

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5282114号
(P5282114)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F I
C O 1 B 3/38 (2006.01) C O 1 B 3/38

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-66912 (P2011-66912)	(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、1番
(22) 出願日	平成23年3月25日(2011.3.25)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(65) 公開番号	特開2011-207755 (P2011-207755A)	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(43) 公開日	平成23年10月20日(2011.10.20)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
審査請求日	平成24年12月11日(2012.12.11)	(72) 発明者	ジョナサン・ドワイト・ベリー アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番
(31) 優先権主張番号	12/749, 985		
(32) 優先日	平成22年3月30日(2010.3.30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体被冷却改質器および改質器を冷却するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガス・タービン・システムに対する流体被冷却改質器(22)であって、
 圧力容器(24)と、
 前記圧力容器(24)内に配置された反応器アセンブリ(26)であって、発熱反応器(46)と前記発熱反応器(46)を囲む反応器ライナ(48)とを備え、酸素/燃料混合物を受け取って改質し、加熱改質油ストリームを生成するように構成された反応器アセンブリ(26)と、
 流体ストリームを前記圧力容器(24)内に送るように構成された入口(30)であって、前記流体ストリームの少なくとも一部が前記反応器ライナの周りに送られて、外部との熱交換により前記反応器アセンブリ(26)を冷却する、入口(30)と、
 前記発熱反応器(46)の下流に配置された改質油冷却部(32)であって、前記反応器アセンブリ(26)によって生成される前記加熱改質油ストリームを前記流体ストリームの前記少なくとも一部を用いて冷却するように構成された改質油冷却部(32)と、
 を備え、
 前記反応器アセンブリ(26)を冷却する前記流体ストリームの少なくとも一部が、前記発熱反応器(46)の下流の前記加熱改質油ストリームと混合される、
 流体被冷却改質器(22)。

【請求項2】

前記流体ストリームには、バルク燃料ストリーム、蒸気ストリーム、または希釈剤スト

リームが含まれる、請求項 1 に記載の流体被冷却改質器 (2 2) 。

【請求項 3】

前記発熱反応器 (4 6) の上流に配置された混合部 (2 8) であって、酸素含有ガスを燃料と混合して前記酸素 / 燃料混合物を形成するように構成された混合部 (2 8) を備える、請求項 1 に記載の流体被冷却改質器 (2 2) 。

【請求項 4】

少なくとも部分的に前記反応器ライナ (4 8) を囲む衝突スリーブ (5 8) であって、前記流体ストリームの前記少なくとも一部を前記反応器ライナ (4 8) の回りに分配するように構成された衝突スリーブ (5 8) を備える、請求項 1 に記載の流体被冷却改質器 (2 2) 。

10

【請求項 5】

前記発熱反応器 (4 6) は触媒部分酸化反応器である、請求項 1 に記載の流体被冷却改質器 (2 2) 。

【請求項 6】

前記反応器アセンブリ (2 6) は、前記圧力容器 (2 4) の前方端部 (3 4) から離間に配置されて、前記反応器アセンブリ (2 4) と前記前方端部 (3 4) との間に空洞 (6 6) を画定し、前記反応器ライナの周りに送られた流体ストリームの一部が分流されて前記空洞 (6 6) 内に入る、請求項 1 に記載の流体被冷却改質器 (2 2) 。

【請求項 7】

前記改質油冷却部 (3 2) は、前記加熱改質油ストリームを前記流体ストリームの前記少なくとも一部と混合するように構成された少なくとも 1 つの混合要素 (9 4) を備える、請求項 1 に記載の流体被冷却改質器 (2 2) 。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本主題は一般的に、ガス・タービン・システムに関し、詳細には、ガス・タービン・システムに対する流体被冷却改質器 (fluid cooled reformer) と、燃料改質器およびこのような燃料改質器によって生成される加熱改質油ストリーム (heated reformat e stream) の両方を冷却するための方法とに関する。

30

【背景技術】

【0002】

パワー発生に対する商業運転においてガス・タービンが広く用いられている。一般的に、ガス・タービンは、エンジンの軸の周りに環状アレイに配置された複数の燃焼器を備えている場合がある。圧縮機によって圧縮空気が各燃焼器に供給され、圧縮空気および燃料が混合されて燃焼される。各燃焼器から燃焼の高温ガスがエンジンのタービン部に流れ、エネルギーが燃焼ガスから抽出されて仕事が生成される。

【0003】

燃焼器性能を制御することは、満足のいく全体的なガス・タービン運転を達成して維持するために、また許容できる排出レベル (たとえば NOx レベル) を達成するために必要である。一般的に、燃焼器に供給される空気 / 燃料混合気中に存在する水素の量を増加させると、ガス・タービンの運転に著しく影響を与える可能性があることが知られている。たとえば、ある特定の量の水素が空気 / 燃料混合気中に存在することによって、燃焼安定性およびターンダウンが増加し、その結果、排出を削減して、低負荷側で排出規制に適合した運転をすることが可能になる。

40

【0004】

従来の炭化水素燃料源を改質または転化して水素リッチ・ガス・ストリームにする燃料改質システムが知られている。たとえば、部分酸化反応器 (たとえば接触部分酸化 (C P O X) 反応器) を用いる改質器が、酸素 / 燃料混合物を部分酸化して主に水素および一酸

50

化炭素を形成するものとして知られている。このような改質システムは従来、燃料電池市場に向けられており、特に高品質水素を生成することに関心が集まっていた。燃料改質プロセス中に起こる反応は発熱の性質であるため、高温生成物が生成される。たとえば、反応器から出る水素リッチ改質油ストリームの温度は1700華氏温度を超える場合がある。

【0005】

改質プロセスには高温が伴うため、ガス・タービン内で燃料改質システムを用いることには制限があった。たとえば、改質器によって生成される加熱改質油ストリームの温度は一般的に、ガス・タービンの配管システム内の管を形成するために用いる材料に対する許容温度を超える場合がある。したがって、加熱改質油ストリームを配管システム内に直接送れるようにするためには、すべての下流配管に対して高温材料が必要となるであろう。しかしこのような配管では、ガス・タービンに対する材料コストが著しく増加するであろう。さらに加えて、改質器はそれ自体を一般的に、改質器の構成部品の過熱および損傷を防止するために冷却する必要がある。しかし付加的な冷却システム（たとえば熱交換器）があると、不要な複雑性および費用が加わることになる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第3,796,547号明細書

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、燃料改質器として、改質器から放出される加熱改質油ストリームに対する費用対効果が高く比較的単純な冷却を実現するとともに、改質器自体の冷却も実現するものがあれば、当該技術において受け入れられるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の態様および優位性は、以下の説明において部分的に示されるか、説明から明らかとなる場合があるか、または本発明の実施を通して習得される場合がある。

【0009】

30

一態様においては、本主題によって、ガス・タービン・システムに対する流体被冷却改質器が提供される。流体被冷却改質器は、圧力容器と圧力容器内に配置された反応器アセンブリとを備える。反応器アセンブリは、反応器を備えていても良く、また酸素/燃料混合物を受け取って改質し、加熱改質油ストリームを生成するように構成しても良い。さらに加えて、流体被冷却改質器は、流体ストリームを圧力容器内に送るように構成された入口を備えていても良い。流体ストリームの少なくとも一部を用いて、反応器アセンブリを冷却しても良い。改質油冷却部を、反応器アセンブリの反応器の下流に配置しても良く、加熱改質油ストリームを冷却するように構成しても良い。

【0010】

別の態様においては、本主題によって、燃料改質器とこのような燃料改質器によって生成される加熱改質油ストリームとの両方を冷却するための方法が提供される。本方法は、流体ストリームを燃料改質器の反応器アセンブリの周りに送って反応器アセンブリを冷却することであって、反応器アセンブリは加熱改質油ストリームを生成するように構成される冷却することと、加熱改質油ストリームを流体ストリームと混合して加熱改質油ストリームを冷却することと、を含む。

