

〔続葉有〕



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

扁平管の端部をヘッダに取り付け、扁平管とフィンを組立て、端部とヘッダとの取り付け部分をシールする第1の工程と、扁平管の内圧を高めて、扁平管がヘッダに取り付けられる端部に対し、扁平管の他の部分を拡張し、扁平管とフィンとの接触を図る第2の工程とを有する熱交換器の製造方法を提供する。この製造方法により、第2の工程において、扁平管のフィンを貫通する部分が拡張されるので、扁平管をフィンと機械的に接合することが可能であり、強度および熱交換効率の高いプレートフィンタイプの熱交換器を容易に製造できる。

明 細 書

熱交換器およびその製造方法

5 技術分野

本発明は冷凍装置などに用いられる熱交換器およびその製造方法に関するものである。

背景技術

- 10 冷凍装置やラジエータなどに用いられる熱交換器として、板状に加工されたプレートフィンや、波状に加工されたコルゲートフィンを用いたものが知られている。図15に示す熱交換器100は、一定の間隔をあけて平行に配置された複数のプレートフィン110と、これらのフィン110を貫通するように配置された複数本の管120とを有するプレートフィン型熱交換器であり、管あるいは
- 15 チューブ120に冷媒などの熱交換用の流体Aを流すことにより、外部を流れる空気などの流体Bと熱交換が行われる。このプレートフィン型の熱交換器100では、フィン110に挿入された各々の管120を剛体棒または拡張管を用いて内側から押し広げる製造方法により、管120とフィン110とが機械的に接合される。管120の両端はヘッド131および132に接続されており、ヘッド
- 20 131の供給口133から供給された媒体が、各々の管120を通してヘッド132の出力口134に導かれる。ヘッド同士の間には複数の管120を配置することも可能であり、また、図15に示すように、管120の一部をU字に曲げてフィン110を横断する方向に繰り返し配置して接触面積を大きくする方法もある。このような熱交換器は、拡張管が通せるようにフィン110と接触する部分
- 25 には直管（直線状の円形管）が用いられ、U字型の部分を含めU字型に成形された連結管125により製造して直管を接続する方法が採用される。

これに対し、コルゲートフィンタイプの熱交換器は、図16に示してあるように、波状に加工されたコルゲートフィン140が用いられ、チューブ150に対してフィン140がろう付けなどにより接続される。さらに、図16に示した熱

交換器 200 は、媒体を流す管またはチューブ 150 として、断面形状が円形ではない扁平なものが採用されている。そして、扁平管 150 の内部に複数の隔壁 151 を設け、扁平管内を複数の平行流路 152 に分割した多穴管（多孔管）とすることにより熱交換効率を向上している。

- 5 このコルゲートフィン型の熱交換器 200 は、たとえば、特開昭 58-164995 号に開示されているような製造方法により製造できる。すなわち、チューブ 150 とコルゲートフィン 140 を交互に積層しろう付けにより相互に固定する。次に、チューブ 150 の両端部 160 がヘッダ 131 の側壁 138 に設けられた接合穴 135 を貫通するように配置し、その両端部 160 を、ペンチなどを用いて
10 拡管してチューブ端部 160 と接合穴 135 とのクリアランスを最適化する。この後、ろう付けなどによりヘッダ 131 とチューブ 150 を接合する。

- この製造方法であると、図 17 (a) および (b) に示すように、チューブ 150 の端部 160 を簡単に拡管することが可能であり、確実に堅牢な熱交換器を製造できる。一方、図 17 (a) および (c) に示すように、その他の部分は未
15 拡管の状態のままとなり、拡管する方法は示されていない。また、コルゲート型の熱交換器では、ヘッダとの接合部分以外を拡張する必要もないので、それ自体問題とはなっていない。

- これらのコルゲートフィンタイプとプレートフィンタイプの熱交換器を比較すると、プレートフィン型熱交換器 100 は、フィン 110 と管 120 を拡管とい
20 う機械的な接合方法を用いて取り付けるので、ろう付けのための加熱炉に代表される大型の設備や、それを稼働させるための過大なエネルギーを必要としない。したがって、製造コストを低く抑えることができる。そして、プレートフィン型熱交換器 100 においても、扁平多穴管を採用することにより、コルゲートフィンタイプと同等あるいはそれ以上の熱交換性能に優れた低コストの熱交換器を提
25 供できる。

 プレートフィン型熱交換器 100 を、扁平多穴管を用いて組み立てようとする
と、扁平多穴管を全体的に拡張する必要がある。すなわち、コルゲートフィン型の熱交換器 200 では、扁平多穴管 150 の端部 160 の隔壁だけを拡管するだけで良く、フィンはろう付けされるだけなのでそれ以上の拡管は不要である。こ

れに対し、プレートフィン型にするためにフィンを拡張により接合しようとする
と、扁平管の微細に区切られた多くの平行流路に対しても剛体棒を挿入して端部
以外の部分も拡張することが要求される。しかしながら、微細に区切られた平行
流路の断面積は非常に小さいので、その流路に沿って剛体棒を挿入することは非
5 常に困難である。また、平行流路の断面積が非常に小さいので、棒をいれても剛
体とならず、拡張に必要な強度を持った拡張子を準備することも難しい。

拡張する代わりに、プレートフィンの側に扁平多穴管より小さな穴と、この穴
に繋がる切れ込みとを設け、この穴に扁平多穴管を圧入することにより扁平多穴
管を用いてプレートフィンタイプの熱交換器を製造することも可能である。また、
10 断面がテーパ状に傾いた扁平多穴管と、テーパ状のスリットを設けたフィン
を用い、扁平多穴管をスリットに入れた後にスリットの幅の狭い方にスライドさ
せることにより扁平多穴管をフィンに取り付ける製造方法も可能である。しかし
ながら、これらの方法は、取り付け後に、フィンと扁平管とが外れる可能性が常
にあり、取り付け部分をろう付けや溶接などにより接合しなければならないとい
15 う手間とコストがかかる。

そこで、本発明においては、扁平多穴管のフィンと接触する部分を、フィンに
取り付け後に拡張できる製造方法を新たに提供することを目的としている。ま
た、本発明による新たな製造方法により、扁平多穴管を用いたプレートフィン型
熱交換器を低コストで提供することを目的としている。

20

発明の開示

本発明においては、扁平管とフィンを組み合わせた後に、扁平管の内部を流体
で加圧し、扁平管の内圧を高めて拡張することにより、フィンと扁平管を接合す
るようになっている。すなわち、本発明の熱交換器の製造方法は、扁平管とフィン
25 を取り付ける第1の工程と、扁平管の内圧を高めて、扁平管のヘッダに取り付け
られる端部に対し扁平管の他の部分を拡張し、フィンとの接触を図る第2の工程
とを有する。この製造方法であれば、第1の工程において、扁平管を、フィンを
貫通するように取り付けることによりプレートフィンタイプの熱交換器を容易に
製造できる。

本発明の熱交換器の製造方法では、扁平管の内圧を高めることにより拡張する。外圧を下げて拡張しても良いが、多くのケースでは気体や液体などの流体を扁平管に注入して内圧を高め、拡張を行なうことができる。したがって、拡張子のような治具は不要であり、扁平管として、内部が少なくとも1つの隔壁により複数の平行流路に分割された扁平多穴管（扁平多孔管）を採用したときに、断面積が小さすぎて十分な剛性の拡張子を挿入できないという問題が発生することはなく、どのような形状あるいは断面積の管であっても確実に拡張でき、フィンと機械的に接合することができる。この製造方法は、コルゲートフィンタイプの熱交換器であっても、フィンとの接触をより確実にするために後に拡張する工程を容易に設けることができるという点で有用である。

加えて、プレートフィンタイプの熱交換器においては、この製造方法により扁平多穴管を拡張してフィンと接合することができるという多大な効果をもたらす。したがって、熱交換効率の高い扁平多穴管を用いて、拡張により管とフィンが接合された堅牢な構成のプレートフィン型の熱交換器を低コストで提供することが可能となる。すなわち、本発明により、熱交換効率が高く、さらに、強度も高い熱交換器を提供できる。さらに、拡張子を挿入する必要があるという点で、扁平管に限らず、フィンと接続するための管のアレンジのフレキシビリティが増加する。たとえば、拡張子を通せるようにフィンと接触する部分には直管で構成し、予めU字型に成形された連結管により連結していた構成を、直管部とU字型の連絡部分とを含めて一体となった管で構成しても、簡単にフィンと管とを接続することができる。

実際にプレートフィン型やコルゲートフィン型の熱交換器を本発明の製造方法により製造する場合、ヘッダを介して流体を扁平管に注入して加圧する方法が最も簡単である。すなわち、第1の工程において、扁平管の端部をヘッダに取り付け、扁平管とフィンを組立て、端部とヘッダとの取り付け部分をシールした後に流体を注入して扁平管の内圧を高めることができる。この方法であれば、ヘッダとの取り付け部分は拡張する必要がなく、極めて簡単に扁平管を用いて熱交換器を製造できる。そして、この方法により製造された熱交換器は、ヘッダから伸びた扁平管と、その扁平管と接触するフィンとを有する熱交換器であって、扁平管

がヘッダに取り付けられた端部に対し、扁平管のその他の部分が拡張されているという特徴を備えている。そして、プレートフィン型の熱交換器であれば、扁平管がフィンを貫通するように取り付けることが可能となる。

