



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96101339.7

[45] 授权公告日 2003 年 1 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1097474C

[22] 申请日 1996. 1. 31 [21] 申请号 96101339.7

[30] 优先权

[32] 1995. 5. 10 [33] JP [31] 112057/95

[73] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 清水拓 岩下浩一郎 远藤由和

鬼塚雅和 高品徹

[56] 参考文献

CN1050505 1991. 4. 10 B01D24/12

CN2128555 1993. 3. 24 B01D35/20

EP0053094 1982. 6. 2 B01D21/00

US3078188 1963. 2. 19

US4048068 1977. 9. 13 B01D29/08

US4765892 1988. 8. 23 B01D23/16

US5238560 1993. 8. 24 B01D36/04

审查员 沙开清

[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

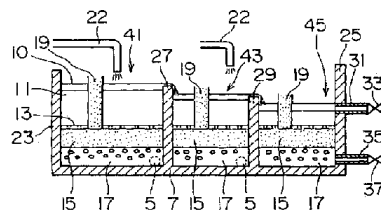
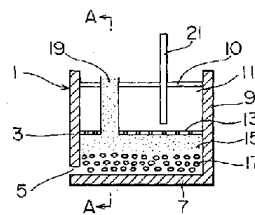
代理人 郭建新

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 浆液过滤设备和烟道气脱硫系统

[57] 摘要

本发明涉及一种浆液过滤设备以及一种带有这种浆液过滤设备并将其用来分离(增浓)石膏的湿石灰—石膏烟道气脱硫系统。该浆液过滤设备包括:顶部有一浆液供料管、底部有一滤液排放口的槽;铺于槽底部的过滤沙层;设置于过滤沙层上面的浆液收集器;以及置于所述浆液收集器中用于振动浆液的振动器。本发明不仅显著地改善固液分离性能,而且还节省费用和空间。



1. 一种浆液过滤设备，它包括：在其顶部有一浆液供料管、底部有一滤液排放口的槽；铺于槽底部的过滤沙层；过滤沙层上面的浆液收集器；设置在浆液收集器中用以振动浆液的振动器；设置在浆液收集器中的沙柱，该沙柱呈柱状，其下部与过滤沙层相连，其上部达到清液从而将清液直接引入过滤沙层；以及设于所说的槽顶部并将清液排出的清液排放口。

2. 如权利要求1中所要求的浆液过滤设备，还包括置于所说的过滤沙层上表面的隔板。

3. 如权利要求1中所要求的浆液过滤设备，还包括至少一个间壁，间壁置于所述槽中、将所述槽内部分隔成隔室而使浆液收集器中的清液从上游隔室流入相邻的下游隔室。

4. 如权利要求2所要求的浆液过滤设备，还包括至少一个间壁，间壁置于所述槽中、将所述槽内部分隔成多个隔室而使浆液收集器中的清液从上游隔室流入相邻的下游隔室。

5. 一种湿石灰-石膏烟道气脱硫系统，其中一种含有二氧化硫的烟道气与含有石灰和/或类似吸收剂的吸收液相接触以吸收二氧化硫并将所生成的石膏回收，它包括将含有所生成的石膏的浆液提浓的设备以及如权利要求1中所要求的浆液过滤设备作为浓浆液过滤设备以便从浆液中分离出所生成的石膏。

6. 如权利要求5所要求的湿石灰-石膏烟道气脱硫系统，其中所述浆液过滤设备进一步包括：置于所说的过滤沙层上表面的

隔板；至少一个间壁，该间壁置于所述槽中、将所述槽内部分隔成多个隔室而使浆液收集器中的清液从上游隔室流入相邻的下游隔室。

7. 如权利要求5中所要求的湿石灰-石膏烟道气脱硫系统，其中浆液过滤设备中的过滤沙层包括：厚度为100-300mm、碎石平均颗粒大小为10-30mm的碎石层和铺在碎石层上面厚度为100-300mm、沙粒平均颗粒大小为0.5-2mm的沙层。

