

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7443348号
(P7443348)

(45)発行日 令和6年3月5日(2024.3.5)

(24)登録日 令和6年2月26日(2024.2.26)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 6 N	7/00 (2023.01)	G 0 6 N	7/00
G 0 6 Q	50/04 (2012.01)	G 0 6 Q	50/04
B 0 1 D	53/14 (2006.01)	B 0 1 D	53/14 2 0 0
請求項の数 16 (全44頁)			
(21)出願番号	特願2021-515087(P2021-515087)	(73)特許権者	508020155
(86)(22)出願日	令和1年9月16日(2019.9.16)		ビーエーエスエフ ソシエタス・ヨーロ
(65)公表番号	特表2022-501182(P2022-501182		ピア
	A)		B A S F S E
(43)公表日	令和4年1月6日(2022.1.6)		ドイツ連邦共和国 6 7 0 5 6 ルードウ
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/074730		ィッヒスハーフェン・アム・ライン カ
(87)国際公開番号	WO2020/058202		ールーボッシュェストラッセ 3 8
(87)国際公開日	令和2年3月26日(2020.3.26)		C a r l - B o s c h - S t r a s s e
審査請求日	令和4年9月14日(2022.9.14)		3 8, 6 7 0 5 6 L u d w i g s h a
(31)優先権主張番号	18195373.8		f e n a m R h e i n, G e r m a
(32)優先日	平成30年9月19日(2018.9.19)		n y
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	110002572
(31)優先権主張番号	16/135,494		弁理士法人平木国際特許事務所
(32)優先日	平成30年9月19日(2018.9.19)	(72)発明者	ノッツ, ラルフ
	最終頁に続く		ドイツ連邦共和国 6 7 0 5 6 ルートヴ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガス処理プラントの操作及び／又は寸法パラメータのモデル化

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)を含む、処理された出口流(20)を提供するように処理溶液で気状入口流(16)を処理するガス処理プラント(10)の、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法であって:

a. インターフェースユニット(130-1)を介して、前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するステップ(S3、S9)であり、前記リクエストが、前記1つ以上のガス処理ユニットに関するガス処理ユニット入力パラメータを含み、前記ガス処理ユニット入力パラメータが、少なくとも1つの相対パラメータを含むステップ、

b. 決定処理ユニット(130-2)を介して、前記ガス処理ユニット入力パラメータに基づいて、前記少なくとも1つの相対パラメータと対応するパラメータとの関係を含む前記ガス処理プラント(10)のデジタルモデルを初期化するステップ(S6、S12)、

c. 前記決定処理ユニット(130-2)を介して、前記デジタルモデルに基づいて、前記少なくとも1つの相対パラメータとの関係の結果である前記対応するパラメータを含む前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータを決定するステップ(S7、S13)、

d. 出力インターフェース(130-4)を介して、前記対応するパラメータを含む前記操作及び/又は寸法パラメータを出力するステップ(S8、S15)
を含み、

前記1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)の1つが吸収塔(12)であり、

前記リクエストが、前記ガス処理ユニット入力パラメータとして、吸収塔入力パラメータを含み、

前記吸収塔入力パラメータが、下記の相対パラメータ:

- i. 前記処理された出口流中の1種以上の欠乏したガス成分の割合を指定する組成、
- ii. 前記吸収塔の高さに沿った、実際の負荷と平衡負荷との比の極値又はその逆の平衡負荷と実際の負荷との比の極値によって、或いは前記吸収塔の底部での、実際の負荷と平衡負荷との比又はその逆の平衡負荷と実際の負荷との比によって決定された、前記吸収塔内の前記処理溶液の負荷率、
- iii. 前記吸収塔内の許容可能な水力操作レジームを示す、許容可能な水力負荷の少なくとも1つを含み、

前記対応するパラメータは、前記吸収塔の高さ、前記吸収塔の直径、及び前記吸収塔の溶液流量の少なくとも1つを含み、

前記デジタルモデルは、1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)を含む前記ガス処理プラント(10)内の物質及び熱移動を特徴付けるモデルである、方法。

【請求項2】

1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)を含む、処理された出口流(20)を提供するように処理溶液で気状入口流(16)を処理するガス処理プラント(10)の、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法であって、前記1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)の1つが吸収塔(12)であり、前記方法が:

- a. インターフェースユニット(130-1)を介して、前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するステップ(S3、S9)であり、前記リクエストが、前記1つ以上のガス処理ユニットに関するガス処理ユニット入力パラメータとして、吸収塔入力パラメータを含み、前記吸収塔入力パラメータが、少なくとも1つの相対パラメータとして、前記吸収塔内の前記処理溶液の負荷率を含むステップ、
 - b. 決定処理ユニット(130-2)を介して、前記吸収塔入力パラメータに基づいて、前記吸収塔の溶液流量に対する前記負荷率の関係を含む前記ガス処理プラント(10)のデジタルモデルを初期化するステップ(S6、S12)、
 - c. 前記決定処理ユニット(130-2)を介して、前記デジタルモデルに基づいて、前記負荷率との関係の結果である前記吸収塔の溶液流量を含む前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータを決定するステップ(S7、S13)、
 - d. 出力インターフェース(130-4)を介して、前記吸収塔の溶液流量を含む前記操作及び/又は寸法パラメータを出力するステップ(S8、S15)
- を含み、

前記処理溶液の前記負荷率が、前記吸収塔の高さに沿った、実際の負荷と平衡負荷との比の極値又はその逆の平衡負荷と実際の負荷との比の極値によって、或いは前記吸収塔の底部での、実際の負荷と平衡負荷との比又はその逆の平衡負荷と実際の負荷との比によって決定され、

前記デジタルモデルが、前記吸収塔(12)を含む前記ガス処理プラント(10)内の物質及び熱移動を特徴付けるモデルである、方法。

【請求項3】

前記吸収塔入力パラメータがさらに、下記の相対パラメータ:

- i. 前記処理された出口流中の1種以上の欠乏したガス成分の割合を指定する組成、
- ii. 前記吸収塔内の許容可能な水力操作レジームを示す、許容可能な水力負荷の少なくとも1つを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記処理溶液の前記負荷率が、前記入口流(16)から吸収されることになる1種以上のガス成分に基づいて決定され、前記入口流(16)から吸収されることになる複数のガス成分の場合には、前記負荷率は、吸収されることになる前記複数のガス成分を含む、組み合わせられた負荷率として決定される、請求項2から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)の1つが、前記処理溶液を再生し且つ前記再生された処理溶液を元の吸収塔(12)に供給する少なくとも1つのリボイラーを含む再生塔(14)を含み、

前記リクエストが、前記ガス処理ユニット入力パラメータとして、さらに再生塔入力パラメータを含み、

前記再生塔入力パラメータが、下記の相対パラメータ:

- i. 前記再生された処理溶液の画分品質、ストリップ蒸気の比、又は前記吸収塔頂部での前記再生された処理溶液の負荷率、
- ii. 前記再生塔内の許容可能な水力操作レジームを示す、許容可能な水力負荷の少なくとも1つを含む、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項6】

前記寸法及び/又は操作パラメータを決定すること(S7、S13)が、前記デジタルモデルに関する方程式に基づく解法又は逐次解法を使用することを含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

前記方程式に基づく解法が、同時に解かれる単一連立方程式での前記デジタルモデルの全ての方程式を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記ガス処理プラント(10)の前記操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始する前記リクエストがクライアント装置(110)から受信され(S3、S9)、前記クライアント装置(110)が入力ユニット(110-1)を含み、前記インターフェースユニット(130-1)が決定サーバー(130)の部分であり、又は前記入力ユニット(110-1)及び前記インターフェースユニット(130-1)が、前記クライアント装置(110)の部分である、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項9】

前記ガス処理ユニット入力パラメータが許可オブジェクトに従って提供され、前記許可オブジェクトが、どのガス処理ユニット入力パラメータが相対パラメータとして又は対応するパラメータとして提供されるかを定める、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記デジタルモデルの初期化に関し、データベースユニットを介して熱力学的パラメータが提供され(S12)、前記熱力学的パラメータは、操作条件下でガス処理プラント(10)の熱力学的性質の測定から導かれる、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項11】

検証ステップが、前記リクエストの受信の前及び/又は後に、前記少なくとも1つの相対パラメータに関して行われ、前記少なくとも1つの相対パラメータは、事前に定められた範囲内に在る場合に有効である、請求項1から10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)を含む、処理された出口流(20)を提供するように処理溶液で気状入口流(16)を処理するためのガス処理プラント(10)の、操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステムであって:

40

- a. 前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するように構成され、前記リクエストが、前記1つ以上のガス処理ユニットに関するガス処理ユニット入力パラメータを含み、前記ガス処理ユニット入力パラメータが、少なくとも1つの相対パラメータを含み、

前記システムがさらに、

- b. 前記ガス処理ユニット入力パラメータに基づいて、前記少なくとも1つの相対パラメータと対応するパラメータとの関係を含む前記ガス処理プラント(10)のデジタルモデルを初期化するように構成され、前記対応するパラメータが、前記吸収塔の高さ、前記吸収塔の直径、及び前記吸収塔の溶液流量の少なくとも1つを含み、且つ前記少なくとも1つの相対パラメータとの関係の結果であり、前記デジタルモデルが、前記1つ以上のガス処理ユニ

50

ット(12、14、30、38)を含む前記ガス処理プラント(10)内の物質及び熱移動を特徴付け、前記システムが、前記デジタルモデルに基づいて、前記対応するパラメータを含む前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータに対して構成され、前記システムがさらに、

c. 前記対応するパラメータを含む前記操作及び/又は寸法パラメータを出力するように構成される、システム。

【請求項13】

1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)を含む、処理された出口流(20)を提供するように処理溶液で気状入口流(16)を処理するためのガス処理プラント(10)の、操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステムであって、前記1つ以上のガス処理ユニット(12、14、30、38)の1つが吸収塔(12)であり、前記システムが:

a. 前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するように構成され、前記リクエストが吸収塔入力パラメータを含み、前記吸収塔入力パラメータが、前記吸収塔内の前記処理溶液の負荷率を含み、

前記システムがさらに、

b. 前記吸収塔入力パラメータに基づいて、前記負荷率と前記吸収塔の溶液流量との関係を含む前記ガス処理プラント(10)のデジタルモデルを初期化するように構成され、前記デジタルモデルが、前記吸収塔を含む前記ガス処理プラント(10)内の物質及び熱移動を特徴付け、前記システムが、前記デジタルモデルに基づいて、前記負荷率との関係の結果である前記吸収塔の溶液流量を含む前記ガス処理プラント(10)の操作及び/又は寸法パラメータを決定するように構成され、

前記システムがさらに、

c. 前記流量を含む前記操作及び/又は寸法パラメータを出力するように構成される、システム。

【請求項14】

1つ以上の処理装置で実行される場合、請求項1から11の方法によるステップを前記処理装置で行わせる、コンピュータ可読命令を含むコンピュータプログラム。

【請求項15】

1つ以上の処理装置で実行される場合、請求項1から11の方法によるステップをプロセッサ(複数可)で行わせる、コード化された命令を含む非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項16】

厳密なモデルに基づく高度プロセス制御での、請求項1から11による方法による、使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも1つのガス処理ユニットを含むガス処理プラントの、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法及びシステム、並びにガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法及びユニットに関する。本発明はさらに、1つ以上のプロセッサで実行される場合に方法の1つ以上を行う、コンピュータプログラム及びコンピュータプログラムを持つ不揮発性又は非一時的記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

ガス処理プラントは、典型的には大規模プラント、例えば油及びガス設備、ガス清浄化プラント、二酸化炭素捕捉設備、液化天然ガス(LNG)プラント、製油所、石油化学設備、又は化学設備で使用される。そのような大規模プラントでは、酸性ガス、例えばCO₂、H₂S、SO₂、CS₂、HCN、COS、又はメルカプタンを含有する流体流が生ずる。これらの流体流は例えば、ガス流(例えば天然ガス、合成ガス、又は重油若しくは重質残渣、コークス炉オフガス、製油所ガス若しくは反応ガスであって、有機材料、例えば石炭又は鉱油の部分

酸化で形成されたもの)、又は液体若しくは液化炭化水素流、例えばLPG(液化石油ガス)又はNGL(天然ガス液)とすることができる。これらの流体流からの酸性ガスの除去が、様々な理由で望ましい。

【0003】

これらの流体を移送又はさらに処理することができる前に、流体の酸性ガスの含量は著しく低減されてもよい。例えばCO₂は、高濃度のCO₂がガスの発熱量を低減させるので、天然ガスから除去されなければならない。さらにCO₂は、流体流に頻繁に同伴された水と合わせて、管及び付属品の腐食をもたらす可能性がある。これらの流体流からの硫黄化合物の除去は、様々な理由で重要である。例えば天然ガスの硫黄化合物含量は、硫黄化合物が、天然ガスによって頻繁に同伴される水と一緒にあって、やはり腐食するように作用する酸を形成するので、天然ガス供給源での即時の適切な処理手段によって低減させなければならない。

10

【0004】

したがって、パイプラインでの天然ガスの輸送では、含硫黄不純物の、事前に設定された限界値を超えてはならない。さらに、数多くの硫黄化合物は、低濃度であっても異臭がし、特に硫化水素は有毒である。

【0005】

この分野において、企業は、設備の最も適切な能力及び機能性に関して、主要な数百万ドルの投資決定をする必要がある。ガス処理プラントには多くの潜在的な構成及び設計の選択肢があるので、実現可能な選択肢を特定すること及び最適なガス処理プラントの設計を選択することが難しい。したがって設計プロセスは、所与の条件に関して最適なガス処理プラントを見出すように行われる。次いで設計は、物理的ガス処理プラントで実現される。そのような設計プロセスは、多数のガス処理ユニットを持つガス処理プラントの考えられる操作が様々なパラメータ、例えば入口流の組成、処理溶液の性質、ガス処理ユニットの寸法、又はガス処理ユニット内の熱力学的環境に依存するので、非常に複雑な技術作業である。これらのパラメータ同士の相関は、さらに複雑さを増大させる。その結果、現在の設計方法は、物理的ガス処理プラント操作及び出力特性を反映する実現可能な結果を生み出すのに大量の入力データを必要とする。

20

【0006】

米国特許出願公開第2012/0029890号明細書は、デジタル処理装置において、蒸気側及び液体側物質移動係数の式と対象カラムに関する物質移動面積の式とを提供する、コンピュータで実施されるステップを含む、分離プロセス用カラムを設計する又は最適化する方法を記載しており、この蒸気側及び液体側物質移動係数の式と物質移動面積の式とは、数学的関係として1理論段当たりのカラム平均高さを定義することから導かれたものである。これらの式は、様々なカラムの曲線当て嵌め実験データの誤差を低減させることからさらに導かれる。方法は、対象カラムのカラム高さ及びカラム幅の構成を決定するのに、提供された式を使用し、対象カラムの決定されたカラム高さ及びカラム幅の構成を出力することを含む。

30

【0007】

欧州特許出願公開第2534592号明細書は、限られたデータに基づく対象設備設計のユーザー仕様を可能にする入力ユニットを含む装置をモデル化する、方法及び合成コンピュータ(composition computer)を記載する。対象設備設計は、設計の代替例、及び入力ユニットに連結され、且つユーザー仕様に応答するプロセッサルーチンであって、対象設備設計をモデル化するよう厳密なシミュレーションモデラーに対して入力データ集合を形成することによるものを含む。厳密なシミュレーションモデラーは、限られたデータを越えて入力を必要とする。

40

【0008】

米国特許第7367018号明細書は、適用例全体にわたる化学又はその他の工学プロセスに関するプロセス及びプラント工学データを管理するための方法及び装置を記載する。方法及び装置は、多数のソフトウェアアプリケーションのそれぞれに関する、それぞれのク

50

ラスビュー、複合クラスビュー、概念的データモデル、及び得られた統合的多層データモデルを含む。多層データモデルは、他のプロセス及びプラント工学アプリケーション及びプログラムと、多数のソフトウェアアプリケーションからの工学及びその他のデータを共有することが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】米国特許出願公開第2012/0029890号明細書

【文献】欧州特許出願公開第2534592号明細書

【文献】米国特許第7367018号明細書

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

そのようなアプリケーションを使用した場合に生ずる1つの問題は、ユーザーが、関連した入力パラメータを含むいくつかの入力パラメータを定めるのを必要とすることである。これらの仕様に基づいて、処理された出口ガスの組成が計算される。処理された出口ガスにおける指定された組成を実現するため、設計者は、入力パラメータを手作業で変更する必要がある。さらに、複雑な計算は、望ましくない及び/又は物理的に意味のないプロセス条件及び不合理な設計を、容易にもたらす可能性がある。そのような条件は、計算の非収束をさらにもたらす可能性があり、そのことが、多数の手作業による且つ時間を消費する反復ステップをもたらし、設計プロセスを非常に長たらしく非効率的なものにする。

20

【0011】

したがって本発明の目的は、プロセスの有意な単純化をもたらし、ユーザーの負担を低減し、且つガス処理プラントを実現するプロセスを合理化し加速するのを可能にする、ガス処理プラントを設計する改善されたプロセスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラント、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法、特にコンピュータで実現される方法に関し、この方法は、コンピュータ又は分散型コンピュータシステムによって実施されてもよく、この方法は：

30

a. インターフェースユニットを介して、ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するステップであって、リクエストが、1つ以上のガス処理ユニットに関するガス処理ユニット入力パラメータを含み、ガス処理ユニット入力パラメータが、プラントのスループットとは無関係の少なくとも1つの相対パラメータを含むステップ、

b. 決定処理ユニットを介して、ガス処理ユニット入力パラメータに基づき且つ対応するパラメータに対する少なくとも1つの相対パラメータの関係を含む、ガス処理プラントのデジタルモデルを初期化するステップであって、対応するパラメータが、プラントのスループットに依存し又はガス処理ユニットの幾何形状に依存し、且つ少なくとも1つの相対パラメータに対する関係の結果であり、デジタルモデルが、1つ以上のガス処理ユニットを含むガス処理プラントでの物質及び熱移動を特徴付けるステップ、

