

(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2014-216655

(P2014-216655A)

(43) 公開日 平成26年11月17日 (2014. 11. 17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 1/02 (2006.01)	H05K 1/02 F	5E322
H01L 23/36 (2006.01)	H01L 23/36 C	5E338
H01L 35/00 (2006.01)	H01L 35/00 Z	5F136
H01L 23/12 (2006.01)	H01L 23/12 J	
H05K 7/20 (2006.01)	H05K 7/20 C	
審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2014-92535 (P2014-92535)
 (22) 出願日 平成26年4月28日 (2014. 4. 28)
 (31) 優先権主張番号 61/816, 917
 (32) 優先日 平成25年4月29日 (2013. 4. 29)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/038, 837
 (32) 優先日 平成25年9月27日 (2013. 9. 27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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 4101
 8, アーランガー, アトランティック ア
 ベニュー 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】 伝熱管理装置及び複合薄板

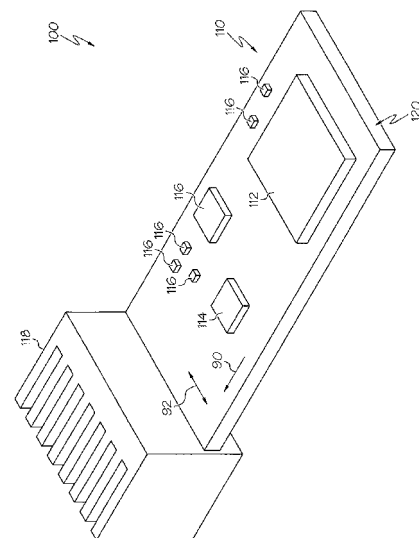
(57) 【要約】

【課題】熱エネルギーの流れに影響を与える温度管理装置を提供する。

【解決手段】伝熱管理装置100であって、絶縁基板140及び絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体142を有する複合薄板120と、複合薄板に結合された耐熱性の低い部品112と、複合薄板に結合され且つ耐熱性の低い部品から遠位に配置された耐熱性の高い部品114であって動作中に発熱する耐熱性の高い部品と、を具備する伝熱管理装置であって、導熱体及び絶縁基板が、耐熱性の低い部品近傍にある目的とする伝熱領域130内及び耐熱性の高い部品近傍にあるバルク領域132内に構成され、且つ、目的とする伝熱領域及びバルク領域が、互いに熱的導通状態にある伝熱管理装置による。

【選択図】図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

伝熱管理装置であって、

絶縁基板及び該絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体を有する複合薄板と

、該複合薄板に結合された耐熱性の低い部品と、

前記複合薄板に結合され且つ前記耐熱性の低い部品から遠位に配置された耐熱性の高い部品であって動作中に発熱する耐熱性の高い部品と、を具備する伝熱管理装置であって、

前記導熱体及び前記絶縁基板が、前記耐熱性の低い部品近傍にある目的とする伝熱領域内及び前記耐熱性の高い部品近傍にあるバルク領域内に構成され、且つ、前記目的とする伝熱領域及び前記バルク領域が、互いに熱的導通状態にある伝熱管理装置。

10

【請求項 2】

複合積層板組立体を形成するために互いに結合された複数の複合薄板を更に具備する請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 3】

前記耐熱性の低い部品が、熱電発電器を具備する請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 4】

前記耐熱性の低い部品が、ヒートシンクを具備する請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 5】

前記複合薄板が、前記耐熱性の低い部品の近傍に配置された耐熱性の低い部品の設置領域を更に具備する請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

20

【請求項 6】

前記目的とする伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記耐熱性の低い部品の設置領域を包囲する複数の導熱性リングを有する複合構造を具備する請求項 5 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 7】

前記目的とする伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記耐熱性の低い部品の設置領域の周りで螺旋状の、複数の導熱性スポークを有する複合構造を具備する請求項 5 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 8】

前記目的とする伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記耐熱性の低い部品の設置領域の周りで径方向に配列された複数の導熱性スポークを有する複合構造を具備する請求項 5 に記載の伝熱管理装置。

