(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2022-186860
(P2022-186860A)
(43)公開日　令和4年12月15日(2022.12.15)

(51)国際特許分類　FI
F28F 3/08 (2006.01)　F28F 3/08 301B
F28F 1/00 (2006.01)　F28F 1/00 B

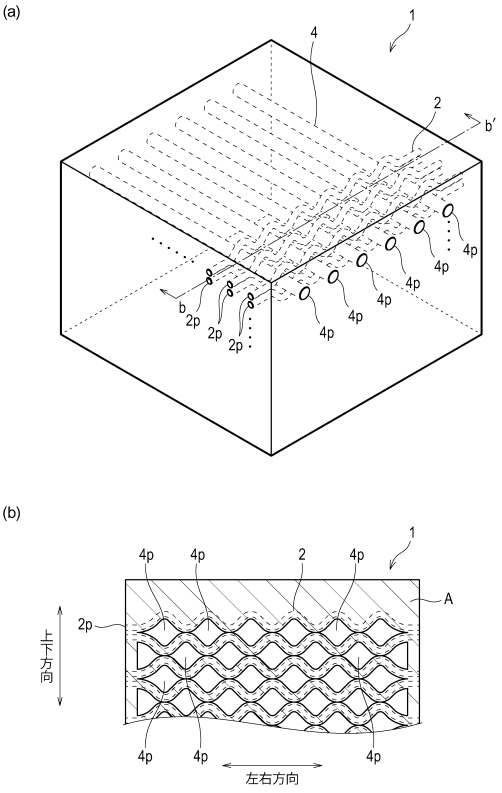
審査請求　有　請求項の数　1　OL　（全18頁）

(21)出願番号　特願2022-170251(P2022-170251)
(22)出願日　令和4年10月25日(2022.10.25)
(62)分割の表示　特願2020-526782(P2020-526782)の分割
原出願日　平成30年6月27日(2018.6.27)

(71)出願人　307009034
株式会社ＷＥＬＣＯＮ
新潟県新潟市秋葉区矢代田１５番地１
(74)代理人　100137589
弁理士　右田 俊介
(74)代理人　100160864
弁理士　高橋 政治
(72)発明者　鈴木 裕
新潟県新潟市秋葉区矢代田１５番地１
株式会社ＷＥＬＣＯＮ内
(72)発明者　斎藤 隆
新潟県新潟市秋葉区矢代田１５番地１
株式会社ＷＥＬＣＯＮ内
(72)発明者　五十嵐 真吾
新潟県新潟市秋葉区矢代田１５番地１
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　熱輸送デバイスおよびその製造方法

(57)【要約】
【課題】一方の流路が蛇行していて２つの流路の間隔がおおむね一定に保たれているために熱通過率が高く、その結果、小型化、軽量化または薄型化等を達成することができる熱輸送デバイスの提供。
【解決手段】第１流体が流通する第１流路および第２流体が流通する第２流路を有する熱輸送デバイスであって、下記［要件１］～［要件３］を満たす断面Ａを得ることができる熱輸送デバイスによって上記課題を解決する。［要件１］断面Ａは第２流路に対して直角の断面である。［要件２］第２流路の孔が左右方向に並んでおり、上下方向に層をなすように配置されていて、加えて、上下方向に隣り合う孔の層を対比したときに第２流路の孔は左右方向では同じ位置に配置されていない。［要件３］上下方向に隣り合う孔の層の間に第１流路が存在し、第１流路は上下方向から挟まれる孔の層における第２流路の孔を回避するように上下方向に蛇行している。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１流体が流通する第１流路および第２流体が流通する第２流路を有する熱輸送デバイスであって、
下記［要件１］～［要件３］を満たす断面Ａを得ることができる、熱輸送デバイス。
［要件１］前記断面Ａは、前記第２流路に対して直角の断面である。断面Ａ内は連続一体性があり、金属からなる。
［要件２］前記断面Ａにおいて、前記第１流体が蛇行しながら流通している方向を左右方向とした場合に、前記第２流路の孔が左右方向に列状に並んでおり、かつ、列状の孔が上下方向に層をなすように配置されていて、加えて、上下方向に隣り合う列状の孔の層を対比したときに前記第２流路の孔は左右方向では同じ位置に配置されていない。
［要件３］上下方向に隣り合う列状の孔の層の間に前記第１流路が存在し、前記第１流路と前記第２流路とは繋がっておらず、前記第１流路は上下方向から挟まれる列状の孔の層における前記第２流路の孔を回避するように上下方向に蛇行している。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は熱輸送デバイスおよびその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
２流体間にて熱交換させることで機能を果たす熱輸送デバイスとして、熱交換器、蒸発器、凝縮器、エアコン等の室外機、室内機、ラジエーター、反応器、燃料電池関連部品、インクジェット用部品などが挙げられる。
例えば特許文献１には、図１６に示す熱交換器が示されている。図１６は従来の熱交換器の概略斜視図である。
図１６に示す熱交換器１０１は拡散接合によって形成されたものであり、熱交換される異なる２種類の冷媒を流通させる第１の流体通路１０２を一主面に形成したプレートと、この第１の流体通路１０２と直交する方向に形成された第２の流体通路１０４を一主面に形成したプレートとを重ね合わせ、これらを真空中で加圧および加熱することにより接合一体化されて形成されている。このように構成された熱交換器１０１は、上下に積層された各プレートの第１の流体通路１０２を流れる第１の冷媒と、第２の流体通路１０４を流れる第２の冷媒とが熱交換するようになっている。また、熱交換器１０１内を流れる冷媒の流体通路１０２、１０４は、図１６に示すように、その積層方向において交互に組み合わせるのが一般的である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特表２００３－５０６３０６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
本願発明者は２流体間の熱通過率を高める方法を検討した。
ここで、図１６におけるａ－ａ'線断面の一部の概略図である図１７を示す。図１７に示すように、第１の流体通路１０２において第２の流体通路１０４に最も近い位置にある点αと、最も遠い位置にある点βを比較した場合、点αにおいては熱通過率が高く、点βにおいて熱通過率が低くなる。なお、熱交換器の強度を保つために、点αと流体通路１０４との距離に下限値がある。
そこで、本願発明者は、流体通路１０２の点αと流体通路１０４との距離を保持したまま、流体通路１０２の点βと流体通路１０４との距離を短くすることができれば、熱交換器全体の熱通過率を高めることができると考えた。そして、第１の流体通路が図１７に示

