

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

B01D 53/78

B01D 53/80

F23J 15/00

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95121714.3

[45]授权公告日 2000年6月7日

[11]授权公告号 CN 1053124C

[22]申请日 1995.12.28 [24]颁证日 2000.1.22

[21]申请号 95121714.3

[30]优先权

[32]1995.4.21 [33]JP [31]96773/1995

[73]专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 越智英次 高品彻 袖下敬生

[56]参考文献

- |           |            |
|-----------|------------|
| EP038961  | 1981.11.4  |
| EP244346  | 1987.11.4  |
| EP246758  | 1987.11.25 |
| US3899294 | 1975.8.12  |
| US4094959 | 1978.6.13  |
| US4322392 | 1982.3.30  |
| US4687649 | 1987.8.18  |

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 徐汝巽

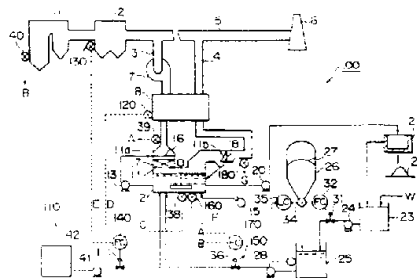
审查员 金泽俭

权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 烟道气处理系统

[57]摘要

一种烟道气处理系统,它包括气—气加热器和/或收尘器,以及湿法烟道气脱硫装置,其特征在于该烟道气处理系统还装配有向吸收剂淤浆中添加碱试剂的添加装置,探测淤浆 pH 值的 pH 探测器,气—气加热器运行状态探测装置,收尘器运行状态探测装置,和根据 pH 探测器、气—气加热器运行状态探测装置和收尘器运行状态探测装置的信号控制碱试剂添加量的碱试剂添加控制装置,从而控制吸收剂淤浆的 pH 值的钙化合物浓度。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种烟道气处理系统,包括利用含二氧化硫的未处理烟道气的热量来加热处理过的烟道气的气—气加热器,和一湿法烟道气脱硫装置,其中离开气—气加热器的烟道气被引入吸收塔并与含钙化合物淤浆接触,以通过吸收并形成石膏来除去二氧化硫,该系统还包括:

向淤浆添加碱试剂的添加装置;

探测上述吸收塔内淤浆的PH值的PH探测器;

探测上述气—气加热器运行状态的气—气加热器运行状态探测装置;和

根据PH探测器和气—气加热器运行状态探测器的信号来控制碱试剂添加量的碱试剂添加控制装置;

使得当探测到的吸收塔内淤浆的PH值和气—气加热器的运行状态表明淤浆的PH值已经降至设定的目标值以下,或上述气—气加热器已经变为不稳运行状态并导致未处理烟道气中杂质量的增加时,至少可以预定的恒定流量向淤浆中添加碱试剂,直至淤浆的PH值上升到目标值并且不稳运行状态停止。

2. 一种烟道气处理系统,包括用来除去含二氧化硫的烟道气中存在的灰尘的收尘器,和一湿法烟道气脱硫装置,其中由收尘器除尘后的烟道气被引入吸收塔并与含钙化合物的淤浆接触,以通过吸收并形成石膏来除去二氧化硫,该系统还包括:

向淤浆中添加碱试剂的添加装置；  
探测吸收塔内淤浆 PH 值的 PH 探测器；  
探测收尘器运行状态的收尘器运行状态探测装置；和  
根据上述 PH 探测器和收尘器运行状态探测装置的信号控制  
碱试剂的添加量的碱试剂添加控制装置；

使得当探测到的上述吸收塔内淤浆的 PH 值和上述收尘器的  
运行状态表明淤浆的 PH 值已降至设定的目标值以下，或上述收  
尘器的运行状态已变为不稳运行状态并导致未处理烟道气中杂  
质量的增加时，至少可以预定的恒定流量向淤浆添加碱试剂，直  
至淤浆的 PH 值上升到目标值并且不稳运行状态停止。

3. 一种烟道气处理系统，包括利用含二氧化硫的未处理烟道  
气的热量来加热处理过的烟道气的气—气加热器，用来除去未处  
理烟道气中的灰尘的收尘器，和一湿法烟道气脱硫装置，其中经过  
气—气加热器和收尘器后的烟道气被引入吸收塔并与含钙化合物  
淤浆接触，以通过吸收和形成石膏除去二氧化硫，该系统还包括：

向淤浆中添加碱试剂的添加装置；  
探测所述吸收塔内淤浆 PH 值的 PH 探测器；  
探测上述气—气加热器运行状态的气—气加热器运行状态探  
测装置；探测上述收尘器运行状态的收尘器运行状态探测装置；和  
根据上述 PH 探测器、气—气加热器运行状态探测装置和收  
尘器运行状态探测装置的信号控制碱试剂添加量的碱试剂添加控  
制装置；

使得当探测到的上述吸收塔内淤浆的 PH 和上述气—气加热  
器和收尘器的运行状态表明淤浆的 PH 值已降至设定的目标值以

下或所述的气—气加热器和收尘器运行状态已变为不稳运行状态并导致未处理烟道气中杂质量的增加时，至少可以预定的恒定流量向淤浆中添加碱试剂直至淤浆PH值上升到目标值并且不稳运行状态停止。

4. 一种权利要求1—3中任一项所要求的烟道气处理系统，其中烟道气处理系统还配置有调节淤浆中所含钙化合物供料速率的供料速率调节装置，探测上述吸收塔内淤浆中钙化合物浓度的钙化合物浓度探测装置，和根据钙化合物浓度探测装置的信号控制钙化合物供料速率的钙化合物供料速率控制装置，使得当钙化合物浓度探测装置探测到的值已降至设定的目标值以下时，可以增加钙化合物的供料速率，直至探测值上升到目标值。

5. 一种权利要求1—3中任一项所要求的烟道气处理系统，其中烟道气处理系统还配置有调节淤浆中所含钙化合物供料速率的供料速率调节装置，探测处理过的烟道气中二氧化硫浓度的二氧化硫浓度探测装置，以及根据二氧化硫浓度探测装置的信号来控制钙化合物供料速率的钙化合物供料速率控制装置，使得当由二氧化硫浓度探测装置探测的值高于设定的目标值时，可以增加钙化合物的供料速率，直至探测值小于或等于目标值。