上述したように、本発明の製造方法であれば、扁平管内の断面積は拡張処理に
5 影響を与えない。したがって、断面積が小さくても確実に拡張できるので、内部が少なくとも1つの隔壁により複数の平行流路に分割された扁平多穴管を用いた熱交換器の製造に適したものである。さらに、拡張したときに所望の扁平形状が得られるように、また、拡張したときに隔壁の壁厚が所定の範囲になるように、扁平多穴管の内部を複数の平行流路に分割する隔壁は、少なくとも一部が変形し
10 て縮んだ状態としておくことが望ましい。第2の工程で、扁平管の内圧を高めると、隔壁がその圧力によって所望の形状に伸ばされ、あるいは復帰することにより所望の形状の扁平多穴管を備えた熱交換器を製造できる。したがって、製造された熱交換器は、扁平管の端部の隔壁は縮んだ状態が保たれ、その他の部分の隔壁だけがほぼ伸ばされた状態になる。

15 隔壁の少なくとも一部が変形して縮んだ状態とは、隔壁を屈曲、湾曲または傾けた状態などが含まれる。このような形状の隔壁であると、扁平管の断面の短軸方向への拡張をスムーズに行なうことができ、フィンと扁平管との接触面圧を一樣に確保することが容易になる。扁平管の全周にわたって均一な接触面圧が得られることにより、フィンと扁平管との接触面における接触抵抗の影響が小さくなるので、熱交換効率の優れた熱交換器を提供できる。
20

また、本発明の製造方法では、拡張するために扁平管の内圧を高めるので、その圧力を気密あるいは耐圧検査用に設定することにより、扁平管とフィンとの接合工程と、上記の検査工程とを同時に行なうことができる。

複数のプレート状のフィンに対し並列に貫通した状態で複数の扁平管が取り付
25 けられる熱交換器では、扁平管を、その断面の長軸方向がフィンの長手方向に対して直交する方向に取り付け、扁平管を拡張してフィンと扁平管を接合させると扁平管と直交する方向の外部流体の流れに対する抵抗が小さく、その一方で接触面積が大きな熱交換器となる。したがって、外部流体の圧力損失が小さく、熱交換効率の高い熱交換器を提供できる。さらに、扁平管を、その断面の長軸方向が

フィンの長手方向に直交する方向から傾くように取り付けると、フィンおよび扁平管表面に付着した水滴を下方に流下させ易く、水切れが良い。したがって、扁平管上面への水滴の滞留や着霜による外部流体の圧力損失の増大を防止できるので、さらに、熱交換効率の高い熱交換器を提供できる。

- 5 拡張により扁平多穴管とフィンとを接合する場合、扁平多穴管をフィンに予め設けられているバーリング穴やスリットのサイズより大きく拡張することになるので、拡張後にフィンのスプリングバックが影響し、フィンと扁平管との接触面圧が期待通りに得られない可能性がある。このスプリングバックの影響は、扁平管の断面の長軸方向の中央またはその近傍に位置する隔壁を他の隔壁よりも長く
- 10 することで防ぐことができる。また、フィンにおける扁平管を接合または取り付けのための開口を、扁平管の中央に対峙する部分がその他の部分よりも狭くなるようにすることでも防ぐことができる。

図面の簡単な説明

- 15 図1は、本発明に係る熱交換器の概略を示す図である。
図2は、図1に示す熱交換器の要部を示す斜視図である。
図3は、本発明に係る熱交換器の製造方法を示すフローチャートである。
図4は、第1の工程においてフィン、扁平管およびヘッダを仮組した様子を示す図である。
- 20 図5は、拡張前の扁平管の断面図である。
図6は、拡張後の扁平管の断面図であり、図6（a）は第2の工程において扁平管を拡張した状態を示す図であり、図6（b）は扁平管の端部を拡大して示す図、図6（c）は扁平管の他の部分を拡大して示す図である。
図7は、扁平管が拡張される様子を示す図である。
- 25 図8は、扁平管を製造する方法を示す図である。
図9は、扁平管の変形例を示す図である。
図10は、傾いた状態の隔壁を有する扁平管を示す図である。
図11は、フィンのスプリングバックの影響を防止できる扁平管を示す図である。

図 1 2 は、フィンのスプリングバックの影響を防止できるバーリング穴を示す図である。

図 1 3 は、水切り性を向上できる熱交換器を示す図である。

図 1 4 は、長軸方向にも拡張できる扁平管を示す図である。

5 図 1 5 は、プレートフィン型熱交換器を示す図である。

図 1 6 は、コルゲートフィン型熱交換器を示す図である。

図 1 7 は、図 1 6 のコルゲートフィン型熱交換器の扁平管の様子を示す断面図である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下に図面を参照して本発明をさらに詳しく説明する。図 1 に本発明に係る熱交換器の概略を示してある。また、図 2 に、熱交換器 1 のヘッダとチューブ（本例では扁平管）とフィンとが組み立てられた状態を拡大して示してある。本例の熱交換器 1 はプレートフィン型熱交換器であり、一定の間隔をあけて平行に配置
15 された複数のプレート状のフィン 2 と、これらのフィン 2 に対し並列に貫通した状態で取り付けられた複数本の扁平管 3 とを有している。これらの扁平管 3 は、内部が複数の隔壁により複数の平行流路に分割された扁平多穴管である。扁平管 3 の両側の端部 4 は、左右に位置するヘッダ 6 および 7 の側壁 9 に形成された接
20 合穴 1 9 に接続されており、ヘッダ 6 の供給口 1 1 から導入された熱媒体（内部流体）A がそれぞれの扁平管 3 を通ってヘッダ 7 の出力口 1 2 に導かれるようになっている。これにより、熱交換器 1 に外部流体である空気 B を通すと、各々の扁平管 3 を介して温度調節されたフィン 2 に空気が接触し冷却または加熱される。

図 3 は、本発明の製造方法の概略の流れを示すフローである。本発明の製造方法は、大きく 2 段階に分けられる。第 1 の工程 3 1 は仮組みを行う工程であり、
25 第 2 の工程 3 2 は加圧してフィンとチューブを接合する工程である。まず、第 1 の工程 3 1 では、図 4 に示すように、フィン 2 に予め設けられたバーリング穴（開口）1 8 に扁平管 3 を挿入することにより、フィン 2 と扁平管 3 とを仮組する。扁平管 3 は、図 5 に断面を拡大して示すように、上下に対面する管側壁 2 1 および 2 2、すなわち、上壁または天壁を構成する壁 2 1 と、下壁または底壁を

構成する壁 2 2 がほぼ平行となるように断面が扁平なチューブである。この扁平管 3 の内部には、上下方向に延び、断面が「く」の字状になった隔壁 1 5 が形成され、これらの隔壁 1 5 により複数の平行流路 1 4 が形成されている。各々の隔壁 1 5 は扁平管 3 の断面の長軸方向 X に屈曲しており、屈曲した部分のそれぞれ
5 の長さ ℓ_1 および ℓ_2 の和、すなわち $(\ell_1 + \ell_2)$ が扁平管 3 の断面の短軸方向 Y の内径 L より長くなっている。

複数のフィン 2 を貫通するように取り付けられた扁平管 3 の端部 4 は、ヘッダ 6 および 7 に設けられた接合穴 1 9 に挿入される。これにより、扁平管 3 の両端部 4 がヘッダ 6 および 7 に取り付けられ、扁平管 3 のその他の部分 5 がフィン 2
10 を貫通するように取り付けられた状態になる。この状態で、ろう付け、あるいは他の適当な方法により扁平管 3 の端部 4 とヘッダ 6 および 7 を接着し、密封（シール D）する。これにより、各々の扁平管 3 の平行流路 1 4 がヘッダ 6 および 7 により連通した状態になり、内部流体である熱媒体 A を通す管内回路が形成される。

15 次に、ヘッダ 6 および 7 を介して圧縮流体 C を供給し、第 2 の工程 3 2 で拡張する。ヘッダ 6 および 7 を介して扁平管 3 の各々の平行流路 1 4 を気体または液体 C で満たして内圧を高めることにより、扁平管 3 は拡張・拡張され、図 6

（a）に示すように、扁平管 3 と各フィン 2 とが接合される。なお、単一のヘッダ 6 および 7 により全ての扁平管 3 を連通させているが、複数のヘッダを用いても良い。また、ヘッダは熱交換用の媒体、拡張用の気体または液体を各々の扁平管 3 に分流する機能を有するものを全て含む。
20

図 7（a）に示すように、扁平管 3 は、内圧を高くすることにより、変形しやすい部分、すなわち、一部が変形して縮んだ状態となっている隔壁 1 5 が引っ張られ、直線または直線に近い状態に伸びる。これにより、扁平管 3 の内部が拡張され、フィン 2 に設けられたバーリング穴 1 8 に達し、あるいはバーリング穴 1
25 8 より大きくなることにより、扁平管 3 の外周 2 3 がフィン 2 に接合される。本例では、扁平管 3 の隔壁 1 5 は、断面が「く」の字状になって縮んだ状態になっており、拡張後は、扁平管 3 の断面の短軸方向 Y の外径 H が H' のように広がり、隔壁 1 5 が拡張の大きな抵抗とならず、扁平管全体がほぼ均一に拡張される。特

に、上下の壁 2 1 および 2 2 が不均一に膨張したりすることなく、滑らかな曲面あるいは平面を維持した状態で拡張できるので、扁平管 3 を全周にわたって均一な接触面圧でフィン 2 に接合することができる。

