



(45)授权公告日 2017.06.16

岡本卓也

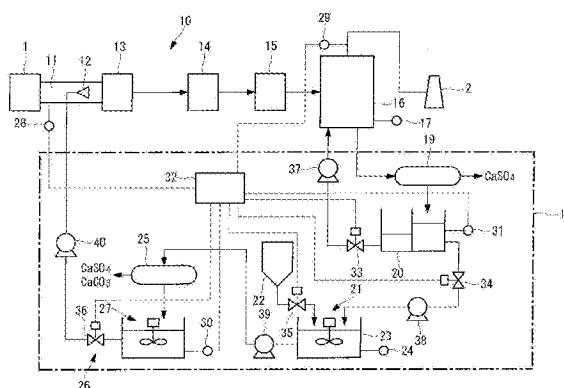
代理人 雒运朴

审查员 刘群

权利要求书2页 说明书9页 附图1页

废气处理系统及废气处理方法

本发明提供可以大幅度降低运转成本及排水量、并且可以控制 NO_x 还原剂及汞氧化剂的供给量的废气处理系统及废气处理方法。废气处理系统中向烟道内喷射含有卤化铵的水溶液,在脱硝部中使 NO_x 还原,同时使汞氧化,在脱硫部中除去 SO_x 及汞。废气处理系统中向从脱硫部排出的分离 CaSO_4 后的排水中,添加硫酸铵及碳酸铵中的至少一种,生成卤化铵。含有卤化铵的排水被作为所述水溶液喷射。



1. 一种废气处理系统,是除去来自锅炉的废气中所含的氮氧化物及汞的废气处理系统,该废气处理系统具备:

喷雾部,其向从所述锅炉排出的所述废气流通的烟道内,喷射含有卤化铵的水溶液;

脱硝部,其设于所述烟道的气体下游侧,并具有利用由所述卤化铵生成的氨使所述氮氧化物还原同时利用由所述卤化铵生成的卤化氢使所述汞氧化的脱硝催化剂;

脱硫部,其设于所述脱硝部的气体下游侧,并使用含有石灰的吸收液,除去所述废气中所含的硫氧化物,并且将被氧化了的汞从所述废气中除去;

分离部,其从所述脱硫部接收含有硫酸钙及卤化钙的排水,并从所述排水中分离所述硫酸钙;

氨成分添加部,其向从所述分离部排出的含有所述卤化钙的所述排水中添加铵盐而生成所述卤化铵,所述铵盐为硫酸铵和碳酸铵中的至少一种;以及

供给部,其将从所述氨成分添加部排出的含有所述卤化铵的所述排水作为所述水溶液送给所述喷雾部,

其中,所述脱硝部设于所述喷雾部的气体下游侧,

供给所述喷雾部并喷射到烟道内的水溶液含有铵盐,该铵盐为所述氨成分添加部中生成的卤化铵、和添加到所述氨成分添加部中的硫酸铵和碳酸铵中的至少一种。

2. 根据权利要求1所述的废气处理系统,其中,具备:

第一浓度测量部,其在所述喷雾部的气体上游侧测量所述废气中的所述氮氧化物的浓度;

第二浓度测量部,其在所述脱硫部的气体下游侧测量所述废气中的所述汞的浓度;

第三浓度测量部,其测量作为从所述供给部送到所述喷雾部的所述排水中的卤素的浓度的第一卤素浓度及铵的浓度;

排水贮留部,其设于所述分离部与所述氨成分添加部之间,并且与所述脱硫部连接,贮留从所述分离部排出的所述排水;

第四浓度测量部,其测量作为贮留在所述排水贮留部中的所述排水中的卤素的浓度的第二卤素浓度;以及

控制部,其与所述第一浓度测量部、所述第二浓度测量部、所述第三浓度测量部及所述第四浓度测量部连接,并基于所测量出的所述氮氧化物的浓度、所述汞的浓度、所述铵的浓度、第一卤素浓度及所述第二卤素浓度,调整所述铵的生成量及所述卤化氢的生成量。

3. 一种废气处理方法,是除去来自锅炉的废气中所含的氮氧化物及汞的废气处理方法,包括:

喷雾工序,向从所述锅炉排出的所述废气流通的烟道内,喷射含有卤化铵的水溶液;

氧化还原工序,利用由所述卤化铵生成的氨将所述氮氧化物还原,并且利用由所述卤化铵生成的卤化氢将所述汞氧化;

脱硫工序,使含有石灰的吸收液、所述废气中所含的硫氧化物和所述卤化氢反应而生成硫酸钙及卤化钙,同时利用所述吸收液将被氧化了的汞从所述废气中除去;

分离工序,从所述脱硫工序中生成的含有所述硫酸钙及所述卤化钙的排水中分离所述硫酸钙;

卤化铵生成工序,向在所述分离工序中分离所述硫酸钙后的所述排水中添加铵盐而生

成所述卤化铵,所述铵盐为硫酸铵和碳酸铵中的至少一种;以及

供给工序,将含有所述卤化铵的所述排水作为所述水溶液送给,

其中,所述供给工序中,含有下述铵盐的所述排水作为所述喷雾工序中喷射到烟道内的水溶液来供给,所述铵盐为所述卤化铵生成工序中生成的卤化铵、和所述卤化铵生成工序中添加的硫酸铵和碳酸铵中的至少一种。

