(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6336785号
(P6336785)

(45)発行日　平成30年6月6日(2018.6.6)　(24)登録日　平成30年5月11日(2018.5.11)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 23/36	***(2006.01)***	H01L	23/36	D
H01L 23/12	***(2006.01)***	H01L	23/36	C
		H01L	23/12	J
		H01L	23/12	F

請求項の数 11　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2014-41237(P2014-41237)
(22)出願日　平成26年3月4日(2014.3.4)
(65)公開番号　特開2014-229898(P2014-229898A)
(43)公開日　平成26年12月8日(2014.12.8)
審査請求日　平成28年10月31日(2016.10.31)
(31)優先権主張番号　13/899,904
(32)優先日　平成25年5月22日(2013.5.22)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　507342261
トヨタ　モーター　エンジニアリング　アンド　マニュファクチャリング　ノース　アメリカ，インコーポレイティド
アメリカ合衆国，ケンタッキー　４１０１８，アーランガー，アトランティック　アベニュ　２５
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100102819
弁理士　島田　哲郎
(74)代理人　100123582
弁理士　三橋　真二
(74)代理人　100153084
弁理士　大橋　康史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱応力低減要素を有する電力エレクトロニクス・デバイス

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
熱源周縁部を有する熱源と、
前記熱源に結合された第１伝導部材であって、少なくとも前記熱源周縁部まで延在する支持部分と、前記支持部分から延在すると共にウェブ領域により互いに分離された複数のフィンガ部分であって、前記ウェブ領域のウェブ厚さよりも大きなフィンガ厚さを有する複数のフィンガ部分とを有する第１伝導部材と、
前記第１伝導部材に結合された基板と、を具備する電力エレクトロニクス・デバイスであって、
前記第１伝導部材のフィンガ部分は、前記第１伝導部材のフィンガ厚さが、前記支持部分からの距離が増大するにつれて減少するようにテーパ付けされており、
前記複数のフィンガ部分の少なくとも一つのフィンガ部分に関し、第１伝導部材周縁部から喉部までの最小距離は、前記喉部から前記支持部分までの最小間隔距離よりも大きい、電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項２】
熱源周縁部を有する熱源と、
前記熱源に結合された第１伝導部材であって、少なくとも前記熱源周縁部まで延在する支持部分と、前記支持部分から延在する複数のフィンガ部分とを有すると共に、隣り合う二つの前記フィンガ部分間において、第１伝導部材周縁部に沿って不連続である第１伝導部材と、

前記第１伝導部材に結合された基板と、を具備する電力エレクトロニクス・デバイスであって、
前記第１伝導部材のフィンガ部分は、前記第１伝導部材のフィンガ厚さが、前記支持部分からの距離が増大するにつれて減少するようにテーパ付けされており、
前記複数のフィンガ部分の少なくとも一つのフィンガ部分に関し、第１伝導部材周縁部から喉部までの最小距離は、前記喉部から前記支持部分までの最小間隔距離よりも大きい、電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項３】
前記ウェブ領域の厚さはゼロである、請求項１に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項４】
前記第１伝導部材は、隣り合う少なくとも二つのフィンガ部分間において、第１伝導部材周縁部に沿って不連続である、請求項１に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項５】
前記第１伝導部材とは反対側で前記基板に結合された第２伝導部材を更に具備する、請求項１または２に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項６】
前記第２伝導部材は、前記第１伝導部材周縁部とサイズが等しい第２伝導部材周縁部を備えて成る、請求項５に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項７】
前記基板とは反対側で前記第２伝導部材に結合された冷却構造体であって、前記熱源から排出された熱を除去する冷却構造体を更に具備する、請求項５に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項８】
前記第１伝導部材の少なくとも二つの隣り合うフィンガ部分間の最大間隔は、前記基板の基板厚さの４倍以下である、請求項１または２に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項９】
前記複数のフィンガ部分の少なくとも一つが、前記熱源周縁部に対して垂直に配置されている、請求項１または２に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項１０】
前記複数のフィンガ部分の少なくとも一つのフィンガ部分は、最小幅の５倍より大きい最小長を有する、請求項１または２に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【請求項１１】
前記喉部から前記支持部分までの前記最小間隔距離に対する、前記第１伝導部材周縁部から前記喉部までの前記最小距離の比率は、２倍より大きい、請求項１または２に記載の電力エレクトロニクス・デバイス。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本明細書は概ね、電力エレクトロニクス・デバイスに関し、より詳しくは、熱応力低減要素を有する電力エレクトロニクス・デバイスに関する。
【背景技術】
【０００２】
電力エレクトロニクス・モジュールは、動作中に相当の熱を発生するかもしれない。電力モジュールの半導体デバイスは従来、チップで発生した熱がチップ自体から除去されることを可能にしてチップの寿命を延ばし得る熱放散基板上に取付けられる。軽量化の重要性が高まるにつれ、熱拡散器の設計は、次第に薄くなるよう設計されている。代りに、電力モジュールに大きなヒートシンクを取入れることに加え、またはその代わりに、より進歩した冷却構造が実現され得る。幾つかの実施例において、接触する構成要素同士の温度

