

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4394687号
(P4394687)

(45) 発行日 平成22年1月6日(2010.1.6)

(24) 登録日 平成21年10月23日(2009.10.23)

(51) Int.Cl.		F I	
F 2 8 F	13/12	(2006.01)	F 2 8 F 13/12 A
F 2 8 F	1/40	(2006.01)	F 2 8 F 1/40 A
F 2 8 D	1/06	(2006.01)	F 2 8 D 1/06 A
F 2 8 D	7/02	(2006.01)	F 2 8 F 1/40 D
F 2 4 H	9/00	(2006.01)	F 2 8 D 7/02

請求項の数 8 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-524145 (P2006-524145)	(73) 特許権者	506259634 清華大学 中華人民共和国北京市海淀区清華▲園▼
(86) (22) 出願日	平成17年5月11日(2005.5.11)	(73) 特許権者	000002853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/008609	(74) 代理人	100094145 弁理士 小野 由己男
(87) 国際公開番号	W02006/103788	(74) 代理人	100111187 弁理士 加藤 秀忠
(87) 国際公開日	平成18年10月5日(2006.10.5)	(72) 発明者	李 志信 中華人民共和国北京市海淀区清華▲園▼ 清華大学内
審査請求日	平成18年7月28日(2006.7.28)		
(31) 優先権主張番号	200510056765.8		
(32) 優先日	平成17年3月25日(2005.3.25)		
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 給湯用伝熱管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体のレイノルズ数 (Re) が 7000 未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ ($H1$) が 0.8 mm ~ 2.0 mm である複数の突起が設けられており、

前記突起は、前記外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する部分には形成されていない、伝熱管。

【請求項2】

内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体のレイノルズ数 (Re) が 7000 未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ ($H1$) が内径 (D) の 0.1 ~ 0.25 倍である複数の突起が設けられており、

前記突起は、前記外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する部分には形成されていない、伝熱管。

【請求項3】

給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体である水が流入する流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ

10

20

(H1)が0.8mm~2.0mmである複数の突起が設けられており、

前記突起は、前記外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する部分には形成されていない、伝熱管。

【請求項4】

給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体である水が流入する流体入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ(H1)が内径(D)の0.1~0.25倍である複数の突起が設けられており、

前記突起は、前記外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する部分には形成されていない、

伝熱管。

10

【請求項5】

内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体のレイノルズ数(Re)が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ(H1)が0.8mm~2.0mmである複数の突起が設けられており、

前記外部には、前記流体と熱交換を行う第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、

外面には、前記第2伝熱管が接触しており、

前記突起は、前記外面を凹ませることによって前記内面に形成されるものであって、前記第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている、

伝熱管。

20

【請求項6】

内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体のレイノルズ数(Re)が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ(H1)が内径(D)の0.1~0.25倍である複数の突起が設けられており、

前記外部には、前記流体と熱交換を行う第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、

外面には、前記第2伝熱管が接触しており、

前記突起は、前記外面を凹ませることによって前記内面に形成されるものであって、前記第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている、

伝熱管。

30

【請求項7】

給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体である水が流入する流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ(H1)が0.8mm~2.0mmである複数の突起が設けられており、

前記外部には、前記流体と熱交換を行う第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、

外面には、前記第2伝熱管が接触しており、

前記突起は、前記外面を凹ませることによって前記内面に形成されるものであって、前記第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている、

伝熱管。

40

【請求項8】

給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、

前記内部を流れる流体である水が流入する流体入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ(H1)が内径(D)の0.1~0.25倍である複数の突起が設けられており、

前記外部には、前記流体と熱交換を行う第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、

外面には、前記第2伝熱管が接触しており、

50

前記突起は、前記外面を凹ませることによって前記内面に形成されるものであって、前記第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている、伝熱管。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、給湯器技術、特に管内を流れる流体のレイノルズ数 Re が7000未満の給湯用伝熱管に関する。

【背景技術】

【0002】

空気調和装置、給湯器などに用いられる熱交換装置においては、管内に水などの流体が流れるとともに管内外の温度差によって熱交換を行う伝熱管が設けられている。そして、伝熱管の伝熱性能を向上させるため、管内面に溝が形成された溝付管が使われることがある。また、伝熱管の内面に突起を設けて伝熱性能を向上させる技術も提案されている。

【0003】

このように、伝熱管内部に突起を設けると、伝熱管の伝熱面積が大きくなるとともに、突起により流体が攪拌されることで、伝熱面における熱伝達率が增大され、伝熱性能が向上する。しかし、伝熱管内部に突起を設けると、突起によって管摩擦係数が増大し、管内の流れの圧力損失が大きくなる。そこで、伝熱管内部に高さが0.45mm~0.6mmの突起を設けて、冷媒との熱伝達を促進しつつ圧力損失を抑える技術が提案されている（特許文献1）。

【特許文献1】

特公平6-70556

【発明の開示】

しかし、伝熱管内の流体の流速が非常に低く、管内における流体の流れが層流域から乱流域への遷移領域である場合、特許文献1で開示された高さ0.45mm~0.6mmの突起を設けても伝熱性能の向上は小さい。

【0004】

例えば、図1に示すヒートポンプ式給湯器においては、電気代の安い夜間電力を効率的に利用するため、長い時間をかけて水を約10から約90まで一過式で沸かす。ここでは、製品のコンパクト化と高効率を確保するため、伝熱管内を流れる水の流量を非常に小さい値（例えば、0.8L/min）に設定している。このように管内の水流量が小さい伝熱管においては、伝熱管の内径を小さくすることで管内の流速を高め、伝熱性能を向上させる方法を採用している。しかし、この場合でも管内の水流量が小さいため、管内における水の流れは、流入口付近では層流域から乱流域への遷移領域（ $Re = 1500 \sim 3000$ ）、流出口付近でも乱流初期（ $Re = 7000$ ）程度である。また、水の流入口付近の低温区間では、熱伝導率も小さいため、効率的な熱交換が期待できない。

【0005】

本発明の目的は、上記背景技術の問題点を克服し、簡単な構造で、低レイノルズ数域において伝熱性能の向上を図るとともに、管内の圧力損失が小さい給湯用伝熱管を提供することにある。

【0006】

第1発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ H_1 が0.8mm~2.0mmである複数の突起が設けられている。

【0007】

層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間では、管内に設けた突起の高さを従来のように低く設定すると伝熱性能の向上効果が得られない。

【0008】

そこで、層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間、すな

10

20

30

40

50

わちレイノルズ数 Re が 7000 未満の区間に位置する部分の内面に、管内に向けて突出する高さが 0.8 mm ~ 2.0 mm の複数の突起を設けた。その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【0009】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

【0010】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。例えば、伝熱管が水平面で曲げられている場合、曲げ部における水平面と交差する区間には突起を設けない。

10

【0011】

第2発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が 7000 未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ H_1 が内径 D の 0.1 ~ 0.25 倍である複数の突起が設けられている。

【0012】

管内に突起が設けられた場合、管摩擦係数は、レイノルズ数 Re 及び相対粗度の関数となる。ここでは、管内突起による管摩擦係数への影響を表すため、管内に設けた突起の高さと管内径との比（すなわち相対粗度）を用いている。層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間において、管内壁面の相対粗度を所定範囲内にすることにより、伝熱効果の向上を図るとともに圧力損失による影響を最小限に抑えることができる。

