

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4126871号
(P4126871)

(45) 発行日 平成20年7月30日(2008.7.30)

(24) 登録日 平成20年5月23日(2008.5.23)

(51) Int.Cl.

F28F 1/40 (2006.01)
F25B 39/00 (2006.01)

F 1

F 28 F 1/40
F 28 F 1/40
F 25 B 39/00B
D
Q

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-376866 (P2000-376866)
 (22) 出願日 平成12年12月12日 (2000.12.12)
 (65) 公開番号 特開2002-181477 (P2002-181477A)
 (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7日 (2006.12.7)

(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って連続する複数の螺旋状の傾斜溝を管内面に有する内面溝付伝熱管において、管軸に対して上記傾斜溝とは異なる所定の傾斜角をもち上記傾斜溝を流れる冷媒の流れを堰き止めるべく上記傾斜溝と交差し、伝熱管の内周方向に帯状に突出した堰部材と、この堰部材に隣接して上記傾斜溝と連通する排液溝とを備えたことを特徴とする内面溝付伝熱管。

【請求項 2】

排液溝の管軸に対する傾斜角は、傾斜溝の管軸に対する傾斜角よりも小さいことを特徴とする請求項1記載の内面溝付伝熱管。

10

【請求項 3】

排液溝の底面が傾斜溝の底面より深い位置にあることを特徴とする請求項1または2に記載の内面溝付伝熱管。

【請求項 4】

堰部材の高さは、傾斜溝の高さと上記傾斜溝の底面を基準とした排液溝の底面までの深さとの和以上であることを特徴とする請求項3記載の内面溝付伝熱管。

【請求項 5】

伝熱管の円周に対する排液溝の溝幅の割合は、50%以下であることを特徴とする請求項3記載の内面溝付伝熱管。

【発明の詳細な説明】

20

【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。

【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】

図9は例えば特開平10-339519号公報に示された従来の内面溝付管を一部破断して内部を示す断面図である。また、図10は管内周面の一部の構造を展開して示す斜視図である。図において、1は伝熱管、2は管軸、3は管軸に対して一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。5は傾斜フィン3(傾斜溝4)と交差する堰部材、70は冷媒の液膜の流れを示す矢印である。ここで、堰部材5は、傾斜溝4内の液膜の流れを堰き止めるように形成されている。

10

なお、図9では分かりやすいように傾斜溝4にハッチングを施して示している。

【0004】

次に動作について説明する。傾斜溝4内を流れる液膜は、矢印70に示すように、堰部材5と衝突し、傾斜フィン3とこれと交差する堰部材5との間に溝がないため、傾斜フィン3または堰部材5を乗り超えて流れるか、管中央を流れる冷媒の蒸気中に飛散する。これにより、液膜が掻き乱されるため、凝縮熱伝達率が促進される。また、液膜の厚さが薄くなる効果により、凝縮熱伝達率が向上する。

20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の内面溝付管では、液膜が堰部材5と衝突することにより、液膜7の乱れが増加するとともに管中央を流れる蒸気中へ飛散する液膜7の流量が増加する。さらに、液膜が傾斜フィン3または堰部材5を乗り越えて流れることにより、傾斜フィン3と堰部材5の高さがみかけ上増加し、蒸気流路断面積が小さくなる。このような結果、管内の圧力損失が大幅に増加するという問題があった。

30

【0006】

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、管内の圧力損失が低く、しかも、凝縮熱伝達率が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。

【0007】

【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って連続する複数の螺旋状の傾斜溝を管内面に有する内面溝付伝熱管において、管軸に対して上記傾斜溝とは異なる所定の傾斜角をもち上記傾斜溝を流れる冷媒の流れを堰き止めるべく上記傾斜溝と交差し、伝熱管の内周方向に帯状に突出した堰部材と、この堰部材に隣接して上記傾斜溝と連通する排液溝とを備えたものである。

40

【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展開して示す斜視図である。

図において、1は伝熱管、2は伝熱管1の管軸、3a、3b(以下、3で代表する場合もある。)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。4a、4b(以下、4

50

で代表する場合もある。) 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。 5 は堰部材であり、 管軸 2 に対して傾斜フィン 3 (傾斜溝 4) とは異なる所定の傾斜角をもち螺旋状傾斜溝 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 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。 6 a、 6 b (以下、 6 で代表する場合もある。) は堰部材 5 に隣接して螺旋状の傾斜溝 4 a、 4 b と連通する排液溝、 7 a、 7 b、 7 d、 7 e は冷媒の液膜、 7 0 a ~ 7 0 e は液膜の流れを示す矢印、 9 は冷媒の流れる方向を示す矢印である。

