

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7631133号  
(P7631133)

(45)発行日 令和7年2月18日(2025.2.18)

(24)登録日 令和7年2月7日(2025.2.7)

(51)国際特許分類

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

F I

F 2 8 D	15/02	1 0 2 C
F 2 8 D	15/02	L
F 2 8 D	15/02	1 0 1 H
F 2 8 D	15/02	1 0 1 L

請求項の数 8 (全19頁)

(21)出願番号 特願2021-116554(P2021-116554)  
 (22)出願日 令和3年7月14日(2021.7.14)  
 (65)公開番号 特開2023-12839(P2023-12839A)  
 (43)公開日 令和5年1月26日(2023.1.26)  
 審査請求日 令和6年4月3日(2024.4.3)

(73)特許権者 000190688  
 新光電気工業株式会社  
 長野県長野市小島田町80番地  
 (74)代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (72)発明者 町田 洋弘  
 長野県長野市小島田町80番地 新光電  
 気工業株式会社内  
 審査官 河野 俊二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ループ型ヒートパイプ

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

作動流体を気化させる蒸発器と、  
 前記作動流体を液化する凝縮器と、  
 前記蒸発器と前記凝縮器とを接続する液管と、  
 前記蒸発器と前記凝縮器とを接続する蒸気管と、  
 前記作動流体が流れるループ状の流路と、を有し、  
 前記蒸発器と前記凝縮器と前記液管と前記蒸気管との少なくとも一つの構造体は、第1外層金属層と、第2外層金属層と、前記第1外層金属層と前記第2外層金属層との間に設けられた単層又は複数層の内層金属層とを有し、

前記第1外層金属層は、前記内層金属層に接合される第1内面と、前記第1外層金属層の厚さ方向において前記第1内面と反対側に設けられる第1外面と、を有し、

前記第1外層金属層は、前記第1外面に設けられた1つ又は複数の第1凹部を有し、  
 前記第1凹部は、平面視において、前記流路と重ならないように設けられており、

前記第2外層金属層は、前記内層金属層に接合される第2内面と、前記第2外層金属層の厚さ方向において前記第2内面と反対側に設けられる第2外面と、を有し、

前記第2外層金属層は、前記第2外面に設けられた1つ又は複数の第2凹部を有し、

前記第2凹部は、平面視において、前記流路と重ならないように設けられているループ型ヒートパイプ。

## 【請求項2】

10

20

前記第2凹部は、平面視において、前記第1凹部と重ならないように設けられている請求項1に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項3】

前記第1凹部は、前記第1外面から前記第1外層金属層の厚さ方向の中間部まで凹むよう<sup>10</sup>に形成されている請求項1または請求項2に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項4】

前記第1凹部は、前記第1外層金属層を厚さ方向に貫通するよう<sup>15</sup>に形成されている請求項1または請求項2に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項5】

前記第1凹部は、前記第1外面の平面方向に延びるよう<sup>20</sup>に形成されている請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項6】

前記第1凹部は、前記第1外層金属層の外側面から離れて設けられている請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項7】

前記少なくとも一つの構造体は、前記凝縮器である請求項1から請求項6のいずれか1項に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項8】

前記第1外層金属層は、前記複数の第1凹部を有し、  
前記複数の第1凹部は、所定方向において並んで配置されており、  
前記第2外層金属層は、前記複数の第2凹部を有し、  
前記複数の第2凹部は、前記所定方向において並んで配置されており、  
前記複数の第1凹部と前記複数の第2凹部とは、平面視において、互いに重ならないよう<sup>25</sup>に配置されている請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のループ型ヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ループ型ヒートパイプに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電子機器に搭載される半導体デバイス（例えば、CPU等）の発熱部品を冷却するデバイスとして、作動流体の相変化を利用して熱を輸送するヒートパイプが提案されている（例えば、特許文献1，2参照）。

【0003】

ヒートパイプの一例として、発熱部品の熱により作動流体を気化させる蒸発器と、気化した作動流体を冷却して液化する凝縮器とを備え、蒸発器と凝縮器とがループ状の流路を形成する液管と蒸気管とで接続されたループ型ヒートパイプが知られている。ループ型ヒートパイプでは、作動流体がループ状の流路を一方向に流れる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第6291000号公報

【文献】特許第6400240号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上述したループ型ヒートパイプでは、放熱性の向上が望まれており、この点においてなお改善の余地があった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

本発明の一観点によれば、作動流体を気化させる蒸発器と、前記作動流体を液化する凝縮器と、前記蒸発器と前記凝縮器とを接続する液管と、前記蒸発器と前記凝縮器とを接続する蒸気管と、前記作動流体が流れるループ状の流路と、を有し、前記蒸発器と前記凝縮器と前記液管と前記蒸気管との少なくとも一つの構造体は、第1外層金属層と、第2外層金属層と、前記第1外層金属層と前記第2外層金属層との間に設けられた単層又は複数層の内層金属層とを有し、前記第1外層金属層は、前記内層金属層に接合される第1内面と、前記第1外層金属層の厚さ方向において前記第1内面と反対側に設けられる第1外側と、を有し、前記第1外層金属層は、前記第1外側に設けられた1つ又は複数の第1凹部を有し、前記第1凹部は、平面視において、前記流路と重ならないように設けられており、前記第2外層金属層は、前記内層金属層に接合される第2内面と、前記第2外層金属層の厚さ方向において前記第2内面と反対側に設けられる第2外側と、を有し、前記第2外層金属層は、前記第2外側に設けられた1つ又は複数の第2凹部を有し、前記第2凹部は、平面視において、前記流路と重ならないように設けられている。

**【発明の効果】**

**【0007】**

本発明の一観点によれば、放熱性を向上できるという効果を奏する。

**【図面の簡単な説明】**

**【0008】**

**【図1】**一実施形態のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【図2】**一実施形態の凝縮器を示す概略断面図(図1における2-2線断面図)である。

**【図3】**一実施形態のループ型ヒートパイプを示す概略断面図(図1における3-3線断面図)である。

**【図4】**(a)～(d)は、一実施形態のループ型ヒートパイプの製造方法を示す概略断面図である。

**【図5】**(a)～(d)は、一実施形態のループ型ヒートパイプの製造方法を示す概略断面図である。

**【図6】**(a),(b)は、一実施形態のループ型ヒートパイプの製造方法を示す概略断面図である。

**【図7】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略断面図である。

**【図8】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略断面図である。

**【図9】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略断面図である。

**【図10】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【図11】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【図12】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【図13】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【図14】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【図15】**変更例のループ型ヒートパイプを示す概略平面図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0009】**

以下、一実施形態について添付図面を参照して説明する。

なお、添付図面は、便宜上、特徴を分かりやすくするために特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率については各図面で異なる場合がある。また、断面図では、各部材の断面構造を分かりやすくするために、一部の部材のハッチングを梨地模様に代えて示し、一部の部材のハッチングを省略している。各図面では、互いに直交するX Y Z軸を図示している。以下の説明では、便宜上、X軸に沿って延びる方向をX軸方向と称し、Y軸に沿って延びる方向をY軸方向と称し、Z軸に沿って延びる方向をZ軸方向と称する。なお、本明細書において、「平面視」とは、対象物を図2等の鉛直方向(ここでは、Z軸方向)から見ることを言い、「平面形状」とは、対象物を図2等の鉛直方向から見た形状のことを言う。

**【0010】**

10

20

30

40

50

## (ループ型ヒートパイプ10の全体構成)

図1に示すループ型ヒートパイプ10は、例えば、スマートフォンやタブレット端末等のモバイル型の電子機器M1に収容される。ループ型ヒートパイプ10は、蒸発器11と、蒸気管12と、凝縮器13と、液管14とを有している。

## 【0011】

蒸発器11と凝縮器13は、蒸気管12と液管14とにより接続されている。蒸発器11は、作動流体Cを気化させて蒸気Cvを生成する機能を有している。蒸発器11で生成された蒸気Cvは、蒸気管12を介して凝縮器13に送られる。凝縮器13は、作動流体Cの蒸気Cvを液化する機能を有している。液化した作動流体Cは、液管14を介して蒸発器11に送られる。蒸気管12及び液管14は、作動流体C又は蒸気Cvを流すループ状の流路15を形成する。

