

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6147767号
(P6147767)

(45) 発行日 平成29年6月14日(2017.6.14)

(24) 登録日 平成29年5月26日(2017.5.26)

(51) Int.Cl.		F I			
F 2 8 D	7/16	(2006.01)	F 2 8 D	7/16	A
F 2 8 F	9/02	(2006.01)	F 2 8 F	9/02	E

請求項の数 17 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-556513 (P2014-556513)	(73) 特許権者	514193317
(86) (22) 出願日	平成25年1月21日 (2013.1.21)		プロメテウス テクノロジーズ ゲーエム ベーハー
(65) 公表番号	特表2015-507170 (P2015-507170A)		PROMETHEUS TECHNOLO GIES GMBH
(43) 公表日	平成27年3月5日 (2015.3.5)		ドイツ連邦共和国 40667 メーアブ ッシュ カール-アルノルト シュトラ ーセ 52
(86) 国際出願番号	PCT/SE2013/050038	(73) 特許権者	511064270
(87) 国際公開番号	W02013/122528		アクティエボラゲット コー.アー. エ クストローム アンド ソン
(87) 国際公開日	平成25年8月22日 (2013.8.22)		AKTIEBOLAGET K. A. EK STROEM & SON
審査請求日	平成28年1月8日 (2016.1.8)		スウェーデン国 S-291 25 クリ スチャンスタッド ボックス 566
(31) 優先権主張番号	1250107-8		最終頁に続く
(32) 優先日	平成24年2月13日 (2012.2.13)		
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)		

(54) 【発明の名称】 カーボンブラックの製造に適した熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

カーボンブラックを製造するための装置用の熱交換器(30)であって、
 第1の熱交換部(31)及び第2の熱交換部(32)を備え、
 前記第1の熱交換部(31)は、
 円筒状のジャケット(34)、下端壁(35)及び上端壁(36)によって囲まれ、鉛
 直方向に配置された円筒状の第1のチャンバ(33)と、
 前記第1のチャンバ(33)の全域に亘って前記下端壁(35)から前記上端壁(36
)に延出するとともに前記第1の熱交換部(31)内のみ配置され、自身の中での燃焼
 ガスの流動に適応し、鉛直方向に配置されたチューブ(37)と、
 前記チューブ(37)の外側の前記第1のチャンバ(33)内を流れる予熱されたガス
 のための第1の入口(38)及び第1の出口(39)と、を含み、
 前記第2の熱交換部(32)は、
 自身の中での燃焼ガスの流動に適応し、鉛直方向に配置された第2のチャンバ(42)
 と、
 前記第2のチャンバ(42)が円筒状の第1のシェル(43)によって囲まれているこ
 とと、
 前記第1のシェル(43)が前記第1のシェル(43)の外部に流れる予熱されたガス
 への熱伝達を可能とすることと、を含み、
 前記第2のチャンバ内(42)を流れる燃焼ガスは、前記第1のシェル(43)に直接

10

20

接触し、

前記熱交換器は、さらに、予熱された前記ガスの流れに適応する、前記第2の熱交換部(32)から前記第1の熱交換部(31)への導管(52)を含むことを特徴とする熱交換器。

【請求項2】

請求項1に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、燃焼ガスの流れ(54)に関連して前記第1の熱交換部(31)の上流に配置されている熱交換器。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、前記第1の熱交換部(31)の縦中心軸と一致する縦中心軸(A)を有する熱交換器。

10

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、さらに、前記第1のシェル(43)の径外方向に配置され、前記第1のシェル(43)と同軸で円筒状の第2のシェル(44)を含み、

予熱されたガスの流れに適応された円筒状のギャップ(51)が前記第1及び第2のシェル間に形成される熱交換器。

【請求項5】

請求項4に記載の熱交換器において、

前記ギャップ(51)は、鉛直方向の両端部において開口している熱交換器。

20

【請求項6】

請求項4又は5に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、さらに、前記ギャップ(51)の鉛直方向の端部の一つに配置され、かつ予熱されたガスを前記ギャップ(51)内における前記第1のシェル(43)の周囲に沿って分配するように適応された円筒状のリングチャンバ(45)と、前記リングチャンバ(45)を介して前記ギャップ(51)内に予熱されたガスを導入するための第2の入口(47)とを含む熱交換器。

【請求項7】

請求項4～6のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、さらに、前記ギャップ(51)から予熱された前記ガスを集めるように適応され、かつ前記ギャップ(51)の鉛直方向の端部の一つに配置された円筒状のリングチャンバ(45)と、

前記リングチャンバを介して前記ギャップ(51)から前記導管(52)へ予熱されたガスを移動させるための第2の出口(49)とを含む熱交換器。

30

【請求項8】

請求項1～7のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記チューブ(37)は、前記第2のチャンバの最大直径(Dm)よりも小さい直径(Dt)を有する束で配置される熱交換器。