の変動及び／または熱膨張率の相違が、チップと、そのチップが取付けられた基板との間の結合境界内へ機械的応力を引き起こし得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

チップを基板に結合する結合境界における機械的応力の増大は、チップ自体の有効寿命を短縮し、そのことにより電力モジュールの寿命を短縮し得る。電力モジュールの有効寿命が短縮されると、その電力モジュールの使用に伴うコストが増大され得る。

【０００４】

従って、熱応力低減要素を有する電力エレクトロニクス・デバイスが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

一実施例において、電力エレクトロニクス・デバイスは、熱源周縁部を有する熱源と、前記熱源に結合された第１伝導部材と、前記第１伝導部材に結合された基板とを含む。前記第１伝導部材は、少なくとも前記熱源周縁部まで延在する支持部分と、前記支持部分から延在すると共にウェブ領域により互いに分離された複数のフィンガ部分であって、前記ウェブ領域のウェブ厚さよりも大きなフィンガ厚さを有する複数のフィンガ部分とを含む。

【０００６】

別実施例において、電力エレクトロニクス・デバイスは、熱源周縁部を有する熱源と、前記熱源に結合された第１伝導部材と、前記第１伝導部材に結合された基板とを含む。前記第１伝導部材は、少なくとも前記熱源周縁部まで延在する支持部分と、前記支持部分から延在する複数のフィンガ部分とを有し、且つ、第１伝導部材は、隣り合う二つのフィンガ部分間において、第１伝導部材周縁部に沿って不連続である。

【０００７】

本明細書中に記述された実施例により提供されるこれらの及び更なる特徴は、図面と併せて以下の詳細な説明に鑑みれば更に十分に理解されよう。

【０００８】

各図中に示された実施例は、本質的に例証的かつ例示的であり、各請求項により定義された主題を制限することは意図されない。代表的実施例の以下の詳細な説明は、同様の構造が同様の参照番号で表される以下の各図と併せて読まれたときに理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る電力エレクトロニクス・デバイスの一部分の概略的な横方向斜視図である。

【図２】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る図１のＡ－Ａ線に沿って示された電力エレクトロニクス・デバイスの概略的な側面断面図である。

【図３】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な上面図である。

【図４】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る図３のＢ－Ｂ線に沿って示された電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な部分的側面断面図である。

【図５】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な上面図である。

【図６】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る図５のＤ－Ｄ線に沿って示された電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な部分的側面断面図である。

【図７】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な平面図である。

【図８】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る図７のＣ－Ｃ線

に沿って示された電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な部分的側面断面図である。
【図９】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る図７のＣ－Ｃ線に沿って示された電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な部分的側面断面図である。
【図１０】本明細書中に示されるか又は記述される一つ以上の実施例に係る電力エレクトロニクス・デバイスの熱伝導部材の概略的な平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
図１及び図２には、熱応力を低減する特徴を組み込んだ電力エレクトロニクス・デバイスの一実施例が概略的に示される。電力エレクトロニクス・デバイスは、熱源と、その熱源に結合された第１伝導部材と、その第１伝導部材に結合された基板とを含む。熱源の外周縁は、熱源周縁部を画成する。第１伝導部材は、少なくとも熱源周縁部まで延在する支持部分を有する。第１伝導部材はまた、支持部分から離れるように延在する複数のフィンガ部分であって、ウェブ領域により互いに分離された複数のフィンガ部分も含んでいる。複数のフィンガ部分は、ウェブ領域における第１伝導部材の曲げ剛性が、フィンガ部分の曲げ剛性よりも小であるように、ウェブ領域のウェブ厚さよりも大きなフィンガ厚さを有する。第１伝導部材の剛性の局所的な低減は、第１伝導部材と基板との間の結合境界内へ引き起こされる応力を低減し得る。本明細書において、電力エレクトロニクス・デバイス及び熱応力低減要素を取入れた電力エレクトロニクス・デバイスの様々な実施例がより詳細に説明される。
【００１１】
図１を参照すると、電力エレクトロニクス・デバイス１００の一部分が描かれている。図１は、熱源１３０、前記熱源１３０に結合された第１伝導部材１１０、及び熱源１３０とは反対側で第１伝導部材１１０に結合された基板１４０の描写を含んでいる。熱源１３０は、例えばコンピュータ処理ユニット、グラフィック処理ユニット、及びチップセットなどのような集積回路を含む熱を発生する様々な電子的デバイスであり得る。幾つかの実施例において、熱源１３０は、電力インバータ、電圧整流器、及び電圧調整器などにおいて利用されるような電力用半導体デバイスであり得る。代表的な電力用半導体デバイスとしては、限定的なものとしてでは無く、電力用絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ、金属酸化物電界効果トランジスタなどが挙げられる。熱源１３０は、熱源１３０の設計された動作機能の廃棄副生成物として、動作中に熱を通常は生成する。電力エレクトロニクス・デバイス１００において熱源１３０により生成された熱は通常は望まれていない、と言うのも電気的構成要素は、温度過昇状態が引き起こされたなら、温度的動作不良または永久故障を従来から起こしやすいからである。従って、熱源１３０が結合される第１伝導部材１１０は、熱源１３０により生成された廃熱が熱源１３０から排出されることにより、熱源１３０が動作する最高温度が管理されるように、熱源１３０から廃熱を引き出すように構成されている。
【００１２】
熱源１３０は、熱源１３０の外周縁回りに延在する熱源周縁部１３２を含む。図２に描かれたように、熱源１３０が第１伝導部材１１０に結合されたとき、熱源周縁部１３２は、熱源１３０に隣接して位置決めされた第１伝導部材１１０の部分として、第１伝導部材１１０の支持部分１１８を規定する。第１伝導部材１１０は、均一であり、且つ、支持部分１１８の内側の位置において連続的な厚さを有し得る。図１を参照すると、支持部分１１８の外側の位置にて、第１伝導部材１１０は、支持部分１１８から外方へ第１伝導部材周縁部１１６に向けて延びる複数のフィンガ部分１１２を含む。複数のフィンガ部分１１２は、ウェブ領域１１４により互いに分離される。各フィンガ部分１１２は、隣り合うフィンガ部分１１２を互いに接合する喉部１１５から延在する。第１伝導部材１１０のウェブ領域１１４は、フィンガ部分１１２より小さな厚さを有する第１伝導部材１１０の部分として、フィンガ部分１１２及び喉部１１５により画成される。複数のフィンガ部分１１

