

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ハウジングと、

このハウジング内に設けられ、第 1 の流体を移送するように構成されている第 1 の流体導管の配列と、

前記ハウジング内に設けられ、第 1 の流体を移送するように構成されている第 2 の流体導管の配列と、

前記ハウジング内に設けられ、このハウジングの内面およびバッフルプレートにより規定されていて、第 2 の流体を移送するように構成されている第 1 の流体通路と、を具備し

10

、
前記バッフルプレートは、前記第 1 の流体通路を第 1 の流路と第 2 の流路とに分割するように構成されており、

前記第 1 の流体導管の配列は、前記第 1 の流路を通して延びており、前記第 2 の流体導管の配列は、前記第 2 の流路を通して延びている、熱交換装置。

【請求項 2】

前記第 1 の流体通路は、入口および出口を有しており、前記出口は、前記入口より垂直方向で上方の位置に設けられている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 3】

前記第 1 の流体通路は、入口と、第 1 の出口と、第 2 の出口とを有しており、前記第 1 の出口は、前記第 1 の流路に連結されており、前記第 2 の出口は、前記第 2 の流路に連結されており、また、前記第 1 の出口および前記第 2 の出口は、入口より垂直方向で上方の位置に設けられている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 の流体通路の出口に流体連結されている追加の流体通路を有するプレヒータ部分を更に具備しており、このプレヒータ部分は、前記追加の流体通路を通して延びている流体導管を有しており、この流体導管は、第 1 の流体を移送するように構成されており、また、この流体導管は、前記第 1 の流体導管の配列および第 2 の流体導管の配列に流体連結されている入口マニホールドに流体連結されている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 5】

前記第 1 の流体通路の前記出口は、膨張差を許容するように構成された流体密封ジョイントにより前記追加の流体通路に連結されている、請求項 4 に記載の熱交換装置。

30

【請求項 6】

前記密封ジョイントは、スリップジョイントである、請求項 5 に記載の熱交換装置。

【請求項 7】

前記流体密封ジョイントは、布または金属ペローである、請求項 5 に記載の熱交換装置

【請求項 8】

前記プレヒータ部分と前記入口マニホールドとの間で前記流体導管に沿って設けられたボイラーを有するボイラー部分を更に具備しており、また、前記追加の流体通路は、前記ボイラー部分を通して延びており、そして、前記ボイラーは、前記プレヒータと前記第 1 の流体通路の前記出口との間の位置で前記追加の流体通路を通して延びている、請求項 4 に記載の熱交換装置。

40

【請求項 9】

過熱器部分を更に具備しており、前記追加の流体通路は、前記過熱器部分を通して延びており、前記流体導管は、前記前記ボイラー部分と前記第 1 の流体通路の前記出口との間の位置で前記追加の通路を通して延びている、請求項 8 に記載の熱交換装置。

【請求項 10】

前記過熱器部分は、前記第 1 の流体通路の前記出口より垂直方向で上方の位置に設けられており、前記ボイラー部分は、前記過熱器部分より垂直方向で上方の位置に設けられており、また、前記プレヒータ部分は、前記ボイラー部分より垂直方向で上方の位置に設け

50

られている、請求項 9 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 の流体通路は、入口を有しており、また、前記第 1 の流体通路の前記出口は、前記入口より垂直方向で上方の位置に設けられている、請求項 1 0 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 2】

前記追加の流体通路の出口に設けられた排気ファンを更に具備している請求項 1 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 の流体通路は、入口と、第 1 の出口と、第 2 の出口とを有しており、前記第 1 の出口は、前記第 1 の流路に連結されており、前記第 2 の出口は、前記第 2 の流路に連結されており、また、前記第 1 の出口および前記第 2 の出口は、前記入口より垂直方向で上方の位置に設けられている、請求項 1 0 に記載の熱交換装置。

10

【請求項 1 4】

前記追加の流体通路の出口に設けられた排気ファンを更に具備している請求項 1 3 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 5】

第 1 の容器と、

この第 1 の容器の上に積重ねられるように構成された第 2 の容器と、を更に具備しており、

前記ハウジングは、底モジュールとして規定されており、

20

前記過熱器部分、前記ボイラー部分および前記プレヒータ部分は、頂モジュールとして規定されており、

前記底モジュールは、前記第 1 のハウジング内に収容されており、

前記頂モジュールは、前記第 2 のハウジング内に収容されており、

前記第 2 の容器が前記第 1 の容器の上に積重ねられると、前記第 1 の流体通路の前記出口は、前記追加の流体通路に連結される、請求項 1 0 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 の流体導管の配列は、前記バッフルプレートを通して延びており、前記第 2 の流体導管の配列は、前記バッフルプレートを通して延びている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

30

【請求項 1 7】

前記第 1 の流体導管の配列は、これの夫々の流体導管の外面に設けられた第 1 の複数の熱伝達フィンを有しており、これら第 1 の複数の熱伝達フィンは、前記第 1 の流路内で延びており、

前記第 2 の流体導管の配列は、これの夫々の前記流体導管の外面に設けられた第 2 の複数の熱伝達フィンを有しており、これら第 2 の複数の熱伝達フィンは、前記第 2 の流路内で延びている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 8】

前記第 1 の流体導管の配列は、流体導管の第 1 の列を有しており、前記流体導管の第 1 の列は、第 1 の管状入口マニホールドおよび第 1 の管状出口マニホールドに流体連結されており、前記流体導管の第 1 の列は、その外面に第 1 の熱伝達フィンを有しており、前記第 1 の熱伝達フィンは、前記第 1 の流路内で延びており、

40

前記第 1 の流体導管の配列は、流体導管の第 2 の列を有しており、この流体導管の第 2 の列は、第 2 の管状入口マニホールドおよび第 2 の管状出口マニホールドに流体連結されており、前記流体導管の第 2 の列は、これの外面に第 2 の熱伝達フィンを有しており、前記第 2 の熱伝達フィンは、前記第 1 の流路内で延びている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 1 9】

前記第 1 の流体導管の配列は、流体導管の第 1 の列および流体導管の第 2 の列を有しており、これら流体導管の第 1 の列および前記流体導管の第 2 の列は、管状入口マニホールド

50

ドに流体連結されている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 0】

前記第 1 の流体導管の配列は、流体導管の第 1 の列および流体導管の第 2 の列を有しており、これら流体導管の第 1 の列および前記流体導管の第 2 の列は、管状出口マニホールに流体連結されている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 1】

前記第 1 の流体通路および第 2 の流体通路を前記ハウジング内に規定するように構成された密封帯域を更に具備している請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 2】

前記密封帯域は、

前記ハウジングの横断面全体を横切って延びている前記バッフルプレートと、

前記ハウジングの横断面全体を横切って延びていて、前記第 2 の流体通路を規定している追加のバッフルプレートと、

前記バッフルプレートと前記追加のバッフルプレートとの間に設けられた耐火性ガスケットと、

前記バッフルプレートと前記追加のバッフルプレートとの間に設けられた膨張材料の層と、を備えており、

前記第 1 の流体導管の配列および前記第 2 の流体導管の配列は、前記バッフルプレートと、前記追加のバッフルプレートと、前記耐火性ガスケットと、前記膨張材料の層とを通過して延びている、請求項 2 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 3】

前記耐火性ガスケットおよび前記膨張材料の層は、前記バッフルプレートと前記追加のバッフルプレートとの間の隙間を実質的に完全に埋めている、請求項 2 2 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 4】

前記膨張材料の層は、約 3 0 0 より高い温度で膨張する材料で作られている、請求項 2 2 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 5】

前記第 1 の流体通路の出口と前記第 2 の流体通路の入口とを連結する追加の流体通路と、

前記追加の通路に沿って設けられていて、前記第 2 の流体通路の前記入口に入る第 2 の流体を加熱するように構成されているバーナーと、を更に具備している請求項 2 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 6】

前記第 1 の流体通路の入口に流体連結された入口流体通路を有するプレヒータを更に具備しており、このプレヒータは、前記入口流体通路を通過して延びている流体導管を有しており、この流体導管は、第 1 の流体を移送するように構成されており、また、この流体導管は、前記第 1 の流体導管の配列および前記第 2 の流体導管の配列に流体連結されている出口マニホールに流体連結されており、

前記入口通路に流体連結されていて、前記バーナーの上流の位置で前記追加の通路に流体連結されている低温燃焼入口と、

この低温燃焼入口から前記プレヒータへの、および前記低温燃焼入口から前記バーナーへの第 2 の流体の流れを制御するための手段と、を更に具備している、請求項 2 5 に記載の熱交換装置。

