

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5332115号
(P5332115)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 23/473 (2006.01)	H O 1 L 23/46 Z
H O 5 K 7/20 (2006.01)	H O 5 K 7/20 N

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-42328 (P2007-42328)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成19年2月22日(2007.2.22)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2008-205371 (P2008-205371A)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(43) 公開日	平成20年9月4日(2008.9.4)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成21年3月31日(2009.3.31)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100106057
			弁理士 柳井 則子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワー素子搭載用ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却液が流通する離間した二つのヘッダーと、該ヘッダー間に配設され冷却液を流通する多流路管とを備え、前記多流路管の一面に被冷却体に取り付けられる液冷式冷却器を有するパワー素子搭載用ユニットであって、

前記液冷式冷却器は、その前記冷却液が流通する水路は、前記二つのヘッダーと、これらのヘッダーに冷却液を流入・流出させる各配水管と、各配水管と各ヘッダーとを接続する各接続ガイドと、各ヘッダー間に配設される前記多流路管とによって構成され、

前記多流路管の端面が、前記ヘッダーの水路の矩形断面の一辺を構成するように該ヘッダーに接続され、

水路は流入から流出までその各断面における相当直径から算出した断面積の総和に変化を生じずに形成されておき、

前記被冷却体は、前記多流路管の一面に接合されるセラミックス絶縁層と、該セラミックス絶縁層の一面に接合される回路層とを備えることを特徴とするパワー素子搭載用ユニット。

【請求項 2】

請求項 1 記載の パワー素子搭載用ユニット において、

前記各配水管に形成される水路の断面形状は略円形状を成し、前記各ヘッダーに形成される水路の断面形状は扁平した矩形状を成し、前記各接続ガイドに連通される接続水路の両端部の断面形状は、夫々一方側に連結される配水管水路の略円形状と他方側に連結され

るヘッダー水路の扁平した矩形状と同一に形成され、該接続水路は一方端から他方端へと向かって滑らかに徐々にその形状を変化させるよう形成されていることを特徴とするパワー素子搭載用ユニット。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 記載のパワー素子搭載用ユニットにおいて、

前記多流路管内の水路の高さは 0.8 mm～1.5 mm であり、ヘッダー水路の高さは、多流路管内の水路の高さの 1 倍～8 倍に設定されていることを特徴とするパワー素子搭載用ユニット。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のパワー素子搭載用ユニットにおいて、

前記多流路管の他面にはアウターフィンが備えられることを特徴とするパワー素子搭載用ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被冷却体と接合されてこの被冷却体を冷却する液冷式冷却器を有するパワー素子搭載用ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来液冷式冷却器並びにパワー素子搭載用ユニットとしては、例えば特許文献 1 に記載されたものが知られている。これは冷却器の内部に互いに平行に離間した二つのヘッダーと、これらのヘッダー間に配設されヘッダーの水路と連通される複数の貫通穴（微細水路）を有する多流路管とを備え、各ヘッダーの端部から冷却液を流入又は流出させる各配水管を備える冷却器本体の外周面に被冷却体を取り付け、被冷却体から発せられる熱を水路を流れる冷却液で熱交換させて該被冷却体を冷却するよう構成されたものである。そして冷却液流入側において配水管からヘッダーへ流入された冷却液が該ヘッダーの水路を通り該ヘッダーに連通される多流路管の微細水路を通して他方側のヘッダー内水路を通り冷却液流出側の配水管から流出されるまでの間に該冷却液は被冷却体から発せられる熱を回収し被冷却体が冷却されるようになっている。

【特許文献 1】特開 2005-274120 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記各ヘッダーと各配水管とでは、その水路の断面形状が大きく異なっている。具体的にはヘッダーの水路の断面形状は略方形形状であり、配水管の水路の断面形状は略円形状である。そしてヘッダー水路の略方形形状の断面積は、ヘッダーに連設される配水管の断面の略円形状の面積を十分に内包出来るよう大きくとられている。よって冷却液が流入側の配水管からヘッダーへ流入される際、及び流出側においてヘッダーから配水管に流出される際に水路の断面積の変化に起因する冷却液の圧力損失が発生する。又断面形状が突然変化することに起因する圧力損失も発生する。よって、冷却液を搬送する為のポンプは上記圧力損失を加味した上で動力の大きい部品を選定する必要があった。

【0004】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、冷却液に発生する圧力損失を極力少なく抑えることが出来る液冷式冷却器を有するパワー素子搭載用ユニット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】

