

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5131323号
(P5131323)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 1 0 2 C
H O 1 L 23/427 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 D
H O 5 K 7/20 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 L
	F 2 8 D 15/02 1 0 2 H
	H O 1 L 23/46 B
請求項の数 5 (全 9 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2010-152005 (P2010-152005)	(73) 特許権者	000005120
(22) 出願日	平成22年7月2日(2010.7.2)		日立電線株式会社
(65) 公開番号	特開2012-13373 (P2012-13373A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成24年1月19日(2012.1.19)	(72) 発明者	北嶋 寛規
審査請求日	平成22年9月17日(2010.9.17)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
前置審査			日立電線株式会社内
		(72) 発明者	酒寄 一志
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			日立電線株式会社内
		(72) 発明者	白石 雄三
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			日立電線株式会社内
		審査官	関口 哲生
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートパイプ式冷却装置及びこれを用いた車両制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ヒートパイプの一部が蒸発部として埋め込まれ、被冷却物である発熱体に取り付けられている吸熱ブロックと、前記ヒートパイプの他の一部が凝縮部として複数の放熱フィンが取り付けられたヒートパイプ式冷却装置において、

前記ヒートパイプは、2箇所曲げ加工されてJ字形状をなすヒートパイプであり、中央部が蒸発部としてのヒートパイプ部と、

前記蒸発部としてのヒートパイプ部以外で、複数の放熱フィンが取り付けられた凝縮部としての第1のヒートパイプ部と、

前記蒸発部としてのヒートパイプ部と第1のヒートパイプ部以外で、第1のヒートパイプ部よりも長く、第1のヒートパイプ部に取り付けられた放熱フィンよりも多くの放熱フィンが取り付けられている凝縮部としての第2のヒートパイプ部と、

を具備し、

前記ヒートパイプ部が、前記蒸発部としてのヒートパイプ部の所定位置で、プレス加工もしくははかしめ加工部で2つに分けられていることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置

【請求項2】

請求項1に記載のヒートパイプ式冷却装置において、前記蒸発部としてのヒートパイプ部がストレート部からなることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置。

【請求項3】

請求項 1 又は 2 に記載のヒートパイプ式冷却装置において、前記第 1 のヒートパイプ部と第 2 のヒートパイプ部がストレート部からなることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置。

【請求項 4】

複数のヒートパイプが設置されている請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載のヒートパイプ式冷却装置において、前記凝縮部としての第 1 のヒートパイプ部と、第 2 のヒートパイプ部が交互の配置関係になるように吸熱ブロックに埋め込まれていることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置。

【請求項 5】

車両を駆動する電動機を制御する制御装置において、前記制御装置の主回路である半導体を冷却するヒートパイプ式冷却装置として、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載のヒートパイプ式冷却装置を用いたことを特徴とする車両制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子等の冷却に用いられるヒートパイプ式冷却装置と、これを用いた車両制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体素子を冷却するヒートパイプ式冷却装置として、複数のヒートパイプが熱伝導の良好な吸熱ブロックに取り付けられ、このブロックに半導体素子等の発熱体を取り付けられ、冷却されていた。このヒートパイプの凝縮部には、凝縮を促がすための複数の放熱フィンが取り付けられて使用されることが多い。

20

【0003】

特許文献 1 には、吸熱ブロックにループ状又は対向する 2 つの凝縮部が同長のほぼ U 字状のヒートパイプが取り付けられたヒートパイプ式冷却装置が記載されている。ヒートパイプの一部が水平な加熱部を形成しているため、熱交換効率がよい。しかし、ヒートパイプの作動液として例えば水を封入した場合に、周囲温度が 0 以下ではヒートパイプ内の水は凍結するため、この状態で半導体素子が発熱した場合に、対向する 2 つの凝縮部の同長ヒートパイプが十分に作動せず、半導体素子の温度が所定温度を超えてしまうことがある。

30

【0004】

特許文献 2 には、複数の棒状のヒートパイプを 2 以上の群に分け、各群に異なる作動液を封入したヒートパイプ式冷却装置が記載されている。例えば一方の群のヒートパイプ作動液としてフロン R - 113 を、もう一方の群のヒートパイプ作動液として水を封入した場合、周囲温度が 0 以下でもフロン R - 113 は凍結しないため、低温においても十分に作動する。また、定常の使用温度においても高い性能を得ることを可能にしている。

