

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5951686号
(P5951686)

(45) 発行日 平成28年7月13日(2016.7.13)

(24) 登録日 平成28年6月17日(2016.6.17)

(51) Int. Cl.	F I
BO1D 53/62 (2006.01)	BO1D 53/62
BO1D 53/50 (2006.01)	BO1D 53/50
BO1D 53/48 (2006.01)	BO1D 53/48
BO1D 53/72 (2006.01)	BO1D 53/72
BO1D 53/22 (2006.01)	BO1D 53/22 ZAB

請求項の数 21 外国語出願 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-127800 (P2014-127800)	(73) 特許権者	515322297
(22) 出願日	平成26年6月23日 (2014.6.23)		ゼネラル エレクトリック テクノロジー
(65) 公開番号	特開2015-16467 (P2015-16467A)		ゲゼルシャフト ミット ベシュレンク
(43) 公開日	平成27年1月29日 (2015.1.29)		テル ハフツング
審査請求日	平成26年6月23日 (2014.6.23)		General Electric Te
(31) 優先権主張番号	13/923, 800		chnology GmbH
(32) 優先日	平成25年6月21日 (2013.6.21)		スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		シュトラッセ 7
			Brown Boveri Strass
			e 7, CH-5400 Baden,
			Switzerland
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二酸化炭素ガス精製ユニットとのケミカルルーピング統合

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システムであって、

ケミカルルーピングシステムであって、該ケミカルルーピングシステムは、還元塔と流体接続した酸化塔を備え、該酸化塔は、硫化カルシウムまたは多価金属酸化物を含む酸素キャリアを硫酸カルシウムまたはより高い価数の金属酸化物へそれぞれ酸化させるように機能し、前記還元塔は、前記金属酸化物をより低い価数の金属酸化物へ、または前記硫酸カルシウムを前記硫化カルシウムへ還元することにより前記酸素キャリアを還元するように機能し、前記ケミカルルーピングシステムは、前記金属酸化物の還元または前記硫酸カルシウムの還元の間、二酸化炭素を含有する煙道ガス流を発生する、ケミカルルーピングシステムと、

該ケミカルルーピングシステムとリサイクルループを成したガス精製ユニットであって、該ガス精製ユニットは、

前記煙道ガス流を圧縮するための少なくとも1つの圧縮機と、

前記少なくとも1つの圧縮機によって圧縮された前記煙道ガス流から水を除去するための少なくとも1つのドライヤと、

前記少なくとも1つのドライヤから出る前記煙道ガス流に存在するその他の汚染物から二酸化炭素を分離するための少なくとも1つの蒸留精製システムと、を備え、

前記酸素キャリアを前記還元塔内の上方へ搬送するために、ベントガスの形式で前記汚染物を前記ケミカルルーピングシステムの前記還元塔へリサイクルする、ガス精製ユニッ

トと、を備えることを特徴とする、システム。

【請求項 2】

複数の圧縮機、複数のドライヤおよび複数の蒸留精製システムをさらに備える、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記複数のドライヤは、少なくとも 1 つの圧縮機の下流に配置されており、少なくとも 1 つの蒸留精製システムは、前記複数の圧縮機の下流に配置されている、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

2 つ以上の圧縮機が前記複数のドライヤの下流に配置されている、請求項 3 記載のシステム。 10

【請求項 5】

各圧縮機は、冷却媒体として水を使用する熱交換器と流体接続されている、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 6】

発電プラントからの蒸気を凝縮させるためにベントガスが供給されて該ベントガスが利用される熱交換器をさらに備える、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 7】

前記ベントガスは、2 つの流れ、すなわち前記蒸留精製システムによって処理された後に前記ケミカルループシステムへリサイクルされる第 1 の流れと、前記ドライヤを出た後に前記ケミカルループシステムへリサイクルされる第 2 の流れと、を含む、請求項 1 記載のシステム。 20

【請求項 8】

前記第 2 の流れは、前記蒸留精製システムと接触しない、請求項 7 記載のシステム。

【請求項 9】

前記ベントガスは、2 つの流れ、すなわち前記蒸留精製システムによって処理された後に前記ケミカルループシステムへリサイクルされる第 1 の流れと、前記ドライヤを出た後に前記ケミカルループシステムへリサイクルされる第 2 の流れのうち少なくとも一方を含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 10】 30

前記ベントガスは、メタン、一酸化炭素、水素、酸素、硫化水素および二酸化硫黄を含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 11】

