

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6991892号

(P6991892)

(45)発行日 令和4年1月13日(2022.1.13)

(24)登録日 令和3年12月10日(2021.12.10)

(51)国際特許分類

F I

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

F 2 8 D

15/02

H

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

F 2 8 D

15/02

E

H 0 1 L 23/427(2006.01)

F 2 8 D

15/02

1 0 1 K

H 0 5 K

7/20

R

H 0 1 L

23/46

B

請求項の数 9 (全21頁)

(21)出願番号 特願2018-32871(P2018-32871)
 (22)出願日 平成30年2月27日(2018.2.27)
 (65)公開番号 特開2019-148369(P2019-148369
 A)
 (43)公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)
 審査請求日 令和2年11月18日(2020.11.18)

(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 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74)代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74)代理人 100091672
 弁理士 岡本 啓三
 (74)代理人 100180459
 弁理士 二階堂 裕
 (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 藤原 弘

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】

ループ状の管路と、
 前記管路に封入された作動液と、
 前記管路に設けられ、前記作動液を蒸発させる蒸発器と、
 前記管路に設けられ、前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮器と、
 前記蒸発器と前記凝縮器との間の前記管路であって、前記作動液の蒸気が流れる蒸気管と、
 前記蒸発器と前記凝縮器との間の前記管路であって、液相の前記作動液が流れる液管と、
 を備えたループ型ヒートパイプであって、
 前記管路の管壁を画定する管壁部と、前記管路のうち少なくとも前記蒸気管の内部に設け
 られた支柱部とを備え、各々が積層された複数の中間金属層と、
 複数の前記中間金属層の各々の前記支柱部によって前記蒸気管に沿って延びるように形成
 され、平面視で前記管路を第1の流路と第2の流路とに分けると共に、前記第1の流路と
 前記第2の流路とを接続する第1の開口部が形成された支柱と、
 最下層の前記中間金属層の下に接合され、前記管路を下から塞ぐ下側金属層と、
 最上層の前記中間金属層の上に接合され、前記管路を上から塞ぐ上側金属層と、
 を有し、
 前記支柱部は、凹部が形成された下面と、前記下面に相対する上面とを有し、
 上下に隣接する二つの前記支柱部のうち、下側の前記支柱部の前記上面と、上側の前記支
 柱部の前記凹部とにより前記第1の開口部が画定されたループ型ヒートパイプ。

【請求項 2】

ループ状の管路と、
前記管路に封入された作動液と、
前記管路に設けられ、前記作動液を蒸発させる蒸発器と、
前記管路に設けられ、前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮器と、
前記蒸発器と前記凝縮器との間の前記管路であって、前記作動液の蒸気が流れる蒸気管と、
前記蒸発器と前記凝縮器との間の前記管路であって、液相の前記作動液が流れる液管と、
を備えたループ型ヒートパイプであって、
前記管路の管壁を画定する管壁部と、前記管路のうち少なくとも前記蒸気管の内部に設けられた支柱部とを備え、各々が積層された複数の中間金属層と、
複数の前記中間金属層の各々の前記支柱部によって前記蒸気管に沿って延びるように形成され、平面視で前記管路を第 1 の流路と第 2 の流路とに分けると共に、前記第 1 の流路と前記第 2 の流路とを接続する第 1 の開口部が形成された支柱と、
最下層の前記中間金属層の下に接合され、前記管路を下から塞ぐ下側金属層と、
最上層の前記中間金属層の上に接合され、前記管路を上から塞ぐ上側金属層と、
を有し、
前記支柱部は、複数の第 1 の穴が形成された下面と、前記下面に相對すると共に、各々が前記第 1 の穴に繋がる複数の第 2 の穴が形成された上面とを有し、
前記第 1 の穴と第 2 の穴とにより前記第 1 の開口部が画定されたループ型ヒートパイプ。

10

【請求項 3】

前記中間金属層に、前記管壁部と前記支柱部とを接続する接続部が設けられ、
前記接続部に、平面視で前記蒸気管の延在方向に沿って貫く第 2 の開口部が形成されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のループ型ヒートパイプ。

20

【請求項 4】

上下に隣接する前記支柱部において、上側の前記支柱部が備える前記第 1 の穴と、下側の前記支柱部が備える前記第 2 の穴とが、平面視で相互に重なりつつ互いの位置がずれていることを特徴とする請求項 2 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 5】

前記凹部は、前記蒸気管の延在方向に沿って複数設けられたことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプ。

30

【請求項 6】

上下に隣接する二つの前記支柱部のうち、下側の前記支柱部の上面に第 1 の凹部が形成され、かつ上側の前記支柱部の下面に第 2 の凹部が形成され、
前記第 1 の凹部と前記第 2 の凹部とにより前記第 1 の開口部が画定されたことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 7】

最下層の前記支柱部の前記下面は、前記蒸気管の延在方向に沿って前記下側金属層に接合されたストライプ状であり、
最上層の前記支柱部の前記上面は、前記延在方向に沿って前記上側金属層に接合されたストライプ状であることを特徴とする請求項 6 に記載のループ型ヒートパイプ。

40

【請求項 8】

最下層の前記支柱部に、前記下側金属層の表面と相對する凹部が形成され、前記凹部によって前記第 1 の流路と前記第 2 の流路とが接続されたことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 9】

前記支柱部は、前記蒸気管の延在方向に沿って交互に連なる凹部と凸部とが形成された下面と、前記下面に相對する上面とを有し、
上下に隣接する前記支柱部において、上側の前記支柱部が備える前記凹部と、下側の前記支柱部の前記上面とにより前記第 1 の開口部が複数確定され、
上側の前記支柱部が備える前記凸部と下側の前記支柱部の前記上面との間の接合強度が、

50

上下に隣接する前記管壁部同士の接合強度よりも弱いことを特徴とする請求項 1 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。

【背景技術】

【0002】

スマートフォン等のモバイル型の電子機器で発生した熱を輸送するデバイスとしてループ型ヒートパイプがある。ループ型ヒートパイプは、作動液の相変化を利用して熱輸送を行うデバイスであって、作動液が封入されたループ状の管路を有する。

10

【0003】

管路の形成方法には幾つかの方法がある。なかでも、複数の薄い金属板を積層してその内部に管路を形成する方法では、モバイル型の電子機器に適した薄い管路を形成することができるため、電子機器の薄型化を進めることができる。

【0004】

そのように薄い管路が製造途中で潰れてしまうと管路内の圧力損失が高まり、ループ型ヒートパイプの内部を作動液が循環するのが困難となる。そのため、管路内に支柱を設けることにより、管路が潰れるのを支柱で防止する技術が検討されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0005】

【文献】国際公開第 2015 / 087451 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、このように管路の内部に支柱を設けると、作動液の蒸気が管路内を流通し難くなるため、管路内の圧力損失が高まってしまい、ループ型ヒートパイプの熱輸送能力が低下してしまう。

【0007】

30

一側面によれば、本発明は、ループ型ヒートパイプの管路が潰れるのを防止しつつ、ループ型ヒートパイプの熱輸送能力が低下するのを抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一側面によれば、ループ状の管路と、前記管路に封入された作動液と、前記管路に設けられ、前記作動液を蒸発させる蒸発器と、前記管路に設けられ、前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮器と、前記蒸発器と前記凝縮器との間の前記管路であって、前記作動液の蒸気が流れる蒸気管と、前記蒸発器と前記凝縮器との間の前記管路であって、液相の前記作動液が流れる液管と、を備えたループ型ヒートパイプであって、前記管路の管壁を画定する管壁部と、前記管路のうち少なくとも前記蒸気管の内部に設けられた支柱部とを備え、各々が積層された複数の中間金属層と、複数の前記中間金属層の各々の前記支柱部によって前記蒸気管に沿って延びるように形成され、平面視で前記管路を第 1 の流路と第 2 の流路とに分けると共に、前記第 1 の流路と前記第 2 の流路とを接続する第 1 の開口部が形成された支柱と、最下層の前記中間金属層の下に接合され、前記管路を下から塞ぐ下側金属層と、最上層の前記中間金属層の上に接合され、前記管路を上から塞ぐ上側金属層と、を有し、前記支柱部は、凹部が形成された下面と、前記下面に相対する上面とを有し、上下に隣接する二つの前記支柱部のうち、下側の前記支柱部の前記上面と、上側の前記支柱部の前記凹部とにより前記第 1 の開口部が画定されたループ型ヒートパイプが提供される。

40

【発明の効果】

【0009】

50

一側面によれば、支柱部に第 1 の開口部を形成したことにより管路内の圧力損失が上昇するのを防止でき、ループ型ヒートパイプの熱輸送能力が低下するのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】図 1 は、検討に使用したループ型ヒートパイプの上面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の I-I 線に沿った蒸気管の断面図である。

【図 3】図 3 は、支柱部が形成された一枚の金属層の拡大平面図である。

【図 4】図 4 は、本実施形態に係るループ型ヒートパイプの上面図である。

【図 5】図 5 は、図 4 の II-II 線に沿った蒸気管の断面図である。

10

【図 6】図 6 は、本実施形態において、蒸気管における中間金属層の拡大平面図である。

【図 7】図 7 (a) は本実施形態に係る第 1 の開口部の拡大平面図であり、図 7 (b) は図 7 (a) の III-III 線に沿った断面図である。

【図 8】図 8 (a) は、本実施形態に係る第 2 の開口部の拡大平面図であり、図 8 (b) は図 8 (a) の IV-IV 線に沿った断面図である。

【図 9】図 9 (a) は、本実施形態に係る第 1 の穴と第 2 の穴が形成された一枚の中間金属層の拡大写真を基にして描いた図であり、図 9 (b) は、その中間金属層の断面の拡大写真を基にして描いた図である。

【図 10】図 10 は、本実施形態に係る上下に隣接する中間金属層において、上側の中間金属層における第 1 の穴と、下側の中間金属層における第 2 の穴との位置関係を示す平面図である。