【請求項 2 7】

前記制御手段は、

前記低温燃焼入口から前記プレヒータへの第 2 の流体の流れを制御するために前記低温燃焼入口と前記プレヒータとの間に設けられた第 1 の弁と、

前記低温燃焼入口から前記バーナーへの第 2 の流体の流れを制御するために前記低温燃焼入口と前記バーナーとの間に設けられた第 2 の弁と、を備えている、請求項 2 6 に記載

10

20

30

40

50

の熱交換装置。

【請求項 28】

前記第 1 の弁および前記第 2 の弁を制御するために前記第 1 の弁および前記第 2 の弁に連結された制御リンク仕掛けを駆動するように構成されたアクチュエータを更に具備している請求項 26 に記載の熱交換装置。

【請求項 29】

前記第 1 の弁を制御するように構成された第 1 のアクチュエータと、前記第 2 の弁を制御するように構成された第 2 のアクチュエータとを更に具備している請求項 26 に記載の熱交換装置。

【請求項 30】

前記制御手段は、前記低温燃焼入口と前記プレヒータとの間の流れと、前記低温燃焼入口と前記バーナーとの間の流れとを連続的に調整するように構成された弁を備えている、請求項 26 に記載の熱交換装置。

【請求項 31】

前記制御手段は、

前記低温燃焼入口を前記プレヒータに連結する第 1 の管と、

前記低温燃焼入口を前記バーナーに連結する第 2 の管と、

流れを調整するように構成された弁と、を備えており、

この弁は、前記第 1 の管と前記第 2 の管とのうちの一方に設けられており、

前記第 1 の管と前記第 2 の管とのうちの他方は、弁を有していない、請求項 26 に記載の熱交換装置。

【請求項 32】

前記第 1 の流体導管の配列の流体導管には、これの外面に補強用外側スリーブが設けられている、請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 33】

前記補強用外側スリーブは、前記ハウジング内の帯域に設けられており、この帯域は、少なくとも約 900 の温度の第 2 の流体を受け入れるようになっている、請求項 32 に記載の熱交換装置。

【請求項 34】

前記帯域は、少なくとも約 1000 の温度の第 2 の流体を受け入れるようになっている、請求項 33 に記載の熱交換装置。

【請求項 35】

前記補強用外側スリーブは、前記第 1 の流体導管の配列の前記流体導管を形成するのに使用される材料と異なる材料から製造されている、請求項 32 に記載の熱交換装置。

【請求項 36】

前記第 1 の流体導管の配列の前記流体導管を形成するのに使用される材料は、第 1 の流体の環境条件に基づいて選択され、また、前記補強用外側スリーブを形成するのに使用される材料は、第 2 の流体の環境条件に基づいて選択される、請求項 35 に記載の熱交換装置。

【請求項 37】

前記第 2 の流体導管の配列の夫々の流体導管には、これらの外面に補強用外側スリーブが設けられている、請求項 32 に記載の熱交換装置。

【請求項 38】

前記ハウジングの外面のまわりに設けられた断熱材料よりなる第 1 の複数のブロックを有する第 1 の断熱層と、

この第 1 の断熱層の外面のまわりに設けられた第 1 のケーシングと、を更に具備している請求項 1 に記載の熱交換装置。

【請求項 39】

前記第 1 のケーシングの外面のまわりに設けられた断熱材料よりなる第 2 の複数のブロックを有する第 2 の断熱層と、

10

20

30

40

50

前記第2の断熱層の外面のまわりに設けられた第2のケーシングと、を更に具備しており、

前記断熱材料よりなる第2の複数のブロックは、前記断熱材料よりなる第1の複数のブロックの間の隙間に重なるように位置されている、請求項38に記載の熱交換装置。

【請求項40】

前記断熱材料よりなる第1の複数のブロックおよび前記断熱材料よりなる第2の複数のブロックは、断熱耐火性ボードで構成されており、前記第1のケーシングおよび前記第2のケーシングは、亜鉛めっきシート金属のパネルで構成されている、請求項39に記載の熱交換装置。

【請求項41】

前記ハウジングの外面のまわりに設けられた断熱材料よりなるブロックを有する複数の断熱層と、

前記複数の断熱層のうちの最も外側の断熱層の外面のまわりに設けられたケーシングと、を更に具備している、請求項1に記載の熱交換装置。

【請求項42】

少なくとも1種の燃料を、入口および出口を有するハウジングと、このハウジング内で入口から出口まで延びていて、水素が発生されるような対流加熱式接触水蒸気改質器および対流冷却式水気体シフト反応器を備えている流路とを備えている反応器に供給する工程を具備しており、

水蒸気改質器を加熱するためにバーナーが設けられており、

このバーナーからの燃焼生成物が、流れ方向転換機構により調整されて水蒸気改質器の所定の作動温度を維持し、

燃焼空気が、これがバーナーに送られる前に水気体シフト反応器を冷却するのに使用され、

燃焼ガスは、水気体シフト反応器を冷却するのに使用される前に予熱され、そして燃焼ガスは、これが許容可能なバーナー入口温度より高くない所定温度でバーナーに供給されるような温度まで予熱される、水素を発生される方法。

【請求項43】

少なくとも1つの燃料を、入口および出口を有するハウジングと、このハウジング内で入口から出口まで延びていて、水素が発生されるような対流加熱式接触水蒸気改質器および対流冷却式水気体シフト反応器を備えている流路とを備えている反応器に供給する工程を具備しており、

水蒸気改質器を加熱するためにバーナーが設けられており、

このバーナーからの燃焼生成物が、流れ方向転換機構により調整されて水蒸気改質器の所定の作動温度を維持し、

燃焼空気をハウジングの入口からハウジングの出口まで移送するのに使用される流路が、燃焼ガスを加熱空気の浮力特性により出口から出すように垂直方向に構成されている、水素を発生させるための方法。

【請求項44】

前記流路は、入口が閉鎖されているときでも、燃焼ガスを空気の浮力特性により出口から出すように構成されている、請求項43に記載の方法。

【請求項45】

少なくとも1つの燃料を、入口および出口を有するハウジングと、このハウジング内で入口から出口まで延びていて、水素が発生されるような対流加熱式接触水蒸気改質器および対流冷却式水気体シフト反応器を備えている流路とを備えている反応器に供給する工程を具備しており、

水蒸気改質器を対流で加熱し、且つ水気体シフト反応器を対流で冷却するのに使用される流体が、流れ方向転換機構により調整されて水蒸気改質器を水が凝縮するより高い温度に維持する、水素を発生させるための方法。

【請求項46】

10

20

30

40

50

少なくとも1つの燃料を、入口および出口を有するハウジングと、このハウジング内で入口から出口まで延びていて、水素が発生されるような対流加熱式接触水蒸気改質器および対流冷却式水気体シフト反応器を備えている流路とを備えている反応器に供給する工程と、

調整弁を使用して水気体シフト反応器を冷却するのに使用される冷却流体の量を最小にして冷却流体の流れを制御する工程と、を具備している、水素を発生するための方法。

【請求項47】

前記冷却流体は、水蒸気改質器を加熱するためにバーナーに供給される燃焼空気である、請求項46に記載の方法。

【請求項48】

少なくとも1つの燃料を、入口および出口を有するハウジングと、このハウジング内で入口から出口まで延びていて、水素が発生されるような対流加熱式接触水蒸気改質器および対流冷却式水気体シフト反応器を備えている流路とを備えている反応器に供給する工程を具備しており、

水蒸気改質器を加熱するためにバーナーが設けられており、

前記バーナーからの燃焼生成物の温度が、バーナーへの燃焼空気の全流量を制御することにより制御され、

水気体シフト反応器を冷却するのに使用される冷却空気の量が、調整弁を使用して制御されて水気体シフト反応器の温度を制御する、水素を発生するための方法。

【請求項49】

前記冷却流体は、バーナーに供給される燃焼空気である、請求項48に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、熱交換器および熱交換器を構成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

平行な管の大きい配列を有する熱交換器および熱交換化学反応器が、当業界で知られている。このような製品ののための伝統的な設計実施は、設計規格に体系的にまとめられている。米国特許第6,497,856号(これは参照によりここに組み入れられる)は、天然ガス、プロパン、液化石油ガス(LPG)、アルコール、ナフサおよび他の炭化水素燃料から水素を発生させるための熱交換化学反応器を教示している。代表的な工業用途としては、半導体製造のための金属処理工業におけるアンモニア合成のための原料があり、他の工業用としては、商業ガス市場のための石油脱硫および水素製造がある。伝統的な工業的水素発生器により生じられるよりも小規模での低コスト水素の需要により、小規模水素製造装置(<15000基準立法フィー/時間(scfh))のための市場をもたらした。この需要は、固定および移動可能な発電所、特に、燃料として水素を必要とする電気化学燃料電池を用いる発電所のための燃料としての水素に対する成長熱狂により高められてきた。