10

## 【0012】

蒸気管12は、例えば、長尺状の管体に形成されている。液管14は、例えば、長尺状の管体に形成されている。本実施形態において、蒸気管12と液管14とは、例えば、長さ方向の寸法(つまり、長さ)が互いに等しい。なお、蒸気管12の長さと液管14の長さとは、互いに異なっていてもよい。例えば、液管14の長さに比べて蒸気管12の長さが短くてもよい。ここで、本明細書における蒸発器11、蒸気管12、凝縮器13及び液管14の「長さ方向」とは、各部材における作動流体C又は蒸気Cvが流れる方向(図中矢印参照)に一致する方向のことである。また、本明細書において「等しい」とは、正確に等しい場合の他、寸法公差等の影響により比較対象同士に多少の相違がある場合も含む。

20

## 【0013】

## (蒸発器11の構成)

蒸発器11は、図示しない発熱部品に密着して固定される。蒸発器11内の作動流体Cは、発熱部品にて発生した熱により気化し、蒸気Cvが生成される。なお、蒸発器11と発熱部品との間に、熱伝導部材(TIM: Thermal Interface Material)が介在されているてもよい。熱伝導部材は、発熱部品と蒸発器11の間の接触熱抵抗を低減し、発熱部品から蒸発器11への熱伝導をスムーズにする。

## 【0014】

## (蒸気管12の構成)

蒸気管12は、例えば、蒸気管12の長さ方向と平面視で直交する幅方向の両側に設けられた一対の管壁12wと、一対の管壁12wの間に設けられた流路12rとを有している。流路12rは、蒸発器11の内部空間と連通している。流路12rは、ループ状の流路15の一部である。蒸発器11において発生した蒸気Cvは、蒸気管12を介して凝縮器13へと導かれる。

30

## 【0015】

## (凝縮器13の構成)

凝縮器13は、例えば、放熱用に面積を大きくした放熱プレート13pと、放熱プレート13pの内部に設けられた流路13rとを有している。流路13rは、流路12rと連通してY軸方向に延びる流路r1と、流路r1から屈曲してX軸方向に延びる流路r2と、流路r2から屈曲してY軸方向に延びる流路r3とを有している。流路13r(流路r1~r3)は、ループ状の流路15の一部である。凝縮器13は、流路13r、つまり流路r1~r3の長さ方向と平面視で直交する方向の両側に設けられた管壁13wを有している。蒸気管12を介して導かれた蒸気Cvは、凝縮器13において液化する。

40

## 【0016】

## (液管14の構成)

液管14は、例えば、液管14の長さ方向と平面視で直交する幅方向の両側に設けられた一対の管壁14wと、一対の管壁14wの間に設けられた流路14rとを有している。流路14rは、凝縮器13の流路13r(具体的には、流路r3)と連通するとともに、蒸発器11の内部空間と連通している。流路14rは、ループ状の流路15の一部である。凝縮器13で液化した作動流体Cは、液管14を通じて蒸発器11に導かれる。

50

## 【0017】

(ループ型ヒートパイプ10の構成)

ループ型ヒートパイプ10では、発熱部品で発生した熱を凝縮器13に移動し、その凝縮器13において放熱する。これにより、発熱部品が冷却され、発熱部品の温度上昇が抑制される。

## 【0018】

ここで、作動流体Cとしては、蒸気圧が高く、蒸発潜熱が大きい流体を使用することが好ましい。このような作動流体Cを用いることで、蒸発潜熱によって発熱部品を効率的に冷却できる。作動流体Cとしては、例えば、アンモニア、水、フロン、アルコール、アセトン等を用いることができる。

10

## 【0019】

(凝縮器13の具体的構造)

図2は、図1の2-2線に沿う凝縮器13の断面を示している。この断面は、凝縮器13において作動流体Cの流れる方向と直交する面である。具体的には、図2に示した断面は、流路r2の長さ方向と直交するYZ平面により凝縮器13を切断した断面である。図3は、図1の3-3線に沿うループ型ヒートパイプ10の断面を示している。この断面は、流路r2と平行に延びるXZ平面により凝縮器13を切断した断面である。

## 【0020】

図2に示すように、凝縮器13は、例えば、3層の金属層31, 32, 33を積層した構造を有している。換言すると、凝縮器13は、一対の外層金属層となる金属層31, 33の間に、内層金属層となる金属層32を積層した構造を有している。本実施形態の凝縮器13の内層金属層は、1層の金属層32のみによって構成されている。

20

## 【0021】

各金属層31～33は、例えば、熱伝導性に優れた銅(Cu)層である。複数の金属層31～33は、例えば、拡散接合、圧接、摩擦圧接や超音波接合等の固相接合により互いに直接接合されている。なお、図2では、金属層31～33を判り易くするため、実線にて区別している。例えば、金属層31～33を拡散接合により一体化した場合、各金属層31～33の界面は消失していることがあり、境界は明確ではないことがある。ここで、固相接合とは、接合対象物同士を溶融させることなく固相(固体)状態のまま加熱して軟化させ、更に加熱して塑性変形を与えて接合する方法である。なお、金属層31～33は、銅層に限定されず、ステンレス層、アルミニウム層やマグネシウム合金層等から形成してもよい。また、積層した金属層31～33のうちの一部の金属層について、他の金属層と異なる材料が用いられてもよい。金属層31～33の各々の厚さは、例えば、50μm～200μm程度とすることができます。なお、金属層31～33のうちの一部の金属層を他の金属層と異なる厚さとしてもよく、また全ての金属層を互いに異なる厚さとしてもよい。

30

## 【0022】

凝縮器13は、Z軸方向に積層された金属層31～33からなり、流路13rと、Y軸方向において流路13rの両側に設けられた一対の管壁13wとを有している。

(金属層32の構成)

金属層32は、金属層31と金属層33との間に積層されている。金属層32の上面は、金属層31に接合されている。金属層32の下面是、金属層33に接合されている。金属層32は、金属層32を厚さ方向に貫通する貫通孔32Xと、Y軸方向において貫通孔32Xの両側に設けられた一対の管壁32wとを有している。貫通孔32Xは、流路13rを構成している。

40

## 【0023】

(金属層31の構成)

金属層31は、金属層32の上面に積層されている。金属層31は、金属層32に接合される内面31A(ここでは、下面)と、金属層31の厚さ方向(ここでは、Z軸方向)において内面31Aと反対側に設けられる外面31B(ここでは、上面)とを有している

50

。金属層 3 1 は、平面視において管壁 3 2 w と重なる位置に設けられた管壁 3 1 w と、平面視において流路 1 3 r と重なる位置に設けられた上壁 3 1 u を有している。管壁 3 1 w の内面 3 1 A は、管壁 3 2 w の上面に接合されている。上壁 3 1 u は、一対の管壁 3 1 w の間に設けられている。上壁 3 1 u の内面 3 1 A は、流路 1 3 r に露出している。換言すると、上壁 3 1 u は、流路 1 3 r を構成している。

#### 【 0 0 2 4 】

金属層 3 1 は、外面 3 1 B に設けられた 1 つ又は複数の凹部 4 0 を有している。凹部 4 0 は、平面視において、流路 1 5 、具体的には流路 1 3 r と重ならないように設けられている。凹部 4 0 は、管壁 3 1 w の外面 3 1 B に設けられている。凹部 4 0 は、例えば、一対の管壁 3 1 w の両方に設けられている。各凹部 4 0 は、上壁 3 1 u の外面 3 1 B には設けられていない。各凹部 4 0 は、例えば、金属層 3 1 の外面 3 1 B から金属層 3 1 の厚さ方向の中間部まで凹むように形成されている。各凹部 4 0 は、例えば、金属層 3 1 の外面 3 1 B から金属層 3 1 の厚さ方向の中央部まで延びるように形成されている。