40

【0011】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様および優位性は、以下の説明および添付の請求項を参照してより良好に理解される。添付図面は、本明細書に取り入れられてその一部を構成するものであるが、本発明の実施形態を例示し、説明とともに本発明の原理を説明する働きをするものである。

50

【0012】

本発明の完全で実施可能な程度の開示が、そのベスト・モードも含めて、当業者に向けられており、本明細書で説明され、添付図に言及する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】ガス・タービンの概略図を例示する図である。

【図2】本主題の態様による流体被冷却改質器の実施形態の断面側面図を例示する図である。

【図3】図2に例示する流体被冷却改質器の実施形態の断面側面図を例示し、特に、流体被冷却改質器の圧力容器の拡大図を例示する図である。

【図4】本主題の態様による流体被冷却改質器の別の実施形態の断面側面図を例示する図である。

【図5】本主題の態様による流体被冷却改質器のさらなる実施形態の断面側面図を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

次に、本発明の実施形態について詳細に述べる。その1または複数の実施例が図面に例示されている。各実施例は、本発明の説明として与えられているものであり、本発明を限定するものではない。実際には、当業者には明らかであるように、種々の変更および変形を、本発明の範囲または趣旨から逸脱することなく本発明において行なうことができる。たとえば、一実施形態の一部として例示または記載される特徴を別の実施形態とともに用いて、さらに他の実施形態とすることができる。このように、本発明は、添付の請求項およびそれらの均等物の範囲に入る変更および変形に及ぶことが意図されている。

【0015】

一般的に、本主題によって、ガス・タービン・システムに対する流体被冷却改質器とともに、燃料改質器とこのような改質器によって生成される加熱改質油ストリームとの両方を冷却するための方法が提供される。一実施形態において、本主題によって開示される流体被冷却改質器は、ガス・タービンの主燃料源から流れる燃料ストリームの少なくとも一部を用いて、燃料改質器の反応器アセンブリおよび圧力容器を冷却するものである。たとえば、主燃料源から来る燃料ストリーム部分を反応器アセンブリ上に、周りに、および/または隣接して送って、反応器アセンブリを冷却し、過熱による燃料改質器の損傷を防止しても良い。さらに加えて、燃料ストリームを用いて、反応器アセンブリによって生成される加熱改質油ストリームを冷却しても良い。たとえば、燃料ストリームを加熱改質油ストリームと混合して、改質油の全体的な温度を許容レベルまで下げ、燃料/改質油混合物を管を通して下流に、低コストで低温の配管材料を用いて送り得るようにしても良い。こうして、費用効率の高いインライン燃料改質プロセスをガス・タービン内に設けて、水素リッチ燃料ストリームを生成しても良い。水素リッチ燃料ストリームはそれ自体、多くの動作上の利益をもたらす場合がある。たとえば、燃料ストリーム内の水素レベルが増加すると、低NO_x運転中の火炎安定性向上、排出削減、およびターンダウン増加を実現することができる。さらに加えて、改質プロセスによって燃料温度の増加につながる場合があり、その結果、燃焼効率を高めることができ、ウォッペ指数が変化することになる。さらに加えて、イン・ライン燃料改質器を用いれば燃料反応性を制御できる場合があり、その結果、燃料柔軟性を高めることができる。

【0016】

当然のことながら、本明細書では概略的に、本主題の流体被冷却改質器が燃料ストリームを冷却用に用いると説明しているが、改質器の反応器アセンブリならびに加熱改質油を、任意の好適な流体ストリームを用いて冷却しても良い。たとえば、一実施形態においては、蒸気を改質器内に入口を通して送って、反応器アセンブリに対する冷却を行なっても良い。また、蒸気を、反応器アセンブリから出る加熱改質油ストリームと混合して、改質油ストリームに対する冷却を行なっても良い。代替的な実施形態においては、希釈剤スト

10

20

30

40

50

リーム（たとえば窒素希釈剤ストリーム）を本主題の改質器内に送って、反応器アセンブリおよび加熱改質油ストリームの両方を冷却しても良い。さらに、当業者であれば分かるように、他の種々の流体を本主題の範囲内で用いて、反応器アセンブリならびに加熱改質油ストリームを冷却しても良い。

【0017】

図面を参照して、図1にガス・タービン10の概略図を例示する。ガス・タービン10は、圧縮機部12、燃焼器部14を構成する複数の燃焼器、およびタービン部16を備えていても良い。圧縮機部12およびタービン部16はシャフト18によって結合されていても良い。シャフト18は、単一シャフトであっても良いし、複数のシャフト・セグメントが互いに結合されてシャフト18を形成するものであっても良い。動作時に、圧縮機部12から圧縮空気が燃焼器部14に供給され、主燃料源20から主燃料ストリームが燃焼器部14に供給される。空気および燃料が各燃焼器内で混合されて燃焼され、燃焼の高温ガスが燃焼器部14からタービン部16へ流れて、エネルギーが燃焼ガスから抽出されて仕事が生成される。さらに加えて、本主題の実施形態によれば、流体被冷却改質器22を、燃焼器部14の上流（たとえば、燃料供給マニフォールド（例示せず）の上流）に配置し、主燃料ストリームの一部を改質して水素リッチ改質油ストリームを生成しても良い。次に、この水素リッチ改質油ストリームを主燃料ストリームの残りの部分と混合して、燃焼器部14に管で送り、燃焼を図っても良い。さらに、本主題の複数の実施形態を参照して以下に詳細に説明するように、主燃料ストリームの未改質部分（本明細書では一般的に、バルク燃料ストリームと記載する）を用いて、燃料改質器22を、未改質燃料と改質油ストリームとを混合する前に冷却しても良い。

【0018】

本主題の態様により、図2および3に、ガス・タービン・システムに対する流体被冷却改質器22の一実施形態を例示する。一般的に、流体被冷却改質器22は、圧力容器24、および圧力容器24内に配置された反応器アセンブリ26を備える。反応器アセンブリ26は一般的に、反応器46および反応器ライナ48を備えていても良い。さらに加えて、反応器アセンブリ26を、酸素含有ガスおよび燃料の混合物を受け取り、混合物を改質して、加熱改質油ストリームを生成するように構成しても良い。混合部28を、反応器46の上流に配置しても良く、また酸素含有ガスを燃料と混合して酸素/燃料混合物を形成するように構成しても良い。さらに加えて、流体被冷却改質器22は、バルク燃料ストリームを圧力容器24内に送るよう構成された入口（たとえばバルク燃料入口30）を備えていても良い。バルク燃料ストリームを、反応器アセンブリ26上に、周りに、および/または隣接して送って、反応器アセンブリ26を冷却しても良い。さらに、改質油冷却部32を、反応器46の下流に配置しても良く、また反応器アセンブリ26から放出される加熱改質油ストリームを、反応器アセンブリ26を冷却するために以前に用いた流体ストリームを用いて冷却するように構成しても良い。

【0019】

流体被冷却改質器22の圧力容器24は、前方端部34、後方端部36、および前方端部34と後方端部36との間に配置された周囲面38を備えていても良い。圧力容器24の前方端部34において一般的に、酸素含有ガスのストリーム、燃料ストリーム、または両方の混合物が圧力容器24内に流れ込めるようにする1または複数の開口部または通路を画定しても良い。たとえば、図2および3に示すように、前方端部34において、混合部28の予混合器チューブ56を受けよう構成された酸素/燃料通路42を画定して、酸素/燃料混合物を圧力容器24内に送り得るようにしても良い。さらに加えて、圧力容器24の後方端部36において、反応器アセンブリ26から出る加熱改質油ストリームと反応器アセンブリ26の周りを流れるバルク燃料ストリームとを圧力容器24から放出するための少なくとも1つの出口44を画定しても良い。さらに、圧力容器24の周囲面38を、前方端部および後方端部34、36の間に配置して、一般的に圧力容器24の側面または壁を画定しても良い。たとえば、図2および3に示したように、周囲面38を前方端部および後方端部34、36に取り付けても良く、シール（例示せず）を周囲面38

