

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-505747

(P2012-505747A)

(43) 公表日 平成24年3月8日(2012.3.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B O 1 D 53/14 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/14 Z A B C	4 D O O 2
<b>B O 1 D 53/62 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/34 1 3 5 Z	4 D O 2 O
<b>B O 1 D 53/52 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/34 1 2 7 C	
<b>B O 1 D 53/77 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/34 1 2 7 B	
<b>B O 1 D 53/50 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/14 1 O 2	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-532107 (P2011-532107)	(71) 出願人	500450727
(86) (22) 出願日	平成21年8月27日 (2009.8.27)		エクソンモービル アップストリーム リ
(85) 翻訳文提出日	平成23年4月13日 (2011.4.13)		サーチ カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/055197		アメリカ合衆国 テキサス州 77252
(87) 国際公開番号	W02010/044956		-2189 ヒューストン ピーオーボッ
(87) 国際公開日	平成22年4月22日 (2010.4.22)		クス 2189
(31) 優先権主張番号	61/105,343	(74) 代理人	100092093
(32) 優先日	平成20年10月14日 (2008.10.14)		弁理士 辻居 幸一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100084663
			弁理士 箱田 篤
		(74) 代理人	100093300
			弁理士 浅井 賢治
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ガス流からの酸性ガスの除去

## (57) 【要約】

流体の分離のためのガス処理設備が提供される。この設備は、直列に置かれた並流接触装置を含む。各並流接触装置は、炭化水素ガスまたは窒素などの非吸収性ガスを含むガス流を受け入れる。ガス流は、また、酸性ガスまたは他の汚染物質も含む。各並流接触装置は、また、液体溶媒流を受け入れる。次いで、並流接触装置は、それぞれ、スイートニングされたガス流およびガス処理溶液を放出する。1つの処理方向において、接触装置は、段階的にスイートニングされるガス流を送り出すように配置構成される。反対の処理方向において、接触装置は、段階的によりリッチなガス処理溶液を送り出すように配置構成される。一態様において、設備は、第1の並流接触装置、第2の並流接触装置、および最後の並流接触装置を少なくとも含む。しかし、2以上の任意の数の並流接触装置が用いられ得る。ガス流を分離するための方法およびプロセスもまた提供される。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

流体流の分離のためのガス処理設備であって、

( i ) 非吸収性ガスおよび酸性ガスを含む初期ガス流、および ( i i ) 第 2 液体溶媒、を受け入れるように配置構成された第 1 並流接触装置であって、 ( i i i ) 部分スイートニングされた第 1 ガス流、および ( i v ) 部分負荷された第 1 ガス処理溶液、を放出するように配置構成されている第 1 並流接触装置、

( i ) 部分スイートニングされた前方からのガス流、および ( i i ) 再生された液体溶媒、を受け入れるように配置構成されており、 ( i i i ) スイートニングされた最終ガス流、および ( i v ) 軽く負荷された最終ガス処理溶液、を放出するように配置構成された最終並流接触装置、

10

を備え、初期ガス流が、

クラウス硫黄回収プロセスからのテールガス流、

$H_2S$  のエンリッチメントを必要とする溶媒再生プロセスからの酸性ガス流、

合成ガス流、

セメントプラントからの酸性ガス、および

ガス処理設備の内部で生成されるガス流、

の少なくとも 1 つである、上記設備。

## 【請求項 2】

ガス処理設備の内部で生成されるガス流が、

20

フラッシュドラムからのフラッシュガス流、または

再生器からの不純物流、

である、請求項 1 に記載のガス処理設備。

## 【請求項 3】

第 1 並流接触装置によって受け入れられる酸性ガスが、主に二酸化炭素を含み、

第 2 液体溶媒、および再生された液体溶媒が、炭化水素を含むガス流から二酸化炭素を選択的に除去するように選択される、

請求項 1 に記載のガス処理設備。

## 【請求項 4】

第 1 並流接触装置によって受け入れられる酸性ガスが、主に硫化水素を含み、

30

第 2 液体溶媒、および再生された液体溶媒が、炭化水素を含むガス流から硫化水素を選択的に除去するように選択される、

請求項 1 に記載のガス処理設備。

## 【請求項 5】

( i ) 部分スイートニングされた第 1 ガス流、および ( i i ) 第 3 液体溶媒、を受け入れるように配置構成され、 ( i i i ) 部分スイートニングされた第 2 ガス流、および ( i v ) 部分負荷された第 2 ガス処理溶液、を放出するように配置構成された第 2 並流接触装置、

をさらに含み、

再生された液体溶媒が、再生された溶媒流の少なくとも一部を含み、それにより、部分負荷された少なくとも第 1 ガス処理溶液から酸性ガスが実質的に除去されている、

40

請求項 1 に記載のガス処理設備。

## 【請求項 6】

部分負荷された第 2 ガス処理溶液から、炭化水素および  $H_2O$  蒸気を放出するためのフラッシュドラム、および

部分負荷された第 2 ガス処理溶液が第 1 並流接触装置に入る前に、部分負荷された第 2 ガス処理溶液の圧力を増すためのポンプ、

をさらに備える、請求項 5 に記載のガス処理設備。

## 【請求項 7】

第 1 並流接触装置、第 2 並流接触装置、最終並流接触装置、またはこれらの組合せが、

50

遠心ミキサー、スタティックミキサー、ミストエリミネーター、ベンチュリ管、電気集塵装置、およびエダクターの少なくとも１つを有する接触時間の短い混合デバイスを備える、

請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 8】

第 1 並流接触装置および第 2 並流接触装置が、シェル内に存在し、  
シェルが冷却される、

請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 9】

ジャケットが、第 1 並流接触装置、第 2 並流接触装置、または両方を囲んで置かれ、  
冷却媒体がジャケット内を循環する、

請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 10】

( i ) 部分スイートニングされた第 2 ガス流、および ( i i ) 第 4 液体溶媒、を受け入れるように配置構成され、 ( i i i ) 部分スイートニングされた第 3 ガス流、および ( i v ) 部分負荷された第 3 ガス処理溶液、を放出するように配置構成された第 3 並流接触装置、

をさらに含み、

第 2 並流接触装置によって受け入れられる第 3 液体溶媒が、第 3 並流接触装置によって放出される、部分負荷された第 3 ガス処理溶液を含み、

部分負荷された第 2 ガス処理溶液が酸性ガスにより、ひどく負荷されている、

請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 11】

最終並流接触装置によって受け入れられる、再生された液体溶媒が、再生された、部分負荷された第 1 ガス処理溶液を含む、請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 12】

最終並流接触装置によって受け入れられる、再生された液体溶媒が、部分負荷された第 2 ガス処理溶液をさらに含み、部分負荷された第 1 および第 2 ガス処理溶液が、一緒に再生されて、最終並流接触装置によって受け入れられる再生された液体溶媒を生成する、請求項 11 に記載のガス処理設備。

【請求項 13】

第 1 接触装置によって受け入れられる第 2 液体溶媒が、再生された溶媒流を、少なくとも部分的に含む、請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 14】

部分負荷された第 2 ガス処理溶液を冷却するための冷却器、  
をさらに備える、請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 15】

第 1 並流接触装置の運転温度が、第 2 並流接触装置、最終接触装置、または両方の運転温度と異なる、

請求項 5 に記載のガス処理設備。

【請求項 16】

第 1 並流接触装置への流体流の入口圧力が、約 15 ~ 100 p s i g である、  
請求項 1 に記載のガス処理設備。

【請求項 17】

第 2 液体溶媒、および再生された液体溶媒が、アミンを含む、  
請求項 1 に記載のガス処理設備。

【請求項 18】

アミンが、第 2 級アミン、第 1 級アミン、第 3 級アミン、またはこれらの組合せを含む、  
請求項 17 に記載のガス処理設備。

【請求項 19】

10

20

30

40

50

第2液体溶媒、および再生された液体溶媒が、物理作用溶媒、または物理作用および化学作用溶媒の混合物を含む溶媒を含む、請求項1に記載のガス処理設備。

【請求項20】

ガス処理設備において初期ガス流を分離する方法であって、ガス流が非吸収性ガスおよび酸性ガスを含み、

第1並流接触装置、第2並流接触装置、および最終並流接触装置（これらの並流接触装置の各々は、（i）ガス流および液体溶媒を受け入れ、（ii）スイートニングされたガス流および別個の負荷されたガス処理溶液を放出する、ように配置構成されている）を準備すること、

順次、段階的にスイートニングされるガス流として、それぞれのスイートニングされたガス流を送り出すように、第1並流接触装置、第2並流接触装置、および最終並流接触装置を配置構成すること、

順次、段階的にリッチなガス処理溶液として、それぞれのガス処理溶液を送り出すように、最終並流接触装置、第2並流接触装置、および第1並流接触装置をさらに配置構成すること、

再生された液体溶媒を、最終並流接触装置に送り出すこと、および

初期ガス流から酸性ガスを除去し、スイートニングされた最終ガス流を送り出すように、ガス処理設備を運転すること、を含む、上記方法。

【請求項21】

非吸収性ガスが炭化水素ガスまたは窒素を含む、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

第1並流接触装置が、（i）初期ガス流、および（ii）第2液体溶媒、を受け入れ、（iii）部分スイートニングされた第1ガス流、および（iv）部分負荷された第1ガス処理溶液、を放出し、

第2並流接触装置が、（i）第1並流接触装置からの部分スイートニングされた第1ガス流、および（ii）第3液体溶媒、を受け入れ、（iii）部分スイートニングされた第2ガス流、および（iv）部分負荷された第2ガス処理溶液、を放出し、

最終並流接触装置が、（i）部分スイートニングされた前方からのガス流、および（ii）再生された液体溶媒、を受け入れ、（iii）スイートニングされた最終ガス流、および（iv）軽く負荷された最終ガス処理溶液、を放出する、

請求項21に記載の方法。

【請求項23】

初期ガス流が、

クラウド硫黄回収プロセスからのテールガス流、

H<sub>2</sub>Sのエンリッチメントを必要とする溶媒再生プロセスからの酸性ガス流、

セメントプラントからの酸性ガス、および

ガス処理設備の内部で生成されるガス流、

の少なくとも1つである、請求項20に記載の方法。

【請求項24】

ガス処理設備の内部で生成されるガス流が、

フラッシュドラムからのフラッシュガス流、または

再生器からの不純物流、

である、請求項23に記載の方法。

【請求項25】

酸性ガスが、主に二酸化炭素を含み、

第2液体溶媒、および再生された液体溶媒が、炭化水素を含むガス流から二酸化炭素を除去するように選択される、

請求項21に記載の方法。

【請求項26】

酸性ガスが、主に硫化水素を含み、

第2液体溶媒、および再生された液体溶媒が、炭化水素を含むガス流から硫化水素を除去するように選択される、  
請求項21に記載の方法。

【請求項27】

初期ガス流が排煙流であり、

非吸収性ガスが窒素を含み、

酸性ガスが主に二酸化炭素を含み、

第2液体溶媒、および再生された液体溶媒が、二酸化炭素を選択的に除去するように選択される、

請求項21に記載の方法。

【請求項28】

最終並流接触装置によって受け入れられるスイートニングされた前方からのガス流が、第2並流接触装置から放出される部分スイートニングされた第2ガス流を含み、

第2並流接触装置によって受け入れられる第3液体溶媒が、最終並流接触装置によって放出される、軽く負荷された最終ガス処理溶液を含む、

請求項22に記載の方法。

【請求項29】

フラッシュドラムを用い、部分負荷された第2ガス処理溶液から、炭化水素および $H_2O$ 蒸気を放出させること、および、その後で、

部分負荷された第2ガス処理溶液が、第1並流接触装置に入る前に、その圧力を増すこと、

をさらに含む、請求項22に記載の方法。

【請求項30】

第1並流接触装置、第2並流接触装置、最終並流接触装置、またはこれらの組合せが、遠心ミキサー、スタティックミキサー、ミストエリミネーター、ベンチュリ管、電気集塵装置、またはこれらの組合せを備える、

請求項22に記載の方法。

【請求項31】

第1並流接触装置への初期ガス流の入口圧力が、約15～1,000psigである、

請求項20に記載の方法。

【請求項32】

第2液体溶媒、および再生された液体溶媒が、アミンを含む、

請求項20に記載の方法。

【請求項33】

アミンが、第2級アミン、第1級アミン、第3級アミン、またはこれらの組合せを含む、請求項32に記載の方法。

【請求項34】

第2液体溶媒、および再生された液体溶媒が、物理作用溶媒、または物理作用および化学作用溶媒の混合物を含む溶媒を含む、

請求項20に記載の方法。

【請求項35】

第2並流接触装置、最終接触装置、または両方の運転温度と異なる温度で、第1並流接触装置を運転すること、

をさらに含む、請求項22に記載の方法。

【請求項36】

ある期間に渡ってガス処理設備を運転すること、

初期ガス流の組成を分析すること、および

初期ガス流の組成の変化に応じて、ガス処理設備を部分修正すること、

をさらに含む、請求項20に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 37】

ガス処理設備を部分修正することが、( i )さらなる並流接触装置を追加すること、( i i )少なくとも1つの並流接触装置の運転温度を変えること、または( i i i )これらの組合せ、の少なくとも1つを含む、請求項 36 に記載の方法。

## 【請求項 38】

第1接触装置によって受け入れられる液体溶媒が、別のガススイートニングプロセスから得られるセミ-リーンプ溶媒の少なくとも一部を含む、請求項 20 に記載の方法。

## 【請求項 39】

ガス流からガス成分を除去するための方法であって、

( a ) 第1接触装置にガス流を通し、次に、第2接触装置にガス流を通すこと、

10

( b ) 第2接触装置において、ガス流と第3吸収性液体とを混合し、接触させること(ここで、第3吸収性液体およびガス流は、第2接触装置内で、並流で流れ、それによって、該ガス成分の第2濃度を有する部分負荷された第2吸収性液体を生成し、該ガス成分の減ったガス流を生成する)、

