

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-214985

(P2014-214985A)

(43) 公開日 平成26年11月17日(2014.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F 2 8 D 15/02 (2006.01)</b>	F 2 8 D 15/02 1 0 3 G	5 F 1 3 6
<b>H O 1 L 23/427 (2006.01)</b>	F 2 8 D 15/02 L	
	F 2 8 D 15/02 1 0 1 H	
	H O 1 L 23/46 B	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-93405 (P2013-93405)  
 (22) 出願日 平成25年4月26日 (2013. 4. 26)

(71) 出願人 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
 (74) 代理人 100092978  
 弁理士 真田 有  
 (74) 代理人 100112678  
 弁理士 山本 雅久  
 (72) 発明者 内田 浩基  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
 Fターム(参考) 5F136 CC01 CC12 DA01

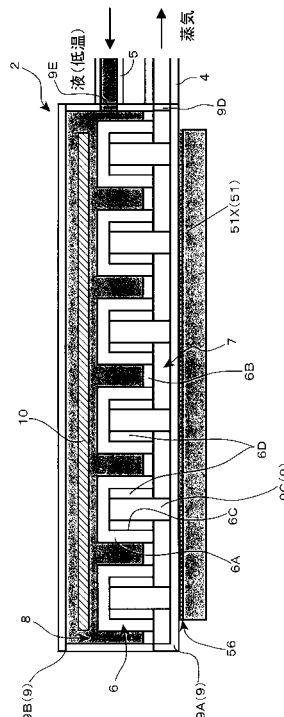
(54) 【発明の名称】 蒸発器、冷却装置及び電子装置

(57) 【要約】

【課題】 発熱体の発熱量が増加した場合であっても、冷却性能の低下を抑制でき、安定した冷却性能が得られるようにする。

【解決手段】 蒸発器 2 を、複数の筒状凸部 6 A を有する多孔質体 6 と、多孔質体 6 によって隔てられた蒸気室 7 及び液溜めタンクを兼ねる液室 8 と、蒸気管 4 が接続され、蒸気室を規定する第 1 部分 9 A と、一方の側に液管 5 が接続され、第 1 部分よりも熱伝導率が低く、液室を規定する第 2 部分 9 B と、第 1 部分に設けられ、第 2 部分の側へ向けて突出し、多孔質体の複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部 9 C とを有するケース 9 と、液室 8 内に設けられ、液管が接続される一方の側から一方の側の反対側へ向けて延び、第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材 1 0 とを備えるものとする。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の筒状凸部を有する多孔質体と、  
 前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、  
 蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第 1 部分と、一方の側に液管が接続され、前記第 1 部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第 2 部分と、前記第 1 部分に設けられ、前記第 2 部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、  
 前記液室内に設けられ、前記液管が接続される前記一方の側から前記一方の側の反対側へ向けて延び、前記第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを特徴とする蒸発器。

10

## 【請求項 2】

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材、複数の棒状部材又は複数のヒートパイプを備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の蒸発器。

## 【請求項 3】

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材を備え、  
 前記複数の板状部材が、それぞれ、前記複数の筒状凸部の間に縦向きに配置されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の蒸発器。

## 【請求項 4】

前記複数の板状部材が、それぞれ、厚さ方向に貫通する複数の穴を有することを特徴とする、請求項 3 に記載の蒸発器。

20

## 【請求項 5】

前記複数の穴が、それぞれ、前記一方の側から前記反対側へ向けて延びる長穴であることを特徴とする、請求項 4 に記載の蒸発器。

## 【請求項 6】

液相の作動流体が蒸発する蒸発器と、  
 気相の作動流体が凝縮する凝縮器と、  
 前記蒸発器と前記凝縮器とを接続し、気相の作動流体が流れる蒸気管と、  
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続し、液相の作動流体が流れる液管とを備え、  
 前記蒸発器は、  
 複数の筒状凸部を有する多孔質体と、  
 前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、  
 蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第 1 部分と、一方の側に液管が接続され、前記第 1 部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第 2 部分と、前記第 1 部分に設けられ、前記第 2 部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、  
 前記液室内に設けられ、前記液管が接続される前記一方の側から前記一方の側の反対側へ向けて延び、前記第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを特徴とする冷却装置。

30

## 【請求項 7】

配線基板上に設けられた電子部品と、  
 前記電子部品を冷却する冷却装置とを備え、  
 前記冷却装置は、  
 液相の作動流体が蒸発する蒸発器と、  
 気相の作動流体が凝縮する凝縮器と、  
 前記蒸発器と前記凝縮器とを接続し、気相の作動流体が流れる蒸気管と、  
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続し、液相の作動流体が流れる液管とを備え、  
 前記蒸発器は、  
 複数の筒状凸部を有する多孔質体と、  
 前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、

40

50

蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第 1 部分と、一方の側に液管が接続され、前記第 1 部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第 2 部分と、前記第 1 部分に設けられ、前記第 2 部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、

前記液室内に設けられ、前記液管が接続される前記一方の側から前記一方の側の反対側へ向けて延び、前記第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蒸発器、冷却装置及び電子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばコンピュータなどの電子装置に備えられる電子部品などの発熱体を冷却する冷却装置として、液相の作動流体が蒸発して気相の作動流体になるときの蒸発潜熱を利用して高い冷却性能を実現する、気液二相流を用いた冷却装置がある。

このような冷却装置として、例えば、多孔質体（ウィック）を備える蒸発器と、凝縮器とを備え、蒸発器の出口と凝縮器の入口が蒸気管で接続され、凝縮器の出口と蒸発器の入口が液管で接続されており、内部に作動流体が封入されているループ型ヒートパイプ（LHP：Loop Heat Pipe）がある。

【0003】

このようなループ型ヒートパイプでは、例えば液輸送ポンプなどを用いずに多孔質体の毛管力によって作動流体を循環させて、熱を輸送することが可能である。

なお、例えば受熱部と放熱部の距離が遠く熱輸送距離が大きい場合やマイクロチャネルのように受熱部を薄型化して流路を狭くした場合等、循環経路の圧力損失が大きいときに、液管に液輸送ポンプを設けたものもある。

【0004】

このほか、放熱性能を向上させるための技術として、種々の技術がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 11 - 95873 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 247931 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 115396 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 186278 号公報

【特許文献 5】特開平 6 - 29683 号公報

【特許文献 6】特表 2010 - 527432 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述のようなループ型ヒートパイプに備えられる蒸発器において、平板状の多孔質体を用いると、蒸発面積が小さく、十分な冷却性能が得られない。

また、蒸発面積を大きくし、冷却性能を向上させるために、多孔質体及び加熱面に凹凸を設け、相互に嵌め込むようにしたものもある。しかしながら、発熱体の発熱量が増加して蒸発量が増えた場合に、多孔質体の加熱面側の端部に液相の作動流体が供給されにくくなり、ドライアウトが生じ、蒸発面積が小さくなって、冷却性能が著しく低下してしまう。

【0007】

さらに、蒸発器を、液溜めタンクを兼ねる液室を備えるものとし、液室の一方の側に液管を接続したものとすることが考えられる。この場合、発熱体の発熱量の増加に対応する

10

20

30

40

50

ために、蒸発面積を大きくすべく、蒸発器を平面方向に拡大すると、液室内の液相の作動流体は、液管が接続された一方の側の反対側で、高温になりやすく、蒸気（気泡）が発生しやすくなり、冷却性能が著しく低下してしまう。

【0008】

そこで、発熱体の発熱量が増加した場合であっても、冷却性能の低下を抑制でき、安定した冷却性能が得られるようにしたい。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本蒸発器は、複数の筒状凸部を有する多孔質体と、多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、蒸気管が接続され、蒸気室を規定する第1部分と、一方の側に液管が接続され、第1部分よりも熱伝導率が低く、液室を規定する第2部分と、第1部分に設けられ、第2部分の側へ向けて突出し、多孔質体の複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、液室内に設けられ、液管が接続される一方の側から一方の側の反対側へ向けて延び、第2部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを要件とする。

【0010】

本冷却装置は、液相の作動流体が蒸発する蒸発器と、気相の作動流体が凝縮する凝縮器と、蒸発器と凝縮器とを接続し、気相の作動流体が流れる蒸気管と、凝縮器と蒸発器とを接続し、液相の作動流体が流れる液管とを備え、蒸発器は、上述の構成を備えることを要件とする。

本電子装置は、配線基板上に設けられた電子部品と、電子部品を冷却する冷却装置とを備え、冷却装置は、上述の構成を備えることを要件とする。

【発明の効果】

【0011】

したがって、本蒸発器、冷却装置及び電子装置によれば、発熱体の発熱量が増加した場合であっても、冷却性能の低下を抑制でき、安定した冷却性能が得られるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施形態にかかる冷却装置に備えられる蒸発器の構成を示す模式的断面図である。

【図2】本実施形態にかかる冷却装置及びそれを備える電子装置の構成を示す模式的斜視図である。

【図3】本実施形態にかかる冷却装置に備えられる蒸発器の構成を示す分解斜視図である。

【図4】本実施形態にかかる冷却装置に備えられる蒸発器の変形例の構成を示す分解斜視図である。

【図5】本実施形態にかかる冷却装置に備えられる蒸発器の変形例の構成を示す分解斜視図である。

【図6】本実施形態にかかる冷却装置に備えられる蒸発器の変形例の構成を示す分解斜視図である。

【図7】本実施形態にかかる冷却装置に備えられる蒸発器の変形例の構成を示す分解斜視図である。

【図8】本発明の創案過程で検討された蒸発器の構成を示す模式的断面図である。

【図9】(A)は、発熱部品の発熱量が約170Wである場合の高熱伝導部材を設けない比較例の蒸発器を用いたときの液室内の液温の温度分布を示す図であり、(B)は、発熱部品の発熱量が約170Wである場合の高熱伝導部材を設けた本実施形態の蒸発器を用いたときの液室内の液温の温度分布を示す図である。

