

明 細 書

発明の名称：二重管、熱交換器および二重管の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、二重管、熱交換器および二重管の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 二重管としては、例えば、内管の外面に第1螺旋突条が曲折形成され、外管の内面に第1螺旋突条と整合する第2螺旋突条が形成され、内管と外管とが、第2螺旋突条の内面と第1螺旋突条の外面のみで接触し、それ以外の面では対向してその間に螺旋状の流路が形成されて、熱交換器をなす二重管が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-193869号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のような二重管は、内管の内側の流路が、内管と外管との間に形成された流路より広いため、内管の内側は流速が遅くなり無機物の固まり等が流れにくく、沈殿または堆積して内管が閉塞されるおそれがある。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、二重管が備える流路に固形物が沈殿または堆積し難い二重管、熱交換器および二重管の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 前述の目的を達成するため本発明は、筒状をなす外管と、前記外管内に設けられ、外周に螺旋状の凸部を備え前記外管との間に螺旋状の流路を形成する内管と、前記内管内に設けられ、前記内管内に螺旋状の流路を形成する螺旋流路形成部材と、を備えたことを特徴とする二重管である。

[0006] このような二重管によれば、外管と内管との間には内管の外周に設けられ

た螺旋状の凸部と外管の内周面との間に、その断面積が、同心に配置された内管と外管との間に形成される流路の断面積より小さな流路が形成される。また、内管内には、内管内に設けられた螺旋流路形成部材により、内管の断面積より小さな断面積の流路が形成される。このため、内管と外管との間および内管内にいずれも、小さな断面積の流路が形成されるので、二重管が備える各流路の流速が速くなり流路内に固形物が沈殿または堆積し難い二重管を提供することにある。

[0007] かかる二重管であって、前記螺旋状の凸部は、筒状をなして前記内管を形成する管材の外周に形成された螺子であることが望ましい。

このような二重管によれば、内管と外管との間の螺旋状の流路は、内管の外周に形成された螺子と外管の内周面とで形成されるので、内管の外周に螺子を形成するだけで、内管と外管との間に容易に螺旋状の流路を設けることが可能である。

[0008] かかる二重管であって、前記螺旋状の凸部は、筒状をなして前記内管を構成する管材の外周に螺旋状に設けられたフィンであることとしてもよい。

このような二重管によれば、内管と外管との間の螺旋状の流路は、内管の外周に設けられた螺旋状のフィンと外管の内周面とで形成されるので、内管の外周に螺旋状のフィンを設けるだけで、内管と外管との間に容易に螺旋状の流路を設けることが可能である。

[0009] かかる二重管であって、前記螺旋流路形成部材は、螺旋状に形成された曲面を有する螺旋状板材であることが望ましい。

このような二重管によれば、内管内に形成される螺旋状の流路は、螺旋状板材により形成されるので、内管内には、たとえば内管の長手方向に沿う軸部のように流路の形成には無用でありながら内管内の空間を狭める部位を存在しない。このため、内管内をより有効に使用して螺旋状の流路を形成することが可能である。

[0010] また、前記二重管の前記内管が、熱伝導性および耐熱性を有する金属からなり、前記二重管における前記内管の外側の前記螺旋状の流路を流通する流

体と、前記内管の内側の前記螺旋状の流路を流通する流体との間にて熱交換することを特徴とする熱交換器である。

このような熱交換器によれば、内管と外管との間に形成された螺旋状の流路と、内管内に形成された螺旋状の流路との間にて熱交換する熱交換器を提供することが可能である。また、内管と外管との間に形成された流路および内管内に形成された流路はいずれも螺旋状なので、内管及び内管と外管との間の空間の断面積より小さな断面積であって、外管の長さより長い流路を二重管内に備えることが可能である。このため、短い二重管でありながら効率良く熱交換することが可能な熱交換器を提供することが可能である。

[0011] また、内管と外管とを備える二重管の製造方法であって、外周に螺旋状の凸部を備えた前記内管を形成する工程と、前記内管内に螺旋状の流路を形成する螺旋流路形成部材を形成する工程と、前記外管の内周面に前記凸部を接触または接近させて配置し、前記内管の内周面に前記螺旋流路形成部材を接触または接近させて配置して一体に固定する工程と、を有することを特徴とする二重管の製造方法である。