20

【図 11】図 11 は、本実施形態に係る蒸気管の分解斜視図である。

【図 12】図 12 は、本実施形態に係る中間金属層の製造方法について説明するための平面図 (その 1) である。

【図 13】図 13 は、本実施形態に係る中間金属層の製造方法について説明するための平面図 (その 2) である。

【図 14】図 14 は、本実施形態に係る中間金属層の製造方法について説明するための平面図 (その 3) である。

【図 15】図 15 (a)、(b) は、本実施形態に係る中間金属層の製造方法について説明するための断面図 (その 1) である。

30

【図 16】図 16 は、本実施形態に係る中間金属層の製造方法について説明するための断面図 (その 2) である。

【図 17】図 17 は、本実施形態に係るループ型ヒートパイプの製造途中の断面図 (その 1) である。

【図 18】図 18 は、本実施形態に係るループ型ヒートパイプの製造途中の断面図 (その 2) である。

【図 19】図 19 は、本実施形態の第 1 変形例に係るループ型ヒートパイプの側面図である。

【図 20】図 20 は、本実施形態の第 2 変形例に係るループ型ヒートパイプの側面図である。

40

【図 21】図 21 は、本実施形態の第 3 変形例に係るループ型ヒートパイプの蒸気管の分解斜視図である。

【図 22】図 22 は、本実施形態の第 4 変形例に係るループ型ヒートパイプの蒸気管の分解斜視図である。

【図 23】図 23 は、本実施形態の第 5 変形例に係るループ型ヒートパイプの蒸気管の分解斜視図である。

【図 24】図 24 は、本実施形態の第 6 変形例に係るループ型ヒートパイプの蒸気管の分解斜視図である。

【図 25】図 25 は、本実施形態の第 7 変形例に係るループ型ヒートパイプの蒸気管の分解斜視図である。

50

【図 2 6】図 2 6 は、本実施形態の第 8 変形例に係るループ型ヒートパイプの蒸気管の分解斜視図である。

【図 2 7】図 2 7 は、本実施形態の第 8 変形例に係るループ型ヒートパイプにおける利点について説明するための断面図である。

【図 2 8】図 2 8 (a)、(b) は、本実施形態の第 8 変形例における凹部の断面形状の様々な例について示す断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

本実施形態の説明に先立ち、本願発明者が検討した事項について説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、検討に使用したループ型ヒートパイプの上面図である。

【 0 0 1 3 】

このループ型ヒートパイプ 1 は、スマートフォンやデジタルカメラ等の筐体 2 に収容されており、蒸発器 3 と凝縮器 4 とを備える。

【 0 0 1 4 】

蒸発器 3 と凝縮器 4 には蒸気管 5 と液管 6 とが接続されており、これらの管 5、6 によって作動液 C が流れるループ状の管路 9 が形成される。また、蒸発器 3 には CPU (Central Processing Unit) 等の発熱部品 7 が固着されており、その発熱部品 7 の熱により作動液 C の蒸気 Cv が生成される。

【 0 0 1 5 】

その蒸気 Cv は、蒸気管 5 を通って凝縮器 4 に導かれ、凝縮器 4 において液化した後に液管 6 を通って再び蒸発器 3 に供給される。

【 0 0 1 6 】

このようにループ型ヒートパイプ 1 の内部を作動液 C が循環することにより発熱部品 7 で発生した熱が凝縮器 4 に移動し、発熱部品 7 の冷却を促すことができる。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、図 1 の I - I 線に沿った蒸気管 5 の断面図である。

【 0 0 1 8 】

図 2 に示すように、この例では複数の金属層 8 の積層体を加熱しながら上下から加圧し、各金属層 8 同士を金属間接合により接合して管路 9 を形成する。また、最下層と最上層とを除いた各金属層 8 には支柱部 8 a が形成されており、各支柱部 8 a の積層体によって支柱 1 0 が形成される。支柱 1 0 は、上記のように各金属層 8 を加圧する際に蒸気管 5 が潰れるのを防止するように機能する。また、後述のように管路 9 を曲げる場合であっても、曲げたときに管路 9 が潰れるのを防止するのを支柱 1 0 で防止できる。そして、その支柱 1 0 によって管路 9 が第 1 の流路 9 a と第 2 の流路 9 b とに分けられる。

【 0 0 1 9 】

なお、金属層 8 はウエットエッチングにより銅層等をパターンニングすることにより形成されるが、そのウエットエッチング時に支柱部 8 a が金属層 8 から脱離するのを防止するための接続部 8 b が各金属層 8 に設けられる。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、支柱部 8 a が形成された一枚の金属層 8 の拡大平面図である。

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように、支柱部 8 a は管路 9 に沿って延びるように形成される。また、支柱部 8 a が接続部 8 b を介して金属層 8 に支持されるため、支柱部 8 a と金属層 8 とを一体的に扱うことができる。

【 0 0 2 2 】

なお、接続部 8 b の位置を全ての金属層 8 で同一とすると、接続部 8 b によって管路 9 が閉塞してしまうため、金属層 8 ごとに接続部 8 b の位置を変えるのが好ましい。

【 0 0 2 3 】

このようなループ型ヒートパイプ 1 によれば、上記のように金属層 8 を積層することでル

10

20

30

40

50

ープ型ヒートパイプ 1 の厚さを薄くすることができ、筐体 2 の薄型化を推し進めることが可能となる。

【 0 0 2 4 】

しかも、蒸気管 5 の内部に支柱 1 0 を形成したため、各金属層 8 を加圧して接合するときの圧力で蒸気管 5 が潰れるのを支柱 1 0 で防止することが可能となり、蒸気管 5 が潰れて蒸気Cvの流れがループ型ヒートパイプ 1 内で滞るのを防止できる。

【 0 0 2 5 】

しかしながら、このように支柱 1 0 を形成すると、蒸気管 5 における蒸気Cvの流れが支柱 1 0 で阻害されてしまうため、蒸気管 5 における圧力損失が上昇し、ループ型ヒートパイプ 1 の熱輸送効率が低下することになる。

10

【 0 0 2 6 】

更に、接続部 8 b が形成された部分の蒸気管 5 においては、接続部 8 b によって管路 9 の断面積が狭くなり、蒸気管 5 の圧力損失が更に上昇してしまう。

【 0 0 2 7 】

以下に、ループ型ヒートパイプの熱輸送能力が低下するのを抑制することが可能な本実施形態について説明する。

【 0 0 2 8 】

(本実施形態)

図 4 は、本実施形態に係るループ型ヒートパイプの上面図である。

【 0 0 2 9 】

20

このループ型ヒートパイプ 1 1 は、電子機器の筐体 1 2 に收容されており、蒸発器 1 3 と凝縮器 1 4 とを備える。電子機器は、冷却対象の発熱部品を有する機器であれば特に限定されず、スマートフォン、デジタルカメラ、人工衛星、車載電子機器、及びサーバ等を電子機器として採用し得る。

【 0 0 3 0 】

蒸発器 1 3 と凝縮器 1 4 には蒸気管 1 5 と液管 1 6 とが接続されており、これらの管 1 5 、 1 6 によって作動液Cが流れるループ状の管路 1 7 が形成される。また、蒸発器 1 3 にはCPU等の発熱部品 1 8 が固着されており、その発熱部品 1 8 の熱により作動液Cの蒸気Cvが生成される。

【 0 0 3 1 】

30

蒸気Cvは、蒸気管 1 5 を通って凝縮器 1 4 に導かれ、凝縮器 1 4 において液化した後に液管 1 6 を通って再び蒸発器 1 3 に供給される。

【 0 0 3 2 】

ループ型ヒートパイプ 1 1 の内部をこのように作動液Cが循環することにより発熱部品 1 8 で発生した熱が凝縮器 1 4 に移動し、発熱部品 1 8 の冷却を促すことができる。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、図 4 のII - II線に沿った蒸気管 1 5 の断面図である。

【 0 0 3 4 】

図 5 に示すように、本実施形態では下側金属層 2 1 、複数の中間金属層 2 2 、及び上側金属層 2 3 をこの順に積層してループ型ヒートパイプ 1 1 を作製する。

40

【 0 0 3 5 】

これらの金属層のうち、複数の中間金属層 2 2 の各々には支柱 2 5 を構成する支柱部 2 2 a が形成されており、その支柱 2 5 によって管路 1 7 が第 1 の流路 1 7 a と第 2 の流路 1 7 b とに分けられる。

【 0 0 3 6 】

また、各中間金属層 2 2 には管路 1 7 の管壁 1 7 x を画定する管壁部 2 2 c が設けられており、更に下側金属層 2 1 がその管路 1 7 を下側から塞ぐと共に、上側金属層 2 3 が管路 1 7 を上から塞ぐ。なお、最上層の中間金属層 2 2 には、支柱部 2 2 a に接続された接続部 2 2 b が設けられる。そのような接続部 2 2 b は、最上層の中間金属層 2 2 だけでなく、各々の中間金属層 2 2 にも形成される。

50

【 0 0 3 7 】

そして、下側金属層 2 1 と上側金属層 2 3 の各々は支柱 2 5 に接合されており、これにより各金属層 2 1 ~ 2 3 を積層するときの圧力で管路 1 7 が潰れるのを防止できる。また、接続部 2 2 b により各中間金属層 2 2 と支柱部 2 2 a とを接続したため、一枚の金属層に中間金属層 2 2 と支柱部 2 2 a とを形成しても、その支柱部 2 2 a が中間金属層 2 2 から脱離するのを防止できる。

【 0 0 3 8 】

なお、管路 1 7 において支柱 2 5 を形成する部位は特に限定されないが、この例のように内部が空洞で潰れやすい蒸気管 1 5 に支柱 2 5 を形成するのが好ましい。同じ理由により凝縮器 1 4 (図 4 参照) における管路 1 7 にも支柱 2 5 を形成してもよい。