【請求項9】

請求項1～8のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記導管(52)は、前記第2の熱交換部(32)から前記第1の入口(38)を介した前記第1の熱交換部のチャンバ(33)へのガスの流れに適応されている熱交換器。

40

【請求項10】

請求項1～9のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、自身の鉛直方向の熱膨張を回避するように堅固に取り付けられている熱交換器。

【請求項11】

請求項1～10のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第2の熱交換部(32)は、自身の異なる部分を熱的に膨張可能とする内部膨張手

50

段を含む熱交換器。

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第 1 のシェル (4 3) は、自身の外側の少なくとも一部にフィンが設けられている熱交換器。

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第 1 の熱交換部の底空間 (4 0) に導入される冷却ガスによって前記下端壁 (3 5) を冷却する手段を含み、

前記底空間 (4 0) は、前記下端壁 (3 5) 及び下底プレート (4 1) によって規定される熱交換器。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の熱交換器において、

前記手段は、前記第 1 のチャンバ (3 3) 内における予熱されたガスのため、前記底空間から前記導管及び第 1 の入口 (3 8) の少なくとも何れか一方に前記冷却ガスの流れを提供する熱交換器。

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第 2 の熱交換部 (3 2) は、前記第 1 のシェル (4 3) の外部における予熱されたガスの流れが前記第 2 のチャンバ (4 2) 内で流れる前記燃焼ガス (5 4) の流れの対向流となるように、設計されている熱交換器。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の熱交換器において、

前記第 2 の熱交換部 (3 2) は、前記第 1 のシェル (4 3) の外部における予熱されたガスの流れが前記第 2 のチャンバ (4 2) 内で流れる前記燃焼ガス (5 4) の流れに平行となるように、設計されている熱交換器。

【請求項 1 7】

請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項に記載の燃焼チャンバ及び熱交換器 (3 0) を含むカーボンブラック製造プラント。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、カーボンブラックの製造において燃焼ガスを予熱するための熱交換器に関する。また、本発明は、燃焼チャンバ及び熱交換器を含むカーボンブラック製造プラントに関する。

【背景技術】

【0002】

カーボンブラックは、一般に、微粒子カーボンブラックを含む燃焼生成物を生成するために、高温の燃焼ガス、場合によっては空気を含む炭化水素原料を無効にすることによって炉型反応器において製造される。カーボンブラックの製造のための従来のプラントの例の概略図を図 1 に示す。また、燃焼ガスは、バーナ 3 及び燃焼チャンバ 4 内において、オイルの次の燃焼前に予熱される空気予熱器として知られているチューブ熱交換器 2 の上部に導管 1 を介して導かれる。熱交換器からの予熱されたガスは、導管 6 を介して燃焼チャンバに導かれる。オイルが導管 7 を介して反応器に添加される。いくつかの場合において、クエンチ水 8 は、燃焼チャンバの下流に添加される。消費される燃焼ガス中における懸濁カーボンブラックの混合物は、蒸発チャンバ 5 内に導かれ、その後、熱交換器を通過し、導管 9 を介してフィルタ装置 10 に熱交換器の上部から離れるように導かれる。場合によっては予熱器及び/又は追加の熱交換器 (図示せず) を介してもよい。このフィルタ装置 10 において、カーボンブラックは完全にガスの流れから濾過される。

40

【0003】

50

図2 aは、図1に示すプラントで使用される従来のチューブ型熱交換器2の簡略化した例を示している。熱交換器2は、地面に対して直交配置された略円筒状のチャンバ11を備える。チャンバ11は、円筒形のジャケット12又はシェル、下端壁23及び上端壁14によって囲われている。また、下端壁23はチューブプレートとして知られている。チューブ15は、チャンバの内部に鉛直方向(縦方向)に配置されている。チューブ15は、互いに平行に配置され、下端壁23から上端壁14にチャンバ全体に亘って延びている。予熱される燃焼ガスは、入口16を介して熱交換器に導かれ、燃焼チャンバに導かれて出口17を介して排出される。

【0004】

消費された燃焼ガス中における懸濁カーボンブラックの混合物である燃焼されたオイルは、チューブ15内のチャンバの底部(矢印18で示す)からチャンバの頂部に導かれ、その後、出口(矢印19で示す)を介してフィルタ装置に導かれる。

【0005】

また、熱交換器は、ジャケット12からチャンバ11内に延出する水平配置プレート20を有する。このようなプレート20は、長手部分(矢印21で示す)を有するように、チャンバを通じてガスを強制的に流す。これにより、チャンバ内の時間、ひいては排出された予熱されたガスの温度が増加する。