【0005】

前記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提案している。すなわち本発明は、冷却液が流通する離間した二つのヘッダーと、該ヘッダー間に配設され冷却液を流通する多流路管とを備え、前記多流路管の一面に被冷却体に取り付けられる液冷式冷却器を有す

10

20

30

40

50

るパワー素子搭載用ユニットであって、前記液冷式冷却器は、その前記冷却液が流通する水路は、前記二つのヘッダーと、これらのヘッダーに冷却液を流入・流出させる各配水管と、各配水管と各ヘッダーとを接続する各接続ガイドと、各ヘッダー間に配設される前記多流路管とによって構成され、前記多流路管の端面が、前記ヘッダーの水路の矩形断面の一辺を構成するように該ヘッダーに接続され、水路は流入から流出までその各断面における相当直径から算出した断面積の総和に変化を生じずに形成されており、前記被冷却体は、前記多流路管の一面に接合されるセラミックス絶縁層と、該セラミックス絶縁層の一面に接合される回路層とを備えることを特徴とする。

【0006】

流体力学的に、矩形管と円管など異形断面を持つ管流路の圧力損失はその相当直径（相当直径＝ $4 \times \text{流路断面積} / \text{総濡辺長}$ ）から算出した断面積を求め、円管の管摩擦による圧力損失の式の管内径に置換して計算するのが一般的である。そしてこの相当直径から算出した断面積に各流路とも極力変化を生じさせないことが圧力損失を抑止するために効果的である。

この発明に係るパワー素子搭載用ユニットによれば、冷却液が流通する水路は各断面における相当直径から算出した断面積の総和に変化を生じずに形成されているため、水路内を流通する冷却液の圧力損失の発生を極力少なく抑えることが出来る。

また多流路管の端面は、ヘッダー水路の水路断面の矩形状の一辺を構成するように配設されている。すなわち多流路管の各端面が各ヘッダー水路内に突出することなくヘッダー水路と連結されているため、水路形状の変化に起因する冷却液の圧力損失の発生を極力少なく抑えることが出来る。

【0007】

本発明のパワー素子搭載用ユニットにおいて、前記各配水管に形成される水路の断面形状は略円形状を成し、前記各ヘッダーに形成される水路の断面形状は扁平した矩形状を成し、前記各接続ガイドに連通される接続水路の両端部の断面形状は、夫々一方側に連結される配水管水路の略円形状と他方側に連結されるヘッダー水路の扁平した矩形状と同一に形成され、該接続水路は一方端から他方端へと向かって滑らかに徐々にその形状を変化させるよう形成されていることを特徴とする。

【0008】

この発明に係るパワー素子搭載用ユニットによれば、各接続ガイドに連通される接続水路はその一方端に連結される配水管水路と同一形状の略円形状から、他方端に連結されるヘッダー水路と同一形状の扁平した矩形状へと向かって、滑らかに徐々にその形状を変化させるよう形成されているので、内部を流通する冷却液の圧力損失の発生を極力少なく抑えることが出来る。

【0009】

本発明のパワー素子搭載用ユニットにおいて、前記多流路管内の水路の高さは0.8 mm～1.5 mmであり、ヘッダー水路の高さは、多流路管内の水路の高さの1倍～8倍に設定されていることとしてもよく、これにより内部を流通する冷却液の圧力損失の発生を極力少なく抑えることが出来る。

【0010】

本発明のパワー素子搭載用ユニットにおいて、前記多流路管の他面にはアウターフィンが備えられることとしてもよく、これにより多流路管の内部に流通する冷却液の熱を該アウターフィンにより放出することが出来、冷却液が沸騰するのを防止することが出来る。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係るパワー素子搭載用ユニットによれば、装置内を流れる冷却液の圧力損失の発生を極力少なく抑えることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を参照し、この発明の実施の形態について説明する。

10

20

30

40

50

図1は、この発明の一実施形態に係る液冷式冷却器を適用したパワー素子搭載用ユニットを示す平面図である。

このパワー素子搭載用ユニット10は、後述する多流路管2の表面に接合された被冷却体5から発せられる熱を、内部を流通する冷却液Cが回収するように構成されている。

図1に示すようにこのパワー素子搭載用ユニット10は平行に離間される二つのヘッダー1a及びヘッダー1bと、両ヘッダー1a, 1b間に配置される二つの多流路管2とを備える。各ヘッダー1a, 1bの内部には、冷却液Cを流通するためのヘッダー水路11a, 11bが夫々形成されている。多流路管2は該多流路管2を貫通し両ヘッダー水路11a, 11bと連通する多数の微細水路20を備えている。前記微細水路20は断面が矩形状からなり、その断面の上下の向きを同一にして互いに平行に矢印D1方向に連設されている。多流路管2は、前記微細水路20の配列方向に扁平した板状の外形を有している。図1の例には、多流路管2aは矢印D1方向の一方側に、多流路管2bは矢印D1方向の他方側に、夫々微細水路20の配列方向に並列に配設されて両ヘッダー1a, 1bに支持されている。

