

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6696876号
(P6696876)

(45) 発行日 令和2年5月20日 (2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月27日 (2020.4.27)

(51) Int.Cl.	F I
C 1 O K 1/32 (2006.01)	C 1 O K 1/32
C 1 O K 1/10 (2006.01)	C 1 O K 1/10
C 1 O K 1/18 (2006.01)	C 1 O K 1/18
C 1 O K 1/04 (2006.01)	C 1 O K 1/04
B O 1 D 53/04 (2006.01)	B O 1 D 53/04

請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-198111 (P2016-198111)	(73) 特許権者	000002174
(22) 出願日	平成28年10月6日 (2016.10.6)		積水化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-58042 (P2018-58042A)		大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
(43) 公開日	平成30年4月12日 (2018.4.12)	(74) 代理人	100085556
審査請求日	令和1年10月3日 (2019.10.3)		弁理士 渡辺 昇
		(74) 代理人	100115211
			弁理士 原田 三十義
		(74) 代理人	100153800
			弁理士 青野 哲巳
		(74) 代理人	100207756
			弁理士 田口 昌浩
		(74) 代理人	100129746
			弁理士 虎山 滋郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合成ガスの浄化処理方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

合成ガス中の不純物質を除去する浄化処理方法であって、
 前記合成ガスを、ガス状不純物質を吸着可能な吸着剤と接触させるガス状不純物質吸着工程と、
 前記ガス状不純物質吸着工程の前に実行される前処理工程と、
 を備え、前記前処理工程が、
 前記合成ガスを水性溶媒及び油性溶媒と接触させる溶媒接触工程と、
 前記溶媒接触工程後の合成ガスを冷却して相転移性物質捕捉部に通す相転移性物質除去工程と、を含み、前記合成ガスが、相転移性物質としてナフタレン、1-ナフトール、2-ナフトールから選択される昇華性物質を含み、前記相転移性物質除去工程における冷却目標温度を前記昇華性物質が昇華固化される温度に設定することを特徴とする合成ガス浄化処理方法。

【請求項 2】

前記ガス状不純物質吸着工程後の合成ガスを、ガス資化性微生物を含む液状培地に供給することを特徴とする請求項 1 に記載の合成ガス浄化処理方法。

【請求項 3】

合成ガス中の不純物質を除去する浄化処理装置であって、
 ガス状不純物質を吸着可能な吸着剤を含み、前記合成ガスが前記吸着剤と接触されるガス状不純物質吸着部と、

前記ガス状不純物質吸着部の前段に配置される前処理部と、
を備え、前記前処理部が、
前記合成ガスを水性溶媒と接触させる水性溶媒接触部と、
前記合成ガスを油性溶媒と接触させる油性溶媒接触部と、
前記水性溶媒接触部及び前記油性溶媒接触部を通過後の合成ガスを冷却する冷却部、及び冷却後の合成ガスが通される相転移性物質捕捉部を有する相転移性物質除去部と、
を含み、前記合成ガスが、相転移性物質としてナフタレン、1-ナフトール、2-ナフトールから選択される昇華性物質を含み、前記冷却部における冷却目標温度が、前記昇華性物質が昇華固化される温度に設定されていることを特徴とする合成ガス浄化処理装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、合成ガス（シingas）中の不純物質を除去する浄化処理方法及び装置に関し、特に廃棄物由来の合成ガスに適した浄化処理方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

産業廃棄物や一般廃棄物の処理方法として、熱分解によるガス化方法が知られている（特許文献1等参照）。この方法によれば、廃棄物を熱分解することで、CO及びH₂を主成分とする合成ガスが得られる。合成ガスは、種々の用途に利用可能である。

【0003】

20

例えば特許文献2では、合成ガスを培養槽に導入して、微生物発酵によってエタノール等の有価物を生成している。合成ガスには、BTEx（ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン）、粒子状物、タール等の不純物質が少量含まれており、これらは微生物に有害である可能性があるために、前処理工程で除去することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-195400