２及び複数のウェブ領域１１４は、第１伝導部材１１０が、第１伝導部材周縁部１１６に沿って定められた少なくとも一つの位置において中断されるように、第１伝導部材１１０に沿って配置される。

【００１３】

第１伝導部材１１０の複数のフィンガ部分１１２は、特定の設計に適合するように、最小長１２８、最小幅１２６及びフィンガ厚さ１２３の様々な構造形を有し得る（図３）。一実施例において、複数のフィンガ部分１１２の少なくとも一つのフィンガ部分は、第１伝導部材周縁部１１６から喉部１１５に至る接線移行部１２５まで定められた最小幅１２６及び最小長１２８を有する。その場合、最小幅１２６に対する最小長１２８の比率は、約５：１より大きく、約６：１より大きく、及び約８：１より大きいなど、約４：１より大きい。加えてまたは代りに、複数のフィンガ部分１１２は、フィンガ部分１１２が支持部分１１８から離間された距離よりも大きい距離でフィンガ部分１１２が延びるように、寸法設定され得る。複数のフィンガ部分１１２の内の少なくとも一つのフィンガ部分は、支持部分１１８から、喉部１１５に至る接線移行部１２５までの最小間隔距離１２９に対する最小長１２８の比率が、約４：１より大きいなど、約２：１より大きいように、最小間隔距離１２９よりも大きい最小長１２８を有し得る。

【００１４】

再び図２を参照すると、電力エレクトロニクス・デバイス１００を組み込んだ電力デバイス９０が描かれている。描かれた実施例において、電力エレクトロニクス・デバイス１００は、熱源１３０と、第１伝導部材１１０と、基板１４０と、第１伝導部材１１０とは反対側で基板１４０に結合された第２伝導部材１４２とを含んでいる。図２に描かれたように、第２伝導部材１４２は、第２伝導部材周縁部１４６を含んでおり、前記第２伝導部材周縁部１４６は、複数のフィンガ部分１１２が第２伝導部材周縁部１４６に近似の位置まで延在するように、第１伝導部材周縁部１１６とサイズが概ね等しい。第１伝導部材１１０、基板１４０及び第２伝導部材１４２は、熱源１３０から冷却構造体１５０に至る伝導経路を完成する。前記冷却構造体１５０は、熱が、熱源１３０から取り除かれるように伝導されて電力デバイス９０から周囲環境へと排出されることを可能にする。描かれた実施例において、電力デバイス９０は、電力エレクトロニクス・デバイス１００が挿入されるハウジング９２を含む。熱源１３０に対する更なる電気接続は、ハウジング９２を貫通して延在する(不図示の)導線要素により構成され得る。電力デバイス９０はまた、ハウジング９２に結合されて熱源１３０を囲繞するカバー板９４も含む。幾つかの実施例において、ハウジング９２の内部は、例えば硬化樹脂により充填されてもよい。前記硬化樹脂は、熱源１３０を少なくとも部分的に封入することによって、熱源１３０と導線要素とに対する更なる保護を提供する。

