

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3673283号
(P3673283)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl.⁷

F I

F 2 3 C 11/00

F 2 3 C 11/00 3 1 0

B 0 1 D 53/22

B 0 1 D 53/22

C 0 1 B 13/02

C 0 1 B 13/02

F 2 3 L 7/00

F 2 3 C 11/00 Z A B

F 2 3 L 7/00 B

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-502159
 (86) (22) 出願日 平成9年7月2日(1997.7.2)
 (65) 公表番号 特表2001-509877(P2001-509877A)
 (43) 公表日 平成13年7月24日(2001.7.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/N01997/000171
 (87) 国際公開番号 W01998/055394
 (87) 国際公開日 平成10年12月10日(1998.12.10)
 審査請求日 平成13年2月15日(2001.2.15)
 審判番号 不服2003-24399(P2003-24399/J1)
 審判請求日 平成15年12月17日(2003.12.17)
 (31) 優先権主張番号 972631
 (32) 優先日 平成9年6月6日(1997.6.6)
 (33) 優先権主張国 ノルウェー(N0)

(73) 特許権者 591237869
 ノルスク・ヒドロ・アーエスアー
 NORSK HYDRO ASA
 ノルウェー国、0240 オスロ(番地なし)
 0240 OSLO, NORWAY
 (74) 代理人 100057874
 弁理士 曾我 道照
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100084010
 弁理士 古川 秀利
 (74) 代理人 100094695
 弁理士 鈴木 憲七

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 混合伝導膜反応装置を備える熱および／または電力生成プロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高濃度のCO₂及び低濃度のNO_xを含有するガス混合物を生成する燃焼プロセスを備える熱および／または電力生成プロセスであって、

前記燃焼プロセスが、酸素を酸素イオンに還元できる第1面(送り側)と、酸素イオンを炭素含有燃料と反応させることができる第2面(酸化側)とを備えた混合酸素イオン及び電子伝導膜反応炉である膜反応炉内で行われる、熱および／または電力生成プロセスにおいて、

前記炭素含有燃料は、前記膜反応炉の前記酸化側に供給される前に、前記燃焼プロセスからの再循環されたCO₂及びH₂O含有排気ガスと混合されることを特徴とする熱および／または電力生成プロセス。

【請求項2】

前記燃焼プロセスを出る生成された前記ガス混合物は、他の熱および／または電力回収システムに送られると共に、ひいてはそれによって冷却されたCO₂を含有するガス混合がオイル回収を強化するためにオイル及びガス貯蔵器内に更に噴射されるように圧縮され、または地質に噴射されるように圧縮されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱および／または電力生成プロセス。

【発明の詳細な説明】

本発明は、燃料が酸化される膜反応炉を備えると共に、更に熱および／または電力生成プロセスからの二酸化炭素の排出及び窒素酸化物の排出を削減する改良された方法を採用す

る熱および/または電力生成プロセスに関する。

CO_2 及び NO_x の環境的局面、並びに排気に関する国家機関への納税により、燃焼プロセスから、特に沖浜のガスタービンからの煙道ガスから、大気へのこれらの化合物の排出を低減する可能性が広く議論されてきた。

炭素含有燃料に使用され、かつ酸素供給源が空気である従来の燃焼プロセスは、燃料並びに適用される燃焼及び熱回収プロセスに依存して、排気ガス中で 3 ~ 15 % の濃度の二酸化炭素を生成する。このように低濃度である理由は、空気が約 78 容積 % の窒素から構成されていることによる。

従って、二酸化炭素の排出を低減することにより、二酸化炭素を排気ガスと分離するか、あるいは様々なプロセスでの使用または噴射及び堆積に適するレベルまで濃度を引き上げる必要がある。

10

いくつかの分離プロセス、例えば、化学的活性分離プロセス、物理的吸収プロセス、モレキュラーシーブによる吸収、膜分離及び極低温技術によって、 CO_2 を排気ガスから除去することができる。例えば、アルカノールアミンによる化学的吸収は、発電プラントの排気ガスから CO_2 を分離する最も実用的かつ経済的な方法であると考えられる。しかしながら、該方法は、大規模な大型設備を必要とし、電力出力が約 10 % 以上も減少する。従って、この既知の方法は、発電プロセスにおける実際の実施にはさほど適さない。例えば、天然ガス系の発電プラントにおいて、燃料コストは、電力の総コストの相当部分を占める。このため、電力のコストを低下させるためには、高効率が非常に重要となる。