40

c. 決定処理ユニットを介して、デジタルモデルに基づく対応するパラメータを含む、ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定するステップ、

d. 特にガス処理ユニット入力パラメータとして提供される少なくとも1つの相対パラメータとの関係の結果である、プラントのスループットに依存する又はガス処理ユニットの幾何形状に依存する対応するパラメータを含む操作及び/又は寸法パラメータを、出力インターフェースを介して出力するステップ

50

を含む。

【0013】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法、特にコンピュータで実現される方法に関し、1つ以上のガス処理ユニットの1つは吸収塔であり、方法は、コンピュータ又は分散型コンピュータシステムによって実施されてもよく、方法は:

- a. インターフェースユニットを介して、ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するステップであって、リクエストが吸収塔入力パラメータを含み、吸収塔入力パラメータが、吸収塔内の処理溶液の平衡捕捉容量までの距離を示す負荷率を含むステップ、
- b. 決定処理ユニットを介して、吸収塔入力パラメータに基づき且つ流量に対する負荷率の関係を含むガス処理プラントのデジタルモデルを初期化するステップであって、デジタルモデルが、吸収塔を含むガス処理プラント内の物質及び熱移動を特徴付けるステップ、
- c. 決定処理ユニットを介して、デジタルモデルに基づく流量を含むガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定するステップ、
- d. ガス処理ユニット入力パラメータとして提供された負荷率に対する関係の結果である、流量を含む操作及び/又は寸法パラメータを、出力インターフェースを介して出力するステップ

を含む。

【0014】

本発明はさらに、1つ以上のプロセッサで実行された場合、プロセッサで、本明細書に記載されるような処理をするガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法を行わせる、コンピュータ可読命令を含むコンピュータプログラム又はコンピュータプログラム製品に関する。本発明はさらに、1つ以上のプロセッサで実行された場合、プロセッサで、本明細書に記載されるような処理をするガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法を行わせる、コンピュータ可読命令を含むコンピュータ可読不揮発性又は非一時的記憶媒体に関する。

【0015】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を供給するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を供給するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステムであって:

- a. ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するように構成されたインターフェースユニットであり、リクエストが、1つ以上のガス処理ユニットに関するガス処理ユニット入力パラメータを含み、ガス処理ユニット入力パラメータが、プラントのスループットとは無関係の少なくとも1つの相対パラメータを含む、インターフェースユニット
- b. ガス処理ユニット入力パラメータに基づき且つ対応するパラメータに対する少なくとも1つの相対パラメータの関係を含む、ガス処理プラントのデジタルモデルを初期化するように構成された決定処理ユニットであり、対応するパラメータは、プラントのスループットに依存し又はガス処理ユニットの幾何形状に依存し、且つ少なくとも1つの相対パラメータとの関係の結果であり、デジタルモデルは、1つ以上のガス処理ユニットを含むガス処理プラント内の物質及び熱移動を特徴付け、デジタルモデルに基づいて対応するパラメータを含むガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定するように構成された、決定処理ユニット、及び
- c. プラントのスループットに依存する又はガス処理ユニットの幾何形状に依存する、対応するパラメータを含む操作及び/又は寸法パラメータを出力するように構成され、特にガス処理ユニット入力パラメータとして提供される少なくとも1つの相対パラメータとの関係

の結果である、出力インターフェースを含むシステムに関する。

【0016】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステムであって、1つのガス処理ユニットは、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する吸収塔であり、

a. ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するように構成されたインターフェースユニットであり、リクエストが吸収塔入力パラメータを含み、吸収塔入力パラメータが、吸収塔における処理溶液の平衡捕捉容量までの距離を示す負荷率を含む、インターフェースユニット、

10

b. 吸収塔入力パラメータに基づき且つ流量に対する負荷率の関係を含む、ガス処理プラントのデジタルモデルを初期化するように構成された決定処理ユニットであり、デジタルモデルが、吸収塔を含むガス処理プラント内の物質及び熱移動を特徴付け、デジタルモデルに基づいて流量を含むガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定するよう構成される、決定処理ユニット、

c. 特にガス処理ユニット入力パラメータとして提供された負荷率に対する関係の結果である、流量を含む操作及び/又は寸法パラメータを出力するように構成された、出力インターフェースを含むシステムに関する。

20

【0017】

本発明はさらに、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントを、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントを、構成し又は構築する方法であって、コンピュータ又は分散型コンピュータシステムによって実施されてもよく：

a. 本明細書に記載される1つ以上の方法により、ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を含む、ガス処理プラントの設計を決定するステップ、

b. 決定された設計により又は該設計に基づいて、ガス処理プラントを構成し又は構築するステップ

30

を含む方法に関する。

【0018】

本発明はさらに、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するためのガス処理プラント、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントであって、ガス処理プラントの設計により又は該設計に基づき構築され、設計が、本明細書に記載される1つ以上の方法によるガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を含むプラントに関する。

【0019】

40

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法、特にコンピュータで実現される方法であって、コンピュータ又は分散型コンピュータシステムにより実施されてもよく、発生は、許可オブジェクトに従ってガス処理ユニット入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトは、どのガス処理ユニット入力パラメータが相対パラメータとして提供されるかを定め、そのような相対パラメータは、プラントのスループットとは無関係であり且つプラントのスループットに依存する又はガス処理ユニットの幾何形状に依存する少なくとも1つの対応するパラメータに関する、

50

方法に関する。

【0020】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、入力ユニット、又は処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる入力ユニットを含む、クライアント装置であって、入力ユニットは、許可オブジェクトによりガス処理ユニット入力パラメータを提供するように構成され、許可オブジェクトは、どのガス処理ユニット入力パラメータが相対パラメータとして提供されるかを定め、そのような相対パラメータは、プラントのスループットに無関係であり且つプラントのスループットに依存する又はガス処理ユニットの幾何形状に依存する少なくとも1つの対応するパラメータに関係する、クライアント装置に関する。

10

【0021】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するようにリクエストを発生させる方法、特にコンピュータで実現される方法であって、この方法はコンピュータ又は分散型コンピュータシステムによって実施されてもよく、発生は、許可オブジェクトによりプロセス特異的な入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的な入力パラメータが工業適用タイプに基づいて提供されるかを定める方法に関する。

20

【0022】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、入力ユニット、又は処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理するガス処理プラントの、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントの、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる入力ユニットを含む、クライアント装置であって、入力ユニットは、許可オブジェクトによりプロセス特異的な入力パラメータを提供するように構成され、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的な入力パラメータが工業適用タイプに基づくかを定め、クライアント装置に関する。

30

【0023】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する既存のガス処理プラントを、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントを操作する、操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法、特にコンピュータで実現される方法であって、方法は、コンピュータ又は分散型コンピュータシステムにより実施されてもよく、発生は、許可オブジェクトによりプロセス特異的な入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的な入力パラメータが工業適用タイプに基づいて提供されるかを定め、又は発生は、ガス処理ユニット入力パラメータを提供することを含み若しくは許可オブジェクトに従うことを含み、許可オブジェクトは、ガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流中の1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成が、ガス処理ユニット入力パラメータとして提供されるか否かを定める方法に関する。

40

【0024】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、入力ユニット、又は処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する既存のガス処理プラントを、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントを、操作する操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる入力ユニットを含む、クライアント装置であって、入力ユニットは

50

、許可オブジェクトに従いプロセス特異的入力パラメータを提供するように構成され、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的入力パラメータが工業適用タイプに基づいて提供されるかを定め、又は入力ユニットは、許可オブジェクトに従いガス処理ユニット入力パラメータを提供するように構成され、許可オブジェクトは、ガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流中の1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成が、ガス処理ユニット入力パラメータとして提供されるか否かを定める、クライアント装置に関する。

【0025】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する既存のガス処理プラントを、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントを操作する操作パラメータを決定する方法、特にコンピュータで実現される方法であって、コンピュータ又は分散型コンピュータシステムによって実施されてもよく、

a. 既存のガス処理プラントを操作する操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させることであり、発生が、許可オブジェクトに従いプロセス特異的入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的入力パラメータが工業適用タイプに基づいて提供されるかを定め、又は発生は、許可オブジェクトに従いガス処理ユニット入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトは、ガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流中の1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成が、ガス処理ユニット入力パラメータとして提供されるか否かを定めるものであること、

b. 決定処理ユニットを介して、ガス処理プラントのデジタルモデルを、発生したリクエストで提供されたプロセス特異的パラメータ又はガス処理ユニット入力パラメータに基づき初期化することであり、デジタルモデルが、ガス処理プラント内の物質及び熱移動を特徴付けるものであること、

c. 決定処理ユニットを介して、既存のガス処理プラントの操作パラメータを、デジタルモデルに基づき決定すること、

d. 出力インターフェースを介して、特にガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流中の1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成を含む、決定された操作パラメータを出力することを含む方法に関する。

【0026】

本発明はさらに、1つ以上のガス処理ユニットを含む、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する既存のガス処理プラントを、好ましくは処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流から1種以上の酸性ガス成分を除去する酸性ガス除去プラントを、操作する操作パラメータを決定するシステムであって、

a. 既存のガス処理プラントを操作する操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生するように構成された入力ユニットであり、発生が、許可オブジェクトに従いプロセス特異的入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトが、どのプロセス特異的入力パラメータが工業適用タイプに基づき提供されるかを定め、又は発生が、許可オブジェクトに従いガス処理ユニット入力パラメータを提供することを含み、許可オブジェクトが、ガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流中の1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成がガス処理ユニット入力パラメータとして提供されるか否かを定める、入力ユニット、

b. 発生したリクエストで提供されたプロセス特異的パラメータ又はガス処理ユニット入力パラメータに基づいて、ガス処理プラントのデジタルモデルを初期化するように構成された決定処理ユニットであり、デジタルモデルが、ガス処理プラントでの物質及び熱移動を特徴付け、既存のガス処理プラントの操作パラメータをデジタルモデルに基づいて決定するように構成される、決定処理ユニット、

c. 特にガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流中の1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成を含む、決定された操作パラメータを出力するように構成された出力

インターフェース

を含むシステムに関する。

【0027】

本発明はさらに、本明細書に開示される操作パラメータを決定する方法又はシステムにより、操作パラメータを決定することに基づいて、処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する既存のガス処理プラントを操作する方法、特にコンピュータで実現される方法、及びシステムに関する。

【0028】

本発明はさらに、1つ以上のプロセッサで実行された場合に、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法、又は本明細書に記載されるように、操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させて既存のガス処理プラントを操作する方法をプロセッサで行わせる、コンピュータ可読命令を含むコンピュータプログラム又はコンピュータプログラム製品に関する。

10

【0029】

本発明はさらに、1つ以上のプロセッサで実行された場合に、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法、又は本明細書に記載されるように、操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させて既存のガス処理プラントを操作する方法をプロセッサで行わせる、コンピュータ可読命令を含むコンピュータ可読不揮発性又は非一時的記憶媒体に関する。

20

【0030】

本発明は、有利には、最適化された設計プロセス、次いでガス処理プラント、好ましくは酸性ガス除去プラントの作成された設計を、モデル化され及び決定されたパラメータに基づき可能にする。

【0031】

例えば、相対パラメータは問題であり又は機能的に推進されるので、より単純な設計プロセスを可能にする相対パラメータが導入され、それに対して、対応するパラメータは、ユーザーが、ガス処理プラントの問題又は機能的に推進される仕様を特定の構造的、寸法的、又は操作上のパラメータに翻訳する必要がある。さらに、設計上の制約は、任意の構造的、寸法的、又は操作上のパラメータに関するよりも、相対的な、例えば機能的に推進されるパラメータに関して予測することが容易である。したがって、物理的に意味のある結果を生成する能力は、相当高められる。特に、指定するのに専門知識が必要ないので、ガス処理プラントに関する操作及び/又は寸法パラメータの決定を行うのに専門的知識が必要ない。

30

【0032】

本発明は、構造的に、寸法的に、操作的に推進されるのではなく、機能的に推進される又は相対パラメータ、又は対応するパラメータに基づいて、ガス処理プラント、好ましくは酸性ガス除去プラントの設計を可能にする。相対パラメータは導入されるので、それぞれの対応するパラメータは、方法の出力として決定される。さらに、相対パラメータを導入することによって、入力パラメータの任意の相関が低減され又は元に戻り、寸法及び/又は操作パラメータのより堅牢で安定な決定が可能になり、これは物理的に構築されることになるガス処理プラント内で実施される。したがって設計プロセスの複雑さは、物理的及び化学的に意味のある操作及び/又は寸法パラメータを見出すのに必要とされる反復回数に鑑みて低減される。したがってコンピュータプログラムは、処理システムにロードされ実行された場合、汎用コンピューティングシステムからの全システムを、単純化され且つより効率的なガス処理プラント設計の環境にカスタマイズされた専用コンピューティングシステムに変換される。

40

【0033】

さらに、リクエストを発生させる入力ユニットレベルに設定された許可オブジェクトは、そのような単純化された且つより効率的なガス処理プラントの設計又は評価に必要とされる入力パラメータを鑑み、設計並びに評価プロセスの強化された制御を可能にする。こ

50

ここで設計は、構築される又は実現されるガス処理プラントに関する決定を指し、評価は、既存の又は物理的に構築されたガス処理プラントに関する決定を指す。設計の場合、構築されるガス処理プラントの操作パラメータ及び寸法パラメータを示す、操作及び/又は寸法パラメータが、決定されてもよい。そのような操作パラメータは、例えば、吸収塔における流量、出口流の組成、1つ以上のガス処理ユニットの内部流又は入口流である。寸法パラメータは、例えば1つ以上のガス処理ユニットの直径又は高さである。評価の場合、既存のプラントにおける操作条件を示す操作パラメータが、決定されてもよい。そのような操作パラメータは、例えば出口流の組成、1つ以上のガス処理ユニットの内部流又は入口流、任意の温度、物質又は体積流である。操作パラメータは、既存のガス処理プラントを操作するのに使用され且つ物理的に構築されるガス処理プラントの操作中に調節できるものが、決定されてもよい。入力レベルで設定された許可オブジェクトはさらに、物理的及び化学的に意味のある操作及び/又は寸法パラメータが決定されるように解空間(solution space)を低減させ、物理的に構築されたガス処理プラントで実現される場合には、ガス処理プラントの安定な操作がもたらされる。さらに、物理的及び化学的に意味のない操作及び/又は寸法パラメータをもたらす任意のシナリオを回避することができ、意味のある解に到達するまでの反復回数が低減され、したがって非常に効率的な手法でコンピュータリソースが使用される。

10

【0034】

本発明のある特定の実施形態はさらに有利に、入力パラメータ用にグループ化ヒエラルキー構造を利用するグラフィカルユーザーインターフェースを提供し、したがって、ユーザーがより効率的に入力パラメータを指定できることによって、グラフィカルユーザーインターフェースの利用可能性が改善される。

20

【0035】

以下の記述は、上記列挙された方法、コンピュータプログラム、コンピュータ可読記憶媒体、入力ユニット、システム、ガス処理プラントを構成し又は構築する方法、並びにガス処理プラントに関する。特に、システム、入力ユニット、コンピュータプログラム、及びコンピュータ可読記憶媒体は、上述の及び以下にさらに記載される方法ステップを行うように構成される。

【0036】

コンピュータプログラムは、適切な媒体、例えば光記憶媒体又はソリッドステート媒体であってその他のハードウェアと一緒に又は部分として供給されたものに記憶及び/又は分散されてもよいが、その他の形に、例えばインターネット又はその他の有線若しくは無線通信システムを介して分散されてもよい。

30

【0037】

しかしコンピュータプログラムは、ワールドワイドウェブのようなネットワーク上で提示されてもよく、そのようなネットワークからデータプロセッサのワーキングメモリにダウンロードすることができる。

【0038】

本発明の他の例示的な実施形態によれば、ダウンロードするのに利用可能なコンピュータプログラムエレメントを作製するデータ担体又はデータ記憶媒体が提供され、このコンピュータプログラムエレメントは、先に記載された本発明の一実施形態による1つの方法を行うように配置構成される。

40

【0039】

本発明により定義される「入力パラメータ」という用語は、ユーザーによって提供される又はデータベースを介して提供される、及びガス処理プラントをシミュレートする又は設計するデジタルモデルを初期化するのに必要とされる、任意のパラメータとして理解され得る。

【0040】

本明細書で使用される「相対パラメータ」という用語は、対応するパラメータに関する。相対パラメータがガス処理ユニット入力パラメータで提供される場合、対応するパラメ

50

ータは指定されなくなるが、決定の結果になる。したがって、これはガス処理ユニット入力パラメータで提供される相対パラメータ又は対応するパラメータのいずれかの排他的仕様である。したがって相対パラメータは、プラントのスループットと無関係であり、プラントのスループットと直接相関せず又は直接関係しない。したがって、対照的に、対応するパラメータはプラントのスループットに依存し又はガス処理ユニットの幾何形状に依存し、プラントのスループット又はガス処理ユニットの幾何形状に直接相関し又は直接関係する。ここで「スループット」という用語は、質量スループット又は体積スループットを指し、「ガス処理ユニットの幾何形状」という用語は、ガス処理ユニットの構造的配置構成を指し、したがってこれは物理的寸法、例えばガス処理ユニットの高さ又は直径に依存し又は直接相関し又は直接関係する。特定の例では、相対パラメータは、プラントの規模及び/又はガス処理プラントの容量に無関係であっても相関しなくてもよい。相対パラメータは、機能的パラメータであってもよく、これは対応するパラメータとは対照的に、プラントのスループット、プラントの規模、及び/又はガス処理プラントの容量に直接相関しない。吸収塔の相対パラメータに関する一例は、吸収塔における水力負荷である。このパラメータは、吸収塔の直径ではなく水の溢れ(hydraulic flooding)までの距離として基準を指定する際の機能的パラメータである。対応するパラメータとは対照的に、この例では、吸収塔の直径は、吸収塔の物理的寸法を示し、プラントのスループット、プラントの規模、及び/又はガス処理プラントの容量に直接依存する。不適切な吸収塔の直径の仕様は、溢れ条件及び不安定な又は物理的に意味のない操作条件をもたらす可能性があるのに対して、例えば1未満及び0.5超の安全率を介した水力負荷の仕様は、不安定な又は不合理な条件の設計を本質的に回避する。