また、 w_0 は傾斜溝 4 の幅、 w_1 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_0 は傾斜フィン 3 の高さ、 h_1 は堰部材 5 の高さである。 10

なお、 図 2 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 にハッチングを施して示している。

【 0 0 1 1 】

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、 例えは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、 �堰部材 5 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。 20

【 0 0 1 2 】

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 (矢印 7 0 a で示す) は、 堰部材 5 に衝突する前に、 上流側の排液溝 6 a に沿って流れる液膜 7 b (矢印 7 0 b で示す) 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、 液膜 7 b の一部が堰部材 5 を越え (矢印 7 0 c で示す) 、 下流側の排液溝 6 b に沿って流れる液膜 7 d (矢印 7 0 d で示す) 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 (矢印 7 0 d で示す) から液膜 7 e (矢印 7 0 e で示す) が分流し、 液膜 7 e が上流側の傾斜溝 4 b を流れる。 30

【 0 0 1 3 】

これにより、 傾斜溝 4 a を流れる液膜 7 a と堰部材 5 との衝突による乱れが緩和されるとともに、 伝熱管 1 中央を流れる冷媒の蒸気中へ飛散する液膜流量が減少する。 さらに、 傾斜フィン 3 または堰部材 5 を越えて流れる液膜の流量が減少する。 このような結果、 圧力損失を大幅に低減することができる。

【 0 0 1 4 】

また、 図 1 および図 3 に示すように、 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。

【 0 0 1 5 】

なお、 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。 その結果、 傾斜溝 4 沿って流れる液膜 7 の厚さをより薄くすることができるため、 凝縮熱伝達率をより向上することができる。

さらに、 排液溝 6 の幅 w_1 が傾斜溝 4 の幅 w_0 より大きくなるように構成することによつても、 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、 凝縮熱伝達率をより向上することができる。

【 0 0 1 6 】

また、 堰部材 5 の高さ h_1 は、 傾斜フィン 3 の高さ h_0 と傾斜溝 4 の底面を基準とした排

液溝 6 の底面までの深さ z に対して、 $h_1 = h_0 + z$ となるように形成されている。これにより、傾斜フィン 3 の先端位置よりも、堰部材 5 の先端位置を高くすることで、液膜 7 を堰き止める効果がさらに向上する。その結果、傾斜溝 4 に沿って流れる液膜 7 の厚さをより薄くすることができるため、凝縮熱伝達率をより向上することができる。

【0017】

また、排液溝 6 (堰部材 5) 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 が堰部材 5 から受ける抵抗を、傾斜フィン 3 から受ける抵抗よりも小さくすることができ、液膜 7 を排液溝 6 (堰部材 5) に沿って流れやすくすることができる。

【0018】

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る。さらに、排液溝 6 を直線状に設けた場合には、凝縮性能の面から排液溝 6 が下側になるように伝熱管 1 を取り付ける必要があるが、螺旋状であるので伝熱管 1 の取り付けに際して上下を意識しなくてもよい。

【0019】

図 4 は本実施の形態による内面溝付伝熱管の効果を説明するための図であり、外径が 7.0 mm、傾斜溝 4 の数が 50 条、傾斜フィン 3 (台形) の高さが 0.24 mm、傾斜溝 4 の底面の肉厚が 0.5 mm、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、高さ h_1 がそれぞれ 0.24 mm、0.30 mm 0.40 mm である堰部材 5 と排液溝 6 とを設け、排液溝 6 の溝幅 w_1 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 w_1 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。

【0020】

図 4 より、排液溝 6 を設けなかった (排液溝割合が零である) 場合に比べて、排液溝 6 を設けた場合に平均凝縮熱伝達率は増加していることが分かる。ただし、排液溝割合が 60 % 程度以上では排液溝割合が零である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 20 % 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 の幅を適正値とすることで、平均凝縮熱伝達率が向上することがわかる。

【0021】

なお、上記実施の形態では、液膜 7a、7b、7d、7e が矢印 70a ~ 70e の向きに流れる場合について説明したが、液膜 7a、7b、7d、7e の流れる方向が逆であってもよく、この場合にも同様の効果が得られる。

【0022】

実施の形態 2.

図 5 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、一部破断して内部を示す断面図である。図において、9a は冷媒の流れる方向を示す矢印である。本実施の形態では、堰部材 5 の上流側のみに排液溝 6a を設けており、凝縮時には冷媒を矢印 9 に示す方向に流し、蒸発時には冷媒を矢印 9a に示す方向に流す。このような構成とすることにより、排液溝 6a を流れる液膜流量を凝縮時のみ多くして凝縮熱伝達率を増加し、蒸発時には排液溝 6a を流れる液膜流量を小さくして蒸発熱伝達率の低下を防ぐことができる。

【0023】

実施の形態 3.