10

【 0 0 3 9 】

一方、液管 1 6 (図 4 参照) の内部には、液相の作動液 C を毛細管力で蒸発器 1 3 に移動させるための不図示のウィックが形成されており、そのウィックで液管 1 6 が補強されているため、液管 1 6 には支柱 2 5 を設けなくてもよい。

【 0 0 4 0 】

また、管路 1 7 の幅 W1 は、ループ型ヒートパイプ 1 1 に求められる熱輸送性能等にもよるが、この例では例えば 5 mm ~ 1 0 mm 程度とする。

【 0 0 4 1 】

各金属層 2 1 ~ 2 3 の材料も特に限定されず、熱伝導性と加工性が良好な銅層を各金属層 2 1 ~ 2 3 として採用し得る。なお、銅層に代えてアルミニウム層やステンレス層を各金属層 2 1 ~ 2 3 として採用してもよい。

20

【 0 0 4 2 】

更に、各金属層 2 1 ~ 2 3 のそれぞれの厚さは 1 0 0 μ m ~ 3 0 0 μ m、例えば 1 0 0 μ m 程度であり、各金属層 2 1 ~ 2 3 を合わせた合計の厚さ T は 6 0 0 μ m ~ 1 8 0 0 μ m 程度である。

【 0 0 4 3 】

このように厚さが薄い各金属層 2 1 ~ 2 3 を積層することでループ型ヒートパイプ 1 1 の厚さを薄くすることができ、ループ型ヒートパイプ 1 1 が収容される筐体 1 2 の薄型化に寄与することができる。

【 0 0 4 4 】

また、この例では支柱部 2 2 a や接続部 2 2 b によって管路 1 7 における圧力損失が上昇するのを防止するために、支柱部 2 2 a に第 1 の開口部 2 6 を形成すると共に、接続部 2 2 b に第 2 の開口部 2 7 を形成する。

30

【 0 0 4 5 】

図 6 は、蒸気管 1 5 における中間金属層 2 2 の拡大平面図である。

【 0 0 4 6 】

図 6 に示すように、支柱部 2 2 a は、管路 1 7 の延在方向 X に沿って延びるように形成される。支柱部 2 2 a の幅 W2 は特に限定されないが、この例では幅 W2 を 5 0 0 μ m ~ 3 0 0 0 μ m 程度とする。

【 0 0 4 7 】

そして、第 1 の開口部 2 6 は、第 1 の流路 1 7 a と第 2 の流路 1 7 b とを接続するように支柱部 2 2 a に形成される。これにより、第 1 の開口部 2 6 を通じて蒸気 Cv が各流路 1 7 a、1 7 b の間を流通できるようになると共に、第 1 の開口部 2 6 の分だけ管路 1 7 の断面積が増加するため、管路 1 7 における蒸気 Cv の圧力損失を低減することができる。

40

【 0 0 4 8 】

一方、接続部 2 2 b は、延在方向 X に直交する方向 Y に沿って延びており、その幅 W3 は例えば 5 0 0 μ m ~ 2 0 0 0 μ m 程度である。そして、第 2 の開口部 2 7 は、延在方向 X に沿って接続部 2 2 b を貫くように形成されており、その内部を蒸気 Cv が延在方向 X に沿って流れる。

【 0 0 4 9 】

50

これにより、第２の開口部２７がない場合と比較して各流路１７ａ、１７ｂを蒸気Ｃｖが流れ易くなるため、管路１７における蒸気Ｃｖの圧力損失を更に低減することができる。

【００５０】

各開口部２６、２７の形状は特に限定されない。

【００５１】

図７（ａ）は第１の開口部２６の拡大平面図であり、図７（ｂ）は図７（ａ）のIII-III線に沿った断面図である。

【００５２】

図７（ａ）に示すように、支柱部２２ａには第１の開口部２６を構成する第１の穴２２ｅと第２の穴２２ｆとが形成される。これらの穴２２ｅ、２２ｆは、いずれも有底であって、平面視で概略円形である。

10

【００５３】

この例では、各穴２２ｅ、２２ｆを相互に接続しつつ、各穴２２ｅ、２２ｆの各々の中心Ｐを前述の方向Ｙに沿ってずらすことにより、方向Ｙに沿って蒸気Ｃｖが第１の開口部２６を流れるようにする。

【００５４】

なお、各穴２２ｅ、２２ｆの大きさは特に限定されないが、この例ではこれらの穴２２ｅ、２２ｆの直径を２００μｍ程度とする。

【００５５】

また、図７（ｂ）に示すように、第１の穴２２ｅは支柱部２２ａの下面２２ｇに形成されており、下面２２ｇに相対する上面２２ｈに第２の穴２２ｆが形成される。これらの穴２２ｅ、２２ｆは、銅層等の金属層をウエットエッチングで等方的にエッチングすることにより形成されるため、丸みを帯びた断面形状となる。

20

【００５６】

一方、図８（ａ）は、第２の開口部２７の拡大平面図であり、図８（ｂ）は図８（ａ）のI-V線に沿った断面図である。

【００５７】

図８（ａ）、（ｂ）に示すように、第２の開口部２７も前述の第１の穴２２ｅと第２の穴２２ｆにより構成される。

【００５８】

但し、各穴２２ｅ、２２ｆの各々の中心Ｐは前述の延在方向Ｘにずれており、これにより延在方向Ｘに沿って蒸気Ｃｖが第２の開口部２７を流れるようになる。

30

【００５９】

図９（ａ）は、各穴２２ｅ、２２ｆが形成された一枚の中間金属層２２の拡大写真を基にして描いた図であり、図９（ｂ）は、その中間金属層２２の断面の拡大写真を基にして描いた図である。

【００６０】

図９（ａ）に示すように、各穴２２ｅ、２２ｆは、各々の中心をずらしながら相互に重複するように形成される。このうち、第１の穴２２ｅの直径は前述のように２００μｍ程度であり、第１の穴２２ｅのピッチは３００μｍ程度である。第２の穴２２ｆもこれと同じ直径とピッチとを有する。

40

【００６１】

また、図９（ｂ）に示されるように、各穴２２ｅ、２２ｆは断面視で概略半球状である。

【００６２】

図１０は、上下に隣接する中間金属層２２において、上側の中間金属層２２における第１の穴２２ｅと、下側の中間金属層２２における第２の穴２２ｆとの位置関係を示す平面図である。

【００６３】

図１０に示すように、この例では上側の中間金属層２２における第１の穴２２ｅと、下側の中間金属層２２における第２の穴２２ｆとを平面視で相互に重ねつつ互いの位置をずら

50

す。

【 0 0 6 4 】

これにより、各穴 2 2 e、2 2 f の内部を蒸気 Cv が三次元的に流れるようになり、上記の支柱 2 5 や接続部 2 2 b から蒸気 Cv が受ける抵抗を低減することができるようになる。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 は、蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

【 0 0 6 6 】

図 1 1 に示すように、支柱部 2 2 a と接続部 2 2 b の各々には複数の開口部 2 6、2 7 が形成されており、これにより支柱部 2 2 a と接続部 2 2 b は多孔質となる。その結果、各流路 1 7 a、1 7 b のうちの一方に溜まった液相の作動液 C を他方に排出するような毛細管力が多孔質状の支柱部 2 2 a から作動液 C に働くようになる。そのため、外気温の低下等によって各流路 1 7 a、1 7 b のいずれか一方に液相の作動液 C が結露しても、その作動液 C が他方の流路に排出され易くなるため、管路 1 7 内に液溜まりが発生し難くなり、その液溜まりで管路 1 7 内の圧力損失が高まるのを防止できる。

【 0 0 6 7 】

一方、接続部 2 2 b によって管路 1 7 が閉塞するのを防止するために、接続部 2 2 b は中間金属層 2 2 ごとに異なる位置に設けられる。

【 0 0 6 8 】

以上説明した本実施形態によれば、図 5 に示したように、各流路 1 7 a、1 7 b を接続する第 1 の開口部 2 6 を支柱 2 5 に形成したため、第 1 の開口部 2 6 の分だけ管路 1 7 の断面積が増加し、管路 1 7 における蒸気 Cv の圧力損失を低減することができる。

【 0 0 6 9 】

しかも、接続部 2 2 b に第 2 の開口部 2 7 を形成したことで各流路 1 7 a、1 7 b を蒸気 Cv が流れ易くなり、管路 1 7 における蒸気 Cv の圧力損失を更に低減することができる。

【 0 0 7 0 】

そして、このように管路 1 7 における圧力損失が低減することでループ型ヒートパイプ 1 1 の熱輸送効率が向上し、発熱部品 1 8 (図 4 参照) の温度上昇を効率的に抑制することが可能となる。

【 0 0 7 1 】

なお、第 1 の開口部 2 6 のみで管路 1 7 における圧力損失を十分に低減できる場合には、接続部 2 2 b に第 2 の開口部 2 7 を形成しなくてもよい。

【 0 0 7 2 】

次に、本実施形態に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の製造方法について説明する。

【 0 0 7 3 】

図 1 2 ~ 図 1 4 は、中間金属層 2 2 の製造方法について説明するための平面図である。また、図 1 5 及び図 1 6 は、中間金属層 2 2 の製造方法について説明するための断面図であって、図 1 2 ~ 図 1 4 の V-V 線に沿った断面図に相当する。

【 0 0 7 4 】

まず、図 1 2 及び図 1 5 (a) に示すように、金属層 2 2 y として銅層を用意し、その両面に第 1 のレジスト層 3 1 と第 2 のレジスト層 3 2 を形成する。これらのレジスト層 3 1、3 2 は、平面視で中間金属層 2 2 と同じ輪郭を有すると共に、各穴 2 2 e、2 2 f に対応した円形の第 1 のレジスト開口 3 1 a と第 2 のレジスト開口 3 2 a とを有する。

