

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-500940
(P2008-500940A)

(43) 公表日 平成20年1月17日(2008.1.17)

| (51) Int.CI. | F 1 | テーマコード (参考) |
|-----------------------------|------------|-------------|
| C01B 3/38 (2006.01) | C01B 3/38 | 4 D006 |
| C01B 3/24 (2006.01) | C01B 3/24 | 4 D012 |
| C01B 3/56 (2006.01) | C01B 3/56 | Z 4 G140 |
| B01D 53/04 (2006.01) | B01D 53/04 | B |
| B01D 61/02 (2006.01) | B01D 61/02 | |

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|---------------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2007-515053 (P2007-515053) | (71) 出願人 | 503006349 エイチ2ジーイーエヌ・イノベーションズ ・インコーポレイテッド アメリカ合衆国、バージニア州 2230 4-4807 アレクサンドリア、アイゼ ンハワー・アベニュー 4740 |
| (86) (22) 出願日 | 平成17年3月3日 (2005.3.3) | (74) 代理人 | 100058479 弁理士 鈴江 武彦 |
| (85) 翻訳文提出日 | 平成18年12月26日 (2006.12.26) | (74) 代理人 | 100091351 弁理士 河野 哲 |
| (86) 國際出願番号 | PCT/US2005/006619 | (74) 代理人 | 100088683 弁理士 中村 誠 |
| (87) 國際公開番号 | W02005/118466 | (74) 代理人 | 100108855 弁理士 蔵田 昌俊 |
| (87) 國際公開日 | 平成17年12月15日 (2005.12.15) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 10/855,347 | | |
| (32) 優先日 | 平成16年5月28日 (2004.5.28) | | |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) | | |

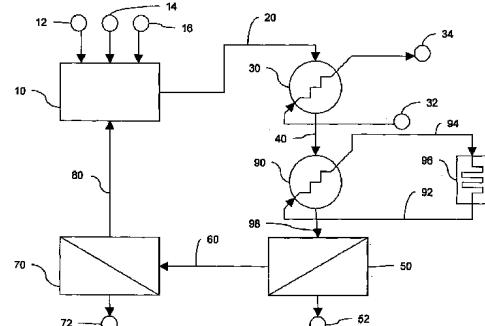
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】水素プラントにおける冷却のための装置及び方法

(57) 【要約】

炭化水素原料を受け入れて処理するように、そして水素含有ガス流を含む湿潤リフオーメートを放出するように、構成されている燃料改質プラント、及びこの湿潤リフオーメートを冷却するコンデンサを含む水素プラント。この水素プラントはまた、冷却された湿潤リフオーメートを受け取り、湿潤リフオーメートから水を取り除き、そして乾燥リフオーメートを放出する少なくとも1つの水分離装置をさらに含む。この水素プラントは、乾燥リフオーメートを受け取り、乾燥リフオーメートを処理し、そして純粋もしくは実質的に純粋な水素を放出する水素浄化器を含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

炭化水素原料を受け入れて処理するように構成され、そして水素含有ガス流を含む湿潤リフオーメートを放出するように構成されている燃料改質プラントと、

前記湿潤リフオーメートを冷却するように構成されているコンデンサと、

前記湿潤リフオーメートを冷却するように構成されている補助冷却システムと、

冷却された前記湿潤リフオーメートを受け入れ、前記湿潤リフオーメートから水を取り除き、そして乾燥リフオーメートを放出するように構成されている少なくとも1つの水分離装置と、

前記乾燥リフオーメートを受け取り、前記乾燥リフオーメートを処理し、そして純粋もしくは実質的に純粋な水素を放出するように構成されている水素浄化装置と、

を備える、水素プラント。

【請求項 2】

前記補助冷却システムは、補助冷却液を使って前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するように構成されている第1熱交換部と、前記補助冷却液から地下環境へ放熱するように構成されている第2地下熱交換部とを含む地下冷却システムである、請求項1に記載の水素プラント。

【請求項 3】

前記コンデンサは、冷却液を循環させるためのコンデンサ回路を含み、前記補助冷却システムは、前記補助冷却液を循環させるための補助回路を含み、そして前記コンデンサ及び前記補助冷却システムは分離している、請求項2に記載の水素プラント。

【請求項 4】

前記コンデンサ及び前記補助冷却システムの前記第1熱交換部は、湿潤リフオーメートを冷却するための一体型熱交換器を利用する、請求項3に記載の水素プラント。

【請求項 5】

前記補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口と、前記燃料改質プラントの精製水注入口に接続されている排出口とを含む、請求項3に記載の水素プラント。

【請求項 6】

前記補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口と、前記燃料改質プラントの精製水注入口に接続されている排出口とを含む、請求項1に記載の水素プラント。

【請求項 7】

前記補助冷却システムの前記注入口は、冷却液として給水設備からの水を利用するため、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する前記給水設備に接続されるように構成されている、請求項6に記載の水素プラント。

【請求項 8】

原水を受け取るように構成されている注入口、精製水を排出するように構成されている第1排出口、廃水を排出するように構成されている第2排出口を有する浄水装置さらに備え、前記第1排出口は前記燃料改質プラントの精製水注入口に接続しており、前記補助冷却システムは、前記浄水装置の前記第2排出口に接続される注入口及び排出口を含む、請求項1に記載の水素プラント。

【請求項 9】

前記浄水装置は逆浸透浄化装置を備える、請求項8に記載の水素プラント。

【請求項 10】

前記浄水装置の前記注入口は、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する給水設備に接続されるように構成されている、請求項8に記載の水素プラント。

【請求項 11】

原水を受け入れるように構成されている注入口と、精製水を排出するように構成されている排出口を有する浄水装置とをさらに備え、前記排出口は前記燃料改質プラントの精製水注入口に接続しており、前記補助冷却システムは、給水設備からの原水を受け入れるように構成されている注入口及び前記浄水装置の前記注入口に接続されている排出口を含む

10

20

30

40

50

、請求項 1 に記載の水素プラント。

【請求項 1 2】

前記燃料改質プラントは、水蒸気改質装置、自己熱改質装置、部分酸化改質装置、及び熱分解改質装置の内の少なくとも 1 つである、請求項 1 に記載の水素プラント。

【請求項 1 3】

前記湿潤リリフォーメートを冷却するように構成されている前記コンデンサは、熱交換器において前記湿潤リリフォーメートから熱を吸収するための冷却液を供給するように構成されている冷却システムを使用する、請求項 1 に記載の水素プラント。

