

(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2015-12004

(P2015-12004A)

(43) 公開日 平成27年1月19日(2015.1.19)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H05K	7/20	(2006.01)	H05K 7/20	B 5E322
H05K	7/14	(2006.01)	H05K 7/14	N 5E348
H01L	23/36	(2006.01)	H01L 23/36	Z 5F136

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-133766 (P2013-133766)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成25年6月26日 (2013. 6. 26)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	110000062
			特許業務法人第一国際特許事務所
		(72) 発明者	佐藤 新之介
			茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株
			式会社日立製作所交通システム社内
		(72) 発明者	森田 和貴
			茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株
			式会社日立製作所交通システム社内
		(72) 発明者	加藤 翔平
			茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株
			式会社日立製作所交通システム社内
		Fターム(参考)	5E322 AA01 AB11 BA01 EA10 EA11
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートシンクを備えた電子装置

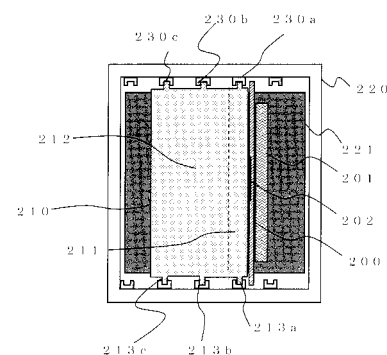
(57) 【要約】

【課題】強制空冷ヒートシンクを利用することなく、対流を利用した自然空冷でも、電子基板の冷却性能を低下させず、しかも、追加部品を必要とせずにヒートシンクの重量が基板に負荷されないようにするとともに、固有振動数を上昇させて、耐振動性の高い構造を備えたヒートシンクを備えた電子装置を提供する

【解決手段】ベース211と該ベース211に対し略垂直方向に延出するフィン212を備えたヒートシンク210と、ヒートシンク210に装着され、発熱部品202の発熱をヒートシンク210を介して放熱する電子基板200と、電子基板200及びヒートシンク210を格納するサブラック（構造体）220を備えている。ヒートシンク210をサブラック220に支持させるとともに、フィン211間に、対流方向の流路空隙が形成されるようにした。

【選択図】 図7

図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベースと該ベースに対し略垂直方向に延出するフィンを備えたヒートシンクと、該ヒートシンクに装着され、発熱部品の発熱を前記ヒートシンクを介して放熱する電子基板と、前記電子基板及びヒートシンクを格納する構造体とを備え、

前記ヒートシンクを前記構造体に支持させるとともに、前記フィン間に対流方向の流路空隙を形成する固定構造を具備することを特徴とするヒートシンクを備えた電子装置。

【請求項 2】

前記構造体の上下に前記ヒートシンクを支持するガイドレールを設けるとともに、前記ヒートシンクに前記ガイドレールと結合する結合部を設け、前記ヒートシンクを前記ベースと平行に誘導して、前記構造体に格納するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載されたヒートシンクを備えた電子装置。

10

【請求項 3】

前記結合部の幅が前記電子基板の厚さと同じであることを特徴とする請求項 2 に記載されたヒートシンクを備えた電子装置。

【請求項 4】

前記ガイドレール及び前記結合部は、前記ヒートシンクの前記ベース及び前記フィンの少なくとも一方に対応して配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載されたヒートシンクを備えた電子装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

ヒートシンクを備えた電子基板等の電子装置に関し、特に大型ヒートシンクの固定構造に関する。

【背景技術】

【0002】

作動時の発熱量が高い発熱部品を有する電子基板については、図 1 に示すように、大型ヒートシンクを搭載する必要がある。こうした基板をサブラックのガイドレールに装填した場合には、ヒートシンクの質量によって、振動、重力等の負荷を受け、変形及び破損する可能性がある。そのため、ヒートシンク負荷を考慮した構造を採用することが必要である。

30

このような構造として、図 2 に示すように、基板の背面に補強部品を実装することでヒートシンク負荷による変形を低減させるものがある。しかし、補強部品の追加が必要となり、基板寸法や組立工程の増加を招く。また、ヒートシンクが大型になるほど負荷が増加するため、それに合わせて補強部品も大型化したり、多数設けることが必要となる。

