

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-533025

(P2012-533025A)

(43) 公表日 平成24年12月20日 (2012. 12. 20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F02C 7/22 (2006.01)</b>	F02C 7/22 D	3G081
<b>F25J 1/00 (2006.01)</b>	F25J 1/00 D	3K070
<b>F02C 3/22 (2006.01)</b>	F02C 7/22 B	4D047
<b>F01K 27/02 (2006.01)</b>	F02C 3/22	
<b>F02C 3/26 (2006.01)</b>	F01K 27/02 A	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-519990 (P2012-519990)  
 (86) (22) 出願日 平成22年7月12日 (2010. 7. 12)  
 (85) 翻訳文提出日 平成24年3月13日 (2012. 3. 13)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/059971  
 (87) 国際公開番号 W02011/006862  
 (87) 国際公開日 平成23年1月20日 (2011. 1. 20)  
 (31) 優先権主張番号 09165304.8  
 (32) 優先日 平成21年7月13日 (2009. 7. 13)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 503416353  
 アルストム テクノロジー リミテッド  
 ALSTOM Technology Ltd  
 スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ  
 シュトラッセ 7  
 Brown Boveri Strasse 7, CH-5400 Baden, Switzerland

(74) 代理人 100077861

弁理士 朝倉 勝三

(72) 発明者 グラニエ フランソア  
 フランス国 エッフェエレ-90300  
 ヴェトリニュー シェミン・デ・ソルシェ  
 8

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス処理のためのシステム

## (57) 【要約】

本発明によれば、化石燃料の燃焼により生じる煙道ガスを処理するためのシステム (1) を備える電気エネルギーを発生させるための発電プラントは、煙道ガスの第1の低圧圧縮のための断熱圧縮機 (5) と、第2の多段式低圧煙道ガス圧縮システム (14) と、多段式高圧CO<sub>2</sub> 圧縮システム (15) とを備える。低圧煙道ガス圧縮システムと高圧CO<sub>2</sub> 圧縮システムとの両方は、単一の装置 (C2) 内で結合されており、1つの共通駆動装置 (17) により駆動される1つの共通シャフト (16) 上に配置されている。熱交換器 (8) は、断熱圧縮された煙道ガスの冷却の結果得られる熱の回収の向上を容易にする。本発明によれば、本処理システムと統合された発電プラントの全体の動力効率を向上することができるとともに、投資コストを削減することができる。

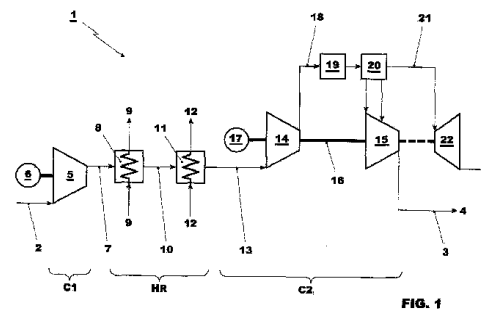


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

化石燃料の燃焼により生じる煙道ガスを処理するためのシステムを備える電気エネルギーを発生させるための化石燃料火力発電プラントにおいて、

前記煙道ガス処理システムは、

中間冷却を行わない断熱軸流式圧縮機である第 1 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 5 ) と、

前記第 1 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 5 ) の下流に配置され、圧縮された前記煙道ガスから前記発電プラントへ又は前記発電プラントに接続されたシステムへの熱移動を行うように構成・配置された 1 つ以上の熱交換器 ( 8 , 1 1 ) と、

前記 1 つ以上の熱交換器 ( 8 , 1 1 ) の下流に配置され、1 つ以上の段と 1 つ以上の冷却器とを有する第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 1 4 ) と、

前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 1 4 ) の下流に配置された、前記煙道ガスから不活性ガスを除去することにより前記煙道ガスを低温精製するためのユニット ( 2 0 ) と、

前記低温精製するためのユニット ( 2 0 ) の下流に配置され、前記低温精製するためのユニット ( 2 0 ) より生じる  $\text{CO}_2$  流を圧縮するよう構成・配置された、幾つかの段と 1 つ以上の冷却器とを有する高圧  $\text{CO}_2$  圧縮機システム ( 1 5 ) と

を備え、

前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 1 4 ) と前記高圧  $\text{CO}_2$  圧縮機システム ( 1 5 ) との両方は、単一の装置 ( C 2 ) 内で結合され、1 つの共通駆動装置 ( 1 7 ) により駆動される 1 本の共通シャフト ( 1 6 ) 上に配置されていることを特徴とする化石燃料火力発電プラント。