【 0 0 7 5 】

次に、図 1 3 及び図 1 5 (b) に示すように、各レジスト層 3 1、3 2 をマスクにしながら、金属層 2 2 y をその両面からウエットエッチングする。これにより、金属層 2 2 y がパターンニングされて中間金属層 2 2 になると共に、各レジスト開口 3 1 a、3 2 a の下に相互に接続された穴 2 2 e、2 2 f が形成される。また、そのウエットエッチングは等方的に進行するため、各穴 2 2 e、2 2 f は半球状となる。

【 0 0 7 6 】

更に、この工程では、第 1 のレジスト層 3 1 と第 2 のレジスト層 3 2 の両方が形成されて

10

20

30

40

50

いる部分の金属層 2 2 y がエッチングされずに管壁部 2 2 c として残される。

【 0 0 7 7 】

その後、図 1 4 及び図 1 6 に示すように各レジスト層 3 1、3 2 を除去し、中間金属層 2 2 の基本構造を完成させる。

【 0 0 7 8 】

これ以降の工程について図 1 7 及び図 1 8 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 9 】

図 1 7 及び図 1 8 は、本実施形態に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の製造途中の断面図である。

【 0 0 8 0 】

まず、図 1 7 に示すように、下側金属層 2 1、複数の中間金属層 2 2、及び上側金属層 2 3 をこの順に積層する。

【 0 0 8 1 】

次に、図 1 8 に示すように、各金属層 2 1 ~ 2 3 を 5 0 0 以上の温度、例えば 7 0 0 に加熱しながら、1 0 MPa 程度の圧力で各金属層 2 1 ~ 2 3 同士をプレスする。これにより、各金属層 2 1 ~ 2 3 同士が金属間接合によって接合すると共に、下側金属層 2 1 と上側金属層 2 3 によって管路 1 7 が上下から塞がれる。

【 0 0 8 2 】

その後、不図示の注入口から管路 1 7 に作動液 C として水を注入し、本実施形態に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の基本構造を完成させる。

【 0 0 8 3 】

以下に、本実施形態の様々な変形例について説明する。

【 0 0 8 4 】

(第 1 変形例)

図 1 9 は、第 1 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の側面図である。

【 0 0 8 5 】

この例では、回路基板 3 5 に CPU 等の発熱部品 1 8 を搭載すると共に、発熱部品 1 8 よりも高さが高い電子部品 3 6 を回路基板 3 5 に搭載する。そのような電子部品 3 6 としては、例えばチップコンデンサがある。

【 0 0 8 6 】

そして、曲げ加工により蒸発管 1 5 に屈曲部 1 5 a を設け、蒸発管 1 5 と電子部品 2 6 とが接触しないようにする。

【 0 0 8 7 】

このように蒸発管 1 5 を曲げても、支柱 2 5 (図 1 1 参照) によって蒸発管 1 5 が補強されているため、蒸発管 1 5 が潰れて蒸気 C v の圧力損失が上昇するのを抑制することができる。

【 0 0 8 8 】

(第 2 変形例)

図 2 0 は、第 2 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の側面図である。

【 0 0 8 9 】

この例では、蒸発管 1 5 に対して曲げ加工を行うことにより、側面視で 9 0 ° 程度に屈曲した屈曲部 1 5 a を蒸発管 1 5 に設け、筐体 1 2 の側面 1 2 a に凝縮器 1 4 を密着させる。これにより、凝縮器 1 4 の熱が側面 1 2 a を介して外部に放熱されるため、側面 1 2 a を有効活用することができる。

【 0 0 9 0 】

更に、第 1 変形例と同様に支柱 2 5 (図 1 1 参照) によって蒸発管 1 5 が補強されているため、曲げ加工に伴って蒸気管 1 5 が潰れるのを防止することもできる。

【 0 0 9 1 】

(第 3 変形例)

図 2 1 は、第 3 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 2 】

この例では、複数の中間金属層 2 2 の各々の支柱部 2 2 a に凹部 2 2 k を設ける。凹部 2 2 k は、中間金属層 2 2 を下面 2 2 g 側からハーフエッチングすることにより形成され、その深さは例えば 5 0 μ m ~ 1 0 0 μ m 程度である。

【 0 0 9 3 】

そして、上下に隣接する二つの中間金属層 2 2 のうち、下側の中間金属層 2 2 の上面 2 2 h と、上側の中間金属層 2 2 の凹部 2 2 k とにより第 1 の開口部 2 6 を形成する。

【 0 0 9 4 】

これにより、中間金属層 2 2 を多孔質にする図 1 1 の例と比較して第 1 の開口部 2 6 が大きく開口するため、第 1 の開口部 2 6 を蒸気 Cv が流通し易くなり、蒸気管 1 5 における蒸気 Cv の圧力損失を低減し易くなる。

10

【 0 0 9 5 】

また、凹部 2 2 k の横の中間金属層 2 2 は柱 2 2 m として機能する。この例では、複数の中間金属層 2 2 の各々の柱 2 2 m を上下に接続することにより、各柱 2 2 m で蒸気管 1 5 の強度を確保する。

【 0 0 9 6 】

(第 4 変形例)

図 2 2 は、第 4 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

【 0 0 9 7 】

本変形例では、蒸気管 1 5 の延在方向 X に沿った凹部 2 2 k の個数を第 3 変形例よりも多くする。これにより、第 3 変形例と比較して柱 2 2 m の本数が増えるため、第 1 の開口部 2 6 で蒸気管 1 5 の圧力損失を低減しつつ、複数の柱 2 2 m により蒸気管 1 5 の強度を高めることが可能となる。

20

【 0 0 9 8 】

(第 5 変形例)

図 2 3 は、第 5 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

【 0 0 9 9 】

本変形例では、上下に隣接する二つの支柱部 2 2 a のうち、下側の支柱部 2 2 a の上面 2 2 h に第 1 の凹部 2 2 r を形成し、かつ上側の支柱部 2 2 a の下面 2 2 g に第 2 の凹部 2 2 s を形成する。そして、これら二つの凹部 2 2 r 、 2 2 s により第 1 の開口部 2 6 を画定する。

30

【 0 1 0 0 】

なお、各凹部 2 2 r 、 2 2 s は、支柱部 2 2 a をハーフエッチングすることによりそれぞれ 5 0 μ m ~ 1 0 0 μ m 程度の深さに形成される。

【 0 1 0 1 】

このように二つの凹部 2 2 r 、 2 2 s で第 1 の開口部 2 6 を画定することにより第 1 の開口部 2 6 が大きく開口するようになるため、第 1 の開口部 2 6 を蒸気 Cv が流れ易くなり、第 3 変形例や第 4 変形例と比較して蒸気管 1 5 の圧力損失を更に低減できる。

【 0 1 0 2 】

また、最上層の支柱部 2 2 a の上面 2 2 h には凹部は形成されておらず、当該上面 2 2 h は蒸気管 1 5 の延在方向 X に沿って延びたストライプ状となる。その上面 2 2 h は上側金属層 2 3 に接合されており、これにより上側金属層 2 3 が補強されるため、蒸気管 1 5 が潰れるのを効果的に防止することができる。

40

【 0 1 0 3 】

同様に、最下層の支柱部 2 2 a の下面 2 2 g も延在方向 X に沿って延びたストライプ状であり、その下面 2 2 g が下側金属層 2 1 に接合することにより下側金属層 2 1 が補強される。

【 0 1 0 4 】

更に、上側金属層 2 3 及び下側金属層 2 1 と、最上層及び最下層の支柱部 2 2 a との接触面積が大きくなることで接合強度が高くなるため、蒸気管 1 5 の強度を確保することもで

50

きる。

【 0 1 0 5 】

しかも、上記構造であっても、後述のように上側金属層 2 3 又は下側金属層 2 1 と相対する凹部を有した接続部 2 2 b を採用することで、液だまりが生じても作動液を流通させることができる。

【 0 1 0 6 】

(第 6 変形例)

図 2 4 は、第 6 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

【 0 1 0 7 】

第 5 変形例と同様に、本変形例でも第 1 の凹部 2 2 r と第 2 の凹部 2 2 s により第 1 の開口部 2 6 を画定する。

10

【 0 1 0 8 】

但し、本変形例では、下側金属層 2 1 の表面に相対するように最下層の第 2 の凹部 2 2 s を設け、その第 2 の凹部 2 2 s で第 1 の流路 1 7 a と第 2 の流路 1 7 b とを接続する。これにより、外気温が下がって下側金属層 2 1 の表面に液相の作動液 C が結露しても、最下層の第 1 の凹部 2 2 s を介して作動液 C が各流路 1 7 a 、 1 7 b を相互に流通できるようになるため、蒸気管 1 5 内に作動液 C の液溜まり Cd が形成され難くなる。その結果、蒸気管 1 5 における蒸気 Cv の流れが液溜まり Cd によって阻害されるのを防止でき、液溜まり Cd に起因して蒸気管 1 5 の圧力損失が高まるのを抑制することができる。

【 0 1 0 9 】

20

同様に、上側金属層 2 3 の表面に相対するように最上層の第 1 の凹部 2 2 r を設け、上側金属層 2 3 の表面に結露した液相の作動液 C をその第 1 の凹部 2 2 r に流通させることにより、液溜まり Cd の発生を抑制してもよい。

【 0 1 1 0 】

更に、最下層の接続部 2 2 b を 5 0 μ m ~ 1 0 0 μ m 程度の深さだけハーフエッチングすることにより、下側金属層 2 1 の表面と相対する凹部 2 2 t を当該接続部 2 2 b に形成してもよい。これにより凹部 2 2 t を液相の作動液 C が流通できるようになるため、作動液 C の液溜まり Cd が形成されるのを更に効果的に防止することが可能となる。

【 0 1 1 1 】

同様の理由により、上側金属層 2 3 の表面と相対するように最上層の接続部 2 2 b に凹部 2 2 t を形成してもよい。

30

【 0 1 1 2 】

(第 7 変形例)

