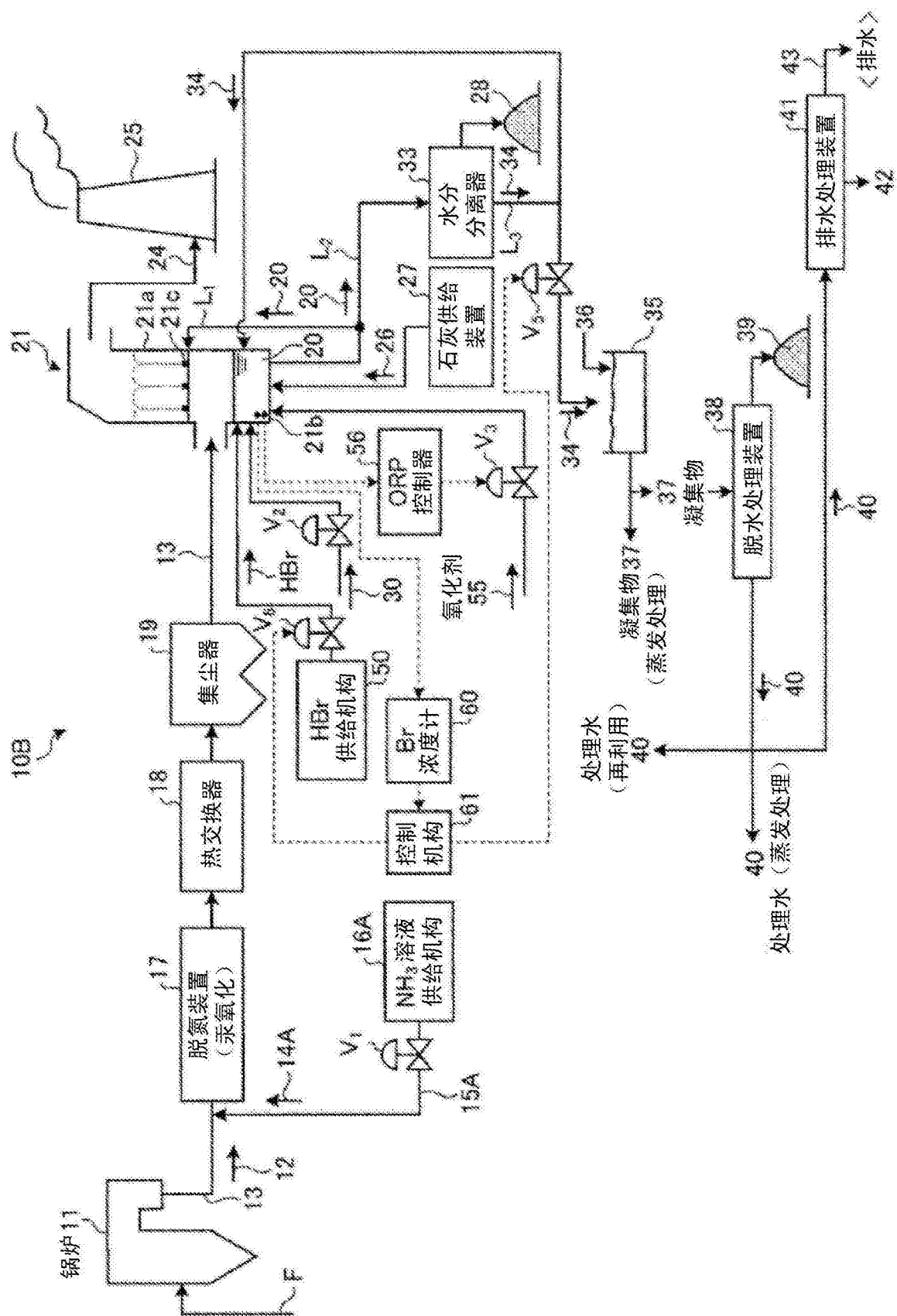


图2

