

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B01D 53/50

B01D 53/78

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96196821.4

[45]授权公告日 2002 年 7 月 24 日

[11]授权公告号 CN 1087967C

[22]申请日 1996.9.5

[21]申请号 96196821.4

[30]优先权

[32]1995.9.7 [33]AT [31]A1483/95

[86]国际申请 PCT/AT96/00156 1996.9.5

[87]国际公布 WO97/09111 德 1997.3.13

[85]进入国家阶段日期 1998.3.9

[73]专利权人 AE 能源技术有限公司

地址 奥地利维也纳

[72]发明人 D·拉恩 A·格拉斯纳 D·赤宾

G·奥布瓦勒尔

[56]参考文献

EP0162536A 1985.11.27 B01D53/34

US4828768A 1989.5.9 B01D47/10

审查员 李小南

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

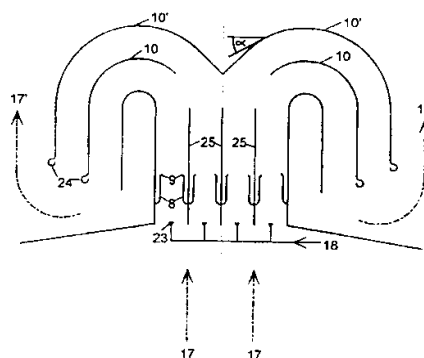
代理人 邵红 温宏艳

权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 湿法分离酸性气体的方法及装置

[57]摘要

在一种用含有吸收剂的悬浮液从烟气中洗除酸性气体的方法和相应装置中,第一步先将烟气逆着悬浮液微滴流动方向、第二步再将烟气顺着悬浮液微滴流动方向,输入设有变窄通道(8)的洗涤器(2)中,并使之加速,其中悬浮液在加速段之前或在加速段开始时,就已分散成微滴。通道(8)的形状阻止了悬浮液回流到加速段。烟气与悬浮液微滴发生反应,并使微滴在紧接的第一微滴分离器(3)中,在重力方向上掉转 180°。



权 利 要 求 书

1. 一种用碱金属或碱土金属吸收剂、石灰岩及/或白云岩从烟气中湿法分离酸性气体的方法，其中以分散成微滴的悬浮液及/或溶液分多级洗涤烟气，并且从烟气流动方向上看，在的第一级(1)中，将烟气逆着流体微滴的流动方向喷入喷雾塔中，并在第二级(2)即湿式洗涤塔中，将烟气顺着流体微滴的流动方向喷入洗涤塔中，该洗涤塔具有一个或多个变窄的通道(8)，并能防止流体逆着重力方向在通道(8)的狭窄位置之前，流入加速段，其中洗涤液在由通道(8)构成的加速段之前或者在该加速段开始之处就已分散成微滴，其特征在于，微滴在具有反应段的第二级湿式洗涤塔(2)之后，在平行并同心的通道中沿重力方向掉转 180° ，输向一级液滴分离器(3)，并接着输向另一个液滴分离器(4)，所述反应段位于通道(8)和第一液滴分离器(3)的入口处之间，第二级(2)中的洗涤液-烟气之比优选为 $< 5 \text{ l/m}^3$ 。

2. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，湿式洗涤塔(2)的通道(8)中，烟气速度保持 $< 23 \text{ m/s}$ ，及/或在反应段中保持 $< 18 \text{ m/s}$ ，其中反应段中烟气速度与加速段中烟气速度之比为 0.7 ；湿式洗涤塔(2)中的微滴由于通道(8)中的流速及在随后未收缩的反应段中的流速而逆着重力方向折转成垂直流迹，并尽可能地偏离界壁(25)，从而减少反应段中的间壁附着水的量。

3. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，湿式洗涤塔(2)的通道(8)中，烟气速度保持 $< 18 \text{ m/s}$ ，及/或在反应段中保持 $< 15 \text{ m/s}$ 。

4. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在流向偏转的同时，加快第一级液滴分离段(3)的流道中烟气速度，以减少局部湍流和回流；并且在湿式洗涤塔(2)中使用含石灰石尘粒或者含白云石尘粒、具高残留碳酸盐值的悬浮液作为洗涤液，该洗涤液的浓度优选保持在 $> 50 \text{ g/l}$ 的值，同时湿式洗涤塔(2)中的残留碳酸盐含量大于洗涤塔(1)中的残留碳酸盐含量，而且将从洗涤塔(1)或湿式洗涤塔(2)排出的悬浮液中的至少一部分经吸收 SO_2 而产生的亚硫酸盐氧化成硫酸盐。