【特許文献2】特開2014-050406号公報（[0102]）

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

合成ガス中のBTExは、圧力スイング吸着（PSA）法、温度スイング吸着（TSA）や活性炭吸着法によって除去できる。

一方、発明者等の研究によれば、廃棄物由来の合成ガスには、ナフタレン、1-ナフトール、2-ナフトール等の、気相と固相の間で相転移可能な相転移性不純物質（ないしは昇華性物質）が含まれているとの知見を得た。この種の相転移性不純物質は、廃棄物処理施設で生成された当初は気相であっても、温度条件や圧力条件によっては固相化する。固相の相転移性不純物質は、PSA、TSA用の吸着剤や活性炭の表面に付着して活性点を覆うおそれがある。そうすると、吸着能力が減殺されてしまう。合成ガス中のススやタール等の固液不純物質についても同様のおそれがある。

40

更に発明者等の知見によれば、特に廃棄物由来の合成ガスには、窒素酸化物（NO_x）や硫黄酸化物（SO_x）が含まれていることがあり、これらは代表的な環境汚染物質であるだけでなく、合成ガス利用工程に悪影響を与えることも考えられる。

本発明は、かかる事情に基づいてなされたものであり、合成ガス中のBTEx等のガス状不純物質を吸着処理するに際し、その吸着能力を阻害し得る不純物質を除去しておくことによって、吸着能力を長期間維持可能とし、更に好ましくは合成ガス中のNO_x、SO_xをも除去することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

上記課題を解決するため、本発明方法は、合成ガス中の不純物質を除去する浄化処理方法であって、

前記合成ガスを、ガス状不純物質を吸着可能な吸着剤と接触させるガス状不純物質吸着工程と、

前記ガス状不純物質吸着工程の前に実行される前処理工程と、

を備え、前記前処理工程が、

前記合成ガスを、水性溶媒及び／又は油性溶媒と接触させる溶媒接触工程と、

前記合成ガスを、相転移性物質の固相化温度まで冷却して相転移性物質捕捉部に通す相転移性物質除去工程と、のうち少なくとも1つを含むことを特徴とする。

【0007】

前処理の溶媒接触工程における水性溶媒との接触によって、合成ガス中の NO_x 、 SO_x 等の水溶性不純物質を除去できるほか、ナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質をもある程度除去できる。また、油性溶媒との接触によって、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質を除去できるほか、BTEX等のガス状不純物質をも除去できる。更に、前記相転移性物質除去工程によって、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質を固相化させ、かつ固相化した相転移性物質を相転移性物質捕捉部で捕捉して除去でき、更には相転移性物質捕捉部において、スス、タール等の固液不純物質をもある程度除去できる。

これによって、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質を除去したうえで、合成ガスをPSA等のガス状不純物質吸着部へ導入することによって、吸着剤の表面に相転移性物質の固化物や、スス、タール等の固液不純物質が付着するのを抑制又は防止できる。したがって、ガス状不純物質吸着部において、吸着剤の吸着能力を長期間維持することができ、合成ガス中のBTEX等のガス状不純物質を十分に除去できる。この結果、合成ガスを十分に浄化処理でき、合成ガスの利用性を高めることができる。

なお、「除去」とは、合成ガスから除去対象物質の少なくとも一部を除去（濃度低減）することを意味し、合成ガスから除去対象物質を完全に除去することに限定されない。

【0008】

前記前処理工程において、前記溶媒接触工程後の合成ガスを前記相転移性物質除去工程に供することが好ましい。

溶媒接触工程によって合成ガスの温度をある程度下げたうえで、相転移性物質除去工程に導入することができる。したがって、相転移性物質除去工程における冷却部への負荷を低減できる。

【0009】

前記溶媒接触工程が、前記合成ガスを水性溶媒と接触させる水性溶媒接触工程と、前記水性溶媒接触工程後の合成ガスを前記油性溶媒と接触させる油性溶媒接触工程とを含むことが好ましい。

水性溶媒接触工程によって、合成ガス中の NO_x 、 SO_x 等の水溶性不純物質を除去できるほか、ナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質をもある程度除去できる。このため、油性溶媒接触工程においては、残った相転移性物質、スス、タール等を除去すればよい。したがって、油性溶媒の損耗や汚濁速度を遅らせることができ、油性溶媒の入れ替え頻度を少なくできる。通常、油性溶媒は、水等の水性溶媒より高価であるから、油性溶媒の入れ替え頻度を少なくすることで、ランニングコストを低減できる。

【0010】

前記ガス状不純物質吸着工程後の合成ガスを、ガス資化性微生物を含む液状培地に供給することにしてもよい。液状培地中でガス資化性微生物の発酵反応によって、合成ガス中の CO 、 H_2 等からエタノール($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)等の有価物を生成できる。前処理工程及びガス状不純物質吸着工程において合成ガス中の不純物質を除去しておくことによって、前記ガス資化性微生物の活動に悪影響が及ぶのを抑制できる。