本発明の製造方法は、図 7 (b) に示したように隔壁 1 5 が真っ直ぐに伸びた扁平多穴管であっても適用できるが、隔壁 1 5 が短軸方向 Y に変形しないので抵抗となり、天壁 2 1 や底壁 2 2 が不均一に膨らんだ状態で拡張されやすい。隔壁 1 5 の強度が不足している状態であると、図 7 (c) のように、拡張により隔壁 1 5 の肉厚が局部的に薄くなり、隔壁が破断して熱効率が低下したり、圧力損失が増大する可能性が生ずる。これに対し、隔壁 1 5 を予め変形して、屈曲、湾曲または傾いた断面形状にしておくと、比較的低い圧力で、ストレスを生じさせることなく、所望の形状に扁平管 3 を拡張することが可能となり、フィン 2 と扁平管 3 との接触面圧が均一な熱交換器を製造できる。

一方、ヘッダ 6 および 7 の接合穴 1 9 に接続される部分（端部 4）では、予めヘッダ 6 および 7 に接合されるので、内圧が高くなっても殆ど拡張されることがない。したがって、図 6 (a) に示すように、扁平管 3 がヘッダ 6 および 7 に取り付けられた端部 4 に対し、扁平管 3 のその他の部分 5 が拡張されている熱交換器 1 が本発明の製造方法により製造される。すなわち、この熱交換器 1 では、扁平管 3 の端部 4 では、図 6 (b) に示すように、隔壁 1 5 が屈曲したままの状態であり、その他の部分 5 では、図 6 (c) に示すように隔壁 1 5 がほぼ直線状に伸びた状態となっている。

このように、本例の熱交換器 1 は、気体または液体により扁平管 3 の内圧を高めて拡張する加圧式拡張方法を採用した本発明の製造方法により、フィン 2 と扁平管 3 とが機械的に接合されている。したがって、拡張子（または剛体棒）では拡張できない、短軸方法 Y の寸法（内径）が 1 mm をきるような非常に小さな平行流路 1 4 が形成された扁平多穴管 3 をフィン 2 に固着できる。また、確実に拡張できるので、フィンと扁平管 3 との固着に際してろう付けや溶接などの手法を採用せずに済む。このため、本発明の製造方法は、拡張という機械的な接合をチューブの内径の大小に関わらず確実、そして低コストで行うことができる。このため、安い製造コストで扁平多穴管 3 を用いた熱交換効率の高く、さらに強度

的に優れたプレートフィン型熱交換器 1 を製造できる。

さらに、各々の隔壁 15 が屈曲して変形し易い形状になっているので、隔壁 15 を伸ばす、または変形させるのに必要な内圧は比較的小さくすることができる。たとえば、扁平管 3 の拡張時の内圧を、扁平管 3 の気密、耐圧検査を行なう圧力
5 レベルあるいはそれ以下で行うことが可能となる。したがって、耐圧的に扁平管 3 の肉厚を不必要に厚くする必要はなく、それに伴うコストアップや重量増加もない。たとえば、フロン冷媒を用いて 1 ～ 5 MP a 程度の圧力で気密・耐圧検査を行なうことがあるが、この程度の圧力で隔壁 15 を伸ばして扁平管 3 を拡張し
10 フィン 2 に接合できる。これにより、扁平管 3 の拡張と気密・耐圧検査を同じ工程で行なうことが可能であり、熱交換器の製造コストをいっそう低減することができる。

また、平行流路 14 を形成する扁平管 3 の隔壁 15 を屈曲させておくことにより、扁平管 3 の管側壁 21 および 22 が均一に広がるようになっている。このため、フィン 2 と扁平管 3 の接触面全周にわたり一様な接触面圧で接合できる。
15 フィン 2 と扁平管 3 とを機械的に接合する場合は、接触面圧が不均一になると、接触抵抗が発生し、扁平管 3 とフィン 2 との熱伝達が悪くなり、熱交換器の性能が劣化するが、本例の熱交換器 1 では、このような接触面圧の不均一さに起因した熱伝達の劣化を防止でき、熱交換性能がさらに高く、また、機械的強度も高いので耐久性も高い高性能な熱交換器 1 を提供できる。

20 基本的に、拡張する量を増すことにより面圧を増大させれば接触抵抗は減少するが、過渡な拡張量は隔壁 15 の座屈やフィン 2 の割れを引き起こす可能性がある。隔壁 15 の座屈などを防止する拡張率の範囲としては、1 ～ 5 パーセント程度であることが望ましい。ここで、拡張率とは、拡張後の扁平管 3 の外径を H' 、拡張前のバーリング穴 18 の内径を A としたときに、 $\{(H' / A) - 1\} \times 100$
25 00 で表されるものである。この拡張率は拡張子（または剛体棒）を扁平管 3 に挿入して拡張する場合は、剛体棒の寸法により管理できるが、扁平管 3 の内圧を高めて拡張する場合は、隔壁 15 の全長、または内圧の大きさと加圧時間をコントロールする必要が生じる。このうち、内圧と加圧時間をコントロールする方法は、部品の寸法公差、素材の成分公差、作業工程の環境管理などに大きく影響を

受け、熱交換器 1 を量産する際には内圧などを精度良く管理するのは困難である。
したがって、隔壁 15 の長さにより拡張率を管理することが最良の方法である。

隔壁 15 のたとえば、拡張前の扁平管 3 の短軸方向 Y の内径を L、拡張後の扁平管 3 の短軸方向 Y の内径を L'、扁平管 3 の外周側壁（天壁 21 および底壁 22）の板厚を t としたとき、隔壁 15 をほぼ真っ直ぐに伸ばすように変形させることで短軸方向 Y の拡張を行なうこととすると、拡張率を 1 ～ 5 パーセントに納めるための隔壁 15 の全長 L' は下式（1）により求めることができる。なお、扁平管 3 をバーリング穴 18 に入れるために必要なクリアランスは B とする。

$$L' = (1.01 \sim 1.05) \times \{ (L + 2t) + B \} - 2t \cdots (1)$$

10 このようにして求められた全長 L' を持った隔壁 15 を屈曲、湾曲または傾斜させて内径 L の扁平管内に設置すれば良い。具体的な数値を示せば次の通りである。拡張前の扁平管 3 の短軸方向 Y の外径 H を 1 mm、側壁板厚 t を 0.2 mm とすると、バーリング穴 18 の内径は 1.2 mm になる。挿入クリアランス B を 0.2 mm、フィンの拡張率を 3.5 パーセントとすると、拡張後の必要な扁平管 3 の短軸方向 Y の外径は 1.24 mm になり、このときの内径は 0.84 mm
15 になる。したがって、全長 L' が 0.84 mm となる隔壁 15 を屈曲、湾曲、もしくは傾斜させ、内径が 0.6 mm の扁平管内に設置すれば良い。

扁平管 3 に求められる拡張量、すなわち、（拡張後の扁平管 3 の短軸方向 Y の外径寸法 H'）－（拡張前の扁平管 3 の短軸方向 Y の外径寸法 H）は、扁平管 3
20 をバーリング穴 18 に挿入するときに必要なバーリング穴 18 とのクリアランスと、フィン 2 と適当な面圧を確保するために必要な変位量の和になるが、熱交換効率の更なる向上を狙い外形寸法 H を微小にするに従い、外形寸法 H に対する拡張量、つまりは必要な隔壁全長の比率は大きくなる。したがって、より小さい扁平管内にいつそう屈曲させた隔壁を設置する必要性が生じ、押出し成形にはより微
25 細で精密な加工が求められる。しかしながら、型の強度や成形時における材料まわりの条件から要求される形状の成形は困難になる。このため、まず、図 8

（a）に示すように、押出し成形で容易に加工できる外形寸法 H' の扁平管とした後、図 8（b）に示すように、プレス成形などによるサイジングを併用して扁平管の外形寸法 H を整えるようにすれば良い。このとき、隔壁 15 を確実にかつ

変形させ易くするには、押出し成形で隔壁 15 が僅かに屈曲するようにしておくことが望ましい。これにより、図 8 (c) に示すように、拡管後には外径寸法 H' の扁平管 3 が得られる。

上記の扁平管 3 の隔壁 15 は、その断面が「く」の字状になっているが、隔壁 15 の断面形状はこれに限定されるものではない。図 9 には扁平多穴管のいくつかのバリエーションを示してある。まず、図 9 (a) に示す隔壁 15 は、その断面形状がほぼ半円状に湾曲した形状になったものである。図 9 (b) に示す隔壁 15 は、その断面形状が図 9 (a) に示した隔壁とは逆方向に湾曲した形状になったものである。図 9 (c) に示す隔壁 15 は、その断面形状が「Z」字のよう

10 うに折れ曲がった形状のものである。図 9 (d) に示す隔壁 15 は、その断面形状が「W」字を約 90 度右回転させた形状のものである。図 9 (e) に示す隔壁 15 は、その断面形状が「S」字状になったものである。いずれの扁平管 3 であっても、扁平管 3 の内短径（短軸方向 Y の内径）より長くなるように扁平管 3 の長軸方向 X に屈曲または湾曲している。

15 また、屈曲または湾曲に限定されずに、断面形状が斜めになった隔壁 15 としても、扁平管 3 の内短径より長い全長を有する隔壁 15 を形成することが可能である。図 10 にその例を示してある。図 10 (a) に示すように、この扁平管 3 においては、中央から右側の各隔壁 15 が右下がりに傾斜し、左側の各隔壁 15 が左下がりに傾斜している。そして、天壁 21 の中央部 21 a が下方に若干湾曲した断面形状をしている。このため、図 10 (b) に示すように、扁平管 3 の内