【0003】

2003年5月13日に出願された米国特許出願第10/436,060号(これは参照によりここに組み入れられる)は、高い温度および圧力で作動されるもののような管状熱交換器についてシェル側流体の漏れおよび迂回を減少させるコスト上効果的な熱交換構造体をもたらす有利な熱交換装置を開示している。米国特許出願第10/436,060号の図1は、第1の管板3と第2の管板4との間に密封的に連結されている管の配列2を有する管状熱交換器コアを示している。第1の流体が、第1の管板3に密封的に取付けられた入口マニホールドから管の配列2の管を通して流れ、そして第2の管板4に取付けられた第2のマニホールドから出る。管の配列2には、管の外面に流れ差し向けバッフル即ち、プレート5が設けられており、これらのバッフル即ち、プレート5は、第2の流体を管の配列2の軸線と実質的に垂直に流すのに使用される。バッフルのすべては、各流体段

10

20

30

40

50

において流通路およびフィン付き帯域の外側に延びている小さい延出部分 18 を有している。これらの延出部分 18 は、第 2 の流体の流れを差し向けるための耐火性管路に合うように設けられている。米国特許出願第 10 / 436 , 060 号の図 2 は、シートカバーパン 20、30 のようなハウジング部材と、バッフル 13 ないし 16 および 19 の一部のような熱交換器の外側シェルの一部を構成する種々のバッフルの部分とにより構成されるハウジング 100 内の流れの改良調整をもたらす構造を示している。ハウジング 100 は、漏れの無い状態を達成することができる。

【0004】

しかしながら、本発明の発明者は、米国特許出願第 10 / 436 , 060 号に記載の熱交換装置が本発明において改良される或る容量制限を有していることを断定した。熱応力の管理は、米国特許第 6 , 497 , 856 号および米国特許出願第 10 / 436 , 060 号に記載の改質器技術における最も大きい要因、最も大きくないならば、制限要因のうちの 1 つである。改質器は高い熱応力下で作動する傾向があるので、反応器の寸法が増大されると、管の配列を横切る高い圧力降下（すなわち、圧力の変化 P ）により、バッフルおよびパン管路に大きい応力を及ぼしてしまう。これらの大きい応力の結果、使用温度におけるクリープに起因して早期破損が生じる。圧力降下は、付随する大きいパン面積と共に熱交換器段の横断面積を単に増大することにより低下されることができ、応力は、同じ圧力荷重については、より大きいパンにおいてはるかに大きい。かくして、熱交換器段面積を単に増大することでは、適切な解決をもたらさない。更に、反応器の寸法が増大されると、張出すパーナーボックスは、パンの大きい寸法に起因したおよびパーナーからの片持ち力に起因した高い応力によって悩まされる。更に、非常に大きい反応器は、非常に厚い管板を必要とする。これらの厚いがっしりした管板は高価であるだけでなく、非常に剛性でもある。かくして、管板の熱膨張が管板を通して延びている管の配列を損傷させるのを防ぐために、管板には、大きいずれ穴が必要とされるが、このような穴は、米国特許公報第 2003 / 0173062 A1 号（これはその全体が参照によりここに組み入れられる）に記載のように最小にされることができ、このような大きい貫通穴は、管の配列の迂回を引起こすことにより改質器の効果を制限する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、前述の容量制限を解消する熱交換構造を提供することが望ましい。

【0006】

水素の製造では、特に、水気体シフト方法の冷却において燃焼空気が予熱される米国特許第 6 , 623 , 719 号の方法による水素の製造では、火炎温度と、水気体シフト方法の温度と、水蒸気改質器の入口温度との同時制御は、極めて困難である。好適な温度条件からの逸脱が、乏しい燃料の転換と、高い熱応力と、過剰の腐食と、装置内の水蒸気の局部的凝縮および再沸騰を伴う問題とを引起こしてしまう。これらの欠陥は、起動、稼働停止および荷重変化のような一過的な作動中に問題である。従って、好適な作動温度からの望ましくない逸脱を制御するための装置および方法を提供することが望ましい。

【0007】

米国特許第 6 , 623 , 719 号では、プロセスコンデンサにおける水気体シフト方法の後に、いくらかの熱エネルギーが廃熱として周囲に失われる。この廃熱エネルギーは、水素方法の作動コストを高め、且つ気候変化ガスの放出を高める。従って、構成が経済的であって、水素発生方法の実施性に悪影響しない追加の廃熱を回収する装置および方法を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、有利には、第 1 の流体通路が設けられたハウジングを有する熱交換装置を提供する。第 1 の流体通路は、ハウジングの内面とバッフルプレートとにより規定されている。第 1 の流体通路は、第 2 の流体を移送するように構成されている。ハウジング内には

10

20

30

40

50

、第1の流体導管の配列および第2の流体導管の配列が設けられている。第1の流体導管の配列および第2の流体導管の配列は、第1の流体を移送するように構成されている。バッフルプレートは、第1の流体通路を第1の流路と第2の流路とに分割するように構成されており、第1の流体導管の配列は、第1の流路を通過して延びており、第2の流体導管の配列は、第2の流路を通過して延びている。

【0009】

また、本発明は、有利には、ハウジングおよび第1の流体通路を有する底モジュール、および貫通して延びている追加の流体通路を有し、且つ加熱器部分と、ボイラー部分と、プレヒータ部分とを有している頂モジュールを提供する。頂モジュールおよびその中の流体通路は、頂および底モジュールを通る自然のドラフトを生じ、それにより熱交換器の内側10の圧力を減少させるために通路を通過して流れる加熱された流体の浮力を有利に使用する垂直構成を有している。理想的には、改質器ハウジングの内側に真空が達成される。この効果は、また、排気ファンの追加で補足されることができる。

【0010】

また、本発明は、方向転換手段と、すべての作動モード中にプロセス温度の正確な動的制御を容易にするための使用方法を提供する。また、本発明は、米国特許第6,623,719号の方法と比較して、改良された熱回収を容易にするために、本発明の反応器または米国特許第6,497,856号の反応器に密接に機械的に一体化され得る熱回収空気プレヒータを提供する。改良熱回収手段を独立的に或いはより好ましくは空気方向転換手段と関連して作動する方法が提供される。

【0011】

本発明のより完全な理解およびその付随の利点は、特に添付図面と関連して考察されると、下記の詳細な説明に関して容易に明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

添付図面を参照して本発明の実施の形態を以下に説明する。下記の説明では、同じ機能および構成を有する構成要素は、同じ参照符号により示され、必要なときだけ、繰り返しの説明をする。

【0013】

図1は、第1の管状熱交換器コア30と、第2の管状熱交換器コア40とを有する底モジュール20を備えている熱交換器10を示している。第1のコア30は、第1の管板50と第2の管板60との間に密封状に連結されているほぼ平行な導管即ち、管の配列32を有している。第2のコア40は、第1の管板50と第2の管板60との間に密封状に連結されているほぼ平行な導管即ち、管の配列42を有している。第1の流体が、第1の管板50に隣接して設けられた複数の入口マニホールド51のうちの1つから管の配列32および管の配列42の管を通過して流れ、そして第2の管板60に隣接して設けられた複数の第2のマニホールド61のうちの1つから流出する。マニホールド51、61は、図2Aでは、マニホールド52、62に連結されたものとして示されているが、変更例として、これらのマニホールドは、夫々の管板に密封状に取付けられた1つまたはそれ以上の室であることができる。本発明のこの実施の形態では、管の配列32、42の管の1つまたはそれ以上の列が、単一の入口マニホールド51および/または単一の出口マニホールド61に取り付けられることができる。例えば、管の配列32における管の2つの列は、単一の入口マニホールド管51および単一の出口マニホールド管61に流体連結されることができる。

【0014】

管の配列32、42には、流れ差し向けバッフル、即ちプレート34、36が管の外側に設けられており、これらのバッフル、即ちプレート34、36は、第2の流体を管の配列32、42の軸線とほぼ垂直に流すのに使用される。第1の流体を搬送する管の配列を横切る第2の流体の交差流の幾つかの連続段を生じるために、1つまたはそれ以上のバッフル34、36が設けられてもよい。バッフル34、36は、底モジュール20を通過する第