【0011】

本発明装置は、合成ガス中の不純物質を除去する浄化処理装置であって、
ガス状不純物質を吸着可能な吸着剤を含み、前記合成ガスが前記吸着剤と接触されるガス状不純物質吸着部と、
前記ガス状不純物質吸着部の前段に配置される前処理部と、
を備え、前記前処理部が、
前記合成ガスを水性溶媒と接触させる水性溶媒接触部と、
前記合成ガスを油性溶媒と接触させる油性溶媒接触部と、
前記合成ガスを相転移性物質の固相化温度まで冷却する冷却部、及び冷却後の合成ガスが通される相転移性物質捕捉部を有する相転移性物質除去部と、
を含むことを特徴とする。

10

これによって、水性溶媒接触工程と、油性溶媒接触工程と、相転移性物質除去工程の何れをも実行でき、合成ガス中の不純物質を確実に除去することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、合成ガス中のBTEX等のガス状不純物質を吸着処理するに際し、その吸着能力を阻害し得る不純物質を除去しておくことによって、吸着能力を長期間維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

20

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る合成ガス処理システムの概略を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の一実施形態を図面にしたがって説明する。

図1に示すように、合成ガス処理システム1は、廃棄物由来合成ガス生成部2と、合成ガス浄化処理装置3と、合成ガス利用部6を備えている。合成ガス生成部2において合成ガスが生成される。本発明形態における合成ガス生成部2は、廃棄物処理施設である。廃棄物としては、都市ゴミ、タイヤ、バイオマス、木質チップ、プラスチックごみ等が挙げられる。廃棄物は一般ゴミであってもよい。廃棄物処理施設の溶融炉において、廃棄物が高濃度の酸素ガスによって燃焼されて低分子レベルまで分解される。最終的に、合成ガスが生成される。生成時ないしは合成ガス生成部2からの供出時における合成ガスの温度は、常温より高温であり、例えば30℃～数百℃程度である。

30

【0015】

合成ガスは、主要成分としてCO、H₂、CO₂を含む。さらに、合成ガスは、不純物質として、BTEX、HCN、NO_x、SO_x、アセチレン等のガス状不純物質のほか、スス、タール等の固形又は液状の不純物質や、相転移性の不純物質を含む。相転移性不純物質とは、合成ガス生成部2からの供出時は大部分が気相であるが、合成ガス利用部6までの輸送過程で相転移して一部又は全部が固相となり得る不純物質（水を除く）を言う。例えば相転移性不純物質として、ナフタレン、1-ナフトール、2-ナフトール等の昇華性物質が挙げられる。

40

また、合成ガスは、ほぼ飽和状態の水分（H₂O）を含む。

【0016】

廃棄物由来合成ガス生成部2と合成ガス利用部6との間に合成ガス浄化処理装置3が設けられている。合成ガス浄化処理装置3は、前処理部4と、ガス状不純物質吸着部50を備えている。ガス状不純物質吸着部50の前段に前処理部4が配置されている。

【0017】

前処理部4は、溶媒接触部10と、相転移性物質除去部20と、水分除去部30と、固液捕捉部40を含む。溶媒接触部10は、水スクラバ11（水性溶媒接触部）と、オイルスクラバ12（油性溶媒接触部）を有している。相転移性物質除去部20は、チラー21

50

(冷却部)と、相転移性物質捕捉部22を有している。廃棄物由来合成ガス生成部2と合成ガス利用部6とを結ぶ合成ガスの供給ラインに沿って、廃棄物由来合成ガス生成部2の側から、水スクラバ11、オイルスクラバ12、チラー21、相転移性物質捕捉部22、水分除去部30、固液捕捉部40、ガス状不純物質吸着部50の順に連なっている。

【0018】

水スクラバ11は、上部の散布ノズル11bと、底部の溶媒貯留部11dと、溶媒路11cを含む。溶媒貯留部11dには、水性溶媒11aとして水が溜められている。溶媒路11cが、溶媒貯留部11dから散布ノズル11bへ延びている。更に、水スクラバ11の下部に合成ガスの導入ポート11eが設けられている。水スクラバ11の上部に合成ガスの導出ポート11fが設けられている。