**【請求項 2】**

前記煙道ガス処理システム ( 1 ) は、前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 1 4 ) の下流に配置された脱水ユニット ( 1 9 ) を更に備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の発電プラント。

**【請求項 3】**

前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 1 4 ) は 2 段の低圧圧縮機段を備え、

前記高圧  $\text{CO}_2$  圧縮機システム ( 1 5 ) は 4 ~ 6 段の高圧圧縮機段を備え、

前記 2 段の低圧圧縮機段と前記 4 ~ 6 段の高圧圧縮機段とは単一のシャフト上に配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の発電プラント。

**【請求項 4】**

前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 ( 1 4 ) は 3 段の低圧圧縮機段を備え、

前記高圧  $\text{CO}_2$  圧縮機システム ( 1 5 ) は 4 ~ 6 段の高圧圧縮機段を備え、

前記 3 段の低圧圧縮機段と前記 4 ~ 6 段の高圧圧縮機段とは単一のシャフト上に配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の発電プラント。

**【請求項 5】**

前記熱交換器 ( 8 ) は、熱回収のために水流システム ( 9 ) との熱交換を行うように構成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の発電プラント。

**【請求項 6】**

前記水流システム ( 9 ) は、蒸気タービン発電プラントの水 / 蒸気サイクルの一部であることを特徴とする、請求項 5 に記載の発電プラント。

**【請求項 7】**

前記水流システム ( 9 ) は、凝縮物抽出ポンプに接続されていることを特徴とする、請求項 6 に記載の発電プラント。

**【請求項 8】**

前記断熱圧縮機 ( 5 ) は、前記煙道ガスの吐出圧力が 5 b a r   a b s から 2 0 b a r   a b s までの範囲の圧力となるように構成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の発電プラント。

**【請求項 9】**

前記断熱圧縮機 ( 5 ) は、前記煙道ガスの吐出圧力が 7 b a r   a b s から 9 b a r

10

20

30

40

50

a b s までの範囲の圧力となるように構成されていることを特徴とする、請求項 8 に記載の発電プラント。

【請求項 10】

前記第 1 の低圧煙道ガス断熱圧縮機 (5) 及び前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 (14) は、前記第 2 の低圧煙道ガス圧縮機 (14) の第 1 段の吐出圧力に対する前記第 1 の断熱圧縮機 (5) の吐出圧力の比率が 1.5 から 2.5 までの範囲となるよう構成されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の発電プラント。

【請求項 11】

低圧精製  $\text{CO}_2$  ガス用の第 1 のラインが、前記低温精製ユニット (20) から前記高圧  $\text{CO}_2$  圧縮システム (15) の第 1 の入口へと通じており、

中圧精製  $\text{CO}_2$  ガス用の第 2 のラインが、前記低温精製ユニット (20) から前記高圧  $\text{CO}_2$  圧縮システム (15) の中間段へと通じていることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の発電プラント。

【請求項 12】

前記煙道ガス処理システム (1) は、前記煙道ガス圧縮機 (5, 14) の上流の低圧煙道ガス処理システム内に又は前記断熱圧縮機 (5) の後に配置された  $\text{SO}_x$  及び  $\text{NO}_x$  の除去又は還元用システムを備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の発電プラント。

【請求項 13】

前記発電プラントは、ガス、石炭又は酸素吹石炭を燃料とするプラント、若しくは、ガスタービン発電プラントであることを特徴とする、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の発電プラント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気エネルギーを発生させるための化石燃料火力発電プラントより生じるガスを処理するためのシステムに関する。本発明は、特に、二酸化炭素の輸送及び貯蔵を容易にするためにこのようなガスを精製するガス処理のためのシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