【請求項 1 4】

前記冷却システムは冷却塔である、請求項 1 3 に記載の水素プラント。

10

【請求項 1 5】

前記冷却システムは機械式冷却装置である、請求項 1 3 に記載の水素プラント。

【請求項 1 6】

前記コンデンサは、熱交換器において前記湿潤リリフォーメートから熱を吸収するために大気を使って、前記湿潤リリフォーメートを冷却するように構成されている、請求項 1 に記載の水素プラント。

【請求項 1 7】

前記水素浄化装置は、排出ガスを放出するように構成されており、そして前記水素プラントは、前記燃料改質プラントに前記排出ガスを供給するように構成されている導管をさらに備える、請求項 1 に記載の水素プラント。

20

【請求項 1 8】

前記燃料改質プラントは、前記炭化水素原料を受け入れるように構成されている燃料注入口、空気注入口、及び精製水注入口を含む、請求項 1 に記載の水素プラント。

【請求項 1 9】

前記水素浄化装置は、圧力変動吸着システムである、請求項 1 に記載の水素プラント。

【請求項 2 0】

炭化水素原料を受け入れて処理し、水素含有ガス流を含む湿潤リリフォーメートを製造するための手段、

前記湿潤リリフォーメートを冷却するための第 1 手段と、

前記湿潤リリフォーメートを冷却するための第 2 手段と、

30

前記冷却された湿潤リリフォーメートを受け入れ、そして前記湿潤リリフォーメートから水を取り除き、乾燥リリフォーメートを生成させるための手段と、

前記乾燥リリフォーメートを受け入れて処理し、純粋もしくは実質的に純粋な水素を製造するための手段と、

を備える、水素プラント。

【請求項 2 1】

前記第 2 冷却手段は、補助冷却液を使って前記湿潤リリフォーメートから熱を吸収するように構成されている第 1 熱交換部と、補助冷却液から地下環境へ放熱するように構成されている第 2 地下熱交換部とを含む地下冷却システムである、請求項 2 0 に記載の水素プラント。

40

【請求項 2 2】

前記第 1 冷却手段は、冷却液を循環させるための回路を含み、前記第 2 冷却手段は、補助冷却液を循環させるための補助回路を含み、そして前記回路及び前記補助回路は分離している、請求項 2 1 に記載の水素プラント。

【請求項 2 3】

前記第 1 冷却手段及び前記第 2 冷却手段の前記第 1 熱交換部は、湿潤リリフォーメートを冷却するための一体型熱交換器を利用する、請求項 2 2 に記載の水素プラント。

【請求項 2 4】

前記第 2 冷却手段は、精製水源に接続されている注入口と、炭化水素原料を受け入れ、処理するための前記手段の精製水注入口に接続されている排出口とを含む、請求項 2 2 に

50

記載の水素プラント。

【請求項 25】

前記第2冷却手段は、精製水源に接続されている注入口と、炭化水素原料を受け入れて処理するための前記手段の精製水注入口に接続されている排出口とを含む、請求項20に記載の水素プラント。

【請求項 26】

前記第1冷却手段の前記注入口は、冷却液として給水設備からの水を利用するため、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する前記給水設備に接続されるように構成されている、請求項25に記載の水素プラント。

【請求項 27】

原水を受け取るように構成されている注入口と、精製水を排出するように構成されている第1排出口と、廃水を排出するように構成されている第2排出口とを有する浄水手段をさらに備え、前記第1排出口は、炭化水素原料を受け入れて処理するための前記手段の精製水注入口に接続しており、前記第2冷却手段は、前記浄水手段の前記第2排出口に接続されている注入口及び排出口を含む、請求項20に記載の水素プラント。

【請求項 28】

前記浄水手段の前記注入口は、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する給水設備に接続されるように構成されている、請求項27に記載の水素プラント。

【請求項 29】

原水を受け取るように構成されている注入口、精製水を排出するように構成されている排出口を有する浄水手段さらに備え、前記第1排出口は、炭化水素原料を受け入れて処理するための前記手段の精製水注入口に接続しており、前記第2冷却手段は、給水設備からの原水を受け取るように構成されている注入口と、前記浄水手段の前記注入口に接続されている排出口とを含む、請求項20に記載の水素プラント。

【請求項 30】

前記第1冷却手段は、熱交換器において前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するための冷却液を供給するように構成されている冷却システムである、請求項20に記載の水素プラント。

【請求項 31】

前記冷却システムは冷却塔である、請求項30に記載の水素プラント。

【請求項 32】

前記冷却システムは機械式冷凍装置である、請求項30に記載の水素プラント。

【請求項 33】

前記第1冷却手段は、熱交換器において前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するための大気を使う、請求項20に記載の水素プラント。

【請求項 34】

前記乾燥リフオーメートを受け入れて処理するための前記手段は、排出ガスをさらに生成し、そして前記水素プラントは、炭化水素原料を受け入れて処理するための前記手段に前記排出ガスを供給するように構成されている導管をさらに備える、請求項20に記載の水素プラント。

【請求項 35】

炭化水素原料を処理し、水素含有ガス流を含む湿潤リフオーメートを製造することと、コンデンサを使って前記湿潤リフオーメートを冷却することと、補助冷却システムを使って前記湿潤リフオーメートを冷却することと、前記湿潤リフオーメートから水を取り除き、乾燥リフオーメートを製造することと、前記乾燥リフオーメートを処理して、純粋もしくは実質的に純粋な水素を製造することと、

を備える、精製水素の製造方法。

【請求項 36】

前記補助冷却システムは、湿潤リフオーメートを冷却する場合に、流体摩擦に耐えるた

10

20

30

40

50

めに必要とする以上のエネルギー入力を必要としない、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

炭化水素原料の前記処理は、100 を超える温度において湿潤リフオーメートを放出する燃料改質プラントを使って行われる、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記乾燥リフオーメートは、圧力変動吸着システムを使って処理され、そして前記乾燥リフオーメートが圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、前記コンデンサ及び前記補助冷却システムを使って制御される、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記乾燥リフオーメートが前記圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、45 未 10 満である、請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記乾燥リフオーメートが前記圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、35 未 10 満である、請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 4 1】