モノエタノールアミン (MEA) プロセスにおいて、発電プラントの冷却排気ガスからの CO_2 は、吸収塔中の MEA の水溶液と反応する。このため、大部分の CO_2 は、排気ガスが大気に排出される前に排気ガスから除去される。MEA は、劣化し、例えば、350 MW の複合型サイクル発電プラント (combined cycle power plant) では、破壊または格納する必要のある MEA 劣化生成物が年間約 4000 トン生成される。

20

天然 NO_x 制御要件を満たすために、様々な方法、例えば、バーナの変形、触媒バーナの適用、蒸気添加、または排気ガス中の NO_x の選択的触媒減少 (SCR: selective catalytic reduction) の使用が可能である。空気が燃焼プロセスにおいて使用されると、窒素の一部は、 NO 、 NO_2 及び N_2O (以下、サマル NO_x という) への燃焼過程で酸化される。形成された NO_x の少なくとも 80 ~ 98 % は、前記空気中の窒素の酸化から生じる。残りは、燃料中の窒素分の酸化から生じる。

30

排気ガス中の CO_2 の濃度を増大させ、かつ NO_x 形成を減少させる 1 つの方法は、空気の代わりに純酸素を燃焼プロセスに添加することである。

しかし、商業的な空気分離法 (極低温分離または圧力振幅吸収 (PSA: pressure swing absorption)) では、250 ~ 300 KWh / トンの生成酸素が必要である。この方法によって酸素を例えばガスタービンに供給することで、ガスタービンサイクルの正味電力出力が少なくとも 20 % 減少する。極低温ユニットにおいて酸素を生成するコストは、電力のコストを実質的に引き上げ、電力のコストの 50 % をも構成することがある。

本発明の主な目的は、高濃度の CO_2 及び低濃度の NO_x を有する排気ガスを生成し、排気ガス流を、様々なプロセスにおける直接利用、または長期間堆積の地質学的形成物における噴射、もしくはオイルと天然ガスの回収の向上に適するようにせしめた、燃焼プロセスを含む、より効率的な熱生成および/または発電プロセスに到達することであった。

40

本発明の別の目的は、他の既知方法に比べてエネルギー需要を減少させることを意味する燃焼プロセスに酸素を供給することであった。

さらなる目的は、燃焼プロセスに対する改良した酸素供給を得る際、発電プラントにおいて既存の工程の流れを利用することであった。

燃料効率の低下及び高コストについて上述した問題は、イオン伝導率と電子伝導率を兼ね備えた材料から形成した膜と定義した混合伝導膜の適用によって部分的に解決することができる。

このような膜は、例えば、酸素を酸素含有気体混合物から 400 ~ 1300 で分離することが可能な酸素イオンと電子との混合伝導膜としてもよい。酸素分圧の違いから、高酸

50

素分圧側（送り側）における酸素の減少、及び低酸素分圧側（透過側）におけるガスへの酸素イオンの酸化によって、上記膜を通して酸素イオンを輸送させる。膜の大部分では、酸素イオンは、拡散プロセスによって輸送される。同時に、電子は逆に、膜の透過側から送り側に流れる。

これらの膜の適用は、かなり新しい技術であり、ガスタービンシステムと一体化した混合伝導膜によって酸素を空気から分離することを記載した欧州特許出願公開第0658367号公報で知られている。純酸素は、ほぼ大気圧であるかまたはこれを下回り、かつ高温において、伝導膜の透過側から回収される。しかし、これにともなって、燃焼プロセスにおける酸化反応器またはバーナに添加する前に、酸素を約50 未満に冷却し、かつ必要とされるプロセス圧力まで再圧縮する必要がある。

10

次に、本発明者らは、以下では膜反応炉と呼ぶ混合酸素イオン及び電子伝導膜反応炉を採用して、酸素供給と燃料の燃焼を組合わせ、 CO_2 、水及び少量の CO 及び H_2 からなる高温ガス混合物を得ることを発見した。