【図10】多孔質体に設けられる筒状凸部が9個である蒸発器の構成を示す模式的断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】高熱伝導部材を設けない比較例の蒸発器の構成を示す模式的断面図である。

【図 1 2】本実施形態にかかる冷却装置の効果を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面により、本発明の実施の形態にかかる蒸発器、冷却装置及び電子装置について、図 1 ~ 図 1 2 を参照しながら説明する。

本実施形態にかかる冷却装置は、例えばコンピュータ（例えばサーバやパーソナルコンピュータ）などの電子装置に備えられる電子部品などの発熱体を冷却する冷却装置である。なお、電子装置は電子機器ともいう。また、電子部品は例えば CPU や LSI チップなどである。

10

【0014】

まず、本実施形態にかかる電子装置は、例えば図 2 に示すように、筐体 5 0 内に、複数の電子部品 5 1 が搭載された配線基板 5 2（例えばプリント配線板など）と、配線基板 5 2 上の電子部品 5 1 を空冷する送風ファン 5 3 と、電源 5 4 と、補助記憶装置である HDD（Hard Disk Drive）5 5 とを備える。

そして、複数の電子部品 5 1 の中には、発熱体である電子部品、即ち、発熱部品 5 1 X が含まれている。ここでは、発熱部品として CPU（Central Processing Unit）5 1 X が含まれている。この発熱部品としての CPU 5 1 X は、送風ファン 5 3 による送風だけでは十分に冷却できないため、これを冷却するために、冷却装置 1（ここではループ型ヒートパイプ）が実装されている。

20

【0015】

本実施形態では、冷却装置 1 は、液相の作動流体が蒸発して気相の作動流体になるときの蒸発潜熱を利用して高い冷却性能を実現する、気液二相流を用いる冷却装置である。

つまり、本冷却装置 1 は、液相の作動流体が蒸発する蒸発器 2 と、気相の作動流体が凝縮する凝縮器 3 と、蒸発器 2 と凝縮器 3 とを接続し、気相の作動流体が流れる蒸気管 4 と、凝縮器 3 と蒸発器 2 とを接続し、液相の作動流体が流れる液管 5 とを備え、内部に作動流体（例えばエタノールなど）が封入されているループ型ヒートパイプである。

【0016】

このループ型ヒートパイプ 1 では、図 1 に示すように、蒸発器 2 に多孔質体 6 が備えられており、この多孔質体 6 の毛管力によって作動流体を循環させて、熱を輸送することが可能である。

30

つまり、ここでは、蒸発器 2 は、発熱部品としての CPU 5 1 X に熱的に接続されている。例えば、蒸発器 2 は、配線基板 5 2 上に設けられている CPU 5 1 X 上にサーマルグリース 5 6 を介して密着させて、CPU 5 1 X からの熱が蒸発器 2 へ伝わるようにしている。

【0017】

これにより、蒸発器 2 に供給された液相の作動流体の一部は、蒸発器 2 に備えられている多孔質体 6 の表面から染み出し、この多孔質体 6 の表面から染み出した液相の作動流体は、発熱部品としての CPU 5 1 X から伝わった熱によって蒸発（気化）して、気相の作動流体となる。

40

この気相の作動流体は、図 2 に示すように、蒸気管 4 を経て凝縮器 3 に流入する。これにより、蒸発器 2 で吸収した熱が凝縮器 3 まで輸送される。

【0018】

そして、凝縮器 3 に流入した気相の作動流体は、凝縮器 3 で冷却されることで凝縮（液化）して、液相の作動流体となる。これにより、凝縮器 3 まで輸送された熱が放熱される。ここでは、凝縮器 3 は、送風ファン 5 3 の近傍に設けられており、また、凝縮器 3 には放熱フィン 5 7 が設けられている。そして、凝縮器 3 まで輸送された熱は放熱フィン 5 7 を介して放熱され、送風ファン 5 3 からの送風によって筐体 5 0 の外部へ放出される。

【0019】

なお、放熱フィン 5 7 に代えて放熱板などの他の放熱部材を設けても良い。また、放熱

50

部材を設けずに、パイプに対して直接空気を送風して冷却するようにしても良い。また、ここでは、空冷式の冷却手段によって冷却するようにしているが、水冷式の冷却手段によって冷却するようにしても良い。

この液相の作動流体は、液管 5 を経て蒸発器 2 に流入する。

【 0 0 2 0 】

このようにして、作動流体は、蒸発器 2、蒸気管 4、凝縮器 3、液管 5 によって構成される循環経路を還流する。

特に、本実施形態では、蒸発器 2 は、以下のように構成されている。

ここでは、蒸発器 2 として、平板型発熱体（ここでは発熱部品としての CPU 5 1 X）を効率良く冷却するのに適した薄型平板状蒸発器を例に挙げて説明する。なお、薄型平板状蒸発器を、薄型蒸発器又は平板型蒸発器ともいう。

10

【 0 0 2 1 】

本実施形態の蒸発器 2 は、図 1 に示すように、多孔質体（ウィック）6 と、多孔質体 6 によって隔てられた蒸気室 7 及び液室 8 と、ケース 9 と、高熱伝導部材 1 0 とを備える。なお、図 1 では、液室 8 内に高熱伝導部材 1 0 を設けることを示しているだけであり、高熱伝導部材 1 0 の形状や配置等を限定する意図はない。

ここでは、多孔質体 6 は、低熱伝導率の多孔質体である。具体的には多孔質の P T F E（ポリテトラフルオロエチレン）樹脂焼結体（樹脂製多孔質体）である。

【 0 0 2 2 】

特に、本実施形態では、多孔質体 6 は、複数の筒状凸部 6 A を有する。つまり、多孔質体 6 は、平板状部分 6 B と、平板状部分 6 B 上に設けられた複数の筒状凸部 6 A とを備える。ここで、複数の筒状凸部 6 A は、それぞれ、平板状部分 6 B に対して液室 8 側（即ち、後述のケース 9 の上側部分 9 B 側）に突出するように設けられており、蒸気室 7 側（即ち、後述のケース 9 の下側部分 9 A 側）に後述のケース 9 の下側部分 9 A に設けられた突起部 9 C が挿入される挿入穴 6 C を有する。また、挿入穴 6 C の側面には、その深さ方向へ延びる複数の溝 6 D が設けられている。

20

【 0 0 2 3 】

ケース 9 は、蒸気管 4 が接続され、蒸気室 7 を規定する下側部分（第 1 部分）9 A と、一方の側（図 1 中、右側）に液管 5 が接続され、液室 8 を規定する上側部分（第 2 部分）9 B とを備える。

30

つまり、ケース 9 の下側部分 9 A の一方の側（図 1 中、右側）に、蒸気管接続用開口部 9 D（蒸発器 2 の出口）が設けられており、この蒸気管接続用開口部 9 D に蒸気管 4 が接続されている。このようにして、蒸発器 2 を構成するケース 9 の下側部分 9 A によって規定される蒸気室 7 の一方の側に蒸気管 4 が接続されている。ここでは、ケース 9 の下側部分 9 A は、図 3 に示すように、凹部 9 A Y を備える底板 9 A X からなり、この底板 9 A X に設けられた蒸気管接続用開口部 9 D に蒸気管 4 が接続されている。

【 0 0 2 4 】

また、図 1 に示すように、ケース 9 の上側部分 9 B の一方の側に、液管接続用開口部 9 E（蒸発器 2 の入口）が設けられており、この液管接続用開口部 9 E に液管 5 が接続されている。このようにして、蒸発器 2 を構成するケース 9 の上側部分 9 B によって規定される液室 8 の一方の側に液管 5 が接続されている。ここでは、ケース 9 の上側部分 9 B は、図 3 に示すように、枠体 9 B X と、カバー 9 B Y とからなり、この枠体 9 B X に設けられた液管接続用開口部 9 E に液管 5 が接続されている。

40

【 0 0 2 5 】

なお、ここでは、図 1 に示すように、ケース 9 の一方の側に蒸気管 4 及び液管 5 を接続しているが、これに限られるものではなく、例えば、ケース 9 の一方の側に液管 5 を接続し、他方の側に蒸気管 4 を接続するようにしても良い。

そして、ケース 9 の下側部分 9 A が、発熱部品としての CPU 5 1 X に熱的に接続される。これにより、ケース 9 の下側部分 9 A によって規定される蒸気室 7 が CPU 5 1 X に近い位置に設けられ、ケース 9 の上側部分 9 B によって規定される液室 8 が CPU 5 1 X

50

から遠い位置に設けられるようにしている。また、ケース 9 の上側部分 9 B の熱伝導率を、下側部分 9 A よりも低くしている。例えば、後述するように、ケース 9 の上側部分 9 B をステンレス製とし、ケース 9 の下側部分 9 A を銅製とすることで、ケース 9 の上側部分 9 B の熱伝導率を下側部分 9 A よりも低くすれば良い。これにより、発熱部品としての CPU 5 1 X の熱が液相の作動流体に伝わりにくくし、液相の作動流体の温度が上がりにくくしている。