10

20

30

40

50

と端部 3 4、3 6 との界面に配置して、圧力容器 2 4 からの漏れを防止しても良い。

【 0 0 2 0 】

当然のことながら、圧力容器 2 4 を一般的に円筒形状として示しているが、圧力容器 2 4 は一般的に、任意の好適な形状であっても良い。たとえば、圧力容器 2 4 は、矩形であっても良く、圧力容器 2 4 の 4 つの側辺または壁を画定するように、前方端部および後方端部 3 4、3 6 の間に配置された周囲面 3 8 を備えていても良い。さらにまた当然のことながら、反応器アセンブリ 2 6 内で起こる反応が発熱の性質であることから、圧力容器 2 4 を高温に耐えるように構成しても良い。したがって、当業者であれば分かるように、圧力容器 2 4 を、改質プロセス中に生じる温度に耐えられる高温材料から形成しても良い。たとえば、圧力容器 2 4 を高温セラミックから形成しても良い。

10

【 0 0 2 1 】

前述したように、本主題の反応器アセンブリ 2 6 を、圧力容器 2 4 内に配置しても良く、また流体被冷却改質器 2 2 の混合部 2 8 から流れる酸素 / 燃料混合物を受け取って改質するように構成しても良い。さらに加えて、反応器アセンブリ 2 6 は反応器 4 6 および反応器ライナ 4 8 を備えていても良い。反応器 4 6 は一般的に、当該技術分野で知られる任意の好適な燃料反応器であって、燃料ストリームを転化または改質して水素リッチな加熱改質油ストリームを生成するように構成された燃料反応器を備えていても良い。典型的な実施形態においては、反応器 4 6 は、混合部 2 8 から流れる酸素 / 燃料混合物を改質して主に水素および一酸化炭素を生成するための接触部分酸化 (CPOX) 反応器を備えていても良い。たとえば、CPOX 反応器を、主燃料源 2 0 から流れる燃料のごく一部分を酸素を用いた発熱プロセスにおいて部分的に改質して、水素リッチな加熱改質油ストリームを生成するように構成しても良い。加熱改質油ストリームを次に、未改質のバルク燃料ストリームと混合して、管を通して下流にガス・タービン 1 0 の燃焼器部 1 4 へ送って、火災安定性を向上させ、排出を削減し、ターンダウンを増加させても良い。

20

【 0 0 2 2 】

反応器アセンブリ 2 6 の反応器ライナ 4 8 は一般的に、反応器 4 6 内で起こる発熱反応によって形成される高温生成物を収容するように反応器 4 6 を囲んでいても良い。さらに加えて、反応器ライナ 4 8 を、このような反応によって生成される加熱改質油ストリームを流体被冷却改質器 2 2 の改質油冷却部 3 2 内に送るように構成しても良い。したがって、図 3 に示すように、反応器ライナ 4 8 は、加熱改質油ストリームを改質油冷却部 3 2 内に送るための収束部 5 0 を有していても良い。当然のことながら、圧力容器 2 4 と同様に、反応器ライナ 4 8 は一般的に、発熱改質プロセスによって生じる高温に耐えるように構成しても良く、したがって任意の好適な高温材料 (たとえば高温セラミック) で作っても良い。

30

【 0 0 2 3 】

前述したように、流体被冷却改質器 2 2 の混合部 2 8 を、反応器 4 6 の上流に配置しても良い。一般的に、混合部 2 8 は、酸素含有ガスを燃料と混合して酸素 / 燃料混合物を形成するように構成しても良い。したがって、図 2 に示すように、混合部は、酸素源 5 2 および燃料源 5 4 と流れ連絡していても良い。典型的な実施形態においては、酸素含有ガスには空気が含まれている。そのためガス・タービン 1 0 の圧縮機部 1 2 は、混合部 2 8 に対する酸素源 5 2 として機能しても良い。たとえば、圧縮機部 1 2 の圧縮機 (例示せず) から出る加圧空気の一部を、主空気流から分流して、混合部 2 8 に管で送る (または他の方法で供給する) ようにしても良い。このような実施形態においては、付加的な圧縮機 (例示せず) (たとえばブースト圧縮機) を混合部 2 8 の上流に配置して、圧縮機部 1 2 から流れる空気をさらに加圧し、および / または管内に起こるわずかな圧力損失も補償するようにしても良い。さらに加えて、典型的な実施形態においては、ガス・タービンに対する主燃料源 2 0 は、混合部 2 8 に対する燃料源 5 4 として機能しても良い。したがって、一実施形態においては、主燃料源 2 0 から流れる主燃料ストリームの一部分を分流して混合部 2 8 内に入れ、圧縮機部 1 2 から来る空気と混合して酸素 / 燃料混合物を形成しても良い。酸素 / 燃料混合物を次に、反応器アセンブリ 2 6 内に送って改質プロセスを活性化

40

50

しても良い。しかし当業者であれば分かるように、混合部 28 内に送る燃料はガス・タービン 10 の主燃料源 20 から来る必要はない。たとえば、代替的な実施形態においては、副燃料供給が、混合部 28 に対する燃料源 54 として機能しても良い。さらに加えて、当然のことながら、混合部 28 に流れ込む酸素含有ガスは、圧縮機部 12 以外の供給源（たとえば副または外部空気源）に由来しても良い。

【0024】

混合部 28 は一般的に、混合部 28 に供給される酸素含有ガスと燃料との混合を促進するための任意の構成を有していても良い。一実施形態においては、図 2 に示すように、混合部 28 は、圧力容器 24 の前方端部 34 から外側に延びる予混合器チューブ 56 を備えていても良い。予混合器チューブ 56 は、酸素源 52 および燃料源 54 と流れ連絡して、酸素含有ガスおよび燃料が予混合器チューブ 56 内で混合されて酸素/燃料混合物を形成し得るようになっていても良い。その結果、当然のことながら、予混合器チューブ 56 は一般的に、酸素含有ガスおよび燃料を反応器アセンブリ 26 内に送る前に十分に混合することができる任意の好適なサイズ、長さ、または混合特徴部を有していても良い。さらに加えて、図 2 および 3 に例示されるように、予混合器チューブ 56 を、圧力容器 24 の前方端部 34 において形成される酸素/燃料通路 42 において受けても良い。こうして酸素/燃料混合物は、予混合器チューブ 56 から反応器アセンブリ 26 内に直接流れても良い。代替的な実施形態においては、予混合器チューブ 56 を、圧力容器 24 の前方端部 34 の外面 40 に取り付けても良いし、溶接しても良いし、または他の方法で固定しても良い。このような実施形態においては、予混合器チューブ 56 を出る酸素/燃料混合物は、前方端部 34 において形成される酸素/燃料通路 42 を通って流れることを、反応器アセンブリ 26 内に流れ込んで改質を図る前に行なっても良い。

【0025】

やはり図 2 および 3 を参照して、流体被冷却改質器 22 はまた、流体蒸気を圧力容器内に送るための入口を備えていても良い。一実施形態においては、改質器 22 は、バルク燃料ストリームを圧力容器 24 内に送るためのバルク燃料入口 30 を備えていても良い。図示したように、バルク燃料入口 30 を圧力容器 24 の周囲面 38 において画定して、燃料ストリームが圧力容器 24 に入れるようにしても良い。しかし当然のことながら、代替的な実施形態においては、バルク燃料入口 30 を、圧力容器 24 の前方端部 34 または後方端部 36 において画定しても良い。さらに加えて、当然のことながら、バルク燃料ストリームには、主燃料源 20 から供給される主燃料ストリームの一部または全部が含まれていても良い。たとえば、図 2 および 3 の実施形態においては、バルク燃料ストリームには、主燃料ストリームから、主燃料ストリームから分流されて流体被冷却改質器 22 の混合部 28 に送られる燃料の一部分を引いたものが含まれていても良い。