温室効果ガスである二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の大気への排出を削減する観点から、電気エネルギーを発生させるための化石燃料火力発電プラントの煙道ガスには、典型的には、いわゆる  $\text{CO}_2$  捕捉システムが備えられている。煙道ガスに含まれる  $\text{CO}_2$  ガスは、先ず分離され、その後に圧縮、乾燥及び冷却されることにより、永久貯蔵のために、又は石油増進回収等の更なる利用のために調整される。安全な輸送、貯蔵又は更なる利用のためには、この  $\text{CO}_2$  はある程度の品質を有する必要がある。例えば、石油増進回収用には、このガスは、 $\text{CO}_2$  濃度が少なくとも 95%、温度が 50 未満、圧力が 13.8 MPa である必要がある。化石燃料火力発電プラントからの煙道ガスには、 $\text{CO}_2$  だけでなく、水蒸気、酸素、窒素、アルゴン、並びに  $\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  及び  $\text{NO}_2$  といった、多くの更なる汚染物質が含まれている。 $\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$  及び  $\text{NO}_2$  は、環境規制や、 $\text{CO}_2$  の輸送・貯蔵のための要件を満たすために除去する必要がある。化石燃料の種類、燃焼パラメーター及び燃焼器の設計に応じて、これら全ての汚染物質や  $\text{CO}_2$  それ自体は、様々な濃度で存在する。煙道ガスに含まれる  $\text{CO}_2$  の比率は、ガスタービン用ガスの燃焼の場合における 4% から、燃焼プロセスに酸素を更に供給する空気分離ユニットを備える石炭焚きボイラーの場合における 60% ~ 90% に及ぶ。煙道ガスからの汚染物質の除去は、技術的な障害によって制限されるのではなく、むしろ、追加されるコストとエネルギーに対する要求及びその結果生じる発電プラント全体での効率の低下により制限される。

【0003】

Minish M. Shah, "Oxyfuel combustion for  $\text{CO}_2$  capture from pulverized coal boilers", GHGT-7, Vancouver, 2004 には、化石燃料焚きボイラーより生じる煙道ガスを扱う

10

20

30

40

50

ためのシステムの一例が開示されている。このシステムは、空気分離ユニットからの酸素と供に煙道ガスの一部を前記石炭焚きボイラーへと戻すためのリサイクルラインを含む。この煙道ガスは織布フィルター又は静電集塵機等の灰分及び粉塵の除去用フィルターに通され、更に $\text{SO}_x$ の除去のための煙道ガス脱硫ユニットに通され、最後に $\text{CO}_2$ 精製圧縮用ガス処理ユニットに通される。本ユニットは、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 及び $\text{Ar}$ 等の凝縮できないガスを除去するためのシステムと、水蒸気を除去するための脱水システムと、一連の圧縮・冷却システムとを備える。これらは、未精製の煙道ガスの第1の低圧圧縮システムと精製された $\text{CO}_2$ の高圧圧縮システムとを含む。第1の低圧圧縮システムと高圧圧縮システムはそれぞれ一体化された冷却器を備える。

#### 【0004】

この圧縮のために、このようなシステムは、例えば、多段式遠心圧縮機を2機、すなわち低圧圧縮機と高圧圧縮機と、該低圧及び高圧圧縮機の上に配置された脱水用及び不活性ガスの低温除去用装置を備える。圧縮の動力消費量を最小化するために、前記多段式遠心圧縮機は、各圧縮機段に続く中間冷却器を有する。この多段式遠心圧縮は、典型的には4～6段の圧縮段を含む。圧縮機段数が多いため、低圧及び高圧圧縮機はそれぞれ別の駆動装置を備える独立したシャフト上に配置される。中間冷却器より得られる熱は、70～80の低レベル熱であり、この熱は典型的には回収されることなく、発電プラントの冷却水システム内で散逸される。この不活性ガスの除去のための低温システムは、加圧下不活性ガス流を生み出す。不活性ガス流は典型的には適当なタービン内で膨張させる。膨張した不活性ガスは、次に、発電機を駆動する、又は圧縮機を駆動するための機械的動力の一部を供給するよう配置される。

#### 【0005】

更に、Bin Xu, R.A. Stobbs, Vince White, R.A. Wall, "Future CO2 Capture Technology for the Canadian Market", Department for Business Enterprises & Regulatory reform, Report No. COAL R309, BERR//Pub, URN 07/1251, March 2007の124～129頁には、脱水、圧縮、冷却及び低温処理を含む、煙道ガスを処理するためのシステムが開示されている。使用されている圧縮機は断熱圧縮機であり、これにより動力消費量と冷却に関する要求の点での向上が可能となる。

#### 【0006】

米国特許第6,301,927号公報には、自動冷却により供給ガスから $\text{CO}_2$ を分離する方法が開示されている。ここでは、前記供給ガスを先ず圧縮し、タービン内で膨張させる。供給ガス中に含まれる $\text{CO}_2$ は、その後、液化され、気液分離機内で供給ガスのガス状成分と分離される。

#### 【0007】

米国特許第4,977,745号公報には、煙道ガスからの低純度 $\text{CO}_2$ を回収する方法が開示されている。該方法は、煙道ガスを圧縮することと、圧縮された煙道ガスを水洗装置及び乾燥機を経由し、最終的に $\text{CO}_2$ 分離ユニットに誘導することを含む。