すような直線的なものではなく、図１に示すような蛇行した流体流路とすることができれば、これを実現することができると考えた。
ただし、熱交換器全体の強度を保ちつつ、かつ低コストを実現しながら、流体流路を図１に示すような複雑な流路構造とすることは極めて困難である。
【０００５】
本発明は、上記の課題を解決することを目的とする。
すなわち、一方の流路が蛇行していて２つの流路の間隔が小さく、かつ、おおむね一定に保たれているために熱通過率が高く、その結果、小型化、軽量化または薄型化等を達成することができる熱輸送デバイスを提供することを目的とする。また、そのようなそのような熱輸送デバイスであって、強度が高い熱輸送デバイスを低コストで製造する方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明者は上記課題を解決するため鋭意検討し、本発明を完成させた。
本発明は以下の（１）～（７）である。
（１）第１流体が流通する第１流路および第２流体が流通する第２流路を有する熱輸送デバイスであって、
下記［要件１］～［要件３］を満たす断面Ａを得ることができる、熱輸送デバイス。
［要件１］前記断面Ａは、前記第２流路に対して直角の断面である。
［要件２］前記断面Ａにおいて、前記第１流体が蛇行しながら流通している方向を左右方向とした場合に、前記第２流路の孔が左右方向に列状に並んでおり、かつ、列状の孔が上下方向に層をなすように配置されていて、加えて、上下方向に隣り合う列状の孔の層を対比したときに前記第２流路の孔は左右方向では同じ位置に配置されていない。
［要件３］上下方向に隣り合う列状の孔の層の間に前記第１流路が存在し、前記第１流路と前記第２流路とは繋がっておらず、前記第１流路は上下方向から挟まれる列状の孔の層における前記第２流路の孔を回避するように上下方向に蛇行している。
（２）平板Ｐの主面の少なくとも一部を除去加工して、その主面に凹みを形成し、その凹みが形成されている部分である加工部を前記主面内に含む加工平板Ｑを得る平板加工工程と、
上面平板Ｒと前記加工平板Ｑとの間に第１流体が流通する前記加工部からなる第１流路が形成されるように、前記上面平板Ｒと前記加工平板Ｑとの主面同士を密着させ、前記上面平板Ｒおよび前記加工平板Ｑの主面同士を接合して第１流路プレートを得る第１接合工程と、
前記第１流路が変形するように、前記第１流路プレートの主面の少なくとも一部を塑性加工し、その主面に凹みを形成することで、その凹みが形成されている部分である塑性変形部を主面内に含む、第２流路プレートを得る塑性加工工程と、
複数の前記第２流路プレートを重ね、前記第２流路プレートと別の前記第２流路プレートとの間に前記第１流路と平行ではない第２流体が流通する複数の第２流路が形成されるように、複数の前記第２流路プレートの主面同士が接するように接合する第２接合工程と、
を備える熱輸送デバイスの製造方法。
（３）平板Ｐの主面の少なくとも一部を塑性加工して、その主面に凹みを形成し、その凹みが形成されている部分である加工部を前記主面内に含む加工平板Ｑを得る平板加工工程と、
前記加工平板Ｑと主面同士を密着させても前記加工部と接する部分がないように加工された平板状のスペーサーＸを用意し、前記加工平板Ｑと前記スペーサーＸとの主面同士を接触させ、上面平板Ｒおよび下面平板Ｓによって前記スペーサーＸと共に前記加工平板Ｑを挟み、その後、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に前記加工部はなく前記スペーサーＸのみが存在している部分においては、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に隙間がなく、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に前記加工部はあり前記スペーサーＸ

は存在しない部分においては、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に第１流体が流通する第１流路が形成されるように、前記上面平板Ｒ、前記加工平板Ｑ、前記スペーサーＸおよび前記下面平板Ｓの主面同士を接合して第１流路プレートを得る第１接合工程と、
　前記第１流路が変形するように、前記第１流路プレートの主面の少なくとも一部を塑性加工し、その主面に凹みを形成することで、その凹みが形成されている部分である塑性変形部を主面内に含む、第２流路プレートを得る塑性加工工程と、
　複数の前記第２流路プレートを重ね、前記第２流路プレートと別の前記第２流路プレートとの間に前記第１流路と平行ではない第２流体が流通する複数の第２流路が形成されるように、複数の前記第２流路プレートの主面同士が接するように接合する第２接合工程と、
を備える熱輸送デバイスの製造方法。
（４）前記第２接合工程において、
　前記第２流路プレートと主面同士を密着させても前記塑性変形部と接する部分がないように加工されている平板状のスペーサーＹを用意し、
　１枚目の前記第２流路プレート、１枚目のスペーサーＹ、２枚目の前記第２流路プレート、３枚目の前記第２流路プレート、２枚目の前記スペーサーＹ、および４枚目の前記第２流路プレートをこの順に重ね、各々の主面同士を接合する操作を含む、上記（２）または（３）に記載の熱輸送デバイスの製造方法。
（５）前記第２接合工程において、
　平板Ｔを用意し、
　１枚目の前記第２流路プレート、１枚目の前記スペーサーＹ、１枚目の平板Ｔ、２枚目の前記第２流路プレート、２枚目の前記スペーサーＹ、および２枚目の平板Ｔをこの順に重ね、各々の主面同士を接合する操作を含む、上記（２）または（３）に記載の熱輸送デバイスの製造方法。
（６）前記第１接合工程において、
　前記上面平板Ｒ、前記加工平板Ｑ、前記下面平板Ｓおよび前記スペーサーＸからなる群から選ばれる少なくとも２つの主面同士を拡散接合によって接合する、上記（２）～（５）のいずれかに記載の熱輸送デバイスの製造方法。
（７）前記第２接合工程において、
　前記第２流路プレートおよび別の前記第２流路プレート、前記第２流路プレートおよび前記スペーサーＹ、前記第２流路プレートおよび前記平板Ｔ、ならびに、前記スペーサーＹおよび前記平板Ｔ、からなる群から選ばれる少なくとも１つの主面同士を拡散接合によって接合する、上記（２）～（６）のいずれかに記載の熱輸送デバイスの製造方法。
【発明の効果】
【０００７】
　本発明によれば、一方の流路が蛇行していて２つの流路の間隔が小さく、かつ、おおむね一定に保たれているために熱通過率が高く、その結果、小型化、軽量化または薄型化等を達成することができる熱輸送デバイスを提供することができる。また、そのような熱輸送デバイスであって、強度が高い熱輸送デバイスを低コストで製造する方法を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】従来の熱交換器に対する本発明のデバイスの特徴を説明するための概略図である。
【図２】図２（ａ）は本発明のデバイスの概略斜視図（例示）であり、図２（ｂ）は図２（ａ）におけるｂ－ｂ'線断面図である。
【図３】図３（ａ）は別の本発明のデバイスの概略斜視図（例示）であり、図３（ｂ）は図３（ａ）におけるｃ－ｃ'線断面図である。
【図４】図４（ａ）はさらに別の本発明のデバイスの概略斜視図（例示）であり、図４（ｂ）は図４（ａ）におけるｄ－ｄ'線断面図である。