【 0 0 2 6 】

また、ケース 9 は、下側部分 9 A に設けられ、上側部分 9 B の側へ向けて突出し、多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部 9 C を有する。つまり、ケース 9 の下側部分 9 A には、上側部分 9 B の側へ向けて突出する複数の突起部 9 C が設けられており、これらの複数の突起部 9 C は、多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A のそれぞれに設けられた挿入穴 6 C に嵌め込まれる。ここでは、図 3 に示すように、ケース 9 の下側部分 9 A を構成する底板 9 A X の凹部 9 A Y の表面上に複数の突起部 9 C が一体形成されている。そして、図 1 に示すように、突起部 9 C の中心軸が多孔質体 6 の筒状凸部 6 A の中心軸（即ち挿入穴 6 C の中心軸）に一致するように、複数の突起部 9 C が多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A のそれぞれに設けられた挿入穴 6 C に嵌め込まれている。

10

【 0 0 2 7 】

このようにして、多孔質体 6 がケース 9 内に収納される。特に、多孔質体 6 の裏面（図 1 中、下面）とケース 9 の下側部分 9 A の表面（図 1 中、上面）との間に空間ができるように、多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A のそれぞれに複数の突起部 9 C を嵌め込む。これにより、多孔質体 6 の裏面とケース 9 の下側部分 9 A の表面との間に形成された空間が蒸気室 7 となる。ここでは、多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A のそれぞれに設けられた挿入穴 6 C の側面に複数の溝 6 D が形成されており、これらの溝 6 D の間に形成された空間、即ち、挿入穴 6 C に形成された溝 6 D の底面と突起部 9 C の側面との間の空間も蒸気室 7 の一部を構成することになる。一方、多孔質体 6 の表面（図 1 中、上面）とケース 9 の上側部分 9 B の表面（図 1 中、下面）との間に形成された空間が液室 8 となる。この液室 8 は、液相の作動流体を貯留する液溜めタンクを兼ねる。

20

【 0 0 2 8 】

そして、液室 8 に流入し、貯留される液相の作動流体は、毛細管現象で、多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A のそれぞれの周囲から浸透し、蒸気室 7 側へ染み出す。一方、発熱部品としての CPU 5 1 X が発熱すると、その熱はケース 9 の下側部分 9 A、さらには、複数の突起部 9 C のそれぞれに伝わる。そして、複数の突起部 9 C のそれぞれに伝わった熱によって、蒸気室 7 側に染み出した液相の作動流体は蒸発（気化）して、気相の作動流体となる。特に、多孔質体 6 に複数の筒状凸部 6 A を設けることで、蒸発面積を大きくし、冷却性能を向上させている。さらに、ケース 9 の下側部分 9 A に突起部 9 C を設け、これに筒状凸部 6 A を嵌め込むようにすることで、液相の作動流体の浸透距離が均等になるようにしている。これにより、例えば発熱部品である CPU 5 1 X が大型化し発熱量が増加して蒸発量が増えるなど、発熱体の発熱量が増加して蒸発量が増えた場合であっても、多孔質体 6 の蒸気室 7 側の表面（即ち、加熱面側の端部）に液相の作動流体が供給されにくくなるのを防止し、ドライアウトが生じ、蒸発面積が小さくなって、冷却性能が著しく低下してしまうのを防止している。このように、筒状凸部 6 A を設けて蒸発面積を拡大した多孔質体 6 において、その厚さを均一にし、突起部 9 C に接する多孔質体 6 の濡れ状態を均一にし、蒸発面積を拡大した多孔質体 6 から効率よく液相の作動流体を蒸発させて、安定した冷却性能が得られるようにしている。

30

40

【 0 0 2 9 】

ところで、蒸発器 2 を、液溜めタンクを兼ねる液室 8 を備えるものとし、液室 8 の一方の側に液管 5 を接続したものとする場合、発熱体の発熱量の増加に対応するために、蒸発面積を大きくすべく、蒸発器 2 を平面方向に拡大すると、液室 8 内の液相の作動流体は、液管 5 が接続された一方の側の反対側で、高温になりやすく、蒸気（気泡）が発生しやすくなり、冷却性能が著しく低下してしまう。

50

## 【 0 0 3 0 】

この場合、例えば図 8 に示すように、液管 5 を 2 つに分岐して、一方を液室 8 の一方の側に接続し、他方を液室 8 の反対側に接続することも考えられる。しかしながら、新たに配管を設ける必要があるため、コストアップにつながり、また、このような配管の実装スペースを確保するのも難しい。

そこで、本実施形態では、図 1 に示すように、液室 8 内に、液管 5 が接続される一方の側から一方の側の反対側へ向けて延び、ケース 9 の上側部分 9 B よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材 1 0 を設けている。これにより、液室 8 内の液相の作動流体の温度差を小さくすることができ、液室 8 内をほぼ均一な低温の状態に保つことが可能となる。この結果、液室 8 内で液相の作動流体が蒸発したり、液室 8 内の圧力が上昇したりするのを防止することが可能となり、安定した作動流体の循環、ループ型ヒートパイプの安定動作、及び、高い冷却性能を実現することが可能となる。

10

## 【 0 0 3 1 】

ここで、高熱伝導部材 1 0 は、例えば約  $100\text{ W/mK}$  よりも高い熱伝導率を有するものとするのが好ましい。本実施形態では、ケース 9 の上側部分 9 B は、低熱伝導率のステンレス製であり、その熱伝導率は約  $20 \sim 30\text{ W/mK}$  であるため、高熱伝導部材 1 0 は、これよりも熱伝導率が高くなっている。また、液相の作動流体は、低熱伝導率であり、水の場合、その熱伝導率は約  $0.6\text{ W/mK}$  であり、エタノールやアセトンの場合、その熱伝導率は約  $0.2\text{ W/mK}$  である。このため、高熱伝導部材 1 0 は、液相の作動流体よりも熱伝導率が高くなっている。また、多孔質体 6 は、低熱伝導率であり、例えば P T F E の熱伝導率は約  $0.2 \sim 0.3\text{ W/mK}$  である。このため、高熱伝導部材 1 0 は、多孔質体よりも熱伝導率が高くなっている。

20

## 【 0 0 3 2 】

本実施形態では、図 3 に示すように、高熱伝導部材 1 0 として、複数の板状部材 1 0 X を備える。ここで、板状部材 1 0 X は、矩形の板状部材である。そして、これらの複数の板状部材 1 0 X は、それぞれ、多孔質体 6 の平板状部分 6 B 上の複数の筒状凸部 6 A の間に縦向きに配置されている。これにより、液室 8 内の全体に液相の作動流体が満たされている場合だけでなく、液室 8 内の下側のみに液相の作動流体がある場合であっても、液室 8 内をほぼ均一な低温の状態に保持できることになる。

## 【 0 0 3 3 】

ここで、高熱伝導部材 1 0 としての板状部材 1 0 X は、高熱伝導材料からなる板状部材であって、例えば、高熱伝導率（良熱伝導性）の金属、炭素繊維、ダイヤモンド又は無機材料などからなる板状部材を用いることができる。例えば、高熱伝導率の金属としては、銅（熱伝導率約  $380\text{ W/mK}$ ）やアルミ（ダイキャストの場合、熱伝導率約  $100\text{ W/mK}$ ；展伸材の場合、熱伝導率約  $200\text{ W/mK}$ ）などがある。また、高熱伝導率の炭素繊維は、軸方向の熱伝導率が高い炭素繊維（例えばピッチ系で熱伝導率約  $800\text{ W/mK}$ ）である。また、ダイヤモンドは、熱伝導率約  $1000 \sim 2000\text{ W/mK}$  である。また、高熱伝導率の無機材料としては、例えば A l N（窒化アルミ；熱伝導率約  $150\text{ W/mK}$ ）、S i C（炭化ケイ素；熱伝導率約  $200\text{ W/mK}$ ）等のセラミックなどがある。

30

## 【 0 0 3 4 】

また、図 4 に示すように、複数の板状部材 1 0 X は、それぞれ、厚さ方向に貫通する複数の穴 1 0 X A を有するものとするのが好ましい。これにより、液室 8 内の液相の作動流体の流動をなるべく妨げず、かつ、一方の側から反対側への良好な熱伝導性が得られる。

特に、図 5 に示すように、これらの複数の穴は、それぞれ、一方の側から反対側へ向けて延びる長穴 1 0 X B とするのがより好ましい。つまり、各穴は、板状部材 1 0 X の長手方向へ向けて延びる長穴 1 0 X B であって、板状部材 1 0 X の長手方向の距離が短手方向の距離よりも大きくなるようにするのがより好ましい。これにより、液室 8 内の液相の作動流体の流動性をより妨げないようにしながら、一方の側から反対側への熱伝導性をより良好なものとするができる。

40

## 【 0 0 3 5 】

50



なお、高熱伝導部材 10 は、これに限られるものではない。例えば、高熱伝導部材 10 として、複数の板状部材、複数の棒状部材又は複数のヒートパイプを備えるようにすれば良い。上述の実施形態のように、高熱伝導部材 10 として、複数の板状部材 10 X を設けるのに代えて、例えば図 6 に示すように、複数の棒状部材 10 Y を設けても良く、例えば図 7 に示すように、複数のヒートパイプ 10 Z (熱伝導率約 1000 ~ 約 3000 W/mK 相当) を設けても良い。

#### 【0036】

以下、本実施形態にかかる冷却装置 1 としてのループ型ヒートパイプの具体的な構成例について説明する。

まず、蒸発器 2 は、その外形サイズを約 75 mm x 約 75 mm とし、高さを約 25 mm とする。この蒸発器 2 のケース 9 の下側部分 9 A は、発熱体 51 X に熱的に接続されるため、熱伝導率が高い銅製とし、ケース 9 の上側部分 9 B は、熱伝導率が比較的低いステンレス製とする。これにより、発熱体 51 X からの熱がケース 9 の下側部分 9 A を介して液相の作動流体に伝わりにくくする。さらに、ここでは、ケース 9 の上側部分 9 B の内壁面、即ち、液相の作動流体に直接接触する液室 8 の壁面に、非多孔質の PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) を取り付け、ケース 9 の上側部分 9 B から液相の作動流体への熱リークを遮断している。