20

【0013】

そこで、層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間、すなわちレイノルズ数 Re が 7000 未満の区間に位置する部分の内面に、高さ H_1 が内径 D の 0.1 ~ 0.25 倍である複数の突起を設けた。その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【0014】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

30

【0015】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。例えば、伝熱管が水平面で曲げられている場合、曲げ部における水平面と交差する区間には突起を設けない。

【0016】

第3発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ H_1 が 0.8 mm ~ 2.0 mm である複数の突起が設けられている。

40

【0017】

給湯用熱交換器に用いられる伝熱管の流入口付近の水の流れは、層流域および/または層流域から乱流域への遷移領域に該当する。一方、伝熱管の流入口付近では水温が低く、熱伝達率も低い。そこで、本発明では、少なくとも水の流入口近傍に位置する部分の内面に、高さが 0.8 mm ~ 2.0 mm の複数の突起を設けて、管内に設けた突起による熱伝達率の向上を図っている。また、突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【0018】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては

50

、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

【 0 0 1 9 】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。例えば、伝熱管が水平面で曲げられている場合、曲げ部における水平面と交差する区間には突起を設けない。

【 0 0 2 0 】

第4発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流体流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さH1が内径Dの0.1~0.25倍である複数の突起が設けられている。

10

【 0 0 2 1 】

給湯用熱交換器においては、伝熱管の流入口付近の水の流れは、層流域および/または層流域から乱流域への遷移領域に該当する。また、伝熱管の流入口付近では水温が低く、熱伝達率も低い。そこで、この給湯用熱交換器において、少なくとも水の流入口近傍に位置する伝熱管の内面に、高さが伝熱管内径の0.1~0.25倍である複数の突起を設けている。その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【 0 0 2 2 】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

20

【 0 0 2 3 】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。例えば、伝熱管が水平面で曲げられている場合、曲げ部における水平面と交差する区間には突起を設けない。

【 0 0 2 4 】

第5発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さH1が0.8mm~2.0mmである複数の突起が設けられている。

30

【 0 0 2 5 】

層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間では、管内に設けた突起の高さを従来のように低く設定すると伝熱性能の向上効果が得られない。

【 0 0 2 6 】

そこで、層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間、すなわちレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面に、管内に向けて突出する高さが0.8mm~2.0mmの複数の突起を設けた。その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【 0 0 2 7 】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

40

【 0 0 2 8 】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

50

【0029】

第6発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ H_1 が内径 D の $0.1 \sim 0.25$ 倍である複数の突起が設けられている。

【0030】

管内に突起が設けられた場合、管摩擦係数は、レイノルズ数 Re 及び相対粗度の関数となる。ここでは、管内突起による管摩擦係数への影響を表すため、管内に設けた突起の高さと管内径との比(すなわち相対粗度)を用いている。層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間において、管内壁面の相対粗度を所定範囲内にすることにより、伝熱効果の向上を図るとともに圧力損失による影響を最小限に抑えることができる。

10

【0031】

そこで、層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間、すなわちレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面に、高さ H_1 が内径 D の $0.1 \sim 0.25$ 倍である複数の突起を設けた。その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【0032】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

20

【0033】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

【0034】

第7発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ H_1 が $0.8 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ である複数の突起が設けられている。

30

【0035】

給湯用熱交換器に用いられる伝熱管の流入口付近の水の流れは、層流域および/または層流域から乱流域への遷移領域に該当する。一方、伝熱管の流入口付近では水温が低く、熱伝達率も低い。そこで、本発明では、少なくとも水の流入口近傍に位置する部分の内面に、高さが $0.8 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ の複数の突起を設けて、管内に設けた突起による熱伝達率の向上を図っている。また、突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

【0036】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

40

【0037】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

50

【0038】

第8発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流体流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ H_1 が内径 D の $0.1 \sim 0.25$ 倍である複数の突起が設けられている。

【0039】

給湯用熱交換器においては、伝熱管の流入口付近の水の流れは、層流域および/または層流域から乱流域への遷移領域に該当する。また、伝熱管の流入口付近では水温が低く、熱伝達率も低い。そこで、この給湯用熱交換器において、少なくとも水の流入口近傍に位置する伝熱管の内面に、高さが伝熱管内径の $0.1 \sim 0.25$ 倍である複数の突起を設けている。その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、給湯用伝熱管全体の性能が向上する。

10

【0040】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

【0041】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

20

【発明の効果】

【0042】

以上の説明で述べたように、本発明によれば、以下の効果が得られる。

【0043】

第1発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ H_1 が $0.8 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ である複数の突起が設けられている。

30

【0044】

これにより、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間でも、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の高さが $0.9 \text{ mm} \sim 1.2 \text{ mm}$ の範囲内であることが好ましい。また、伝熱管は外径が $8 \text{ mm} \sim 14 \text{ mm}$ （内径が $6 \text{ mm} \sim 12 \text{ mm}$ ）であることが好ましい。

【0045】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

【0046】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。

40

【0047】

第2発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が7000未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ H_1 が内径 D の $0.1 \sim 0.25$ 倍である複数の突起が設けられている。

【0048】

これにより、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノル

50

ズ数の区間でも、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の相対粗度 ($H1/D$) が $0.11 \sim 0.15$ の範囲内であることが好ましい。

【0049】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

【0050】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。

10

【0051】

第3発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ $H1$ が $0.8 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ である複数の突起が設けられている。

【0052】

その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の高さが $0.9 \text{ mm} \sim 1.2 \text{ mm}$ の範囲内であることが好ましい。

【0053】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

20

【0054】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。

【0055】

第4発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流体流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ $H1$ が内径 D の $0.1 \sim 0.25$ 倍である複数の突起が設けられている。

30

【0056】

これにより、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の相対粗度 ($H1/D$) が $0.11 \sim 0.15$ の範囲内であることが好ましい。

【0057】

また、突起は外部から力を加えることにより形成されるものであり、曲げ部においては、曲げられている面と交差する区間には形成されていない。

【0058】

伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する部分の変形量がいちばん大きい。そこで、伝熱管の曲げ部において、曲げられている面と交差する区間には突起を設けていない。

40

【0059】

第5発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が 7000 未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ $H1$ が $0.8 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ である複数の突起が設けられている。

【0060】

これにより、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間でも、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の高さが $0.9 \text{ mm} \sim 1.2 \text{ mm}$ の範囲内であることが好ましい。また、伝熱管は外径が 8 mm

50

～ 14 mm (内径が 6 mm ～ 12 mm) であることが好ましい。

【0061】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

【0062】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

10

【0063】

第6発明に係る給湯用伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用伝熱管であって、内部を流れる流体のレイノルズ数 Re が 7000 未満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に、高さ H_1 が内径 D の 0.1 ～ 0.25 倍である複数の突起が設けられている。

【0064】

これにより、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間でも、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の相対粗度 (H_1 / D) が 0.11 ～ 0.15 の範囲内であることが好ましい。

20

【0065】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

【0066】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

30

【0067】

第7発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ H_1 が 0.8 mm ～ 2.0 mm である複数の突起が設けられている。

【0068】

その結果、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の高さが 0.9 mm ～ 1.2 mm の範囲内であることが好ましい。