【0003】

この解決策として、特許文献 1 には、図 3、図 4 に示すように、ヒートシンク 1 の荷重を、筐体（構造体）に設置されたガイドレール 3 により支持することで、コネクタへ荷重が負荷されることを防止することが示されている。このような構造によれば、ヒートシンク 1 の負荷は構造体が支えるため、基板への負荷が発生せず、基板の補強部品は不要となり、ヒートシンクが大型化した場合でも基板への負荷は増加しない。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-225874 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、図 3 に示される支持構造は、ガイドレール 3 が、ヒートシンクの上端及び下端において、フィンの高さ方向全体を覆うよう支持するものであり、上端、下端においては

50

、フィンがガイドレール 3 に対し平行に配置することになり、フィンを水平あるいは傾斜して横向きとなるような実装のみに限定され、フィンから放熱に伴う上向きの対流による自然空冷を利用することができない。

仮にフィンが縦向きとなるような実装に適用した場合、ガイドレール 3 が、フィン上下端でフィンの長手方向に対し直交する方向で塞ぐため、フィンからの放熱による対流を妨げて放熱性能が著しく低下する。すなわち、特許文献 1 に示される構造は、冷却ファンを用いてフィンの表面に沿って冷却風を強制的に送風する強制空冷ヒートシンクを前提としているものであり、フィンは、その長手方向を送風方向に沿うよう配置されればよく、フィン自体もガイドレールで覆われる程度の長さ（ベースからフィン先端までの寸法）でも、冷却ファンの容量や回転数を増加させることで、所望の冷却を行うことを前提としている。

10

【0006】

しかし、強制空冷ヒートシンクは、冷却ファンを駆動する電動モータを始め、送風を行うための機器が必要となり、コストアップ、スペース増、消費電力の増加を招くばかりでなく、例えば、鉄道車両に搭載された場合、架線事故等により電源が突然遮断された際には、発熱部品が過熱し損傷を招くおそれがある。したがって、特に、鉄道車両に搭載される電子基板に関しては、フィンに沿う対流を利用した自然空冷で必要な冷却容量を確保することが好ましいが、特許文献 1 に示される構造では困難である。

【0007】

また、特許文献 1 には、ヒートシンクの構造体への固定手段として、図 3 に示されるように、ヒートシンク 1 を直接構造体に固定する態様と、図 4 に示されるように、ヒートシンク 1 と構造体との間に固定用部材 4 を設けることで、ヒートシンクと構造体を間接的に固定する態様とが提案されている。両者を比較した場合、以下の理由によって前者のほうがヒートシンクの固有振動数を上昇させることができ、振動に強い構造とすることができる。

20

【0008】

例えば、ヒートシンク固定部を構造体に直接固定する場合、ヒートシンク中央の固有振動数 ω_1 は、ヒートシンク質量 m と、ヒートシンク中央からヒートシンク固定部（＝構造体）までのバネ定数 k_1 より、以下のように与えられる。

$$\omega_1 = (k_1 / m)^{1/2}$$

30

【0009】

次に、ヒートシンク固定部と構造体の間にバネ定数 k_2 を持つ固定用部材を挿入した場合、ヒートシンク中央から構造体までのバネ定数 k_{12} は、 k_1 及び k_2 を直列に結合した値となるため、以下ようになる。

$$k_{12} = (k_1 \cdot k_2) / (k_1 + k_2) < k_1$$

また、このときの固有振動数 ω_{12} は、次のように求めることができる。

$$\omega_{12} = (k_{12} / m)^{1/2}$$

【0010】

ここで、 ω_1 と ω_{12} を比較すると、 $k_{12} < k_1$ であることから $\omega_{12} < \omega_1$ となり、ヒートシンクと構造体を直接固定する構造の方が、固有振動数が高くなる。すなわち、振動に強い構造とすることができる。逆に、ヒートシンクと構造体の間に直列に実装される固定用部材が増加するほど、振動に弱い構造となる。すなわち、前述の理由からヒートシンクは直接構造体に固定することが望ましい。

