



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107405564 A

(43)申请公布日 2017. 11. 28

(21)申请号 201680007042.5

(22)申请日 2016.01.22

(30)优先权数据

62/117,234 2015.02.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.07.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/014513 2016.01.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/133647 EN 2016.08.25

(71)申请人 埃克森美孚上游研究公司

地址 美国得克萨斯

(72)发明人 P·S·诺斯洛普 S·A·弗里曼

J·T·卡琳娜尼 E·J·格雷夫

N·K·叶

(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 11038

代理人 夏正东

(51)Int.Cl.

B01D 53/14(2006.01)

B01D 53/18(2006.01)

C10L 3/10(2006.01)

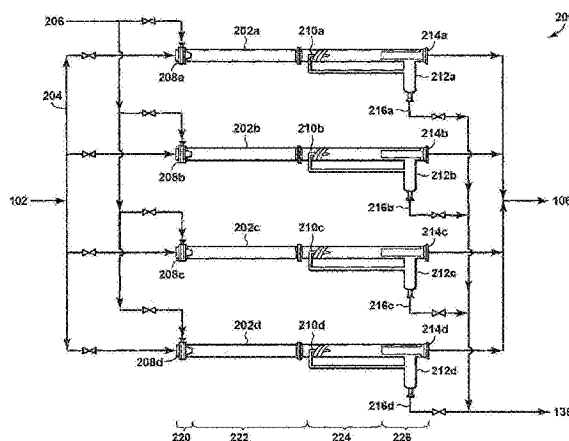
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于并流接触器的内表面特征

(57)摘要

一种分离流体物流内组分的并流接触器(202a,202b,202c,202d),该并流接触器包括与并流接触器的第一端部(208a,208b,208c,208d)相邻的为接收流体物流而构造的第一入口;与并流接触器的第一端部相邻的为接收溶剂而构造的第二入口;和为接收流体物流和溶剂并提供混合的两相流而构造的传质区段(222);其中该传质区段包括为减少沿着传质区段内壁的薄膜流动而构造的沿着传质区段的内表面的表面特征,和其中该表面特征包括以下的至少一种:疏水表面、超级疏水表面、多孔壁表面、和沿着传质区段的内表面径向向内或径向向外延伸的非线性表面不规则度。



1. 一种分离流体物流内组分的并流接触器, 该并流接触器包括:

与并流接触器的第一端部相邻的为接收流体物流而构造的第一入口;

与并流接触器的第一端部相邻的为接收溶剂而构造的第二入口; 和

为接收流体物流和溶剂并提供混合的两相流而构造的传质区段;

其中该传质区段包括为减少沿着传质区段内壁的薄膜流动而构造的沿着传质区段的内表面的表面特征, 和其中该表面特征包括以下的至少一种: 疏水表面、超级疏水表面、多孔壁表面、和沿着传质区段的内表面径向向内或径向向外延伸的非线性表面不规则度。

2. 权利要求1的并流接触器, 其中该表面特征包括疏水表面或超级疏水表面。

3. 权利要求1或2的并流接触器, 其中该非线性表面不规则度包括以下的至少一种: 弯曲纹理、扇形纹理、隆脊纹理、浅凹纹理、锯齿纹理和砂纸纹理。

4. 权利要求1或权利要求2-3任一项的并流接触器, 其中该表面特征包括非线性表面不规则度, 和其中该非线性表面不规则度具有再导引薄膜流动远离该壁的碰撞角。

5. 权利要求4的并流接触器, 其中该碰撞角相对于两相流的流动方向为非-直角, 和其中该非线性表面不规则度没有跨越传质区段的直径延伸。

6. 权利要求4的并流接触器, 其中该表面特征包括非线性表面不规则度, 其中该非线性表面不规则度包括第一凸起的表面和第二凸起的表面, 和其中第一凸起的表面的碰撞角大于第二凸起的表面的碰撞角。

7. 权利要求1或权利要求2-6任一项的并流接触器, 其中:

当表面特征包括下凹表面时, 该下凹表面是沿着不与两相流的流动方向平行的路径导引流动的沟槽;

当表面特征包括凸起的非-直角表面时, 该凸起的表面是沿着不与两相流的流动方向平行的路径导引流动的翅片或通道; 和

当表面特征包括多孔壁表面时, 该多孔壁表面包括将注入流体注入到并流接触器的中心腔室内的孔。

8. 权利要求1或权利要求2-7任一项的并流接触器, 其中该表面特征包括超级疏水表面, 和其中该表面特征进一步包括具有非-直角碰撞角的非线性表面不规则度, 和其中该碰撞角不与内表面平行。

9. 在并流接触器内分离组分的方法, 该方法包括:

使流体流到并流接触器内;

使溶剂流到并流接触器内;

将该流体与该溶剂接触放置以生成合并的物流;

使合并的物流流经并流接触器的传质区段;

使用表面特征妨碍一定量的液体沿着传质区段的壁扩散; 和

将该流体与该溶剂分离。

10. 权利要求9的方法, 其中妨碍一定量的液体沿着壁扩散包括在表面上碰撞一定量的液体使得将该一定量的液体径向向内导引。

11. 权利要求9或10的方法, 其中妨碍一定量的液体沿着壁扩散包括沿着不与合并物流的流动方向平行的路径导引该一定量的液体。

12. 权利要求9或权利要求10-11任一项的方法, 其中妨碍一定量的液体沿着壁扩散包

括减少接触该壁的该一定量的液体的表面积。

13. 权利要求12的方法,进一步包括在径向向内延伸的凸起的壁表面上碰撞该液体。

14. 权利要求9或权利要求10-13任一项的方法,其中妨碍一定量的液体沿着壁扩散包括沿着至少一部分壁将注入流体注入,使得将该一定量的液体径向向内向引导。

15. 从起始气体物流中分离污染物的并流接触系统,它包括:

气体物流供应;

溶剂供应;

以与逆流构造排列的第一并流接触器和第二并流接触器,其中构造每一并流接触器 (i) 以接收气体物流和液体溶剂;和 (ii) 释放处理过的气体物流和单独的气体-处理溶液;和

其中每一并流接触器包括权利要求1的元件。

16. 权利要求15的并流接触系统,其中:

当表面特征包括下凹表面时,该下凹表面是沿着不与两相流的流动方向平行的路径导引流动的沟槽;和

当表面特征包括凸起的非-直角表面时,该凸起的非-直角表面朝两相流的流动中心径向延伸,其中该凸起的非-直角表面包括相对于两相流的流动方向具有非-直角碰撞角的两相流碰撞表面。

17. 权利要求15或16的并流接触系统,其中至少一部分表面特征是疏水的。

18. 权利要求15或权利要求16-17任一项的并流接触系统,其中至少一部分表面特征是超级疏水的。

19. 权利要求15或权利要求16-18任一项的并流接触系统,其中传质区段壁的至少一部分是疏水的。

20. 权利要求15或权利要求16-19任一项的并流接触系统,其中传质区段壁的至少一部分是超级疏水的。

用于并流接触器的内表面特征

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求2015年2月17日提交的标题为用于并流接触器的内表面特征的美国临时专利申请62/117,234的优先权权益,其全部内容在本文中通过参考引入。

背景技术

[0003] 从储油层生产烃有时伴随着顺带产生非-烃气体。这种气体包括污染物如硫化氢(H_2S)和二氧化碳(CO_2)。当作为烃物流(例如甲烷或乙烷)的一部分产生 H_2S 或 CO_2 时,原始的气体物流有时被称为“酸性气体(sour gas)”。 H_2S 和 CO_2 常常一起被称为“酸气体”。

[0004] 除了烃的生产物流以外,酸气体可与合成气物流或者与炼厂气物流结合。在气体加工设施中,酸气体也可存在于所谓的闪蒸气物流内。此外,可通过燃烧煤,天然气或其他含碳燃料,生成酸气体。