前記ケミカルループシステムへの前記ベントガスのリサイクルは、二酸化炭素への一酸化炭素の変換、および硫化カルシウムまたは硫酸カルシウムへの硫化水素および二酸化硫黄の変換をさらに促進する、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 12】

方法であって、

ケミカルループシステムからの煙道ガス流をガス精製ユニットへ排出することを含み、前記ケミカルループシステムは、還元塔と流体接続した酸化塔を備え、該酸化塔は、硫化カルシウムまたは多価金属酸化物を含む酸素キャリアを硫酸カルシウムまたはより高い価数の金属酸化物へそれぞれ酸化させるように機能し、前記還元塔は、前記金属酸化物をより低い価数の金属酸化物へ、または前記硫酸カルシウムを前記硫化カルシウムへ還元することにより前記酸素キャリアを還元するように機能し、前記ケミカルループシステムは、前記金属酸化物の還元または前記硫酸カルシウムの還元の間に二酸化炭素を含有する煙道ガス流を発生し、 40

前記煙道ガス流をガス精製ユニットにおいて圧縮し、該ガス精製ユニットは、

前記煙道ガス流を圧縮するための少なくとも 1 つの圧縮機と、

前記少なくとも 1 つの圧縮機によって圧縮された前記煙道ガス流から水を除去するための少なくとも 1 つのドライヤと、 50

少なくとも1つの蒸留精製システムと、を備え、
前記少なくとも1つのドライヤから出る前記煙道ガス流に存在するその他の汚染物から二酸化炭素を分離し、

前記酸素キャリアを前記還元塔内の上方へ搬送するために、ペントガスの形式で前記汚染物を前記ケミカルルーピングシステムの前記還元塔へリサイクルすることを特徴とする、方法。

【請求項13】

前記蒸留精製システムにおいて前記ペントガスの一部を蒸留することをさらに含む、請求項12記載の方法。

【請求項14】

存在する水を除去するために前記煙道ガス流を乾燥させることをさらに含む、請求項12記載の方法。

【請求項15】

前記煙道ガス流を2つの流れに分割することをさらに含み、そのうち一方の流れは、蒸留精製システムを介して前記ケミカルルーピングシステムへ再循環させられるのに対し、他方の流れは、前記蒸留精製システムに接触することなく前記ケミカルルーピングシステムへ直接にリサイクルされる、請求項14記載の方法。

【請求項16】

前記蒸留精製システムに接触する流れは、さらに2つの流れに分割され、そのうちの一方は汚染物を含有し、他方は二酸化炭素を含有し、二酸化炭素を含有する流れは、1つ以上の圧縮機においてさらに圧縮される、請求項15記載の方法。

【請求項17】

ペント流から二酸化炭素をさらに除去するために前記蒸留精製システムから出てくる流れを酸化カルシウムと接触させることをさらに含み、前記ペント流は、二酸化炭素の除去後に前記還元塔へリサイクルされる、請求項15記載の方法。

【請求項18】

前記酸化カルシウムは、炭酸カルシウムに変換され、前記ケミカルルーピングシステムへリサイクルされる、請求項17記載の方法。

【請求項19】

ペント流から二酸化炭素をさらに除去するために前記蒸留精製システムから出てくる流れを半透膜と接触させることをさらに含み、前記ペント流は、二酸化炭素の除去後に前記還元塔へリサイクルされる、請求項15記載の方法。

【請求項20】

前記ペントガスは、メタン、一酸化炭素、水素、酸素、硫化水素および二酸化硫黄を含む、請求項12記載の方法。

【請求項21】

前記第1の流れは、メタン、一酸化炭素、水素、酸素、硫化水素および二酸化硫黄を含み、前記第2の流れは、二酸化炭素を含む、請求項9記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

連邦政府による資金提供を受けた研究の記載

本発明の主体は、米国エネルギー省(DOE)との研究契約である契約番号DE-FE0009484に基づいて開発された。米国政府は、本発明において何らかの権利を有する。

【0002】

技術分野

本開示は、二酸化炭素ガス精製ユニットとのケミカルルーピングシステムの統合、およびケミカルルーピングシステムにおける燃料反応塔用のリフトガスを提供する方法に関する

10

20

30

40

50

る。

【背景技術】

【0003】

ケミカルルーピングは、石炭、油、天然ガス、バイオマスおよびその他の燃料などの燃料を燃焼する発電プラントにおいて利用することができる近年開発されたプロセスである。ケミカルルーピングプロセスは、既存の発電プラントまたは新規の発電プラントにおいて実施することができ、他の利点の中でも特に、プラント寸法の縮小、エミッションの低減、およびプラント運転効率の向上の観点から、将来性のある改善を提供する。

