

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7223639号
(P7223639)

(45)発行日 令和5年2月16日(2023.2.16)

(24)登録日 令和5年2月8日(2023.2.8)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 23/36 (2006.01)	H 0 1 L 23/36 D
H 0 5 K 7/20 (2006.01)	H 0 5 K 7/20 D
	H 0 5 K 7/20 F

請求項の数 11 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-109661(P2019-109661)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0番地
(22)出願日	令和1年6月12日(2019.6.12)	(74)代理人	110002365 弁理士法人サンネクスト国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-202329(P2020-202329 A)	(72)発明者	寺西 美波 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)	(72)発明者	平岡 和 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和3年10月27日(2021.10.27)	審査官	豊島 洋介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

放熱部と、
前記放熱部の一面側に配置された基板と、
前記基板の、前記放熱部の前記一面側との対向面側に実装された電子部品と、
前記電子部品と前記放熱部との間に設けられ、前記電子部品に熱結合する第一の伝熱部と、
前記電子部品の前記第一の伝熱部と熱結合されていない領域と前記第一の伝熱部との間に設けられた介装部を有し、前記電子部品と前記第一の伝熱部に熱結合された第二の伝熱部とを備える電子制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電子制御装置において、
前記第二の伝熱部は、前記介装部と一体に形成され、前記基板に実装される実装部を有する電子制御装置。

【請求項3】

請求項2に記載の電子制御装置において、
前記第二の伝熱部は、可撓性を有する電子制御装置。

【請求項4】

請求項2に記載の電子制御装置において、
前記第二の伝熱部の前記実装部は、熱伝導性を有する接合材により前記基板に実装され

ている電子制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電子制御装置において、
前記基板は、内層にグランドパターンを有する多層配線基板であり、
前記基板には、前記グランドパターンに接続されたスルーホールが形成され、
前記第二の伝熱部は、前記スルーホールに電氣的に接続されている電子制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の電子制御装置において、
前記基板は、前記基板の表面から裏面に貫通するスルーホールを有し、
前記スルーホールは、前記基板の前記放熱部と反対側に配置された伝熱部に熱結合して
いる電子制御装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 に記載の電子制御装置において、
前記電子部品は、上部および前記上部の上面よりも低い位置に表面を有する下部を有し、
前記第二の伝熱部の前記介装部は、前記下部の前記表面と前記第一の伝熱部との間に設
けられている電子制御装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の電子制御装置において、
前記第二の伝熱部は複数の分割伝熱部を含む電子制御装置。

【請求項 9】

20

請求項 8 に記載の電子制御装置において、
前記第二の伝熱部は、前記複数の分割伝熱部を連結して一体化する連結部を有する電子
制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の電子制御装置において、
前記第一の伝熱部は、常温で柔軟性を有する樹脂を含む層である電子制御装置。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 までのいずれか一項に記載の電子制御装置において、
前記放熱部は、前記第一の伝熱部に熱結合する突出部、および前記第一の伝熱部側と反
対側に設けられた放熱フィンを有する放熱ケースを有する電子制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車載用等の電子制御装置に用いられる電子制御装置は、小型化、高性能化が図られてお
り、発熱量増大および高周波ノイズへの対応が課題となっている。

例えば、特許文献 1 に示す電子機器は、冷却性を確保する構造を有している。この電子
機器を特許文献 1 の図 1 の符号を参照して説明すると、フィンを有する放熱部材 16 と、
傾斜面を有する伝熱板 20 との間に熱接合材 22 を設け、伝熱板 20 と基板 14 との間に
設けたケース 24 内に電子部品 26 を挿入して、電子部品 26 により傾斜面を介して伝熱
板 20 を放熱部材 16 側に押圧する構造が知られている。この構造では、伝熱板 20 が電
子部品 26 に押し付けられた状態で接触するので、伝熱板 20 と電子部品 26 との間の接
触熱抵抗を抑えることができ、電子部品 26 の熱を、伝熱板 20 および熱接合材 22 を介
して放熱部材 16 に効率よく伝えることができると記載されている。この構造では、伝熱
板 20 の電子部品 26 に接触する面の面積は、電子部品 26 の面積より小さく形成されて
いる（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 1 8 - 1 9 5 6 3 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

上記特許文献 1 に記載された放熱構造では、伝熱板 2 0 の電子部品 2 6 に接触する面の面積が電子部品 2 6 の面積より小さい。つまり、電子部品 2 6 は、伝熱板 2 0 に接触しない領域を有している。このため、電子部品 2 6 の伝熱板 2 0 に接触しない領域からの放熱性が低く、電子制御装置全体の放熱性が低い。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 5 】

本発明の第一の態様によると、電子制御装置は、放熱部と、前記放熱部の一面側に配置された基板と、前記基板の、前記放熱部の前記一面側との対向面側に実装された電子部品と、前記電子部品と前記放熱部との間に設けられ、前記電子部品に熱結合する第一の伝熱部と、前記電子部品の前記第一の伝熱部と熱結合されていない領域と前記第一の伝熱部との間に設けられた介装部を有し、前記電子部品と前記第一の伝熱部に熱結合された第二の伝熱部とを備える。

【発明の効果】

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、電子部品の第一の伝熱部と熱結合されていない領域の放熱性が向上し、以って、電子部品全体の放熱性を向上することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】本発明の電子制御装置の第 1 の実施形態の外観斜視図。

【図 2】図 1 に図示された電子制御装置の I I - I I 線断面図。

【図 3】図 2 に図示された電子制御装置の領域 I I I の拡大断面図。

【図 4】本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態を上方からみた平面図。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態に基づく電子制御装置の実施例 1 を示す外観斜視図。

【図 6】本発明の電子制御装置の第 2 の実施形態を示し、第 1 の実施形態の図 3 に相当する拡大断面図。

30

【図 7】本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態の変形例 1 を示し、第 1 の実施形態の図 4 に相当する図。

【図 8】本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態の変形例 2 を示し、第 1 の実施形態の図 4 に相当する図。

【図 9】本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態の変形例 3 を示し、第 1 の実施形態の図 4 に相当する図。

【図 1 0】本発明の実施例 1 および実施例 2 と比較例の放熱効果を示す図。

【図 1 1】比較例の電子部品と伝熱部材の組付け状態の断面図であり、第 1 の実施形態の図 3 に相当する図。

【発明を実施するための形態】

40

【 0 0 0 8 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施する事が可能である。特に限定しない限り、各構成要素は単数でも複数でも構わない。