【0026】

圧力容器 24 内に流れ込むバルク燃料ストリームは、多数の機能を果たしても良い。たとえば、バルク燃料ストリームは、特に圧力容器 24 および反応器アセンブリ 26 の表面および/またはライナの温度と比べて、相対的に低温であっても良い。その結果、バルク燃料ストリームを用いて、圧力容器 24 および反応器アセンブリ 26 の両方を冷却しても良い。たとえば、バルク燃料ストリームを反応器ライナ 48 上に、周りに、および/または隣接して送って、反応器アセンブリ 26 を冷却しても良い。特に、一実施形態においては、バルク燃料ストリームを反応器アセンブリ 26 の周りに送って反応器ライナ 48 に接触させ、熱がライナ 48 と燃料ストリームとの間の伝導によって伝達できるようにしても良い。さらに加えて、バルク燃料ストリームを用いて、反応器アセンブリ 26 から出る加熱改質油ストリームを冷却しても良い。たとえば、バルク燃料ストリームを、加熱改質油ストリームと混合して、改質油の温度を下流配管が耐えられる温度まで下げても良い。しかし、当然のことながら、流体ストリーム（バルク燃料ストリーム以外）を圧力容器 24 内に送って冷却を行なっても良い。たとえば、代替的な実施形態においては、蒸気のストリームまたは希釈剤ストリーム（たとえば窒素希釈剤ストリーム）を入口を通して圧力容器 24 内に送って、反応器アセンブリ 26 および加熱改質油ストリームを冷却しても良い

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

反応器アセンブリ 2 6 の冷却を促進するために、流体被冷却改質器 2 2 はまた、衝突スリーブ 5 8 を備えていても良い。特に図 3 に示すように、衝突スリーブ 5 8 を、圧力容器 2 4 内に配置しても良く、また反応器アセンブリ 2 6 の反応器ライナ 4 8 に隣接させてこれを少なくとも部分的に囲むようにしても良い。こうして衝突スリーブ 5 8 を一般的に、バルク燃料ストリームを反応器ライナ 4 8 上に、周りに、および/または隣接して分配して反応器アセンブリ 2 6 を冷却するように、構成しても良い。したがって、複数の衝突孔 6 0 を衝突スリーブ 5 8 において形成して、バルク燃料ストリームがスリーブ 5 8 を通って流れて反応器ライナ 4 8 に衝突できるようにしても良い。当然のことながら、衝突スリーブ 5 8 において形成される衝突孔 6 0 の場所、サイズ、および量を変えて、バルク燃料ストリームの冷却効果を変更または増強するようにしても良い。また、流れ誘導壁 6 4 を圧力容器 2 4 内に配置して、圧力容器 2 4 内に流れ込むバルク燃料ストリームに対する流路を画定しても良い。その結果、図 3 の矢印が示すように、圧力容器 2 4 にバルク燃料入口 3 0 を通って入るバルク燃料ストリームが、流れ誘導壁 6 4 内およびその周りに流れた後、衝突スリーブ 5 8 上におよびスリーブ 5 8 を通って流れて、バルク燃料ストリームが反応器ライナ 4 8 に衝突できるようにしても良い。さらに加えて、当業者であれば分かるように、任意の好適な熱伝達特徴部を反応器ライナ 4 8 の外部表面上に配置して、反応器アセンブリ 2 6 からバルク燃料ストリームへの熱伝達を高めても良い。たとえば、一実施形態においては、冷却フィン（例示せず）を反応器ライナ 4 8 に沿って配置して、バルク燃料ストリームの冷却性能を向上させても良い。

10

20

【 0 0 2 8 】

さらに、圧力容器 2 4 を通って流れるバルク燃料ストリームのごく一部を、反応器アセンブリ 2 6 と圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 との間に送っても良い。たとえば、図 3 に示すように、反応器アセンブリ 2 6 を圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 に、反応器アセンブリ 2 6 が前方端部 3 4 から離間に配置されるように取り付けても良い。こうして空洞 6 6 を反応器アセンブリ 2 6 と前方端部 3 4 との間に画定しても良い。したがって、矢印が例示するように、バルク燃料ストリームの一部分を、空洞 6 6 内に送って、圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 と反応器アセンブリ 2 6 の任意の隣接部分とを冷却しても良い。

【 0 0 2 9 】

本主題の流体被冷却改質器 2 2 はまた、反応器 4 6 の下流に配置された改質油冷却部 3 2 を備えている。改質油冷却部 3 2 は一般的に、反応器アセンブリ 2 6 から出る加熱改質油ストリームを、反応器アセンブリ 2 6 上に、周りに、および/または隣接して流れるバルク燃料ストリームを用いて冷却するように構成しても良い。たとえば、改質油冷却部を、バルク燃料ストリームを加熱改質油ストリームと混合して加熱改質油ストリームを任意の下流配管が耐えられる温度まで冷却するように、構成しても良い。

30

【 0 0 3 0 】

一実施形態においては、図 2 に示すように、改質油冷却部 3 2 は一般的に、冷却チューブ 6 8 および冷却スリーブ 7 0 を備えていても良い。冷却スリーブ 7 0 は、実質的に冷却チューブ 6 8 内に配置しても良く、また一般的に、反応器 4 6 から放出される加熱改質油ストリームを受け取るように構成しても良い。さらに加えて、図 2 および 3 に例示するように、冷却スリーブ 7 0 は反応器ライナ 4 8 の延長部分を構成しても良い。その結果、反応器 4 6 を出る加熱改質油ストリームは、反応器ライナ 4 8 の収束部 5 0 を通って冷却スリーブ 7 0 内に流れても良い。しかし代替的な実施形態においては、当然のことながら、冷却スリーブ 7 0 を反応器ライナ 4 8 に別個の構成部品として固定しても良い。

40

【 0 0 3 1 】

また冷却スリーブ 7 0 を用いて、衝突スリーブ 5 8 および冷却チューブ 6 8 を高温改質油ストリームからシールドしても良い。その結果、冷却スリーブ 7 0 は加熱改質油ストリームを、改質油が十分に冷却されて安全動作温度が達成されるまで収容していても良い。たとえば、図 2 に示すように、冷却スリーブ 7 0 は実質的に冷却チューブ 6 8 の全長に渡

50

って延びて、冷却チューブ68を高温改質油からシールドしても良い。さらに、複数の冷却孔71を冷却スリーブ70において形成して、冷却スリーブ70の周りを流れるバルク燃料ストリームの一部が、加熱改質油ストリーム内に噴射されて、改質油と混合してその温度を下げるようにしても良い。当業者であれば分かるように、冷却スリーブ70において形成する冷却孔71のサイズ、量、および場所は一般的に、改質油冷却部32の構成および所望する冷却性能に応じて変えても良い。

【0032】

図2および3を参照して、冷却チューブ68を一般的に圧力容器24の後方端部36において画定される出口44において受けて、加熱改質油ストリームおよびバルク燃料ストリームが圧力容器24から放出され得るようにしても良い。さらに加えて、冷却チューブ68は、圧力容器24内に延びて、衝突スリーブ58の下流端62と嵌合しても良い。こうして、加熱改質油ストリーム内に冷却孔71を通して噴射されてはいないバルク燃料ストリーム部分を、冷却チューブ68と冷却スリーブ70との間に送って、冷却スリーブ70を冷却し、さらに加熱改質油ストリームを冷却しても良い。このバルク燃料ストリーム部分を次に、冷却スリーブ70を通して流れるバルク燃料/改質油混合物と混合して、混合物の温度をさらに下げても良い。この冷却された改質燃料混合物を次に、管を通して下流にガス・タービン10の燃焼器部14まで送っても良い。

