

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4214677号  
(P4214677)

(45) 発行日 平成21年1月28日(2009.1.28)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int.Cl.

F 1

**F28F 1/40 (2006.01)**

**F25B 39/00 (2006.01)**

**F28F 1/42 (2006.01)**

F 28 F 1/40  
F 28 F 1/40  
F 25 B 39/00  
F 28 F 1/42

B  
D  
Q  
Z

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2000-376867 (P2000-376867)

(22) 出願日

平成12年12月12日 (2000.12.12)

(65) 公開番号

特開2002-181478 (P2002-181478A)

(43) 公開日

平成14年6月26日 (2002.6.26)

審査請求日

平成18年12月13日 (2006.12.13)

前置審査

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100113077

弁理士 高橋 省吾

(74) 代理人 100112210

弁理士 稲葉 忠彦

(74) 代理人 100108431

弁理士 村上 加奈子

(74) 代理人 100128060

弁理士 中鶴 一隆

(72) 発明者 村上 泰城

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内面溝付伝熱管

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

管軸に対して所定の傾斜角をもつ複数の傾斜溝を管内面に有する内面溝付伝熱管において、上記傾斜溝と交差してこれと連通し、かつその底面が上記傾斜溝の底面より深い位置にある排液溝を備え、上記排液溝を設けた部分の伝熱管の外面が突出していることを特徴とする内面溝付伝熱管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、空調装置や冷却装置の熱交換器等に用いられる内面溝付伝熱管に関するものである。

10

## 【0002】

## 【従来の技術】

この種の内面溝付伝熱管は、空調装置や冷却装置の熱交換器において蒸発管または凝縮管として主に使用されるものであり、伝熱性能を向上させるために内面の溝形状に種々の工夫を凝らしたもののが数多くみられる。

## 【0003】

例えば特開平11-63877号公報には、図14に管本体内周面の構造を部分的な展開図で示すように、管本体101aの内周面に、管軸方向に所定のピッチで先鋒な形状のV字形の溝(V字溝)103が連続する複数列の条溝群a,cを周方向に平行に配列して設

20

けると共に、該複数列の条溝群 a , c 相互の間でかつ冷媒が矢印の方向に流れる凝縮時には液膜が合流する位置に、条溝がないフラット面 b , d を形成したものが提案されている。フラット面 b , d は内面溝付伝熱管の管軸に対して平行に、V字溝 103 の底面と同じ高さで形成されており、これにより、凝縮時には、より多くの冷媒の液膜流量をフラット面 b , d に集約することができ、V字溝 103 を流れる液膜の厚さが薄くなるため、凝縮熱伝達効率を向上することができる。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の内面溝付伝熱管では、V字溝 103 を流れる液膜の合流部に設けられたフラット面 b , d が、V字溝の底面と同じ高さであるため、フラット面 b , d に大量の液膜を流すことができず、フラット面 b , d 近傍の V字溝 103 内の液膜厚さが増加する。したがって、フラット面 b , d 近傍の V字溝 103 の凝縮熱伝達率が向上しないという問題があった。

#### 【0005】

本発明は、上記のような従来のものの問題点を解決するためになされたものであり、凝縮熱伝達率がさらに向上した内面溝付伝熱管を提供することを目的とするものである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る内面溝付伝熱管は、管軸に対して所定の傾斜角をもつ複数の傾斜溝を管内面に有する内面溝付伝熱管において、上記傾斜溝と交差してこれと連通し、かつその底面が上記傾斜溝の底面より深い位置にある排液溝を備え、上記排液溝を設けた部分の伝熱管の外面が突出しているものである。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

###### 実施の形態 1 .

図 1 ~ 図 3 は本発明の実施の形態 1 による内面溝付伝熱管を説明するための図であり、図 1 は横断面図、図 2 は一部破断して内部を示す断面図、図 3 は管内周面の一部の構造を開示する斜視図である。

