

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5237444号
(P5237444)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int. Cl.			F I		
F 2 8 F	9/22	(2006.01)	F 2 8 F	9/22	
F 2 8 D	7/16	(2006.01)	F 2 8 D	7/16	A
F 2 8 F	9/24	(2006.01)	F 2 8 F	9/24	

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-512523 (P2011-512523)	(73) 特許権者	508055995
(86) (22) 出願日	平成21年5月20日 (2009.5.20)		ルマス テクノロジー インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2011-523014 (P2011-523014A)		LUMMUS TECHNOLOGY INC.
(43) 公表日	平成23年8月4日 (2011.8.4)		アメリカ合衆国 ニュージャージー 07003-3096 ブルームフィールド
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/044605		ブロード ストリート 1515
(87) 国際公開番号	W02009/148822	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成23年2月2日 (2011.2.2)	(72) 発明者	カーズ, マーク・エス
(31) 優先権主張番号	12/133, 917		アメリカ合衆国、07035 ニュージャージー州、リンカーン・パーク、ユージーン・サークル、5
(32) 優先日	平成20年6月5日 (2008.6.5)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変バツフル角度による垂直複合フィード／エフルメント熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱交換器であって、

第 1 の流体の入口から第 1 の流体の出口へ第 1 の流体の流れを輸送するように構成された長手方向に延びる複数の管と、

前記複数の管を取り囲んでいて第 2 の流体の入口と第 2 の流体の出口とを有する胴と、胴を通じて第 2 の流体を螺旋流パターンとなるよう誘導するため胴内に装着される複数のバツフルと、を備え、

第 2 の流体の入口に近いバツフルのねじれ角度 は第 2 の流体の出口に近いバツフルのねじれ角度 と異なり、

前記熱交換器はバツフルが装着される中央の軸方向に延びる構造を含んでいない、熱交換器。

【請求項 2】

ねじれ角度 はねじれ角度 より小さい、請求項 1 に記載の熱交換器。

【請求項 3】

複数のバツフルのねじれ角度は第 2 の流体の入口から第 2 の流体の出口にかけて減少する、請求項 1 に記載の熱交換器。

【請求項 4】

第 2 の流体の入口に近いバツフルと第 2 の流体の出口に近いバツフルとの中間にあるバツフルは、ねじれ角度 および の中間にあたるねじれ角度 を有する、請求項 1 に記載

10

20

の熱交換器。

【請求項 5】

シェル・アンド・チューブ熱交換器であって、
 第 1 の流体の入口を有する管側入口マニホールドと、
 第 1 の流体の出口を有する管側出口マニホールドと、
 マニホールド間に延在し、且つこれと流体連通する、複数の管と、
 マニホールド間に延在し、且つ前記管を取り囲み、第 2 の流体の入口と第 2 の流体の出口とを有する、胴と、
 胴を通じて第 2 の流体を螺旋流パターンとなるよう誘導するため胴内に装着される複数のバッフルと、を備え、
 第 2 の流体の入口に近いバッフルのねじれ角度は第 2 の流体の出口に近いバッフルのねじれ角度と異なり、
前記熱交換器は前記複数のバッフルが装着される中央の軸方向に延びる構造を含まない、

10

熱交換器。

【請求項 6】

ねじれ角度はねじれ角度より小さい、請求項 5 に記載の熱交換器。

【請求項 7】

複数のバッフルのねじれ角度は第 2 の流体の入口から第 2 の流体の出口にかけて減少する、請求項 5 に記載の熱交換器。

20

【請求項 8】

第 2 の流体の入口に近いバッフルと第 2 の流体の出口に近いバッフルとの中間にあるバッフルは、ねじれ角度およびの中間にあたるねじれ角度を有する、請求項 5 に記載の熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示の背景

開示の分野

ここで開示する実施形態は、一般的には熱交換器に関する。ここで開示する実施形態は、より具体的には二相流を効率的に処理するよう構成されたシェル・アンド・チューブ熱交換器等の熱交換器に関する。