【0014】

ヘッダー水路11a及びヘッダー水路11bの水路形成方向と各微細水路20の水路形成方向とは、平面視略垂直になるよう配設されている。

ヘッダー1aの長手方向の一方側にはヘッダー水路11aに冷却液Cを流入させるための配水管3aが短管状に形成されており、その一端部に連結口31aを有している。又ヘッダー1bの長手方向の一方側にはヘッダー水路11bから冷却液Cを流出させるための配水管3bが短管状に形成されており、その一端部に連結口31bを有している。

配水管3aの内部には冷却液Cを流通させる配水管水路30aが形成され、配水管3bの内部には冷却液Cを流通させる配水管水路30bが形成されている。各配水管水路30a, 30bは夫々その水路の断面形状が略円形状に形成されている。

図示しないが、この配水管3aの連結口31aには冷却液流入管が連結され、配水管3bの連結口31bには冷却液流出管が連結される。そして冷却液流入管と冷却液流出管とを連結する外部管路には、冷却液Cを冷却する冷却手段と、冷却液Cを循環させるポンプ等の循環手段とを備え、冷却液Cが冷却され循環させられるようになっている。

又両ヘッダー水路11a, 11bの長手方向の他方側は夫々その水路が閉塞されている。

【0015】

多流路管2の一面には、このパワー素子搭載用ユニット10によって冷却される複数の被冷却体5が備えられている。本実施形態では被冷却体5は多流路管2の一面に矢印D1と矢印D2の向きとに夫々間隔をあけて複数連設されている。夫々の被冷却体5はセラミックス絶縁層（以下「絶縁層」と省略する）52と、絶縁層52の一面に接合される回路層51と、回路層51の一面に接合されるIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）などのパワー素子50とから構成される。そして絶縁層52の他面と多流路管2の一面とが接合されている。

上記絶縁層52はその必要とされる絶縁特性、熱伝導率及び機械的強度を満たしていればどのようなセラミックスから形成されていてもよいが、例えば窒化アルミニウムや窒化ケイ素、酸化アルミニウムにより形成される。

回路層51は導電性材料による層であり、例えば銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）若しくはアルミニウム（Al）系導電材料により形成される。

回路層51と絶縁層52と多流路管2との夫々の接合手段にはろう付けが用いられる。又パワー素子50と回路層51との接合手段にははんだ付けが用いられる。本実施形態ではろう付け層及びはんだ付け層の図示は省略する。

【0016】

次に図1のX-X線断面を図2に、Y-Y線断面を図3に示す。

図3に示す通り、多流路管2の他面には、微細水路20を流通する冷却液Cを冷却するためのアウターフィン6が備えられている。アウターフィン6は極めて薄い金属帯板を波

10

20

30

40

50

形に曲折形成したものであり、その稜線方向は前記微細水路 20 の形成方向と平面視略垂直に形成される。アウターフィン 6 はその波形の連設される矢印 D 2 方向の幅がヘッダー 1 a とヘッダー 1 b とで形成されるヘッダー間寸法の内寸よりもわずかに小さくなるよう形成されている。又その波形の稜線が形成される矢印 D 1 の向きの長さは多流路管 2 a の一方側の端部から多流路管 2 b の他方側の端部までの長さに合わせて形成されている。アウターフィン 6 は、例えばアルミニウムブレージングシートの帯板状素材により形成される。

アウターフィン 6 の一面と多流路管 2 の他面とは密着して接合されておりその接合手段にはろう付けが用いられる。

【0017】

10

図 3 に示す様に、両ヘッダー水路 11 a, 11 b はその断面形状が共に扁平状に形成されており、矢印 D 2 方向に長く矢印 D 3 方向に短い矩形状に形成されている。又多流路管 2 はその微細水路 20 の水路が形成される矢印 D 2 方向の両端が各ヘッダー 1 a, 1 b に夫々嵌入され、液密にろう付けされ接合されている。ここで多流路管 2 の端面 21 a はヘッダー水路 11 a の矩形断面の短辺の一边を構成するように配設されている。又多流路管 2 の他方の端面 21 b もヘッダー水路 11 b の矩形断面の短辺の一边を構成するように配設されている。