5. 权利要求 4 所述的方法，其特征在于，在洗涤塔(1)的塔底(13)及/或氧化罐(5)中通入空气及/或烟气(6、6')，以将亚硫酸盐氧化，并将氧化罐(5)的液面(11)定在湿式洗涤塔(2)的喷嘴(23)的高度上，以使泵运功率很小。

6. 权利要求 4 所述的方法，其特征在于，经以 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 进行的沉淀，从流出的废洗涤液中分离出氢氧化镁及/或可能有的重金属催化剂，并将其回输氧化槽(5)的底部。

7. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 加入湿式洗涤塔(2)中，并在添加氢氧化钙之后以及经洗提将氨从流出的洗涤液或悬浮液中分离出来，再输至湿式洗涤塔(2)。

8. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，喷射的洗涤液在加速段之前或者在加速段开始之处送入，这样就可于加速段之前或者在加速段开始之处供给所喷出的洗涤液，而且喷管入口压力介于 0.5 与 1.5 巴之间，喷射流的喷射角为 $< 90^\circ$ ，加速段中的间壁附着液体在通道(8)末端处予以分散。

9. 实施权利要求 1-7 中至少一项所述方法用的装置，其特征在于，在洗涤塔(1)之后，设有尤其装在洗涤塔(1)之上的湿式洗涤塔(2)及随后的两级液滴分离器(3, 4)，以将洗涤液雾化，以此使用含碳酸盐的悬浮液作为洗涤液来吸收酸性气体成分，而且设置平行且同心的通道，以使微滴沿重力方向转向 180° ；在洗涤塔(1)旁边还设有构成氧化罐的悬浮液容器(5)，该容器的液位(11)定在湿式洗涤塔(2)的喷嘴(23)高度上，所述湿式洗涤塔(2)中设有通道(8)，以沿与重力相反的方向加速烟气，该通道的气流截面收缩介于 0-50%之间，湿式洗涤塔(2)的喷嘴(23)位于通道(8)的下方，其中湿式洗涤塔(2)的喷嘴(23)，和用于向洗涤塔(1)中喷射洗涤液的装置(12)应这样放置，以使液滴在湿式洗涤塔(2)中沿气流方向，在洗涤塔(1)中沿与气流相反的方向输送，而且通道(8)作为具有陡峭边缘(9)的袋状收集槽构成。

10. 权利要求 9 的装置，其中所述通道的截面收缩为 20%。

11. 权利要求 9 所述的装置，其特征在于，微滴分离器(3)的第一级中设有导板(10、10')，其中转向肘管中流道导板(10、10')之间间距与流道曲率半径之比小于 0.5，而且外侧导板(10')的中部构成张开角 $> 90^\circ$ 的 V 字形沟槽，以使导板(10、10')在反应段任何一点上均与水平线成不大于 45° 的角度 α ；以及在洗涤塔(1)的塔底(13)装设一个供排出沉淀淤渣用的排料器(14)，其后接装一个脱水装置(15)；以及在使用含 MgCO_3 的 CaCO_3 进行吸收时，设有一个石灰石加料装置(16)，以将所存在的 MgSO_4 转化成 CaSO_4 及 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

12. 权利要求 9 所述的装置，其特征在于，在湿式洗涤塔(2)的喷嘴排(23)之下和洗涤塔(1)的喷雾面(12)之上，设有一个微滴收集装置，并且在通道(8)后面扩散器(9')的张开角介于 7° 与 30° 之间；第一级微滴分离器(3)中设有导板(10, 10')；而且转向肘管中流道导板(10, 10')间距与流道肘管曲率半径之比小于 0.5 。

说明书

湿法分离酸性气体的方法及装置

本发明涉及一种用碱金属或碱土金属吸收剂、石灰岩及/或白云岩对
5 烟气中酸性气体尤其为 SO_2 、 HCl 及 H_2S 进行湿法分离的方法，以及
一种实施该方法所用的装置。在所述方法中，以分散成微滴的悬浮液及
/或溶液多级洗涤烟气，并且从烟气流动方向上看，在第一级中，将烟气
逆着喷入喷雾塔的流体微滴的流动方向引入，并在第二级中，将烟气顺
着喷入具有一个或多个变窄通道的洗涤塔的流体微滴的流动方向引
10 入，并在通道狭窄位置之前将烟气逆着重力方向引入，以防止流体流入
加速段，而且洗涤液在由多个通道构成的加速段之前，或者在该加速段
开始之处，就已分散成微滴。