前記乾燥リフオーメートが前記圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、25 未 10 満であって0 を超えるものである、請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記補助冷却システムは、補助冷却液を使って前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するように構成されている第1熱交換部と、前記補助冷却液から地下環境へと放熱するよう 20 に構成されている第2地下熱交換部とを含む地下冷却システムである、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記コンデンサは、冷却液を循環させるためのコンデンサ回路を含み、前記補助冷却システムは、冷却液を循環させるための補助回路を含み、そして前記回路及び前記補助回路は分離している、請求項 4 2 に記載の方法。

【請求項 4 4】

炭化水素原料の前記処理は、燃料改質プラントを使って行われ、そして前記補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口と、前記燃料改質プラントの精製水注入口に接続されている排出口とを含む、請求項 4 3 に記載の方法。 30

【請求項 4 5】

炭化水素原料の前記処理は、燃料改質プラントを使って行われ、そして前記補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口と、前記燃料改質プラントの精製水注入口に接続されている排出口とを含む、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記補助冷却システムの前記注入口は、冷却液として給水設備からの水を利用するため 40 に、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する前記給水設備に接続されるように構成されている、請求項 4 5 に記載の方法。

【請求項 4 7】

原水を精製して前記炭化水素原料の前記処理において使用するための精製水を放出し、そして補助冷却システムにおける冷却液として使用するための廃水を放出することとをさ 40 らに備える、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記原水は、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する給水設備からのものである、請求項 4 7 に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記コンデンサは、熱交換器において前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するための冷却液を供給するように構成されている冷却システムである、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 5 0】

前記冷却システムは冷却塔である、請求項 4 9 に記載の方法。 50

【請求項 5 1】

前記冷却システムは機械式冷却装置である、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 2】

前記コンデンサは、熱交換器において前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するための大気を使う、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記乾燥リフオーメートの前記処理は排出ガスを生成し、そして前記排出ガスは、前記炭化水素の処理において使われる、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 5 4】

圧力変動吸着装置で使われる乾燥剤の体積を最小にするための方法であって、

圧力変動吸着装置に流入する水素含有ガス流を含むリフオーメートの温度及び含水量を制御することを備え、ここで前記リフオーメートの温度及び含水量は、前記リフオーメートを冷却するためのコンデンサと、前記リフオーメートをさらに冷却するための補助冷却システムと、前記冷却されたリフオーメートから水を取り除くための水分離装置とを使って制御される、方法。

【請求項 5 5】

前記補助冷却システムは、湿潤リフオーメートを冷却する場合に、流体摩擦に耐えるために必要とする以上のエネルギー入力を必要としない、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 5 6】

前記乾燥リフオーメートが前記圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、45 未満である、請求項 5 4 に記載の方法。 20

【請求項 5 7】

前記乾燥リフオーメートが前記圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、35 未満である、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 5 8】

前記乾燥リフオーメートが前記圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、25 未満であって0 を超えるものである、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 5 9】

前記補助冷却システムは、補助冷却液を使って前記湿潤リフオーメートから熱を吸収するよう構成されている第1熱交換部と、前記補助冷却液から地下環境へと放熱するよう構成されている第2地下熱交換部とを含む地下冷却システムである、請求項 5 4 に記載の方法。 30

【請求項 6 0】

前記コンデンサは、冷却液を循環させるためのコンデンサ回路を含み、前記補助冷却システムは、補助冷却液を循環させるための補助回路を含み、そして前記回路及び前記補助回路は分離している、請求項 5 9 に記載の方法。

【請求項 6 1】

前記補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口を含み、そして前記補助冷却システムの前記注入口は、冷却液として給水設備からの水を利用するため、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する前記給水設備に接続されるように構成されている、請求項 5 4 に記載の方法。 40

【請求項 6 2】

前記補助冷却システムは、浄水装置に接続されている注入口を含み、そして前記浄水装置は、ヒートシンクとして低温地下環境を利用する給水設備からの原水を受け入れるように構成されている注入口を含む、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 6 3】

前記コンデンサは、熱交換器において前記リフオーメートから熱を吸収するための冷却液を供給するように構成されている冷却システムである、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 6 4】

前記冷却システムは冷却塔である、請求項 6 3 に記載の方法。

10

30

40

50

【請求項 6 5】

前記冷却システムは機械式冷却装置である、請求項 6 3 に記載の方法。

【請求項 6 6】

前記コンデンサは、熱交換器において前記リリフォーメートから熱を吸収するために大気を使う、請求項 5 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、水素プラントにおいて改質ガス (reformate gas) を冷却するための方法及び装置に関する。 10

【背景技術】**【0 0 0 2】**

水素は、今世紀初頭から商業的に炭化水素原料から製造されている。天然ガス、プロパンのような液化石油ガス (LPG) 、又は他の炭化水素によって燃料が供給される現代の水素プラントは、アンモニア合成、石油精製及び他の工業用途の水素の重要な供給源である。これらの水素プラントは、炭化水素原料を「リリフォーメート」と呼ばれる水素含有ガスの流れに変換するために、「改質」と呼ばれる共通の群をなす処理工程を共有する。リリフォーメートガスは、改質プロセスプラントから放出される場合には、通常少なくとも 25 体積 % の水蒸気を含む。 20

【0 0 0 3】

純粋な水素又は実質上純粋な水素は、リリフォーメートガスから製造される。この水素は、99% 程度の純度を有し得るが、特定の用途では、より高い純度がしばしば必要とされ、全体の不純物が 5 ppm 未満であることもしばしば要求される。純粋な水素もしくは実質上純粋な水素の製造は、圧力変動吸着 (PSA) の使用により一般に達成できる。リリフォーメートガスは、精製工程の前に高温から十分に冷却されるべきである。この冷却は、水の飽和圧を低下させ、それにより液体の水へと凝結するようとする。この液体の水は、その後、精製の前にリリフォーメートガスから取り除かれる。一般的なシステムでは、リリフォーメートガスは、この流れの温度及び圧力における飽和状態で、又はこの飽和状態の近くで水素精製装置に運ばれる。 30