# 说明书

## 烟道气处理系统

本发明涉及一种烟道气处理系统，它使用基于石灰—石膏法的湿法烟道气脱硫装置将由燃煤锅炉或类似设备中排放的烟道气中存在的灰尘和二氧化硫除去。

通常，湿法烟道气脱硫系统，尤其是用于燃煤锅炉的脱硫系统会面临这样一个问题，即烟道气中存在的杂质（如  $HF$ 、 $HCl$  和  $Al$ ）对脱硫性能（即吸收剂的活性）、得到的副产物石膏的质量等有不利影响。为了解决这一问题，如在日本专利公开 Nos. 102967/78 和 124530/80 中所述的，通过添加碱试剂（如， $NaOH$ ）将吸收剂淤浆的  $PH$  值保持在 5 或更高。已知杂质因为在淤浆中溶解而富集，并产生一种屏蔽现象（*masking phenomenon*），其中这些杂质覆盖吸收剂颗粒的表面从而降低吸收剂的活性（即，它与二氧化硫的反应活性），进而劣化了石膏的质量。然而，这些杂质在  $PH$  值为 5 或更高的淤浆中溶解性变差，这就是使用通过添加碱试剂而保持  $PH$  值为 5 或更高的方法的原因。

图 4 是使用这类湿法烟道气脱硫装置的常规烟道气处理系统的总体结构的示意图，而图 5 是示意在该脱硫装置中用来控制吸收剂（石灰石）的供料速度的方法的框图。在图 4 的系统中，由燃煤锅炉 1 中出来的烟道气在电收尘器（ $ESP$ ）2 中除去灰尘如煤灰，然后通过入口导管 3 进入烟道气脱硫装置，其中二氧化硫被从中除

去。然后,烟道气通过出口导管4和排放管5到烟囱,并由烟囱排入大气。

在入口导管3中,装置了一个脱硫扇7,用来将烟道气增压并吹入吸收塔11,吸收塔11将在下文中描述。此外,以这种方式来安装一个气-气加热器(一文称作GGH)8,使得入口导管3和出口导管4都通过它。GGH8是一种热交换器,它一方面将未处理的烟道气冷至适合脱硫处理的温度,同时将由未处理烟道气中除下的热量加到处理过的烟道气并加热之,以防止形成白烟或促进其扩散或防止下流设备(如管道)的腐蚀。例如,当GGH为旋转再生器型时,它应该适合于清洗以防止部件堵塞。

在这种情况下,脱硫装置10是槽氧化型的,并包括吸收塔11,在其下部有一槽12用来接受含钙化合物的淤浆(在这种情况下包括含石灰石的淤浆,在下文中称作吸收剂淤浆),一个循环泵13,用来将槽12中的吸收剂淤浆供入吸收塔11上部的烟道气入口部分11a,并使其与烟道气接触,一个搅拌棒14,它支撑在吸收塔11的槽12内由马达(未示出)驱动水平旋转,以及一个鼓风机15,用来将空气鼓入槽12中以便起氧化作用。因此,空气由例如安装在槽底部的供气管(未示出)鼓泡进入槽12中的吸收剂淤浆,并与其中吸收了二氧化硫的吸收剂淤浆进行有效接触,使得该吸收剂淤浆完全氧化形成石膏。

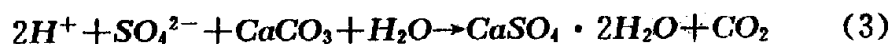
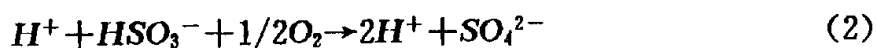
更具体讲,在该装置中,未处理的烟道气被导入吸收塔11的烟道气入口部分11a,并与由循环泵13送到总管16,并由总管16喷射的吸收剂淤浆接触,使得未处理烟道气中存在的二氧化硫通过吸收而除去。处理过的烟道气然后由烟道气出口部分11b排放。由

总管 16 喷射的吸收剂淤浆通过填充材料 17 流下并吸收二氧化硫, 然后进入槽 12, 在那里, 它被搅拌棒 14 搅拌的同时通过与由鼓泡产生的大量气泡接触而氧化, 然后进行中和反应形成石膏。在吸收塔 11 的烟道气出口部分 11b 设置了一个除雾器 18, 通过它将处理过的烟道气中的雾(即, 由槽 12 内的淤浆形成的雾)除去并送回到槽 12。在这些处理过程中发生的主要反应由下面反应式 (1) 至 (3) 表示。

(吸收塔的烟道气入口部分)



(槽)



因此, 槽 12 内的淤浆具有悬浮在其中的石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 以及少量用作吸收剂的石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ )。用淤浆泵 20 将该淤浆抽出, 并浓缩, 然后供入固-液分离器 21, 在那里将其过滤回收具有低水含量(通常约 10%)的石膏 22。另一方面, 将由固-液分离器 21 产生的滤液(主要为水)送入滤液槽 23, 并按要求向其中加入补充水, 然后由泵 24 泵送至吸收剂淤浆槽 25。在吸收剂淤浆槽 25 中, 滤液与由石灰石贮仓 26 供入的石灰石 27 混合, 然后用淤浆泵 28 将得到的混合物循环至槽 12 作为吸收剂淤浆的一部分。

在连接过滤槽 23 和吸收剂淤浆槽 25 的管线上设置一个流量控制阀 31。在控制该流量控制阀 31 的流量控制器 32 的作用下, 根据贮仓 26 供给石灰石 27 的速率向吸收剂淤浆槽 25 中供给预定比

例的水，以便在吸收剂淤浆槽 25 中形成具有预定水含量的吸收剂淤浆。此外，还在吸收剂淤浆槽 25 中设置高度探测器 33，根据该高度探测器 33 的信号，在控制贮仓 26 的布料器 34 的高度控制器 35 的作用下供给石灰石 27 以使吸收剂淤浆槽 25 中的液面高度基本保持恒定。

此外，在通过淤浆泵 28 由吸收剂淤浆槽 25 向槽 12 中提高吸收剂淤浆的管线上设置了流量控制阀 36。在控制流量控制阀 36 的流量控制器 37 的作用下，供向槽 12 的吸收剂淤浆的供料速率得以控制。更具体讲，如图 4 所示，流量控制器 37 与用来探测槽 12 内的淤浆的  $PH$  值的  $PH$  探测器 38、用来探测引入吸收塔 11 的烟道气中二氧化硫 ( $SO_2$ ) 浓度的入口浓度探测器 39，和探测锅炉 1 的负载 (或锅炉 1 的空气流量或待处理气体的流量) 的锅炉负载探测器 40 电连接起来。因此，在这些探测器的输出 (即，入口  $SO_2$  浓度  $A$ ，锅炉负载  $B$  和吸收塔槽  $PH$  值  $C$ ) 的基础上计算所需的吸收剂 (在这种情况下包括石灰石) 的供料速率，并调节流量控制阀 36 的开启程度，以使吸收剂淤浆的供料速率与计算值对应。