【図５】本発明のデバイスを上方から見たときに、第１流路のみが透過して見えたと仮定した場合の第１流路の構成例を示す図である。
【図６】本発明のデバイスを上方から見たときに、第２流路のみが透過して見えたと仮定した場合の第２流路の構成例を示す図である。
【図７】本発明のデバイスの概略断面図（例示）である。
【図８】本発明のデバイスの概略斜視図（例示）である。
【図９】本発明の製造方法における平板加工工程を説明するための概略図である。
【図１０】本発明の製造方法における別の平板加工工程を説明するための概略図である。
【図１１】本発明の製造方法における第１接合工程を説明するための概略図である。
【図１２】本発明の製造方法における別の第１接合工程を説明するための概略図である。
【図１３】本発明の製造方法における塑性加工工程を説明するための概略図である。
【図１４】本発明の製造方法における第２接合工程を説明するための概略図である。
【図１５】本発明の製造方法における別の第２接合工程を説明するための概略図である。
【図１６】従来の熱交換器の概略斜視図である。
【図１７】図１６のａ－ａ'線断面図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
本発明について説明する。
本発明は、第１流体が流通する第１流路および第２流体が流通する第２流路を有する熱輸送デバイスであって、下記［要件１］～［要件３］を満たす断面Ａを得ることができる、熱輸送デバイスである。
［要件１］前記断面Ａは、前記第２流路に対して直角の断面である。
［要件２］前記断面Ａにおいて、前記第１流体が蛇行しながら流通している方向を左右方向とした場合に、前記第２流路の孔が左右方向に列状に並んでおり、かつ、列状の孔が上下方向に層をなすように配置されていて、加えて、上下方向に隣り合う列状の孔の層を対比したときに前記第２流路の孔は左右方向では同じ位置に配置されていない。
［要件３］上下方向に隣り合う列状の孔の層の間に前記第１流路が存在し、前記第１流路と前記第２流路とは繋がっておらず、前記第１流路は上下方向から挟まれる列状の孔の層における前記第２流路の孔を回避するように上下方向に蛇行している。
このような熱輸送デバイスを、以下では「本発明のデバイス」ともいう。
【００１０】
また、本発明は、平板Ｐの主面の少なくとも一部を除去加工して、その主面に凹みを形成し、その凹みが形成されている部分である加工部を前記主面内に含む加工平板Ｑを得る平板加工工程と、上面平板Ｒと前記加工平板Ｑとの間に第１流体が流通する前記加工部からなる第１流路が形成されるように、前記上面平板Ｒと前記加工平板Ｑとの主面同士を密着させ、前記上面平板Ｒおよび前記加工平板Ｑの主面同士を接合して第１流路プレートを得る第１接合工程と、前記第１流路が変形するように、前記第１流路プレートの主面の少なくとも一部を塑性加工し、その主面に凹みを形成することで、その凹みが形成されている部分である塑性変形部を主面内に含む、第２流路プレートを得る塑性加工工程と、複数の前記第２流路プレートを重ね、前記第２流路プレートと別の前記第２流路プレートとの間に前記第１流路と平行ではない第２流体が流通する複数の第２流路が形成されるように、複数の前記第２流路プレートの主面同士が接するように接合する第２接合工程と、を備える熱輸送デバイスの製造方法である。
このような熱輸送デバイスの製造方法を、以下では「本発明の第１の製造方法」ともいう。
【００１１】
また、本発明は、平板Ｐの主面の少なくとも一部を塑性加工して、その主面に凹みを形成し、その凹みが形成されている部分である加工部を前記主面内に含む加工平板Ｑを得る平板加工工程と、前記加工平板Ｑと主面同士を密着させても前記加工部と接する部分がないように加工された平板状のスペーサーＸを用意し、前記加工平板Ｑと前記スペーサーＸ

との主面同士を接触させ、上面平板Ｒおよび下面平板Ｓによって前記スペーサーＸと共に前記加工平板Ｑを挟み、その後、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に前記加工部はなく前記スペーサーＸのみが存在している部分においては、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に隙間がなく、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に前記加工部はあり前記スペーサーＸは存在しない部分においては、前記上面平板Ｒと前記下面平板Ｓとの間に第１流体が流通する第１流路が形成されるように、前記上面平板Ｒ、前記加工平板Ｑ、前記スペーサーＸおよび前記下面平板Ｓの主面同士を接合して第１流路プレートを得る第１接合工程と、前記第１流路が変形するように、前記第１流路プレートの主面の少なくとも一部を塑性加工し、その主面に凹みを形成することで、その凹みが形成されている部分である塑性変形部を主面内に含む、第２流路プレートを得る塑性加工工程と、複数の前記第２流路プレートを重ね、前記第２流路プレートと別の前記第２流路プレートとの間に前記第１流路と平行ではない第２流体が流通する複数の第２流路が形成されるように、複数の前記第２流路プレートの主面同士が接するように接合する第２接合工程と、を備える熱輸送デバイスの製造方法である。

このような熱輸送デバイスの製造方法を、以下では「本発明の第２の製造方法」ともいう。

【００１２】

以下において単に「本発明の製造方法」と記した場合、「本発明の第１の製造方法」および「本発明の第２の製造方法」のいずれをも意味しているものとする。

【００１３】

本発明のデバイスは、本発明の製造方法によって好ましく製造することができる。

【００１４】

＜本発明のデバイス＞

初めに、本発明のデバイスについて説明する。

本発明のデバイスは第１流体が流通する第１流路および第２流体が流通する第２流路を有する熱輸送デバイスであり、例えば、冷凍機器や空調機器に含まれる熱交換器として好ましく用いることができる。その他、コンピューター等の電子機器を冷却するために用いられる冷却デバイスとしても、用いることができる。

【００１５】

第１流体および第２流体は特に限定されず、例えば従来公知の冷媒を用いることができる。具体的には水（純水等）、アルコール（エタノール等）、フロン、代替フロン等を用いることができる。

【００１６】

第１流路および第２流路の断面形状や直径等は特に限定されない。例えば断面が略円形で、その直径（等面積円相当径）が０．０５～５ｍｍであってよく、０．２～２ｍｍであることが好ましい。

【００１７】

第１流路と第２流路との最短距離が短いほど、熱通過率を高めることができるため好ましいが、逆に長いほど、本発明のデバイスの強度を高めることができるため好ましい。本発明のデバイスに求められる性能によって、第１流路と第２流路との距離の最適値を選択することができる。例えば、第１流路と第２流路との最短距離は０．０５～１ｍｍであってよく、０．１～０．３ｍｍであることが好ましい。

【００１８】

本発明のデバイスについて、概略図を用いて説明する。

図２（ａ）は、本発明のデバイスの概略斜視図を示しており、図２（ｂ）は図２（ａ）おけるｂ－ｂ'線断面図を示している。

図２に例示した本発明のデバイス１では、図２（ａ）に示すように、第１流体が流通する第１流路２と、第２流体が流通する第２流路４とがおおむね直交している。

しかしながら、本発明のデバイスでは、第１流体が流通する第１流路２と、第２流体が流通する第２流路４とが直交していなくてもよい。

例えば、図３に例示する本発明のデバイスのように、第２流路４に対して、第１流路２が直交しない方向に形成されていてもよい。
また、例えば、図４に例示する本発明のデバイスのように、第２流路４がジグザグであってもよい。
なお、図２～４において「２ｐ」は第１流路の入口もしくは出口の孔または断面に現れた第１流路の孔を示しており、「４ｐ」は第２流路の入口もしくは出口の孔を示している。

【００１９】
本発明のデバイスは、下記［要件１］～［要件３］を満たす断面Ａを得ることができる、熱輸送デバイスである。

【００２０】
［要件１］
図２～４に例示するような本発明のデバイスは、本発明のデバイスを第２流路に対して直角の方向にて切断することで、図２（ｂ）、図３（ｂ）および図４（ｂ）に例示するような断面Ａを得ることができる。
なお、断面Ａは、本発明のデバイスにおける全ての第２流路に対して直角の方向の断面でなくてもよい。第２流路の構成によっては、全ての第２流路に対して直角の断面を得ることができない場合もありえる。そのような場合は、本発明のデバイスにおける第２流路の一部に対して（本発明のデバイスにおける、できるだけ多くの第２流路に対して）直角の方向の断面を、本発明のデバイスにおける断面Ａとする。