【0004】

図1は、酸化塔12および還元塔14を有するケミカルルーピングシステム10を示している。酸化塔12において、硫化カルシウム(CaS)または多価酸化金属("Me"と示されている)などの固体が、空気から取り出された酸素によって酸化させられる。例えば、硫化カルシウムは酸化塔12において硫酸カルシウムに酸化させられる。多価金属酸化物は、より低い価の状態からより高い価の金属酸化物に酸化させられる(例えば、FeOは、Fe₂O₃に酸化させられる)。硫酸カルシウムおよび金属酸化物は、固体酸素ジェネレータとも称される。窒素および酸素は、高温排ガスとして酸化塔から放出される。次いで、高温の硫酸カルシウムは還元塔14へ搬送され、還元塔14において、硫酸カルシウムは、酸素の放出とともに硫化カルシウムに還元される。放出された酸素は、還元塔14に供給される燃料(例えば、石炭などの固体燃料)を燃焼させるために使用される。還元塔14における固体燃料の燃焼は、二酸化炭素と、少量の水とを、その他の汚染物(以下では"煙道ガス"と称する)とともに生成する。次いで、還元塔からの還元された硫化カルシウムは、再び酸化塔12へ排出され、これにより、プロセスのための化学的ループおよび熱的ループを提供する。

【0005】

要するに、ケミカルルーピングシステムは、高温プロセスを利用し、この場合、カルシウムベースまたは金属ベースの化合物などの固体が、酸化塔(または空気反応塔)と称される第1の反応塔と、還元塔(または燃料反応塔)と称される第2の反応塔との間を"ループ"させられる。酸化塔では、酸化塔内へ噴射された空気からの酸素が、酸化反応において固体によって捕捉される。酸化によって解放された熱は、固体およびガスの温度を上昇させる。次いで、捕捉された酸素は、高温の酸化された固体によって還元塔へ搬送され、例えば石炭などの燃料の燃焼および/またはガス化のために利用される。還元塔における還元反応の後、もはや捕捉された酸素を有さない固体は、酸化塔へ戻され、再び酸化させられる。このサイクルが繰り返される。

【0006】

ガスは、還元塔および酸化塔における燃焼によって発生されるが、効率的な燃焼を促進するために、固体燃料および固体酸素ジェネレータ(CaSO₄または金属酸化物)の酸化塔および還元塔における燃焼ゾーン内へのリフトを促進するために、酸化塔および還元塔の両方においてリフトガスを使用する必要がある。そうするために、外部リフトガスが、酸化塔、還元塔のいずれか、またはそれら両方に供給される。酸化塔の場合、空気は、リフトガスおよび酸素源を提供する。還元塔の場合、燃料と反応するガスは、リフトを提供するために望まれる。このガスは、発電プラントの蒸気発生部分からの蒸気、またはガス精製ユニット(GPU)からの二酸化炭素であることができる。還元塔とガス処理ユニットとを連続して組み合わせることによる最終生成物は、比較的純粋な二酸化炭素流であるので、煙道ガスに付加的な汚染物を付加しないリフトガスを使用することが望ましい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、全体的な効率を高め、全体的なエミッションを減じることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

10

20

30

40

50

システムであって、

ケミカルルーピングシステムであって、該ケミカルルーピングシステムは、還元塔と流体接続した酸化塔を備え、該酸化塔は、多価金属酸化物または硫化カルシウムをより高い価の金属酸化物または硫酸カルシウムへそれぞれ酸化させるように機能し、前記還元塔は、前記金属酸化物をより低い価の金属酸化物へ、または前記硫酸カルシウムを前記硫化カルシウムへ還元するように機能し、前記ケミカルルーピングシステムは、前記金属酸化物の還元または前記硫酸カルシウムの還元の間に二酸化炭素を含有する煙道ガス流を発生する、ケミカルルーピングシステムと、

該ケミカルルーピングシステムとリサイクルループを成したガス精製ユニットであって、該ガス精製ユニットは、

少なくとも1つの圧縮機と、

少なくとも1つのドライヤと、

少なくとも1つの蒸留精製システムと、を備え、前記ガス精製ユニットは、前記煙道ガス流に存在するその他の汚染物から二酸化炭素を分離するように機能し、前記ガス精製ユニットは、前記還元塔における反応物のためのリフトを提供するベントガスの形式で前記汚染物を前記ケミカルルーピングシステムへリサイクルするように機能する、ガス精製ユニットと、を備えるシステムがここに開示される。