10

20

30

40

50

2の流体の蛇行流をもたらすように構成されている。バッフル34は、底モジュール20の中央部分を横切って延びており、そして底モジュール20の外側部に流れの隙間35をもたらす。バッフル36は、2つのバッフル36が底モジュール20内に同じ高さに設けられて、これらの2つのバッフル36が底モジュール20の側部から内方に延びて中央の流れの隙間37をもたらすように構成されている。かくして、第2の流体は、図1に流れの矢印で示されるように、2つの方向に分かれるように差し向けられてバッフル34のまわりに流れて流れの隙間37を通り、次いで中央部分のところで再合流し、そして中央の流れの隙間を通して流れる。図1におけるバッフル34、36は、好適な矩形の平面形状のものである。図1の管の配列32、42は、同様に矩形であるが、本発明は、矩形の平面形状を有する管の配列およびバッフルに何ら限定されなく、所望の任意の平面形状を備えることができる。

10

【0015】

底モジュールは、入口110から出口120まで延びている下側流通路80と、入口140から出口150まで延びている上側流通路90とを有している。下側流通路80において、第2の流体の流れは、管の配列32、42の間の中央部分に位置されている入口110を通して入る。バッフル34は、このバッフル34の一方の側部のまわりに第1の流路82が生じられ、このバッフルの他方の側部のまわりに第2の流路84が生じられるように、下側流通路80内の第2の流体を分割する。第1の流路82に沿って移動する第2の流体の部分は、管の配列32を通して差し向けられ、第2の流路84に沿って移動する第2の流体の部分は、管の配列42を通して差し向けられる。第1の流路82に沿って移動する第2の流体の部分および第2の流路84に沿って移動する第2の流体の部分は、中央の位置で合流し、そして出口120を通して出て行く。上側流通路90において、第2の流体の流れは、管の配列32、42の間の中央部分に位置されている入口140を通して入る。バッフル34は、このバッフル34の一方の側部のまわりに第1の流路92が生じられ、このバッフルの他方の側部のまわりに第2の流路94が生じられるように、上側流通路90内の第2の流体を分割する。第1の流路92に沿って移動する第2の流体の部分は、管の配列32を通して差し向けられ、第2の流路94に沿って移動する第2の流体の部分は、管の配列42を通して差し向けられる。第1の流路92に沿って移動する第2の流体の部分および第2の流路94に沿って移動する第2の流体の部分は、中央の位置で合流し、そこで流れの分離が繰返される次の高さまで隙間37を通して上方に移動する。

20

30

【0016】

図1は、米国特許第6,497,856号(その全体がここに組み入れられる)の流れ構成をもたらすように構成された熱交換器コアを示している。バッフル34、36は、単純な向流即ち、平行流熱交換のような任意の種類 of 所望の流れパターンを達成するように配置されることができる。図1に示される流れ構成では、第2の流体の流れは、密封帯域70により2つの別々の流通路に分割される。図1では、耐火性フェルトガスケットの密封方法が、下側流通路80と上側流通路90との間の密封帯域70に用いられている。第2の流体は、空気を含む第2の流体への燃料の添加およびその結果生じた混合物の燃焼のような或る中間処理の後にこれらの通路の両方を通して流れてもよいし、或いは異なる第3の流体が、これらの通路のうち的一方において流れてもよい。いずれの場合でも、流通路80、90における流れの流体圧力が異なり、かくして密封帯域70の前後に圧力勾配が存在すると言ったことがありそうに思われる。

40

【0017】

なお、伝熱面積を増大し、腐食に対して保護し、且つ管に対する機械的支持を行なうために、有利には、熱交換フィン33、43が、管の配列32、42における管の外面に設置されてもよい。これらの熱交換フィンは、管の配列32の管のすべてを横切って延びているプレート、および管の配列42の管のすべてを横切って延びているプレートであることができ、或いはフィンは、図1および図6に示されるように、管の配列32、42の管の1つまたはそれ以上の列における管のすべてを横切って延びているストリップ状プレート(即ち、「層状フィン」)700よりなることができる。ストリップ状プレート700

50

は、交差流段の前後の熱勾配が管 4 2 に有害な機械的応力を与えるのに十分に高い状況の場合に好適である。熱応力が損傷性でない状況では、熱交換器のための組立て時間および費用を減少させるために、好ましくは、単一のフィンにおいて非常に多数の管列が含まれる。図 1 に示される実施の形態では、管の配列 3 2、4 2 における管の列は、各々、底モジュール 2 0 の頂部のところで（管状入口マニホールドとも称せられることができる）単一の管 5 1 に連結されており、管 5 1 のすべては入口マニホールド 5 2 に連結されており、管の配列 3 2、4 2 における管の列は、各々、底モジュール 2 0 の頂部のところで（管状出口マニホールドとも称せられることができる）単一の管 6 1 に連結されており、管 6 1 のすべては出口マニホールド 6 2 に連結されている。管の配列 3 2、4 2 における管の各列が、各々、個々の管 5 1、6 1 に連結されているので、熱膨張の理由で、入口マニホールド 5 2 および出口マニホールド 6 2 に作用するいずれの応力をも個々の管 5 1、6 1 により減少させるために伝熱フィン用にストリップ状プレート 7 0 0 を利用することが好適である。管板の平面における 2 つの軸線において異なる熱膨張応力を与える米国特許第 6,497,856 号の剛性の管板と比較して、本発明のマニホールド 5 1、6 1 は、一方の軸線のみにおいて異なる膨張応力を有利に及ぼす。かくして、少ない流れ迂回量では、米国特許第 2003/0173062 A 1 号に記載された熱膨張作用を減少させる方法が有利に用いられることができる。この利点の重要性は、熱交換器の物理的寸法が増大するにつれて高まる。

【0018】

図 1 で明らかな 1 つの特徴は、バッフルプレートの種々の寸法である。バッフルプレート 3 4、3 6 は、管と平行な第 2 の流体の流れを防ぐが、隙間 3 5、3 7 を通るこの方向の流れを許容する。密封帯域 7 0 のいずれの側にも、全バッフルプレート 7 2、7 4 が設けられており、これらのバッフルプレート 7 2、7 4 は、管の配列 3 2、4 2 と平行な第 2 の流体のいずれの流れも防ぐ。図 1 に示されたバッフルプレート 3 4、3 6、7 2、7 4 のすべてには、小さい延出部分 3 8 が形成されており（バッフルプレート 3 4 の延出部分は図 1 に示されていないが、ハウジング 1 0 0 の前側および後側に沿って延びている）、この延出部分 3 8 は、バッフルプレートが隣接してハウジング部材に取付けられている各流体段における流通路およびフィン付き帯域の外側に延びている。延出部分 3 8 は、耐火断熱に適合するために、且つ米国特許出願第 10/436,060 号の方法のとおり管構造体のための熱膨張手段を設けるために設けられている。

【0019】

図 1 および図 2 A は、シートカバーパン 1 0 2 のようなハウジング部材により構成されているハウジング 1 0 0 を示している。本発明のハウジング 1 0 0 は、漏れ無しの状態を達成することができる。ハウジング 1 0 0 は、カバーパン 1 0 2 の隣接縁部が接合されている位置における生じられたフランジジョイントにより構成されている。また、フランジジョイントは、バッフル 3 4、3 6 の延出部分 3 8 が隣接したカバーパン 1 0 2 の縁部間に挟まれている位置にも形成されている。フランジジョイント 1 0 4 は、溶接、ろう付け、接着剤接合、ロール形成または当業者にとって明らかな他の方法のような方法により本質的に流体不透過性にされることができる。組立体に作用する応力を除去し、且つバッフル、パンまたは両方の永久変形を防ぐためにカバーパンのフランジ付き縁部が熱膨張差下で弾性的に撓むようにカバーパンおよびバッフル 3 4、3 6 の縁部間の接合部のところでフランジジョイント溶接するか或いはロール形成することが特に有利である。本発明の実施の形態は、管の配列と平行な且つ管の配列に直交する弾性撓みに有利に対処している。

【0020】

本発明の別の実施の形態では、カバーパン 1 0 2 のうちの 1 つまたはそれ以上が、ボルト、ねじ、または他の取外し可能な固定装置により取付けられてもよい。このような実施の形態では、隣接カバーパン 1 0 2 間、およびカバーパン 1 0 2 とバッフルプレート 3 4、3 6 の延出部分 3 8 との間に固定密封部材を設けることが好ましい。この別の実施の形態の利点は、熱交換配列を含めて、熱交換器コアを点検したり清浄したりするために、カ

バーパンが取外され得ると言う点である。この特徴は、腐食または汚れの付着が高いと予期されるような或る熱交換器使用条件下で非常に望ましい。

【0021】

本発明のカバーパン102は、作動条件と適合する任意の材料で製造されてもよい。しかしながら、金属シート素材からバフパンを構成することが好適である。その場合、フランジ特徴は、代表的なシート金属処理を使用して非常に容易に形成され、流体ジョイントが容易に構成されることができ。