【0041】

特に処理された出口流を提供するように処理溶液で気状入口流を処理する1つ以上のガス処理ユニットの1つが吸収塔である一実施形態では、吸収塔入力パラメータは、下記の相対パラメータ:

- i. 処理された出口流中の、1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成、
- ii. 吸収塔における処理溶液の平衡捕捉容量までの距離を示す負荷率、
- iii. 吸収塔における溢れ条件を示す、許容可能な水力負荷

の少なくとも1つを含むものが提供される。

【0042】

一実施例では、吸収塔入力パラメータは、i、ii、及びiiiの中からの、全ての利用可能な相対パラメータ、及び非対応パラメータを含むが、それはそのような対応するパラメータが、そのような吸収塔入力パラメータに基づく決定の結果だからである。別の実施例では、吸収塔入力パラメータは、利用可能な相対パラメータの2つを含み、残りの吸収塔入力パラメータは、対応するパラメータを介して指定される。さらに別の実施例において、吸収塔入力パラメータは、利用可能な相対パラメータの1つを含み、残りの吸収塔入力パラメータは、対応するパラメータを介して指定される。

【0043】

一実施例では、吸収塔入力パラメータは:

- 吸収塔の高さ、処理された出口流における組成、
- 流量、吸収塔内の処理溶液の負荷率、
- 吸収塔の直径、吸収塔の許容可能な水力負荷

を提供することにより、相対パラメータに関して、吸収塔の高さ、吸収塔の直径、又は溶液の流量の少なくとも1つを、間接的にのみ含む。

【0044】

この論拠に従えば、吸収塔の高さ、流量、及び吸収塔の直径は、それぞれ且つ操作及び/又は寸法パラメータのそのような部分として、デジタルモデルに基づき決定されることになる対応するパラメータである。特に吸収塔の直径及び高さは寸法パラメータであり、流量は操作パラメータである。

【0045】

上記パラメータに基づけば、相対パラメータを提供する概念がより明らかである。例えば、処理された出口流における組成は相対的であり、この特別な場合では、処理された出口流中に存在する吸収される1種以上の成分の量と、処理された出口流中の全成分の量の合計との比によって決定され得るという意味で、無次元であってもよい。この比は、吸収される1種以上の成分の量が、吸収塔を通る経路が増大するにつれて変化するので、吸収塔の高さに関係する。同様に、負荷率は相対的であり、この特別な場合には、実際の負荷と平衡負荷との比によって決定され得るという意味で無次元になり得る。この比は、処理溶液の流量又は流量が増大するにつれて実際の負荷が減少するので、処理溶液の流量に関係する。水力負荷は相対的であり、この特別な場合には、実際の水力負荷と溢れ限界での水力負荷との比によって決定され得るという意味で無次元であってもよい。この比は、吸収塔の直径が増大するにつれて実際の水力負荷が減少するので、吸収塔の直径に関係する。したがって、本発明の意味での相対パラメータは、機能的に推進されるパラメータに関し、これらは好ましくは、比、割合、又はパラメータをもたらす類似の関係に基づき、これら是对應するパラメータに関係し又は相関するものである。相対パラメータは、次元が $\text{m}^3/\text{時}/\text{m}^2$ である負荷率又は $\text{m}/\text{秒} \cdot \text{Pa}^{0.5}$ のF因子などの次元を持ってもよい。代替の実施形態では、相対パラメータが、任意の量を指すのに無次元であってもよく、そこには単位に関して物理的次元が割り当てられておらず又はパーセンテージなどに関して相対単位が割り当てられている。そのような相対パラメータは、プラントのスループット、プラントの規模、プラントの物理的寸法、及び/又はガス処理プラントの容量とは無関係であり又は直接相関していない。

【0046】

吸収塔に関する相対パラメータを提供する際、吸収塔の高さ、吸収塔の直径、又は流量の仕様は必要としない。代わりに、処理された出口流の組成、許容可能な水力負荷、又は吸収塔内の処理溶液の負荷率が提供される。処理された出口流の組成は、処理された出口流中に存在する吸収される1種以上の成分の量と、処理された出口流中の全成分の量の合計との比によって決定されてもよい。

【0047】

処理された出口流における1種以上の欠乏したガス成分の割合を指定する組成は、処理された出口流中のそれぞれの欠乏したガス成分に関する個々の割合に基づいてもよい。組成は、処理された出口流における欠乏したガス成分の割合の合計又は部分合計に基づいてもよい。一実施形態では、組成は、分析センサーデータ、例えばスペクトル法又はクロマトグラフィー法を通して測定されたデータから導かれてもよい。そのようなデータは、入力ユニット又はインターフェースユニットによって受信されてもよい。

【0048】

処理溶液の平衡捕捉容量までの距離を示す負荷率は、平衡負荷及び実際の負荷に基づいて決定されてもよい。実際の又は平衡負荷では、吸収塔内の気相又は気状流及び吸収塔内の液相又は処理溶液は、吸収塔の同じ高さで考慮され又は決定されてもよい。

【0049】

ここで平衡負荷は、気液平衡(VLE)の条件下で処理溶液に吸収された1種以上のガス成分の最大量を指す。したがって平衡負荷は、気相又は気状流から処理溶液中への物質又はガス成分移動が吸収塔内で生じない点を表す。言い換えれば、平衡において、処理溶液は1種以上のガス成分に関して飽和される。処理溶液中の任意のガス成分の平衡負荷は、吸収媒体の組成、処理溶液の温度、圧力、及び吸収塔内の気相又は気状流の組成に基づいてもよく、VLEは、同じ吸収塔の高さにある気相及び液相に基づいて決定される。ここで吸収媒体は、気相又は気状流から吸収された成分を全く含まない液相を指し、処理溶液は、気相又は気状流からの任意の吸収された成分を含む液相を指す。

【0050】

実際の負荷は、処理溶液中に実際に存在する1種以上のガス成分の量を指す。処理溶液中の1種以上のガス成分の実際の負荷は、処理溶液中の実際のガス成分の流量、及び処理溶液の実際の全流量、又は吸収媒体の実際の全流量に基づいてもよい。特に、処理溶液中

の任意のガス成分の実際の負荷は、処理溶液中の実際のガス成分の流量と、処理溶液の実際の全流量又は吸収媒体の実際の全流量との比に基づいてもよい。

【0051】

処理溶液の負荷率は、吸収塔の高さに沿った、実際の負荷と平衡負荷との比の極値によって、又はその逆の平衡負荷と実際の負荷との比によって、決定されてもよい。ここで極値は、最大値であっても最小値であってもよい。或いは又はさらに、処理溶液の負荷率は、吸収塔の底部での、実際の負荷と平衡負荷との比によって、又はその逆の平衡負荷と実際の負荷との比によって決定されてもよい。実際の負荷と平衡負荷との比の場合、負荷率は、負荷率1が、物質移動を引き起こさない平衡負荷を表すように定められてもよい。1未満の負荷率の場合は吸収が生じ、1よりも大きい負荷率の場合は脱着が生じる。平衡負荷と実際の負荷との比の場合、負荷率は、負荷率1が、物質移動を引き起こさない平衡負荷を表すように定められてもよい。1よりも大きい負荷率では吸収が生じ、1未満の負荷率では脱着が生じる。

10

【0052】

ガス成分iの負荷率は、下記の通り定義されてもよい:

【0053】

任意のガス成分iの負荷率は、液体溶液中の成分iの実際のガス成分流量及び液体溶液の実際の総流量の関数である成分iの実際のガス負荷と、吸収媒体の組成、温度、圧力、及び気相の組成の関数である任意のガス成分iの平衡ガス負荷との比に関係していてもよい。

【0054】

20

許容可能な水力負荷は、吸収塔における許容可能な水力操作レジームを示す。水の溢れ条件に至る実際の水力負荷の距離によって決定されてもよい。ここで水の溢れ条件は、吸収塔におけるガス又は液体流のさらなる増大が吸収塔内部の溢れをもたらすことになり又は液体がガス流によって完全に同伴される操作条件を指す。水力負荷は、吸収塔における実際の水力負荷と溢れ限界での水力負荷との比を介して指定することができる。許容可能な水力負荷は、吸収塔における溢れ条件、例えば溢れ曲線又はカラム物質移動高さに特異的な吸収塔における圧力降下に関係してもよく又は示してもよい。

【0055】

許容可能な水力負荷は、下記の通り定義され得る:

【0056】

30

水力負荷は、F因子及び液体速度 w_L の関数である実際の水力負荷と、F因子、液体速度 w_L 、吸収塔中の気状流のガス密度、処理溶液の液体密度、吸収塔中の気状流のガス粘度密度、処理溶液の液体粘度、処理溶液の液体表面張力、及び物質移動の幾何形状、又は吸収塔内部の関数である溢れ限界での水力負荷との比に関係していてもよい。この文脈において、水力負荷は、一定の液体とガスとの比に関して、一定のF因子に関して、又は一定の液体速度 w_L に関して決定されてもよい。ここで、F因子は、

$F \text{ 因子} = \text{ガス速度} \times (\text{ガス密度})^{0.5}$

と定義されてもよい。

【0057】

さらに又は代わりに、吸収塔中の水力負荷は、F因子又は相対パラメータとしての液体速度に基づいてもよい。そのような場合、操作及び/又は寸法パラメータ及び特に吸収塔の直径は、所与のF因子又は液体速度に基づいて決定される。そのような決定が行われたら、溢れ条件が回避されるように、得られた吸収塔の直径が吸収塔において許容可能な水力操作レジームを可能にするか否かを決定することによって、さらなるチェックが行われてもよい。決定された吸収塔の直径が、溢れ条件が満たされるように、吸収塔において許容可能な水力操作レジームを可能にしない場合、操作及び/又は寸法パラメータの決定が再開されることになり、又は出力インターフェースを介して警告が提供されることになる。そのような警告は、ユーザーに表示され得る入力ユニットにさらに提供されてもよい。

40

【0058】

水力負荷という表現は、%と単位とする容量、安全率、又は負荷点であると示唆されて

50

もよい。

【0059】

特に、処理された出口流で組成物を提供する際、処理溶液の許容可能な水力負荷又は負荷率は、吸収塔の高さ、吸収塔の直径、又は流量の仕様を冗長にする。したがって吸収塔の高さ、吸収塔の直径、又は流量は、デジタルモデルでリリースされたパラメータであり、したがって寸法及び/又は操作パラメータの形をとる方法の結果である。このことは、設計者によるマニュアル式インタラクションをさらに必要とすることなく結果が生じるように、単一ステップでの入力パラメータの指定を可能にする。少ない反復でのより堅牢な収束、したがって設計プロセスにおいて及び計算能力の使用においてより効率的であることが、結果である。最後に、この方法の使用は、ガス処理プラントの化学的及び物理的に意味のある寸法及び/又は操作条件の決定に際して、それほどエラーが発生せず、より単純であり、より有効なプロセスをもたらす。

10

【0060】

他の実施形態では、吸収塔入力パラメータは、実際の負荷、好ましくは実際のガス負荷と、平衡負荷、好ましくは平衡ガス負荷との、吸収塔底部での比によって決定される、処理溶液の負荷率を含む。あるいは、吸収塔入力パラメータは、吸収塔の高さに沿った、実際の負荷、好ましくは実際のガス負荷と、平衡負荷、好ましくは平衡ガス負荷との比の極値、例えば最大値又は最小値によって決定される処理溶液の負荷率を含む。この実施形態では、極値は、吸収塔の高さに沿った負荷率のプロファイルを紹介して決定されてもよく、極値は、1次導関数がゼロであり2次導関数がゼロよりも大きく又はゼロよりも小さいプロファイルの点を表す。プロファイルは、極値が最大になるように定められてもよい。

20

【0061】

他の実施形態では、処理溶液の実際の負荷と平衡負荷との比によって決定された負荷率が1未満であり、好ましくは ≤ 0.95 であり、特に好ましくは ≤ 0.9 である。ここで値は、係数の観点から見られてもよい。そのような実施形態では、完全な吸収塔の高さ又は吸収塔の高さの一部が、考慮に入れられてもよい。例えば、吸収塔の底部から吸収塔の高さの頂部までの、吸収塔の高さの部分、例えば頂部まで0.9又は0.8の割合、又は0.7~0.9の割合が、考慮に入れられてもよい。そのような手法での負荷率の使用は、寸法及び/又は操作パラメータを決定するために、不合理な又は物理的に意味のない仕様を回避するが、それはしばしば吸収塔の頂部での物質移動がなく又は非常に少量だからであり、したがって熱力学的に重要な吸収塔の部分のみが考慮に入れられる。

30

【0062】

他の実施形態では、処理溶液の負荷率は、入口流から吸収される少なくとも1つのガス成分に基づいて決定される。他の実施形態では、吸収される複数のガス成分が入口流中に存在し、負荷率は、入口流から吸収される複数のガス成分を含む組み合わせられた負荷率として決定される。組み合わせられた負荷率は、吸収されるガス成分同士の相互依存性を説明する。そのような組み合わせられた負荷率は、吸収されるガス成分に関連した処理溶液の熱力学的並びに力学的特性を反映する。したがって、寸法及び/又は操作パラメータを決定する際の合理的又は物理的に意味のある結果を確実にすることができる。

【0063】

組み合わせられた負荷率は、処理溶液中の少なくとも2種以上のガス成分に関する実際のガス成分流量及び処理溶液の実際の全流量又は吸収媒体の実際の全流量に依存する実際の負荷と、吸収媒体組成、処理溶液温度、気相又は気状入口流の圧力及び組成に依存する平衡負荷との比に関係していてもよく、VLEは、同じ吸収塔の高さでのガス及び液相に基づいて決定される。ここで吸収媒体は、気相からのいかなる吸収成分も含まない液相であり、溶液は、任意の吸収成分を含む液相である。

40

【0064】

他の実施形態では、吸収塔入力パラメータは、吸収塔構成を指定する構成パラメータを含む。そのような構成パラメータはさらに、カラム型、例えば充填床又は段塔、カラム内のセグメントの数、カラム全体にわたる圧力降下のような圧力条件、温度条件、又は液体

50

処理溶液のための分配型を、指定してもよい。

【0065】

他の実施形態では、リクエストに含まれ且つデジタルモデルを初期化するのに使用される、プロセス特異的入力パラメータが提供される。プロセス特異的入力パラメータは、吸収塔入力パラメータ、再生塔入力パラメータ、並びに吸収塔入口での気状入口流の組成、及び処理溶液の性質を指定する吸収媒体パラメータを、含んでいてもよい。吸収塔とは別に、他のガス処理ユニット又はプロセスユニットが存在する場合、プロセス特異的入力パラメータは、好ましくはガス処理ユニットのそれぞれを指定する他のパラメータを含む。或いは、他のガス処理ユニットを指定するパラメータのいくつかは、プロセス特異的入力パラメータの数を単純化し低減させるように、事前に設定されてもよい。

10

【0066】

ガス処理プラントは、1つ以上のガス処理ユニット、例えば1つ以上の吸収塔、1つ以上の再生塔、及び/又は他のガス処理ユニットを含んでいてもよい。さらにプロセスユニット、例えば熱交換器、ポンプ、ガス圧縮機、又はガス凝縮器が、ガス処理プラントに含まれていてもよく、それぞれの単位操作を介してデジタルモデルに反映されてもよい。ガス処理プラントは、これらのガス処理ユニット又はプロセスユニットの1つ以上を含んでいてもよい。好ましくは、プロセス特異的入力パラメータは、ガス処理プラントに含まれるガス処理及び/又はプロセスユニット並びに流れを表す相互接続を指定する、構成パラメータを含む。さらに、構成パラメータは、完全に又は部分的に事前に定められて、可能性ある構成の固定集合を提供してもよい。そのような事前に定められた構成は、データベースに記憶されてもよく、それぞれの構成パラメータを表す1つ以上の識別子を介してプロセス特異的入力パラメータにおいて識別することができる。事前に定められた構成パラメータは、問題空間を低減することによってユーザーを案内し、操作及び/又は寸法パラメータのより堅牢で安定な決定をもたらす。構成が完全に事前に定められてはいない実施形態では、方法は、理にかなった構成がユーザーによって定められるのを確実にする検証ステップを含むことができる。

20

【0067】

他の実施形態では、ガス処理ユニットは、好ましくは、処理溶液を再生するために及び再生された処理溶液も元の吸収塔に供給するために少なくとも1つのリボイラーを備えた再生塔を含み、下記の相対パラメータ：

30

- 再生された処理溶液又は希薄溶液の画分品質(fraction quality)、
- ストリップ蒸気の比、又は負荷率であって、吸収塔頂部での再生された処理溶液又は希薄溶液の平衡捕捉容量までの距離を示すもの、
- 再生塔での許容可能な水力操作レジームを示す、許容可能な水力負荷の少なくとも1つを含む再生塔入力パラメータが、提供される。

【0068】

再生塔入力パラメータは：

- リボイラーデューティ（リボイラー負荷、reboiler duty）、再生された処理溶液の画分品質、又はストリップ蒸気の比、又は吸収塔頂部での1種の成分の負荷率、
 - 再生塔の直径、再生塔の許容可能な水力負荷
- を提供することにより、相対パラメータに関して、リボイラーデューティ又は再生塔の直径の少なくとも1つを、間接的にのみ含んでいてもよい。

40

【0069】

一実施例において、再生塔入力パラメータは、全ての利用可能な相対パラメータを含む。別の実施例では、再生塔入力パラメータは、利用可能な相対パラメータの1つを含み、残りの再生塔入力パラメータは、対応するパラメータを介して指定される。

【0070】

ここでリボイラーデューティは、ガス処理プラントのエネルギー消費に対して著しい影響を及ぼす再生塔の熱デューティ要件(熱負荷要件、heat duty requirement)を指す。再生塔入力パラメータは、リボイラーデューティ又は再生塔の直径の少なくとも1つを含み

50

なくてもよい。代わりに再生された処理溶液又は希薄溶液の画分品質、ストリップ蒸気比、又は再生された処理溶液若しくは希薄溶液の吸収塔頂部での負荷率、又は許容可能な水力負荷が、提供されてもよい。

