

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3816565号

(P3816565)

(45) 発行日 平成18年8月30日(2006.8.30)

(24) 登録日 平成18年6月16日(2006.6.16)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2C 3/20 (2006.01)	FO2C 3/20	
CO1B 3/38 (2006.01)	CO1B 3/38	
CO1B 3/50 (2006.01)	CO1B 3/50	
FO1K 23/16 (2006.01)	FO1K 23/16	
FO2C 6/00 (2006.01)	FO2C 6/00	E
請求項の数 2 (全 6 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願平8-7288	(73) 特許権者	590000282
(22) 出願日	平成8年1月19日(1996.1.19)		ハルドール・トプサー・アクチエゼルスカ
(65) 公開番号	特開平8-319850		ベット
(43) 公開日	平成8年12月3日(1996.12.3)		デンマーク国、2800 リングビー、ニ
審査請求日	平成14年10月8日(2002.10.8)		マレベエイ、55
(31) 優先権主張番号	0070/95	(74) 代理人	100069556
(32) 優先日	平成7年1月20日(1995.1.20)		弁理士 江崎 光史
(33) 優先権主張国	デンマーク(DK)	(74) 代理人	100092244
			弁理士 三原 恒男
		(74) 代理人	100093919
			弁理士 奥村 義道
		(72) 発明者	パウル・ルードベック
			デンマーク国、3480フレデンスボルク
			、ネルデボ、ステンガールツアレー、2
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 電力発生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気圧縮段階、第一および第二ガス燃焼段階、並びに回転発電機で電力を発生するため機械的出力を与える一連の第一および第二膨張段階から成り、ガスタービンサイクルで電力を発生する方法において、この方法が、

炭化水素供給ガスの吸熱触媒水蒸気改質により得られた高温の水素欠乏燃料ガスと空気圧縮段階からの空気とに対して第一燃焼段階を実行し、

第二膨張段階からの高温の排出ガスの熱と間接的に熱交換して吸熱水蒸気改質用の熱を供給し、

供給ガスの触媒水蒸気改質の間に水素欠乏燃料ガスから水素を多く含むガスを分離し、 10

第一膨張段階からの排出ガスと、水素欠乏燃料ガスから分離した水素を多く含むガスとに関して第一燃焼段階より低い圧力で第二燃焼段階を実行する、過程から成ることを特徴とする方法。

【請求項2】

水素を多く含むガスは水素透過性の膜により水素欠乏燃料ガスから分離されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電力発生に関し、特に化学的に回復可能なガスタービンサイクルの電力発 20

生の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

天然ガスに関して使用する通常の電力プラントは、空気コンプレッサー、高圧燃焼装置およびガス膨張装置で構成されている。コンプレッサーからの圧縮された空気と天然ガスは燃焼装置内で燃焼され、高温の燃焼ガスを供給する。この燃焼ガスはガス膨張装置内で減圧される。減圧期間中には、機械的なエネルギーがガス膨張装置内で広がり、回転する発電機に連結するシャフトに伝播する。上記のガスタービン系で現在得られている最大のサイクル効率は 40 % に達している。従って、ガス燃料タービンサイクル内の最近の開発はより高い効率を得ることに指向している。

10

【0003】

最近、ガスタービン排出ガスの回復により改善された効率を有する種々のガスタービンサイクルが提案され、タービン排出ガスの有効熱を化学的に回復させることを含む。回復するガスタービンサイクルでは、燃焼前に圧縮された空気を予備加熱したり、天然ガスを高燃料値の燃料に変換して、タービン排出ガスから変化し易い熱が燃料の付加的な熱に変換される。

【0004】

或る種の化学的に回復するガスタービンサイクルは、タービン排出ガスからの熱を利用して、天然ガスの触媒水蒸気の改質を行う。主にメタンから成る天然ガスは、メタンよりかなり高い燃料値の水素と炭素酸化物のガス混合物に改質された水蒸気である。吸熱性水蒸気を改質する反応に必要な熱は、回復性のガスタービンサイクルにより、高温のタービン排出ガスからの熱により供給される。