30

【背景技術】

【0002】

背景

数多くの熱交換器構成が公知であり、様々な用途に使用されている。幅広く使用されている構成のひとつ、すなわち図 1 に図示されたシェル・アンド・チューブ熱交換器は、1 束の平行パイプ 12 を収容する円筒形胴 10 を含み、1 束の平行パイプが 2 枚のエンドプレート 14 間に延在することで第 1 の流体 16 はパイプ 12 の中を通過できる。一方、第 2 の流体 18 は 2 枚のエンドプレート間の空間内を流れ、パイプに接触する。2 流体間の熱交換を向上させるため、第 2 の流体 18 の流路は通路を形成する中間バッフル 20 によって画定され、中間バッフルは、1 通路から次の通路へ進む第 2 の流体の流れが方向を変えるよう配置される。図示されたように部分的な弓形（部分的弓形バッフル）もしくは環状のリングまたは円盤として構成されるバッフル 20 は、第 2 の流体 18 のジグザグ流 24 を提供するため、胴 10 の縦軸 22 に対し垂直に据え付けられる。

40

【0003】

この配置で第 2 の流体は、その流れの方向を胴の全長に沿って数回にわたり急角度に変えなければならない。このため第 2 の流体の動圧減少と不均一な流速が生じ、これらが熱交換器の性能に悪影響をおよぼす。たとえば、胴の縦軸に対するバッフルの垂直位置は比較的効率的な熱伝達率 / 圧力損失比を招く。加えて、かかるバッフル配置ではバッフル

50

から胴までの隙間とパイプからバツフルまでの隙間にフローバイパスが生じ、流れの不均等分布、渦、逆流、高汚染率等、望ましくない結果を招く。

【 0 0 0 4 】

液相フィードとプロダクトストリームとの間で気相反応が望まれる多くの産業化学工程においては特に、圧力損失、フロー分布、ならびに熱伝達効率が重要な変数となる。たとえばナフサ改質、ナフサ水素化処理、ディーゼルおよびケロシン水素化処理、軽質炭化水素異性化およびメタセシス、その他多くの産業的に重要な工程がこれにあたる。かかる工程は一般的にフィード/エフルエント熱交換装置を含み、ここにおいて、反応器フィードストリームの蒸発に必要な熱が反応器エフルエントの凝縮または部分的凝縮によって回復される。かかる熱伝達装置は伝統的に従来型垂直シェル・アンド・チューブ熱交換器として配置されている。

10

【 0 0 0 5 】

装置設計キャパシティ（規模の経済）を増大させるには大きな体積スルーputを要し、限られた温度差で熱を伝達するのに必要な胴数に影響がおよぶ。ただし流れの水力学的問題のため、すなわち二相入口流、気相および液相の様々な組成ならびに分子量、ならびに相変化により変化する体積流量および圧力損失のため、複数並列および直列配置による従来型交換器胴配置には問題がある。二相流の分割を達成するにあたって対称配管は信頼できない。蒸気の殆どが水素からなる水素化処理では特に、蒸気の分子量が液体より格段に低くなるため、交換器に入る液体と蒸気の不均等分布は沸騰曲線に著しく影響し、結果的に沸騰操作の平均温度差（MTD）に著しく影響する。

20

【 0 0 0 6 】

垂直複合フィード/エフルエント熱交換器（VCFE）の概念は、大きい表面を単一の垂直胴にまとめることによりこれらの欠点を克服するため開発された。単一セグメンタルバツフル設計による管側沸騰/胴側凝縮、単一セグメンタルバツフル設計による管側凝縮/胴側沸騰、ヘリカルバツフル設計による管側沸騰/胴側凝縮、ヘリカルバツフル設計による管側凝縮/胴側沸騰等、かかる装置は様々な構成で実用化されている。たとえば米国特許第5,832,991、6,513,583、および6,827,138号には螺旋状バツフル交換器が記載されている。

【 0 0 0 7 】

胴側沸騰係数は、マストランスポート効果に起因して、比較的大きい胴側体積により増大するため、理論上、所要表面を減らすには胴側沸騰が有利である。ただし管側のほうが通常は清掃が容易いため、汚れの問題にも対処しなければならない。

30

【 0 0 0 8 】

部分負荷またはターンダウン運転では胴側沸騰配置の欠点が考慮される。この場合、胴側速度は相分離と入口への液体フラクション逆流を防ぐにあたって十分ではない。高滞留時間での重い液体フラクションの蓄積は汚れをもたらすことがある。

