

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02008/029639

発行日 平成22年1月21日 (2010.1.21)

(43) 国際公開日 平成20年3月13日 (2008.3.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 8 F 1/40 (2006.01)	F 2 8 F 1/40 A	3 L 0 3 6
F 2 8 F 1/42 (2006.01)	F 2 8 F 1/42 B	
F 2 4 H 9/00 (2006.01)	F 2 4 H 9/00 A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

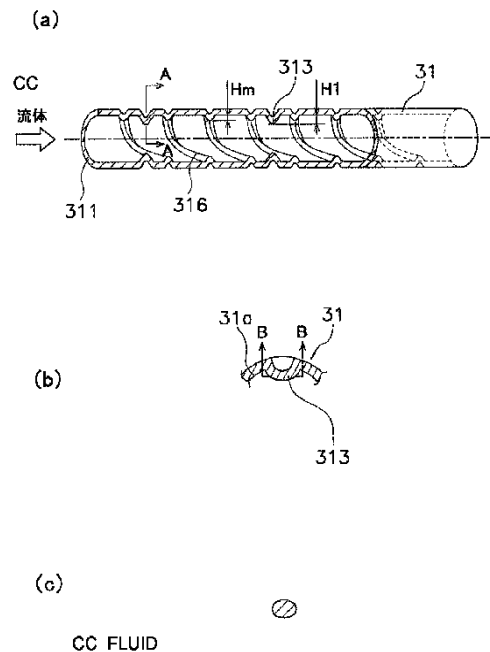
出願番号 特願2008-533094 (P2008-533094)	(71) 出願人 506259634 清華大学 中華人民共和国北京市海淀区清華▲園▼
(21) 国際出願番号 PCT/JP2007/066436	
(22) 国際出願日 平成19年8月24日 (2007.8.24)	(71) 出願人 000002853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(31) 優先権主張番号 200610113027.7	
(32) 優先日 平成18年9月8日 (2006.9.8)	(74) 代理人 100094145 弁理士 小野 由己男
(33) 優先権主張国 中国 (CN)	(74) 代理人 100111187 弁理士 加藤 秀忠
	(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 給湯用コルゲート伝熱管

(57) 【要約】

本発明は、内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管に関するものである。コルゲート伝熱管の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0.5mm~1.5mmの複数の突起が設けられ、突起の高さH1が内径Dの0.05~0.15倍、または突起の高さH1がコルゲート溝の深さ(Hm)の1~3倍である。その結果、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。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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 0.5 mm ~ 1.5 mm である複数の突起が設けられている、給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 2】

内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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 0.05 ~ 0.15 倍である複数の突起が設けられている、給湯用コルゲート伝熱管。

10

【請求項 3】

内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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 ($H1$) がコルゲート溝の深さ (Hm) の 1 ~ 3 倍である複数の突起が設けられている、給湯用コルゲート伝熱管。

20

【請求項 4】

内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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複数の突起が設けられており、前記複数の突起のピッチ ($P1$) と前記コルゲートのピッチ (Pm) とは異なる値である、給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 5】

給湯器の熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行うコルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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 0.5 mm ~ 1.5 mm である複数の突起が設けられている、給湯用コルゲート伝熱管。

30

【請求項 6】

給湯器の熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行うコルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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 0.05 ~ 0.15 倍である複数の突起が設けられている、給湯用コルゲート伝熱管。

40

【請求項 7】

給湯器の熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行うコルゲート伝熱管であって、その特徴は、管内に螺旋コルゲートが設けられており、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 ($H1$) がコルゲート溝の深さ (Hm) の 1 ~ 3 倍である複数の突起が設けられている、

50

給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 8】

給湯器の熱交換器に用いられ、内部と外部との熱交換を行うコルゲート伝熱管であって、その特徴は、

管内に螺旋コルゲートが設けられており、

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、複数の突起が設けられており、

前記複数の突起のピッチ ($P1$) と前記コルゲートのピッチ (Pm) とは異なる値である、

給湯用コルゲート伝熱管。

10

【請求項 9】

内部を流れる流体の流速が $0.1 \text{ m/s} \sim 0.6 \text{ m/s}$ である、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 10】

前記突起の任意の高さにおける断面形状は、円形、楕円形もしくは近似円形のような滑らかな曲線で構成されている、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 11】

前記流体が流出する流体出口の近傍に位置する部分の内面には、前記突起が設けられていない平滑部を有する

20

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 12】

前記突起の高さ ($H1$) よりも溝深さの浅い溝が前記内面に形成されている、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 13】

前記複数の突起は、管軸の方向に平行して設けられている、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 14】

前記複数の突起は、螺旋状に設けられている、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

30

【請求項 15】

前記複数の突起は、径方向の対向する位置で一对となるように設けられている、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 16】

前記複数の突起のピッチ ($P1$) と内径 (D) との比は、 $0.5 \sim 10$ である、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 17】

前記複数の突起間には、高さ ($H2$) が 0.5 mm 未満である小突起が設けられている、

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

40

【請求項 18】

前記内面には、前記突起が設けられていない平滑部が存在する、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 19】

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、直線部には前記突起が形成され、曲げ部には前記突起が形成されない、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 20】

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前記突起が形成されていない、

50

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

【請求項 2 1】

前記給湯用コルゲート伝熱管の外部には、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、

給湯用コルゲート伝熱管の外面上には、前記第 2 伝熱管が接触しており、

前記突起は、前記外表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、

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管。

10

【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 未満の給湯用コルゲート伝熱管に関する。

【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

20

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。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増大され、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 0.45 mm ~ 0.6 mm 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）。また、伝熱管にコルゲート管を採用することで、伝熱能力の向上を図る技術も提案されている（特許文献 2）。

【特許文献 1】特公平 6 - 70556

【特許文献 2】特開平 2002 - 228370

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

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 0.45 mm ~ 0.6 mm の突起を設けても伝熱性能の向上は小さい。

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、0.8 L/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。

40

【0004】

また、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、コルゲート管のみによる伝熱性能の向上は小さい。さらに、コルゲート管は管壁の境界において強い乱流を発生させるため、コルゲート溝の深さによっては、管摩擦係数が平滑管よりかなり増大し、管内の流れの圧力損失が大きくなる。

50

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コルゲート伝熱管を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管であって、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0.5mm~1.5mmである複数の突起が設けられている。

伝熱管としてコルゲート管を採用すると、コルゲート溝により乱流を発生させ、伝熱性能の向上効果を得ることができる。一方、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において、コルゲート管のみによる伝熱性能の向上効果を得るためには、コルゲート溝の深さを高くする必要があり、それにより管摩擦係数が高くなり、管内の圧力損失が大きくなる。

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0.5mm~1.5mmの複数の突起を設けた。その結果、コルゲート管及び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、コルゲート溝の深さを抑え、且つ突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上する。

【0006】

第2発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、内部と外部との熱交換を行う給湯用コルゲート伝熱管であって、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0.05~0.15倍である複数の突起が設けられている。