DE 43 31 415 A1 中公开了一种以二级洗涤处理气体的方法，其中各
级所用的洗涤液均以分布基本相同的人工雨水向下滴落，并与气体流分
15 开。

由奥地利专利说明书 AT 333 588 已知，用碱土金属悬浮液从含 SO_2
的烟气中分二级洗除 SO_2 并形成又可使用的亚硫酸氢盐，其中由于烟气
多次掉转方向而使压力产生很大损失。此外，在洗涤液方面，泵送含有
吸收剂的洗涤液，以及在各洗涤器中雾化洗涤液，耗费的能量也相当可
20 观。当产生需存放的产品时，这一点尤为如此。

本发明的目的是，克服这一不足之处，并用最廉价的吸收剂如石灰
岩及/或白云岩，尤其是在发电厂蒸汽锅炉之后，以低廉的成本分离酸性
烟气成分，而且使用过的吸收剂可以毫无问题地予以堆存。

本发明方法的特征在于，微滴在具有反应段的第二级之后，在几乎
25 平行并同心的通道中沿重力方向掉转 180° ，输向第一液滴分离器并接着
输向另一个液滴分离器，所述反应区在通道和第一液滴分离器入口之
间，且洗涤液/烟气之比 $< 5 \text{ l/m}^3$ 。发明方法的进一步发展在从属权利要
求 2 - 7 中已予说明。

实施该方法所用本发明装置的特征在于，在喷射洗涤液的洗涤塔之
30 后设有一个湿洗塔，它尤其装设在洗涤塔之上，该湿洗塔紧接着设有二
级液滴分离器，同时以含碳酸盐的悬浮液作为洗涤液来吸收酸性气体成
分，设置平行且同心通道，以便微滴沿重力方向转向 180° ，并且在洗涤

塔的旁边，还安置了一个构成氧化罐的悬浮液贮罐，该容器的液位大致设在湿式洗涤塔的喷嘴的高度上，而且该湿式洗涤塔具有介于 0-50 %，优选 20 % 的气流压缩(Einschnuerung)的通道，以沿与重力方向相反的方向加速烟气，湿式洗涤塔的喷嘴位于通道的下方，其中湿式洗涤塔的喷嘴和用于向洗涤塔中喷射洗涤液的装置应这样放置，以使液滴在湿式洗涤塔中沿气流方向，在洗涤塔中沿与气流相反的方向输送，而且该通道构成具有陡峭边缘的袋状收集槽。其中通道 8 构成具有陡峭边缘(Abrisskante) 的袋状收集槽(Auffangrinnen)。本发明装置的进一步发展在从属权利要求 9 和 10 中已予阐明。

附图 1 至 3 举例示意阐明了本发明。

图 1 示出本发明装置的管线布置图。

图 2 简要示出湿式洗涤塔的结构发展以及第一液滴分离器的详细发展。

图 3 简要示出湿式洗涤塔的第二结构详细发展。

图 1 中，洗涤塔 1 上装设一个湿式洗涤塔 2，该湿式洗涤塔又接装二级 3 及 4 形式的微滴分离器。烟气流 17、17'、17'' 自下而上流经该构件，在此从烟气中除掉诸如 SO_2 、 HCl 及 H_2S 之类的酸性烟气成分。这是这样来进行的：将粉尘状石灰石或者含石灰石的物质如白云岩在悬浮液贮罐 5 中进行悬浮，所产生的悬浮液经由管线 18 输至湿式洗涤塔 2 的喷嘴 23，使之雾化，并在悬浮液贮罐 5 中设置一个氧化级 6'，其中鼓入含氧气体，以将吸收过程中生成的亚硫酸盐氧化成硫酸盐。由悬浮液贮罐 5 还引出一条管线 18'，通到洗涤塔 1 的底部 13，从而对该塔底也供以碳酸盐悬浮液，该悬浮液经由洗涤塔中的循环管 19 喷入喷雾平面 12，逆着下落微滴流动的烟气流 17 在此得以洗涤，而且就单级洗涤塔而言，分离效率约达 50 %。按此，洗涤塔 1 中洗涤液的残余碳酸盐含量能比湿式洗涤塔 2 中更少。使用第二级 2，分离度可提高到 99 % 以上。