図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

【 0 0 0 9 】

- 第 1 の実施形態 -

50

以下、図 1 ~ 図 4 を参照して、本発明の第 1 の実施形態を説明する。

図 1 は、本発明の電子制御装置の外観斜視図であり、図 2 は、図 1 に図示された電子制御装置の I I - I I 線断面図である。

電子制御装置 100 は、上部筐体 1 と下部筐体 2 とからなる筐体を有する。上部筐体 1 と下部筐体 2 は、不図示のねじ等の締結部材により固定されている。筐体の前面には、1 つまたは複数のコネクタ 8 と、複数のイーサネット（登録商標）ターミナル 9 が配置されている。筐体の内部には、回路基板（基板）3 と、マイコン等の半導体素子を含む電子部品 4 と、伝熱材（第一の伝熱部）5 および伝熱部材（第二の伝熱部）7 と、が収容されている。

【0010】

上部筐体 1 は、アルミニウム（例えば、ADC12）等の熱伝導性に優れた金属材料により形成されている。上部筐体 1 は、鉄などの板金、あるいは樹脂材料や CFRP 等の非金属材料により形成し、低コスト化および軽量化を図ることもできる。図 2 に示されるように、上部筐体 1 は、周囲に側壁を有し、下面側（回路基板 3 側）が開放されたボックス状に形成されている。上部筐体 1 には、内方に突出する突出部 12 が形成されている。上部筐体 1 内の 4 つのコーナー部、あるいは中央部には、回路基板 3 側に突出するボス部 10 が設けられている。回路基板 3 は、ねじ 11 によりボス部 10 の端面に固定されている。上部筐体 1 の上面には、上方に向けて突出する板状の複数の放熱フィン 6 が設けられている。

【0011】

図 1 に図示されるように、上部筐体 1 の上面の前面側は平坦部とされており、各放熱フィン 6 は、電子制御装置 100 の低背化構造を実現するために、全体が平坦部と同一の高さに形成されている。放熱フィン 6、ボス部 10 および突出部 12 は、ダイキャスト等の鋳造により上部筐体 1 に一体に形成される。但し、放熱フィン 6、ボス部 10 および突出部 12 を上部筐体 1 とは別部材として作製して、上部筐体に取り付けるようにしてもよい。

【0012】

上部筐体 1 の前面側の側壁には、コネクタ 8 およびイーサネットターミナル 9 を挿通するための孔または切欠き（図示せず）が形成されており、該孔または切欠きを通してコネクタ 8 およびイーサネットターミナル 9 が回路基板 3 に形成された配線パターン（図示せず）に接続されている。コネクタ 8 およびイーサネットターミナル 9 を介して、外部と電子制御装置 100 間との電力や制御信号の送受信が行われる。

【0013】

回路基板 3 上には、電子部品 4 および伝熱部材 7 が実装されており、上部筐体 1 の上部内面には、回路基板 3 側に向けて突出する突出部 12 が形成されている。突出部 12 は、回路基板 3 側よりも放熱フィン 6 側に幅広い裾部を有する断面ほぼ台形状を有し、周囲よりも肉厚に形成されている。上部筐体 1 の突出部 12 と電子部品 4 との間、および上部筐体 1 の突出部 12 と伝熱部材 7 との間には伝熱材 5 が介装されている。伝熱材 5 および伝熱部材 7 の構造については後述する。

【0014】

下部筐体 2 は、上部筐体 1 と同様に、アルミニウム等の熱伝導性に優れた金属材料により形成されている。下部筐体 2 は、上部筐体 1 と同様に、鉄などの板金、あるいは樹脂材料等の非金属材料により形成し、低コスト化および軽量化を図ることもできる。コネクタ 8 またはイーサネットターミナル 9 を挿通するための孔または切欠きを下部筐体 2 に形成するようにしてもよい。あるいは、上部筐体 1 および下部筐体 2 のそれぞれに、両部材を組付けた状態で 1 つの孔となる切欠きを形成するようにしてもよい。

【0015】

図 3 は、図 2 に図示された電子制御装置の領域 III の拡大図であり、本実施形態の放熱構造の詳細を示す。

熱伝導性に優れた金属材料により形成され、複数の放熱フィン 6 を有する上部筐体 1 は、放熱部を構成する。上述したように、伝熱材 5 は、上部筐体 1 の突出部 12 と電子部品

10

20

30

40

50

4 との間に介装されている。上部筐体 1 の突出部 1 2 は、平面視で、電子部品 4 よりも大きい面積の矩形形状を有し、電子部品 4 は、全体が、上部筐体 1 の突出部 1 2 の外周の内側に配置されている。伝熱材 5 は、上部筐体 1 の突出部 1 2 のほぼ全面に設けられている。従って、電子部品 4 は、全体が、伝熱材 5 の外周の内側に配置されている。

【 0 0 1 6 】

伝熱材 5 は、上部筐体 1 の突出部 1 2 に熱伝導可能に結合、すなわち、熱結合されている。また、伝熱材 5 は、電子部品 4 の上部 4 a の上面 4 a 1 に熱結合されている。すなわち、伝熱材 5 は、電子部品 4 の上部 4 a の上面 4 a 1 の全面を上部筐体 1 の突出部 1 2 に熱結合する。

【 0 0 1 7 】

伝熱材 5 には、グリース状、ジェル状、シート状等さまざまな種類の材料が用いられている。一般的に使用されているのはグリース状の伝熱材であり、接着性を有する熱硬化樹脂や、低弾性を有する半硬化樹脂等がある。伝熱材 5 は、金属、カーボン、セラミック等により形成された熱伝導性が良好なフィラーが含有されている。伝熱材 5 は、常温で柔軟性を有しており、上部筐体 1 の突出部 1 2 の表面および電子部品 4 の表面等の微細な凹部に入り込み、結合面積を増大する。このため、伝熱材 5 により、電子部品 4 と上部筐体 1 の突出部 1 2 間の熱伝導性が向上し、放熱効果が増大する。また、伝熱材 5 は、回路基板 3 の熱による変形や振動により電子部品 4 に作用する負荷を軽減する。さらに、伝熱材 5 により、製造時の上部筐体 1 の突出部 1 2 と電子部品 4 の上部 4 a の上面 4 a 1 間の隙間のばらつきを吸収し、隙間の公差に余裕を持たせることができる。伝熱材 5 の材料として、例えば、セラミックフィラーが含有されたシリコン系樹脂を用いた半硬化樹脂が好ましいが、これに限定されるものではない。

【 0 0 1 8 】

回路基板 3 上には、上述したように、電子部品 4 がひとつもしくは複数実装されている。回路基板 3 上には、図示しないが、コンデンサ等の受動素子も実装され、これらの電子部品とコネクタ 8 およびイーサネットターミナル 9 とを接続する配線パターンも形成されている。回路基板 3 は、例えば、エポキシ樹脂等の有機材料や、金属材料により形成されており、F R 4 材料が好ましい。回路基板 3 は、単層配線基板または多層配線基板とすることができる。本実施形態では、図示はしないが、グランドパターンが内層として形成された多層配線基板を用いた構造として例示する。グランドパターンを内層として形成することにより、回路基板 3 の表面および裏面に設ける配線パターンを高密度化することができる。