【0009】

方法であって、

ケミカルルーピングシステムからの煙道ガス流をガス精製ユニットへ排出することを含み、前記ケミカルルーピングシステムは、還元塔と流体接続した酸化塔を備え、該酸化塔は、多価金属酸化物または硫化カルシウムをより高い価の金属酸化物または硫酸カルシウムへそれぞれ酸化させるように機能し、前記還元塔は、前記金属酸化物をより低い価の金属酸化物へ、または前記硫酸カルシウムを前記硫化カルシウムへ還元するように機能し、前記ケミカルルーピングシステムは、前記金属酸化物の還元または前記硫酸カルシウムの還元の間に二酸化炭素を含有する煙道ガス流を発生し、

前記煙道ガスをガス精製ユニットにおいて圧縮し、該ガス精製ユニットは、

少なくとも1つの圧縮機と、

少なくとも1つのドライヤと、

少なくとも1つの蒸留精製システムと、を備え、

前記煙道ガス流に存在するその他の汚染物から二酸化炭素を分離し、

前記還元塔における反応物のためのリフトを提供するベントガスの形式で前記汚染物を前記ケミカルルーピングシステムへリサイクルすることを含む方法も開示される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】酸化塔および還元塔を有するケミカルルーピングシステムの図である。

【図2】ケミカルルーピングシステムの還元塔において使用するためのリフトガスを生成するために使用することができるベントガスを発生するガス生成ユニットと流体接続したケミカルルーピングシステムの概略的な記載である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

還元塔（すなわち燃料反応塔）への供給流として使用するための、ガス精製ユニットから得られたベントガスの流れの使用がここに開示される。ベントガスの流れは、還元塔の底部から還元塔における燃焼領域にまで固体（例えば固体燃料および固体酸素キャリア）を搬送するためのリフトガスとして使用され、これにより、固体燃料は固体酸素キャリアと反応することができ、燃焼を生じ、熱を発生する。ベントガスの流れは、還元塔の燃焼領域への固体燃料および固体酸素キャリアの固体粒子を上昇させるために利用されるので、時にはリフトガスとも称される。

【0012】

1つの実施の形態では、リフトガスは、発電プラントの蒸気発生部分からの蒸気または

10

20

30

40

50

生成ガスからの二酸化炭素であることができる。発電プラントの目的は、発生された蒸気から電気を発生することなので、リフトガス目的のための蒸気の利用はプラントの電力出力を低減し、これにより、プラントの効率を低減し、コストを増大させる。生成二酸化炭素（還元塔において生成される）はリフトガスとして利用することができるが、二酸化炭素が、隔離されるのではなく販売されている場合には、生成二酸化炭素の利用に関連した経済的損失が生じる。ガス生成ユニットからのベントガスを利用することによって、還元塔において必要とされるリフトガスの量を減じることができる。さらに、このようなベントガスは、炭素含有化合物を含むので、燃料源として作用することができ、これにより、二酸化炭素への燃料の全体的な変換を高める。これは、プロセスの全体的な効率を高めるために機能する。これは、プロセスからのエミッションを減じることにも助ける。例えば、10
燃焼の結果として生ぜしめられた硫黄および一酸化炭素は燃料反応塔へリサイクルされ、これは、一酸化炭素には、二酸化炭素へ変換する機会を与え、硫黄には、硫化カルシウムまたは硫酸カルシウムへ変換する機会を与える。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、ガス精製ユニット（GPU）300 と統合されたケミカルルーピングシステム 200 を有する典型的なシステム 100 の図である。ケミカルルーピングシステム 200 は、還元塔 104 と流体接続した酸化塔 102 を有する。ガス精製ユニット 300 は、複数のドライヤ 112 および 114 と流体接続した複数の圧縮機 108、118 および 122 を有する。ドライヤは、互いに並列にまたは直列に配置されている。圧縮機 108 は、ドライヤ 112 および 114 の上流に配置されているのに対し、圧縮機 118 および 122 は、両ドライヤ 112 および 114 の下流に配置されている。圧縮機 122 は、圧縮機 118 の下流に配置されている。各圧縮機 108、118、122 は、それぞれ熱交換器 110、120 および 130 と作用接続している。各熱交換器は、圧縮の熱を冷却水と交換する。熱を吸収した冷却水は、発電プラント給水サイクルにおいて給水加熱を提供するために利用することができる。利用することができる給水加熱の量は制限され、この量は、利用される蒸気サイクルと、全体的なプロセスにおける低レベルの熱のその他の供給源とに依存する。ガス精製ユニット 300 は、ドライヤ 112 および 114 の下流に配置された低温蒸留精製システム 124 をも有する。 20