図 6 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、一部破断して内部を示す断面図である。

上記各実施の形態では所定の傾斜角をもって連続する螺旋状の堰部材 5 と排液溝 6a、6b と 1 本設けた場合について示したが、複数本設けてもよく、本実施の形態では、2 本設

10

20

30

40

50

けている。このような構成とすることにより、より多くの液膜流量を排液溝 6 a, 6 b に沿って流すことができるため、傾斜溝 4 に沿って流れる液膜 7 の厚さがより薄くなり、凝縮熱伝達率をより一層向上することができる。

【0024】

実施の形態 4 .

図 7 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、一部破断して内部を示す断面図である。

上記各実施の形態では堰部材 5 と排液溝 6 a, 6 b とを挟んで隣接する傾斜溝 4 a と 4 b との管軸 2 に対する傾斜角が同一である場合について示したが、本実施の形態では、傾斜溝 4 a と 4 b との管軸 2 に対する傾斜角が異なっており、冷媒は矢印 9 に示す方向に流れ 10 る。また、傾斜溝 4 a の管軸 2 に対する傾斜角は、傾斜溝 4 b の管軸 2 に対する傾斜角よりも大きい。このような構成とすることにより、傾斜溝 4 a に沿って流れる液膜 7 の厚さが、傾斜溝 4 b に沿って流れる液膜 7 の厚さよりも薄くなるため、局所的に凝縮熱伝達率を向上することができる。

【0025】

実施の形態 5 .

図 8 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、一部破断して内部を示す断面図である。

上記各実施の形態では堰部材 5 を所定の傾斜角をもって螺旋状に連続して設けた場合について示したが、本実施の形態では、堰部材 5 は断続的に設けており、冷媒は矢印 9 に示す方向に流れ 20 る。このような構成とすることにより、排液溝 6 a に沿って流れる液膜 7 の一部が排液溝 6 b へ流出して排液溝 6 b に沿って流れるため、より多くの液膜流量を排液溝 6 a, 6 b に沿って流すことができ、傾斜溝 4 a, 4 b 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。

【0026】

なお、上記各実施の形態では、傾斜溝 4 (傾斜フィン 3) と排液溝 6 (堰部材 5) 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より減少する。また、排液溝 6 へ液膜 7 がスムーズ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もちろんである。

【0027】

また、上記各実施の形態では、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ついて示したが、同じ深さにあってもよい。

【0028】

【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って連続する複数の螺旋状の傾斜溝を管内面に有する内面溝付伝熱管において、管軸に対して上記傾斜溝とは異なる所定の傾斜角をもち上記傾斜溝を流れる冷媒の流れを堰き止めるべく上記傾斜溝と交差し、伝熱管の内周方向に帯状に突出した堰部材と、この堰部材に隣接して上記傾斜溝と連通する排液溝とを備えたので、圧力損失が低下するとともに、管内の凝縮熱伝達率が向上した内面溝付伝熱管を得ることができる。

【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図である

10

20

30

40

50

。

【図5】 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6】 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7】 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8】 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。

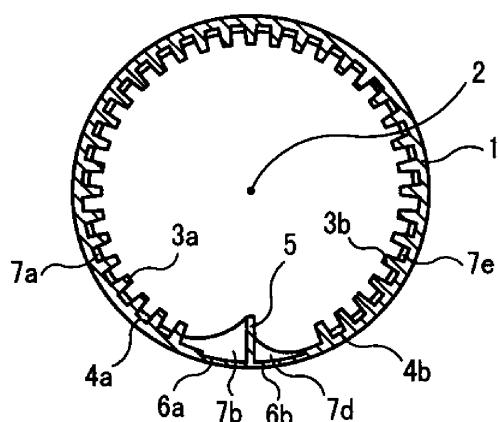
【図9】 従来の内面溝付伝熱管を説明するための図である。

【図10】 従来の内面溝付伝熱管を説明するための図である。

【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、 7、 7a、 7b、 7d、 7e 液膜、 70、 70a
 a ~ 70e 液膜の流れを示す矢印、 9、 9a 冷媒の流れを示す矢印。 10