#### 【 0 0 2 5 】

図 3 に示すように、金属層 3 1 は、金属層 3 1 の厚さ方向と直交する平面方向の一方 ( ここでは、 X 軸方向 ) に沿って並んで設けられる複数の凹部 4 0 を有している。複数の凹部 4 0 は、例えば、 X 軸方向に沿って所定の間隔にて並んでいる。図 1 に示すように、凝縮器 1 3 では、流路 1 3 r ( 具体的には、流路 r 2 ) の Y 軸方向の両側において、複数の凹部 4 0 が X 軸方向に沿って並んで設けられている。各凹部 4 0 は、例えば、 Y 軸方向に沿って延びている。図 2 に示すように、各凹部 4 0 は、金属層 3 1 の外面 3 1 B の平面方向 ( ここでは、 Y 軸方向 ) に沿って延びている。各凹部 4 0 は、例えば、金属層 3 1 の外側面 3 1 C から離れて設けられている。また、各凹部 4 0 は、例えば、 Y 軸方向において貫通孔 3 2 X の内壁面から離れて設けられている。すなわち、各凹部 4 0 は、管壁 3 1 w の外面 3 1 B のうち Y 軸方向の中間部のみに設けられている。

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 及び図 3 に示すように、各凹部 4 0 の内壁面は、例えば、外面 3 1 B に対して垂直に延びるように形成されている。各凹部 4 0 の内壁面は、例えば、 Z 軸方向に沿って延びる平面に形成されている。各凹部 4 0 の底面は、例えば、外面 3 1 B と平行な平面に形成されている。各凹部 4 0 の底面は、例えば、 X Y 平面に平行に延びる平面に形成されている。なお、各凹部 4 0 の内壁面を、底面側から開口側に向かうに連れて拡がるテーパ形状としてもよい。

#### 【 0 0 2 7 】

##### ( 金属層 3 3 の構成 )

図 2 に示すように、金属層 3 3 は、金属層 3 2 の下面に積層されている。金属層 3 3 は、金属層 3 2 に接合される内面 3 3 A ( ここでは、上面 ) と、金属層 3 3 の厚さ方向 ( ここでは、 Z 軸方向 ) において内面 3 3 A と反対側に設けられる外面 3 3 B ( ここでは、下面 ) を有している。金属層 3 3 は、平面視において管壁 3 2 w と重なる位置に設けられた管壁 3 3 w と、平面視において流路 1 3 r と重なる位置に設けられた下壁 3 3 d とを有している。管壁 3 3 w の内面 3 3 A は、管壁 3 2 w の下面に接合されている。下壁 3 3 d は、一対の管壁 3 3 w の間に設けられている。下壁 3 3 d の内面 3 3 A は、流路 1 3 r に露出している。換言すると、下壁 3 3 d は、流路 1 3 r を構成している。

#### 【 0 0 2 8 】

金属層 3 3 は、外面 3 3 B に設けられた 1 つ又は複数の凹部 5 0 を有している。凹部 5 0 は、平面視において、流路 1 5 、具体的には流路 1 3 r と重ならないように設けられている。凹部 5 0 は、管壁 3 3 w の外面 3 3 B に設けられている。凹部 5 0 は、例えば、一対の管壁 3 3 w の両方に設けられている。各凹部 5 0 は、下壁 3 3 d の外面 3 3 B には設けられていない。各凹部 5 0 は、例えば、金属層 3 3 の外面 3 3 B から金属層 3 3 の厚さ方向の中間部まで凹むように形成されている。各凹部 5 0 は、例えば、金属層 3 3 の外面 3 3 B から金属層 3 3 の厚さ方向の中央部まで延びるように形成されている。

#### 【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

図3に示すように、金属層33は、金属層33の厚さ方向と直交する平面方向の一方（ここでは、X軸方向）に沿って並んで設けられる複数の凹部50を有している。複数の凹部50は、例えば、X軸方向に沿って所定の間隔にて並んでいる。各凹部50は、例えば、平面視において、凹部40と重ならないように設けられている。各凹部50は、例えば、平面視において、凹部40の全体と重ならないように設けられている。複数の凹部50は、X軸方向に沿って凹部40と重ならない間隔にて並んでいる。各凹部50のX軸方向に沿う幅寸法は、例えば、各凹部40のX軸方向に沿う幅寸法と等しい。例えば、X軸方向に隣接する2つの凹部50の間の間隔は、各凹部40, 50の幅寸法よりも大きい。

#### 【0030】

図1に示すように、凝縮器13では、流路13r（具体的には、流路r2）のY軸方向の両側において、複数の凹部50がX軸方向に沿って並んで設けられている。各凹部50は、例えば、Y軸方向に沿って延びている。各凹部50は、例えば、各凹部40と平行に延びている。各凹部50のY軸方向に沿う長さ寸法は、例えば、X軸方向に隣接する凹部40のY軸方向に沿う長さ寸法と等しい。

10

#### 【0031】

図2に示すように、各凹部50は、例えば、金属層33の外側面33Cから離れて設けられている。また、各凹部50は、例えば、Y軸方向において貫通孔32Xの内壁面から離れて設けられている。すなわち、各凹部50は、管壁33Wの外面33BのうちY軸方向の中間部のみに設けられている。

20

#### 【0032】

図2及び図3に示すように、各凹部50の内壁面は、例えば、外面33Bに対して垂直に延びるように形成されている。各凹部50の内壁面は、例えば、Z軸方向に沿って延びる平面に形成されている。各凹部50の底面は、例えば、外面33Bと平行な平面に形成されている。各凹部50の底面は、例えば、XY平面に平行に延びる平面に形成されている。なお、各凹部50の内壁面を、底面側から開口側に向かうに連れて拡がるテーパ形状としてもよい。

#### 【0033】

##### （流路13rの具体的構造）

図2に示すように、流路13rは、金属層32の貫通孔32Xにより構成されている。流路13rは、貫通孔32Xの内壁面と、上壁31uの内面31Aと、下壁33dの内面33Aとによって囲まれた空間により形成されている。

30

#### 【0034】

##### （管壁13Wの具体的構造）

各管壁13Wは、例えば、金属層31の管壁31Wと、金属層32の管壁32Wと、金属層33の管壁33Wとにより構成されている。

#### 【0035】

##### （蒸気管12の構成）

図3に示すように、蒸気管12は、凝縮器13と同様に、3層の金属層31～33が積層されて形成されている。例えば、蒸気管12では、内層金属層である金属層32を厚さ方向に貫通する貫通孔32Yを形成することにより、流路12rが形成されている。蒸気管12は、蒸気管12の長さ方向（ここでは、Y軸方向）と直交する幅方向（ここでは、X軸方向）の両側に設けられた一対の管壁12Wを有している。各管壁12Wには、例えば、孔や溝は形成されていない。

40

#### 【0036】

##### （液管14の構成）

液管14は、凝縮器13と同様に、3層の金属層31～33が積層されて形成されている。液管14では、内層金属層である金属層32を厚さ方向に貫通する貫通孔32Zを形成することにより、流路14rが形成されている。液管14は、液管14の長さ方向（ここでは、Y軸方向）と直交する幅方向（ここでは、X軸方向）の両側に設けられた一対の管壁14Wを有している。各管壁14Wには、例えば、孔や溝は形成されていない。液管

50

14は、例えば、多孔質体を有していてもよい。多孔質体は、例えば、内層金属層である金属層32の上面から窪む第1有底孔と、金属層32の下面から窪む第2有底孔と、それら第1有底孔と第2有底孔とが部分的に連通して形成される細孔とを有するように構成されている。多孔質体は、例えば、その多孔質体に生じる毛細管力によって、凝縮器13で液化した作動流体Cを蒸発器11(図1参照)へと導く。また、液管14には、図示は省略するが、作動流体C(図1参照)を注入するための注入口が設けられている。但し、注入口は、封止部材により塞がれており、ループ型ヒートパイプ10内は気密に保たれている。

### 【0037】

#### (蒸発器11の構成)

図1に示す蒸発器11は、図3に示した蒸気管12、凝縮器13及び液管14と同様に、3層の金属層31～33(図3参照)が積層されて形成される。蒸発器11は、例えば、液管14と同様に、多孔質体を有していてもよい。例えば、蒸発器11では、蒸発器11に設けられた多孔質体が歯状に形成されている。蒸発器11内において、多孔質体の設けられていない領域は、空間が形成されている。

### 【0038】

このように、ループ型ヒートパイプ10は、3層の金属層31～33(図2及び図3参照)が積層されて構成される。なお、金属層の積層数は、3層に限定されず、4層以上とすることができる。