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。

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0.05~0.15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、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上する。

【0007】

第3発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、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) がコルゲート溝の深さ (H_m) の1~3倍である複数の突起が設けられている。

コルゲート溝が設けられている伝熱管内に突起を設けた場合、突起の高さ (H_1) とコルゲート溝の深さ (H_m) による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必要がある。レイノルズ数 (Re) が7000未満の低レイノルズ数の区間において、複数の突起の高さ (H_1) がコルゲート溝の深さ (H_m) の1~3倍である場合、コルゲート管及び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、コルゲート溝の深さを抑え、且つ突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上することができる。

【0008】

第4発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、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、内部を流れる流体のレイノルズ数 (Re) が7000未

10

20

30

40

50

満の区間に位置する部分の内面の少なくとも一部に複数の突起が設けられており、複数の突起のピッチ ($P1$) とコルゲートのピッチ (Pm) とは異なる値である。

突起とコルゲート溝とが重なる位置に設けられた場合、管内の摩擦係数が高くなり、管内の圧力損失が急激に高くなる恐れがある。ここでは、突起のピッチ ($P1$) とコルゲートのピッチ (Pm) とは異なる値にすることで、突起がコルゲート溝と重ならない位置に設けられることとなり、管内における圧力損失の急増を抑えることができる。

【0009】

第5発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、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 $0.5\text{ mm} \sim 1.5\text{ mm}$ である複数の突起が設けられている。

10

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 $0.5\text{ mm} \sim 1.5\text{ mm}$ 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、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上する。

【0010】

第6発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、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 $0.05 \sim 0.15$ 倍である複数の突起が設けられている。

20

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 $0.05 \sim 0.15$ 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、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上する。

【0011】

30

第7発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、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入口の近傍に位置する部分の内面に、高さ ($H1$) がコルゲート溝の深さ (Hm) の $1 \sim 3$ 倍である複数の突起が設けられている。

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。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。ここでは、コルゲート溝が設けられている伝熱管内に突起を設け、熱伝達率の向上を図っている。しかし、コルゲート溝が設けられている伝熱管内に突起を設けた場合、突起の高さ ($H1$) とコルゲート溝の深さ (Hm) による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必要がある。レイノルズ数 (Re) が 7000 未満の低レイノルズ数の区間において、複数の突起の高さ ($H1$) がコルゲート溝の深さ (Hm) の $1 \sim 3$ 倍である場合、コルゲート管及び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、コルゲート溝の深さを抑え、且つ突起が管内の圧力損失に与える影響が小さく、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上することができる。

40

【0012】

第8発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、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複数の突起が設けられており、複数の突起のピッチ ($P1$) とコルゲートのピッチ ($P2$) とは異なる値である。

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

50

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。ここでは、コルゲート溝が設けられている伝熱管内に突起を設け、熱伝達率の向上を図っている。しかし、突起とコルゲート溝とが重なる位置に設けられた場合、管内の摩擦係数が高くなり、管内の圧力損失が急激に高くなる恐れがある。そこで、突起のピッチ（ $P1$ ）とコルゲートのピッチ（ $P2$ ）とは異なる値にすることで、突起がコルゲート溝と重ならない位置に設けられることとなり、管内における圧力損失の急増を抑えることができる。

【0013】

第9発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、内部を流れる流体の流速が $0.1\text{ m/s} \sim 0.6\text{ m/s}$ である。なお、給湯用コルゲート伝熱管の内部を流れる流体の流速が $0.2\text{ m/s} \sim 0.4\text{ m/s}$ であることが好ましい。ここで、管内の流体の流速が 0.1 m/s 未満である場合、コルゲート伝熱管の熱伝達率が極めて低い。一方、管内の流体の流速が 0.6 m/s を超えると、コルゲート管内の摩擦係数が大きくなり、管内の圧力損失が大きくなる。そこで、内部を流れる流体の流速範囲を $0.1\text{ m/s} \sim 0.6\text{ m/s}$ とする。その結果、コルゲート溝と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、給湯用コルゲート伝熱管全体の性能が向上する。

10

【0014】

第10発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、突起の任意の高さにおける断面形状は、円形、楕円形もしくは近似円形のような滑らかな曲線で構成されている。

20

コルゲート管内突起による管内流体の圧力損失への影響要素として、コルゲート溝の高さ、管内流体のレイノルズ数、速度、突起の高さなどのほか、突起の形状が挙げられる。突起の形状が鋭角状である場合、角を曲がる流れにより剥離渦が生じ、流体の圧力損失が高くなる。

そこで、突起の任意の高さにおける断面形状が、円形、楕円形もしくは近似円形のような滑らかな曲線で構成されているようにしている。すなわち、突起の外周面が滑らかな曲面で形成されているため、突起の形状が鋭角状であるものに比べて剥離渦の発生を抑えることができ、管内流体の圧力損失による影響が抑えられ、コルゲート伝熱管全体の性能が向上する。

【0015】

30

第11発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、流体が流出する流体流出口の近傍に位置する区間には、突起が設けられていない。

コルゲート伝熱管の流体流出口部では、流体の温度が高く、例えば流体が水である場合、コルゲート管内面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を設けると、突起によりスケールの付着が促進されるおそれがある。そこで、流体の温度が高い流体流出口近傍に位置する区間には、突起が設けられていない管、例えば平滑管を使用することにより、スケールの発生を抑える。

【0016】

40

第12発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、突起の高さ $H1$ よりも溝深さの浅い溝が管内面に形成されている。

低レイノルズ数域においては、コルゲート伝熱管内面に設けられた突起のうち、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。そこで、コルゲート伝熱管内に溝付き管の溝の深さより高い突起を設けることで伝熱効果の向上を図る。一方、高レイノルズ数域においては、突起の高さより深さの浅い溝の方が熱伝達率の向上に貢献する。そこで、高レイノルズ域においては、突起の高さより溝深さの浅い溝が内面に形成されている溝付き管を採用することにより、コルゲート伝熱管の伝熱性能がさらに向上する。

【0017】

第13発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載

50

の給湯用コルゲート伝熱管において、複数の突起は、管軸方向に平行して設けられている。

管軸方向に突起を設けることにより、伝熱促進が連続しておこなえる。また、流体の流れは管軸方向に直線的に流れるため、圧力損失の増加が小さく、伝熱管全体の性能が向上する。

【0018】

第14発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、複数の突起は、螺旋状に設けられている。

螺旋状に突起を設けることにより、管内の流体の流れに旋回が発生し、流体の通過長さが長くなり、伝熱性能がさらに向上する。

10

【0019】

第15発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、複数の突起は、伝熱管の径方向の対向する位置で一对となるように設けられている。

径方向の対向する位置で一对となるように突起を設けることにより、突起付近の断面積が減少し、流体の混合が促進され、伝熱性能がさらに向上される。

【0020】

第16発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、複数の突起のピッチP1と伝熱管内径Dとの比は0.5~1.0である。