【 0 0 1 4 】

前に詳述したように、ケミカルルーピングシステム 200 では、硫化カルシウムまたは多価金属酸化物が酸化塔 102 において酸化させられ、硫酸カルシウムまたはより高い価の金属酸化物を生成する。窒素および酸素は、酸化塔の副産物として生成される。高温の硫酸カルシウムおよび/または高温の金属酸化物は、還元塔 104 へ搬送され、還元塔 104 において、これらは還元され、酸素を放出し、この酸素は、固体燃料（例えば石炭）を燃焼させるために利用される。還元塔 104 において副産物として得られた二酸化炭素および水蒸気を含む煙道ガス流 202 は、ガス精製ユニット 300 へ移送され、圧縮機 108 に充填され、圧縮機 108 において圧縮される。圧縮機 108 から放出された二酸化炭素および水は、“煙道ガス流”とも称される。 30

【 0 0 1 5 】

この圧縮は、処理のためにガス体積を減じるために行われる。ガス体積は、圧縮機 108 において 50 ~ 80 % の量だけ減じられる。好適な実施の形態では、ガス体積は、圧縮機 108 において 60 ~ 75 % の量だけ減じられる。冷却水（図 2 における CW）は、煙道ガス流の圧縮によって発生された熱を吸収するために利用されてもよい。 40

【 0 0 1 6 】

次いで、圧縮機 108 から出てくる圧縮された煙道ガス流 204 は、圧縮機 118 から出てくる二酸化炭素含有流 226 と混合され、混合された圧縮ガス流 226 A を形成する。次いで、煙道ガスおよび二酸化炭素を含有する混合された圧縮ガス流 226 A は、ドライヤ 112 および 114 へ充填される。ドライヤは、混合された圧縮ガス流 226 A から水を除去するために機能する。

【 0 0 1 7 】

ドライヤシステム（すなわちドライヤ 1 1 2 および 1 1 4）は、水蒸気が液体の水に凝縮される温度までガスの温度を低下させるために熱交換器で開始する。液体の水は、ノックアウトドラム（図示せず）においてガス流から分離される。回収された水は、システムへの水の補給のために発電プラントへリサイクルすることができる。ノックアウトドラムを出た煙道ガスは、水蒸気を吸収する防湿材料を含む固定層へ送られる。乾燥システムを出たガスは実質的に水蒸気を含まない。

【 0 0 1 8 】

ドライヤによる水の除去は、より濃縮された二酸化炭素流 2 1 6 を生成する。水の除去は、精製プロセスにおける次のステップにとって有効である。この次のステップでは、ガスは低温プロセスを受け、この低温プロセスは、ガス温度を水の凝固点よりも低く低下させる。機器の内部における水の凍結に関連するその後の問題を回避するために、乾燥プロセスが望ましい。

10

【 0 0 1 9 】

濃縮された二酸化炭素流 2 1 6 の一部は、低温蒸留精製システム 1 2 4 へ充填される。低温プロセスでは、ガス温度はさらに、ガスが液体に凝縮される温度にまで低下させられる。この液体は、蒸留塔へ送られる。蒸留塔では、二酸化炭素は、低温において液体を沸騰させることによってガスにおける残留汚染物から分離される。低温蒸留精製システムは、濃縮された二酸化炭素流 2 1 6 に存在するその他の汚染物（流れ 2 2 8 を参照）から二酸化炭素（流れ 2 1 8 および 2 2 0）を分離することができる。汚染物は、メタン、一酸化炭素、水素、酸素、硫化水素および酸化硫黄を含み、これらの汚染物は集合的に“不活性ベント”流と称される。別のベント流（ドライヤベント流と称される）は、低温蒸留精製システムに供給されることなくケミカルルーピングシステムにおいて（ドライヤ 1 1 2 および 1 1 4 において乾燥された後）直接に利用されてもよい。この流れは、リフトガスとして使用される主な二酸化炭素源である。不活性ベント流 2 2 8 は、ドライヤベント流 2 1 4 と混合することができ、ベントガス流 2 3 6 を形成する。