[0005] 气体和/或烃流体物流可以不仅含有含有 H_2S 或 CO_2 ,而且也可含有其他“酸性”杂质。这些包括硫醇和其他痕量的硫化合物(SO_x)。另外,天然气物流可含有水。确实,水是在许多天然气物流中最常见的污染物。在工业或住宅使用之前,应当除去这种杂质。

[0006] 设计了从原始天然气物流中除去污染物的工艺。在酸气体的情况下,有时使用低温气体加工,尤其除去 CO_2 以防止管线冷冻和堵塞的孔口。在其他情况下,尤其在除去 H_2S 的情况下,用溶剂处理烃流体物流。溶剂可包括化学溶剂如胺。在酸性气体处理中所使用的类的实例包括单乙醇胺(MEA),二乙醇胺(DEA)和甲基二乙醇胺(MDEA)。

[0007] 有时使用物理溶剂替代胺溶剂。实例包括目前以商品名**Selextol**[®](它包括聚乙二醇的二甲醚)和**Rectisol**[™](它包括甲醇)市售的物理溶剂。在一些情况下使用混合溶剂,所述混合溶剂意味着物理和化学溶剂的混合物。一种这样的混合溶剂的实例目前以商品名**Sulfinol**[®](它包括环丁砜,水和一种或多种胺)市售。然而,使用胺-基酸气体除去溶剂是最常见的。

[0008] 胺-基溶剂依赖于与酸气体的化学反应。该反应工艺有时被称为“气体脱硫”。这种化学反应通常比物理-基溶剂更加有效,尤其在低于约300磅/英寸²的绝对进料气体压力(psia)(约20巴)下。存在其中使用特殊的化学溶剂,如**Flexsorb**[®](它包括受阻胺),尤其从含 CO_2 的气体和烃流体物流中选择性除去 H_2S 的情况。

[0009] 气体脱硫工艺的结果是,生成处理过或“脱硫”的气体物流。脱硫的气体物流基本上贫含 H_2S 和/或 CO_2 组分。可进一步处理脱硫气体以供液体回收,也就是说,通过冷凝出重质烃气体。脱硫气体可以在管线内销售或者可用于液化天然气(LNG)原料。另外,脱硫的气体物流可用作气体变液体工艺的原料,和然后最终用于制造蜡,丁烷类,润滑剂,二元醇类,和其他石油-基产品。提取的 CO_2 可以被销售,或者它可以被注入到地下储油层内用于强化的油回收操作。

[0010] 当天然气物流含有水时,通常在酸气体除去之前或之后进行脱水工艺。这通过在水分离器内使用二元醇或其他干燥剂来进行。进行天然气的脱水以控制气体水合物的形成并防止在分配管线内腐蚀。形成气体水合物和管线内的腐蚀可引起流动体积下降以及冷冻

的控制阀,堵塞的孔口和其他操作问题。

[0011] 常规地,使用化学溶剂或干燥剂除去酸气体或水牵涉逆流接触原始天然气物流与化学品。将原始气体物流引入到接触塔的底部。与此同时,将溶剂溶液导引到塔的顶部内。该塔具有塔板,填充物或其他“内构件”。当液体溶剂通过内构件流注时,它吸收非所需的组分,从而通过接触塔底部将它们带离作为“富”溶剂溶液的一部分。与此同时,主要贫含非所需组分的气体流体在顶部离开。

[0012] 视具体情况而定,离开接触器的富溶剂或富二元醇有时被称为吸收剂液体。在吸收之后,可使用再生工艺(也称为“解吸”),将污染物与吸收剂液体中的活性溶剂相分离。这产生“贫”溶剂或“贫”二元醇,然后典型地将它们循环到接触塔内以供进一步吸收。

[0013] 尽管能进行所需的接触以供从含气体和/或烃的流体物流中除去污染物的可能性,但历史的接触器溶液难以从实验室和/或中试大小的单元放大到能有效地加工一直到十亿标准英尺³/天(BSFD)气体的规模。过去扩大规模的解决方案具有高的投资花费(例如,由于具有较大和更多的设备零件等)和高的操作花费(例如由于较小的可靠性和/或可操作性,较大的尺寸和重量设备等)。因此,需要较小,具有较少的设备零件,具有改进的可操作性和可靠性,且重量小于常规的接触设备的接触解决方案。

[0014] 发明概述

[0015] 本发明的公开内容包括分离流体物流内组分的并流接触器,该并流接触器包括与并流接触器的第一端部相邻的为接收流体物流而构造的第一入口,与并流接触器的第一端部相邻的为接收溶剂而构造的第二入口,为接收流体物流和溶剂并提供混合的两相流而构造的传质区段,其中该传质区段包括为减少沿着传质区段内壁的薄膜流动而构造的沿着传质区段的内表面的表面特征,和其中该表面特征包括以下的至少一种:疏水表面、超级疏水表面、多孔壁表面、和沿着传质区段的内表面径向向内或径向向外延伸的非线性表面不规则度。

[0016] 本发明的公开内容进一步包括在并流接触器内分离组分的方法,该方法包括使流体流动到并流接触器内,使溶剂流入到并流接触器内,使该流体与溶剂接触以生成合并的物流,使该合并的物流流经并流接触器的传质区段,使用表面特征妨碍一定量的液体沿着传质区段壁扩散,和将该流体与溶剂分离。

[0017] 本发明的公开内容另外包括一种用于将污染物与起始气体物流相分离的并流接触系统,它包括气体物流供应,溶剂供应,以逆流构造排列的第一并流接触器和第二并流接触器,其中构造每一并流接触器(i)以接收气体物流和液体溶剂,和(ii)释放处理过的气体物流和单独的气体处理溶液,和其中每一并流接触器包括与并流接触器的第一端部相邻的为接收流体物流而构造的第一入口,与并流接触器的第一端部相邻的为接收溶剂而构造的第二入口,和为接收流体物流和溶剂并提供混合的两相流而构造的传质区段,其中该传质区段包括为减少沿着传质区段内壁的薄膜流动而构造的沿着传质区段的内表面的表面特征,和其中该表面特征选自疏水表面,超级疏水表面,凸起的表面,下凹的表面,和多孔壁表面。

[0018] 要理解,可使用上述方法,从其他流体物流中除去污染物,例如酸气体组分,水组分等。这些分离的流体物流可包括例如酸性水物流,闪蒸气物流或Claus尾气物流。

附图说明

[0019] 为了可更好地理解本发明的方式,附录了一些插图,图表,和/或流程图。然而,要注意,附图仅仅阐述所选择的本发明的实施方案,和因此并不应被视为限制范围,因为本发明可承认其他同样有效的实施方案和应用。

[0020] 图1A是含并流流动方案的气体加工系统的工艺流程图。

[0021] 图1B是含并流流动方案的另一个气体加工系统的工艺流程图。

[0022] 图2是含多个并流接触器的并流接触系统的示意图。

[0023] 图3是单段多个并流接触器束(bundle)构造的实施方案的侧视图。

[0024] 图4A是液滴在疏水表面和超级疏水表面上驻留的示意图。

[0025] 图4B是相对于物流流动的方向,具有碰撞角的凸起表面的示意图。

[0026] 图5是具有多个表面特征的并流接触器的实施方案的示意图。

[0027] 图6是具有多个表面特征的并流接触器的另一个实施方案的示意图。

[0028] 详细说明

[0029] 本文中所使用的术语“并流接触器件”或“并流接触器”是指一种装置,例如管道,容器,外壳,组装件等,它接收(i)气体物流(或待处理的其他流体物流),和(ii)液体溶剂(或其他流体处理溶液)的单独物流,其方式使得该气体物流和溶剂物流彼此接触,同时以通常相同的方向在接触器件内流动。