【００２１】
例えば図２に示した本発明のデバイス１の場合であれば、第２流路４は直線的に形成されているので、この流路に対して直角の方向の断面、すなわち、図２（ａ）におけるｂ－ｂ'線断面が断面Ａとなり、これを図示すれば図２（ｂ）のようになる。
また、例えば図３に示した本発明のデバイス１の場合も第２流路４は直線的に形成されているので、この流路に対して直角の方向の断面、すなわち、図３（ａ）におけるｃ－ｃ'線断面が断面Ａとなり、これを図示すれば図３（ｂ）のようになる。なお、図３（ａ）に示すように第１流路２が第２流路４に対して斜め方向に形成されている場合、図３（ｂ）に示すように、断面Ａにおいては第１流路の孔２ｐが複数個現れる可能性がある。また、理解を容易にするために図３（ｂ）には第１流路２の位置（または第１流路２が断面Ａから透けて見えたと仮定した場合の線）を点線で示しているが、図３（ｂ）の場合、実際は図３（ｂ）に第１流路２の孔２ｐのみが現れるはずである。
また、例えば図４に示した本発明のデバイス１の場合、第２流路４は直線的に形成されていないが、この流路に対して直角の方向の断面を得ることは可能である。すなわち、図４（ａ）におけるｄ－ｄ'線断面が断面Ａとなり、これを図示すれば図４（ｂ）のようになる。図４（ａ）では第２流路の方向変更箇所（曲がっている箇所）にて本発明のデバイスを切断しているが、その他の箇所にて切断することもできる。

【００２２】
なお、図２～図４における第１流路および第２流路は理解を容易にするために極めて単純な構成の流路を図示している。例えば本発明のデバイスを上方から見たときに、第１流路のみが透過して見えたとすると、図５のような流路を構成している場合もある。また、例えば本発明のデバイスを上方から見たときに、第２流路のみが透過して見えたとすると、図６のような流路を構成している場合もある。
その他、第１流路および第２流路の形状等は、コルゲートパターン（平行波型）、ヘリンボーン型（ニシンの骨型）、ダブルヘリンボーン型などもあり得る。

【００２３】
［要件２］
要件２について図７を用いて説明する。図７は図２（ｂ）と同様の断面Ａを示している。また、図２（ｂ）では第２流路の孔を「４ｐ」と示していたが、図７では「P_{mk}」（ｍおよびｋは１以上の整数とする）と示している。

本発明のデバイスでは、図７に例示するように、断面Ａにおいて第１流体が蛇行しながら流通している方向を左右方向とした場合に、第２流路の孔（P_{mk}）が左右方向に列状に並んでおり、かつ、列状の孔が上下方向に層をなすように配置されている。図７では、左右方向に列状に孔（P_{mk}）が並んでおり、列状の孔が上下方向に孔の層が３層存在している。そして、それらの列状の孔の層を下方から上方へ第１層、第２層および第３層とし、第１層の孔を「P_{1k}」、第２層の孔を「P_{2k}」、第３層の孔を「P_{3k}」とする。つまり、ｍを層の番号とする。また、各層において孔は左から右へ「P_{m1}」、「P_{m2}」、「P_{m3}」・・・「P_{mk}」とする。つまり、ｋは同一層内の孔の番号（連番）とする。ここで、第１層に存在する「P_{1k}」の孔の直上には、第３層の「P_{3k}」の孔が存在するものとする。例えば、第１層に存在する「P_{13}」の孔の直上には、第３層の「P_{33}」の孔が存在するものとする。また、第１層に存在する「P_{1k}」の孔の左上には第２層の「P_{2k}」の孔が存在するものとする。例えば、第１層に存在する「P_{13}」の孔の左上には第２層の「P_{23}」の孔が存在するものとする。

なお、断面Ａは、本発明のデバイスを第２流路に対して直角の方向にて切断して得られるものであるから、図３（ｂ）のように第１流路２が第２流路４に対して斜め方向に形成されている場合、三次元で考えれば、断面Ａと第１流体が蛇行しながら流通している方向とは平行にならない。このような場合、第１流体が蛇行しながら流通している方向は、断面Ａにおいては（すなわち、二次元で考えて）、第１流体が断面Ａに投影されたと仮定した場合の方向を、第１流体が蛇行しながら流通している方向とし、これを左右方向とする。

【００２４】

このような場合、上下方向に隣り合う列状の孔の層は第１層と第２層、および第２層と第３層となるが、隣り合う第１層と第２層とにおいて、第２流路の孔は左右方向では同じ位置に配置されていない。すなわち、第１層の孔の中心の直上に第２層の孔の中心は存在しない。第２層の孔は第１層における２つの孔の間に存在する。同様に、隣り合う第２層と第３層とにおいて、第２流路の孔は左右方向では同じ位置に配置されていない。すなわち、第２層の孔の中心の直上に第３層の孔の中心は存在しない。第３層の孔は、第２層における２つの孔の間に存在する。

【００２５】

［要件３］

本発明のデバイスでは、図２（ｂ）、図３（ｂ）、図４（ｂ）および図７に示したように、上下方向に隣り合う列状の孔の層の間に第１流路２が存在する。

また、第１流路２と第２流路４は繋がっていない。

そして、第１流路２は上下方向から挟まれる列状の孔の層における第２流路の孔（４ｐ、P_{mk}）を回避するように上下方向に蛇行している。

例えば図７において、第２流路の孔（P_{11}、P_{12}、P_{13}、P_{14}）からなる第１層と、第２流路の孔（P_{21}、P_{22}、P_{23}、P_{24}、P_{25}）からなる第２層との間に第１流路２が存在しており、その第１流路は、第１層の孔（P_{11}、P_{12}、P_{13}、P_{14}）と第２層の孔（P_{21}、P_{22}、P_{23}、P_{24}、P_{25}）とを回避するように上下方向に蛇行している。

ここで、図７に示すように、第１層と第２層との境界となっている帯状の部分が上下に蛇行しており、第１流路はその帯状の部分の形状に沿って蛇行している。

【００２６】

このような本発明のデバイスは、第１流路が蛇行していて第２流路との間隔がおおむね一定に保たれているために熱通過率が高く、その結果、小型化、軽量化または薄型化等を達成することができる。

【００２７】

本発明のデバイスは板状であってもよいが、板状の本発明のデバイスを変形させて、例えば図８のような筒状のものとすることもできる。

【００２８】

＜本発明の製造方法＞

次に本発明の製造方法について説明する。
前述の本発明のデバイスは、本発明の製造方法によって好ましく製造することができる。

【００２９】
本発明の製造方法は、平板加工工程と、第１接合工程と、塑性加工工程と、第２接合工程と、を備える。

【００３０】
＜平板加工工程＞
本発明の製造方法における平板加工工程について、図９、図１０を用いて説明する。
平板加工工程では、初めに、平板Ｐを用意する（図９（ａ）、図１０（ａ））。
平板Ｐは金属製の平板であることが好ましく、ステンレス、アルミ、鉄、鋼、銅、チタン、インコネル、ハステロイからなる平板であることがより好ましい。
大きさや厚さは特に限定されないが、厚さは０．０５～５ｍｍ程度であることが好ましく、０．２～２ｍｍ程度であることがより好ましい。