8. 如权利要求6中所要求的湿石灰-石膏烟道气脱硫系统，其中浆液过滤设备中的过滤沙层包括：厚度为100-300mm、碎石平均颗粒大小为10-30mm的碎石层和铺在碎石层上面厚度为100-300mm、沙粒平均颗粒大小为0.5-2mm的沙层。

## 浆液过滤设备和烟道气脱硫系统

本发明涉及一种通过对浆液过滤而将其分离为固体物和滤液的浆液过滤设备和一种设有此浆液过滤设备的湿石灰—石膏烟道气脱硫系统。

用于将浆液分离为固体物和滤液的传统浆液过滤方法的一个例子是在该方法中，将含二氧化硫的烟道气与含有石灰或类似物质的吸收液相接触，吸收液中的石灰或类似的物质作为吸收剂将二氧化硫吸收而回收石膏。湿石灰—石膏烟道气脱硫系统（下文简称为“烟道气脱硫系统”）中增浓和分离石膏浆液的方法说明如下。

此种形式的烟道气脱硫系统在吸收塔或类似设备中制得含有约20—30wt%石膏的浆液。浆液中的石膏（其粉末平均粒径约40 $\mu\text{m}$ ）从浆液中的液体（吸收液和溶解有盐类的水）中分离出来。收集分离出的石膏作为副产品而大部分的液体则重新返回吸收塔。

由于含水量为22wt%的石膏在受到振动后变得象液体状而使得装卸和运输时难于处理。故为便于处理，以保持石膏含水量于约20wt%或更低作为目标。含水量为20wt%或更低不会发生上述问题。

传统的烟道气脱硫系统在进行浆液增浓与石膏脱水时，联合应用一种称为石膏浓缩槽的浆液增浓槽和一种离心分离机。石膏浓缩

槽是一种从浆液中将浓浆液与上层清液分离开（利用比重不同的按比重分离法）的沉淀槽。附带提一下，水的比重为 1.0 而石膏的比重为 2.32。浓缩槽将浆液提浓到约 60wt%。离心机利用离心力将浓缩槽提浓后的浆液进行固液分离。经离心分离后，石膏含水量约为 5wt%。

更确切地说，浓缩槽并不是一单个的罐，而是包括一个向浓缩槽中加入浆液以使其平稳分散于槽中的加料井、一个低速转动的耙（由它将沉降在浓缩槽底部的石膏在用于浆液导出的区域中收集下来）以及加料井与耙的驱动机械。浓缩槽的各部分均衬有橡胶或树脂或者是由耐腐蚀的材料如防腐蚀的不锈钢制成。

离心机包括固定外管、高速旋转的盘及其驱动机械，滤布和铲刮装置。外管一般衬有橡胶。虽然广泛使用不锈钢庠斗，但也可视所处理的液体种类而选用一些带橡胶衬里的庠斗。涂有 P.P.（聚丙烯）织物的不锈钢丝网广泛用作滤布材料。将脱水的石膏从盘上刮铲下来的铲刮装置主体材料是不锈钢制的，刮刀刃是由经过表面硬化处理的材料制成的。

上述常规技术中的石膏—浆液处理系统极为复杂也十分昂贵。该系统的装置要求很大的安装面积而导致设备费用昂贵。当然，当要得到作为副产物的高纯度的石膏时就需要这样的常规处理系统。但如果并不要求很高的石膏质量，常规系统就太高级了。因此，对目的不在于回收高质量的石膏的简单的烟道气脱硫系统，最希望的是降低设备费用。而且，若要向已有的动力厂添设烟道气脱硫系统，可用的空间通常都非常有限。烟道气脱硫系统所需安装面积必须尽可能减小。