20

突起のピッチP1と伝熱管内径Dとの比が0.5以下の場合、伝熱促進効果は得られるが、上流側において突起の影響により圧力損失が大きくなる。また、突起のピッチP1と伝熱管内径Dとの比が1.0以上の場合、伝熱促進効果が小さくなる。

そこで、突起のピッチP1と伝熱管内径Dとの比を0.5~1.0にすることで、伝熱促進効果を維持しつつ、圧力損失の増加が小さく、伝熱管全体の性能が向上する。

【0021】

第17発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、複数の突起間には、高さ(H2)が0.5mm未満の小突起が設けられている。

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(小突起)の方が熱伝達率の向上に貢献する。ここでは、大きな突起の間に小さな突起を設けることにより、レイノルズ数が低い区間では大きな突起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さな突起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。

30

【0022】

第18発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、伝熱管の内面には、突起が設けられていない平滑部が存在する。

突起のない平滑部において、伝熱管内の断面積は最大となる。すなわち、突起を設けている部分と突起を設けていない部分との間の内面形状の変化が最大となり、伝熱性能が向上する。一方、伝熱管内面に平滑部が存在しない場合は、伝熱管の内径が減少したものと同一効果となり、流体の流速が速くなること伝熱促進効果は得られるが、管内の圧力損失も大きくなる。

40

【0023】

第19発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、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、直線部には形成され、曲げ部には形成されない。

外部から力を加えることにより伝熱管の内面に突起を形成させる場合、外面が凹むとともに対応する内面において管内に向け突起が形成されることが多い。また、一般的に、伝

50

熱管に直線部と曲げ部を有している。曲げ部には、直線部における圧力損失に加えて曲げによる付加的な圧力損失が存在する。ここで、曲げ部の内面にさらに突起を設けると、曲げ部における圧力損失がさらに増大されるおそれがある。また、曲げ作業過程で伝熱管外面の凹んだ部位に大きな変形が発生し、破損などが発生するおそれがある。そこで、直線部には突起を設け、曲げ部には突起を設けていない。

【0024】

第20発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、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。

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。

【0025】

第21発明に係る給湯用コルゲート伝熱管は、第1発明から第8発明のいずれかに記載の給湯用コルゲート伝熱管において、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。

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。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【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】コルゲート伝熱管の平面図。

【図4】コルゲート伝熱管の管内流れのレイノルズ数を表すグラフ。

【図5】(a)コルゲート伝熱管の断面斜視図。

【0027】

(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。

【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の結果グラフ図。

【図10】実施例1に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図11】実施例2に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図12】(a)実施例3に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【0028】

(b)実施例3に係るコルゲート伝熱管の斜視図。

【図13】実施例4に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図14】実施例5に係るコルゲート伝熱管の平面図。(a)実施例5に係るコルゲート伝熱管の平面図。(b)実施例5に係るコルゲート伝熱管の斜視図。

【図15】実施例6に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図16】実施例7に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図17】実施例8に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図 18】実施例 9 に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図 19】(a) 実施例 10 に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【0029】

(b) 実施例 10 に係るコルゲート伝熱管の斜視図。

【図 20】実施例 11 に係るコルゲート伝熱管の平面図。

【図 21】(a) コルゲート伝熱管の斜視図。(b) ハイフィン伝熱管の斜視図。(c) 花柄伝熱管の斜視図。

【符号の説明】

【0030】

- 1 貯湯ユニット
- 100 ヒートポンプ給湯器
- 2 ヒートポンプユニット
- 30 水熱交換器
- 311 水流入口
- 312 水流出口
- 313, 413, 513, 613 突起
- 315 小突起
- 316, 416, 516, 616 コルゲート溝
- 644 溝

10

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0031】

本発明に係る給湯用コルゲート伝熱管について、添付図及び実施例に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の給湯用コルゲート伝熱管を採用した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。貯湯ユニット 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 を構成するコルゲート伝熱管 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 のコルゲート伝熱管 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

【0032】

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。

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、コルゲート伝熱管 31 と冷媒管 32 とによって構成されている。コルゲート伝熱管 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、コルゲート伝熱管 31 における渦巻きの外周側を水流入口 311、コルゲート伝熱管 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 A2 方向から流入し放熱する。その後、冷媒流出口 321 において A21 方向から流出する。水流入口 311 において A11 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 312 において A12 方向に流出する。

40

【0033】

50

次に、コルゲート伝熱管 3 1 について説明する。図 3 に示すように、コルゲート伝熱管 3 1 の管内面には、コルゲート 3 1 6 が形成され、高さが $H 1$ の複数の突起 3 1 3 が、管軸方向において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、コルゲート伝熱管における水の流量は約 0.8 L/min である。また、コルゲート伝熱管の外径が $8 \text{ mm} \sim 14 \text{ mm}$ (内径が $6 \text{ mm} \sim 12 \text{ mm}$) であることが好ましい。

コルゲート伝熱管 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、コルゲート伝熱管 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、コルゲート伝熱管 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圧力損失に与える影響を調べるため、以下の実験を行った。

【 0 0 3 4 】

(1) 実験 1

図 5 (a) はコルゲート伝熱管 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、深さが $H m$ のコルゲート 3 1 6 に、高さが $H 1$ の突起を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、コルゲート伝熱管 3 1 の内面には、突起が設けられていない平面部 3 1 a が存在する。

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コルゲート管を採用した場合と、コルゲートの深さ $H m$ + 突起の高さ $H 1$ が 1.2 mm の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 を設けたコルゲート伝熱管及び突起を設けていないコルゲート伝熱管のヌセルト数 Nu と平滑管の Nu_0 の比 (Nu / Nu_0) 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_0 の値が大きいほど、突起及びコルゲートによる伝熱管の伝熱性能の向上が大きい。実線は突起 3 1 3 を設けたコルゲート伝熱管、点線は突起を設けていないコルゲート伝熱管である場合の実験結果を表わしている。図 6 (a) から分るように、突起を設けていないコルゲート伝熱管の伝熱性能はレイノルズ数と関係なく平滑管の 3 倍ぐらいである。一方、突起の高さ $H 1$ が 1.2 mm の突起 3 1 3 を設けたコルゲート伝熱管の場合、レイノルズ数 Re が 4000 以下の状態で、管内に設けた突起 3 1 3 による伝熱性能の向上は明らかである。一方、レイノルズ数 Re が 4000 以上の場合、管内に設けた突起 3 1 3 による伝熱性能の向上は緩やかである。

【 0 0 3 5 】

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コルゲート管を採用した場合と、コルゲートの深さ $H m$ + 突起の高さ $H 1$ が 1.2 mm の場合のコルゲート伝熱管 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 を設けたコルゲート伝熱管及び突起を設けていないコルゲート管のファニングの摩擦係数 f と平滑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、ファニングの摩擦係数は、管内流れの圧