( c ) 部分負荷された第2吸収性液体を、第2接触装置から回収すること、

( d ) 第2吸収性液体を第1接触装置に通し、第1接触装置内でガス流と第2吸収性液体とを混合し、接触させること(ここで、

第2吸収性液体およびガス流は、第1接触装置を通して並流で流れ、

第1吸収性液体は、部分負荷された第2吸収性液体の少なくとも一部を含み、それにより、該ガス成分の第1濃度を有する第1吸収性液体を生成し、第1吸収性液体における該ガス成分の第1濃度は、第2吸収性液体における該ガス成分の第2濃度より大きい)、および

20

( e ) 第1接触装置から第1吸収性液体を回収すること、を含む、上記方法。

## 【請求項 40】

ステップ( c )において回収される、部分負荷された第2吸収性液体が、第2吸収性液体として第1接触装置に送られる、請求項 39 に記載の方法。

## 【請求項 41】

( f ) 第1吸収性液体を、再生システムに送ること、

( g ) 再生システムにおいて、部分リーンプ吸収性液体およびリーンプ吸収性液体を生成すること(部分リーンプ吸収性液体は、リーンプ吸収性液体における該ガス成分の濃度より高い、該ガス成分の濃度を有する)、

30

( h ) リーンプ吸収性液体をステップ( b )における最終接触装置にリサイクルすること、および

( i ) 部分リーンプ吸収性液体を、第2吸収性液体として、第1接触装置に送ること、をさらに含む、請求項 39 に記載の方法。

## 【請求項 42】

ステップ( a )の一部として、ガス流が第1接触装置に通される前に、ガス流を第3接触装置に通すこと、および、ステップ( c )に続いて、

第3接触装置に第4吸収性液体を通し、第3接触装置において、ガス流と第4吸収性液体とを混合し、接触させること(ここで、第4吸収性液体およびガス流は、第3接触装置の少なくとも一部を通して、並流で流れ、ここで、第3吸収性液体は、部分負荷された第4吸収性液体の少なくとも一部を含み、それにより、該ガス成分の第3濃度を有する第3吸収性液体を生成し、第3吸収性液体における該ガス成分の第3濃度は、第4吸収性液体における該ガス成分の第4濃度より大きい)、および

40

次に、第1接触装置から第3吸収性液体を除去すること、をさらに含む、請求項 39 に記載の方法。

## 【請求項 43】

再生システムにおいて第2吸収性液体を再生し、それにより、リーンプ吸収性液体を生成すること、および

50

リーン吸収性液体を第3吸収性液体としてリサイクルすること、  
をさらに含む、請求項39に記載の方法。

【請求項44】

吸収性液体が、モノエチレングリコール(MEG)、ジエチレングリコール(DEG)、またはトリエチレングリコール(TEG)を含む群から選択される少なくとも1種の化合物を含む乾燥性液体を含む、請求項39に記載の方法。

【請求項45】

ガス流からガス成分を回収するための方法であって、

(a) 2つ以上の一連の接触装置を通して、下流方向に、順次ガス流を流すこと、および

(b) 反対の上流方向に、2つ以上の接触装置の各々にガス流の流れと並流で吸収性液体を通すこと、および、2つ以上の接触装置の各々から、該ガス成分を含む吸収性液体流出を回収すること、

を含み、

ガス流が下流方向に2つ以上の接触装置の各々を通過するにつれて、ガス流は段階的に該ガス成分を失い、

2つ以上の接触装置の各々から回収される吸収性液体が、上流方向に段階的により高い、該ガス成分の濃度を有し、また

2つ以上の接触装置の1つから回収される吸収性液体の少なくとも一部が、ガス流の流れの上流の少なくとも1つの接触装置のための吸収性液体として用いられる、  
上記方法。

【請求項46】

順次ガス流を流すことが、

ガス流を第1接触装置に通すこと、

次いで、少なくとも1つのさらなる接触装置を通すこと、および

次に、最終接触装置を通すこと、

を含む、請求項45に記載の方法。

【請求項47】

吸収性液体を通すことが、

最終接触装置から回収される吸収性液体を、最後から2番目の接触装置に通すこと、

最後から2番目の接触装置から回収される吸収性液体を、最後から3番目の接触装置に通すこと、および

順番に並ぶ接触装置からの吸収性液体の回収を上流方向に続けること、

を含むが、但し、第1接触装置から回収される吸収性液体は、再生システムに送られ、それにより、リーン吸収性液体を生成する、請求項46に記載の方法であって、

最終接触装置へ送られる吸収性液体として、リーン吸収性液体をリサイクルすること、  
をさらに含む、上記方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2008年10月14日に出願された米国特許仮出願第61/105343号の利益を主張する。

本発明は、流体分離の分野に関する。より詳細には、本発明は、炭化水素流体流、または排煙流からの酸性ガスの分離に関する。

【背景技術】

【0002】

油層(reservoir)からの炭化水素の生産は、しばしば、炭化水素と共に、非炭化水素ガスの付随的な生成を伴う。このようなガスは、硫化水素( $H_2S$ )および二酸化炭素( $CO_2$ )などの汚染物質を含む。 $H_2S$ および $CO_2$ が、炭化水素ガス流(例えば、メタンまたはエタン)の一部として生成する時には、原料ガス流は、「サワーガス」と

10

20

30

40

50

呼ばれることがある。 $H_2S$ および $CO_2$ は、しばしば、合わせて「酸性ガス」と呼ばれる。

酸性ガスは、また、合成ガス流、または精製ガス流にも付随し得る。酸性ガスは、また、石炭、天然ガス、または他の炭素質燃料などの炭素質材料の燃焼によっても生成し得る。いずれの場合においても、原料ガス流は、他の「酸性」不純物を含み得る。これらには、メルカプタンおよび痕跡量の他の硫黄化合物が含まれる。このような不純物は、産業または住宅での使用の前に、除去されるべきである。

$H_2S$ 、メルカプタンおよび痕跡量の硫黄化合物は、長い間、分離プロセスを通じて捕捉されているが、 $CO_2$ は、しばしば、単に大気に排出されている。しかし、 $CO_2$ の排出の実施は、特に $CO_2$ の放出の削減を要求する京都議定書を批准した国において、一層厳しく監督されるようになりつつある。したがって、 $CO_2$ を除去するための方法は、特に石油およびガス製造業界内で、ガス処理設備を運転する業界に、一層大きな関心をもたれている。

原料天然ガス流から酸性ガスを除去するための方法が考案されてきた。ある場合には、極低温ガス処理が用いられる。別の場合には、炭化水素流体流が溶媒により処理される。溶媒は、アミンなどの化学作用溶媒を含み得る。サワーガス処理に用いられるアミンの例には、モノエタノールアミン(MEA)、ジエタノールアミン(DEA)、およびメチルジエタノールアミン(MDEA)が含まれる。

#### 【0003】

物理作用溶媒が、アミン溶媒の代わりに用いられることがある。例には、S e l e x o l (登録商標)およびR e c t i s o l (商標)が含まれる。ある場合には、ハイブリッド溶媒(物理作用および化学作用溶媒の混合物を意味する)が用いられている。例は、S u l f i n o l (登録商標)である。しかし、アミン系酸性ガス除去溶媒の使用が最も一般的である。

アミン系溶媒は、酸性ガスとの化学反応に頼る。反応プロセスは、「ガススイートニング」と呼ばれることがある。このような化学反応は、特に約300 p s i a (2.07 MPa)未満のフィードガス圧力で、物理作用に基づく溶媒より、一般に効果的である。F L E X S O R B (商標)などの特別な化学作用溶媒が、特に $CO_2$ 含有ガス流から $H_2S$ を選択的に除去するために、用いられる場合がある。

#### 【0004】

ガススイートニングプロセスの結果として、処理された、つまり「スイート」ガス流が生成される。スイートガス流では、 $H_2S$ および/または $CO_2$ 成分が実質的になくなっている。スイートガスは、液体回収のために、すなわち、比較的重質の炭化水素ガスを凝縮させて除くことによって、さらに処理され得る。代わりに、スイートガスは、 $CO_2$ 濃度が、例えば約50 ppm未満であれば、販売されてパイプラインに送り込まれ得る、または、液化天然ガス(LNG)フィードのために用いられ得る。さらに、スイートニングされたガス流は、ガス液化プロセスのための供給原料として用いることができ、この場合、最終的には、ワックス、ブタン、潤滑油、グリコールおよび他の石油系製品を製造するために使用され得る。抽出される $CO_2$ は、石油増進回収(enhanced oil recovery, EOR)作業向けに販売される、そうでなければ使用され得る。

#### 【0005】

伝統的に、化学作用溶媒を用いる酸性ガスの除去は、原料天然ガス流を溶媒に向流として接触させることを含む。原料ガス流は、接触塔の底部に導入される。同時に、溶媒溶液が、塔の頂部に導入される。塔は、トレイ、充填物または他の「内在物」を有する。液体溶媒が内在物を通して流れ落ちる時に、それは、望ましくない酸性ガス成分を吸収し、それらを、「リッチ(rich)」溶媒溶液の一部として、接触塔の底を通して運び去る。同時に、 $H_2S$ および/または $CO_2$ のほとんどなくなったガス流体が、塔頂から出ていく。

ガスまたは炭化水素液体の流れから酸性ガス( $H_2S$ および/または $CO_2$ )を吸収するために、様々な吸収性液体を用いることが一般的である。吸収により、吸収性液体は「リ

10

20

30

40

50



ッチ」であると言われる。吸収の後で、吸収性液体の活性溶媒から酸性ガスを分離するために、再生（「脱離」とも呼ばれる）プロセスが用いられ得る。これは、「リーン（lean）」溶媒を生成し、次いで、通常、さらなる吸収のためにリサイクルされる。

ガススイートニングプロセスの例は、図1に例示されている。図1は、原料ガス流から酸性ガスを除去するための、知られているガス処理設備の概略図である。CO<sub>2</sub>をリーン溶媒と向流接触させるための例示的な塔が、114に見られる。塔114内での原料ガス流と液体溶媒との間の激しい接触により、溶媒によってCO<sub>2</sub>（または他の酸性ガス）が吸収される。図1の設備は、下でより詳細に説明される。

#### 【0006】

H<sub>2</sub>SおよびCO<sub>2</sub>の洗浄除去（scrubbing）に用いられる、知られている向流接触塔（例えば、塔114）は、非常に大きく重くなりがちである。これは、海洋での石油およびガス生産用途において、特別な困難を生じる。それゆえに、石油およびガスの回収に常に付随する、炭化水素ガス流からの酸性ガスの除去に役立つ、より小さい並流接触装置を主に用いる、改善されたガス処理設備が求められている。

10

「Acid Gas Removal」という名称の国際特許出願WO03/072226は、2つの「ミキサー」を含む「接触装置ユニット50」の使用を教示するという事に留意されたい。ミキサーの一方または両方が、酸性ガスの除去のための並流装置であり得る。ミキサーは、サワーガス流（流れ5）の前処理を行い、その後、ガス（前処理されたガス流5a）は、通常の向流カラム（接触装置1）に送り出される。接触装置ユニット50の2つのミキサーは、前処理プロセスのために、セミ-リーン（semi-lean）アミンを受け入れるだけである。このセミ-リーンアミンは、設備内の4つの別個の「使用後」アミン流29、30、36および53から来る。接触装置ユニット50を出ていく、前処理されたガス流5aは、部分スイートニングされただけの状態のままである。さらなる酸性ガス除去は、再生ユニット11からの再生されたアミンを用いて、従来の向流カラム1で行われる。

20

#### 【0007】

最近、発電プラントおよび他のタイプの産業プラントの排煙からCO<sub>2</sub>を捕捉し、封鎖することに関心が高まってきた。米国における全CO<sub>2</sub>排出の約40%が発電所によって生成されているという推定がある。CO<sub>2</sub>を捕捉し、それを、地表下の油層に蓄えるか、または、ことによると、それを、さらなる石油を回収するためのミシブル（miscible）石油増進回収（EOR）剤として用いるかのいずれかが望ましい。それゆえに、発電プラントの排煙からCO<sub>2</sub>を除去するのに役立つ、改善されたガス処理設備が、さらに求められている。

30

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

流体流の成分の分離のためのガス処理設備が提供される。流体流は、少なくとも1種の実質的に非吸収性ガスおよび酸性ガスを含む。酸性ガスは、二酸化炭素、硫化水素、またはこれらの組合せであり得る。流体流は、例えば、炭化水素回収工程からのガス流、産業プラントからの排煙流、またはガス処理設備内で生じるガス流であり得る。代わりに、流体流は、製油所内からのサワーガス流、例えば、接触水素化脱硫プロセスからのガス流、クラウス硫黄回収プロセスからのテールガス流、H<sub>2</sub>Sのエンリッチメントを必要とする溶媒再生プロセスからの酸性ガス流、または合成ガス流であり得る。

40

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

前記設備は、直列に置かれた複数の並流接触装置を含む。各並流接触装置は、実質的に非吸収性ガスおよび酸性ガスを含むガス流を受け入れる。実質的に非吸収性ガスは、例えば、窒素または炭化水素ガスであり得る。各並流接触装置は、また、液体溶媒流も受け入れる。次いで、並流接触装置は、それぞれ、スイートニングされたガス流、および別個のガス処理溶液を放出する。1つの処理方向において、接触装置は、段階的にスイートニングされるガス流を

50

送り出すように配置構成される。反対の処理方向において、接触装置は、段階的によりリッチなガス処理溶液を送り出すように配置構成される。

【0010】

設備は、第1並流接触装置と、少なくとも最終並流接触装置とを含む。任意の数の中間の並流接触装置（すなわち、第2接触装置、第3接触装置など）が、流体流から酸性ガス含量をさらに低下させるために使用され得る。直列で用いられる接触装置の数は、元のガス流における酸性ガス濃度、および望まれる酸性ガス除去の度合い、すなわち望まれる「スイートニング」に応じて決まる。

第1並流接触装置は、(i)非吸収性ガスおよび酸性ガスを含む初期ガス流、ならびに(ii)第2液体溶媒を受け入れるように配置構成される。第2液体溶媒は、直列内の次の接触装置（これは、第2接触装置、または、2つの接触装置だけが用いられる場合、最終接触装置のいずれかであり得る）によって生成される。第1接触装置は、また、(iii)部分スイートニングされた第1ガス流、および(iv)部分負荷された第1ガス処理溶液を放出するように配置構成される。