30

【請求項 9】

前記バルク領域が、前記絶縁基板において少なくとも部分的に組み込まれた導熱体の格子を具備する請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 10】

前記導熱体及び前記絶縁基板が、前記耐熱性の高い部品から前記耐熱性の低い部品へと熱流を導くために前記バルク領域及び前記目的とする伝熱領域に配置された請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

40

【請求項 11】

前記導熱体及び前記絶縁基板が、前記耐熱性の高い部品から、前記耐熱性の低い部品から離れた方へと熱流を導くために前記バルク領域及び前記目的とする伝熱領域に配置された請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 12】

前記複合薄板が、前記耐熱性の低い部品及び前記耐熱性の高い部品を互いに熱的導通状態で配置する請求項 1 に記載の伝熱管理装置。

【請求項 13】

伝熱を方向付けるための複合薄板であって、

絶縁基板と、

50

前記絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体と、耐熱性の低い部品の設置領域と、耐熱性の高い部品の設置領域と、を具備する複合薄板であって、

前記導熱体及び前記絶縁基板が、前記耐熱性の低い部品の設置領域近傍にある目的とする伝熱領域及び前記耐熱性の高い部品の設置領域近傍にあるバルク領域に配置され、且つ、前記目的とする伝熱領域及び前記バルク領域が、互いに熱的導通状態にある複合薄板。

【請求項 1 4】

前記導熱体及び前記絶縁基板が、前記耐熱性の高い部品の設置領域から前記耐熱性の低い部品の設置領域へと熱流を導くために前記バルク領域及び前記目的とする伝熱領域に配置された請求項 1 3 に記載の複合薄板。

10

【請求項 1 5】

前記導熱体及び前記絶縁基板が、前記耐熱性の高い部品の設置領域から、前記耐熱性の低い部品の設置領域から離れた方へと熱流を導くために前記バルク領域及び前記目的とする伝熱領域に配置された請求項 1 3 に記載の複合薄板。

【請求項 1 6】

前記目的とする伝熱領域の有効熱伝導率が前記バルク領域の前記有効熱伝導率の約 1 0 % の範囲内である請求項 1 3 に記載の複合薄板。

【請求項 1 7】

前記導熱体が、前記耐熱性の高い部品の設置領域、前記バルク領域及び前記目的とする伝熱領域を互いに熱的導通状態で配置する請求項 1 3 に記載の複合薄板。

20

【請求項 1 8】

前記目的とする伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記耐熱性の低い部品の設置領域を包囲する複数の導熱性リングを具備する請求項 1 3 に記載の複合薄板。

【請求項 1 9】

前記目的とする伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記耐熱性の低い部品の設置領域の周りで螺旋状の、複数の導熱性スポークを具備する請求項 1 3 に記載の複合薄板。

【請求項 2 0】

前記目的とする伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記耐熱性の低い部品の設置領域の周りで径方向に配列された複数の導熱性スポークを具備する請求項 1 3 に記載の複合薄板。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本願は、2 0 1 3 年 4 月 2 9 日に出願された米国仮出願シリアル番号 6 1 / 8 1 6 9 1 7 号の利益を主張し、その全開示は、参照により本願に組み込まれる。

【0 0 0 2】

本明細書は、概して温度管理装置に関し、より詳細には、温度管理機能を有する複合薄板 (composite lamina) を組み込む温度管理装置に関する。

【背景技術】

40

【0 0 0 3】

概して、電気部品は、電気部品の動作に起因する熱を生じる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、概して発熱の増加は、電気部品の性能及び動作に有害となり得る。従って、電気部品の動作による発熱は、周囲環境へと放出される (rejected) 。いくつかの用途において、耐熱性の低い (heat-sensitive) 電気部品は、他の電気部品からの熱が耐熱性の低い電気部品の動作に悪影響を与える位置に配置され得る。

【0 0 0 5】

50

従って、熱エネルギーの流れに影響を与える温度管理装置が必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