20

【 0 0 2 0 】

不活性ベント流 2 2 8 および / またはドライヤベント流 2 1 4 は、還元塔において燃焼される固体にリフトを提供するために還元塔へリサイクルされる。1 つの実施の形態では、不活性ベント流 2 2 8 は還元塔へリサイクルされる。別の実施の形態では、ドライヤベント流 2 1 4 のみが還元塔へリサイクルされる。さらに別の実施の形態では、不活性ベント流 2 2 8 および / またはドライヤベント流 2 1 4 は、還元塔 1 0 4 において燃焼される固体（燃料および酸素キャリア）にリフトを提供するために還元塔へリサイクルされる。ベント流 2 1 4 は低温蒸留精製システムと接触しないことに留意すべきである。

30

【 0 0 2 1 】

別の実施の形態では、ベント流 2 1 4 を、二酸化炭素を炭酸カルシウムとして捕捉するために容器（図示せず）において石灰（CaO）と接触させることができ、炭酸カルシウムは、ケミカルルーピングシステムへの補給石灰として利用することができる。この容器を出たガスは、還元塔へのベント流として続く。別の実施の形態では、付加的な二酸化炭素生成物が望まれる場合にベント流におけるその他の化合物から二酸化炭素をさらに分離するために、半透膜を利用することができる（図示せず）。膜システムを出たガスは還元塔へ送られる。

40

【 0 0 2 2 】

固体へのリフトを提供するためのベントガスの利用は、リフトを提供するために利用されるその他の一次ガスの量を減じることができるという点で有利である。さらに、ベントガスは、炭素含有化合物を含むので、燃料源として作用することができ、これにより、二酸化炭素への燃料の全体的な変換を高める。これは、プロセスの全体的な効率の向上を促進する。

【 0 0 2 3 】

低温精製蒸留システムから出てくる二酸化炭素は、それぞれの流れの圧力に応じて 2 つの流れ 2 1 8 および 2 2 0 に分割される。流れ 2 1 8 は、低圧二酸化炭素流であり、圧縮

50

機 1 1 8 へ充填されるのに対し、流れ 2 2 0 は、高圧二酸化炭素流であり、圧縮機 1 2 2 へ充填される。圧縮機の出力は、圧縮機 1 2 2 へも充填される。最終的な二酸化炭素生成物（今や十分に精製されている）は、ガス精製ユニット 3 0 0 から出て、例えば食品処理または高められた油回収などのその他の商業的な目的のために隔離または使用されてもよい。圧縮機 1 2 2 は、下流の処理に望まれる管路圧力で高純度二酸化炭素流 2 3 0 を供給する。

【 0 0 2 4 】

1 つの実施の形態では、乾燥プロセスを補助するために、発電プラント（図示せず）からの蒸気を利用することができ、これにより、低温蒸留精製システム 1 2 4 からのベントガス 2 1 4 を加熱し、このガスをドライヤ 1 1 2 および 1 1 4 へリサイクルする。この熱交換は、熱交換器 1 1 6 において行われる。蒸気 2 3 2 は、熱交換器 1 1 6 に進入し、熱交換器 1 1 6 はベントガスを加熱する。より低温のベントガスは蒸気を凝縮させる。凝縮された蒸気は、流れ 2 3 4 を介して発電プラントへ戻される。

10

【 0 0 2 5 】

要するに、ケミカルルーピングシステムにおける還元塔への供給流（すなわちリフト流）として“不活性ベントガス”またはドライヤベントガス、またはそれら両方を利用することが望ましい。燃料反応塔は、固体燃料が固体酸素キャリア（例えば CaSO_4 または MeO ）と反応することによりガスを発生するが、反応塔の底部において“リフトガス”を利用することが望ましく、このリフトガスは、固体を上方へ搬送し、これらの反応を生じさせる。

20

【 0 0 2 6 】

ガス精製ユニット 3 0 0 からのベントガスを利用することによって、還元塔において必要とされる外部リフトガスの量を減じることができる。さらに、このようなベントガスは、炭素化合物を含むので、燃料源として作用することができ、これにより、二酸化炭素への燃料の全体的な変換を高める。これは、プロセスの全体的な効率を高めるために機能する。これは、プロセスからのエミッションを減じることにも助ける。例えば、硫黄および一酸化炭素は燃料反応塔へリサイクルされ、これにより、二酸化炭素への一酸化炭素の変換を促進し、かつ硫化カルシウムまたは硫酸カルシウムへの硫黄の変換を促進する。これらのガスは通常はベントされるので、ガス精製ユニットからのエミッションは減じられる。