10

【0019】

オイルスクラバ12は、上部の散布ノズル12bと、底部の溶媒貯留部12dと、溶媒路12cとを含む。溶媒路12cが、溶媒貯留部12dから散布ノズル12bへ延びている。溶媒貯留部12dに油性溶媒12aが溜められている。油性溶媒12aの成分としては、例えばパラフィン系溶剤が挙げられる。有機塩素系化合物(PCB等)に対する溶解性、揮発時の有機塩素系化合物に対する随伴性、低粘度性、コスト等の観点から、ノルマルペンタン、ノルマルヘキサン等のノルマルパラフィン系有機溶媒を用いてもよい。

更に、オイルスクラバ12の下部に合成ガスの導入ポート12eが設けられている。オイルスクラバ12の上部に合成ガスの導出ポート12fが設けられている。

また、ここでの捕集効率を向上させるため、もしくはオイルの使用壽命を延ばすために循環流路にフィルタや冷却機能を設けてもよい。

20

【0020】

チラー21は、冷却管23を有している。好ましくは、チラー21は、複数の冷却管23を含む多管式の熱交換器にて構成されている。各冷却管23は、洗浄容易性等の観点からは、直管にて構成されていることが好ましい。かつ、複数の冷却管23が互いに平行に並べられている。チラー21の底部からドレイン路25が延びている。

【0021】

冷却管23内が合成ガスの流路となり、チラー21内における冷却管23間の空間が冷媒21aの冷媒路24となっている。冷媒21aとしては、たとえばエチレングリコールが用いられているが、これに限られるものではない。

30

なお、冷却管23内が冷媒21aの流路となり、冷却管23間の空間が合成ガスの流路となってもよい。

【0022】

チラー21における冷却目標温度は、ナフタレン等の相転移性物質の相転移(例えばナフタレンの昇華固化)が十分に起き得る程度に設定されている。好ましくは、チラー21の冷却目標温度は、常温付近である。具体的には、10℃～30℃程度であり、より好ましくは20℃程度である。

【0023】

相転移性物質捕捉部22は、相転移性物質捕捉フィルタ22fを有している。フィルタ22fの材質は、金属でもよく、樹脂でもよく、繊維でもよく、セラミックでもよく、これらを組み合わせたものであってもよい。フィルタ22fが、多層メッシュにて構成されていてもよい。

40

【0024】

水分除去部30は、例えば熱交換器(チラー)にて構成されている。以下、水分除去部30を適宜「チラー30」と称す。好ましくは、チラー30は、複数の冷却管33を含む多管式の熱交換器にて構成されている。各冷却管33は、洗浄容易性等の観点からは、直管であることが好ましい。かつ、複数の冷却管33が互いに平行に並べられている。チラー30の底部からドレイン路35が延び出ている。

【0025】

冷却管33内が合成ガスの流路となり、チラー30内における冷却管33間の空間が冷

50

媒 30a の冷媒路 34 となっている。冷媒 30a としては、たとえばエチレングリコールが用いられているが、これに限られるものではない。

なお、冷却管 33 内が冷媒 30a の流路となり、冷却管 33 間の空間が合成ガスの流路となっていてよい。

【0026】

チラー 30 の冷却目標温度は、合成ガス中の水分を十分に凝縮（液化）でき、かつ氷結しない範囲で設定されている。好ましくは、チラー 30 の冷却目標温度は、0℃以上常温以下であり、具体的には 0℃～10℃程度であり、より好ましくは 2℃程度である。

【0027】

2 つのチラー 21, 30 を対比すると、チラー 21 のほうがチラー 30 よりも冷却目標温度が高い。また、チラー 21 の冷却管 23 のほうがチラー 30 の冷却管 33 よりも大径でコンダクタンスが大きい。

10

【0028】

固液捕捉部 40 は、固液捕捉フィルタ 42 を有している。固液捕捉フィルタ 42 の材質は、金属でもよく、樹脂でもよく、繊維でもよく、セラミックでもよく、これらを組み合わせたものであってもよい。固液捕捉フィルタ 42 が、多層メッシュにて構成されていてもよい。