20

【0005】

従来の技術で周知の化学的に回復するガスタービンサイクルは、通常二段の燃焼と膨張のサイクルで構成されている。水蒸気が改質された天然ガスは第一段階で空気コンプレッサーからの圧縮された空気と共に燃焼され、第一膨張装置で膨張される。第一膨張装置からの排出ガスは更に水蒸気が改質されたガスと混合され、第二燃焼段階の後に第二膨張装置内で膨張する。次いで、第二膨張装置からの高温の排出ガスは、排出ガス中の熱を利用するため、熱交換水蒸気改質装置に導入される。

【0006】

通常の二段化学回復性のガスタービンサイクルは 50 % 以上の効率を実証している。水素を減らした燃料ガスを高圧で燃焼させる第一燃焼段階を使用し、水素の多い燃料ガスを低圧で燃焼させる第二燃焼段階を使用すると、効率はもっと改善されることが見出されている。

30

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

それ故、この発明の課題は、上記の事実に鑑み、ガスタービンサイクルで更に効率を改善できる電力発生方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の課題は、この発明により、空気圧縮段階、第一および第二ガス燃焼段階、並びに回転発電機で電力を発生するため機械的出力を与える、一連の第一および第二膨張段階から成り、ガスタービンサイクルで電力を発生する方法にあって、炭化水素供給ガスの吸熱触媒水蒸気改質により得られた高温の水素欠乏燃料ガスと空気圧縮段階からの空気とに対して第一燃焼段階を実行し、第二膨張段階からの高温の排出ガスの熱と間接的に熱交換して吸熱水蒸気改質用の熱を供給し、供給ガスの触媒水蒸気改質の間に水素欠乏燃料ガスから水素を多く含むガスを分離し、第一膨張段階からの排出ガスと、水素欠乏燃料ガスから分離した水素を多く含むガスとに関して第一燃焼段階より低い圧力で第二燃焼段階を実行する、過程から成る方法によって解決されている。

40

【0009】

50

この発明による他の有利な構成は、請求項 2 に記載されている。

【0010】

【発明の実施の形態】

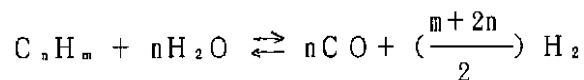
熱交換反応塔は通常石油化学産業で合成ガスと水素を生成するために使用されている。これ等の改質反応塔は、通常出口を閉じた外筒と開放している内筒の差し込み式の筒型である。内筒と外筒の壁の間に形成されたリングには、外筒の壁の高温ガスと内筒の壁の高温の生成ガスと間接的に熱伝導する水蒸気改質触媒が充填されている。

【0011】

水素分離は一般に吸着法あるいは拡散法により行われ、例えばモレキュラーシーブ吸着あるいは白金または白金銀膜拡散のような方法で、ウルマンス・エンツクロペディ・デア・テヒニッシェン・ヒエミー (Ullmans Encyklopaedie der technischen Chemi) の第 3 版、第 18 巻の 521～522 ページおよび 527～528 ページを参照されたい。上に述べたように、化学的に回復するガスタービンサイクルの主要な利点は、供給ガスよりも大きい燃料値の燃料を生成するためタービン排出ガスからの熱を利用することにある。これは、供給ガスを高燃料値の燃料ガスに水蒸気改質する熱供給物として高温の排出ガスを使用することにより得られる。従って、水蒸気改質反応処理は H₂ と CO の形成に関して以下の化学平衡式により規定される。つまり、

【0012】

【外 1】



【0013】

上記平衡反応により、反応ガスから連続的に H₂ を除去すると、供給ガスのより高い変換度得られる。従って、この平衡は H₂ と CO の形成を押し進める。触媒水蒸気改質の間に水素を連続的に除去することは、水蒸気改質触媒の固定床を有する周知のメタン反応塔内で行うと有利である。これ等の反応塔では、多孔質のセラミックス層の上に水素透過金属膜が設けてある。