図において、1 は伝熱管、2 は伝熱管 1 の管軸、3 は管軸 2 に対して所定の傾斜角をもつ傾斜フィンである。4 は傾斜フィン 3 間の傾斜溝であり、管軸 2 に対して傾斜フィン 3 と同じ傾斜角をもつ。6 は傾斜溝 4 と交差してこれと連通する排液溝、7 は冷媒の液膜、70 は液膜 7 の流れを示す矢印である。

また、w0 は傾斜溝 4 の幅、w1 は排液溝 6 の幅、z は傾斜溝 4 の底面を基準とした排液溝 6 の底面までの深さ、h は傾斜フィン 3 の高さである。

なお、図 2 では分かりやすいように傾斜溝 4 および排液溝 6 にハッチングを施して示している。

#### 【0011】

傾斜溝 4 の底面を基準とした排液溝 6 の底面までの深さ z が、 $z > 0$  となるように、すなわち排液溝 6 の底面が傾斜溝 4 の底面より深い位置にあるように構成されている。これにより、多くの液膜流量を排液溝 6 に沿って流すことができる。

さらに、排液溝 6 の幅 w1 が傾斜溝 4 の幅 w0 より大きくなるように構成することにより、より多くの液膜流量を排液溝 6 に沿って流すことができる。

#### 【0012】

また、排液溝 6 の管軸 2 に対する傾斜角は、傾斜溝 4 ( 傾斜フィン 3 ) の管軸 2 に対する傾斜角よりも小さくなるように形成されている。これにより、液膜 7 が排液溝 6 から受けた抵抗を、傾斜フィン 3 から受けた抵抗よりも小さくすることができ、液膜 7 を排液溝 6 に沿って流れやすくすることができる。

#### 【0013】

また、排液溝 6 は螺旋状に設けており、これによって、排液溝 6 に沿って液膜 7 を連続的に流し続けることができ、しかも、螺旋状であるので伝熱管の取り付けに際して上下を意

10

20

30

40

50

識しなくてもよい。

**【0014】**

上記のような内面溝付伝熱管は、例えば以下のようにして製造することができる。まず、例えば銅または銅合金よりなる帯状金属板を、上記傾斜フィン3、傾斜溝4および排液溝6に対応する凹凸を有する圧延ロールと、この圧延ロールに押し付けられる受けロールとの間に通し、帯状金属板に一面へ圧延ロールの凹凸を転写する。次いで、帯状金属板を、その凹凸転写面が内側になる状態で電縫装置にセットし、この電縫装置へ多段状に設置された各対の成形ロール群の間に通して幅方向に丸め、幅方向の突き合わされた端部相互を溶接して管状に成形する。さらに、管状成形品の溶接ビード部を削除し、これを所定の引き抜き装置で空引きすることによって所定の径に縮径すると共に成形する。

10

**【0015】**

次に、動作について説明する。傾斜溝4を流れる液膜7は、排液溝6に沿って流れる液膜7と合流し、その後、液膜7の多くが、排液溝6に沿って流れる。

**【0016】**

これにより、排液溝6を挟んで下流側にある傾斜溝4の液膜7の厚さが顕著に薄くなるため、凝縮熱伝達率を大幅に向上することができる。

**【0017】**

図4は、外径が7.5mm、傾斜溝4の数が50条、傾斜フィン3(台形)の高さが0.24mm、傾斜溝4の底面の肉厚が0.5mm、傾斜フィン3のリード角すなわち管軸に対する傾斜角が13度、傾斜フィン3の頂角(台形の平行でない2辺のなす角度)が30度の内面螺旋溝付伝熱管に、深さZがそれぞれ0mm(底面が傾斜溝4の底面と同じ深さ)、0.20mm、0.24mmである排液溝6を設け、排液溝6の溝幅w1を変化させた場合について、数値解析を用いて平均凝縮熱伝達率を計算した結果を示す特性図である。図中の横軸は、半径Rの円周に対する排液溝の溝幅w1の割合(排液溝割合)を示し、縦軸は、平均凝縮熱伝達率を示す。