10

20

30

40

50

力損失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。実線は突起313を設けたコルゲート伝熱管、点線は突起を設けていないコルゲート伝熱管である場合の実験結果を表わしている。図6(b)から分るように、レイノルズ数 Re が7000以下である場合、管内面に設けた突起313による管内圧力損失の増加部分は、ほぼ一定している。

【0036】

(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のコルゲート伝熱管に、高さ H_1 が異なる突起を、管軸方向のピッチ P が15mm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を設けたコルゲート伝熱管31のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑管のヌセルト数 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。

10

【0037】

図7(b)は、管内圧力損失の推移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を設けたコルゲート伝熱管31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_0 との比(f / f_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(b)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 が高くなるほど管内圧力損失は大きくなる。特に、 H_1 が1.0以上の場合、管内圧力損失の増加が顕著になっている。

20

図7(c)は、内径 D が8mmのコルゲート伝熱管に、高さ H_1 が異なる突起を15mm(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、突起を設けたコルゲート伝熱管のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑管のヌセルト数 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になる。

30

【0038】

図7(c)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(c)から分るように、レイノルズ数 Re が2000で、伝熱管内に設けられた突起の高さが0.79mm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0.5mm~1.5mm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0.5mm~0.79mmの範囲内であることが好ましい。

40

(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

50

。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、相対粗度 ($H1/D$) が異なる場合のコルゲート伝熱管の伝熱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 313 を設けたコルゲート伝熱管 31 のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑管のヌセルト数 Nu_o との比 (Nu/Nu_o) 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小さい。

【0039】

図 8 (b) は、管内圧力損失の推移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 を設けたコルゲート伝熱管 31 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。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 8 (b) 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 $H1/D$ が高くなるほど管内圧力損失は大きくなる。特に、 $H1/D$ が 0.12 以上の場合、管内圧力損失の増加が顕著になっている。

図 8 (c) は、突起の相対粗度 ($H1/D$) が異なる場合のコルゲート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管のヌセルト数 Nu_o との比 (Nu/Nu_o) を、突起を設けたコルゲート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管のファニングの摩擦係数 f_o との比 (f/f_o) で割った値を表している。上述したように、 Nu/Nu_o の値が大きいほど伝熱性能が向上され、 f/f_o 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_o の値を f/f_o 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、コルゲート伝熱管全体の性能が向上したことになる。図 8 (c) から分るように、レイノルズ数 Re が 2000 の場合、コルゲート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_o の値を f/f_o の値で割った値が一番大きく、突起の相対粗度 ($H1/D$) が 0.20 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 0.05 ~ 0.15 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 0.05 ~ 0.15 の範囲内であることが好ましい。

【0040】

(4) 実験 4

実験 4 においては、突起 313 の高さ $H1$ の指標だけでなく、突起 313 の高さ $H1$ とコルゲート溝の深さ Hm との比 ($H1/Hm$) を指標としている。この相対高さ ($H1/Hm$) 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、相対高さ ($H1/Hm$) を変更させながら実験を行った。図 9 (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、相対高さ ($H1/Hm$) が異なる場合の伝熱性能を表したものである。ここで、横軸は相対高さ ($H1/Hm$) の値を表している。縦軸は、突起 313 を設けたコルゲート伝熱管 31 のヌセルト数 Nu と突起を設けていない平滑管のヌセルト数 Nu_o との比 (Nu/Nu_o) を表している。図 9 (a) から分るように、突起の相対高さ ($H1/Hm$) の値が大きいほど伝熱性能は向上する。また、図 9 (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 ($H1/Hm$) の値が 0.5 以下では突起による伝熱性能の向上は小さい。

【0041】

図 9 (b) は、管内圧力損失の推移を表したものである。ここで、横軸は相対高さ ($H1/Hm$) の値を表している。縦軸は、突起 313 を設けたコルゲート伝熱管 31 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。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 8 (b) から分るように、レイノルズ数 Re が 2000 の場合、突起 313 の高さ相対高さ ($H1/Hm$) が高くなるほど管内圧力損失は大きくなる。特に、 $H1/Hm$ が 1.8 以上の場合、管内圧力損失の増加が顕著になっている。

図 9 (c) は、突起の相対高さ ($H1/Hm$) 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、横軸は相対高さ ($H1/Hm$) 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。図 9 (c) から分るように、レイノルズ数 Re が 2000 で、伝熱管内に設けられた突起の相対高さ ($H1/Hm$) が 1.8 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、突起の相対高さ ($H1/Hm$) が 3.0 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、突起の相対高さ ($H1/Hm$) が 1.0 ~ 3.0 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、突起の相対高さ ($H1/Hm$) が 1.0 ~ 2.0 の範囲内であることが好ましい。

10

【0042】

本発明に係る給湯用コルゲート伝熱管の異なる構造については、下記の実施例でさらに説明する (下記の実施例における内径 D 、コルゲート溝の深さ Hm 、突起の高さ $H1$, $H2$ 、ピッチ及び溝の深さなどの値は単に例示したものであり、実施例において特許請求の範囲に記載された各パラメータの数値範囲及び上記各実験で用いた値を用いることも可能である。)

20

<実施例 1>

図 10 では、実施例 1 で使用したコルゲート伝熱管 41 の構造を示している。図 10 (a) で示すように、内径 D が 8 mm の平滑管に、溝の深さ Hm が 0.5 mm、管軸方向のピッチ Pm が 10 mm のコルゲート溝 416 が形成されている。図 10 (b) で示すように、高さ $H1$ が 1 mm の突起 43 を、管軸方向のピッチ P が 15 mm になるように上下対称に設けている。ここでは、複数の突起のピッチ ($P1$) とコルゲートのピッチ (Pm) の値が異なる値にすることで、突起 413 がコルゲート溝 416 と重ならない位置に設けられることとなり、管内における圧力損失の急増を抑えることができる。

【0043】

30

<実施例 2>

実施例 2 のコルゲート伝熱管 51 では、図 11 で示すように、コルゲート溝 516 が設けられており、高さ $H1$ が 1.0 mm の突起 513 の間には、高さ $H2$ が 0.3 mm の小突起 515 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 $H1$ が 1.0 mm の突起 513 の間に、高さ $H2$ が 0.3 mm の小突起 515 を設けることにより、レイノルズ数が低い区間ではコルゲート溝 516 と突起 513 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コルゲート溝 516 と小突起 515 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。

40

【0044】

<実施例 3>

図 12 に示すように、実施例 3 で採用したコルゲート伝熱管 61 は、管内面上螺旋 $C1$ に沿って突起 613 を設けている。図 12 (a) は、コルゲート伝熱管 61 の平面図であり、図 12 (b) はコルゲート伝熱管 61 の斜視図である。ここで、突起 613 の高さ $H1$ は 1.0 mm、円周方向のピッチ $P1$ は 6 mm、管軸方向のピッチ $P2$ は 6 mm である。