【0006】

今日、使用されるほとんどの熱交換器は、約800に燃焼ガスを予熱する。排気ガスの高温は、熱交換器のチューブ上及びシェル上に高温負荷を引き起こし、これにより、使用中の実質的な熱膨張につながる。熱膨張は、膨張のための限られた機会によって、チューブ及びシェルに大きな熱応力を発生させる。種々の解決策は、例えば、第1の内部シェル及び第2の外部シェルを有し、外部及び内部シェル間の下端における熱交換器に導入され、前記シェル間の前記熱交換器の上部まで導かれ、その後熱交換器のチューブに接触する燃焼ガスを有するダブルシェル型熱交換器がこの問題を克服するために使用されている。これにより、外側シェルの温度が低減される。このようなダブルシェル型熱交換器は特許文献1に開示されている。

【0007】

また、チューブを膨張させるための様々な解決策が提案されている。解決策の一例が、特許文献2に示されている。本文献におけるチューブプレートには、チューブの膨張を可能にするために補償デバイスが取り付けられている。

【0008】

さらに、底プレートの冷却が提案されている。図2 aに示されるように、下端壁23は、下底プレート13とともに密閉空間22を規定する。矢印24で示されるように、冷却ガスは空間22内に導入され、矢印25で示されるように、出口を介して空間22から排出される。底プレートの冷却の別の例は特許文献3に開示されている。本文献におけるプレートは、チューブが延出する円柱空間を形成する上部及び下部円柱プレートを含む。

【0009】

この円柱空間は、冷却媒体に適應する内部チャンネルを備えている。図2 bは、従来のチューブ熱交換器を簡略化した変形例を示し、それは、図2 aに示すチューブ型熱交換器とは異なって、その空間22に導入される冷却ガスは、空間22からの排出後に、予熱された燃焼ガスとして再利用される。冷却ガス出口26を通して空間22を出る冷却ガスは、その後、矢印28で示すように、空間22から予熱する燃焼ガスのための入口16に導管27を介して導かれる。これにより、予熱されるガスは、再利用された冷却ガス及び新しい新鮮なガスの両方を構成する。これは、熱交換器における、より効率的な熱交換を可能にする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】欧州特許第0865600B1号明細書

10

20

30

40

50

【特許文献2】米国特許第6334482号明細書

【特許文献3】米国特許第6334483号明細書

【特許文献4】米国特許出願第2004/0081609号明細書

【特許文献5】中国特許第101625128B号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

カーボンブラックの製造のための従来の熱交換器は、場合によっては、汚れに繋がるチューブ内のカーボンブラックの凝集及び目詰まりが生じる虞がある。このような汚れは、例えば、熱交換器から離れる予熱ガスの温度低下を引き起こす熱伝達に影響し、それは結果的にカーボンブラック製造プラントの低い収率に繋がる。さらに、熱交換器の底部からその上部へのパイプを通る燃焼ガスの流れが影響を受け、チューブが破損するおそれがある。最終的に、熱交換器は、メンテナンスや清掃のためにシャットダウンされなければならない。このようなカーボンブラックの製造における停止は、特に、チューブの洗浄が非常に困難であるため、非常に時間がかかり、かつ高価である。このように、チューブ内部のカーボンブラックの目詰まりや汚染のリスクを最小限に抑える必要がある。

10

【0012】

公知であるように、汚れは、懸濁カーボンブラックを含む燃焼ガス及びチューブの表面の温度差に起因する。特許文献4は、予め加熱されるガスの流れの速度によって制御される、温度差が500°F、すなわち260 未満であることを確かめることによって問題を解決することを提案する。熱交換器は、予熱されるガスを分配するためのシェル間に介在する空間を備える外側及び内側シェルを含む。穴は、熱交換器の内部領域内にガス流を供給し、流量を含むカーボンブラックが位置するチューブに接触するように、様々な垂直位置において内側シェル内に形成されている。上記特許文献4において提案された解決策は、所望の結果を達成するために穴の配置方法を計算することは非常に困難であるという理由から実際的ではない。

20

【0013】

さらに、上記特許文献1に開示されるダブルシェル型熱交換器は、チューブ及びその中を流れる燃焼ガス間の温度差の低減による汚れを低減する。

汚れの問題に対処する別の方法は、熱交換器の汚染を洗浄するために使用されるパルス・フラッシング・デバイスを有する特許文献5に提案されている。このパルス・フラッシング・デバイスは、熱交換器のチューブの上流側に設置されている。

30

【0014】

しかしながら、汚染の問題を解消するためのより実用的な解決策が依然として必要であり、複雑な洗浄プロセスを回避して汚染を除去することが好ましい。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の目的は、カーボンブラックによるチューブの汚染のリスクを低下させた、カーボンブラックを製造するために適応された、熱交換器を提供することである。

この目的は、請求項1によって定義されるようにカーボンブラックの製造のために適応された熱交換器の手段によって達成される。本発明の実施形態は、従属項によって定義される。

40

【0016】

本発明に係る熱交換器は、チューブの汚れを著しく低減又は除去するべく、チューブの内部を流れる燃焼ガス及びチューブの表面間の温度差を減少させる。さらに、カーボンブラックを製造するためのエネルギー及びコストの効率的なプロセスを可能にするべく、懸濁カーボンブラックを含む燃焼ガスの熱を利用する。