【0071】

再生された処理溶液又は希薄溶液の画分品質は、再生後に希薄溶液中に残された1種以上の成分の濃度を指す。画分品質は、希薄溶液中の1種以上の残りのガス成分の割合を指定する組成と見られてもよい。

【0072】

ストリップ蒸気比は、再生における水の流量及び再生における酸性ガス流量に基づいてもよい。ストリップ蒸気比は、再生における水蒸気又は気相の流量と、再生における酸性ガス蒸気又は気相流量との比によって定められてもよい。これは一定の高さで、例えば頂部で又は底部と頂部との間で、決定されてもよい。

【0073】

許容可能な水力負荷は、再生塔における許容可能な水力操作レジームを示す。実際の水力負荷から水の溢れ条件までの距離によって決定されてもよい。ここで水の溢れ条件は、再生塔におけるガス又は液体流のさらなる増大が再生塔内部の溢れをもたらすことになり、又は液体が、ガス流によって完全に同伴される操作条件を指す。水力負荷は、操作中の再生塔における実際の水力負荷と、溢れ限界での水力負荷との比を介して指定することができる。許容可能な水力負荷は、再生塔における溢れ条件、例えば再生塔における溢れ曲線又はカラム物質移動高さに特異的な圧力降下に関係していてもよく又は示してもよい。

【0074】

許容可能な水力負荷は、下記の通り定められてもよい:

【0075】

水力負荷は、F因子及び液体速度 w_L の関数である実際の水力負荷と、F因子、液体速度 w_L 、気状入口流のガス密度、処理溶液の液体密度、気状入口流のガス粘度密度、処理溶液の液体粘度、及び処理溶液の液体表面張力、及び物質移動又は吸収塔内部の幾何形状の関数である、溢れ限界での水力負荷との比に関係していてもよい。この文脈において、水力負荷は、一定の液体とガスとの比に関して、一定のF因子に関して、又は一定の液体速度 w_L に関して決定されてもよい。ここでF因子は、

$F \text{ 因子} = \text{ガス速度} \times (\text{ガス密度})^{0.5}$

と定義されてもよい。

【0076】

さらに又は代わりに、再生塔での水力負荷は、相対パラメータとしてのF因子又は液体速度に基づいてもよい。そのような場合、操作及び/又は寸法パラメータ、特に再生塔の直径は、所与のF因子又は液体速度に基づいて決定される。そのような決定が行われたら、得られた再生塔の直径によって、浸水条件が回避されるように、許容可能な水力操作レジームが再生塔内で可能であるか否かを決定することによってさらなるチェックが行われてもよい。決定された再生塔の直径が、溢れ条件を満たすように再生塔内で許容可能な水力操作レジームを可能にしない場合、操作及び/又は寸法パラメータの決定が再開されることになり、又は出力インターフェースを介して警告が提示されることになる。そのような警告は、さらに入力ユニットに提供されてもよく、そこでユーザーに表示されてもよい。

【0077】

水力負荷という表現は、単位を%とする容量、安全率、又は負荷点として示唆されてもよい。

【0078】

吸収塔の頂部での負荷率は、吸収塔に関して上記論じたように決定されてもよい。ここで吸収塔頂部での負荷率は、吸収塔頂部での十分な推進力を確実にするために、再生塔入力パラメータとして使用されてもよい。対応するパラメータはリボイラーデューティである。

【0079】

他の実施形態では、再生塔入力パラメータは、再生塔の構成を指定する構成パラメータを含む。そのような構成パラメータはさらに、再生塔のカラム型、例えば充填床又は段塔のような再生塔の内部、カラム内のセグメント数、絶対圧力のような圧力条件、又はカラム全体にわたる圧力降下、又は温度条件を指定してもよい。

【0080】

他の実施形態では、寸法及び/又は操作パラメータを決定する方法は、リクエストの受信後及びガス処理プラントのデジタルモデルの初期化前に、さらなるステップを含む。他のステップは、データベースユニットを介して熱力学的パラメータを提供することを含んでもよく、この熱力学的パラメータは、操作条件下でのガス処理プラントの熱力学的性質の測定から導かれる。熱力学的パラメータは、好ましくは操作条件下でのガス処理プラントでの熱力学的性質を示す。そのような熱力学的パラメータが提供される場合、ガス処理プラントのデジタルモデルの初期化は、任意のガス処理ユニットパラメータ及び熱力学的パラメータを含むプロセス特異的な入力パラメータに基づく。

10

【0081】

他の実施形態では、操作条件下でガス処理プラントにおける熱力学的性質を示す熱力学的パラメータを提供することは、データベースユニットに記憶されたデータを含んでもよい。そのようなデータは入力パラメータを補完し、したがって、ユーザーにより提供されなければならないパラメータの数が低減される。好ましくは、熱力学的パラメータは、ガス処理プラントを操作する履歴測定データ又は操作及び/又は寸法パラメータの決定に関してより精密な基礎を提供する実験室規模の実験に基づく。熱力学的パラメータは、平衡条件、動態パラメータ、例えば反応速度又は物質移動パラメータであって、密度、粘度、表面張力、拡散係数、又は物質移動相関に関するものを指定する、熱力学的吸収媒体ガスパラメータを含んでもよい。特に動態パラメータを含むことは、平衡条件のみで説明できないので、決定された操作及び/又は寸法パラメータの精度を高める。

20

【0082】

好ましい実施形態では、リクエストに含まれた少なくとも1つの相対パラメータは、事前に定められた範囲内にある。ここで相対パラメータとして指定された上記吸収塔の入力パラメータ又は再生塔の入力パラメータの1つ以上が、事前に定められた範囲内にあるのもよい。他の実施形態では、検証ステップは、リクエストの受信の前及び/又は後で、少なくとも1つの相対パラメータに関して行われ、この少なくとも1つの相対パラメータは、それが事前に定められた範囲内にあるならば、有効である。そのような検証ステップは、リクエストの受信前に許可オブジェクトを介して、例えば入力ユニットレベルで、及び/又は個別の検証ステップとしてリクエストの受信後に、例えば決定処理ユニットレベルで実現されてもよい。特にデジタルモデルの初期化は、相対パラメータが有効であると決定された場合に行われてもよい。相対パラメータが有効ではないと決定された場合、出力インターフェースを介して警告が提示され、任意選択で入力ユニットを介してユーザーに表示される。

30

【0083】

他の実施形態では、ガス処理プラントの物理的性能は、ガス処理ユニット入力パラメータ及び熱力学的パラメータを含むプロセス特異的な入力パラメータと、デジタルモデルに関する操作及び/又は寸法パラメータによって記述される。ここでデジタルモデルは、ガス処理プラントの1つ以上のガス処理ユニット又はプロセスユニットの形をとる単位操作を定める連立方程式を含んでもよい。デジタルモデルは、構成パラメータを介して指定された任意のガス処理ユニット又はプロセスユニットを含んでもよい。例えば、デジタルモデルは、吸収塔及び/又は再生塔における物質及び熱移動をそれぞれ特徴付ける吸収塔及び/又は再生塔モデルを含んでもよい。したがってデジタルモデルは、ガス処理プラントについて信頼性を持って且つ正確に記載するビヒクルであり、そのような記載は、構築されることになる物理的ガス処理プラントで実現されることになる寸法及び/又は操作パラメータに関して信頼性ある正確な予測を行うのに使用される。デジタルモデルは、MES H方程式(物質収支、平衡関係、総和方程式、熱収支)に基づいてもよく、又はMERSHQ方

40

50

程式(物質収支、エネルギー収支、物質及び熱伝達速度方程式、総和方程式、圧力降下に関する水理方程式、平衡(equilibrium)方程式)に基づいてもよく、任意選択で、コスト方程式、例えば操作(operational)及び/又は資本支出は、当技術分野で公知のように含まれてもよい[Ralf Goedecke; Fluidverfahrenstechnik, Grundlagen, Methodik, Technik, Praxis; 2011; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Germany; ISBN: 978-3-527-33270-0]。

【0084】

他の実施形態では、寸法及び/又は操作パラメータを決定することは、デジタルモデルに関する方程式に基づく解法又は逐次モジュール解法を使用することを含む。逐次モジュール解法において、単位操作は逐次解かれ、気状入口流から開始して逐次、下流単位操作、例えば吸収塔単位操作又は再生塔単位操作を解く。ここでガス処理プラントの各単位操作は、連立方程式によって表される。多数の連立方程式は、各単位操作ごとに逐次解かれる。結果に到達するため、フィードバックループが統合され、これは単位操作の1つの1つ以上の出力を、別の関連した単位操作の対応する1つ以上の入力にマッチさせる。一例は、再生塔の単位操作に関する連立方程式から決定された、再生塔の出力流中の希薄溶液の組成に関する結果であり、吸収塔の単位操作に関する連立方程式から決定される吸収塔の入口流中の希薄溶液の組成に関する結果である。そのような、入口から出口までの方向性の構築は、下流の仕様、例えば出口流の組成を難しくする。これは制御ループを導入することによって克服することができ、下流の仕様、例えば出口流の組成、ストリップ蒸気の比、水力負荷、又は負荷率を制御するものである。そのような制御ループは、制御パラメータ(複数可)として相対パラメータ(複数可)に基づいてもよい。それは、制御パラメータ、例えば出口流の組成に対する相違を段階的に決定してもよく、これは複雑さを増し、計算時間を増大させ、プロセッサを低速にする。或いは、相対パラメータ(複数可)を提供することにより、単位操作は、それぞれの単位操作における対応するパラメータ(複数可)との関係を含むように、及び操作及び/又は寸法パラメータの決定の結果として対応するパラメータを決定するように、修正することができる。

【0085】

方程式に基づく解法では、単位操作は、同時に解かれるようになるひと組の方程式として処理される。ここでガス処理プラントの全ての単位操作及び潜在的にフィードバックループは、ガス処理プラントに関する単一の連立方程式として表される。連立方程式は、全ての単位操作に関して及び潜在的にフィードバックループに関して同時に解かれる。連立方程式は、定められた精度で全方程式を同時に満たすことによって、数値的に解かれてもよい。連立方程式の解を見出すことは、複数の反復を含んでもよい。方程式に基づく解法の使用は、逐次モジュール解法の場合よりも単純な、相対パラメータの単純な仕様を可能にする。さらに、方程式に基づく解法では、方法が適切な出発プロファイルを見出して解に到達するように、意味のある出発又は開始入力パラメータを指定することが重要である。ガス処理ユニット入力パラメータに関する相対パラメータの仕様は、意味のある出発又は開始入力パラメータを提供し且つ出発プロファイルを選択するのに、単純な手法を提供する。

【0086】

ガス処理ユニット入力パラメータで上記相対パラメータの少なくとも1つを提供することは、デジタルモデルが対応するパラメータとの関係を含むという点で、デジタルモデルに影響を及ぼし得る。吸収塔入力パラメータでは、これは、それぞれ、処理された出口流における組成と吸収塔の高さ、吸収塔内の処理溶液の負荷率と流量、又は許容可能な水力負荷と吸収塔の直径の少なくとも1つの、1つ以上の関係を含んでもよい。同様に、再生塔入力パラメータに対する関係が含まれていてもよい。寸法及び/又は操作パラメータの決定は、デジタルモデルに関する方程式に基づく解法又は逐次モジュール解法を使用して、ガス処理プラントのガス処理ユニットに関する収束基準を決定することを含んでもよく、この収束基準は物理系バランスに関するものである。そのような収支の例は、MESH方程式(物質収支、平衡関係、総和方程式、熱収支)によって、又はMERSHQ方程式(物質

収支、エネルギー収支、物質及び熱伝達速度方程式、総和方程式、圧力降下に関する水理方程式、平衡(eQuilibrium)方程式)によって、及び任意選択でコスト方程式、例えば操作及び/又は資本支出によって提供されるものである。ここで収束は、物理系収支に関する閾値に到達するという意味で収束基準に達するまで、寸法及び/又は操作パラメータを繰り返し決定することを指す。

【0087】

さらに、上記相対パラメータの少なくとも1つを提供することは、操作及び/又は寸法パラメータの出力が、ガス処理ユニット入力パラメータとして提供された相対パラメータに関するガス処理ユニットの対応するパラメータを含むという点で、出力に影響を及ぼし得る。相対パラメータに応じて、操作及び/又は寸法パラメータは、例えば寸法パラメータとして吸収塔の高さを、寸法パラメータとして吸収塔の直径を、又は操作パラメータとして操作条件下の吸収塔の溶液流量を含む。さらに、操作及び/又は寸法パラメータの出力は、相対パラメータ、操作パラメータとしてのリボイラーデューティ又は寸法パラメータとしての再生塔の直径の少なくとも1つに依存することを含む。

【0088】

他の実施形態において、設計又は評価の場合に操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストは、入力ユニットから受信される。操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストの受信は、送信側エンティティとしての入力ユニットから受信側エンティティとしてのインターフェースユニットに、プロセス特異的な入力パラメータ、特にガス処理ユニット入力パラメータの、データ転送を含んでもよい。ここで入力ユニットはクライアント装置の部分であってもよく、インターフェースユニットはサーバーの部分であってもよい。転送は、有線又は無線ネットワークを通して実現されてもよい。一実施例において、入力ユニット及びインターフェースユニットは、ウェブベースのサーバー又はクラウドシステムの部分であってもよく、入力ユニットは、クライアント装置側にプレゼンテーション又はアプリケーション層を形成し、インターフェースユニットは、下に在る層に対するインターフェースを形成し、サーバー側で方法の計算又は決定ステップを行う。入力ユニットは、ウェブサービス又はスタンドアローンソフトウェアパッケージとして実現されてもよい。他の実施形態では、入力ユニット、インターフェースユニット、決定処理ユニット、任意選択でデータベースユニット、及び出力インターフェースが、クライアント装置の部分であってもよい。入力ユニットは、プレゼンテーション又はアプリケーション層を形成してもよい。インターフェースユニット及び出力インターフェースは、入力ユニットと決定処理ユニットとの間でデータを転送するための通信層を形成してもよい。任意選択で、通信層又は無線ネットワークはさらに、決定処理ユニットとデータベースユニットとの間でデータ転送を容易にする。

【0089】

入力ユニット側で、プロセス特異的な入力パラメータ、特にガス処理ユニット入力パラメータは、許可オブジェクトに従って提供され得る。そのような許可オブジェクトは、既存のガス処理プラントを操作するように、操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させるための方法又は入力ユニットで使用されてもよく、又はガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させるための方法又は入力ユニットで使用されてもよい。ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させるための方法又は入力ユニットは、設計の場合に関係し、実現される又は物理的に構築されるガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータが、決定される。既存のガス処理プラントを操作するため、操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる入力ユニット及び方法は、特に、評価の場合に関係し、操作中の、実現されるガス処理プラントの操作パラメータが、決定される。評価の場合、ガス処理ユニット内の流量又は処理された出口流での1種以上の欠乏した成分の割合を指定する組成が指定されてもよく、それは流量が、プラントの操作における可変パラメータであり、処理された出口流の組成に直接的な影響を及ぼすからである。これに関し、2つのシナリオが可能になり得る。1つのシナリオでは、流量は、ガス処理ユニット入力パラメータとし

て提供され得る所望の組成に関して決定されることが、問題となり得る。別のシナリオでは、所望の組成は、ガス処理ユニット入力パラメータとして提供され得る所望の流量に関して決定されることが問題となり得る。

【0090】

許可オブジェクトは、どのプロセス特異的な入力パラメータが、特にガス処理ユニット入力パラメータが、相対パラメータとして又は対応するパラメータとして提供されるかを定めてもよく、ここで相対パラメータは、プラントのスループットは無関係であり、プラントのスループット又はガス処理ユニットの幾何形状に依存する少なくとも1つの対応するパラメータに関係する。或いは又はさらに、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的な入力パラメータ、特にガス処理ユニット入力パラメータが、プラントのタイプ又は工業適用タイプに基づいて提供されるかを定めてもよい。ここで工業適用タイプは、設計され実現されるガス処理プラント、又は操作中のガス処理プラントの、ある特定の適用例を指定してもよい。工業適用型は、処理された出口流の純度又は組成によって指定されてもよい。例えば販売ガス適用例では、処理されたガス中に2~4mol%以下のCO₂である純度グレードは、処理されたガス中で50mol ppm以下のCO₂の高純度グレード要件を持つ液化天然ガス(LNG)適用例におけるより非常に低くてもよい。プロセス特異的な入力パラメータの最小集合は、入口ガス条件、例えば温度、組成、流量及び圧力、ガス処理ユニット内の圧力条件、再生塔頂部での凝縮温度、及び再生塔内の希薄溶液温度であってもよい。そのような実施形態において、その他全ての必要とされる仕様は、事前に設定されてもよい。特に、相対パラメータ(複数可)は、対応するパラメータ(複数可)よりも事前に設定されてもよい。そのような多様な技術的要求を満たすには、ガス処理プラントタイプ又は工業適用タイプに基づくオブジェクトの許可を利用して、入力ユニットレベルでプロセス特異的な入力パラメータを制限し、寸法及び/又は操作パラメータの決定又は既存のガス処理プラントを操作するための操作パラメータの決定が、制御され且つより良好な手法で行うことができるようにすることができる。

【0091】

許可オブジェクト(複数可)は、プロセス特異的な入力パラメータ、特にガス処理ユニット入力パラメータに関して事前に定められた許容範囲に関連付けられてもよい。例えば、許可オブジェクトは、どのプロセス特異的な入力パラメータが、特にガス処理ユニット入力パラメータが、相対パラメータとして及び相対パラメータが存在し得る事前に定められた許容範囲として提供されるのかを定めてもよい。負荷率に関しては上述のように定められ、負荷率1は平衡負荷であり、物質移動が生じないことを表す。そのような範囲は、負荷率 ≥ 0.3 及び ≤ 0.98 、好ましくは ≥ 0.5 及び ≤ 0.95 、より好ましくは ≥ 0.6 及び ≤ 0.93 によって与えられてもよい。そのような範囲は、水力負荷 ≥ 0.2 及び ≤ 0.95 、好ましくは ≥ 0.4 及び ≤ 0.9 、より好ましくは ≥ 0.5 及び ≤ 0.8 によって与えられてもよく、水力負荷は、実際の水力負荷と溢れ限界での水力負荷との比によって決定される。そのような範囲は、ストリップ蒸気比 ≥ 0.2 及び ≤ 20 、好ましくは ≥ 0.5 及び ≤ 10 、より好ましくは ≥ 0.7 及び ≤ 5 によって与えられてもよい。