40

そのため、図 4 の構造では、図 3 の構造と同様、対流を利用した自然空冷により十分な冷却能力が得られないばかりでなく、固有振動数を低下させ、振動に弱い構造となってしまう。

【0011】

そこで、本発明の目的は、強制空冷ヒートシンクを利用することなく、対流を利用した自然空冷でも、電子基板の冷却性能を低下させず、しかも、追加部品を必要とせずヒートシンクの重量が基板に負荷されないようにするとともに、固有振動数を上昇させて、耐

50

振動性の高い構造を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、本発明のヒートシンクを備えた電子装置においては、ベースと該ベースに対し略垂直方向に延出するフィンを備えたヒートシンクと、該ヒートシンクに装着され、発熱部品の発熱を前記ヒートシンクを介して放熱する電子基板と、前記電子基板及びヒートシンクを格納する構造体とを備え、前記ヒートシンクを前記構造体に支持させるとともに、前記フィン間に対流方向の流路空隙を形成する固定構造を具備するようにした。

10

【0013】

また、上記のヒートシンクを備えた電子装置において、前記構造体の上下に前記ヒートシンクを支持するガイドレールを設けるとともに、前記ヒートシンクに前記ガイドレールと結合する結合部を設け、前記ヒートシンクを前記ベースと平行に誘導して、前記構造体に格納するようにした。

【発明の効果】

【0014】

本発明の電子装置によれば、ヒートシンクを追加部品を必要とせず、直接ガイドレールや筐体などの構造体に固定することができ、電子基板にヒートシンクの負荷が掛からないようにすることができる。また、ヒートシンクを直接構造体に固定することで、固定用部材を介して間接的にヒートシンクを構造体に固定する場合と比較して、剛性が増加し固有振動数が上昇するために振動に強くなる。さらに、ヒートシンクと構造体との固定部を増やすことで、より固有振動数を上昇させることができる。

20

また、自然空冷ヒートシンクでは、一般的にフィンの長さ（ベースからフィン先端までの寸法）を十分に確保することが必要であることから、これを利用し、フィンにガイドレールとの結合部を設けてフィンを構造体に固定することで、ヒートシンクと構造体との固定点を増加させ、固有振動数をさらに上昇させ、振動に強い構造とすることができる。

【0015】

また、ガイドレール、ガイドレールとの結合部は適宜設計可能であり、幅を縮小することができるため、縦置きヒートシンクの上下にレールを設置しても対流を塞ぐことがなく、自然空冷効果を最大限に高めることができる。特に、レールを熱伝導率の高い金属で形成した場合、ヒートシンクの熱がガイドレールを経由してサブラック等の構造体に伝導するため、ヒートシンクの放熱性能を向上することができる。

30

【0016】

しかも、ヒートシンクが備える固定部を、ガイドレールに挿入可能な構造とすることで、ガイドレールを備えたサブラック（もしくはレールを備えたバックプレーン）に挿入して搭載するような、ヒートシンク実装基板に対して、搭載と同時にヒートシンクが直接ガイドレールに固定される構造となり、容易に上述の固定構造及び効果が実現可能となる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

40

【0017】

【図1】図1は、大型ヒートシンクを搭載した場合に電子基板に作用する負荷を説明する図である。

【図2】図2は、補強部品を採用した従来技術を説明する図である。

【図3】図3は、先行技術におけるヒートシンク固定構造を示す図である。

【図4】図4は、先行技術におけるヒートシンク固定構造の別の例を示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施例1において、各フィンと構造体としてのガイドレールとの関係を示す斜視図である。

【図6】図6は、実施例1の上面図である。

【図7】図7は、実施例1の前面図である。

50

【図 8】図 8 は、上下で固定点数を変えた実施例 1 の変形例を示す図である。

【図 9】図 9 は、実施例 2 の全体構造を示す図である。

【図 10】図 10 は、実施例 2 の変形例を示す図である。

【図 11】図 11 は、実施例 2 の変形例を示す図である。

【図 12】図 12 は、実施例 2 の変形例を示す図である。

【図 13】図 13 は、実施例 3 の全体構造を示す図である。

【図 14】図 14 は、実施例 4 の全体構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【実施例】