【0017】

本発明に係る熱交換器は第1の熱交換部を含み、この第1の熱交換部は円筒状のジャケット、下端壁及び上端壁によって囲まれ、鉛直方向（縦方向）に配置された円筒状の第1

50

のチャンバを含む。さらに、第1の熱交換部は、前記第1のチャンバの全域に亘って前記下端壁から前記上端壁に延出する、自身の中での燃焼ガスの流動に適応し、鉛直方向に配置されたチューブと、前記チューブの外側の前記第1のチャンバ内を流れる予熱されたガスのための第1の入口及び第1の出口と、を含む。さらに、熱交換器は第2の熱交換部を含み、この第2の熱交換部は自身の中での燃焼ガスの流動に適応し、鉛直方向に配置された第2のチャンバと、前記第2のチャンバが円筒状の第1のシェルによって囲まれていることと、前記第1のシェルが前記第1のシェルの前記外部に流れる予熱されたガスへの熱伝達を可能とすることと、を含む。前記熱交換器は、さらに、予熱された前記ガスの流れに適応する、前記第2の熱交換部から前記第1の熱交換部への導管を含む。

【0018】

実施形態によれば、前記第2の熱交換部は、燃焼ガスの流れに関連して前記第1の熱交換部の上流に配置されている。これにより、第1のチャンバに入る前に、予熱されるガスに最適な熱交換が達成されることが保証される。

【0019】

好ましくは、前記第2の熱交換部は、第1の熱交換部の縦中心軸と一致する縦中心軸を有する。

好ましい実施形態によれば、前記第2の熱交換部は、さらに、前記第1のシェルの径外方向に配置され、前記第1のシェルと同軸で円筒状の第2のシェルを含み、予熱されたガスの流れに適応された円筒状のギャップが前記第1及び第2のシェル間に形成される。好ましくは、前記ギャップは、鉛直方向の両端部において開口していてもよい。

【0020】

実施形態によれば、前記第2の熱交換部は、さらに、前記ギャップの鉛直方向の端部の一つに配置され、かつ予熱されたガスを前記ギャップ内における前記第1のシェル部材の周囲に沿って分配するように適応された円筒状のリングチャンバと、前記リングチャンバを介して前記ギャップ内に予熱されたガスを導入するための第2の入口とを含む。実施形態によるリングチャンバは、好ましくは、円筒状の入口空間である。

【0021】

実施形態によれば、前記第2の熱交換部は、さらに、前記ギャップから予熱された前記ガスを集めるように適応され、かつ前記ギャップの鉛直方向の他端部に配置された円筒状のリングチャンバと、前記リングチャンバを介して前記ギャップから前記導管へ予熱されたガスを移動させるための第2の出口とを含む。本実施形態に係るリングチャンバは、好ましくは、円筒状の出口空間である。第2のチャンバの直径は、大きい熱伝達表面を達成するために、好ましくは比較的に大きい必要がある。従って、本実施形態によれば、前記チューブは、前記第2のチャンバの最大直径よりも小さい直径を有する束で配置される。

【0022】

実施形態によれば、前記導管は、前記第2の熱交換部から前記第1の入口を介した前記第1の熱交換部のチャンバへのガスの流れに適応されている。実施形態によれば、前記第2の熱交換部は、自身の鉛直方向の熱膨張を回避するように堅固に取り付けられている。さらに、前記第2の熱交換部は、自身の異なる部分を、少なくとも鉛直方向に熱的に膨張可能とする内部膨張手段を含んでもよい。

【0023】

実施形態によれば、前記第1の熱交換部の底空間に導入される冷却ガスによって前記下端壁を冷却する手段を含み、前記底空間は、前記下端壁及び下底プレートによって規定される。この熱交換器は、さらに、前記底空間から、前記第1のチャンバ内における予熱されたガスのための前記導管及び第1の入口の少なくとも何れか一方への前記冷却ガスの流れのための手段を含む。

【0024】

一実施形態によれば、前記第2の熱交換部は、前記第1のシェルの外部における予熱されたガスの流れが前記第2のチャンバ内で流れる前記燃焼ガスの流れの対向流となるように、設計されている。あるいは、前記第2の熱交換部は、前記第1のシェルの外部にお

10

20

30

40

50

る予熱されたガスの流れが前記第2のチャンバ内で流れる前記燃焼ガスの流れに平行となるように、設計されている。本発明は、さらに、上述したような熱交換器を含むプラントに関連している。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】カーボンブラックの製造のための従来のプラントを模式的に示す。

【図2a】従来技術によるチューブ熱交換器の簡略化した断面図を示す。

【図2b】従来技術による別のチューブ熱交換器の簡略化した断面図を示す。

【図3】本発明の一実施形態に係る熱交換器の簡略化した断面図を示す。

【図4】本発明の別の実施形態に係る熱交換器の簡略化した断面図を示す。

【図5】本発明の実施形態による熱交換器の第2の熱交換部の簡略化した断面図を示す。

【図6】本発明の別の実施形態による熱交換器の第2の熱交換部の断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明について、添付の図面を参照しつつ説明する。図面は、場合によって簡素化され、いくつかの特徴は、より明確に本発明を示すために誇張されている。従って、図面は一定の縮尺で描かれていない。