【0092】

許可オブジェクト(複数可)は、ユーザープロファイルに関連付けられてもよい。そのようなユーザープロファイル、及びプロセス特異的な入力パラメータに関して関連付けられた許可オブジェクトは、ユーザーによって提供された登録入力に基づいて発生させてもよい。例えば登録で、ユーザーは、工業適用タイプ、エキスパート又はベーシックなどの進行レベル、実現されるプラントの設計などのタスクタイプ、又は既に操作されているプラントの評価を提供する。

【0093】

入力ユニットレベルでのそのようオブジェクト許可の設定は、単純化され且つより効率的なガス処理プラントの設計又は評価に必要なとされる入力パラメータを鑑み、設計プロセスの高度な制御を可能にする。入力レベルで設定される許可オブジェクトは、物理的及び化学的に意味のある操作及び/又は寸法パラメータが決定されるように解空間を低減させ、

10

20

30

40

50

これは物理的ガス処理プラントで実施された場合にガス処理プラントの安定な操作をもたらすものである。さらに、物理的及び化学的に意味のない又は可能ではない操作及び/又は寸法パラメータをもたらす任意のシナリオを、回避することができ、意味のある解に達するまでの反復回数が低減され、したがってコンピュータリソースが非常に効率的な手法で使用される。

【0094】

どのガス処理ユニット入力パラメータが、相対パラメータとして又は対応するパラメータとして提供されるかを定めることは、各ガス処理入力パラメータごとに、相対パラメータ又は対応するパラメータとして又は両方として指定されることになる単一ガス処理入力パラメータを提供するのを可能にする許可オブジェクトを含んでいてもよい。後者の選択肢は、入力ユニットのユーザーインターフェースに選択された選択肢を提供することによって、実現されてもよい。或いは、許可オブジェクトは、単一ガス処理入力パラメータが相対パラメータとして又は対応するパラメータとして独占的に指定されるのを可能にしてもよい。

10

【0095】

同様に、工業適用タイプに基づいてどのプロセス特異の入力パラメータが提供されるかを定めることは、各プロセス特異的、特にガス処理入力パラメータごとに、ある特定のプロセス特異的又はガス処理ユニット入力パラメータのみ提供する許可を含んでいてもよく、その他は固定されている。或いは又はさらに、どのプロセス特異的、特にガス処理入力パラメータが工業適用タイプに基づいて提供されるかを定めることは、各ガス処理入力パラメータごとに、指定された範囲でプロセス特異的又はガス処理ユニット入力パラメータのみ提供する許可を含んでいてもよい。

20

【0096】

したがって入力ユニットは、入力が認められた値がそれぞれの適用例に適した範囲まで、可能な結果を制限するように、ユーザーインターフェースの構成に関する可能性をもたらす。ユーザーインターフェース上で、各プロセス特異の入力パラメータは、ユーザーがそれぞれの入力フィールドを見ることができ、それぞれの入力フィールドの値を編集できるか否かを定め、任意選択で値に関して許可された範囲を定める、許可オブジェクトを介して反映されてもよい。計算リクエストは、例えばサーバーに転送されてもよく、そこではさらなる検証ステップが行われて許可に対するコンプライアンスがチェックされる。

30

【0097】

プロセス特異の入力パラメータに関する許可オブジェクトを設定し、それらの許可オブジェクトをユーザーインターフェース層に翻訳することは、操作及び/又は寸法パラメータの決定が最初に収束し次いで物理的ガス処理プラントの操作に直接転送可能な化学的及び物理的に意味のある出力を提供することになるように、入力パラメータ層のカスタマイズを可能にする。

【0098】

入力ユニット側で、プロセス特異の入力パラメータは、グループで提供されてもよい。そのようなグループは、既存のガス処理プラントを操作する操作パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法又は入力ユニットで使用されてもよく、或いはガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させる方法又は入力ユニットで使用されてもよい。例えば、入口流入力パラメータに関係するプロセス特異の入力パラメータ、処理溶液又は吸収媒体入力パラメータ、ガス処理プラント構成パラメータ、又はガス処理ユニット入力パラメータ、例えば吸収塔入力パラメータ、又は再生塔入力パラメータは、グループ分けされてもよく、任意選択で、ユーザーインターフェース上でのグループ分けに従って別々に表示されてもよい。そのようなパラメータのグループ分けはさらに階層構造を有していてもよく、各グループには依存性又は階層レベルが割り当てられる。依存性又は階層レベルは、上方階層レベルのどのグループがデータで満たされなければならないかを、例えばそれぞれのプロセス特異の入力パラメータを、次の下方階層レベルをアンロックする前提条件として提供するという意味で、決定してもよい

40

50

。ここでアンロックは、例えば、パラメータのそれぞれのグループが、例えば編集可能になるディスプレイ又は入力フィールド上で見えるようになる入力マスクを介して、入力のために活性化されることを含む。さらなる指針では、意味のあるプロセス特異的な入力パラメータ、特に直接的な物理的接続を有するガス処理ユニット入力パラメータは、グループ分けされてもよく、選択可能なフォーマットに表示されてもよい。そのような直接的な物理的接続は、例えば、相対及び対応するパラメータによって提供され、1つのパラメータの仕様は、設計の問題を解決するのに十分なものである。

【0099】

他の実施例では、割り当てられた第1の依存性又は階層レベルを有するプロセス特異的な入力パラメータの第1のグループは、エレメントを、割り当てられた第2の依存性又は階層レベルを有するプロセス特異的な入力パラメータの第2のグループに継承してもよく、そこで第1の依存性又は階層レベルは、第2の依存性又は階層レベルの上位にある。例えば、第1の階層レベルが割り当てられたグループにおける、気状入口流中の、ある特定のガス成分の入力は、第2の階層レベルが割り当てられたグループにおける吸収媒体でのさらなる入力を誘発させてもよい。

10

【0100】

インターフェースユニット及びデータベースユニットは、決定処理ユニットと通信してもよい。決定処理ユニットは、プロセス特異的な入力パラメータ、及び例えば熱力学的パラメータに基づいてデジタルモデルを初期化するように、及び逐次モジュール解法を介して、又は連立方程式で表される場合には方程式に基づく解法を使用して、ガス処理プラントの単位操作の解を決定するように構成され、この解は、操作及び/又は寸法パラメータを指定するものである。

20

【0101】

他の実施形態では、出力インターフェースは、決定処理ユニットと通信し、例えば、ガス処理ユニット入力パラメータとして提供された少なくとも1つの相対パラメータに関係するガス処理ユニットの、対応するパラメータを含む、操作及び/又は寸法パラメータを提供する。

【0102】

他の実施形態では、決定された操作及び/又は寸法パラメータは、工学システムと通信し、操作及び/又は寸法パラメータを完全プラントプロセスフローシートシミュレーションツールに関する設計システムに実装し、このガス処理プラントは、構築されるガス処理プラントの物理的設計の一部であり及び/又は内部にある。したがって、操作及び/又は寸法パラメータの決定は、酸性ガス除去プラントなどのガス処理プラントに加えて、さらなるステップ、例えば脱水プロセス、液化プロセス、硫黄回収装置、水蒸気リフォーマー、メタナイザー、部分酸化ユニット、アンモニア反応器、及びリサイクル流を含む、全プロセスプラント設計に組み込まれてもよい。寸法及び/又は操作パラメータの決定は、1つのクライアント装置に組み込まれた完全プラントプロセスフローシートシミュレーションツールに向けた設計システム上で行われてもよい。或いは、寸法及び/又は操作パラメータの決定はサーバー上で行われてもよく、寸法及び/又は操作パラメータは、例えば無線ネットワークを介して、クライアント装置上又は別のサーバー上の設計システムに転送されてもよい。このことは、他の設計ステップ、例えば機械工学ステップ又は構成ステップへの、化学工学的観点からの、プロセス特異的な操作条件の途切れのない統合を可能にする。完全設計が完了した後、設計通りのガス処理プラントは、物理的構成に進み、決定された操作及び/又は寸法パラメータを実現する。

30

40

【0103】

さらに、ガス処理プラントに関する操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法は、操作要員の訓練で又は厳密なモデルに基づく高度プロセス制御で使用されてもよい。訓練の場合、方法は、操作スタンドに接続されてもよく、要員による任意の入力から操作スタンドに、プロセス特異的な入力パラメータが発生され得る。そのような発生した入力パラメータに基づき、操作及び/又は寸法パラメータが決定されてもよく、及びフィードバックがオ

50

ペレーターに与えられてもよい。厳密なモデルベースの高度プロセス制御の場合、ソフトウェアは、評価モードで実行される。プロセス特異的入力パラメータに基づき、操作パラメータが決定され且つ実時間(real time)で測定された操作パラメータと比較されてもよい。

【0104】

好ましい実施形態において、操作パラメータは、1つ以上のプロセス流中の1種以上の成分の濃度、好ましくは、吸収媒体中のアミン及び/若しくは水の含量又は処理されたガス流若しくは供給ガス流中の1種以上の酸性ガスの濃度の分析によって導かれた入力パラメータに基づいて、評価モードで決定されてもよい。プロセス流中の1種以上の成分の濃度に関する入力パラメータは、当技術分野で公知の方法、例えばスペクトル法又はクロマトグラフィ法により決定されてもよい。特に好ましい実施形態では、評価モードで決定される及び処理された出口流中の1種以上の成分の濃度に関する入力パラメータに基づく操作パラメータは、吸収媒体の溶液流量及び再生塔のリボイラーデューティである。プロセス流の1種以上の成分の濃度は、増大する操作時間と共に変化し得るので、前述の好ましい実施形態は、ガス処理プラントにおける成分の実際の濃度に基づいて、最適化された操作パラメータ、例えばリボイラーデューティ又は溶液流量の決定を可能にする。

10

【0105】

他の実施形態では、実時間の通知が、決定及び/又は出力ユニットを介して提供され、それと共にガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータが決定される。デジタルモデルは繰り返し解かれるので、そのような通知は、実時間ステータスアップデードをユーザーに、例えば収束のレベル又は決定の進捗状況で提供する。

20

【0106】

一実施形態では、インターフェースユニット、決定処理ユニット、データベースユニット、及び出力インターフェースは、サーバー部分であり、このインターフェースユニット及び出力インターフェースは、クライアント装置と通信する。ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストは、クライアント装置によって誘発されてもよい。操作及び/又は寸法パラメータを出力することは、操作及び/又は寸法パラメータをクライアント装置に送信することを含んでいてもよい。実時間通知の場合は、それは、クライアント装置と通信する決定処理ユニットであってもよい。

【0107】

一実施形態では、方法は、本明細書に記載される方法の1つ以上によって決定される操作及び/又は寸法パラメータに基づいて、ガス処理プラントを設計し組み立てることを含んでいてもよい。別の実施形態では、方法は、ガス処理プラントを使用してガス流を処理することを含んでいてもよい。

30

【0108】

本明細書に記載される実施形態は、互いに相互に排除するものではなく、当業者により理解され得るように、記載される実施形態の1つ以上が様々な手法で組み合わせられてもよいことが理解されよう。

【0109】

本発明の別の態様によれば、プロセッサにロードされ実行された場合に第1の態様の実施形態又は第1の態様そのもののいずれか1つによる方法を行うコンピュータ可読命令を含む、コンピュータプログラム製品が提供される。

40

【0110】

本発明の方法のいずれかを行うコンピュータプログラムは、コンピュータ可読記憶媒体(例えば、非一時的コンピュータ可読記憶媒体)に記憶されてもよい。コンピュータ可読記憶媒体は、フロッピーディスク、ハードディスク、CD(コンパクトディスク)、DVD(デジタル多目的ディスク)、USB(ユニバーサルシリアルバス)記憶デバイス、RAM(ランダムアクセスメモリ)、ROM(リードオンリーメモリ)、及びEPROM(消去可能プログラマブルリードオンリーメモリ)であってもよい。本発明は、デジタル電子回路で、又はコンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェアで、又はこれらの組合せにおいて、例えば従

50

来のモバイルデバイスの利用可能なハードウェアで、又は以下にさらに詳細に記載されるような本明細書に記載される方法の処理専用の新しいハードウェアで実施することができる。

【0111】

他の実施形態において、本明細書に記載される方法は、プロセスをモニターし又は制御するのに既存のガス処理プラントで実行され得る、厳密なモデルに基づく高度プロセス制御で使用されてもよい。

【0112】

本発明の例示的な実施形態を、添付図面に例示する。しかしながら、添付図面は、本発明の特定の実施形態のみ示し、したがってその範囲を限定すると見なすものではないことに留意されたい。本発明は、その他の等しく有効な実施形態を包含してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0113】

【図1】1つの吸収塔-再生塔サイクルを含む、酸性ガス除去プラントの例示的なフローシートを示す図である。

【図2】クライアント装置サーバーのセットアップにおけるガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法の、例示的な実施形態を示す図である。

【図3】ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法の、他の例示的な実施形態を示す図である。

【図4】ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステムの、例示的な実施形態を示す図である。

【図5】方法に関するプロセス特異的入力パラメータを発生させるグラフィカルユーザーインターフェースの、例示的な実施形態を示す図である。

【図6】液相における実際の負荷と平衡負荷との比を介してCO₂負荷率を決定する、例示的な実施形態を示す図である。

【図7】種々の流量に関する、吸収塔の高さ対温度依存性を示す、液相温度挙動を示す図である。

【図8】種々の流量に関する、吸収塔の高さ対CO₂含量依存性を示す、気相CO₂含量挙動を示す図である。

【図9】種々の流量に関する、吸収塔の高さ対負荷率依存性を示す、負荷率CO₂挙動を示す図である。

【図10】反復回数対流量を示す、収束挙動を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0114】

図1は、1つの吸収塔-再生塔サイクルを含む酸性ガス除去プラント10の、例示的なフローシートを示す。

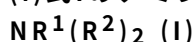
【0115】

フローシートは、単一の単位操作又はガス処理ユニット、例えば混合機、加熱機/冷却器、フラッシュ段、平衡段塔、及びレートベースカラムの組合せによって定められる。単一の単位操作は、流れ又は相互接続によって接続される。リサイクル流又は相互接続が存在していてもよく、1つの単位操作の変化がフローシート内のいくつかの又は全ての単位操作に影響を及ぼすという事実をもたらす。

【0116】

図1の酸性ガス除去プラント10は、吸収塔12及び脱着塔14を処理溶液の再生塔として含む。処理溶液は、水性アミン溶液を吸収媒体として含んでいてもよい。吸収媒体は、少なくとも1種のアミンを含む。下記のアミンが好ましい:

(i) 式Iのアミン:



式中、R¹は、C₂~C₆-ヒドロキシアルキル基、C₁~C₆-アルコキシ-C₂~C₆-アルキル基、ヒドロキシ-C₁~C₆-アルコキシ-C₂~C₆-アルキル基、及び1-ピペラジニル-C₂~C₆-ア

10

20

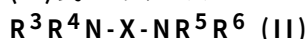
30

40

50

ルキル基から選択され、R2は独立して、H、C1～C6-アルキル基、及びC2～C6-ヒドロキシアルキル基から選択される、

(ii)式IIのアミン:



式中、R3、R4、R5、及びR6は互いに独立して、H、C1～C6-アルキル基、C2～C6-ヒドロキシアルキル基、C1～C6-アルコキシ-C2～C6-アルキル基、及びC2～C6-アミノアルキル基から選択され、Xは、C2～C6-アルキレン基、-X1-NR7-X2-、又は-X1-O-X2-を表し、但しX1及びX2は互いに独立して、C2～C6-アルキレン基を表し、R7は、H、C1～C6-アルキル基、C2～C6-ヒドロキシアルキル基、又はC2～C6-アミノアルキル基を表す、
(iii)5～7-員飽和複素環であり、少なくとも1個の窒素原子を環内に有し且つ窒素及び酸素から選択される1個又は2個の他のヘテロ原子を環内に含んでもよいもの、及び
(iv)これらの混合物。

【0117】

特定の実施例は下記の通りである:

- (i)2-アミノエタノール(モノエタノールアミン)、2-(メチルアミノ)エタノール、2-(エチルアミノ)エタノール、2-(n-ブチルアミノ)エタノール、2-アミノ-2-メチルプロパノール、N-(2-アミノエチル)ピペラジン、メチルジエタノールアミン、エチルジエタノールアミン、ジメチルアミノプロパノール、t-ブチルアミノエトキシエタノール、2-アミノ-2-メチルプロパノール、
- (ii)3-メチルアミノプロピルアミン、エチレンジアミン、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、2,2-ジメチル-1,3-ジアミノプロパン、ヘキサメチレンジアミン、1,4-ジアミノブタン、3,3-イミノビスプロピルアミン、トリス(2-アミノエチル)アミン、ビス(3-ジメチルアミノプロピル)アミン、テトラメチルヘキサメチレンジアミン、
- (iii)ピペラジン、2-メチルピペラジン、N-メチルピペラジン、1-ヒドロキシエチルピペラジン、1,4-ビスヒドロキシエチルピペラジン、4-ヒドロキシエチルピペリジン、ホモピペラジン、ピペリジン、2-ヒドロキシエチルピペリジン、及びモルホリン、及び
- (iv)これらの混合物。

【0118】

好ましい実施形態では、吸収媒体は、アミン モノエタノールアミン(MEA)、メチルアミノプロピルアミン(MAPA)、ピペラジン、ジエタノールアミン(DEA)、トリエタノールアミン(TEA)、ジエチルエタノールアミン(DEEA)、ジイソプロピルアミン(DIPA)、アミノエトキシエタノール(AEE)、ジメチルアミノプロパノール(DIMAP)、及びメチルジエタノールアミン(MDEA)、又はこれらの混合物の少なくとも1種を含む。