20

**【0018】**

図4より、排液溝6の底面が傾斜溝4の底面と同じ位置にある場合に比べて、傾斜溝4の底面より深い位置にある場合に平均凝縮熱伝達率が増加していることがわかる。ただし、排液溝6の底面が傾斜溝4の底面より深い位置にある場合にも、排液溝割合が60%程度以上では排液溝割合が零である(排液溝6を設けなかった)場合よりも平均凝縮熱伝達率は低下しており、これは、排液溝割合が大きすぎると傾斜溝4の割合が小さくなり、管中央を流れる蒸気と傾斜フィン3との接触面積が減少するためである。図4では、排液溝割合がおよそ30%前後で、平均凝縮熱伝達率が最大値となり、明かに排液溝6の幅を適正值とすることで、平均凝縮熱伝達率が向上することがわかる。

30

**【0019】**

なお、図1では伝熱管の横断面内に排液溝6を1つ設けた場合について示したが、複数設けてもよく、2つ設けた場合を図5に示す。図5において上下の排液溝6で仕切られた左右の傾斜溝4の管軸2に対する傾斜角を互いに異なる角度とすることも可能である。

**【0020】**

なお、上記実施の形態では、傾斜溝4(傾斜フィン3)と排液溝6との管軸2に対する傾斜方向(螺旋の捩じれる方向)が同じである場合について示した。この場合には、傾斜溝4に沿って流れる液膜7が排液溝6に沿って流れる液膜7と合流するときの抵抗が、傾斜溝4と排液溝6との管軸2に対する傾斜方向が異なる場合に比べて小さくなるため、合流時の圧力損失が減少する。また、排液溝6へ液膜7がスムースに流れ込むことにより、より多くの液膜流量が排液溝6に沿って流れ、傾斜溝4に沿って流れる液膜7の厚さがさらに薄くなるため、凝縮熱伝達率をより一層向上することができる。しかし、傾斜溝4と排液溝6との管軸2に対する傾斜方向が異なっていてもよいのは勿論である。

40

**【0021】**

実施の形態2.

図6および図7は本発明の実施の形態2による内面溝付伝熱管を説明するための図であり

50

、図6は横断面図、図7は一部破断して内部を示す断面図である。図において、 $t_0$ は傾斜溝4が設けられている部分の伝熱管1の肉厚、 $t_1$ は排液溝6が設けられている部分の伝熱管1の肉厚である。

実施の形態1では排液溝6を管軸2に対して所定の傾斜角をもつ螺旋状に設けた場合について示したが、本実施の形態では管軸2と平行に直線状に設けている。これにより、伝熱管1を流れる冷媒の蒸気のせん断力を強く受けて液膜7の流速が増加するため、排液溝6を流れる液膜7の流量が増加し、凝縮熱伝達率がさらに向上する。また、排液溝6を設ける部分の伝熱管の肉厚を、傾斜溝4を設ける部分の伝熱管の肉厚に比べて大きくすることが容易に行えるようになる。そこで、実施の形態1では伝熱管1の肉厚を横断面内で等しくしたが、本実施の形態では、伝熱管1の内周および外周を互いに偏芯させ、排液溝6を設ける部分の伝熱管1の肉厚 $t_1$ が、傾斜溝4を設ける部分の伝熱管1の肉厚 $t_0$ よりも大きくなるように構成している。これにより、伝熱管1の全部の肉厚を厚くすることなく必要なところだけ厚くすることによって、余分な伝熱管材料の節減と軽量化を図りながら、伝熱管内の高い圧力にも耐えることができる。10

#### 【0022】

なお、図7では傾斜溝4が螺旋状である場合について示したが、従来と同様にV字溝であってもよく、この場合にも、凝縮時に液膜が合流する位置に、底面が傾斜溝4の底面より深い位置にある排液溝6を設けることにより、管内の凝縮熱伝達率を向上することができ、さらに、余分な伝熱管材料の節減と軽量化を図りながら、耐圧性も得られる。

#### 【0023】

実施の形態3。

図8は本発明の実施の形態3による内面溝付伝熱管を説明するための図であり、横断面図である。図において、60は排液溝部材であり、この排液溝部材60の内周側が排液溝6となっている。