图 2 中的湿式洗涤塔 2 设有变窄的通道 8，而且通道 8 的上端部由使通道横截面进一步变窄的陡峭边缘 9 形成。通道 8 也被称为加速段，它具有介乎 0 % 与 50 % 之间不太大的流通截面收缩率，优选为 20 %，从而达到小于 23 m/s 的流动速度，它在反应段降到小于 18 m/s。加速段中烟气速度与反应段中烟气速度之比应约为 0.7。

图 3 详细示出截面收缩即湿式洗涤塔 2 中通道 8 的一部分，其中以

流线 27 表明气体流动 17。此气体流动由截面收缩和随后的扩散器 9' 加速，以使从喷嘴 23 流出的流体尽可能少地接触邻近的间壁 25，并使间壁上很少形成附着水。所力求获得的微滴以 26 标示。通道 8 中的烟气速度小于 18 m/s，反应段中的烟气速度小于 15 m/s。在通道 8 的这种结构情况中，喷嘴 23 的喷嘴排之下，但在洗涤塔 1 的喷淋区 12 之上装设了一个液滴捕集装置。

所提及的烟气速度足以获得良好的分离效果，而且引起的流失很少，从而可以按要求经济地设计抽气机。流动通道的收缩使洗涤液的雾化得以改善，同时又控制液滴的流迹大致垂直，从而在紧接着的反应段

中，使壁上所附水保持很少量。通道8 之后直至进入第一液滴分离器 3 的各段起着反应段的作用，酸性气体成分在该反应段中与吸收剂结合，由碳酸盐分别生成亚硫酸盐、硫酸盐和氯化物。吸收剂所释出的 CO_2 随同烟气流一起排出。

5 紧接着的第一级液滴分离器 3 由多个大致平行而又同心的流道构成，在这些流道中，烟气在重力方向上由向上流动掉转 180° ，并将分离出来的液滴收集于导板 10、10'端部的口袋 24 中，并导入循环回路(未示出)。在此情况下，对液滴分离来说，重要的是，转向肘管中导板 10、10'之间间距与流道曲率半径之比小于 0.5，特别是小于 0.3。

10 气流 17 因通道 8 的收缩而加速，以至于由喷嘴 23 喷出的流体尽可能少地接触通道间壁 25，并保持通道壁上形成很少的附着水。通道 8 中烟气的速度因通道的结构而异，分别为小于 18 m/s 和小于 23 m/s。此设计参数能取消(Entfall)间壁 25，而不至于在有多个平行并联的喷嘴 23 时，使邻近喷嘴所喷出的微滴产生较大程度的并合，而且以最佳
15 的先决条件对反应段进行进气冲击。

按照附图 2 所示，喷嘴 23 安装得能使洗涤液在通道 8 之前或在通道开始之时就已加料，从而洗涤液在加速段之前或在加速段开始之时就已被分散成微滴。喷嘴入口压力应当介于 0.5 及 1.5 bar，而且喷嘴射流的喷射角应当小于 90° 。

20 在部分负荷区域内，如果反应段中烟气的速度小于 10 米/秒，间壁附着水就会增加，而且间壁附着水膜会向下流走。为阻止回流到加速段起见，图 2 中的通道 8 具有袋状接收槽的结构，由此将所积聚的流体排出。通道 8 上的陡峭边缘 9 应当将加速段中形成的间壁水膜分散成液滴。这样就阻止了大液滴形成，而且不会有流体沿通道 8 往下流。因此，
25 在湿式洗涤塔 2 下面就不必设置液滴收集器。

由于液滴分离器 3 的第一级设有导板 10、10'，同时转向肘管处的流道导板 10、10'之间间距与流道曲率半径之比小于 0.5，而且外侧导板 10'的中部呈张开角 $> 90^\circ$ 的 V 字形沟槽(凹槽)结构，以使导板 10、10'在反应段任何一点上均与水平线成不大于 45° 的角度 α ，所以，液滴
30 分离器 3 中的间壁水膜，特别在部分负荷运行时不会太严重。