[0030] 本文中所使用的“非-吸收气体”是指在气体处理或调解工艺过程中,例如在并流接触过程中,没有被溶剂吸收的气体。

[0031] 本文中所使用的术语“天然气”是指从原油井中获得的多组分气体(伴生气)或从地下带有气的岩层中获得的多组分气体(非-伴生气)。天然气的组成和压力可显著地变化。典型的天然气物流含有甲烷(C_1)作为重要的组分。天然气物流也可含有乙烷(C_2),较高分子量烃,一种或多种酸气体,和水。天然气也可含有微量污染物,例如氮气,硫化铁和蜡。

[0032] 本文中所使用的“酸气体”是指在水中溶解从而产生酸性溶液的任何气体。酸气体的非限制性实例包括硫化氢(H_2S),二氧化碳(CO_2),二氧化硫(SO_2),二硫化碳(CS_2),氧硫化碳(COS),硫醇或其混合物。

[0033] 本文中所使用的术语“烟道气”是指作为烃燃烧的副产物生成的任何气体物流。

[0034] 本文中所使用的术语“工业装置”是指生成含有至少一种烃或酸气体的气体物流的任何装置,一个非限制性实例是煤-驱动的发发电装置。另一实例是在低压下放出 CO_2 的水泥装置。

[0035] 本文中所使用的术语“液体溶剂”是指在基本上液相内的流体,相对于另一组分,它优先吸收一种组分。例如,液体溶剂可优先吸收酸气体,从而从气体物流或水流中除去或“洗涤”至少一部分酸气体组分。

[0036] 本文中所使用的术语“脱硫气体物流”是指已经除去了至少一部分酸气体组分的在基本上气相内的流体物流。进一步地,术语“脱硫”也可以是指进行过脱水或其他调节工艺的流体物流。

[0037] 本文中所使用的术语“烃”是指主要包括(如果不唯一的话)元素氢和碳的有机化合物。烃通常分成两组:脂族或直链烃,和环状或闭环烃,其中包括环状萜烯类。含烃的材料

的实例包括任何形式的天然气,油,煤,和沥青,它们可用作燃料或者提质成燃料。

[0038] 本文中所使用的术语“疏水”是指其中在相关液体和表面之间的界面处,在标准环境温度和压力下,和/或在操作温度和压力下,表面显示出高接触角(例如,约 90° 至约 150°)的物理性能。

[0039] 本文中所使用的术语“超级疏水”是指其中在相关液体和表面之间的界面处,在标准环境温度和压力下,和/或在操作温度和压力下,表面似乎显示出高接触角(例如约 150° 至约 179°)的物理性能。替代地或另外,术语超级疏水可以是指液滴表面积的仅仅相对小部分与表面接触,例如0至约4%,0至约3%,0至约2%,0至约1%等。

[0040] 针对从气体物流中吸收剂液体除去选择气体组分,本文中所使用的术语“贫”和“富”是相对的,仅仅分别暗含所选择气体组分含量的较少或较大程度。各术语“贫”和“富”并不必然分别是指或要求,或者吸收剂液体完全不具有所选择的气体组分,或者它无法吸收更多所选择的气体组分。事实上,正如下文中显而易见的,优选的是,在串联的两个或更多个接触器中,在第一接触器内生产的所谓的“富”吸收剂液体保留重要或显著的残留吸收能力。相反,“贫”吸收剂液体要理解为能显著吸收,但可保留次要浓度的待除去的气体组分。

[0041] 关于流体加工设备,术语“串联”是指两个或更多个器件沿着流动管线放置,使得经历流体分离的流体物流从一个设备移动到下一个,同时在基本上恒定的下游方向上保留流动。类似地,术语“在管线内”是指流体混合和分离器件中的两个或更多个组件按序相连,或者更优选集成到单一管状器件内。

[0042] 本文中所使用的术语“流体”是指气体,液体,和气体与液体的组合,以及气体和固体的组合,和液体与固体的组合。

[0043] 具体实施方案的说明

[0044] 图1A是气体加工系统100的工艺流程图,它包括以逆流构造排列的并流流动示意图。该气体加工系统100可用于从气体物流102中除去 H_2S 或其他酸气体组分。另外,在一些实施方案中,该气体加工系统100可用于从气体物流102中除去水或其他杂质。

[0045] 气体加工系统100可使用许多垂直取向的并流接触系统104A-F。在一些实施方案中,每一垂直取向的并流接触系统104A-F包括在分离系统上游的垂直取向的并流接触器。在其他实施方案中,每一垂直取向的并流接触系统104A-F包括在单一分离系统上游的许多垂直取向的并流接触器。对本领域技术人员来说,显而易见的是,任何或所有的并流接触系统104A-F可以或者垂直取向或者水平取向,这取决于具体实施的细节,和这种备选的实施方案在本发明公开内容的范围内。

[0046] 气体物流102可以是来自烃生产操作的天然气物流。例如,气体物流102可以是来自发电厂的烟道气物流,或者合成气体(合成气)物流。若天然气物流102是合成气物流,则在引入到气体加工系统100内之前,可冷却天然气物流102并过滤。气体物流102也可以是在气体加工系统本身内的闪蒸罐中获得的闪蒸气物流。另外,气体物流102可以是来自Claus的硫回收工艺的尾气物流,或者来自再生器的杂质物流。此外,气体物流102可以是来自水泥装置或其他工业装置的废气排放物。在这一情况下,可从过量空气中或者从含氮烟道气中吸收 CO_2 。

[0047] 气体物流102可包括非-吸收气体,例如甲烷,和一种或多种杂质,例如酸气体。例如,气体物流102可包括 CO_2 或 H_2S 。通过除去酸气体,气体加工系统100可将气体物流102转化

成脱硫的气体物流106。

[0048] 在操作中,气体物流102可流动到第一并流接触系统104A内,在此它与溶剂物流108混合。若气体加工系统100用于除去 H_2S ,或其他硫化合物,则溶剂物流108可包括胺溶液,例如单乙醇胺(MEA),二乙醇胺(DEA),或甲基二乙醇胺(MDEA)。其他溶剂,例如物理溶剂,碱性盐溶液,或离子液体也可用于除去 H_2S 。在用于其他目的,如脱水或反应的实施方案中,可使用其他溶剂或反应物,如二元醇类。溶剂物流108可包括贫溶剂,所述贫溶剂经历解吸工艺以供除去酸气体杂质。例如,在图1A所示的气体加工系统100中,引入到第一并流接触系统104A内的溶剂物流108包括从再生器110的中心部分中得到的半-贫(semi-lean)溶剂。从再生器110中得到的贫溶剂物流112也可被导引到最后的并流接触系统104F内。

[0049] 在各种实施方案中,气体加工系统100使用串联的并流接触系统104A-F。在一些实施方案中,如图1A所示,可以以逆流构造排列并流接触系统104A-F。每一并流接触系统104A-F从天然气物流102中除去一部分酸气体内容物,从而在下游方向上释放逐渐脱硫的天然气物流。最后的并流接触系统104F提供最终脱硫的天然气物流106。

[0050] 在进入第一并流接触系统104A内之前,天然气物流102可流过入口分离器114。可使用入口分离器114,通过过滤出杂质,例如盐水和钻井液而清洁天然气物流102。也可发生某些颗粒过滤。天然气物流102的清洁可防止在酸气体处理工艺过程中溶剂起泡。

[0051] 如图1A所示,溶剂物流108流入到第一并流接触系统104A内。可通过泵116,辅助半-贫溶剂物流108移动到第一并流接触系统104A内。泵116可引起半-贫溶剂物流108在合适的压力,例如约15psig至约1,500psig下流动到第一并流接触系统104A。