4. 根据权利要求3所述的废气处理方法,其中,还具备:

第一浓度测量工序,测量被喷射所述水溶液前的所述废气中的所述氮氧化物的浓度;

第二浓度测量工序,测量所述脱硫工序后的所述废气中的所述汞的浓度;

第三浓度测量工序,测量作为由所述供给工序送给的所述排水中的卤素的浓度的第一卤素浓度及铵的浓度;以及

第四浓度测量工序,测量作为在所述分离工序中分离所述硫酸钙后的所述排水中的卤素的浓度的第二卤素浓度,

基于所测量出的所述氮氧化物的浓度、所述汞的浓度、所述铵的浓度、所述第一卤素浓度及所述第二卤素浓度,调整所述铵的生成量及所述卤化氢的生成量。

5. 根据权利要求4所述的废气处理方法,其中,

根据所述氮氧化物的浓度及所述汞的浓度的变化,并基于所述第一卤素浓度及所述铵的浓度,增加或减少所述供给工序中的所述水溶液的供给量。

6. 根据权利要求4所述的废气处理方法,其中,

根据所述氮氧化物的浓度及所述汞的浓度的变化,增加或减少所述铵盐的添加量。

7. 根据权利要求4所述的废气处理方法,其中,

根据所述氮氧化物的浓度及所述汞的浓度的变化,并基于所述第二卤素的浓度,改变从所述分离工序向所述卤化铵生成工序的所述排水的供给量。

废气处理系统及废气处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及除去废气中所含的氮氧化物及汞的废气处理系统及废气处理方法。

背景技术

[0002] 在将煤或重油燃烧时产生的废气中,包含煤尘、硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)、金属汞(Hg⁰)等。近年来,研究了与将NO_x还原的脱硝装置及利用碱吸收液除去SO_x的湿式脱硫装置组合地处理金属汞的装置及方法。

[0003] 作为处理高温的废气中的金属汞的方法,提出了一种系统,其在脱硝装置的选择还原型催化剂上使NO_x还原的同时使汞氧化(卤化)为水溶性的氯化汞后,用后游侧的湿式脱硫装置除去。作为NO_x还原剂及汞氧化剂,使用在气化时生成NH₃和HCl的氯化铵(NH₄Cl)。

[0004] 然而,当NH₄Cl解离时,就会生成等量的NH₃气体和HCl气体,因此无法控制NH₃气体与HCl气体的生成量比。根据废气中的性状,在NO_x除去中所必需的NH₃量与汞除去中所必需的HCl量的比率不一定是1:1,因而某一方过剩或不足就会成为问题。

[0005] 因而,专利文献1至专利文献3的汞除去系统中,在脱硝装置的前游侧设置喷射NH₄Cl的喷雾机构,并且还分别另外设置喷射NH₃的喷雾机构及喷射卤化氢(HCl等)的喷雾机构。通过设为此种构成,就可以根据废气的性状将NO_x还原剂及汞氧化剂以任意的比例同时地向废气中供给。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1国际公开第2010/146670号

[0009] 专利文献2国际公开第2010/146671号

[0010] 专利文献3国际公开第2010/146672号

发明内容

[0011] 发明的概要

[0012] 发明所要解决的问题

[0013] 专利文献1至专利文献3等以往的汞除去系统中,需要从系统体系外供给NH₄Cl等NO_x还原剂及汞氧化剂,运转成本高。

[0014] 另外,以往的汞除去系统中,卤化氢(HCl等)由脱硫装置捕集,因此脱硫装置内的碱吸收液中的Cl浓度变高,对脱硫装置的性能造成影响,并且引起构件的腐蚀。由此,需要增大从脱硫装置中的排水量,在排水处理方面需要很大的成本。另外,在作为脱硫方法采用了石灰石膏法的情况下,在来自脱硫装置的排水中含有卤化钙(CaCl₂等)。在采用使来自脱硫装置的排水蒸发干固而生成废渣的处理方法的情况下,由于CaCl₂等卤化钙易溶于水,因此有可能从废渣中溶出卤化钙。

[0015] 本发明的目的在于,提供运转成本得到降低、并且从系统中排出的排水量得到大幅度降低的废气处理系统及废气处理方法。另外,本发明的目的还在于,提供可以根据废气

的性状来控制NO_x还原剂及汞氧化剂的供给量的废气处理系统及废气处理方法。

[0016] 用于解决问题的方法

[0017] 本发明的第一方式提供一种废气处理系统,是除去来自锅炉的废气中所含的氮氧化物及汞的废气处理系统,具备:喷雾部,其向从所述锅炉中排出的所述废气流通的烟道内喷射含有卤化铵的水溶液;脱硝部,其设于所述烟道的气体下游侧,具有利用由所述卤化铵生成的氨使所述氮氧化物还原并且利用由所述卤化铵生成的卤化氢使所述汞氧化的脱硝催化剂;脱硫部,其设于所述脱硝部的气体下游侧,使用含有石灰的吸收液,将所述废气中所含的硫氧化物除去,并且将所述被氧化了的汞从所述废气中除去;分离部,其从所述脱硫部接收含有硫酸钙及卤化钙的排水,从所述排水中分离所述硫酸钙;氨成分添加部,其向从所述分离部中排出的含有所述卤化钙的所述排水中,添加作为硫酸铵和碳酸铵中的至少一个的铵盐,生成所述卤化铵;以及供给部,其将从所述氨成分添加部排出的含有所述卤化铵的所述排水作为所述水溶液送到所述喷雾部。