【0027】

前述したように、図1は、カーボンブラックの製造のための従来のプラントを示し、図2a、図2bは、公知のチューブ熱交換器2の簡易的な断面の側面図を示す。

図3は、本発明に係る熱交換器30の一例を示す。同図に示すように、熱交換器30は、第1の熱交換部31と第2の熱交換部32とを含む。第1の熱交換部31は、円筒状のジャケット34、下端壁35及び上端壁36によって囲まれた鉛直方向（縦方向）に配置された略円筒状の第1のチャンバ33を備える。複数のチューブ37は鉛直方向に配置され、下端壁35から上端壁36に向かって第1チャンバ33全域に亘って延出している。チューブは、その中の燃焼ガス（すなわち、カーボンブラックプラントの燃焼チャンバから転送されたガス）の流れのために適応されている。

【0028】

予熱されるガスは、好ましくは第1のチャンバ33の上部に配置された第1の入口38を通過して第1のチャンバ33内に導入される。予熱されるガスは、チューブ37の外側の第1のチャンバ内を流れる。従って、燃焼ガスからの熱は、それが第1のチャンバを通過して流れるとき、予熱されるガスに伝達される。予熱されたガスは、好ましくは第1のチャンバ33の下部に配置された第1の出口39を通過して第1のチャンバから脱出可能となり、その後、公知技術によって燃焼ガスとして燃焼チャンバへ移送される。

【0029】

第1のチャンバは、好ましくは、ジャケット34から第1チャンバ33内に延びる水平に配置された複数のプレート53を含む。このようなプレート53は、長手部分を有するように、チャンバを通じてガスを流させる。これにより、チャンバ内の時間ひいては排出された予熱されたガスの温度が増加する。

【0030】

簡略化のため、図3は、3個のチューブ37のみを示している。しかし、当業者には明らかのように、熱交換器は、典型的には少なくとも20個のチューブを含む。チューブは非常に長く、そのため、従来技術に関連して説明したように鉛直方向に多大な熱膨張が生じ、それが熱応力を発生させる。この課題を克服するために、第1の熱交換部は、これを補償するために公知手段を備えていてもよい。例えば、チューブの熱膨張を可能にするための補償装置が設置されてもよい。さらに、下部プレート（例えば、下端壁）の冷却は、図3に示すように設けられる。これは下端壁35及び下部プレート41によって規定され、その中における冷却ガスの流れが可能となる下部空間40に係る手段によって規定される。

【0031】

10

20

30

40

50

熱交換器 30 の第 2 の熱交換部 32 は、矢印 54 で示すように、好ましくは燃焼ガスの流れに関連して第 1 の熱交換部 31 の上流に配置されている。これは、第 2 の熱交換部が第 1 の熱交換部の鉛直方向の下側に配置されていることを意味する。

【0032】

好ましくは、第 2 及び第 1 の熱交換部は、それらのそれぞれの縦（垂直）中心軸 A が図 3 に示すように一致するように配置されている。これにより、燃焼ガスの流れが不必要に妨害されない。

【0033】

第 2 の熱交換部 32 は、鉛直方向に配置された第 2 のチャンバ 42 を備え、第 2 のチャンバ 42 は、その内部の燃焼ガスの流動に適応する。第 2 のチャンバ 42 は、円筒形に、かつ鉛直方向に配置された第 1 のシェル 43 によって囲まれ、これにより第 2 のチャンバ 42 の壁が構成される。第 1 のシェル 43 は、第 2 のガスチャンバ 42 の内部を流れる燃焼ガスから第 1 のシェルの外側に流れる予熱されたガスへの熱伝達のために形成されている。このように、チャンバ 42 内を流れる燃焼ガスは、第 1 のシェル 43 に対して直接に接触している。

【0034】

第 1 のシェルの外側に流出したガスは、その後第 2 の熱交換部 32 から第 1 の熱交換部 31 に導管 52 を通って流れ、そこが第 1 のチャンバ 33 を通過する流れによってさらに加熱される。好ましくは、導管は、第 2 の熱交換部から第 1 のチャンバ 33 への第 1 の入口 38 を介したガスの流れに適応される。

【0035】

第 1 のチャンバ 33 に導入されるガスが第 1 のチャンバ内への導入に先立って第 2 の熱交換部 32 に加熱されるという事象は、チューブ 37 の表面及び懸濁カーボンブラックを含む燃焼ガス間の温度差を減少させ、これによって、チューブ汚染のリスクを大幅に軽減又はほぼ排除できる。