このような二重管の製造方法によれば、内管と外管との間および内管内にいずれも螺旋状の流路を容易に形成することが可能である。

[0012] かかる二重管の製造方法であって、前記螺旋状の凸部として、前記内管を形成する管材の外周に螺子を形成することが望ましい。

このような二重管の製造方法によれば、内管を形成する管材の外周に螺子を形成するだけで容易に内管と外管との間に螺旋状の流路を形成することが可能である。

[0013] かかる二重管の製造方法によれば、前記螺旋状の凸部として、前記内管を構成する管材の外周面に螺旋状のフィンを溶接することとしてもよい。

このような二重管の製造方法によれば、内管を構成する管材の外周面に螺旋状のフィンを溶接して螺旋状の凸部を形成するので、形成される螺旋状の流路の断面形状をフィンのサイズにより任意に設定することが可能である。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、二重管が備える流路に固形物が沈殿または堆積し難い二重管、熱交換器および二重管の製造方法を提供することが可能である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係る二重管を使用した熱交換器を示す正面図である。

[図2]二次流れを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の一実施形態について、例えば、含水性バイオマス超臨界水ガス化装置に用いられ高温高压の流体の熱交換器をなす二重管を例に挙げて説明する。

本実施形態の二重管1は、図1に示すように、内管2および外管3と、外管3の両端部に設けられた端部閉塞部材4と、内管2内に設けられる螺旋流路形成部材5とを有している。

[0017] 内管2は、熱伝導性および耐熱性を有する金属で形成され、外周に螺旋状の凸部2aが形成されている。内管2は、外管3ほぼと同一長さに形成されており、螺旋状の凸部2aの頂部となる内管2の外径は、外管3の内径とほぼ一致するように形成されている。

内管2は螺旋状の凸部2aの頂部が、外管3の内周面に接するように外管3内に收容される。

[0018] 端部閉塞部材4は、外管3の外径とほぼ同一の外径をなす円盤状の部材であり、円盤の中央に内管2の内径と同一の内径をなす貫通孔4aが形成されている。内管2が收容された外管3の両端部に設けられる端部閉塞部材4は、外周縁部4bが外管3における各端部の外周縁部3aと全周に亘って溶接されており、内周縁部4cが内管2における各端部の内周縁部2bと全周に亘って溶接されている。すなわち、内管2と外管3との間には、両端部が端部閉塞部材4にて閉塞され、内管2の螺旋状の凸部2aと外管3の内周面3bと形成された螺旋状に繋がって流路をなす空間が設けられている。

[0019] 外管3には両端部に、内部に形成された螺旋状の空間と外部とを連通する2本の連通管6が設けられており、一方の連通管6から流入した流体が螺旋

状の空間を通して他方の連通管 6 から流出するように形成されている。

[0020] 内管 2 内に設けられた螺旋流路形成部材 5 は、螺旋状に形成された曲面を有する板状の螺旋状板材であり、内管 2 および外管 3 とほぼ同一長さをなしている。螺旋流路形成部材 5 は、内管 2 内を流れる流体が直進せず螺旋流路形成部材 5 の曲面に沿って流れるような螺旋状の流路（以下、内螺旋流路という）2 d を内管 2 内に形成する。螺旋流路形成部材 5 の外周縁 5 a の外径は、内管 2 の内径とほぼ一致するように形成されている。

[0021] 螺旋流路形成部材 5 は外周縁 5 a が、内管 2 の内周面 2 c に接するように内管 2 内に收容されて両端部が内管 2 の内周縁部 2 b に溶接されている。すなわち、内管 2 内には、両端にて外部と繋がって、内管 2 の内周面 2 c と螺旋流路形成部材 5 の曲面とにより形成され、螺旋状に繋がった内螺旋流路 2 d が設けられている。ここで、本実施形態においては、螺旋流路形成部材 5 が螺旋状の曲面を有する板状の部材のみにて形成されている例について説明したが、螺旋状の曲面を有する板状の部材の中心に内管 2 の長手方向に沿うような軸部が設けられていても構わない。

[0022] 本実施形態の二重管 1 は、例えば、低温のガス化原料が、一方の連通管 6 から流入して他方の連通管 6 から流出するように、内管 2 と外管 3 との間の螺旋状の流路（以下、外螺旋流路という）3 c を流通させる。また、内管 2 内は、ガス化原料が流入する連通管 6 と反対側となる端部閉塞部材 4 の貫通孔 4 a から含水性バイオマス超臨界水ガス化装置が備えるガス化反応器から流出される高温の処理水が流入して、ガス化原料が流入する連通管 6 側の端部閉塞部材 4 の貫通孔 4 a から流出するように、内管 2 内の螺旋流路を流通させる。すなわち、二重管 1 内では、ガス化原料と処理水とが、内管 2 及び外管 3 を互いに反対方向に流通している。このように、ガス化原料と処理水とを流通させることにより、二重管 1 内にて熱交換が行われる。すなわち、二重管 1 が熱交換器 7 として使用される。

[0023] 本実施形態の二重管 1 の製造方法は、まず、内管 2 を形成する管材の外周に螺旋状の凸部 2 a を形成しておく。また、連通管 6 は、外管 3 の両端部に