#### 【0008】

米国特許第7,416,716号公報には、二酸化炭素を精製するための、特に、石炭燃焼プロセスにより生じる $\text{CO}_2$ 煙道ガスから $\text{SO}_2$ 及び $\text{NO}_x$ を除去するための方法及び装置が開示されている。このためには、煙道ガス又は未処理の $\text{CO}_2$ ガスは、圧縮されたガスの冷却のための中間冷却器を備えた圧縮機構により高い圧力まで圧縮される。ここで、圧縮の一部は断熱的に行われる。水蒸気、 $\text{O}_2$ 、 $\text{SO}_x$ 及び $\text{NO}_x$ を含む圧縮されたガスは、その後、 $\text{SO}_x$ 及び $\text{NO}_x$ を除去するために水でガス状の $\text{CO}_2$ を洗浄するための気液接触装置へと導かれる。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

上述の背景技術に鑑み、本発明は、発電プラント用の化石燃料の燃焼により生じる煙道ガスを処理するための改良された煙道ガス処理システムを備えた、電気エネルギーを発生

10

20

30

40

50

させるための化石燃料火力発電プラントを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明によれば、化石燃料火力発電プラントは、燃焼後煙道ガス処理システムを備え、前記システムは、

中間冷却を行わない断熱軸流式圧縮機である第1の低压煙道ガス圧縮機と、

前記第1の低压煙道ガス圧縮機の下流に配置され、圧縮された煙道ガスから前記発電プラントへ又は前記発電プラントに接続されたシステムへの熱移動を行うように構成・配置された1つ以上の熱交換器と、

前記1つ以上の熱交換器の下流に配置され、1つ以上の段と1つ以上の冷却器とを有する第2の低压煙道ガス圧縮機と、

前記第2の低压煙道ガス圧縮機の下流に配置された、前記煙道ガスから不活性ガスを除去することにより前記煙道ガスを低温精製するためのユニットと、

前記低温精製するためのユニットの下流に配置され、前記低温精製するためのユニットより生じる $\text{CO}_2$ 流を圧縮するよう構成・配置された、幾つかの段と1つ以上の冷却器とを有する高压 $\text{CO}_2$ 圧縮機システムと

を備え、

前記第2の低压煙道ガス圧縮機と前記高压 $\text{CO}_2$ 圧縮システムのとの両方は、単一の装置内で結合され、1つの共通駆動装置により駆動される1本の共通シャフト上に配置されている。

【0011】

本発明に係る燃焼後煙道ガス処理システムを備える上記発電プラントによれば、断熱圧縮機が統合されているので、煙道ガス圧縮に必要な総動力消費量を削減できる。更に、中間冷却器を有さない断熱圧縮機により、煙道ガスから熱を回収すること、及び、その熱を発電プラント内で又は産業需要家や熱を必要とする他の需要家等の該発電プラントに接続されたシステム内で使用することができる。これにより、発電プラントから取り出されていた例えば給水予熱に必要とされる熱を圧縮された煙道ガスから取り出すことができるようになる。従って、本発明に係るシステムによれば、圧縮機装置の数を増加させることなく、煙道ガス処理システムとこのように統合された発電プラントの全体効率を容易に向上できる。

【0012】

更に、本発明に係る煙道ガス処理システムによれば、システムの初期投資コストを削減することができる。このシステムは、2つの駆動装置と2本のシャフトを備えた合計2つの圧縮装置のみを備える。すなわち、一方は煙道ガス断熱圧縮機であり、他方は第2の低压煙道ガス圧縮機と多段式高压 $\text{CO}_2$ 圧縮機とを結合したものである。断熱圧縮機を追加したにもかかわらず、システムの装置の総数は同じままである。最後に、第2の低压煙道ガス圧縮機と高压 $\text{CO}_2$ 圧縮機を結合し1つの装置とした結果、投資コストが削減されるだけでなく、発電プラント建設において空間の効率化を図ることができる。

【0013】

本発明の特定の実施形態の1つにおいては、第2の低压煙道ガス圧縮システムと高压 $\text{CO}_2$ 圧縮システムとは、2段の低压圧縮機段と4～6段の高压圧縮機段を備え、1本のシャフト上に配置される1つの装置として結合される。

【0014】

本発明の別の特定の実施形態においては、前記煙道ガス処理システムは、第2の低压煙道ガス圧縮機の下流に配置された脱水ユニットを備える。これにより、得られる $\text{CO}_2$ の取り扱いと利用の可能性を広げることができる。

