

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4231081号  
(P4231081)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008.12.12)

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

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2007-21125 (P2007-21125)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成19年1月31日 (2007.1.31)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2008-187116 (P2008-187116A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年8月14日 (2008.8.14)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成20年3月27日 (2008.3.27)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発熱体と、

この発熱体に熱的に接続され、冷媒が流れる第1の流路を定める容器と、

前記第1の流路を塞ぐよう前記容器内に設けられた多数の細孔を有する多孔質ブロックと、

前記多孔質ブロックに前記第1流路に沿って穿孔されて形成され、前記第1の流路の上流側に開口部を有する第2の流路と、

前記多孔質ブロックに前記第1流路に沿って穿孔されて形成され、前記第1の流路の下流側に開口部を有し、前記細孔を介して前記第2流路に連通される第3の流路と、

を具備することを特徴とする冷却装置。

【請求項 2】

前記多孔質ブロックは、異方性多孔質材料で作られ、前記細孔が前記第1の流路に交差する方向に延出されるように当該異方性多孔質材料に形成され、

前記第2の流路及び前記第3の流路が第1の流路の断面内に碁盤目状に配列されることを特徴とする請求項1の冷却装置。

【請求項 3】

前記多孔質ブロックは、異方性多孔質材料で作られ、前記細孔が前記第1の流路に交差する方向に延出されるように当該異方性多孔質材料に形成され、

前記第2の流路及び前記第3の流路が第1の流路の断面内で千鳥配列に配列されること

を特徴とする請求項 1 の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、冷却装置に係り、特に、多孔質ブロックを有する冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子の発熱量が年々増大するに伴い、半導体素子を冷却することがますます困難となりつつある。従来の冷却装置として空冷装置が採用されていたが、空冷装置では、冷却能力が不十分であることから、不凍液等を冷媒として用いた液冷装置が開発されている。この不凍液等を冷媒として用いる液冷装置では、固体壁面から冷媒への熱伝達を高めて半導体装置を冷却する手法が適用されている。この手法の1つとして、1980年代始めにD. B. Tuckermanが非特許文献1に発表したマイクロ・チャネルを利用する冷却装置がある。この冷却装置は、発熱体としての半導体素子が半導体素子からの熱が伝達される受熱ブロック上に配置され、受熱ブロック中に冷媒が流通される流路が定められ、Siのエッチング等により作成し櫛形にフィンが流路中に並列されている構造を備えている。この構造では、数十～数百マイクロ・メートルの幅の微細なチャネルがフィン間に定められ、この微細チャネルに冷媒が流されている。このような構造では、流路としてのチャネルが狭くなればなる程、温度境界層が薄くなり、高い熱伝達性能が得られることが知られている。

10

20

【0003】

一方、温度境界層が薄くなることと、速度境界層が薄くなることが関連していることを考えると、流路の微細化による熱伝達性能の向上は、冷媒を流すときの圧力損失を増加させるという問題があることは容易に想像できる。

【0004】

また、温度境界層が流路の入口から下流側に進むにつれて厚くなることはよく知られ、流路を長くすると伝熱面積は、増加するが、伝熱性能は比例しない問題もある。

【0005】

冷却装置を設計する上の問題として、熱伝達性能と圧力損失とのトレードオフを考慮して流路の幅或いは長さを決定しているが、要求される熱伝達性能が非常に高い場合、上述した構造において、寸法の調整だけでは現実的な設計解が得られないことも起こり得る。即ち、冷媒と固体壁面との接触面積を増加させようとして流路を長くすれば圧力損失は増加するが、増加の割合に対して熱伝達性能が上昇せず、また、圧力損失を低減しようとして流路を短くすれば、それは直接的に伝熱面積の減少に結びつく虞もある。