### 【0039】

#### (ループ型ヒートパイプ10の作用)

次に、ループ型ヒートパイプ10の作用について説明する。

ループ型ヒートパイプ10は、作動流体Cを気化させる蒸発器11と、気化した作動流体C(つまり、蒸気Cv)を凝縮器13に流入させる蒸気管12と、蒸気Cvを液化する凝縮器13と、液化した作動流体Cを蒸発器11に流入させる液管14とを有している。発熱部品の熱に起因して蒸発器11において発生した蒸気Cvは、蒸気管12を通じて凝縮器13に導かれる。蒸気Cvは、凝縮器13において液化される。すなわち、発熱部品で発生した熱が凝縮器13で放熱される。これにより、発熱部品が冷却され、発熱部品の温度上昇が抑制される。

### 【0040】

ここで、図2及び図3に示すように、凝縮器13では、外層金属層である金属層31の外面31Bに凹部40が設けられ、外層金属層である金属層33の外面33Bに凹部50が設けられている。これにより、凹部40, 50を設けない場合に比べて、金属層31, 33の外面31B, 33Bにおける表面積を増大させることができる。このため、凹部40, 50を設けない場合に比べて、金属層31, 33において外気と接触可能な表面積を増大させることができ、外気との熱交換量を増大させることができる。この結果、凝縮器13における熱交換の効率、つまり放熱性を向上させることができる。

### 【0041】

本実施形態において、金属層31は第1外層金属層の一例、金属層32は内層金属層の一例、金属層33は第2外層金属層の一例である。また、内面31Aは第1内面の一例、外面31Bは第1外面の一例、内面33Aは第2内面の一例、外面33Bは第2外面の一例である。また、凹部40は第1凹部の一例、凹部50は第2凹部の一例である。

### 【0042】

#### (ループ型ヒートパイプ10の製造方法)

次に、ループ型ヒートパイプ10の製造方法について説明する。

まず、図4(a)に示す工程では、平板状の金属シート71を準備する。金属シート71は、最終的に金属層31(図3参照)となる部材である。金属シート71は、例えば、銅、ステンレス、アルミニウム、マグネシウム合金等から構成されている。金属シート71の厚さは、例えば、50μm～200μm程度とすることができます。

### 【0043】

10

20

30

40

50

続いて、金属シート71の上面にレジスト層72を形成し、金属シート71の下面にレジスト層73を形成する。レジスト層72, 73としては、例えば、感光性のドライフィルムレジスト等を用いることができる。

【0044】

次に、図4(b)に示す工程では、レジスト層72を露光及び現像して、金属シート71の上面を選択的に露出する開口部72Xを形成する。開口部72Xは、図3に示した凹部40に対応するように形成される。

【0045】

続いて、図4(c)に示す工程では、開口部72X内に露出する金属シート71を、金属シート71の上面側からエッチングする。これにより、金属シート71の上面に凹部40が形成される。凹部40は、例えば、レジスト層72, 73をエッチングマスクとして金属シート71をウェットエッチングすることにより形成できる。金属シート71の材料として銅を用いる場合には、エッチング液として塩化第二鉄水溶液や塩化第二銅水溶液を用いることができる。

10

【0046】

次いで、レジスト層72, 73を剥離液により剥離する。これにより、図4(d)に示すように、外面31Bに凹部40を有する金属層31を形成することができる。

次に、図5(a)に示す工程では、平板状の金属シート74を準備する。金属シート74は、最終的に金属層32(図3参照)となる部材である。金属シート74は、例えば、銅、ステンレス、アルミニウム、マグネシウム合金等から構成されている。金属シート74の厚さは、例えば、50μm~200μm程度とすることができます。

20

【0047】

続いて、金属シート74の上面にレジスト層75を形成し、金属シート74の下面にレジスト層76を形成する。レジスト層75, 76としては、例えば、感光性のドライフィルムレジスト等を用いることができる。

【0048】

次いで、図5(b)に示す工程では、レジスト層75を露光及び現像して、金属シート74の上面を選択的に露出する開口部75Y, 75Zを形成する。同様に、レジスト層76を露光及び現像して、金属シート74の下面を選択的に露出する開口部76Y, 76Zを形成する。開口部75Y, 76Yは、図3に示した貫通孔32Yに対応するように形成される。開口部75Z, 76Zは、図3に示した貫通孔32Zに対応するように形成される。開口部75Yと開口部76Yは、平面視において互いに重なる位置に設けられている。開口部75Zと開口部76Zは、平面視において互いに重なる位置に設けられている。

30

【0049】

次に、図5(c)に示す工程では、レジスト層75, 76から露出する金属シート74を、金属シート74の上下両面からエッチングする。開口部75Y, 76Yにより、金属シート74に貫通孔32Yが形成される。また、開口部75Z, 76Zにより、金属シート74に貫通孔32Zが形成される。貫通孔32Y, 32Zは、例えば、レジスト層75, 76をエッチングマスクとして金属シート74をウェットエッチングすることにより形成できる。金属シート74の材料として銅を用いる場合には、エッチング液として塩化第二鉄水溶液や塩化第二銅水溶液を用いることができる。なお、図示は省略するが、貫通孔32X(図2参照)は、貫通孔32Y, 32Zと同様に形成することができる。

40

【0050】

次に、レジスト層75, 76を剥離液により剥離する。これにより、図5(d)に示すように、貫通孔32Y, 32Z及び貫通孔32X(図2参照)を有する金属層32を形成することができる。

【0051】

続いて、図6(a)に示す工程では、図4(a)~図4(d)に示した工程と同様の方法により、外面33Bに凹部50を有する金属層33を形成する。次いで、金属層31と金属層33との間に金属層32を配置する。

50

## 【0052】

次に、図6(b)に示す工程では、所定温度(例えば、900度)に加熱しながら積層した金属層31~33をプレスすることにより、固相接合にて金属層31~33を接合する。これにより、積層方向に隣接する金属層31, 32, 33が直接接合される。このとき、管壁31wの内面31A(ここでは、下面)と管壁32wの上面とが直接接合される。ここで、金属層31~33において、凹部40と平面視で重なる部分には貫通孔32X(図2参照)及び凹部50が形成されていない。このため、金属層31~33において、凹部40と平面視で重なる部分には空間が形成されていない。これにより、プレス時に、金属層31の内面31Aと金属層32の上面とに対して好適に圧力を加えることができ、金属層31の内面31Aと金属層32の上面とを好適に接合することができる。同様に、管壁33wの内面33A(ここでは、上面)と管壁32wの下面とが直接接合される。ここで、金属層31~33において、凹部50と平面視で重なる部分には貫通孔32X(図2参照)及び凹部40が形成されていない。このため、金属層31~33において、凹部50と平面視で重なる部分には空間が形成されていない。これにより、プレス時に、金属層33の内面33Aと金属層32の下面とに対して好適に圧力を加えることができ、金属層33の内面33Aと金属層32の下面とを好適に接合することができる。

10

## 【0053】

以上説明した工程により、金属層31, 32, 33が積層された構造体が形成される。そして、図1に示した蒸発器11、蒸気管12、凝縮器13及び液管14を有するループ型ヒートパイプ10が形成される。その後、例えば、真空ポンプ等を用いて液管14内を排気した後、図示しない注入口から液管14内に作動流体Cを注入し、その後注入口を封止する。

20

## 【0054】

次に、本実施形態の作用効果を説明する。

(1) 外層金属層である金属層31の外面31Bに凹部40を設けるようにした。これにより、凹部40を設けない場合に比べて、金属層31の外面31Bにおける表面積を増大させることができる。例えば、凹部40を設けたことにより、凝縮器13の平面形状を大きくすることなく、金属層31の外面31Bにおける表面積を増大させることができる。このため、凹部40を設けない場合に比べて、金属層31において外気と接触可能な表面積を増大させることができ、外気との熱交換量を増大させることができる。この結果、ループ型ヒートパイプ10における熱交換の効率、つまり放熱性を向上させることができる。

30

## 【0055】

(2) 凹部40を、平面視において、流路15と重ならないように設けるようにした。すなわち、流路15と平面視において重なる部分の金属層31、つまり上壁31uの外面31Bには凹部40を設けないようにした。このため、流路15を構成する上壁31uが薄くなることを抑制でき、上壁31uにおける剛性が低下することを抑制できる。