整个湿式洗涤塔中的水分损耗仅局限于蒸发损耗和 CaCl_2 的束流引出损耗，因而耗水量很小。所述的蒸发损耗经第二微滴分离器 4 从两侧

进行的喷淋和洗涤予以补偿。洗涤不会产生结垢现象。下滴的水连同所分离的微滴一起抵达本说明书附图中未予示出的循环回路，从而又进入悬浮液贮罐 5。

5 洗涤塔 1 的塔底 13 形成沉淀物。它主要是以石灰石作吸收剂时形成的石膏，经由排料器 14 将其输至脱水装置 15，将大部分所分离含 CaCl_2 的水经由管道 20 循环到塔底 13。塔底 13 由氧化段 6 供以含氧气体。

10 石膏本身可按其纯度进而用于建材工业，或者可以毫无麻烦地予以堆储。反之，若使用含碳酸镁的石灰石如白云石来代替石灰石，则除石膏之外还生成有用副产物硫酸镁，可将它经添加石灰乳 16 在再沉淀器 22 中转化成石膏，并加以分离，同时所生成的可溶性氢氧化镁随同循环水同可能添加的重金属催化剂一起循环到洗涤塔，或者将其束流引出以供销售。一部分分离后的流体以混有 CaCl_2 的废水形式离开再沉淀器。在本发明的范围内，也可将硫酸铵加入湿式洗涤塔中，以改善湿式洗涤
15 塔中的分离效果，由此产生的铵在添加石灰乳后先在再沉淀器 22 中、接着在汽提塔中从流动着的洗涤液中除去，随后重又引入湿式洗涤塔中。