【 0 0 1 9 】

電子部品 4 と上部筐体 1 の突出部 1 2 間に伝熱材 5 が設けられていることで、伝熱材 5 を介して上部筐体 1 へ高周波電流が流れ、電子部品 4 から発生する高周波ノイズが電子制御装置 1 0 0 外へと放射し、周辺の電子機器に弊害を引き起こす虞がある。そこで、本実施形態では、回路基板 3 に、内層として形成されたグランドパターンに接続される複数のスルーホール 1 5 を形成し、各スルーホール 1 5 に接合材 1 4 により伝熱部材 7 を接合した。スルーホール 1 5 は、サーマルビアとも呼称されており、基板の貫通孔の内径に C u 等のめっきが施されている。このため、高周波電流は、伝熱部材 7 およびスルーホール 1 5 を介してグランドパターンに流れるため、電子制御装置 1 0 0 外への放射を抑制することができる。スルーホール 1 5 は、電子部品 4 の周囲に形成することが好ましい。

【 0 0 2 0 】

電子部品 4 は、上部 4 a と、上部 4 a より面積が大きい下部 4 b を有する段付き直方体形状を有する。つまり、電子部品 4 は、直方体形状で低背部である下部 4 b の中央部に、直方体形状の上部 4 a が設けられた構造を有する。上部 4 a の上面 4 a 1 と、低背部である下部 4 b の上面 4 b 1 との間には段差があり、下部 4 b の上面 4 b 1 は、上部 4 a の上面 4 a 1 より低い位置に位置している。電子部品 4 は、パワー半導体素子等の発熱を伴う半導体素子（図示せず）を含む。電子部品 4 は、半導体素子が、例えば、F C B G A (F l i p Chip Ball Grid Array) 型のパッケージとされた半導体装置が好ましい。F C B G A 型

10

20

30

40

50

の半導体装置では、不図示の半導体素子は、はんだ等の接合材により不図示のインターポザ基板にフリップチップ実装され、インターポザ基板と共に樹脂により封止されている。電子部品４は、複数のはんだボール１３により、回路基板３に接合されている。

なお、電子部品４は、平面視で矩形形状を有するものに限られるものではなく、平面視で、多辺形状であればよい。

【００２１】

伝熱部材７は、介装部７ａと、実装部７ｂと、中間部７ｃとを有する。介装部７ａは、電子部品４の下部４ｂと伝熱材５との間に配置されている。介装部７ａは、伝熱材５に熱伝導可能に結合、すなわち、熱結合されている。また、介装部７ａは、電子部品４の下部４ｂの上面４ｂ１に熱結合されている。すなわち、伝熱部材７の介装部７ａは、伝熱材５が接触することができない電子部品４の下部４ｂの上面４ｂ１に接触して、電子部品４の下部４ｂと上部筐体１の突出部１２とを熱結合する。従って、電子部品４の上部筐体１の突出部１２に対向する面の全体である、上部４ａの上面４ａ１および下部４ｂの上面４ｂ１が伝熱材５および伝熱部材７により、上部筐体１の突出部１２に熱結合される。このため、本実施形態によれば、電子部品４の上部４ａのみが上部筐体１の突出部１２に熱結合される構造に比し、放熱性を向上することができる。

【００２２】

上述したように、実装部７ｂは、回路基板３にはんだなどの熱伝導性を有する接合材１４により接合されている。実装部７ｂは、各スルーホール１５に対応する位置に配置されており、接合材１４を介して対応するスルーホール１５に電気的に接続されている。従って、伝熱部材７は、回路基板３のグランドパターンと同電位である。

【００２３】

なお、実装部７ｂはスルーホール１５の直上に設けられている構造として図示されているが、スルーホール１５とは、ずれた位置に配置されていてもよい。実装部７ｂの直下に接合材１４が分割して図示されているが、接合材１４は実装部７ｂ直下の全面に配置されていてもよい。要は、実装部７ｂと接合材１４とは、直接、または配線パターン（図示せず）を介してスルーホール１５に電気的に接続されていればよい。

中間部７ｃは、介装部７ａと実装部７ｂを接続する部分であり、介装部７ａおよび実装部７ｂそれぞれに、ほぼ直交する方向に延在して形成されている。

【００２４】

実装部７ｂは、回路基板３に熱伝導性を有する接合材１４を介して接合されているため、電子部品４の下部４ｂから発生される熱を、回路基板３に伝熱する。つまり、電子部品４から発生される熱は、伝熱部材７の介装部７ａおよび伝熱材５を介して上部筐体１に伝熱されると共に伝熱部材７の実装部７ｂを介して回路基板３に放熱される。従って、本実施形態によれば、電子部品４から発生される熱が、上部筐体にのみに伝熱される構造に比し、放熱性能を向上することができる。

【００２５】

伝熱部材７の実装部７ｂを回路基板３に接合する接合材１４をはんだとする場合、電子部品４をはんだボール１３により回路基板３に接合する工程と同時に行うことができる。すなわち、回路基板３の、電子部品４および伝熱部材７の実装部７ｂを接合する接続パッド上にはんだペーストを塗布し、はんだペースト上に、それぞれ、電子部品４および伝熱部材７を載置してリフロー炉に投入する。これにより、はんだペーストが溶融して、電子部品４および伝熱部材７が、それぞれ、回路基板３の接続パッドに接合される。このような接合方法を用いることにより、接合工程の効率化を図ることができる。

【００２６】

なお、伝熱部材７の介装部７ａの上面を、伝熱材５を介さずに、直接、上部筐体１の突出部１２に熱結合する構造とすることも可能である。しかし、このようにすると、上述した熱結合する部材間に介装される伝熱材５の効果がなくなり、伝熱部材７の介装部７ａと上部筐体１の突出部１２との熱伝導性が低下し、放熱性が低下したり、回路基板３の熱による変形や振動により電子部品４に作用する負荷を軽減する効果が失われたりする。

【 0 0 2 7 】

図 4 は、本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態を上方からみた平面図である。

伝熱部材 7 は、電子部品 4 の上部 4 a の周囲に配置された複数（本実施形態では 4 つ）の分割伝熱部材 7 1 を含む。各分割伝熱部材 7 1 は、電子部品 4 のコーナー部およびその周囲を覆って設けられている。各分割伝熱部材 7 1 は、隣接する分割伝熱部材 7 1 と隙間 7 2 が形成されるように離間して設けられている。各分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a の内端 7 a 1 と電子部品 4 の上部 4 a の側面 4 a 2 との間には隙間 7 3 が形成されている。