【0015】

本発明の別の特定の実施形態においては、前記煙道ガス処理システムは、断熱圧縮機の下流に煙道ガスの冷却のための1つ以上の熱交換器を備える。ここで、該1つ以上の熱交換器は、発電プラントの水/蒸気サイクルの一部であってもよい水流と、又は、プラント

10

20

30

40

50

内若しくは該発電プラントに接続されたシステム内の熱回収のための他の任意の水流システムとの熱交換を行うように構成される。本実施形態において、煙道ガス断熱圧縮機は、煙道ガスの吐出圧力が選択された圧力範囲となるように構成されている。この圧力範囲は、例えば、発電プラントの水／蒸気サイクル、断熱圧縮機の最適に最小化された動力消費量、及び、煙道ガス断熱圧縮機の下流の低圧及び高圧圧縮段の統合に関連した最適な熱回収を考慮して選択される。

【 0 0 1 6 】

一実施形態において、煙道ガス断熱圧縮機の吐出圧力は、7 ~ 9 b a r   a b s に設定することができる。この圧力範囲を超えると、中間冷却式遠心圧縮機内の圧縮よりも多くの動力消費量が断熱圧縮に必要となる。この吐出圧力であれば、断熱圧縮機の吐出時における温度は、170 から 280   までの範囲となる。これにより、例えば専用の熱交換器を用い発電プラント蒸気／水サイクルからの凝縮物を加熱することにより効率的な熱回収を行うことができる。この熱回収の後、煙道ガスの温度は50   程度となる。煙道ガスはその後第2の交換器内で更に冷却される。第2の交換器では、熱は散逸される。煙道ガスはその後、中間冷却器を備える遠心圧縮機である第2の低圧煙道ガス圧縮機の2段により30 ~ 40 b a r   a b s まで圧縮される。これらの2段は、例えば、6 ~ 8 段を備える1つの統合ギア圧縮機を用いることにより、4 ~ 6 段を有する高圧C O <sub>2</sub> 圧縮機と容易に結合することができる。

10

【 0 0 1 7 】

断熱圧縮機により、圧縮された煙道ガスの冷却の結果得られる熱の回収を容易に向上できる。これにより、この種の煙道ガス処理システムと統合された発電プラントの全体効率を更に向上することができる。本発明に係る発電プラントの更なる利点は、断熱圧縮機及び遠心圧縮機からなる煙道ガス圧縮機の数が、遠心圧縮機のみを有する従来技術の発電プラントと比べ変わらないことにある。

20

【 0 0 1 8 】

本発明の別の特定の実施形態においては、第1の低圧煙道ガス圧縮機及び第2の低圧煙道ガス圧縮機は、断熱圧縮機の吐出圧力の低圧煙道ガス圧縮機の1段目の吐出圧力に対する比率が1.5 から 2.5 までの範囲となるよう構成される。

【 0 0 1 9 】

発電プラントは、空気分離ユニットにより更に供給される酸素の存在下又は不存在下で運転できる石炭焚きボイラーを備える蒸気タービン発電プラントを含むいかなる種類の化石燃料火力発電プラントであってもよい。化石燃料火力発電プラントにはまた、ガスタービン又はコンバインドサイクル発電プラントが含まれる。

30

【 0 0 2 0 】

別の実施形態において、本発明に係るシステムは、S O <sub>x</sub> 及びN O <sub>x</sub> を除去又は還元するためのシステムを更に備える。このようなシステムは、煙道ガス圧縮の上流の低圧煙道ガス処理システム内、又は、断熱圧縮機の下流のどちらにも配置することができる。S O <sub>x</sub> 及びN O <sub>x</sub> 除去システムが、煙道ガス断熱圧縮機の下流に配置される場合であっても、本提案の発明はなお、1つの駆動装置により駆動される1つの装置内で、煙道ガス圧縮に必要とされる残りの遠心段と、C O <sub>2</sub> 圧縮に必要となる段とを結合することにより実現される。S O <sub>x</sub> 及びN O <sub>x</sub> 除去反応のキネティクス及び反応器のサイズ設定は、断熱圧縮機の吐出圧力選択に影響を与える。例えば、吐出圧力は、後に15 b a r   a b s 程度まで上昇させることができ、それにより1つの多段式遠心圧縮機内で煙道ガス圧縮の1つの段をC O <sub>2</sub> 圧縮と結合させておく。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本発明に係る、電気を発生させる発電プラントに統合可能な煙道ガス処理システムの一実施形態の図を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