【0022】

図2Aは、下側流通路80の出口120と上側流通路90の入口140との間に設けられたバーナー130を備えている図1の熱交換器を示している。下側流通路80は、第2の流体を熱交換器に導入する入口110を有しており、上側流通路90は、第2の流体を頂モジュール200の中へ排出する出口150を有している。熱交換器10は、オプションとして、第2のマニホールド62からの加熱された第1の流体を使用して入口110の前で第2の流体を加熱するエアプレヒータ160を有することができる。このオプションの実施の形態では、第2の流体は低温空気入口170に入り、そして通路172に沿ってエアプレヒータ160まで、次いで入口110まで移動することができる。或いは第2の流体は低温空気入口170からバーナー130まで直接移動することができる。通路172、174に沿った第2の流体の流れは、弁180により制御され、これらの弁180は、例えば、これらの弁両方に連結された制御リンク仕掛け182を制御するように構成されたアクチュエータ、または弁180を独立的に制御するように構成された個々のアクチュエータにより制御される比例蝶形弁であることができる。弁180は、下側流通路80の出口120から出る第2の流体の温度と、バーナー130に入る第2の流体の温度とを制御する。別の実施の形態では、これらの2つの弁は、通路172、174間の流れを連続的に調整する単一の弁と取り替えられてもよく、このような弁は当業界で知られており、仕切り弁またはセクタ弁とさまざまに称せられている。他の別の実施の形態では、一方の通路に連続調整弁が設けられてもよく、他方の通路には、弁が設けられていない。この実施の形態では、系における圧力損失が有利に低減されるが、流量の変化の範囲が不利に減少される。この別の実施の形態は、2つの通路間の流量比の小さい動的範囲のみが望まれるような状況では好適であることもある。

【0023】

本発明の1つの実施の形態では、熱交換器10は、水素の導入のために用いられ、管32、42には、米国特許第6,497,856号に開示されているように、適切な触媒が設けられている。この実施の形態では、第1の流体は、米国特許第6,497,856号並びに米国特許第6,623,719号(これはその全体が参照によりここに組み入れられる)に開示されているように、接触非等温水気体シフト反応を受けた後に底モジュール20の下側流通路80に対応する帯域から出る。米国特許第6,497,856号および第6,623,719号の両方は、第1の流体が本質的に断熱の条件下で作動する水気体シフト反応器で更に反応され得ることを教示している。米国特許第6,497,856号では、この反応器は、任意に、下側流通路80に対応する帯域の出口のところで管板に追加されてもよい。しかしながら、米国特許第6,497,856号の剛性に管板は、熱応力を熱硬化器に望ましくなく与え、その有効寿命を短くするか、或いは熱交換器における熱不釣合いの影響を和らげる幅広い手段を必要とする。第1の流体がマニホールド管62から出た後の水気体シフト反応を行なうための別体の反応容器を設けることが有利である。この目的で適した反応容器および付随の連結部が当業者に公知である。

【0024】

米国特許第6,497,856号および第6,623,719号により望ましく実施される更なる水気体シフト反応に引き続き、第1の流体は、蒸気の凝縮と関連された大量の感熱および潜熱を保持する。この熱が第2の流体により回収されると、米国特許第6,497,856号および第6,623,719号により水素を発生させるのに必要とされる流体の消費を望ましく減少させる。かくして、エアプレヒータを設けることにより、燃料

10

20

30

40

50

の使用のこの減少を達成し、このエアプレヒータの設置は、燃料コストが高い場合、或いはCO₂のような副生物ガスの放出が望ましくない場合に望ましい。

【0025】

図2Aの実施の形態は、第1流体から回収された熱量と、少なくとも1つの他の箇所の温度との独立した制御を有利に考慮している。例えば、第2の流体が燃焼空気である水素発生器の場合、空気の流量が調整されてマニホールド管を通して下側流通路80に対応した帯域を出る第1の流体の所望温度を達成し得る。この制御程度は、引き続き水気体シフト反応における反応条件の細調整を有利に可能にする。かくして、反応器の作動特性は、最も小さい寸法、最も多い水素の発生、最も低いメタン化率などを生じるように最適化され得る。バーナー130への燃料の流量を同時に変化させることにより、上側流通路90に対応した上側蒸気改質帯域への入口140のところの火炎温度も制御され得る。これにより、管32、42が受ける最大温度の細制御を有利に許容し、かくして熱交換器の長い寿命を許容する。

10

【0026】

温度の更なる制御は、種々の熱交換要素の伝熱容量を選択することにより有利に達成され得る。かくして、バーナー130への混合されたバーナー入口空気の温度は、バーナー組立体のための最大の許容可能な限度以下に調整され得る。上側流通路90に対応する蒸気改質帯域への入口マニホールド52における混合された蒸気および燃料の温度もまた、米国特許第6,497,856号および第6,623,719号の教示により性能を最適化するように調整され得る。これは、入口140のところの火炎温度と、水気体シフト温度を維持しながら、且つ適切な熱交換器の設計によりバーナー入口空気の温度を維持しながら、達成される。この程度のプロセス制御は、弁180を用いた水素発生器の非常に大きい作動安定性を許容し、そしてエアプレヒータが使用されようと、されないといずれにしても、有利に用いられる。かくして、制御弁180は、米国特許第6,497,856号および第6,623,719号に言明されているもののような好適なプロセス条件から著しく逸脱することなしに全設計流量以外の条件で作動されるべき本発明の水素発生器の驚くべき能力をもたらす。更に、本発明の調整弁およびエアプレヒータは、制限なしに関連技術の蒸気改質器および水気体シフト反応器と共に有利に使用され得る。

20

【0027】

本発明の他の実施の形態では、調整弁180およびエアプレヒータ160を用いた水素発生器は、エアプレヒータにおける第1および第2の流体間で伝達される熱量が第1の流体における水蒸気の顕著な凝縮を引起すのに十分でないように設計されている。この実施の形態は、水分離器における系から除去されたときの凝縮水の流出が望ましくないような状況では好適である。これは、凝縮水を回避するのに使用される弁の増大摩擦による相変化により発生される不快なノイズに起因しているか、或いは高温凝縮水を取り扱う際の不織または弁の耐久性の問題に起因している。また、付随のバーナーの空気入口の温度が許容可能な限度を超える条件下での凝縮を無くすように熱伝達を制限することが望ましいこともある。かくして、燃料使用量の節約が決定的要因である場合に、凝縮エアプレヒータにおける大きい熱伝達が好適であるが、他の状況は、非凝縮プレヒータの採用をより望ましくすることがある。エアプレヒータおよび下側流通路80に対応する熱交換器帯域の伝熱面の特性は、当業者に公知である技術を使用して所望の熱束を達成するように選択される。

30

40

【0028】

図2Bは、熱交換器の別の実施の形態を示している。図2Bに示された実施の形態は、この別の実施の形態がエアプレヒータ160と、低温燃焼空気入口170と、図2Aの弁180とを有していないが、むしろ、入口110への簡単化連結部と、通路122を経た出口120とバーナー130との簡単化連結部を有していること以外、図2Aの実施の形態と同じである。

【0029】

本発明の調整弁は、始動、停止およびアイドリングの間の水素プラントの作動に特別な

50

利点をもたらす。始動中、別の実施の形態 2 B は、簡単化導管を通してすべてのバーナー空気を供給しなければならない。この空気流は、下側流通路 80 に対応した帯域および引き続き水気体シフト反応器の温度を上昇させるために使用される第 1 の流体の望ましくなく高い量の熱を除去する。この熱除去は、第 1 の流体の通路内の甚だしい凝縮を引起こすことがある。この凝縮は、第 1 の流体の流れを望ましくなく妨げる。また、この凝縮は、使用されていれば、管 32、42 および続く水気体シフト反応器内に配置された触媒の物理的または化学的損傷を引起こすことがある。かくして、本発明の好適な実施の形態では、調整弁 180 を備えている水素プラントは、下側流通路 80 に対応した帯域を通る第 2 の流体の流れを実質的に減少させ、かくして第 1 の流体の冷却を低減し、凝縮を減少させ、且つ始動に必要なとされる時間を短縮し得る。