実施の形態1では、傾斜フィン3、傾斜溝4および排液溝6に対応する凹凸が転写された帯状金属板を幅方向に丸め、幅方向の突き合わされた端部相互を溶接して管状に成形したが、本実施の形態では、傾斜フィン3および傾斜溝4に対応する凹凸が転写された帯状金属板を、排液溝6の幅だけ隙間を残して幅方向に途中まで丸め、幅方向の隙間を有して突き合わされた両端部の外周側に排液溝部材60を配置し、帯状金属板の端部と排液溝部材60とを溶接して管状に成形した。30

#### 【0024】

上記のように構成されたものにおいては、伝熱管1の肉厚分だけ排液溝6の溝深さが深くなるため、排液溝6を流れる液膜7の流量が増加し、凝縮熱伝達率が向上する。また、排液溝6部の肉厚が確保できるため、伝熱管1内の高い圧力にも絶えることができる。さらに、伝熱管1に排液溝部材60を溶接することで、伝熱管の外周部に凸部が形成される、すなわち排液溝6を設けた部分の伝熱管の外面が突出しているため、伝熱管1の外側から排液溝6を設けた部分を認識でき、伝熱管1を用いて熱交換器等を組立てる際に、排液溝6を円周方向に対して位置決めすることが可能となる。

#### 【0025】

実施の形態4。

図9は本発明の実施の形態4による内面溝付伝熱管を説明するための図であり、横断面図である。本実施の形態は、排液溝6を設ける個所の伝熱管1の管壁を外周部へ突出させたものであり、このように構成されたものにおいても実施の形態3と同様の効果が得られる。

#### 【0026】

実施の形態5。

図10および図11は本発明の実施の形態5による内面溝付伝熱管を説明するための図であり、図10は横断面図、図11は一部破断して内部を示す断面図である。本実施の形態は、図6および図7で示した実施の形態2において、直線状の排液溝6の中央部に、伝熱管1の内周方向に帯状に突出した直線状の堰部材を設けたものである。図において、3a

10

20

30

40

50

、3 b は管軸 2 に対して所定の傾斜角をもつ傾斜フィンである。4 a、4 b は傾斜フィン 3 a、3 b 間の螺旋状の傾斜溝であり、管軸 2 に対して傾斜フィン 3 a、3 b と同じ傾斜角をもって連続して形成されている。6 a、6 b は傾斜溝 4 a、4 b と交差してこれと連通し、かつその底面が傾斜溝 4 a、4 b の底面より深い位置にある排液溝であり、本実施の形態では管軸 2 と平行に直線状に設けている。5 は排液溝 6 a、6 b に設けた堰部材であり、管軸 2 と平行に直線状に設けられ、螺旋状の傾斜溝 4 を流れる冷媒の流れを堰き止めるべく螺旋状の傾斜溝 4 a、4 b と交差し、伝熱管 1 の内周方向に帯状に突出して形成されている。7 a、7 b、7 d、7 e は冷媒の液膜、9 は冷媒の流れる方向を示す矢印である。

なお、図 1 1 では分かりやすいように傾斜溝 4 a、4 b および排液溝 6 a、6 b にハッキングを施して示している。 10

#### 【0027】

次に、動作について説明する。冷媒が矢印 9 で示す方向に流れた場合、上流側の傾斜溝 4 a を流れる液膜 7 a は、堰部材 5 によって堰き止められて上流側の排液溝 6 a に沿って流れる液膜 7 b と合流し、その後、液膜 7 b の多くが、排液溝 6 a に沿って流れる。また、排液溝 6 a に沿って流れる液膜 7 b の一部は堰部材 5 を越え、下流側の排液溝 6 b に沿って流れる液膜 7 d と合流し、排液溝 6 b に沿って流れる。さらに、排液溝 6 b に沿って流れる液膜 7 d から液膜 7 e が分流し、液膜 7 e が上流側の傾斜溝 4 b を流れる。