図 2 5 は、第 7 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

【 0 1 1 3 】

この例では、最下層や最上層の接続部 2 2 b だけでなく、各層の接続部 2 2 b をハーフエッチングして凹部 2 2 t を形成し、その凹部 2 2 t を下側金属層 2 1 の表面に相対させる。

【 0 1 1 4 】

これにより、蒸気管 1 5 を流れる蒸気 Cv が凹部 2 2 t にも流れるようになるため、蒸気管 1 5 における圧力損失を更に低減することができる。

40

【 0 1 1 5 】

また、凹部 2 2 t を下側金属層 2 1 の表面に相対させたため、当該表面に蒸気 Cv の結露が発生したとしても、その表面に凝縮した作動液 C が凹部 2 2 t を流通することができるため、第 6 変形例と同様に蒸気管 1 5 内に液溜まりが発生するのを防止できる。

【 0 1 1 6 】

なお、上側金属層 2 3 に各凹部 2 2 t を相対させることにより、上側金属層 2 3 の表面に結露した作動液 C を各凹部 2 2 t に流通させて、当該表面に液溜まりが発生するのを防止するようにしてもよい。

【 0 1 1 7 】

(第 8 変形例)

50

図 2 6 は、第 8 変形例に係るループ型ヒートパイプ 1 1 の蒸気管 1 5 の分解斜視図である。

【 0 1 1 8 】

図 2 6 に示すように、本変形例では、各々の支柱部 2 2 a の下面 2 2 g をハーフエッチングすることにより、蒸気管 1 5 の延在方向 X に沿って交互に連なる凹部 2 2 p と凸部 2 2 q とを下面 2 2 g に形成する。これらのうち、各々の凹部 2 2 p は、5 0 μ m ~ 1 0 0 μ m 程度の深さを有しており、その下の支柱部 2 2 a の上面 2 2 h と共に複数の第 1 の開口部 2 6 を画定する。

【 0 1 1 9 】

また、各々の凸部 2 2 q は、その下の上面 2 2 h と金属間接合により接続される。但し、各々の凸部 2 2 q と上面 2 2 h との接触面積は、これらの間で金属が十分に拡散するのには小さいため、凸部 2 2 q と上面 2 2 h とは金属間接合をしていないか、金属間接合をしていてもその接合強度は上下に隣接する管壁部 2 2 c 同士の接合強度よりも弱い。

10

【 0 1 2 0 】

図 2 7 は、このように凸部 2 2 q と上面 2 2 h との接合強度を弱くしたことで得られる利点について説明する断面図であって、蒸気管 1 5 の延在方向 X に沿った支柱部 2 2 a の断面図である。

【 0 1 2 1 】

図 2 7 に示すように、上記のように凸部 2 2 q と上面 2 2 h との接合強度を弱くしたため、蒸気管 1 5 を曲げ加工するとき上面 2 2 h の上で凸部 2 2 q が可動になると共に、曲げ加工時に応力が集中する部分では凸部 2 2 q が潰れる。これにより蒸気管 1 5 の曲げ加工が容易となり、図 1 9 や図 2 0 のように蒸気管 1 5 を曲げるのが容易となる。しかも、曲げ加工時に第 1 の開口部 2 6 が潰れるのが凸部 2 2 q によって抑制されるため、第 1 の開口部 2 6 の開口面積を十分に維持し、蒸気管 1 5 の圧力損失を低減することも可能となる。

20

【 0 1 2 2 】

凹部 2 2 p の形状は特に限定されない。

【 0 1 2 3 】

図 2 8 (a)、(b) は、凹部 2 2 p の断面形状の様々な例について示す断面図である。

【 0 1 2 4 】

図 2 8 (a) の例では凹部 2 2 p を断面視で台形状とし、図 2 8 (b) の例では凹部 1 1 q を断面視で半球状とする。

30

【 0 1 2 5 】

図 2 8 (a)、(b) のいずれの例においても、凸部 2 2 q と上面 2 2 h との接合強度が弱いため、蒸気管 1 5 を曲げ加工するのが容易となる。

【 符号の説明 】

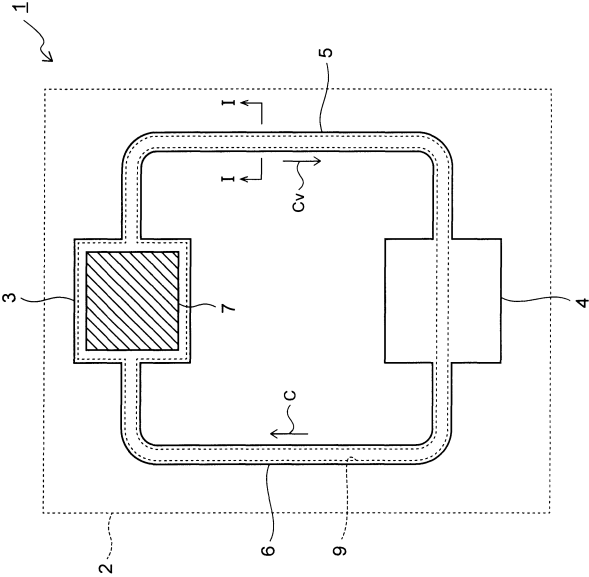
【 0 1 2 6 】

1 ... ループ型ヒートパイプ、2 ... 筐体、3 ... 蒸発器、4 ... 凝縮器、5 ... 蒸気管、6 ... 液管、7 ... 発熱部品、8 ... 金属層、8 a ... 支柱部、9 ... 管路、9 a ... 第 1 の流路、9 b ... 第 2 の流路、1 0 ... 支柱、1 1 ... ループ型ヒートパイプ、1 2 ... 筐体、1 3 ... 蒸発器、1 4 ... 凝縮器、1 5 ... 蒸気管、1 5 a ... 屈曲部、1 6 ... 液管、1 7 ... 管路、1 7 a ... 第 1 の流路、1 7 b ... 第 2 の流路、1 8 ... 発熱部品、2 1 ... 下側金属層、2 2 ... 中間金属層、2 2 a ... 支柱部、2 2 b ... 接続部、2 2 c ... 管壁部、2 2 e ... 第 1 の穴、2 2 f ... 第 2 の穴、2 2 g ... 下面、2 2 h ... 上面、2 2 k ... 凹部、2 2 m ... 柱、2 2 p ... 凹部、2 2 q ... 凸部、2 2 r ... 第 1 の凹部、2 2 s ... 第 2 の凹部、2 2 t ... 凹部、2 2 y ... 金属層、2 3 ... 上側金属層、2 5 ... 支柱、2 6 ... 第 1 の開口部、2 7 ... 第 2 の開口部、3 1 ... 第 1 のレジスト層、3 1 a ... 第 1 のレジスト開口、3 2 ... 第 2 のレジスト層、3 2 a ... 第 2 のレジスト開口、3 5 ... 回路基板、3 6 ... 電子部品。

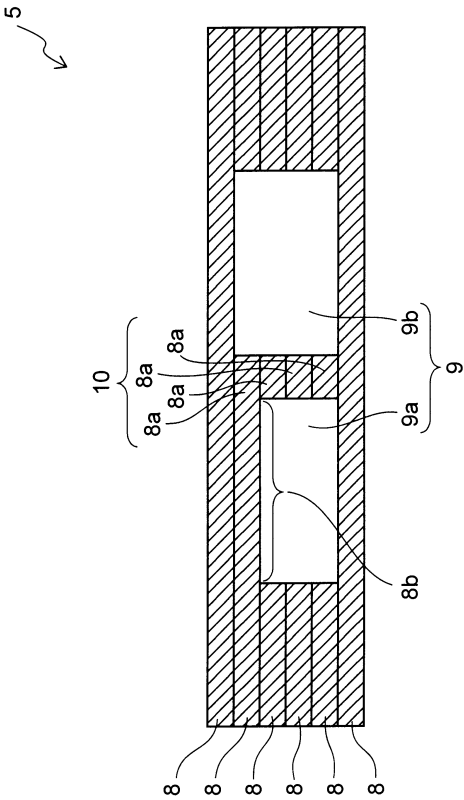
40

【図面】

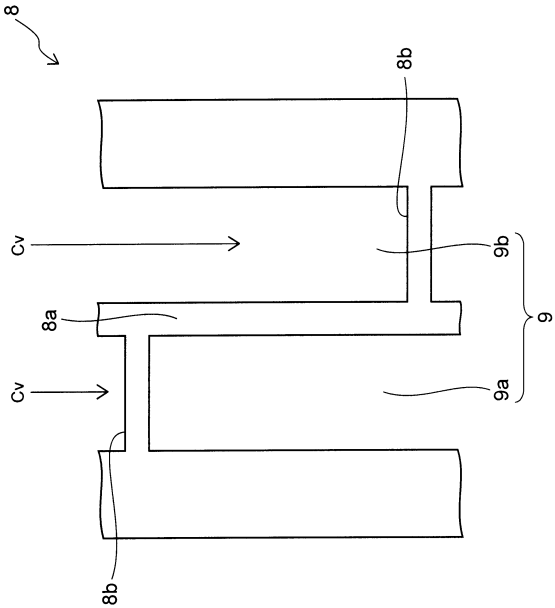
【図 1】



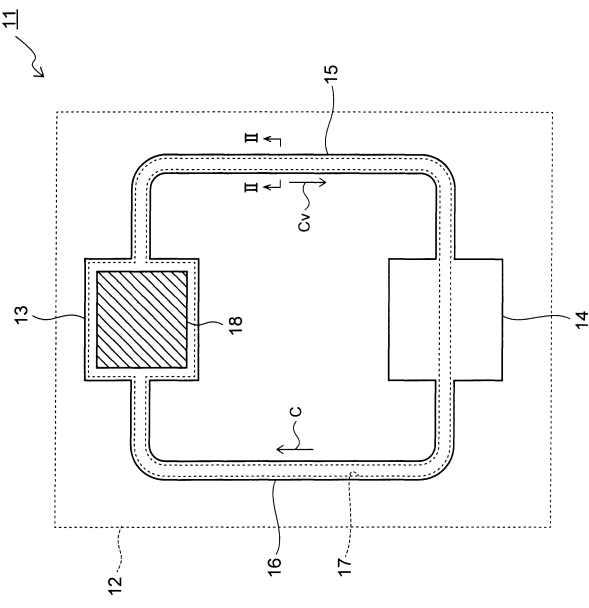
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