#### 【0037】

そして、多孔質体 6 を取り付けるために、ケース 9 の下側部分 9 A の底面に、縦方向に 6 個、横方向に 6 個、格子状に並べて、合計 36 個の突起部 (円柱; 凸部) 9 C を設け (図 3 参照)、各突起部 9 C の寸法を、直径 (外径) 約 5 mm、高さ約 15 mm とする。

多孔質体 6 は、空孔率約 40%、ポラス径の平均値が約 20  $\mu$ m である多孔質の PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) 樹脂焼結体 (樹脂製多孔質体) とする。この多孔質体 6 に、縦方向に 6 個、横方向に 6 個、格子状に並べて、合計 36 個の円筒状凸部 (筒状凸部) 6 A を設ける。これらの円筒状凸部 6 A の寸法は、外径 約 9 mm、内径 約 7 mm とする。これらの円筒状凸部 6 A の中心軸、即ち、円筒状凸部 6 A の裏面側に設けられた挿入穴 6 C の中心軸は、それぞれ、ケース 9 の下側部分 9 A に設けられた各突起部 9 C の中心軸に一致するようにしている。そして、これらの円筒状凸部 6 A の裏面側に設けられた挿入穴 6 C に、それぞれ、ケース 9 の下側部分 9 A の底面に設けられた各突起部 9 C を挿入して、多孔質体 6 をケース 9 の下側部分に取り付ける (図 1 参照)。

#### 【0038】

ここでは、これらの円筒状凸部 6 A の裏面側に設けられた挿入穴 6 C の深さは約 13 mm とする。これにより、これらの円筒状凸部 6 A の裏面側に設けられた挿入穴 6 C に、それぞれ、ケース 9 の下側部分 9 A の底面に設けられた各突起部 9 C を挿入して、多孔質体 6 をケース 9 の下側部分 9 A に取り付けた場合に、ケース 9 の底面 (即ち、ケース 9 の下側部分 9 A の底面) と多孔質体 6 の裏面 (即ち、多孔質体 6 の平板状部分 6 B の裏面) との間に約 2 mm の空間ができるようにし、これを蒸気室 7 とする (図 1 参照)。

#### 【0039】

また、これらの円筒状凸部 6 A の裏面側に設けられた挿入穴 6 C の直径は、ケース 9 の突起部 9 C の外径寸法よりも約 50  $\mu$ m ~ 約 200  $\mu$ m 程度小さくする。これにより、多孔質体 6 をケース 9 の下側部分 9 A に取り付けた場合に、十分な密着性が得られるようにする。

また、挿入穴 6 C の側面 (内壁) に、幅約 1 mm、深さ約 1 mm、ピッチ約 2 mm の深さ方向 (垂直方向) に延びる溝 (グループ) 6 D を均一に設ける (図 1 参照)。これにより、これらの溝 6 D の間に形成された空間、即ち、挿入穴 6 C の側面に形成された溝 6 D の底面とケース 9 の突起部 9 C の側面との間の空間も蒸気室 7 の一部として機能するようにしている。

#### 【0040】

そして、多孔質体 6 が取り付けられたケース 9 の下側部分 9 A に、ケース 9 の上側部分 9 B を結合することで、ケース 9 内に多孔質体 6 を収納した状態で、多孔質体 6、即ち、

多孔質体 6 の円筒状凸部 6 A の上面からケース 9 の上側部分 9 B の下面との間に約 5 mm の高さの内部空間ができるようにし、この内部空間及び多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A の間の空間を、液溜めタンクを兼ねる液室 8 とする（図 1 参照）。

#### 【 0 0 4 1 】

このようにして作製した蒸発器 2 の蒸気室 7（即ち、蒸発器 2 の蒸気室 7 を規定するケース 9 の下側部分 9 A）と凝縮器 3 の入口とを蒸気管 4 で接続する（図 2 参照）。また、蒸発器 2 の液室 8 の一方の側（即ち、蒸発器 2 の液室 8 を規定するケース 9 の上側部分 9 B の一方の側）と凝縮器 3 の出口を液管 5 で接続する（図 2 参照）。

ここでは、蒸気管 4 は、外径約 6 mm、内径約 5 mm の銅管であり、その長さは約 300 mm とする。また、液管 5 は、外径約 4 mm、内径約 3 mm の銅管であり、その長さは約 200 mm とする。また、凝縮器 3 は、サイズが幅約 150 mm、高さ約 50 mm、長さ約 45 mm とする。ここでは、凝縮器 3 に備えられる凝縮管にアルミ製プレートフィン（放熱フィン 57）をかしめて取り付けしている（図 2 参照）。この凝縮管としては、外径約 6.35 mm の銅製グループ管を使用し、アルミ製プレートフィン 57 は、厚さ約 0.2 mm、ピッチ約 1.5 mm とする。

#### 【 0 0 4 2 】

また、作動流体はエタノールとし、ループ型ヒートパイプ 1 の内部を真空状態にした後、飽和状態のエタノールを適量封入する。

ところで、図 11 に示すように、ループ型ヒートパイプ 1 に備えられる蒸発器 2、即ち、高熱伝導部材 10 を設けずに作製した蒸発器 2 において、その液室 8 内の液相の作動流体の温度（液温）を測定したところ、液室 8 の液管 5 が接続された一方の側からその反対側へ向けて、液管 8 が接続されている蒸発器 2 のケース 9 の端面から遠くなるにしたがって、液温が高くなることがわかった（図 9（A）参照）。

#### 【 0 0 4 3 】

このため、液温の等温線は液管 5 が接続されている蒸発器 2 のケース 9 の端面とほぼ平行であるとみなし、液溜めタンクを兼ねる液室 8 に、高熱伝導部材 10 として、複数の銅板 10 X（銅製の板状部材）を、液温の等温線と垂直になる方向、即ち、液管 5 が接続されている蒸発器 2 のケース 9 の端面に垂直になる方向に沿って設置している（図 5 参照）。つまり、液溜めタンクを兼ねる液室 8 内の多孔質体 6 の複数の筒状凸部 6 A の間の空間に、液管 5 が接続される一方の側から一方の側の反対側へ向けて延びる複数の銅板 10 X を、その一方の側からその反対側へ向かう方向に直交する方向（横方向）に並べて、縦向きに配置する（図 5 参照）。ここでは、幅約 10 mm、長さ約 60 mm、厚さ約 0.5 mm の 5 枚の銅板 10 X を、多孔質体 6 の複数の円筒状凸部 6 A の間の隙間（約 1 mm）に挟むようにして設置している。なお、ケース 9 の上側部分 9 B はステンレス製であるのに対し、高熱伝導部材 10 は銅製であるため、高熱伝導部材 10 は、ケース 9 の上側部分 9 B よりも熱伝導率が高い。また、ここでは、銅板 10 X に、その長手方向に向けて細長い形状を有する複数の長穴（パンチングスリット）10 X B を設けている。これにより、液室 8 内の液相の作動流体の流動性をより妨げることなく、銅板 10 X の長手方向への熱伝導性がより得られるようにしている。

#### 【 0 0 4 4 】

例えば、約 170 W 発熱時の液室 8 内の液相の作動流体の温度分布において、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の場合（図 11 参照）、図 9（A）に示すように、約 8 程度の温度差が生じ、液室 8 内の液温に高温部（図 11 参照）が生じた。これに対し、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）のように液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けた場合、図 9（B）に示すように、温度差は約 2 と小さくなり、液室 8 内をほぼ均一な低温の状態に保持でき、低温の液相を多孔質体 6 に供給可能であることが確認できた。

#### 【 0 0 4 5 】

特に、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）のように液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けることで、液室 8 内に生じた高温部の温度を約 46 から約 40 に低下させることができた。

10

20

30

40

50

ここで、約 170 W 発熱時の CPU 51 X の表面温度は、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の場合（図 11 参照）、約 70 程度であったのに対し、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）の場合、約 50 程度となった（図 12 参照）。

#### 【0046】

これに対し、最大の 330 W 発熱時の CPU 51 X の表面温度（最高表面温度）は、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の場合（図 11 参照）、約 85 程度であったのに対し、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）の場合、約 80 程度となった（図 12 参照）。

ここで、約 170 W 発熱時には、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）の場合、良好な冷却性能が得られており、この場合、CPU 51 X の表面温度と、液室 8 内に生じた高温部の温度との温度差は、約 10 である。そして、最大の 330 W 発熱時にも、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）の場合、良好な冷却性能が得られており、同様の温度差になっていると考えられる。また、最大の 330 W 発熱時には、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の場合（図 11 参照）も、同様の温度差になっていると考えられる。そうすると、最大の 330 W 発熱時の液室 8 内に生じた高温部の温度は、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の場合（図 11 参照）、約 75 程度であるのに対し、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）の場合、約 70 程度である。ここでは、液相の作動流体としてエタノールを用いており、その沸点は 78.37 である。このため、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の場合（図 11 参照）、液室 8 内に生じた高温部の温度が沸点に近く、蒸気が発生して、冷却性能が低下してしまうおそれがある。これに対し、本具体的な構成例（図 1、図 5 参照）の場合、上述のように液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けることで、液室 8 内をほぼ均一な温度に保持し、液室 8 内に生じた高温部の温度を低下させ、沸点から遠ざけることができる。これにより、蒸気が発生して、冷却性能が低下してしまうのを防止することができる。この結果、蒸発器 2 内の多孔質体 6 がドライアウトして大型 CPU 51 X が異常に高温となるクリティカルな状態となることなく、安定した冷却性能が得られることになる。