10

【0030】

停止およびアイドリング中、調整弁は、第 1 の流体の温度を調整するために上記のように用いられる。装置作動詳細によっては、停止およびアイドリング条件は望ましくない高い即ち、低い温度の恐れをもたらすことがある。更に、第 2 の流体の供給の望ましくない逆流が生じることもある。調整弁の適切な使用により、これらの状態は完全に回避され得る。水素発生作動モードから高温アイドリング作動への変化においてプラントを作動する好適な方法は、通路 172 を通る流れを許容しながら、弁 180 を使用して上側通路 174 を通る流を阻止することである。入口 170 を通る空気の供給もまた終了される。この状態では、通路 172、174 間に加熱された空気の浮力は、弁または付随管への熱の望ましくなく移動を引起こさない。その代わりに、通路 172 とプレヒータ 240 との間の静圧力差が、弁 180 を不当に加熱することなしにいずれの空気の流れをも通路 172 からプレヒータへ移動させる。

20

【0031】

図のすべては、1つのパネルで多角形の管の配列の側面全体を覆うカバーパネルを示している。或る用途では、熱交換器コアの寸法と組合された使用圧力および温度により、1つまたはそれ以上の側面に多数の副パネルを設けることを望ましくする。これは、カバープレートの所定の厚さについての機械的応力を有利に減少させ、且つ追加の熱膨張接合部をもたらす。かくして、所定の位置に設けられるカバープレートの数および厚さは局部的な温度および応力条件を適合させるように変化されてもよい。

30

【0032】

図 1 は、本発明の熱交換器密封帯域 70 を示している。この密封帯域 70 は、バッフルプレート 72、74 により規定されている。密封帯域 70 は、耐火性フェルトシール 78 および 1つまたはそれ以上の膨張材料層 76 を有している。下側流通路 80 と上側流通路 90 との間に圧力差が存在し、かくして耐火性フェルトシール 78 が漏れおよび熱応力を減少させると言うことがありそうに思われる。

【0033】

本発明は、好ましくは、上側流通路 90 に入る流体が 800 の膨張材料の使用限度以上の温度にあり、下側流通路 80 から出る流体が膨張材料の使用限度未満であるときに特に有用である密封帯域を有している。この実施の形態では、バッフルプレート 72、74 間の隙間は、成形可能な耐火性繊維が入れられているか、或いはばらの耐火性繊維が詰められた耐火性フェルトガスケット 78 のような耐火性材料の 1つまたはそれ以上の層で埋められている。この耐火性材料は、初めに、管の配列 32、42 の管、バッフル 74 およびハウジング 100 の内面との密封接触状態で装着される。次いで、膨張材料 76 の 1つまたはそれ以上の層が、耐火性材料 78 とバッフル 72 との間に設けられる。膨張材料 76 は、その過熱を防ぐために断熱体として作用する十分な耐火物 78 により上側流通路 90 から分離されている。2つのバッフルは、当業界で公知のように、管 32、42 と密接している延出熱交換フィンの層の間の機械的固定によるバッフル支持ロッドへの連結のような機械的手段により、或いは当業者に明らかな多的手段により本質的に固定された機械的關係に保持されている。

40

【0034】

50

300 以上に加熱すると、膨張材料76は、バッフル72、74の面と垂直に膨張する。この膨張により、耐火物78を実質的な圧力にさらす。この圧力下では、耐火物78が装着されたときより高い密度に圧縮される。更に、この圧力により、耐火物78が、管の配列32、42の管およびハウジング100の内面と向上密封接触される。かくして、ハウジング100のカバープレートが本質的に固定されているので、管と平行な方向への膨張材料の膨張が耐火性フェルト材料78に対する一様な圧力に変換される。

【0035】

耐火性材料78の厚さおよび膨張材料76の量の選択は、この耐火物78の所望の圧縮と、使用中の耐火物の予期される収縮と、膨張材料76の膨張特性と、バッフル、パン（ハウジング）およびそれらの支持体の機械的強度とにより決定される。かくして、予期された熱交換器の正確な種類およびその作動条件に独特に適している多くの異なる組合せが可能である。

10

【0036】

特に好適な膨張マット製品は、加熱されたガスを流すことにより腐食を阻止するように調製されている。かくして、本発明の固定された膨張シールは、本来、腐食による破損に対して耐性である。

【0037】

底モジュール20の上側流路90の出口150は、底モジュール20の上方に設けられた頂モジュール200のマニホールド部分210に連結されている。出口150は、好ましくは、スリップジョイント202により、或いは流体密封をもたらし、熱膨張差を受け入れ、そして装着部位で容易に連結される他の手段、例えば、布または金属ベローによりマニホールド部分210に連結されている。図1および図2Aに示されるマニホールド部分210は、傾斜された側壁部212と、傾斜された前壁部214とを有している。この傾斜は、用いられた構成部品の寸法により示されており、本発明を何ら限定しようとするものではない。

20

【0038】

出口150を出る第2の流体は、マニホールド部分210に入り、次いで過熱器220と、ボイラー部分230と、プレヒータ部分240とを通過して移動し、次いで頂モジュール200から出る。頂モジュール200は、第1の流体が入口マニホールド52に入る前に第1の流体を加熱するために底モジュールから出る加熱された第2の流体の熱を利用している。頂モジュール200は、加熱された第2の流体の自然浮力の利点を得るために垂直に配向されているが、強制ドラフトを生じ、且つ底モジュール20内の圧力を低減するために、任意の排気ファン250が頂モジュール200の出口242に設けられることができる。かくして、第2の流体に関して、底モジュール20内に真空が達成されることができる。

30

【0039】

第1の流体は、プレヒータ部分240を通過して延びている管244を経て液体として頂モジュール200に入る。第1の流体は、プレヒータ部分240において第2の流体から熱を吸収し、次いで管246を経てプレヒータ部分240におけるボイラー232まで移動する。第1の流体は、ボイラー232において、そこで第2の流体から熱を吸収することにより液体からガスへ変態される。次いで、ガス状の第1の流体は、管234とを経て過熱器部分220まで移動し、そこで第1の流体は、過熱器部分220を通過を行なう管222に沿って移動する。次いで、第1の流体は、過熱器部分220から管224を経て入口マニホールド52まで移動する。1つまたはそれ以上の追加の流体が、この工程における任意の時点で導入されてもよい。これらの流体は、液体またはガスであってもよい。本発明の1つの実施の形態では、追加の流体は水素発生のための炭化水素原料である。

40

【0040】

図3Aおよび図3Bは、本発明の頂モジュール200および底モジュール20用の容器の概略図を示している。これらの容器は、本発明の熱交換器10を効率的に輸送したり、

50

組み立てたりするための手段として使用される。頂モジュール200用の容器300が設けられており、この場合、頂モジュール200は、製造プラントにおいて容器300内に収容され、そして容器300内で組立て箇所まで輸送される。同様に、底モジュール200用の容器400が設けられており、この場合、底モジュール200は、製造プラントにおいて容器400内に収容され、そして容器400内で組立て箇所まで輸送される。容器300、400が組立て箇所に到達すると、底モジュール容器400が適切な最終位置に位置され、次いで、頂モジュール容器300が底モジュール容器400の上に積重ねられる。好ましくは、頂モジュール容器300および/または底モジュール容器400には、図3Bに概略的に示される取付け特徴のような整合または取付け特徴が設けられる。頂モジュール容器300を底モジュール容器400に積重ねることにより、頂モジュール容器300は、スリップジョイント202により底モジュール容器400に接合される。図示されていないが、また、排気ファン250が、これを容易に輸送して頂モジュール200の頂部に組付けのために使用されることができ、輸送/組付け容器内に収容されることができ

10

20

30

40

50

【0041】

図4は、底モジュールの上側流路からの2つの出口152を受け入れるようにマニホールドが変更された本発明の第2の実施の形態を示している。図4に示される実施の形態では、底モジュールから出る流れが図1に示される中央に位置された出口150からではなく、側部から出て移動するように、上側流路における交差流段の数が変更されている。図4に示されるマニホールド部分500は、概ね垂直な側壁部512を有しているが、壁部の傾斜は構成部品の相対寸法により示されており、制限するものではない。マニホールド部分500は、好ましくは、スリップジョイント502により、或いは垂直熱膨張差を許容することができ、装着箇所容易に連結される他の手段により底モジュールに連結されている。

【0042】

図1および図4に示される実施の形態では、上側流路90への入口140に隣接した熱交換器の領域は、熱交換器内の最も高温な部分である。この高温領域では、補強された管600の帯域を設けることが好ましい。図5は、図1からの補強された管600の帯域の一部の拡大横断面図を示している。補強された管600の帯域では、第1の管の配列32および第2の管の配列42の両方における管には、外側スリーブ602が設けられており、この外側スリーブ602は、そうでなければクリープ応力が管の破損を引起すかも知れないこの高温帯域内の管の配列32、42の管に強度を加える。有利には、管32、42とスリーブとの間で剪断応力を伝達しなく、かくして熱交換器における全応力を減少させる。また、有利には、高い金属温度に耐えるのに必要とされる材料使用量を減少させる。また、有利には、管および支持スリーブ用の異なる材料の使用を許容する。かくして、第2の流体の条件下における高い耐劣化性を有する材料が、支持スリーブ用に選択され得、第1の流体の条件のために最適な材料が、管自身用に選択され得る。