1つの実施形態において、伝熱管理装置は、絶縁基板及び絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体 (thermal conductor) を有する複合薄板と、複合薄板に結合された耐熱性の低い部品と、複合薄板に結合され且つ耐熱性の低い部品から遠位に配置された耐熱性の高い部品と、を有する。耐熱性の高い部品は、動作中に発熱する。導熱体及び絶縁基板は、耐熱性の低い部品の近傍にある、目的とする伝熱領域、及び、耐熱性の高い部品の近傍にある、バルク領域 (bulk region) に構成される。目的とする伝熱領域及びバルク領域は、互いに熱的導通状態 (thermal continuity) にある。

10

【0007】

別の実施形態において、伝熱を方向付けるための複合薄板は、絶縁基板と、絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた熱伝導体 (thermal conductor) と、耐熱性の低い部品の設置領域と、耐熱性の高い部品の設置領域と、を有する。導熱体及び絶縁基板は、耐熱性の低い部品の設置領域近傍にある、目的とする伝熱領域、及び、耐熱性の高い部品の設置領域近傍にある、バルク領域に構成される。目的とする伝熱領域及びバルク領域は、互いに熱的導通状態にある。

【0008】

ここで説明された実施形態によって提供されるこれらの付加的な機能は、図面と共に以下の詳細な説明によって、より詳細に理解される。

20

【0009】

図中で説明された実施形態は、本質的には概略的且つ例示にすぎず、請求の範囲により定義される主題を限定しようとするものではない。例示的实施形態に係る以下の詳細な説明は、以下の図面と共に参照することにより理解されることができ、同等の構造は、同等の参照符号で示される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の側面斜視図を概略的に示す。

【図2】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の上面図を概略的に示す。

30

【図3】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の側面図を概略的に示す。

【図4】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による図3の線A - Aに沿って示された複合薄板を有する伝熱管理装置の正面断面図を概略的に示す。

【図5】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合積層板組立体 (composite laminate assembly) の詳細な上面図を概略的に示す。

【図6】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合積層板組立体の詳細な上面図を概略的に示す。

【図7】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合積層板組立体の詳細な上面図を概略的に示す。

40

【図8】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の上面図を概略的に示す。

【図9】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の側面図を概略的に示す。

【図10】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による図9の線B - Bに沿って示された複合薄板を有する伝熱管理装置の正面断面図を概略的に示す。

【図11】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の上面図を概略的に示す。

【図12】本願で示され又は説明される1又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝

50

熱管理装置の正面図を概略的に示す。

【図 1 3】本願で示され又は説明される 1 又は複数の実施形態による複合薄板を有する伝熱管理装置の側面図を概略的に示す。

【図 1 4】本願で示され又は説明される 1 又は複数の実施形態による図 1 3 の線 C - C に沿って示された複合薄板を有する伝熱管理装置の詳細な正面断面図を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

ここで、伝熱管理装置に沿って熱流を方向付ける構造的な機能を有する、伝熱管理装置の実施形態について詳細に説明する。伝熱管理装置は、絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた絶縁基板及び導熱体を備える複合薄板を有する。導熱体は、複合薄板に配置された電子部品に対して構成される。導熱体は、熱エネルギーを、等方性の基板 (isotropic substrate) に沿った熱流 (heat flux) の方向及び / 又は流速とは異なる方向及び / 又は流速で、複合薄板に沿って送る (directs)。等方性の構成で複合薄板を設けることによって、熱エネルギーは、複合薄板に結合された電気部品の動作を向上させる方向及び / 又は流速で送られ得る。ここで、伝熱管理装置の様々な実施形態をより詳細に説明する。

10

【0012】

ここで図 1 を参照すると、伝熱管理装置 100 の 1 つの実施形態が示される。この実施形態において、伝熱管理装置 100 は、複合薄板 120 と、複合薄板 120 に結合された耐熱性の高い部品 112 と、複合薄板 120 に結合された耐熱性の低い部品 114 と、を有する回路基板組立体 110 である。ある実施形態において、複合薄板 120 は、プリント基板であってもよい。