【0 0 0 4】

PSA システムで使用される吸着剤は、水蒸気に極めて敏感である。過剰の水蒸気は、非常に強く PSA 吸着剤によって吸着され、効果的にそれらを非活性化することができる。したがって、PSA システムは、一般に乾燥機能が制限された水容量を有するという状態に設計される。リリフォーメートガスの最大受容温度は、必要とされる乾燥手段の大きさを決定づける。一般に、乾燥手段は、PSA 容器に組み込まれており、そして水素回収量を減少させる空隙容量を生じさせる。そのため、PSA 装置において最良の水素回収率を得るために、リリフォーメート温度の最大値を最小にすることが好ましい。 40

【0 0 0 5】

酸化炭素、未反応の炭化水素、窒素及び他のガスのような一般的なリリフォーメート不純物を取り除くための吸着剤の容量及び選択性もまた、温度に強く依存している。低温であることは、吸着剤の選択性及び容量を大いに改善するが、極端な低温度は、吸着剤の速度パラメーターに悪影響を与える。そのため、リリフォーメート温度の綿密な制御が、PSA 装置の適切な制御のために必要とされる。 40

【0 0 0 6】

リリフォーメート温度が水の氷点下にまで下がる場合、水素プラントの配管は、氷によつて遮断され得る。このような遮断は、安全上の問題を起こす可能性があり、そして氷による遮断を取り去るのに十分な時間をかけて水素プラントをシャットダウンする必要性を確実に生じさせるであろう。そのため、リリフォーメートは、水の氷点下にまで冷却されるべきではない。 50

【0 0 0 7】

関連技術の水素プラントは、冷却水又は冷却液によって冷却されるコンデンサシステムを含んでいる。これらの熱交換器は、その後、冷却塔又は機械式冷却装置のような冷却システムに接続されている。このようなシステムは、高額な設備投資と運転コストに悩まされる。機械式冷却サイクルは、運転に相当量のエネルギーを必要とする。そして冷却塔又は他の蒸発冷却システムは、スケール形成、生物汚染及び腐食を防止するために綿密なメンテナンスを必要とする。このような冷却システムはまた、かなりのコスト及び廃棄負担を伴う大量の補給水をも必要とする。凍結するような天候の間、冷却塔及び蒸発クーラーは、リフォームコンデンサ及び配管が直面する場合と同じ氷形成問題を防止するために細心の注意を必要とする。

【0008】

その他、関連技術の水素プラントは、リフォームコンデンサを冷却するために、大気による空冷を用いる。空冷は、粗末な温度調整によって高い室温を発生する地域に制限される。このことから、風冷式システムの適用性を、温帯気候を有する地域、水素純度の低い要求条件、又は高い運転温度に耐えうるPSA吸着剤に制限される。

【0009】

関連技術の水素プラント冷却システムの制限は、フルタイムのオペレーター監視もしくは大規模なオートメーション及び首尾よい運転を確実なものとする制御を必要とする。コスト及び複雑性が受容可能な場合のより大きいキャパシティにおいては、これらの工程の方が有利であるにもかかわらず、これらの工程は、非常に小さいスケールにおいては、改質装置系水素プラントを経済的に実行可能なものとしないコストを生じさせる。

【特許文献1】米国特許第6,623,719号明細書

【特許文献2】米国特許第6,497,856号明細書

【特許文献3】米国特許出願第10/791,746号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

水素プラントの効率及び操作性を改善しようとする努力を行い、本発明者は、下に記述されるような種々の改良を設計した。例えば、本発明は、当技術での他の方法によって被るエネルギー消費及び操作の複雑さという大きな不利益なしに、高い室温条件において運転することができる改良水素プラント及び精製水素の製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、炭化水素原料を受け入れて処理するように構成され、そして水素含有ガス流を含む湿潤リフォームを放出するように構成されている燃料改質プラント、及びこの湿潤リフォームを冷却するように構成されているコンデンサを含む水素プラントを有利に提供する。この水素プラントはまた、冷却された湿潤リフォームを受け入れ、湿潤リフォームから水を取り除き、そして乾燥リフォームを放出するように構成されている少なくとも1つの水分離装置を含む。さらに、この水素プラントは、乾燥リフォームを受け入れ、乾燥リフォームを処理し、そして純粋もしくは実質的に純粋な水素を放出するように構成されている水素浄化装置を含む。本発明は、コンデンサに加えて湿潤リフォームを冷却する補助冷却システムを含む。

【0012】

本発明の1つの有利な実施形態において、補助冷却システムは、補助冷却液を使って湿潤リフォームから熱を吸収するように構成されている第1熱交換部、及びこの補助冷却液から地下環境へ放熱するように構成されている第2地下熱交換部を含む。

【0013】

本発明の別の有利な実施形態においては、補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口、及び燃料改質プラントの精製水注入口に接続されている排出口を含む。この実施形態において、精製水は、ヒートシンクとしての低温の地下環境を利用する給水設備により、補助冷却システムの注入口に供給される。そのため、この冷却された水は、補助

10

20

30

40

50

冷却システムにおける冷却液として使用することができる。

【0014】

本発明のさらなる有利な実施形態においては、水素プラントは、原水を受け入れるように構成されている注入口を有する浄水装置、精製水を放出するように構成されている第1排出口、及び廃水を放出するように構成されている第2排出口を含んでいる。第1排出口は、燃料改質プラントの精製水注入口に接続している。補助冷却システムは、浄水装置の第2排出口に接続した注入口及び排出口を含む。浄水装置は、例えば、逆浸透浄化装置であり得る。浄水装置の注入口は、好ましくは、ヒートシンクとしての低温地下環境を有する給水設備に接続されるように構成されている。

【0015】

さらに、本発明は、炭化水素原料を処理し、水素含有ガス流を含む湿潤リフオーメートを製造することと、コンデンサを使って湿潤リフオーメートを冷却することと、補助冷却システムを使って湿潤リフオーメートを冷却することを含む、精製水素の製造方法を有利に提供する。この方法はまた、水を湿潤リフオーメートから取り除き、乾燥リフオーメートを製造することと、及び乾燥リフオーメートを処理し、純粋もしくは実質的に純粋な水素を製造することを含む。

【0016】

本発明の1つの有利な実施形態において、補助冷却システムは、湿潤リフオーメートを冷却するために、流体摩擦に耐えるために必要とする以上のエネルギー入力を必要としない。