[0018] 本发明的第二方式提供一种废气处理方法,是除去来自锅炉的废气中所含的氮氧化物及汞的废气处理方法,包括:喷雾工序,向从所述锅炉排出的所述废气流通的烟道内,喷射含有卤化铵的水溶液;氧化还原工序,利用由所述卤化铵生成的氨将所述氮氧化物还原,并且利用由所述卤化铵生成的卤化氢将所述汞氧化;脱硫工序,使含有石灰的吸收液、所述废气中所含的硫氧化物和所述卤化氢反应而生成硫酸钙及卤化钙,并且利用所述吸收液将所述被氧化了的汞从所述废气中除去;分离工序,从所述脱硫工序中生成的含有所述硫酸钙及所述卤化钙的排水中分离所述硫酸钙;卤化铵生成工序,向在所述分离工序中分离所述硫酸钙后的所述排水中添加作为硫酸铵和碳酸铵中的至少一个的铵盐,生成所述卤化铵;以及供给工序,将含有所述卤化铵的所述排水作为所述水溶液送给。

[0019] 本发明中,在废气中所含的氮氧化物的还原以及汞的氧化中使用卤化铵(NH₄X)。从含有由脱硫部的脱硫工序中生成的成分的排水中,分离除去作为固体成分的硫酸钙(CaSO₄)。通过向分离CaSO₄后的排水中添加硫酸铵((NH₄)₂SO₄)及碳酸铵((NH₄)₂CO₃)中的至少一种,而从排水中再生NH₄X,用于氮氧化物的还原及汞的氧化。像这样,本发明的废气处理系统中,不需要像以往技术那样总是从体系外供给NH₄X,运转成本降低。

[0020] 本发明的废气处理系统中,由于不会向体系外放出大量的排水,因此可以降低排水处理成本。另外,相对于水为易溶性的卤化钙因与硫酸铵及碳酸铵的反应而变为溶解度低的CaSO₄或CaCO₃,被作为固体回收,因此处理变得容易。

[0021] 第一方式及第二方式中,优选所述水溶液含有所述铵盐。

[0022] 由于一般的废气性状及近年来的利用脱硝催化剂的汞氧化性能提高,废气处理中所必需的卤化氢浓度大部分情况下低于氨浓度。

[0023] 因而本发明的废气处理系统及废气处理方法中,将由来自脱硫部的排水中生成的NH₄X向烟道喷射,并且添加与NH₄X生成所必需的量相比过量的硫酸铵和/或碳酸铵。

[0024] 第一方式中,优选具备:第一浓度测量部,其在所述喷雾部的气体上游侧测量所述废气中的所述氮氧化物的浓度;第二浓度测量部,其在所述脱硫部的气体下游侧测量所述废气中的所述汞的浓度;第三浓度测量部,其测量作为从所述供给部送到所述喷雾部的所述排水中的卤素的浓度的第一卤素浓度及铵的浓度;排水贮留部,其设于所述分离部与所述氨成分添加部之间,同时与所述脱硫部连接,贮留从所述分离部排出的所述排水;第四浓

度测量部,其测量作为贮留在所述排水贮留部中的所述排水中的卤素的浓度的第二卤素浓度;以及控制部,其与所述第一浓度测量部、所述第二浓度测量部、所述第三浓度测量部及所述第四浓度测量部连接,并基于所测量出的所述氮氧化物的浓度、所述汞的浓度、所述铵的浓度、第一卤素浓度及所述第二卤素浓度,调整所述铵的生成量及所述卤化氢的生成量。

[0025] 第二方式中,优选还具备:第一浓度测量工序,测量所述水溶液被喷射前的所述废气中的所述氮氧化物的浓度;第二浓度测量工序,测量所述脱硫工序后的所述废气中的所述汞的浓度;第三浓度测量工序,测量作为所述供给工序中送给的所述排水中的卤素的浓度的第一卤素浓度及铵的浓度;以及第四浓度测量工序,测量作为所述分离工序中分离所述硫酸钙后的所述排水中的卤素的浓度的第二卤素浓度,基于所测量出的所述氮氧化物的浓度、所述汞的浓度、所述铵的浓度、所述第一卤素浓度及所述第二卤素浓度,调整所述铵的生成量及所述卤化氢的生成量。