[0052] 一旦在第一并流接触系统104A内部,则天然气物流102和溶剂物流108可沿着第一并流接触系统104A的纵轴移动。当它们行进时,溶剂物流108与天然气物流102内的 H_2S , H_2O 和/或其他杂质相互作用,引起 H_2S , H_2O 和/或其他杂质化学固定到胺分子上或者被胺分子吸收。第一部分-负载的,或“富”的气体处理溶液118A可流出第一并流接触系统104A。另外,第一部分-脱硫的天然气物流120A可流出第一并流接触系统104A并进入到第二并流接触系统104B内。这一通用布局可称为以逆流构造排列并流接触器。

[0053] 如图1A中阐述的实施例所示,可在第二并流接触系统104B之后提供第三并流接触系统104C,和可在第三并流接触系统104C之后提供第四并流接触系统104D。另外,可在第四并流接触系统104D之后提供第五并流接触系统104E,和在第五并流接触系统104E之后提供最后的并流接触系统104F。第二,第三,第四和第五并流接触系统104B,104C,104D,和104E中的每一个可生成各自的部分脱硫的天然气物流120B,120C,120D,和120E。另外,第二,第三,第四,第五和最后的并流接触系统104B,104C,104D,104E,和104F中的每一个可生成各自部分-负载的气体处理溶液118B,118C,118D,118E,和118F。若胺用作溶剂物流108,则部分-负载的气体处理溶液118A-F可包括富胺溶液。在气体加工系统100中,第二负载的气体处理溶液118B与富气体处理溶液118A一起合并,并通过再生器110内的再生工艺。

[0054] 当生成逐渐脱硫的天然气物流120A-E时,在气体加工系统100内的气体压力将逐渐下降。当这出现时,逐渐富含气体的处理溶液118A-F的液压可相应增加。这可通过在每一并流接触系统104A-F之间放置一个或多个升压泵(未示出)来实现,以提高气体加工系统100内的液压。

[0055] 在气体加工系统100中,可通过使部分-负载的气体处理溶液118A和118B流经闪蒸

罐121,再生溶剂物流。可在闪蒸罐121内,从部分-负载的气体处理溶液118A和118B中闪蒸吸附的天然气122,且它可借助顶部管线124流出闪蒸罐121。

[0056] 所得富溶剂物流126可从闪蒸罐121流动到再生器110中。可将富溶剂物流126引入到再生器110内以供解吸。再生器110可包括含塔板或其他内构件(未示出)的汽提器部件128。汽提器部件128可直接位于加热部件130之上。热源132可提供有加热部件130,以生成热量。再生器110产生再生的贫溶剂物流112,将其循环以供在最后的并流接触系统104F中再使用。来自再生器110的汽提过的顶部气体(它可包括浓缩的 H_2S (或 CO_2))可作为顶部杂质物流134流出再生器110。

[0057] 顶部杂质物流134可流入到冷凝器135内,所述冷凝器135可冷却顶部杂质物流134。所得冷却的杂质物流138可流经回流储液器140。回流储液器140可将任何残留的液体,例如冷凝水与杂质物流138相分离。这可导致生成基本上纯的酸气体物流142,所述酸气体物流142可借助顶部管线144流出回流储液器140。

[0058] 在一些实施方案中,若起始的天然气物流102包括 CO_2 ,并使用 CO_2 -选择性溶剂物流108,则酸气体物流142主要包括 CO_2 。富- CO_2 的酸气体物流142可用作回收油的混溶EOR操作的一部分。若待淹没(flood)的储油层不含显著量的 H_2S 或其他硫化合物,则待用于EOR操作的 CO_2 不可能含有显著的 H_2S 或其他硫化合物。然而,来自油气生产操作的浓缩 CO_2 物流可被小量 H_2S 污染。因此,可期望从 CO_2 中除去 H_2S ,除非酸气体物流142被纯粹地注入以供地质储存。

[0059] 尽管本文讨论了气体物流102,但本领域技术人员要理解,一般地,相同的原理可应用到任何流体物流上,其中包括相对于液液接触。因此,使用措辞“气体物流”,“气体入口”,“气体出口”等要理解为非限制性的,且在各种实施方案中,在本发明公开内容的范围内,可任选地被“流体物流”,“流体入口”,“流体出口”等等替代。使用措辞“气体物流”,“气体入口”,“气体出口”等仅仅是为了简便起见。

[0060] 在一些实施方案中,若起始的天然气物流102包括 H_2S ,则可使用 H_2S -选择性溶剂物流108以捕获 H_2S 。然后可使用硫回收单元(未示出),将 H_2S 转化成元素硫。硫回收单元可以是所谓的Claus单元。本领域普通技术人员要理解,“Claus工艺”是有时被天然气和炼油工业使用,从含 H_2S 的气体物流中回收元素硫的工艺。

[0061] 在实践中,来自Claus工艺的“尾气”(它包括 H_2S , SO_2 , CO_2 , N_2 和水蒸气)可反应,将 SO_2 借助氢化转化成 H_2S 。氢化的尾气物流具有高的分压,大量的 CO_2 ,例如大于50%,和小量 H_2S ,例如小于或等于百分之几。这类气体物流(它典型地接近大气压)易于选择性除去 H_2S 。回收的 H_2S 然后可循环到Claus单元的前面,或者可在下游整合。或者,可使用气体分离领域中已知的各种方法,进行 H_2S 直接氧化成元素硫。

[0062] 如图1A所示,残留的液体物流146可流出回流储液器140的底部。残留的液体物流146可流经回流泵148,所述回流泵148可提升残留的液体物流146的压力,并将残留的液体物流146泵送到再生器110内。残留的液体物流146可例如从加热部件130的底部流出作为贫溶剂物流112的一部分,流出再生器110。可添加一些水到贫溶剂物流112中,以平衡水蒸气损失到部分脱硫的天然气物流120A-E中。和在回流泵148的进出口或抽吸处(suction)添加这一水。

[0063] 贫溶剂物流112可以在低压下。因此,贫溶剂物流112可以流经增压泵150。贫溶剂

物流112可从增压泵150流经冷却器154。冷却器154可冷却贫溶剂物流112,以确保贫溶剂物流112有效地吸收酸气体。所得骤冷的贫溶剂物流156然后用作最后的并流接触系统104F的溶剂物流。

[0064] 在一些实施方案中,与最后的并流接触系统104F相邻提供溶剂罐158。骤冷的贫溶剂物流156可从溶剂罐158中流动。在其他实施方案中,溶剂罐158是离线的并提供贫溶剂物流156储存。

[0065] 图1A中的工艺流程图并不打算表示气体加工系统100包括图1A中所述的所有组件。进一步地,可在气体加工系统100内包括任何数量额外的组件,这取决于具体的实施细节。例如,气体加工系统100尤其可包括任何合适类型的加热器,骤冷器,冷凝器,液体泵,气体压缩机,鼓风机,旁路管线,其他类型的分离和/或精馏设备,阀门,开关,控制器,和压力测量器件,温度测量器件,液面测量器件,或流动测量器件。

[0066] 图1B是另一气体加工系统160的工艺流程图,它包括并流的流程图。相同编号的物品与相对于图1A一样描述。图1B中气体加工系统160的操作类似于图1A中气体加工系统100的操作。然而,在气体加工系统160中,第一并流接触系统104A接收来自第二并流接触系统104B的部分-负载的气体处理溶液118B。气体加工系统160不包括半-贫溶剂物流108。在这一实例中,串联的并流接触系统104A-F充当分离塔,例如其中每一段对应于填充段。

[0067] 由于被图1B中第一并流接触系统104A接收的部分-负载的气体处理溶液118B已经通过第二并流接触系统104B加工,因此,部分-负载的气体处理溶液118B可能是非常富集的。由于这一原因,可期望提供部分-负载的气体处理溶液118B一定程度的中间加工。