【0029】

相転移性物質捕捉部 22 と固液捕捉部 40 を対比すると、相転移性物質捕捉部 22 のフィルタ 22f のほうが、固液捕捉部 40 のフィルタ 42 よりも目が粗く粒子を透過させやすい。相転移性物質捕捉フィルタ 22f と固液捕捉フィルタ 42 が共に多層メッシュで構成されている場合、相転移性物質捕捉フィルタ 22f のメッシュの層数は、固液捕捉フィルタ 42 のメッシュの層数の好ましくは 3 分の 1～20 分の 1 であり、より好ましくは 10 分の 1 以下である。

20

【0030】

ガス状不純物質吸着部 50 は、圧力スイング吸着（PSA；pressure swing adsorption）装置にて構成されている。以下、ガス状不純物質吸着部 50 を適宜「PSA 装置 50」と称す。ガス状不純物質吸着部 50 は、複数（図では 2 つだけ図示）の吸着塔 51 を含む。各吸着塔 51 に吸着剤 52 が収容されている。吸着剤 52 としては、ゼオライト、シリカゲル等が挙げられる。

30

ガス状不純物質吸着部 50 の吸着剤が、活性炭によって構成されていてもよい。

なお、ガス状不純物質吸着部が、温度スイング吸着（TSA：temperature swing adsorption）装置にて構成されていてもよい。

【0031】

詳細な図示は省略するが、合成ガス利用部 6 は、反応槽を含む。反応槽内の液状の培地中で嫌気性のガス資化性微生物が培養されている。或いは、後述するように、金属触媒が充填されていてもよい。ガス資化性微生物としては、例えば上掲特許文献 2 や、国際公開第 2011/087380 号、米国特許 US 2013/0065282 等の開示された嫌気性細菌を用いることができる。

【0032】

合成ガス処理システム 1 は、次のように動作する。

<合成ガス生成工程>

廃棄物由来合成ガス生成部 2 において、廃棄物が燃焼されることによって、合成ガスが生成される。生成時の合成ガスの温度は、常温より高温である。

【0033】

<前処理工程>

合成ガスは、廃棄物由来合成ガス生成部 2 から前処理部 4 へ送られ、前処理工程に供される。

<溶媒接触工程>

前処理部 4 において、合成ガスは、先ず溶媒接触部 10 へ送られ、水スクラバ 11 に導

40

50

入される。

＜水性溶媒接触工程＞

水スクラバ１１においては、水１１a（水性溶媒）が、散布ノズル１１bから水スクラバ１１内に散布される。かつ、合成ガスが、導入ポート１１eから水スクラバ１１内に導入されて上昇する。水スクラバ１１内において、散布水１１aと合成ガスとが対向流を形成しながら互いに接触される。この接触によって、合成ガス中のNO_x、SO_x、HCN、アセチレン等の水溶性不純物質を散布水１１aに溶解させて十分に除去（濃度低減）できるほか、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質をもある程度除去（濃度低減）できる。

合成ガスは、散布水１１aとの接触によって温度が低下される。

10

【００３４】

＜油性溶媒接触工程＞

続いて、合成ガスは、オイルスクラバ１２へ送られる。

オイルスクラバ１２においては、油性溶媒１２aが、散布ノズル１２bからオイルスクラバ１２内に散布される。かつ、合成ガスが、導入ポート１２eからオイルスクラバ１２内に導入されて上昇する。オイルスクラバ１２内において、散布された油性溶媒１２aと合成ガスとが対向流を形成しながら互いに接触される。この接触によって、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質や、タール、BTEx等を十分に除去（濃度低減）できるほか、スス、アセチレン等をもある程度除去（濃度低減）できる。

合成ガスは、油性溶媒１２aとの接触によって温度が更に低下される。

20

前述したように、溶媒接触部１０においてナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質をもある程度除去できるから、油性溶媒接触工程においては、残った相転移性物質、スス、タール等を除去すればよい。したがって、油性溶媒１２aの損耗や汚濁速度を遅らせることができ、油性溶媒１２aの入れ替え頻度を少なくできる。通常、油性溶媒１２aは、水等の水性溶媒１１aより高価であるから、油性溶媒１２aの入れ替え頻度を少なくすることで、ランニングコストを低減できる。

【００３５】

＜相転移性物質除去工程＞

続いて、合成ガスは、相転移性物質除去部２０へ送られる。

＜冷却工程（相転移性物質固相化工程）＞

30

相転移性物質除去部２０において、合成ガスは、先ずチラー２１に導入される。チラー２１において、合成ガスが冷却管２３に通されるとともに、冷媒２１aが冷媒路２４に通されることで熱交換が行われる。合成ガスの流れ（管２３内の下向き矢印）と冷媒２１aの流れは互に対向流を構成している。なお、合成ガスの流れと冷媒２１aの流れは互いに並行流を構成していてもよい。