【００３１】
次に、平板Ｐの主面の少なくとも一部を加工して、その主面に凹みを形成する。
例えば図９（ｂ）、図１０（ｂ）に示すように、平板Ｐの主面１０の少なくとも一部を加工して、その主面１０に凹み１２を形成する。
そして、その凹みが形成されている部分である加工部１４を主面１０内に含む加工平板Ｑを得る。

【００３２】
ここで、本発明の第１の製造方法では、平板Ｐの主面の少なくとも一部を除去加工して、その主面に凹みを形成する。
ここで除去加工は、平板Ｐの主面の少なくとも一部を除去することで、その主面に凹みを形成することができる手段であれば特に限定されない。除去加工は、エッチング加工または切削加工であることが好ましい。
図９（ｂ）に示した凹み１２は、除去加工した場合の凹みを示している。

【００３３】
また、本発明の第２の製造方法では、平板Ｐの主面の少なくとも一部を塑性加工して、その主面に凹みを形成する。
ここで塑性加工は、平板Ｐの主面の少なくとも一部を塑性変形することで、その主面に凹みを形成することができる手段であれば特に限定されない。塑性加工は、プレス加工またはギアロールを用いた加工であることが好ましい。ギアロールを用いた加工とは、２つのギアロールの間に板状または帯状の金属等を挟み込んで加工する方法であり、特開平１１－１４７１４９号公報、特開２００４－０２５２５７号公報に示されている方法が例示される。
図１０（ｂ）に示した凹み１２は、塑性加工した場合の凹みを示している。

【００３４】
＜第１接合工程＞
次に、本発明の第１の製造方法における第１接合工程について、図１１を用いて説明する。
本発明の第１の製造方法における第１接合工程では、初めに上面平板Ｒを用意する（図１１（ａ））。
上面平板Ｒの材質、大きさ、厚さ等は特に限定されないが、前述の平板Ｐと同様のものであることが好ましい。

【００３５】
次に、上面平板Ｒと加工平板Ｑとの主面同士を密着させる（図１１（ｂ））。ここで、加工部１４の凹みが形成されている加工平板Ｑの主面が上面平板Ｒに対向させる。
その後、上面平板Ｒと加工平板Ｑとの主面同士を接合することで、上面平板Ｒと加工平板Ｑとの間に加工部１４からなる第１流路２を備える第１流路プレート２０を得ることが

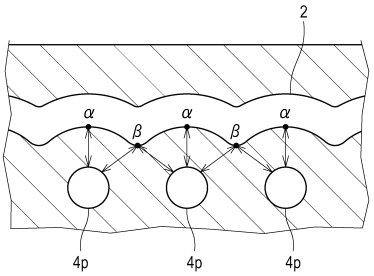
できる（図１１（ｃ））。
【００３６】
次に、本発明の第２の製造方法における第１接合工程について、図１２を用いて説明する。
本発明の第２の製造方法における第１接合工程では、初めに上面平板Ｒおよび下面平板Ｓを用意する（図１２（ａ））。
上面平板Ｒおよび下面平板Ｓの材質、大きさ、厚さ等は特に限定されないが、前述の平板Ｐと同様のものであることが好ましい。
【００３７】
また、加工平板Ｑと主面同士を密着させても加工部１４と接する部分がないように加工された平板状のスペーサーＸを用意する（図１２（ａ））。
【００３８】
スペーサーＸは、例えば上面平板Ｒと同様の材質であって、上面平板Ｒよりもわずかに大きいサイズのものを用意し、それを打ち抜き加工して得ることができる。
ここで、加工平板Ｑの加工部１４はプレス加工等の塑性加工によって形成されているため、加工平板Ｑにおける一方の主面に凹部（凹み１２）が形成され、他方の主面には凸部γが形成されている。そこで、スペーサーＸの厚さは、この加工平板Ｑの凸部γの程度によって調整する。すなわち、後述する図１２（ｂ）の状態にしたときに、凸部γの山の先端が下面平板Ｓの主面と接するように加工平板Ｑの厚さを調整することが好ましい。その凸部γの山の先端と下面平板Ｓの主面とが接合することで、得られる熱輸送デバイスの強度がより高くなり、好ましい。
【００３９】
次に、加工平板Ｑとスペーサーの主面同士を接触させる。ここで、図１２（ａ）に示すように、加工平板Ｑの加工部１４における凸部γの側の主面をスペーサーＸの主面と接触させる。
そして、上面平板Ｒおよび下面平板ＳによってスペーサーＸと共に加工平板Ｑを挟み、図１２（ｂ）の状態とする。なお、図１２（ｂ）は上面平板Ｒおよび下面平板Ｓの長手方向（図の左右方向）に平行であって主面に垂直な方向に切った場合の図を示している。
この場合、上面平板Ｒと下面平板Ｓとの間に前記加工部１４は存在せずスペーサーＸのみが存在している部分（図１２（ｂ）において「δ」で示す部分）においては、上面平板Ｒと下面平板Ｓとの間に隙間がないことが好ましい。そして、上面平板Ｒ、加工平板Ｑ、スペーサーＸおよび下面平板Ｓの主面同士を接合すると、上面平板Ｒと下面平板Ｓとの間に加工部は存在しスペーサーＸは存在しない部分（図１２（ｂ）において「ε」で示す部分）においては上面平板Ｒと下面平板Ｓとの間に第１流体が流通する第１流路２を備える第１流路プレート２０を得ることができる（図１２（ｃ））。
【００４０】
このような本発明の製造方法における第１接合工程において、上面平板Ｒ、加工平板Ｑ、下面平板ＳおよびスペーサーＸからなる群から選ばれる少なくとも２つの主面同士をろう付け等によって接合することは可能であるが、拡散接合によって接合することが好ましい。
本発明の第１の製造方法における第１接合工程では、上面平板Ｒと加工平板Ｑとの主面同士をろう付け等によって接合することは可能であるが、拡散接合によって接合することが好ましい。
本発明の第２の製造方法における第１接合工程では、上面平板Ｒ、加工平板Ｑ、下面平板ＳおよびスペーサーＸからなる群から選ばれる少なくとも２つの主面同士をろう付け等によって接合することは可能であるが、拡散接合によって接合することが好ましく、上面平板Ｒ、加工平板Ｑ、下面平板ＳおよびスペーサーＸの主面同士を拡散接合によって接合することがより好ましい。
得られる熱輸送デバイスの強度がより高くなるからである。
【００４１】