例如，以图 5 所示的方式来进行流量控制器 37 中所需吸收剂供料速率的计算。具体地讲，根据预定函数  $f$ ，由入口  $SO_2$  浓度  $A$  与锅炉负载  $B$  相乘得到的值  $x$  ( $x = A \cdot B$ ) 首先算出一个基于二氧化硫流量的基础吸收剂供料速率  $f(x)$ 。另一方面，由吸收塔槽  $PH$  值  $C$  与预定  $PH$  值  $P$  ( $P = 5$  至  $6$ ) 值之间的偏差计算一个附加的吸收剂供料速率  $g$ 。然后，通过将该附加吸收剂供料速率  $g$  加到基础吸收剂供料速率  $f(x)$  上算得确定目标流量  $Q$  ( $Q = f(x) + g$ ) 的最终吸收剂的流量。

在该系统中,  $f(x)$  定义为例如  $f(x) = a \cdot x$ , 并且比例常数这样来确定, 使得基础吸收剂供料速率  $f(x)$  代表与由  $x$  确定的  $\text{SO}_2$  量反应的等化学当量的吸收剂。另一方面, 由偏差和其微分计算出附加的吸收剂供料速率  $g$ 。例如, 当吸收塔槽  $\text{PH}$  值  $C$  降到设定  $\text{PH}$  值 ( $P=5$  至  $6$ ) 以下时, 计算出一个对应于比例响应的附加吸收剂供料速率值  $g$ , 并将其算入控制目标流量  $Q$  中。在该方法中, 随着吸收塔槽  $\text{PH}$  值  $C$  的下降速率 (即, 偏差的微分) 增加, 附加吸收剂供料速率  $g$  的值也相应增加。任选地, 可以不由吸收塔槽  $\text{PH}$  值  $C$  来确定附加吸收剂供料速率  $g$ , 而如图 5 括号中所示来确定该速率  $g$ , 以便在控制吸收塔出口  $\text{SO}_2$  浓度探测值与预定值的偏差基础上, 使吸收塔出口  $\text{SO}_2$  浓度保持在目标值。

此外, 碱试剂罐 42 中的碱试剂 (如  $\text{NaOH}$ ) 通过泵 41 提供给吸收塔 11 的槽 12。在该系统中, 泵 41 设计成以固定的流量提供碱试剂, 并可根椐操作者的判断在工作期间启动、停止或调节其输送速率。作为如图 4 所示直接向槽 12 提供碱试剂的替换手段, 也可以如在前述日本专利公开 No. 102967/78 中所述那样, 通过将碱试剂加入到吸收剂淤浆槽 25, 并将其以与吸收剂淤浆的混合物形式提供, 从而完成碱试剂的添加。在每一种情况下, 通常都是根据管理烟道气处理系统操作的操作者的判断 (根椐经验等) 来启动或停止碱试剂的添加或者调节其添加量。更具体地说, 通常的做法是操作者一直在监测例如吸收塔槽  $\text{PH}$  值或吸收塔出口  $\text{SO}_2$  浓度, 并在吸收塔槽  $\text{PH}$  降至 5 以下或在吸收塔出口  $\text{SO}_2$  浓度高于目标值时, 开始启动添加碱试剂或增加碱试剂添加量的操作。

尽管图 4 中未示出, 如在日本专利公开号 No. 97597/76 中所

述的,在常规脱硫装置中,为了防止未反应的石灰石混入作为副产物制得的石膏中,可在处理后向淤浆中加入硫酸,并与未反应的石灰石反应。此外,可通过例如设置一将水从滤液槽 23 直接供向槽 12 的管道,并控制该管道内水的流量来调节吸收塔 11 的槽内的水量。

在常规的烟道气脱硫装置中,在探测的吸收塔槽 PH 值基础上,通过添加碱试剂或控制吸收剂的供料速率来维持吸收塔槽 PH 值为 5 或更高,以防止吸收剂活性的降低(或脱硫程度的降低)以及由于杂质引起的石膏质量的劣化。但是,当试图在减少碱试剂和吸收剂的消耗同时有效地防止由于杂质引起的活性的降低,并由此提高或维持脱硫性能和石膏质量时,这种常规烟道气脱硫装置还存在以下问题。

(1)当吸收塔槽的 PH 值或吸收塔出口  $SO_2$  浓度降至预定值以下时,只有操作者已经认识到这一事实时,他才会进行启动添加碱试剂或增加其添加量的操作。因此,在启动添加碱试剂或增加其添加量的操作进行以后到其作用体现之前这段时间内,不可避免地会发生性能的暂时降低。为了解决这一问题,已经采用了一种以相对较大流量连续添加碱试剂的方法。然而,在这种情况下,需要大量的碱试剂,导致脱硫装置运行费用的增加。

(2)通常,当操作者证实吸收塔槽内的 PH 值降低了,他根据自己的判断来开始添加碱试剂或调节碱试剂的添加量。结果,取决于操作者的技术等因素可能会发生这种情况,不必要的碱试剂的添加浪费了大量的碱试剂或者在较低活性水平下运行持续了较长时间。换句话说,由于导致性能降低的原因不很清楚,会存在这样一种

不期望有的可能性：直到观察到活性降低才添加碱试剂，或尽管活性没有降低却长时间地添加了碱试剂。

(3)如上所述，通常的做法是当吸收塔槽内的PH降低后会无条件地增加吸收剂的供料速率。结果，尽管活性的降低不一定是由于缺少吸收剂引起的，却提供了大量的吸收剂。这会导致这样一个问题：吸收剂的浪费消耗增大，导致运行费用增加，并且在处理之后大量的未反应的吸收剂残留在淤浆中，损坏了作为副产物制得的石膏的质量。在这种情况下，如上所述，为了保证高质量的石膏，可在处理后向淤浆中加入硫酸。但是，该方法需要额外的硫酸，也导致运行费用的增大。

考虑到现有技术的上述技术水平，本发明的一个目的是提供一种烟道气处理系统，其中通过使用少量的碱试剂就可有效地并足以保持吸收剂的活性（即，高的脱硫性能），通过准确控制所需吸收剂等的量可以低的运行费用获得高的脱硫程度，并回收高质量的石膏。

为了实现上述目的，本发明人首先分析了引起脱硫装置性能降低的各种因素，发现在某些受限制的特殊运行状态（或不稳运行状态）如清洗气—气加热器部件的清洗操作、由于充电跳闸引起电收尘器的停工，没有从未处理烟道气中除去而进入吸收塔的杂质质量增加，从而导致吸收剂活性（或脱硫性能）的显著降低。此外，常规使用的操作方法证明是这样的，即使产生了这种不稳运行状态，也是直到操作者认识到吸收塔槽内淤浆的PH值降至5以下或吸收塔出口处SO<sub>2</sub>浓度已经高于预定值之后，才进行碱试剂的添加，或者碱试剂一直以大的量添加，而这仅在不稳运行状态才需要的。