【 0 0 0 9 】

管側沸騰配置の主な欠点として、各管内で所期沸騰特性を維持するには、多数の管入口の各々で蒸気および液体フラクションを均一に分布させなければならないが、この分布を達成する廉価で低圧力損失の方法は見つかっていない。

40

【 0 0 1 0 】

したがって、垂直装置で二相入口流を効果的に処理する熱交換器とバツフル設計が求められている。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

開示の概要

ここで開示する実施形態は一態様において熱交換器に関し、該熱交換器は、流体入口と流体出口とを有する胴と、胴を通じて流体を螺旋流パターンとなるよう誘導するため胴内に装着される複数のバツフルと、を含み、入口に近いバツフルのねじれ角度は出口に近

50

いバッフルのねじれ角度 と異なる。

【 0 0 1 2 】

ここで開示する実施形態は別の態様においてシェル・アンド・チューブ熱交換器に関し、該シェル・アンド・チューブ熱交換器は、第1の流体入口を有する管側入口マニホールドと、第1の流体出口を有する管側出口マニホールドと、マニホールド間に延在し、且つこれと流体連通する、複数の管と、マニホールド間に延在し、且つ前記管を取り囲み、第2の流体入口と第2の流体出口とを有する、胴と、胴を通じて第2の流体を螺旋流パターンとなるよう誘導するため胴内に装着される複数のバッフルと、を含み、第2の流体入口に近いバッフルのねじれ角度 は第2の流体出口に近いバッフルのねじれ角度 と異なる。

10

【 0 0 1 3 】

ここで開示する実施形態は別の態様において混相流体により熱を交換するプロセスに関し、該プロセスは、流体入口と流体出口とを有する胴と、胴を通じて流体を螺旋流パターンとなるよう誘導するため胴内に装着される複数のバッフルと、を備える熱交換器へ、蒸気と、同伴液体および同伴固体のうち少なくとも一方と、を備える混相流体を、供給することと、混相流体を基本的に完全蒸気に変換することと、混相流体と熱交換媒体とで間接的に熱を交換することと、を含み、入口に近いバッフルのねじれ角度 は同伴液体または固体の終端速度より大きい混相流体の速度を維持し、出口に近いバッフルのねじれ角度 は入口に近いバッフルのねじれ角度 より大きい。

【 0 0 1 4 】

他の態様および利点は以降の説明と添付の請求項から明白となるであろう。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図1】従来のシェル・アンド・チューブ熱交換器におけるフロー分布の図。

【図2】ここで開示される実施形態による可変熱バッフル角度による垂直複合フィード/エフルエント熱交換器の概略図。

【図3】図2の可変熱バッフル角度による垂直複合フィード/エフルエント熱交換器の変形例の概略図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

詳細な説明

本願の実施形態は一態様において、一般的には熱交換器に関する。ここで開示する実施形態は、より具体的には二相流を効率的に処理するよう構成されたシェル・アンド・チューブ熱交換器等の熱交換器に関する。ここで開示する実施形態は、さらに具体的には胴側の流体流を螺旋流パターンに導くよう構成されたバッフルを有する熱交換器に関し、入口に近いバッフルのねじれ角度は出口に近いバッフルのねじれ角度と異なる。

30

【 0 0 1 7 】

ここで開示する実施形態によるねじれ角度が異なるバッフルを有する熱交換器は、蒸発、凝縮、燃焼等の相変化を経る胴側流体にとって有用であることが分かっている。たとえば、蒸発する液体 - 蒸気混合物等の二相入口流の場合は、蒸気および液体の相分離を回避するにあたって十分な流体速度を維持するよう入口付近のねじれ角度を提供する。胴側流体入口に近いバッフルのねじれ角度が管に対し垂直位置に近ければ、進入する高密度流体は高速度で渦巻く。交換器の中で熱伝達のため液体が蒸発するにつれ、胴側出口に近いバッフル等、バッフルのねじれ角度は垂直から遠ざかり、低密度蒸気の場合は低速度で熱交換が行われ、熱交換器内の圧力損失は比較的低くなる。

40

【 0 0 1 8 】

相分離（蒸気 - 液体、蒸気 - 固体等）には相対密度、粒子および/または小滴サイズ、ならびに気相速度が関係するため、ここで開示する実施形態によるねじれ角度が異なるバッフルを有する熱交換器は、一定のバッフル角度を有する熱交換器と同じスルーputで胴側相分離を被らない。したがって、ここで開示する実施形態によるねじれ角度が異なる