【0036】

本発明に係る熱交換器は、例えば図 2 a 及び図 2 b に示される先行技術に従う少なくとも二倍の温度である第 1 のチャンバに導入されるガスの温度を容易に達成することができる。さらに、これは、燃焼ガス以外の追加の熱源を必要とせずに達成される。従って、本発明に係る熱交換器は、特に保守工程における停滞の最小化を要求することにより、燃焼ガスの熱を効率的に利用し、高い生産性を有するだけでなくコスト的に効率化されたカーボンブラック製造を確実にする。

【0037】

ほとんどの場合、燃焼ガス及び第 1 シェルの表面の温度差は顕著であるが、チューブの内径よりかなり大きい直径を有しているため、第 2 の熱交換部において汚れが問題にならない。さらに、第 2 のチャンバの洗浄は、チューブ 37 の洗浄よりもかなり簡単である。

【0038】

図 3 に示される 1 つの好ましい実施形態によれば、第 2 の熱交換部 32 は、さらに、円筒形の第 2 のシェル 44 を含む。第 2 のシェル 44 は、第 1 のシェル 43 の径外方向に配置され、かつ第 2 のシェル 44 と同心に配置され、前記第 1 及び第 2 のシェル間に、円筒状の予熱されたガスの流れに適応したギャップ 51 が形成される。

【0039】

ギャップ 51 は円筒形であり、第 1 のシェルの外側に流れるガスが、可能な限り最良のそこへの熱伝達を確保するために第 1 のシェルの全周面に亘って均等に分配されることを確実にするための手段を提供することが好ましい。これは、例えば、第 2 のシェルの周囲に均等に分散配置された複数の入口を提供することによって達成される。しかし、これは多数のチューブを必要とし、ひいてはかなりのスペースを消費する。より簡単な解決策は、図 3 に例示するように、ガスが前記ギャップから流入出することを可能にするため、ギャップ 51 をその下端、同様に上端で開放することである。好ましくは、ギャップの周囲のガスを分配又は収集するために適応される上部リングチャンバ 45（図 6 に示されてい

10

20

30

40

50

る)は、ギャップの上端に配置されている。さらに、ギャップの周囲のガスを分配又は収集するために適応される下部リングチャンバ45は、好ましくは、ギャップの下端に配置されている。

【0040】

一実施形態によれば、上記第2のシェル44の径外方向に配置された円筒状の入口空間48の形状におけるリングチャンバを含む第2の熱交換部32によって達成される。第2の入口47は、入口空間48を介してギャップ51内に予熱されるガスを導入するための入口空間48に関連付けられている。さらに、第2の熱交換部32は、第2シェル44の径外方向に配置され、円筒形の出口空間50の形状における第2のリングチャンバと、出口空間50を介して前記ギャップ51から導管52に予熱されるガスを移動させるために適応された第2の出口49とを含むことが好ましい。

10

【0041】

本実施形態によれば、予熱されるガスは、第2の入口47を介して第2の熱交換部32に入り、入口チャンバ48及びギャップ51内に分配され、ギャップ51内に鉛直方向に流れ、出口チャンバ50内に集められ、その後、第2の出口49を介して導管52内に第1の熱交換部31に移動するために案内され第2の熱交換部32を離れる。

【0042】

図3に示すように、第2の熱交換部の設計に関して、第1のシェルの外側の予熱されるガスの流れは、第2のチャンバ42内の燃焼ガスの流れの対向流となる。しかし、第1のシェルの外側の予熱されるガスの流れが第2のチャンバ42の内部を流れる燃焼ガスの流れと平行になるように第2の熱交換部を設計することも可能である。このような設計は図4に示されている。

20

【0043】

図4に示された実施形態は、入口空間及び出口空間を形成する第2の入口及び第2の出口の配置において図3に示された実施形態と異なる。ギャップ51内における予熱されたガスの流れは燃焼ガスの流れと平行となることが当業者には明らかである。

【0044】

図4に示された実施形態は、さらに、冷却ガス(この場合、予熱したときに燃焼ガスとして再利用することができるガス)を使用して下端壁を冷却するための手段を含む設計において第3の実施形態と異なる。

30

【0045】

冷却ガスは、下端壁35と下底プレート41によって定義された底空間40内に導入されるとともに、第3の出口55を介してこの空間を出ることを可能とする。ガスは、第3の出口55から導管52に移動するとともに、そこで第2の熱交換部からのガスの流れに混合される。このような下端壁を冷却するための手段は、当然、図3に示した実施形態に係る設計に含まれる。

【0046】

図示しない代替的な実施形態によれば、冷却ガスは、例えば、第2の導管によって、第3の出口から第1の入口38に直接移動させることができる。

第2の熱交換部において最高の熱伝達を得るためには、可能な限り大きい熱交換表面を有することが望ましい。従って、チャンバの直径は、少なくともその鉛直方向に延出する部分において、比較的に大きくするべきである。好ましい一実施形態によれば、第2のチャンバは第1の熱交換部のチューブの束の外径 D_t よりも大きい最大直径 D_m を有する。これは、図5に示されている。ほとんどの場合、第2のチャンバ42は、第2のチャンバへの流入又は流出時に効率的に流れを制御するために、それらの下部 D_i 及び/又は上部 D_e においてより小径とすることが実際的である。従って、一つの好ましい実施形態によれば、 $D_i < D_m$ 及び $D_e < D_m$ となる。