熱交換によって、合成ガスが、例えば常温程度まで冷却される。冷却によって、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質が、ガスから固体に昇華（固相化）される。合成ガスは、溶媒接触部１０において温度をある程度低下されたうえで相転移性物質除去部２０に導入されるから、チラー２１の負荷を低減できる

冷却管２３を比較的大径とし、冷却管２３のコンダクタンスを比較的大きくすることによって、冷却管２３がナフタレン等の相転移性物質の固化物によって詰まるのを抑制できる。

40

冷却によって合成ガス中の水分の一部が凝縮する。凝縮水は、ドレイン路２５から排出される。

【００３６】

＜相転移性物質捕捉工程＞

冷却後の合成ガスが、相転移性物質捕捉部２２へ送られ、フィルタ２２fに通される。これによって、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質の固化物をフィルタ２２fにて捕捉できる。この結果、合成ガスからナフタレン等の相転移性物質を除去できる。更にはフィルタ２２fによって、スス、タール等の固液不純物質をもある程度除去できる。

50

フィルタ 2 2 f の目を比較的粗くすることで、フィルタ 2 2 f が、捕捉した不純物質や凝縮水によって詰まるのを抑制でき、フィルタ 2 2 f の交換頻度を少なくすることができる。

【0037】

<水分凝縮工程>

続いて、合成ガスはチラー 3 0 へ送られる。チラー 3 0 において、合成ガスが冷却管 3 3 に通されるとともに、冷媒 3 0 a が冷媒路 3 4 に通されることで熱交換が行われる。合成ガスの流れ（管 3 3 内の下向き矢印）と冷媒 3 0 a の流れは互いに対向流を構成している。なお、合成ガスの流れと冷媒 3 0 a の流れは互いに並行流を構成していてもよい。

熱交換によって、合成ガスがチラー 2 1 よりも低温化され、好ましくは零度近くまで冷却される。冷却管 3 3 を小径にすることで、合成ガスの冷却効率を高めることができる。これによって、合成ガス中の水分を十分に凝縮させることができる。好ましくは、合成ガスの水分含有量をほとんど零にできる。

予め、溶媒接触部 1 0 及び相転移性物質除去部 2 0 でナフタレン等の固化物やスス、タール等の固液不純物質を除去したうえで、水分凝縮工程を行うことによって、冷却管 3 3 の詰まりを抑制することができる。

チラー 3 0 で凝縮した水は、ドレイン路 3 5 から排出される。

【0038】

<固液捕捉工程>

続いて、合成ガスは、固液捕捉部 4 0 へ送られ、固液捕捉フィルタ 4 2 に通される。固液捕捉フィルタ 4 2 によって合成ガス中のスス、タール等の固液不純物質を捕捉することで更に除去できる。

チラー 3 0 で予め合成ガス中の水分を除去したうえで、固液捕捉工程を行うことによって、固液捕捉フィルタ 4 2 の詰まりを抑制することができる。

さらには、前記溶媒接触部 1 0 及び相転移性物質除去部 2 0 において、ナフタレン等の相転移性物質を予め除去したうえで、固液捕捉工程を行うことによって、固液捕捉フィルタ 4 2 の詰まりを一層確実に抑制することができる。

なお、相転移性物質除去部 2 0 を通過したナフタレン等の相転移性物質の固化物は、固液捕捉部 4 0 によって捕捉することができる。

【0039】

<ガス状不純物質吸着工程>

続いて、合成ガスは、P S A 装置 5 0 へ送られる。P S A 装置 5 0 の一部の吸着塔 5 1 に合成ガスが加圧供給されることで、合成ガス中の B T E X をはじめとするガス状不純物質が、前記一部の吸着塔 5 1 の吸着剤 5 2 に吸着される。吸着されるガス状不純物質としては、B T E X のほか、H C N、アセチレン、N O x、S O x 等が挙げられる。

このとき、P S A 装置 5 0 の他の吸着塔 5 1 では、脱着ガスの流通下で減圧されることで、ガス状不純物質が脱着されて排出される。これによって、吸着剤 5 2 の吸着容量が回復される。