20 圧を高めて拡管すると、各々の隔壁 15 は底壁 22 に対してほぼ直角に立ち上がり、天壁 21 の湾曲部分 21 a が盛り上がり、天壁 22 の外周 23 がほぼ水平になり、扁平管 3 とフィン 2 とを均一な接触面圧で接合できる。このように、隔壁 15 を斜めに傾けたときには、拡管前後に生ずる天壁 21 および／または底壁 2

25 2 の長さの差を吸収できる構造とすれば良い。

フィン 2 と扁平管 3 との間で均一な接触面圧を確保し、熱交換器 1 の性能を上げるためには、扁平管 3 の扁平度を上げることが基本的には望ましい。しかしながら、拡管によりフィン 2 と扁平管 3 とを接合する場合、実際にはフィン 2 のスプリングバックが影響する可能性が高い。このスプリングバックにより、扁平管

3には、その断面の長軸方向Xの中央付近に短軸方向Yに発生する接触面圧が期待通りに得られなくなる可能性がある。このため、この付近の拡張量を多めに設定することが望ましい。このためには、たとえば、図11に示すように、扁平管3の中央部付近の隔壁15がその他の隔壁15より長くなるようにすれば良い。

- 5 これにより、扁平管3を拡張すると、スプリングバックの影響を大きく受ける天壁21の中央部21aおよび底壁22の中央部22aの拡張量を増やすことができる。

- また、隔壁15の長さの変わりに、フィン2のバーリング穴18の形状からスプリングバックの影響を防ぐことも可能である。この場合は、図12に示すよう
10 に、バーリング穴の扁平管3の中央に対峙する部分18aが、その他の部分よりも狭くなったバーリング穴18をフィン2に形成しておけば良い。

- 本例の熱交換器1においては、空気などの外部気体Bに対する圧力損失を考慮すると、外部気体3の流れる方向に扁平管3の長軸方向Xを一致させることが望ましい。この状態で扁平管3を設置すると、多くのケースでは長軸方向Xが水平
15 方向になり、扁平管3に付着した水が溜まり、伝熱効率が低下する。そこで、図13に示すように、扁平管3を、その断面の長軸方向Xがフィン2の長手方向Zに対して直交する方向から傾く姿勢となるようにフィン2に取り付けることが望ましい。これにより、扁平管3の外周に付着した水滴、水、または凝縮水28は垂直方向に延びたフィン2を伝って下方に落ちるので、水切り性に優れており、
20 熱交換効率の低下を防止できる。

- なお、上記では、扁平管3を短軸方向Yに拡張する例を説明したが、短軸方向Yに加えて長軸方向Xに拡張することも可能である。この場合は、拡張後に必要な寸法を考慮して天壁21および底壁22を屈曲または湾曲させておけば良い。図14に破線で示す扁平管3はその一例である。この扁平管3であっても、実線
25 で示すように、拡張後に天壁21および底壁22が水平になるので、フィン2との接触面圧を均一にできる。

また、扁平管3を拡張してフィン2に接合するので、扁平管3とフィン2を溶接やろう付けする必要はないが、熱交換器1の用途に応じては溶接などを行なったほうが良い場合がある。すなわち、フィン2と扁平管3とを拡張という機械的

な接合により固定しているので、フィン2と扁平管3との接触抵抗の問題は完全には解決されず、フィン2と扁平管3を溶接した場合に対し最大で約10パーセントの熱交換性能の低下が予想される。このため、熱交換性能が優先される用途にあつては、フィン2と扁平管3とを溶接などにより接合することが求められる。

- 5 本発明においては、扁平管3の内圧を高めることにより、扁平管3の全周にわたって均一な拡張量が得られるので、扁平管3とフィン2と密着させた状態を作りやすい。このため、溶接、ろう付け、接着などに適した状態でフィン2と扁平管3を密着させることが可能であり、このような場合にも本発明は有効である。

- また、本発明は、フィン2に扁平管3を取り付けるために形成する開口はスリットでも良い。さらに、上記では、プレート状のフィン2を持つ熱交換器を説明したが、フィンの形状はプレート状に限定されない。そして、多穴管に限定されずに、扁平管であれば、本発明は適用可能である。さらに、上記の例では、ヘッダ同士を直管状の扁平管で接続した熱交換器を説明しているが、本発明により、直管部をU字型の連絡部で接続した部分を備えた蛇行状の扁平管を利用して
- 10 プレートフィン型の熱交換器を製造できる。すなわち、本発明においては、拡張子を挿入する必要がないという点で、熱媒体を通す管（扁平管に限らず）のアレンジはフレキシビリティになり、種々の構成のプレートフィン型の熱交換器を低コストで提供することが可能となる。

20 産業上の利用可能性

- 本発明は、フィンを貫通するように扁平管を取り付けた状態で、扁平管の内圧を高めて他の部分を拡張する加圧式拡張方法を採用することにより、フィンと扁平管との接触を図るようにしているので、扁平管として、微細な区画とされた複数の平行流路を備えた扁平多穴管を採用しても、扁平管の端部以外のその他の部分
- 25 分を確実に拡張でき、プレート状のフィンと扁平管とを機械的に接合することが可能になる。このため、低い製造コストで扁平多穴管が採用されたプレートフィン型熱交換器を製造でき、熱交換性能に優れた低コストの熱交換器を提供できる。

請 求 の 範 囲

1. ヘッダから伸びた扁平管と、その扁平管と接触するフィンとを有する熱交換器であって、
 - 5 前記扁平管が前記ヘッダに取り付けられた端部に対し、前記扁平管の他の部分が拡張されている熱交換器。
2. 前記扁平管が前記フィンを貫通するように取り付けられている、請求項 1 の熱交換器。
- 10 3. 前記扁平管は、内部が少なくとも 1 つの隔壁により複数の平行流路に分割された扁平多穴管である、請求項 1 の熱交換器。
4. 前記端部では、前記隔壁は、その少なくとも一部が変形して縮んだ状態であり、前記その他の部分では、前記隔壁は、ほぼ伸びた状態である、請求項 3 の
15 熱交換器。
5. 請求項 4 において、前記端部では、前記隔壁が屈曲、湾曲または傾いた状態である、請求項 4 の熱交換器。
- 20 6. 複数のプレート状の前記フィンと、これらのフィンに対し並列に貫通した状態で取り付けられた複数の前記扁平管とを有する、請求項 2 の熱交換器。
7. 前記扁平管は、その断面の長軸方向が前記フィンの長手方向に対して直交
25 するように取り付けられている、請求項 6 の熱交換器。
8. 前記扁平管は、その断面の長軸方向が前記フィンの長手方向に直交する方向からさらに傾いて取り付けられている、請求項 6 の熱交換器。

9. 前記長軸方向の中央またはその近傍に位置する前記隔壁が、他の前記隔壁よりも長くなっている、請求項7の熱交換器。

10. 前記フィンが前記扁平管を接合または取り付けのための開口を備えており、この開口は前記扁平管の中央に対峙する部分が、その他の部分よりも狭くなっている、請求項7の熱交換器。

11. 扁平管とフィンを取り付ける第1の工程と、
前記扁平管の内圧を高めて、前記扁平管の端部に対し当該扁平管の他の部分を
10 拡張し、前記フィンとの接触を図る第2の工程とを有する熱交換器の製造方法。

12. 前記第1の工程では、前記扁平管を、前記フィンを貫通するように取り付け、請求項11の熱交換器の製造方法。

15 13. 前記扁平管は、内部が少なくとも1つの隔壁により複数の平行流路に分割され、前記第1の工程では、前記隔壁は、その少なくとも一部が変形して縮んだ状態である、請求項11の熱交換器の製造方法。