【００１５】

図２に描かれた実施例において、冷却構造体１５０は、複数のフィン１５２を有するヒートシンクである。例えば、限定的なものとしてでは無く、空気もしくは水などの冷却流体が、フィン１５２に沿って導かれる。冷却流体が各フィン１５２に沿って通過するにつれ、熱源１３０から排出された熱は冷却流体へと移行され、冷却流体は続いて、冷却構造体１５０から離れ且つ電力デバイス９０から離れるように導かれる。図２では特定のヒートシンクの構造体が描かれているが、冷却構造体１５０は、例えば、限定的なものとしてでは無く、噴流衝突冷却器、冷却流体相変化冷却器、及び孔質壁式のヒートシンクなどの様々な形態を取り得ることが理解されるべきである。

【００１６】

電力デバイス９０の構成要素は、電力エレクトロニクス・デバイスと共に使用される従来公知の材料から作成され得る。熱源１３０は、例えば半導体デバイスなどの半導体要素を含む複合構造物であり得る。第１伝導部材１１０及び第２伝導部材１４２は、例えば、銅またはアルミニウム合金などの、大きな電気伝導性及び熱伝導性を有する材料から作成される。第１伝導部材１１０及び第２伝導部材１４２は、同様の材料であるか又は異なる材料であってよい。基板１４０は、第１伝導部材１１０及び第２伝導部材１４２と比較し

て、低い電気伝導性及び熱伝導性を有する材料である。基板１４０は、例えば、限定的なものとしてでは無く、窒化アルミニウム、及び炭化ケイ素などのようなセラミックを含む様々な材料から作成され得る。

【００１７】

電力デバイス９０の構成要素は、構成要素の隣り合う面間の結合境界１０２、１０４、１０６、１０８に沿って互いに結合され得る。幾つかの実施例において、結合境界１０２、１０４、１０６、１０８は、半田、銀焼結材料、または過渡的液相材料を含み得る。

【００１８】

電力デバイス９０の構成要素は様々な材料から作成されるので、電力デバイス９０の隣り合う構成要素は互いに異なる熱膨張率を有し得る。例えば、炭化ケイ素の熱膨張率は約４ppm／Kである一方、銅の熱膨張率は約１６．７ppm／Kである。従って、結合境界に沿って互いに結合された電力デバイス９０の構成要素に関して、構成要素を周囲温度から高温までの間を循環させると、様々な熱膨張率を有するこれらの構成要素は互いに異なって膨張しかつ収縮する。隣り合うと共に結合された構成要素の互いに異なる及び収縮の故に、結合境界内へ応力が引き起こされ得る。結合境界における応力の周期的な繰返しは、結合境界内における亀裂の形成に繋がり得る。

【００１９】

依然として図２を参照すると、電力デバイス９０の隣り合う構成要素間の結合境界内へ引き起こされる応力を低減するために、第１伝導部材１１０は、本明細書において上で説明されたように、支持部分１１８から外方に延びる複数のフィンガ部分１１２であって、ウェブ領域１１４により分離された複数のフィンガ部分１１２を含む。複数のフィンガ部分１１２は、同じ第１伝導部材周縁部まで延在する従来型設計の第１伝導部材と比較すると、第１伝導部材１１０の剛性を低減させる一方で、第１伝導部材１１０の全体的最大寸法を維持する。熱源１３０により第１伝導部材１１０に対して熱負荷が付与されたとき、第１伝導部材１１０は、その熱膨張率に基づいて膨張する傾向がある。第１伝導部材１１０は、第１伝導部材１１０よりも低い熱膨張率を有する基板１４０に結合されるので、基板１４０に隣接して位置決めされた第１伝導部材１１０の部分は、基板１４０の対応する結合部分よりも少なく膨張する。第１伝導部材１１０及び基板１４０のこの伸張の差は、第１伝導部材１１０と基板１４０との間の結合境界１０４において応力を増大させ得る。第１伝導部材１１０の熱膨張率が基板１４０の熱膨張率よりも大きい実施例において、熱の導入は、第１伝導部材１１０を基板１４０から分離させる傾向のある、結合境界１０４に対する引張方向及び剪断方向における応力を生じさせる傾向がある。

【００２０】

図１及び図２を参照すると、第１伝導部材１１０のフィンガ部分１１２及びウェブ領域１１４は、支持部分１１８の外側の位置にて、第１伝導部材１１０の構造を中断するので、第１伝導部材１１０は、均一な厚さで第１伝導部材周縁部まで延在する第１伝導部材を有する従来の設計と比較して、低減した剛性を呈する。図１及び図２に示された実施例において、フィンガ部分１１２の各々は、支持部分１１８から離れるように延びている。フィンガ部分１１２はウェブ領域１１４により互いに分離されるので、喉部１１５の外側の位置において、フィンガ部分１１２は互いに支持はされない。従って、第１伝導部材１１０を中断することにより、第１伝導部材１１０の剛性は低減される。