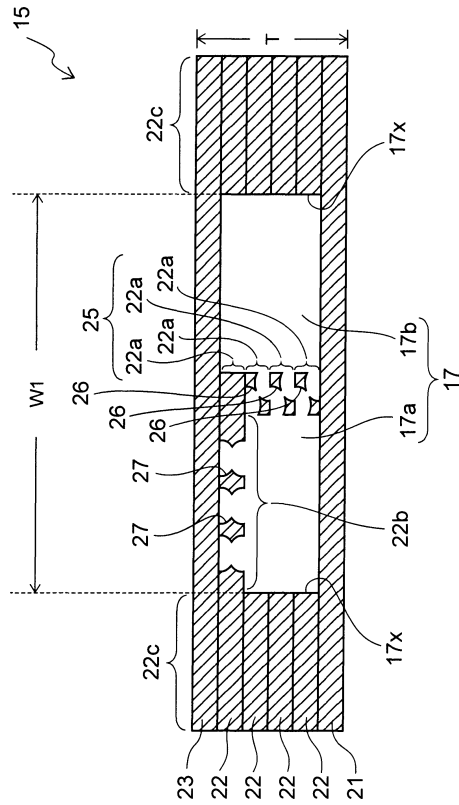
20

30

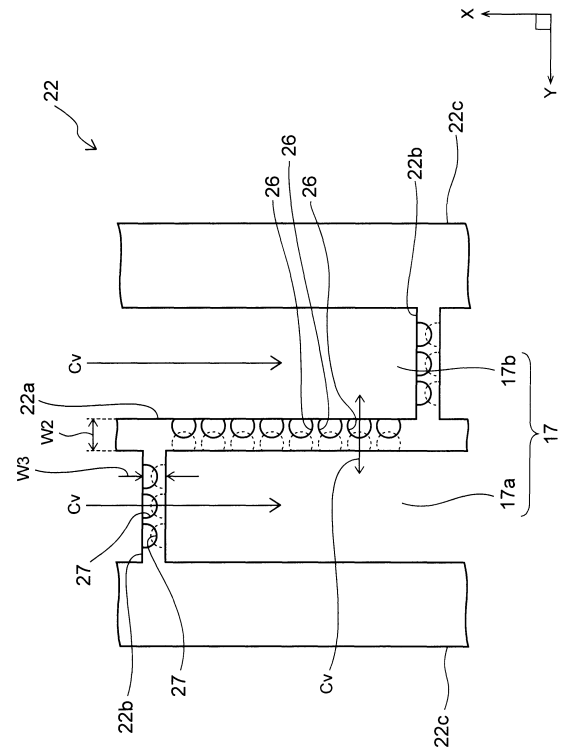
40

50

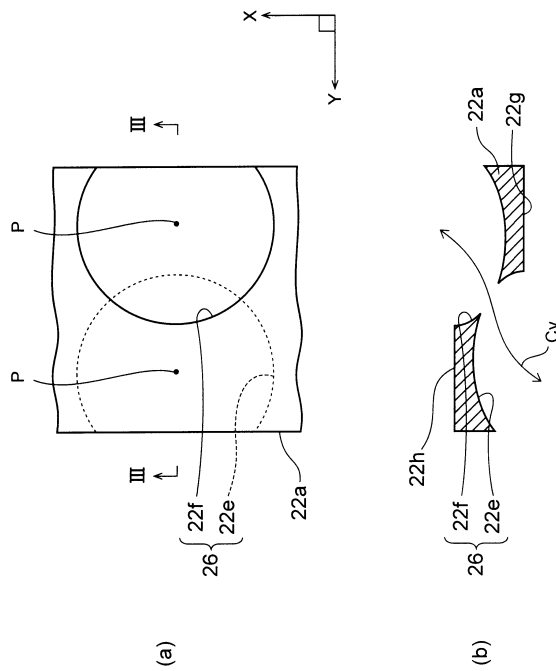
【 図 5 】



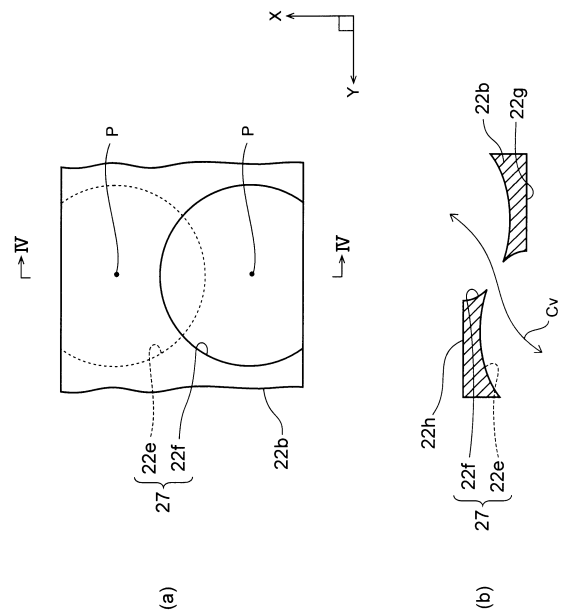
【 図 6 】



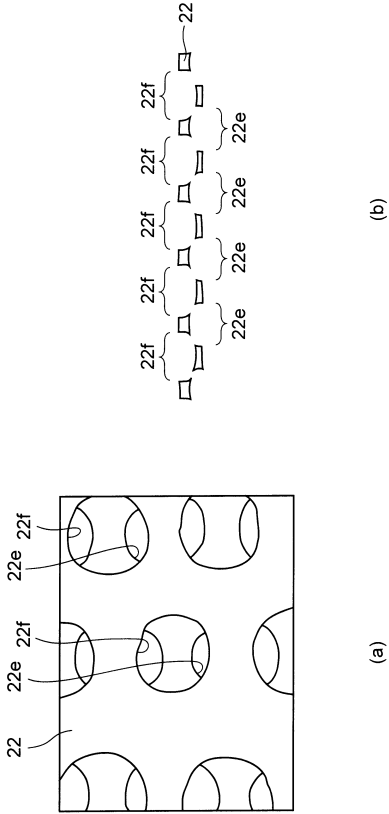
【 図 7 】



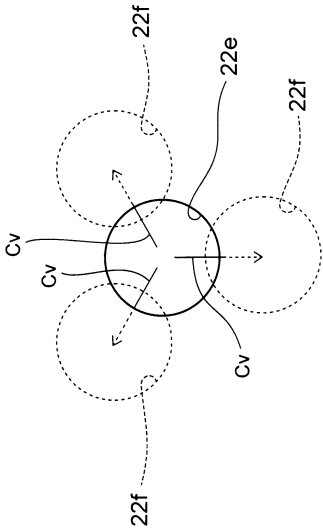
【 図 8 】



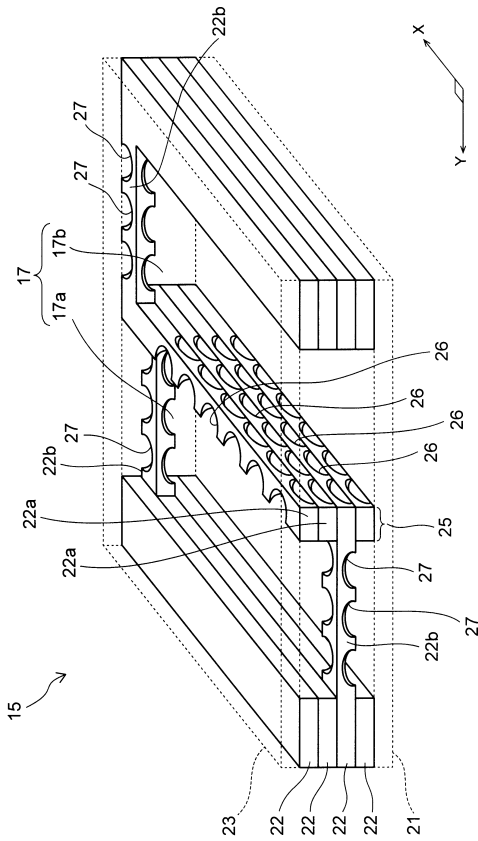
【図 9】



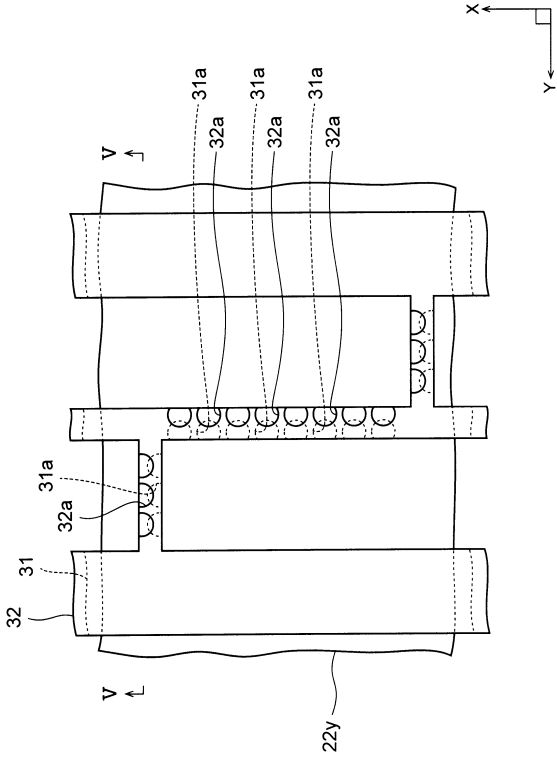
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