【0011】

設備は、第1並流接触装置に直列に、第2並流接触装置を任意選択で含んでもよい。第2接触装置は、(i)部分スイートニングされた第1ガス流、および(ii)第3液体溶媒を受け入れるように配置構成される。第3液体溶媒は、直列の次の接触装置（これは、第4接触装置、または、3つの接触装置だけが用いられる場合、最終接触装置のいずれかであり得る）によって生成される。第2接触装置は、また、(iii)部分スイートニングされた第2ガス流、および(iv)部分負荷された第2ガス処理溶液を放出するように配置構成される。この場合、部分負荷された第2ガス処理溶液が、第2液体溶媒である。

【0012】

最終接触装置は、第1接触装置、および第1接触装置と最終接触装置との中間に任意選択で用いられる任意の他の接触装置と直列になっている。例は、第2接触装置であり得る。最終の並流接触装置は、(i)後続くスイートニングされたガス流、および(ii)再生された液体溶媒を受け入れるように配置構成される。次の接触装置は、また、(iii)スイートニングされた最終ガス流、および(iv)軽く負荷された最終ガス処理溶液を放出するように配置構成される。第2接触装置だけが、第1および最終接触装置の中間に用いられる場合、最終接触装置により受け入れられる、後続くスイートニングされたガス流は、第2接触装置によって放出される、部分スイートニングされた第2ガス流である。言うまでもなく、さらなる接触装置が用いられる場合、前記の後続くスイートニングされたガス流は、最終接触装置の前で、直列における最後の接触装置からのスイートニングされたガス流である。本発明は、スイートニングされた最終ガス流を生成するために用いられる並流接触装置の数によって限定されない。しかし、少なくとも3つが用いられることが好ましい。

【0013】

一実施形態において、最終接触装置に加えて、3つの並流接触装置が、直列で用いられる。この配置構成では、最終並流接触装置によって受け入れられ、スイートニングされる最後のガス流は、第3並流接触装置から放出される部分スイートニングされた第3ガス流を含む。第3接触装置によって受け入れられる第4液体溶媒は、最終接触装置によって放出される軽く負荷された最終ガス処理溶液を含む。

設備は、部分負荷された第1ガス処理溶液を少なくとも受け入れ、再生された液体溶媒流を生成するように配置構成された液体溶媒再生器を、好ましくはさらに含む。最終並流接触装置によって受け入れられる、再生された液体溶媒は、再生された液体溶媒流の少なくとも一部を含み、それにより、部分負荷された少なくとも第1ガス処理溶液から酸性ガスが実質的に除去されている。

一態様において、酸性ガスは、二酸化炭素を主に含む。この場合には、第2液体溶媒、および再生された液体溶媒は、ガス流から二酸化炭素を除去するように選択される。別の

態様において、酸性ガスは、硫化水素を主に含む。この場合には、第2液体溶媒、および再生された液体溶媒は、ガス流から硫化水素を除去するように選択される。 $H_2S$ および $CO_2$ は、逐次的に実施される別々のプロセスを通じて吸収され得ることが理解される。

#### 【0014】

ガス処理設備において初期ガス流を分離する方法もまた提供される。ガス流は、非吸収性ガスおよび酸性ガスを含む。初期ガス流は、好ましくは、炭化水素回収工程からのガス流、または産業プラントからの排煙流である。炭化水素回収工程の場合には、非吸収性ガスは、通常、炭化水素ガスである。産業プラントからの排煙である場合には、非吸収性ガスは通常窒素である。

一実施形態において、前記方法は、少なくとも、第1並流接触装置、第2並流接触装置および最終並流接触装置を準備するステップを含む。これらの並流接触装置の各々は、ガス流および液体溶媒を受け入れるように配置構成される。さらに、これらの接触装置の各々は、スイートニングされたガス流、および、別個の部分負荷されたガス処理溶液を放出するように配置構成される。

前記方法は、また、第1並流接触装置、第2並流接触装置および最終並流接触装置を、段階的にスイートニングされるガス流を、順次、送り出すように、配置構成すること、ならびに、最終並流接触装置、第2並流接触装置および第1並流接触装置を、段階的によりリッチなアミン溶液を、順次、送り出すように、さらに配置構成することを含む。こうして、段階的にスイートニングされるガス流が、第1の処理方向に放出され、他方、段階的によりリッチなガス処理溶液が、第2の反対の処理方向に放出される。さらに、前記方法は、再生された液体溶媒を、最終並流接触装置に送り出すこと、および、初期ガス流から酸性ガスを除去し、スイートニングされた最終ガス流を送り出すように、ガス処理設備を運転すること、を含む。

#### 【0015】

一態様において、第1並流接触装置は、(i)初期ガス流、および(ii)第2液体溶媒、を受け入れ、(iii)部分スイートニングされた第1ガス流、および(iv)部分負荷された第1ガス処理溶液、を放出し、

第2並流接触装置は、(i)第1並流接触装置からの部分スイートニングされた第1ガス流、および(ii)後続く中間液体溶媒、を受け入れ、(iii)部分スイートニングされた第2ガス流、および(iv)部分負荷された第2ガス処理溶液、を放出し、また

最終並流接触装置は、(i)部分スイートニングされた最後から2番目のガス流、および(ii)再生された液体溶媒、を受け入れ、(iii)スイートニングされた最終ガス流、および(iv)軽く負荷された最終ガス処理溶液、を放出する。

#### 【0016】

これらの3つの接触装置だけが用いられる場合、第1中間液体溶媒は、第1接触装置からの部分負荷された最終ガス処理溶液であり、後続くスイートニングされたガス流は、部分スイートニングされた第2ガス流である。

#### 【0017】

別の態様において、ガス流からガス成分を除去するための方法が提供され、この方法は、

(a)第1接触装置にガス流を通し、次に、第2接触装置にガス流を通すこと、

(b)第2接触装置において、ガス流と第3吸収性液体とを混合し、接触させること(ここで、第3吸収性液体およびガス流は、第2接触装置内で、並流で流れ、それにより、該ガス成分の第2濃度を有する部分負荷された第2吸収性液体を生成し、該ガス成分の減ったガス流を生成する)、

(c)部分負荷された第2吸収性液体を、第2接触装置から回収すること、

(d)第2吸収性液体を第1接触装置に送り、第1接触装置内でガス流と第2吸収性液体とを混合し、接触させること(ここで、

第2吸収性液体およびガス流は、第1接触装置を通して並流で流れ、

第1吸収性液体は、部分負荷された第2吸収性液体の少なくとも一部を含み、それによ

り、該ガス成分の第 1 濃度を有する第 1 吸収性液体を生成し、第 1 吸収性液体における該ガス成分の第 1 濃度は、第 2 吸収性液体における該ガス成分の第 2 濃度より大きい)、および

( e ) 第 1 接触装置から第 1 吸収性液体を回収すること、を含む。

【 0 0 1 8 】

ガス流からガス成分を除去するための方法が、また提供される。一態様において、この方法は、

( a ) 2 つ以上の一連の接触装置を通して、下流方向に、順次ガス流を流すステップ、および

( b ) 2 つ以上の接触装置の各々に、ガス流の流れと並流で、吸収性液体を通すステップ、および、2 つ以上の接触装置の各々から、該ガス成分を含む吸収性液体流出流を回収するステップ、

を含み、

ここで

ガス流が下流方向に 2 つ以上の接触装置の各々を通過するにつれて、ガス流は段階的に該ガス成分を失い、

2 つ以上の接触装置の各々から回収される吸収性液体は、上流方向に段階的により高い、該ガス成分の濃度を有し、また

2 つ以上の接触装置の 1 つから回収される吸収性液体の少なくとも一部は、ガス流の流れの上流の少なくとも 1 つの接触装置のための吸収性液体として用いられる。

順次ガス流を流すステップは、例えば、ガス流を第 1 接触装置に、次いで、少なくとも 1 つのさらなる接触装置に、次に、最終接触装置に通すことを含み得る。

【 0 0 1 9 】

吸収性液体を通すステップは、

最終接触装置から回収された吸収性液体を、最後から 2 番目の接触装置に通すこと、

最後から 2 番目の接触装置から回収された吸収性液体を、最後から 3 番目の接触装置に通すこと、および

順番に並ぶ接触装置からの吸収性液体の回収を上流方向に続けること、

を含み得るが、但し、第 1 接触装置から回収される吸収性液体は、再生システムに送られ、それにより、リーン吸収性液体を生成し、

前記方法は、最終接触装置へ送られる吸収性液体として、リーン吸収性液体をリサイクルすること、をさらに含む。

【 0 0 2 0 】

本発明がよりよく理解され得るように、特定の実例、図表および / または流れ図が、本明細書に添付されている。しかし、図は、本発明の選ばれた実施形態を例示しているにすぎず、それゆえに、本発明は他の等しく有効な実施形態および応用の余地があり得るので、範囲の限定と見なされるべきではないということに留意されたい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 原料ガス流からの酸性ガスの除去のための、知られているガス処理設備の概略図である。このプロセスは、向流接触塔を用いる。

【 図 2 A 】 ガス流からの酸性ガスの除去のための、一実施形態における、本発明によるガス処理設備の概略図である。ガス流は、炭化水素生産工程に付随するガス流、炭化水素ガスを含む何らかの他のガス流、または産業プラントからの排煙流であり得る。

【 図 2 B 】 ガス流からの酸性ガスの除去のための、別の実施形態における、ガス処理設備の概略図である。ガス流は、やはり、炭化水素生産工程に付随するガス流、産業プラントからの排煙流、または他のガス流であり得る。

【 図 3 A 】 一実施形態における、図 2 A のガス処理設備の部分概略図である。ここでは、3 つの並流分離デバイスまたは「接触装置」がシェル内に置かれている。

【図 3 B】別の実施形態における、図 2 A のガス処理設備の部分概略図である。ここでは、専用の冷却器が、選択された溶媒溶液を冷却器温度まで冷却するために用いられている。

【図 4】別の実施形態における、図 2 のガス処理設備の部分概略図である。ここでは、フラッシュドラムおよび増圧ポンプが、第 3 リッチ溶媒溶液流に沿って置かれている。

【図 5】ガス生成設備の概略図である。この設備は、リッチ溶媒溶液から酸性ガスを除去するために、一連の並流接触装置を用いる。

【発明を実施するための形態】

【0022】

定義

本明細書で用いられる場合、用語「並流接触デバイス」または「並流接触装置」は、(i) ガス流、および (ii) 溶媒の別個の流れを、ガス流および溶媒の流れが接触デバイス内で概ね同じ方向に流れながら互いに接触する様に、受け入れる容器を意味する。非限定的例には、エダクターおよびコアレセサー (coalescer)、またはスタティックミキサー + 液体分離装置 (deliquidizer) が含まれる。

「非吸収性ガス」は、ガススイートニングプロセスの間に溶媒によってそれ程吸収されないガスを意味する。

本明細書で用いられる場合、用語「天然ガス」は、原油井から (付随ガス)、または地下ガス含有層から (非付随ガス) 得られる多成分ガスを表す。天然ガスの組成および圧力は、かなり変わり得る。典型的な天然ガス流は、重要な成分としてメタン ( $C_1$ ) を含む。天然ガス流は、また、エタン ( $C_2$ )、より高い分子量の炭化水素、および 1 種または複数の酸性ガスも含み得る。天然ガスは、また、少量の汚染物質、例えば、水、窒素、硫化鉄、ワックス、および原油も含み得る。

本明細書で用いられる場合、「酸性ガス」は、水に溶けて酸性溶液を生成する任意のガスを意味する。酸性ガスの非限定的例には、硫化水素 ( $H_2S$ )、二酸化炭素 ( $CO_2$ )、二酸化硫黄 ( $SO_2$ )、二硫化炭素 ( $CS_2$ )、硫化カルボニル ( $COS$ )、メルカプタン、またはこれらの混合物が含まれる。

【0023】

「排煙」は、炭化水素の燃焼の副生成物として生成する任意のガス流を意味する。

用語「産業プラント」は、少なくとも 1 種の炭化水素または酸性ガスを含むガス流を生成する任意のプラントを表す。1 つの非限定的例は、石炭による発電プラントである。別の例は、低圧で  $CO_2$  を放出するセメントプラントである。

用語「液体溶媒」は、選択的に酸性ガスを吸収することによって、ガス流から酸性成分の少なくとも一部を除去する、または「洗浄除去する」、実質的に液体相の流体を意味する。ガス流は、炭化水素ガス流、または他のガス流、例えば、窒素を含むガス流であり得る。

【0024】

「スイートニングされたガス流」は、酸性ガス成分の少なくとも一部が除去された、実質的に気相の流体流を表す。

本明細書で用いられる場合、用語「炭化水素」は、それらだけに限られるわけではないが主に、元素の水素および炭素を含む、有機化合物を表す。炭化水素は、一般に、2 つの種類：脂肪族、すなわち直鎖の炭化水素、および環状、すなわち閉じた環の炭化水素 (環状テルペンが含まれる) に分けられる。炭化水素含有材料の例には、燃料として用いられ得る、または燃料へとアップグレードされ得る、任意の状態の天然ガス、石油、石炭、およびピチューメンが含まれる。

本明細書で用いられる場合、ガス流からの、選択されたガス成分の、吸収性液体による除去に関連する、用語「リーン」および「リッチ」は、相対的であり、それぞれ、選択されたガス成分の、比較的少ないまたは比較的多い含有度合いを、単に意味する。個々の用語「リーン」および「リッチ」は、それぞれ、吸収性液体が選択されたガス成分を全く含んでいないこと、または、それが選択されたガス成分をさらに吸収できないことのいずれ

10

20

30

40

50

かを、必ずしも示さない、または要求しない。実際に、下で明らかとなるように、2つ以上の一連の接触装置における第1接触装置において生成される、いわゆる「リッチ」吸収性液体は、かなりの、または相当な、残存する吸収能力を保持していることが好ましい。逆に、「リーン」吸収性液体は、かなりの吸収能力があると理解されるであろうが、除去されているガス成分の僅かな濃度を保っていてもよい。