[0026] 上述第二方式中,优选根据所述氮氧化物的浓度及所述汞的浓度的变化,基于所述第一卤素浓度及所述铵的浓度,增加或减少所述供给工序中的所述水溶液的供给量。

[0027] 上述第二方式中,优选根据所述氮氧化物的浓度及所述汞的浓度的变化,增加或减少所述铵盐的添加量。

[0028] 上述第二方式中,优选根据所述氮氧化物的浓度及所述汞的浓度的变化,基于所述第二卤素的浓度,改变从所述分离工序向所述卤化铵生成工序的所述排水的供给量。

[0029] 如上所述,本发明的废气处理系统及废气处理方法中,可以基于利用第一浓度测量部测量的氮氧化物的浓度、利用第二浓度测量部测量的汞浓度、利用第三浓度测量部测量的 NH_4^+ 浓度及卤素离子(X^-)浓度、及利用第四浓度测量部测量的卤素浓度,控制向烟道供给的铵盐(硫酸铵、碳酸铵)及卤化铵(NH_4X)的供给量。所供给的硫酸铵分解为 NH_3 气体和 SO_3 气体,碳酸铵分解为 NH_3 气体和 CO_2 气体,卤化铵分解为 NH_3 气体和 HX 气体。由此,通过添加来自脱硫排水的 NH_4X 生成量、和与 NH_4X 生成所必需的铵盐量相比过量的铵盐量,就可以调整向烟道供给的 NH_3 及 HX 的供给比率及供给量。因而,可以根据气体的性状,分别调整氮氧化物的还原及汞的氧化所必需的 NH_3 及 HX 的供给量。

[0030] 发明的效果

[0031] 根据本发明,由脱硫装置及脱硫工序中产生的排水中生成卤化铵,将该卤化铵用于 NO_x 的还原及汞的氧化。由此,本发明中卤素在系统内循环,并且不需要将来自脱硫装置的排水向体系外排出。由此,与以往的系统相比可以大幅度降低运转成本。

[0032] 另外,根据本发明,可以在使卤素在系统内循环的同时,调整氨及卤化氢的比率而供给。

附图说明

[0033] 图1是本发明的一个实施方式的废气处理系统的概略图。

具体实施方式

[0034] 图1是本发明的一个实施方式的废气处理系统的概略图。废气处理系统10被设置于锅炉1的气体下游侧。锅炉1被设为以煤或重油作为燃料的燃烧设备。

[0035] 废气处理系统10从废气上游侧起依次具备在内部设有脱硝催化剂的脱硝装置(脱

硝部) 13、对废气进行热交换的空气加热器14、除去废气中的煤尘的集尘部15、湿式脱硫装置(脱硫部) 16及循环部18。在湿式脱硫装置16的气体下游侧设有烟囱2。

[0036] 在锅炉1与脱硝装置13之间的烟道11中,设有向废气中喷射含有作为还原氧化助剂的卤化铵的水溶液(卤化铵水溶液)的喷雾部12。喷雾部12由烟道11内的喷嘴、插入到烟道11内的卤化铵水溶液供给管、及供给将卤化铵水溶液压缩而喷射的压缩空气的空气供给管构成。本实施方式中,优选采用二流体喷嘴。也可以在烟道11内设置多个喷嘴。

[0037] 本实施方式的湿式脱硫装置16被设为作为将废气中所含的硫氧化物(SO_2 、 SO_3)除去的方式采用了石膏石灰法的脱硫装置。石灰石膏法中的硫氧化物吸收剂被设为 CaO (石灰)或 CaCO_3 (石灰石),与水混合而形成 Ca(OH)_2 或 CaCO_3 浆液。湿式脱硫装置16具备喷射含有硫氧化物的吸收剂的水溶液的吸收剂喷雾喷射器和设于喷射器的下方的贮留部。在贮留部中,贮留有含有吸收剂及作为湿式脱硫装置16中的反应产物的 CaSO_4 (石膏)的石膏浆液。湿式脱硫装置16中,贮留在贮留部中的石膏浆液向吸收剂喷雾喷射器循环。

[0038] 在湿式脱硫装置16处,连接有过饱和度测量器17。

[0039] 循环部18由贮留在湿式脱硫装置16的贮留部中的石膏浆液中生成卤化铵水溶液,将卤化铵水溶液向喷雾部12供给。

[0040] 循环部18具备第一分离部19、排水贮留部20、氨成分添加部21、及供给部26。

[0041] 第一分离部19接收贮留在湿式脱硫装置16的贮留部中的石膏浆液(排水)。第一分离部19被设为石膏分离机。第一分离部19从上述排水中分离出难溶性的 CaSO_4 。

[0042] CaSO_4 分离后的排水由排水贮留部20暂时地贮留。排水贮留部20是二槽式。其中一个槽夹隔着阀34及泵38与氨成分添加部21连接。另一个槽夹隔着阀33及泵37与湿式脱硫装置16连接。

[0043] 氨成分添加部21接收来自排水贮留部20的排水。氨成分添加部21具备作为铵盐将硫酸铵($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)或碳酸铵($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$)收容于内部的筒仓22、及接收排水的水槽23。在筒仓22及水槽23之间的路径中,设有阀35。在向排水中添加硫酸铵及碳酸铵双方的情况下,设置2个筒仓22,分别收容硫酸铵及碳酸铵。在水槽23中,设有pH计24。

[0044] 来自氨成分添加部21的排水经由第二分离机25被送向供给部26。第二分离器25被设为石膏分离机。

[0045] 供给部26具备水槽27、阀36及泵40。供给部26的水槽27夹隔着阀36及泵40与喷雾部12的卤化铵水溶液供给管连接。

[0046] 废气处理系统10具备控制部32。控制部32例如被设为计算机。控制部32与阀33、34、35、36连接。

[0047] 在锅炉1与脱硝装置13之间的烟道11中,设有测量废气中的氮氧化物浓度的 NO_x 浓度测量部(第一浓度测量部) 28。 NO_x 浓度测量部28被设于喷雾部12的气体上游侧。 NO_x 浓度测量部28被设为借助化学发光法的连续测量器。 NO_x 浓度测量部28与控制部32连接。