10

【0033】

当然のことながら、冷却チューブ68の長さおよび/または他の寸法を一般的に、改質油冷却部32の構成および所望の冷却性能に応じて変えても良い。さらに加えて、当然のことながら、冷却チューブ68を衝突スリーブ58とスライド嵌合にして、改質プロセスに伴う高温に起因する衝突スリーブ58の熱増大を吸収しても良い。したがって、図3に示すように、冷却チューブ68はノッチ付き端部72を備えて、衝突スリーブ58の下流端62が冷却チューブ68に対してスライドできるようにしても良い。

20

【0034】

図2および3に例示した実施形態による流体被冷却改質器22の動作時に、主燃料源20からの主燃料ストリームの一部分を流体被冷却改質器22の混合部28に分流して、酸素含有ガスと混合しても良い。主燃料ストリームからの燃料の残りの部分(バルク燃料ストリームを構成する)を、圧力容器24において画定されるバルク燃料入口30内に送っても良い。混合部28から流れる酸素/燃料混合物を反応器アセンブリ26内で受け取っても良い。そこで混合物は発熱反応を受けて水素リッチな加熱改質油ストリームを生成する。反応器アセンブリ26に対する冷却を行なうために、バルク燃料入口30に流れ込むバルク燃料ストリームを、反応器ライナ48上に、周りに、および/または隣接して送っても良い。反応器アセンブリ26を冷却した後に、バルク燃料ストリームを改質油冷却部32内に送っても良い。そこでバルク燃料ストリームを用いて、加熱改質油ストリームを冷却しても良い。特に、バルク燃料ストリームの一部を、加熱改質油ストリーム内に噴射してストリームと混合しても良い。バルク燃料ストリーム残りの部分は、改質油冷却部32の冷却スリーブ70の周りを流れて、冷却スリーブ70を冷却し、改質油ストリームに対するさらなる冷却を行なっても良い。流体被冷却改質器22から流れる冷却された水素リッチ燃料ストリームを次に、下流に出してガス・タービン10の燃焼器部14内の1または複数の燃焼器まで送っても良い。

30

40

【0035】

当然のことながら、添加剤を、流体被冷却改質器22から出るバルク燃料ストリームまたは水素リッチ燃料蒸気に加えても良い。たとえば、蒸気または希釈剤(たとえば窒素希釈剤)をバルク燃料ストリームに、燃料ストリームが圧力容器24内に送られる前に、加えても良い。このように添加剤を含めて、たとえば、バルク燃料ストリームを希釈し、圧力容器24内の燃料の燃焼を弱めても良い。さらに加えて、蒸気または希釈剤を水素リッチ燃料ストリームに加えて、燃料ストリームに対するさらなる冷却を行なっても良い。

【0036】

さらに、一実施形態においては、改質プロセスを施すために主燃料ストリームから分流

50

した燃料を、混合部 28 に送る前に予熱しても良い。たとえば、燃料を、圧力容器 24 の周囲面 38 に隣接して配置した管（例示せず）を通して分流して、熱が圧力容器 24 から管へ伝達して燃料を予熱するようにしても良い。

【0037】

次に、図 4 を参照して、本主題の別の態様により流体被冷却改質器 22 の代替的な実施形態を例示する。図 2 および 3 に例示した実施形態と同様に、流体被冷却改質器 22 は、圧力容器 24 と圧力容器 24 内に配置された反応器アセンブリ 26 とを備えている。反応器アセンブリ 26 を、酸素 / 燃料混合物を受け取り、混合物を改質して、加熱改質油ストリームを生成するように構成しても良い。混合部 28 を、反応器アセンブリ 26 の反応器 46 の上流に配置しても良く、酸素含有ガスを燃料と混合して酸素 / 燃料混合物を形成する
10
ように構成しても良い。さらに加えて、流体被冷却改質器 22 は、バルク燃料ストリームを圧力容器 24 内に送るよう構成された入口（たとえばバルク燃料入口 30）を備えていても良い。バルク燃料ストリームを反応器アセンブリ 26 上に、周りに、および / または隣接して送って、反応器アセンブリ 26 を冷却しても良い。さらに、改質油冷却部 32 を、反応器 46 の下流に配置しても良く、また反応器アセンブリ 26 から放出される加熱改質油ストリームを、反応器アセンブリ 26 を冷却するために以前に用いたバルク燃料ストリームを用いて冷却するように構成しても良い。

【0038】

前述したように、圧力容器 24 は、前方端部 34、後方端部 36、および前方端部と後方端部との間に配置された周囲面 38 を備えていても良い。さらに加えて、図 4 に示す
20
ように、圧力容器 24 の前方端部 34 において、酸素含有ガスを圧力容器 24 内に送るための酸素通路 74 を画定しても良い。特に、酸素通路 74 は酸素源 52（図 2）（たとえばガス・タービン 10 の圧縮機部 12）と流れ連絡していて、酸素含有ガス（たとえば空気）を圧力容器 24 内に送ることが可能であっても良い。さらに加えて、圧力容器 24 の前方端部 34 はまた、内部に延びる突出部 76 を備えていても良い。図 4 に示すように、衝突スリーブ 58 は、突出部 76 の外面 78 から延びていても良い。たとえば、衝突スリーブ 58 を、突出部 76 に固定しても良いし、突出部 76 と一体に形成しても良い。さらに、反応器アセンブリ 26 の反応器ライナ 48 を、突出部 76 の端部に固定しても良いし、この端部と一体に形成しても良い。

【0039】

圧力容器 24 の前方端部 34 の内部に延びる突出部 76 において一般的に、流体被冷却改質器 22 の混合部 28 を画定しても良い。特に、複数の燃料噴射ポート 80 を突出部 76 において形成しても良い。圧力容器 24 を通って流れるバルク燃料ストリームの一部を、酸素通路 74 を通って供給される酸素含有ガスの流れの中に噴射するように、燃料噴射
30
ポート 80 を構成しても良い。たとえば、一実施形態においては、バルク燃料ストリームの大部分が、衝突スリーブ 58 を通って反応器ライナ 48 に衝突しても良く、一方でバルク燃料ストリームの一部分が燃料噴射ポート 80 を通って送られる。噴射ポート 80 を通って流れる燃料を次に、酸素含有ガス内に噴射してこれと混合し、酸素 / 燃料混合物を形成しても良い。酸素 / 燃料混合物を次に、混合部 28 から反応器アセンブリ 26 内に送って改質しても良い。当然のことながら、突出部 76 において形成する噴射ポート 80 の
40
サイズおよび量を、バルク燃料ストリームからの燃料のうち反応器 46 によって改質される所望部分に応じて変えても良い。

【0040】

また、図 4 に例示する実施形態においては、流体被冷却改質器 22 の改質油冷却部 32 を一般的に、圧力容器 24 の後方端部 36 において画定しても良い。たとえば、例示する
50
ように、圧力容器 24 の後方端部 36 は、後方端部 36 から外側に延びる細長い出口 82 を備えていても良い。細長い出口 82 は一般的に、反応器アセンブリ 26 から出る加熱改質油ストリームを受け取って、これを、反応器ライナ 48 の上に、周りに、および / または隣接して流れる未改質バルク燃料ストリーム部分と混合するように構成しても良い。したがって、加熱改質油ストリームおよび未改質バルク燃料ストリーム部分は、反応器ライ

ナ 4 8 および衝突スリーブ 5 8 の下流端 4 9、6 2 においてそれぞれ収束して、細長い出口 8 2 内に流れ込んで良い。そこで加熱改質油ストリームは、バルク燃料ストリームによって冷却される。当然のことながら、細長い出口 8 2 の特定の長さは、加熱改質油ストリームの温度と、加熱改質油ストリームを下流配管が耐えられる温度まで適切に冷却するのに必要な混合量とに応じて、変えても良い。