本明細書で用いられる場合、用語「流体」は、ガス、液体、およびガスと液体の組合せをさらには、ガスと固体、および液体と固体の組合せを表す。

#### 【0025】

##### 特定の実施形態の説明

図1は、知られている化学作用溶媒に基づくガス処理設備100を例示する。設備100は、サワーガス（流れ110で示される）をスイートガス（流れ130で示される）に変換するように運転される。サワーガス流110は、接触装置114に入り、一方、スイートガス流130は、接触装置114を出ていく。

図1は、ガス処理設備100の、選ばれた特徴だけを明確にすることを意図した、単純化された概略図であることが理解されるであろう。ガス分離プロセスは、通常、さらに多くの構成要素、例えば、ヒーター、チラー、凝縮器、液体ポンプ、ガスコンプレッサー、ブロアー、他のタイプの分離および/または分別装置、バルブ、スイッチ、制御装置、圧力-、温度-、レベル-、および流量-測定デバイスを含む。

ガス流110は、例えば、炭化水素回収工程からの原料天然ガスであり得る。ガス流110は、炭化水素ガスなどの、少なくとも1種の非吸収性ガスを含む。さらに、ガス流110は、少なくとも1種の酸性ガスを含む。酸性ガスの例は、二酸化炭素である。サワー天然ガス流は、少なくとも1種の炭化水素ガスと共に、例えば、1～10%の $H_2S$ および/または1～10%の $CO_2$ を含み得る。

#### 【0026】

ガス流110の圧力は、かなり変わり得ることが理解されるべきである。適切な圧力は、大気圧と数千psigとの間の範囲であり得る。しかし、天然ガス処理に充てられる場合には、ガス流110は、少なくとも100psig、より典型的には少なくとも500psig、より一層典型的には少なくとも700psig、最も典型的には少なくとも900psigであることが特に好ましい。さらに、ガスの圧力の少なくとも一部は、ガス処理設備100に入るガス流110の圧力に起因すると、通常、想定されている。適切な場合、圧力はまた、1つまたは複数のコンプレッサー（示されていない）を用いて、上げられ得ることもまた理解されるべきである。排煙からの $CO_2$ 捕捉の場合には、圧力は、通常、大気圧に非常に近いであろうが、ガスの圧力をいくらか上げるためにコンプレッサーが使用され得る。

#### 【0027】

接触装置114に入る前に、サワーガス流110は、入口分離器112を通過する。入口分離器112は、塩水および掘削流体などの不純物を濾過して除く役目を果たす。それは、また、凝縮した如何なる炭化水素も除去し得る。ある程度の粒子の濾過もまた行われ得る。酸性ガス処理プロセスの間の液体溶媒の泡立ちを防ぐように、ガス流110を清浄に保つことが望ましいことが理解される。

接触装置114を出て、スイートガス流130は出口分離器132を通過する。出口分離器132は、接触装置114から上に運ばれてきた如何なる液体溶媒も、ガス相から離脱するようにする。出口分離器132は、また、蒸気相の溶媒を捕捉するための水洗容器としても用いられ得る。接触装置114は、800と1,000psigの間などの高圧で運転される。スイートニングされた最終ガス流134は、出口分離器132から放出される。

#### 【0028】

リーン溶媒流120も、また、接触装置114に入る。溶媒流120は、接触装置114に近い溶媒タンク122から始まる。接触装置114への溶媒流120の移動は、適切な圧力下で溶媒流120を接触装置114へ移動させるポンプ124によって助けられる

。ポンプ 124 は、溶媒流 120 の圧力を、例えば、1,000 p s i g 以上に高める。溶媒流 120 は、第 2 級アミン、第 1 級アミンまたは第 3 級アミンなどの化学作用溶媒であり得る。溶媒流 120 は、また、イオン性液体でもあり得る。説明のために、本明細書では、溶媒流 120 は、互換性をもって、アミンもしくは化学作用溶媒、または液体溶媒もしくは吸収性溶媒と呼ばれることもある。

通常低圧である排煙を扱う時など、特定の状況下に、接触装置 114 に入る前に、ガス流 110 から、 $\text{SO}_2$  を除去することが有利であり得る。これは、示されていない、または本明細書において説明されない、別のプロセスによって行われる。 $\text{SO}_2$  が存在する場合、それは、接触装置 114 において熱安定性塩を生成し得る。 $\text{SO}_2$  は、特別な溶媒および専用の接触装置を用いて除去され得る。また、腐食防止剤が、接触プロセスにおける  $\text{O}_2$  とスチールとの反応を阻害するために必要であり得る。

#### 【0029】

一旦、接触装置 114 の内部に入ると、ガス流 110 からのガスは、接触装置 114 を通って上向きに移動する。通常、1 つまたは複数のトレイまたは他の内在物（示されていない）が、接触装置 114 内に備わっていて、間接的な天然ガス流路を生じ、またガスと液体相との間の界面を生じる。同時に、リーン溶媒流 120 からの液体は、接触装置 114 内を下向きに、相次ぐトレイを横切って移動する。トレイは、天然ガスと溶媒流 120 との相互作用を助ける。

接触装置 114 は、向流方式に基づいて運転される。このために、天然ガスは、接触装置 114 を通して 1 つの方向に導かれ、他方、化学作用溶媒は、接触装置 114 を通して反対の方向に導かれる。2 つの流体材料が相互作用するにつれ、下降流溶媒は、上昇流サワーガスから、 $\text{H}_2\text{S}$  および / または  $\text{CO}_2$  を吸収して、スイートニングされたガス流 130 が生成する。さらに、リッチ溶媒流 140 は接触装置 114 を出ていく。リッチ溶媒流 140 は、吸収した酸性ガスリッチなアミン溶液である。

#### 【0030】

溶媒は、二酸化炭素分子よりも硫化水素分子を優先的に除去し得ると理解されている。第 3 級アミンは、通常、 $\text{H}_2\text{S}$  のように速くは  $\text{CO}_2$  を効果的にストリップしないであろう。したがって、2 つの別個の処理設備 100 が、順次運転され、1 つは、主として硫化水素をストリップするように構成され、他方は、主に二酸化炭素をストリップするように設計され得る。実質的に  $\text{H}_2\text{S}$  を含まない  $\text{CO}_2$  の流れを生成することが有利であり得る。

#### 【0031】

得られる「リッチ」溶媒流 140 は、フラッシュドラム 142 を通って移動する。フラッシュドラム 142 は、約 100 ~ 150 p s i g の圧力で運転される。フラッシュドラム 142 は、通常その中の溶媒流 140 に、混合作用または曲がりくねった流路を生み出す内部部品を有する。メタンおよび  $\text{CO}_2$  などの残留ガスが、溶媒流 140 から、ライン 144 を通してフラッシングする。ライン 144 に捕捉された残留ガスの酸性ガス含量は、例えば、ライン 120 からの少量の新鮮なアミンに接触させられた場合、約 100 p p m まで減らされ得る。この濃度は、残留ガスが、設備 100 の燃料ガスとして使用され得るのに十分なだけ小さい。

#### 【0032】

残りのリッチ溶媒流 146 は温かい。しかし、再生の前に、溶媒流 146 の温度をさらに上げることが望ましい。これを実施するために、リッチ溶媒流 146 は、熱交換器 148 を通過する。熱交換器 148 により、リッチ溶媒流 146 は、下でさらに説明される高温の再生アミンまたは溶媒流 160 に曝されるせいで、さらに温められる。

熱交換器 148 を通過した後、リッチ溶媒流 146 は、再生器 150 へと導かれる。再生器 150 は、約 15 ~ 25 p s i g の圧力で運転される大きな直径の容器である。再生器 150 は、リボイラー 154 より高い所に、トレイまたは他の内在物（示されていない）を通常備えるストリッパー部分 152 を画定している。熱源 156 が、リボイラー 154 に供給されて、再生器 150 の内部に蒸気の往来（v a p o r t r a f f i c）を生

10

20

30

40

50

じる。リボイラー 154 は、アミンから水、 $H_2S$  および  $CO_2$  を蒸発させて除くために、その熱源として、通常、水蒸気を用いる。

#### 【0033】

再生器 150 は、接触装置 114 での再利用のためにリサイクルされる、再生された、または「リーン」溶媒流 160 を生成する。リーン溶媒流 160 は、再生器 150 を出て、熱交換器 148 を通過する。リーン溶媒流 160 は、約  $265^{\circ}F$  の温度である。熱交換器 148 におけるリッチ溶媒流 146 との熱的接触は、リーニアミン流 160 を幾分冷却するのに役立つ。

濃縮された  $CO_2$  (および、存在する場合、 $H_2S$ ) を含む、再生器 150 からのストリップングされたオーバーヘッドガスは、再生器 150 を、不純物流 170 として出ていく。 $CO_2$  リッチ不純物流 170 は、凝縮器 172 に移動する。凝縮器 172 は、不純物流 170 を冷却する役目を果たす。凝縮器 172 は、空気ファン冷却器であり得る、または、海水を用いる熱交換器であり得る。不純物流 170 を冷却することは、水をなくする役目を果たす。これは、必要とされる水の補給を最小限にする助けとなる。酸性ガスおよび遊離水が存在する場合、システムのこの部分は、通常、高合金金属で被覆される。

#### 【0034】

冷却された不純物量 170 は、不純物流 170 から、残っている如何なる液体も分離する、還流アキュムレーター 174 を通って移動する。次いで、実質的に純粋な酸性ガス流 176 (水蒸気で飽和している) が生成される。酸性ガス流 176 が  $CO_2$  を含む場合、 $CO_2$  は、圧縮により封鎖され得る。酸性ガス流 176 が  $H_2S$  を含む場合、 $H_2S$  は、硫黄回収ユニット (示されていない) で元素硫黄に変換され得る。この場合、還流アキュムレーター 174 は、いわゆるクラウスプロセスに原料供給し得る。

「クラウスプロセス」は、硫化水素含有ガス流から元素硫黄を回収するために、天然ガスおよび精製業界によって用いられることがあるプロセスである。手短に言えば、元素硫黄を生成するためのクラウスプロセスは、2つの主なセクションを含む。第1セクションは、 $H_2S$  が、約  $1,800 \sim 2,200^{\circ}F$  で元素硫黄に変換される熱セクションである。熱セクションには、触媒は全く存在しない。第2セクションは、元素硫黄が、 $400 \sim 650^{\circ}F$  の間の温度で、適切な触媒 (例えば、アルミナ) 上で生成される触媒セクションである。元素硫黄を生成する反応は平衡反応である。それゆえ、クラウスプロセスには、元素硫黄への  $H_2S$  の総合的な変換率を向上させるための努力として分離が行われる、いくつかの段階がある。各段階は加熱、反応、冷却および分離を含む。

#### 【0035】

図1に示されるように、水およびいくらかの溶媒が、還流アキュムレーター 174 から、抜き出され得る。これは、水分を含んだ残留溶媒流 175 を生じる。残留溶媒流 175 は、好ましくは、圧力を増すためにポンプ 178 を通して運ばれ、次いで、それは、再生器 150 に再導入される。残留溶媒に含まれるものは、リーン溶媒流 160 の一部として、底部で、再生器 150 を出ていくであろう。

#### 【0036】

リーン溶媒流 160 は、再生器 150 を出ていく時、低圧 (約  $15 \sim 25 \text{ psig}$ ) である。このため、リーン溶媒流 160 の圧力を上げることが望ましい。それゆえに、リーン溶媒流 160 は、リーン溶媒ブースターポンプ 162 を通される。そこから、リーン溶媒流 160 は、熱交換器 148 を、次いで、冷却器 164 を通過する。冷却器 164 は、リーン溶媒流 160 が、溶媒タンク 122 に戻される前に、フラッシングしないことを保証する。ある場合には、溶媒所蔵タンク 122 は、循環路の外にあり、この場合、リーン溶媒流 160 は、溶媒タンク 122 を迂回し、ポンプ 124 に直接送られ得る。冷却器 164 は、通常、リーン溶媒流 160 を、 $100 \sim 125^{\circ}F$  まで冷却するであろう。

図1の設備 100、特に接触装置 114 に示されるものなどの向流方式の不都合は、ガス 110 中への、下降流液体溶媒の飛沫同伴を避けるために、比較的低い速度が必要とされることである。また、ガス 110 からの液滴の離脱のために、比較的長い距離が必要とされる。サワーガス流 110 の流量に応じて、接触装置 114 は、直径 15 フィートを超



え、高さ100フィートを超えることがある。高圧の用途では、容器は厚い金属壁を有する。結果的に、向流接触装置の容器は、非常に大きく重くなり得る。これは、特に海洋での石油およびガス回収用途では、費用が掛かり望ましくない。

#### 【0037】

図1のプロセス100では、唯一の接触塔114が示されている。しかし、時には、リッチ溶媒流140を通して不純物を抽出するために、2つ以上の接触塔114を用いることが知られている。どちらの場合においても、1つまたは複数の接触塔114が、非常に大きくなりがちであるという問題は残る。別の言い方をすれば、大容量で高圧の用途では、非常に大きな接触装置が必要とされる。発電所での排煙からのCO<sub>2</sub>の除去などの低圧の用途の場合には、比較的小さい、500メガワット発電所の排煙用途でさえ、50フィート×50フィートのダクト接触装置が必要とされ得ると概算される。接触装置114を通して流れる、1分当たり何百ガロンもの溶媒が、また、必要であり得る。

したがって、接触プロセスに関連する塔および装備の大きさを小さくすることが望ましい。さらに、排煙からCO<sub>2</sub>を除去するために、圧力低下が少ない、小さい一連の接触デバイスをを用いることが望ましい。