本发明的目的是提供一种浆液过滤设备，由上述的传统技术来看，本发明过滤设备既降低设备费用也降低了安装所需面积；本发明还提供一种节省费用与空间的烟道气脱硫系统，它包括本发明的浆液过滤设备并特别优选为一种型式简单的烟道气脱硫系统。

本发明涉及：(1) 一种浆液过滤设备，它包括一个上部有一浆液供料管、底部有一滤液排放口的槽，铺于槽底的过滤沙层，过滤沙层上面的一个浆液收集器，设于浆液收集器中用于振动浆液的振动器；(2) 一种湿石灰—石膏烟道气脱硫系统，该系统中含二氧化硫的烟道气与含石灰型吸收剂的吸收液相接触以吸收二氧化硫从而回收石膏。它包括浆液提浓装置（浆液中含有所生成的石膏）并用上述的过滤设备作为经提浓的浆液的过滤装置以从浆液中分离出生成的石膏。

所说的浆液过滤设备优选的实施方案包括下述的一项或多项：一个置于上述浆液收集器中并将上层清液直接导入过滤沙层的沙柱（过滤沙柱）；一个用来排放上述浆液槽上部清液层的清液排放口；或置于上述的过滤沙层上面的分隔板。

此外，本发明的过滤设备可能包括置于上述槽中将槽分隔成多个隔室的间壁，这使得浆液收集器中的上层清液从上游隔室流入其相邻的下游隔室。

浆液通过本发明的浆液过滤设备中的过滤沙层而过滤。固体物滞止在过滤沙层上，与此同时液体部分在通过过滤沙层后经槽底部的滤液排放口排出。由设于浆液收集器中的振动器产生的振动加速固液分离。由此，用浆液过滤设备来处理石膏浆液能将石膏中的含水量降低到约 20wt% 并制得容易处理的石膏。

本发明优选的浆液过滤设备或设有一置于上述浆液收集器中并将上层清液直接导入过滤沙层的过滤沙柱，或在上述槽的上部设有一排放清液的排放口。亦可同时应用过滤沙柱和清液排放口。

过滤沙柱可包括象丝网或塑料网这样的材料所制成的允许液体自由通过而阻止砂粒通过的管子以及填充于管中的砂粒。过滤沙柱的底部与过滤沙层中的沙子相连。将过滤沙柱设置于浆液收集器中增加了浆液与沙层之间的接触面积（此面积即过滤面积）。一部分清液通过沙柱直接进入过滤沙层而不通过过滤沙层上积累的并产生很大过滤阻力的固体成分薄层。

过滤材料中的过滤速度（液体部分的移动速度）与要通过的过滤材料厚度的平方成反比。积聚在浆液收集器中的固体成分也起到一种过滤材料的作用。当用振荡器振动固体成分或固体部分时，由于过滤阻力较将液体往下拖曳的重力占优势，液体趋向于向上运动以寻求较低的过滤阻力，因而所积累的固体成分上层中所含的液体就慢慢向上渗出而成为一种清液。上述的过滤沙柱或清液排放口使清液得以排出并显著加速浆液的脱水（脱除液体）。

当在过滤沙层上积累了一定量的固体物后，暂停过滤过程，然后用铲斗或类似工具将积聚下来的固体物耙出。这样就有一个问题：由于滤沙随固体物一起取出而使滤沙的量减少，或者当固体物用来回收石膏时，由于沙粒沾染而使固体物的品质降低。因此，为解决这一问题最好在沙层之上放置诸如网纹板或丝网这样的分隔板。

可以按照需要如设备尺寸很大时，在槽中装设将槽分隔成多个隔室的间壁。间壁结构使浆液收集器中的清液从上游的隔室流过间壁的顶边进入相邻的下游隔室是比较有效的。该情形下清液从上游