【0014】

この膜は触媒床に配置されている筒状になっている。水蒸気改質の間に生成された水素は膜の筒を通過し、水素を多く含むガスが通常蒸気である通過ガスと共に筒から排出される。水素が触媒床の反応ガスから連続的に除去されると、水素の欠乏するガスがこの床から除去される。この発明による方法で膜反応塔を使用すると、触媒床からの水素欠乏ガスは第一燃焼段階で燃焼装置に導入される。このガスは、第一燃焼段階で圧縮された空気と共に燃焼させるために非常な高圧になって反応塔を出てゆく。

【0015】

触媒床からのガスより低い圧力で膜の筒から除去された水素を多く含むガスは第二燃焼段階で燃焼装置に導入される。この第二燃焼段階では、水素を多く含むガスが第一膨張段階からの減圧された排出ガスと共に燃焼される。第二燃焼段階からの燃焼ガスは第二膨張段階で大気圧あるいはそれより幾分高い圧力に膨張する。第一および第二膨張段階のガスタービン内の燃焼ガスの膨張により得られる機械的なエネルギーは回転発電機内で電力に変換される。この発電機はガスタービンとシャフトで連結している。

【0016】

【実施例】

以上、この発明を図面に模式的に示す実施例に基づきより詳しく説明する。

例 1

この例はこの発明の好適実施例による膜水蒸気改質反応塔内で天然ガスを水蒸気改質する間に水素除去を伴う化学的に回復するガスタービンサイクルに関して行われる計算モデルを表す。

【0017】

10

20

30

40

50

この計算モデルは図 1 に示すフローシートに開示されている。

このモデルに使用するガスタービンサイクルは、ニッケルを含む通常の水蒸気改質触媒の触媒床 4 を有する膜水蒸気改質反応塔 2 と白金膜の筒 6 から成る。更に、このサイクルは第一燃焼ユニット 8 と、第二燃焼ユニット 10 と、互いにシャフトで連結し、回転発電機 18 に連結する、空気コンプレッサー 12、第一膨張装置 14 および第二膨張装置 16 の第一圧縮・膨張ユニットとを有する。天然ガスと蒸気は導管 20 で 40 気圧の圧力で改善反応塔 2 に行き、触媒床 4 に導入される。このガスは膨張装置 16 からの高温の排出ガスと間接的に熱伝導する水蒸気改質触媒と接触することにより触媒床 4 で改質された水蒸気である。従って、高温の排出ガスは 765℃の温度で反応塔に導入され、熱交換後導管 24 を経由して 636℃で排除される。

10

【0018】

天然ガスの水蒸気改質の間に、生成水素の一部が上に説明したように膜の筒 6 を透過し、水素を多く含むガスが筒 6 から導管 26 を経由して導入された蒸気と共に排除される。43.6 容量%の H₂ と 56.4 容量%の H₂O の成分を有する水素を多く含むガスは導管 28 内を 600℃で通過し、33,407 Nm³/h の流量で第二燃焼装置 10 に往く。下記成分、

CH₄ 22.1 容量%
H₂ 12.3 容量%
CO 1.8 容量%
CO₂ 17.7 容量%
H₂O 45.9 容量%
N₂ 0.2 容量%

20

を有する水素欠乏ガスは触媒床 4 から 600℃で回収され、導管 30 を 24,943 Nm³/h の流量で第一燃焼装置 8 に往く。このガスは 40 気圧の圧力で燃焼装置 8 に導入され、圧縮された空気 32 と共に燃焼する。高温の燃焼ガスは膨張装置 14 内で膨張するので、回転エネルギーを与える。膨張装置 14 からの排出ガス 36 は水素を多量に含むガスと共に 11 気圧の圧力で第二燃焼装置 10 内で燃える。燃焼装置 10 からの排出ガスは第二膨張装置 16 内で膨張するので、更に回転エネルギーを与える。膨張装置 14 と 16 で発生した回転エネルギーは回転発電機 18 で 56 MW の電力に変換されるが、このサイクルで導入された天然ガスのエネルギー量は 100 MW であったので、サイクル効率は 56 %となる。