#### 【0028】

このように、堰部材 5 を設けたことによって、傾斜溝 4 a 沿って流れる液膜 7 a の多くが液膜 7 b となって排液溝 6 a に沿って流れ、傾斜溝 4 b 沿って流れる液膜 7 e の厚さが、堰部材 5 を設けない場合に比べてより薄くなるため、凝縮熱伝達率を大幅に向上することができる。 20

#### 【0029】

なお、図 1 1 では傾斜溝 4 が螺旋状である場合について示したが、図 1 2 に一部を破断して内部を示すように、従来と同様の V 字溝であってもよく、この場合にも、凝縮時に液膜が合流する位置に、底面が傾斜溝 4 の底面より深い位置にある排液溝 6 および堰部材 5 を設けることにより、管内の凝縮熱伝達率を大幅に向上することができる。

#### 【0030】

実施の形態 6 . 30  
図 1 3 は本発明の実施の形態 6 による内面溝付伝熱管を説明するための図であり、横断面図である。本実施の形態は、図 8 で示した実施の形態 3 において、排液溝部材 6 0 を断面 L 字状とし、断面 L 字の一端部を伝熱管 1 の内周方向に帯状に突出した直線状の堰部材 5 としたものである。本実施の形態では、底面が傾斜溝 4 a、4 b の底面より深い位置にある排液溝 6 a は、上流側の傾斜溝 4 a と連通するように堰部材 5 の上流側に設けられている。

#### 【0031】

このように構成されたものにおいても、上流側の傾斜溝 4 a を流れる液膜 7 a は、堰部材 5 によって堰き止められて上流側の排液溝 6 a に沿って流れる液膜 7 b と合流し、その後、液膜 7 b の多くが、排液溝 6 a に沿って流れるので、上記実施の形態 5 と同様に、管内の凝縮熱伝達率を大幅に向上することができる。 40

#### 【0032】

#### 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、管軸に対して所定の傾斜角をもつ複数の傾斜溝を管内面に有する内面溝付伝熱管において、上記傾斜溝と交差してこれと連通し、かつその底面が上記傾斜溝の底面より深い位置にある排液溝を備え、上記排液溝を設けた部分の伝熱管の外側が突出しているので、伝熱管の外側から排液溝を設けた部分を認識でき、伝熱管を用いて熱交換器等を組立てる際に、排液溝を円周方向に対して位置決めすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図2】 本発明の実施の形態1による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図3】 本発明の実施の形態1による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図4】 本発明の実施の形態1による内面溝付伝熱管の効果を説明するための特性図である。

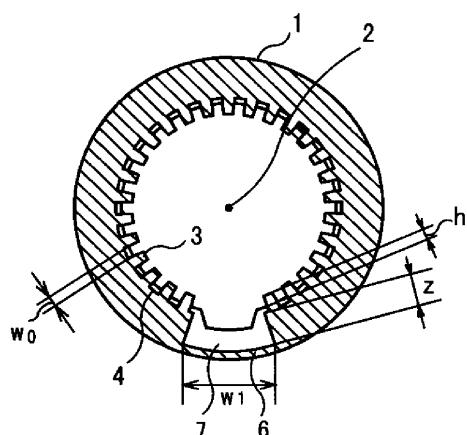
【図5】 本発明の実施の形態1による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図6】 本発明の実施の形態2による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図7】 本発明の実施の形態2による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図8】 本発明の実施の形態3による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図9】 本発明の実施の形態4による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図10】 本発明の実施の形態5による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図11】 本発明の実施の形態5による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図12】 本発明の実施の形態5による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図13】 本発明の実施の形態6による内面溝付伝熱管を説明するための図である。  
 【図14】 従来の内面溝付伝熱管を説明するための図である。