[0068] 或者,可在气体加工系统160中从其他脱硫操作中获得半-贫液体物流,并至少部分用作第一或第二并流接触系统104A或104B的胺溶液。在这一方面中,存在其中在气体加工系统160中,单一类型溶剂用于多于一种服务的情形。这被称为集成气体处理。例如,MDEA可用于高压、 H_2S -选择性酸气体除去,以及Claus尾气处理(TGT)工艺二者上。来自TGT工艺的富胺物流没有严重地负载有 H_2S 和 CO_2 ,这是该工艺的低压导致的。因此,在一些实施方案中,来自TGT工艺的富胺物流用作第一或第二并流接触系统104A或104B的半-贫物流。半-贫物流(未示出)可泵送到合适的压力下,并且可能地与来自接续的并流接触系统的部分-负载的气体处理溶液一起,注入到第一或第二并流接触系统104A或104B内。

[0069] 进一步地,在图1B的气体加工系统160中,第一部分-负载的处理溶液118A在流经闪蒸罐121之后流经换热器162。在换热器162内部,第一部分-负载的溶剂溶液118A的温度借助与从再生器110中得到的贫溶剂112的换热而增加。这起到在引入到再生器110内之前,加热第一部分-负载的处理溶液118A,同时冷却贫溶剂物流112的作用。

[0070] 图1B的工艺流程图并不打算表示气体加工系统160要包括图1B中所示的所有组件。进一步地,可在气体加工系统160内包括任何数量的额外的组件,这取决于具体实施的细节。

[0071] 图2是并流接触系统200,例如图1中的任何一个并流接触系统104A-F的示意图。图2的组件可以基本上与图1中相应的组件相同,除非另外描述。并流接触系统200具有独立地由天然气物流102用集管204供应的四个接触单元202a-202d。接触单元202a-202d独立地由携带贫溶剂物流206,例如半-贫溶剂物流108或任何一种部分-负载的气体处理溶液118A-F的集管供应,并与各自接触单元202a-202d的第一端部相邻地接收。每一接触单元202a-

202d具有雾化和/或细分液体溶剂成数量大的小液滴并引入贫溶剂物流206的入口喷嘴208a-208d(分别)。雾化该贫溶剂物流206会增加可供与天然气物流102接触获得的表面积,并降低在蒸汽和液相二者内酸气体组分扩散所要求的距离。每一接触单元202a-202d具有从密封罐或液体接受器212a-212d收集并返回的气体供应的循环气体入口210a-210d。正如所描述的,每一循环气体入口210a-210d可包括涡旋叶片或相当的结构,以辅助分离。密封罐或液体接受器212a-212d可提供停留时间以供工艺控制且可密封接触单元202a-202d,以防止气体绕开。每一接触单元202a-202d具有处理过的气体出口214a-214d和富溶剂出口216a-216d。处理过的气体出口214a-214d被描述为包括涡流管探测器,但备选的实施方案是本领域公知的。借助处理过的气体出口214a-214d离开接触单元202a-202d的处理过的气体可以结合并作为脱硫气体物流106通过,同时借助富溶剂出口216a-216d离开接触单元202a-202d的富溶剂可以结合并作为富溶剂物流126通过。

[0072] 在操作中,每一接触单元202a-202d在入口段220处接收天然气物流102,在此入口喷嘴208a-208d雾化贫溶剂物流206并将其暴露于天然气物流102下,从而产生混合的两相流或结合的物流(未描绘)。混合的两相流或结合的物流流经传质区段222,在此发生吸收。传质区段222可包括管状体,所述管状体沿着传质区段222的内表面具有基本上空的钻孔(bore),其带一个或多个表面特征,例如图4A的疏水表面402,图4A的超级疏水表面404,图4B的凸起表面450,下凹表面,或其任何组合。分离段224紧跟传质区段。在分离段224中,例如使用旋风分离器诱导元件,从气体物流中除去夹带的液滴,从而导致至少部分脱水和/或脱污染的处理过的气体物流。在一些实施方案中,入口段220和传质区段222可统称为接触段。可基于针对天然气物流102,获得预定脱污染和/或脱水水平所要求的停留时间,例如,鉴于打算的流速,压降等来确定接触段的长度。处理过的气体物流通过出口段226离开接触单元202a-202d。可在约400psig至约1,200psig或更高下操作接触单元202a-202d。由于必须独立地建造接触单元202a-202d,以便耐受这些压力,当接触单元202a-202d的数量增加时,重量和/或足印(footprint)线性增加。

[0073] 在长度和直径这两个方面上,并流接触器愈加变得更加紧凑。由于这一趋势增加,因此重要的是确保尽可能多的溶剂在愈加变短的混合和/或传质区段内反应。相对于CO₂的反应,H₂S的反应是即时的,从而降低停留时间,即蒸汽和液体相之间的接触时间,将导致较少的CO₂被吸收到溶剂内。并流接触系统104A-F的设计提高了H₂S的选择性除去,这是在设备设计固有的短接触时间导致的。本文公开了使用表面特征,抑制或妨碍一定量液体沿着传质区段壁扩散的技术。通过抑制或妨碍液体沿着传质区段壁扩散,相当大量的溶剂保留在传质区段的内部体积内,和因此保留获得以供反应。

[0074] 图3是单段多个并流接触器束构造300的实施方案的侧视图。图3的组件与图2中相应组件基本上相同,除非另外描述。单段多个并流接触器束构造300通常被包含在容器302内,所述容器302可形成在其内发生的紧凑接触的一体(单一和/或常见的)压力边界。容器302通常含有基本上平行分离单元的单段束或含接触单元202a-202n的紧凑接触器,在本文中也称为分离单元。本领域技术人员要理解,可基于所需的设计特征,其中包括所需的流速,分离单元直径等,任选地选择在紧凑接触器束内接触单元202a-202n的数量,且可选择1至300或更多单元之间的任何数值。与数字参考特征相结合使用字母命名(即,'a','b','n'等)仅仅是为了易于参考而不是限制。例如,本领域技术人员要理解,在各种实施方案中,所

示的接触单元202a-202n组可包括两个,四个,五个,二十个,或数百个接触单元。容器302包括在入口段220内具有入口喷嘴208a-208n的入口管板304。构造入口段220,在普通的入口增压室(plenum)内接收天然气物流102,而天然气物流102可经所述入口增压室,跨越接触单元202a-202n基本上均匀地分布。接触单元202a-202n可以具有合适的尺寸,这取决于设计要求。例如,接触单元202a-202n可具有从约2英寸(in)(约5厘米(cm))到约24in(约61cm)的单独的直径,或者在其间的任何范围。构造入口管板304,以接收贫溶剂物流206并使贫溶剂物流206流到入口喷嘴208a-208n中,贫溶剂物流206可在此雾化。在一些实施方案中,贫溶剂物流206源自于二元醇供应系统(未描绘),且贫溶剂物流206包括二元醇。入口喷嘴208a-208n可起到在天然气物流102内夹带雾化溶剂物流的作用,和雾化的溶剂和天然气的混合物流可流到传质区段222中,在此发生吸收。每一接触单元202a-202n具有由循环气体供应的循环气体入口210a-210n,所述循环气体例如从常见的接受器316中收集并返回。接受器316可任选地包括在低液体速度的应用中,以改进液体流速控制。正如所描绘的,接受器316可具有内部防涡器317或其他合适的内构件。为了容易观察,没有描绘每一循环气体入口210a-210n的循环气体供应管线。正如本领域技术人员所理解的,在其他实施方案中,循环气体入口210a-210n是任选的,和循环气体可另外或替代地在下游输送。借助富溶剂出口306a-306n离开接触单元202a-202n的富溶剂可排放到常见的液体脱气区段或常见的污染液体收集增压室312内。增压室312可提供充足的停留时间以供所需的脱气,可降低伴随天然气物流102的液体汹涌,且可提供在分离器件202a-202n的接触部件内发生的旋风分离液封。由增压室312提供的停留时间可从5秒变化到5分钟,这取决于工艺操作,或者在各种实施方案中,为30秒到1分钟。容器302含有除雾器314,例如金属丝网,叶片包装板(vane pack plate),挡板,或其他内部器件以减少从脱气气体的液滴带出,从而在增压室312内留下富溶剂的液相。除雾器314也可起到离开分离器件202a-202n的富溶剂液体的动量破坏者(momentum breaker)的作用,以最小化液体的充气。在近海设施或漂浮设施内安装或者在其他情况下进行过移动的实施方案中,除雾器314可在容器302的底部减少波浪形移动效果。每一接触单元202a-202n具有处理过的气体出口214a-214n和富溶剂出口306a-306n。容器302具有排出脱气气体的通气孔318,例如从增压室312内收集的富溶剂中脱气的气体,它可在多个并流接触单元的上游或下游进料,这取决于工艺构造。处理过的气体出口214a-214n连接到出口管板310上。借助处理过的气体出口214a-214n离开接触单元202a-202n的处理过的气体可称为脱水和/或脱污染的天然气物流106。容器302还含有液面控制端口320a和320b以供连接液面控制系统(未描绘)并控制离开接受器316的富溶剂326,例如半-贫溶剂物流108或任何部分-负载的气体处理溶液118A-F的量。离开接受器316的富溶剂326可被输送到再生系统中以供处理或者与其他工艺中的物流结合。