＜塑性加工工程＞
次に、本発明の製造方法における塑性加工工程について、図１３を用いて説明する。
塑性加工工程では、第１流路プレートを用意する。ここでは図１２（ｃ）に示した第１流路プレート２０を例示したが、図１１（ｃ）に示した第１流路プレート２０であっても同様となる。
【００４２】
次に、第１流路が変形するように、第１流路プレートの主面の少なくとも一部を塑性加工して、その主面に凹み３２を形成する（図１３（ｂ））。ここで、その凹み３２が形成されている部分を塑性変形部３４とする。
これによって、塑性変形部３４を主面内に含む、第２流路プレート３０を得ることができる。
【００４３】
＜第２接合工程＞
次に、本発明の製造方法における第２接合工程について説明する。
第２接合工程では、複数の第２流路プレート３０を重ね、第２流路プレート３０と別の第２流路プレート３０との間に第１流路２と平行ではない第２流体が流通する複数の第２流路４が形成されるように、複数の第２流路プレートの主面同士が接するように接合する。
【００４４】
図１４は第２接合工程の好適態様を示している。なお、本発明の製造方法における第２接合工程は、図１４を用いて説明する好適態様に限定されない。
この態様では、初めに、第２流路プレート３０と主面同士を密着させても塑性変形部３４と接する部分がないように加工されている平板状のスペーサーＹを用意する。
スペーサーＹは、例えば上面平板Ｒと同様の材質であって、上面平板Ｒよりもわずかに大きいサイズのものを用意し、それを打ち抜き加工して得ることができる。
ここで、第２流路プレート３０の塑性変形部３４は塑性加工によって形成されているため、第２流路プレート３０における一方の主面に凹部（凹部ζ）が形成され、他方の主面には凸部ηが形成されている。そこで、スペーサーＹの厚さは、この第２流路プレート３０の凸部ηの程度によって調整する。すなわち、後述する図１４（ｂ）の状態にしたときに、凸部ηの山の先端が別の第２流路プレートの凸部ηの山の先端と接するようにスペーサーＹの厚さを調整することが好ましい。その凸部同士が接合することで、得られる熱輸送デバイスの強度がより高くなり、好ましい。
【００４５】
次に、複数の第２流路プレート３０を重ねる。具体的には、図１４（ａ）、（ｂ）に示すように、１枚目の前記第２流路プレート３０－１、１枚目のスペーサーＹ－１、２枚目の第２流路プレート３０－２、３枚目の第２流路プレート３０－３、２枚目のスペーサーＹ－２、および４枚目の第２流路プレート３０－４をこの順に重ねる。
ここで、１枚目の前記第２流路プレート３０－１と２枚目の第２流路プレート３０－２とは、１枚目のスペーサーＹを挟みつつ、各々の塑性変形部３４における凸部η同士が接するように重ねることが好ましい。また、３枚目の前記第２流路プレート３０－３と４枚目の第２流路プレート３０－４とは、２枚目のスペーサーＹを挟みつつ、各々の塑性変形部３４における凸部η同士が接するように重ねることが好ましい。この場合、得られる熱輸送デバイスの強度がより高くなり、好ましい。
【００４６】
その後、各々の主面同士をこれらが接するように接合する。また、同時に、２つの第２流路プレートの凸部η同士を接合することが好ましい。
そうすると、図１４（ｃ）に示すような本発明のデバイス４０を得ることができる。なお、図１４（ｃ）において右側の面は断面を表している。
【００４７】
次に、第２接合工程の別の好適態様について、図１５を用いて説明する。なお、本発明

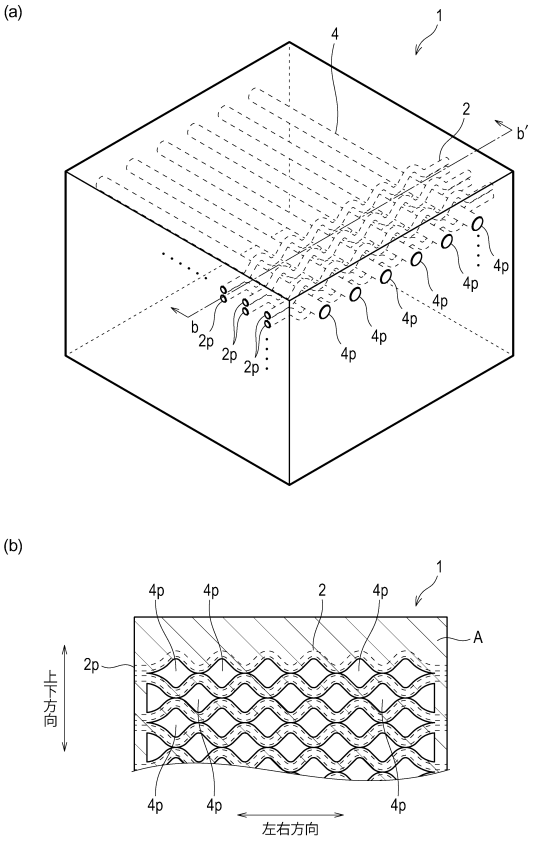
の製造方法における第２接合工程は、図１５を用いて説明する好適態様に限定されない。
【００４８】
この態様では、前述のスペーサーＹに加え、平板Ｔを用意する。
平板Ｔは特に限定されず、例えば前述の平板Ｐと同様のものであってよい。
【００４９】
次に、複数の第２流路プレート３０を重ねる。具体的には、図１５（ａ）、（ｂ）に示すように、１枚目の第２流路プレート３０'－１、１枚目のスペーサーＹ－１、１枚目の平板Ｔ－１、２枚目の第２流路プレート３０'－２、２枚目のスペーサーＹ－２、および２枚目の平板Ｔ－２をこの順に重ねる。
【００５０】
ここで、１枚目の第２流路プレート３０'－１と１枚目の平板Ｔ－１とは、１枚目のスペーサーＹを挟みつつ、塑性変形部３４における凸部ηが平板Ｔ－１の主面に接するように重ねることが好ましい。また、２枚目の第２流路プレート３０－２と２枚目の平板Ｔ－２とは、２枚目のスペーサーＹを挟みつつ、塑性変形部３４における凸部ηが平板Ｔ－２の主面に接するように重ねることが好ましい。この場合、得られる熱輸送デバイスの強度がより高くなり、好ましい。
【００５１】
その後、各々の主面同士をこれらが接するように接合する
そうすると、図１５（ｃ）に示すような本発明のデバイス４０を得ることができる。なお、図１５（ｃ）において右側の面は断面を表している。
【００５２】
第２接合工程では、第２流路プレートおよび別の第２流路プレート、第２流路プレートおよびスペーサーＹ、第２流路プレートおよび平板Ｔ、ならびに、スペーサーＹおよび平板Ｔ、からなる群から選ばれる少なくとも１つの主面同士を拡散接合によって接合することが好ましい。
この場合、得られる熱輸送デバイスの強度がより高くなるからである。
【符号の説明】
【００５３】
１　本発明のデバイス
２　第１流路
２ｐ　第１流路の入口または出口
４　第２流路
４ｐ　第２流路の入口または出口
１０　平板Ｐの主面
１２　凹み
１４　加工部
２０　第１流路プレート
３０　第２流路プレート
３２　凹み
３４　塑性変形部
４０　本発明のデバイス
１０１　熱交換器
１０２　第１の流体通路
１０４　第２の流体通路