<実施例 4>

図 13 に示すように、実施例 4 で採用したコルゲート伝熱管 63 は、深さが 0.5 mm のコルゲート溝 636 が設けられた伝熱管に、突起 633 が設けられている区間 63a と

50

、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 4 5 】

< 実施例 5 >

図 1 4 に示すように、実施例 5 で採用したコルゲート伝熱管 6 4 は、深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 4 6 と深さと 0 . 2 mm の溝 6 4 4 と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 1 5 mm になるように上下対称に設けている。ここで、コルゲート溝 6 4 6 は実線、溝 6 4 4 は細い実線で表わしている。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、コルゲート溝 6 4 6、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。

10

< 実施例 6 >

図 1 5 に示すように、実施例 6 で採用したコルゲート伝熱管 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 には突起を設けていないコルゲート伝熱管を採用し、その他の区間 6 5 a には、深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 5 6 と深さが 0 . 2 mm の溝 6 5 4 が設けられた溝付き管に高さが 1 . 0 mm の突起 6 5 3 を設けている。コルゲート溝 6 5 6 は実線、溝 6 5 4 は細い実線で表わしている。コルゲート溝 6 5 6、溝 6 5 4 と突起 6 5 3 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 6 5 2 近傍に位置する区間 6 5 b におけるスケールの発生が抑えられる。

20

【 0 0 4 6 】

< 実施例 7 >

図 1 6 に示すように、実施例 7 で採用したコルゲート伝熱管 6 6 は、区間 6 6 a、区間 6 6 b、区間 6 6 c の 3 区間から構成されている。水流入口 6 6 1 から管内のレイノルズ数 Re が 4 0 0 0 までの区間 6 6 a には、深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 6 6 と深さが 0 . 2 mm の溝 6 6 4 が設けられた溝付き管に高さが 1 . 0 mm の突起 6 6 3 を設けたものを採用し、水流出口 6 6 2 の近傍に位置する区間 6 6 c には深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 6 6 付きのコルゲート管を採用し、区間 6 6 a と区間 6 6 c との間には深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝と 6 6 4 の深さが 0 . 2 mm の溝付き管 6 6 b を採用している。ここで、コルゲート溝 6 6 6 は実線、溝 6 6 4 は細い実線で表わしている。ここでは、レイノルズ数が低い区間では突起 6 6 3 と溝 6 6 4 とコルゲート溝 6 6 6 と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 6 6 4 とコルゲート溝 6 6 6 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 6 6 2 近傍に位置する区間 6 6 c においてはコルゲート溝 6 6 6 によるスケールの発生が抑えられる。

30

【 0 0 4 7 】

< 実施例 8 >

図 1 7 に示すように、実施例 8 で採用した伝熱管 6 7 は、区間 6 7 a、区間 6 7 b、区間 6 7 c の 3 区間から構成されている。水流入口 6 7 1 から管内のレイノルズ数 Re が 4 0 0 0 までの区間 6 7 a には、深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 6 6 と高さが 1 . 0 mm の突起 6 7 3 を設けたものを採用し、水流出口 6 7 2 の近傍に位置する区間 6 7 c には深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 7 6 を有するコルゲート伝熱管を採用し、区間 6 7 a と区間 6 7 c との間には深さが 0 . 5 mm のコルゲート溝 6 7 6 と、溝 6 7 4 の深さが 0 . 2 mm の溝付き管 6 7 b を採用している。ここで、コルゲート溝 6 7 6 は実線、溝 6 7 4 は細い実線で表わしている。ここでは、レイノルズ数が低い区間ではコルゲート溝 6 7 6 と突起 6 7 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コルゲート溝 6 7 6 と溝 6 7 4 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

40

50

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 においてはコルゲート溝 676 によりスケールの発生が抑えられる。

【0048】

<実施例 9>

図 18 に示すように、実施例 9 で採用したコルゲート伝熱管 68 は、直線部 684 には突起 683 を設けているが、曲げ部 B1 ~ B7 (点線部分) 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。

<実施例 10>

図 19 (a) は、実施例 10 で採用したコルゲート伝熱管 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。

10

【0049】

<実施例 11>

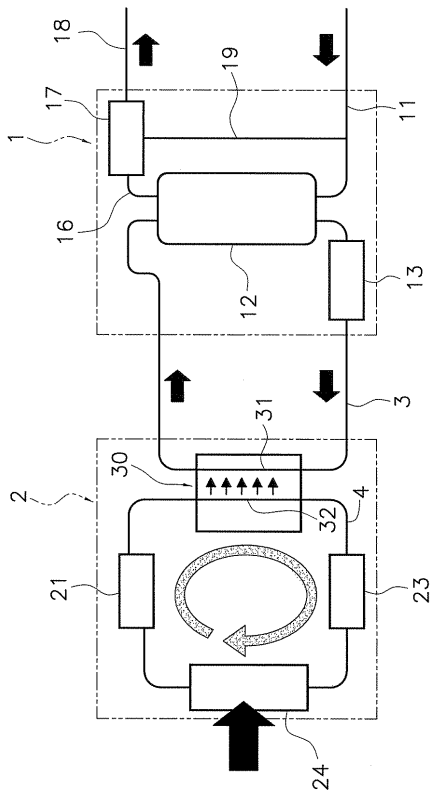
図 20 に示すように、実施例 11 で採用したコルゲート伝熱管 70 は、コルゲート伝熱管の外面 71 と冷媒管 72 との接触部位には突起を設けていない。冷媒管 72 が巻かれる部位に対応する管外面に凹みが設けられると、冷媒管 72 と伝熱管外面 71 との接触が悪くなり、冷媒管 72 からの伝熱効果が低下するおそれがある。そこで、冷媒管 72 が巻き付けられていない部位に突起 713 を設けることで、冷媒管 72 からの伝熱効果の低下を防ぐことができる。

20

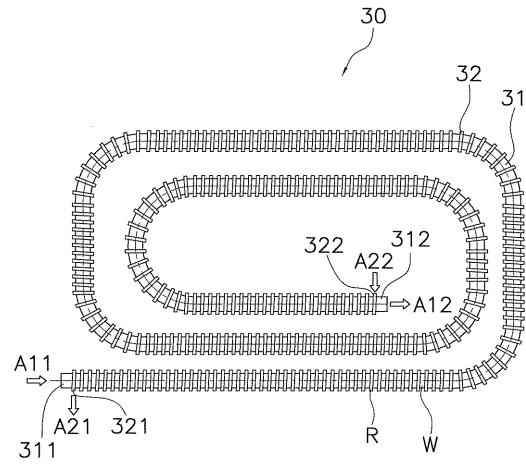
<その他>

上述した実験及び実施例においては、図 21 (a) に示すように、伝熱管としてコルゲート溝を有するコルゲート管に突起が設けられている。なお、図 21 (b) に示すように、伝熱管としてハイフィン管に突起が設けられた管、または図 21 (c) に示すように、伝熱管として花柄管に突起が設けられた管を採用することもできる。