【0043】

本願では、第1の流体に対する熱伝達の降下なしに第2の流体の流量の減少を見込むためにバーナーの火炎温度を(米国特許第6,497,856号に記載の方法と比較して)1050と1250との間の範囲まで高めることが好適である。第2の流体の流量を減少させることによって、熱交換器と通る圧力降下が有利に減少される。流体の温度が非常に高い場合、熱伝達は、ほとんどすべて放射であり、かくして(圧力降下を増す)熱伝達フィンが必要ではない。かくして、本発明の好適な実施の形態の補強された管600の帯域には、熱伝達フィンが示されていない。補強外側スリーブ602の使用は、第2の流体の温度が約900より高い、好ましくは1000より高いときに好適である。補強外側スリーブ602は、強制嵌合方法、急速液圧式または機械的膨張方法、または管の外表面と補強外側スリーブの内表面との間の締め込みを生じる他の方法を使用して管の配列32、42の管の外表面に位置されることができ

【0044】

図7は、種々の断熱層およびシェルカーシングを備えている熱交換器の底モジュール2

0のハウジングの横断面図を示している。本発明は、断熱用耐火性ボード800の複数のブロックで構成された第1の断熱層を有している。耐火性ボード800のブロックは、接着剤802、例えば、マスクテープによりカバーパン102の外面に一時的に取付けられることができる。耐火性ボード800のブロックは、ハウジング100の全体または実質的に全体の外面が耐火性ボード800で覆われるように、カバーパン102の外面に取付けられる。接着剤802は、第1のケーシング810が耐火性ボード800の外面およびハウジング100に取付けられるまで、耐火性ボード800を適所に保持するようになっている。第1のケーシング810は、耐火性ボード800を適所に保持する。第1のケーシングは、好ましくは、留め具を使用して互いに接合される亜鉛めっきシート金属の複数のパネルで構成されている。

10

【0045】

図7に示されるように、本発明は、また、断熱用耐火性ボード820の複数のブロックで構成された第2の断熱層を有している。耐火性ボード820のこれらのブロックは、第1の断熱層における耐火性ボード800のブロックより大きく、そして、好ましくは、ボード800間のいずれの隙間もボード820により覆われるように、第1の断熱層における耐火性ボード800のブロックと重なっている。耐火性ボード820のブロックは、接着剤822、例えば、マスクテープにより第1のケーシング810の外면에一時的に取付けられることができる。耐火性ボード820のブロックは、第1のケーシング810の全体または実質的に全体の外面が耐火性ボード820で覆われるように、第1のケーシング810の外面に取付けられる。接着剤822は、第2のケーシング830が耐火性ボード820の外表面およびハウジング100に取付けられるまで、耐火性ボード820を適所に保持するようになっている。第2のケーシング830は、耐火性ボード820を適所に保持する。第2のケーシングは、好ましくは、留め具を使用して互いに接合される亜鉛めっきシート金属の複数のパネルで構成されている。

20

【0046】

別の好適な実施の形態では、本発明は、単一のシェルケーシングを備えた1つまたはそれ以上の断熱層を有している。例えば、本発明は、好ましくは、接着剤によりカバーパン102の外面に一時的に取付けられる断熱耐火性ボードの複数のブロックで構成された第1の断熱層を有している。耐火性ボードのブロックは、ハウジング100の全体または実質的に全体の外面が耐火性ボードで覆われるように、カバーパン102の外面に取付けられる。更に、断熱耐火性ボードの複数のブロックで構成された第2の断熱層が、これらが好ましくは第1の層における耐火性ボードのブロックと重なるように、接着剤を使用して第1の断熱層の外面に設けられている。必要に応じて、追加の断熱層、例えば、中間多孔性シリカまたはアルミナのような最も外側のガラス繊維マット層または高性能断熱層が設けられることができる。その場合、断熱層を適所に保持するために、最も外側の断熱層の外面には、外側ケーシングが設けられる。

30

【0047】

本発明は、反応器を $n = 2$ またはそれ以上の独立した管束に分割している。図1および図2Aに示される実施の形態は、2つの管束32、42を有する構成を示しているが、本発明は、第2の流体の流れが共通の入口により供給され、そして共通の出口を共有する2つより多い束を有する実施の形態を意図している。独立した束の数を1つより覆い数に増やすことにより、本発明は、所定の管束を通して流れる第2の流体の速度を $1/n$ だけ低下させる。所定の管束を通る第2の流体の流れの速度の低下は、底モジュールにおける第2の流体の圧力降下を50%と75%との間だけ減少させる。また、本発明は、入口140に隣接した2つのコア30、40の中間にバーナーボックスを設けることにより、米国特許出願第10/436,060号からの張り出しバーナーボックスを除いている。火炎は、バーナーの重量を反応器から分離するために1つまたはそれ以上の弾性部材(例えばベロー)132により隔離されることができる、バーナー130から入口140に通じる管に十分に発現される。バーナー130は、支持フレームにしっかりと取付けられることができる。

40

50

【0048】

本発明は、有利には、改質器の内側の圧力を低下させるために、改質器/底モジュール20、過熱器部分220、ボイラー部分230およびプレヒータ部分240を通る自然ドラフトと、排気通気ファン250からの任意の強制ドラフトとを生じるために加熱された第2の流体の浮力を利用している。この効果は、より大きい「煙突高さ」を得るために図示のような要素の垂直配置により高められる。

【0049】

なお、ここに図示されて説明された模範的な実施の形態は、本発明の好適な実施の形態を述べているが、本発明の請求項の範囲を何ら限定しようとするものではない。

【0050】

以上の教示を考慮して、本発明の多くの変更例および変形例が可能である。従って、本発明の範囲内で、ここに詳細に説明された以外に、本発明が実施され得ることは理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の熱交換器の第1の実施の形態の正面横断面図である。