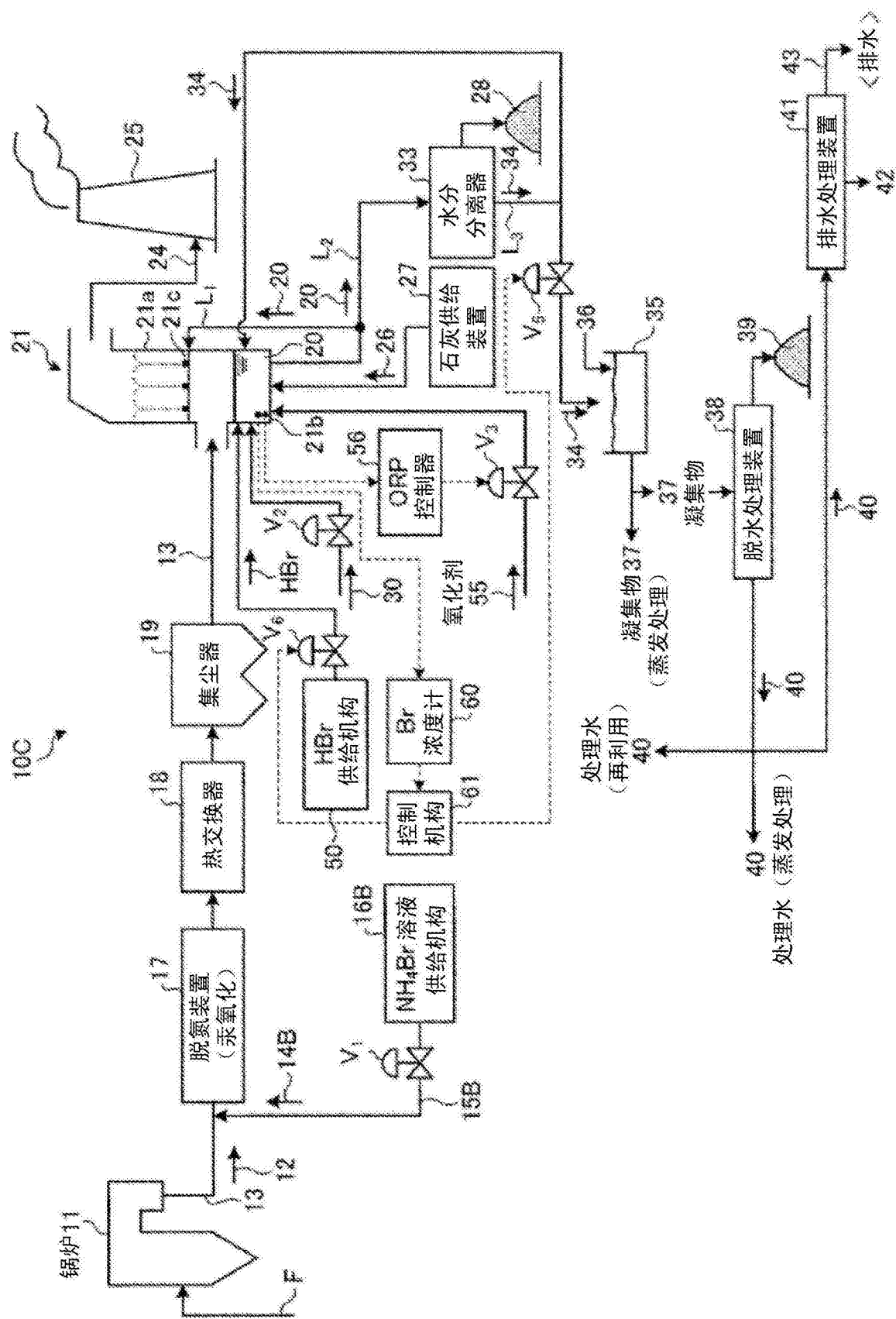


图3