14. 扁平管の端部をヘッドに取り付け、前記扁平管とフィンを組立て、前記
20 端部とヘッドとの取り付け部分をシールする第1の工程と、

前記扁平管の内圧を高めて、前記扁平管の端部に対し当該扁平管の他の部分を
拡張し、前記フィンとの接触を図る第2の工程とを有する熱交換器の製造方法。

15. 前記第1の工程では、前記扁平管の他の部分を、前記フィンを貫通する
25 ように取り付ける、請求項14の熱交換器の製造方法。

16. 前記第2の工程では前記ヘッドを通して前記扁平管を流体で満たして加圧する、請求項14の熱交換器の製造方法。

17. 前記扁平管は、内部が少なくとも1つの隔壁により複数の平行流路に分割された扁平多穴管である、請求項14の熱交換器の製造方法。

18. 前記第1の工程では、前記隔壁は、その少なくとも一部が変形して縮んだ状態であり、

前記第2の工程では、前記端部の前記隔壁は縮んだ状態であり、前記他の部分の前記隔壁はほぼ伸びた状態になる、請求項17の熱交換器の製造方法。

19. 前記第2の工程では、扁平管の内圧を、気密あるいは耐圧検査用の圧力またはそれ以上にする、請求項14の熱交換器の製造方法。

20. 前記第1の工程では、前記隔壁が屈曲、湾曲または傾いた状態である、請求項18の熱交換器の製造方法。

21. 前記第1の工程では、複数のプレート状の前記フィンに対し並列に貫通した状態で複数の前記扁平管を取り付ける、請求項15の熱交換器の製造方法。

22. 前記第1の工程では、前記扁平管を、その断面の長軸方向を前記フィンの長手方向に対して直交する方向に取り付ける、請求項21の熱交換器の製造方法。

23. 前記第1の工程では、前記扁平管を、その断面の長軸方向を前記フィンの長手方向に直交する方向からさらに傾けて取り付ける、請求項21の熱交換器の製造方法。

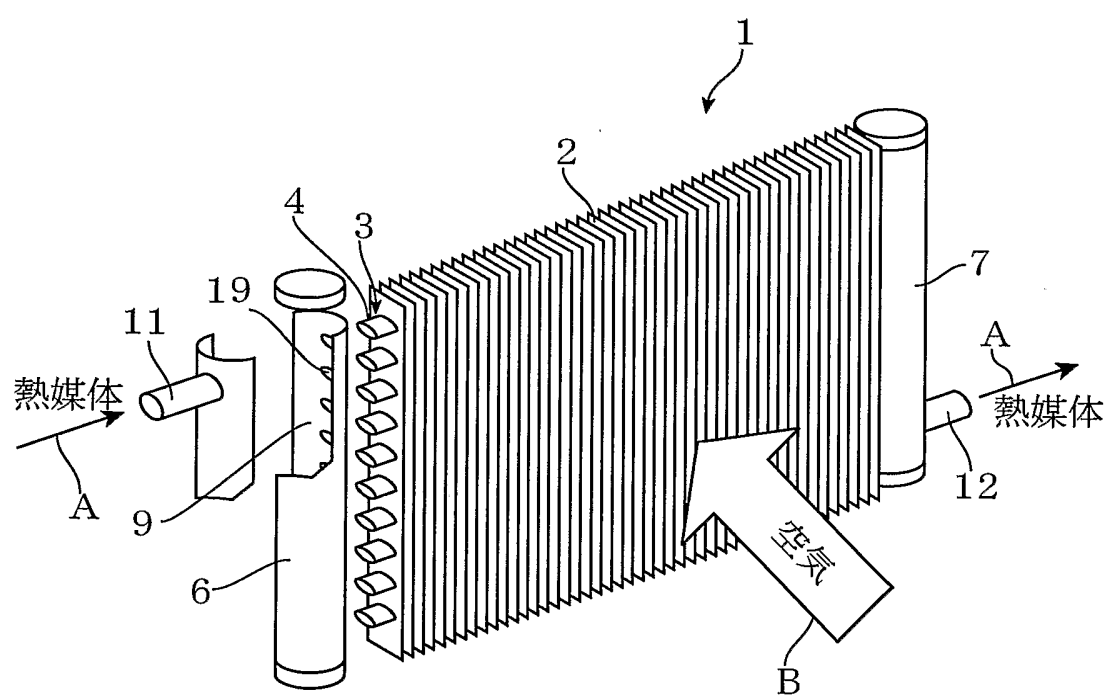
25

24. 前記第1の工程では、前記長軸方向の中央またはその近傍に位置する前記隔壁が、他の前記隔壁よりも長くなっている、請求項22の熱交換器の製造方法。

25. 前記フィンは前記扁平管を接合または取り付けるための開口を備えており、前記第1の工程では、前記開口は前記扁平管の中央に対峙する部分が、その他の部分よりも狭くなっている、請求項22の熱交換器の製造方法。

1 / 1 3

図 1



2 / 1 3

図 2

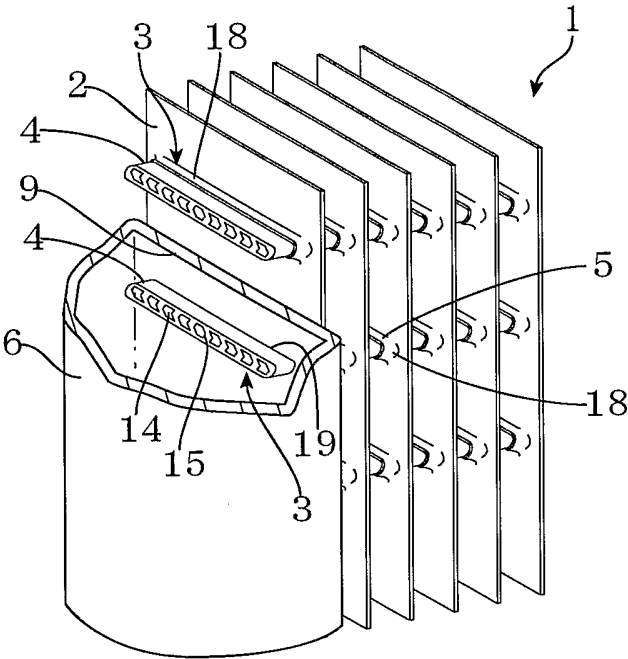
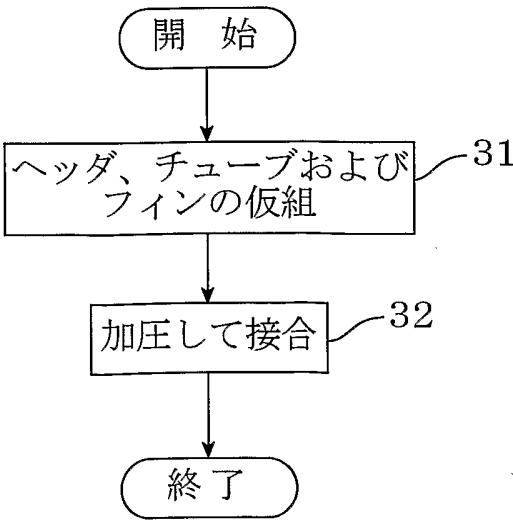


図 3



3 / 1 3

図 4

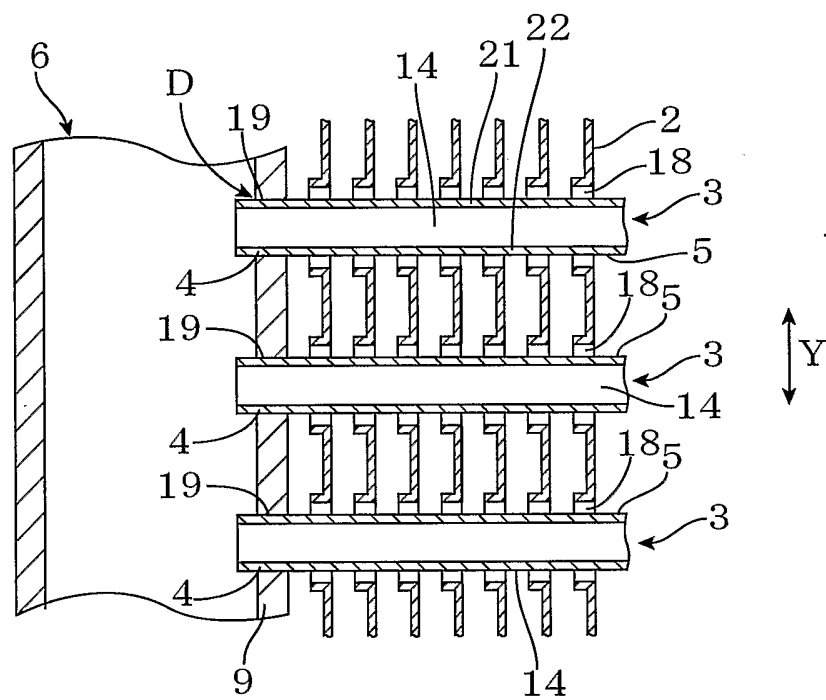
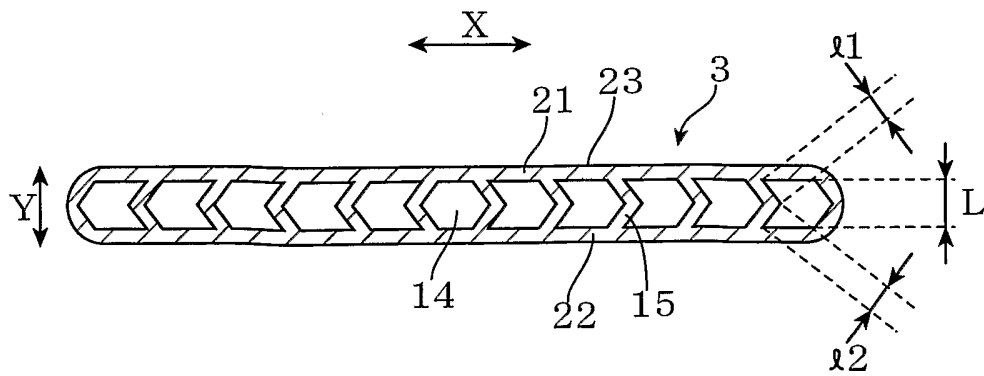