【0005】

特許文献 3 には、複数の棒状のヒートパイプを 2 以上の群に分け、各群のヒートパイプまたは放熱フィンをそれぞれ異ならせて各群が異なる凝縮能力を有するように構成されたヒートパイプ式冷却装置が記載されている。長いヒートパイプは短いヒートパイプに比べ、多数の放熱フィンが取り付けられているため、凝縮能力が高い。低温下では、長いヒートパイプの凝縮部の作動液が凍結する場合でも、短い方の凝縮部はヒートパイプとして作動するため、発熱体の冷却が可能になる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 3700870 号公報

【特許文献 2】特開平 2 - 229455 号公報

【特許文献 3】特許第 3020790 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、特許文献1に記載されているようなU字状のヒートパイプを使用すると上述のように周囲温度が0以下では冷却装置のヒートパイプが十分に作動しないという問題がある。特許文献2又は3に記載されているような複数の棒状ヒートパイプを使用する場合、各独立のヒートパイプを使用しているためにヒートパイプ本数が増えることで高価になるという問題がある。

【0008】

そこで、特許文献1記載のU字状のヒートパイプに特許文献2を適用した場合、作動液として複数種類の冷媒を用いたヒートパイプを準備しなければならず、各ヒートパイプについて見れば、依然として各独立したヒートパイプとして十分に機能せず、配置が複雑になってしまうと共に高価になってしまう。

【0009】

また、特許文献1記載のU字状のヒートパイプに特許文献3を適用した場合、複数種の長さのU字状ヒートパイプを用いることで、それぞれ異なる凝縮能力を有し、短い長さのU字状ヒートパイプは低温でも起動することで、性能を向上させることができるが、長いU字状のヒートパイプと、短いU字状のヒートパイプの配置が偏ったものとなり、各ヒートパイプについて見れば、依然として各独立したヒートパイプとして十分に機能せず、放熱フィンを効率良く利用できず、全体として冷却装置の性能が下がってしまうという問題がある。

【0010】

本発明はかかる点に鑑みて、各ヒートパイプが、各独立したヒートパイプとして機能して、発熱体との熱交換が効率よく行われ、高性能でかつ低温時にも安定して起動し、安価なヒートパイプ式冷却装置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】

【0011】

本発明は、上述した課題を解決するために、ヒートパイプの一部が蒸発部（加熱部ともいう）として埋め込まれ、被冷却物である発熱体に取り付けられている吸熱ブロックと、前記ヒートパイプの他の一部が凝縮部として複数の放熱フィンが取り付けられたヒートパイプ式冷却装置において、前記ヒートパイプは、2箇所曲げ加工されてJ字形状をなすヒートパイプであり、中央部が蒸発部としてのヒートパイプ部と、前記蒸発部としてのヒートパイプ部以外で、複数の放熱フィンが取り付けられた凝縮部としての第1のヒートパイプ部と、前記蒸発部としてのヒートパイプ部と第1のヒートパイプ部以外で、第1のヒートパイプ部よりも長く、第1のヒートパイプ部に取り付けられた放熱フィンよりも多くの放熱フィンが取り付けられている凝縮部としての第2のヒートパイプ部と、を具備し、前記ヒートパイプ部が、前記蒸発部としてのヒートパイプ部の所定位置で、プレス加工もしくはかしめ加工部で2つに分けられていることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置を提供する。

【0012】

本発明はまた、前記ヒートパイプ式冷却装置において、前記蒸発部としてのヒートパイプ部がストレート部からなることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置を提供する。

【0013】

本発明はまた、前記ヒートパイプ式冷却装置において、前記第1のヒートパイプ部と第2のヒートパイプ部がストレート部からなることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置を提供する。

【0014】

【0015】

本発明はまた、複数のヒートパイプが設置されている前記ヒートパイプ式冷却装置において、前記凝縮部としての第1のヒートパイプ部と、第2のヒートパイプ部が交互の配置

10

20

30

40

50

関係になるように吸熱ブロックに埋め込まれていることを特徴とするヒートパイプ式冷却装置を提供する。

【0016】

本発明はまた、車両を駆動する電動機を制御する制御装置において、前記制御装置の主回路である半導体を冷却するヒートパイプ式冷却装置として、前記ヒートパイプ式冷却装置を用いたことを特徴とする車両制御装置を提供する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、ヒートパイプ式冷却装置は、第2のヒートパイプ部が第1のヒートパイプ部よりも長く構成され、第1のヒートパイプ部に取り付けられた放熱フィンよりも多くの放熱フィンが取り付けられているので、作動液の凝固点より外気温度が低いような環境下で所定の冷却性能を有し、かつ常温下においても高い冷却性能を有するため、半導体素子等を効率良く冷却することができる。また、本発明のヒートパイプ式冷却装置を、車両制御装置の有効な冷却装置として使用することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の参考例であるヒートパイプ式冷却装置の上面図である。