[0075] 图4A是驻留在疏水表面402和超级疏水表面404上的液滴400,例如来自图2-3的混合、两相流或结合物流的雾化液滴的示意图。正如所描绘的,在液滴400和疏水表面402之间的接触角406为约90°至约150°,以及在液滴400和超级疏水表面404之间的接触角408是约150°至约179°。尽管没有描绘,但疏水表面402,超级疏水表面404或二者可包括多个微结构,以生成非均相的纹理用于接触液滴400的表面积,例如借助Lotus效应。本领域技术人员要理解,可使用各种技术,例如蚀刻,硅或其他涂层,点蚀等,沿着表面获得Lotus效应特征(例如疏水性和/或超级疏水性),和本发明的公开内容并不限制在任何特定的技术上。

[0076] 图4B是相对于物流流动方向454,例如图2中混合的两相流或结合的物流,具有碰撞角452,例如直角(约90°)或非-直角碰撞角(不是约90°)的凸起表面450,例如在图2-3的传质区段222的内壁上的表面特征的示意图,所述图2中混合的两相流或结合的物流具有与之一起行进的液滴456,例如来自图2的混合两相流或结合的物流中的液滴。尽管以延伸到传质区段的直径内的线性凸起表面形式描绘,例如图2-3的传质区段222,但其他凸起的表面适合于通过液滴456碰撞,例如布置在平行、凸起或下凹表面上的非线性,弯曲、扇形、隆起或不规则纹理。一些实施方案或者或另外包括一个或多个狭槽,通道,沟槽,翅片(fin),膛线,挡板,塔壁分布板,静态混合器等以供崩解,分散或导引液滴456沿着或者远离壁,例如图2-3的传质区段222的壁,和这种特征可进一步包括确定以与凸起的非直角表面450相同方式起作用的边缘。通过崩解,分散,布置,或导引液体量远离壁,例如图2-3的传质区段222的壁,妨碍一定量的液体沿着壁,例如传质区段222的壁扩散的所有这种方式和/或结构被视为在本发明公开内容的范围内,除非另外描述。在一些实施方案中,凸起表面450包括相对于流动方向454为非直角的结构。在一些实施方案中,跨越传质区段的直径延伸表面可能不实际,或者可能不可接受地降低接触器的一种或多种性能特征。因此,在一些实施方案中,凸起的表面450没有跨越传质区段,例如图2-3的传质区段222的直径延伸。一些实施方案可包括凸起的表面450(直角或非-直角),它延伸到传质区段直径的1%至90%以内,传质区段直径的1%至80%以内,传质区段直径的1%至70%以内,传质区段直径的1%至60%以内,传质区段直径的1%至50%以内,传质区段直径的1%至40%以内,传质区段直径的1%至30%以内,传质区段直径的1%至20%以内,传质区段直径的1%至10%以内,传质区段直径的1%至5%以内,或者在其间的任何范围。

[0077] 如上所述,每一接触单元202a-202d的各种实施方案可包括沿着传质区段222的内壁或它的至少一部分,一个或多个表面特征,例如图4A的疏水表面402,图4A的超级疏水表面404,图4B的凸起的表面450,下凹的表面,或其任何组合。在传质区段222的内表面上的表面特征可包括有浅凹的纹理,锯齿纹理,砂纸纹理,或沿着传质区段222的内表面径向向内或径向向外延伸的其他非线性表面不规则度。表面特征可沿着传质区段222的内表面的全部长度布置,或者可仅仅布置在它的较少的部分上,例如沿着底部,在径向和/或轴向间隔处等。表面特征可妨碍一定量液体沿着传质区段222的壁聚结并扩散,由此降低了沿着传质区段222的壁的溶剂层流或“壁流”。本领域技术人员要理解,沿着水平布置的表面,这一效果可能是特别考虑的,其中重力可加速液滴聚结和/或壁流动。

[0078] 图5是并流接触器500,例如具有多个表面特征的图2-3的任何并流接触单元202a-202d的示意图。图5的组件与图2-3的相应组件基本上相同,除非另外描述。并流接触器500包括使流体,例如天然气物流102流经其中和/或注入其内而构造的在传质区段222内的多孔壁表面区段502。在多孔壁表面区段502内的流动孔可以对称或者不对称布置,且可沿着至少一部分的传质区段222的一些或所有周边延伸。在一些实施方案中,在多孔壁表面部件502内的流动孔包括为在特定方向上导引流体,例如天然气物流102而构造的喷嘴,图案,或其他特征,以增加涡流,涡流湍流等。当流体流经多孔壁表面区段502内的流孔时,紊流可妨碍一定量液体沿着传质区段222的壁扩散。并流接触器500包括具有超级疏水表面404的区段504和具有浅凹纹理和/或表面特征,例如多个凸起的表面450的区段506。

[0079] 图6是具有多个表面特征的并流接触器600,例如图2-3的任何并流接触单元202a-

202d的示意图。图6的组件与图2-3中相应的组件基本上相同,除非另外描述。并流接触器600包括沿着传质区段222内壁的多个挡板环602。并流接触器600进一步包括沿着传质区段222的内壁圆周状布置的多个静态混合器604。并流接触器600另外包括液体收集管线606以供沿着传质区段222的内壁的下端收集液体和使所收集的液体流到密封罐或液体接受器212中。其他液体收集装置对本领域技术人员是显而易见的且被视为在本发明公开内容的范围内。

[0080] 尽管显而易见的是,很好地预测(calculate)了本文描述的发明,以实现以上列出的优势和优点,但要理解,在没有脱离本发明精神的情况下,本发明对改性,变化和改变敏感。