【0017】

本発明の別の有利な実施形態においては、炭化水素原料の処理は、100 を超える温度において湿潤リフオーメートを放出する燃料改質プラントを使って行われる。別の好ましい実施形態においては、乾燥リフオーメートは、圧力変動吸着システムを使って処理される。そして乾燥リフオーメートが圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、コンデンサ及び補助冷却システムを使って制御される。好ましくは、乾燥リフオーメートが圧力変動吸着システムに入る時点での温度は、45 未満である。より好ましくは、乾燥リフオーメートが補助冷却システムに入る時点での温度は、25 未満であって0 を超えるものである。

【0018】

本発明のさらなる有利な実施形態において、補助冷却システムは、補助冷却液を使って湿潤リフオーメートから熱を吸収するように構成されている第1熱交換部、及びこの補助冷却液から地下環境へと熱を放出するように構成されている第2地下熱交換部を含んでいる地下冷却システムである。

【0019】

本発明のさらに他の有利な実施形態においては、炭化水素原料の処理は、燃料改質プラントを使って行われ、そして補助冷却システムは、精製水源に接続されている注入口、及び燃料改質プラントの精製水注入口に接続されている排出口を含んでいる。この実施形態において、精製水は、ヒートシンクとしての低温地下環境を利用する給水設備により、補助冷却システムの注入口に供給される。そのため、この冷却された水は、補助冷却システムにおける冷却液として使用することができる。

【0020】

本発明のさらなる有利な実施形態においては、本方法は、原水を精製して炭化水素原料の処理での使用のための精製水を放出し、そして補助冷却システムにおける冷却液として使用するための廃水を放出することをさらに備えている。原水は、好ましくは現地の地下温度もしくは地下温度近くにおける給水設備からのものである。

【0021】

さらに、本発明は、圧力変動吸着装置で使われる乾燥剤の体積を最小にするための方法を有利に提供する。この方法は、圧力変動吸着装置に流入する水素含有ガス流を含むリフオーメートの温度及び含水量を制御することを含んでいる。リフオーメートの温度及び含

10

20

30

40

50

水量は、リフオーメートを冷却するためのコンデンサ、リフオーメートをさらに冷却するための補助冷却システム、及び冷却されたリフオーメートから水を取り除くための水分離装置を使って制御される。

【0022】

さらに、本発明は、水素を生成するための改善された方法を提供する。ここで、炭素に対する蒸気の最適比が、コンデンサ単独で使用される場合に使われる最適値より高く設定されるコンデンサ及び補助冷却システムの両方。

【0023】

本発明のより完全な理解及びこれに伴う利点の多くは、特に添付の図画と関連付けて考慮する場合、前記の発明の詳細な記述を参照として容易に明白になるであろう。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明のシステムは、水素プラントにおいてリフオーメートガスを冷却するためのシステム及び方法に関する。例えば、本発明は、より小さいエネルギー、より少量の水、より少ないメインテナンスしか必要とせず、そして圧力変動吸着設計温度より高く、凝結水の氷点を下回る室温下で稼働する圧力変動吸着（P S A）型水素プラントのためのリフオーメートガス冷却システム及びリフオーメートガス冷却方法に関する。

【0025】

本発明の実施形態は、添付の図画を参照としてこれ以降に記述される。以下の記述において、実質的に同じ機能及び配置を有している構成要素は、同じ参考番号によって示されている。また反復的な記述は、必要な場合にのみ為されている。

20

【0026】

図5は、関連技術の水素プラントを示している。図5で描写されるプラントは、原料燃料注入入口212、空気注入入口214及び精製水注入入口216を有する燃料改質プラント210を含んでいる。蒸気改質装置、自己熱改質装置、部分酸化改質装置、熱分解改質装置、又は他の任意の適切な改質装置のような種々のタイプの燃料改質装置を使用することができる。燃料改質装置210は、水素、未反応炭化水素、酸化炭素、窒素、水蒸気及び種々の他の少量成分の組合せを含んでいる湿潤リフオーメート生成物を、100を超える温度において製造する。湿潤リフオーメートは、導管220に沿って移動し、そしてコンデンサ230に導入されて、注入口232から排出口234に流れる熱転送液と熱交換することにより冷却される。この冷却液は、一般的に冷水、大気、冷気、蒸気冷却サイクル作動液、又は他の任意の適切な液体を含んでいる。大部分のシステムは、一般的に、個別のプロセスを介する設備において極めて正確に制御された温度に冷却された冷却水を利用する。

30

【0027】

冷却されたリフオーメートは、コンデンサ注入口でのリフオーメートの温度未満に下げられた温度において導管240を経由してコンデンサを出て、そして凝結した液相及び気相の両方を含んでいる。コンデンサ排出口を出た冷却リフオーメートは、液相リフオーメートが分離され、凝縮水として排出口252経由でシステムから排出される水分離装置250に入る。この凝縮水はリサイクルされ、燃料改質プラント210の中に精製水として投入される。乾燥リフオーメートは、導管260を経由して水分離装置から出る。

40

【0028】

乾燥リフオーメートは、P S A水素浄化装置に入る。P S A水素浄化装置は、排出口272において乾燥リフオーメートを純粋もしくは実質的に純粋な水素流に分離し、若干の水素及び大部分の他のリフオーメート成分を含むガス流を排出する。この排出ガスは、導管280を経由して転送され、燃料改質プラント210において燃料ガスとして使用することができる。

【0029】

図5で描写される水素プラントは、前記の背景技術の項において議論されたタイプの問題に直面する。

50

【0030】

図1は、原料燃料注入口12、空気注入口14及び精製水注入口16を有する燃料改質プラント10を含んでいる本発明の第1の好ましい実施形態を描写している。水蒸気改質装置、自己熱改質装置、部分酸化改質装置、熱分解改質装置、又は他の任意の適切な改質装置のような種々のタイプの燃料改質装置を使用することができる。特に好ましい改質装置は、ローマックス(Lo max)他による米国特許第6,623,719号及び第6,497,856号に開示されている。そして別の特に好ましい改質装置は、関連する米国出願連続番号第10/791,746号に開示されている。これらの開示のすべてでは、それらの全体において本明細書中で援用される。燃料改質装置10は、水素、未反応炭化水素、酸化炭素、窒素、水蒸気及び種々の他の少量成分のうちのいくつかの組合せを含んでいる湿潤リフォーメート生成物を、100°Cを超える温度において製造する。湿潤リフォーメートは、導管20に沿って移動し、そしてコンデンサ30に導入されて、注入口32から排出口34に流れる熱転送液と熱交換することにより冷却される。この冷却液は、一般的に冷水、大気、冷気、蒸気冷却サイクル作動液、又は他の任意の適切な液体を含むことができる。冷却されたリフォーメートは、コンデンサ注入口でのリフォーメートの温度未満に下げられた温度において導管40経由でコンデンサ30を出る。