【0019】

30

比較例

上の例と似ているサイクルにあって、膜水蒸気改質反応塔を水素分離なしの改質反応塔に置き換えた。100 MW のエネルギー量の天然ガスは、下記成分、

CH₄ 25.0 容量%
H₂ 18.3 容量%
CO 0.7 容量%
CO₂ 5.0 容量%
H₂O 50.8 容量%
N₂ 0.2 容量%

を有する燃料ガスに対して改質された蒸気であった。

40

【0020】

例 1 のように、水蒸気改質は高温の排出ガス 22 (702℃) と間接的に熱交換して行われ、熱交換後 641℃で反応塔を離れた。33.661 Nm³/h の流量と 600℃の温度で反応塔から出た燃料ガス流は、水蒸気改質後の燃料ガス流の燃料値に関して計算した、67 %の燃料値の第一燃料ガス流と、33 %の燃料値の第二燃料ガス流に分割された。これ等の燃料ガス流を燃焼させ、例 1 と同じように膨張させた。比較サイクルで得られた電力は 52 MW であり、52 %の効率に相当した。この効率は例 1 で得られたものより絶対値で 4%小さい。

【0021】

【発明の効果】

50

以上説明したように、この発明のガスタービンサイクルの電力発生方法により、更に効率を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

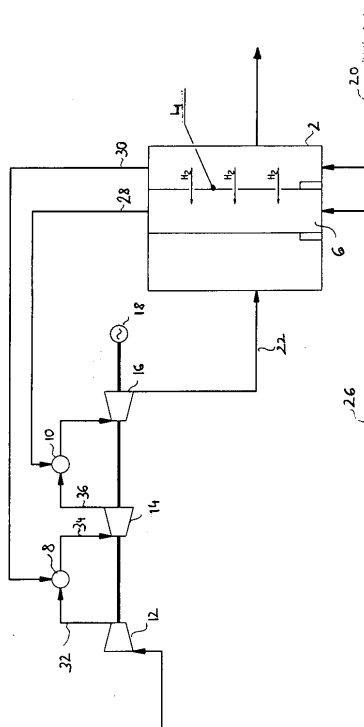
【図 1】 この発明によるガスタービンサイクルのフローシート。

【符号の説明】

- 2 膜水蒸気改質反応塔
- 4 触媒床
- 6 白金膜の筒
- 8 第一燃焼ユニット
- 10 第二燃焼ユニット
- 12 空気コンプレッサー
- 14 第一膨張装置
- 16 第二膨張装置
- 18 回転発電機
- 20, 24, 26, 28, 30 導管
- 32 圧縮された空気
- 36 排出ガス

10

【図 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
F 0 2 C	6/02	(2006.01)	F 0 2 C 6/00 B
F 0 2 C	6/18	(2006.01)	F 0 2 C 6/02
F 0 2 C	9/40	(2006.01)	F 0 2 C 6/18 Z
			F 0 2 C 9/40 B

(72)発明者 キム・アースベルク・ペーターゼン
デンマーク国、２８３０ビルーム、アスケバンゲット、１７、１デー・ファウ

(72)発明者 スーザネ・ラグスガールト・イヨルゲンセン
デンマーク国、２８５０ナールム、エーゲヘグネト、３９

(72)発明者 パウル・エリック・ヒヨイルント・ニールゼン
デンマーク国、３４８０フレデンスボルク、ローランツベエイ、３

審査官 佐藤 正浩

(56)参考文献 特開平０６－３２１５０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 3/14
F02C 6/02
F02C 6/18
F02C 7/22
F02C 9/40
F23R 3/34
F23R 3/36
C01B 3/56