隔室流往下游隔室，由于过滤在各隔室中分别进行，过滤效果得以提高。各单独的隔室中均可安装浆液供料管、底部的滤液排放口、振荡器、沙柱、清液排放口以及其它的装置。

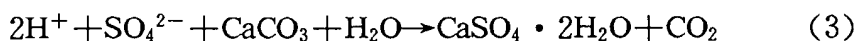
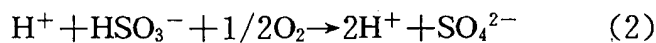
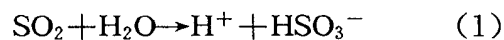
设有这些隔室的浆液过滤设备操作时，将浆液加入第一个隔室。当第一个隔室中充满浆液后停止供料（即使由于没及时停止供料而使第一隔室中的浆液由间壁顶上溢流入第二个隔室也无关紧要）。其后在第一个隔室中发生固液分离。与此同时往第二隔室中加入浆液。之后依次对第三、第四隔室重复该过程。视装置规模大小来确定需要设置多少槽或隔室。但为了提高过滤效率不希望在最后一个隔室中设置浆液进料管，如需要，可安排多台这样的浆液过滤设备。

按照本发明的过滤设备可用于各种固液混合物的过滤和分离，尤其适于过滤湿烟道气脱硫过程中所回收的石膏。

本发明还提供了一种石灰—石膏烟道气脱硫系统，其中含二氧化硫的烟道气被引入并与含石灰或类似吸收剂的吸收液相接触以吸收二氧化硫，而石膏作为副产品产生，其中副产品石膏的回收工艺包括联合使用用于提浓含石膏浆液的设备以及上面已讨论过的本发明用于过滤经提浓的浆液的设备。

浆液在进入浆液过滤设备之前首先要进行初步提浓，例如通过沉淀或通过液体旋风分离器提浓。

用石灰石（碳酸钙）作为吸收剂，在烟道气脱硫系统的吸收塔中发生下述反应：





由此可从烟道气中脱除  $\text{SO}_2$  而得到  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (石膏)。在操作过程中根据需要往吸收塔中补充消耗掉的石灰石和水并按要求取出含有生成的石膏的浆液,而吸收塔继续操作。

也可考虑将生成的石膏浆液不经过初步提浓而直接送到浆液过滤设备的可能性。事实说明这不是好的选择,这是由于存在如下的问题:即当滤液水与固体物的比率增大时,过滤与脱水所需的时间就增加。为解决这一问题并缩短所需的时间,就必须增加过滤面积并减小石膏滤饼的厚度。上述可能性不是一种有效益的选择。

因此,按照本发明的石膏—浆液处理系统基于结合使用所述初步提浓步骤和上述浆液过滤系统。

本发明的浆液过滤设备和烟道气脱硫系统具有如下优点:

(1) 由于本发明的过滤系统包括结构简单的槽或多个槽和便宜的滤沙,设备费用比结合使用浓缩槽和离心机的传统系统显著降低。

(2) 同样的原因,所需的设备空间比传统系统少。

(3) 通过结合使用振动器和沙柱或清液排放口或其它排除清液方法,显著提高了固液分离效率。

(4) 由于石膏—浆液处理系统费用低而且所需空间也小,故可提供一种节约费用与空间的类型的烟道气脱硫系统。由此就可提供一种适于附加到现有系统的烟道气脱硫系统。作为对付酸雨的解决方案之一,这就有极其巨大的工业价值。