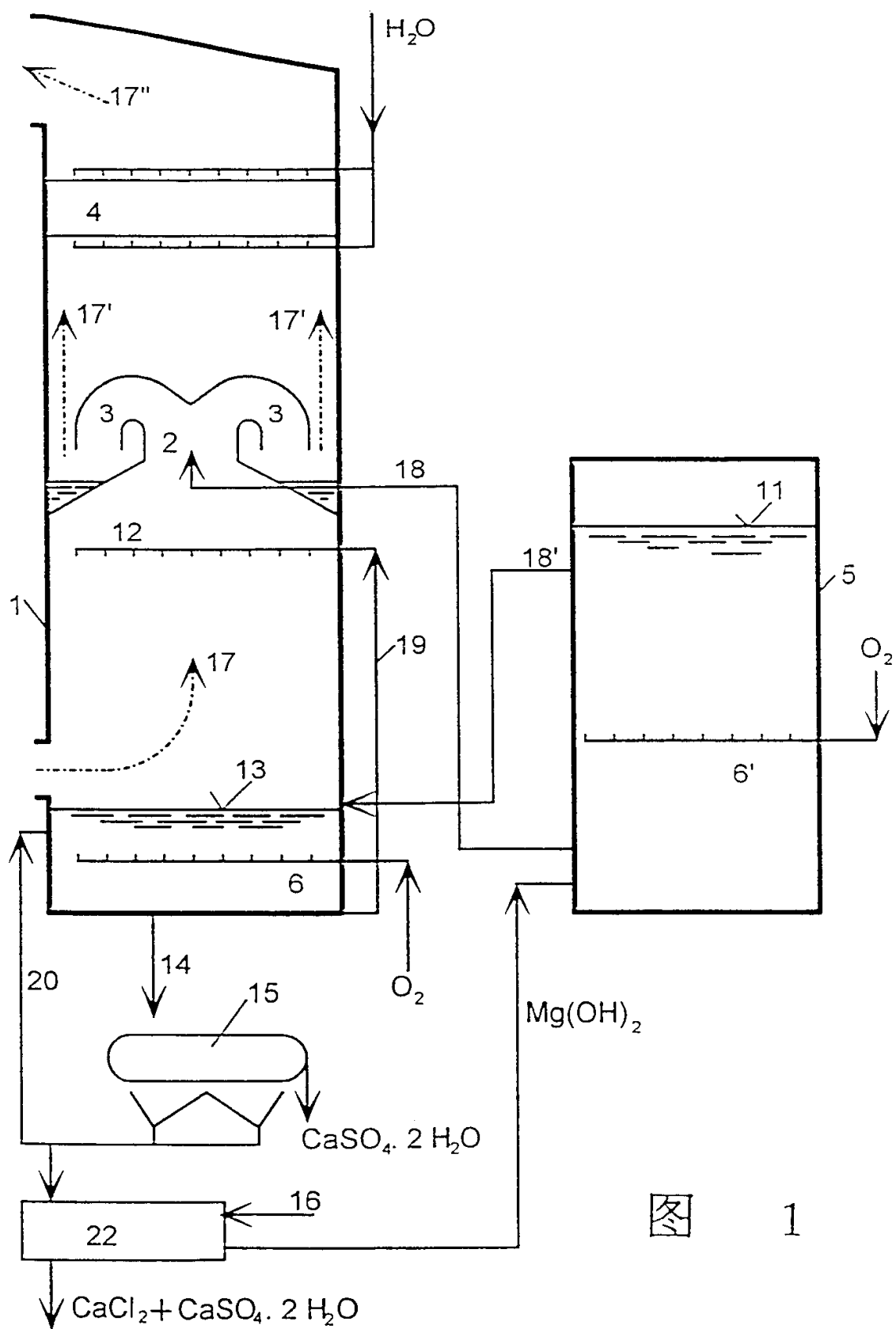


图 1

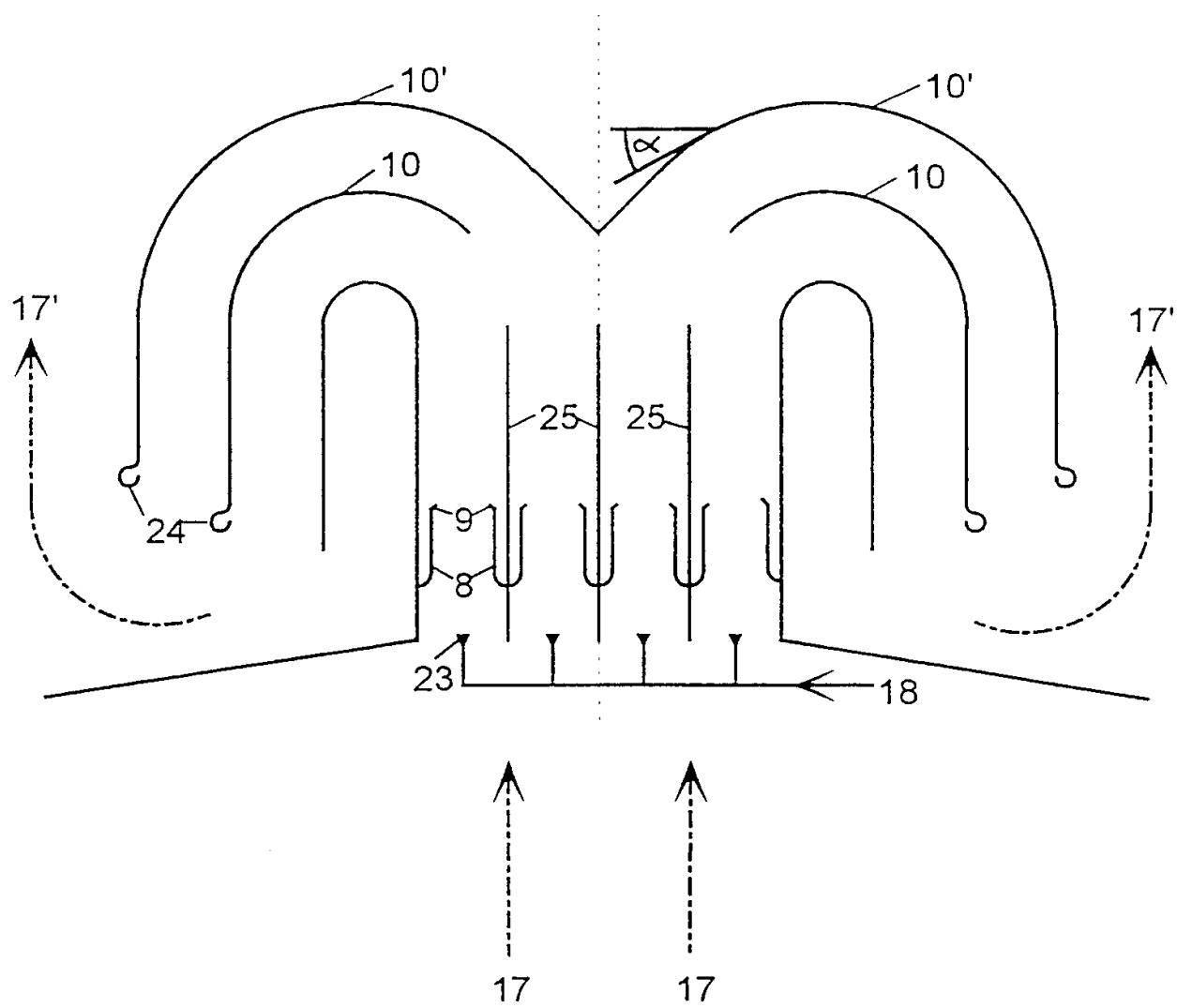