#### 【0047】

なお、ここでは、銅板 10 X に長穴 10 X B を設けているが、穴を設けるだけでも良い（図 4 参照）、穴を設けなくても良い（図 3 参照）。また、ここでは、高熱伝導部材 10 として銅板 10 X を用いているが、高熱伝導材料 10 として例えばアルミなどの金属、炭素繊維、セラミックなどの無機材料を用いたり、その形状を棒状（図 6 参照）にしたり、ヒートパイプ（図 7 参照）を用いたりしても同様の効果が得られる。例えば、棒状とする場合、直径約 2.5 mm の銅棒と複数本設置することで、同様の効果が得られる。また、例えば、ヒートパイプを用いる場合、直径約 4 ~ 約 5 mm 程度、長さ約 60 mm 程度とし、水を封入した銅製マイクロヒートパイプを複数本設置することで、同様の効果が得られる。

#### 【0048】

したがって、本実施形態にかかる蒸発器、冷却装置及び電子装置によれば、発熱体の発熱量が増加した場合であっても、冷却性能の低下を抑制でき、安定した冷却性能が得られるという利点がある。

特に、上述の実施形態のように薄型平板状蒸発器を備える冷却装置とすることで、発熱量の大きな電子部品やプリント基板（配線基板）などの平板型発熱体を効率良く冷却することができる。このため、コンピュータなどの電子装置の高性能化が可能となり、その信頼性を高めることができる。

#### 【0049】

ところで、コンピュータサーバに代表される電子装置内の発熱部品の発熱量は年々上昇しており、特にコンピュータサーバ内に実装されている高発熱部品である CPU は、計算速度の向上とマルチコア化に伴い、発熱量の増大が著しい。

これに伴い、CPU の部品サイズの拡大傾向が顕著であり、例えば、従来、縦横のサイズがそれぞれ約 30 mm ~ 約 40 mm 程度であったのが、最近では、縦横のサイズがそれ

10

20

30

40

50

ぞれ約 60 mm ~ 約 80 mm 程度に大型化してきている。このため、このような大型 CPU を冷却する冷却装置の平板型蒸発器も発熱量の増大とサイズの拡大に対応することが必要になってきている。

#### 【0050】

ここで、上述の実施形態のような複数の筒状凸部 6 A を有する多孔質体 6 を用いる場合、筒状凸部 1 本当たりの蒸発面積によって、対応できる熱量が決まる。このため、筒状凸部 6 A の本数が少ないと、発熱部品の発熱量が増加した場合に対応することができず、ドライアウトが生じてしまう。例えば図 10 に示すように、筒状凸部 6 A の本数を減らし、縦方向に 3 個、横方向に 3 個、格子状に並べて、合計 9 個の筒状凸部 6 A を設けたもので、上述の大型 CPU 5 1 X (稼動時の最大発熱量約 330 W) を冷却することとすると、

10

#### 【0051】

この場合、ドライアウトは、多孔質体 6 から液相の作動流体が染み出すスピードによるため、発熱部品の発熱量に応じて、蒸発面積 (接触面積) を増やす、即ち、筒状凸部 6 A の本数を増やすことで対応可能である。

そこで、上述の具体的な構成例 (図 1、図 5 参照) では、筒状凸部 6 A の本数を合計 36 本にし、即ち、大型の蒸発器 (面積が大きい蒸発器) 2 とし、発熱量の大きい大型 CPU 5 1 X の冷却に対応できるようにしている。

#### 【0052】

例えば、合計 36 個の筒状凸部 6 A を設け、大型化した但、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けていない比較例の蒸発器 2 (図 11 参照) を用いることで、図 12 中、破線 A で示すように、大型 CPU 5 1 X の発熱量が最大の約 330 W である状態でも、大型 CPU 5 1 X の表面温度を約 85 近傍まで下げることができることが確認できた。このように、大型 CPU 5 1 X が異常に高温となるクリティカルな状態となるのを防止することができる。

20

#### 【0053】

しかしながら、上述の具体的な構成例のように、筒状凸部 6 A の本数を増やして大型の蒸発器 2 とすると、液室 8 内の液相の作動流体に温度差が生じ、高温部と低温部とが生じてしまう。つまり、蒸発器 2 のサイズが小さい場合 (例えば筒状凸部 6 A の本数が合計 9 個の場合; 図 10 参照)、液管 5 から液室 8 内に冷却された液相の作動流体が供給され、液室 8 内の液相の作動流体の温度はほぼ均一に液温が低い状態に保たれる。これに対し、蒸発器 2 が大型化し、液室 8 が平面方向へ拡大された場合 (図 11 参照)、液室 8 内の液管 5 が接続されている側は、液管 8 を介して常に冷却された液相の作動流体が供給されるため、比較的低温であるのに対し、液室 8 内の液管 5 が接続されている側の反対側の液相の作動流体は、液室 8 の下方に位置する蒸気室 7 からのヒートリーク (加熱) によって高温になってしまう。この結果、液室 8 内の高温部で蒸気 (気泡) が発生しやすくなり、例えばドライアウトが生じるなどして、冷却性能が低下してしまうおそれがある。

30

#### 【0054】

そこで、上述の具体的な構成例のように、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けることで、液室 8 内の液相の作動流体の温度差が小さくなるようにし、高温部が生じないようにすることで、冷却性能が低下せず、安定した冷却性能が得られることになる。

40

実際に、上述の具体的な構成例として説明した冷却装置 1 (図 1、図 5 参照) を用いて、実働している電子装置内の大型発熱部品であるサイズ約 60 mm x 約 60 mm の大型 CPU (稼動時の最大発熱量約 330 W) 5 1 X を冷却し、大型 CPU 5 1 X の表面温度を計測した。この結果、大型 CPU 5 1 X が高速で動作し、発熱量が最大の約 330 W である状態でも、図 12 に示すように、大型 CPU 5 1 X の表面温度は約 80 であり、良好に冷却できることが確認できた。

#### 【0055】

また、上述の具体的な構成例として説明した蒸発器 2 (図 1、図 5 参照) を用いた場合、図 12 中、破線 A、B で示すように、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の

50

蒸発器 2 (図 1 1 参照) を用いた場合と比較して、CPU 5 1 X の発熱量の全領域において、CPU 5 1 X の表面温度を低くできることが確認できた。

このように、大型 CPU 5 1 X がフル稼働である場合、即ち、発熱量が最大の約 330 W である場合を含めて、CPU 5 1 X の発熱量がどのような場合であっても、蒸発器 2 内の多孔質体 6 がドライアウトして大型 CPU 5 1 X が異常に高温となるクリティカルな状態となることなく、安定した冷却性能が得られることになる。

【0056】

例えば、図 1 2 中、破線 A、B で示すように、大型 CPU 5 1 X の発熱量が約 200 W ~ 330 W の高発熱量領域においては、液相の作動流体の流量が多いため (流れが速いため)、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の蒸発器 2 (図 1 1 参照) を用いた場合と比較して、CPU 5 1 X の表面温度を低下させる効果はそれほど大きくない。しかしながら、液室 8 内に生じた高温部の温度を低下させることで、蒸気が発生して、冷却性能が低下してしまうのを防止することができるという点でその効果は大きい。

10

【0057】

また、大型 CPU 5 1 X の発熱量が約 200 W 以下の中 ~ 低発熱量領域においては、液相の作動流体の流量が少なくなるため、液室 8 内に高熱伝導部材 10 を設けない比較例の蒸発器 2 (図 1 1 参照) を用いた場合、図 1 2 中、破線 A で示すように、液室 8 内の液管 5 から離れた領域の液温が上昇しやすい。この結果、十分な冷却性能が得られず、ループ型ヒートパイプ 1 の動作は不安定になる。これに対し、上述の具体的な構成の蒸発器 2 (図 1、図 5 参照) を用いることで、図 1 2 中、破線 B で示すように、約 200 W 以下の中 ~ 低発熱量領域において十分な冷却性能が得られ、ループ型ヒートパイプ 1 の動作を安定させることが可能となる。このように、蒸発器 2 を大型化し、液室 8 を平面方向へ拡大した場合であっても、低発熱量から高発熱量までの全発熱量領域において発熱部品 5 1 X を安定的に冷却することが可能となる。

20

【0058】

このように、上述の具体的な構成例の冷却装置 1 によれば、発熱体の発熱量が増加した場合であっても、冷却性能の低下を抑制でき、安定した冷却性能が得られることが確認できた。

なお、本発明は、上述した実施形態に記載した構成に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形することが可能である。

30

【0059】

以下、上述の各実施形態及び変形例に関し、更に、付記を開示する。

(付記 1)

複数の筒状凸部を有する多孔質体と、

前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、

蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第 1 部分と、一方の側に液管が接続され、前記第 1 部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第 2 部分と、前記第 1 部分に設けられ、前記第 2 部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、

前記液室内に設けられ、前記液管が接続される前記一方の側から前記一方の側の反対側へ向けて延び、前記第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを特徴とする蒸発器。

40

【0060】

(付記 2)

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材、複数の棒状部材又は複数のヒートパイプを備えることを特徴とする、付記 1 に記載の蒸発器。

(付記 3)

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材を備え、

前記複数の板状部材が、それぞれ、前記複数の筒状凸部の間に縦向きに配置されていることを特徴とする、付記 1 又は 2 に記載の蒸発器。

50

## 【 0 0 6 1 】

( 付 記 4 )

前記複数の板状部材が、それぞれ、厚さ方向に貫通する複数の穴を有することを特徴とする、付記 3 に記載の蒸発器。

( 付 記 5 )

前記複数の穴が、それぞれ、前記一方の側から前記反対側へ向けて延びる長穴であることを特徴とする、付記 4 に記載の蒸発器。

## 【 0 0 6 2 】

( 付 記 6 )