图 1 是实施例 1 中所述浆液过滤设备的示意图。

图 2 是带有实施例 2 中所述烟道气脱硫系统的动力厂中烟道气处理系统图。

图 3 为带有实施例 3 中所述烟道气脱硫系统的动力厂中烟道气

处理的系统图。

下面参照附图来说明本发明的实施例。

### 实施例 1

图 1 为描述本发明一个实施例的浆液过滤设备例图。图 1 (a) 为纵断面图，图 1 (b) 为图 1 (a) 中沿箭头线 A—A 处的纵断面图。

浆液过滤设备 1 包括一个带有侧壁 3、9 和底 7 的槽、由沙层 15 和碎石层 17 所组成的滤沙层、一个浆液收集器 11 及其它装置。

槽具有如长矩形槽这样的结构。槽 7 的底部以及侧壁 3、9、23 和 25 均由钢筋混凝土等材料做成。本实施例中的过滤设备设有间壁 27、29，它们位于图 1 (b) 中所示槽的宽度方向的两个位置。槽内部被分隔成多个隔槽，由左至右称之为第一槽 41、第二槽 43 以及第三槽 45。浆液由供料管 22 提供进入第一槽 41 的中部。由于间壁 27 比侧壁 23 低，浆液收集器 11 上部的上层清液从第一槽 41 溢流进入第二槽 43。

槽底部设有一滤液排放口 5 (侧壁 3 底部)，滤液经此口排出。各槽 41、43 及 45 中均设有滤液排放口 (或滤液排放管)。

第三槽 45 的侧壁 25 上部有一清液排放管 31，下部有一滤液排放管 35。这些管装有阀 33 和 37。31、35 管线上均设有阀，分别为 33 和 37。经清液排放管 31 将浆液收集器上部清液排放出浆液过滤设备 1。另外，操作过程中流入第三槽 45 的清液也可经设于两管 31 和 35 之间的排放管逐步排出。这样安排排放管通过在规定的时间间隔后连续从高位排放管切换到低位排放管，就可能选择一个合适的过滤度并避免过滤度的波动。在第一及第二槽 41、43 中也可设置相似的排放管。

碎石层 17 铺在浆液过滤设备 1 的底部。沙层 15 铺在碎石层 17 上面。本实施例中的浆液过滤设备是为过滤得自烟道气脱硫过程的石膏浆液而设计的，碎石层 17 和沙层 15 的规格也是为这种应用而确定的。

也就是说，滤沙层包括厚 100—300mm、平均碎石颗粒大小为 10—30mm 的碎石层以及厚度为 100—300mm、平均沙粒大小为 0.5—2mm 的沙层，沙层位于碎石层上面。这种布置形式可达到有效过滤。

隔板 13 放置在沙层 15 上，它由网纹板组成。似网状的板 13 的一个例子是一种厚 3mm 的钢板，在它上面冲孔而形成 100mm 宽的网孔结构，网孔结构之间以等间距 50mm 隔开。当用如庠斗这样的器皿从收集器 11 中取出石膏时，似网状的板防止庠斗进到沙层 15 (过滤沙层) 并防止沙粒污染庠斗中的石膏。当石膏被沙粒污染时，石膏质量就会降低而滤沙被消耗。当已有必要更换滤沙时，在更换滤沙前可先撤去网板 13。

沙柱 19 立于浆液收集器中。当沙柱 19 的外壳体由丝网制成时，则在其内部填充与沙层同样的沙粒。沙柱 19 下部与沙层 15 相连，上部达到浆液收集器 11 顶部所形成的清液 10 液位。清液 10 进入沙柱 19，通过沙层 15、碎石层 17 向下流，在液体排放口 5 排出。

在浆液收集器 11 中设有一振动器 21，振动器 21 对浆液收集器 11 施加振动而加快滤液排放。人们认为，对浆液收集器 11 施以振动，浆液中固体物与液体部分之间的粘附作用受到扰动而促进固液分离。

在石膏—浆液过滤实验中 (平均颗粒大小为 40 $\mu$ m，石膏含量

60wt%)，不用振动器过滤，即使在很长时间以后，过滤后的石膏含水量达饱和，约为22%。而采用振动器时，过滤后的石膏含水量迅速降至约为20%。振动器21的例子包括应用于建筑业及土木工程中振动浇筑的混凝土的振动器（由Ekusen Kabushiki kaisha制造的高频多谐振动器48V系统，HBM 30 ALH或40ZLH，频率12—14KHZ。）