ここで前記微細水路 20 の矢印 D 3 方向の高さは 0.8 mm ~ 1.5 mm であり、ヘッダー水路 11 a, 11 b の矢印 D 3 方向の高さは微細水路 20 の高さの 1 倍 ~ 8 倍になるよう設定されている。

20

【0018】

又図 1 に示す様に、冷却液流入側の配水管 3 a とヘッダー 1 a との間には接続ガイド 4 a がその内部に冷却液 C を流通可能な接続水路 40 a 及び 41 a を備えて配設されている。冷却液流出側の配水管 3 b とヘッダー 1 b との間にも接続ガイド 4 b がその内部に冷却液 C を流通可能な接続水路 40 b 及び 41 b を備えて配設されている。

すなわち冷却液 C は、冷却液流入側の配水管水路 30 a より流入され接続水路 40 a, 41 a からヘッダー水路 11 a、各微細水路 20 を通り、ヘッダー水路 11 b から接続水路 41 b, 40 b を通り配水管水路 30 b へと流通されて冷却液流出側へと送られ、装置から流出されるよう構成されている。

【0019】

30

各配水管水路 30 a, 30 b と各ヘッダー水路 11 a, 11 b とは、上述のようにその各断面形状が略円形状と扁平した矩形状とであり異なる形状に形成されるが、各水路の夫々の相当直径から算出した断面積は同一になるよう設定されている。

また各ヘッダー水路 11 a, 11 b の夫々の相当直径から算出した断面積と、複数からなる各微細水路 20 の相当直径から算出した断面積の総和とは、その値が同一になるよう設定されている。

すなわち冷却液 C が装置に流入され装置から流出されるまでの間に流通する各水路の断面における相当直径から算出した断面積は、すべて一定に構成されている。

【0020】

次に図 4 は、上記接続ガイド 4 a (4 b) の内部に形成される接続水路 40 a, 41 a (40 b, 41 b) の構成を示す斜視図である。図に示すように、接続水路 40 a (40 b) はその一方側の水路端 42 a (42 b) の断面形状が略円形状であり、その断面形状及び相当直径から算出した断面積は該水路端 42 a (42 b) に連通される配水管水路 30 a (30 b) の水路の断面形状及び相当直径から算出した断面積と同一になるように形成されている。又接続水路 41 a (41 b) は上記接続水路 40 a (40 b) の他方側とヘッダー水路 11 a (11 b) の一方側とを連通するように形成されている。接続水路 41 a (41 b) の水路の断面形状は、一方側の接続水路 40 a (40 b) との連通部において該接続水路 40 a (40 b) の断面形状と同じ略円形状とされ相当直径から算出した断面積も同一に形成されている。又他方側のヘッダー水路 11 a (11 b) との連通部における水路端 43 a (43 b) の断面形状は扁平した矩形状を成し、該断面形状及び相当

40

50

直径から算出した断面積は該水路端 4 3 a (4 3 b) に連通されるヘッダー水路 1 1 a (1 1 b) の水路端の断面形状及び相当直径から算出した断面積と同一に形成されている。すなわち水路端 4 2 a (4 2 b) と水路端 4 3 a (4 3 b) とはその相当直径から算出した断面積が同一とされている。そしてその水路は一方端の略円形状から他方端の扁平した矩形状へと向かって、滑らかに徐々にその形状を変化させるように形成されている。

【0021】

以上説明したように、本実施形態に係るパワー素子搭載用ユニット 10 によれば、冷却液 C が該パワー素子搭載用ユニット 10 に備えられる各微細水路 20 を流通するので、各微細水路 20 を形成する多流路管 2 の一面に備えられる被冷却体 5 から発せられる熱を冷却液 C が回収する。ここで冷却液 C が流通されるパワー素子搭載用ユニット 10 の各水路は、冷却液 C が装置に流入され装置から流出されるまでの間において各断面における相当直径から算出した断面積がすべて一定になるよう形成されている。すなわち配水管水路 3 0 a、接続水路 4 0 a, 4 1 a、ヘッダー水路 1 1 a、各微細水路 20 の相当直径から算出した断面積の総和、ヘッダー水路 1 1 b、接続水路 4 1 b, 4 0 b、配水管水路 3 0 b の、各水路の断面における相当直径から算出した断面積がすべて同一になるよう形成されている。