【 0 0 2 8 】

実施形態の分割伝熱部材 7 1 は、導電性を有し、可撓性を有する薄い金属板などにより形成されている。金属としては、例えば、熱伝導率が高い Cu 材料に Ni めっきを施したものが適するが、これに限られるものではない。分割伝熱部材 7 1 は、可撓性を有しており、実装部 7 b に対して、中間部 7 c および介装部 7 a が弾性変形する。各分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a は、伝熱材 5 および、電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 に接触する。分割伝熱部材 7 1 に可撓性を持たせることにより、各分割伝熱部材 7 1 の実装部 7 b を回路基板 3 上に実装した状態では、分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a が電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 に接触させる必要がなくなる。この理由は、上部筐体 1 と下部筐体 2 とを組み付けると、伝熱材 5 を介して上部筐体 1 の突出部 1 2 により各分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a が押圧されて変形し、該介装部 7 a が電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 に接触するからである。このため、分割伝熱部材 7 1 に可撓性を持たせることにより、電気的接続の信頼性が向上し、組立てが容易となり、以って、組立ての能率が向上する。

【 0 0 2 9 】

なお、上記実施形態では、電子部品 4 は、下部 4 b の周縁部全体の上面 4 b 1 が、上部 4 a の上面 4 a 1 より低く、伝熱材 5 に直接、接触できない構造として例示した。しかし、本発明は、電子部品 4 の下部 4 b の周縁部の一部、例えば、1 ~ 3 つの側縁部の上面 4 b 1 が上部 4 a の上面 4 a 1 より低い構造の電子部品に対しても適用することができる。また、電子部品 4 の上部 4 a に上面 4 a 1 が局部的に凹んでいる電子部品 4 に対しても適用することができる。

【 0 0 3 0 】

上記実施形態では、伝熱部材 7 は、介装部 7 a、実装部 7 b および中間部 7 c を有する構造として例示した。伝熱部材 7 の介装部 7 a は、伝熱材 5 が接触することができない電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 に接触して、電子部品 4 の下部 4 b と上部筐体 1 の突出部 1 2 とを熱結合する。また、実装部 7 b は、電子部品 4 の下部 4 b から発生される熱を、回路基板 3 に伝熱する。しかし、伝熱部材 7 は、実装部 7 b を有しておらず、介装部 7 a のみを有している構造でも、伝熱材 5 が接触することができない電子部品 4 の下部 4 b を上部筐体 1 の突出部 1 2 に熱結合する。このため、伝熱部材 7 は、介装部 7 a のみを有するものであってもよい。

【 0 0 3 1 】

上記第 1 の実施形態によれば、下記の効果を奏する。

(1) 電子制御装置 1 0 0 は、電子部品 4 と上部筐体 1（放熱部）との間に設けられ、電子部品 4 に熱結合する伝熱材（第一の伝熱部）5 と、電子部品 4 の、伝熱材 5 と熱結合されていない領域（電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1）と伝熱材 5 との間に設けられた介装部 7 a を有し、電子部品 4 と伝熱材 5 に熱結合された伝熱部材（第二の伝熱部）7 とを備える。このため、電子部品 4 の、伝熱材 5 に接触されない領域（電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1）からも、伝熱部材 7 および伝熱材 5 を介して上部筐体 1（放熱部）に放熱することができ、電子部品 4 の冷却能力を向上することができる。

【 0 0 3 2 】

(2) 伝熱部材 7 は、介装部 7 a と一体に形成され、回路基板 3 に実装される実装部 7 b を有している。これにより、伝熱部材 7 を回路基板 3 に実装した状態で、上部筐体 1 と下部筐体 2 とを組み付けることにより、伝熱部材 7 を電子部品 4 の下部 4 b と伝熱材 5 との間に介装することが可能となる。伝熱部材 7 が実装部 7 b を有していない構造では、介装

部 7 a は、電子部品 4 の下部 4 b 上に固定することができず、伝熱部材 7 の介装部 7 a を電子部品 4 の下部 4 b と伝熱材 5 との間に正確に位置決めして介装することが難しくなる。すなわち、伝熱部材 7 に、介装部 7 a と一体に形成される実装部 7 b を設けることにより、伝熱部材 7 の介装部 7 a を電子部品 4 の下部 4 b と伝熱材 5 との間に設ける作業の能率を向上することができる。

【 0 0 3 3 】

(3) 伝熱部材 7 は、可撓性を有している。このため、伝熱部材 7 を回路基板 3 に実装する際、伝熱部材 7 の介装部 7 a が電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 に接触していなくても、上部筐体 1 と下部筐体 2 とを組み付けることにより、伝熱部材 7 の介装部 7 a が電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 に接触する。このため、電気的接続の信頼性が向上し、組立てが容易となり、以って、組立ての能率が向上する。

10

【 0 0 3 4 】

(4) 伝熱部材 7 の実装部 7 b は、熱伝導性を有する接合材 1 4 により回路基板 3 に実装されている。これにより、電子部品 4 の下部 4 b から発生される熱が、伝熱部材 7 を介して回路基板 3 に伝熱される。つまり、電子部品 4 から発生される熱が、伝熱部材 7 により、伝熱材 5 を介して上部筐体 1 に伝熱されると共に、回路基板 3 に放熱される。従って、本実施形態によれば、電子部品 4 から発生される熱が、上部筐体 1 にのみ伝熱される構造に比し、放熱性能を向上することができる。

【 0 0 3 5 】

(5) 回路基板 (基板) 3 は、内層にグランドパターンを有する多層配線基板であり、伝熱部材 7 は、回路基板 3 に設けられ、グランドパターンに接続されたスルーホール 1 5 に電気的に接続されている。このため、高周波電流は、伝熱部材 7 およびスルーホール 1 5 を介してグランドパターンに流れるため、伝熱材 5 を介して上部筐体 1 への高周波電流の流れを抑制し、電子制御装置 1 0 0 外への放射を抑制することができる。多層配線基板の内層にグランドパターンが形成されるので、回路基板 3 の表面および裏面に設ける配線パターンを高密度化することができる。

20

【 0 0 3 6 】

(6) 伝熱材 5 は、常温で柔軟性を有する樹脂を含む層であり、上部筐体 1 の突出部 1 2 の表面および電子部品 4 の表面等の微細な凹部に入り込み、結合面積を増大する。このため、伝熱材 5 により、電子部品 4 と上部筐体 1 の突出部 1 2 間の熱伝導性が向上し、放熱効果が増大する。また、伝熱材 5 は、回路基板 3 の熱による変形や振動により電子部品 4 に作用する負荷を軽減する。さらに、伝熱材 5 により、製造時の上部筐体 1 の突出部 1 2 と電子部品 4 の上部 4 a の上面 4 a 1 間の隙間のばらつきを吸収し、隙間の公差に余裕を持たせることができる。