#### 【0038】

本明細書において、1つまたは複数の接触塔114として例示された向流方式の代わりとして、並流方式を用いることが提案される。並流の考え方では、サワーガス流および液体溶媒が接触装置内を一緒に移動する、直列の2つ以上の接触装置が用いられる。一実施形態において、サワーガス流および液体溶媒は、個々の接触装置の長軸にほぼ沿って、一緒に移動する。並流接触装置は、ずっと大きな流体速度で運転できる。結果的に、並流接触装置は、充填されたまたはトレイを備える標準的な塔を用いる向流接触装置（例えば、接触装置114）より小さくなる傾向がある。

並流接触装置を用いるガス処理設備の2つの別個の配置構成が示される。これらは、図2Aおよび2Bに見られる。それぞれの図は、ガス流210からCO<sub>2</sub>または他の酸性ガスを除去するためのガス処理設備200A、200Bの概略図を示す。ガス処理設備200A、200Bは、図1に示される設備100に対して、代替となるスイートニング設備を与える。

#### 【0039】

図2Aおよび2Bのそれぞれにおいて、ガス流210は、炭化水素生産工程に付随するガス流であり得る。代わりに、ガス流210は、発電所からの排煙流、または合成ガス流（いわゆる、「シンガス」）であってもよい。代わりに、ガス流は、ガス処理設備自体のフラッシュドラムから取られたフラッシュガス流であり得る。シンガスが用いられる場合、ガスは、設備200Aまたは200Bに導入される前に、冷却され、固体濾過を経る必要があるという事に留意されたい。代わりに、ガス流210は、クラウス硫黄回収プロセスからのテールガス流、または再生器からの不純物流であり得る。さらに代わりに、ガス流210は、セメントプラントまたは他の産業プラントからの排出CO<sub>2</sub>であってもよい。この場合、CO<sub>2</sub>は、余分の空気から、または窒素含有排煙から吸収され得る。

#### 【0040】

天然ガス流210は、炭化水素ガスまたは窒素など、少なくとも1種の非吸収性ガスを含む。ガス流210は、また酸性ガスも含む。酸性ガスは、例えば、二酸化炭素または硫化水素であり得る。ガス処理設備200A、200Bは、含有酸性ガスの除去によって、ガス流210をスイートガス（最終の流れ230(n)で示される）に変換するために運転される。

運転においては、初期ガス流210が、第1並流接触装置、または接触デバイス、CD1に入り、そこで、それは、液体溶媒220と混合される。溶媒220は、好ましくは、モノエタノールアミン(MEA)またはジエタノールアミン(DEA)などのアミン溶液からなる。しかし、イオン性液体などの他の溶媒が用いられてもよい。

本開示によれば、また下でさらに説明されるように、ガス処理設備200A、200Bの各々は、一連の並流接触装置、CD1、CD2、・・・、CD(n-1)、CDnを用

10

20

30

40

50

いる。各接触装置は、ガス流 210 から含有酸性ガスの一部を除去することによって、段階的にスイートニングされるガス流を放出する。最終接触装置 CDn は、スイートニングされた最終ガス流 230 (n) をもたらす。

#### 【0041】

第 1 接触装置 CD1 に入る前に、ガス流 210 は入口分離器 212 を通過する。入口分離器 212 は、塩水および掘削流体などの不純物を濾過して除く役目を果たす。ある程度の粒子濾過もまた行われ得る。酸性ガス処理プロセスの間の溶媒の泡立ちを防ぐために、ガス流 210 を清浄に保つことが望ましいことが理解される。

第 1 接触装置 CD1 に、または入口分離器 212 にさえ入る前に、ガス流 210 の多少の前処理が望ましいことであり得ることを、ここで記しておく。例えば、ガス流 210 は、グリコールまたは他の化学添加剤を除去するために水洗され得る。これは、例えば、並流接触装置を通じて水がガスに導入される別の処理ループ（示されていない）を通じて行われ得る。水は、グリコールに親和性を有し、天然ガスからグリコールを抜き出し得る。これは、転じて、接触デバイス CD1、CD2、・・・CDn 内での泡立ちを抑制する助けとなり得る。排煙に適用される場合には、腐食防止剤が、プロセスにおける O<sub>2</sub> とスチールとの反応を阻害するために、溶媒に添加される必要があり得る。

具体的に図 2A を参照すると、液体溶媒流 220 もまた、第 1 接触装置 CD1 に入る。溶媒流 220 は、再生器 250 によって生成されるある部分再生された溶媒である。第 1 接触装置 CD1 への「セミ-リーン」溶媒流 220 の移動は、ポンプ 224 によって助けられる。ポンプ 224 は、セミ-リーン溶媒流 220 を、適切な圧力下に第 1 接触装置 CD1 に移動させる。適切な圧力の例は、約 15 psia ~ 1,500 psig である。

#### 【0042】

一旦、第 1 接触装置 CD1 の内部に入ると、ガス流 210 および化学作用溶媒流 220 は、第 1 接触装置 CD1 の長軸に沿って移動する。それらが移動するにつれて、液体アミン（または他の溶媒）は、ガス流 210 における CO<sub>2</sub>（または他の酸性ガス）と相互作用して、CO<sub>2</sub> は、アミン分子に化学的に結合する、またはアミン分子によって吸収される。第 1 「リッチ」溶媒溶液 240 (1) が、第 1 接触装置 CD1 の底部から抜け出す。同時に、部分スイートニングされた第 1 ガス流 230 (1) が、第 1 接触装置 CD1 の頂部から外に移動し、第 2 接触装置 CD2 から放出される。

#### 【0043】

第 2 接触装置 CD2 もまた、並流の分離デバイスを表す。任意選択で、第 3 並流分離デバイス CD3 が、第 2 接触装置 CD2 の後に備えられる。第 2 および第 3 接触装置 CD2、CD3 の各々は、部分スイートニングされたそれぞれのガス流 230 (2)、230 (3) を生成する。さらに、第 2 および第 3 接触装置 CD2、CD3 は、部分負荷されたそれぞれのガス処理溶液 240 (2)、240 (3) を生成する。溶媒としてアミンが用いられる場合、部分負荷されたガス処理溶液 240 (2)、240 (3) は、リッチアミン溶液を含み得る。例示の設備 200A において、負荷された第 2 ガス処理溶液 240 (2) は、負荷された第 1 ガス処理溶液 240 (1) と合流し、再生器 250 を通ることを含めて、再分離プロセスを通る。

#### 【0044】

ガス 214 が、下流方向に向かって、段階的にスイートニングされるガス流 230 (1)、230 (2)、・・・230 (n-1) を通して移動する時、システムの圧力は、通常低下することを記しておく。これが起こる時、上流方向に段階的によりリッチなアミン（または、他の液体溶媒）流 240 (n)、240 (n-1)、・・・240 (2)、240 (1) の圧力は、ガスの圧力に釣り合うように、通常、高められる必要がある。このため、設備 200A において、1 つまたは複数の小さなブースターポンプ（示されていない）が、接触装置 CD1、CD2、・・・の各々の間に置かれることが好ましい。これは、システム内において液体の圧力を増すことに役立つ。

設備 200A において、再生プロセスは、図 1 の設備 100 によるプロセスに似ている。これを考慮すると、流れ 240 (1)、240 (2) は、最初にフラッシュドラム 24

10

20

30

40

50

2 を通って移動する、「リッチ」溶媒溶液を含む。残留天然ガスは、ライン 2 4 4 を通して、溶媒流 2 4 0 からフラッシングされ得る。得られるリッチ溶媒流 2 4 6 は、再生器 2 5 0 に導かれる。

リッチ溶媒流 2 4 6 は、好ましくは、熱交換器 2 4 8 を通って移動する。(例示的な熱交換器は、図 2 B の設備 2 0 0 B に関連して、2 4 8 で示されている。)比較的低温(雰囲気温度に近い)の溶媒流 2 4 6 は、熱交換器 2 4 8 を通じて、温かいリーン溶媒流 2 6 0 との接触により加熱される。転じて、これは、リーン溶媒冷却器 2 6 4 に、次にそこから、再生された液体溶媒流として最終接触装置 C D n に送り出される前に、リーン溶媒流 2 6 0 を有益にも冷却するのに役立つ。

#### 【0045】

10

再生器 2 5 0 は、リボイラー 2 5 4 より高い所に、トレイまたは他の内在物(示されていない)を備えるストリッパー部分 2 5 2 を画定している。熱源 2 5 6 が、熱を発生するために、リボイラー 2 5 4 と共に備えられる。再生器 2 5 0 は、最終接触装置 C D n における再利用のためにリサイクルされる、再生された、または「リーン」溶媒流 2 6 0 を生成する。濃縮された  $\text{CO}_2$  (および、原料ガス中に存在する場合、 $\text{H}_2\text{S}$ ) を含む、再生器 2 5 0 からの、ストリッピングされたオーバーヘッドガスは、不純物流 2 7 0 (図 2 B では番号付けされていない)として再生器 2 5 0 を出ていく。

$\text{CO}_2$  リッチ不純物流 2 7 0 は、凝縮器 2 7 2 に移動する。凝縮器 2 7 2 は、不純物流 2 7 0 を冷却する役目を果たす。冷却された不純物流 2 7 0 は、不純物流 2 7 0 から、残っている如何なる液体(大部分は、凝縮した水)も分離する還流アキュムレーター 2 7 4 を通って移動する。ここで、実質的に純粋な酸性ガス流 2 7 6 が生成される。酸性ガス流 2 7 6 が  $\text{CO}_2$  を含む場合、 $\text{CO}_2$  は、石油を回収するためのミシブル石油回収作業の一部として使用でき、同時に大量の  $\text{CO}_2$  が油層に蓄えられる。圧入される(flooded)油層が、「スイート」(すなわち、それ程の  $\text{H}_2\text{S}$  または他の硫黄含有化合物を含まない)である場合、石油増進回収(「EOR」)に用いられる  $\text{CO}_2$  は、同様に、実質的に「スイート」であるべきである。しかし、石油およびガス生産工程からの濃縮された  $\text{CO}_2$  流は、比較的少量の  $\text{H}_2\text{S}$  によって汚染された状態であり得る。このため、酸性ガスが専ら地中固定のために注入されるのでなければ、 $\text{CO}_2$  から  $\text{H}_2\text{S}$  を除去することが望ましい。

20

#### 【0046】

30

酸性ガス流 2 7 6 が  $\text{H}_2\text{S}$  を含む場合、 $\text{H}_2\text{S}$  は、硫黄回収ユニット(示されていない)を用いて、元素硫黄に変換され得る。硫黄回収ユニットは、いわゆるクラウスプロセスであり得る。これは、大量の硫黄に対して、より効率的な硫黄回収を可能にする。

#### 【0047】

図 2 A および 2 B の設備 2 0 0 A、2 0 0 B に示されるように、いくつかの液体が、還流アキュムレーター 2 7 4 から抜き出され得る。これは、残留液体流 2 7 5 を生じる。残留液体流 2 7 5 は、好ましくは、圧力を高めるためにポンプ 2 7 8 を通して運ばれ、次いで、それは、再生器 2 5 0 に再導入される。残留液体は、リーン溶媒流 2 6 0 の一部として、底部で、再生器 2 5 0 を出ていくであろう。いくつかの含有水が、スイートニングされたガス流 2 3 0 (n-1)、2 3 0 (n) に対して水蒸気の損失を埋め合わせるために、リーン溶媒流 2 6 0 に任意選択で付加され得る。この水は、還流ポンプ 2 7 8 の取入れ口または吸入口で添加され得る。

40

#### 【0048】

リーンまたは再生された溶媒の流れ 2 6 0 は、低圧である。このため、再生された溶媒流 2 6 0 は、増圧ポンプ 2 6 2 を通して運ばれる。ポンプ 2 6 2 は、リーン溶媒ブスター 2 6 2 として表されている。そこから、リーン溶媒流 2 6 0 は、冷却器 2 6 4 を通過する。冷却器 2 6 4 により溶媒を冷却することは、リーン溶媒流 2 6 0 が酸性ガスを効果的に吸収することを保証する。冷却されたリーン溶媒流 2 6 0 は、最後の分離接触装置 C D n の溶媒流として用いられ得る。

溶媒タンク 2 2 2 が、第 1 接触装置 C D 1 の近くに、任意選択で備えられる。リーン溶

50

媒流 260 は、溶媒タンク 222 を通って移動し得る。より好ましくは、溶媒タンク 222 は、オフラインにあり、ガス設備 200A に必要とされ得る、溶媒の貯蔵所を提供する。

記したように、設備 200A および 200B は、それぞれ、複数の並流接触装置 CD1、CD2、・・・CD(n-1)、CDn を直列で用いる。それぞれの並流接触装置は、炭化水素ガスおよび酸性ガスを含むガス流、または CO<sub>2</sub> を含む排煙を受け入れる。各接触装置 CD1、CD2、・・・CD(n-1)、CDn は、段階的にスイートニングされるガス流を生成するように運転される。

#### 【0049】

並流接触デバイス CD1、CD2、・・・CD(n-1)、CDn は、接触時間の短い様々な混合デバイスのいずれかであり得る。例には、スタティックミキサーおよび遠心ミキサーが含まれる。ある混合装置は、エダクターにより液体を細分化する。エダクターは、ベンチュリ様の管を通してガスを送り出し、この管は、次には、液体溶媒を管内に引き込む。ベンチュリ効果によって、液体溶媒は、引き込まれ、小さな液滴に分割され、ガスとの接触表面積が大きくなる。代わりに、液体の動力が、ガスを取り込む、または引き込むために使用され得る。動力は、排煙からの CO<sub>2</sub> 除去など、低圧用途において、特に有用であり得る。

好ましい接触デバイスの 1 つは、ProsCon (商標) 接触装置である。この接触装置は、エダクター、その後で、遠心コアレッサーを用いる。遠心コアレッサーは、液体溶媒を小さな容積に再統合するための、大きな遠心力を発生する。どのような実施形態であっても、小型容器による技術が好ましくは用いられ、大きなカラム状接触装置 114 に比べて機械設備が縮小される。