これによりこのパワー素子搭載用ユニット 10 は、その水路の各断面における相当直径から算出した断面積の変化に起因する冷却液 C の圧力損失を最小限に抑えることが出来る。

【0022】

又各接続水路 4 0 a, 4 1 a, 4 0 b, 4 1 b においては、各水路の両端 4 2 a, 4 2 b, 4 3 a, 4 3 b における断面形状が、略円形状と扁平した矩形状とで異なる形状に形成されるが、その水路は滑らかに徐々にその形状を変化させるように形成されている。よってこのパワー素子搭載用ユニット 10 はその水路の断面形状の変化に起因する冷却液 C の圧力損失を最小限に抑えることが出来る。

又多流路管 2 の端面 2 1 a は、ヘッダー水路 1 1 a の水路断面の扁平した矩形状の短辺の一辺を構成するように配設され、多流路管 2 の他方の端面 2 1 b も、ヘッダー水路 1 1 b の水路断面の扁平した矩形状の短辺の一辺を構成するように配設されている。すなわち多流路管 2 の各端面 2 1 a, 2 1 b が各ヘッダー水路 1 1 a, 1 1 b 内に突出することなくヘッダー水路 1 1 a, 1 1 b と連結されている。又前記微細水路 20 の高さは、0.8 mm~1.5 mm であり、ヘッダー水路 1 1 a, 1 1 b の高さは、微細水路 20 の高さの 1 倍~8 倍になるよう設定されているため、上記各水路間における水路形状の変化に起因する冷却液 C の圧力損失の発生を極力少なく抑えることが出来る。

【0023】

上記説明した通り、このパワー素子搭載用ユニット 10 によれば冷却液 C に発生する圧力損失を極力小さく抑えることが出来るので、該冷却液 C を搬送する為のポンプ出力は最小限に抑えられ動力ロスを削減することが可能になる。

又多流路管 2 の他面にはアウターフィン 6 が備えられているので冷却液 C が被冷却体 5 から回収した熱を効率良く空気中へ放出することが出来る。よって冷却液 C が被冷却体 5 からの回収熱により各微細水路 20 内で沸騰し泡が発生して、該水路形成面と冷却液 C との間に膜を作って熱交換が良好に行われなくなる虞が無くなり、効率良く熱交換を行うことが可能となる。

【0024】

なお、本発明は前記実施の形態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において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記多流路管 2 の水路形状は前記微細水路 20 の相当直径から算出した断面積の総和を変化させないものであればこの形態に限られるものではなく、図 5 に示すように多流路管 2 の内部に矩形コルゲートフィン 8 をろう付けし水路を形成させたり、又図 6 に示すように多流路管 2 の内部に三角インナーフィン 9 をろう付けして水路を形成させたりしてもよい。

【0025】

又上記アウターフィン6は放熱効果を持つものであればこの形態に限られるものではなく、例えば該アウターフィン6の替わりに多流路管2の他方の面の形状を凹凸形状（以下「凹凸形状」と省略する）に形成することで放熱効果を持たせる構成としてもよい。又前記アウターフィン6と前記凹凸形状とを併用した構成としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態に係る液冷式冷却器を適用したパワー素子搭載用ユニットを示す平面図である。