複数の吸着塔 5 1 について交互に加圧吸着操作と減圧脱着操作が反復される。これによって、合成ガス中の B T E X 等のガス状不純物質を十分に除去できる。

合成ガス浄化処理装置 3 によれば、前処理部 4 において、合成ガス中のナフタレン等の相転移性物質や、スス、タール等の固液不純物質を十分に除去したうえで、合成ガスを P S A 装置 5 0 へ導入することによって、吸着剤 5 2 の表面に相転移性物質の固化物や、スス、タール等の固液不純物質が付着するのを抑制又は防止できる。ひいては、吸着剤 5 2 の活性点が、固化相転移性物質や固液不純物質によって覆われるのを抑制又は防止できる。これによって、吸着剤 5 2 の吸着能力を長期間維持することができ、P S A 装置 5 0 において合成ガス中の B T E X 等のガス状不純物質を確実に除去できる。

この結果、合成ガスを十分に浄化処理できる。

なお、ガス状不純物質吸着工程を T S A（温度スイング）法によって行ってもよい。T S A 法は、吸脱着を温度変化により行う方式であり、その詳細は省略するが、前記 P S A

10

20

30

40

50

法と同様の効果が期待できる。

【0040】

＜合成ガス利用工程＞

その後、合成ガスは、合成ガス利用部6に導入される。合成ガス利用部6においては、例えば、培地中のガス資化性微生物が、合成ガスのCO及びH₂等を摂取して、エタノール等の有価物を発酵生成する。

予め合成ガス中の、ナフタレン等の相転移性物質、スス、タール等の固液不純物質、BTX、NO_x、SO_x、HCN、アセチレン等のガス状不純物質を除去しておくことで、ガス資化性微生物を安定的に培養できる。

上記培養液の一部は蒸留塔（図示せず）へ送られて蒸留される。これによって、エタノールを抽出することができる。

10

【0041】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の改変をなすことができる。

例えば、前処理の各工程の順序は適宜入れ替えてもよい。油性溶媒接触工程の後、水性溶媒接触工程を行ってもよい。相転移性物質除去工程の後、溶媒接触工程を行なってもよい。相転移性物質除去工程を水性溶媒接触工程と油性溶媒接触工程の間に行ってもよい。

前処理部4において、油性溶媒接触部12を水性溶媒接触部11の前段に配置してもよい。相転移性物質除去部20を溶媒接触部10の前段に配置してもよい。相転移性物質除去部20を水性溶媒接触部11と油性溶媒接触部12との間に配置してもよい。

20

合成ガスの組成によっては、前処理工程において、水性溶媒接触工程を省略してもよい。若しくは油性溶媒接触工程を省略してもよい。又は相転移性物質除去工程を省略してもよい。水性溶媒接触工程と油性溶媒接触工程と相転移性物質除去工程のうち少なくとも1つを実行すればよい。

前処理部4において、水スクラバ11を省略してもよい。若しくはオイルスクラバ12を省略してもよい。又は相転移性物質除去部20を省略してもよい。水スクラバ11とオイルスクラバ12と相転移性物質除去部20のうち少なくとも1つが設けられていればよい。

溶媒接触部10において、1つのスクラバ槽に水性溶媒11aの散布ノズル11bと、油性溶媒12aの散布ノズル12bとを設けることで、水性溶媒接触工程と油性溶媒接触工程とが1つのスクラバ槽内で併行して実行されるようにしてもよい。

30

溶媒接触部10において、1つのスクラバ槽に水性溶媒11aと油性溶媒12aの混合物を散布することで、水性溶媒接触工程と油性溶媒接触工程とが1つのスクラバ槽内で同時に実行されるようにしてもよい。

水性溶媒11aは、水に限られず、アルコール等であってもよい。

相転移性不純物質は、気相から液相を経ずに固相になるナフタレン、1-ナフトール、2-ナフトール等の昇華性物質に限られず、気相から液相を経て固相になるものであってもよい。

合成ガス利用工程において、合成ガスを金属触媒と接触させて化学反応によりエタノール等の有価物を合成してもよい。金属触媒としては、代表的な物質としてモリブデン系が挙げられる。合成ガスをこの化学反応に用いる場合、上記ガス資化性微生物による発酵反応とは除去対象物質が若干異なるものの、必要な工程としては同様である。更に追加して脱硫を強化するための工程が必要である。