【００２１】

第１伝導部材１１０の剛性を低減させると、第１伝導部材１１０を基板１４０に結合する結合境界１０４に対して第１伝導部材１１０が付与する応力の量が減少され得る。第１伝導部材１１０に対して熱が導入されたとき、熱膨張率の差は、基板１４０に対して第１伝導部材１１０のサイズを増大し続けるだろう。しかし、第１伝導部材１１０のフィンガ部分１１２は、低減した剛性を呈するので、フィンガ部分１１２は、結合境界１０４内へ引き起こされる応力の量を制限する。フィンガ部分１１２は曲がることにより、第１伝導部材１１０と基板１４０との間の差分的な伸張の一部を吸収して、結合境界１０４に対して引き起こされた応力を低減する。

【００２２】
加えて、同じ第１伝導部材周縁部まで延在する均一な厚さを有する第１伝導部材の従来の設計と同様に、複数のフィンガ部分１１２が第１伝導部材周縁部１１６まで延在するように、第１伝導部材１１０の全体的寸法を維持することにより、図１及び図２に描かれた第１伝導部材１１０は、熱源１３０により生成された熱が、熱源１３０の所望温度を維持する一方で、周囲環境へと排出されるように、熱源１３０から基板１４０及び第２伝導部材１４２を通り十分な速度で熱を取り除くように伝導する。
【００２３】
図３及び図４に描かれた実施例において、支持部分１１８の図心１２４の近くに位置決めされたフィンガ部分は、支持部分１１８に対してほぼ垂直に延びるように配向される。図心１２４から遠くに位置決めされたフィンガ部分は、支持部分１１８に対する垂直性から離れるようにバイアスをかけられる。但し、本開示の範囲から逸脱せずに、様々な形状を有するフィンガ部分１１２が第１伝導部材に取り入れられ得ることが理解されるべきである。
【００２４】
図３及び図４に描かれた実施例において、第１伝導部材１１０の支持部分１１８は、第１伝導部材厚さ１２０を有する。各フィンガ部分１１２は、第１伝導部材厚さ１２０よりも小さな厚さを有するウェブ領域１１４により画成され得る。図３及び図４に示された実施例では、ウェブ領域１１４の厚さはゼロである。図３及び図４に描かれた実施例では、第１伝導部材１１０は、第１伝導部材周縁部１１６に沿って定められた隣り合うフィンガ部分１１２同士の間におけるウェブ領域１１４の各々において不連続である。
【００２５】
再び図２を参照すると、複数のフィンガ部分１１２を有する第１伝導部材１１０は、第１伝導部材周縁部まで中断されずに延在する従来の設計と比較して、減少された表面積を有する一方で、複数のフィンガ部分１１２を有する第１伝導部材１１０が、基板１４０及び第２伝導部材１４２内へと熱を伝導する効率は、熱源１３０の温度を所望の目標範囲内に維持するのに十分である。熱源１３０から第１伝導部材１１０の支持部分１１８へと伝導された熱は、複数のフィンガ部分１１２の長さに沿って第１伝導部材周縁部１１６の方へ伝導される。フィンガ部分１１２を含む第１伝導部材１１０は、大きな熱伝導率を有する材料で作成され得るので、熱は、支持部分１１８からフィンガ部分１１２に沿って第１伝導部材周縁部１１６の方へ、取り除かれるように容易に伝導され得る。
【００２６】
熱はまた、複数のフィンガ部分１１２から基板１４０内へも伝導されて、前記基板１４０を通り、第２伝導部材１４２の方へ伝導される。熱はまた、基板１４０内で、第１伝導部材１１０から第２伝導部材１４２に向かう方向を横断する方向にも伝導する。従って、第１伝導部材１１０の複数のフィンガ部分１１２の各々から伝導された熱は、第２伝導部材１４２に向かう方向に伝導され、且つ、第２伝導部材１４２に向かう方向を横断する方向であって、隣り合うフィンガ部分１１２に向かう方向を含む方向に伝導される。熱を基板１４０へ伝導する上での第１伝導部材１１０の有効性を維持するために、フィンガ部分１１２のサイズ、及びフィンガ部分１１２同士の間の(ウェブ領域１１４により画成される)間隔は、熱源１３０から除去されるように伝導される熱と、第１伝導部材１１０及び基板１４０の間の結合境界１０４に対して引き起こされる応力とを、平衡化させるべく寸法設定され得る。電力エレクトロニクス・デバイス１００の実施例において、第１伝導部材１１０の複数のフィンガ部分１１２及びウェブ領域１１４は、隣り合う少なくとも二つのフィンガ部分１１２間の最大間隔距離が、基板１４０の基板厚さ１４１の約４倍より小さく、基板１４０の基板厚さ１４１の約３倍より小さく、基板１４０の基板厚さ１４１の約２倍より小さく、基板１４０の基板厚さ１４１の約１倍より小さいなど、基板１４０の基板厚さ１４１の約５倍より小であるように寸法設定され得る。隣り合うフィンガ部分１１２同士の間の最大間隔距離を制限することにより、均一な厚さで第１伝導部材周縁部まで延在する従来型の設計の第１伝導部材と比較して、第１伝導部材１１０の熱伝導性能の