50

図 1 に、化石燃料火力発電プラントより生じる煙道ガスを処理するための煙道ガス処理システム 1 を示す。タービンを駆動する作動媒体を発生させるために化石燃料を燃焼させることにより生じる煙道ガスを誘導するライン 2 を除き、発電プラント自体は示されていない。処理システム 1 は、基本的に、煙道ガスを第 1 の圧縮機システム C 1、熱回収システム H R、第 2 の圧縮機システム C 2 へと誘導する煙道ガスライン 2 と、分離された  $\text{CO}_2$  を更なる利用のための設備へと誘導するための  $\text{CO}_2$  ライン 3 とを備える。第 1 の圧縮機システム C 1 と、熱回収システム H R と、第 2 の圧縮機システム C 2 とはすべて、上述した順番で直列に配置される。煙道ガスライン 2 は発電プラントから第 1 の圧縮機システム C 1 へと通じている。第 1 の圧縮機システム C 1 は、煙道ガス断熱圧縮機 5 を備える。熱回収システム H R は、圧縮機 C 1 から放出される圧縮された煙道ガスを冷却するため及び煙道ガスから発電プラントへの熱移動を行うための熱交換器を備える。第 2 の圧縮機システム C 2 は、煙道ガスを低圧圧縮するため及び精製された  $\text{CO}_2$  を高圧圧縮するための結合多段式中間冷却式圧縮機システムを備える。最後に、ライン 3 は、精製・圧縮された  $\text{CO}_2$  がシステム 1 を離れ、輸送、貯蔵又は石油増進回収等の  $\text{CO}_2$  の更なる利用のための更なるシステム 4 へと導く。

10

20

30

40

50

#### 【0023】

図示したように、煙道ガスは、ライン 2 経由でシステム 1 に導かれる。ライン 2 において、煙道ガスは、例えば、石炭焚きボイラー、ガス燃焼室、又は酸素吹石炭焚きボイラーより生じたものである。そのため、このような煙道ガスは、煙道ガス再循環を行う又は行わないガスタービン発電プラントの場合における 4 % 以上や、蒸気タービン発電プラント用の酸素吹石炭焚きボイラーの場合における最大 60 ~ 90 % 等様々な濃度で  $\text{CO}_2$  ガスを含む。このボイラー又は燃焼室の後で、煙道ガスは、静電集塵機や織布フィルターのようなフィルターや、他の硫黄除去のための任意の処理ユニットにおいて前処理されていてもよい。更に、煙道ガスは、 $\text{NO}_x$  又は水銀を除去するための装置において、処理されていてもよい。

#### 【0024】

煙道ガスライン 2 は、 $\text{CO}_2$  含有煙道ガスを、駆動装置 6 により駆動され煙道ガスを 5 から 20 bar abs までの吐出圧力まで圧縮するよう構成された低圧煙道ガス断熱圧縮機 5 へと運ぶ。圧縮の動力消費量が最小化されるのは、吐出圧力が 5 から 8 bar abs まで、例えば 7 bar abs となるよう構成したときである。断熱圧縮機 5 は 20 bar を越えない吐出圧力まで圧縮を行うように構成される。この限界を超える吐出圧力まで圧縮すると、断熱圧縮機を使用することによる利点もはや何ら無くなる程度まで動力消費量が増加する。これは、8 bar abs 程度の圧力以降では、断熱式（軸流式）動力消費量が、中間冷却式遠心圧縮機のそれを上回るようになるためである。この圧力以降では、軸流式装置においてより効率的なホイールを有するという利点が、中間冷却不在によるガス温度上昇による動力消費量の増加により相殺され、この増加が利点を上回るようになる。圧縮機の吐出時、圧縮された煙道ガスの温度はおよそ 200 ~ 280 である。断熱圧縮機の最適な吐出圧力は、動力消費量を最小化することにより設定されることとなるが、水/蒸気サイクルの統合、もし存在するのならば  $\text{SO}_x$  及び  $\text{NO}_x$  の中間除去等の付属パラメーターや、装置の選択によっても設定される。

#### 【0025】

ライン 7 は、低圧煙道ガス圧縮機 5 の吐出部から第 1 の熱交換器 8 へと通じている。第 1 の熱交換器 8 内では、圧縮された高温煙道ガスは水又は他の冷媒の流れに対し向流で流れる。冷媒は、熱交換器 8 からライン 9 経由で発電プラント内のシステム内又は発電プラントに接続されたシステム内の熱回収のためのシステムへと導かれる。煙道ガス断熱/軸流式圧縮機 5 は、この場所で遠心圧縮機を代わりに用いた場合と比べ高い温度（170 ~ 240）で煙道ガスから熱を回収することを可能にする。この熱は発電プラント内で有効に用いることができる。例えば、図示された実施形態においては、熱回収システムは、蒸気タービンシステムの水/蒸気サイクル 9 である。特定の一例において、この水流は、給水予熱器又は凝縮物抽出ポンプに接続される。凝縮物の一部は直接煙道ガスで加熱する