本发明在此基础上得以完成。

根据本发明的不同方面,本发明提供了:

(1)一种烟道气处理系统,包括一个利用含二氧化硫的未处理烟道气的热量来加热处理过的烟道气的气—气加热器,和一湿法烟道气脱硫装置,其中离开气—气加热器的烟道气被引入吸收塔并与含钙化合物的淤浆接触,以通过吸收并形成石膏来除去二氧化硫,该系统还包括:向淤浆中添加碱试剂的添加装置;探测吸收塔内淤浆  $PH$  值的  $PH$  探测器;用来探测气—气加热器运行状态的气—气加热器运行状态的探测装置;以及根据  $PH$  探测器和气—气加热器运行状态探测装置的信号来控制碱试剂的添加量的碱试剂添加控制装置;使得当探测到的吸收塔内淤浆的  $PH$  值和气—气加热器的运行状态表明淤浆的  $PH$  值已经降至设定的目标值以下或气—气加热器的运行状态变为不稳运行状态,并引起在未处理烟道气中存在的杂质的量增加时,至少可以预定的恒定流量向淤浆添加碱试剂,直至淤浆的  $PH$  值上升到目标值并且不稳运行状态停止;

(2)一种烟道气处理系统,包括用来除去含二氧化硫的烟道气中存在的灰尘的收尘器,和一湿法烟道气脱硫装置,其中用收尘器除尘后的烟道气被引入吸收塔并与含钙化合物的淤浆接触,以通过吸收和形成石膏来除去二氧化硫,该系统还包括:向淤浆中添加碱试剂的添加装置;探测吸收塔内淤浆  $PH$  值的  $PH$  探测器;探测收尘器运行状态的收尘器运行状态探测装置;以及根据  $PH$  探测器和收尘器运行状态探测装置的信号来控制碱试剂添加量的碱试剂添加控制装置;使得当探测到的吸收塔内淤浆的  $PH$  值和收尘

器的运行状态表明淤浆的  $PH$  值已降至设定目标值以下或收尘器的运行状态已变为不稳运行状态并导致未处理过的烟道气中的杂质质量增加时，至少可以预定的恒定流量向淤浆添加碱试剂，直至淤浆的  $PH$  值上升至目标值并且不稳运行状态停止；

(3) 一种烟道气处理系统，包括利用含二氧化硫的未处理烟道气的热量来加热处理过的烟道气的气—气加热器，用来除去未处理烟道气中的灰尘的收尘器，和一湿法烟道气脱硫装置，其中经过气—气加热器和收尘器后的烟道气被引入吸收塔并与含钙淤浆接触，通过吸收和形成石膏来除去二氧化硫，该系统还包括：向淤浆中添加碱试剂的添加装置；探测吸收塔内淤浆  $PH$  值的  $PH$  探测器；探测气—气加热器运行状态的气—气加热器运行状态探测装置；探测收尘器运行状态的收尘器运行状态探测装置；以及根据  $PH$  值探测器、气—气加热器运行状态探测装置和收尘器运行状态探测装置的控制信号来控制碱试剂的添加量的碱试剂添加控制装置；使得当探测到的吸收塔内的淤浆  $PH$  值、气—气加热器的运行状态和收尘器的运行状态表明淤浆的  $PH$  值已降至预定的目标值以下或气—气加热器和收尘器的运行状态已变为不稳运行状态，并导致未处理烟道气中杂质质量的增加时，至少可以预定的恒定流量向淤浆中添加碱试剂直至淤浆  $PH$  值上升至目标值，并且不稳运行状态停止。

(4) 一种在上述(1)–(3)段中任一段所述的烟道气处理系统，其中烟道气处理系统还装配有调节淤浆中所含钙化合物供料速率的供料速率调节装置，探测吸收塔内淤浆中钙化合物浓度的钙化合物浓度探测装置，和根据钙化合物浓度探测装置的控制信号控制钙化合物供料速率的钙化合物供料速率控制装置，使得当钙化合物

浓度探测装置探测到的值已降至设定的目标值以下时，可以增加钙化合物的供料速率，直至探测值上升至目标值；和

(5)一种如上述(1)至(3)段任一段所述的烟道气除硫系统，其中烟道气除硫系统还配置有调节淤浆中钙化合物供料速率的供料速率调节装置，探测处理过的烟道气中二氧化硫浓度的二氧化硫浓度探测装置，以及根据二氧化硫浓度探测装置的信号来控制钙化合物供料速率的钙化合物供料速率控制装置，使得当由二氧化硫浓度探测装置探测的值高于设定的目标值时，可以增加钙化合物的供料速率，直至探测值小于或等于目标值。

在用本发明的烟道气处理系统处理烟道气时，当PH探测器探测到吸收塔内淤浆的PH值已降至设定的目标值以下或运行状态探测装置探测到GGH或收尘器的运行状态已变为不稳运行状态，并且导致进入吸收塔的未处理烟道气中的杂质量增加时，在添加控制装置的控制下，向淤浆中添加碱试剂的添加装置马上启动。因此，至少可以预定的恒定流量自动地向淤浆添加碱试剂，直至吸收塔内淤浆的PH值上升至目标值并且不稳运行状态停止。

因此，当GGH或收尘器运行状态如上所述变为不稳运行状态时，不管吸收塔内淤浆的PH值是多少，会马上开始至少以恒定流量进行的碱试剂的添加。因此，在不稳运行状态导致性能明显降低之前(即，在吸收塔内淤浆的PH值显示降低或吸收塔出口处SO<sub>2</sub>浓度显示增加趋势之前)，可以预先加入碱试剂，而不依赖于操作者的判断。

类似地，当吸收塔内的淤浆PH值已掉至目标值以下时，不管GGH或收尘器的运行状态如何，也会开始至少以恒定流量进行的

碱试剂的添加。因此，即使活性降低是由不稳运行状态以外的因素引起的(例如，由于所用燃料类型不同导致烟道气中杂质量的增加等)，一旦吸收塔内淤浆的PH值已经降低，不依赖于操作者的判断，会马上自动添加碱试剂。

此外，直至吸收塔内淤浆PH值上升至目标值并且不稳运行状态停止以后，才不再添加碱试剂。因此，不管是什么因素导致的碱试剂的添加，都能确保碱试剂的添加连续进行，只要需要添加碱试剂的条件存在。

当烟道气处理系统还配置有调节用作吸收剂的钙化合物的供料速率的供料速率调节装置时，当用来探测吸收塔内淤浆的钙化合物浓度的探测装置探测的值降至设定的目标值以下，或用来探测处理后烟道气中二氧化硫浓度的探测装置探测的值高于设定的目标值时，供料速率控制装置控制供料速率调节装置增大钙化合物的供料速率，直至探测值等于或小于目标值，根据吸收塔内淤浆的钙化合物浓度或处理过的烟道气中二氧化硫的浓度，而不管吸收塔内淤浆的PH值如何，可将吸收剂的供料速率一直保持在一所需的最小值。