この膜バーナに、欧州特許出願第0438902 A3号に記載されているようなエレクトロボックスプロセス（electropox process）の原理を採用することができ、または米国特許第5,356,728号に記載されている電気化学反応炉の原理を採用することができる。膜バーナ内で燃料を完全燃焼することは、恐らくは不可能である。しかし、ガスタービンプロセスを出る CO_2 含有パージガス中の転化されない、部分的に酸化した少量の燃料は、 CO_2 含有パージガスを酸素含有ガスまたは純酸素と混合することによって、少量の触媒を使用した、または触媒を使用しない燃焼室内で別個に酸化させることができる。 CO_2 含有パージガスは、また、それ以上の処理をせずに地層に噴射することができる。

20

CO_2 含有排気ガスがオイル回収の増強のために使用されれば、排気ガス中の酸素含有量がゼロに近いことは利点であろう。

本発明者らは、更に、膜反応炉内の冷却剤として、燃焼プロセスから再循環された、例えば排気ガスの一部である二酸化炭素、または二酸化炭素と水の混合物を使用することを発見した。第2表面（酸化側）への炭素の沈着は、触媒物質を適切に選択し、かつ燃料と再循環された CO_2 及び H_2O 含有排気ガスとの比率を適正に調整することによって防止することができる。膜反応炉を適用することによって、酸素は、欧州出願第0658367号では必要な酸素の中間冷却及び再圧縮を行わずに回収し、燃料と反応させることができよう。付加的な利点は、酸化側での酸素の分圧が酸化反応によって約 10^{-15} バール未満になるので、膜反応炉の送り側の動作圧を膜バーナの酸化側の動作圧よりも低く、または大幅に低くすることができる点である。このことは、最初に空気を圧縮しなくても高压酸化プロセスに酸素を供給でき、その結果、発電の効率が高まることを意味している。従来形のガスタービン発電機では、燃焼プロセスで消費される酸素の圧縮は、プロセスの総電力出力の約6～10%を占める。

30

このように本発明者らは、この方法が電力および/または熱生成プラントの効率を損なうことなく、燃焼プロセスに酸素を供給できるという利点を有するという驚くべき事実を発見した。更に驚くべきことには、この方法は、従来形のガスタービンプロセスと比較してガスタービン発電プロセスの効率が高まり、同時に NO_x がほぼゼロであり、 CO_2 濃度が高い排気ガスを発生することが可能である。

40

膜を通して十分に高い酸素流速を得るためには、かなりの高温（400～1300）が必要である。これは、例えば欧州特許出願第0658367 A2号に開示されているように、膜の空気側で温度を高めるためにバーナを使用することによって達成可能である。空気流中の CO_2 を避けるために、最初に膜反応炉の送り側を出る高温の酸素減損空気と熱交換を行い、次に膜バーナ内で加熱した燃焼燃料と熱交換を行うことによって、空気を予熱することができる。排気ガスを含む再循環された CO_2 及び H_2O は、回収熱交換器内で予熱し、更に膜反応炉内で予熱することができる。

改良形の熱及び電力生成プロセスの更なる利点は、 CO_2 をベースにした燃焼システム内に窒素が極めて僅かしか存在しないという事実により、 NO_x の排出が減少することにあ

50

る。それによって、 NO_x 制御がもはや必要なくなるので、改良形の、またより効率が
高いガスタービンあるいは燃焼システムの開発も可能になる。 CO_2 または $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 混
合物の比熱容量が窒素よりも高いので、よりコンパクトなガスタービンシステム及び熱回
収システムの開発も可能になる。

本発明に基づく、燃料が酸化される膜反応炉を使用した熱および/または電力生成プロセ
スは、酸素を酸素イオンに還元できる第1面(送り側)と、酸素イオンを炭素含有燃料と
反応させることができる第2面(酸化側)とを備えた混合酸素イオン及び電子伝導膜反応
炉である膜反応炉を使用するものである。

本発明の特別の特徴は、炭素含有燃料が、膜反応炉の酸化側に供給される前に、再循環さ
れた CO_2 及び H_2O 含有排気ガスと混合されることにある。

10

本発明の更に別の実施形態では、燃焼プロセスを出るガス混合物が他の熱および/または
電力回収システムに送られ、ひいては冷却された CO_2 を含有するガス混合物が、オイル
回収を増強するためにオイル及びガス貯蔵器内に更に噴射されるように圧縮され、かつ地
質へと噴射するために圧縮される。