40

【0069】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

【0070】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触

50

区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

【0071】

第8発明に係る給湯用伝熱管は、給湯用熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行う伝熱管であって、内部を流れる流体である水が流入する流体流入口の近傍に位置する部分の内面に、高さH1が内径Dの0.1~0.25倍である複数の突起が設けられている。

【0072】

これにより、管内に設けた突起による熱伝達率の向上が図られるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上する。特に、突起の相対粗度(H1/D)が0.11~0.15の範囲内であることが好ましい。

10

【0073】

また、外部には流体に熱を供給する第2流体を流すための第2伝熱管が配置されており、外面には第2伝熱管が接触しており、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであって、第2伝熱管との接触部分以外の場所に形成されている。

【0074】

ここでは、突起は外面を凹ませることによって内面に形成されるものであるため、内面に突起が形成された部位に対応する外面には凹みが形成されている。第2伝熱管と接触する部分に突起が形成される。すなわち外面に凹みが形成されると、伝熱管と第2伝熱管との接触が悪くなり、第2伝熱管からの伝熱効果が低下する。そこで、第2伝熱管との接触区間には突起を設けないようにすることで、第2伝熱管からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0075】

<全体構成>

図1は、ヒートポンプ式給湯機の模式図である。ここで、ヒートポンプ式給湯機は、貯湯ユニット1とヒートポンプユニット2とを備えている。給湯ユニット1は、水道管11と、貯湯タンク12と、水循環用ポンプ13と、給水管3と、水熱交換器30を構成する伝熱管31と、温湯管16と、混合弁17と、給湯管18とが順に連結されている。ここでは、給水管11から貯湯タンク12に水道水が供給される。貯湯タンク12の底部から温度の低い水が水循環用ポンプ13より水熱交換器30の伝熱管31に供給され加熱される。加熱された温湯は、貯湯タンク12の上部に流入される。温湯管16を経て貯湯タンク12の上部から出湯される高温の温湯は、混合弁17により混合水管19の冷水と混合される。この混合弁17により給湯の温度が調節され、給湯管18によりユーザに供給される。

30

【0076】

次に、ヒートポンプユニット2は冷媒循環回路を備え、この冷媒循環回路は、圧縮機21と、水熱交換器30と、膨張弁23と、空気熱交換器24とを、冷媒管32により順に接続して構成される。冷媒は圧縮機21により高圧に圧縮された後、水熱交換器30に送られる。水熱交換器30において熱交換された冷媒は、膨張弁23を通過し、空気熱交換器24へ供給される。冷媒は、周囲からの熱を吸収して圧縮機21に還流される。

40

【0077】

<水熱交換器>

図2は、ヒートポンプ給湯機における水熱交換器30の概略図である。図2に示すように、水熱交換器30は、伝熱管31と冷媒管32とによって構成されている。伝熱管31は、同一平面上において長円形状となるように渦巻き形状に形成され、水通路Wを形成している。冷媒管32は、伝熱管31の外周に螺旋状に巻き付けられ、冷媒通路Rを形成している。そして、伝熱管31における渦巻きの外周側を水流入口311、伝熱管31における渦巻きの中心側を水流出口312としている。水熱交換器30において、冷媒管32内の冷媒は、冷媒流入口322においてA22方向から流入し放熱する。その後、冷媒流

50

出口 3 2 1 において A 2 1 方向から流出する。水流入口 3 1 1 において A 1 1 方向から供給された水道水はこの熱により加熱され、温湯となって水流出口 3 1 2 において A 1 2 方向に流出する。

【 0 0 7 8 】

< 伝熱管 >

次に、伝熱管 3 1 について説明する。図 3 に示すように、伝熱管 3 1 の管内面には、高さが H_1 の複数の突起 3 1 3 が、管軸方向において 20 mm ピッチ（図 3 の P 参照）で上下対称に設けられている。図 3 においては、紙面方向から見て上方に設けられた突起 3 1 3 のみが表示されている。本実施例では、伝熱管 3 1 の水流入口 3 1 1 における水温は約 10、水流出口 3 1 2 における水温は約 90 と設定されている。ここで、伝熱管にお

10

【 0 0 7 9 】

伝熱管 3 1 の管内流のレイノルズ数 Re を、図 4 に表している。図 4 で示すように、伝熱管 3 1 の水流入口 3 1 1 におけるレイノルズ数 Re は約 2000 であり、管内の流れは層流域である。水の流れが進むにつれ、流入口 3 1 1 から流入された水は、図 2 に示す冷媒管 3 2 との熱交換を行い水温が高くなる。水温上昇により、水の粘性係数が小さくなり、レイノルズ数 Re は段々大きくなる。図 4 において、水流出口 3 1 2 におけるレイノルズ数 Re は約 7000 であって、管内流は層流から乱流への遷移領域に位置する。ここで、伝熱管 3 1 の管内面に設けられた複数の突起 3 1 3 が、伝熱性能の向上に与える影響及び

20

【 0 0 8 0 】

(1) 実験 1

図 5 (a) は伝熱管 3 1 の断面斜視図である。実験 1 においては、内径 D が 8 mm の管内面に、高さ H_1 が 1.0 mm の突起を、管軸方向のピッチ P が 20 mm になるように上下対称に設けている。図 5 (b) は、図 5 (a) の A - A 矢視断面図であり、図 5 (c) は、図 5 (b) の B - B 矢視断面図である。図 5 (a) 及び図 5 (b) から分るように、突起 3 1 3 は伝熱管の外面を凹ませることによって内面に形成されるようになっている。また、図 5 (c) から分るように、突起 3 1 3 の横断面図の形状は楕円形になるように形成されている。ここで、伝熱管 3 1 の内面には、突起が設けられていない平面部 3 1 a が

図 6 (a) は、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間の各レイノルズ数 Re において、突起を設けていない平滑管を採用した場合と、高さ H_1 が 1 mm の突起 3 1 3 を、管軸方向のピッチ P が 20 mm になるように上下対称に設けた場合の伝熱性能を表したものである。ここで、横軸はレイノルズ数 Re の値を表している。縦軸は、突起 3 1 3 を設けた伝熱管 3 1 のヌセルト数 Nu と、突起を設けていない平滑伝熱管のヌセルト数 Nu_o との比 (Nu / Nu_o) を表している。ここで、ヌセルト数は、固体壁から流体への熱の伝わりやすさの指標としての熱伝達率値を無次元化したものであり、その値が大きいほど、固体壁から流体へ熱が伝わりやすくなる。従って、 Nu / Nu_o の値が大きいほど、突起による伝熱管の伝熱性能の向上が大きい。図 6 (a) から分るように、レイノルズ数 Re が 4000 以下の場合、高さ H_1 が 1

30

40

【 0 0 8 1 】

図 6 (b) は、管内の流れが、層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間の各レイノルズ数 Re において、突起を設けていない平滑管を採用した場合と、高さ H_1 が 1 mm の突起 3 1 3 を、管軸方向のピッチ P が 20 mm になるように上下対称に設けた伝熱管 3 1 を採用した場合の管内圧力損失の推移を表したものである。ここで、横軸はレイノルズ数 Re の値を表している。縦軸は、突起 3 1 3 を設けた伝熱管 3 1 のファニングの摩擦係数 f と突起を設けていない平滑管のファニングの摩擦係数 f_o との比 (f / f_o) を表している。ここで、ファニングの摩擦係数は、管内流れの圧力損失