【0031】

本発明の第1の好ましい実施形態は、熱交換器90、導管40を介した湿潤リフォーメート注入口、冷却液注入口導管92、及び冷却液排出口導管94を有する追加の冷却システムもしくは補助冷却システムを含んでいる。補助冷却システムは、コンデンサ30と運動して運転される。好ましくは、コンデンサ30及び熱交換器90の両方が、少なくとも若干有限量のリフォーメートの凝結をもたらすことは注目すべきである。補助冷却システムにおける冷却液は、冷却液導管排出口94から冷却液導管注入口92に戻って循環するときに、地下の熱交換器96を通じて移送される。地下の補助冷却システムは、公知の標準的なコンデンサ冷却システムより少ないエネルギーしか使わないため、一層効率的である。その理由は、土壤の温度は、高温気候下では室温を下回り、そして気化冷却を介した冷却塔において達成可能な温度(すなわち湿球温度)よりも下げることが有利に行えるためである。コンデンサと運動して使われる場合、補助冷却システムは、コンデンサの必要容量を減らし、そして湿潤リフォーメートの効率的な冷却を提供する。

【0032】

冷却されたリフォーメートは、補助冷却システム注入口におけるリフォーメートの温度未満に下げられた温度で、導管98を経由して補助冷却システム90を出て、そして凝結した液相及び気相の両方を含んでいる。補助冷却システム排出口を出た冷却リフォーメートは、液相リフォーメートが分離され、凝縮水として排出口52経由でシステムから排出される水分離装置50に入る。この凝縮水はリサイクルされ、燃料改質プラント10の中に精製水として投入される。乾燥リフォーメートは、導管60を経由して水分離装置から出る。語句「乾燥リフォーメート」は、一般にリフォーメートが液体の水滴を有しないという意味において乾燥しているのであり、そして燃料改質プラントを出るリフォーメートと比較して乾燥しているという意味である。しかしながら、「乾燥リフォーメート」は、一般に現場の温度においては水で飽和していることは留意すべきである。

【0033】

乾燥リフォーメートは、PSA水素浄化装置70に入る。PSA水素浄化装置70は、排出口72において乾燥リフォーメートを純粋もしくは実質的に純粋な水素流に分離し、若干の水素及び他のリフォーメート成分の大部分を含むガス流を排出する。この排出ガスは、導管80を経由して転送され、燃料改質プラント10において燃料ガスとして使用することができる。

【0034】

好ましくは圧力変動吸着システムに入る乾燥リフォーメートの温度は、45°C未満であり、より好ましくは35°C未満であり、最も好ましくは25°C未満で0°Cを超える。45°Cにおいて、リフォーメートは、0.095barの蒸気圧を含み得る。35°Cでは、リ

10

20

30

40

50

フォーメートは、0.056 bar の蒸気圧、単位体積あたり40%超の少ない水蒸気しか含み得ない。25においては、蒸気圧は、0.0317 bar でしかない。15においては、蒸気圧は、0.017 bar にまで下がる。したがって、好ましい温度範囲内に乾燥リフオーメートを冷却することにより、PSA水素精製装置70において水素回収の改善に必要とされる乾燥システムの性能を顕著に低下させる水蒸気負荷の劇的な減少を達成することができる。

【0035】

本発明の別の構成は、リフオーメートから熱を取る単一熱交換ユニットの中にコンデンサ30及び補助冷却システム90の両方を一体化させた複合熱交換器を含むことができる。このような構成においては、コンデンサ30及び補助冷却システム90は、任意の好ましい手法で熱を排出する個別の冷却液回路を有する。例えば、コンデンサ30は、冷却塔を使うことによって、その中で冷却液回路から熱を放出させることができる。一方、補助冷却システム90は、地下の熱交換器を使うことにより、その中で冷却液回路から熱を放出させることができる。複合熱交換機は、例えば、2回路ろう付けもしくは溶接板の熱交換器、又は他の同様の構成であり得る。

【0036】

本発明の第2の実施形態は、図2に示される。図2に描寫される水素プラントは、前記の図1の実施形態と同じ一般的なシステムレイアウトを使用する。しかしながら、図2の第2の好ましい実施形態においては、低温の精製水が、注入口102において補助冷却システム100の中に投入される冷却液として使われる。次いで、排出口導管104における冷却液の排出口は、精製水注入口16において燃料改質プラント10に投入される。この第2の好ましい実施形態は、その水源においてもしくは水の移送の間に、上水道、工業給水、井戸水、淡水等の水源を低温の地下環境をヒートシンクとして利用する給水設備から精製水が供給され、したがって、暑い気候の期間であっても大気より一般的に低温であるという事実を利用する。湿潤リフオーメートの補助冷却のために、この精製水を利用することで、本発明のPSA回収は、他のシステムのPSA回収より向上する。加えて、注入口102から入る冷却液は、地下の熱交換器を通って、又は冷却液がこのような熱交換器でさらに冷却され得る場合は、補助冷却システム100に供給される前の配管の全長を通って流すことができる。

【0037】

本発明の第3の実施形態は、図3に示される。図3で描寫される水素プラントは、前記の図1及び図2の実施形態と同じ一般的なシステムレイアウトを利用する。しかしながら、図3の第3の好ましい実施形態においては、低温の原水が、注入口102において補助冷却システム100の中に注入される冷却液として使われる。次いで、排出口導管107における冷却液の排出口は、導管109を経由して燃料改質プラント10の精製水注入口16に入る前に、逆浸透浄化装置のような個別の浄化装置108を通る。この実施形態は、上水道、工業給水、井戸水、淡水等の水源を低温の地下環境をヒートシンクとして利用する給水設備からの原水が、暑い気候の期間であっても大気より一般的に低温であるという事実を利用する。湿潤リフオーメートの補助冷却のために、この精製水を利用することで、本発明のPSA回収は、他のシステムのPSA回収より大きなものとなる。