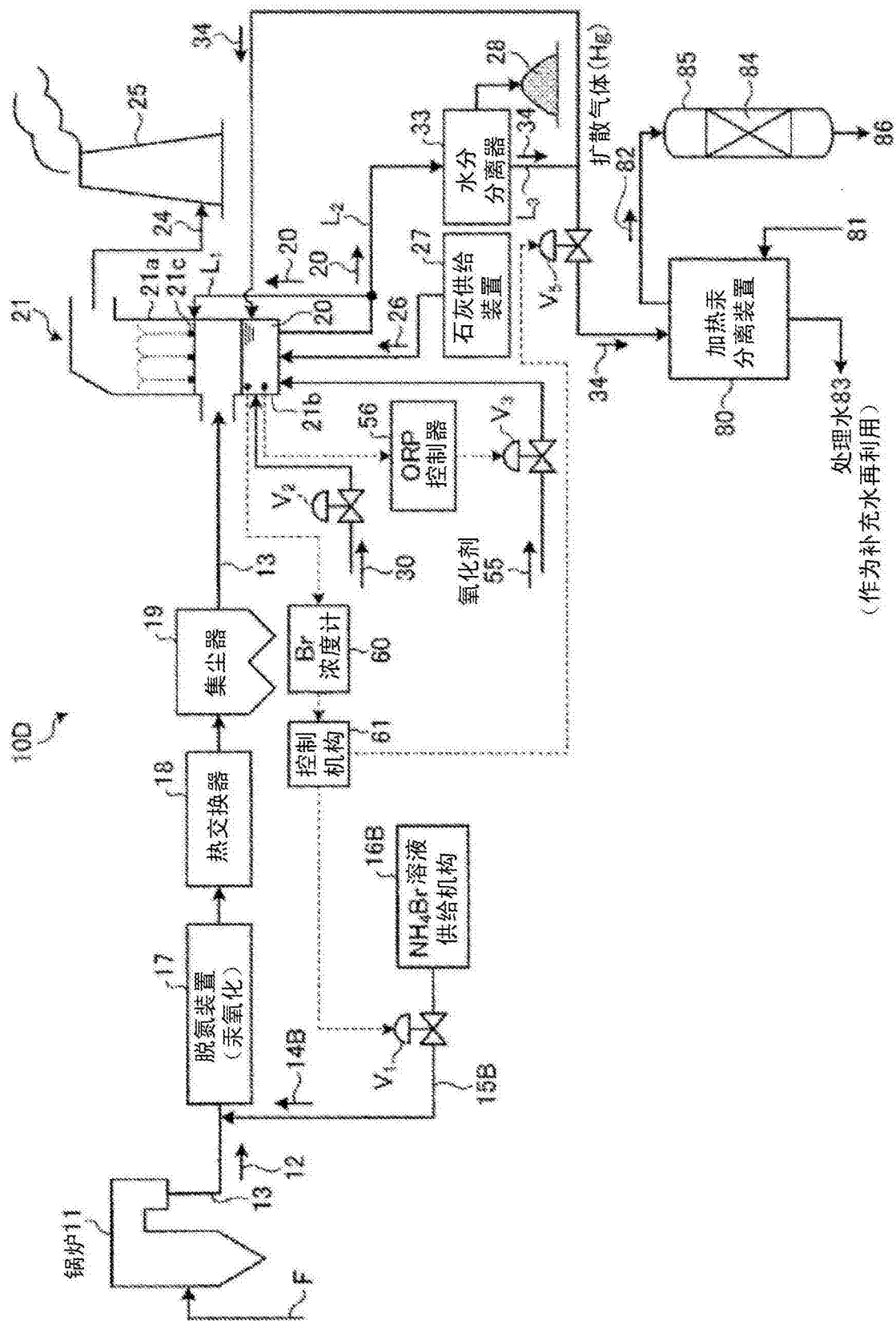


图4

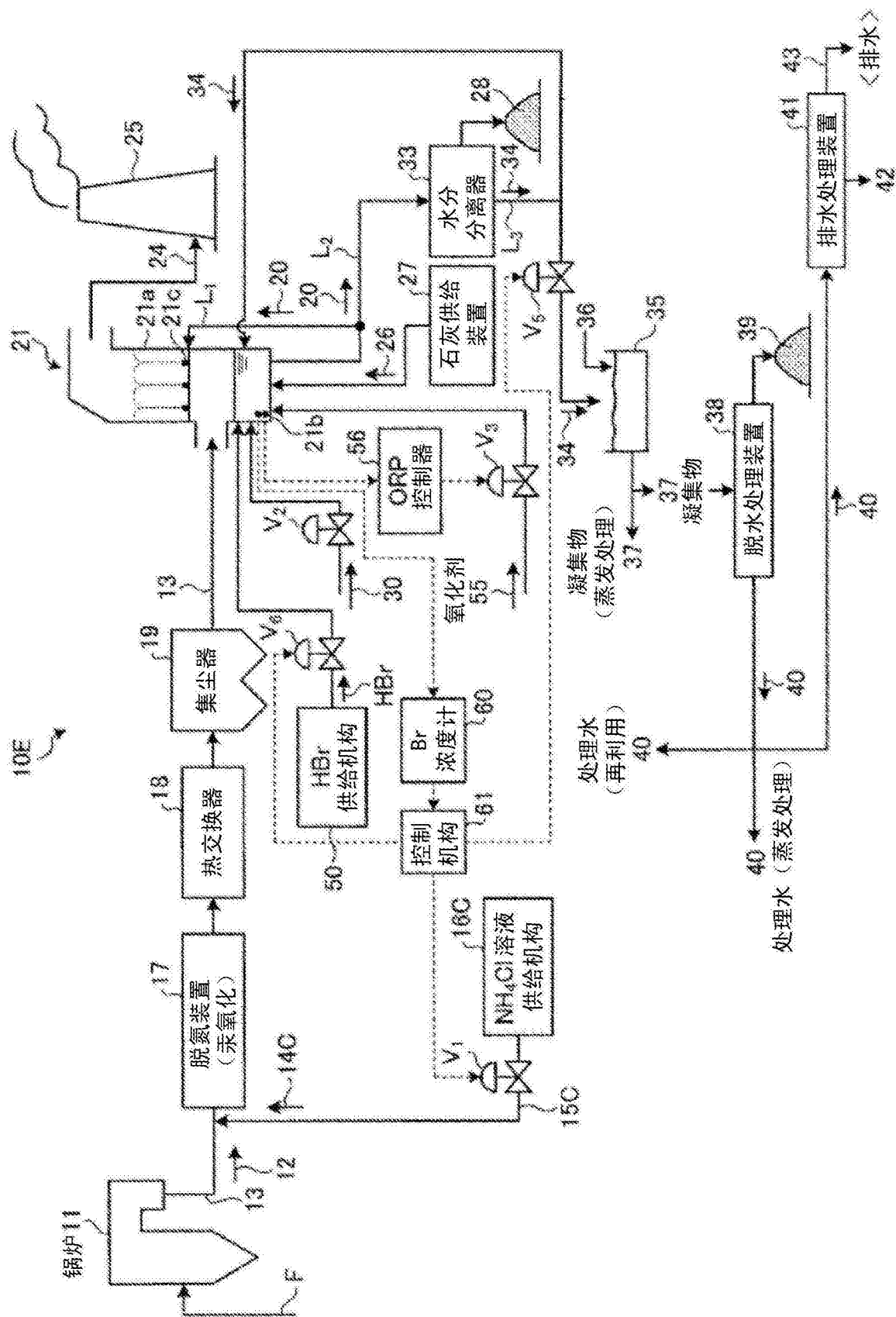