【0019】

[実施例 1]

図 5～図 7 は、本発明に係るヒートシンクを備えた電子装置の実施例 1 を示すもので、図 5 は、ヒートシンクの各フィンと、構造体としてのガイドレールとの関係を示す斜視図、図 6 は上面図、図 7 は前面図をそれぞれ示している。

なお、本実施例は、例えば、鉄道車両など、特に振動の大きい移動体に搭載される電子装置へ適用することで高い効果が得られるものである。こうした移動体においては、ATC 用車上装置に代表されるように、数多くの電子部品が搭載されており、例えば、電源部、送信部、受信部、外部接続部といった機能毎に区別された電子部品が、規格化されたサイズの電子基板上に搭載されている。こうした電子基板類を、やはり規格化された、構造体としてのサブラックに装着されたガイドレールに差し込んで挿入することで装填し、相互に接続することにより車上装置の送受信部を構成するのが一般的である。

【0020】

本実施例では、電子基板をサブラックのガイドレールに差し込むのに代えて、電子基板に装着されたヒートシンクをガイドレールで支持するようにした。

具体的には、図 6 に示すように、こうした基板類のうち、例えば、送信部のように、発熱量の高い発熱部品 202 を搭載する電子基板 200 には、ヒートシンク 210 が装着される。ヒートシンク 210 は、アルミニウム等の軽量で熱伝達率の高い素材で成型されたもので、電子基板 200 に直交する方向に延びるフィン 212、及び電子基板に略平行なベース 211 から構成され、ベース 211 に発熱部品 202 が装着されることで、発熱部品 202 で発生した熱量がベース 212 を介してフィン 212 に伝達され、外気に放熱する機能を有している。

【0021】

この実施例では、図 7 に示すように、各フィン 212 及びベース 211 の上下端に、ベース 211 に略平行な基板挿入方向に、直線上に整列するよう、レール挿入部 213a～213c をそれぞれ備えている。

これらのレール挿入部 213a～213c は、サブラック 220 に奥行き方向に取り付けられたガイドレール 230a～230c の凹部にそれぞれ嵌合して結合される。

すなわち、ベース 211 の上下端面に形成されたレール挿入部 213a は、基板挿入方向、すなわち電子基板 200 と平行に延びており、ガイドレール 230a の凹部に嵌合するよう挿入されて結合される。

同様に、各フィン 212 の上下端面から延びるレール挿入部 213b、213c も、電子基板 200 と平行に整列しており、それぞれガイドレール 230b、230c の凹部に挿入されて結合される。

【0022】

ガイドレール 230 の幅は、フィン 212 の長さ（ベースからフィン先端までの寸法）と比較してもできるだけ小さくするとともに、各ガイドレール間の距離は、対流が円滑に行われる程度の距離を確保して配置されている。また、図 6 に示されるように、この実施例では、サブラック 220 の上面及び下面はともに外気に開放されていることから、ガイ

10

20

30

40

50

ドレール 230 が対流を塞ぐことない。このため、ヒートシンク 210 のフィン 212 からの放熱により発生する上昇気流が妨げられることはなく、サブラック 220 の下面から導入された外気が、フィン 212 と効率よく熱交換を行い、サブラック 220 の上面から円滑に排出されることで、フィン 212 の長手方向に沿う対流によりヒートシンク 210 の放熱性能を確保することができる。

【0023】

本実施例によれば、ヒートシンク 210 に形成されたレール挿入部 213a ~ 213c が、サブラック 220 に装着されているガイドレール 230 に固定されることで、電子基板 200 には、ヒートシンク 210 の重量がなんら負荷されない構造となる。