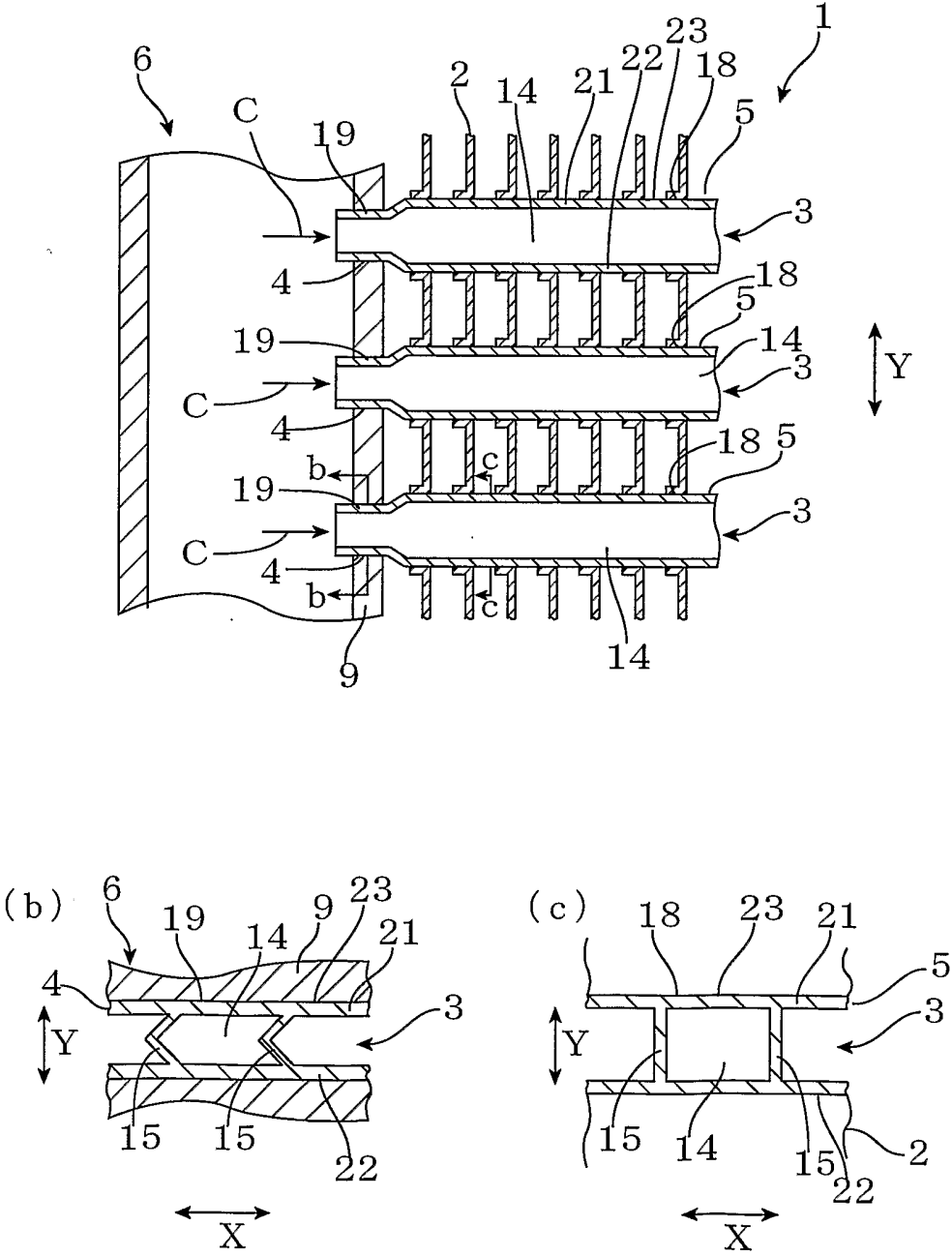
図 5



4 / 1 3

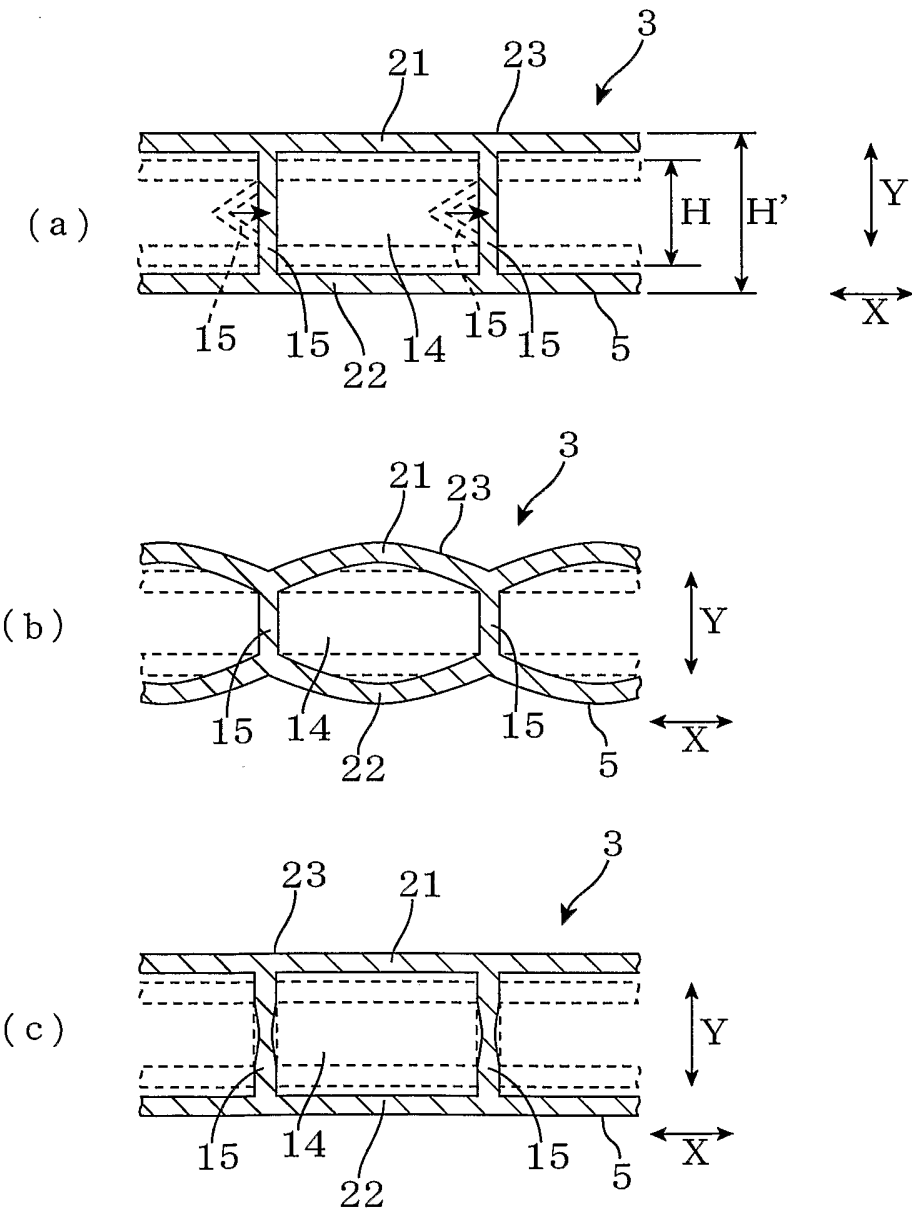
図 6

(a)