也就是说，在常规的在吸收塔槽内PH值的基础上调节吸收剂的供料速率，吸收塔槽内PH值的降低不仅导致碱试剂的添加，而且无条件地增加了吸收剂的供料速率。结果，如果PH值的下降不是因为缺少吸收剂而引起的，将会浪费吸收剂。这一缺点可以通过根据吸收塔内淤浆的钙化合物浓度或处理过的烟道气的二氧化硫浓度来控制吸收剂的供料速率得以克服。

图 1 是示意图,说明了根据本发明的一个实施方案的烟道气处理系统的总体结构。

图 2 是框图,用来说明图 1 实施方案中所用碱试剂添加控制装置的功能。

图 3 是框图,用来说明图 1 实施方案中所用吸收剂供料速率控制装置的功能。

图 4 是示意图,说明了常规烟道气处理系统的一个实例的总体结构。

图 5 是框图,用来说明常规烟道气处理系统中所用的吸收剂供料速率控制装置。

下面将具体叙述本发明的一个实施方案。在图 1 至图 3 中,与图 4 中的常规烟道气处理系统所包含的类似的部件用相同的参考代码表示,并省略了这部分的说明。

图 1 所示的烟道气处理系统有一湿法烟道气脱硫装置 100,它包括一个吸收塔 11 和其它与常规系统中所包括部件相似的部件。与常规系统相比,该烟道气处理系统还装配有向吸收塔 11 的槽 12 添加碱试剂的添加装置 110,探测 GGH8 的运行状态的 GGH 运行状态探测装置,探测电收尘器 2 的运行状态的收尘器运行状态探测装置,控制添加装置 110 的添加控制装置 140,调节用作吸收剂的石灰石(或钙化合物)的供料速率的吸收剂供料速率调节装置 150,探测吸收塔内淤浆的钙化合物浓度的石灰石浓度探测装置(或钙化合物浓度探测装置)160,根据钙化合物浓度探测装置探测到的值  $F$  等来控制供料速率调节装置 150 的供料速率控制装置 170。

参照图 1,根据本发明该实施方案的湿法烟道气脱硫装置 100

是由除锅炉 1、电收尘器 2、入口导管 3、出口导管 4、排放管 5、烟囱 6、脱硫扇 7、GGH8 和其附属部件以外的其它部件构成。然而，湿法烟道气脱硫装置 100 有时也可包括例如脱硫扇 7 和 GGH8。

在这种情况下，添加装置 110 包括碱试剂槽 42，用来灌入碱试剂的泵 41，安装在连接泵 41 和吸收塔 11 的槽 12 的管线上的流量控制阀 111，以及驱动该流量控制阀的驱动装置，如电磁阀或压缩空气源和气动致动器的结合（未示出）。至于碱试剂，可以使用例如锂、钠、钾、铷、铯、铍、镁、钙、锶和钡的氢氧化物。

探测 GGH8 的运行状态的 GGH 运行状态探测装置 120 至少在 GGH8 的运行状态变成一种引起进入吸收塔 11 的未处理烟道气中杂质量增加的不稳运行状态时，如除尘、清洗和接受清洗水的操作，发出探测信号 D。具体地讲，该 GGH 运行状态探测装置 120 可以包括例如用于 GGH8 本身的控制器，它可根据其运行状态产生信号，并不需要如图 1 所示装在 GGH8 的主体上。

探测电收尘器 2 的运行状态的收尘器运行状态探测装置 130 至少在由于电收尘器充电跳闸引起电收尘器 2 停工或在探测到异常高的烟灰/灰尘浓度时发出探测信号 E。同样地，该收尘器运行状态探测装置 130 不必如图 1 所示装在电收尘器 2 的主体上。

添加控制装置 140 可以在 PH 探测器 38 的探测信号 C 的基础上计算碱试剂的供料流量，并可依据 PH 探测器 38、GGH 运行状态探测器 120 和收尘器运行状态探测装置 130 的探测信号 C、D 和 E 通过控制泵 41 和添加装置 110 的流量控制阀 111 来进行碱试剂添加流量的控制。例如，该添加控制单元可以包括算术单元如微机或逻辑程序电路，以及在算术单元的指令下向添加装置 110 的驱

动机构施加驱动电流的驱动电路。在该添加控制装置 140 中,碱试剂供料速率的计算及添加时间的确定可以图 2 所示方式进行。

具体讲,首先由吸收塔槽 PH 值  $C$  与设定 PH 值  $P$  ( $P=5-6$ ) 的偏差计算出控制 PH 的附加的碱供料流量  $h$ 。然后,通过把该附加的碱供料流量  $h$  加到预定的恒定流量(初步的碱供料流量)  $Q_0$  上算得总的碱供料流量(控制目标流量)  $Q_A$  ( $Q_A=Q_0+h$ )。

恒定流量  $Q_0$  是预先在设计系统时设定的值,它通过估计在如上所述的不稳运行状态事故(或特殊运行状态)下进入吸收塔 11 的杂质量,并计算出抑制由于这些杂质导致的活性降低所需的流量。如果需要,该恒定流量  $Q_0$  可在现场进行微调。

至于附加的碱供料流量  $h$ ,当吸收塔槽 PH 值  $C$  已降至设定 PH 值 ( $P=5-6$ ) 以下时,计算一个对应于比例响应的附加碱供料流量  $h$ ,并将其加到控制目标流量  $Q_A$  中。

如图 2 所示,只有在满足下面几个条件之一时,才进行这个控制目标流量  $Q_A$  的添加。即,只有当(1)吸收塔槽内 PH 值  $C$  已降至设定值  $P$  以下,(2)GGH 在进行除尘处理,(3)GGH 以清洗方式运行,(4)GGH 以接受清洗水的方式运行,(5)由于充电跳闸 ESP(电收尘器 2)停工,或(6)探测到异常高的 ESP 出口烟灰/灰尘浓度时,才在添加控制装置 140 的控制下进行碱试剂控制目标流量  $Q_A$  的添加。

吸收剂供料速率调节装置 150 包括安装在向吸收塔 11 的槽 12 提供吸收剂淤浆的连接淤浆泵 28 的管线上的流量控制阀 36,以及驱动流量控制阀 36 的驱动机构,如电磁阀或压缩空气源和气动致动器的结合(未示出)。