また、本実施例では、レール挿入部 213a により、ベース 211 をガイドレール 230a で固定するのに加え、フィン 212 にもガイドレール 230b、230c への固定点を設けることで、ヒートシンク 210 の固定可能箇所を増加することができる。また、フィン 212 の長さが大きいヒートシンク 210 を搭載する場合においても、フィン 212 が長い分、レール 230 の実装可能数を増加することができるため、ヒートシンク 210 の固定点を増加し、固定強度を維持可能となる。さらに、固定点が増加する場合、以下の理由によって固有振動数が上昇するため、振動強度が向上する。

【0024】

仮に、質量 m のヒートシンクが固定点 P_1 で構造体に固定される場合、ヒートシンク中央の固有振動数 ω_1 は、ヒートシンク中央から構造体（固定部 P_1 ）までのバネ係数 k_1 によって以下のように与えられる。

$$\omega_1 = (k_1 / m)^{1/2}$$

次に、ヒートシンクが固定点 P_2 を追加した場合、ヒートシンク中央から P_2 までのバネ係数を k_2 とすると、ヒートシンク中央から構造体までのバネ係数 k_{12} は、 k_1 及び k_2 を並列に結合することで、以下のように与えられる。

$$k_{12} = k_1 + k_2$$

よって、前記固有振動数の式より、ヒートシンクが P_1 及び P_2 で固定された場合のヒートシンク中央の固有振動数 ω_{12} は以下となる。

$$\omega_{12} = (k_{12} / m)^{1/2} = ((k_1 + k_2) / m)^{1/2} > \omega_1$$

【0025】

すなわち、 P_1 のみで固定した場合と比較して、 P_1 及び P_2 で固定した場合の方が、固有振動数が高いことが分かる。また、固定点を増加させるほど、ヒートシンク中央から構造体までのバネ係数が増加するため、固有振動数が上昇する。固有振動数が高いことは、すなわちヒートシンクが共振する周波数が高いことであり、振動に強いことを意味する。よって、ヒートシンクの固定点が多いほど振動に強い固定構造であることが分かる。

なお、固定点の数や位置は任意に設計可能であるため、例えば、図 8 に示すように、上方で 1 点、下方で 2 点のように、上下の固定点数を変えるなど、条件ごとに最適な設計とすることができる。

【0026】

また、本実施形態では、ヒートシンク 210 の上下を、構造体としてのガイドレール 230 に直接固定する固定構造であるため、固定のための追加部品が不要であり、かつ、電子基板 200 及びヒートシンク 210 の寸法を増大させずに固定可能となる。

さらに、フィン 212 の上下のみで固定する場合、ヒートシンク 210 の電子基板 200 側にガイドレール 230 の淵が突出することがないため、電子基板 200 とガイドレール 230 との干渉がなくなり、特許文献 1 のように電子基板 200 をヒートシンク 210 より小さくする必要がなくなる。

【0027】

特に、規格化されたサブラックシステム（例えば、19 インチラックシステム）に本実施形態を適用する場合、レール挿入部 213 の幅を、やはり規格化された電子基板の厚さ（例えば、1.6 mm）と同じ寸法とすることで、ガイドレール 230 に電子基板を挿入するための規格化されたガイドレールを使用することができる。このガイドレールは標準

10

20

30

40

50

化されているために安価で容易に入手可能であるため、ガイドレール 230 を個別に設計、製造する必要がなくなり、製造コストを削減することができる。

【0028】

図 7 に示されるように、サブラック 220 にはバックプレーン 221 と、ガイドレール 230 が固定されている。電子基板 200 は、発熱部品 202 に加え、コネクタ 201 を搭載し、レール挿入部 213 を備えたヒートシンク 210 には、発熱部品 202 と接触するように電子基板 200 が搭載される。ヒートシンク 210 は、レール挿入部 213 a ~ c をガイドレール 230 a ~ c に挿入することで、バックプレーン 221 に誘導され、コネクタ 201 をバックプレーン 221 に接続する。