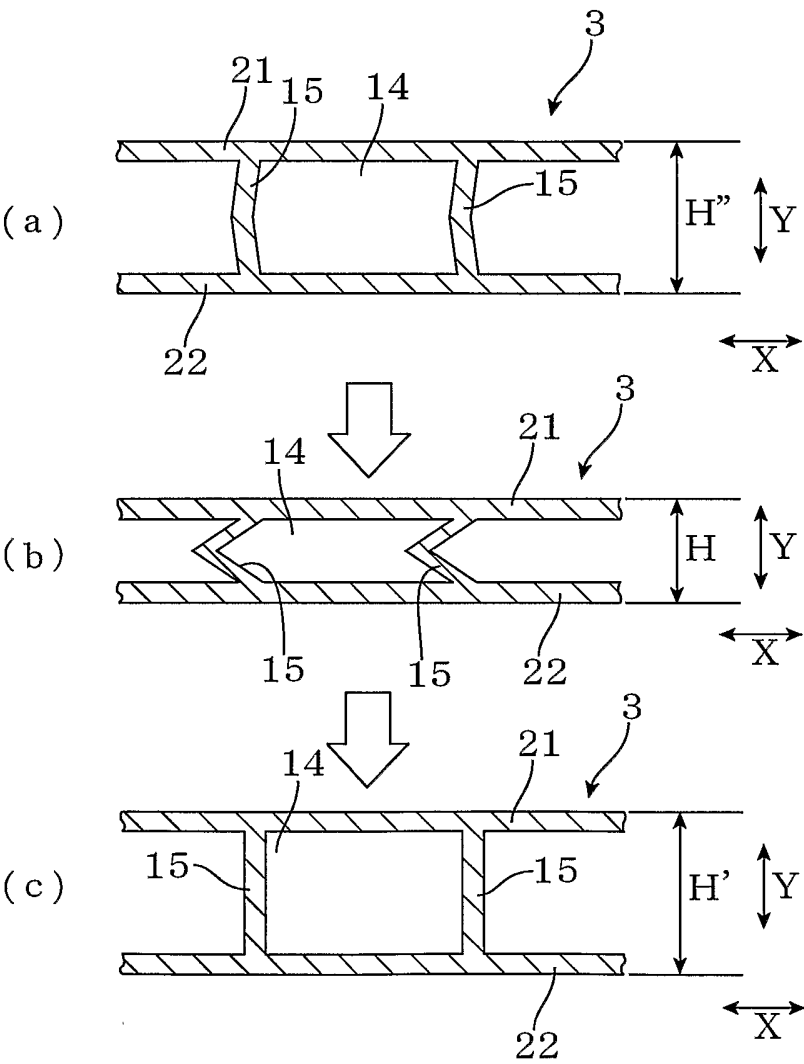
5 / 1 3

図 7



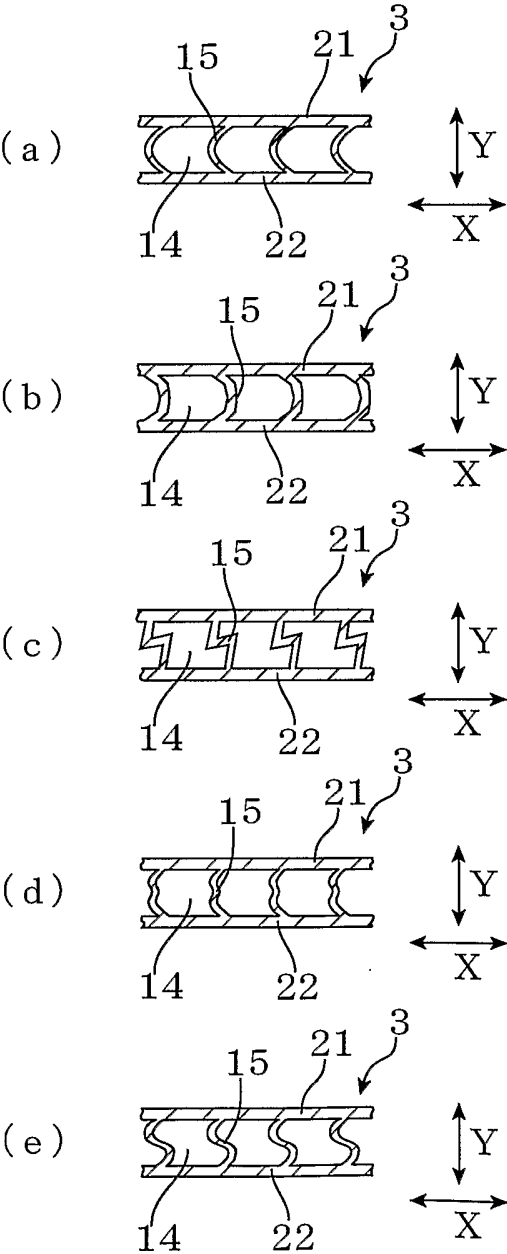
6 / 1 3

図 8



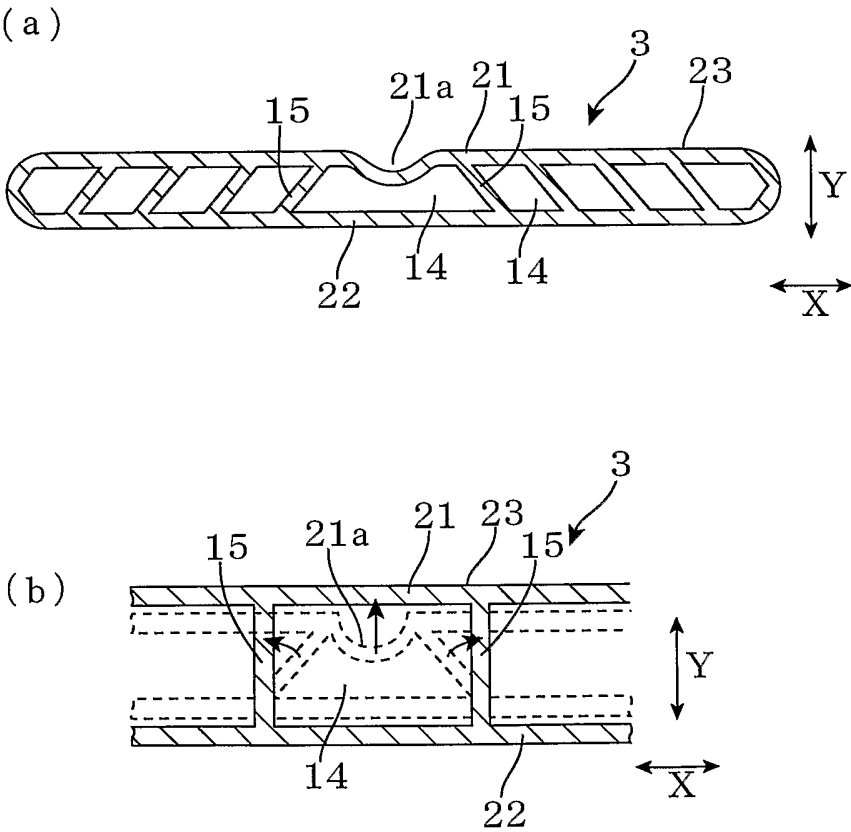
7 / 1 3

図 9



8 / 1 3

図 1 0



9 / 1 3

図 1 1

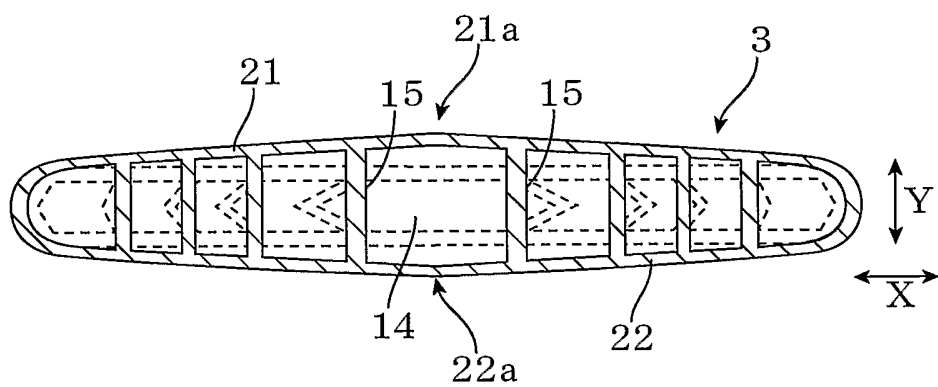
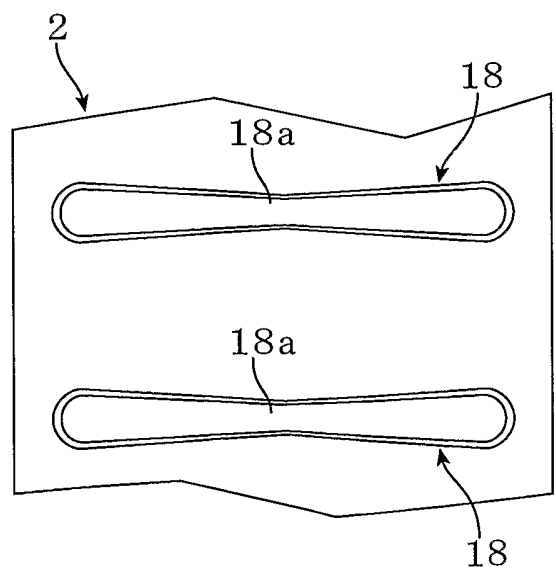


図 1 2



1 0 / 1 3

図 1 3

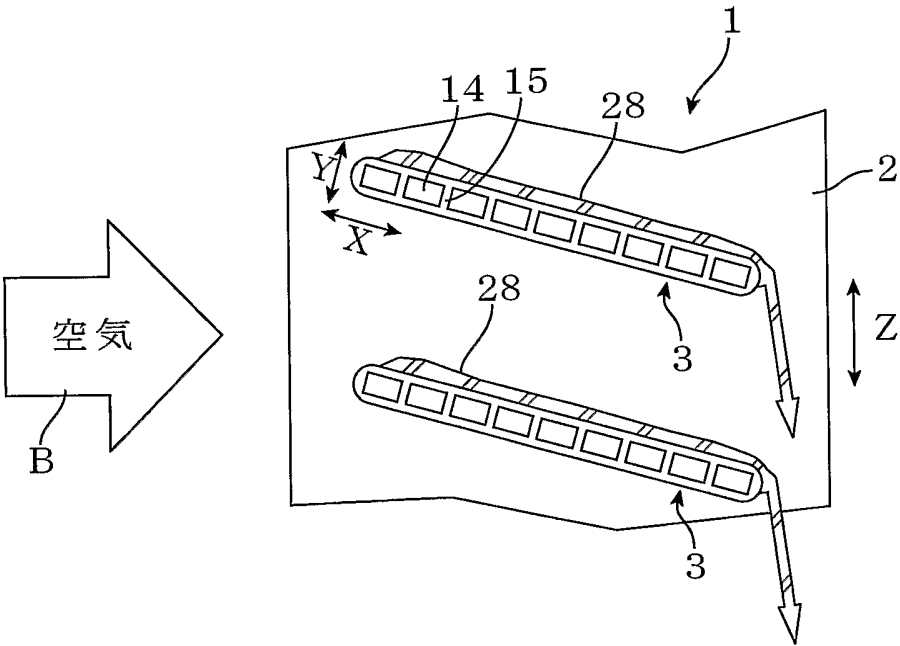
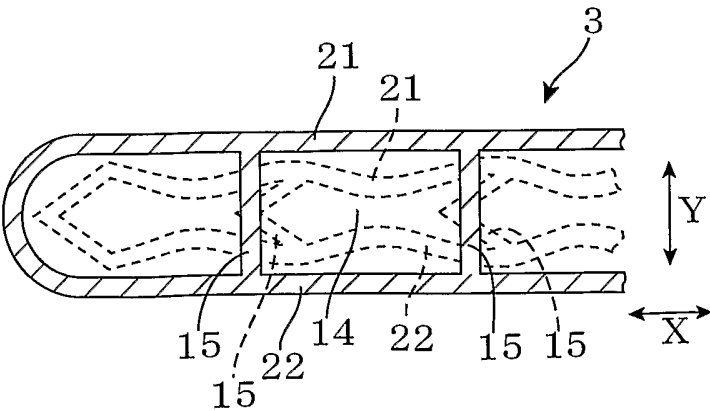
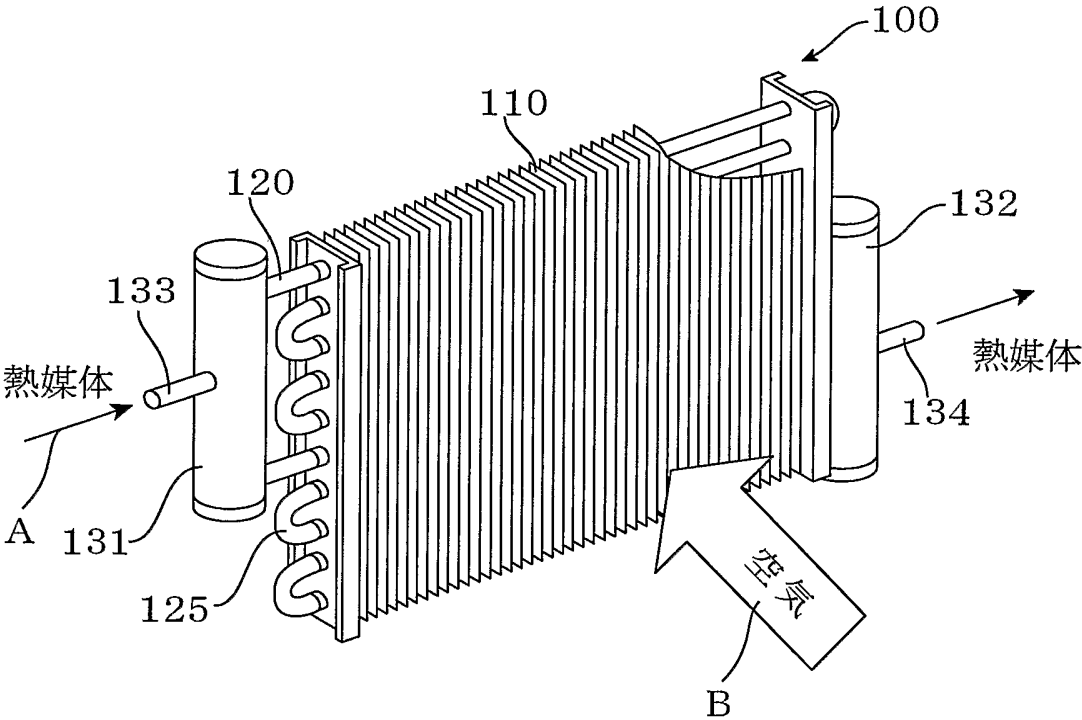