10

## 【符号の説明】

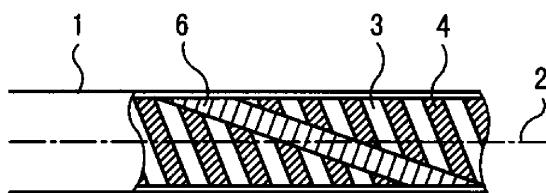
1 伝熱管、 2 管軸、 3、 3a、 3b 傾斜フィン、 4、 4a、 4b 傾斜溝、  
 5 壁部材、 6、 6a、 6b 排液溝、 60 排液溝部材、 7、 7a、 7b、 7d、 7e  
 液膜、 9 冷媒の流れる方向を示す矢印。

【図1】

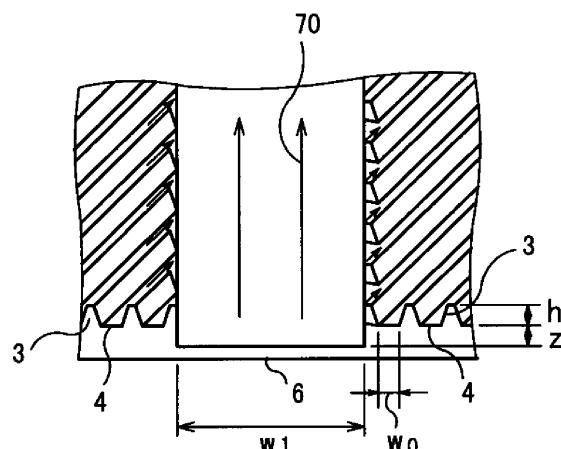


1: 伝熱管  
2: 管軸  
3: 傾斜フィン  
4: 傾斜溝  
6: 排液溝

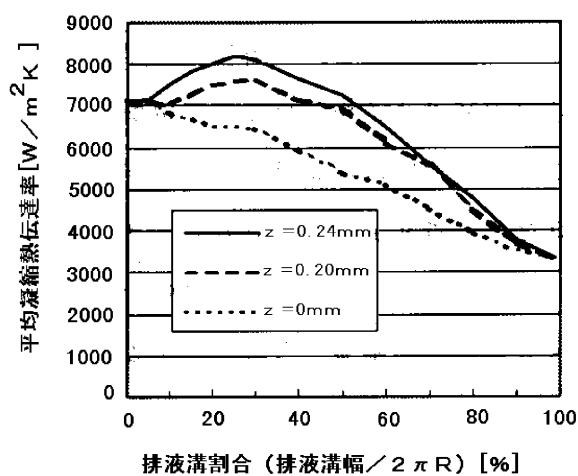
【図2】



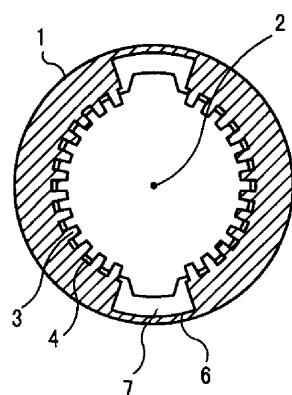
【図3】



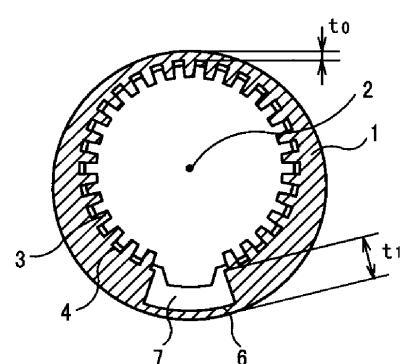
【図4】



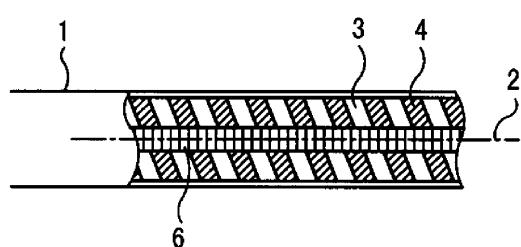
【図5】



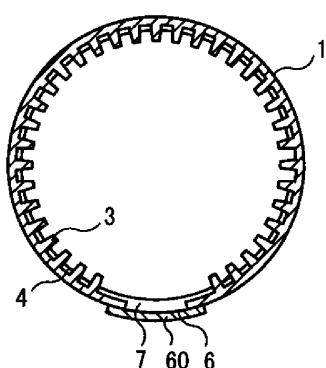
【図6】



【図7】

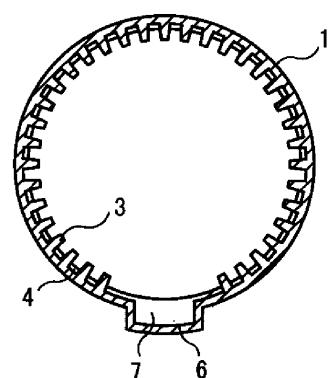


【図8】

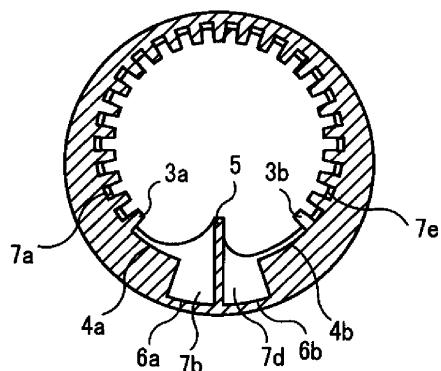


60：排液溝部材

【図9】