【0119】

アミンは、好ましくは立体障害アミン又は第3級アミンである。立体障害アミンは、アミンの窒素が少なくとも1個の第2級炭素原子及び/又は少なくとも1個の第3級炭素原子に結合された第2級アミンであり、又はアミンの窒素が第3級炭素原子に結合された第1級アミンである。1つの好ましい立体障害アミンは、t-ブチルアミノエトキシエタノールである。1つの好ましい第3級アミンは、メチルジエタノールアミンである。

【0120】

アミンが立体障害アミン又は第3級アミンである場合、吸収媒体は好ましくは、活性剤をさらに含む。活性剤は一般に、立体非障害第1級又は第2級アミンである。これらの立体非障害アミンにおいて、少なくとも1個のアミノ基のアミンの窒素は、第1級炭素原子及び水素原子にのみ結合される。

【0121】

立体非障害第1級又は第2級アミンは、例えば、

アルカノールアミン、例えば、モノエタノールアミン(MEA)、ジエタノールアミン(DEA)、エチルアミノエタノール、1-アミノ-2-メチルプロパン-2-オール、2-アミノ-1-ブタノール、2-(2-アミノエトキシ)エタノール、及び2-(2-アミノエトキシ)エタンアミン、

ポリアミン、例えば、ヘキサメチレンジアミン、1,4-ジアミノブタン、1,3-ジアミノブ

ロパン、3-(メチルアミノ)プロピルアミン(MAPA)、N-(2-ヒドロキシエチル)エチレンジアミン、3-(ジメチルアミノ)プロピルアミン(DMAPA)、3-(ジエチルアミノ)プロピルアミン、N,N'-ビス(2-ヒドロキシエチル)エチレンジアミン、

5-、6-、又は7-員飽和複素環であって、少なくとも1個のNH基を環内に有し且つ窒素及び酸素から選択される1個又は2個の他のヘテロ原子を環内に含み得るもの、例えばピペラジン、2-メチルピペラジン、N-メチルピペラジン、N-エチルピペラジン、N-(2-ヒドロキシエチル)ピペラジン、N-(2-アミノエチル)ピペラジン、ホモピペラジン、ピペリジン、及びモルホリンから選択される。

【0122】

5-、6-、又は7-員飽和複素環であって、少なくとも1個のNH基を環内に有し且つ窒素及び酸素から選択される1個又は2個の他のヘテロ原子を環内に含み得るものが特に好ましい。ピペラジンが、特に非常に好ましい。

【0123】

一実施形態では、吸収媒体が、メチルジエタノールアミン及びピペラジンを含む。

【0124】

活性剤と立体障害アミン又は第3級アミンとのモル比は、好ましくは0.05～1.0の範囲にあり、特に好ましくは0.05～0.7の範囲にある。

【0125】

吸収媒体は一般に、10重量%～60重量%のアミンを含む。

【0126】

吸収媒体は、好ましくは水性である。

【0127】

吸収媒体は、物理溶媒をさらに含んでもよい。適切な物理溶媒は、例えば、N-メチルピロリドン、テトラメチレンスルホン、メタノール、オリゴエチレングリコールジアルキルエーテル、例えばオリゴエチレングリコールメチルイソプロピルエーテル(SEPASOLV MPE)、オリゴエチレングリコールジメチルエーテル(SELEXOL)である。物理溶媒は、一般に、1重量%～60重量%の量で、好ましくは10重量%～50重量%、特に20重量%～40重量%の量で、吸収媒体中に存在する。

【0128】

好ましい実施形態では、吸収媒体は、10重量%未満、例えば5重量%未満、特に2重量%未満の無機塩基性塩、例えば炭酸カリウムなどを含む。

【0129】

吸収媒体は、添加剤、例えば腐食阻害剤、抗酸化剤、酵素なども含んでもよい。一般に、そのような添加剤の量は、吸収媒体の約0.01～3重量%の範囲にある。

【0130】

吸収媒体の他の例は、(1-1)メチルジエタノールアミン(MDEA)の水溶液(2.2M)及びピペラジン(1.5M)、(1-2) 2-(2-tert-ブチルアミノエトキシ)エタノール(TBAEE)の水溶液(2.2M)及びピペラジン(1.5M)、並びに(1-3) 2-(2-tert-ブチルアミノエトキシ)エタノール(TBAEE)の水溶液(2.2M)及びモノエタノールアミン(MEA)(1.5M)である。上述の吸収媒体により、例えばCO₂、H₂S、SO₂、CS₂、HCN、COS、又はメルカプタンの酸性ガス除去が可能である。他の適用例は、アルコール、アセトン、及び/又は有機酸の水中への吸収、エチレンオキシドの水中への吸収、アンモニアの水中への吸収、水蒸気のジ又はトリエチレングリコール中への吸収、炭化水素の高沸点有機溶媒への吸収、HF、HCl、HBr、HIの水中への吸収、NO_xのH₂O/HNO₃への吸収、又はSO₂のアルカリ溶液への吸収が考えられる。

【0131】

図1によれば、入口16を介して、二酸化炭素(CO₂)及び/又は硫化水素(H₂S)を含む適切に前処理された気状入口流を、対向流中で、吸収塔12内で、吸収媒体ライン18を介して吸収塔12に供給された再生済みの吸収媒体に接触させる。吸収媒体は、吸収によって、ガ

10

20

30

40

50

ス入口流から二酸化炭素及び/又は硫化水素を除去する。この結果、オフガスライン20を介して、二酸化炭素及び/又は硫化水素が欠乏した清浄な出口ガスが得られる。

【0132】

吸収媒体ライン22を介して、熱交換器24は、CO₂及び/又はH₂Sが負荷された吸収媒体を、吸収媒体ライン28を通して伝導する再生済み吸収媒体からの熱で加熱する。吸収媒体ライン42を介して、CO₂及び/又はH₂Sが負荷された吸収媒体は、脱着塔14に供給され、再生される。脱着塔14の下部から、吸収媒体がリボイラー30に導かれ、そこで加熱され、部分的に蒸発させる。主に水を含有する蒸気が脱着塔14にリサイクルされ、それと共に、再生された吸収媒体が、吸収媒体ライン28、熱交換器24、吸収媒体ライン32、冷却器34、及び吸収媒体ライン18を介して元の吸収塔12に戻される。熱交換器24では、再生された吸収媒体が、CO₂及び/又はH₂Sが負荷された吸収媒体を加熱し、同時にそれ自体を冷却する。

10

【0133】

図示されるボイラー30の代わりに、自然循環蒸発器、強制循環蒸発器、又は強制循環フラッシュ蒸発器などのその他の熱交換器タイプを使用して、ストリップング蒸気を発生させることも可能である。これらの蒸発器タイプの場合、再生された吸収媒体及びストリップング蒸気の混合相流は、脱着塔14の底部に戻され、そこで蒸気と吸収媒体との間で相分離が行われる。熱交換器24への再生された吸収媒体は、脱着塔14の底部から蒸発器へと、循環流から引き出され、又は個別のラインを介して、脱着塔14の底部から熱交換器24まで直接導かれる。

20

【0134】

脱着塔14に放出されたCO₂及び/又はH₂S含有ガスは、オフガスライン36を介して脱着塔14から離れる。これは統合された相分離(integrated phase separation)により凝縮器38に導かれ、そこで同伴された吸収媒体蒸気から分離される。その後、主に水からなる液体は、吸収媒体ライン40を経て脱着塔14の上方領域に導かれ、CO₂及び/又はH₂S含有ガスが、ガスライン44を介して放出される。

【0135】

図1のフローシートは、ガス処理ユニット12、14を含むガス処理プラント10を示し、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法を行うためのプロセス特異的入力パラメータの部分として提供されるガス処理プラント構成パラメータを提供する基礎として使用される。

30

【0136】

図2は、本発明の例示的な実施形態によるガス処理プラント10の、操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法20の、概略的フローチャート図を示す。

【0137】

ガス処理プラント10の操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法20は、少なくとも下記のステップを含んでもよい:

【0138】

方法20の第1のステップとして、ガス処理プラント10の操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを発生させることS1が、行われる。リクエストは、吸収塔入力パラメータを含むプロセス特異的入力パラメータを含む。吸収塔入力パラメータは、吸収塔の高さ又は溶液流量の少なくとも1つを、対応する入力パラメータとして含む。したがって、それは、指定される吸収塔の高さでなくてもよく、むしろ処理された出口流の組成であってもよい。同様に、それは、指定される流量でなくてもよく、むしろ吸収塔12の処理溶液の負荷率であってもよい。相対パラメータを指定する際、種々のシナリオが存在する。一実施例では、吸収塔入力パラメータは、処理された出口流の組成、及び吸収塔12内の処理溶液の負荷率を含んでもよい。別の実施例では、吸収塔入力パラメータは、処理された出口流の組成、及び流量を含んでもよい。さらに別の実施例では、吸収塔入力パラメータは、吸収塔の高さ、及び吸収塔12内の処理溶液の負荷率を含んでもよい。

40

50

【0139】

別の実施形態では、吸収塔入力パラメータはさらに、吸収塔の直径を相対パラメータとして含む。この実施形態では、吸収塔の高さ、溶液の流量、又は吸収塔の直径の少なくとも1つが相対パラメータとして提供される。ここで種々のシナリオが可能であり：

- ただ1つのパラメータ、即ち吸収塔の高さ、溶液の流量、又は吸収塔の直径は、相対パラメータとして提供され、
- 2つのパラメータ、例えば吸収塔の高さ及び溶液の流量、又は吸収塔の高さ及び吸収塔の直径、又は溶液の流量及び吸収塔の直径は、相対パラメータとして提供され、又は
- 3つ全てのパラメータ、即ち吸収塔の高さ、溶液の流量、及び吸収塔の直径は、相対パラメータとして提供される。

10

【0140】

吸収塔入力パラメータは、さらに、吸収塔の内部構成を指定する構成パラメータを含んでいてもよい。そのような構成パラメータはさらに、充填床又は段塔などのカラムタイプ、カラム内の高さの離散化を示すセグメント数、カラム全体にわたる圧力降下のような圧力条件、温度条件、又は液体処理溶液のための分配器のタイプを指定してもよい。

【0141】

プロセス特異的な入力パラメータはさらに、入口流特異的なパラメータ、例えば組成、モル流量、温度、圧力又は同様のもの、処理溶液パラメータ、例えば組成、グレード、強度又は同様のものを含んでいてもよい。他のガス処理ユニット、例えば再生塔が存在する場合、プロセス特異的な入力パラメータは、ガス処理ユニットのそれぞれを指定する他のパラメータを含む。或いは、他のガス処理ユニットを指定するパラメータのいくつかは、提供されることになるプロセス特異的な入力パラメータの数を単純化し低減するために、事前に設定されてもよい。

20

【0142】

ガス処理プラント10は、例えば図1に示されるように、吸収塔12、再生塔14、冷却器34、熱交換器24、リボイラー30、及び凝縮器38と共に、複数の吸収塔及び/又は他のガス処理ユニットを含んでいてもよい。好ましくは、プロセス特異的な入力パラメータは、ガス処理プラント10に含まれるガス処理ユニット及びそれらの相互接続を指定する構成パラメータを含む。これらは、部分的に又は完全に事前に定められて、可能性ある構成の固定集合を提供してもよい。そのような事前に定められた構成は、データベースに記憶されてもよく、それぞれの構成を表す識別子を介してプロセス特異的な入力パラメータで識別することができる。事前に定められた構成は、実現可能な選択肢の数を低減させることによって、ユーザーに向けて設計プロセスを単純化する。さらに、理にかなっておらず又は技術的に意味のない仕様は排除されるので、操作及び/又は寸法パラメータのより堅牢で安定な決定をもたらす。構成が部分的にしか又は事前に定められていない場合、方法20は、理にかなった構成が提供されることを確実にする検証を含むことができる。そのような検証は例えば、全ての必要とされるガス処理ユニットが含まれること、ガス処理ユニット同士の全ての相互接続が存在すること、ガス処理ユニット同士の欠陥の相互接続がないこと、又はガス処理ユニットがそれらの機能に従い相互接続されることをチェックする。そのような検証は、ルールベースの手法で実現されてもよい。

30

40

【0143】

ガス処理プラント10が、例えば図1に示されるように再生塔も含む場合、プロセス特異的な入力パラメータはさらに、相対パラメータとしてリボイラーデューティ又は再生塔の直径の少なくとも1つを含む再生塔入力パラメータを含む。したがってリボイラーデューティの場合、指定されたリボイラーデューティでなくてもよく、再生された処理溶液の画分品質又はストリップ蒸気の比であってもよい。同様に、再生塔の直径の場合、指定された再生塔の直径でなくてもよく、許容可能な水力負荷であってもよい。相対パラメータを指定する際、種々のシナリオが存在する。一実施例では、再生塔入力パラメータは、再生された処理溶液の画分品質、又はストリップオ水蒸気の比、及び許容可能な水力負荷を含んでいてもよい。別の実施例では、再生塔入力パラメータは、再生された処理溶液の画分品

50

質又はストリップ蒸気の比及び再生塔の直径を含んでいてもよい。さらに別の実施例では、再生塔入力パラメータは、リボイラーデューティ及び許容可能な水力負荷を含んでいてもよい。

【0144】

他の実施形態では、再生塔入力パラメータは、再生塔の構成を指定する構成パラメータを含む。そのような構成パラメータはさらに、再生塔タイプ、例えば充填床又は段塔、カラム内のセグメント数、カラム全体にわたる圧力降下のような圧力条件、又は温度条件を指定してもよい。

【0145】

吸収塔入力パラメータ及び再生塔入力パラメータで利用可能な相対パラメータにより、全ての組合せが可能である。ユーザープロファイルに応じて、選択肢の全て又は部分集合のみをユーザーは利用可能であってもよい。したがってプロセス特異的な入力パラメータは、相対的な形で、利用可能な吸収塔及び再生塔入力パラメータの全てを含んでいてもよい。或いは、利用可能な吸収塔及び再生塔入力パラメータの部分集合のみが、相対的な形で提供される。

【0146】

方法20の第2のステップとして、発生したリクエストをネットワーク上で転送することS2が行われてもよい。ここで入力ユニットで発生したリクエストは、クライアント装置から無線又は有線ネットワークを介してサーバーに転送されてもよい。サーバー側では、リクエストは第3のステップで受信されるS3。リクエストを受信すると、リクエストの有効性がチェックされるS4。ここで特に、ユーザープロファイルに関連したプロセス特異的なパラメータに関するオブジェクト許可に対するコンプライアンスが検証される。リクエストが有効ではない場合、エラーメッセージ又は通知が、サーバーからクライアント装置に転送されるS5。

【0147】

リクエストが有効である場合、プロセス特異的な入力パラメータ及び熱力学的パラメータに基づくデジタルモデルが初期化されるS6。デジタルモデルは、ガス処理プラント10のガス処理ユニットを表す。デジタルモデルは、吸収塔モデル及び再生塔モデルなど、ガス処理プラント10の各ガス処理ユニットごとにモデルを含む。モデルは、熱力学的条件、例えばそれぞれのガス処理ユニットに存在する物質及びエネルギー移動を示す熱力学的方程式を含み、これはガス処理プラント10で実施される単位操作を指すものである。方程式は、ガス処理プラント10に存在する全てのガス処理ユニットに関する全ての方程式を含む単一連立方程式に組み込まれる。プロセス特異的な入力パラメータで指定された各相対パラメータに関し、連立方程式は、相対パラメータとそれぞれ対応するパラメータとの間の関係を考慮して他の方程式を含む。これによりそれぞれ対応するパラメータをリリースし且つそれを操作及び/又は寸法パラメータの決定に委ねることが可能になる。

【0148】

プロセス特異的な入力パラメータを介して提供された相対パラメータに応じて、ガス処理プラントのデジタルモデルは相応に初期化されるS7。プロセス特異的な入力パラメータを介して提供される各パラメータのそれぞれに関し、デジタルモデルは、相対及び対応するパラメータの間の関係を含み、その結果、方程式に基づく解法において対応するパラメータをリリースする。言い換えれば、各相対パラメータごとに、連立方程式は、対応するパラメータのリリースを可能にする追加の方程式を含むことになる。

【0149】

ステップS7において、リクエストは、初期化されたデジタルモデルに基づき処理され、操作及び/又は寸法パラメータは、収束基準が満たされるまで、方程式に基づく解法において繰り返し計算される。そのような計算中、状態通知がサーバーからクライアント装置に転送されてもよく、ユーザーは計算の進行を追跡可能になる。

【0150】

最後に、そのような処理から得られる操作及び/又は寸法パラメータは、サーバーからク

10

20

30

40

50

ライアント装置に転送されるS8。

【0151】

図3は、本発明の他の例示的な実施形態による、ガス処理プラント10の操作及び/又は寸法パラメータを決定する方法30の概略的フローチャート図を示す。

【0152】

ステップS9では、ガス処理プラントの操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストが受信される。リクエストは、ガス処理ユニット入力パラメータを含むプロセス特異的な入力パラメータを含む。ガス処理ユニット入力パラメータは、プラントのスループットとは無関係の少なくとも1つの相対パラメータを含み、相対パラメータは、プラントのスループットに依存する少なくとも1つの対応するパラメータに関連する。特定の実施形態において、リクエストは、吸収塔入力パラメータを含むプロセス特異的な入力パラメータを含み、この吸収塔入力パラメータは、吸収塔内の処理溶液の負荷率を相対パラメータとして含む。

【0153】

リクエストを受信すると、リクエストの有効性がチェックされるS10。ここで特に、プロセス特異的なパラメータのオブジェクト許可に対するコンプライアンスが検証される。リクエストが有効である場合、操作条件下でのガス処理プラント10における熱力学的性質を示す熱力学的パラメータが、提供されるS11。そのようなデータベースのアクセスは、入力ファイルを補い、したがって設計プロセスを単純化する。熱力学的パラメータは、操作条件下での、吸収塔12などのガス処理ユニットでの熱力学的性質を示す。データは、データベースユニットに記憶されてもよく、プロセス特異的な入力パラメータを補う。例えば操作中又は実験のセットアップでガス処理プラント10に関して測定されたように、履歴測定データに基づいて、熱力学的パラメータは、例えば熱力学的吸収媒体-ガスパラメータ又は動態パラメータに関して実現可能なモデルベースを提供し得る。履歴測定データに基づいてそのようなパラメータを含むことは、方法の精度を上昇させ且つプロセス特異的な入力パラメータを介して提供されることになるパラメータの数を低減させる。