30

【0006】

この問題を解決するためのひとつの方法として蛇行させたフィンが流路中に配置される構造が提案されている。この構造は、特許文献1に開示された熱交換器に採用され、また、冷却装置ではないが、フィルターにおいても蛇行フィンに類似した構造が採用されている。多数の貫通孔が設けられた板が蛇行されているフィンにより、貫通孔部分では上記の微細な流路による熱伝達性能の向上が期待でき、板の蛇行により冷却装置内での貫通孔があけられた板の面積、即ち、貫通孔の数を増加させ、高い熱伝達性能及び低い圧力損失を両立させようとしている。しかし、蛇行フィンを採用する構造では、高い熱伝達性能を得るために貫通孔の直径を小さくし、また、冷媒流量を増加させると、薄い板の表裏の圧力差が大きくなり、フィンに十分な強度を与えることができない問題がある。

40

【0007】

また、フィン用の薄い板をどのようにして流路壁面に取り付けるかという問題もある。例えば、蛇行フィンが設けられる流路は、6つの壁面により略直方体の空洞に定められている。この冷却構造では、この空洞部を規定する壁の厚さを薄くして折り返しの数を増やすことによって冷却性能を向上させることを企図し、設計上はさらに壁を薄くしたいが、現実には、壁を薄くすると壁の端面を容器に取り付けることが難しくなる問題があること

50

が想定される。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 1 2 3 4 9 6

【非特許文献 1】D.B.Tuckerman, R.F.Pease, High Performance Heat Sinking for VLSI, 1981, IEEE EDL-2(5), pp.126-129.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 8】

上述したように、非特許文献 1 に開示されたマイクロ・チャンネルを利用する冷却装置では、流路の微細化による熱伝達性能の向上は、冷媒を流すときの圧力損失を増加させるという問題があり、流路を長くすると伝熱面積は、増加するが、伝熱性能は比例しない問題もある。

10

【0 0 0 9】

特許文献 1 に開示される蛇行フィンを有する熱交換器においては、高い熱伝達性能を得るために貫通孔の直径を小さくし、また、冷媒流量を増加させると、フィンに十分な強度を与えることができない問題があり、フィン用の薄い板をどのようにして流路壁面に取り付けるかという問題もある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 0】

本発明は、上記問題点を解決するためになされてものであり、その目的は、発熱量の大きい発熱体を効果的に冷却することができる冷却装置を提供することにある。

20

【0 0 1 1】

この発明によれば、

発熱体と、

この発熱体に熱的に接続され、冷媒が流れる第 1 の流路を定める容器と、

前記第 1 の流路を塞ぐよう前記容器内に設けられた多数の細孔を有する多孔質ブロックと、

前記多孔質ブロックに前記第 1 流路に沿って穿孔されて形成され、前記第 1 の流路の上流側に開口部を有する第 2 の流路と、

前記多孔質ブロックに前記第 1 流路に沿って穿孔されて形成され、前記第 1 の流路の下流側に開口部を有し、前記細孔を介して前記第 2 流路に連通される第 3 の流路と、

を具備することを特徴とする冷却装置が提供される。

30

【発明の効果】

【0 0 1 2】

本発明の冷却装置によれば、発熱量の大きい発熱体を効果的に冷却することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 3】

以下、必要に応じて図面を参照しながら、この発明の一実施の形態に係る冷却装置を説明する。

【0 0 1 4】

図 1 及び図 2 には、本発明の実施の形態に係る冷却装置が示されている。図 1 は、冷媒流通路に沿った冷却装置の断面図を示し、図 2 は、図 1 に示された冷却装置の II - II 線に沿った断面を示している。

40

【0 0 1 5】

図 1 及び図 2 に示される冷却装置においては、略直方体状の外形を有する受熱ブロック 2 の壁面上には、発熱体 1 が取り付けられ、この受熱ブロック 2 内には、流路 3 が設けられ、この流路 3 には、冷媒 4 として水或いは不凍液が流されている。発熱体 1 が取り付けられた受熱ブロック 2 の壁面に近接するように受熱ブロック 2 の内面には、フィン・ブロック 5 が取り付けられている。発熱体 1 で発生した熱は、フィン・ブロック 5 を介して冷媒に伝達され、冷媒の流通と共に受熱ブロック 2 外に排出される。