50

バッフルを有する熱交換器は大幅に低いスルーットレベルで使用できるため、部分負荷またはターンダウン運転で運転する垂直熱交換器の典型的欠点を回避する。

【0019】

胴側入口および出口に近いバッフルに使用するねじれ角度は作業のタイプに応じて異なる。たとえば蒸気と、蒸発する液体または燃焼する固体と、を含む流体混合物なら、入口に近いバッフルのねじれ角度を出口に近いバッフルのねじれ角度より大きくする(図3参照)。こうすることで二相混合物の速度は同伴固体または液体の輸送速度より大きく維持されるため、相分離は回避される。液体が蒸発するにつれ、あるいは固体が燃焼するにつれ、より低いねじれ角度を使用できる。別の実施形態ではねじれ角度が胴の縦方向距離に沿って漸進的に減少する。もうひとつの例として、熱交換器内で凝縮される蒸気を含む入口フィードの場合は、胴側入口に近いバッフルのねじれ角度を胴側出口に近いバッフルのねじれ角度より小さくすることで、凝縮運転中の混合物の速度は上がる。

10

【0020】

図2を参照すると、ここで開示する実施形態によるねじれ角度が異なるバッフルを有する垂直複合フィード/エフルエント熱交換器の概略図が図示されている。熱交換器30は、流体入口34を有する管側入口マニホールド32を含む。管側入口マニホールド32には通気口36も配置されている。熱交換器30はまた、流体出口40を有する管側出口マニホールド38を含む。管側の入口マニホールド32および出口マニホールド38間に複数の管42が延在することで、入口マニホールド32から管42を通じて出口マニホールド38にかけて流体を運ぶことができる。図2は4つの管の使用を図示するものだが、管をいくつでも使用できることは理解されよう。

20

【0021】

胴44は管42を取り囲みながら入口および出口マニホールド32、38間に延在し、胴側流体入口46と胴側流体出口48とを含む。胴44の中には複数のバッフル50が配置されている。バッフル50は、たとえば参照により本願に全文を援用する米国特許第5,832,991、6,513,583、および6,827,138号に記載された螺旋バッフルを含む。バッフル50の中に管42を通し、且つバッフル50により管42を整列された所望位置に保持するため、バッフル50は管穴(図示せず)を含む。バッフル50は、胴を通じて胴側流体を螺旋流パターンとなるよう誘導する働きをする。

30

【0022】

熱交換器30の中では、胴側入口46に近いバッフル50が胴側出口48に近いバッフル50と異なるねじれ角度を有するようバッフル50が配置される。バッフルのねじれ角度は、たとえば螺旋を解き、螺旋パターンの二次元表現を形成することにより決定することができる。図2に図示されているように、バッフル50aの場合はピッチ p (360° 延在するバッフル弧によって横断される縦方向距離)で割った胴円周 C のアークタンジェントとしてねじれ角度が決定される。ピッチは次式に等しく、

【0023】

【数1】

$$p = C \cdot \tan(\beta)$$

40

【0024】

はねじれ角度である。したがってねじれ角度は $\arctan(p/C)$ に等しい。

図示されているように、熱交換器30には垂直に向く螺旋バッフル50が装備されている。胴側入口46に近いバッフル50はねじれ角度を有する。胴側出口48に近いバッフル50は、胴44の縦軸A-Aに対しねじれ角度を有する。たとえば、蒸発する二相胴側フィードストリームが胴側入口46経由で入る場合は、入口46に近いバッフル50を低ねじれ角度で配置する。つまり、ねじれ角度を有する胴側出口48に近いバッフルより軸A-Aに対し垂直に近づけて配置する。ここでは胴側流体の蒸発、燃焼、および/または加熱のため熱交換が高胴側体積流量で気体/気体となることを見込まれる。この場合は、低ねじれ角度により二相入口流は螺旋経路において相分離を回避するにあつ

50

て十分な速度で渦巻く。胴側流体は出口48近くで気体/気体であるため、ねじれ角度より大きいねじれ角度を使用することで、胴44の全長に沿って角度を使用する場合より圧力損失は低くなる。