50

を表す無次元数であり、その値が大きいほど、管内流れの圧力損失は大きくなる。したがって、 f/f_0 の値が大きいほど、管内の水圧損失は大きくなる。図6(b)から分るように、レイノルズ数 Re が約2000である場合、すなわち管内の流れが層流域である場合は、突起313を設けた伝熱管31の管内圧力損失が突起を設けていない平滑管内の圧力損失と同等となっている。一方、レイノルズ数 Re が大きくなり、管内の流れが層流域から乱流域へ遷移するにつれ、管内面に設けた突起313による管内圧力損失が大きくなり、レイノルズ数 Re が4000以上の場合は、ほぼ一定している。

【0082】

(2) 実験2

実験2においては、突起313の高さ H_1 が伝熱性能及び管内流れの圧力損失に与える影響を調べるため、管内面に設けた突起313の高さ H_1 を変更させながら実験を行った。図7(a)は、内径 D が8mmの伝熱管に、高さ H_1 が異なる突起を、管軸方向のピッチ P が20mmになるように上下対称に設けた場合の伝熱性能を表したものである。ここで、横軸は突起313の高さ H_1 の値を表している。縦軸は、突起313を設けた伝熱管31のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑伝熱管のヌセルト数 Nu_0 との比(Nu/Nu_0)を表している。実線はレイノルズ数 Re が4000である場合、点線はレイノルズ数 Re が2000である場合の実験結果を表わしている。図7(a)から分るように、レイノルズ数 Re が4000及び2000の場合ともに、突起313の高さ H_1 が高くなるほど伝熱性能は向上する。また、図7(a)の点線から分るように、レイノルズ数 Re が2000の状態では、突起313の高さ H_1 が0.5mm以下の場合突起313による伝熱性能の向上はほとんど見られない。突起313の高さ H_1 が0.8mm以上になって、はじめて伝熱性能の向上効果が現れる。

【0083】

図7(b)は、内径 D が8mmの伝熱管に、高さ H_1 が異なる突起を20mm(管軸方向)ピッチで上下対称に設けた場合の伝熱管全体の性能を表したものである。すなわち、伝熱性能の向上と圧力損失の抑制を総合的に考慮した性能を表す。ここで、横軸は突起の高さの値を表している。縦軸は、突起を設けた伝熱管のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑伝熱管のヌセルト数 Nu_0 との比(Nu/Nu_0)を、突起を設けた伝熱管のファニングの摩擦係数 f と突起を設けていない平滑伝熱管のファニングの摩擦係数 f_0 との比(f/f_0)で割った値を表している。上述したように、 Nu/Nu_0 の値が大きいほど伝熱性能が向上され、 f/f_0 の値が大きいほど管内の水圧損失は大きくなる。したがって、 Nu/Nu_0 の値を f/f_0 の値で割った値が大きいほど、伝熱性能の向上が図れるとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響が抑えられ、伝熱管全体の性能が向上したこととなる。

【0084】

図7(b)において、実線はレイノルズ数 Re が4000である場合、点線はレイノルズ数 Re が2000である場合の実験結果を表わしている。図7(b)から分るように、レイノルズ数 Re が2000及び4000の状態ともに、伝熱管内に設けられた突起の高さが0.8mmである場合、 Nu/Nu_0 の値を f/f_0 の値で割った値が一番大きく、突起の高さが2.0mmを超えるとその値は顕著に小さくなる。すなわち、低レイノルズ数区間では、突起の高さが0.8mm~2.0mmの範囲内である場合、伝熱管全体の性能向上が図れる。特に、突起の高さが0.9mm~1.2mmの範囲内であることが好ましい。

【0085】

(3) 実験3

実験3においては、突起313の高さ H_1 をそのまま指標とするのではなく、相対粗度(H_1/D)を指標としている。この相対粗度(H_1/D)が伝熱性能及び管内流れの圧力損失に与える影響を調べるため、相対粗度(H_1/D)を変更させながら実験を行った。図8(a)は、レイノルズ数 Re が2000である状態及び4000である状態で、突起を設けていない平滑管を採用した場合と、相対粗度(H_1/D)が異なる場合の伝熱性

10

20

30

40

50

能を表したものである。ここで、横軸は相対粗度 ($H1/D$) の値を表している。縦軸は、突起 313 を設けた伝熱管 31 のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑伝熱管のヌセルト数 Nu_0 との比 (Nu/Nu_0) を表している。図 8 (a) から分るように、突起の相対粗度 ($H1/D$) の値が大きいほど伝熱性能は向上する。また、図 8 (a) の点線から分るように、レイノルズ数 2000 の状態では、相対粗度 ($H1/D$) の値が 0.1 以下では突起による伝熱性能の向上はほとんど見られない。

【0086】

図 8 (b) は、突起を設けていない平滑管を採用した場合と、突起の相対粗度 ($H1/D$) が異なる場合の伝達管全体の性能を表したものである。ここで、横軸は相対粗度 ($H1/D$) の値を表している。縦軸は、突起を設けた伝熱管のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑伝熱管のヌセルト数 Nu_0 との比 (Nu/Nu_0) を、突起を設けた伝熱管のファニングの摩擦係数 f と突起を設けていない平滑伝熱管のファニングの摩擦係数 f_0 との比 (f/f_0) で割った値を表している。上述したように、 Nu/Nu_0 の値が大きいほど伝熱性能が向上され、 f/f_0 の値が大きいほど管内の水圧損は大きくなる。したがって、 Nu/Nu_0 の値を f/f_0 の値で割った値が大きいほど、熱伝達率の向上を図るとともに、突起が管内の圧力損失に与える影響を抑え、伝熱管全体の性能が向上したことになる。図 8 (b) から分るように、レイノルズ数 Re が 2000、及び 4000 の状態とともに、伝熱管内に設けられた突起の相対粗度 ($H1/D$) が 0.1 である場合、 Nu/Nu_0 の値を f/f_0 の値で割った値が一番大きく、突起の相対粗度 ($H1/D$) が 0.25 を超えるとその値は顕著に小さくなる。すなわち、低レイノルズ数 Re の区間では、突起の相対粗度 ($H1/D$) が 0.1 ~ 0.25 の範囲内である場合は、伝熱管全体の性能向上が図れる。特に、突起の相対粗度 ($H1/D$) が 0.11 ~ 0.15 の範囲内であることが好ましい。

【0087】

(4) 実験 4

実験 4 においては、図 9 に示す伝熱管 41 と図 5 に示す伝熱管 31 との比較を行った。ここで、図 9 に示す伝熱管 41 は、内径 D が 8 mm の管内面に、深さが 0.2 mm の溝 42 が設けられたものである。ここで、溝 42 は線で表わしている。一方、図 5 に示すように伝熱管 31 は、高さが $H1$ の複数の突起 313 が、ピッチ P が 20 mm になるように上下対称に設けたものである。図 10 (a) は、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間の各レイノルズ数 Re において、伝熱管 41 を採用した場合と、伝熱管 31 を採用した場合の伝熱性能を表したものである。ここで、横軸はレイノルズ数 Re の値を表している。縦軸は、伝熱管 31 及び伝熱管 41 のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑伝熱管のヌセルト数 Nu_0 との比 (Nu/Nu_0) を表している。ここで、実線は伝熱管 31 を採用した際の実験データであり、点線は伝熱管 41 を採用した際の実験データである。図 10 (a) から分るように、レイノルズ数 Re が 7000 未満の場合、突起 313 が設けられた伝熱管 31 による伝熱性能の向上が、溝 42 が設けられた伝熱管 41 による伝熱性能の向上より顕著である。一方、レイノルズ数 Re が 7000 以上の場合、溝 42 が設けられた伝熱管 41 による伝熱性能の向上が、突起 313 が設けられた伝熱管 31 による伝熱性能の向上より顕著である。