20

【0013】

本開示による実施形態は、複合薄板 120 に結合された複数の電気部品 116 を含んでもよい。伝熱管理装置 100 は、熱エネルギーを周囲環境へと放出するように構成され、複合薄板 120 に結合されたヒートシンク 118 を有してもよい。

【0014】

図 1 に示された実施形態において、耐熱性の高い部品 112 は、その動作に起因して発熱するパワーエレクトロニクスデバイスであってもよい。耐熱性の高い部品 112 は、例えばコンピュータ処理ユニット、グラフィカル処理ユニット及びチップセット等の集積回路を含む様々な電子デバイスであってもよい。ある実施形態において、耐熱性の高い部品 112 は、パワーインバータ、電圧整流器及び電圧調整器等において使用されるようなパワー半導体デバイスであってもよい。限定されるものではないが、例示的なパワー半導体デバイスは、パワー絶縁ゲートバイポーラトランジスタ及び金属酸化膜電界効果トランジスタ等を含む。別の実施形態において、耐熱性の高い部品 112 は、電気モーター又は発電器 (generator) を含んでもよい。動作中、概して耐熱性の高い部品 112 は、耐熱性の高い部品 112 の設計された動作機能に起因する排熱として熱を生じる。電気部品は従来、温度過上昇の状態となった場合の温度誤動作又は温度による非一時的障害の影響を受けやすいため、伝熱管理装置において耐熱性の高い部品 112 によって生成された熱は、概して望ましいものではない。それにもかかわらず、耐熱性の高い部品 112 は、広い温度範囲に亘り動作し続ける。

30

40

【0015】

更に、図 1 で示された実施形態において、耐熱性の低い部品 114 は、例えば平面的なカプラ、インダクタ / 変圧器、Q 値の高い共振回路、検出器、電流検知レジスタ、水晶発振器、配列された光学的部品又はヒューマンインタフェース制御ボタン等を含む様々な耐熱性の低い電子デバイスから選択され得る。耐熱性の低い部品 114 の動作は、耐熱性の高い部品 112 によって生成された熱エネルギーによって悪い影響を受け得る。逆に、他の実施形態において、耐熱性の低い部品 114 は、例えば熱電発電器又は圧電ファン等の、上昇した熱エネルギーで向上した効率で動作する耐熱性の低い電子デバイスであってもよい。更に別の実施形態において、耐熱性の低い部品 114 は、例えば多相ヒートパイプ及び対流ヒートシンク等の、上昇した温度で向上した効率で動作する熱機械デバイスであって

50

もよい。こうした耐熱性の低い部品 1 1 4 へと流された上昇した熱エネルギーは、耐熱性の低い部品 1 1 4 の性能を向上させ得る。従って、複合薄板 1 2 0 に結合された耐熱性の低い部品 1 1 4 の温度を管理するため、複合薄板 1 2 0 は、複合薄板 1 2 0 に沿って流れる熱流の方向及び / 又は強度を変更する複数の伝熱管理機能を有する。

【 0 0 1 6 】

ここで図 2 から図 4 を参照すると、示された伝熱管理装置 1 0 0 の実施形態は、絶縁基板 1 4 0 と、絶縁基板 1 4 0 に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体 1 4 2 と、絶縁基板 1 4 0 に少なくとも部分的に組み込まれた導電体 1 4 4 と、を備える複合薄板 1 2 0 を有する。複合薄板 1 2 0 は、少なくとも 1 つの電子部品取付モジュール 1 2 2、1 2 4 を更に有し、それぞれ複合薄板 1 2 0 に取付けられる。電子部品取付モジュール 1 2 2、1 2 4 は、耐熱性の高い部品 1 1 2 又は耐熱性の低い部品 1 1 4 のそれぞれと、複合薄板 1 2 0 に組み込まれた導電体 1 4 4 と、の間の電気接続部を提供する。複数の電子リードは、絶縁基板 1 4 0 を通って、電子部品取付モジュール 1 2 2、1 2 4 から従来知られているような、一連のビア内の (in a series of vias) 導電体 1 4 4 へと延びる。電子部品取付モジュール 1 2 2、1 2 4 は、耐熱性の高い部品 1 1 2 又は耐熱性の低い部品 1 1 4 のそれぞれを、スナップインフィット又はロック保持カラー又はサーマルパッド (図示せず) によるアタッチメントによって固定してもよい。他の実施形態において、耐熱性の高い部品及び / 又は耐熱性の低い部品 1 1 2、1 1 4 は、複合薄板 1 2 0 に結合されてもよく、且つ、例えば、はんだ又は溶接によって、導電体 1 4 4 と電氣的導通状態で配置されてもよい。