### 实施例2

下面来阐明具有本发明浆液过滤设备的烟道气脱硫系统。图2所示为本发明的一个实施例，它是一动力工厂中的烟道气脱硫系统的系统示意图。图2所示的烟道气脱硫系统结构相对简单，包括一个带有烟囱的吸收塔和一个用于沉淀的浆液增浓槽。

锅炉51(烧煤的)处所产生的烟道气经烟道57通往燃烧空气的预热器52并在此与燃烧空气进行热交换。接下来，烟道气进入水幕除灰器53在此从烟道气中去除煤灰。一个IDF(诱导通风机)54为烟道气提供流动力(抽力)。旁路放空门55一般情况下都关着，只有当烟道气不经过烟道气脱硫系统而直接由烟囱56排放时才打开放空门55。

烟道气一般通过烟道62进入烟道气脱硫系统的吸收塔65。吸收塔65中形成吸收液的液柱66，在吸收塔中向上流动的烟道气中的SO<sub>2</sub>在这里被吸收。在除雾器64中除去烟道气中的水雾后，烟道气流经烟囱63排放到大气中。吸收液收集在吸收塔65底部的吸收液储罐67中。吸收SO<sub>2</sub>而得到的亚硫酸盐被由鼓风机79鼓入的空气中的氧所氧化。

吸收塔中发生的主反应上面已提及。吸收液在吸收塔65中循环，从吸收液储罐67到泵69，然后经过一管路到达喷头80并形成

吸收液的液柱 66。反应中消耗掉的熟石灰及水由浆液制造机 70 供给吸收液储罐 67。

浆液增浓槽 68 安装于吸收液储罐 67 中的一侧壁上。浆液静置于浆液增浓槽 68 中，石膏沉淀于增浓槽 68 底部。经过沉淀和提浓的浆液其石膏含量约 60%。浓浆液由螺杆泵 71 经浆液管 72 送入浆液过滤设备 73。

本实施例中，采用实施例 1 中所述的浆液过滤设备。浓浆液由浆液过滤设备 73 过滤，积累在滤沙上的滤饼含水量约 20wt%，滤饼作为石膏 74 取出。另一方面，从浆液过滤设备 73 得到的滤液一旦储存在滤液槽 75 中后，或将其用泵 76 经管路 77 返回吸收塔 65 再循环，或将其送往灰沉淀槽 59。

### 实施例 3

图 3 为本发明的另一个实施例，这是在一设有烟道气脱硫系统的动力厂中的烟道气处理系统图。图 3 中的烟道气脱硫系统是带有一个液体旋风分离器的类型。由于图 2、图 3 中所有相同的部分均用同样的符号表示，这里不再做重复解释。

图 2 与图 3 两种烟道气脱硫系统的不同之处在于，图 3 中用液体旋风分离器 83 代替图 2 中的沉淀式浆液浓缩槽（图 2 中的符号 68）。吸收塔 65 的吸收液储罐 67 中的石膏浆液（石膏含量约为 30wt%）直接排放并经管路 81 送入液体旋风分离器 83。用液体旋风分离器 83 将石膏含量提高到约 60wt% 后，石膏浆液经过浆液过滤设备 73。该工艺可使浓浆液的输送较为简单，否则浓浆液的输送很麻烦。

图 1 (a)

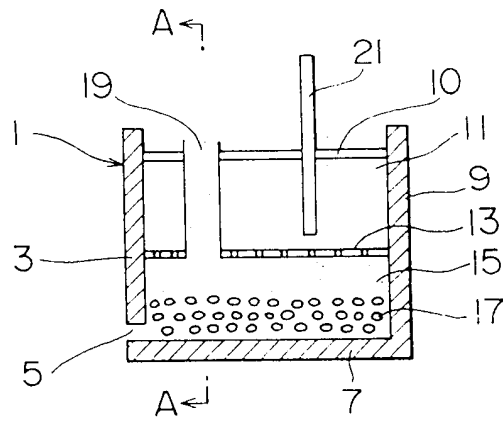


图 1 (b)