#### 【0050】

第 1 接触装置 CD1 は、原料ガス流 210 を受け入れる。ガス流 210 は、第 1 接触装置 CD1 において、酸性ガスの除去のために処理される。次いで、部分スイートニングされた第 1 ガス流 230(1) が放出される。部分スイートニングされた第 1 ガス流 230(1) は、第 2 接触装置 CD2 に送り出される。そこで、スイートニングされた第 1 ガス流 230(1) は、酸性ガスの除去のためにさらに処理され、その結果、より完全にスイートニングされた第 2 ガス流 230(2) が放出される。このパターンは継続され、その結果、第 3 接触装置 CD3 が、より完全にスイートニングされたガス流 230(3) を生成し、第 4 接触装置 CD4 が、さらに、より完全にスイートニングされたガス流 230(4) を生成し、そして、最後の直前の接触装置が、さらに、一層スイートニングされたガス流 CD(n-1) を生成する。これらの各々は、「後続く」スイートニングされたガス流と呼ばれることがある。

#### 【0051】

スイートニングされた最終ガス流 230(n) は、最終接触装置 CDn から放出される。スイートニングされた最終ガス流 230(n) は、望まれる基準内に処理された商品である。スイートニングされた最終ガス流 230(n) は、住宅または商業用途に送り届けられる、または販売され得る。最終接触装置 CDn の前の接触デバイスの数 (少なくとも 2 つ) は、主に、望まれる基準を満たすのに必要とされる、CO<sub>2</sub> (または他の酸性ガス) 除去のレベルによって指示される。

#### 【0052】

一態様において、混合デバイスと対応する凝集デバイスとの組合せが、各接触装置において用いられる。こうして、例えば、第 1 CD1 および第 2 CD2 接触装置は、それらの混合デバイスとして、スタティックミキサーを用いることができ、他方、第 3 CD3 および別の CD4 は、エダクターを用いてもよく、また他方、CDn-1、CDn 接触装置は、遠心ミキサーを用いることができる。各接触装置は、関連する凝集デバイスを有する。どの実施形態でも、ガス流 214、230(1)、230(2)、・・・230(n-1)、および並流する液体溶媒流は、接触装置 CD1、CD2、・・・CDn を通って同じ方向に流れる。このため、処理反応が起こる時間は短くてよく、おそらく、100 ミリ秒

10

20

30

40

50

以下のような短さでさえある。このことは、特定のアミンは、 $\text{CO}_2$ とより、 $\text{H}_2\text{S}$ とより速く反応するので、選択的 $\text{H}_2\text{S}$ 除去( $\text{CO}_2$ に対して)にとって有利であり得る。

【0053】

各接触デバイスCD1、CD2、・・・CDnが、液体溶媒を多数の小さい液滴に分割する「霧化(atomization)」セクションを含むことが好ましい。これは、ガス流214、230(1)、230(2)、・・・230(n-1)と、並流する液体溶媒との間の接触のために利用できる表面積を増す。霧化は、また、蒸気および液体の両相において、酸性ガス成分の拡散に必要とされる距離を短くする。速い化学反応では、平衡に近い状態に達することが、この短い時間で可能である。

ガス流を受け入れることに加えて、それぞれの並流接触装置CD1、CD2、・・・CD(n-1)、CDnは、また、液体溶媒を受け入れる。図2Aの設備の配置構成200Aでは、第1接触装置CD1は、部分再生された溶媒流220を受け入れる。その後、後に続く接触装置CD2、CD3、CD(n-1)、CDnは、それぞれの次の接触装置から放出される、負荷された溶媒溶液を受け入れる。こうして、第2接触装置CD2は、第3接触装置CD3から放出される部分負荷された溶媒溶液240(3)を受け入れ、第3接触装置CD3は、第4接触装置CD4から放出される部分負荷された溶媒溶液240(4)を受け入れ、最後の直前の接触装置CD(n-1)は、最終接触装置CDnからの部分負荷された溶媒溶液240(n)を受け入れる。別の言い方をすると、第2接触装置CD2に受け入れられる液体溶媒は、第3接触装置CD3から放出される部分負荷された溶媒溶液240(3)を含み、第3接触装置CD3に受け入れられる液体溶媒は、第4接触装置CD4から放出される部分負荷された溶媒溶液240(4)を含み、最後の直前の接触装置CD(n-1)に受け入れられる液体溶媒は、最終接触装置CDnからの部分負荷された溶媒溶液240(n)を含む。このように、部分負荷された溶媒溶液は、段階的にスイートニングされるガス流230(1)、230(2)、230(3)、・・・230(n-1)の処理方向と反対の処理方向で、接触装置CD1、CD2、CD3、・・・CDnに導入される。

【0054】

図2Bのガス処理設備200Bの運転は、図2Aの設備200Aのそれと同様である。しかし、設備200Bでは、第1接触装置CD1は、第2接触装置CD2からの液体溶媒を受け入れる。これは、設備200Bが、セミ-リーン溶媒流280を含まないことを意味する。第2接触装置CD2からの液体溶媒は、溶媒ライン240(2)として表されている。溶媒ライン240(2)は、第2接触装置CD2内での、スイートニングされたガス流230(1)の処理から生じる溶媒溶液を表す。

【0055】

図2Bにおいて、第1接触装置CD1によって受け入れられる液体溶媒240(2)は、複数でないとしても少なくとも1つの接触装置を通してすでに処理されているので、第1接触装置CD1によって受け入れられる液体溶媒240(1)は、非常にリッチであり得る。この理由で、あるレベルの中間処理を溶媒溶液に行うことが望ましいことであり得る。これは、図4に関連して、下で説明される。

【0056】

代わりに、「セミ-リーン」ガス流を、ガス設備200Aまたは200Bにおける他のスイートニング工程から取り出し、少なくとも部分的に、第1CD1または第2CD2接触装置のためのアミン溶液として使用できると思われる。これに関連して、ガス処理設備において、単一のタイプの溶媒が2つ以上の役割で用いられる状況がある。これは、統合型(integrated)ガス処理と呼ばれる。例えば、MDEAは、高圧での $\text{H}_2\text{S}$ 選択的酸性ガス除去、さらにはクラウステールガス処理(TGT)プロセスの両方で使用され得る。TGTプロセスからの「リッチ」アミンは、プロセスの低い圧力によって、 $\text{H}_2\text{S}$ および $\text{CO}_2$ により、ひどくは負荷されていない。このため、本明細書では、一実施形態において、TGTプロセスからの「リッチ」流は、第1CD1または第2CD2接触装置のための「セミ-リーン」流として用いられる。この「セミ-リーン」流(示されてい

10

20

30

40

50

ない)は、ポンプで加圧され、可能性として各々の次の接触装置からの溶媒と共に、第1 C D 1または第2 C D 2 接触装置に注入される。

ガス処理設備 2 0 0 A、2 0 0 B のいずれにおいても、最後の分離接触装置 C D n もまた、液体溶媒を受け入れる。この液体溶媒は、再生された溶媒流 2 6 0 である。再生された溶媒流 2 6 0 は、非常にリーンである。

#### 【0057】

指摘したように、並流接触装置 C D 1、C D 2、・・・C D ( n - 1 )、C D n は、段階的にスイートニングされるガス流 2 3 0 ( 1 )、2 3 0 ( 2 )、・・・2 3 0 ( n - 1 )、2 3 0 ( n ) を、第1の処理方向に放出する。接触装置 C D n、C D ( n - 1 )、・・・C D 3、C D 2、C D 1 は、また、段階的によりリッチな溶媒溶液 2 4 0 ( n )、2 4 0 ( n - 1 )、・・・2 4 0 ( 2 )、2 4 0 ( 1 ) を、第2の反対の処理方向に放出する、または送り出す。設備 2 0 0 B では、最もリーンな液体溶液は、最終接触装置 C D n に、再生器 2 5 0 から、リーン溶媒流 2 6 0 として送り出される。次に最も清浄な液体溶媒は、最終溶媒溶液 2 4 0 ( n ) であり、その次に最も清浄な液体溶媒は、溶媒溶液 2 4 0 ( n - 1 ) であり、そして、第1溶媒溶液 2 4 0 ( 1 ) に段々と向かう。上で説明したように、溶媒溶液 2 4 0 ( 1 ) は、再生器 2 5 0 に送られる。

記したように、図 2 A の設備の配置構成 2 0 0 A において、溶媒溶液 2 4 0 ( 2 ) および 2 4 0 ( 1 ) のいずれも再生される。図 2 A に示されるように、部分再生された溶媒 2 8 0 が、再生容器 2 5 0 から出てくる。溶媒 2 8 0 は、プースターポンプ 2 8 2 により加圧下に置かれる。そこから、溶媒 2 8 0 は、熱交換器 2 8 4 で冷却されて溶媒流 2 2 0 となる。溶媒 2 8 0 は、プースターポンプ 2 2 4 により、さらに加圧され、その後、第1並流接触装置 C D 1 に導入される。

#### 【0058】

一緒にされる溶媒溶液 2 4 0 ( 1 )、2 4 0 ( 2 ) は、それぞれ、C D 1 および C D 2 において、ミストエリミネーター ( m i s t e l i m i n a t o r ) または電気集塵装置を用いて、凝集させられている。デバイス 2 4 2 は、リッチアミンから軽質炭化水素を回収するための、大きなフラッシュドラムであり得る。フラッシングされたリッチ溶媒流 2 4 6 が得られる。

ガス処理の当業者は、アミン ( または他の化学作用溶媒 ) への酸性ガスの吸収は発熱過程であることを理解するであろう。発生する熱は、部分負荷された溶媒溶液 2 4 0 ( 2 )、2 4 0 ( 3 )、・・・2 4 0 ( n ) の温度を上昇させる。これは、転じて、 $H_2S$  および  $CO_2$  を吸収する溶媒の能力を低下させる。この影響に対抗するために、設備 2 0 0 A の一実施形態において、溶媒溶液 2 4 0 ( 2 )、2 4 0 ( 3 )、・・・2 4 0 ( f ) は、図 3 に示されるように、各段階の間で冷却される。

#### 【0059】

熱放出の影響に対抗する別の選択肢は、シェルの内側に、並流接触デバイス C D 1、C D 2 の1つまたは2つを置くことである。一態様において、第1接触デバイス C D 1 および第2接触デバイス C D 2 が、再生器 2 5 0 へ送られる前に、シェル内に一緒に置かれる。次いで、冷却媒体がシェル内を循環する。

#### 【0060】

図 3 A は、シェル 3 0 0 の概略図を与える。シェル 3 0 0 は、常設の温度調節された構造であり得る。代わりに、シェル 3 0 0 は、一時的な、または運搬できる構造であってもよい。さらに代わりに、シェル 3 0 0 は、断熱されたジャケットであり得る。いずれの場合においても、シェル 3 0 0 は、複数の並流接触デバイスを直列で用いる設備 2 0 0 B などのガス処理設備の一部である。図 3 の例示的な配置構成において、第2接触デバイス C D 2、第3接触デバイス C D 3、および最終接触デバイス C D f が備わり、それぞれは、唯一のシェル 3 0 0 内に存在する。

図 3 A を見ると、それぞれの第2 C D 2 および第3 C D 3 接触デバイスからスイートニングされたガスを運び去る、ガス流 2 3 0 ( 2 ) および 2 3 0 ( 3 ) が見られる。さらに、最終接触デバイス C D f は、スイートニングされた最終ガス流 2 3 0 ( f ) を生成する

。接触デバイスCD2、CD3およびCDfは、また、それぞれのリッチ溶媒溶液240(2)、240(3)および240(f)も生成する。第3リッチ溶媒溶液240(3)は、液体溶媒として、第2接触デバイスCD2へ遡って導かれ、他方、リッチアミン最終溶液240(f)は、第3接触デバイスCD3に遡って導かれる。

シェル300は、装置、およびそこへ流れる溶媒溶液を低温に保つように設計される。これは、シェル300内の温度制御により、または装置に隣接する冷却媒体の循環により、行われ得る。

#### 【0061】

図3Aにおいて、シェル300の外へ延びる第2溶媒溶液240(2)が示されていることが分かる。実際には、第2溶媒溶液240(2)は、図2Aに示される再生器250などの再生器に戻され得る、または、図2Bの第1接触デバイスCD1などの先行する接触デバイスのための液体溶媒としての役目を果たし得る。

別の実施形態(図に示されていない)において、接触デバイスCD1、CD2、・・・CDnの各々は、個々に、ジャケットの内側に備えつけられ得る。次いで、冷却媒体がジャケット内を循環する。ジャケットは、例えば、炭素鋼のシェルであり得る。冷却媒体により、熱交換が起こるので、その中のリッチ溶媒溶液の温度が下がる。

図3Bは、図2Aのガス処理設備200Aの一部の別の概略図を与える。ここでは、専用の冷却器245が、溶媒溶液240(3)および240(f)を冷却するために用いられている。熱交換冷却器245の使用は、通常、1つまたは複数のシェルの代わりであり得る。

#### 【0062】

設備200Aに備わり得る別の特徴は、溶媒溶液リターンライン240(1)、240(2)、240(3)、240(4)、・・・240(n)の1つまたは全てにフラッシュドラムを備えることである。図4は、別の実施形態における、図2Aのガス処理設備200Aの一部の概略図である。ここでは、フラッシュドラム247が、第3溶媒溶液流240(3)に沿って置かれている。フラッシュドラム247の頂部から出ていくフラッシュライン248が備わる。フラッシュドラム247および付随するフラッシュライン248は、溶媒溶液が第2接触装置CD2に戻る前に、溶媒溶液ライン240(3)内の溶媒に吸収されたメタンおよびいくらかのCO<sub>2</sub>が、フラッシングして出ていくことを可能にする。蒸気の状態のH<sub>2</sub>Oもまた、フラッシュライン248から排出され得る。フラッシングは、「セミ-リーン」溶媒溶液を生じる。これは、個々の接触装置CD2、CD3、・・・CDnの効率を向上させるだけでなく、熱による再生器250への負荷を減らす。