【 0 0 1 7 】

図 2 から図 4 に示された実施形態において、複合薄板 1 2 0 は、絶縁基板 1 4 0 内に少なくとも部分的に組み込まれるように配置された導熱体 1 4 2 及び導電体 1 4 4 を含む。導熱体 1 4 2 は、例えば銅、銀、金及びこれらの合金を含む、高い熱伝導特性を有する任意の様々な材料から選択されてもよい。導熱体 1 4 2 は、絶縁基板の熱伝導率の係数 k_i よりも大きな熱伝導率の係数 k_o を有してもよく、 k_o が少なくとも k_i よりも大きな強度のオーダーであることを含んでもよい。同様に、導電体 1 4 4 は、例えば銅、銀、金及びこれらの合金等を含む、高い電子伝導特性を有する任意の様々な材料から選択されてもよい。絶縁基板 1 4 0 は、例えばカーボン強化材又はガラス強化材と結合され得るポリプロピレン、ポリエステル、ナイロン及びエポキシ等のようなプラスチックを含む、低い電子伝導性を有する任意の様々な材料から選択されてもよい。1 つの実施形態において、絶縁基板 1 4 0 は、ガラス強化エポキシである FR - 4 から作られてもよい。絶縁基板 1 4 0 は、熱伝導率の係数 k_i を有するが、これは、導熱体の熱伝導率の係数 k_o より小さい。

【 0 0 1 8 】

図 2 から図 4 に示されたように、複合薄板 1 2 0 の実施形態は、絶縁基板 1 4 0 の一方の側部に沿って少なくとも部分的に組み込まれた導熱体 1 4 2 の内部接続された、より線 (strand) の格子 (lattice) を有するバルク領域 1 3 2 を含む。バルク領域 1 3 2 における導熱体 1 4 2 の格子は、概して耐熱性の高い部品 1 1 2 において生成された熱をヒートシンク 1 1 8 へと流す配向で配置される。示された実施形態において、格子は、導熱体 1 4 2 によって形成される複数の正方形のセルを有する。当然のことながら、様々な多角形形状、幅、深さ及び長さを有することを含むこうした格子の様々な構成は、本開示の範囲から逸脱することなく複合薄板 1 2 0 へと組み込まれ得る。示された実施形態において、導熱体 1 4 2 の格子は、耐熱性の高い部品 1 1 2 からヒートシンク 1 1 8 へと主方向 (principal direction) 9 0 に延び、且つ、耐熱性の高い部品 1 1 2 からヒートシンク 1 1 8 へと主方向 9 0 に対して横断する交差方向 9 2 に延びるより線を含む。熱エネルギーを交差方向 9 2 へと方向付けることによって、導熱体 1 4 2 の向上した比率は、熱エネルギーをヒートシンク 1 1 8 へと方向付けるのに使用されてもよく、耐熱性の高い部品 1 1 2 からヒートシンク 1 1 8 及び周囲環境へと排出される熱の複合薄板 1 2 0 の効率を向上させ得る。