30

【 0 0 3 7 】

[実施例 1]

図 5 は、本発明の第 1 の実施形態に基づく電子制御装置の実施例 1 を示す外観斜視図である。

実施例 1 として、図 5 に示される外観を有する電子制御装置 1 0 1 を作製した。電子制御装置 1 0 1 の上部筐体 1 A は、図 1 に図示される上部筐体 1 とは相違するが、上部筐体 1 A および下部筐体 2 (図 5 には図示されず) 内に形成される断面構造は、図 3 と同一である。また、電子制御装置 1 0 1 の、電子部品 4 と伝熱部材 7 の組付け構造は、図 4 と同一である。

40

【 0 0 3 8 】

電子制御装置 1 0 1 を、下記の部材を用いて作製した。

上部筐体 1 A と下部筐体を組み付けて形成した筐体の外形は 1 1 0 mm × 1 1 0 mm × 3 0 mm (厚さ) とした。なお、回路基板 3 は、上部筐体 1 A の 4 つのコーナー部に設けられたボス部 1 0 にねじ 1 1 により固定した。

電子部品 4 は、3 1 mm × 3 1 mm × 3 . 2 mm (厚さ) の F C B G A (Flip Chip Ball Grid Array) 型の半導体装置として形成し、はんだ付けにより回路基板 3 の中央に

50

実装した。

回路基板 3 は、 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 1.6\text{ mm}$ （厚さ）を有する FR4 材料により形成した。回路基板 3 は 8 層の積層配線基板を想定しており、等価熱伝導率は、面内方向では 69.4 W/mK 、垂直方向では 0.45 W/mK である。

【0039】

放熱フィン 6 は、厚さ 2 mm 、高さ 13 mm 、間隙 5 mm として上部筐体 1 A に一体に形成した。突出部 1 2 は、厚さ 2.9 mm として、平面形状は、下記に示す伝熱材 5 と同じサイズで上部筐体 1 A に一体に形成した。上部筐体 1 A、下部筐体 2、放熱フィン 6、突出部 1 2 は、熱伝導率が 96.3 W/mK 、放射率が 0.5 の ADC12 を用いて形成した。

10

【0040】

伝熱材 5 は、熱伝導率が 2 W/mK の、シリコン系樹脂に熱伝導性フィラーを含有した低弾性の伝熱材を用いて形成した。伝熱材 5 は、電子部品 4 の上部 4 a および伝熱部材 7 の介装部 7 a の上部に設けた。伝熱材 5 の外形は、 $38\text{ mm} \times 38\text{ mm} \times 1.9\text{ mm}$ （厚さ）とした。伝熱材 5 の外周は、電子部品 4 の下部 4 b を突出部 1 2 に投影した領域の外側にある。換言すれば、電子部品 4 の下部 4 b を突出部 1 2 に投影した領域は、伝熱材 5 の外周の内側に配置されている。

【0041】

伝熱部材 7 は、図 4 に図示されるように、4 つの分割伝熱部材 7 1 を、それぞれ、各コーナー部およびその周囲に、隣接する分割伝熱部材 7 1 と離間して設けて構成されている。各分割伝熱部材 7 1 の熱伝導率は、 100 W/mK である。

20

【0042】

スルーホール 1 5 は、外径 0.45 mm 、内径 0.4 mm 、高さ 1.6 mm であり、内側表面に Cuめっきを用いて形成した。電子部品 4 の 4 つのコーナー部に対応する各分割伝熱部材 7 1 のコーナー部に、 $6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ のスルーホール形成領域を設け、スルーホール 1 5 は、各スルーホール形成領域内に、 0.85 mm ピッチで配列した。各スルーホール形成領域における等価熱伝導率は、 81.4 W/mK である。

【0043】

- 第 2 の実施形態 -

図 6 は、本発明の電子制御装置の第 2 の実施形態を示し、第 1 の実施形態の図 3 に相当する拡大断面図である。

30

第 2 の実施形態の電子制御装置 1 0 2 は、下部筐体 2 A を、電子部品 4 から発生される熱を放熱する放熱部材とする構造とした点で第 1 の実施形態と相違する。

下部筐体 2 A は、第 1 の実施形態で述べたように、アルミニウム等の熱伝導性に優れた金属材料により形成されている。下部筐体 2 A は、上部筐体 1 と同様に、鉄などの板金、あるいは樹脂材料等の非金属材料により形成し、低コスト化および軽量化を図ることもできる。下部筐体 2 A は、回路基板 3 の方向に突出させた複数（第 2 の実施形態では 4 つ）の伝熱部 2 1 を有する。

【0044】

伝熱部 2 1 を有する下部筐体 2 A は、板金加工により形成することができる。但し、下部筐体 2 A は、鋳造により形成してもよい。鋳造により伝熱部 2 1 を形成する場合には、伝熱部 2 1 をボス部として形成してもよい。また、鋳造により伝熱部 2 1 を形成する場合には、伝熱部 2 1 を、周囲から盛り上がる肉厚の隆起部として形成してもよい。さらに、下部筐体 2 A の回路基板 3 側と反対側に、放熱フィンを設けても良い。

40

【0045】

各伝熱部 2 1 の位置は、回路基板 3 のスルーホール 1 5 に対応する。本実施形態では、電子部品 4 を 1 つのみ図示しているが、電子部品 4 および伝熱部材 7 が複数設けられている構造であれば、すべての伝熱部材 7 に対応する位置に伝熱部 2 1 を形成することが好ましい。但し、発熱量が小さい電子部品 4 に熱結合する伝熱部材 7 に対しては、伝熱部 2 1 を設けなくてもよい。

50

【 0 0 4 6 】

各伝熱部 2 1 は、伝熱材 1 6 によりスルーホール 1 5 に接合されている。すなわち、伝熱材 1 6 は、回路基板 3 に設けられたスルーホール 1 5 および伝熱部 2 1 に、熱伝導可能に結合、換言すれば、熱結合されている。

【 0 0 4 7 】

伝熱材 1 6 は、伝熱材 5 と同様に、グリース状、ジェル状、シート状等さまざまな種類の材料が用いられている。伝熱材 1 6 は、常温で柔軟性を有し、回路基板 3 に設けられたスルーホール 1 5 と伝熱部 2 1 間の熱伝導性を向上する。また、伝熱材 1 6 は、回路基板 3 の熱による変形や振動により電子部品 4 に作用する負荷を軽減する。さらに、伝熱材 1 6 により、製造時の下部筐体 2 A の伝熱部 2 1 と回路基板 3 間の隙間のばらつきを吸収し、隙間の公差に余裕を持たせることができる。