【 0 0 2 7 】

すなわち、潜在的なベント流をガス精製ユニットから再びケミカルルーピングシステムへ統合することにより、全体的な効率が高められ、全体的なエミッションが減じられる。効率の増大は、エミッションの減少と相まって、プラントの特定のコストを減じ、全体的な二酸化炭素捕捉を高め、捕捉された二酸化炭素の 1 トンあたりのコストを減じるように作用する。

30

【 0 0 2 8 】

様々な要素、構成要素、領域、層及び/又はセクションを説明するために本明細書において“第 1”、“第 2”、“第 3”などの用語が使用されるが、これらの要素、構成要素、領域、層及び/又はセクションはこれらの用語によって限定されるべきでないことが理解される。これらの用語は、1 つの要素、構成要素、領域、層又はセクションを別の要素、構成要素、領域、層又はセクションから区別するためだけに使用される。つまり、以下で説明される“第 1 の要素”、“構成要素”、“領域”、“層”又は“セクション”は、ここでの開示から逸脱することなく、第 2 の要素、構成要素、領域、層又はセクションと称することができる。

40

【 0 0 2 9 】

本明細書において使用される用語は、特定の実施の形態を説明するためだけのものであり、限定することを意図したものではない。ここで使用される場合、文脈が明らかにそうでないことを示さない限り、単数の記載は複数も含むことが意図されている。“含む”及び/又は“含んでいる”、又は“有する”及び/又は“有している”は、本明細書で使用される場合、言及された特徴、領域、整数、ステップ、作動、要素及び/又は構成要素の

50

存在を特定するが、1つ以上のその他の特徴、領域、整数、ステップ、作動、要素、構成要素及び/又はそれらのグループの存在又は付加を排除しないことがさらに理解される。

【0030】

さらに、“下側の”又は“下部”及び“上側の”又は“上部”などの相対的な用語は、ここでは、図面に例示されたような、1つの要素の、別の要素に対する関係を説明するためにここでは使用されることがある。相対的な用語は、図示された向きに無和江、装置の様々な向きを含むことが意図されている。例えば、図面のうちの1つにおける装置が反転されると、他の要素の“下側”にあると説明されていた要素は、今度は他の要素の“上側”に向きづけられることになる。従って、“下側”という典型的な用語は、図面の特定の向きに応じて、“下側”及び“上側”の向きの両方を含むことができる。同様に、図面のうちの1つにおける装置が反転されると、他の要素の“下”又は“下方”にあると説明されていた要素は、今度は他の要素の“上”に向きづけられることになる。“下”又は“下方”という典型的な用語は、上下の両方の向きを含むことができる。

10

【0031】

そうでないことが定義されない限り、本明細書において使用される全ての用語（技術用語及び科学用語）は、本開示が属する技術の分野における当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義されたような用語は、関連技術及びこの開示の文脈における意味と一貫する意味を有するものと解されるべきであり、ここにそのように明示的に定義されない限り、理想化された又は過剰に形式的な意味に解されることはない。

20

【0032】

理想化された実施の形態の概略的な例示である横断面図を参照して、典型的な実施の形態がここで説明される。これにより、例えば、製造技術及び/又は公差の結果としての例示の形状からのずれが予測される。つまり、ここに説明された実施の形態は、ここに例示されたような領域の特定の形状に限定されると解されるべきではなく、例えば製造から生じる形状のずれを含む。例えば、平坦として例示又は説明された領域は、通常、粗い及び/又は非線形の特徴を有してよい。さらに、例示された鋭角は、丸みづけられていてよい。つまり、図示された領域は、本質的に概略的であり、それらの形状は、ある領域の正確な形状を例示しようとするものではなく、本願の請求項の範囲を限定しようとするものではない。