【 0 0 1 9 】

複合薄板 120 は、耐熱性の低い部品 114 近傍に配置された目的とする伝熱領域 130 を更に含む。目的とする伝熱領域 130 は、耐熱性の低い部品 114 を包囲する導熱体 142 の構成を有する。目的とする伝熱領域 130 の導熱体 142 は、バルク領域 132 の導熱体 142 と熱的導通状態であってもよく、これによって、熱流は、バルク領域 132 と目的とする伝熱領域 130 との間の導熱体 142 に沿って容易に流れる。導熱体 142 は、導電性も有するため、バルク領域 132 及び目的とする伝熱領域 130 の導熱体 142 間の熱的導通性は、バルク領域 132 及び目的とする伝熱領域 130 間の評価する (evaluating) 電氣的導通性によって変化し得る。これらの実施形態において、バルク領域 132 及び目的とする伝熱領域 130 は、熱流を、耐熱性の低い部品 114 から離れた方へと導いて (steer) もよい。目的とする伝熱領域 130 は、目的とする伝熱領域 130 近傍の位置において、複合薄板 120 の熱伝導率及び / 又は熱容量を変化させる一方で、目的とする伝熱領域 130 から遠位に配置された位置において概して伝導性の伝熱 (conductive heat transfer) を維持する。複合薄板 120 の熱伝導率を変更することによって、複合薄板 120 に沿った伝熱の安定状態が制御され得る。同様に、複合薄板 120 の熱容量を変更することによって、複合薄板 120 の、熱流の変化に対する一時的な (transient) 熱的応答が制御され得る。

10

【0020】

目的とする伝熱領域 130、230、330 の様々な実施形態は、図 5 から図 7 により詳細に示される。ここで示された目的とする伝熱領域 130、230、330 は、略円形であったが、当然のことながら、本開示に係る目的とする伝熱領域 130、230、330 の実施形態は、幾何学的形状によって限定されるべきものではない。従って、目的とする伝熱領域 130、230、330 の様々な実施形態は、様々な形状及び構成を呈してもよい。図 5 に示された実施形態において、目的とする伝熱領域 130 は、導熱体 142 及び絶縁基板 140 の複合構造によって形成される温度管理機能を有し、導熱体 142 は、耐熱性の低い部品の設置領域 138 を包囲する同心状のリング 150 で構成され、ここに、第 2 の電子部品取付モジュール 124 がある。目的とする伝熱領域 130 のリング 150 は、互いに交差しておらず、絶縁基板 140 によって互いに分離される。最も外側のリング 150 は、絶縁基板 140 に沿ってバルク領域 132 に配置された導熱体 142 の格子と熱的導通状態であってもよい。

20

【0021】

目的とする伝熱領域 130 のリング 150 は、目的とする伝熱領域 130 を通して熱流を低減させつつ熱エネルギーをリング 150 に沿って送る。従って、目的とする伝熱領域 130 は、耐熱性の低い部品 114 へと流れる熱エネルギーの量を低減させ得る。こうして、目的とする伝熱領域 130 は、耐熱性の低い部品 114 を、複合薄板 120 に沿って流れ得る熱流から覆って (mask) もよい。目的とする伝熱領域 130 の使用 (incorporation) は、耐熱性の低い部品 114 が動作する温度に対してセンシティブであり、且つ / 又は温度の時間変化によって耐熱性の低い部品 114 の寸法を横断する用途において有用となり得る。目的とする伝熱領域 130 のリング 150 は、熱流の主方向 90 において目的とする伝熱領域 130 に亘り評価される温度降下を低減してもよい。温度降下の低減及び目的とする伝熱領域 130 に亘り方向付けられた関連する熱流の低減は、耐熱性の低い部品 114 の、耐熱性の高い部品 112 からの熱的絶縁性を提供する一方で、複合薄板 120 内における電氣的導通性を維持する。

30

40

【0022】

図 5 に示された目的とする伝熱領域 130 は、概して耐熱性の低い部品の設置領域 138 に亘り一定の温度を維持することによって、複合薄板 120 に等温領域を形成してもよい。従って、等温領域は、目的とする伝熱領域 130 内の温度変化の低減を示し、温度勾配にさらされるときに悪影響を受ける耐熱性の低い電気部品にとって有益となり得る。

【0023】

目的とする伝熱領域 130、ここではリング 150 の温度管理機能は、目的とする伝熱領域 130 の有効熱伝導率 (effective thermal conductivity) がバルク領域 132 の有