ことができ、それにより、低圧加熱器を迂回できる。低圧加熱器の蒸気消費量は減少し、その結果、より多くの蒸気がサイクル蒸気タービン内で膨張するので、プラントはより多くの電力を生成できる。煙道ガス断熱ノ軸流式圧縮機を使用することにより、煙道ガス遠心式圧縮機のみを有する発電プラントの正味出力に対し、発電プラントの正味発電出力を0.5%から1%までの範囲で上昇させることができる。本発明に係る発電プラントは、遠心圧縮機のみを備える発電プラントと同数の圧縮装置を備えているにもかかわらず、より大きな出力を達成する。

#### 【0026】

熱交換器8を通過後の煙道ガスの温度は例えば50である。煙道ガス側では、熱交換器8は、ライン10経由で、更なる熱交換器又は冷却器11に接続されている。そこで、煙道ガスは例えば30の温度まで更に冷却される。この冷却の結果得られる熱は低品位なものであり、散逸させてよい。

#### 【0027】

ライン13は、冷却器11から、駆動装置17により駆動される結合圧縮システムC2へと通じている。結合圧縮システムC2は、シャフト16上に配置され駆動装置17により駆動される低圧煙道ガス圧縮機14及び高圧CO<sub>2</sub>圧縮機15を備える。低圧煙道ガス圧縮機は、例えば、中間冷却器を備えた2段式の遠心圧縮機を有することができる。一方、高圧CO<sub>2</sub>圧縮機は、例えば、中間冷却器を備えた4～6段を有することができる。断熱圧縮機の吐出圧力がより低い場合、すなわち、5～20bar absの吐出圧力範囲にある場合、低圧煙道ガス遠心圧縮機は2段ではなく3段を有していてもよい。煙道ガスは、低圧圧縮機14により例えば30bar absの圧力に圧縮され、ライン18経由で脱水ユニット19へと導かれ、その後低温ユニット20へと導かれる。低温ユニットにおいて、煙道ガスは分離され、精製CO<sub>2</sub>ガス流、及び、窒素、酸素アルゴン等の不活性ガスを含むベントガスになる。ベントガスは、ライン21経由でエキスパンダー22へと送られる。エキスパンダー22は、同一のシャフト16に取り付けることも、独立したシャフトに取り付けることもできる。本発明に係る煙道ガス処理システムにおいては、低圧煙道ガス圧縮システム14と高圧CO<sub>2</sub>圧縮システム15とは同じシャフト上に配置される。一方で、低圧煙道ガス圧縮システムは、低温精製システムの上流に配置され、高圧CO<sub>2</sub>圧縮システムは精製システムの下流に配置される。

#### 【0028】

輸送や貯蔵に十分な濃度のCO<sub>2</sub>を主に含有するに至った低温精製された煙道ガスは、ユニット20から、110bar absの圧力へと更に圧縮するための高圧圧縮機システム15へと導かれる。そこから、精製された煙道ガスは最終的に、ライン3を経由して、CO<sub>2</sub>の更なる利用のためのシステム4へと導かれる。この低温処理は、精製CO<sub>2</sub>ガスが、それぞれ異なる2つの圧力の2つの別の流れとして圧縮機システム15へと供給される点で最適化することができる。これにより、圧縮機の動力消費量は最小化される。一方の第1の低圧ラインは、精製CO<sub>2</sub>ガスを圧縮機システム15の前部入口へと供給し、第2の中間圧力ラインは、精製CO<sub>2</sub>ガスを圧縮機システム15の中間段へと供給する。