## 【0056】

(3) 外層金属層である金属層33の外面33Bに凹部50を設けるようにした。これにより、凹部50を設けない場合に比べて、金属層33の外面33Bにおける表面積を増大させることができる。例えば、凹部50を設けたことにより、凝縮器13の平面形状を大きくすることなく、金属層33の外面33Bにおける表面積を増大させることができる。このため、凹部50を設けない場合に比べて、金属層33において外気と接触可能な表面積を増大させることができ、外気との熱交換量を増大させることができる。この結果、ループ型ヒートパイプ10における放熱性を向上させることができる。

40

## 【0057】

(4) 凹部50を、平面視において、流路15と重ならないように設けるようにした。すなわち、流路15と平面視において重なる部分の金属層33、つまり下壁33dの外面33Bには凹部50を設けないようにした。このため、流路15を構成する下壁33dが薄くなることを抑制でき、下壁33dにおける剛性が低下することを抑制できる。

50

## 【0058】

(5) 凹部50を、平面視において、凹部40と重ならないように設けるようにした。この構成では、金属層31～33において、凹部40と平面視で重なる部分には流路15及び凹部50が形成されておらず、凹部50と平面視で重なる部分には流路15及び凹部40が形成されていない。このため、金属層31～33において、凹部40と平面視で重なる部分には空間が形成されておらず、凹部50と平面視で重なる部分には空間が形成されていない。これにより、金属層31～33を互いに接合する際のプレス時に、金属層31の内面31Aと金属層32の上面とに対して好適に圧力を加えることができるとともに、金属層33の内面33Aと金属層32の下面とに対して好適に圧力を加えることができる。この結果、金属層31の内面31Aと金属層32の上面とを好適に接合できるとともに、金属層33の内面33Aと金属層32の下面とを好適に接合できる。

10

## 【0059】

(6) 凹部40を、金属層31の外面31Bから金属層31の厚さ方向の中間部まで凹むように形成するようにした。この構成によれば、例えば金属層31を厚さ方向に貫通するように凹部40を形成した場合に比べて、凹部40を設けたことに起因して金属層31の剛性が低下することを好適に抑制できる。このため、製造途中における金属層31単体でのハンドリング性が低下することを好適に抑制できる。

20

## 【0060】

(7) 凹部40を、金属層31の外側面31Cから離れて設けるようにした。この構成によれば、金属層31の外側面31Cと凹部40との間に、凹部40の形成されていない部分、つまり薄型化されていない部分が設けられる。このため、金属層31～33を互いに接合する際のプレス時に、金属層31の外側面31Cと凹部40との間の部分において、金属層31の内面31Aと金属層32の上面とに対して好適に圧力を加えることができる。この結果、金属層31の内面31Aと金属層32の上面とを好適に接合できる。

20

## 【0061】

## (他の実施形態)

上記実施形態は、以下のように変更して実施することができる。上記実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

## 【0062】

- 上記実施形態における各凹部40, 50の断面形状は特に限定されない。

30

例えば図7に示すように、各凹部40, 50の内面を、断面視において、円弧状に湾曲した曲面に形成してもよい。各凹部40, 50の内面を、断面形状が半円形や半楕円形となる凹形状としてもよい。ここで、本明細書において、「半円形」とは、真円を二等分した半円のみでなく、例えば、半円よりも円弧が長いものや短いものも含む。また、本明細書において、「半楕円形」とは、楕円を二等分した半楕円のみでなく、例えば、半楕円よりも円弧が長いものや短いものも含む。本変更例の各凹部40, 50の内面は、断面形状が半楕円形に形成されている。なお、凹部40, 50の底面の曲率半径と凹部40, 50の内壁面の曲率半径とは、互いに等しくてもよいし、互いに異なっていてもよい。

## 【0063】

上記実施形態では、凹部50を、平面視において凹部40と重ならないように設けたが、これに限定されない。

40

例えば図8に示すように、凹部50を、平面視において凹部40と部分的に重なるように設けてもよい。すなわち、本変更例の凹部50の一部は、平面視において、凹部40の一部と重なっている。

## 【0064】

上記実施形態では、凹部40を、金属層31の外面31Bから金属層31の厚さ方向の中央部まで凹むように形成したが、凹部40の深さはこれに限定されない。

例えば図9に示すように、凹部40を、金属層31を厚さ方向に貫通するように形成してもよい。すなわち、凹部40を貫通孔に形成してもよい。この構成によれば、凹部40の深さが大きくなる分だけ、外部に露出する凹部40の内壁面が大きくなるため、金属層

50

3 1において外気と接触可能な表面積を増大させることができる。これにより、凝縮器 1 3における放熱性を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

貫通孔からなる凹部 4 0 も上記実施形態と同様に、例えば、金属層 3 1 の外側面 3 1 C から離れて設けられている。また、貫通孔からなる凹部 4 0 は、例えば、Y 軸方向において貫通孔 3 2 X の内壁面から離れて設けられている。

【 0 0 6 6 】

凹部 4 0 を貫通孔に形成した場合には、製造途中における金属層 3 1 単体でのハンドリング性が低下しやすくなる。このため、所望のハンドリング性が維持できる範囲内において、金属層 3 1 を厚さ方向に貫通するように凹部 4 0 を形成することが好ましい。例えば、複数の凹部 4 0 のうち一部の凹部 4 0 のみを、金属層 3 1 を厚さ方向に貫通するように形成してもよい。

10

【 0 0 6 7 】

・上記実施形態では、凹部 5 0 を、金属層 3 3 の外面 3 3 B から金属層 3 3 の厚さ方向の中央部まで凹むように形成したが、凹部 5 0 の深さはこれに限定されない。

例えば図 9 に示すように、凹部 5 0 を、金属層 3 3 を厚さ方向に貫通するように形成してもよい。すなわち、凹部 5 0 を貫通孔に形成してもよい。この構成によれば、凹部 5 0 の深さが大きくなる分だけ、外部に露出する凹部 5 0 の内壁面が大きくなるため、金属層 3 3 において外気と接触可能な表面積を増大させることができる。これにより、凝縮器 1 3における放熱性を向上させることができる。

20

【 0 0 6 8 】

貫通孔からなる凹部 5 0 も上記実施形態と同様に、例えば、金属層 3 3 の外側面 3 3 C から離れて設けられている。また、貫通孔からなる凹部 5 0 は、例えば、Y 軸方向において貫通孔 3 2 X の内壁面から離れて設けられている。

【 0 0 6 9 】

凹部 5 0 を貫通孔に形成した場合には、製造途中における金属層 3 3 単体でのハンドリング性が低下しやすくなる。このため、所望のハンドリング性が維持できる範囲内において、金属層 3 3 を厚さ方向に貫通するように凹部 5 0 を形成することが好ましい。

【 0 0 7 0 】

・上記実施形態では、管壁 1 3 w の外側面から離れた位置に凹部 4 0 , 5 0 を設けるようにしたが、これに限定されない。

30

例えば図 1 0 に示すように、各凹部 4 0 , 5 0 を、管壁 1 3 w の外側面まで延びるように形成してもよい。この場合の各凹部 4 0 , 5 0 は、例えば、Y 軸方向に開放するように形成されている。すなわち、本変更例の各凹部 4 0 , 5 0 は、切り欠き状に形成されている。

【 0 0 7 1 】

・上記実施形態における各凹部 4 0 , 5 0 の平面形状は特に限定されない。各凹部 4 0 , 5 0 の平面形状は、任意の形状に形成することができる。例えば、各凹部 4 0 , 5 0 の平面形状は、凝縮器 1 3 全体の形状や外気の流れる方向などに応じて適宜変更することができる。

40

【 0 0 7 2 】

・例えば図 1 1 に示すように、各凹部 4 0 , 5 0 を、X Y 平面において、X 軸方向に沿って延びるように形成してもよい。この場合には、例えば、複数の凹部 4 0 が Y 軸方向に沿って並んで設けられるとともに、複数の凹部 5 0 が Y 軸方向に沿って並んで設けられる。

【 0 0 7 3 】

・例えば図 1 2 に示すように、各凹部 4 0 , 5 0 を、X Y 平面において、X 軸方向及び Y 軸方向の双方と交差する第 1 方向に延びるように形成してもよい。この場合には、例えば、複数の凹部 4 0 が第 1 方向と X Y 平面において直交する第 2 方向に沿って並んで設けられるとともに、複数の凹部 5 0 が第 2 方向に沿って並んで設けられている。