【図2】図1に示すX-X線断面図である。

【図3】図1に示すY-Y線断面図である。

10

【図4】接続ガイドの構成を示す斜視図である。

【図5】多流路管の水路の変形例を示す斜視図である。

【図6】多流路管の水路の変形例を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0027】

1 a, 1 b ヘッダー

2 多流路管

3 a, 3 b 配水管

4 a, 4 b 接続ガイド

5 被冷却体

20

6 アウターフィン

7 液冷式冷却器

10 本発明の一実施形態におけるパワー素子搭載用ユニット

11 a, 11 b ヘッダー水路

20 微細水路

30 a, 30 b 配水管水路

40 a, 40 b 接続水路

41 a, 41 b 接続水路

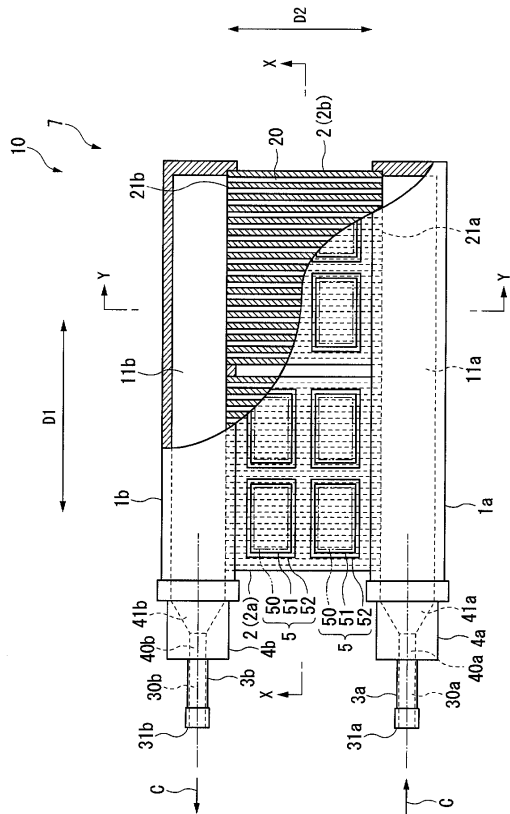
51 回路層

52 セラミックス絶縁層

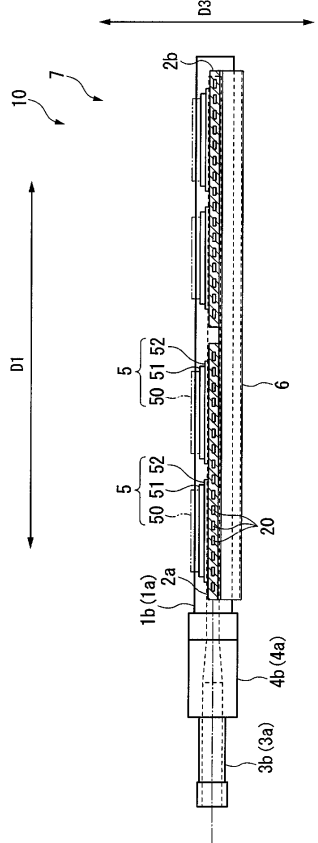
30

C 冷却液

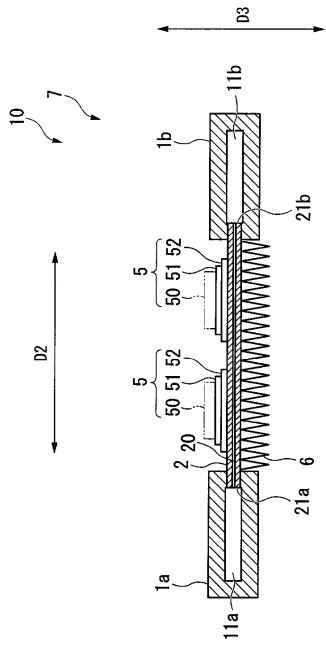
【図 1】



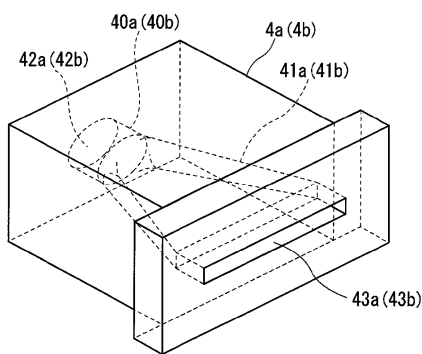
【図 2】



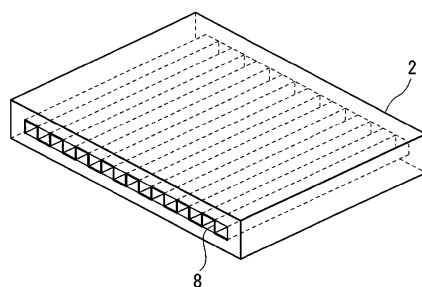
【図 3】



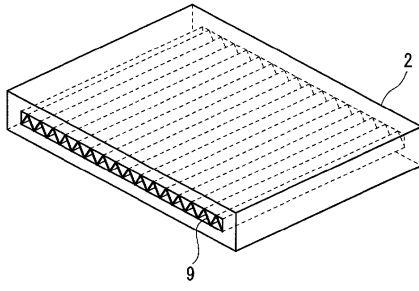
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮田 博志
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内
- (72)発明者 石塚 博弥
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内
- (72)発明者 黒光 祥郎
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内
- (72)発明者 北原 丈嗣
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内

審査官 石野 忠志

- (56)参考文献 特開2001-127478 (JP, A)
特開2006-253205 (JP, A)
特開2004-080856 (JP, A)
特開2004-022973 (JP, A)
特開2005-322879 (JP, A)
特開2004-006811 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/473
H05K 7/20