40

生成目的の有価物は、エタノールに限られず、酢酸やメタノール等であってもよい。

合成ガス利用部6が、合成ガスを金属触媒に接触させることでエタノール等の有価物を生成するものであってもよい。

合成ガス生成部は、廃棄物処理施設に限られず、製鉄所や石炭発電所等であってもよい。合成ガスは、製鉄所の副生ガス（転炉、高炉ガス等）であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0042】

50

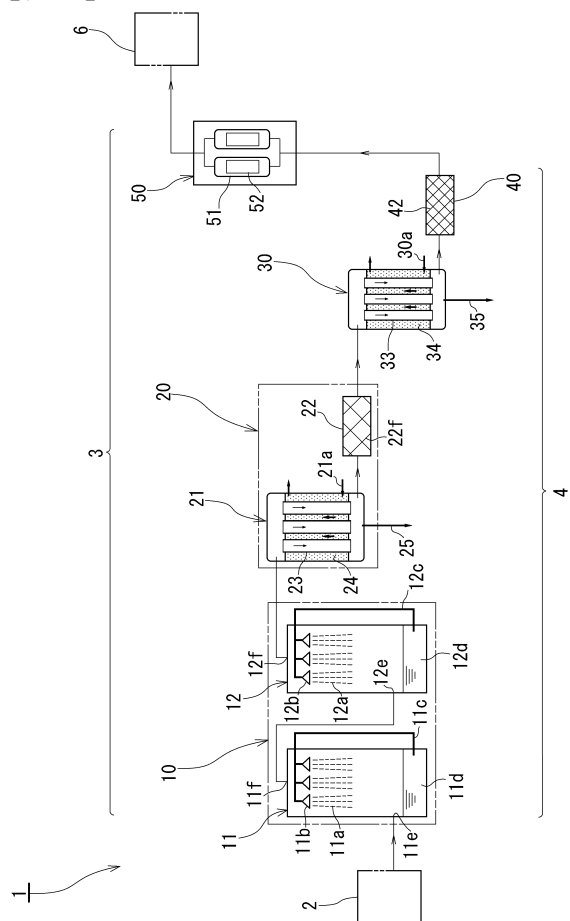
本発明は、例えば産業廃棄物の焼却処理で生じる合成ガスからエタノールを合成するエタノール生成システムに適用できる。

【符号の説明】

【0043】

1	合成ガス処理システム	
2	廃棄物由来合成ガス生成部	
3	合成ガス浄化処理装置	
4	前処理部	
10	溶媒接触部	
11	水スクラバ（水性溶媒接触部）	10
11a	水（水性溶媒）	
11b	散布ノズル	
11c	溶媒路	
11d	溶媒貯留部	
11e	導入ポート	
11f	導出ポート	
12	オイルスクラバ（油性溶媒接触部）	
12a	油性溶媒	
12b	散布ノズル	
12c	溶媒路	20
12d	溶媒貯留部	
12e	導入ポート	
12f	導出ポート	
20	相転移性物質除去部	
21a	冷媒	
21	チラー（冷却部）	
22	相転移性物質捕捉部	
22f	相転移性物質捕捉フィルタ	
23	冷却管	
24	冷媒路	30
25	ドレイン路	
30	チラー（水分除去部）	
30a	冷媒	
33	冷却管	
34	冷媒路	
35	ドレイン路	
40	固液捕捉部	
42	固液捕捉フィルタ	
50	ガス状不純物質吸着部	
51	吸着塔	40
52	吸着剤	
6	合成ガス利用部	

【図 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 53/14 (2006.01) B 0 1 D 53/14 2 0 0
B 0 1 D 5/00 (2006.01) B 0 1 D 5/00

(72)発明者 藤森 洋治
茨城県つくば市和台 3 2 積水化学工業株式会社内
(72)発明者 岡田 和己
茨城県つくば市和台 3 2 積水化学工業株式会社内

審査官 松井 一泰

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 0 4 0 8 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 4 5 8 5 7 (J P , A)
特表 2 0 1 5 - 5 0 4 3 0 8 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 2 5 5 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 9 6 8 9 5 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 6 3 2 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 5 6 6 9 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)
C 1 0 K 1 / 0 0 - 3 / 0 6
B 0 1 D 5 3 / 0 2 - 5 3 / 1 2
B 0 1 D 5 3 / 1 4 - 5 3 / 1 8
B 0 1 B 1 / 0 0 - 1 / 0 8
B 0 1 D 1 / 0 0 - 8 / 0 0