【図1】



1: 伝熱管

2: 管軸

3a, 3b: 傾斜フィン

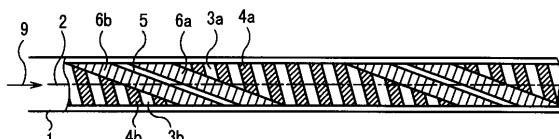
4a, 4b: 傾斜溝

5: 壁部材

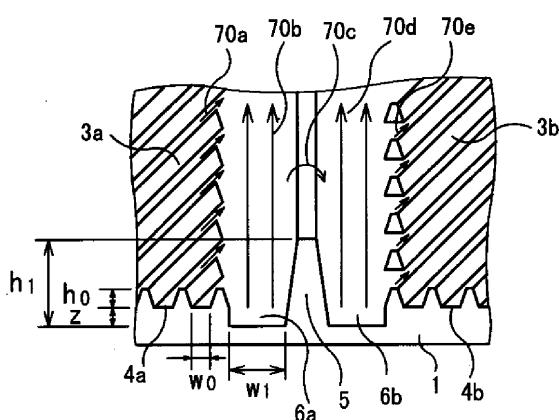
6a, 6b: 排液溝

7a, 7b, 7c, 7d: 液膜

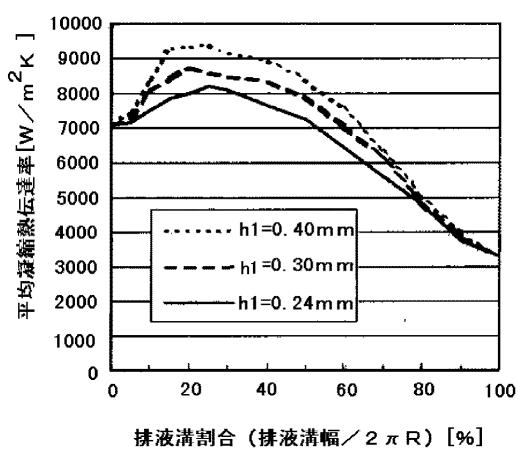
【図2】



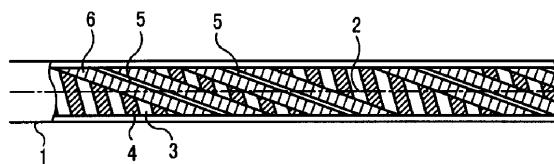
【図3】



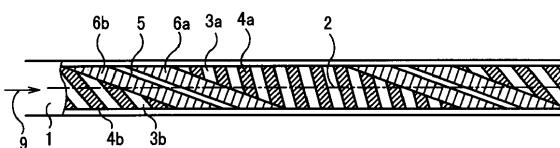
【図4】



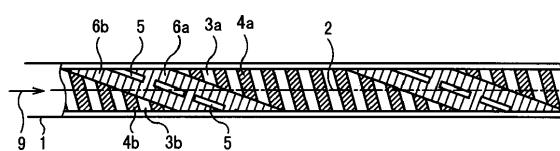
【図6】



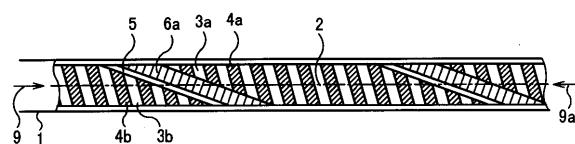
【図7】



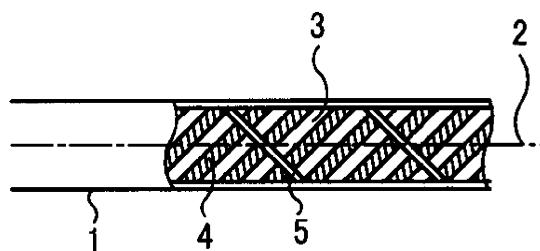
【図8】



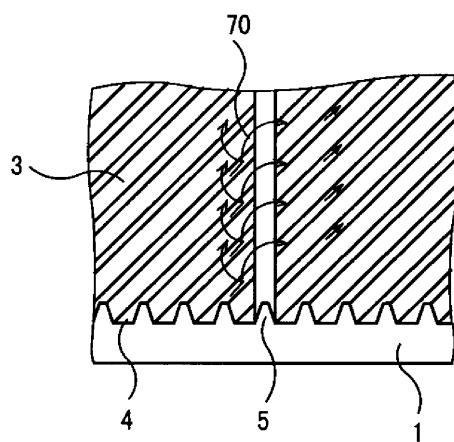
【図5】



【図9】



【図10】



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10-339519(JP,A)

特開平07-218038(JP,A)

特開昭56-117097(JP,A)

特開平01-070697(JP,A)

特開2000-035295(JP,A)

実開昭57-139087(JP,U)

特開平10-339518(JP,A)

実開平03-079080(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 1/40

F25B 39/00

F28F 1/42