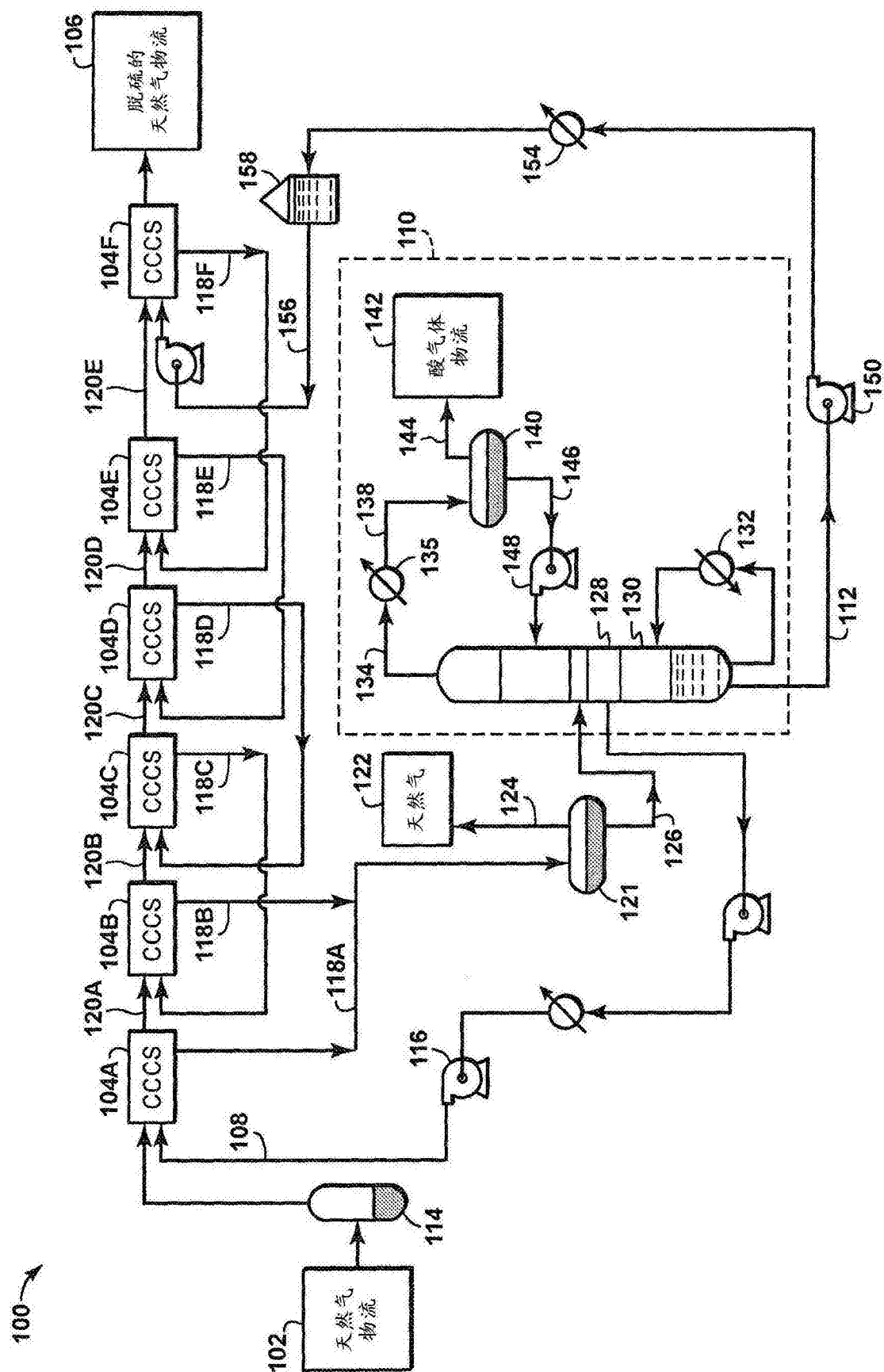


图1A

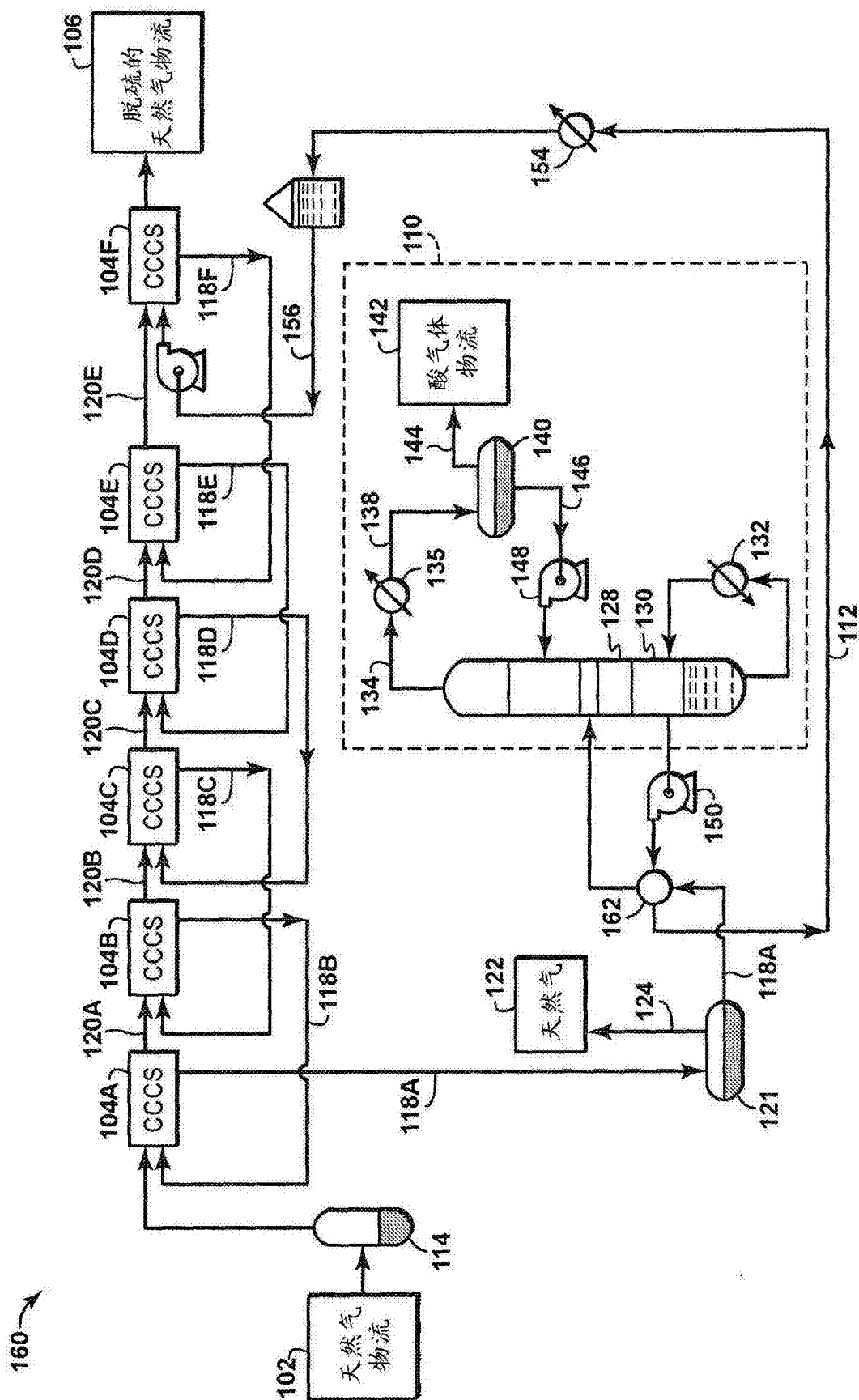


图1B

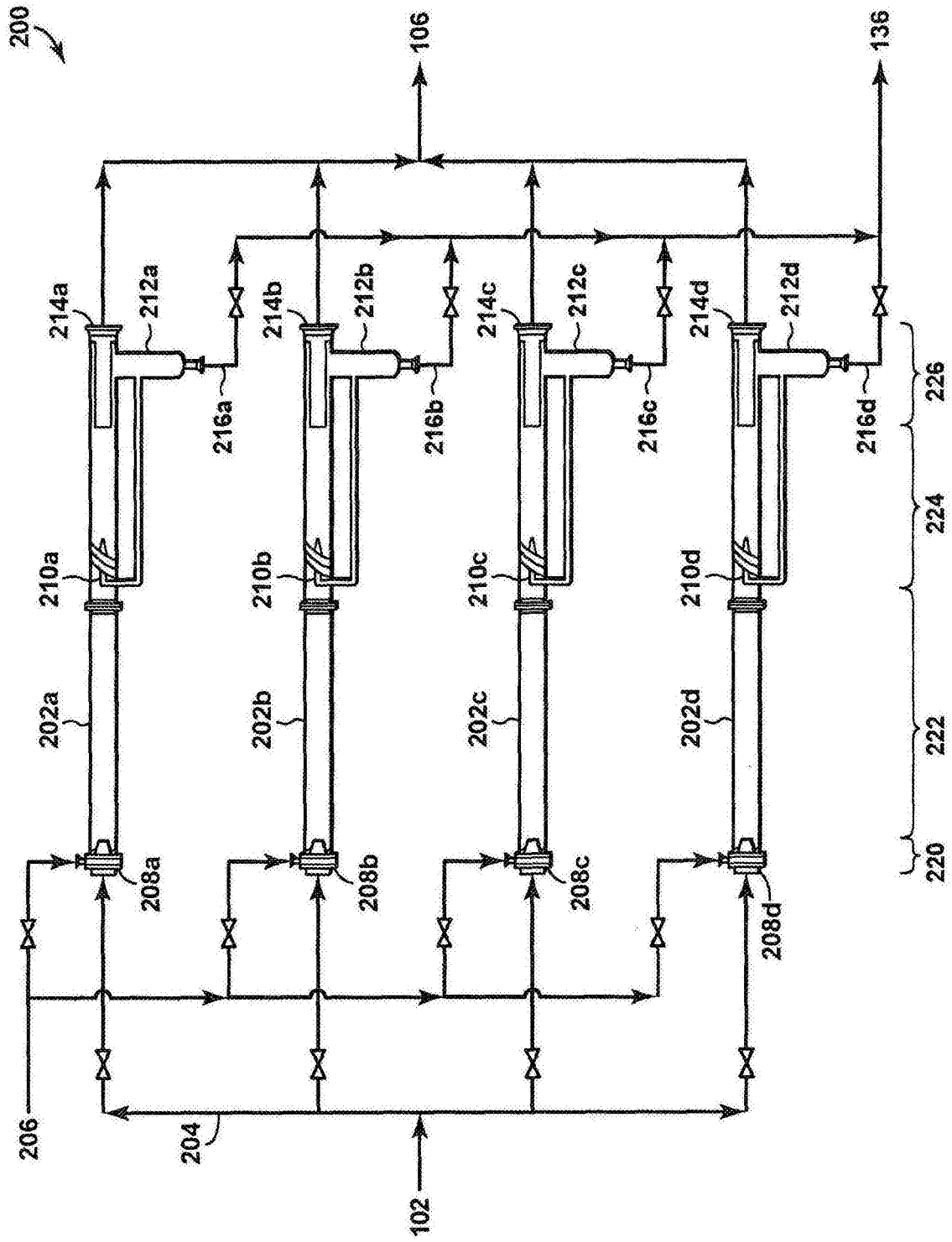