図 1 4



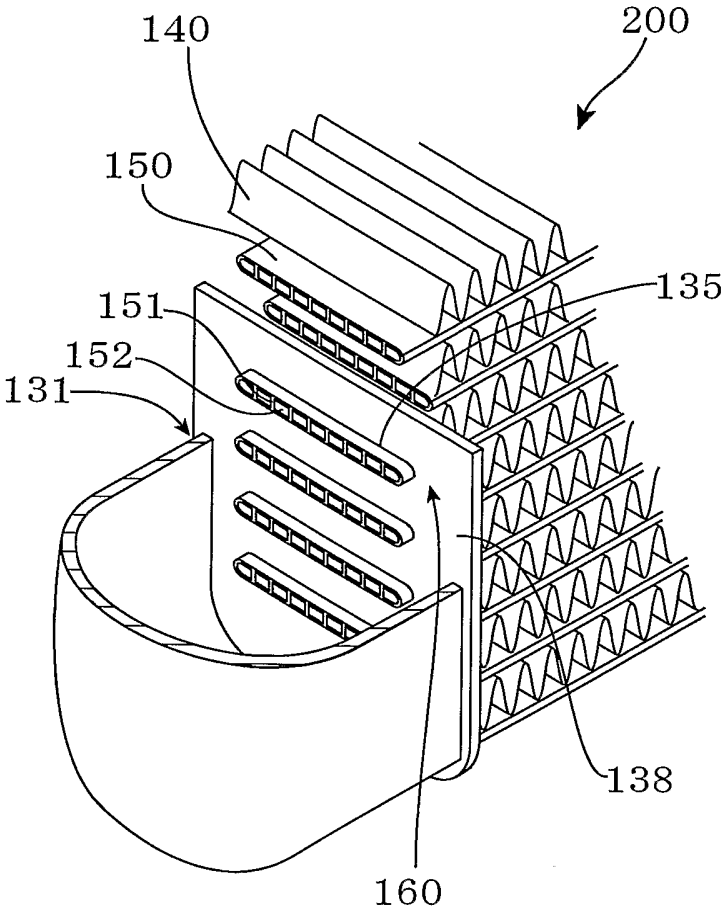
1 1 / 1 3

図 1 5



1 2 / 1 3

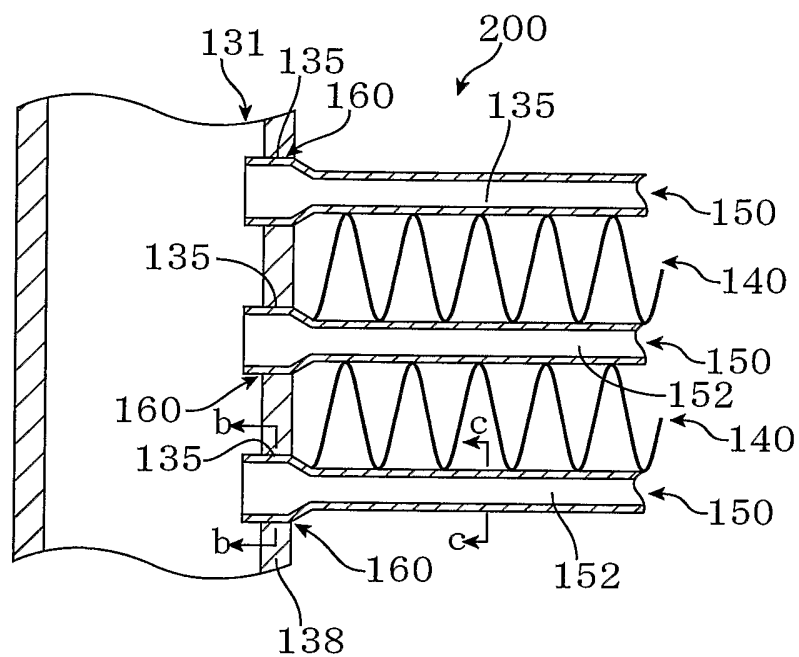
図 1 6



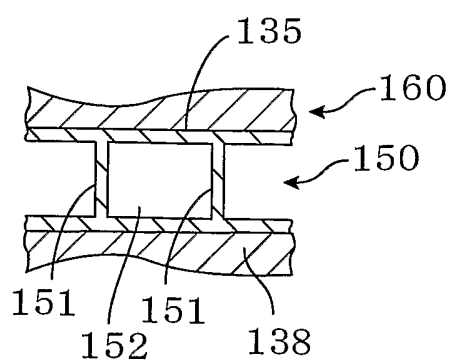
1 3 / 1 3

図 1 7

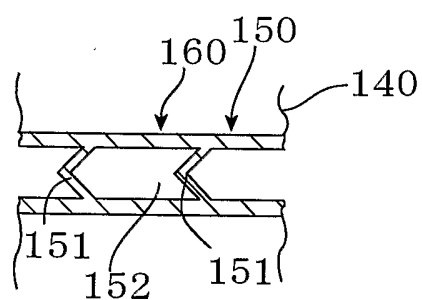
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/11642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F28F1/32, B21D53/08

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)
Int.Cl⁷ F28F1/32, B21D53/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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 58-164995 A (Kobe Steel, Ltd.), 29 September, 1983 (29.09.83), All pages (Family: none)	1-25
Y	JP 62-19691 A (Pedoro Mantin Berutei), 28 January, 1987 (28.01.87), All pages (Family: none)	1-25
Y	JP 57-195545 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 01 December, 1982 (01.12.82), All pages (Family: none)	1-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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
04 February, 2003 (04.02.03)

Date of mailing of the international search report
18 February, 2003 (18.02.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/11642

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 8-247678 A (Haruo NAGANO), 27 September, 1996 (27.09.96), All pages (Family: none)	8,23
Y	JP 11-320005 A (Showa Aluminum Corp.), 24 November, 1999 (24.11.99), All pages (Family: none)	9,24
Y	US 4269267 A1 (S.A. FRANCAISE DU FERODO), 26 May, 1981 (26.05.81), All pages & JP 54-050467 A	10,25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ F28F1/32, B21D53/08		
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 ⁷ F28F1/32, B21D53/08		
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 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (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	J P 58-164995 A (株式会社神戸製鋼所) 1983. 09. 29, 全頁 (ファミリーなし)	1-25
Y	J P 62-19691 A (ペドロ・マンチン・ベルテイ) 1987. 01. 28, 全頁 (ファミリーなし)	1-25
Y	J P 57-195545 A (三洋電機株式会社) 1982. 12. 01, 全頁 (ファミリーなし)	1-25
Y	J P 8-247678 A (永野 春雄) 1996. 09. 2	8, 23
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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 「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 「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 「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) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 04. 02. 03	国際調査報告の発送日 18.02.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 長崎 洋一 電話番号 03-3581-1101 内線 3377	

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
	7, 全頁 (ファミリーなし)	
Y	JP 11-320005 A (昭和アルミニウム株式会社) 1999. 11. 24, 全頁 (ファミリーなし)	9, 24
Y	US 4269267 A1 (SOCIETE ANONYME FRANCAISE DU FERODO) 1981. 05. 26, 全頁 & JP 54-050467 A	10, 25