【図2】本発明の参考例であるヒートパイプ式冷却装置の正面図である。

【図3】本発明の参考例であるヒートパイプ式冷却装置の側面図である。

【図4】参考例に対する比較例を示す図である。

20

【図5】本発明の実施例であるヒートパイプ式冷却装置の上面図である。

【図6】実施例に対する比較例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の参考例及び実施例を図面に基づいて説明する。

【0020】

[参考例]

図1～図3は、本発明の参考例を示す。本参考例のヒートパイプ式冷却装置は、主として吸熱ブロック3に取り付けられた複数のヒートパイプ1と、このヒートパイプ1の長さ方向に取り付けられた複数の放熱フィン2と、吸熱ブロック3に取り付けられた半導体などの発熱体4から構成される。図1および図2においては、一番手前に見えるヒートパイプのみ図示している。

30

【0021】

ヒートパイプ1の容器材料としては銅、作動液として水を用いている。吸熱ブロック3は、銅やアルミなどの熱伝導性が良好な材料を用い、吸熱ブロック3とヒートパイプ1の接合には、ハンダ接合やかしめ接合、ヒートパイプを加熱膨張させる加熱拡管接合等を使用することができる。ヒートパイプ1と放熱フィン2との接合についても、ハンダ接合やかしめ接合、加熱拡管接合等を使用することができる。

【0022】

ヒートパイプ1は、2箇所曲げ加工が施され、J字形状をなしており、中央ストレート部が中央ストレート部7(ヒートパイプ部7という)を形成して吸熱ブロック3に取り付けられ、蒸発部として作動する。蒸発部としてのヒートパイプ部7の端部ストレート部で、複数の放熱フィンが取り付けられている第1のヒートパイプ部6は、凝縮部として作動する。また、ヒートパイプ部7のもう一方の端部ストレート部である第2のヒートパイプ部5も凝縮部として作動する。

40

【0023】

第1のヒートパイプ部6と第2のヒートパイプ部5は意図的に長さが異なるように構成されている。放熱フィン2は吸熱ブロック3と並行に設置され、一様な平板フィンでフィン間も同様である。凝縮部としての第1のヒートパイプ部6と第2のヒートパイプ部5の長さが違うため、第2のヒートパイプ部5には、第1のヒートパイプ部6に比べて多数の

50

放熱フィンが取り付けられ、必然的に放熱面積が大きくなる。このような構造とすることで、長い方の第2のヒートパイプ部5と短い方の第1のヒートパイプ部6の凝縮能力を変えることが可能となる。

【0024】

実際には、第2のヒートパイプ部5の長さが300mm～400mmの場合には、第1のヒートパイプ部6の長さはその1/2～2/3程度に設定されることが望ましく、放熱フィンの間隔は、3mm～7mm程度の間隔で取り付けられることが多い。図1には長さの比が3対2で構成された例を示す。第2のヒートパイプ部5と第1のヒートパイプ部6に取り付けられる放熱フィン、上記の間隔で長さの比に対応した枚数で構成される。図1の例では、長さの比が3対2であるため、第1のヒートパイプ部6には6枚、第2のヒートパイプ部5には9枚の放熱フィンが取り付けられている。

10

【0025】

このように構成された参考例のヒートパイプ式冷却装置の動作及び作用について説明する。参考例のヒートパイプ式冷却装置を作動液の水の凍結温度0より低い温度で使用した場合、起動時に作動液は、蒸発部である蒸発部としてのヒートパイプ部7に凍結している。半導体などの発熱体4の発熱で、熱が吸熱ブロック3を介して蒸発部としてのヒートパイプ部7に伝えられると、ヒートパイプ部7の温度は上昇して作動液が溶け出して蒸気となり、凝縮部へ熱の輸送を開始する。

【0026】

ここで、長い方の第2のヒートパイプ部5には短い方の第1のヒートパイプ部6に比べて放熱フィン2が多く設置されているため、凝縮能力が大きく、作動液である水が第2のヒートパイプ部5で再凍結してしまう場合がある。このとき、第2のヒートパイプ部5はヒートパイプとして作動せず、熱輸送を行わない。これに対し、短い方の第1のヒートパイプ部6には、放熱フィン2が少なく設置されているため、凝縮能力は小さくなり、作動液は凝縮部で凍結することなく、蒸発部へ還流するので依然としてヒートパイプとして作動する。