また、サブラック 220 は、フロントパネル 222 (図 6 参照) を備えており、フロントパネル 222 は、電子基板 200 をサブラック 220 に搭載することにより、サブラック 220 の電子基板 200 挿入口を塞ぎ、サブラック 220 に固定される。また、ヒートシンク 210 は、フロントパネル 222 により固定されており、それによって、サブラック 220 と間接的に固定されている。

さらに、ヒートシンク 210 をバックプレーン 221 と固定してもよい。ヒートシンク 210 をフロントパネル 222 及びバックプレーン 221 に固定することで、ヒートシンク 210 はレールの長手方向への振動に対する強度が向上する。

【0029】

[実施例 2]

図 9 に示す実施例では、電子基板 300 に搭載されるヒートシンク 310 は、フィン 312 全体をレール 330 に挿入されることで固定される。すなわち、ガイドレール 330 の幅は、ヒートシンク 310 のフィン 312 を長さ方向に覆うように設定されており、上下面に通気口 331 が形成されている。

これにより、ヒートシンク 310 が熱せられてフィン 312 の間に対流が発生した場合においても、ガイドレール 330 が対流を塞ぐことなく、ヒートシンク 310 の放熱性能を確保可能となっている。

なお、図 10 に示すように、ガイドレールを設けることなく、サブラック 320 に直接支持させ、ヒートシンク 310 の上端、下端において、左右 (フィン 312 の先端とベース 311 の背面) を固定部 340 で支持する構造としてもよい。

【0030】

さらに、図 11 に示すように、フィン 321 の中央部付近に凹部を形成し、挿入方向に形成した固定部 340 に嵌合するようにしてもよい。また、図 12 に示すように、固定部 340 を L 字型として、ヒートシンク 310 の上端、下端において、左右を支持するようにしてもよい。

これらの固定部 340 は、電子基板 300 に搭載されるヒートシンク 310 の挿入方向に連続的に設けてもよく、断続的に設けてもよい。

本実施例によれば、ヒートシンク 310 をサブラック 320 に装填する際は、上下にレール挿入部を設けるための加工が不要となるため、ヒートシンク 310 の製造コストが減少する。

【0031】

[実施例 3]

図 13 は、ヒートシンク 310 の上下をサブラック 320 で直接支持し、ヒートシンク 310 にレール挿入用部品 350 を連結し、電子基板 300 の上下を挟むようにした例である。本実施例によれば、サブラック 320 に装填する際には、レール挿入用部品 350 の上下に形成したレール挿入部を、対応するガイドレール 330 に嵌合させて挿入すればよく、フィンやベースにレール挿入部加工が不要となる。また、レール挿入用部品 350 を電磁シールド効果のある材質で形成することで、電磁ノイズの放射を抑制することもできる。

【0032】

[実施例 4]

10

20

30

40

50

図14は、ヒートシンク310に形成したレール挿入部、ガイドレール330に形成した凹部を、三角形に接触させるようにした例である。本実施例によれば、ヒートシンク310に形成したレール挿入部とガイドレール330との接触部の角度が大きくなり、接触面積も増大できるため、接合部の応力集中が軽減でき、強度が向上する。また、レール挿入部を三角形とすることで、レール挿入部の寸法精度が低い場合においても、高い位置精度で実装することが可能となる。

両者の接触形状は、三角形に限らず、円形、あるいは、ガイドレールの両外側に密着するような凹型等、ヒートシンク310の形態に応じて、様々なものを採用することができる。また、ヒートシンク310に形成したレール挿入部とガイドレール330との接触部の両方、あるいはいずれか一方に、自己潤滑性樹脂等の樹脂皮膜を形成しておくこと、サブ

10

【0033】

本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【符号の説明】

【0034】

100 電子基板
110 ヒートシンク
111 ベース
112 フィン
113 レール挿入部
130 レール
200 電子基板
201 コネクタ
202 発熱部品
210 ヒートシンク
212 フィン
213 レール挿入部
220 サブラック
221 バックプレーン
222 フロントパネル
230 ガイドレール
300 電子基板
310 ヒートシンク
330 レール
331 通気口
340 固定部