50

効熱伝導率と同等となるように選択され得る。これは、低減された目的とする伝熱領域 130 及びバルク領域 132 の熱伝導率の係数の平均の比較によって評価されてもよく（すなわち、 $k_b = f \cdot k_c + (1 - f) \cdot k_s$ ）、ここで、 k_b は、低減されたバルク領域 132 の熱伝導率の係数の平均であり、 k_c は、導熱体 142 の熱伝導率の係数であり、 k_s は、絶縁基板 140 の熱伝導率の係数であり、 f は、バルク領域 132 内の導熱体 142 の体積分率（volume fraction）である。更に、ある実施形態において、リング 150 の幅及び深さは、目的とする伝熱領域 130 の熱容量を変化させるため、互いに対して変化し、且つ/又は、それらの長さに沿って変化してもよい。ある実施形態において、目的とする伝熱領域 130 の有効熱伝導率は、バルク領域 132 の有効熱伝導率の約 10% の範囲内にある。他の実施形態において、目的とする伝熱領域 130 の有効熱伝導率は、バルク領域 132 の有効熱伝導率の約 5% の範囲内にある。更に別の実施形態において、目的とする伝熱領域 130 の有効熱伝導率は、バルク領域 132 の有効熱伝導率に略等しい。目的とする伝熱領域 130 とバルク領域 132 との間の有効熱伝導率間の差の最小化は、目的とする伝熱領域 130 から離された位置における熱流の中断（disruption）を低減する。

10

20

30

40

50

【0024】

ここで図 6 を参照すると、目的とする伝熱領域 230 の別の実施形態が示される。目的とする伝熱領域 230 は、導熱体 142 及び絶縁基板 140 の複合構造を有し、導熱体 142 は、耐熱性の低い部品の設置領域 138、ここでは、第 2 の電子部品取付モジュール 124、を包囲するリング 150 と、複数のスポーク 152 であって同心円状のリング 150 を互いに熱的導通状態となるように配置するために同心円状のリング 150 間で径方向に延びる複数のスポーク 152 と、で構成される。図 6 に示されたスポーク 152 は径方向の配向で配置されるが、当然のことながら、スポーク 152 は、用途の要求に基づいた様々な構成で配置されてもよい。最も外側のリング 150 は、絶縁基板 140 に沿って配置された導熱体 142 の格子と熱的導通状態であってもよい。

【0025】

目的とする伝熱領域 230 の同心円状のリング 150 及びスポーク 152 は、熱流を、スポーク 152 に沿って、リング 150 間で流し、それによって、目的とする伝熱領域 230 を通る熱流は、格子のような構成に導熱体 142 及び絶縁基板 140 を組み込む複合薄板 120 のバルク領域 132 と比較して増加する。この実施形態において、格子のような構成の導熱体 142 が複合薄板 120 の耐熱性の高い部品の設置領域 136 の周りに配置される一方で、目的とする伝熱領域 230 は、耐熱性の低い部品の設置領域 138 を包囲する。従って、目的とする伝熱領域 230 は、耐熱性の低い部品 114 へと流れる熱流を増加させ得る。こうして、目的とする伝熱領域 230 は、耐熱性の低い部品 114 へと熱エネルギーを集中させる。目的とする伝熱領域 230 の使用は、例えば熱電部品を備え、上昇した温度勾配において向上した効率で耐熱性の低い部品 114 が動作する用途において有益となり得る。目的とする伝熱領域 230 の同心円状のリング 150 間のスポーク 152 は、熱流の主方向 90 において目的とする伝熱領域 230 に亘り評価される温度降下を増し得る。温度降下の増加及び目的とする伝熱領域 230 に亘り流れる熱流の同様な増加は、複合薄板 120 内の電氣的導通が維持される一方で、耐熱性の高い部品 112 によって生成された熱から、耐熱性の低い部品 114 の熱量増幅を生じさせ得る。

【0026】

ここで図 7 を参照すると、目的とする伝熱領域 330 の更に別の実施形態が示される。目的とする伝熱領域 330 は、導熱体 142 及び絶縁基板 140 の複合薄板を有し、導熱体 142 は、耐熱性の低い部品の設置領域 138、ここでは第 2 の電子部品取付モジュール 124 を包囲するために螺旋状の配向で延びる複数のスポーク 154 で構成される。図 7 で示されたスポーク 154 は、スポーク 154 の半径が格子のような領域からの距離の増加につれて減じられる螺旋状の配向で構成される一方で、当然のことながら、スポーク 154 は、用途の要求によって様々な構成で構成されてもよい。