低下は、最小限に抑えられるだろう。

【００２７】

図５乃至図９を参照すると、第１伝導部材の更なる実施例２１０、３１０が描かれている。図５及び図６に描かれた実施例において、第１伝導部材２１０の各フィンガ部分１１２は、フィンガ部分１１２のフィンガ厚さ１２３が、支持部分１１８からの距離が増大するにつれて減少するように、遷移領域１１９の外側の位置において厚さがテーパ付けされる。これらの実施例において、ウェブ領域１１４は、厚さを有さない第１伝導部材２１０の領域である。図７乃至図９に描かれた第１伝導部材３１０の実施例において、隣り合うフィンガ部分１１２の間に位置決めされたウェブ領域１１４は、ウェブ領域１１４の少なくとも一部分において、ゼロより大きい厚さを有している。描かれた実施例において、ウェブ領域１１４は、第１伝導部材周縁部１１６まで延在する。図８に描かれた実施例において、ウェブ領域１１４は、喉部１１５の近傍の位置における(此処では、支持部分１１８の内部の位置において定められた)第１伝導部材厚さ１２０から、第１伝導部材周縁部１１６の近傍の位置における最小ウェブ厚さ１２２まで、テーパ付けされる。図９に描かれた実施例において、ウェブ領域１１４は、喉部１１５から第１伝導部材周縁部１１６までの距離の大部分に亙り、支持部分１１８の内部の領域における第１伝導部材厚さ１２０よりも小さい最小ウェブ厚さ１２２にて延在する。本開示の範囲から逸脱せずに、第１伝導部材厚さ１２０より小さい最小ウェブ厚さ１２２を有するウェブ領域１１４の様々な構成が選択され得ることが理解されるべきである。図８及び図９に描かれた実施例の両方において、第１伝導部材厚さ１２０からのウェブ領域１１４の除肉は、均一な厚さで第１伝導部材周縁部まで延在する従来型設計の第１伝導部材と比較して、第１伝導部材３１０の剛性を低減する。

【００２８】

次に図１０を参照すると、第１伝導部材の更なる実施例４１０が描かれる。この実施例において、第１伝導部材４１０は、様々な最小幅１２６を有するフィンガ部分１１２を含む。増大された最小幅１２６を有する第１伝導部材４１０のフィンガ部分１１２は、第１伝導部材周縁部１１６と支持部分１１８との間に配置された柔軟化溝１１７を含む。柔軟化溝１１７は、第１伝導部材４１０の剛性を所定レベルに維持し得る。

【００２９】

次に、本開示に係る電力エレクトロニクス・デバイスは、支持部分と、この支持部分から延在する複数のフィンガ部分であって、ウェブ領域により互いに分離された複数のフィンガ部分とを有する第１伝導部材を含み得ることが理解されるべきである。フィンガ部分及びウェブ領域は、従来型設計の第１伝導部材の熱伝導特性を維持する一方で、第１伝導部材の剛性を低減する。フィンガ部分とウェブ領域とを有する第１伝導部材は、一致しない熱膨張率を有する第１伝導部材と基板との間の結合領域に引き起こされる応力が制御され得るように、従来型設計の第１伝導部材よりも剛性が小さい。

【００３０】

本明細書において“実質的に”という語句は、量的な比較、値、測定値、または、他の表現に起因し得る本来的な不確実性の程度を表すべく使用され得ることを銘記されたい。本明細書において、この語句はまた、問題となる主題の基本機能の変更に帰着せずに、量的表現が、述べられた参照内容から変動し得る程度を表すためにも使用される。

【００３１】

本明細書においては特定の実施例が図示されて説明されたが、特許請求された主題の精神及び範囲から逸脱することなく、他の様々な変更及び改変が為され得ることが理解されるべきである。更に、本明細書においては特許請求された主題の様々な様相が説明されたが、そのような様相は、組み合わされて利用される必要はない。故に、添付の各請求項は、特許請求された主題の範囲内に収まるそのような変更及び改変の全てを包含することが意図される。