【 0 0 4 1 】

図 4 に例示する実施形態による流体被冷却改質器 2 2 の動作時に、酸素含有ガスを圧力容器 2 4 内に、圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 において画定される酸素通路 7 4 を通して、供給しても良い。さらに加えて、バルク燃料ストリームを、圧力容器 2 4 のバルク燃料入口 3 0 内に送っても良い。バルク燃料ストリームが圧力容器 2 4 に流れ込むときに、バルク燃料ストリームの一部を混合部 2 8 内に送っても良い。特に、バルク燃料ストリームの一部は、圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 において画定される燃料噴射ポート 8 0 を通って流れても良く、また酸素通路 7 4 内に噴射して、酸素含有ガスと混合し酸素 / 燃料混合物を形成しても良い。混合部 2 8 から流れる酸素 / 燃料混合物を、反応器アセンブリ 2 6 内に送っても良い。そこで混合物は発熱反応を受けて水素リッチな加熱改質油ストリームを生成する。反応器アセンブリ 2 6 に対する冷却を行なうために、残りのバルク燃料ストリーム部分を、反応器ライナ 4 8 上に、周りに、および / または隣接して送っても良い。この未改質バルク燃料ストリーム部分を次に、改質油冷却部 3 2 内に送っても良い。そこでバルク燃料ストリームを用いて、反応器 4 6 から流れる加熱改質油ストリームを冷却しても良い。特に、加熱改質油ストリームを未改質バルク燃料ストリーム部分と混合して、加熱改質油ストリームの温度を下げてても良い。この冷却された水素リッチ燃料ストリームを次に、管を通して下流にガス・タービン 1 0 の燃焼器部 1 4 内の 1 または複数の燃焼器まで送っても良い。

【 0 0 4 2 】

本主題の別の態様により、図 5 に流体被冷却改質器 2 2 のさらなる実施形態を例示する。図 2 ~ 4 に例示した実施形態と同様に、流体被冷却改質器 2 2 は、圧力容器 2 4 と圧力容器 2 4 内に配置された反応器アセンブリ 2 6 とを備えている。反応器アセンブリ 2 6 を、酸素 / 燃料混合物を受け取り、混合物を改質して、加熱改質油ストリームを生成するように構成しても良い。混合部 2 8 を、反応器アセンブリ 2 6 の反応器 4 6 の上流に配置しても良く、また酸素含有ガスを燃料と混合して酸素 / 燃料混合物を形成するように構成しても良い。さらに加えて、流体被冷却改質器 2 2 は、バルク燃料ストリームを圧力容器 2 4 内に送るように構成された入口（たとえばバルク燃料入口 3 0）を備えていても良い。バルク燃料ストリームを、反応器アセンブリ 2 6 上に、周りに、および / または隣接して送って、反応器アセンブリ 2 6 を冷却しても良い。さらに、改質油冷却部 3 2 を、反応器 4 6 の下流に配置しても良く、また反応器アセンブリ 2 6 から放出される加熱改質油ストリームを、反応器アセンブリ 2 6 を冷却するために用いたバルク燃料ストリームを用いて冷却するように構成しても良い。

【 0 0 4 3 】

前述したように、圧力容器 2 4 は、前方端部 3 4、後方端部 3 6、前方端部および後方端部 3 4、3 6 間に配置された周囲面 3 8 を備えていても良い。さらに加えて、図 5 に示すように、圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 において、酸素含有ガスを圧力容器 2 4 内に送るための酸素通路 7 4 および燃料を圧力容器 2 4 内に送るための燃料通路 8 4 を画定しても良い。酸素通路 7 4 は、酸素源 5 2（図 2）（たとえばガス・タービン 1 0 の圧縮機部 1 2）と流れ連絡していて、酸素含有ガス（たとえば空気）を圧力容器 2 4 内に送ることが可能であっても良い。さらに加えて、燃料通路 8 4 は、燃料源 5 4（図 2）（たとえば主燃料源 2 0 から流れる主燃料ストリーム）と流れ連絡していて、主燃料ストリームからの燃料の一部を圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 内に送ることが可能であっても良い。

【 0 0 4 4 】

圧力容器 2 4 の前方端部 3 4 において画定される酸素および燃料通路 7 4、8 4 を、酸素含有ガスおよび燃料を流体被冷却改質器 2 2 の混合部 2 8 内にそれぞれ送るように構成

10

20

30

40

50

しても良い。図5に示すように、混合部28は一般的に、混合室86によって画定しても良い。混合室86は、圧力容器24の前方端部34の内面88と反応器46との間において、反応器アセンブリ26の反応器ライナ48によって形成される。一般的に、混合室86は、前方端部34を通して流れる酸素含有ガスと燃料とを混合して酸素/燃料混合物を形成するように構成しても良い。酸素含有ガスと燃料との混合を促進するために、混合円板(mixing disc)90を混合室86内に配置しても良い。たとえば、複数の混合孔92を混合円板90内に形成して、酸素含有ガスおよび燃料の混合を高めても良い。

【0045】

さらに加えて、図5に示す実施形態においては、流体被冷却改質器22の改質油冷却部32は一般的に、圧力容器24の後方端部36において画定しても良い。たとえば、図4に例示した実施形態と同様に、圧力容器24の後方端部36は、後方端部36から外部へ延びる細長い出口82を備えていても良い。細長い出口82は一般的に、反応器アセンブリ26から出る加熱改質油ストリームを受け取って、これを、反応器ライナ48の上に、周りに、および/または隣接して流れるバルク燃料ストリームと混合するように構成しても良い。しかし、細長い出口82に加えて、改質油冷却部32はまた、加熱改質油ストリームとバルク燃料ストリームとの混合を高めて、加熱改質油ストリームに対するさらなる冷却を行なうように構成された少なくとも1つの混合要素を備えていても良い。たとえば、図5に示すように、混合要素は、反応器ライナから外側に延びる発散丸形突出部構造体(diverging lobe structure)94を含んでいても良い。丸形突出部構造体94を、加熱改質油ストリームおよびバルク燃料ストリーム内に乱流を導入して、ストリームが収束して細長い出口82内に流れ込むときに混合を促進するように構成しても良い。当然のことながら、丸形突出部構造体94は、反応器ライナ48の一部を構成しても良いし、反応器ライナ48に別個の構成部品として、たとえば溶着によって固定しても良い。さらに加えて、当業者であれば分かるように、他の好適な混合要素を本主題の範囲内で用いて、加熱改質油ストリームの冷却をさらに高めても良い。たとえば、冷却フィン(例示せず)を、反応器ライナ48上に形成して、乱流をバルク燃料ストリーム、加熱改質油ストリーム、または両方の中に導入しても良い。

【0046】

図5に例示した実施形態による流体被冷却改質器22の動作時に、酸素含有ガスと主燃料源20からの主燃料ストリームの一部とを、圧力容器24の前方端部34を通して混合部28の混合室86内に送っても良い。混合室86の内部では、燃料および酸素含有ガスを混合して酸素/燃料混合物を形成しても良い。主燃料ストリームからの燃料の残りの部分(バルク燃料ストリームを構成する)を、圧力容器24において画定されるバルク燃料入口30内に送っても良い。混合部28から流れる酸素/燃料混合物を反応器アセンブリ26内に送っても良い。そこで混合物は発熱反応を受けて水素リッチな加熱改質油ストリームを生成する。反応器アセンブリ26に対する冷却を行なうために、バルク燃料ストリームを反応器ライナ48上に、周りに、および/または隣接して送っても良い。バルク燃料ストリームを次に、改質油冷却部32内に送っても良い。そこでバルク燃料ストリームを用いて、加熱改質油ストリームを冷却しても良い。特に、加熱改質油ストリームをバルク燃料ストリームと混合して、加熱改質油ストリームの温度を下げてても良い。混合要素(たとえば丸形突出部構造体94)を、改質油冷却部32内に含めて、加熱改質油ストリームの冷却を高めても良い。冷却された水素リッチ燃料ストリームを次に、管を通して下流にガス・タービン10の燃焼器部14内の1または複数の燃焼器まで送っても良い。