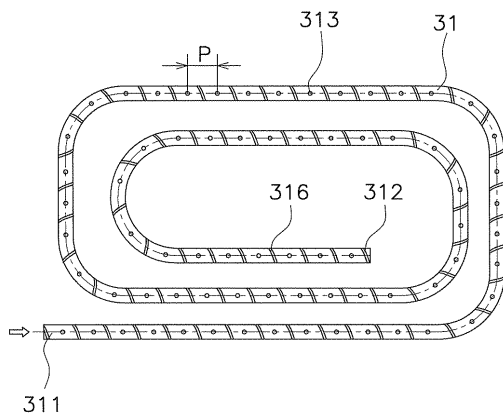
【 図 1 】



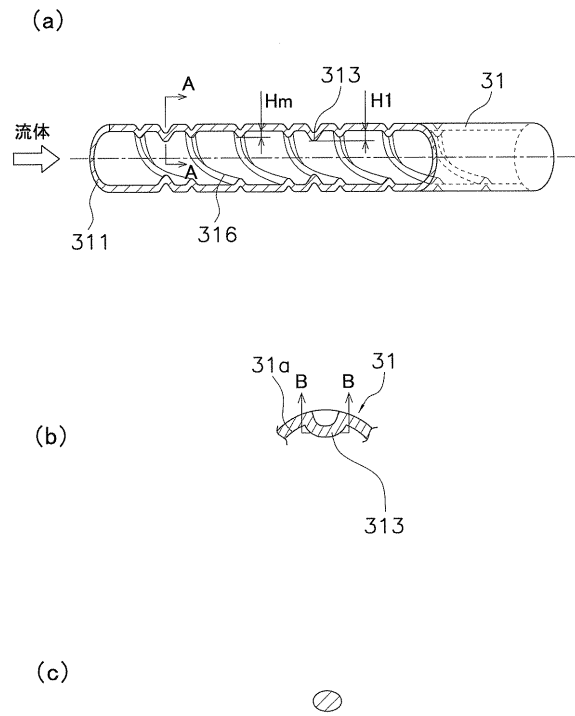
【 図 2 】



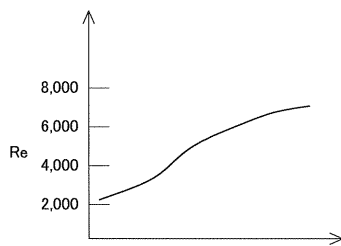
【 図 3 】



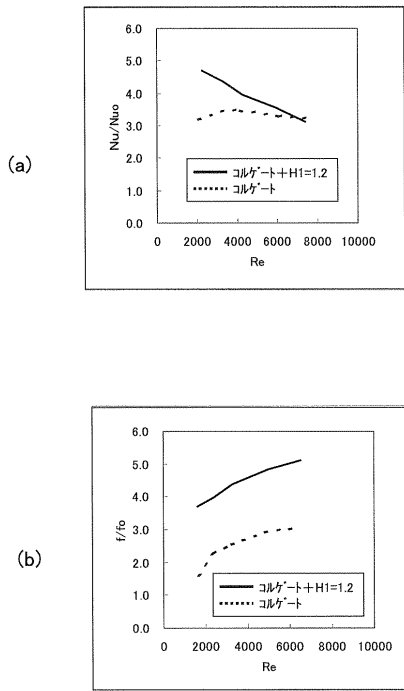
【 図 5 】



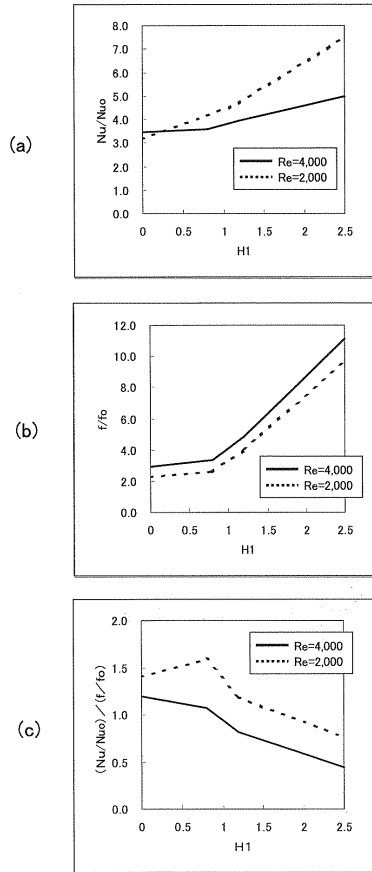
【 図 4 】



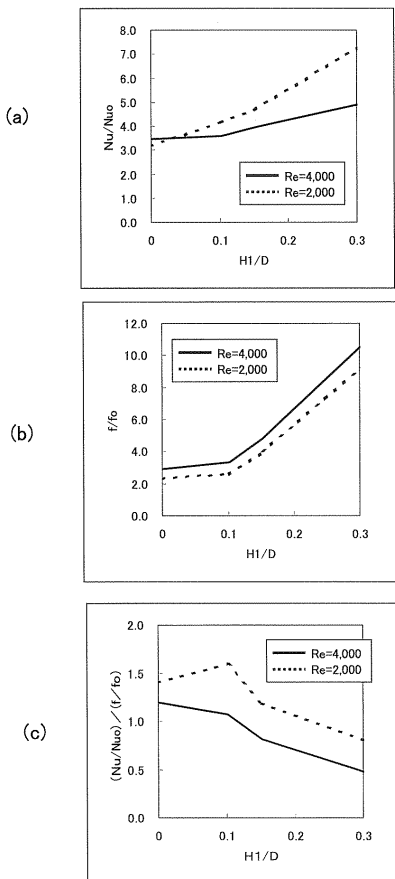
【 図 6 】



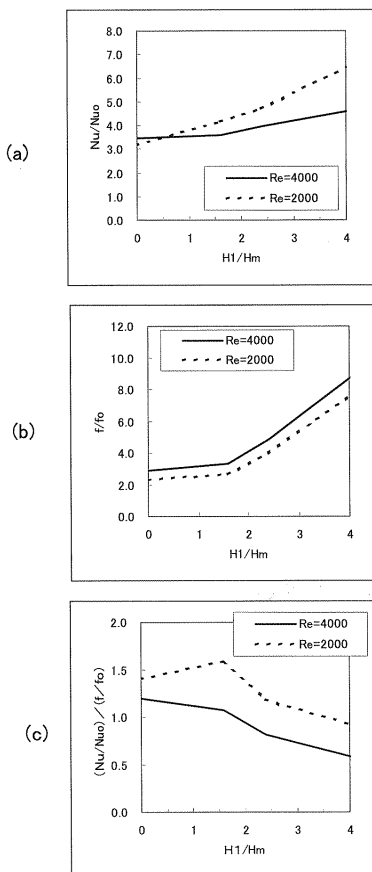
【 図 7 】



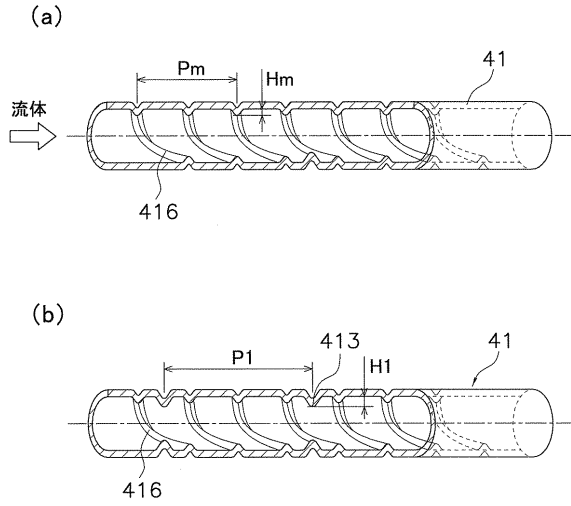
【 図 8 】



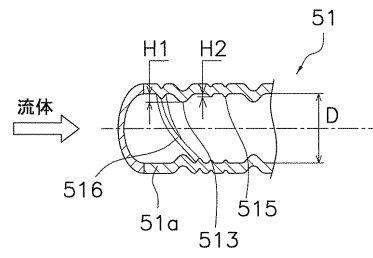
【 図 9 】



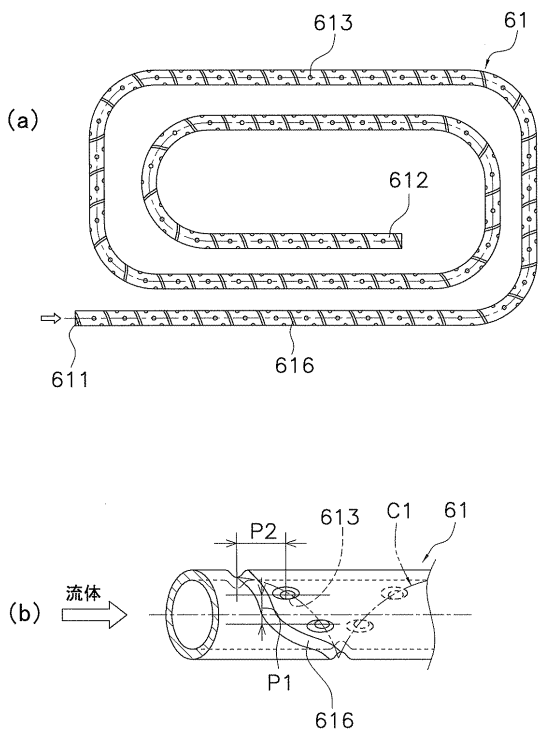
【 図 1 0 】



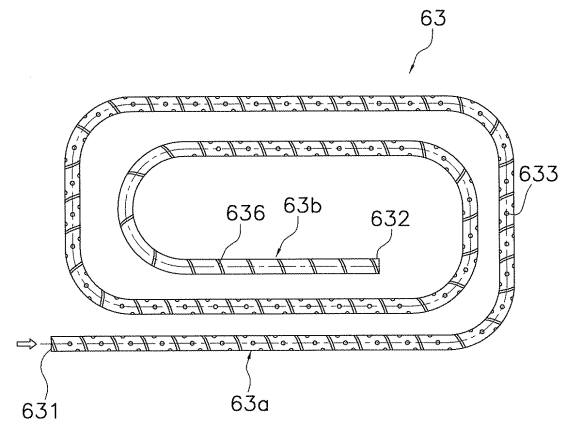
【 図 1 1 】



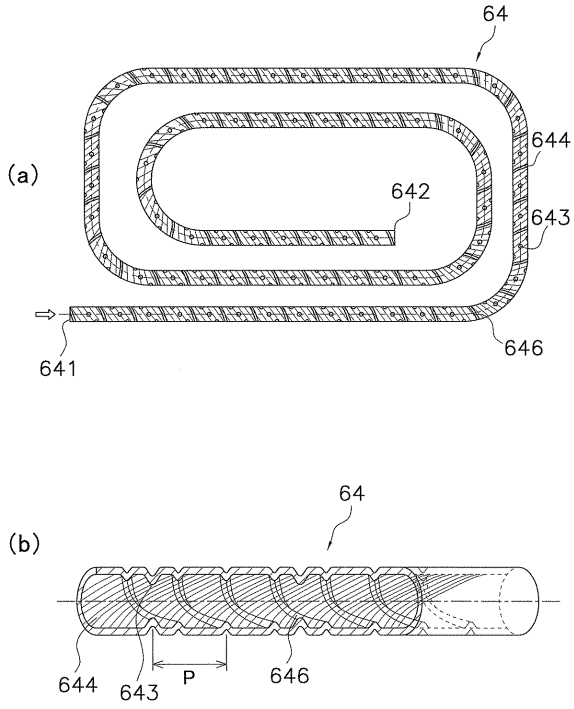
【 図 1 2 】



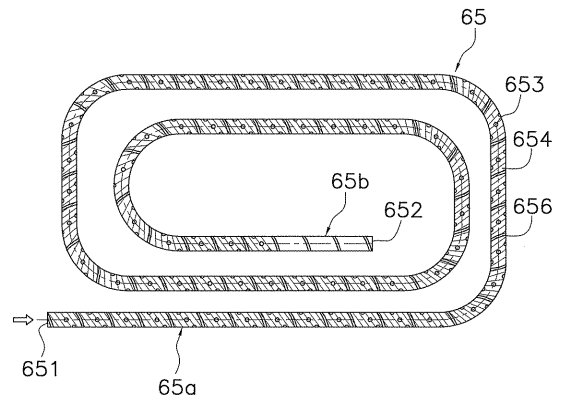
【 図 1 3 】



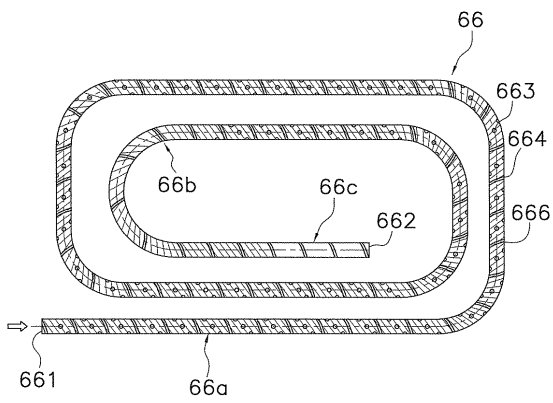
【 図 1 4 】



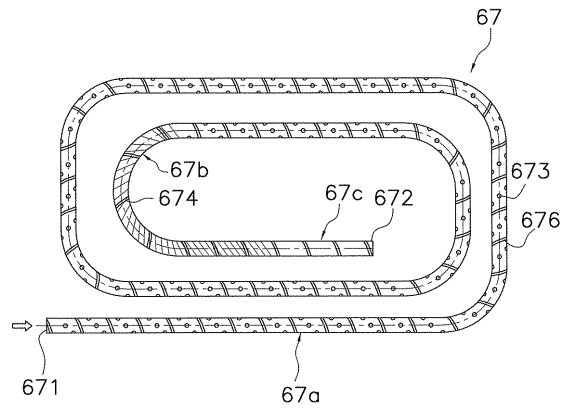
【 図 1 5 】



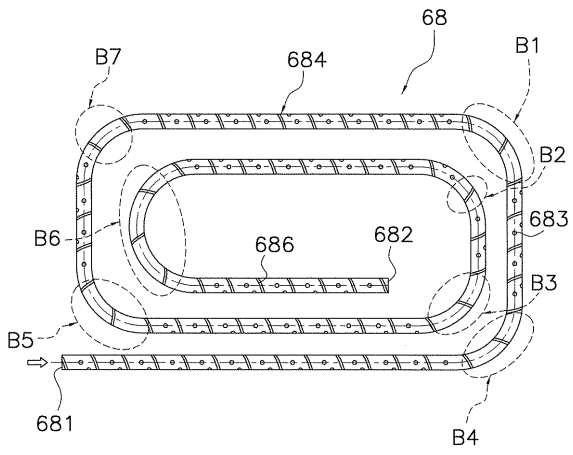
【 図 1 6 】



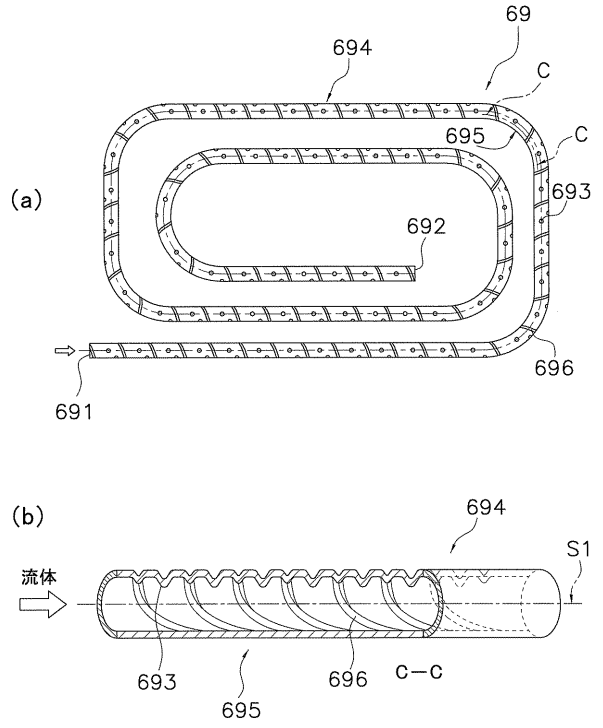
【 図 1 7 】



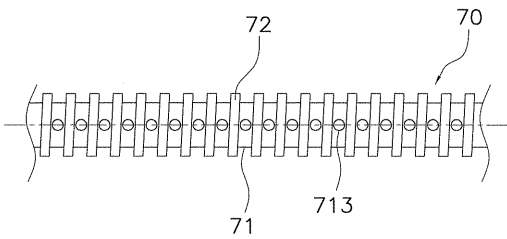
【 図 1 8 】



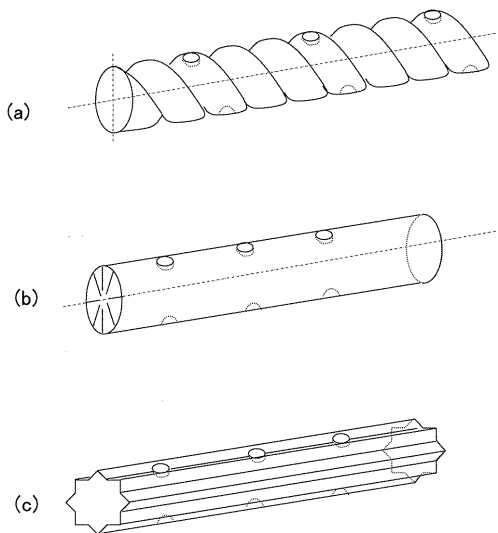
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2007/066436
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F28F1/40</i> (2006.01)i, <i>F28D7/02</i> (2006.01)i, <i>F28F1/10</i> (2006.01)i, <i>F28F13/12</i> (2006.01)i 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) <i>F28F1/40</i> , <i>F28D7/02</i> , <i>F28F1/10</i> , <i>F28F13/12</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007 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.