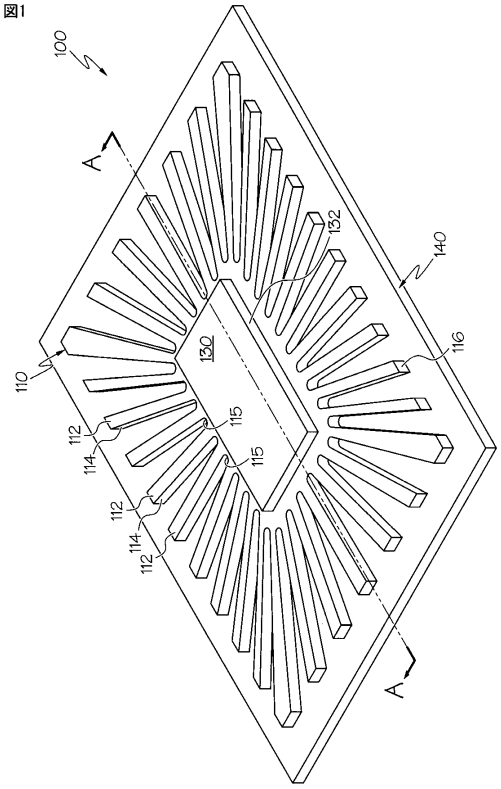
【符号の説明】

【００３２】

９０　電力デバイス
９２　ハウジング
９４　カバー板
１００　電力エレクトロニクス・デバイス
１０２、１０４、１０６、１０８　結合境界
１１０　第１伝導部材
１１２　フィンガ部分
１１４　ウェブ領域
１１５　喉部
１１６　第１伝導部材周縁部
１１７　柔軟化溝
１１８　支持部分
１１９　遷移領域
１２０　第１伝導部材厚さ
１２２　最小ウェブ厚さ
１２３　フィンガ厚さ
１２４　図心
１２５　接線移行部
１２６　最小幅
１２８　最小長
１２９　最小間隔距離
１３０　熱源
１３２　熱源周縁部
１４０　基板
１４１　基板厚さ
１４２　第２伝導部材
１４６　第２伝導部材周縁部
１５０　冷却構造体
１５２　フィン
２１０　第１伝導部材
３１０　第１伝導部材
４１０　第１伝導部材