【0025】

一部の実施形態では、胴側流体入口46および出口48の中間にあるバッフルが、ねじれ角度、の中間にあたるねじれ角度を有する。たとえばバッフル50のねじれ角度は作業のタイプ(凝縮、蒸発等)に応じて入口46から出口48にかけて漸進的に増加または減少する。別の実施形態ではバッフル50のねじれ角度が1つ以上の段階的变化を経る。

【0026】

上述したように、ここで開示する実施形態によるねじれ角度が異なるバッフルを有する熱交換器は、二相流体流が見込まれる場合に有用である。二相流が見込まれるところでねじれ角度を低くすることで気相速度は高くなり、胴側相分離は回避される。入口および出口に近いバッフルのねじれ角度には、2つの相の相対密度、固体および/または液体の粒子または小滴サイズ(粒子または小滴の輸送速度に関係)、典型的供給率、部分負荷またはターンダウン供給率、胴側流体の温度上昇、ならびに当業者にとって公知の他の変数が関係する。

【0027】

ここで開示する垂直複合フィード/エフルエント熱交換器には、約5°から45°範囲内の概算ねじれ角度を有するバッフルを使用できる。ここで開示する実施形態によると、バッフル角度、および(存在する場合)を任意に組み合わせて使用し、適切なねじれ角度をなすことができる。

【0028】

たとえば一部の実施形態でねじれ角度は約5°から約45°範囲内であり、別の実施形態では約5°から約35°範囲内であり、さらに別の実施形態では約5°から約25°である。

【0029】

別の実施形態でバッフル角度は15°から約45°範囲内であり、別の実施形態では約25°から約45°範囲内であり、さらに別の実施形態では約35°から約45°である。

【0030】

ここで開示する実施形態による熱交換器は、2相以上を有する胴側流体に有利に役立てることができる。有利なことに、ここで開示する実施形態による熱交換器は、たとえば二相流が見込まれるところでバッフルのねじれ角度を小さくすることで、胴内を通過する流体の相分離を最小限に抑えるか回避する胴側流体流速を提供する。加えて、単相流が見込まれるところでねじれ角度を大きくすると、胴全体を通じて一定のねじれ角度が使われる場合より圧力損失は低くなり有利である。したがって、ねじれ角度が一定のバッフルを有する従来の熱交換器に比べ、ここで開示する実施形態による熱交換器は大幅に低いスループットレベルでも二相流体流を保ち、幅広いスループットレンジを可能にし有利である。

【0031】

本開示に含まれる実施形態には数に限りがあるが、本開示の恩恵を受ける当業者なら、本開示の範囲から逸脱しない別の実施形態を考案できることを理解するであろう。したがって、範囲は専ら添付の請求項によって制限される。

10

20

30

40

【 図 1 】

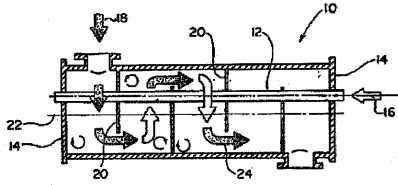
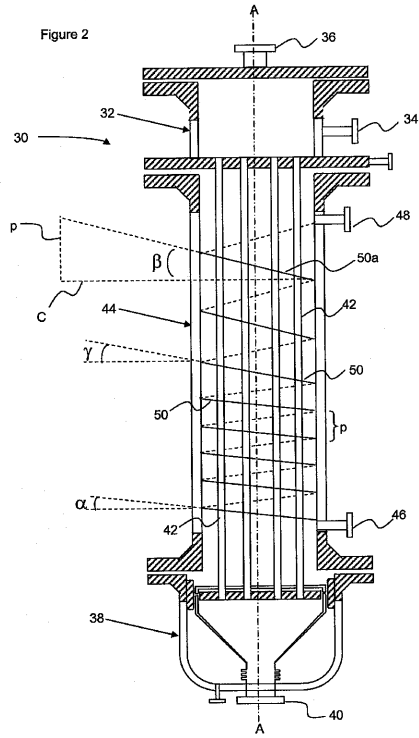


Figure 1 (prior art)