20

【0027】

このとき、ヒートパイプとして作動している凝縮部は、第1のヒートパイプ部6のみとなってしまう、冷却装置全体の放熱性能は低下してしまうが、外気温度が作動液である水の凍結温度より低い温度であり、発熱体4の仕様温度と十分な温度差があるため、問題とならない。ヒートパイプ内に封入される作動液量は、長い方の第2のヒートパイプ部5で作動液が凍結しても、短い方の第1のヒートパイプ部6に蒸気が供給される量に設定することが好ましい。

30

【0028】

このように、第1のヒートパイプ部6は凍結防止に有効であるので、冷媒として代替フロンを用いることなく、水を使用することを可能にして、環境に与える負担を小さくすることができる。

【0029】

これに対し、本冷却装置を常温（作動液の凍結温度より高い温度）で使用した場合には、全ての凝縮部（第1のヒートパイプ部6と第2のヒートパイプ部5）がヒートパイプとして作動し、高い冷却性能が発揮される。このように本参考例によれば、1つの吸熱ブロック3に対応し、中央部のヒートパイプ部7、第1のヒートパイプ部6及び第2のヒートパイプ部5は1つの独立したヒートパイプを形成し、高性能でかつ低温下でも所定の冷却性能を有するヒートパイプ式冷却装置を得ることができる。

40

【0030】

本参考例においては、重力方向は、図2の正面図矢印Aによって示す方向となっている。図2において、ヒートパイプ1は地面と水平に配置されているが、ヒートパイプ1内の凝縮された作動液の還流を促がすために、5～10度程先上がり傾斜させても良い。

【0031】

図4に参考例であるヒートパイプ式冷却装置との比較例を示す。比較されるヒートパイ

50

ブ式冷却装置は、第1のヒートパイプ部と第2のヒートパイプ部の長さが同じで、凝縮部が長いU字形のヒートパイプ8と凝縮部が短いU字形のヒートパイプ9が使用されている。それぞれの凝縮能力に差を持たせて、水の凍結温度より低い低温下で所定の性能を得る方式は、参考例と同じである。

【0032】

このようにした場合、冷却装置中で、長いヒートパイプ8と短いヒートパイプ9の配置が偏ってしまい、放熱フィンを効率良く利用できず、冷却装置全体の性能が低下してしまう。これに対し、図1～3に示す参考例であるヒートパイプ式冷却装置は、各ヒートパイプが独立構成としているので、長いヒートパイプ(第2のヒートパイプ部5)と短いヒートパイプ(第1のヒートパイプ部6)が均一に配置されることが可能になるにより、放熱

10

【実施例】

【0033】

図5に、本発明の実施例を示す。ヒートパイプ式冷却装置全体の構造および作動原理・使用方法は図1～3に示す参考例と同じであり、同一の構成には同一の番号が付してある。図5では1つのヒートパイプに着目して図示してある。ヒートパイプ1bに2箇所曲げ加工が施され、凝縮部長さを意図的に異なるようにし、凝縮能力に差を持たせてあることは、参考例と同じである。このとき、ヒートパイプ1bの中央ストレート部のヒートパイプ部7(蒸発部)の所定位置に、ヒートパイプ容器を分離するためにプレス・かしめ加工が施され、プレス・かしめ加工部が形成されている。このプレス・かしめ加工部12は最小

20

【0034】

このようにすることで、1本のヒートパイプを用いていながらヒートパイプ1bは、あたかも長さの違うL字状ヒートパイプ2本が設置されているようになり、参考例のように長い方の凝縮部6の作動液凍結量を考慮しないで、各ヒートパイプ部5、6内の作動液を設定することが可能となり、更に自由度が増す。このとき、ヒートパイプ部7で分離される各ヒートパイプ部5、6の長さの比は、前述の凝縮能力の差に応じて設定すれば良い。すなわち、第2のヒートパイプ部5(長い方の凝縮部)と第1のヒートパイプ部6(短い方の凝縮部)の凝縮能力の比に合うように、それぞれの長さの比を決めれば良い。

【0035】

実際には、第2のヒートパイプ部5の長さが300mm～400mmの場合には、第1のヒートパイプ部6の長さはその1/2～2/3程度に設定されることが望ましく、放熱フィンの間隔は、3mm～7mm程度の間隔で取り付けられることが多い。

30

【0036】

図6に実施例との比較例を示す。図5のヒートパイプと同等の効果を出すために、長い方のL字状ヒートパイプ10と短い方のL字状ヒートパイプ11が設置されている。このようにすることで、似かよった形状のものが提供されることになるが、ヒートパイプ製作本数が2倍となってしまい、高価となってしまふ。また、ヒートパイプ先端には、絞り、溶接などの容器端末封止加工が施されているので、非動作部分が存在する。図6のように設置することで、ヒートパイプ10、11が吸熱ブロック3に接触されている非動作部分