【 0 0 7 4 】

50

・例えば図13に示すように、凹部40, 50の平面形状を、円形状に形成してもよい。本変更例では、複数の凹部40がXY平面においてマトリクス状に設けられるとともに、複数の凹部50がXY平面においてマトリクス状に設けられている。

#### 【0075】

・上記実施形態の凝縮器13における流路13rの形状は特に限定されない。

例えば図14に示すように、流路13rを、XY平面において蛇行する蛇行部r4を有する形状に形成してもよい。本変更例の流路13rは、Y軸方向に延びる流路r1と、流路r1の端部から蛇行しつつX軸方向に延びる蛇行部r4と、蛇行部r4の端部からY軸方向に延びる流路r3とを有している。この場合であっても、凹部40, 50は、平面視において、流路13rと重ならないように設けられている。

10

#### 【0076】

・上記実施形態では、凝縮器13の管壁13wに凹部40, 50を設けるようにしたが、これに限定されない。

例えば図15に示すように、蒸気管12の管壁12wに凹部40, 50を設けるようにしてもよい。この場合の凹部40, 50は、平面視において、流路15、具体的には流路12rと重ならないように設けられる。

#### 【0077】

また、液管14の管壁14wに凹部40, 50を設けるようにしてもよい。この場合の凹部40, 50は、平面視において、流路15、具体的には流路14rと重ならないように設けられる。

20

#### 【0078】

・図15に示した変更例において、凝縮器13の管壁13wに設けた凹部40, 50を省略してもよい。

・上記実施形態において、複数の凹部40を互いに異なる形状に形成してもよい。

#### 【0079】

・上記実施形態において、複数の凹部50を互いに異なる形状に形成してもよい。

・上記実施形態において、凹部40と凹部50とを互いに異なる形状に形成してもよい。

#### 【0080】

・上記実施形態において、凹部50を省略してもよい。

・上記実施形態では、内層金属層を、単層の金属層32のみにより構成するようにした。すなわち、内層金属層を単層構造とした。しかし、これに限定されない。例えば、内層金属層を、複数層の金属層が積層された積層構造としてもよい。この場合の内層金属層は、金属層31と金属層33との間に複数層の金属層が積層されて構成される。

30

#### 【符号の説明】

##### 【0081】

C 作動流体

Cv 蒸気

10 ループ型ヒートパイプ

11 蒸発器

12 蒸気管

12w 管壁

13 凝縮器

13w 管壁

14 液管

14w 管壁

12r, 13r, 14r, 15 流路

40

31 金属層

31A 内面

31B 外面

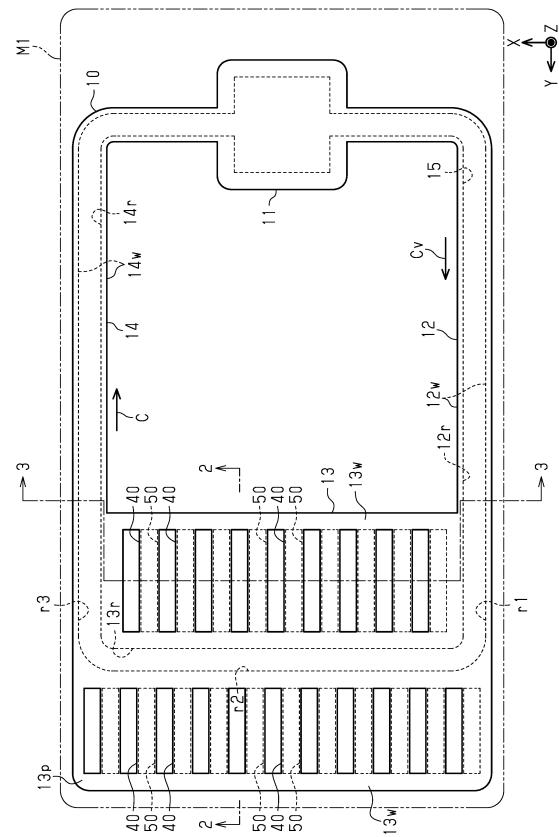
31C 外側面

50

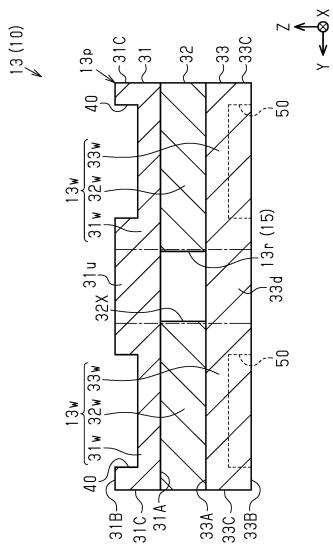
3 2 金属層  
 3 3 金属層  
 3 3 A 内面  
 3 3 B 外面  
 3 3 C 外側面  
 3 1 w , 3 2 w , 3 3 w 管壁  
 3 2 X , 3 2 Y , 3 2 Z 貫通孔  
 4 0 凹部  
 5 0 凹部