供料速率控制装置 170 可根据石灰石浓度探测器 160 的探测信号  $F$ 、入口浓度探测器的输出信号  $A$ 、和锅炉负载探测器 40 的输出信号  $B$  计算出所需的吸收剂(在这种情况下包括石灰石)供料速率,并调节流量控制阀 36 的开启程度,以使吸收剂淤浆的供料速率与计算值相符。例如,该供料速率控制装置 170 可包括一算术单元如微机或逻辑程序电路,和用来在算术单元指令下向驱动供料速率调节装置 150 的驱动机构施加驱动电流的驱动电路。在该供料速率控制装置 170 中,可以例如图 3 的方式来进行吸收剂供料速率的计算。

具体讲,根据一个预定的函数  $f$ ,首先由通过将入口  $\text{SO}_2$  浓度  $A$  与锅炉负载  $B$  相乘所得值  $x(x=A \cdot B)$  计算出一个基于二氧化硫流量的基础吸收剂供料速率  $f(x)$ 。另一方面,由吸收塔槽内石灰石浓度  $F$  与石灰石浓度设定值  $DS$  的偏差计算出对应于比例响应的附加吸收剂供料速率  $i$ 。然后,通过将该附加吸收剂供料速率  $i(F, DS)$  加到基础供料速率  $f(x)$  上算出总的吸收剂流量,它确定了一个控制目标流量  $QG[QG=f(x)+i(F, DS)]$ 。

在该系统中,  $f(x)$  定义为例如  $f(x)=a \cdot x$ , 比例常数  $a$  可以这样确定,例如使得基础吸收剂供料速率  $f(x)$  代表与由  $x$  确定的  $\text{SO}_2$  量反应的等化学当量的吸收剂。至于附加吸收剂供料速率  $i$ ,例如,当吸收塔槽内石灰石浓度  $F$  已降至设定值  $DS$  以下时,计算一个对应于比例响应的附加吸收剂供料速率  $i$  值,并将其包括在控制目标流量  $QG$  内。根据为了保持石灰石的活性,与二氧化硫发生满意的反应而需在槽 12 中保持的石灰石的最小量,预先确定设定值  $DS$ 。

任选地，可以不由石灰石浓度来确定附加的吸收剂供料速率  $i$ ，而如图 3 括号中的所示来确定，使得可以根据吸收塔出口  $\text{SO}_2$  浓度（处理后烟道气中二氧化硫浓度）与设定值的偏差，将吸收塔出口处  $\text{SO}_2$  浓度保持在目标值。在这种情况下，如图 1 中所示将二氧化硫浓度探测装置装在 180 上，并将该二氧化硫浓度探测装置 180 的输出信号  $G$  送至供料速率控制装置 170。

由上述方式构造的烟道气处理系统中，当  $\text{PH}$  探测器 38 探测到吸收塔 11 内的淤浆  $\text{PH}$  值已掉至设定目标值 ( $\text{PH}5-6$ ) 以下或当  $\text{GGH}$  运行状态探测装置 120 或收尘器运行状态探测装置 130 探测到  $\text{GGH}$  或电收尘器 2 已经处于上述不稳运行状态（或特殊运行状态）(2) — (6) 中任何一种、并导致进入吸收塔 11 的未处理烟道气杂质量的增加时，在添加控制装置 140 的控制下，马上启动用于向淤浆中添加碱试剂的添加装置 110。因此，至少可以恒定流量（或初步碱供料流量） $Q_0$  自动地向淤浆中添加碱试剂，该流量在设计烟尘/灰尘浓度时已预先确定，直至吸收塔 11 内的淤浆  $\text{PH}$  值上升到目标值并且不稳运行状态停止。此外，如果淤浆的  $\text{PH}$  值低于目标值，还要加上附加的碱供料流量  $h$ ，它与  $\text{PH}$  值的下降量成正比例。

因此，当  $\text{GGH}$  或收尘器 2 的运行状态如上所述变为不稳运行时，不管吸收塔 11 内淤浆的  $\text{PH}$  值是多少，会马上开始至少以恒定流量  $Q_0$  进行的碱试剂的添加。因此，在不稳运行状态导致性能明显降低之前（即，在吸收塔内淤浆的  $\text{PH}$  值或吸收塔出口处  $\text{SO}_2$  浓度显示性能降低趋势之前），可以预先加入碱试剂，而不依赖于操作者的判断。

类似地,当吸收塔 11 内的淤浆  $PH$  值已降至目标值以下时,不管 GGH8 或收尘器 2 的运行状态如何,也会开始至少以恒定流量  $QO$  进行的碱试剂的添加。此外,在这种情况下,还要加上与淤浆  $PH$  降低量成正比例的附加碱供料流量  $h$ 。因此,即使活性降低是由不稳运行状态以外的因素引起(例如,由于所用燃料类型不同导致烟道气中杂质量的增加等),只要吸收塔 11 内淤浆的  $PH$  值已经降低,会马上自动开始碱试剂的添加,而不依赖于操作者的判断。在这种情况下,随着  $PH$  值下降的程度增大,添加的碱试剂量增大。

此外,这种碱试剂的添加连续进行,直至吸收塔 11 内的淤浆  $PH$  值上升到目标值并且不稳运行状态停止。因此,不管是什么因素导致碱试剂的添加,只要需要添加碱试剂的条件存在,都能确保碱试剂的添加连续进行。

因此,如果将形成碱试剂供料流量一部分的恒定流量(初步碱供料流量)  $QO$  设定在一个所需的最小水平,就可以减小所需碱试剂的量,同时至少可以防止由于上述不稳运行状态引起的性能明显降低。此外,即使性能降低是由于其它因素引起的,一旦吸收塔内淤浆的  $PH$  值下降就会马上添加碱试剂。因此,足以保持一种可接受的性能水平(或性能没有明显降低的状态),或者实现性能的很快恢复。

此外,本实施方案的烟道气处理系统还装配了供料速率控制装置 170,当用来探测吸收塔 11 内淤浆的石灰石浓度的石灰石浓度探测装置 160 的探测值已经超过了设定的目标值时,控制装置 170 会控制石灰石供料速率调节装置 150 减小石灰石的供料速率,直至探测值小于或等于目标值。因此,不管吸收塔 11 内淤浆的  $PH$

值如何,可根据吸收塔 11 内的淤浆中石灰石的浓度保持吸收剂的供料速率在所需的最小水平。

也就是说,在根据吸收塔 11 的槽 12 内淤浆的  $PH$  值来调节吸收剂供料速率的常规系统中,当槽 12 内淤浆的  $PH$  值降低时,不仅导致碱试剂的添加,而且还无条件地导致吸收剂供料速率的增加。结果,如果  $PH$  值的降低不是由缺少吸收剂而引起时,会造成吸收剂的浪费。这一缺点可通过根据吸收塔 11 内淤浆的石灰石浓度来控制吸收剂的供料速率得以克服。