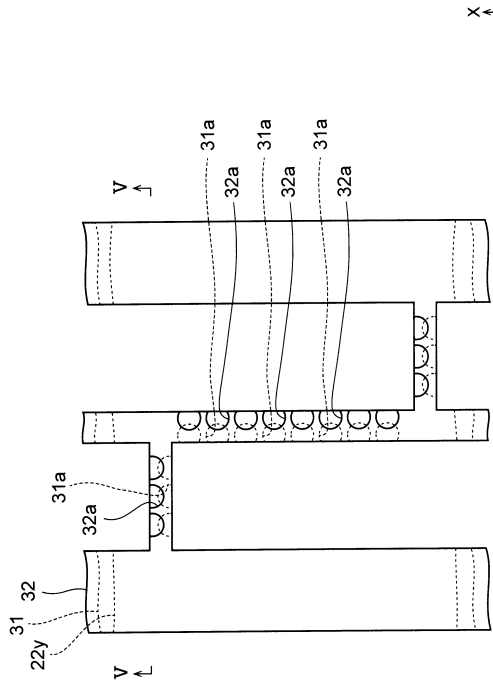
20

30

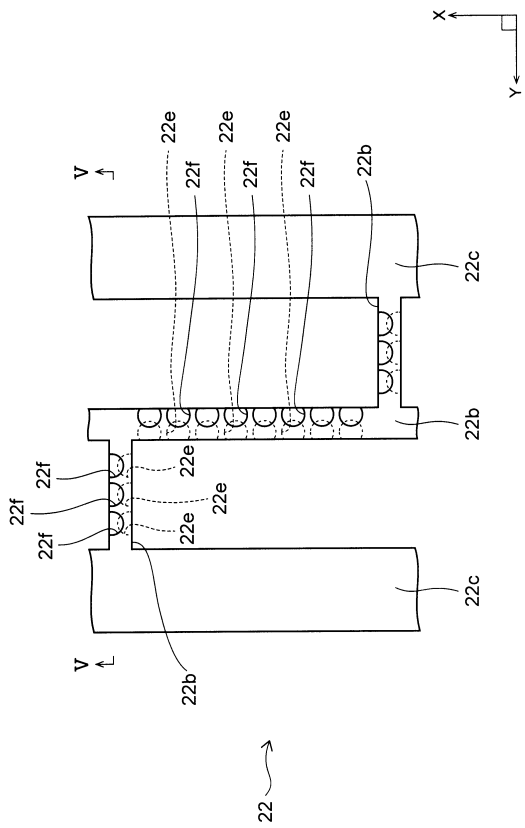
40

50

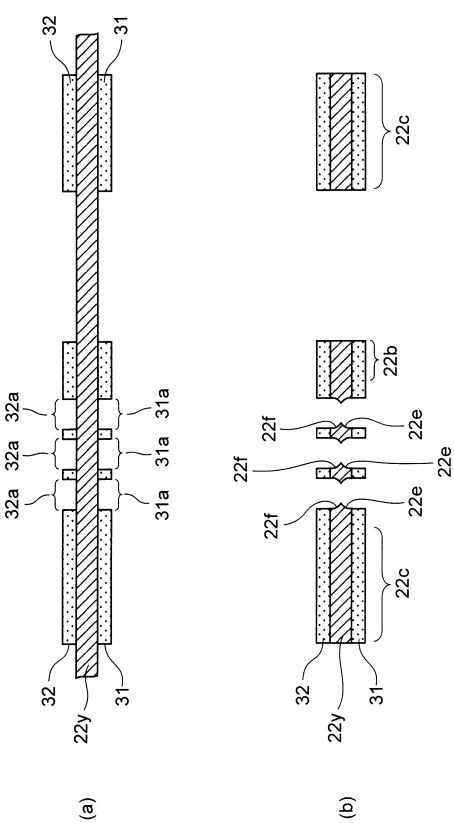
【図 13】



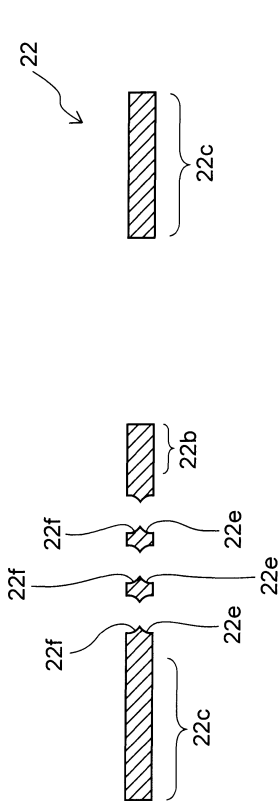
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