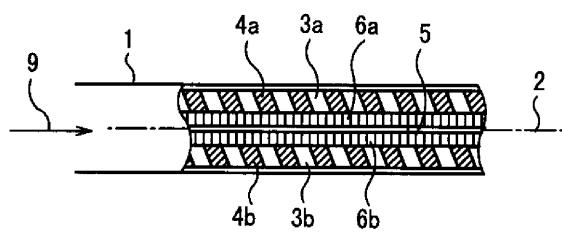


【図10】

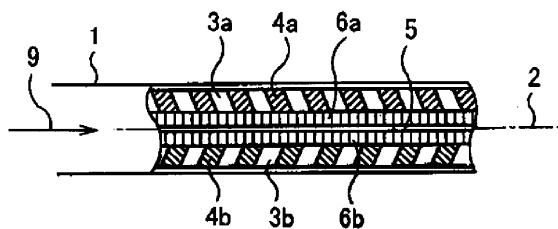


5：堰部材

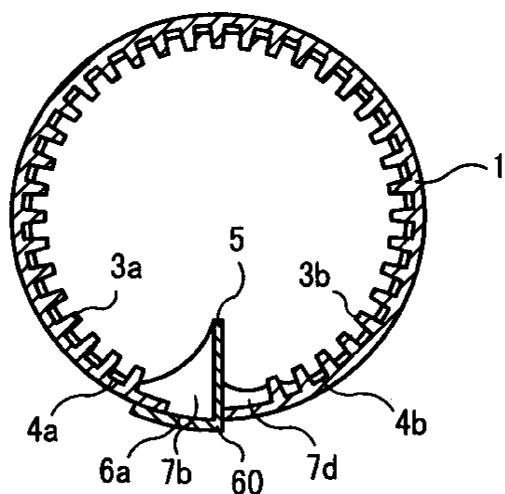
【図11】



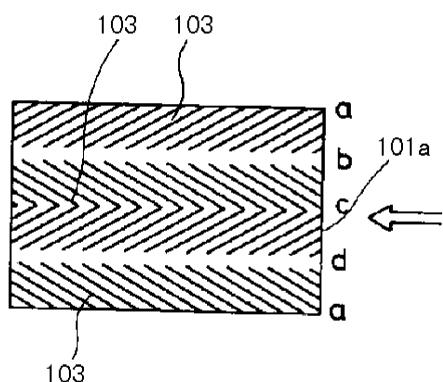
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 若本 慎一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 石橋 晃

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 中山 雅弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 槙原 進

(56)参考文献 特開平02-137631(JP,A)

特開平04-158192(JP,A)

特開平10-185474(JP,A)

特開2000-035295(JP,A)

特開昭59-049496(JP,A)

特開平10-206060(JP,A)

特開平01-070697(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 1/40

F25B 39/00

F28F 1/42