【図2A】図1の熱交換器の頂および底モジュールの側面図である。

【図2B】熱交換器の別の実施の形態の側面図である。

【図3A】本発明の頂モジュール用の容器の概略図である。

【図3B】本発明の底モジュール用の容器の概略図である。

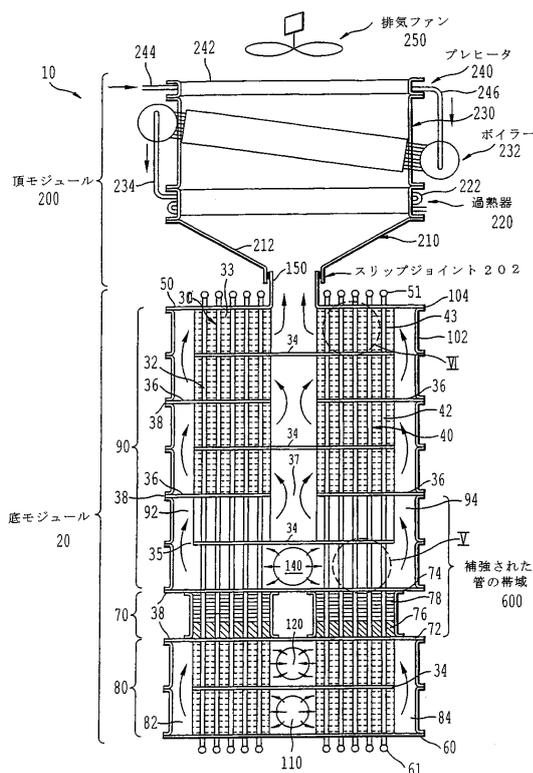
【図4】本発明の熱交換器の第2の実施の形態の正面横断面図である。

【図5】図1からの補強された管の帯域の一部の拡大横断面図である。

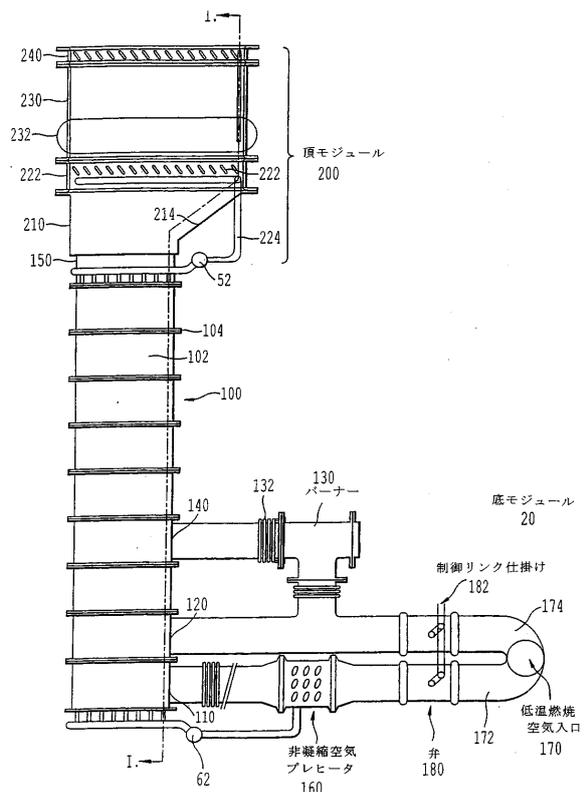
【図6】熱フィンを有する管の配列の拡大横断面図である。

【図7】種々の断熱層およびシェルケーシングを備えた熱交換器の底モジュールのハウジングの横断面図である。

【図1】



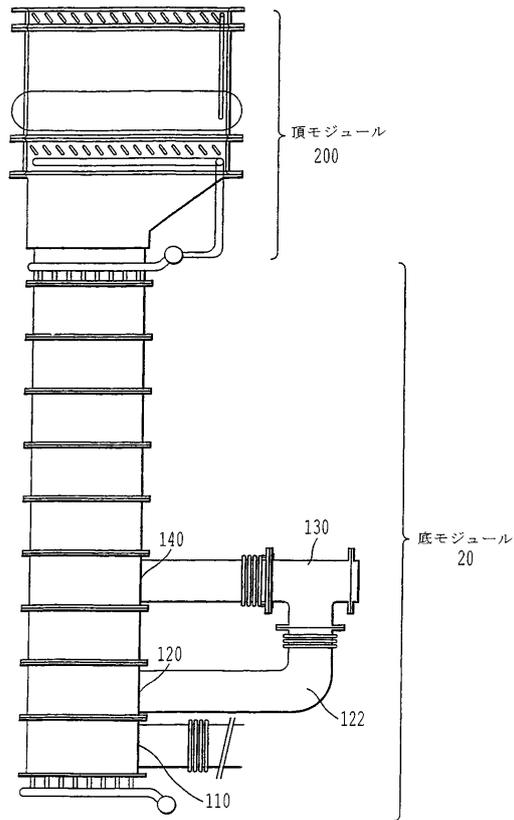
【図2A】



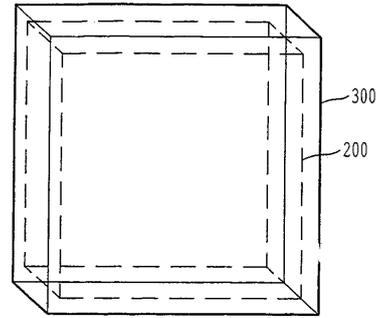
10

20

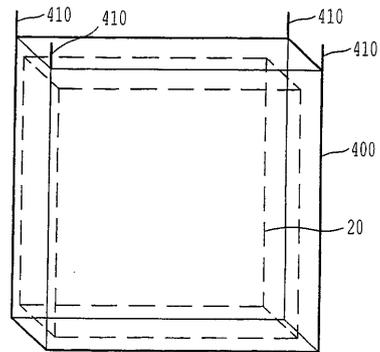
【図2B】



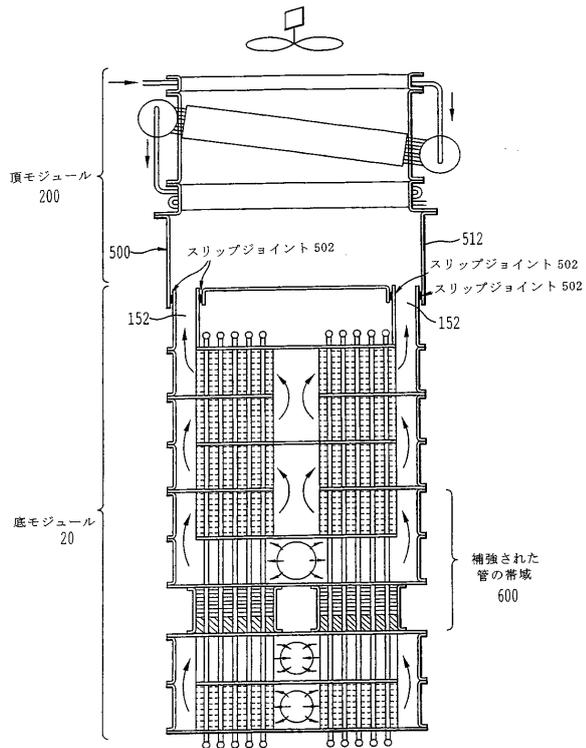
【図3A】



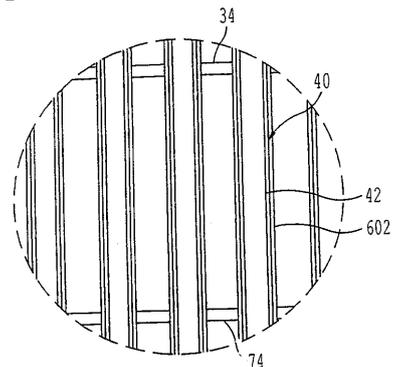
【図3B】



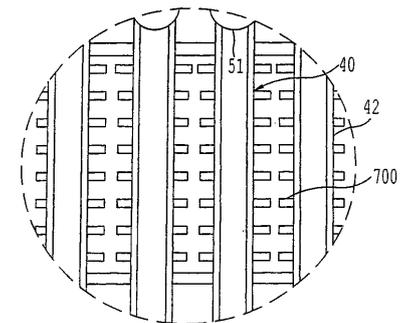
【図4】



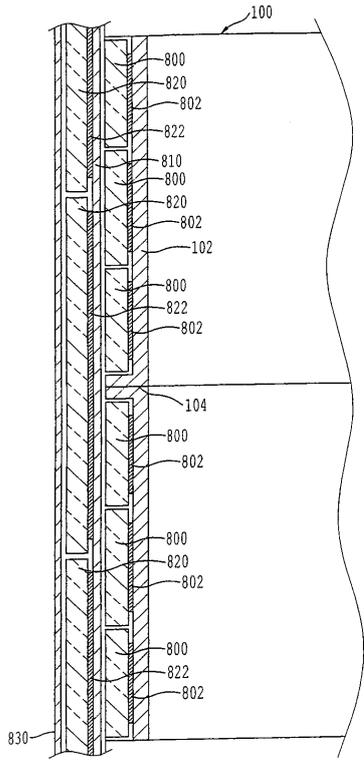
【図5】



【図6】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US05/05888
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC: B01J 8/00(2006.01);C01B 3/24(2006.01),3/26(2006.01) F28D 7/16(2006.01)		
USPC: 423/650,651,652,655;252/373;422/192,197,198,201,211		
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. : 423/650,651,652,655; 252/373; 422/192,197,198,201,211		
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 2004/0234432 A1 (LOMAX, Jr., Franklin D.) 25 November 2004 (25.11.2004), entire document.	1-49
A	US 2003/0173062 A1 (LOMAX, Jr. et al.) 18 September 2003 (18.09.2003), entire document.	1-49
A	US 6,497,856 B1 (LOMAX, Jr. et al.) 24 December 2002 (24.12.2002), entire document.	1-49
A	US 6,957,695 B2 (LOMAX, Jr. et al.) 25 October 2005 (25.10.2005), entire document.	1-49
A	US 6,623,719 B2 (LOMAX, Jr. et al.) 23 September 2003 (23.09.2003), entire document.	1-49
<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	"I" 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
"E"	earlier application or patent published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"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 09 June 2006 (09.06.2006)		Date of mailing of the international search report 02 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. Cooke Telephone No. 571-272-1700

フロントページの続き

(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, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, 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 22205、アーリントン、エヌ．・フィフス・ストリート 5
649

(72) 発明者 レットウ、ジョン・エス．
アメリカ合衆国、ワシントンディ－シー 20003、エスイー、ノース・カロライナ・アベニュー
706

(72) 発明者 ジェームズ、ブライアン・ディー．
アメリカ合衆国、バージニア州 22310、アレクサンドリア、パースレイ・ドライブ 613
9

Fターム(参考) 3L103 AA08 AA12 AA27 BB03 CC02 CC27 DD08