40

【0037】

参考例と実施例を車両制御装置の主回路素子の冷却に用いる場合、図1の矢印Bの方向に車両が進行するように配置することによって、走行風を冷却に使用でき、放熱フィン2は移動方向に沿っているので、放熱フィン2部分で通風性が良く、放熱フィン2が移動方向に対向している場合と比較し放熱効率が向上する。放熱フィン2が移動方向に沿っていれば、冷却装置の設置方向はいかなる方向でもよく、例えば重力方向上向きにヒートパイプ先端が向く方向でもよい。また、吸熱ブロック3を、車両制御装置の筐体を兼ねるように設置すれば、空間効率が向上し、装置縮小に寄与する。

50

【 0 0 3 8 】

本発明の実製品の適用は、上記の車両制御装置のみならず、例えば交流電動機を制御する汎用インバータ装置を寒冷地で使用する場合や、通信に用いられる光伝送装置を寒冷地で使用する場合など、寒冷地における半導体冷却装置へ広く応用が可能である。

【 0 0 3 9 】

以上述べた実施例においては、ヒートパイプの容器材料としては銅、作動液として水を用いているが、これに限定されるものではなく、ヒートパイプの容器材料及び作動液は如何なるものでもよい。また、吸熱ブロックと放熱フィンの材質も上記に限定されるものではなく、如何なるものでもよい。

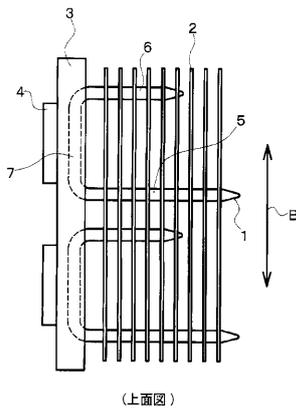
【 符号の説明 】

【 0 0 4 0 】

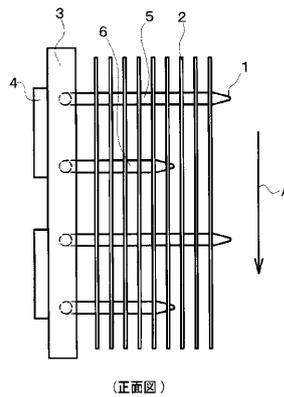
1 ... ヒートパイプ、2 ... 放熱フィン、3 ... 吸熱ブロック、4 ... 発熱体、5 ... 第2のヒートパイプ部（長い方の凝縮部）、6 ... 第1のヒートパイプ部（短い方の凝縮部）、7 ... 中央ストレート部（蒸発部）、8 ... 凝縮部が長いU字形のヒートパイプ、9 ... 凝縮部が短いU字形のヒートパイプ、10 ... 長い方のL字状のヒートパイプ、11 ... 短い方のL字状のヒートパイプ、12 ... プレス・かしめ加工部。

10

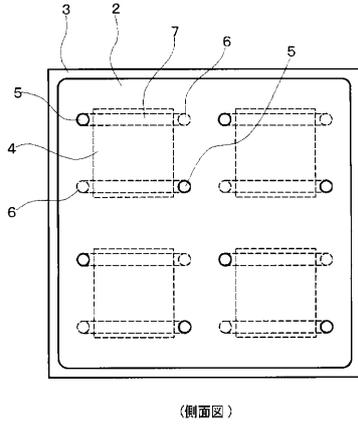
【 図 1 】



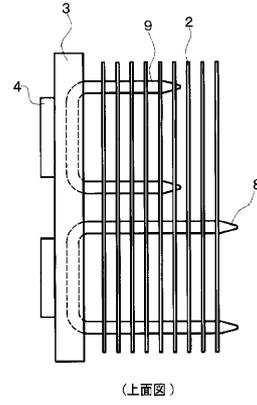
【 図 2 】



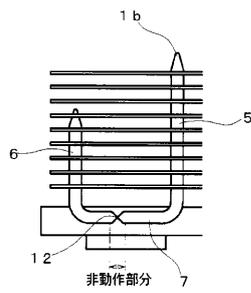
【 図 3 】



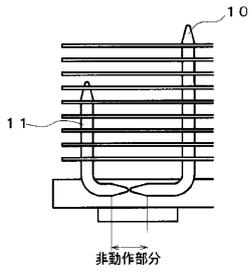
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 5 K 7/20 R

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0050305(US,A1)
特開平10-038482(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0167087(US,A1)
国際公開第2006/119684(WO,A1)
特許第3020790(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F 2 8 D 1 5 / 0 2
H 0 1 L 2 3 / 4 2 7
H 0 5 K 7 / 2 0