【図面】

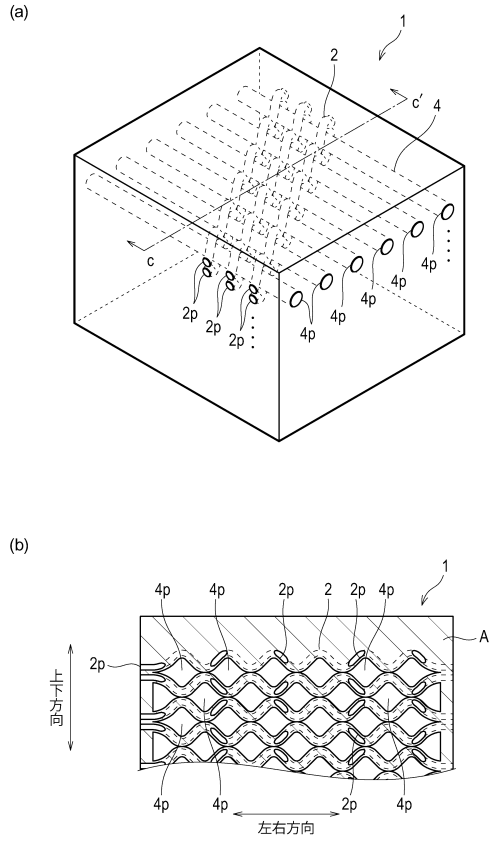
【図１】


2
α
β
α
β
α
4p
4p
4p

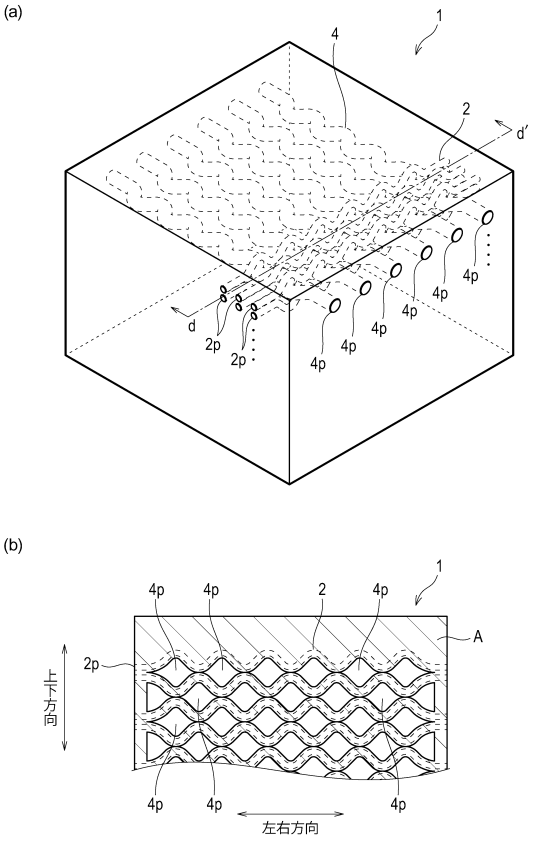
【図２】


(a)
1
4
2
b′
b
2p
2p
2p
4p
(b)
1
4p
4p
2
4p
A
2p
上下方向
左右方向

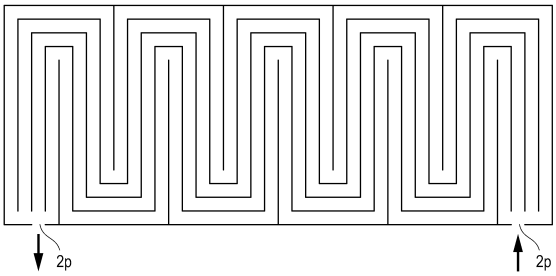
【図３】


(a)
1
2
c′
4
c
2p
2p
2p
4p
(b)
1
4p
4p
2p
2
2p
4p
A
2p
上下方向
左右方向

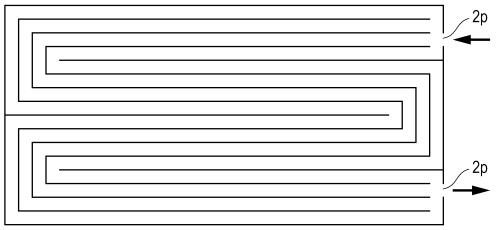
【図４】


(a)
1
4
2
d′
d
2p
2p
4p
(b)
1
4p
4p
2
4p
A
2p
上下方向
左右方向

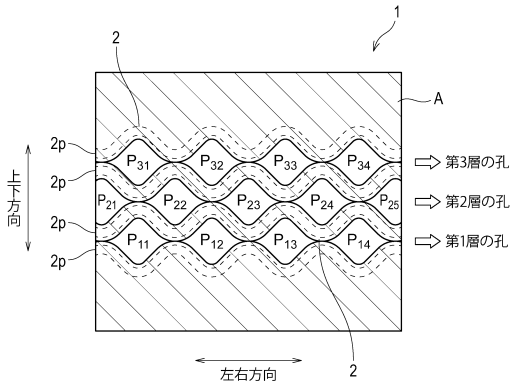
【図５】


2p
2p

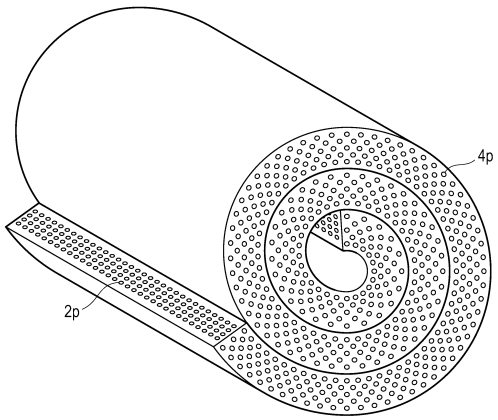
【図６】


2p
2p

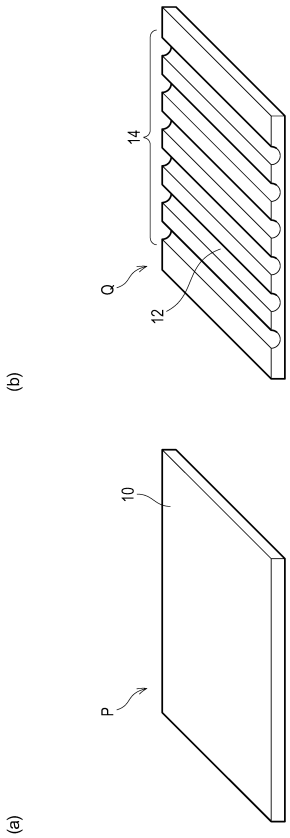
【図７】


1
2
A
2p
2p
2p
2p
P31
P32
P33
P34
P21
P22
P23
P24
P25
P11
P12
P13
P14
第3層の孔
第2層の孔
第1層の孔
上下方向
左右方向
2