图2

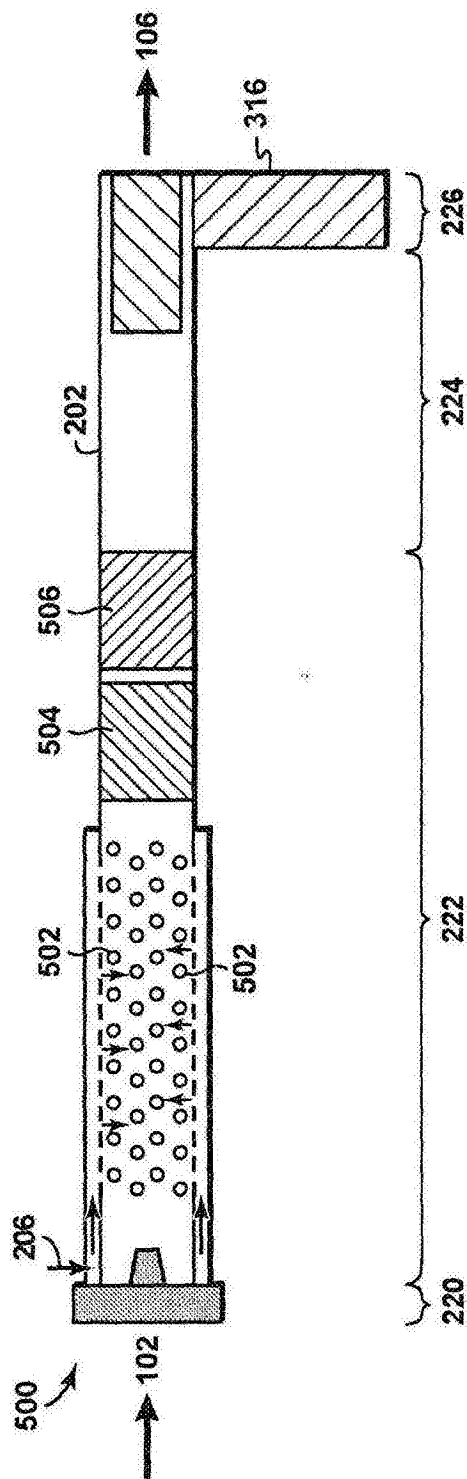


图5

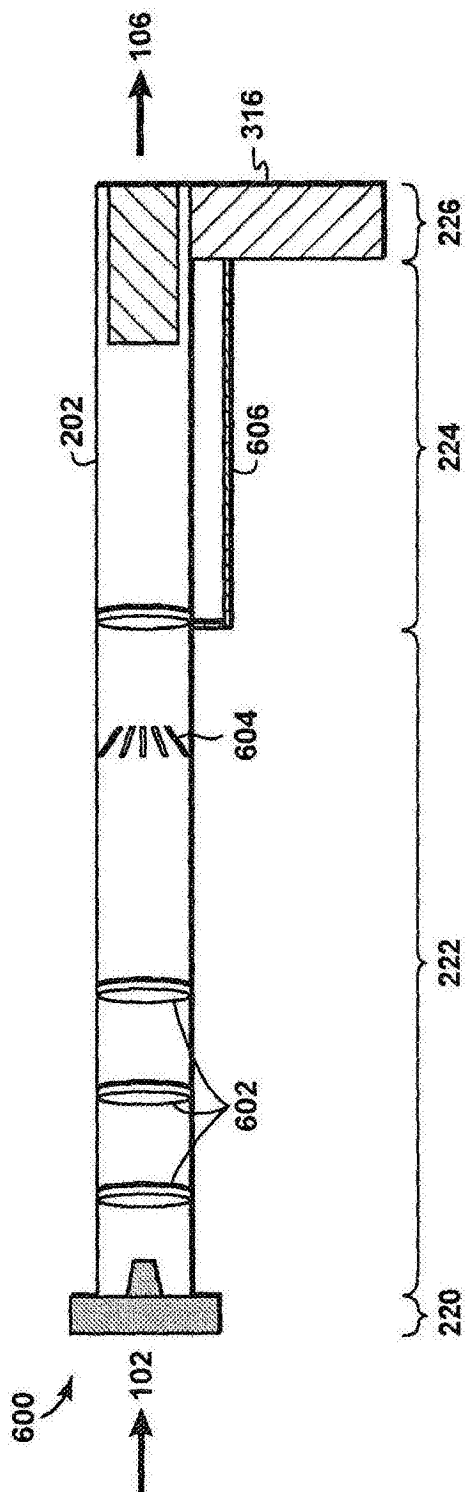


图6