[0048] 在湿式脱硫装置16的出口侧烟道处,连接有测量处理后的废气中的汞气体浓度的汞浓度测量部(第二浓度测量部) 29。作为汞浓度测量部29的具体例,可以举出使用了原子吸光法的连续测量器。汞浓度测量部29与控制部32连接。

[0049] 在供给部26的水槽27处,连接有测量水槽27内的 NH_4^+ 浓度及卤素(X^-)浓度的 NH_4X 浓度测量部(第三浓度测量部) 30。 NH_4X 浓度测量部30被设为利用各自的离子电极测量排水

中的 NH_4^+ 浓度及 X^- 浓度、取得排水中的 NH_4X 浓度及过量部分的 NH_4^+ 浓度的装置。 NH_4X 浓度测量部30与控制部32连接。

[0050] 在排水贮留部20处连接有测量排水中的卤素浓度的卤素浓度测量部(第四浓度测量部)31。作为卤素浓度测量部31的具体例,可以举出卤素用的离子电极等。卤素浓度测量部31优选连续地测量卤素浓度。卤素浓度测量部31与控制部32连接。

[0051] 使用图1,对本实施方式的废气处理方法进行说明。

[0052] 在锅炉1中产生的废气中,包含氮氧化物(NO_x)、硫氧化物(SO_x)、及金属汞(Hg^0)。从锅炉1向废气处理系统10输送的废气的温度为 $320\sim 420^\circ\text{C}$,上述汞以气体状态存在。

[0053] (喷雾工序)

[0054] 喷雾部12向锅炉1与脱硝装置13之间的烟道11喷射含有卤化铵(NH_4X)的水溶液。本实施方式中可以使用的卤化铵被设为氟化铵(NH_4F)、氯化铵(NH_4Cl)、溴化铵(NH_4Br)、碘化铵(NH_4I)。向烟道11喷射的卤化铵水溶液因高温的废气而蒸发,暂时地生成微细的 NH_4X 的固体粒子,如式(1)所示分解为卤化氢和氨。

[0055] $\text{NH}_4\text{X} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HX} \dots (1)$

[0056] ($\text{X}: \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$)

[0057] 为了在短时间内产生液滴的蒸发及分解,从喷雾部12的二流体喷嘴中喷射的液滴直径优选平均为 $1\text{nm}\sim 100\mu\text{m}$ 左右。

[0058] (氧化还原工序)

[0059] 所生成的 NH_3 及 HX 被随着废气向脱硝装置13输送。在脱硝装置13内部的脱硝催化剂中,氮氧化物由 NH_3 还原。在 NO 的情况下,被利用式(2)的反应式还原,生成 N_2 。

[0060] $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \dots (2)$

[0061] NO_2 也同样地被还原,生成 N_2 。

[0062] 在脱硝催化剂中,汞如式(3)所示由 HX 氧化(卤化)。

[0063] $\text{Hg} + 1/2\text{O}_2 + 2\text{HX} \rightarrow \text{HgX}_2 + \text{H}_2\text{O} \dots (3)$

[0064] 本实施方式中,如后所述,以送给足够式(2)、(3)的反应、并且不会向后游侧送给过多的 NH_3 及 HX 的方式,控制部32控制废气中的 NH_4X 量、 NH_3 量、 HX 量。

[0065] 所生成的 N_2 及 HgX_2 随着废气通过空气加热器14、集尘部15而被搬运到湿式脱硫装置16。在没有利用脱硝催化剂将全部的金属汞氧化的情况下,金属汞被以气体状态输送到湿式脱硫装置16。

[0066] (脱硫工序)

[0067] 当向湿式脱硫装置16内部喷射含有 CaCO_3 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (因 CaO 发生水合而生成)的吸收液时,硫氧化物就会如式(4)~(6)所示地反应,生成 CaSO_4 。

[0068] $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 + 1/2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \dots (4)$

[0069] $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 + 1/2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \dots (5)$

[0070] $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 + 3/2\text{H}_2\text{O}$

[0071] $\rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \dots (6)$

[0072] 废气中的 HgX_2 由喷射到湿式脱硫装置16内的吸收液吸收,被从废气中除去。

[0073] 在废气中存在没有由式(3)的反应消耗的 HX 。剩余的 HX 在湿式脱硫装置16中因式(7)的反应而被从废气中除去。

[0074] $\text{CaCO}_3 + 2\text{HX} \rightarrow \text{CaX}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \dots$ (7)

[0075] (X: F, Cl, Br, I)

[0076] 而且,在石灰或石灰石中作为杂质含有MgO或MgCO₃。MgO也发生水合而变为Mg(OH)₂,被与MgCO₃一起利用与式(4)~(7)相同的反应用于硫氧化物及汞的除去。

[0077] 在湿式脱硫装置16的贮留部中,贮留有除了含有作为吸收液成分的CaCO₃或Ca(OH)₂、MgCO₃或Mg(OH)₂以外,还含有作为反应产物的CaSO₄、CaX₂、MgSO₄、MgX₂的水溶液。所贮留的水溶液的一部分被从湿式脱硫装置16中作为排水排出,送到第一分离部19。