因此,在该实施方案中,需要的吸收剂和碱试剂量可以降至最小从而降低运行成本,同时稳定地保持高性能,并且作为副产物得到的石膏质量可以保持很高。

应该明白本发明并不局限于上述实施方案,可对其作出各种变化和改进。例如,不一定要直接向吸收塔的槽中添加碱试剂,而可以加到供给吸收塔之前的吸收淤浆中(即,在上述实施方案中的吸收剂淤浆槽 25)。在某些情况下可以省去  $GGH$ 。吸收塔也不一定是格栅型的,而可以是例如液体柱型的,并且也可以分开设置氧化塔。

在前面 (1)–(3) 段任一段所述的烟道气系统中,至少可以防止由于收尘器或  $GGH$  的不稳运行状态引起的性能明显降低,同时减少所需的碱试剂。此外,即使性能降低不是因为上述因素造成的,一旦吸收塔内淤浆的  $PH$  值降低,马上就会添加碱试剂。因此,足以维持可接受的性能水平(或性能没有明显降低的状态),或者可以实现性能的快速恢复。结果,在稳定地维持高的脱硫程度的同时,可将所需的碱试剂量减至最小,进而降低运行费用。

此外,在前面第(4)或(5)段所述的烟道气处理系统中,不管吸收塔内淤浆的  $PH$  值如何,根据吸收塔内淤浆的钙化合物浓度或处理后烟道气中二氧化硫的浓度可一直将吸收剂的供料速率维持所需的最小水平。

也就是说,在根据吸收塔槽内  $PH$  值来调节吸收剂的供料速率的常规系统中,吸收塔槽内  $PH$  值的降低不仅导致碱试剂的添加,而且还无条件地导致吸收剂供料速率的增加。因此当  $PH$  值不是由于缺少吸收剂而引起时,就会导致吸收剂的浪费。这一缺点可以通过根据吸收塔内淤浆的钙化合物浓度或处理过的烟道气中二氧化硫浓度控制吸收剂的供料速率得以克服。

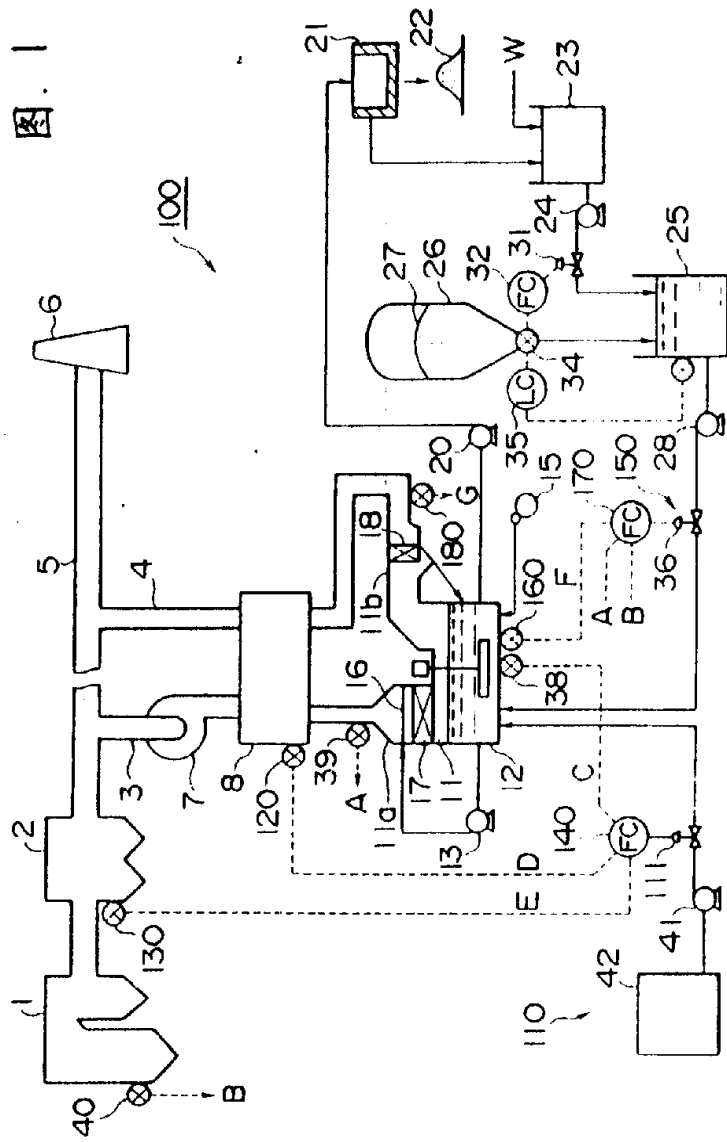


图 2

- ① 吸收塔槽pH值降低
- ② GGH的除尘操作
- ③ GGH的清洗方式
- ④ GGH的接受清洗水的方式
- ⑤ GSP的充电跳闸
- ⑥ ESP的高出口烟尘/灰尘浓度