液相の作動流体が蒸発する蒸発器と、  
 気相の作動流体が凝縮する凝縮器と、  
 前記蒸発器と前記凝縮器とを接続し、気相の作動流体が流れる蒸気管と、  
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続し、液相の作動流体が流れる液管とを備え、  
 前記蒸発器は、  
 複数の筒状凸部を有する多孔質体と、  
 前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、  
 蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第 1 部分と、一方の側に液管が接続され、前記第 1 部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第 2 部分と、前記第 1 部分に設けられ、前記第 2 部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、

10

20

前記液室内に設けられ、前記液管が接続される前記一方の側から前記一方の側の反対側へ向けて延び、前記第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを特徴とする冷却装置。

## 【 0 0 6 3 】

( 付 記 7 )

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材、複数の棒状部材又は複数のヒートパイプを備えることを特徴とする、付記 6 に記載の冷却装置。

( 付 記 8 )

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材を備え、  
 前記複数の板状部材が、それぞれ、前記複数の筒状凸部の間に縦向きに配置されていることを特徴とする、付記 6 又は 7 に記載の冷却装置。

30

## 【 0 0 6 4 】

( 付 記 9 )

前記複数の板状部材が、それぞれ、厚さ方向に貫通する複数の穴を有することを特徴とする、付記 8 に記載の冷却装置。

( 付 記 1 0 )

前記複数の穴が、それぞれ、前記一方の側から前記反対側へ向けて延びる長穴であることを特徴とする、付記 9 に記載の冷却装置。

## 【 0 0 6 5 】

( 付 記 1 1 )

配線基板上に設けられた電子部品と、  
 前記電子部品を冷却する冷却装置とを備え、  
 前記冷却装置は、  
 液相の作動流体が蒸発する蒸発器と、  
 気相の作動流体が凝縮する凝縮器と、  
 前記蒸発器と前記凝縮器とを接続し、気相の作動流体が流れる蒸気管と、  
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続し、液相の作動流体が流れる液管とを備え、  
 前記蒸発器は、  
 複数の筒状凸部を有する多孔質体と、  
 前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、

40

50

蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第 1 部分と、一方の側に液管が接続され、前記第 1 部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第 2 部分と、前記第 1 部分に設けられ、前記第 2 部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部とを有するケースと、

前記液室内に設けられ、前記液管が接続される前記一方の側から前記一方の側の反対側へ向けて延び、前記第 2 部分よりも熱伝導率が高い高熱伝導部材とを備えることを特徴とする電子装置。

【 0 0 6 6 】

( 付記 1 2 )

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材、複数の棒状部材又は複数のヒートパイプを備えることを特徴とする、付記 1 1 に記載の電子装置。

10

( 付記 1 3 )

前記高熱伝導部材として、複数の板状部材を備え、

前記複数の板状部材が、それぞれ、前記複数の筒状凸部の間に縦向きに配置されていることを特徴とする、付記 1 1 又は 1 2 に記載の電子装置。

【 0 0 6 7 】

( 付記 1 4 )

前記複数の板状部材が、それぞれ、厚さ方向に貫通する複数の穴を有することを特徴とする、付記 1 3 に記載の電子装置。

( 付記 1 5 )

20

前記複数の穴が、それぞれ、前記一方の側から前記反対側へ向けて延びる長穴であることを特徴とする、付記 1 4 に記載の電子装置。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

1 冷却装置

2 蒸発器

3 凝縮器

4 蒸気管

5 液管

6 多孔質体

30

6 A 筒状凸部

6 B 平板状部分

6 C 挿入穴

7 蒸気室

8 液室

9 ケース

9 A 下側部分

9 A X 底板

9 A Y 凹部

9 B 上側部分

40

9 B X 棒体

9 B Y カバー

9 C 突起部

9 D 蒸気管接続用開口部

9 E 液管接続用開口部

1 0 高熱伝導部材

1 0 X 板状部材

1 0 X A 穴

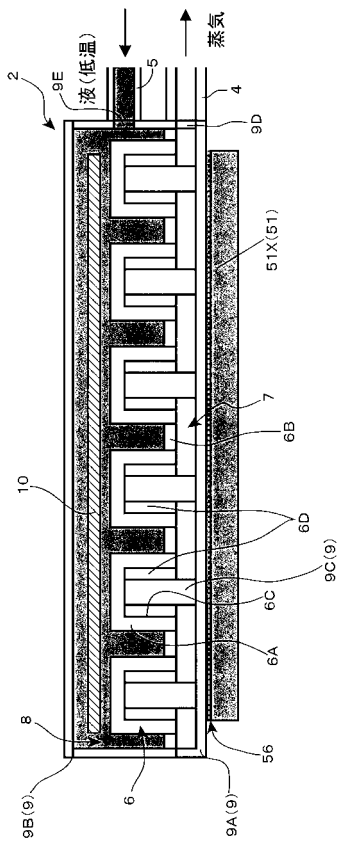
1 0 X B 長穴

1 0 Y 棒状部材

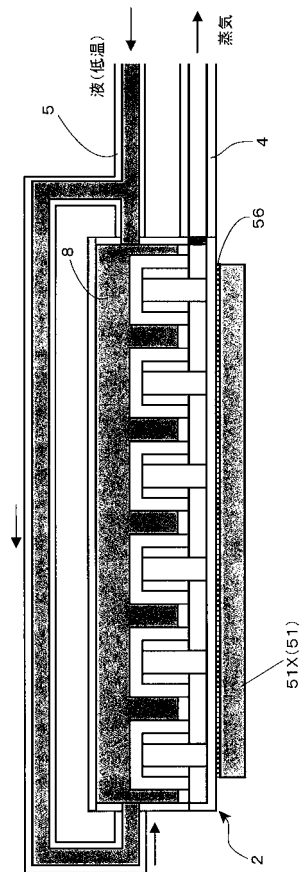
50

- 10 Z ヒートパイプ
- 50 筐体
- 51 電子部品
- 51 X CPU (発熱体 ; 発熱部品 ; 電子部品)
- 52 配線基板
- 53 送風ファン
- 54 電源
- 55 HDD
- 56 サーマルグリース
- 57 放熱フィン