图5

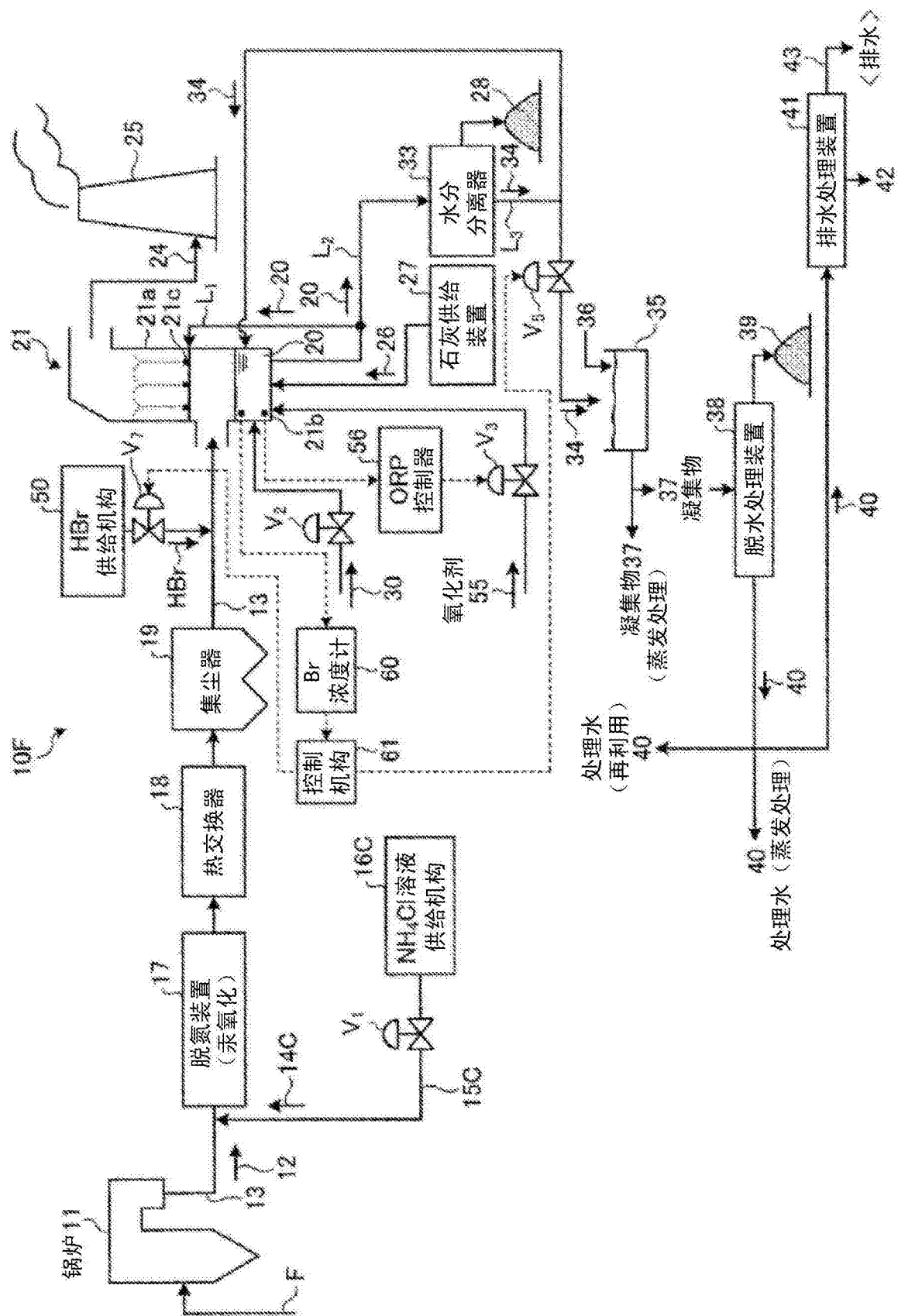