#### 【符号の説明】

#### 【0029】

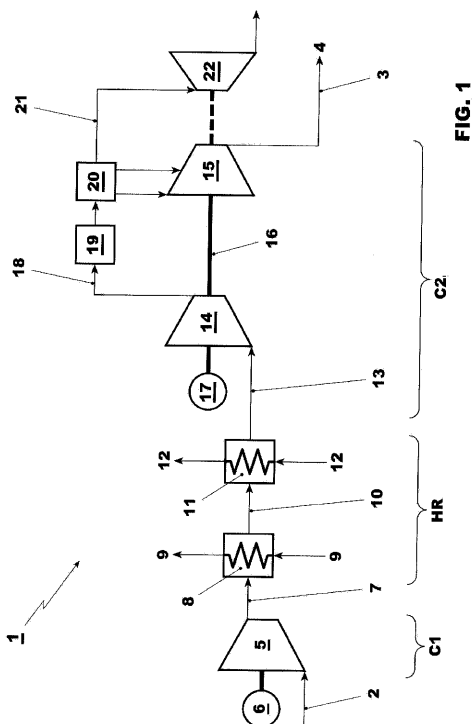
- 1 煙道ガス処理用システム
- 2 発電プラントからの煙道ガスライン
- 3 精製CO<sub>2</sub>ガス用ライン
- 4 精製CO<sub>2</sub>の輸送、貯蔵又は更なる利用のためのシステム
- 5 断熱圧縮機
- 6 駆動装置
- 7 煙道ガスライン
- 8 熱交換器
- 9 冷媒用システム
- 10 煙道ガスライン



- 1 1 熱交換器
- 1 2 冷媒用システム
- 1 3 煙道ガスライン
- 1 4 煙道ガス用低圧圧縮機
- 1 5 C O <sub>2</sub> ガス用高圧圧縮機
- 1 6 シャフト
- 1 7 結合された低圧及び高圧圧縮機用駆動装置
- 1 8 煙道ガスライン
- 1 9 脱水ユニット
- 2 0 低温ユニット
- 2 1 不活性ガス用ライン
- 2 2 ベント不活性ガス用エキスパンダー
- C 1 断熱圧縮機
- C 2 結合圧縮装置
- H R 熱回収システム

10

【 図 1 】



## 【国際調査報告】

61200240009



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/059971

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F25J3/02 F25J3/06 B01D53/00 ADD:		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F25J B01D		
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 practical, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WHITE V ET AL: "Purification of Oxyfuel-Derived CO <sub>2</sub> for Sequestration or EOR (Enhanced Oil Recovery)", INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREENHOUSE GAS CONTROL TECHNOLOGIES, XX, XX, no. 8th, 1 January 2006 (2006-01-01), page 6pp, XP009093665, page 2, paragraph 1; figures 1,2 page 2, paragraph 1 page 5, paragraph 2 - paragraph 3; figure 3	1-13
Y	FR 2 827 186 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 17 January 2003 (2003-01-17) page 6, lines 7-9; figure 1	1-13
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" 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 document but 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 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
24 January 2012		08/02/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Göritz, Dirk 21. 5. 2012

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

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/059971

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JOHN L DILLON ET AL: "Integrated air booster and oxygen compressor for partial pumped LOX cryogenic air separation process cycle (John L Dillon, Air Products and Chemicals, Inc)", RESEARCH DISCLOSURE, MASON PUBLICATIONS, HAMPSHIRE, GB, vol. 403, no. 80, 1 November 1997 (1997-11-01), XP007122181, ISSN: 0374-4353 the whole document -----	1,3,4
A	US 2002/116945 A1 (BUCKLAND MICHAEL [DE]) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraph [0017] - paragraph [0020]; figure 2 -----	1
A	US 4 977 745 A (HEICHBERGER ALBERT N [US]) 18 December 1990 (1990-12-18) cited in the application column 2, lines 20-39; figures column 6, line 39 - column 7, line 7 -----	2,12,13
A	US 6 301 927 B1 (REDDY SATISH [US]) 16 October 2001 (2001-10-16) cited in the application column 3, lines 36-53 column 4, lines 9-22 column 6, line 60 - column 4, line 15; figure 3 -----	8,9

3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/059971

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2827186	A1	17-01-2003	NONE	
US 2002116945	A1	29-08-2002	EP 1197717 A1 US 2002116945 A1	17-04-2002 29-08-2002
US 4977745	A	18-12-1990	NONE	
US 6301927	B1	16-10-2001	AU 745739 B2 AU 2211899 A CA 2317539 A1 EP 1051587 A1 US 6301927 B1 WO 9935455 A1	28-03-2002 26-07-1999 15-07-1999 15-11-2000 16-10-2001 15-07-1999

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード ( 参考 )
<b>F 2 3 J 15/00 (2006.01)</b>		F 0 2 C 3/26		
		F 2 3 J 15/00	A	
		F 2 3 J 15/00	B	
		F 2 3 J 15/00	Z	

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

Fターム(参考) 3G081 BA01 BC03  
 3K070 DA02 DA03 DA22 DA23  
 4D047 AA07 AB00 BA03 BB00 CA08 DA17