Y	JP 8-75384 A (Hitachi, Ltd.), 19 March, 1996 (19.03.96), Par. Nos. [0024], [0025], [0029]; Figs. 3, 4, 8, 9 & US 2000/6018963 A1 & CN 1122444 A	1-20
Y	JP 2005-221172 A (Daikin Industries, Ltd.), 18 August, 2005 (18.08.05), Par. No. [0027]; Fig. 1 & EP 1719964 A1 & WO 2005/075914 A1	1-20
Y	JP 6-317362 A (Hitachi Cable, Ltd.), 15 November, 1994 (15.11.94), Par. Nos. [0011], [0012]; Fig. 1 (Family: none)	4,10
<input checked="" 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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" 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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 October, 2007 (15.10.07)		Date of mailing of the international search report 30 October, 2007 (30.10.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/066436

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-56995 A (Komatsu Electronics Kabushiki Kaisha), 26 February, 2003 (26.02.03), Par. Nos. [0069] to [0072], [0077], [0078]; Figs. 9, 11 (Family: none)	5-11, 18-20

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/066436	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F28F1/40(2006.01)i, F28D7/02(2006.01)i, F28F1/10(2006.01)i, F28F13/12(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F28F1/40, F28D7/02, F28F1/10, F28F13/12			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 8-75384 A (株式会社日立製作所) 1996.03.19, 【0024】、【0025】、【0029】、図3、図4、図8、図9 & US 2000/6018963 A1 & CN 1122444 A	1-20	
Y	JP 2005-221172 A (ダイキン工業株式会社) 2005.08.18, 【0027】、図1 & EP 1719964 A1 & WO 2005/075914 A1	1-20	
Y	JP 6-317362 A (日立電線株式会社) 1994.11.15, 【0011】、【0012】、図1 (ファミリーなし)	4, 10	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 15. 10. 2007		国際調査報告の発送日 30. 10. 2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 柿沼 善一	3M 3530
		電話番号 03-3581-1101 内線	3377

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 7 / 0 6 6 4 3 6
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-56995 A (小松エレクトロニクス株式会社) 2003.02.26, 【0069】 - 【0072】、【0077】、【0078】、図9、図11 (ファミリーなし)	5-11, 18-20

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, LV, MC, MT, 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, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(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

大阪府堺市北区金岡町 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

大阪府堺市北区金岡町 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

Fターム(参考) 3L036 AA06 AA46

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。