【0088】

図 10 (b) は、管内の流れが層流域及び層流域から乱流域への遷移が発生する低レイノルズ数の区間の各レイノルズ数 Re において、伝熱管 41 を採用した場合と、伝熱管 31 を採用した場合の管内圧力損失を表したものである。ここで、横軸はレイノルズ数 Re の値を表している。縦軸は、伝熱管 31 及び伝熱管 41 のファニングの摩擦係数 f と突起を設けていない平滑伝熱管のファニングの摩擦係数 f_0 との比 (f/f_0) を表している。ここで、実線は伝熱管 31 を採用した際の実験データであり、点線は伝熱管 41 を採用した際の実験データである。図 10 (b) から分るように、伝熱管 31 においては、レイノルズ数 Re が約 2000 である場合、すなわち管内の流れが層流域である場合は、平滑管内の圧力損失と同等となっている。一方、レイノルズ数 Re が大きくなり、管内の流れ

が層流域から乱流域へ遷移するにつれ、管内面に設けた突起 3 1 3 による管内圧力損失が大きくなる。一方、伝熱管 4 1 においては、管内の流れが層流域および/または層流域から乱流域へ遷移領域のすべての区間において、管内圧力損失が平滑管内の圧力損失より大きくなっている。また、管内の流れが層流域および/または層流域から乱流域へ遷移領域のすべての区間において、伝熱管 4 1 における管内圧力損失が伝熱管 3 1 における管内圧力損失より高くなっている。上記実験データから分るように、伝熱管 3 1 の伝熱管全体の性能が伝熱管 4 1 より高い。

【 0 0 8 9 】

[変形例 1]

実施例 1 では、内径 D が 8 mm の管内面に、高さ H 1 が 1 mm の突起を、管軸方向のピッチ P が 20 mm になるように上下対称に設けている伝熱管 3 1 を使用した。変形例 1 の伝熱管 5 1 では、図 1 1 で示すように、高さ H 1 が 1.0 mm の突起 5 1 3 の間には、高さ H 2 が 0.3 mm の小突起 5 1 5 を設けている。低レイノルズ数域においては、小さい突起より大きい突起の方が熱伝達率の向上に貢献するが、高レイノルズ数域においては、大きい突起より小さい突起の方が熱伝達率の向上に貢献する。そこで、高さ H 1 が 1.0 mm の突起 5 1 3 の間に、高さ H 2 が 0.3 mm の小突起 5 1 5 を設けることにより、レイノルズ数が低い区間では突起 5 1 3 により伝熱性能が向上され、レイノルズ数が高い区間では小突起 5 1 5 による伝熱性能の向上の相乗効果が図られることにより、熱交換器全体の性能が向上する。

【 0 0 9 0 】

[変形例 2]

図 1 2 に示すように、変形例 2 で採用した伝熱管 6 1 は、管内面上螺旋 C 1 に沿って突起 6 1 3 を設けている。図 1 2 (a) は、伝熱管 6 1 の平面図であり、図 1 2 (b) は伝熱管 6 1 の斜視図である。ここで、突起 6 1 3 の高さ H 1 は 1.0 mm、円周方向のピッチ P 1 は 6 mm、管軸方向のピッチ P 2 は 6 mm である。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 (c) に示す伝熱管 6 2 は、高さ H 1 が 1.0 mm の突起 6 2 3 の間に、高さ H 2 が 0.3 mm の小突起 6 2 5 を設けたものである。ここで、円周方向のピッチ P 3 は 2 mm、管軸方向のピッチ P 4 は 2 mm である。

【 0 0 9 2 】

[変形例 3]

図 1 3 に示すように、変形例 3 で採用した伝熱管 6 3 は、突起 6 3 3 が設けられている区間 6 3 a と、突起が設けられていない区間 6 3 b を有する。ここで、突起が設けられていない区間 6 3 b は、水の流出口 6 3 2 近傍に位置する区間である。伝熱管 6 3 の流出口 6 3 2 近傍では、流体である水の温度が高く、管壁にスケールが付着するおそれがある。このような区間に突起部を設けた場合、スケールの付着が促進される場合がある。そこで、水温が高い水流出口 6 3 2 近傍に位置する区間 6 3 b には、突起を設けられないことにより、スケールの発生が抑えられる。

【 0 0 9 3 】

[変形例 4]

図 1 4 に示すように、変形例 4 で採用した伝熱管 6 4 は、深さが 0.2 mm の溝 6 4 4 が設けられた溝付き管に高さ H 1 が 1.0 mm の突起 6 4 3 を、管軸方向のピッチ P が 20 mm になるように上下対称に設けている。ここで、溝 6 4 4 は線で表わしている。ここでは、溝 6 4 4 が設けられている管に突起 6 4 3 を設けることで、溝 6 4 4 と突起 6 4 3 による伝熱管全体の相乗効果が計られる。

【 0 0 9 4 】

[変形例 5]

図 1 5 に示すように、変形例 5 で採用した伝熱管 6 5 は、区間 6 5 a、区間 6 5 b より構成されている。水流出口 6 5 2 の近傍に位置する区間 6 5 b には平滑管を採用し、その他の区間 6 5 a には、深さが 0.2 mm の溝 6 5 4 が設けられた溝付き管に高さが 1.0

10

20

30

40

50

mmの突起653を設けている。溝654は線で表わしている。溝654と突起653による伝熱管全体の相乗効果が計られるとともに、水温が高い水流出口652近傍に位置する区間65bにおけるスケールの発生が抑えられる。

【0095】

[変形例6]

図16に示すように、変形例6で採用した伝熱管66は、区間66a、区間66b、区間66cの3区間から構成されている。水流入口661から管内のレイノルズ数 Re が4000までの区間66aには、深さが0.2mmの溝664が設けられた溝付き管に高さが1.0mmの突起663を設けたものを採用し、水流出口662の近傍に位置する区間66cには溝も突起も設けていない平滑管を採用し、区間66aと区間66cとの間には溝664の深さが0.2mmの溝付き管66bを採用している。ここで、溝664は線で表わしている。ここでは、レイノルズ数が低い区間では突起663と溝664により伝熱性能が向上され、レイノルズ数が高い区間では溝664による伝熱性能の向上の相乗効果が図られることにより、熱交換器全体の性能が向上する。また、水温が高い水流出口662近傍に位置する区間66cにおけるスケールの発生が抑えられる。

10

【0096】

[変形例7]