【0038】

本発明の第4の好ましい実施形態が図4に示される。図4で描寫される水素プラントは、前記の図1から図3の実施形態と同じ一般的なシステムレイアウトを利用する。しかしながら、第4の好ましい実施形態においては、注入口130に供給される低温の原水が、導管122を経由して燃料改質プラント10の精製水注入口16に入る前に、逆浸透浄化装置のような個別の浄化装置120を通る。そして排出される未浄化水は、標準的なコンデンサシステムと連動して稼動する補助冷却システム110の熱交換器の冷却水注入口112に供給される。本発明のこの実施形態は、上水道、工業給水、井戸水、淡水等の水源を低温の地下環境をヒートシンクとして利用する給水設備からの原水もまた、大気より一般的に低温であるという事実を利用する。

10

20

30

40

50

【0039】

本発明の熱交換器は、現地の土壤温度が大気温より低い場所にある任意の水素プラントにおいてリフオーメートを冷却するのに有利に使用することができる。第2及び第3の例示の実施形態において、供給水もしくはプロセス用水の使用は、燃料改質プラント10の熱効率の望ましくない低下をもたらし得る。その理由は、導管104、107、又は122を通って移動する精製されたプロセス用水は、その可能な最低温度よりも高く加熱されるからである。それがプロセス流を冷却するための熱交換媒体として使用される場合、熱交換の効率は、低下する。しかしながら、浄化されていない廃水が第4の実施形態で使われる場合には、効率の低下は起こらない。

【0040】

例示的な事例は、米国特許第6,623,719号及び第6,497,856号ならびに米国出願第10/791,746号の水蒸気改質プロセスにある。これらのプロセスにおいて、高温の燃焼生成物、すなわち燃焼排ガスは、水蒸気を生成することによって冷却される。これらのプロセスにおける燃焼排ガスは、一般にプロセス用水より高い熱の質量流束を有し、換言すれば、それは、温度変化1度あたりもっと多くのエネルギーを含んでいる。したがって、精製された用水温度が増加する場合、燃焼排ガスの排出温度は、対応して増加する。燃焼排ガスは、同じ温度増加に対するプロセス用水よりさらに多くのエネルギーを含むため、改質システムの正味の熱回収は、減少する。

【0041】

一般に、米国特許第6,623,719号のプロセスにおける炭素モル流量に対する水蒸気モル流量の好ましい比率の範囲内で、熱効率は、炭素に対する水蒸気のより低い比率で最適化される。この最適の比率は、好ましい範囲内で選ばれた燃料、運転圧、及び運転温度に依存している。しかしながら、本発明の補助冷却システムが使用される場合には、炭素に対する水蒸気の最適の比率が、0.25:1から1:1の間に増加することが驚くべきことに判明する。これは、より高い水流速度で改質プロセスに入る、より低温で予熱された精製水の温度に起因する。したがって、本発明の補助冷却システムを備えた改質装置システムは、気温が高い期間においては、精製プロセス水温が炭素に対する蒸気の最適比率において実質的に増加する場合に、炭素に対する水蒸気の比率が増大し、改質装置に供給される水の温度を下げ得るように有利に操作することができる。

【0042】

本明細書中で描写及び記述された例示的な実施形態は、本発明の好ましい実施形態を説明するもので、いかなる意味においても特許請求の範囲を制限することを意図しないことは、留意すべきである。

【0043】

本発明の多数の修正及び変形は、上記の教示を考慮することにより可能である。したがって、添付の特許請求の範囲に属する範囲内で、本発明が、本明細書中で特に記述された以外の方法で実施され得ることは理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の水素プラントの第1の実施形態の概略図である。