【 図 1 】

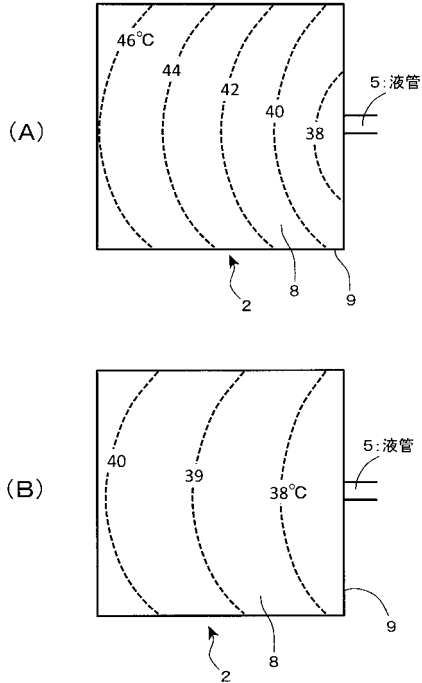


【 図 8 】

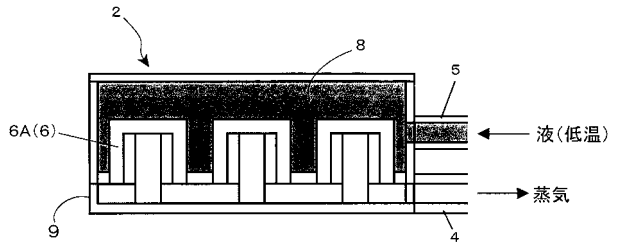




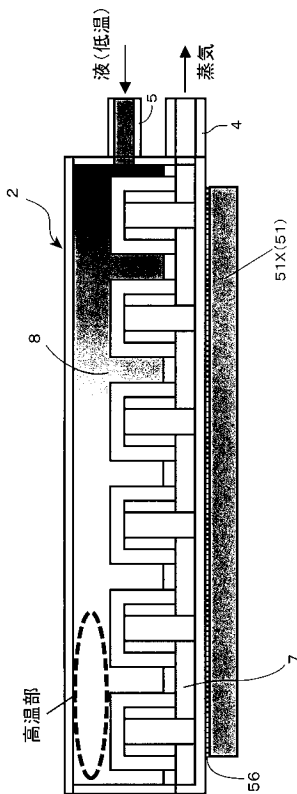
【 図 9 】



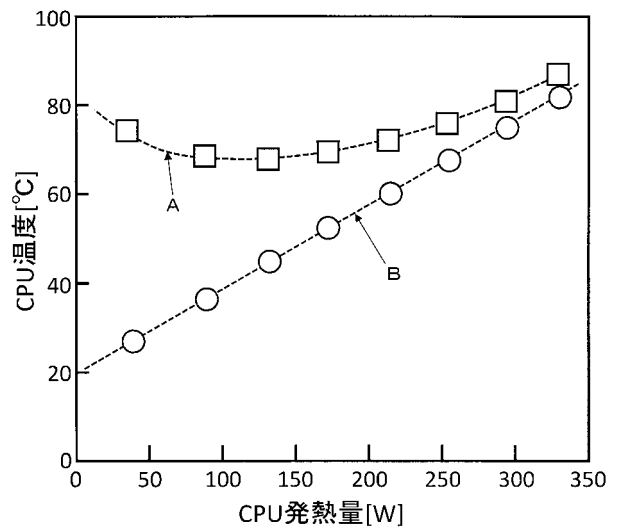
【 図 1 0 】



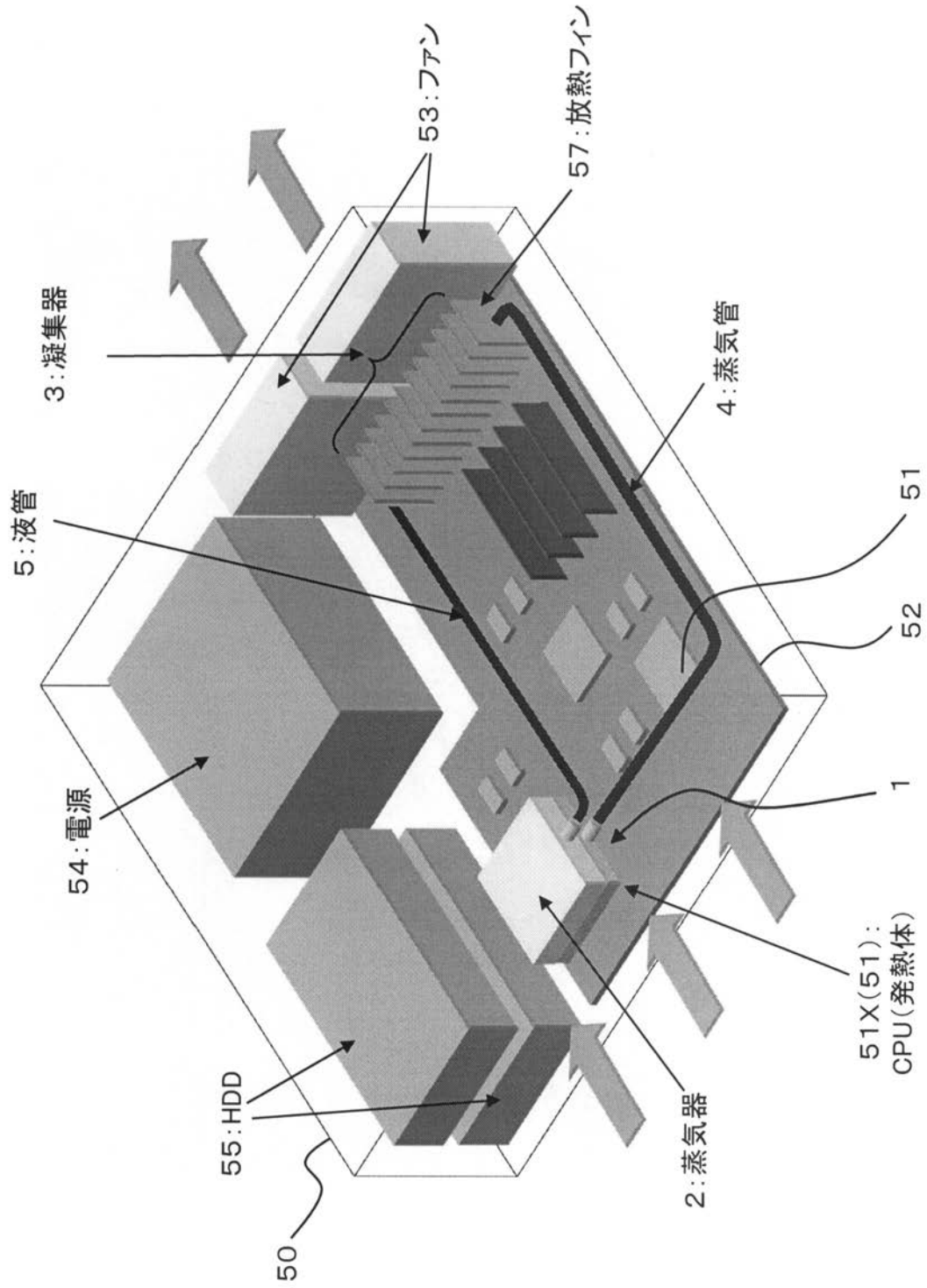