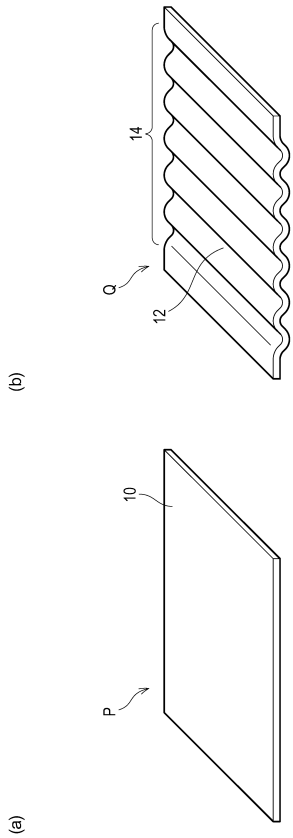
【図８】


4p
2p

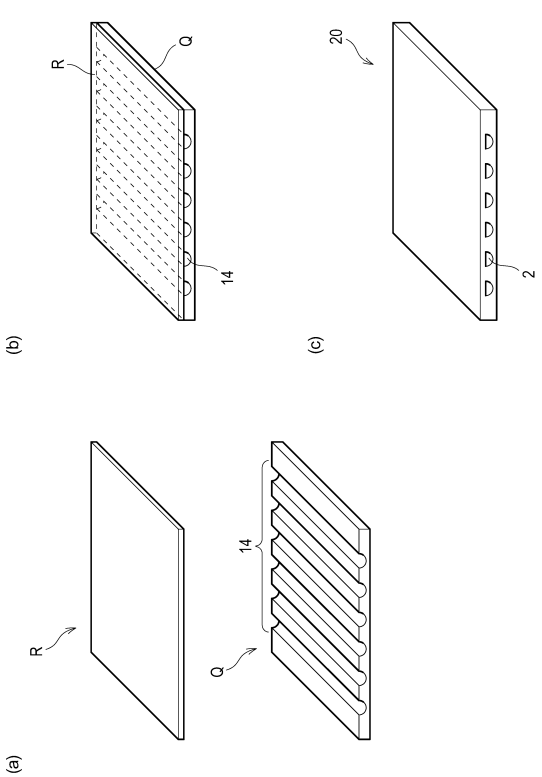
【図９】



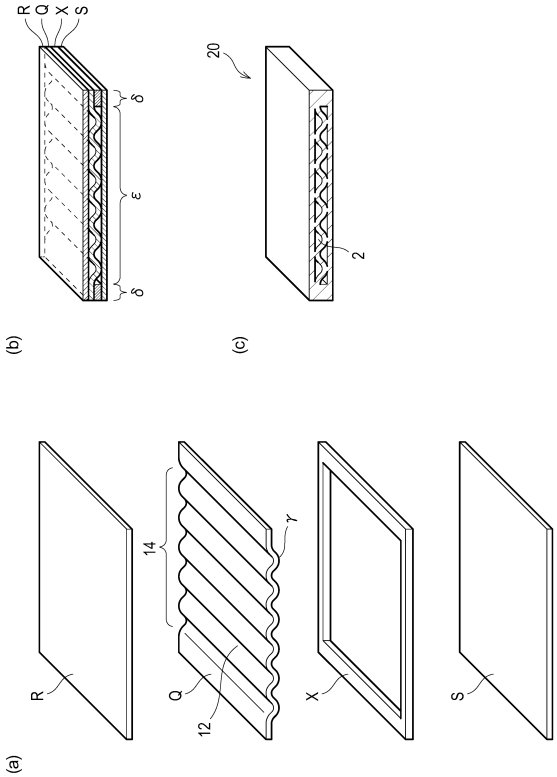
【図１０】



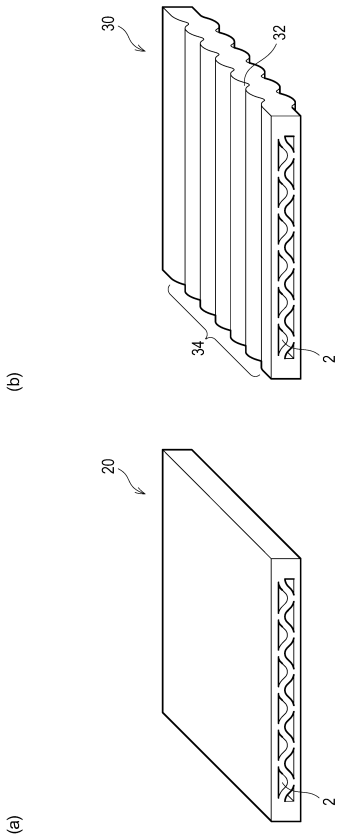
【図１１】



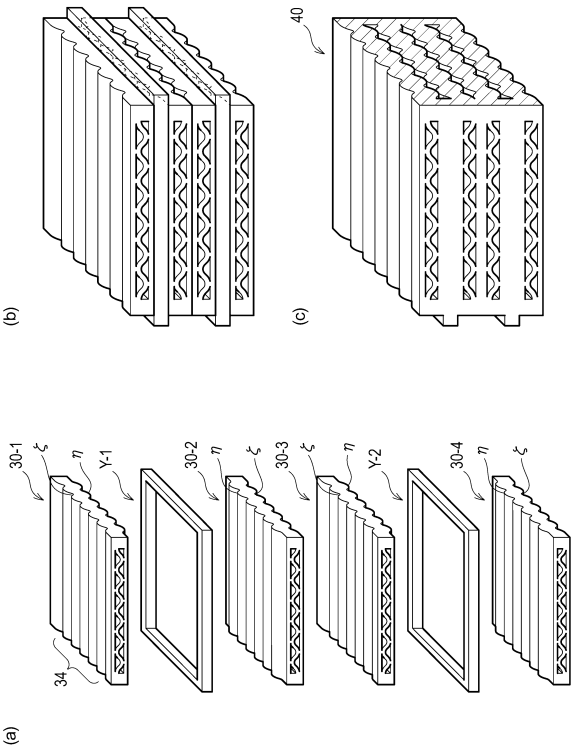
【図１２】



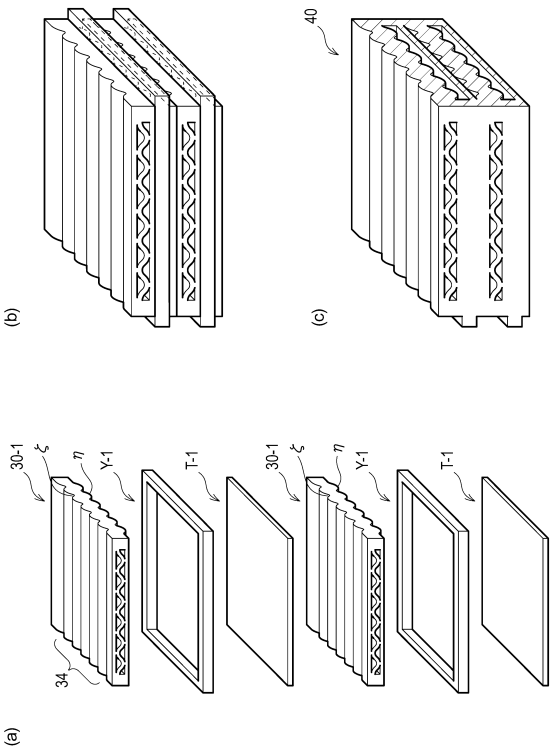
【図１３】



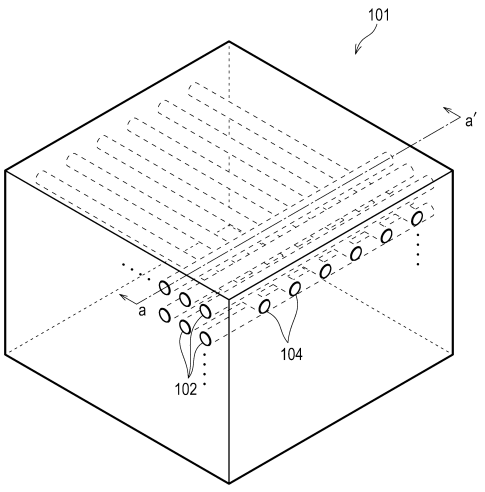
【図１４】



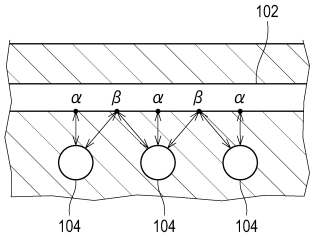
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

株式会社ＷＥＬＣＯＮ内