本発明の別の特徴は、空気が、ほぼ大気圧にある膜反応炉の送り側に供給される前に、加
熱されることにある。

次に、本発明を実施例及び対応図面を参照して説明し、検討する。

第1図は、熱の一部が機械的動力、または電力として回収されるガスタービンサイクルを
含む、本発明に基づく複合型発電及び熱生成プロセスを示している。

第2図は、ほぼ大気圧で動作される、本発明に基づく熱生成プロセスを示している。

20

第1図は、膜反応炉5に空気を供給するための送風機1と、前記膜反応炉と一体のガスタ
ービンシステム(ユニット2、3、4、7及び9)とを使用し、従来形のガスタービン燃
焼器の代わりに膜反応炉が使用される複合型の電力及び熱発生プロセスを示している。

空気10が送風機1によって熱交換器6に給送される。次に、高温空気(空気流12)が
膜ユニット5に供給され、酸素が減損して減損空気流13が生ずる。空気流13は、空気
流11と熱交換され、熱はユニット8内で更に回収される。冷却された窒素含有ガス(空
気流15)が排出される。再循環され加圧 CO_2 含有排気ガス(気流26)が燃料(気流
16)と混合され、混合物(気流17)が空気流12と向流して膜ユニット5に送られ、
燃料が酸化触媒で被覆された膜表面上の酸素と反応する。高温の排気ガス混合物(気流1
8)は、発電機2に接続されたガスタービン膨張器3内で膨張し、その結果生じた気流1
9は、次に、回収熱交換器7内で再循環され、圧縮された排気ガス(気流25)と熱交換
される。

30

回収熱交換器7から出た排気ガスの気流20は、熱回収ユニット9に送られ、復水が気流
21として分離される。その後、高濃度の CO_2 を含有する排気ガスの一部(気流23)
が排出される。

残りの冷却された排気ガスの気流24は、圧縮器4で圧縮され、その結果生じた気流25
は、更に、燃料(気流16)と混合される前に回収熱交換器7内で再加熱され、膜反応炉
5に更に加えられる。

第2図は、窒素がほぼ発生しない燃焼プロセスを含む熱生成システム(ユニット2、5、
7、8、及びユニット3の一部)に酸素を供給するための混合伝導膜ユニット3と一体の
、空気をベースにした第1の熱回収システム(ユニット1、4及びユニット3と6の一部
)を使用した熱生成プロセスを示している。

40

空気流9は、送風機1によって熱交換器4に送られる。次に、高温の空気流11は、膜ユ
ニット3に送られ、酸素が減損して減損空気流12が生じ、これが空気流10と熱交換さ
れる。熱は、ユニット6内で更に回収される。冷却された窒素含有ガス(気流14)は、
排出される。再循環され、加圧された CO_2 含有ガス(気流25)は、燃料の気流15と
混合され、この混合物16は、空気流11と向流して膜ユニットに送られ、燃料は、酸化
触媒で被覆された膜表面上の酸素と反応する。高温ガス混合物(気流17)は、熱回収シ
ステム7に送られ、その結果生じた気流18は、更に、熱交換器5内で再循環ガス(気流
24)と熱交換される。

50

熱交換器 5 を出たガス流 19 は、熱回収システム 8 に送られ、復水 21 が分離される。その後、高濃度の CO_2 を含有するガスの一部（気流 22）が排出される。

残りの冷却されたガス流 23 は、送風機 2 によって再循環され、その結果生じた気流 24 は、燃料（気流 15）と混合される前に熱交換器 5 内で更に予熱され、膜反応炉 3 に更に加えられる。

実施例 1

本実施例は、第 1 図に示した発電プロセスを示している。

空気（10）は、送風機 1 によって熱交換器 6 に送られる。次に、高温の空気（気流 12）が膜ユニット（5）に送られ、酸素が減損され、減損空気流（13）が生ずる。気流 13 は、空気流 11 と熱交換され、熱は、ユニット 8 内で更に回収可能である。前記ガスの酸素含有率は 3% 未満であり、それによって、例えばパージを目的とする他の化学的プロセスに適用できる。空気流 12 は、加熱した燃焼燃料との熱交換によって、膜バーナ内で約 500 ~ 1000 に加熱される。空気流には、燃焼は加えられないので、発電プラントから容易に CO_2 を 100% 除去することができる。