[0078] (分离工序)

[0079] 第一分离部19从排水中将属于难溶成分的CaSO₄作为固体分离。CaSO₄被向废气处理系统10的体系外排出。含有可溶成分的排水被贮留在排水贮留部20中。

[0080] 贮留在排水贮留部20中的排水的一部分由泵37送回湿式脱硫装置16。排水的另外的一部分由泵38送到氨成分添加部21的水槽23。

[0081] (卤化铵生成工序)

[0082] 在氨成分添加部21中,从筒仓22作为铵盐将硫酸铵及碳酸铵中的至少一种投入水槽23内的排水中。本实施方式中,既可以将硫酸铵及碳酸铵中的任意一种添加到排水中,也可以添加两种。CaSO₄分离后的排水中所含的CaX₂分别如式(8)、(9)所示地与硫酸铵及碳酸铵反应。MgCl₂也与式(8)、(9)相同地与硫酸铵及碳酸铵反应。

[0083] $\text{CaX}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{X} \dots$ (8)

[0084] $\text{CaX}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{X} \dots$ (9)

[0085] 而且,在添加硫酸铵及碳酸铵两种的情况下,可以适当地设定混合比率。

[0086] 此处,将从排水贮留部20送到湿式脱硫装置16的排水的供给量设为x,将从排水贮留部20送到氨成分添加部21的排水的供给量设为y。将从排水贮留部20排出的排水的总量x+y控制为恒定不变。在本实施方式的废气处理系统10中,向氨成分添加部21供给的卤素量是供给量y与卤素浓度测量部31中的测量值d_x的乘积。

[0087] 控制部32基于上述卤素量,控制阀36的开度而控制向水槽23中的排水中的铵盐的添加量。此时,有时要添加对于生成NH₄X而言必需的量以上的铵盐。具体的控制工序在后面叙述。

[0088] pH计24测量水槽23内的排水的pH。水槽23内的排水的pH被控制为5~7。通过如此设置,在过量地添加铵盐的情况下,可以防止铵盐分解而产生氨蒸气、并向水槽上部挥发。

[0089] (供给工序)

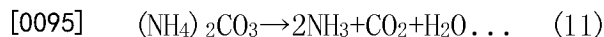
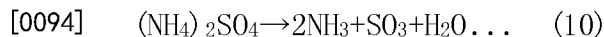
[0090] 含有NH₄X、CaSO₄、CaCO₃、铵盐的排水被借助泵39从氨成分添加部21送到供给部26的第二分离部25。第二分离部25从排水中将CaSO₄及CaCO₃作为固体分离。CaSO₄及CaCO₃被向废气处理系统10的体系外排出。

[0091] 含有NH₄X和铵盐的排水被贮留在水槽27中。从水槽27将规定量的含有NH₄X和铵盐的排水利用泵40作为上述的喷雾工序的含有卤化铵(NH₄X)的水溶液送到喷雾部12。

[0092] 如上所述,本实施方式中,被向烟道11喷射而用于氮氧化物及汞的处理的卤化铵在循环部18中被再生而从喷雾部12再次向烟道11喷射。在本实施方式的废气处理系统10中,在附着在由第一分离部19及第二分离部25分离的CaSO₄或CaCO₃上的附着水中含有卤素。因而,本实施方式中,不需要像以往技术那样总是从体系外供给,为了补充附着在附着水中

而向体系外排出的部分的卤素,适当地从体系外供给卤化铵即可。由此,本实施方式的废气处理系统中,不需要向体系外放出大量的排水。

[0093] 另外,本实施方式中,过量地添加的硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 或碳酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 也被从喷雾部12向烟道11喷射。在烟道11中,硫酸铵及碳酸铵因高温气氛而被如式(10)、(11)所示地分解。



[0096] 上述反应中产生的 NH_3 被提供给式(2)的 NO_x 还原反应。而且,可以将所产生的 SO_3 通过在空气加热器14与集尘部15之间设置热回收器而使之冷凝、或向空气加热器14或集尘部15上游侧喷射碱试剂,而从废气中除去。

[0097] 以下,对控制向烟道11喷射的卤化铵水溶液的供给量的方法进行说明。

[0098] NO_x 浓度测量部28测量从锅炉1流入废气处理系统10的废气中的氮氧化物浓度。所测量出的氮氧化物浓度的值被发送到控制部32。

[0099] 汞浓度测量部29测量由湿式脱硫装置16处理后的废气中的汞浓度。此处,所测量的汞是气体状态的金属汞、氧化汞 Hg^{2+} 。所测量出的汞浓度的值被发送到控制部32。

[0100] NH_4X 浓度测量部30测量水槽27内的 NH_4^+ 浓度及 X^- 浓度。所测量出的 NH_4^+ 浓度及 X^- 浓度的值被发送到控制部32。