40

【図2】本発明の水素プラントの第2の実施形態の概略図である。

【図3】本発明の水素プラントの第3の実施形態の概略図である。

【図4】本発明の水素プラントの第4の実施形態の概略図である。

【図5】従来技術の水素プラントの概略図である。

10

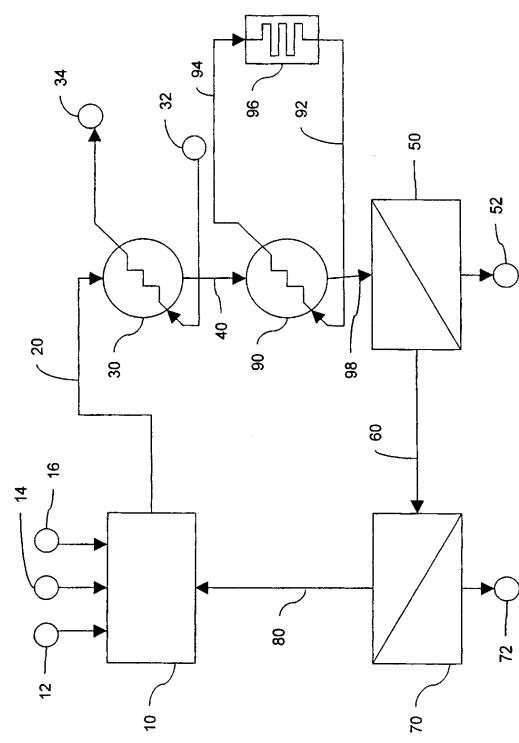
20

30

40

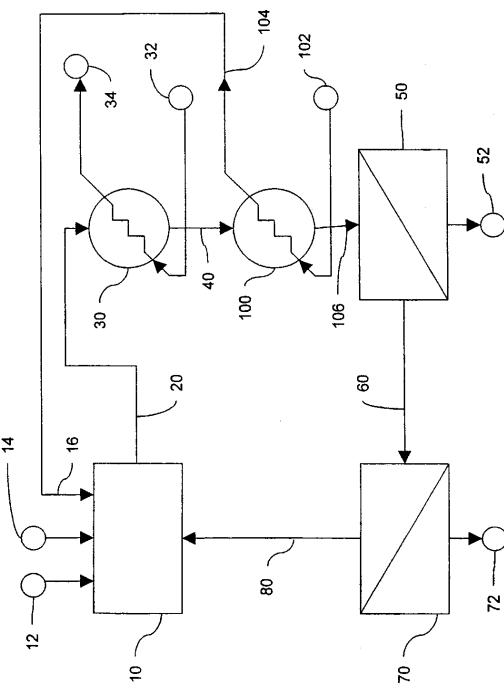
【図1】

図1



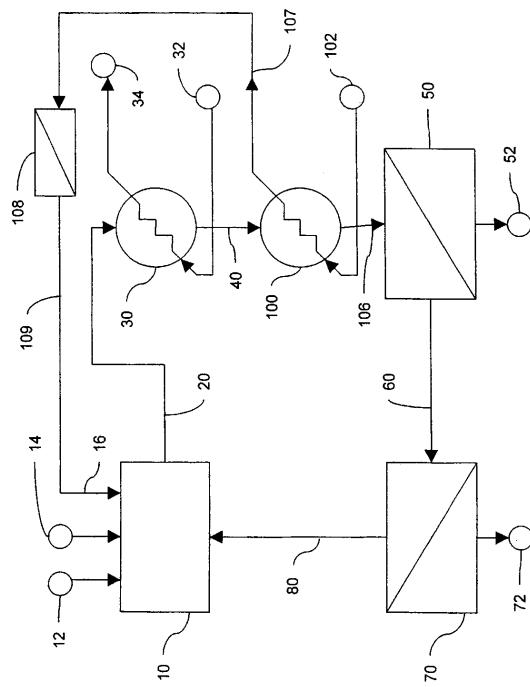
【図2】

図2



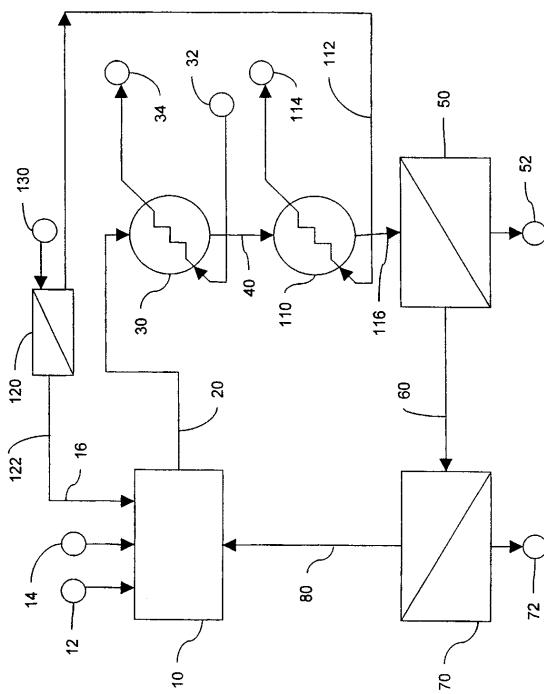
【図3】

図3



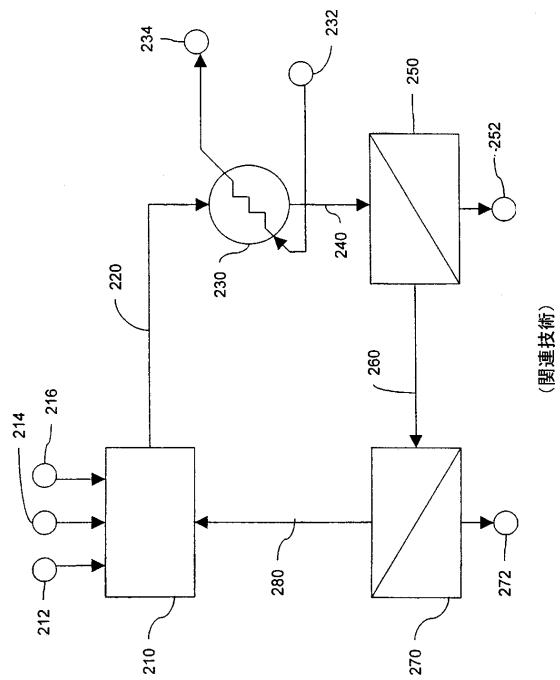
【図4】

図4



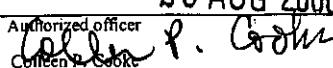
【図5】

図5



(関連技術)

【国際調査報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International application No. PCT/US05/06619 |
|--|---|---|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: C01B 3/02(2006.01),3/08(2006.01),3/12(2006.01),3/16(2006.01),3/18(2006.01),3/24(2006.01),3/26(2006.01),3/38(2006.01) USPC: 423/648.1,652,651,655,656;252/373 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 423/648.1,652,651,655,656; 252/373 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 6,623,719 B2 (LOMAX, Jr. et al.) 23 September 2003 (23.09.2003), entire document. | 1-66 |
| A | US 6,497,856 B1 (LOMAX Jr., et al.) 24 December 2002 (24.12.2002), entire document. | 1-44 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | | <input type="checkbox"/> See patent family annex. |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | |
| Date of the actual completion of the international search 20 July 2006 (20.07.2006) | Date of mailing of the international search report 28 AUG 2006 | |
| Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201 | Authorized officer  Colleen P. Cook Telephone No. 571-272-1700 | |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
C 02 F 1/44 (2006.01) C 02 F 1/44 H

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

(74) 代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74) 代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74) 代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74) 代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74) 代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74) 代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74) 代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74) 代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72) 発明者 ロマックス、フランクリン・ディー・・ジュニア

アメリカ合衆国、バージニア州 22304、アレクサンドリア、アイゼンハワー・アベニュー
4740、エイチ2ジーイーエヌ・イノベーションズ・インコーポレイテッド気付

(72) 発明者 ナッサー、カリル・エム。

アメリカ合衆国、バージニア州 22304、アレクサンドリア、アイゼンハワー・アベニュー
4740、エイチ2ジーイーエヌ・イノベーションズ・インコーポレイテッド気付

F ターム(参考) 4D006 GA03 PA01 PB02 PB05 PB06 PC80

4D012 CA20 CD07 CE01 CE03 CF04 CF05 CF10 CH06 CJ05 CK01

4G140 DA03 DB05 EA03 EA06 EA07 EB37 EB39 EB44 FA02 FC03

FE01