【0154】

リクエストが有効である場合、プロセス特異的な入力パラメータ及び熱力学的パラメータに基づくデジタルモデルが初期化されるS12。デジタルモデルは、ガス処理プラント10のガス処理ユニットを表す。デジタルモデルは、吸収塔モデル及び再生塔モデルなど、ガス処理プラント10の各ガス処理ユニットごとにモデルを含む。モデルは、熱力学的条件、例えばそれぞれのガス処理ユニットに存在する物質及びエネルギー移動を示す熱力学的方程式を含み、これはガス処理プラント10で実現される単位操作を指す。方程式は、ガス処理プラント10内の全てのガス処理ユニットに関する全ての方程式を含む単一連立方程式に組み込まれる。プロセス特異的な入力パラメータで指定された各相対パラメータごとに、連立方程式はさらに、相対パラメータとそれぞれ対応するパラメータとの間の関係を考慮して、方程式を含む。これによりそれぞれ対応するパラメータをリリース可能になり、且つ操作及び/又はそれを寸法パラメータの決定に委ねることが可能になる。

【0155】

プロセス特異的な入力パラメータを介して提供される相対パラメータに応じて、ガス処理プラントのデジタルモデルを相応に初期化するS12。プロセス特異的な入力パラメータを介して提供される各相対パラメータごとに、デジタルモデルは、方程式に基づく解法において対応するパラメータをリリースするように、相対及び対応するパラメータ間の関係を含む。言い換えれば、各相対パラメータごとに、連立方程式は、対応するパラメータをリリースさせる追加の方程式を含むことになる。

【0156】

ステップS13では、操作及び/又は寸法パラメータが、初期化されたデジタルモデルに基づいて、方程式に基づく解法で繰り返し計算される。そのような計算中、状態通知がサーバーからクライアント装置に転送されてもよく、ユーザーは計算の進行を追跡可能になる。

【0157】

ステップS14では、収束基準を満たした場合は操作及び/又は寸法パラメータの計算を停止する。収束基準は、物理系収支(physical system balances)に関連する。そのような収支の例は、MESH方程式(物質収支、平衡関係、総和方程式、熱収支)によって、又はMERSHQ方程式(物質収支、エネルギー収支、物質及び熱伝達速度方程式、総和方程式、圧力降下に関する水理方程式、平衡(eQuilibrium)方程式)によって、任意選択で、コスト方程式、例えば操作及び/又は資本支出によって、提供されるものである。ここで収束は、物理系収支に関する閾値に達するという意味で、収束基準に達するまで、寸法及び/又は操作パラメータを繰り返し決定することを指す。

【0158】

ステップS15では、収束計算(converged calculation)により操作及び/又は寸法パラメータが出力される。操作及び/又は寸法パラメータは、相対入力パラメータに応じて、吸収塔の高さ、吸収塔の直径、処理溶液の流量、リボイラーデューティ、及び/又は再生塔の直径を含む。操作及び/又は寸法パラメータは、利用可能な入力パラメータの部分集合のみが相対パラメータとして提供される場合、対応するパラメータの対応する部分集合を含む。

【0159】

図4は、本発明の例示的な実施形態による、ガス処理プラント10の操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステムの概略図を示す。

【0160】

ガス処理プラント10の操作及び/又は寸法パラメータを決定するシステム100は、クライアント装置110、データベースサーバー120、及び決定サーバー130を含む。

【0161】

クライアント装置110は、プロセス特異的な入力パラメータを発生するように構成された入力ユニット110-1を含む。そのようなパラメータは、ユーザーにより提供されてもよく、又はユーザーにより事前に設定されるがそれでも編集可能であってもよい。クライアント装置110は、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するためのリクエストを決定サーバー130に送信する。リクエストは、有線又は無線ネットワーク、例えばローカルエリアネットワーク(LAN)を介して送信され、プロセス特異的な入力パラメータを含む。

【0162】

受信器側では、決定サーバー130は、インターフェースユニット130-1、決定処理ユニット130-2、及び出力インターフェース130-4を含む。インターフェースユニット130-1は、操作及び/又は寸法パラメータの決定を開始するリクエストを受信するように構成される。データベースユニット120-1を含むデータベースサーバー120は、操作条件下でのガス処理プラント10内の熱力学的性質を示す熱力学的パラメータを提供するように構成される。熱力学的パラメータは、履歴測定データに基づいてもよい。

【0163】

決定処理ユニット130-2は、データベースユニット120-1及びインターフェースユニット130-1と通信し、プロセス特異的な入力パラメータ及び熱力学的パラメータに基づいてデジタルモデルを初期化するように構成される。決定処理ユニット130-2はさらに、デジタルモデルに関する方程式に基づく解法を使用して、ガス処理プラント10の操作及び/又は寸法パラメータを決定するように構成される。そのようなパラメータの決定は、収束基準に達するまで繰り返し行われ、実時間状態がクライアント装置10に提供されてもよい。

【0164】

出力インターフェース130-4は、上述の対応する無次元入力パラメータに応じて、対応するパラメータを含む操作及び/又は寸法パラメータを出力するように構成される。計算ユニット130-2から受信された、決定された操作及び/又は寸法パラメータは、有線又は無線ネットワーク、例えばローカルエリアネットワーク(LAN)を介して出力インターフェース130-4からクライアント装置110に送信される。クライアント装置110側では、ディスプレイユニット110-2が、結果をユーザーに出力してもよく、又は他の工学装置に結果を提供するインターフェースとして作用してもよい。

【0165】

図5は、方法に関するプロセス特異的入力パラメータを発生させる、グラフィカルユーザーインターフェース200の例示的な実施形態を示す。

【0166】

設備の寸法及びプロセス条件の仕様では、入力ユニット110-1が、入力ディスプレイ200を含む。ユーザーに対する案内として、入力ディスプレイ200は、プロセス特異的入力パラメータをグループ210で提供する。例えば、入口流入パラメータ、吸収媒体入力パラメータ、ガス処理プラント構成パラメータ220、又はガス処理ユニット入力パラメータ、例えば吸収塔入力パラメータ230、又は再生塔入力パラメータに関するプロセス特異的入力パラメータは、グループ分けされ、そのグループ分けに従って個別に表示される。

【0167】

そのようなパラメータのグループ分けはさらに、各グループに依存性又は階層レベルが割り当てられている階層構造を有していてもよい。依存性又は階層レベルは、上方階層レベルのどのグループがデータで満たされなければならないかについて、例えばそれぞれのプロセス特異的入力パラメータを、次に低い階層レベルをアンロックする前提条件として提供するという意味で、決定してもよい。ここでアンロックは、例えば編集可能になる、ディスプレイ又は入力フィールド上で目に見えるようになる入力マスク240を介して、パラメータのそれぞれのグループが入力に向けて活性化されることを含む。例えば図5に示されるように、吸収塔入力パラメータ230に関する群は、ガス処理プラント構成パラメータの群220がそれぞれのデータで満たされる場合にのみ、アンロックされる。図5において、ガス処理ユニット入力パラメータに関するグループは、サブグループ吸収塔230、フラッシュ、再生塔、及び熱交換器を含むユニットと標識される。入力ユニット110-1側での階層構造によるそのようなグループ分けは、ユーザーを案内し、プロセス特異的入力パラメータを提供する際のエラーを回避する。

【0168】

さらなる案内のため、1つの設計値に対して直接的な物理的接続を有する意味のあるパラメータが、グループ分けされ且つ選択可能なフォーマット、例えばドロップダウンリストに、又は図5に示されるように選択可能なボックスを介して、表示されてもよい。例えば、吸収塔入力パラメータの場合、入力マスク240は、質量又は体積流量に関する値によって又は好ましくは負荷率によって定めることができる溶液流量の仕様280を含む。

【0169】

この構造によれば、ユーザー入力ユニット110-1は、プロセス値に直接影響を及ぼす、物理的に意味のあるパラメータのみ指定するために、ガス処理プラント設計の設計段階においてユーザーに案内を行う。入力における仕様のグループ分けに起因して、方法は、使用することが非常に容易である。ガス処理プラントの設計を生み出す方法を適用することにより、設計者は、ユーザー入力の1ステップ後に結果が既に所望の結果を与えるように、物理的に意味のある入力パラメータの集合を指定することになり、それが設計手順に関する所要時間を著しく短縮させる。

【0170】

例として、無次元仕様とされる吸収塔12の標準仕様の好ましい集合は、

- 吸収塔の高さを計算するために、処理されたガス中のCO₂又はH₂Sの濃度を指定すること270、
- 吸収塔の直径を計算するために、許容可能な水力負荷(水の溢れ条件までの距離又は安全率)を指定すること250、及び
- 溶液流量を計算するために、最大CO₂/H₂S負荷率又は最大組合せCO₂+H₂S負荷率を指定すること280

とすることができる。

【0171】

さらに、溶液温度、吸収塔入口と出口との間の温度差、又は吸収塔内の移動熱が指定されてもよい260。再生の場合、リボイラーデューティを計算するための再生塔又はストリップ(stripper)底部流又は希薄溶液中の重要な成分の必要とされる品質は、再生塔入力パラ

10

20

30

40

50

メータのグループに属する入力マスク240に指定することができる。

【0172】

方法は、方程式指向型の解法を使用し、それはこの無次元仕様の手法を可能にする。無次元仕様の一例は、カラムの高さをリリースする実現例である。したがって吸収塔の高さは、処理されたガス中の酸性ガスの含量のような、別の関連ある仕様の結果として計算することができる。

【0173】

図6は、液相における実際の負荷と平衡負荷との比を介してCO₂負荷率を決定する、例示的な実施形態を示す。

【0174】

相対パラメータを可能にする1つの要素は、吸収塔の底部での負荷率又は吸収塔の高さに沿った最大負荷率を提供することである。負荷率を決定する実施例のカラムプロファイルを図6に示す。吸収塔の高さ対温度の第1の図式表示は、ガス及び液相での温度プロファイルを示す。負荷率プロファイルを提供することは、第1の図式表示に示される顕著な温度の突出を持つ吸収プロセスに特に重要である。そのような温度の突出は、反応の発熱及び/又は吸収の熱が放出された場合に生じる。吸収塔の高さ対CO₂の濃度の第2の図式表示は、気相におけるCO₂濃度プロファイルを示す。

【0175】

気相における温度及びCO₂濃度は、吸収塔の高さ対CO₂負荷の第3の図式表示で破線により示されるように、液相におけるCO₂の平衡負荷プロファイルを決定する。実線により示される、液相におけるCO₂の実際の負荷プロファイルは、方程式に基づく解法の各反復ごとに決定される。第4の図式表示に示される負荷率プロファイルは、液相中の実際のCO₂の負荷を平衡負荷で除することによって定められる。

【0176】

負荷率が1の値は、平衡値に達し且つ物質移動が生じないことを意味する。このことは、処理された出口ガスにおけるCO₂濃度を指定する計算結果として、無限の吸収塔の高さをもたらすことになる。その結果、ガス処理プラントの設計では、物理的に可能ではない仕様が回避されるように、負荷率が<1の値に指定される必要がある。合理的な負荷率は、例えば<0.95又は<0.9である。

【0177】

CO₂及びH₂Sが共に入口ガス中に存在する場合、CO₂又はH₂Sの単一の負荷率は、誤解を招く可能性があり、仕様に有用ではない可能性がある。そのような場合、CO₂+H₂Sに関して組み合わせられた負荷率は、仕様として使用される。

【0178】

吸収塔に沿った負荷率プロファイルの実施例の図6では、吸収塔の頂部で負荷率の最大値に達するのを観察することができる。これは吸収塔の高さの90%で、処理されたガス中のCO₂含量の仕様と、吸収塔頂部での利用可能な希薄負荷に起因する。吸収塔頂部でのこの最大負荷率は許容可能であり、物理的に不合理な条件をもたらさない。しかし、最大温度の位置の周りの最大負荷率は極めて重要であり、上述のように<1の値に限定される必要がある。最大負荷率が正しい位置に指定されるのを確実にするために、負荷率は、吸収塔の底部から定められた吸収塔の高さの割合まで評価される。

【0179】

図7～9は、液相温度挙動、気相CO₂含量挙動、及び負荷率であって%を単位とする種々の液体流量に関して決定されるものを示す。これらの例示は、プラントのスループットに依存するパラメータとしての液体流量が変化する場合、ガス処理プラントの吸収塔における挙動に似ている。特に、図7及び8のプロファイルは、110%から98%の間で流量に関するプロファイルの形状に大きな影響を示す。それに応じて、図8における濃度プロファイル及び図9における負荷率プロファイルは、CO₂のブレイクスルーが、吸収塔の頂部で、98%付近で生じることを示す。100%の流量よりも下及び上で、プロファイルの形状は著しく変化しない。したがって100%の流量付近で、プロファイルの形状は最も感受性がある。

10

20

30

40

50

【0180】

吸収塔における物理量-温度及びガス中のCO₂含量-のこの挙動は、所与の値の流量を段階的に増大させる場合、図10に示される反復回数に反映される。96～98%の間の流量の領域では、収束挙動は、操作及び/又は寸法パラメータの決定が、その領域の上又は下よりも最大6倍の反復を要するようなものである。ガス処理プラントにおける吸収塔の操作では、吸収塔がCO₂ガスのブレイクスルー点近くで操作され得るので、これは不安定な操作モードを表す。したがって、適切な値に流量を設定する際、安定な吸収塔の操作を表すことは、それに応じて安定なガス処理プラントを設計するのに重要である。そのような安定な解決策が、操作及び/又は寸法パラメータを決定するのに提供されるのを確実にするために、入力として負荷率を可能にすることは非常に有利である。負荷率が吸収塔の底部で決定されるか否か又は最大値が吸収塔の高さに沿って得られるか否かに応じて、高速収束が可能な2つのレジームを区別することができる。同時にそのような手法は、決定が、吸収塔及びガス処理プラントの安定な操作を可能する操作及び/又は寸法パラメータをもたらすのを確実にする。

10

【0181】

以下の実施例は、ガス処理プラントを設計するためのユーザーに対する著しい効率の上昇及び設計手順の単純化を示す。ケースA及びケースBとされる2種の異なる入口ガスの条件が示され、これらは二酸化炭素及びメタンの濃度が異なるだけである。その他全ての条件、例えば残留成分の温度、圧力 流量、及び濃度は同一である。全ての入口ガス条件の概観は、下記の表で与えられる：

20

【0182】

【表1】

供給ガス条件	単位	ケースA	ケースB
流量	Nm3/時	500000	500000
温度	°C	30	30
圧力	bar(a)	60	60
組成(モル分率)			
二酸化炭素(CO ₂)	モル/モル	0.5	10
メタン(CH ₄)	モル/モル	93.5	84
エタン(C ₂ H ₆)	モル/モル	3	3
プロパン(C ₃ H ₈)	モル/モル	2	2
ブタン(C ₄ H ₁₀)	モル/モル	1	1
含水量	-	飽和	飽和

30

【0183】

タスクは、処理済みガス中のCO₂濃度が50mole-ppmである、LNG生産プラント用の根本的なCO₂除去プラントを設計することである。プラント構成は、吸収塔、HPフラッシュ、及び再生塔からなるものであるべきである。ユーザーは、いくつかのプロセスパラメータ、例えば溶液の流量、吸収塔の高さ、吸収塔の直径、リボイラーデューティ、及び再生塔の直径を定めることを必要とする。

40

【0184】

技術水準のプロセスフローシートシミュレーター、プラントの幾何形状、入口流の条件、及びプロセス条件の状態を適用することは、シミュレーションの実行前に定める必要がある。全ての出口流の条件、例えば処理されたガス中のCO₂濃度は、プロセスシミュレーターの計算の結果である。指定された酸性ガス濃度を、処理されたガス中で実現するために、ユーザーは、処理されたガス中で必要とされるCO₂濃度に達するまで、多くの手作業による反復により上述のプロセス条件を変更する必要がある。理由は、経験を積んだユー

50

ザーであっても、操作及び寸法パラメータに関する正確な結果が事前にはわからないからである。さらにユーザーは、処理されたガス中に必要とされるCO₂濃度をもたらすことができない、手作業による反復中に条件をさらに定めてもよい。例として、処理されたガス中に必要とされるCO₂濃度は、希薄溶液中のCO₂濃度が、吸収塔の頂部で対応するCO₂平衡濃度よりも低い場合にのみ到達することができる。そのような条件は、ユーザーによって特定される必要があり、これは追加の手作業による反復を必要とするものである。

【0185】

この実施例において、ユーザーは、それらのみではないが少なくとも5つの主要なプロセスパラメータ、溶液の流量、吸収塔の高さ、吸収塔の直径、リボイラーデューティ、及び再生塔の直径を定めることを必要とする。下記の表は、実施例のケースA及びBの間の相対的な値として、これら5つのプロセスパラメータに関する結果を示す。

【0186】

【表2】

主なプロセスパラメータ	ケースA	ケースB
溶液の流量	P1	16.35 * P1
吸収塔の充填高さ	P2	0.80 * P2
吸収塔の直径	P3	1.55 * P3
リボイラーデューティ	P4	19.22 * P4
再生塔の直径	P5	4.27 * P5

【0187】

技術水準のプロセスフローシートシミュレーターを適用することにより、ユーザーは、ケースAに関してCO₂除去プラントを設計するために多くの手作業による反復を必要とする。ケースAの結果がわかるが、ケースBは、先験的にユーザーに明らかではない非常に異なる条件をもたらす。したがってユーザーは再び、ケースBに関するCO₂除去プラントを設計するために多くの手作業による反復を必要とする。これらの実施例は、技術水準のプロセスシミュレーターの適用が、多くの手作業による時間のかかる反復ステップももたらし、それが設計プロセスを非常に冗長且つ非効率的にすることを示す。

【0188】

実施例のケースA及びBに関して本発明を適用し、5つのパラメータ、処理ガス中のCO₂濃度、吸収塔内のCO₂に関する最大負荷率、吸収塔に関する安全率、吸収塔頂部でのCO₂に関する負荷率、及び再生塔に関する安全率を指定することにより、ユーザーは、手作業による入力1つのステップで、上記表に示される結果を受信することになる。これは設計手順の著しい単純化、及び設計手順の短縮された時間、したがって増大した効率をもたらす。