#### 【0063】

フラッシュドラム247が用いられる配置構成では、フラッシュライン248からフラッシングして出ていくガス(CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oを含む)は、例えば、フラッシュタンク242からのガス244と、好ましくは、一緒にされ得る。圧力は、好ましくは、フラッシュタンク242から出ていくCH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>の圧力に釣り合わせられ得る。再生器250からの不純物ライン270の圧力は、通常、約15psigであり、それは、非常に少量のCH<sub>4</sub>と共に、主として、CO<sub>2</sub>、およびH<sub>2</sub>S(原料ガスに存在する場合)を含む。このため、この流れは、さらに圧縮され、ダウンホールに注入され得る、または、それは、H<sub>2</sub>Sから硫黄を生成させるために処理され得る。

#### 【0064】

設備200に備わり得る別の特徴は、溶媒溶液リターンライン240(3)、240(4)、・・・240(n)の1つまたは全てに沿う増圧を備えることである。図4の例示的配置構成では、フラッシュドラム247の後に、ポンプ249が、ライン240(3)に示されている。ライン240(3)などの溶媒溶液リターンの圧縮は、小型接触デバイスCD1、CD2、・・・CDnに沿う、システム内の圧力降下を克服する。これは、転じて、溶媒溶液が酸性ガスを同伴することを助ける。

設備200に備わり得る別の特徴は、水洗工程を備えることである。水洗工程は、好ましくは、スイートニングされた最終ガス流230(n)に行われ得る。水洗工程により、

10

20

30

40

50

スイートニングされた最終ガス流 230 (n) 内に同伴されたまま残っている如何なる液体溶媒も回収される。これは、MEA または FLEXSORB (登録商標) などのより揮発性のアミンが溶媒として用いられる場合、特に問題となる点である。システムへの補給水は、最初に、水洗システムを通して導入され得る。次いで、希薄なアミンは、アミンの主循環路にポンプで送られ得る。

#### 【0065】

直列での複数の並流接触装置の使用が、ガス流からの酸性ガスの除去に関連させて、本明細書において説明された。図 2 A および 2 B は、CO<sub>2</sub> (または他の酸性ガス) が、複数の接触デバイス CD 1、CD 2、・・・CD n を通じて、段階的に低い濃度に下げられ除去される場合の用途を示す。しかし、設備 200、特に、直列での複数の並流接触装置の使用は、他の用途に用いられ得る。

10

このような 1 つの用途は、再生プロセスの最後に、不純物流 270 から H<sub>2</sub>S を選択的に除去することを含む。これは、酸性ガスエンリッチメント、または「AGE」と呼ばれ得る。AGE プロセスは、ガス処理工程からの濃縮された CO<sub>2</sub> 流が比較的少量の H<sub>2</sub>S により汚染されている場合に、有用である。こうして、この分離を実施するために、選択的アミン溶媒を用いる一連の接触デバイスにより、CO<sub>2</sub> から H<sub>2</sub>S を除去することが望ましい。好ましいアミンには、メチルジエタノールアミン (MDEA) のような第 3 級アミン、または FLEXSORB (登録商標) などのヒンダードアミンが含まれる。代わりに、キレート化鉄溶液のような反応性溶媒の利用が有益であり得る。

20

#### 【0066】

AGE プロセスの実施においては、液体溶媒が分離された後、H<sub>2</sub>S を段階的に除去するために、不純物ライン 270 に沿って複数の並流接触装置が備えられる。通常、これは、低圧の、CO<sub>2</sub> 高含有流からの選択的 H<sub>2</sub>S 除去を含む。通常、この用途では、天然ガス流 210 からの酸性ガス除去 (これは、好ましくは、約 800 ~ 1,000 psig で運転される) より、ずっと低い圧力で、例えば、約 15 psig で運転される。

AGE プロセスは、H<sub>2</sub>S 濃度の増した第 1 ガス流を生成する。この第 1 の流れは AGE 溶媒の再生から生じ、硫黄回収ユニットへ送られる。AGE プロセスは、主に CO<sub>2</sub> および水蒸気を含む第 2 ガス流を生成する。ある場合には、第 2 ガス流は、また、酸性ガス除去プロセスによって取り込まれるが、AGE 溶媒によっては取り込まれないメルカプタンも含み得る。この場合には、これらの硫黄含有化合物を、Selextol (登録商標) のような物理作用溶媒を用いて吸収することが望ましいことであり得る。これも、また、一連の並流接触デバイスにより実施され得る。回収された硫黄含有化合物は、硫黄回収ユニットへ送られ得る。

30

#### 【0067】

直列の複数の並流分離装置の使用は、また、再生との関連でも使用され得る。再生は、H<sub>2</sub>S および / または CO<sub>2</sub> が、「リッチ」溶媒から、その圧力を下げることおよび / またはその温度を上げることによって除去されるプロセスである。これは、通常、図 2 A の再生器 250 によって代表されるような、トレイをもつ塔で行われる。しかし、並流接触装置の使用による再生が、また、本明細書において開示される。この操作では、リッチアミン溶液 246 が、一連の接触装置を通される。

40

#### 【0068】

図 5 は、ガス再生設備 500 の概略図である。設備 500 は、リッチ溶媒溶液からの酸性ガスの除去のために、一連の並流接触装置 CD 1、CD 2、・・・CD n を用いる。図 5 において、リッチ溶媒溶液は、246 に入る。これは、図 2 A のリッチ溶媒溶液 246 に相当する。

リッチ溶媒溶液 246 は、先の CO<sub>2</sub> 除去プロセスに含まれる発熱化学反応、および、あり得る外部の熱源による加熱のために、温かい。リッチ溶媒溶液 246 は、n 番目の接触デバイス CD n に導入される。n 番目の接触デバイス CD n において、リッチ溶媒溶液 246 は、ストリッパガス 510 に接触させられる。ストリッパガス 510 は、H<sub>2</sub>S が溶媒に存在しない限り、窒素、または空気であってよい。この場合、流れは、大気中

50



に排出され得る。痕跡量の  $\text{H}_2\text{S}$  が存在するにすぎない場合、燃料ガスが使用され得る。この場合、流れは燃料ガスシステムに戻され得る。 $\text{H}_2\text{S}$  が存在する場合、好ましいストリップングガスは蒸気であり得る。この場合、使用済みの流れは、濃縮でき、残っている蒸気は、硫黄回収ユニット、または酸性ガス注入ユニットに送ることができる。酸性ガス、例えば、 $\text{CO}_2$  または  $\text{H}_2\text{S}$  蒸気は、酸性ガス流 530 (n) として、フラッシングして出ていく。同時に、n 番目の溶媒流 540 (n) が生成される。

#### 【0069】

この n 番目の溶媒流 540 (n) は、ヒーター 556 を用いて加熱される。次いで、n 番目の溶媒流 540 (n) は、一連の並流接触装置における次の接触装置に導入される。図 5 の配置構成では、次の接触装置は第 2 接触デバイス CD2 である。しかし、任意の数の中間接触デバイスが、酸性ガス除去の望みの度合いに応じて、再生設備 500 に備えられ得ることが理解される。

第 2 接触デバイス CD2 で、酸性ガスは、再び、フラッシングして、この場合は、酸性ガス流 530 (2) として出ていく。同時に、第 2 リーン溶媒流 540 (2) が生成される。この第 2 リーン溶媒流 540 (2) は、好ましくは、ヒーター 556 を用いて加熱され、次いで、第 1 接触デバイス CD1 として示される最終接触装置に導入される。酸性ガスは、第 1 接触デバイス CD1 から、酸性ガス流 530 (1) として、フラッシングする。同時に、リーンスol媒溶液 540 (1) が、最終的に生成する。リーンスol媒溶液 540 (1) は、リーンスol媒流 260 として、設備 200 の接触装置 CDn に導入され得る。

#### 【0070】

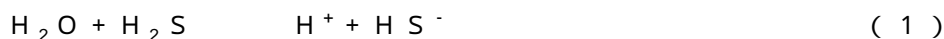
図 5 に関連させて説明された溶媒再生プロセスは、本質的に、図 2 A および 2 B に関連して上で説明されたスイートニングプロセスの逆であることが理解される。

再び図 2 A を参照すると、いくつかの  $\text{CO}_2$  除去プロセスにおいて、小さいパーセンテージの  $\text{CO}_2$  分子が、スイートニングされたガス流 230 (n) に最終的に進むことができることが望ましいことであり得る。これは、(1)  $\text{H}_2\text{S}$  と特定のアミン、特に第 3 級およびヒンダードアミン、および (2)  $\text{CO}_2$  とこれらの同じアミン、との間の反応速度の違いを利用することによって行われ得る。

#### 【0071】

記したように、サワーガス処理に通常用いられる、いくつかの異なるタイプのアミンが存在する。一般的な例は、第 2 級および第 1 級アミンである。第 2 級アミンは、窒素原子に結合した 1 個の水素原子を有する。例は、ジメチルアミン、メチルエタノールアミン、およびジエタノールアミン (DEA) である。第 1 級アミンは、窒素原子に結合した 2 個の水素原子を有する。例は、メチルアミンおよびモノエタノールアミン (MEA) である。他のアミンには、ジイソプロピルアミン (DIPA) およびアミノエトキシエタノール (Diglycolamine (登録商標) または「DGA」) が含まれる。

第 3 級、第 2 級および第 1 級アミンは、全て、次の 2 段階過程に従って、素早く  $\text{H}_2\text{S}$  と反応する。



式中：N は、窒素であり、

$\text{R}_1$  は、有機基であり、 $\text{R}_2$ 、 $\text{R}_3$  は、有機基、または窒素原子に結合した水素原子である。

#### 【0072】

アミンは、 $\text{CO}_2$  と、2 つの異なる経路により反応できる。アミンが、窒素原子に結合した 1 個の水素原子 (第 2 級アミン) または 2 個の水素原子 (第 1 級アミン) を有する場合、カルバメートが生成され得る。これは、次の過程に従って進む。

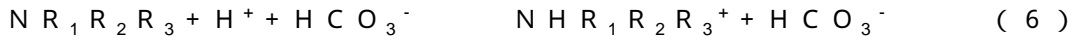
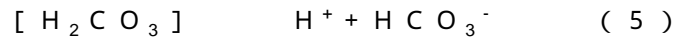
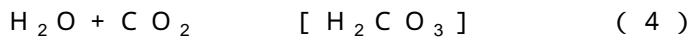


反応 (3) は、比較的速い。この理由で、第 2 級および第 1 級アミンは、 $\text{CO}_2$  の吸収にとって好ましい。しかし、たった 0.5 モルの  $\text{CO}_2$  / (1 モルのアミン) の最大理論負荷が可能であるにすぎない。

別のタイプのアミンは第3級アミンである。第3級アミンは、窒素原子に直接結合した水素原子を有さないので、カルバメートを生成できない。第3級アミンの例は、メチルジエタノールアミン(MDEA)である。

#### 【0073】

MEDAを含めて、全てのアミンは、重炭酸イオン(bicarbonate)の生成を通じて、 $\text{CO}_2$ と反応できる。これらには、第2級アミン、第1級アミンおよび第3級アミンが含まれる。重炭酸イオン反応は、次の一般的過程に従って起こる。



しかし、炭酸イオン( $\text{HCO}_3^-$ )の生成は、比較的遅いことを記しておく。

ある場合には、第3級アミンが好ましい。この状況は、低腐食が要求される、または低再生エネルギーが要求されるために、生じ得る。この場合には、 $\text{CO}_2$ 吸収の速度を上げるために、活性化剤が、MDEAアミン溶液に添加され得る。適切な活性化剤の例は、ピペラジンである。

#### 【0074】

第3級アミンの利点は、それらが、 $\text{H}_2\text{S}$ を低レベルまで選択的に除去すると同時に、いくつかの $\text{CO}_2$ が、処理されたまたは「スイート」ガス流230(n)に「逃れる」のに使用され得ることである。第3級アミンとガスとの間の接触時間を制限することにより、 $\text{H}_2\text{S}$ の吸収(反応(1)および(2)による)は平衡に達することができるが、他方、 $\text{CO}_2$ の吸収(反応(4)~(6)のみによる)は、平衡に達するのに十分な時間を有さない。この操作に適する第3級アミンはMDEAである。 $\text{H}_2\text{S}$ 分子に対するアミンの選択性をさらに向上させるために、無機塩が、初期アミン溶液220に溶かされてもよい。無機塩の例は、リン酸塩である。無機塩は重炭酸イオンの生成を阻害する。

#### 【0075】

他のタイプのアミンが、選択的 $\text{H}_2\text{S}$ 除去に用いられてもよい。例は、いわゆる「ヒンダード」アミン、例えば、ExxonMobil CorporationのFLEXSORB(登録商標)である。「ヒンダード」アミンは、第1級または第2級アミンである。しかし、ヒンダードアミンは、窒素原子に隣接する、大きな嵩高い置換基(すなわち、水素原子に取って代わった原子または原子グループ)を有することによって、カルバメートの生成を阻害する。ヒンダードアミンは、第1級または第2級アミンであるから、それらは、比較的強い塩基であり、 $\text{CO}_2$ よりも、 $\text{H}_2\text{S}$ に対してより一層選択的である傾向を有する。代わりに、 $\text{H}_2\text{S}$ 選択性特性を有する物理作用溶媒(Selextol(登録商標)のような)が用いられてもよい。このように、本発明の一態様において、溶媒は、選択的に $\text{H}_2\text{S}$ を吸収するので、 $\text{CO}_2$ が、スイートニングされた最終ガス流230(n)に逃れる。次いで、例えば、硫黄回収に使用され得る、より濃縮された $\text{H}_2\text{S}$ 流(すなわち、流れ276)が、再生器250から生成される。その $\text{CO}_2$ 成分は、より強引に二酸化炭素分子を吸収する液体溶媒を用いる、後に続く酸性ガス除去プロセスにより、任意選択で、除去され得る。第2溶媒から再生される $\text{CO}_2$ は、実質的に $\text{H}_2\text{S}$ を含まないので、石油増進回収(EOR)に使用され得る。

#### 【0076】

用いられる溶媒のタイプに関わらず、 $\text{H}_2\text{S}$ 選択性は、溶媒の温度を下げることによって向上し得る。一態様において、異なる接触装置CD1、CD2などは、異なる温度で運転される。例えば、第1接触装置が、よりリッチな液体溶媒240(2)を用いている(図2Bにおけるように)状態であり得る限りは、第1接触装置CD1は、最終接触装置CDnより低い温度で運転され得る。