再循環され、加圧された CO_2 含有排気ガス（気流 26）は、燃料（16）と混合され、この混合物は、空気流（12）と向流して膜ユニット（5）に送られ、燃料は、酸化触媒で被覆された膜表面上の酸素と反応する。約 1000 ~ 1300 の高温の排気ガス混合物（気流 18）は、発電機 2 に接続された膨張器 3 内でほぼ大気圧まで膨張され、その結果生じた気流（19）は、次に回収熱交換器（7）内で、再循環され圧縮された排気ガス（気流 25）と熱交換される。

二酸化炭素は、窒素と比較して熱容量が高いので、膨張器を出る排気ガスの温度は、送風機型ガスタービンシステムよりも高い。再循環された CO_2 含有排気ガスを更に圧縮することによって、同じ圧力に圧縮された空気よりも温度が低くなる。それによって、少なくとも 30 までの圧力比で回収熱交換器を適用することができる。

第 1 図に示すように再循環され、圧縮された CO_2 含有ガスを回収熱交換器内で予熱することによって、発電プラントの効率が高まる。

回収熱交換器 7 を出た排気ガス流 20 は、熱回収システム 9 に送られ、復水の気流 21 が分離される。その後、高濃度の CO_2 を含有する排気ガス（気流 22）の 3 ~ 20% が排出される。残りの冷却された排気ガス流 24 は、圧縮器 4 内で圧縮され、その結果生じた気流 25 は、燃料（気流 16）と混合される前に回収熱交換器 7 内で更に予熱され、更に膜反応炉 5 に加えられる。

CO_2 を含有する気流 23 は、微量の酸素を含有しており、従ってガスは、それ以上処理しなくても、オイルと天然ガスの回収を強化するために利用できる。気流 23 は、少量の一部が酸化した成分を含んでいてもよい。必要ならば、これらの成分は、酸化剤を添加して触媒反応炉内で酸化させることができる。

第 1 図に基づくプロセスでは、燃焼プロセスで生成された CO_2 の 100% を高濃度の CO_2 含有排気ガスとして回収することができる。排出される前記排気ガスは、少量の酸素及び NO_x を含有していてもよく、また、それ以上処理しなくても、オイルと天然ガスの回収を強化するために利用でき、または前記ガスを地質に噴射して長期的に沈殿させてもよい。

既知の方法は、約 10% 未満の CO_2 を含有する排気ガスを生成し、これは CO_2 の沈殿が不可欠である場合は、高価で、嵩張り、重量がある CO_2 分離プラントを必要とする。 NO_x を除去するため、既知のプロセスでは、高価な別個の触媒システムを装備する必要がある。再循環された排気ガスに純酸素を供給する既知の方法と比較して、本発明は、プラントの電力効率を高め、かつ酸素の発生と燃焼プロセスへの供給のコストを大幅に軽減する。純粋な、または濃縮した酸素の気流は生成されないで、純酸素の取扱いによる重大な危険性が回避される。空気は、ほぼ大気圧で燃焼プロセスに供給できる。混合伝導膜反応炉によって、酸化側（燃焼側）での酸素の分圧は一定の低い圧力に保たれ、酸素を低圧の空気から高圧の燃焼プロセスへと給送することができ、燃焼プロセスで使用する酸素の圧縮を省くことができる。このようにして、従来形の高圧燃焼発電プラントと比較

10

20

30

40

50

して、燃焼効率を高めることができる。

実施例 2

本実施例は、第 2 図に示した発電プロセスを示している。

空気（気流 9）は、送風機 1 によって熱交換器 4 に送られる。次に、高温の空気（気流 11）が膜ユニット 3 に送られ、酸素が減損され、減損空気流 12 が生ずる。気流 12 は、空気流 10 と熱交換され、熱は、ユニット 6 内で更に回収可能である。冷却された酸素減損空気（気流 14）は、排出される。前記ガスの酸素含有率は 3 % 未満であり、それによって、例えばパージを目的とする他の化学的プロセスに利用できる。