40

【0047】

また、熱交換器の第2の熱交換部における熱交換の効率を更に向上させるために、第1のシェルは、第1のシェルの外側に外側フィンを適切に設けてもよい。このフィンの目的

50

は、第1のシェルの伝熱面を増加させることである。このフィン、例えば、水平に配置されてもよいが、他の配置も可能である。さらに、このフィン、例えば、第1のシェルの表面に溶接されてもよい。

【0048】

図6は、1つの代替的な実施の形態に係る第2の熱交換部32を示す図である。第1のリングチャンバ45はギャップ51の上端に、かつ第1及び第2のシェル部材の径外方向に配置されている。第2のリングチャンバ45は、ギャップ51の下端に、かつ第1及び第2のシェル部材の径外方向に配置されている。予熱すべきガス用の入口/出口46は、各リングチャンバ45に関連付けられている。前述したように、リングチャンバは、リングチャンバが予熱されるべきガスの出口又は入口の何れに関連付けられているかに応じて、ギャップ51及び第1のシェル部材の周囲にガスを分配し、又はギャップ51の周囲からガスを収集する。第1のシェル部材の周囲における予熱されたガスの不均等な分配によって熱伝達が減少するため好ましくないにも関わらず、ギャップ51に対して直接的に第2の入口及び/又は第2の出口を設計可能であることが当業者にとって明らかである。

10

【0049】

本発明に係る熱交換器の1つの好ましい実施形態によれば、第2の熱交換部において、熱負荷によって鉛直方向へ膨張することが防止される。これは、図3に示すように、第2の熱交換部が堅固に、鉛直方向に2つに分離する固定装置56、57間に取り付けられていることを保証することによって達成される。固定装置の例は、例えば地面、基礎コンクリート等であってもよい。当然のことながら、第2の熱交換部における異なる部分は、熱負荷によって展開され、したがって、内部膨張手段を第2の熱交換部に組み込むことが有利である。好適な膨張手段の例としては、例えば、ベローズなどでもよい。これらは当業者に知られているため、本明細書においてこれ以上開示しない。

20

【0050】

本発明は、添付の図面を参照して説明した本実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲内で変更することができる。なお、図示された各特徴は、所望の技術的機能を達成可能なフレームワーク内の他の全ての図示された特徴と組み合わせることができる。

【0051】

第1の熱交換部の設計は、第1のチャンバ及びチューブを含む限り、特に本発明に限定するものではない。例えば、チューブの膨張、底プレートの冷却が可能となる任意の公知手段を含んでもよい。さらに、第1チャンバ内のチューブは、参照により本明細書に組み込まれる国際公開2010/033070号明細書における提案と同様にフィンを備えてもよい。実際には、第1の熱交換部の設計は、カーボンブラックの技術分野における公知のチューブ熱交換器に関連する。