30

【0033】

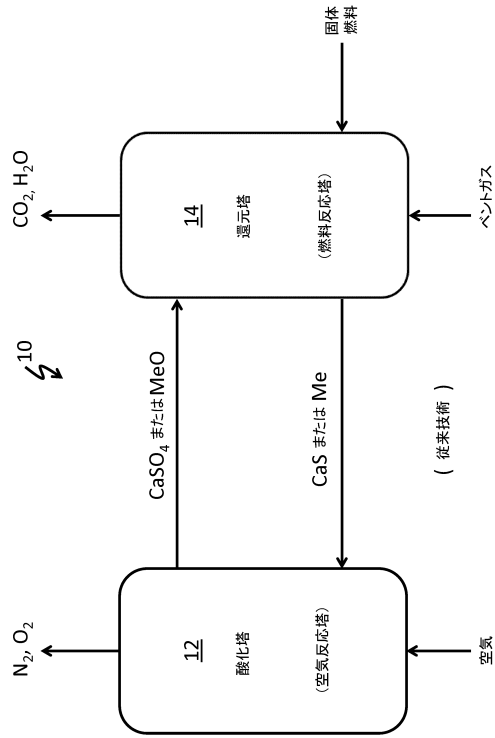
および/またはという用語は、ここでは“および”と“または”の両方を意味するために使用されている。例えば、“Aおよび/またはB”は、A、BまたはAおよびBを意味すると解釈される。“含む”というつなぎ言葉は、“から実質的に成る”および“から成る”というつなぎ言葉を包含しており、“含む”と置き換えることができる。

【0034】

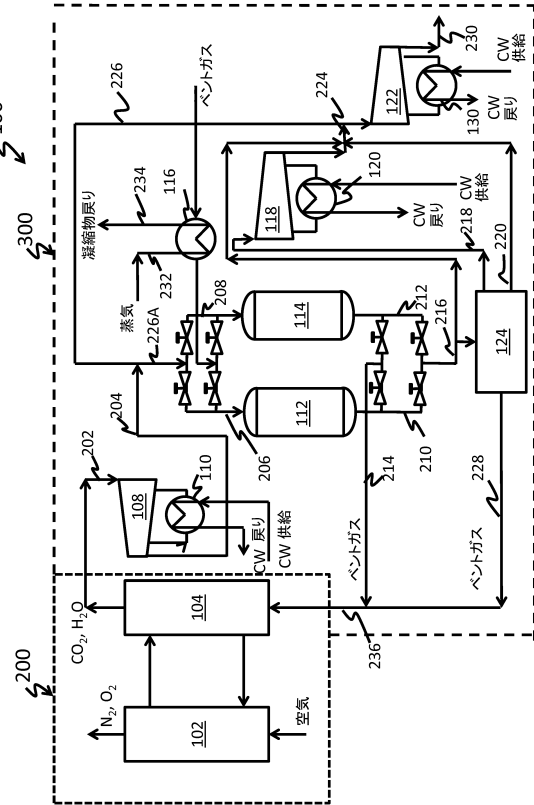
様々な典型的な実施の形態を参照して発明を説明したが、発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更が加えられてよく、前記実施の形態の要素の代わりに均等物が代用されてよいことが理解されるであろう。加えて、発明の基本的な範囲から逸脱することなく、特定の状況又は材料を発明の開示に適応させるために、多くの変更がなされてよい。従って、本発明を実施するために考えられた最良の形態として開示された特定の実施の形態に発明は限定されないが、発明は、添付の請求広範囲に該当する全ての実施の形態を含むことが意図されている。

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 C 0 1 B 31/20 (2006.01) C 0 1 B 31/20 B

- (72)発明者 ハーバート イー . アンドラス ジュニア
 アメリカ合衆国 コネチカット グランビー ハンガリー ロード 9 4
- (72)発明者 グレン ディー . ジュッコラ
 アメリカ合衆国 コネチカット グラストンベリー シャグパーク ロード 5 5
- (72)発明者 ポール アール . ティボー
 アメリカ合衆国 コネチカット ウィンザー ホイットニー サークル 2 0
- (72)発明者 グレゴリー エヌ . リリエダール
 アメリカ合衆国 コネチカット タリフヴィル ウェスト ポイント テラス 6 4

審査官 山田 貴之

- (56)参考文献 特表2013-522149(JP,A)
 米国特許出願公開第2004/0237404(US,A1)
 特表2011-529848(JP,A)
 特表2011-513861(JP,A)
 特表2011-514601(JP,A)
 特表2013-504421(JP,A)
 特表2011-520759(JP,A)
 特表2013-518353(JP,A)
 米国特許出願公開第2011/0223083(US,A1)
 米国特許出願公開第2012/0230897(US,A1)
 特開2011-016873(JP,A)
 米国特許出願公開第2010/0024476(US,A1)
 米国特許出願公開第2009/0288556(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 1 D 5 3 / 0 2
 B 0 1 D 5 3 / 1 4
 B 0 1 D 5 3 / 2 2
 B 0 1 D 5 3 / 3 4
 C 0 1 B 3 1 / 2 0
 F 2 3 G 7 / 0 6
 F 2 3 J 1 5 / 0 0