【0 0 1 6】

50

フィン・ブロック 5 は、多数の細孔 6 が穿れた異方性多孔質材料で作られている。各細孔 6 は、直径数  $\mu\text{m}$  ~ 数十  $\mu\text{m}$  を有するようにフィン・ブロック 5 中を貫通し、これらの細孔 6 は、図 1 及び図 2 の Y 方向に沿ってフィン・ブロック 5 中を延出されるようにフィン・ブロック 5 に形成されている。フィン・ブロック 5 は、冷媒流路 3 の上流側に面する上流側面 5 a 及び冷媒流路 3 の上流側に面する下流側面 5 b を有し、上流側面 5 a 及び下流側面 5 b が互いに対向されている。

【 0 0 1 7 】

上流側面 5 a 及び下流側面 5 b には、複数個の冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 が Y Z 面内に碁盤目状に設けられるように開口されている。図 1 及び図 2 に示す配置では、冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 が Y 方向に沿って交互に配列され、冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 が Z 方向に沿って一列に配列されている。冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 は、図 3 ( a ) 及び ( b ) に示すように、細孔 6 よりも十分に大きな径、例えば、 $100\ \mu\text{m}$  ~  $1000\ \mu\text{m}$  を有し、この細孔 6 に交差するように、例えば、細孔 6 に略直交し、互いに交差して直接に連通されないように配置され、次第にその内径を減少するようにフィン・ブロック 5 内を延出されている。図 3 ( a ) 及び ( b ) においては、細孔 6 の延出方向が矢印 A で示され、冷媒 4 の流れる方向が矢印 B で示されている。冷媒導入孔 7 は、上流側面 5 a から矢印 B に沿って延出され、フィン・ブロック 5 を貫通せず、下流側面 5 b には、開口しないように形成されている。この冷媒導入孔 7 は、これに交差する多数の細孔 6 に連通され、この多数の細孔 6 に連通される冷媒排出孔 8 に連通されている。同様に、冷媒排出孔 8 は、下流側面 5 b から矢印 B とは反対方向に向けて延出され、フィン・ブロック 5 を貫通せず、上流側面 5 a には、開口しないように形成されている。冷媒排出孔 8 は、これに交差する多数の細孔 6 に連通され、この多数の細孔 6 に連通される冷媒導入孔 7 に連通される。冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 は、互いに交差せず、互いに直接連通しないように形成される。従って、フィン・ブロック 5 の上流側面 5 a 側に流入した冷媒は、冷媒導入孔 7、細孔 6 及び冷媒排出孔 8 を介してフィン・ブロック 5 の下流側面 5 b から流出される。

【 0 0 1 8 】

フィン・ブロック 5 としての異方性多孔質材料は、例えば、特願 P 2 0 0 5 - 3 2 2 6 2 9 及び特願 P 2 0 0 6 - 1 2 1 7 3 0 に示される方法により作成される。即ち、炭素繊維が並列して配置された型に熔融した金属が流し込まれ、金属が凝固された後に、炭素繊維が酸化されて取り除かれて細孔 6 が形成され、多孔質が形成される。金属が凝固し、炭素繊維が残存したままの段階で機械加工によりフィン・ブロック 5 に冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 が穿孔され、その後に炭素繊維が取り除かれる。この製造方法によれば、機械加工時に細孔がつぶれることがなく、冷媒の流通に支障をきたさない冷却装置を製作することができる。

【 0 0 1 9 】

冷媒は、冷媒導入孔 7 から流入し、細孔 6 を通って、冷媒排出孔 8 から流出される。前述のとおり、直径の小さい、細孔 6 の内壁では高い熱伝達性能が得られ、しかも細孔 6 の入口と出口の間に発生する圧力損失は、冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 の曲面の内壁で受けるため、冷媒流量を増加させ、細孔の直径を小さくすることにより圧力損失が上昇する場合でも十分な強度を保つことができる。