10

伝熱材 1 6 の材料として、例えば、セラミックフィラーが含有されたシリコン系樹脂を用いた半硬化樹脂が好ましいが、これに限定されるものではない。

【 0 0 4 8 】

伝熱材 1 6 は、スルーホール 1 5 内に充填してもよい。伝熱材 1 6 をスルーホール 1 5 内に充填することで、スルーホール 1 5 内における熱伝導が、スルーホール 1 5 の内面に設けた金属層および伝熱材 1 6 の両部材で行われるため、スルーホール 1 5 内の熱伝導性が向上し、下部筐体 2 A による放熱効果を大きくすることができる。

なお、回路基板 3 の下面側に、発熱量が大きい電子部品が実装されている場合には、伝熱材 1 6 を延在し、延在部分でその電子部品の表面を覆ってもよい。

20

【 0 0 4 9 】

第 2 の実施形態では、上述した通り、回路基板 3 に形成したスルーホール 1 5 および下部筐体 2 A の伝熱部 2 1 に伝熱材 1 6 が熱結合している。このため、電子部品 4 から発生される熱は、伝熱材 1 6 を介して伝熱部 2 1 に熱伝導され、下部筐体 2 A により放熱される。

【 0 0 5 0 】

第 2 の実施形態の他の構造は第 1 の実施形態と同様である。従って、第 2 の実施形態においても、電子部品 4 から発生される熱は、伝熱材 5 および伝熱部材 7 を介して上部筐体 1 により放熱される。

従って、第 2 の実施形態においても、第 1 の実施形態の効果 (1) ~ (6) と同様な効果を奏する。

30

【 0 0 5 1 】

さらに、第 2 の実施形態によれば、下記の効果を奏する。

(7) 回路基板 3 と下部筐体 2 A の伝熱部 2 1 とが、伝熱材 1 6 を介して熱結合されており、電子部品 4 から発生される熱は、伝熱材 1 6 を介して伝熱部 2 1 に熱伝導され、下部筐体 2 A により放熱される。電子部品 4 から発生される熱は、上部筐体 1 および下部筐体 2 A の両部材により放熱されるので、放熱能力を一層大きくすることが可能となる。

【 0 0 5 2 】

(8) 回路基板 3 を、伝熱材 1 6 により接合された伝熱部 2 1 により支持することができる。これにより、電子部品 4 の近傍で回路基板 3 を拘束する力が働く。このため、熱や振動による回路基板 3 の変形や、電子部品 4 に作用する負荷を低減することができる。

40

【 0 0 5 3 】

[実施例 2]

本発明の第 2 の実施形態に基づく実施例 2 の電子制御装置 1 0 2 を作製した。

実施例 2 の電子制御装置 1 0 2 は、図 6 に図示される断面構造を有する。

実施例 2 の電子制御装置 1 0 2 は、回路基板 3 に形成したスルーホール 1 5 と、下部筐体 2 A に設けた伝熱部 2 1 とを伝熱材 1 6 により熱結合した構造を有し、それ以外は、実施例 1 と同様な構造を有する。

伝熱材 1 6 は、伝熱材 5 と同様に、熱伝導率が 2 W / m K の、シリコン系樹脂に熱伝導性フィラーを含有した低弾性の伝熱材を用いて形成した。伝熱材 1 6 の外形は $6 \text{ mm} \times 6$

50

mm×1.9mm(厚さ)とし、スルーホール15の形成領域と同一位置に配置した。

【0054】

下部筐体2Aの伝熱部21は、熱伝導率が96.3W/mK、放射率が0.5のADC12を用いて形成した。伝熱部21の厚さ(板厚)は1.5mmとし、伝熱材16と同じ外形サイズで下部筐体2Aに一体に形成した。

実施例2の電子制御装置102の外観、および回路基板3から上方の上部筐体1までの内部構造は、実施例1と同一である。

【0055】

図11は、比較例の電子部品と伝熱部材の組付け状態の断面図であり、第1の実施形態の図3に相当する図である。

比較例の電子制御装置100Rを作製し、実施例1および実施例2と放熱効果を比較した。

比較例の電子制御装置100Rは、電子部品4の上部4aの上面4a1および下部4bの上面4b1を覆う伝熱材5Aにより電子部品4と上部筐体1の突出部12とを熱結合した構造を有する。電子制御装置100Rは、伝熱部材7を備えていない。また、電子制御装置100Rでは、回路基板3にスルーホール15が形成されておらず、下部筐体2には、回路基板3に熱結合するための伝熱部21は設けられていない。

【0056】

なお、電子制御装置100Rの突出部12の平面視における外形サイズは、電子部品4の下部4bを突出部12に投影したサイズと同一である。

伝熱材5Aは、実施例1および実施例2の伝熱材5と同一の熱伝導率(2W/mK)を有しており、外形サイズは26mm×26mm×1.9mm(厚さ)である。

【0057】

図10は、本発明の実施例1および実施例2と比較例の放熱効果を示す図である。

放熱効果は、電子部品4の温度上昇量を比較することにより行った。温度上昇量とは、電子部品4のジャンクション温度()から、環境温度の80 を引いた値を表したものである。ジャンクション温度は、図11に図示される電子部品4の内部JTに位置する不図示のシリコンダイの表面温度である。

図10には、実施例1、実施例2および比較例の電子制御装置それぞれの、電子部品4の温度上昇量が示されている。

【0058】

図10に示された温度上昇量は、電子部品4の発熱量を10Wとした際の、無風環境、環境温度80 での温度である。図10に示すように、実施例1の電子部品4の温度上昇量は、比較例の電子部品4の温度上昇量より低減することができた。さらに、実施例2の電子部品4の温度上昇量は、実施例1の電子部品4の温度上昇量より低減することができた。

【0059】

実施例1の電子制御装置101は、比較例の電子制御装置100Rに対し、電子部品4から発生される熱を回路基板3に伝導する熱伝導路を別途に備えている。図10に示される結果から、実施例1の電子制御装置101では、電子部品4から発生される熱が伝熱部材7により回路基板3に熱伝導されることにより、比較例の電子制御装置100Rよりも大きな放熱効果が得られることが判る。

【0060】

また、実施例2の電子制御装置102は、実施例1の電子制御装置101に対し、電子部品4から発生される熱を、回路基板3に設けられたスルーホール15および伝熱材16を介して下部筐体2Aに伝導する熱伝導路を余計に備えている。図10に示される結果から、実施例2の電子制御装置102では、電子部品4から発生される熱が、回路基板3に設けられたスルーホール15および伝熱材16を介して下部筐体2Aに熱伝導されることにより、実施例1の電子制御装置101よりも、さらに、大きな放熱効果が得られることが判る。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

(伝熱部材の変形例 1)