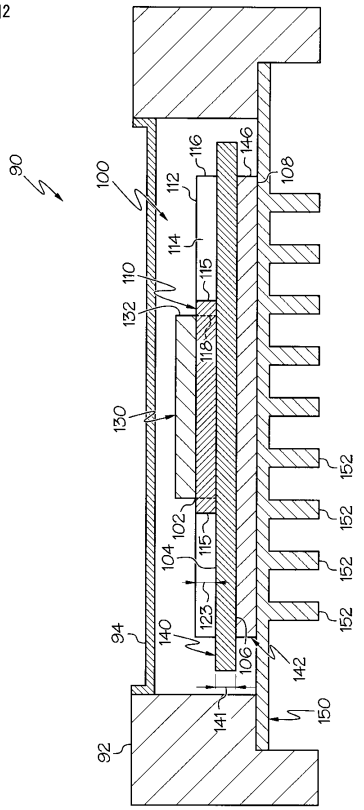
【図１】

図1



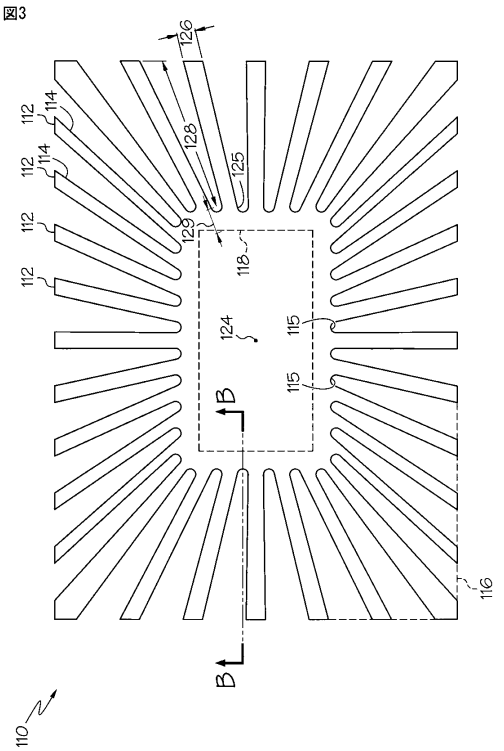
【図２】

図2



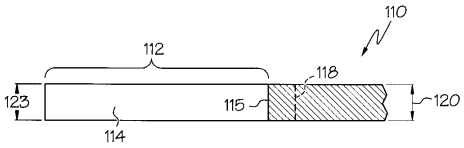
【図３】

図3



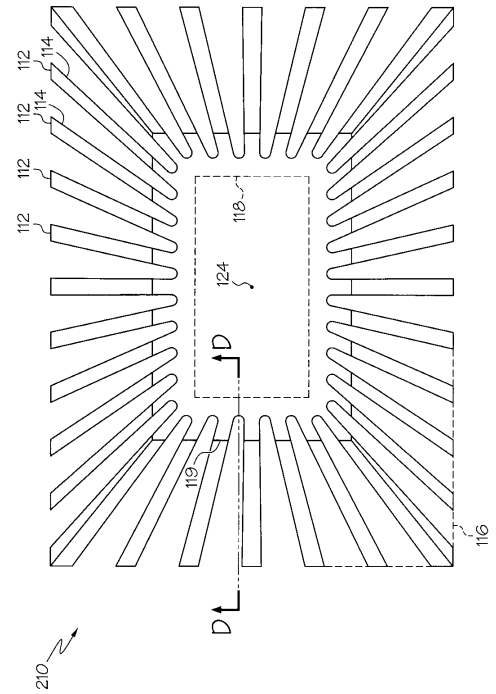
【図４】

図4



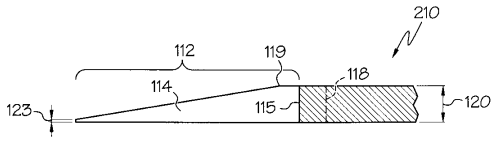
【図５】

図5



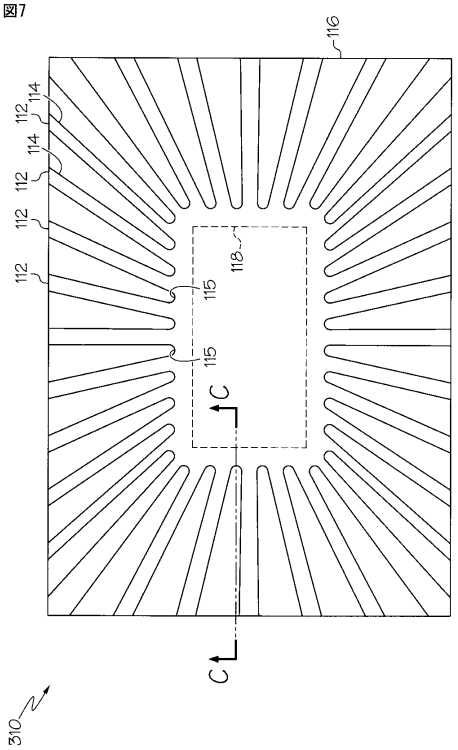
【図６】

図6



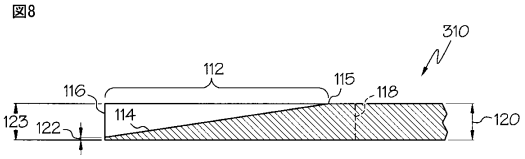
【図７】

図7



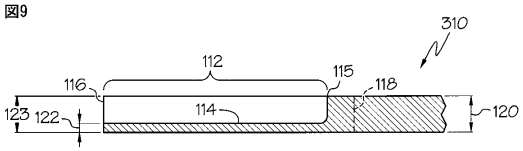
【図８】

図8



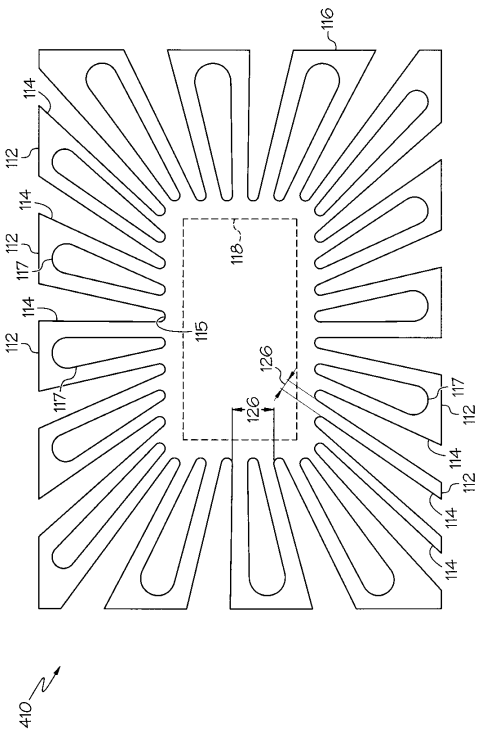
【図９】

図9



【図１０】

図10


116
114
112
114
112
117
114
112
117
118
115
126
126
117
112
114
112
114
114
410

フロントページの続き

(74)代理人 100160705
弁理士 伊藤 健太郎
(74)代理人 100157211
弁理士 前島 一夫
(72)発明者 野村 壮史
アメリカ合衆国, ミシガン ４８１０８, アナーバー, アビゲール ウェイ １５７１
(72)発明者 ヨン サン ウォン
アメリカ合衆国, ミシガン ４８１０８, アナーバー, ランチェロ ドライブ ３６５４
(72)発明者 アーカン メーメット デデ
アメリカ合衆国, ミシガン ４８１０８, アナーバー, バートン ドライブ ７０８
(72)発明者 堀本 修平
愛知県みよし市三好丘４－１－１ レーヴ三好ヶ丘 エス７１５

審査官 秋山 直人

(56)参考文献 米国特許出願公開第２００３／００９６４５０（ＵＳ, Ａ１）
特開２０００－０３１３５９（ＪＰ, Ａ）
特開平０１－０５９９８６（ＪＰ, Ａ）
特開２０１０－１０３３１１（ＪＰ, Ａ）
特開２００８－２７７４４２（ＪＰ, Ａ）
特開２０１３－０３０６０９（ＪＰ, Ａ）
米国特許出願公開第２０１２／０２１８７１４（ＵＳ, Ａ１）
特開２００８－２９４２８３（ＪＰ, Ａ）
特開２０１１－９１１８４（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２３／３６
Ｈ０１Ｌ ２３／１２