【 0 0 2 0 】

更に、フィン・ブロック 5 の底面全体を受熱ブロック内の流路壁への取り付けに利用できるように、製作も容易である。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、この発明の他の実施の形態に係るフィン・ブロック 5 を示す断面図である。図 4 に示されるように冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 が千鳥状に配列され、冷媒導入孔 7 及び冷媒排出孔 8 は、2 列毎に交互に上流側面 5 a 及び下流側面 5 b に開口されている。即ち、図 4 に示される面が上流側面 5 a であれば、図面左側の 1 列目では、1 列配列の 3 つ冷媒導入孔 7 が開口されていれば、3 列目では、1 列配列の 3 つ冷媒排出孔 8 が開口され

10

20

30

40

50

、5列目では、1列配列の3つ冷媒導入孔7が開口され、7列目では、1列配列の3つ冷媒排出孔8が開口される。また、図面左側の2列目で冷媒導入孔7及び冷媒排出孔8が開口されていれば、4列目で冷媒排出孔8及び冷媒導入孔7が開口され、6列目で冷媒排出孔8及び冷媒導入孔7が開口される。フィン・ブロック5内部では、細孔6が水平方向（Y方向）に軸が向くように配置されている。図1及び図2に示すように碁盤目状に冷媒導入孔7及び排出孔8が並ぶ場合には、即ち、Y方向に一行に冷媒導入孔7及び排出孔8が配置される場合には、冷媒が流通しない細孔6が存在するが、図4に示されるように冷媒導入孔7及び排出孔8が千鳥状に配列される場合には、図4に矢印4で示されるように冷媒が流れ、細孔の利用率の向上が図れ、冷却性能を高めることができる。

【0022】

10

図5は、本発明の他の実施の形態に係るフィン・ブロック5を示す断面図である。図1及び図2に示されるフィン・ブロック5には、その内部のY方向に直線状に細孔が延出されている異方性多孔質体で作られているが、図5に示されるフィン・ブロック5では、YZ面内の複数方向に細孔が設けられた多孔質体で作られ、フィン・ブロック5内では、各軸方向に冷媒が流通される。フィン・ブロック5内部での細孔の方向が一方向でないため、冷媒導入孔と排出孔の位置をYZ面内のどこに配置しても、冷媒導入孔7と冷媒排出孔8のあいだで冷媒が流通される。尚、冷媒導入孔7と冷媒排出孔8との配列を明瞭とする為に図5に示される配置では、冷媒排出孔8に符号xを付して両者を区別している。

【0023】

図5は、本発明の他の実施の形態に係る冷却装置を示している。発熱体1の近くに設けられる冷媒導入孔7及び排出孔8は、径が小さく、発熱体1から離れた遠い冷媒導入孔7及び排出孔8は、径が大きく設定されている。このような構造の冷却装置によれば、フィン・ブロック5内で発熱体1に近く、フィン・ブロック5の温度の高い部分では、細孔6内面の表面積が大きく、放熱性能を向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】この発明の実施の形態に係る冷却装置を概略的に示す断面図である。

【図2】図1に示した冷却装置におけるII-II線に沿った断面図である。

【図3】(a)及び(b)は、図1に示した冷却装置に組み込まれるフィン・ブロックを冷媒の流通路の下流側から見た斜視図を示し、また、フィン・ブロックを冷媒の流通路の上流側から見た斜視図を示している。