それぞれ、外管 3 の内外を連通し、連通管 6 の外径とほぼ同じ大きさの連通孔 3 d を形成しておく。このとき、外管 3 に形成する 2 つの連通孔 3 d は各々、内部に内管 2 が配置されたときに、内管 2 に設けられた螺旋状の凸部 2 a の隣り合う山間となる谷部と対向する位置に形成しておく。

[0024] 外周に螺旋状の凸部 2 a が形成された内管 2 内に、内管 2 の内周面に螺旋流路形成部材 5 の外周縁 5 a が接触するか隙間が小さくなるように接近させて挿入して内管 2 内に螺旋流路形成部材 5 を配置し、螺旋流路形成部材 5 の両端部を内管 2 の内周縁部 2 b に溶接する。

[0025] 内部に螺旋流路形成部材 5 が備えられた内管 2 を、外管 3 の内周面 3 b に螺旋状の凸部 2 a の頂部が接触するか隙間が小さくなるように接近させて挿入して外管 3 内に内管 2 を配置する。このとき、外管 3 に設けられた連通管 6 の開口部が、内管 2 の外周に設けられた螺旋状の凸部 2 a の隣り合う山間となる谷部と対向するように内管 2 を外管 3 内に配置する。

[0026] 外管 3 内に内管 2 が収容された状態で、内管 2 および外管 3 の両端部に端部閉塞部材 4 を当接させて、端部閉塞部材 4 の外周縁部 4 b と外管 3 の外周縁部 3 a とを全周に亘って溶接し、また、端部閉塞部材 4 の内周縁部 4 c と内管 2 の内周縁部 2 b とを全周に亘って溶接する。最後に、外管 3 の連通孔 3 d に連通管 6 の端部を挿入し、外管 3 の外周面側にて連通孔 3 d の縁および端部閉塞部材 4 と連通管 6 の外周面とを溶接して連通管 6 を取り付け。

[0027] 本実施形態においては、内管 2 内に螺旋流路形成部材 5 を、また、外管 3 内に内管 2 を挿入する方法について説明したが、たとえば、内管 2 や外管 3 を長手方向に沿って複数に分割し、分割した内管 2 や外管 3 の内部に螺旋流路形成部材 5 や内管 2 を配置した後に、分割した内管 2 や外管 3 を溶接して形成しても良い。

[0028] 本実施形態の二重管 1 によれば、内管 2 と外管 3 との間が、内管 2 の外周に設けられた螺旋状の凸部 2 a により螺旋状に区切られるので、内管 2 の外周に設けられた螺旋状の凸部 2 a と外管 3 の内周面 3 b との間に断面積の小さな外螺旋流路 3 c が形成される。このとき、内管 2 と外管 3 との間の空間

を螺旋状に区切るのは、内管 2 の外周部に形成された螺旋状の凸部 2 a なので、汎用の旋盤などを使用して内管 2 の外周面に螺旋状の凸部 2 a として、例えば螺子を形成するだけで、内管 2 と外管 3 との間に外螺旋流路 3 c を容易に形成することが可能である。

[0029] また、内管 2 内は、当該内管 2 内に設けられた螺旋流路形成部材 5 により螺旋状に区切られて、内管 2 の断面積より小さな断面積の内螺旋流路 2 d が形成される。このため、内管 2 と外管 3 との間の流路および内管 2 内に形成される流路のいずれも、円筒状の内管及び外管の断面積より小さな断面積に形成されるので、内螺旋流路 2 d および外螺旋流路 3 c の流速を、無機物の固まり等を巻き込んで流すことが可能な乱流域に保持することが可能である。

[0030] また、内管 2 と外管 3 との間に形成された外螺旋流路 3 c および内管 2 内に形成された内螺旋流路 2 d はいずれも螺旋状なので、円筒状の外管内に円筒状の内管を同心に収容して形成した二重管の内管と外管との間の断面積より、流路断面積が小さく、かつ、外管 3 の長さより流路長が長い二重管 1 を形成することが可能である。このため、本実施形態の二重管 1 を用いることにより、ほぼ外形寸法となる外管 3 の長さを短く抑えつつもより長い流路長を確保し、更にコストも抑えることが可能であり、より効率良く熱交換することが可能な熱交換器 7 をより安価に提供することが可能である。

[0031] 本実施形態では、二重管 1 を用いた熱交換器 7 として、低温のガス化原料を外螺旋流路 3 c に流通させ、高温の処理水を内螺旋流路 2 d に流通させたので、ガス化原料が昇温される過程において、内管 2 と外管 3 との間の二次流れによりガス化原料が攪拌され、ガス化原料内に懸濁されたガス化触媒である活性炭とバイオマスが混合されて均質化される。また、活性炭とバイオマスが混合されることにより、触媒とバイオマスとの接触確率が向上し、触媒効果が向上する。なお二次流れとは図 2 に示す、螺旋管内に発生する流れである。