1  
2  
1

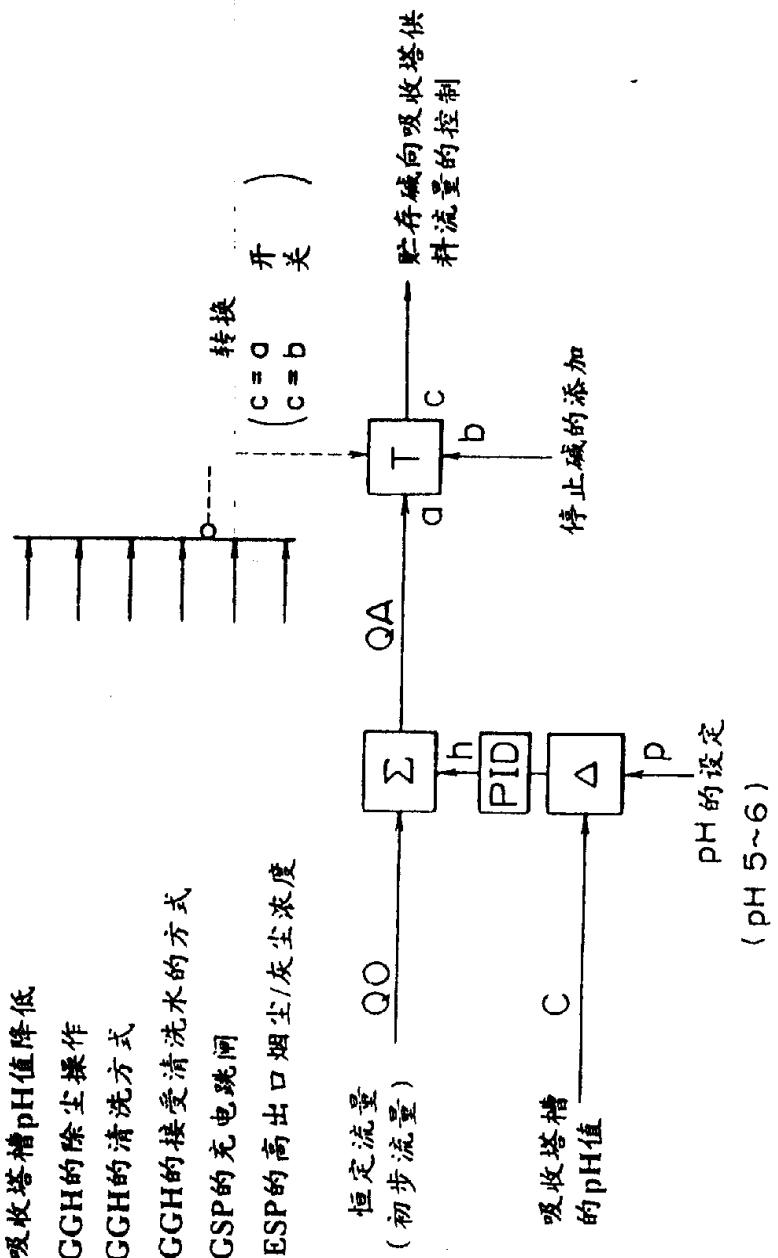
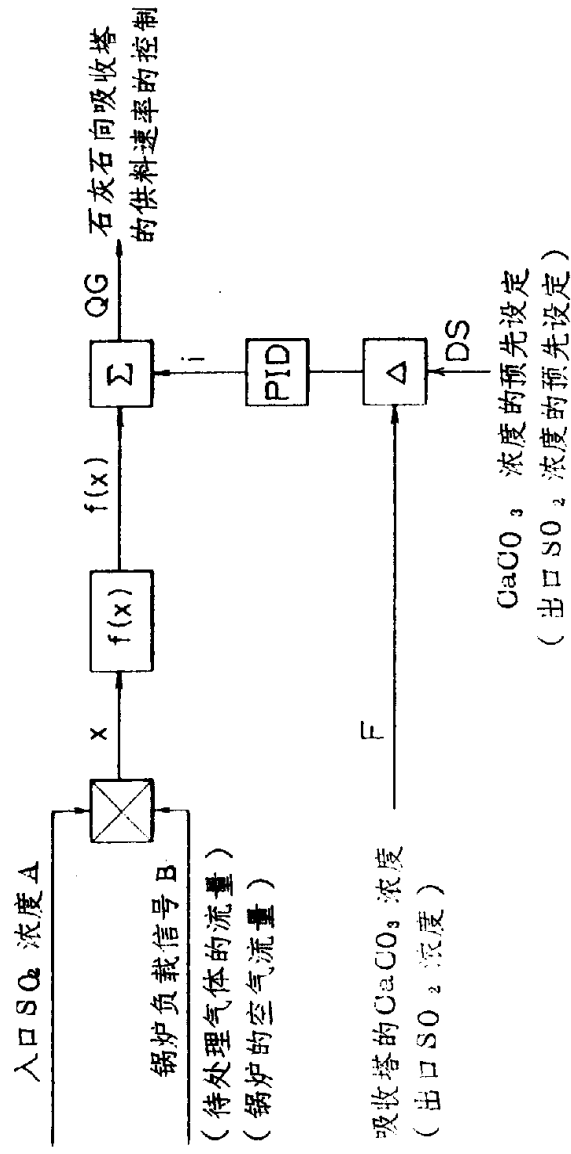


图. 3



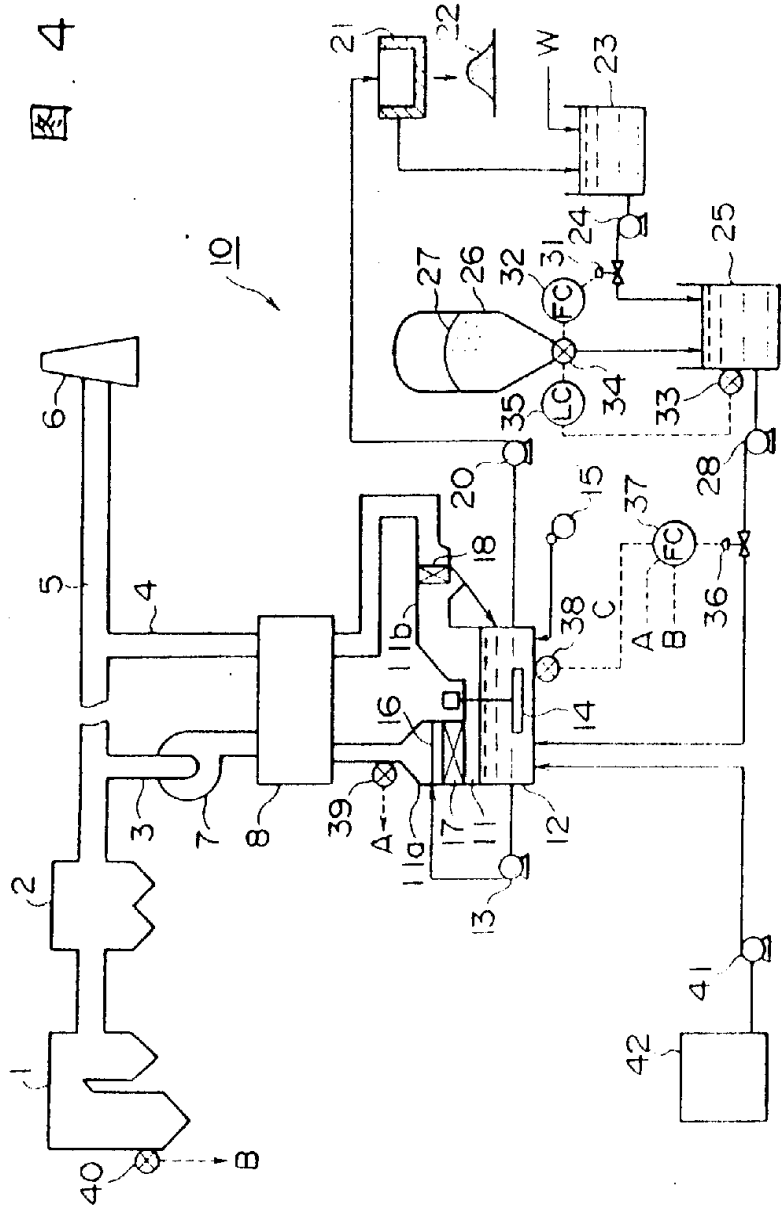


图 4

图. 5