30

【図4】この発明の他の実施の形態に係る冷却装置に組み込まれるフィン・ブロックを概略的に示す断面図である。

【図5】この発明の更に他の実施の形態に係る冷却装置に組み込まれるフィン・ブロックを概略的に示す断面図である。

【図6】この発明の更にまた他の実施の形態に係る冷却装置を概略的に示す断面図である。

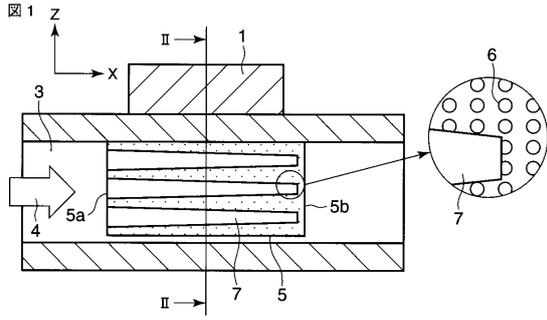
【符号の説明】

【0025】

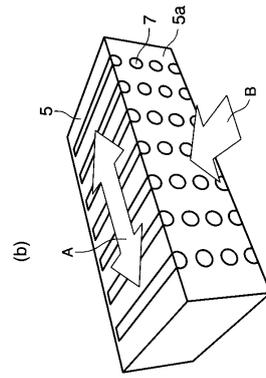
1...発熱体、2...受熱ブロック、3...流路、4...冷媒の流れ、5...フィン・ブロック5  
a...フィン・ブロック5上流側面、5b...フィン・ブロック5の下流側面、6...細孔、7...冷媒導入孔、8...冷媒排出孔

40

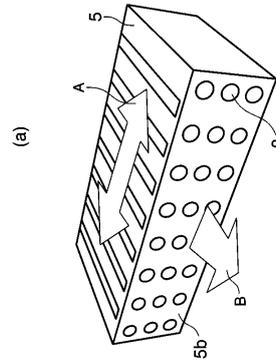
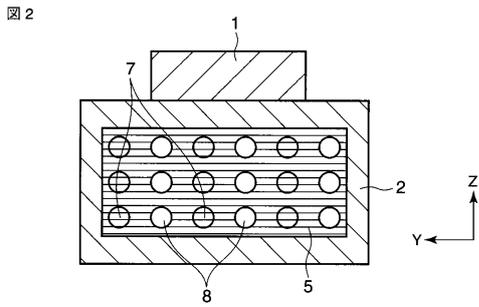
【 図 1 】



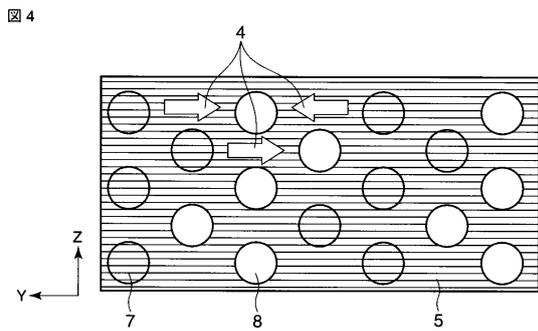
【 図 3 】



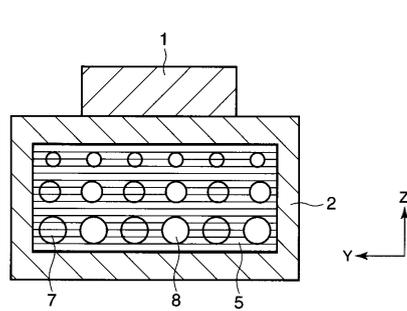
【 図 2 】



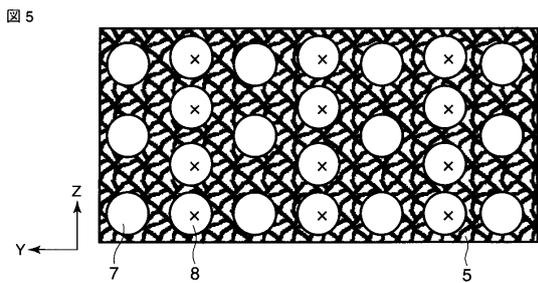
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 久野 勝美  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 岩崎 秀夫  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高松 伴直  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 田代 吉成

- (56)参考文献 特開平02-146211(JP,A)  
特開平06-334080(JP,A)  
特開2001-358270(JP,A)  
特開2002-237691(JP,A)

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