[0032] また、外螺旋流路 3 c は、熱交換時の伝熱面が内管 2 の外周面、すなわち

螺旋状の凸部 2 a の表面であり、筒状の外周面の場合よりも伝熱面積を広く確保することが可能である。また、この外螺旋流路 3 c を流れるガス化原料は二次流れにより、伝熱面側と外螺旋流路 3 c の中央側及び外周側とが、より頻繁に入れ替わりつつ流通する。このため、ガス化原料の昇温速度を向上させてタールの生成が抑制される。また、処理水側の熱伝達率が向上するので、二重管 1 を用いた熱交換器 7 の単位長さ当たりの交換熱量を向上させることが可能である。

[0033] このように二重管 1 を使用する場合には、普通の薄肉配管であれば圧潰が懸念されるため、内螺旋流路 2 d 内のほうが外螺旋流路 3 c よりも常に高圧とするが、本実施形態の二重管 1 は内管 2 と外管 3 との境界をなす内管 2 の外周に螺旋状の凸部 2 a が設けられているので、螺旋状の凸部 2 a が骨格構造部材となるため、外螺旋流路 3 c のほうが内螺旋流路 2 d 内よりも常に高圧であっても圧潰を防止することが可能である。

[0034] 上記実施形態においては、内管 2 の外周に設ける螺旋状の凸部を、内管 2 の外周部に螺旋状の凸部 2 a を設けることにより備えた例について説明したが、これに限らず、例えば、内管を、筒状の管材と螺旋状の曲面を有するフィンとで構成し、内管を構成する管材の外周面に螺旋状のフィンを溶接しても構わない。この場合には、外螺旋流路を、内管の外径と外管の内径とに合わせたフィンにて形成することが可能なので、外螺旋流路の断面積を任意に設定することが可能である。

[0035] 上記実施形態においては、二重管 1 を使用した熱交換器 7 を、含水性バイオマス超臨界水ガス化装置に用いられ高温高圧の流体の熱交換器としたが、これに限るものではない。

[0036] 上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることはいうまでもない。

符号の説明

[0037] 1 二重管、2 内管、2 a 螺旋状の凸部、2 b 内周縁部、2 c 内周面、
2 d 内螺旋流路、3 外管、3 a 外周縁部、3 b 内周面、3 c 外螺旋流路、
3 d 連通孔、4 端部閉塞部材、4 a 貫通孔、4 b 外周縁部、4 c 内周縁部、
5 螺旋流路形成部材、5 a 外周縁、6 連通管、7 熱交換器

請求の範囲

- [請求項1] 筒状をなす外管と、
前記外管内に設けられ、外周に螺旋状の凸部を備え前記外管との間に螺旋状の流路を形成する内管と、
前記内管内に設けられ、前記内管内に螺旋状の流路を形成する螺旋流路形成部材と、を備えたことを特徴とする二重管。
- [請求項2] 前記螺旋状の凸部は、筒状をなして前記内管を形成する管材の外周に形成された螺子であることを特徴とする請求項1に記載の二重管。
- [請求項3] 前記螺旋状の凸部は、筒状をなして前記内管を構成する管材の外周に螺旋状に設けられたフィンであることを特徴とする請求項1に記載の二重管。
- [請求項4] 前記螺旋流路形成部材は、螺旋状に形成された曲面を有する螺旋状板材であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の二重管。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の二重管の前記内管が、熱伝導性および耐熱性を有する金属からなり、
前記二重管における前記内管の外側の前記螺旋状の流路を流通する流体と、前記内管の内側の前記螺旋状の流路を流通する流体との間にて熱交換することを特徴とする熱交換器。
- [請求項6] 内管と外管とを備える二重管の製造方法であって、
外周に螺旋状の凸部を備えた前記内管を形成する工程と、
前記内管内に螺旋状の流路を形成する螺旋流路形成部材を形成する工程と、
前記外管の内周面に前記凸部を接触または接近させて配置し、前記内管の内周面に前記螺旋流路形成部材を接触または接近させて配置して一体に固定する工程と、
を有することを特徴とする二重管の製造方法。
- [請求項7] 前記螺旋状の凸部として、前記内管を形成する管材の外周に螺子を

形成することを特徴とする請求項 6 に記載の二重管の製造方法。

[請求項 8] 前記螺旋状の凸部として、前記内管を構成する管材の外周面に螺旋状のフィンを溶接することを特徴とする請求項 6 に記載の二重管の製造方法。