图6

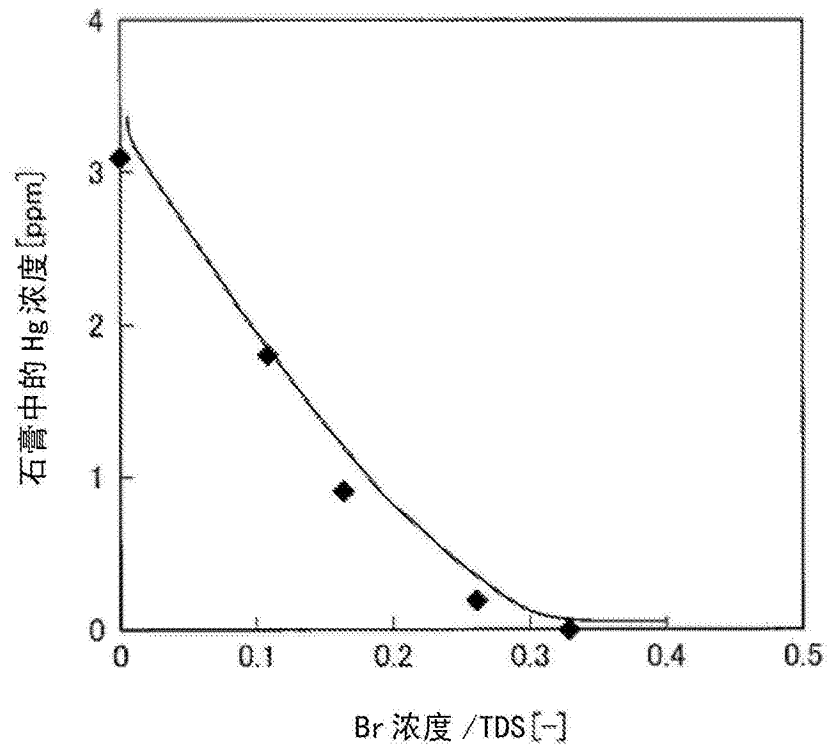


图7