[0101] 卤素浓度测量部31测量排水贮留部20内的卤素浓度。所测量出的卤素浓度的值被发送到控制部32。

[0102] 控制部32将所取得的氮氧化物浓度的值及汞浓度的值分别与设定值比较。设定值被根据废气处理系统10的要求规格适当地设定。

[0103] 控制部32基于从上述的排水贮留部20向氨成分添加部21供给的卤素浓度,取得对于式(8)及式(9)的反应而言必需的铵盐的添加量(添加量A)。

[0104] 然后,控制部32根据所测量出的氮氧化物浓度和 NH_4^+ 浓度,基于式(2)取得对于氮氧化物而言所必需的氨量。控制部32根据所取得的氨量、和式(8)及式(9)的反应中生成的 NH_4X 量,取得过量地添加的铵盐量(添加量B)。

[0105] 然后,控制部32将添加量A与添加量B的和作为从筒仓22投入的铵盐的添加量(添加量C)取得。控制部32以从筒仓22向水槽23投入添加量C的铵盐的方式,调整阀35的开度。

[0106] 控制部32基于所测量出的 NH_4^+ 浓度、 X^- 浓度及式(1)~(3),决定从供给部26向喷雾部12供给并向烟道11喷射的水溶液量。控制部32以达到所决定的水溶液量的方式,调整阀36的开度。

[0107] 在气体性状发生变动、氮氧化物浓度及汞浓度不满足设定值的情况下,控制部32如下所示地控制废气处理系统10。

[0108] (A) 氮氧化物浓度及汞浓度双方增加或降低的情况

[0109] 控制部32基于所测量出的氮氧化物浓度、卤素浓度、 NH_4^+ 浓度及式(1)~(3)、(8)~(11),取得应当从供给部26送到喷雾部12的 NH_4X 量、铵盐量。 NH_4X 量、铵盐量的取得工序与上述相同。控制部32基于所取得的从筒仓22投入的铵盐的添加量(添加量C)来调整阀35的开度。

[0110] 控制部32基于所测量出的 NH_4^+ 浓度、 X^- 浓度及式(1)~(3),决定从供给部26向喷雾

部12供给并向烟道11喷射的水溶液量。控制部32以达到所决定的水溶液量的方式,调整阀36的开度。

[0111] (B) 汞浓度发生变动、氮氧化物浓度没有变动的情况

[0112] 控制部32在所取得的汞浓度相对于设定值发生变动而氮氧化物浓度没有变动的情况下,控制阀33、34的开度。

[0113] 在由汞浓度测量部29测量的汞浓度增大的情况下,控制部32使阀33的开度降低,使阀34的开度增大。阀33及阀34的开度被根据所测量的卤素浓度及汞浓度设定。由于该动作,向氨成分添加部21供给的卤素量增大。

[0114] 控制部32基于所测量出的氮氧化物浓度、卤素浓度、 NH_4^+ 浓度及式(1)~(3)、(8)~(11),取得应当从供给部26送到喷雾部12的 NH_4X 量、铵盐量(添加量C)。 NH_4X 量、铵盐量的取得工序与上述相同。控制部32基于所取得的从筒仓22投入的铵盐的添加量(添加量C),调整阀35的开度。

[0115] 控制部32与上述相同地决定从供给部26向喷雾部12供给并向烟道11喷射的水溶液量。控制部32以达到所决定的水溶液量的方式,调整阀36的开度。

[0116] 由于该动作,氨成分添加部21中生成的 NH_4X 量增大,并且过量的铵盐量降低。即,从供给部26送到喷雾部12的水溶液中的 NH_4^+ 浓度保持恒定不变, NH_4X 量增加。

[0117] 在由汞浓度测量部29测量的汞浓度降低的情况下,控制部32使阀33的开度增大,使阀34的开度降低。阀33及阀34的开度被根据所测量出的卤素浓度及汞浓度设定。由于该动作,向氨成分添加部21供给的卤素量降低。

[0118] 控制部32基于所测量出的氮氧化物浓度、卤素浓度、 NH_4^+ 浓度及式(1)~(3)、(8)~(11),取得应当从供给部26送到喷雾部12的 NH_4X 量、铵盐量(添加量C)。 NH_4X 量、铵盐量的取得工序与上述相同。控制部32基于所取得的从筒仓22投入的铵盐的添加量(添加量C),调整阀35的开度。

[0119] 控制部32与上述相同地决定从供给部26向喷雾部12供给并向烟道11喷射的水溶液量。控制部32以达到所决定的水溶液量的方式,调整阀36的开度。

[0120] 由于该动作,从供给部26送到喷雾部12的水溶液中的 NH_4^+ 浓度保持恒定不变, NH_4X 量降低。

[0121] (C) 氮氧化物浓度增大、汞浓度不发生变动的情况

[0122] 控制部32在所取得的氮氧化物浓度相对于设定值增大且汞浓度不发生变动的情况下,使阀35的开度增大。由此,投入水槽23的过剩的铵盐量就会增加。该情况下的铵盐的添加量(添加量C)是基于所测量出的氮氧化物浓度、卤素浓度、 NH_4^+ 浓度及式(1)~(3)、(8)~(11),利用与上述相同的工序取得。控制部32基于添加量C,调整阀35的开度。