図 7 は、本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態の変形例 1 を示し、第 1 の実施形態の図 4 に相当する図である。

図 7 に示す伝熱部材 7 U は、隣接する分割伝熱部材 7 1 同士が連結部 7 5 により連結され、4 つの分割伝熱部材 7 1 が 1 つの部材として、電子部品 4 の上部 4 a の外周を囲む環状に一体に形成された構造を有する。各分割連結部材 7 1 は、それぞれ、電子部品 4 の 4 つのコーナー部およびその周囲を覆って設けられている点は、図 4 に図示された伝熱部材 7 と同様である。

伝熱部材 7 U は、4 つの分割伝熱部材 7 1 が 1 つの部材として一体化された構造を有するため、位置決めが容易となり、組付けの能率化を図ることができる。

第 1、第 2 の実施形態の伝熱部材 7 に替えて、伝熱部材 7 U を用いることができる。

【 0 0 6 2 】

(伝熱部材の変形例 2)

図 8 は、本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態の変形例 2 を示し、第 1 の実施形態の図 4 に相当する図である。

図 8 に示す伝熱部材 7 V は、図 7 に示す伝熱部材 7 U と同様、4 つの分割伝熱部材 7 1 が 1 つの部材として一体化された部材であり、さらに、各分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a のコーナー部に、スリット 7 6 が形成されたものである。

スリット 7 6 は、分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a の、電子部品 4 の上部 4 a のコーナー部に対応する内縁から、電子部品 4 の下部 4 b のコーナー部付近まで延在して形成されている。

第 1、第 2 の実施形態の伝熱部材 7 または伝熱部材 7 U に替えて、伝熱部材 7 V を用いることができる。

【 0 0 6 3 】

外部からの荷重により、上部筐体 1 が変形し、各分割伝熱部材 7 1 に負荷がかかった場合でも、伝熱部材 7 V の介装部 7 a は、スリット 7 6 で変形し、分割伝熱部材 7 1 の介装部 7 a が電子部品 4 の下部 4 b の上面 4 b 1 と上部筐体 1 の突出部 1 2 の間に介装される。つまり、伝熱部材 7 V の介装部 7 a にスリット 7 6 を設けることにより、上部筐体 1 の変形等に対して、介装部 7 a が柔軟に追従させることが可能となる。

第 1、第 2 の実施形態の伝熱部材 7 または伝熱部材 7 U に替えて、伝熱部材 7 V を用いることができる。

【 0 0 6 4 】

(伝熱部材の変形例 3)

図 9 は、本発明の電子部品と伝熱部材の組付け状態の変形例 3 を示し、第 1 の実施形態の図 4 に相当する図である。

図 9 に示す伝熱部材 7 W は、図 7 に示す伝熱部材 7 U と同様、4 つの分割伝熱部材 7 1 が 1 つの部材として一体化された部材であり、さらに、各分割伝熱部材 7 1 の実装部 7 b を、形成部 7 7 と非形成部 7 8 が交互に配列された 歯状となしたものである。

実装部 7 b を 歯状とすることにより、実装部 7 b の熱容量が低減するので、実装部 7 b を回路基板 3 にはんだ付けする際の加熱が容易となり、伝熱部材 7 W と回路基板 3 との接合が容易となる。

第 1、第 2 の実施形態の伝熱部材 7 または伝熱部材 7 U、7 V に替えて、伝熱部材 7 W を用いることができる。

【 0 0 6 5 】

なお、上記各実施形態では、上部筐体 1 と下部筐体 2 とにより筐体を構成する構造として例示した。しかし、上部筐体 1 と下部筐体 2 との間に中間ケースを介装し、3 つ以上のケースにより筐体を構成してもよい。

【 0 0 6 6 】

上記各実施形態では、電子部品 4 を、F C B G A 型の半導体装置として例示した。しか

10

20

30

40

50

し、電子部品 4 は、F C B G A 型以外の B G A 型としてもよい。また、電子部品 4 は B G A 型以外の電子部品であってもよい。

【 0 0 6 7 】

上記各実施形態では、伝熱材 5 により、電子部品 4 の上部 4 a の上面 4 a 1 と上部筐体 1 の突出部 1 2 とを熱結合し、伝熱部材 7 の介装部 7 a と実装部 7 b により、電子部品 4 の伝熱材 5 に熱結合されない領域と、伝熱材 5 および回路基板 3 とを熱結合した構造として例示した。しかし、伝熱部材 7 は、介装部 7 a が設けられておらず、実装部 7 b のみが設けられた構造としてもよい。この構造では、伝熱材 5 により、電子部品 4 の上部 4 a の上面 4 a 1 と上部筐体 1 とが熱結合され、電子部品 4 の伝熱材 5 に熱結合されない領域は、伝熱部材 7 の実装部 7 b により回路基板 3 に熱結合される。

10

【 0 0 6 8 】

上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

- 1、1 A 上部筐体（放熱部）
- 2、2 A 下部筐体
- 3 回路基板（基板）
- 4 電子部品
- 4 a 上部
- 4 a 1 上面
- 4 b 下部
- 4 b 1 上面
- 6 放熱フィン
- 5 伝熱材（第一の伝熱部）
- 7、7 U、7 V、7 W 伝熱部材（第二の伝熱部）
- 7 a 介装部
- 7 b 実装部
- 1 2 突出部
- 1 4 接合材
- 1 5 スルーホール
- 1 6 伝熱材
- 2 1 伝熱部
- 7 1 分割伝熱部材
- 7 5 連結部
- 1 0 0、1 0 1、1 0 2 電子制御装置