図17に示すように、変形例7で採用した伝熱管67は、区間67a、区間67b、区間67cの3区間から構成されている。水流入口671から管内のレイノルズ数 Re が4000までの区間67aには、高さが1.0mmの突起673を設けたものを採用し、水流出口662の近傍に位置する区間67cには平滑管を採用し、区間67aと区間67cとの間には溝674の深さが0.2mmの溝付き管67bを採用している。ここで、溝674は線で表わしている。ここでは、レイノルズ数が低い区間では突起673により伝熱性能が向上され、レイノルズ数が高い区間では溝674による伝熱性能の向上の相乗効果が図られることにより、熱交換器全体の性能が向上する。また、水温が高い水流出口672近傍に位置する区間67cにおけるスケールの発生が抑えられる。

20

【0097】

[変形例8]

図18に示すように、変形例8で採用した伝熱管68は、直線部684には突起683を設けているが、曲げ部B1～B7には突起を設けていない。曲げ部B1～B7の内面に突起を設けることによる管内圧力損失の増大を回避し、また曲げ作業過程における大きな変形、破損などの発生を回避できる。

30

【0098】

[変形例9]

図19(a)は、変形例9で採用した伝熱管69の平面図を示したものであり、図19(b)は、伝熱管69の斜視図を示したものである。ここで、直線部694には突起693が設けられているが、曲げ部C-Cにおいて、曲げられている面S1と交差する区間695には突起を設けていない。

【0099】

[変形例10]

図20に示すように、変形例10で採用した伝熱管70は、伝熱管の外面71と冷媒管72との接触部位には突起を設けていない。冷媒管72が巻かれる部位に対応する管外面に凹みが設けられると、冷媒管72と伝熱管外面71との接触が悪くなり、冷媒管72からの伝熱効果が低下するおそれがある。そこで、冷媒管72が巻き付けられていない部位に突起713を設けることで、冷媒管72からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

40

【0100】

[変形例11]

図21(a)は、変形例11で採用した伝熱管80の平面図を示したものであり、図21(b)は、図21(a)のD-D矢視断面図である。図21(a)に示すように、高さH1が1.0mmの突起813は、管軸方向のピッチP1が20mm、円周方向のピッチ

50

P 2 が約 6 mm になるように上下左右対称に設けている。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】 ヒートポンプ給湯器の模式図