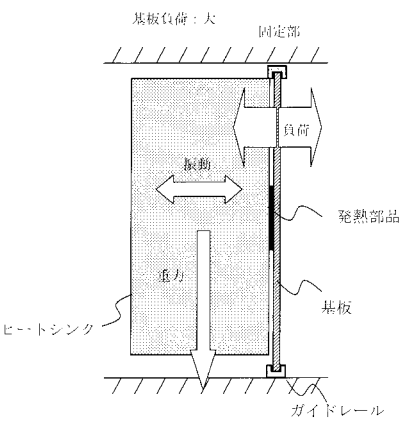
20

30

40

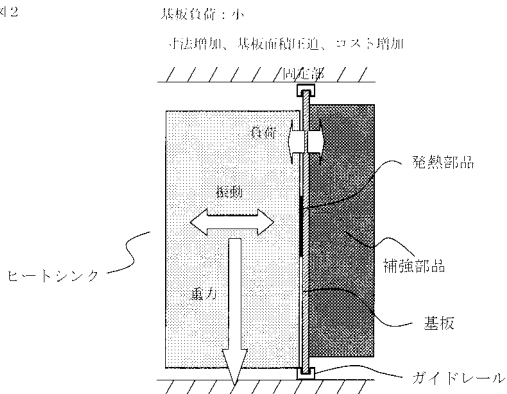
【図 1】

図 1



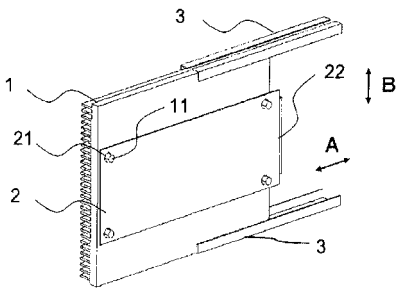
【図 2】

図 2



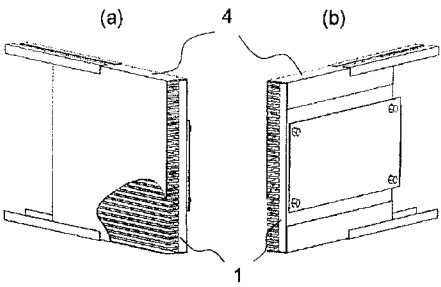
【図 3】

図 3



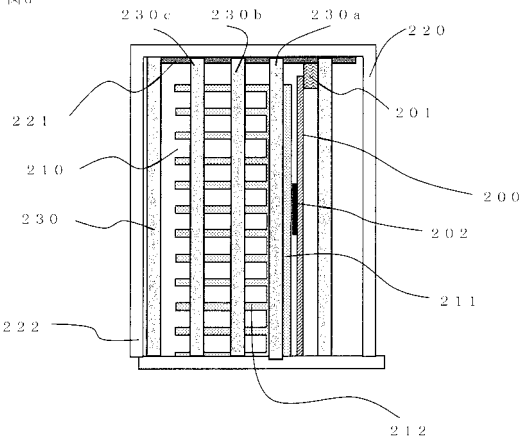
【図 4】

図 4



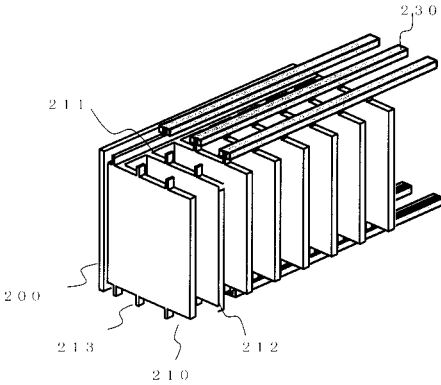
【図 6】

図 6



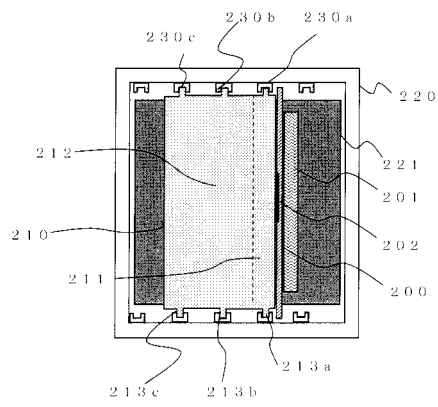
【図 5】

図 5



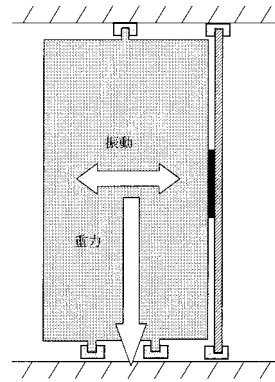
【図 7】

図 7