【四面】

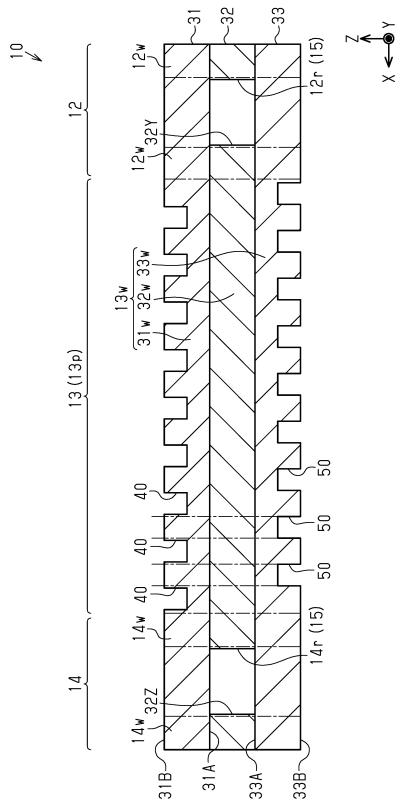
【 四 1 】



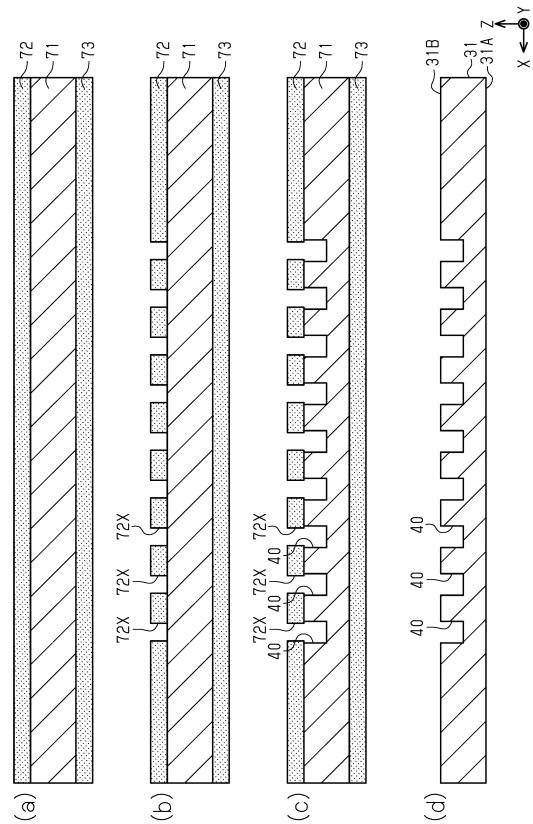
【図2】



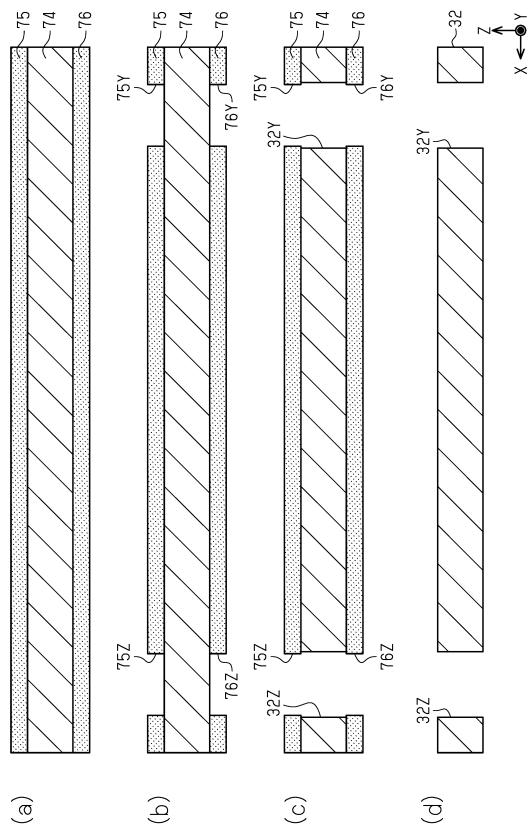
【 义 3 】



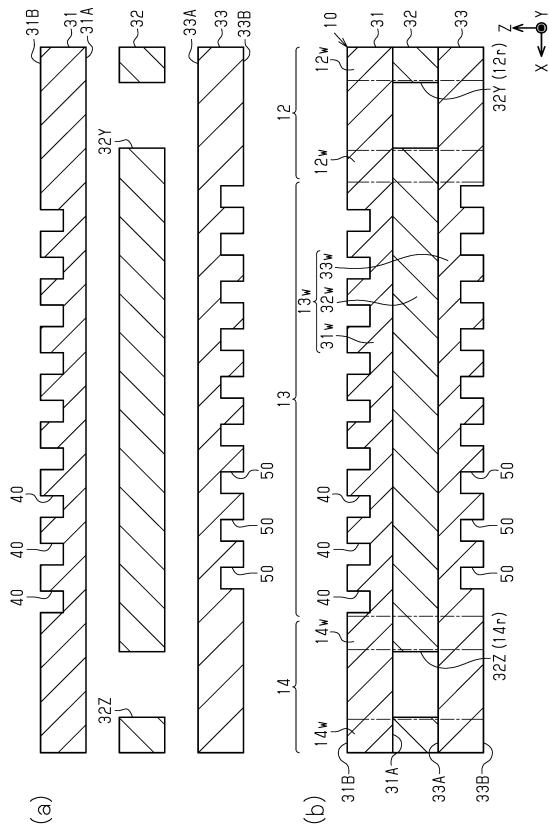
【 図 4 】



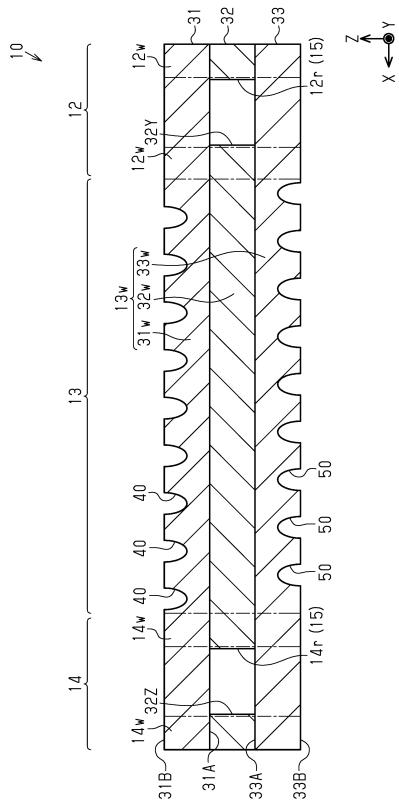
【 図 5 】



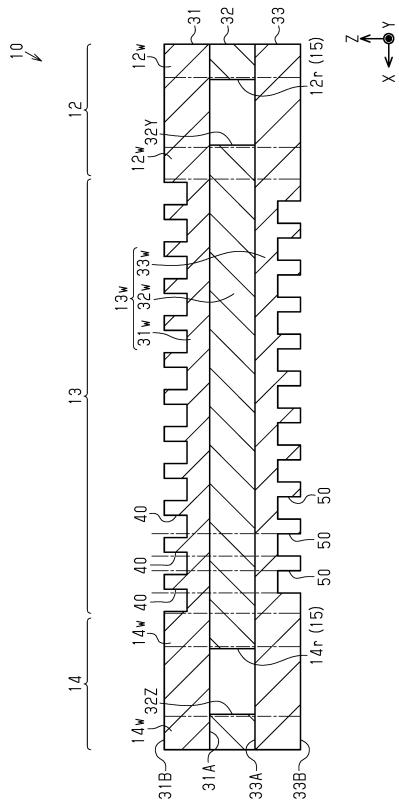
【 図 6 】



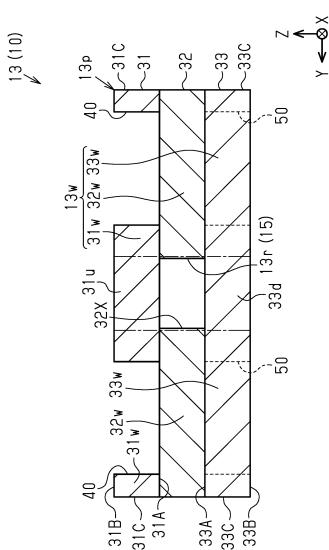
【 义 7 】



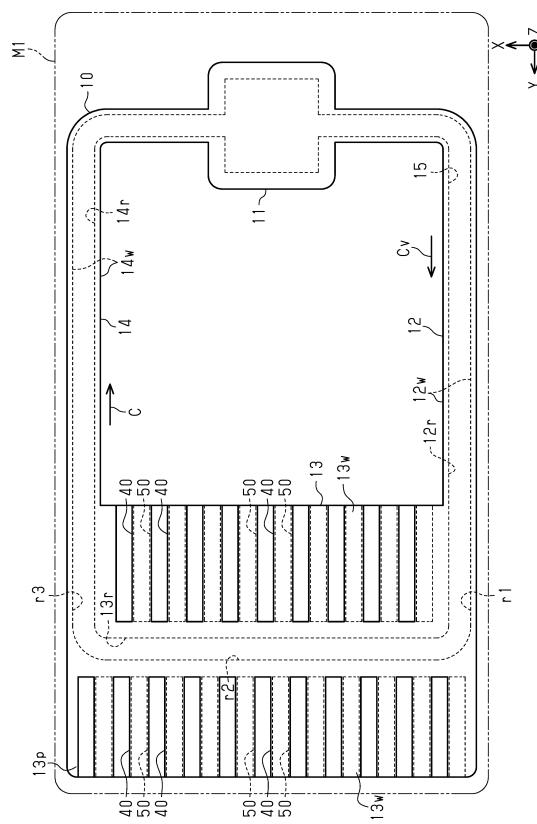
【 四 8 】



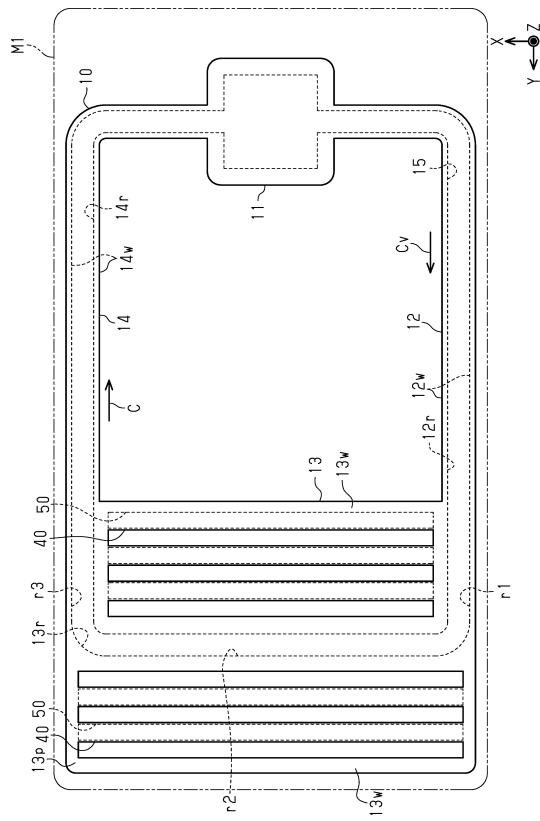
【 四 9 】



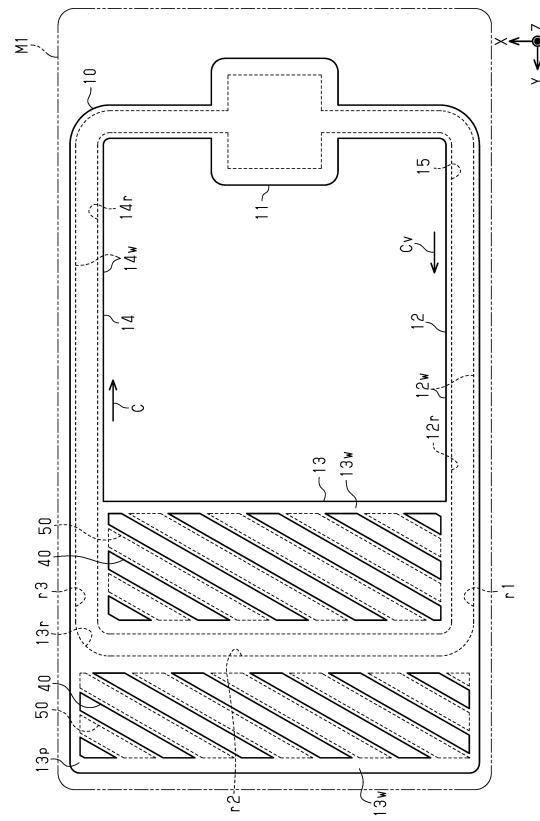