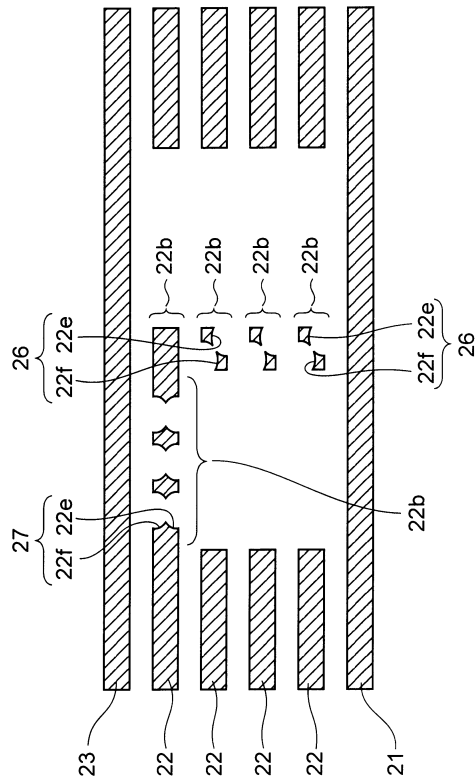
20

30

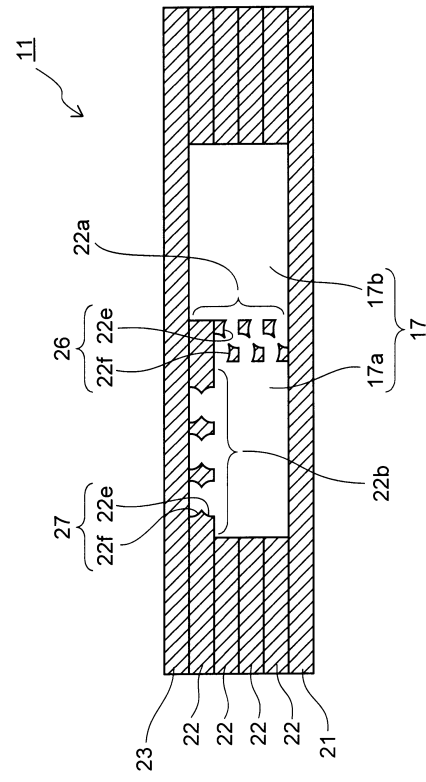
40

50

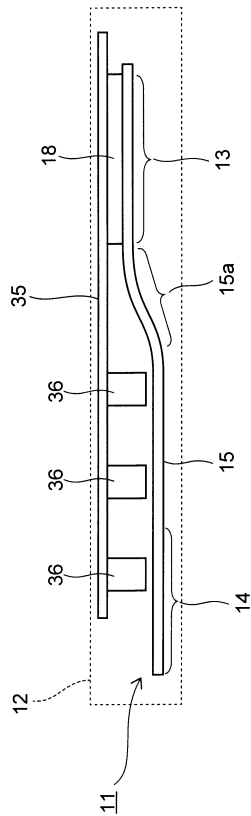
【 図 1 7 】



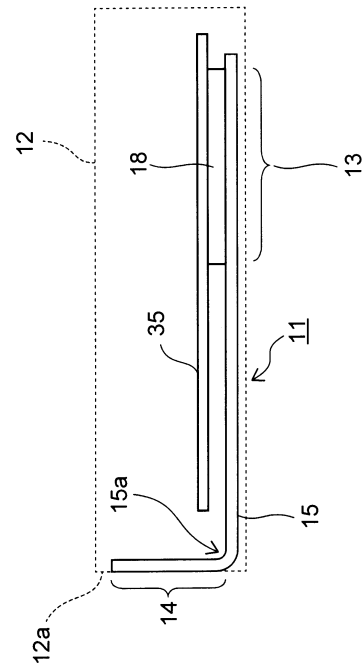
【圖 18】



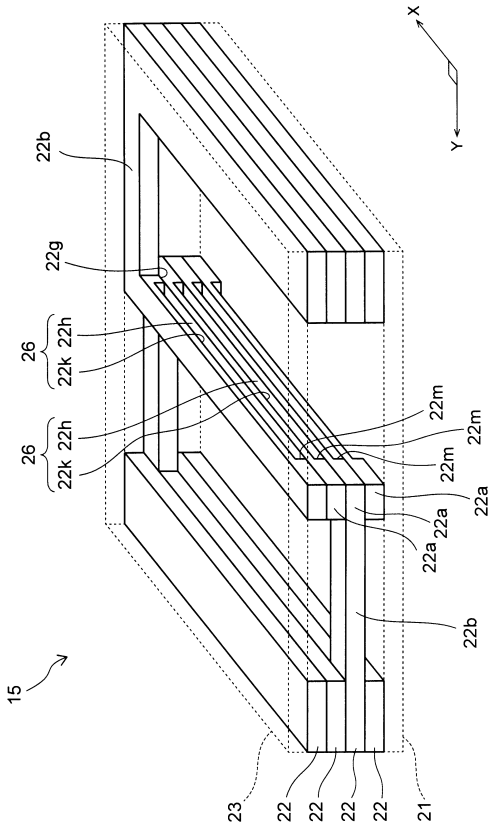
【 圖 1 9 】



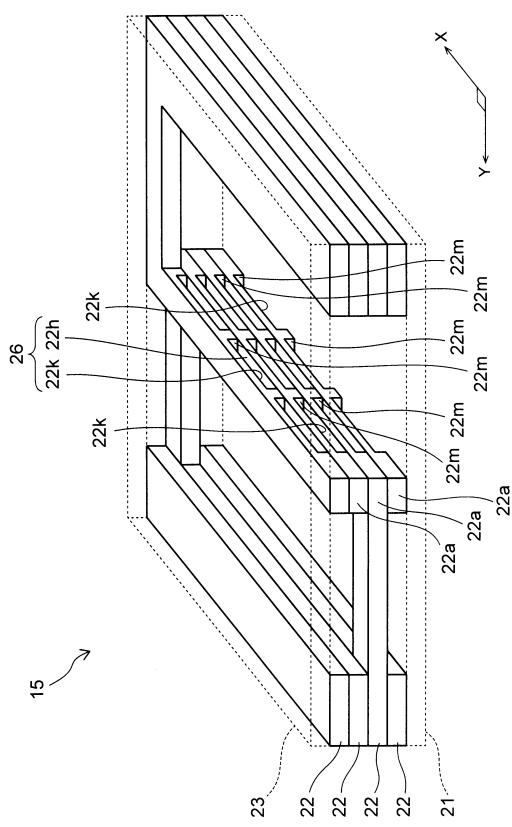
【 図 2 0 】



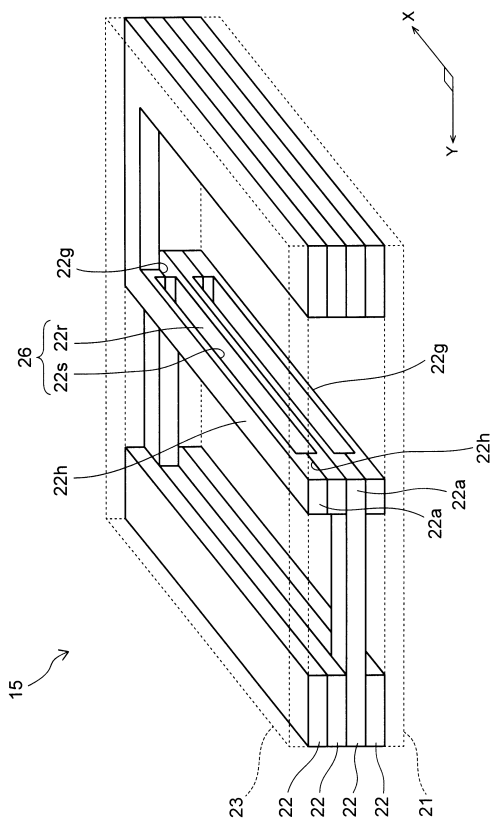
【図 2 1】



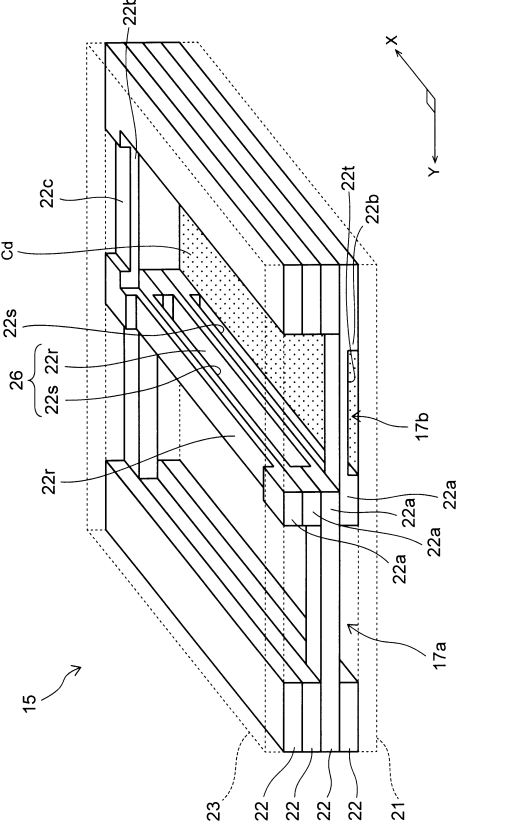
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

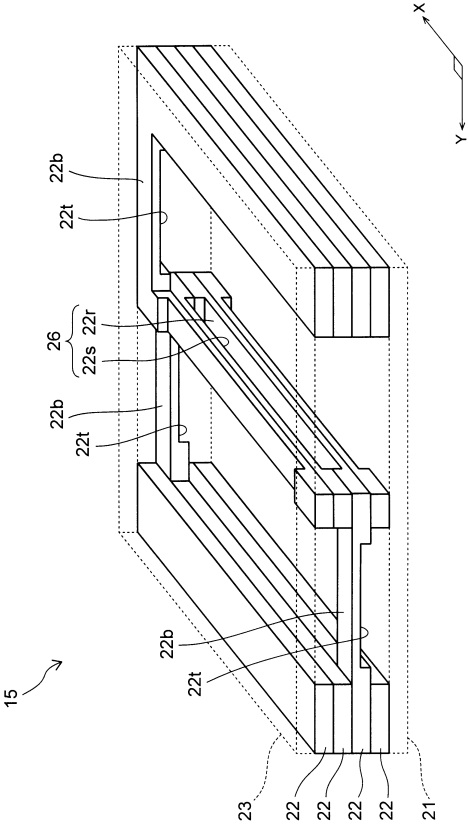
20

30

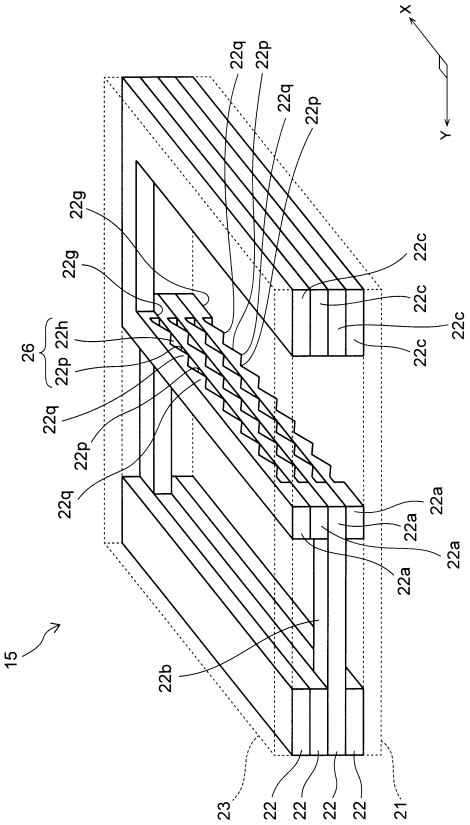
40

50

【図 25】



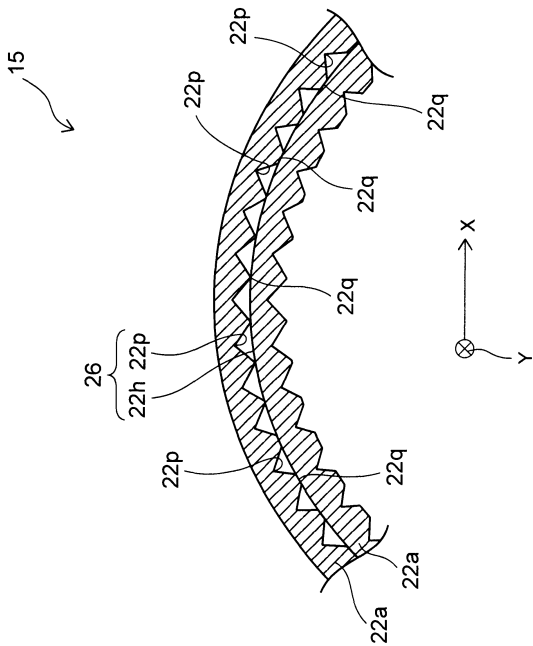
【図 26】



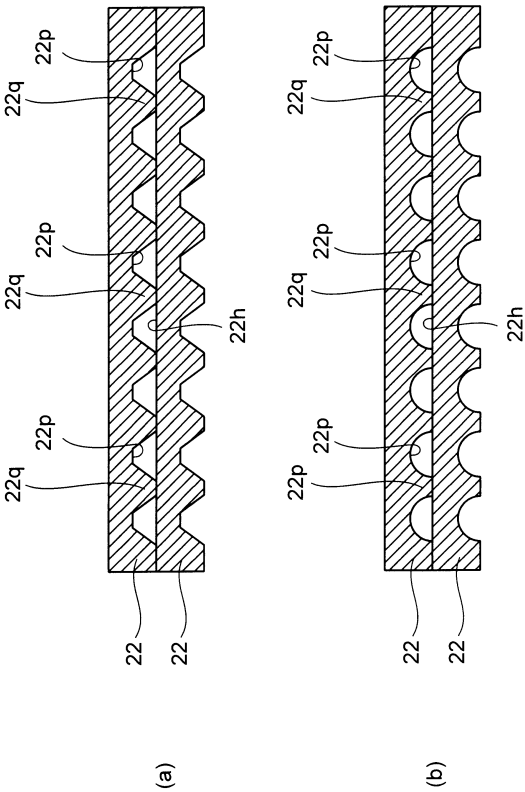
10

20

【図 27】



【図 28】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 4 2 4 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 6 7 3 7 8 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 8 3 8 8 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 5 / 0 8 7 4 5 1 (W O , A 1)
特開昭 6 3 - 0 8 3 5 8 7 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 2 3 8 6 6 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 2 0 0 4 6 5 (J P , A)
実開平 0 2 - 0 5 4 0 6 6 (J P , U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 8 D 1 5 / 0 2
H 0 1 L 2 3 / 4 6
H 0 5 K 7 / 2 0