【0189】

本明細書に記載される方法を実現するのに使用される、本明細書に記載される構成要素のいずれかは、コンピュータ命令を実行することが可能な1つ以上の処理装置を有するコンピュータシステムの形をとってもよい。コンピュータシステムは、ローカルエリアネットワーク、イントラネット、エクストラネット、又はインターネット内で他のマシンに通信可能に連結されてもよい(例えば、ネットワーク化)。コンピュータシステムは、サーバー又はクライアントサーバーネットワーク環境におけるクライアントマシンの容量内で、又はピアツーピア(又は分散型)ネットワーク環境におけるピアマシンとして、操作されてもよい。コンピュータシステムは、PC(パーソナルコンピュータ)、タブレットPC、PDA(パーソナルデジタルアシスタント)、携帯電話、ウェブアプライアンス、サーバー、ネットワークルーター、スイッチ若しくはブリッジ、又はそのマシンがとる動作を指定する一組の命令を実行することが可能な(逐次又はその他の手法で)任意のマシンであってもよい。さらに、「コンピュータシステム」、「マシン」、「電子回路」などという用語は、単一

の構成要素に必ずしも限定するものではなく、本明細書で論じられる方法のいずれか1つ以上を行うために一組(又は多数の組)の命令を個々に又は接合して実行するマシンの任意の集合体を含むように解釈されたとすることを理解されたい。

【0190】

そのようなコンピュータシステムの構成要素のいくつか又は全ては、システム100、例えばクライアント装置110、データベース120、及び決定サーバー130の構成要素のいずれかによって利用されてもよく又は当該構成要素のいずれかを示してもよい。一部の実施形態において、これらの構成要素の1つ以上は、多数のデバイスの間に分散されてもよく、又は例示されるよりも少ないデバイスに統合されてもよい。コンピュータシステムは、例えば1つ以上の処理装置、メインメモリ(例えば、ROM、フラッシュメモリ、DRAM(動的ランダムアクセスメモリ)、例えばSDRAM(シンクロナスDRAM)、又はRDRAM(ラムバスDRAM)など)、スタティックメモリ(例えば、フラッシュメモリ、SRAM(スタティックランダムアクセスメモリ)など)、及び/又はデータ記憶デバイスであって、バスを介して互いに通信するものを、含んでいてもよい。

【0191】

処理装置は、汎用処理装置、例えばマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、中央処理装置、又は同様のものであってもよい。より詳細には、処理装置は、CISC(複合命令セットコンピュータ)マイクロプロセッサ、RISC(縮小命令セットコンピュータ)マイクロプロセッサ、VLIW(超長命令語)マイクロプロセッサ、又はその他の命令集合を実現するプロセッサ、又は命令集合の組合せを実現するプロセッサであってもよい。処理装置は、1つ以上の専用処理装置、例えばASIC(特定用途向け集積回路)、FPGA(フィールドプログラマブルゲートアレイ)、CPLD(複合プログラマブル論理デバイス)、DSP(デジタルシグナルプロセッサ)、ネットワークプロセッサ、又は同様のものであってもよい。本明細書に記載される方法、システム、及びデバイスは、DSPにおける、マイクロコントローラにおける、又は任意のその他のサイドプロセッサにおけるソフトウェアとして、又はASIC、CPLD、又はFPGA内部のハードウェア回路として実現されてもよい。「処理装置」という用語は、1つ以上の処理装置、例えば多数のコンピュータシステム全体にわたって位置付けられた処理装置の分散型システム(例えば、クラウドコンピューティング)を指してもよく、他に指示されない限り単一デバイスに限定されないことを理解されたい。

【0192】

コンピュータシステムはさらに、ネットワークインターフェースデバイスを含んでいてもよい。コンピュータシステムは、ビデオディスプレイユニット(例えば、LCD(液晶ディスプレイ)、CRT(陰極線管)ディスプレイ、又はタッチスクリーン)、英数字入力デバイス(例えば、キーボード)、カーソル制御デバイス(例えば、マウス)、及び/又は信号発生デバイス(例えば、スピーカー)を含んでいてもよい。

【0193】

適切なデータ記憶デバイスは、本明細書に記載される方法又は機能のいずれか1つ以上を具体化する1つ以上の組の命令(例えば、ソフトウェア)が記憶される、コンピュータ可読記憶媒体を含んでいてもよい。命令は、コンピュータ可読記憶媒体を構成し得るコンピュータシステム、主メモリ、及び処理装置によってその実行中に、主メモリ内及び/又はプロセッサ内に完全に又は少なくとも部分的に常駐していてもよい。命令は、ネットワークインターフェースデバイスを介してネットワーク上でさらに送信又は受信されてもよい。

【0194】

本明細書に記述される実施形態の1つ以上を実現するコンピュータプログラムは、適切な媒体、例えばその他のハードウェアと一緒に又は該ハードウェアの部分として供給される光記憶媒体又はソリッドステート媒体に記憶及び/又は分散されてもよいが、その他の形、例えばインターネット又はその他の有線若しくは無線通信システムを介して、分散されてもよい。しかし、コンピュータプログラムは、ワールドワイドウェブのようなネットワーク上に存在していてもよく、そのようなネットワークからデータプロセッサのワーキングメモリにダウンロードすることができる。

【0195】

本発明の他の例示的な実施形態によれば、ダウンロードするのに利用可能なコンピュータプログラムエレメントを作製するデータ担体又はデータ記憶媒体が提供され、このコンピュータプログラムエレメントは、本発明の先に記載された実施形態の1つによる方法を行うようにアレンジされる。

【0196】

「コンピュータ可読記憶媒体」、「機械可読記憶媒体」、及び同様の用語は、命令の1つ以上の組を記憶する単一の媒体又は多数の媒体(例えば、集中型又は分散型データベース、及び/又は関連あるキャッシュ及びサーバー)を含むように解釈されるべきである。「コンピュータ可読記憶媒体」、「機械可読記憶媒体」、及び同様の用語はまた、機械によって実行するための一組の命令を記憶し、コード化し、又は保持することが可能であり、機械で本開示の方法のいずれか1つ以上を行わせることが可能な、任意の一時又は非一時媒体を含むと解釈されるものとする。「コンピュータ可読記憶媒体」という用語は、それに応じてソリッドステートメモリ、光媒体、及び磁気媒体を含むがこれらに限定することのないように解釈されるものとする。

【0197】

詳細な記述のいくつかの部分は、コンピュータメモリ内部のデータビットで操作のアルゴリズム及び記号表示に関して提示されていてもよい。これらのアルゴリズムの記述及び表示は、それらの作業の内容を当業者に最も有効に伝達するように、データ処理の分野の当業者によって使用される手段である。アルゴリズムは、本明細書において及び一般に、所望の結果をもたらすステップの自己矛盾のないシーケンスであることが考えられる。ステップは、物理的な量の物理的操作を必要とするものである。通常、必ずしも必要ではないが、これらの量は、記憶し、伝達し、組み合わせ、比較し、及びその他の手法で操作することが可能な電気又は磁気信号の形をとる。これらの信号をビット、値、エレメント、記号、文字、用語、数などと言及することが、主に一般的な利用という理由で、時には都合良いことが証明された。

【0198】

しかしながら、これら及び類似の用語の全ては、適切な物理量に関連付けられ且つこれらの量に適用される単なる都合よい標識であることを、心に留めておくべきである。先の考察から明らかであると他に特に記述しない限り、この記述の全体を通して、「受信する(receiving)」、「取得する(retrieving)」、「伝達する(transmitting)」、「計算する(computing)」、「発生させる(generating)」、「加える(adding)」、「差し引く(subtracting)」、「乗ずる(multiplying)」、「除する(dividing)」、「選択する(selecting)」、「最適化する(optimizing)」、「較正する(calibrating)」、「検出する(detecting)」、「記憶する(storing)」、「行う(performing)」、「分析する(analyzing)」、「決定する(determining)」、「可能にする(enabling)」、「特定する(identifying)」、「修正する(modifying)」、「変換する(transforming)」、「適用する(applying)」、「抽出する(extracting)」、及び同様のものなどの用語を利用する考察は、コンピュータシステムのレジスター及びメモリ内で物理(例えば、電子)量で表されたデータを、コンピュータシステムメモリ又はレジスター又はその他のそのような情報ストレージ、伝送又はディスプレイデバイス内の物理量として同様に表されるその他のデータに操作し変換する、コンピュータシステム又は類似の電子計算デバイスの動作及びプロセスを指す。

【0199】

本発明の実施形態は、種々の対象を参照しながら記述されることに、留意しなければならない。特にいくつかの実施形態は方法タイプのクレームを参照しながら記述され、それに対してその他の実施形態は、装置タイプのクレームを参照しながら記述される。

【0200】

しかしながら当業者なら、上述の及び下記の記述から、他に注記されない限り、対象の1つのタイプに属する特徴の任意の組合せに加え、同様に種々の対象に関する特徴同士の任意の組合せも本出願で開示されると見なされると推測することになる。しかしながら全

ての特徴は組み合わせることができ、特徴の単純総和以上の相乗効果がもたらされる。

【0201】

本発明を、図面及び前述の説明において詳細に例示し記述してきたが、そのような例示及び記述は、例示実例的又は具体例であり制限的なものではないと、見なすものとする、本発明は、開示される実施形態に限定するものではない。開示された実施形態に対するその他の変形例は、当業者によって、図面、本開示、及び添付される請求項の調査から、請求項に記載される本発明を実施することにより、理解され有効にすることができる。ある場合には、周知の構造及び装置は、本開示が曖昧になるのを避けるために、詳細にではなくブロック図の形で示される。

【0202】

請求項において、「含む(comprising)」という単語は、その他の要素又はステップを排除せず、不定冠詞「a」又は「an」は複数を排除しない。単一のプロセッサ又はコントローラ又はその他のユニットは、請求項に列挙されるいくつかの項目の機能を満たし得る。ある特定の尺度が相互に異なる従属クレームに列挙されるという単なる事実は、これらの尺度の組合せが都合良く使用できないことを示さない。請求項における任意の参照符号は、範囲を限定すると解釈されるべきではない。

10

20

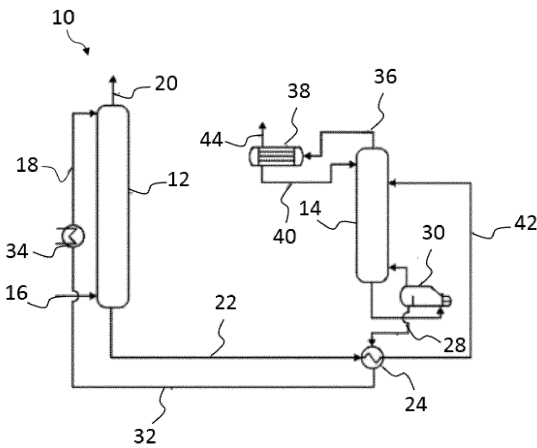
30

40

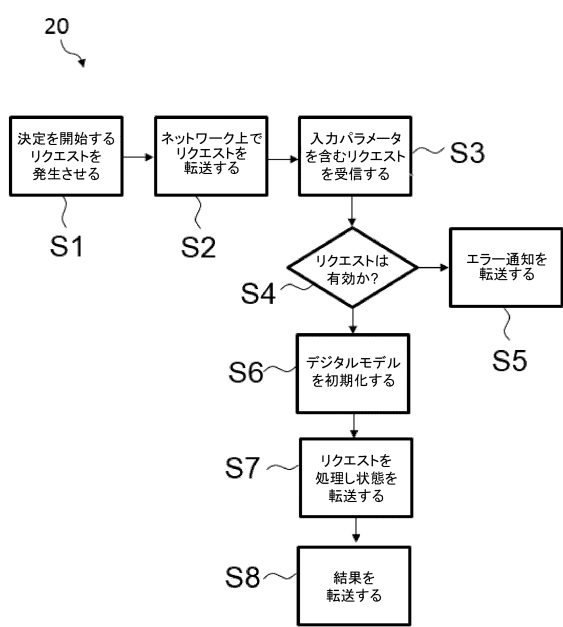
50

【図面】

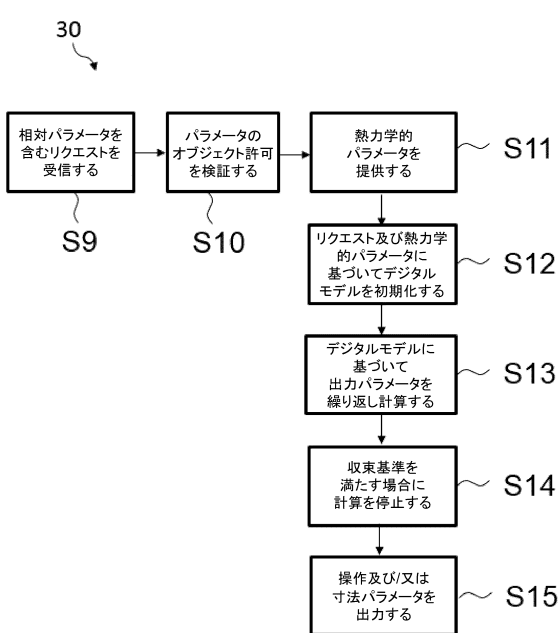
【図 1】



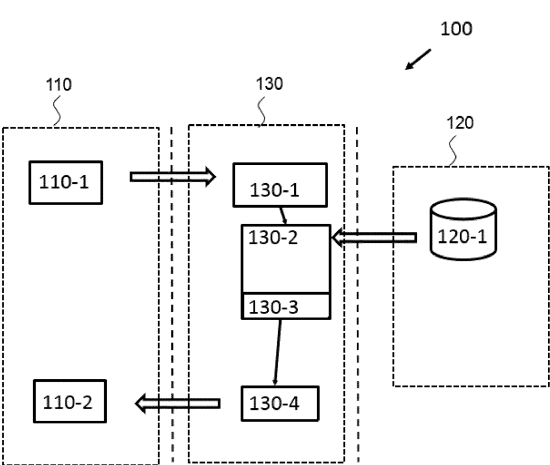
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

【図 5】

200

入口流 210
溶媒構成 220
単位
吸収塔フラッシュ 230
再生塔
熱交換機

吸収塔

240

☒ 充填 ☐ トレイ

セグメント数 圧力降下 充填タイプ

.....

☒ 水力負荷 ☐ 直径 250

.....

☒ 溶液温度 ☐ 温度差(in-out)

☐ 移動した熱 260

.....

☒ 吸収塔頂部でのCO₂濃度 ☐ 吸収塔の高さ 270

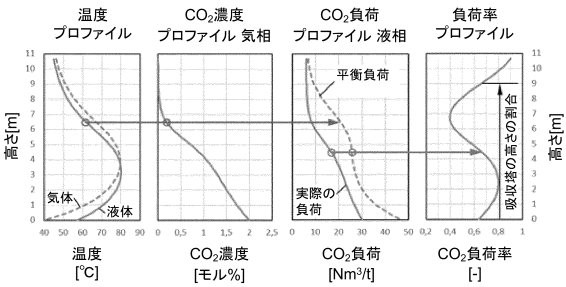
.....

☒ 吸収塔底部での負荷率 ☐ 最大負荷率 280

☐ 流量

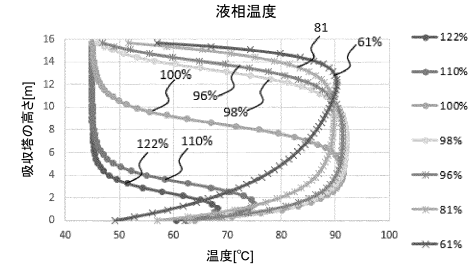
.....

【図 6】

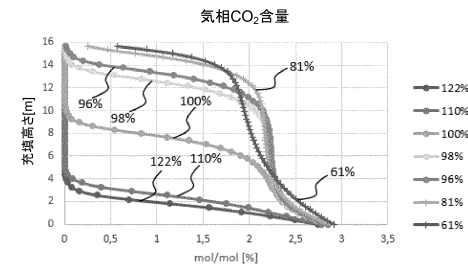


10

【図 7】



【図 8】



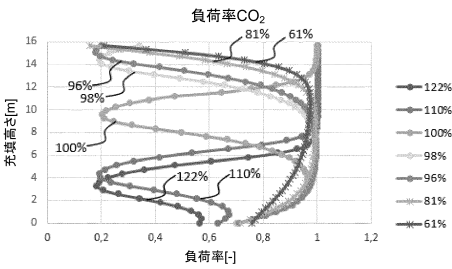
20

30

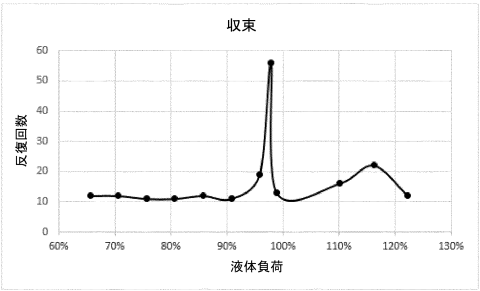
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

イヒスハーフェン, カーラーボッシューシュトラーク 38

(72)発明者 ディッテル, アグネス

ドイツ連邦共和国 67056 ルートヴィヒスハーフェン, カーラーボッシューシュトラーク 38

(72)発明者 ジーダー, ゲオルク

ドイツ連邦共和国 67056 ルートヴィヒスハーフェン, カーラーボッシューシュトラーク 38

(72)発明者 カッツ, トルステン

ドイツ連邦共和国 67056 ルートヴィヒスハーフェン, カーラーボッシューシュトラーク 38

(72)発明者 ローツァノ マルティネツ, グスタヴォ アドルフォ

ドイツ連邦共和国 67056 ルートヴィヒスハーフェン, カーラーボッシューシュトラーク 38

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特開2013-158685 (JP, A)

特表2013-511387 (JP, A)

特表2015-530652 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B01D 53/14-18

G07F 17/00-40

G05B 19/00

G06N 7/00

G06Q 50/00-04