【0047】

当然のことながら、本主題の代替的な実施形態においては、反応器アセンブリ26を冷却するために用いた流体ストリーム(たとえばバルク燃料ストリーム)を、加熱改質油ストリームと混合することなく、圧力容器24から方向転換しても良い。このような実施形態においては、加熱改質油ストリームを別の供給源(たとえば下流の熱交換器)によって冷却することを、バルク燃料ストリームと混合する前に行なっても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

また当然のことながら、本主題によって、燃料改質器 2 2 とこのような燃料改質器によって生成される加熱改質油ストリーム 2 2 との両方を冷却するための方法も提供される。本方法は一般的に、流体ストリーム（たとえばバルク燃料ストリーム、蒸気ストリーム、または希釈剤ストリーム）を、燃料改質器 2 2 の反応器アセンブリ 2 6 の周りに送って反応器アセンブリ 2 6 を冷却することであって、反応器アセンブリ 2 6 は、加熱改質油ストリームを生成するように構成される、冷却することと、加熱改質油ストリームを流体ストリームと混合して加熱改質油ストリームを冷却することと、を含む。

【 0 0 4 9 】

この書面の説明では、実施例を用いて、本発明を、ベスト・モードも含めて開示するとともに、どんな当業者も本発明を実施できるように、たとえば任意の装置またはシステムを作りおよび用いること、ならびに取り入れた任意の方法を実行することができるようにしている。本発明の特許可能な範囲は、請求項によって定められるとともに、当業者に想起される他の実施例を含んでいても良い。このような他の実施例は、請求項の文字通りの言葉使いと違わない構造要素を含むか、または請求項の文字通りの言葉使いとの差が非実質的である均等な構造要素を含む場合には、請求項の範囲内であることが意図されている。