30

【図 1】

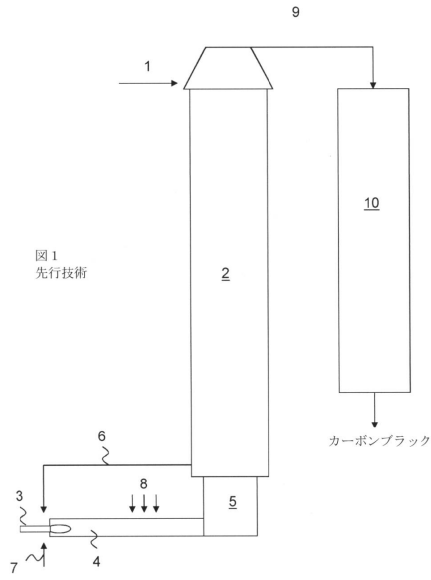


図 1
先行技術

【図 2 a】

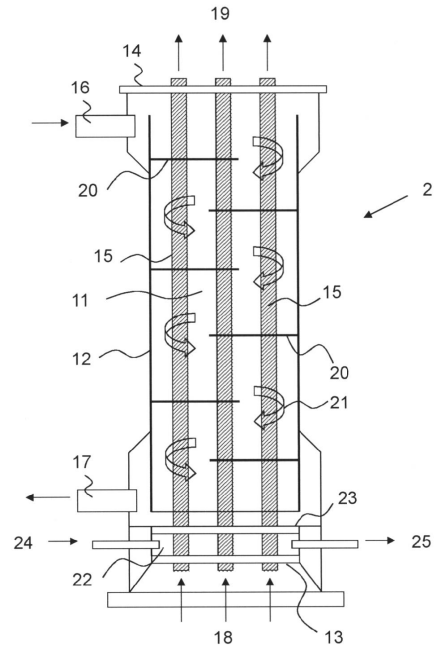


図 2 a
先行技術

【図 2 b】

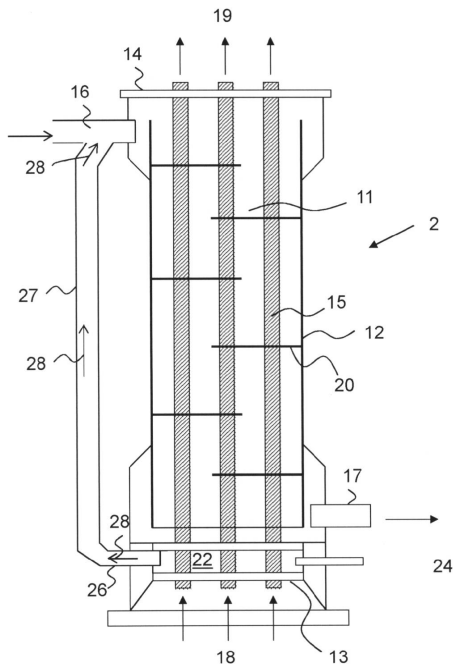


図 2 b
先行技術

【図 3】

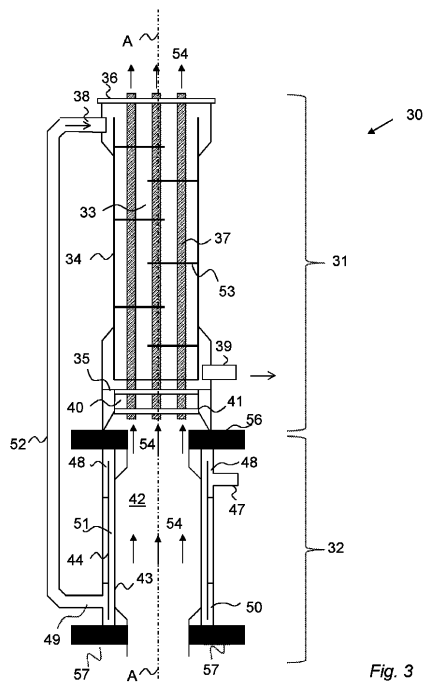


Fig. 3

【 図 4 】

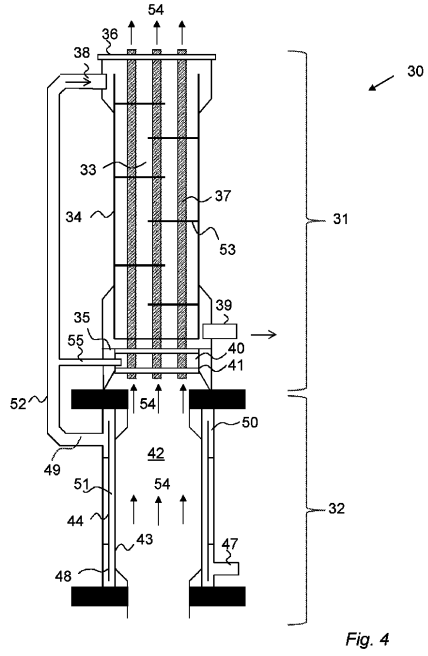


Fig. 4

【 図 5 】

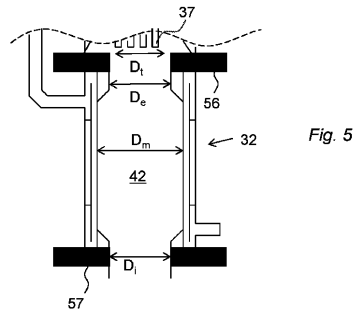


Fig. 5

【 図 6 】

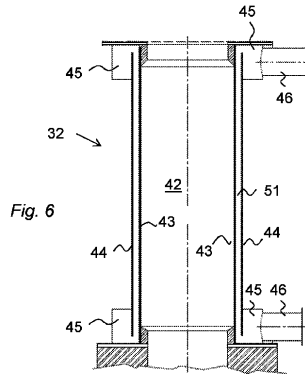


Fig. 6

フロントページの続き

(74)代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74)代理人 100142907

弁理士 本田 淳

(72)発明者 エーマン、インゴ

ドイツ連邦共和国 6 3 4 5 6 ハーナウ シュテルナウシュトラッセ 8

(72)発明者 ケールベルイ、レナート

スウェーデン国 S - 2 9 1 4 4 クリスチャンスタッド テゲルスラガーレヴェーゲン 1 7

審査官 柿沼 善一

(56)参考文献 米国特許第06179048(US, B1)

英国特許出願公開第01154809(GB, A)

米国特許第03547202(US, A)

特表2000-501750(JP, A)

米国特許第01814011(US, A)

特表2012-503166(JP, A)

特開平09-329393(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 8 D 7 / 1 6

F 2 8 F 9 / 0 2