20

30

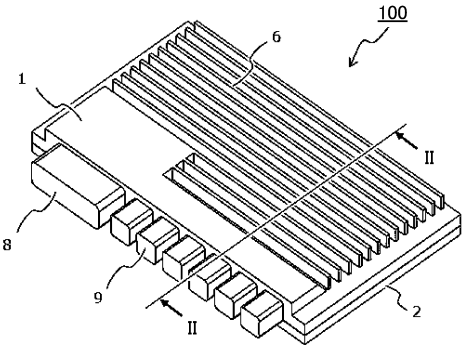
40

50

【図面】

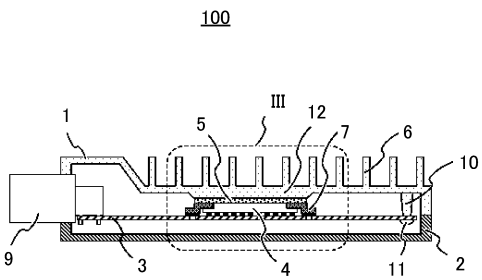
【図 1】

図1



【図 2】

図2

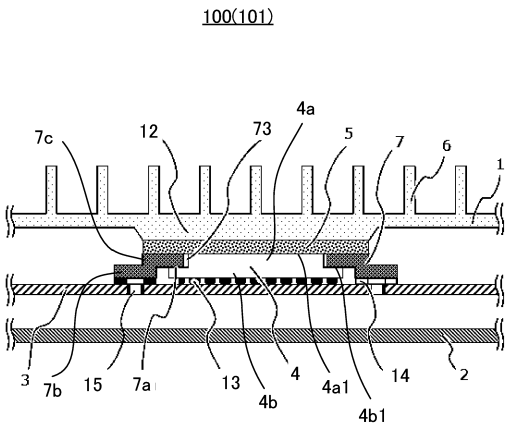


10

20

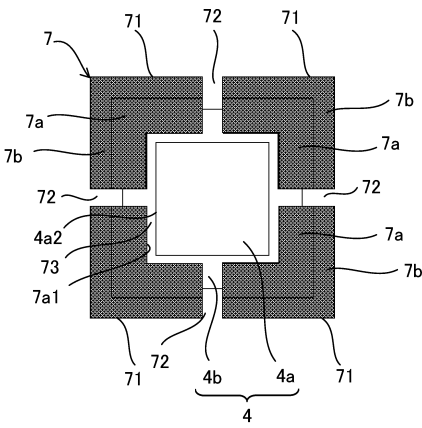
【図 3】

図3



【図 4】

図4



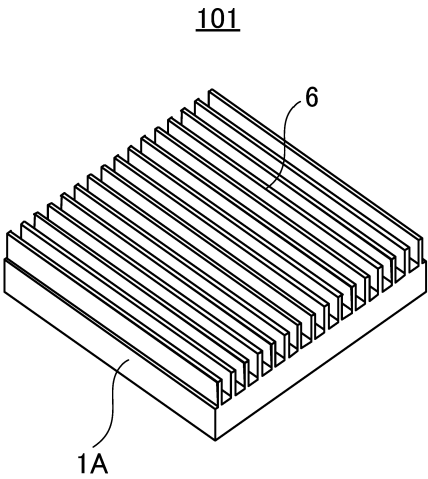
30

40

50

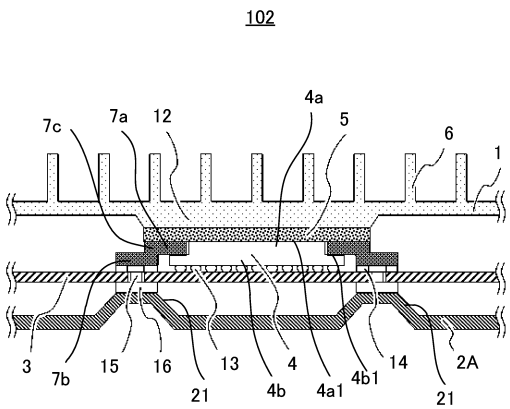
【図 5】

図5



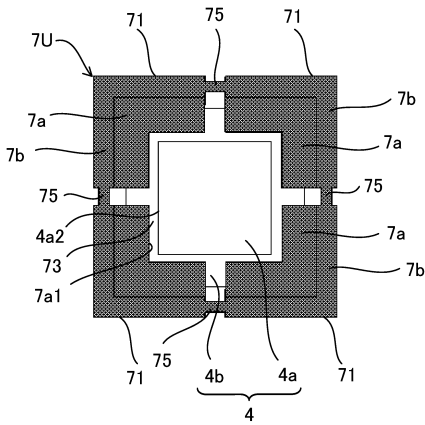
【図 6】

図6



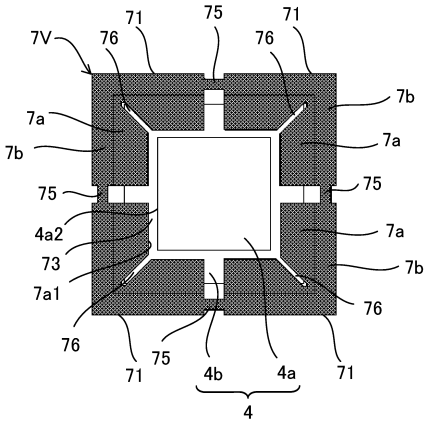
【図 7】

図7



【図 8】

図8



10

20

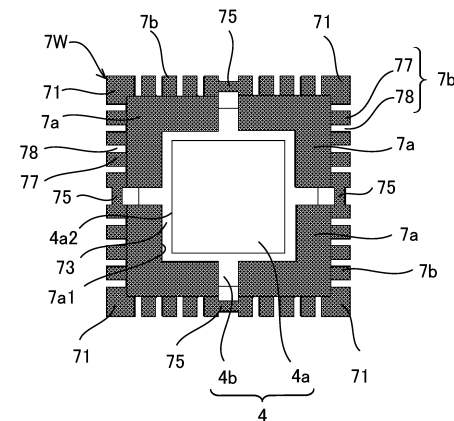
30

40

50

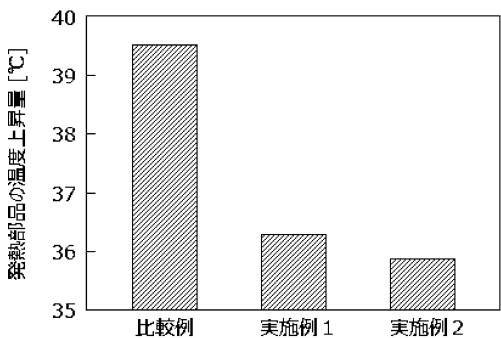
【図 9】

図9



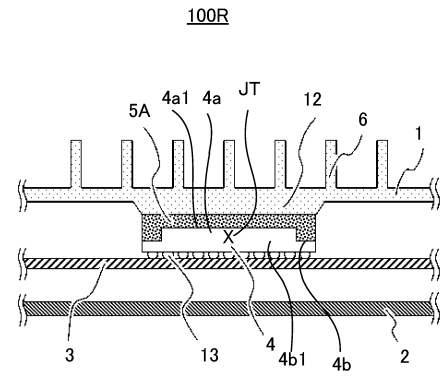
【図 1 0】

図10



【図 1 1】

図11



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 9 8 3 5 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 1 0 5 4 3 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 9 1 4 8 0 (J P , A)
 特開平 1 0 - 2 8 4 6 5 4 (J P , A)
 特開 2 0 1 0 - 1 0 3 3 7 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 1 L 2 3 / 2 9
 H 0 1 L 2 3 / 3 4 - 2 3 / 3 6
 H 0 1 L 2 3 / 3 7 3 - 2 3 / 4 2 7
 H 0 1 L 2 3 / 4 4
 H 0 1 L 2 3 / 4 6 7 - 2 3 / 4 7 3
 H 0 5 K 7 / 2 0