空気流 11 は、高温の燃焼燃料との熱交換によって、膜バーナ内で約 400 ~ 1000 に加熱され得る。空気流には、燃料は加えられないので、熱発生プラントから容易に CO_2 を 100 % 除去することができる。

再循環され、加圧された CO_2 含有ガス（気流 25）は、燃料（気流 15）と混合され、この混合物は、空気流 11 と向流して膜ユニット 3 に送られ、燃料は、酸化触媒で被覆された膜表面上の酸素と反応する。約 500 ~ 1300 の高温のガス混合物（気流 17）は、熱回収システム 7 に送られ、その結果生じた気流 18 は、更に回収熱交換器 5 内で、再循環されたガス（気流 24）と熱交換される。

回収熱交換器 5 から出たガス流 19 は、熱回収システム 8 に送られ、復水の気流 21 が分離される。その後、高濃度の CO_2 を含有するガス（気流 22）の 3 ~ 20 % が排出される。

残りの冷却されたガス流 23 は、送風機 2 によって再循環され、その結果生じた気流 24 は、更に、燃料（気流 15）と混合される前に回収熱交換器 5 内で予熱され、膜反応炉 3 に更に加えられる。

CO_2 を含有する気流 23 は、少量の酸素を含有しており、従って、それ以上処理しなくても、オイルと天然ガスの回収を強化するために利用でき、または前記ガスを地質に噴射して長期的に沈殿させてもよく、または別の化学プロセスに適用することもできる。

気流 22 は、少量の部分的に酸化された成分を含んでいてもよい。必要ならば、これらの成分は、酸化剤を添加して触媒反応炉内で酸化させることもできる。

第 2 図に基づくプロセスでは、燃焼プロセスで生成された CO_2 の 100 % を大気圧で高濃度の CO_2 含有ガスとして回収することができる。少量の酸素または NO_x を含有している前記ガスは、地質に噴射して長期的に沈殿させてもよい。第 2 図に示したプロセスは、 CO_2 の除去が不可欠である別の化学的プロセスで熱の発生のために利用することができ、他の既知の方法と比較して前記の除去コストを大幅に低減することができる。この方法によって、 NO_x の除去装置も不要になる。本発明に基づく方法は、例えば、カラムリボイラ（column reboiler）や、分留塔給送予熱器、反応炉給送予熱器、蒸気ボイラ及び加熱反応炉のような装置を使用したプロセスに適用することができよう。

このプロセスに添加される燃料は、天然ガス、メタノール、水素と一酸化炭素を含む合成ガス、混合炭化水素またはその他の可燃ガス混合物を含む精製燃料ガスである。

本発明によって、本発明者らは、高濃度の二酸化炭素及び低濃度の酸化窒素を含有する排気ガスを生成することにより、排気ガスから CO_2 と窒素酸化物の大気への排出を低減するための改良された方法を利用した柔軟性に富んだ電力および/または熱生成プロセスに到達した。この排気ガスは、別のプロセスに直接利用するのに、または噴射及び沈殿させるのに、またはオイル及び天然ガスを回収するのに適している。電力または熱発生プロセスの効率をそれほど低下させずに、 CO_2 含有率が 95 % 以上である排気ガスを発生することができる。

これは、従来形のバーナまたは燃焼装置の代わりに、混合酸素イオン及び電子伝導膜反応炉を適用することによって達成される。本発明者らは、更に、膜反応炉内の冷却材として、燃焼プロセスから再循環された二酸化炭素または、例えば排気ガスの一部である二酸化炭素と水との混合物を適用することを発見した。第 2 面（酸化側）への炭素の沈殿は、触媒材料を適切に選択し、かつ燃料と再循環された CO_2 及び H_2O を含有する排気ガスとの比率を適切に調整することによって、防止することができる。