【 図 2 】



【 図 3 】

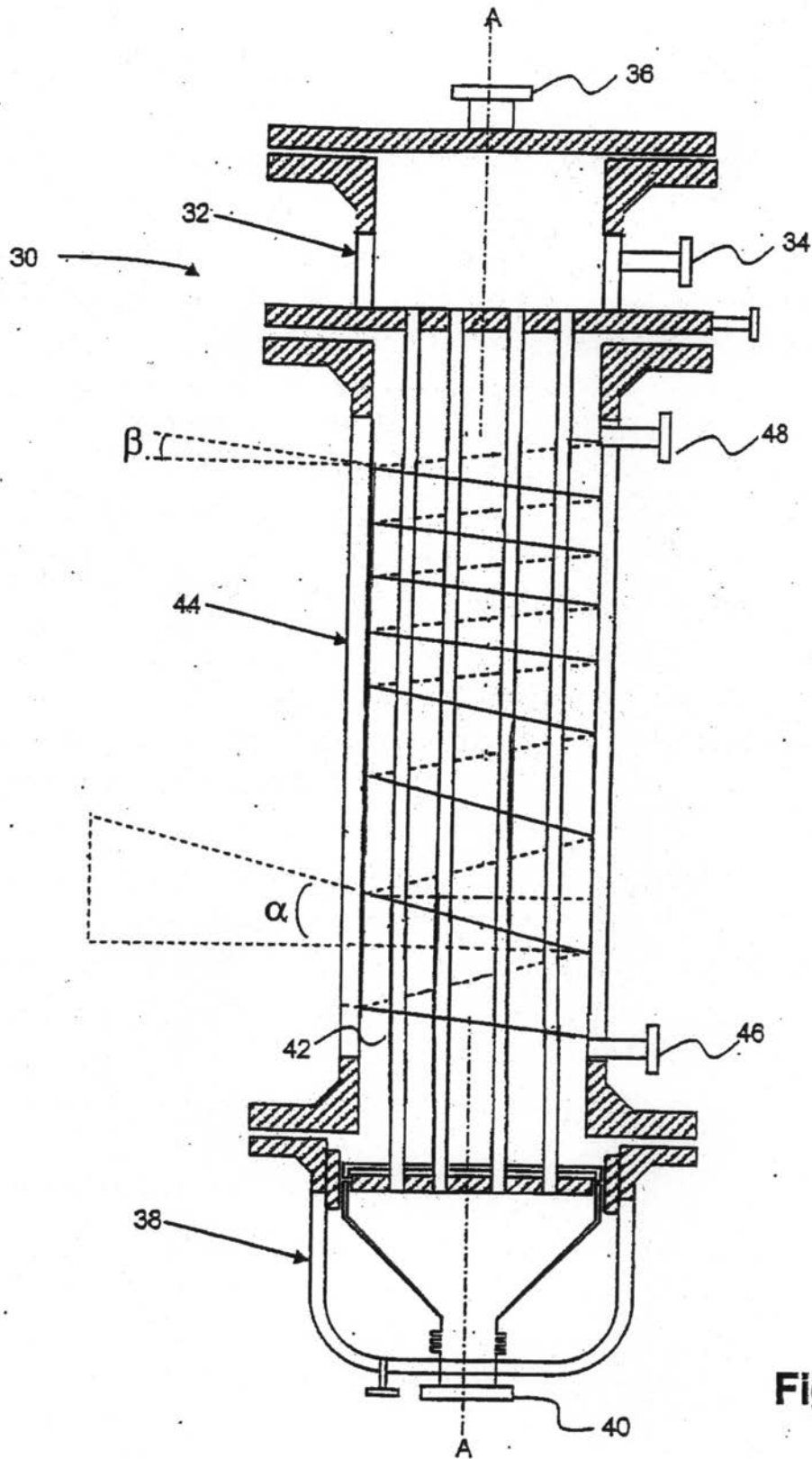


Fig. 3

フロントページの続き

- (72)発明者 チュナンガド, クリシュナン・エス
アメリカ合衆国、07850 ニュージャージー州、ランディング、キング・プレイス、508
- (72)発明者 マスター, バシール・アイ
アメリカ合衆国、07470 ニュージャージー州、ウェイン、ハミルトン・アベニュー、40

審査官 仲村 靖

- (56)参考文献 特開平08-261686(JP, A)
実開昭51-119049(JP, U)
実開平05-010960(JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| F28F | 9/22 |
| F28D | 7/16 |
| F28F | 9/24 |