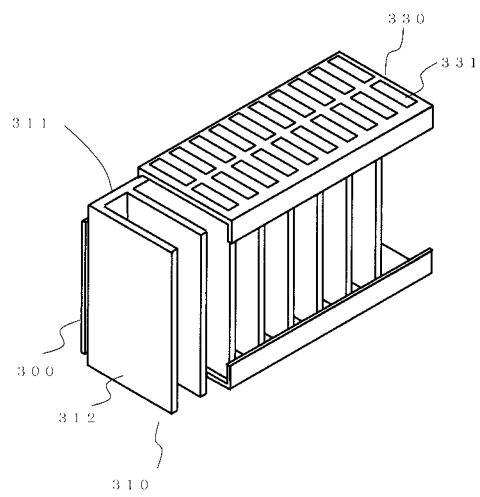
【図 8】

図 8



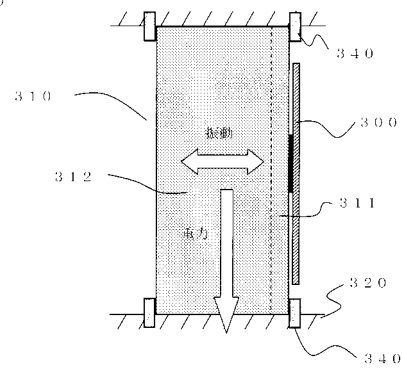
【図 9】

図 9



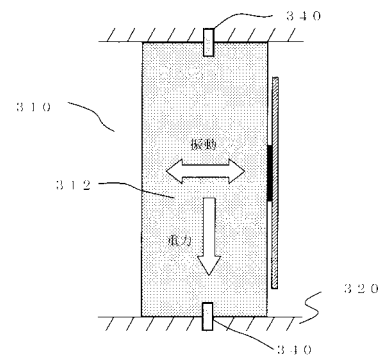
【図 10】

図 10



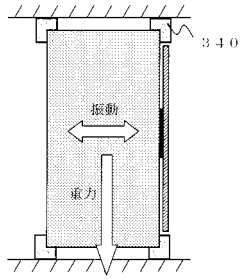
【図 11】

図 11



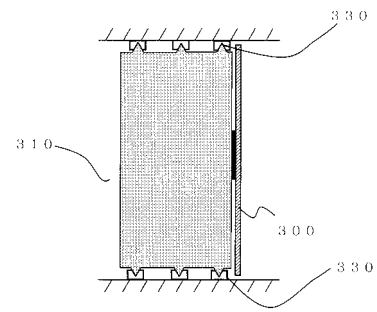
【図 1 2】

図 1 2



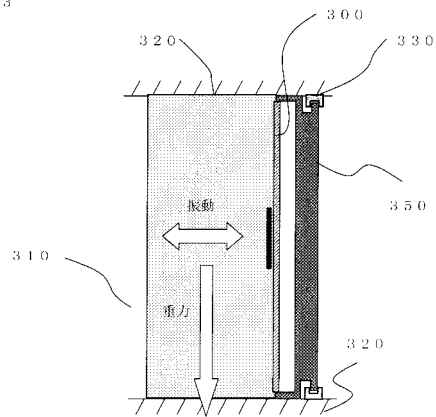
【図 1 4】

図 1 4



【図 1 3】

図 1 3



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E348 AA08 AA11 AA14 AA22 AA24 EE10 EE32 EE38 EF22
5F136 BA04