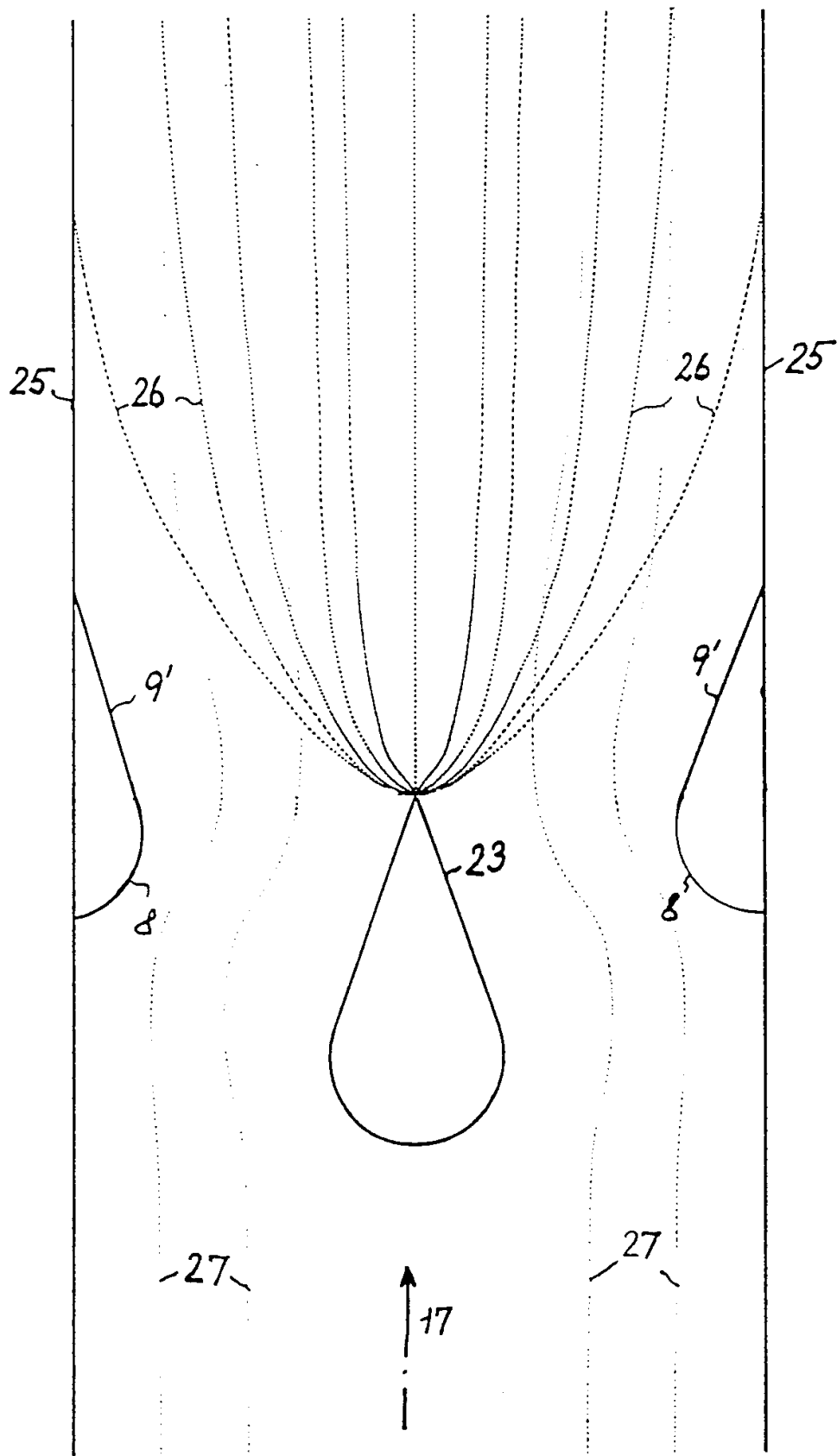


图 2



图

3

3