流量、または初期ガス流210の組成の、長い期間における変化によって、ガスを接触させるために必要とされる段階または接触装置の数を変えることもまた望ましいことであり得る。設備200内の接触装置CD1、CD2、...CDnのモジュール的特質は、運転継続期間に渡り条件に大きな変化があり得る場合の用途にとって魅力的である。

## 【 0 0 7 7 】

直列の複数の並流接触装置の使用の別の用途には、クラウステールガスからの $H_2S$ の選択的除去が含まれる。これも、また、通常、低圧、すなわち、約15 psigでの用途である。比較的大量の $H_2S$ が、酸性ガスリッチの流れ246に、または不純物流270に存在する場合、元素硫黄への $H_2S$ の変換は、クラウス反応を通じて行うことができる。クラウスプロセスからの「テールガス」は、 $H_2S$ 、 $SO_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2$ および水蒸気を含み、水素化による反応で、 $SO_2$ を $H_2S$ へ変換できる。水素化されたテールガスは、中程度の分圧、かなりの量（おそらく50%を超える）の $CO_2$ 、および数パーセント以下の $H_2S$ を有する。このタイプの流れは、通常、大気圧に近く、前記のように、選択的 $H_2S$ 除去が容易にできる。これは、 $H_2S$ の大きな部分を回収するために用いられる。回収された $H_2S$ は、クラウスユニットの最前部にリサイクルされ得る、またはダウンホールに封鎖され得る。代わりに、元素硫黄への $H_2S$ の直接酸化が、ガス分離の分野において知られている様々なプロセスを用いて実施され得る。

別の用途には、フラッシュガスの状態調整が含まれる。これは、複数の接触デバイスが、ライン244のガスから不純物を除去するために、直列で用いられ得ることを意味する。これは、約100～150 psigで運転される、比較的低い圧力の用途である。フラッシュガスに対する $H_2S$ の規定は、通常、パイプラインガスに対するそのように厳格ではないので、2つまたは3つの段階のみが、必要であると予想される。これを考慮して、フラッシュガスは、ガス処理設備200Aまたは200B内の燃料ガスとして用いられ、市販されない。

## 【 0 0 7 8 】

さらに別の用途において、前記ガス流は、接触水素化脱硫プロセス、または「CHDS」からのガスを表し得る。石油精製において、CHDSは、メルカプタン、硫化物、チオフェン、および他の硫黄含有化合物を $H_2S$ に変換するために用いられることがある。CHDSに付随する副生成物として、軽質炭化水素が生成され得る。このガスを処理して、 $H_2S$ を除去し、次いで、処理されたガスを、例えば燃料として用いることが可能である。このような処理は、前記の一連の並流接触装置によるものであり得る。

2つ以上の接触装置を直列で用いることによって、原料ガス流から段階的に酸性ガスを除去するための、かなりの数の方法が、本明細書において例示された。本明細書における、いくつかの方法の実施形態は、部分的にかまたは完全にかのいずれかで、また選択的にかまたは非選択的にかのいずれかで、炭化水素ガスまたは液体流からの酸性ガスの除去を含む。

## 【 0 0 7 9 】

様々な吸収性液体が、ガス流から、例えば、 $CO_2$ を除去するために使用され得る。ガス流は、天然ガス流、燃焼排煙流または精製ガス流であり得る。吸収性液体は、好ましくは、モノエタノールアミン(MEA)、ジグリコールアミン(DGA)、ジエタノールアミン(DEA)、メチルジエタノールアミン(MDEA)、2-アミノ-2-メチル-1-プロパノール(AMP)、ピペラジン(PZ)、アンモニア、アミン、アルカノールアミン、これらの誘導体、および他の化学作用溶媒、ならびに/またはこれらの混合物からなる群から選択される少なくとも1種の化合物を含む吸収溶液を供給する。吸収性液体は、動力学的促進剤(kinetic enhancer)、腐食防止剤、消泡化学製品、酸素捕捉剤、塩、中和剤、防汚化学製品、および分解防止化学製品を含む群から選択される、少なくとも1種の化合物をさらに含み得る。

## 【 0 0 8 0 】

吸収性液体は、 $CO_2$ 、 $H_2S$ 、 $SO_2$ 、および $NO_x$ を含む群から選択されるガスを吸収する、同化する、または、そのガスと別の仕方で反応するように選択された、少なくとも1種の化合物を含み得る。別の実施形態において、吸収性液体は、モノエチレングリコール(MEG)、ジエチレングリコール(DEG)、またはトリエチレングリコール(TEG)を含む群から選択される少なくとも1種の化合物を含む乾燥性液体を含む。この場合に、除去されるように選択されるガス成分は、水蒸気( $H_2O$ )である。

## 【 0 0 8 1 】

本明細書において説明された発明は、前記の利点および優位性を達成するように、うまく考案されていることは明らかであるが、本発明は、その精神から逸脱することなく、修正、変形および変更を受け入れることができることが理解されるであろう。

【 図 1 】

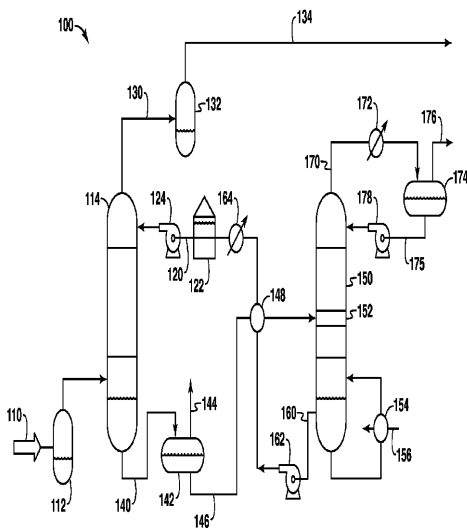


FIG. 1  
Prior Art

【 図 2 A 】

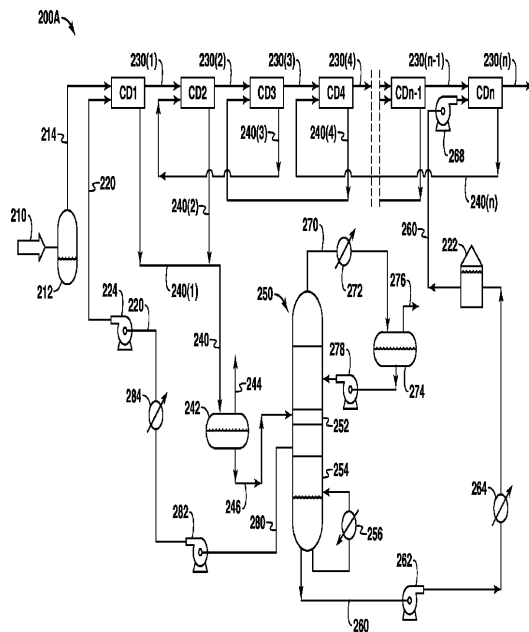


FIG. 2A

【 図 2 B 】

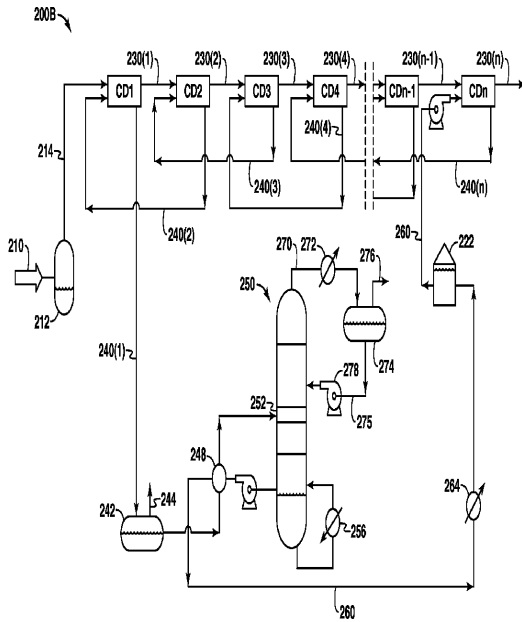


FIG. 2B

【 図 3 A 】

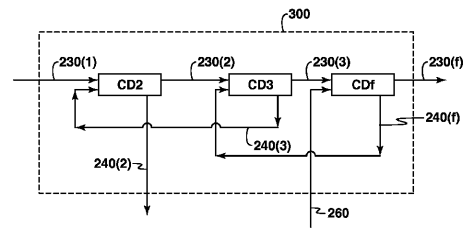


FIG. 3A

【 図 3 B 】

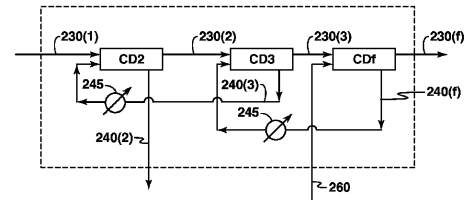


FIG. 3B

【 図 4 】

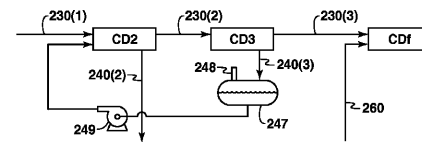


FIG. 4

【 図 5 】

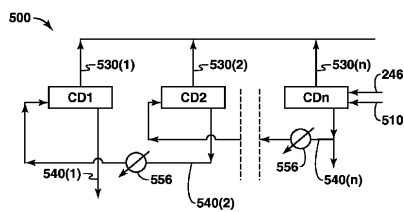


FIG. 5

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 09/55197															
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - B01D 53/14 (2009.01) USPC - 423/220; 95/235, 236 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) US: 423/220; 95/235, 236 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched IPC: B01D 53/14 (2009.01) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST (PGPB, USPT, USOC, EPAB, JPAB); GOOGLE Scholar; GOOGLE Patents; Espacenet for Northrop, paul, grave, edward, cullinane, john, scott, Exxonmobil, contactor, sweets, acid, gas, pump, drum, flash, pressure, solvent, flue, amine, separate, fluids, hydrogen sulfide, carbon dioxide, liquid.																	
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 7,128,276 B2 (NILSEN et al.) 31 October 2006 (31.10.2006); Fig 10a; col 1, ln 8-14; col 8, ln 35 to col 12, ln 7.</td> <td>20-24, 26, 28, 30-34, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 45-47 1-19, 25, 27, 29, 35, 38, 41, 44</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2008/0107581 A1 (SPARLING et al.) 08 May 2008 (08.05.2008); Fig 2, 3; para [0018]-[0075].</td> <td>1-19, 25, 27, 35, 38, 41, 44</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 3,767,766 A (TJOA et al.) 23 October 1973 (23.10.1973); col 9, ln 61-67.</td> <td>6, 29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 4,885,079 A (EPPIG et al.) 05 December 1989 (05.12.1989); col 2, ln 5-23; col 6, ln 24-26.</td> <td>8, 9</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 7,128,276 B2 (NILSEN et al.) 31 October 2006 (31.10.2006); Fig 10a; col 1, ln 8-14; col 8, ln 35 to col 12, ln 7.	20-24, 26, 28, 30-34, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 45-47 1-19, 25, 27, 29, 35, 38, 41, 44	Y	US 2008/0107581 A1 (SPARLING et al.) 08 May 2008 (08.05.2008); Fig 2, 3; para [0018]-[0075].	1-19, 25, 27, 35, 38, 41, 44	Y	US 3,767,766 A (TJOA et al.) 23 October 1973 (23.10.1973); col 9, ln 61-67.	6, 29	Y	US 4,885,079 A (EPPIG et al.) 05 December 1989 (05.12.1989); col 2, ln 5-23; col 6, ln 24-26.	8, 9
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	US 7,128,276 B2 (NILSEN et al.) 31 October 2006 (31.10.2006); Fig 10a; col 1, ln 8-14; col 8, ln 35 to col 12, ln 7.	20-24, 26, 28, 30-34, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 45-47 1-19, 25, 27, 29, 35, 38, 41, 44															
Y	US 2008/0107581 A1 (SPARLING et al.) 08 May 2008 (08.05.2008); Fig 2, 3; para [0018]-[0075].	1-19, 25, 27, 35, 38, 41, 44															
Y	US 3,767,766 A (TJOA et al.) 23 October 1973 (23.10.1973); col 9, ln 61-67.	6, 29															
Y	US 4,885,079 A (EPPIG et al.) 05 December 1989 (05.12.1989); col 2, ln 5-23; col 6, ln 24-26.	8, 9															
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>																	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the international search 05 October 2009 (05.10.2009)		Date of mailing of the international search report <b>20 OCT 2009</b>															
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774															

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>B 0 1 D 53/48 (2006.01)</b>	B 0 1 D 53/14 1 0 3	
<b>B 0 1 D 53/56 (2006.01)</b>	B 0 1 D 53/34 1 2 5 N	
	B 0 1 D 53/34 1 2 1 B	
	B 0 1 D 53/34 1 2 1 C	
	B 0 1 D 53/34 1 3 0 D	
	B 0 1 D 53/34 1 2 1 F	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100119013

弁理士 山崎 一夫

(74)代理人 100123777

弁理士 市川 さつき

(72)発明者 ノースロップ ポール スコット

アメリカ合衆国 テキサス州 7 7 3 8 2 スプリング ダブリュー ストックブリッジ ランディング 1 3 4

(72)発明者 グレイブ エドワード ジェイ

アメリカ合衆国 テキサス州 7 7 3 8 8 スプリング マウンテン シェイド ドライブ 1 8 8 3 0

(72)発明者 クーリナン ジョン ティー

アメリカ合衆国 テキサス州 7 7 4 5 9 ミズーリー シティ ビッグ エルム サークル 4 9 1 5

F ターム(参考) 4D002 AA02 AA03 AA09 AA12 AB01 AC05 AC10 BA02 BA14 BA16  
CA02 CA07 DA31 DA32 DA34 DA57 EA01 EA05 EA08 FA01  
GA01 GB04 HA03 HA08  
4D020 AA03 AA04 AA05 AA06 BA16 BA19 BC01 CB08 CB18 CC09  
CC14 DA03 DB04