【図2】 水熱交換器の概略図。

【図3】 伝熱管の平面図。

【図4】 伝熱管の管内流れのレイノルズ数を表すグラフ。

【図5】 (a) 伝熱管の断面斜視図。(b) 図5(a)のA-A矢視断面図。(c) 図5(b)のB-B矢視断面図。

【図6】 実験1の結果を示すグラフ図。

10

【図7】 実験2の結果を示すグラフ図。

【図8】 実験3の結果を示すグラフ図。

【図9】 実験4に係る伝熱管の断面斜視図。

【図10】 実験4の結果グラフ図。

【図11】 変形例1に係る伝熱管の平面図。

【図12】 (a) 変形例2に係る伝熱管の平面図。(b) 変形例2に係る伝熱管の斜視図。(c) 変形例2のもう一つの伝熱管の斜視図。

【図13】 変形例3に係る伝熱管の平面図。

【図14】 変形例4に係る伝熱管の平面図。

【図15】 変形例5に係る伝熱管の平面図。

20

【図16】 変形例6に係る伝熱管の平面図。

【図17】 変形例7に係る伝熱管の平面図。

【図18】 変形例8に係る伝熱管の平面図。

【図19】 (a) 変形例9に係る伝熱管の平面図。(b) 変形例9に係る伝熱管の斜視図。

【図20】 変形例10に係る伝熱管の平面図。

【図21】 (a) 変形例11に係る伝熱管の平面図。(b) 図21(a)のD-D矢視断面図。

【符号の説明】

【0102】

1 給湯サイクル

100 ヒートポンプ給湯器

2 冷媒サイクル

30 水熱交換器

31 伝熱管

311 水流入口

312 水流出口

313, 413, 513, 613 突起

314 溝

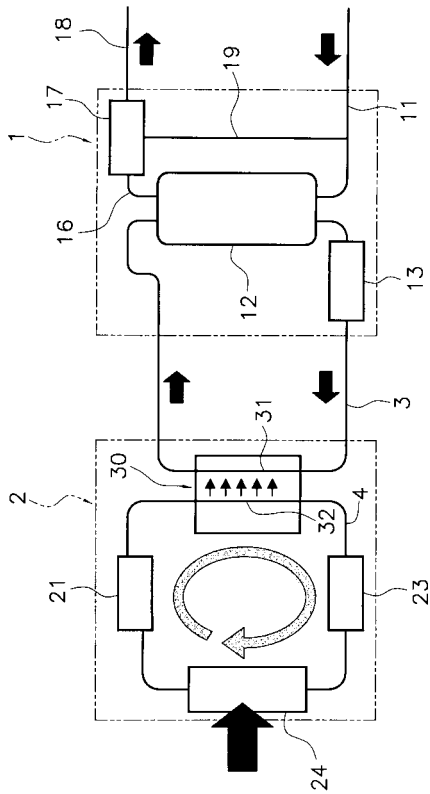
315 小突起

32 冷媒管

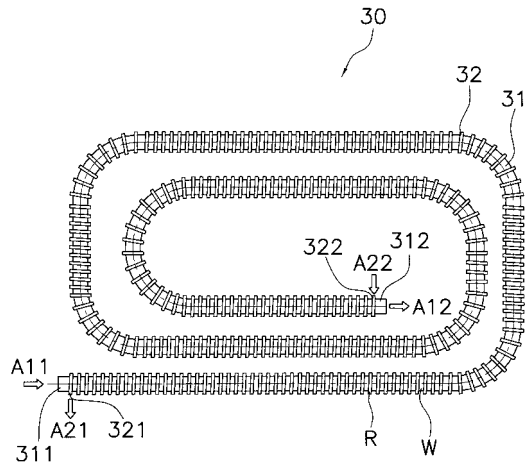
30

40

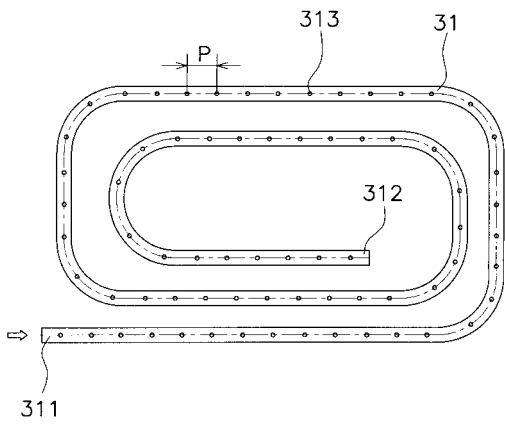
【図1】



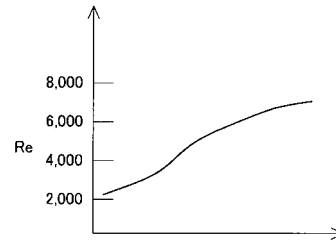
【図2】



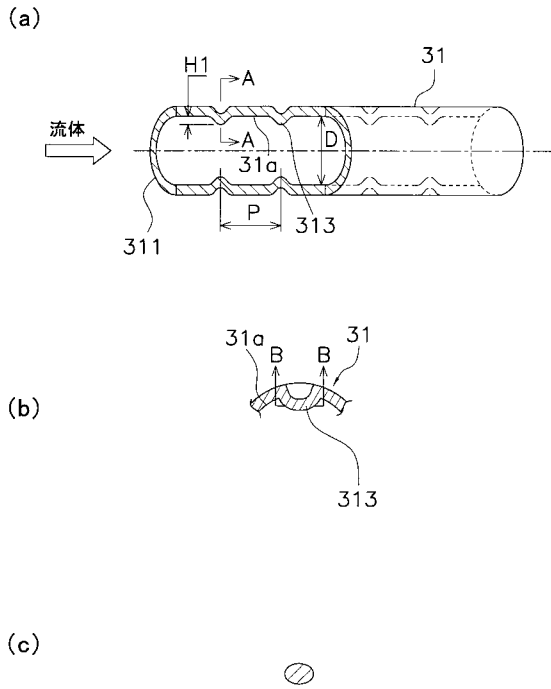
【図3】



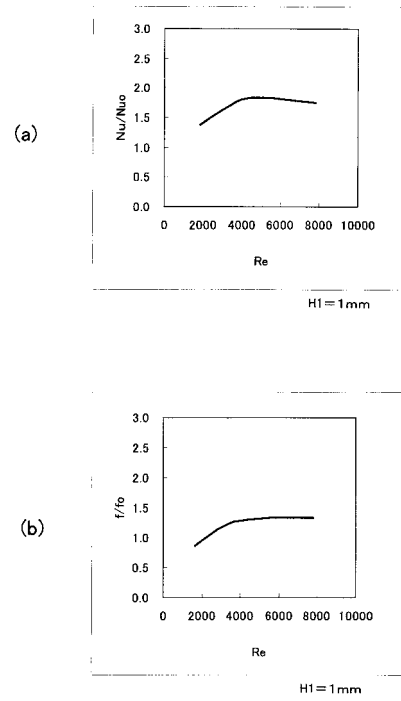
【図4】



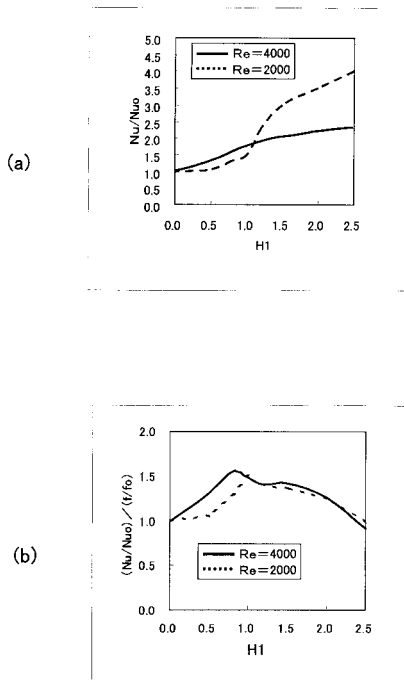
【図5】



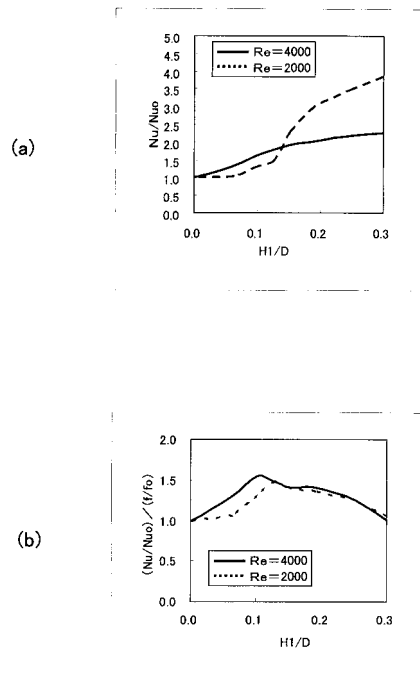
【図6】



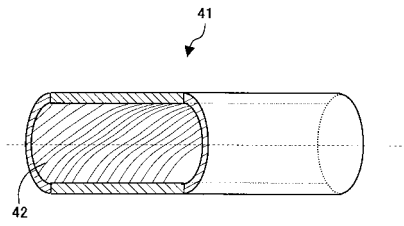
【図7】



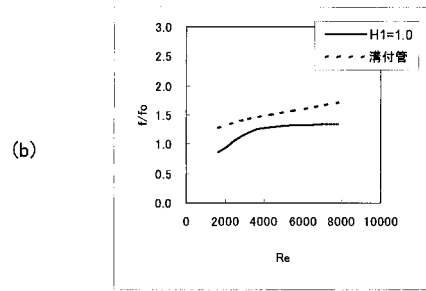
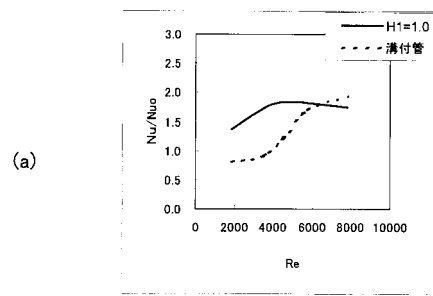
【図8】



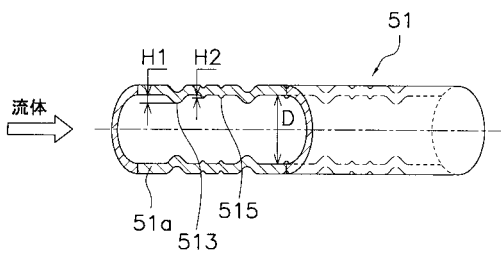
【図 9】



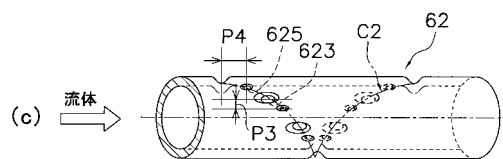
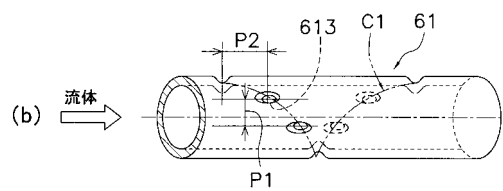
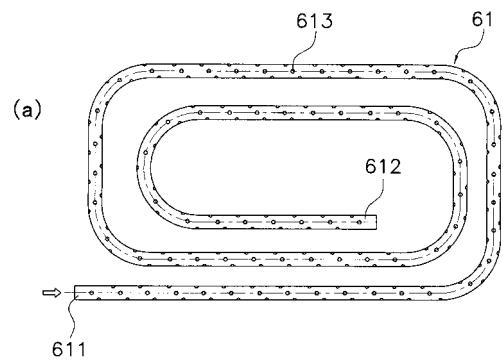
【図 10】