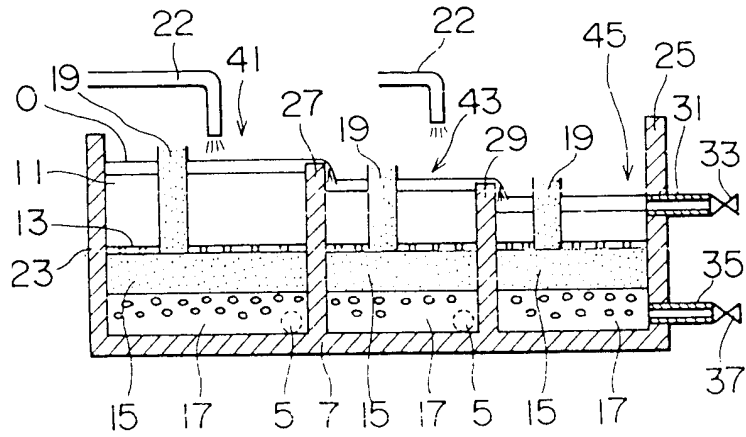


图 2

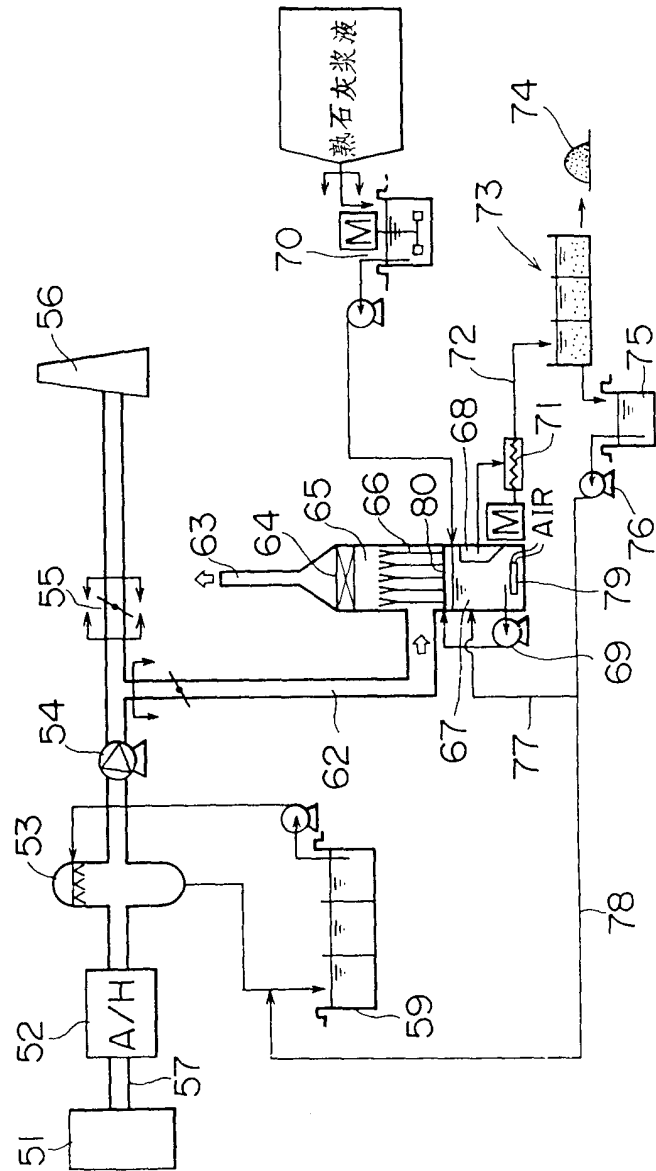


图 3