【 図 1 1 】



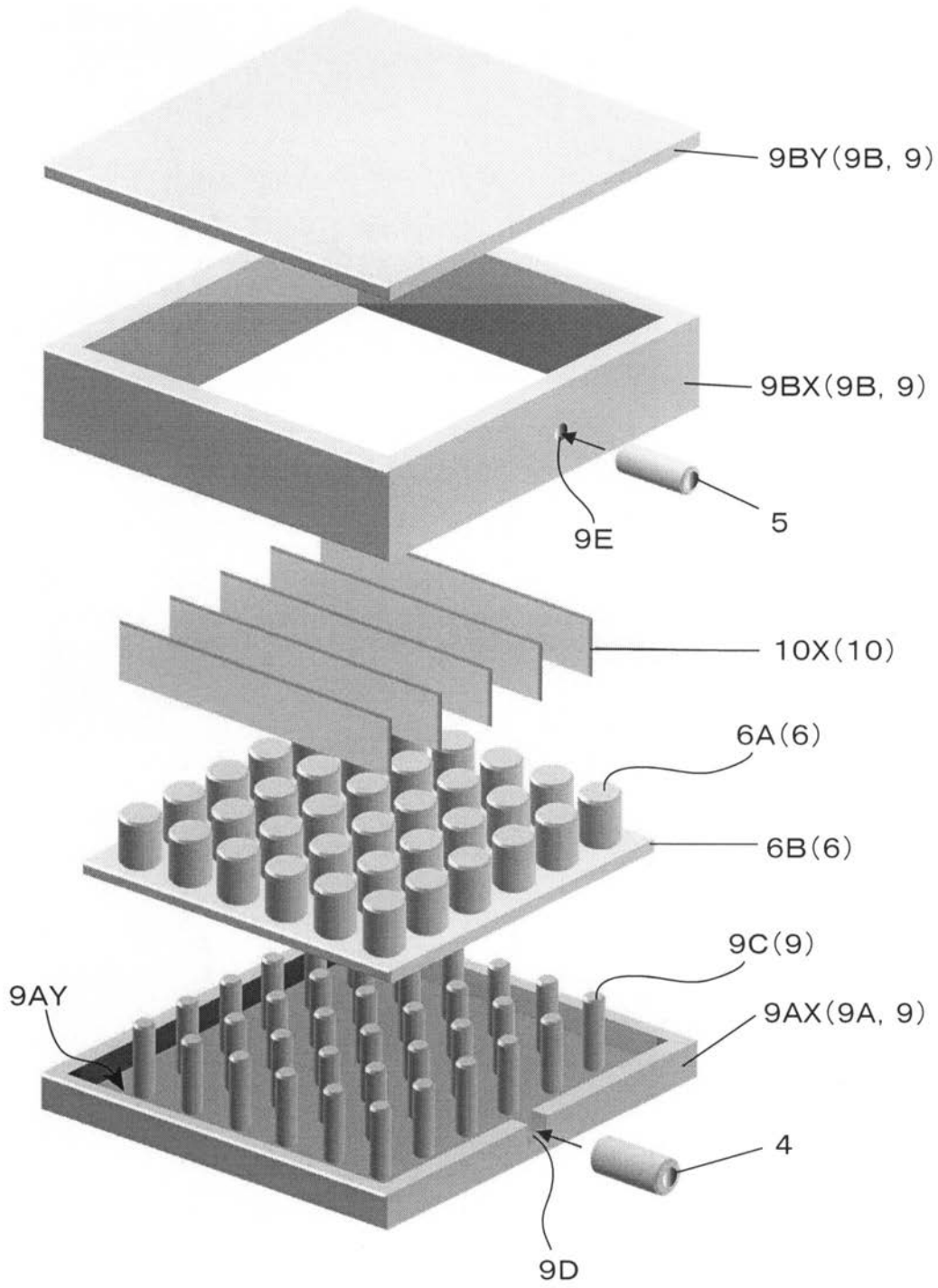
【 図 1 2 】



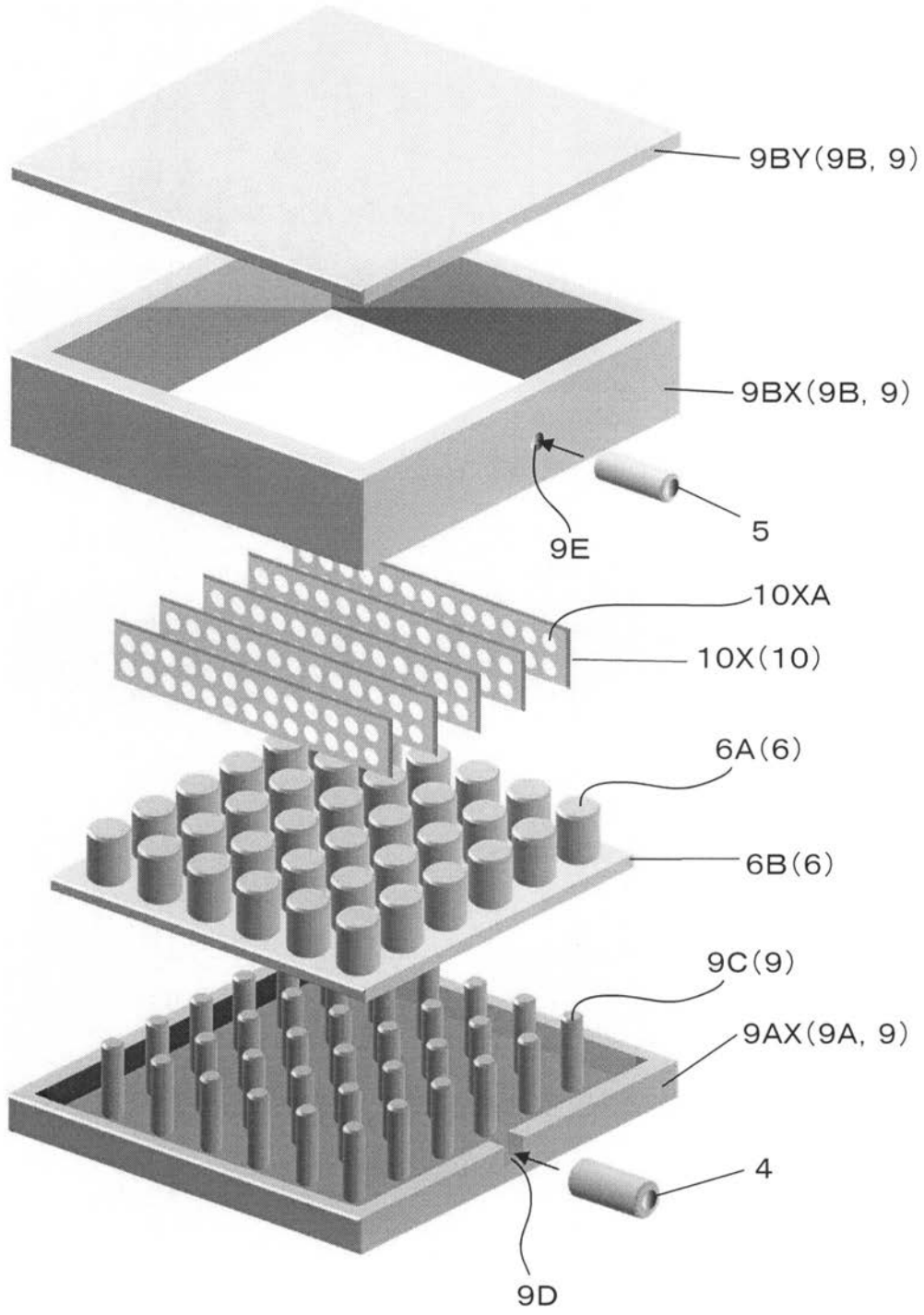
【図2】



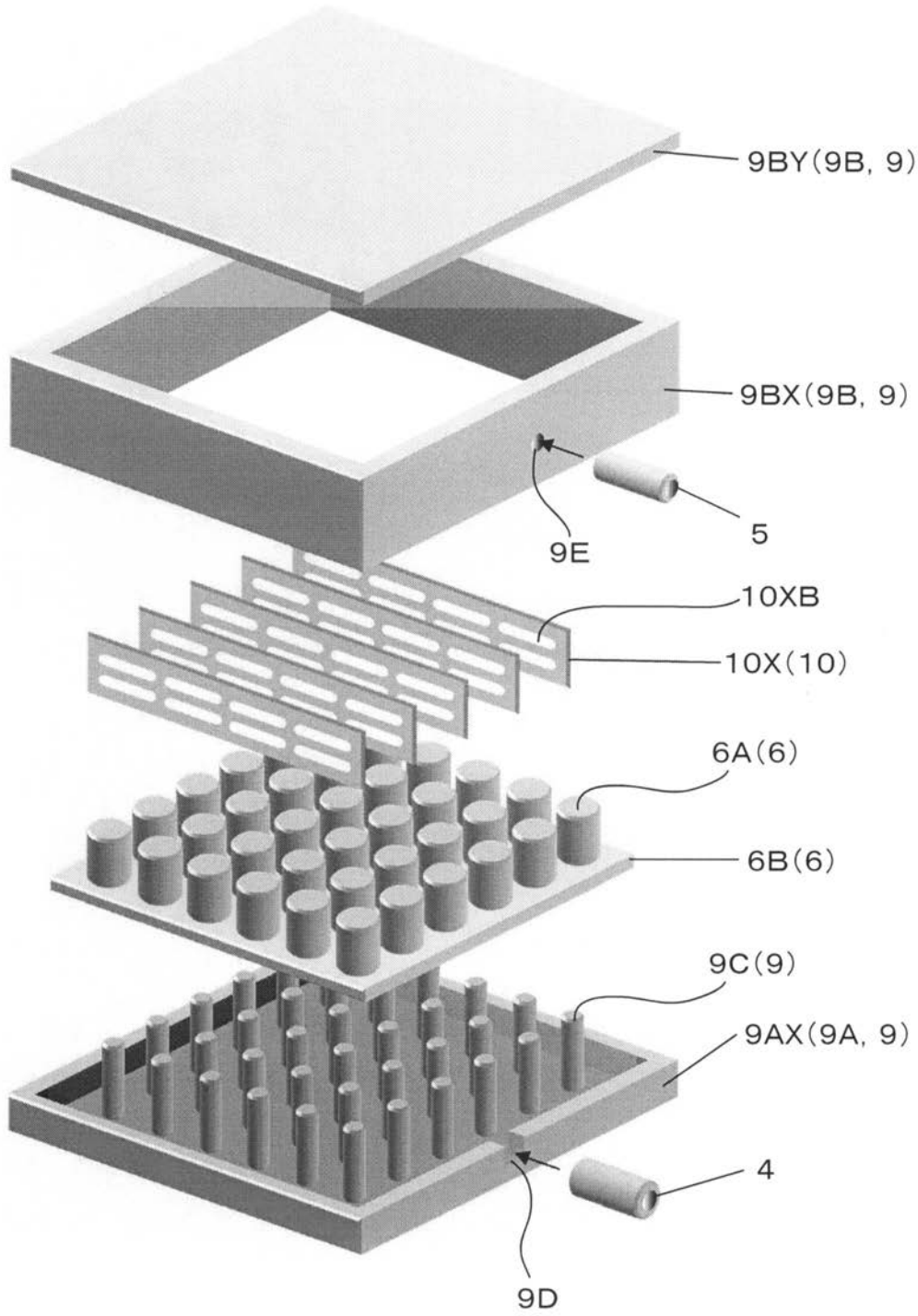
【 図 3 】



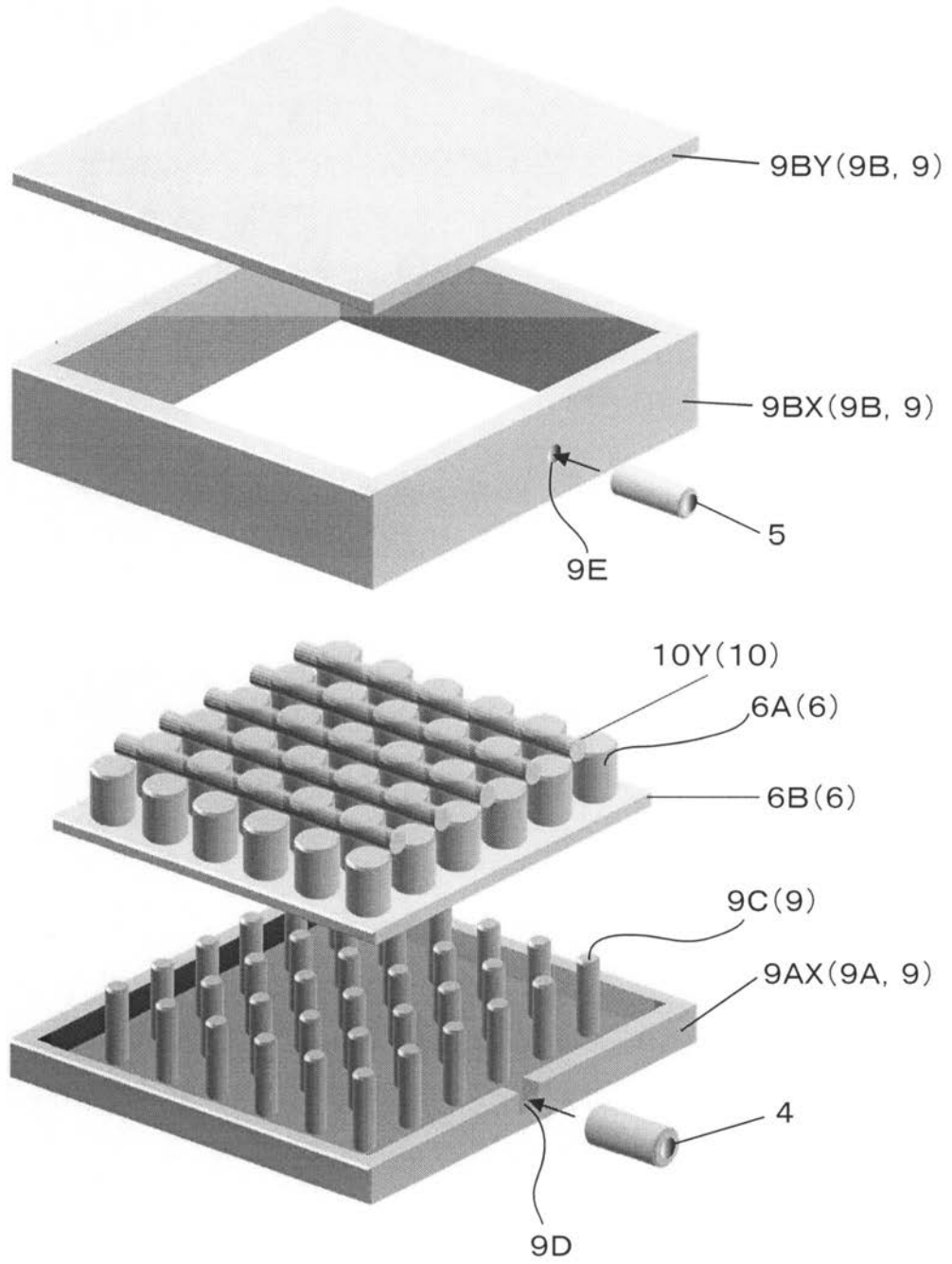
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