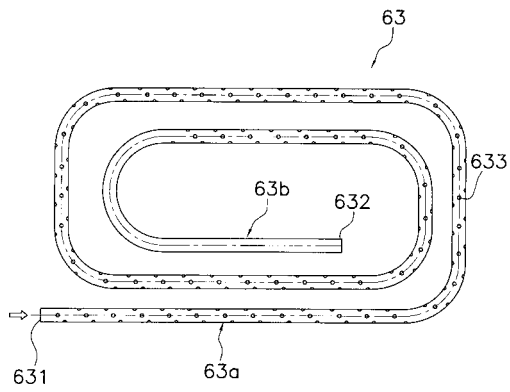
【図 11】



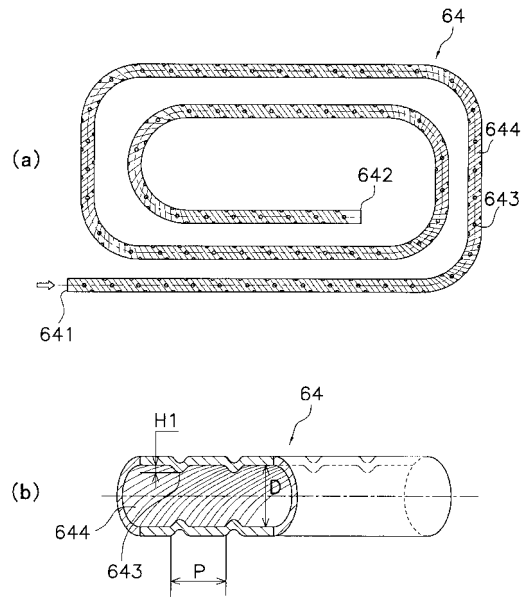
【図 12】



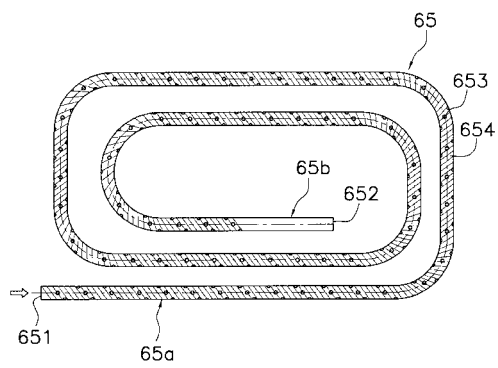
【図13】



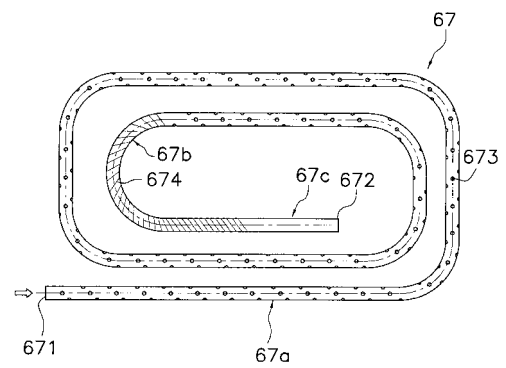
【図14】



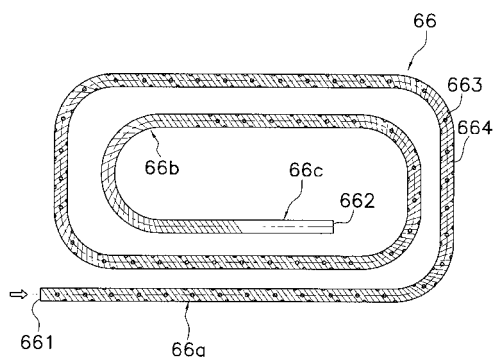
【図15】



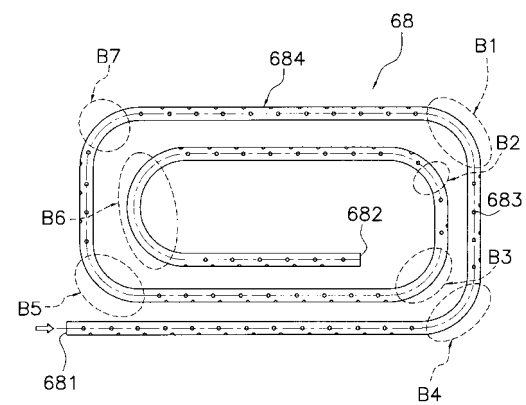
【図17】



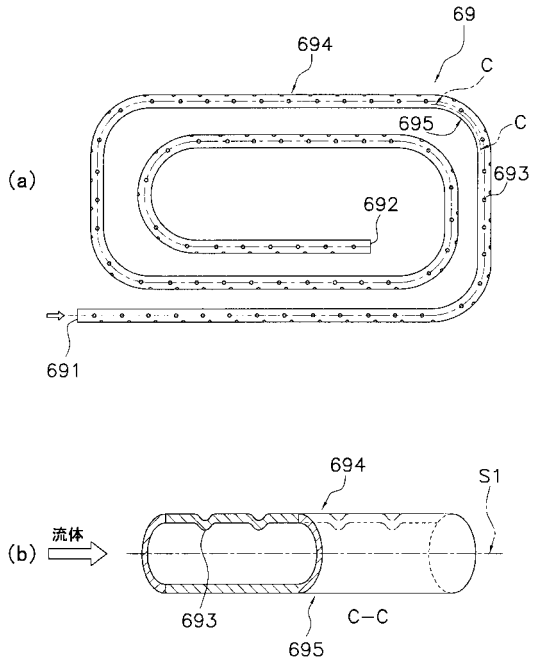
【図16】



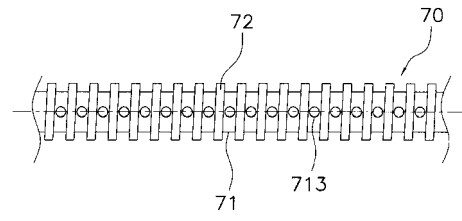
【図18】



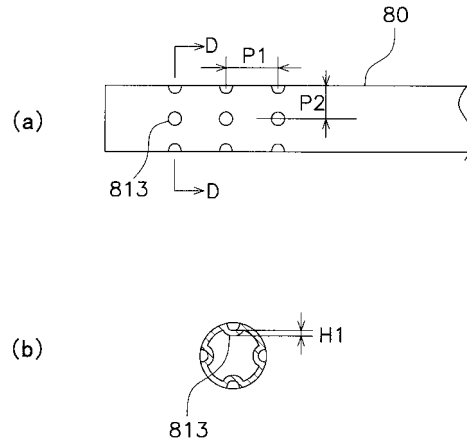
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 8 D 7/00 (2006.01) F 2 4 H 9/00 A
 F 2 8 D 7/00 A

(72)発明者 孟 継安
 中華人民共和国北京市海淀区清華 園 清華大学内

(72)発明者 沼田 光春
 日本国大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内

(72)発明者 笠井 一成
 日本国大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内

審査官 河野 俊二

(56)参考文献 特開平 0 7 - 1 1 0 1 7 4 (J P , A)
 特開平 1 0 - 1 1 5 4 9 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 0 8 5 0 9 0 (J P , A)
 特開平 0 4 - 0 7 3 5 9 8 (J P , A)
 特開昭 6 1 - 2 8 9 2 9 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 1 2 4 4 8 0 (J P , A)
 特開平 0 2 - 0 7 0 3 1 7 (J P , A)
 実開平 0 3 - 0 5 6 0 7 7 (J P , U)
 特開 2 0 0 0 - 3 0 4 4 8 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 1 9 0 9 2 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 0 9 8 3 3 (J P , A)
 特開平 1 1 - 2 1 1 3 7 8 (J P , A)
 特開平 0 9 - 2 4 3 2 8 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F28F 13/12
 F28F 13/08
 F24D 3/08
 F28F 1/40