【 図 1 0 】



【図 1 1】



【図 1 2】



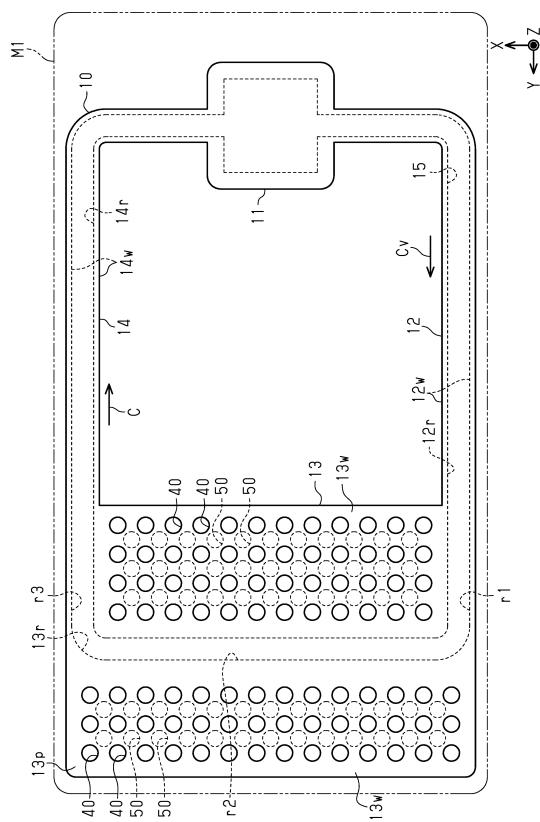
10

20

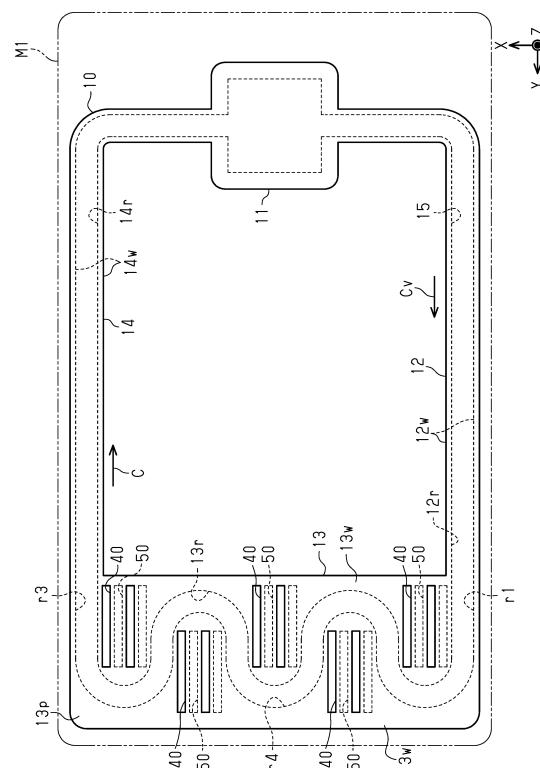
30

40

【図 1 3】

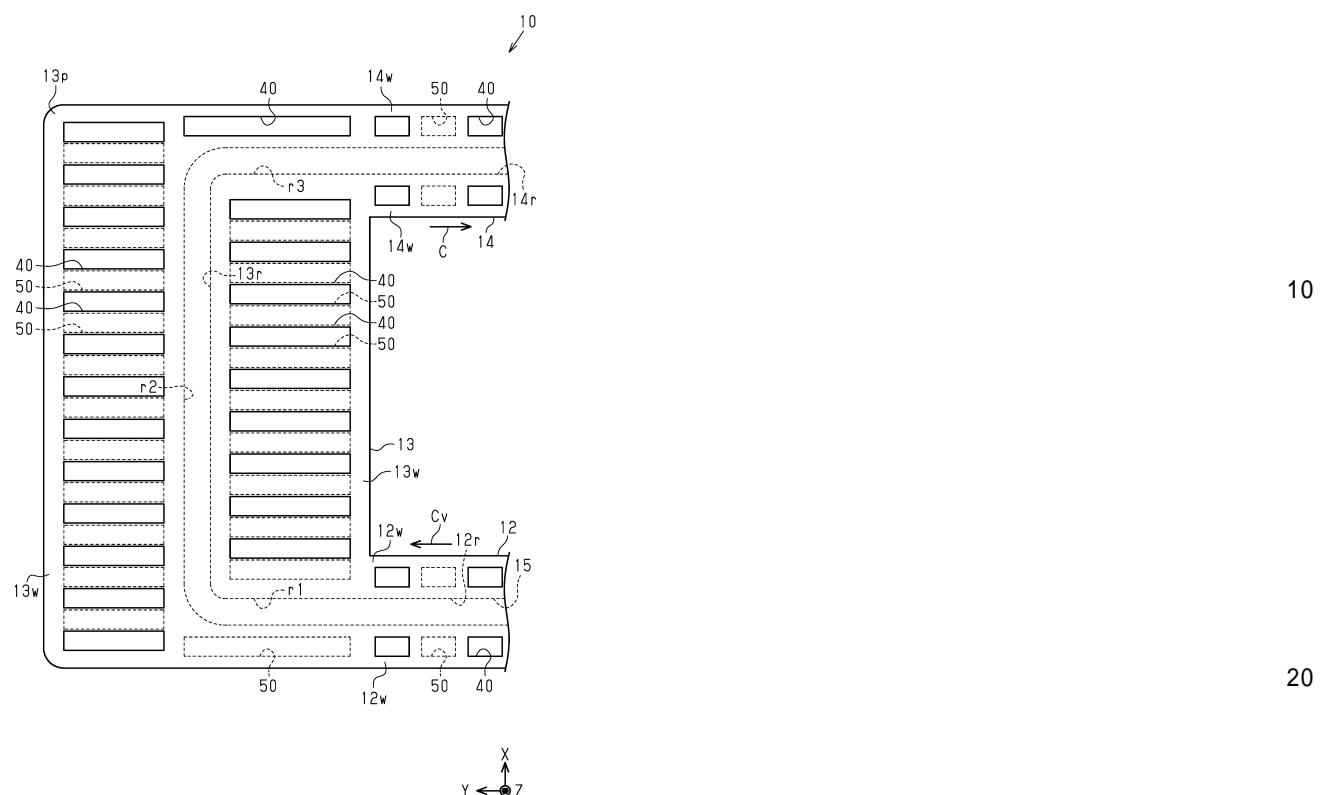


【図 1 4】



50

【図15】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 特開2021-071239 (JP, A)  
特開2021-067370 (JP, A)  
特開2019-056511 (JP, A)  
特開2004-316955 (JP, A)  
米国特許第07748436 (US, B1)  
中国特許出願公開第110779369 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- F 28 D 15 / 02  
H 01 L 23 / 46  
H 05 K 7 / 20  
F 28 F 1 / 12