[0123] 由于该动作,从供给部26送到喷雾部12的水溶液中的 NH_4X 量保持恒定不变, NH_4^+ 浓度增加。

[0124] 在阀35的开度增大后氮氧化物浓度降低的情况下,控制部32使阀35的开度减小。

[0125] (D) 氮氧化物浓度降低、汞浓度不发生变动的情况

[0126] 控制部32在所取得的氮氧化物浓度低于设定值且汞浓度不发生变动的情况下,如上所述地取得添加量A、添加量B、及添加量C。

[0127] 此处,在添加量B为正或0的情况下,控制部32以从筒仓22向水槽23投入添加量C的

铵盐的方式,调整阀35的开度。控制部32以达到基于所测量出的 NH_4^+ 浓度、 X^- 浓度及式(1)~(3)决定的水溶液量的方式,调整阀36的开度。

[0128] 在添加量B为负的情况下,当以添加量A添加铵盐时,就会向烟道11供给式(2)的反应所必需的量以上的氨。该情况下,控制部32关闭阀36,停止从喷雾部12的水溶液的喷射。

[0129] 符号说明

[0130] 1 锅炉,2 烟囱,10 废气处理系统,11 烟道,12 喷雾部,13脱硝装置,14 空气加热器,15 集尘部,16 湿式脱硫装置,17 过饱和度测量器,18 循环部,19 第一分离部,20 排水贮留部,21 氨成分添加部,22 筒仓,23、27 水槽,24 pH计,25 第二分离部,26供给部,28 NO_x 浓度测量部,29 汞浓度测量部,30 NH_4X 浓度测量部,31 卤素浓度测量部,32 控制部,33、34、35、36 阀。

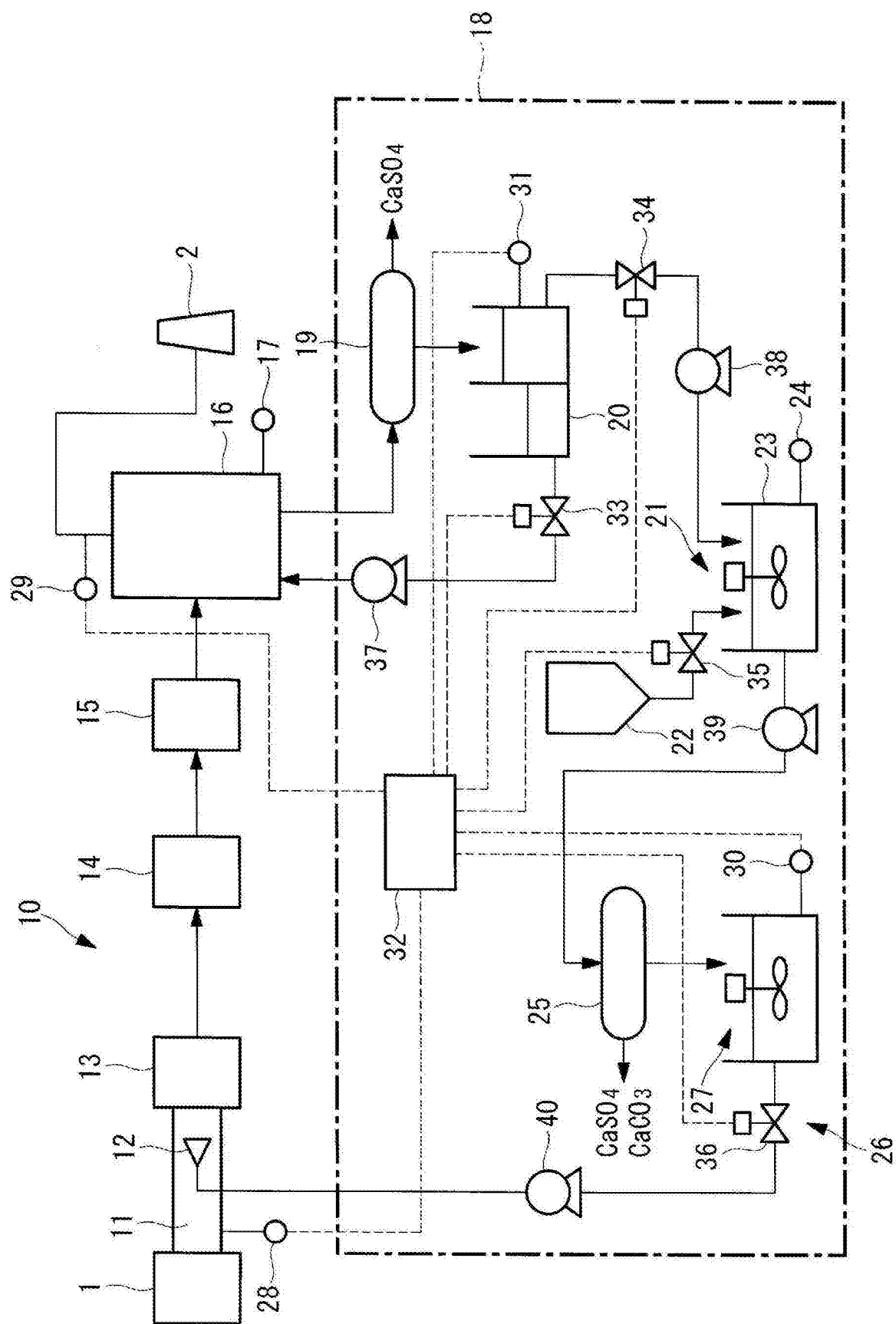


图 1