10

20

30

40

50

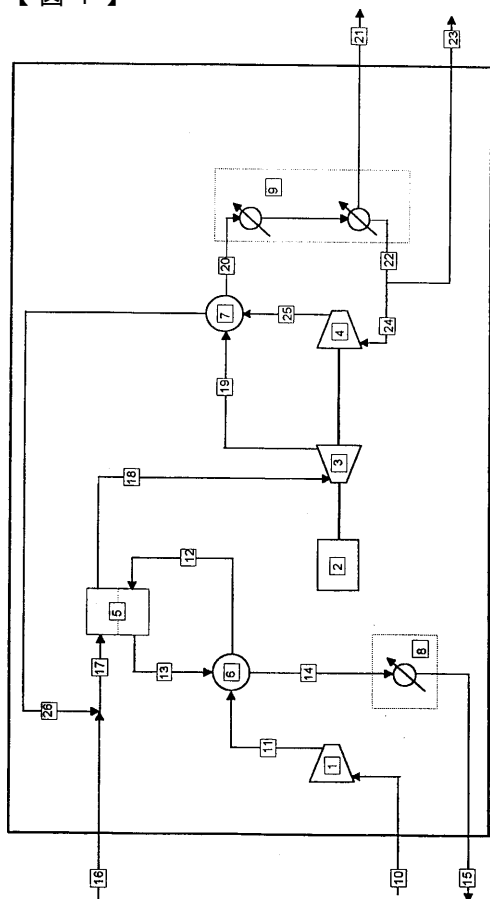
膜反応炉を採用することによって、酸素を中間冷却及び再圧縮しなくても、酸素を回収し、燃料と反応することができる。付加的な利点は、酸化側の酸素の分圧が酸化反応により極めて低くなるので、膜反応炉の送り側の動作圧を膜バーナの酸化側の動作圧よりも低く、または大幅に低くすることができる点にある。このことは、最初に空気を圧縮しなくても高圧酸化プロセスに酸素を供給でき、その結果、電力及び熱生成の効率が他の既知の方法と比較して高まることを意味している。

膜反応炉の送り側を出た酸素減損空気の酸素含有率は3%未満であり、かつ燃焼生成物を含有しておらず、それによって、例えばパージを目的とするような別の化学的プロセスに利用することができる。

上記のような混合伝導膜の利用は、基本的に、例えば複合サイクルの発電プラントまたは統合されたガス化及び複合サイクルの発電プラント、または燃料を燃焼させるいずれかのプロセスで、幾つかの種類の電力または熱発生プロセスに同様に利用することができる。

10

【図1】



【図2】

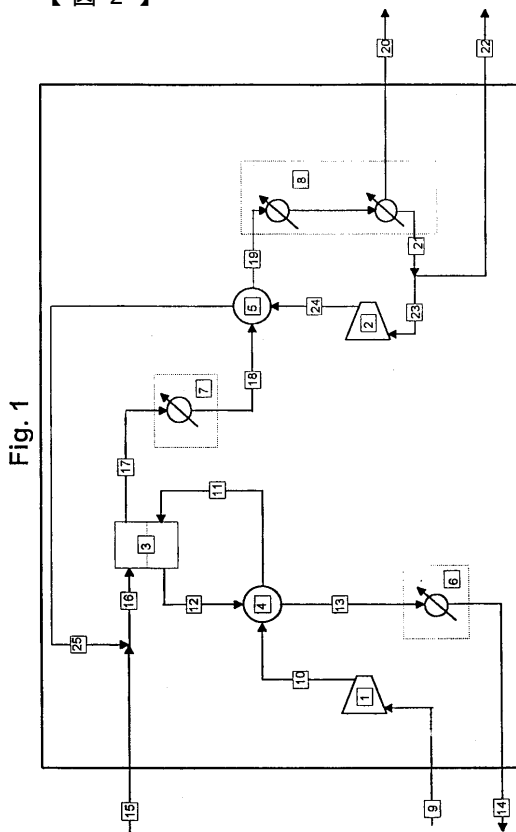


Fig. 2

フロントページの続き

- (72)発明者 アセン、クヌート・イングヴァー
ノルウェー国、3940 ヘイスタド、ティウルヴェイエ 22
- (72)発明者 サンドヴォルド、エリク
ノルウェー国、3931 ポルスグルン、シーフェルヴェイエ 31
- (72)発明者 ロングヴァ、ペーター・インゲ
ノルウェー国、1342 ヤル、ヴォル・テラーセ 21

合議体

審判長 水谷 万司

審判官 長浜 義憲

審判官 櫻井 康平

- (56)参考文献 特開平3-274674(JP,A)
特開昭60-195880(JP,A)
特開平3-101833(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F23C11/00 310

B01D53/22

F23L7/00