【 図 1 】

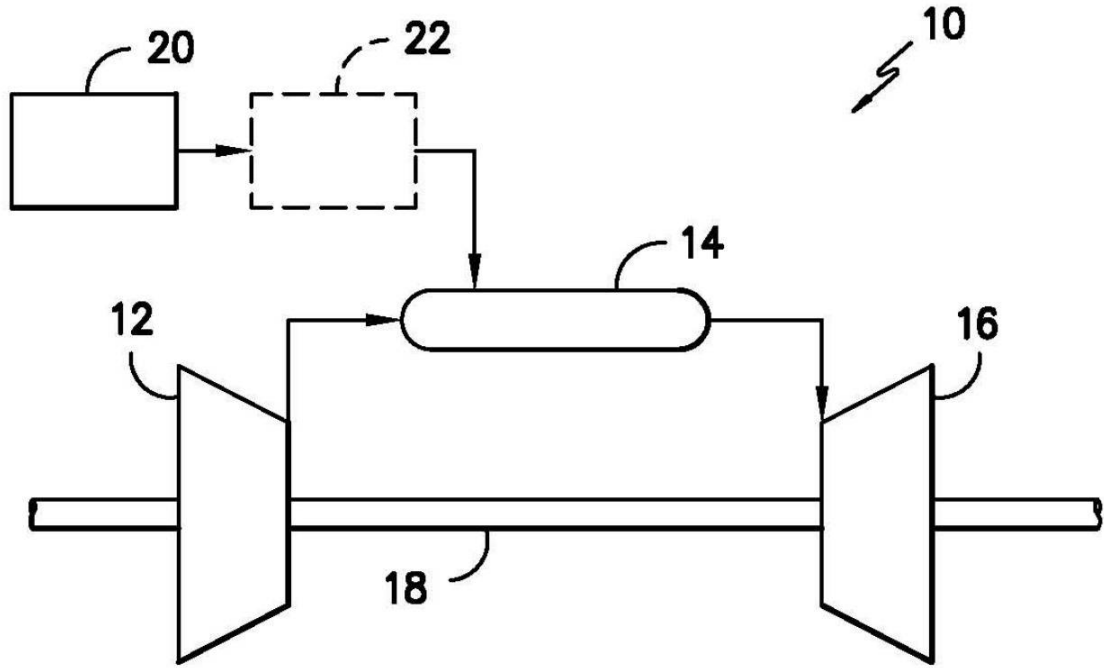


FIG. -1-

【 図 2 】

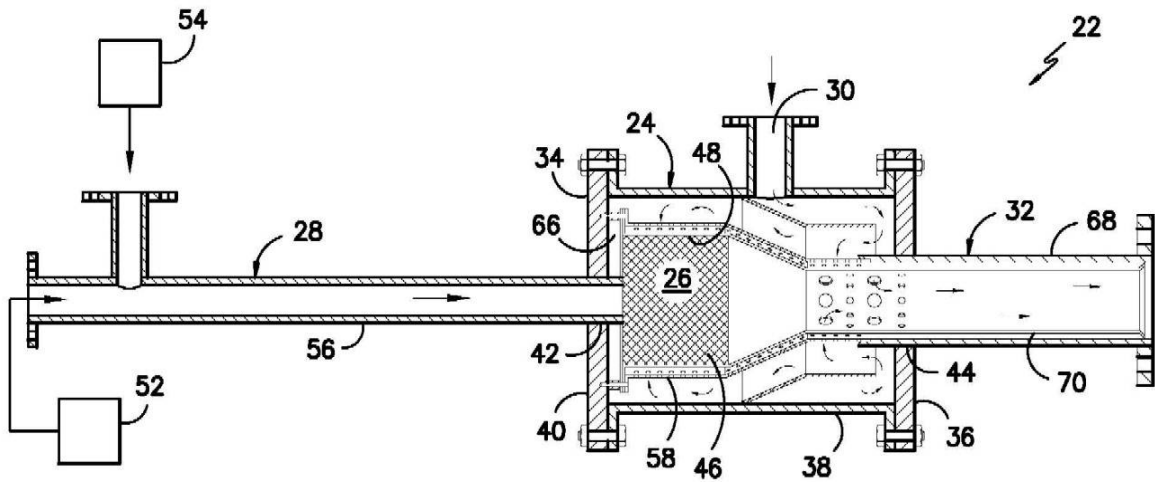
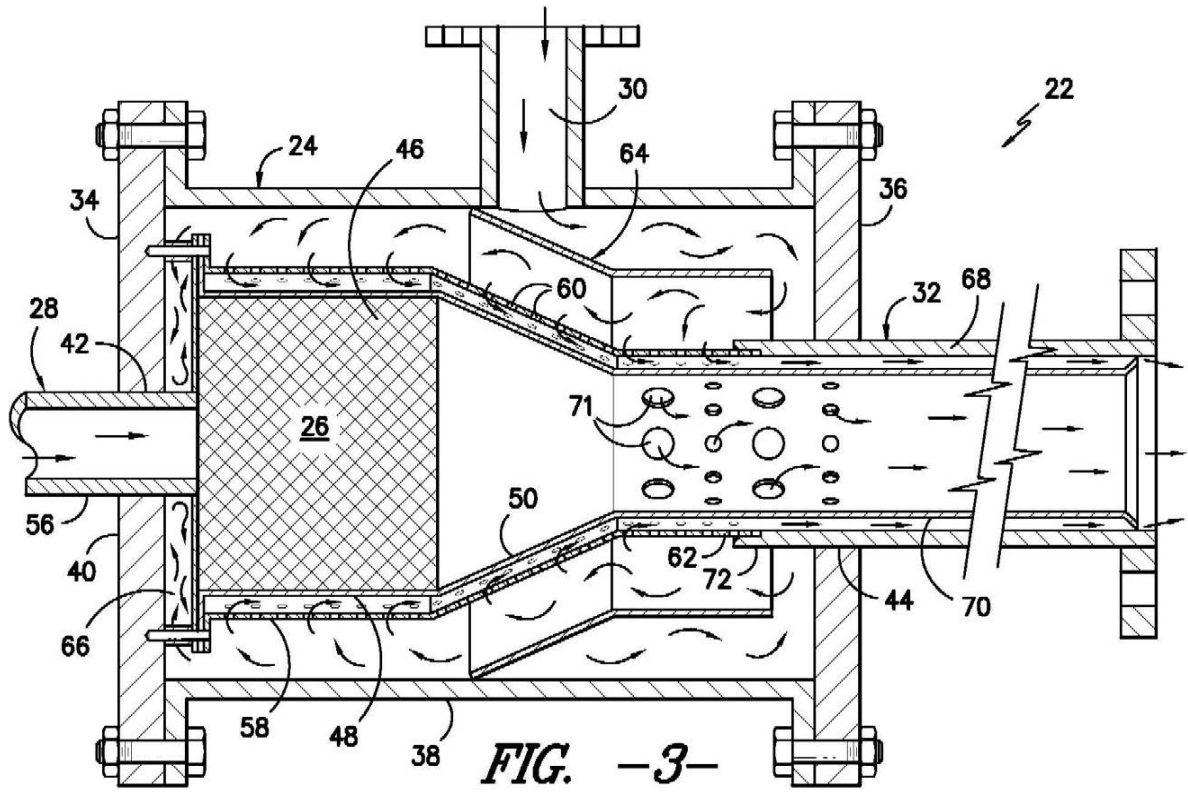
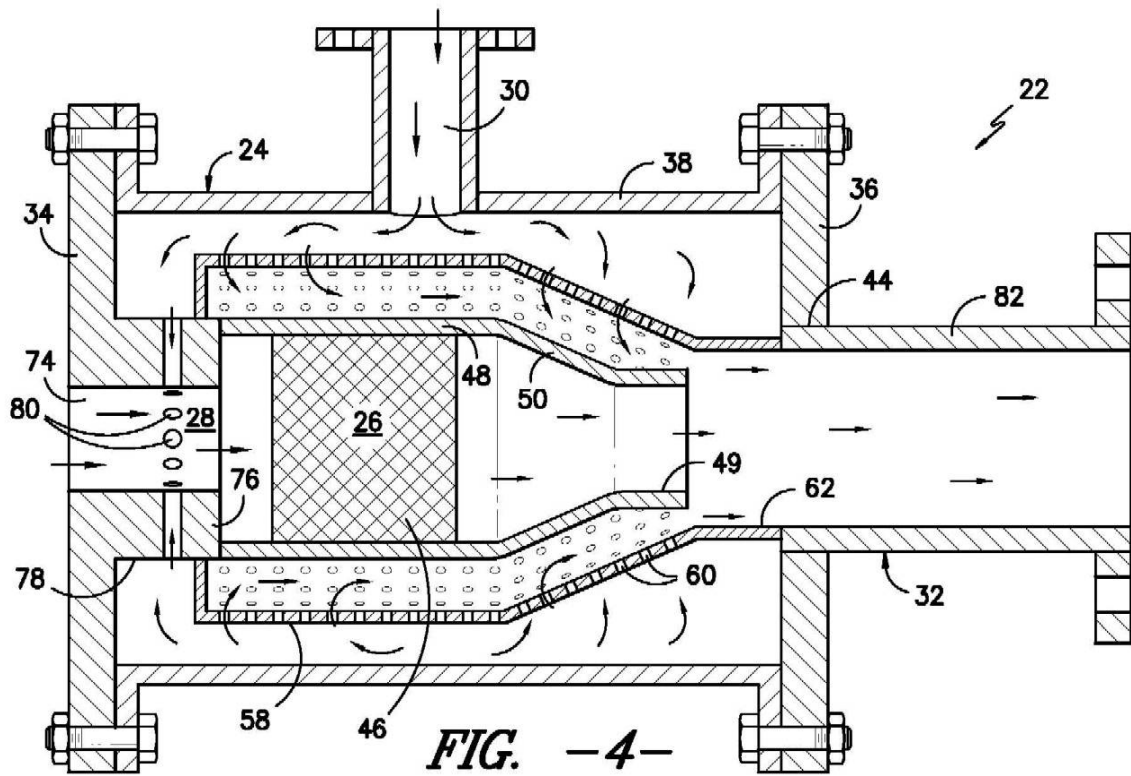


FIG. -2-

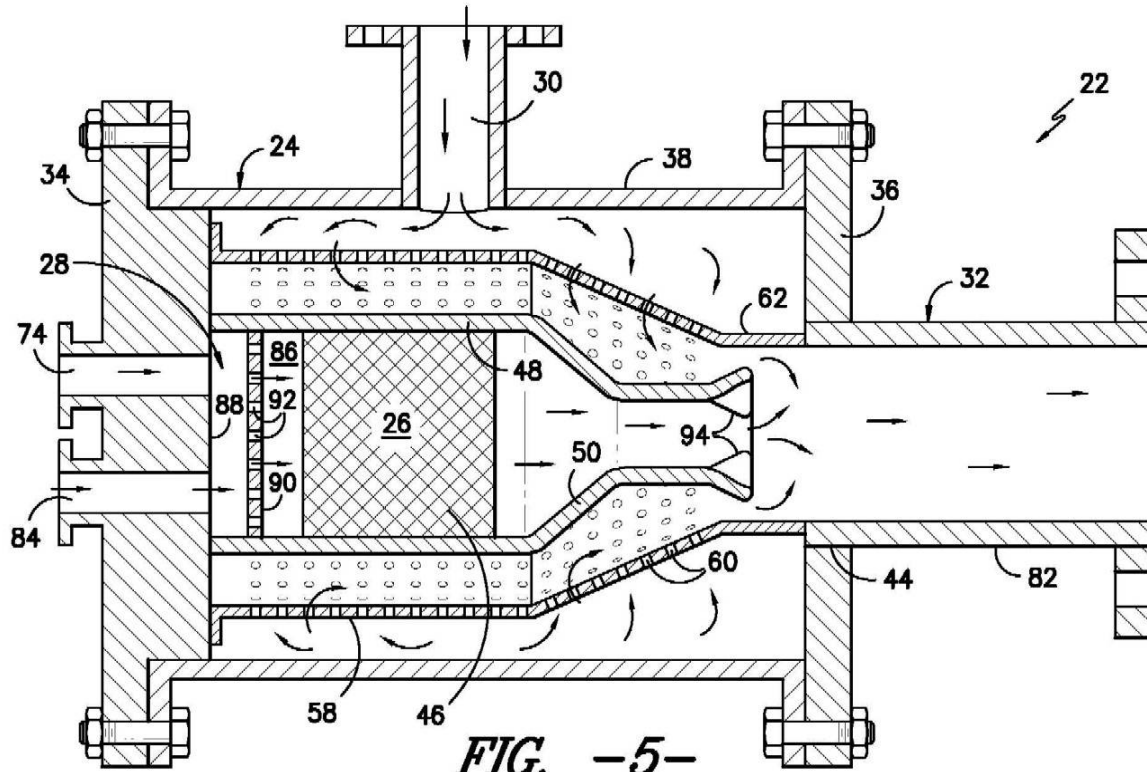
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ハサン・カリム
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番
- (72)発明者 アブドゥル・ラファイ・カン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

審査官 横山 敏志

- (56)参考文献 特開2005-281131(JP,A)
特開2006-118854(JP,A)
特開昭62-009157(JP,A)
特表平06-504873(JP,A)
特開2002-098010(JP,A)
特表2003-528283(JP,A)
特開2008-163944(JP,A)
特開2010-164048(JP,A)
米国特許第02627455(US,A)
米国特許第04650651(US,A)
米国特許第04741885(US,A)
米国特許第05980840(US,A)
米国特許出願公開第2005/0000961(US,A1)
米国特許出願公開第2005/0188618(US,A1)
米国特許出願公開第2007/0062117(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0271376(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C01B3/00-6/34