【0027】

目的とする伝熱領域 330 のスポーク 154 は、スポーク 154 に沿って且つ目的とする伝熱領域 330 を通る線形方向の移動 (travelling) から離れるように熱エネルギーを送り、それによって、目的とする伝熱領域 330 に案内された熱エネルギーは、スポーク 154 の方向に従って回転させられる。こうして、目的とする伝熱領域 330 は、熱エネルギーを耐熱性の低い部品 114 の周りに方向付けてもよく、これによって、目的とする伝熱領域 330 内の熱エネルギーの輸送方向を回転させる。ある実施形態において、目的とする伝熱領域 330 は、耐熱性の低い部品の設置領域 138 近傍の、目的とする伝熱領域 330 の内部に沿って評価された温度降下が目的とする伝熱領域 330 の外部に沿って評価された温度降下とは逆となるように (inverted) 熱流を回転させてもよい。目的とする伝熱領域 330 の使用は、熱が特定の方向に流れるときに、耐熱性の低い部品 114 が向上した効率で動作する用途において有益となり得る。温度降下及び目的とする伝熱領域 330 に亘り流れる同様な熱流の減少は、耐熱性の低い部品 114 の、耐熱性の高い部品 112 によって生成された熱からの熱的絶縁性を提供し得る一方で、複合薄板 120 内の電氣的導通を維持する。

10

【0028】

本開示に係る目的とする伝熱領域 130、230、330 の、複合薄板 120 における使用は、複合薄板 120 の表面に沿った伝導性の伝熱の変化を可能とする。上述したように、回路基板組立体の実施形態が、上昇した温度又は高い温度勾配にさらされるときに悪影響を被る電気部品を有するとき、電気部品を熱流から覆い (shield)、又は、部品に対する熱エネルギーの流入を低減するために熱流を回転させる、目的とする伝熱領域が望まれる。これらの実施形態において、目的とする伝熱領域の使用は、耐熱性の低い部品が電氣的導通のため複合薄板へと取り付けられることを可能とする一方で、耐熱性の低い電気部品における上昇した温度のいかなる影響も最小化する。更に、上述したように、目的とする伝熱領域は、熱的環境を形状化するため (to provide shape the thermal environment)、耐熱性の低い部品を包囲する複合薄板に沿った別の幾何学的形状で構成されてもよい。

20

【0029】

同様に、上昇した温度において向上した効率で動作する電気部品のため、回路基板組立体の実施形態は、電気部品へと熱流を集める目的とする伝熱領域を組み込んでもよく、これによって、電気部品周りの温度を上昇させる。これらの実施形態において、温度の上昇は、耐熱性の低い電子部品の性能を向上させ得る。従って、熱エネルギーを耐熱性の低い電子部品に集めることによって、耐熱性の低い電子部品の向上した性能が実現され得る。

30

【0030】

再度図 2 から図 4 を参照すると、当然のことながら、導電体 144 及び絶縁基板 140 は、導熱体 142 によって伝えられる熱エネルギーに加えて、耐熱性の高い部品 112 からヒートシンク 118 及び / 又は耐熱性の低い部品 114 へと熱エネルギーを伝えてもよい。しかしながら、導熱体 142 は、絶縁基板 140 及び導電体 144 の熱伝導率より大きな、(導熱体 142 の熱伝導率及び幅及び厚さに基づいた) 熱伝導率を示してもよい。導熱体 142 の熱伝導率は、絶縁基板 140 及び導電体 144 より大きいため、耐熱性の高い部品 112 によって放出された熱エネルギーの大部分 (substantial portion) が導熱体 142 によって送られ得る。本開示に係る複合薄板 120 の詳細な設計は、導熱体 142 の位置が決定されたときに絶縁基板 140 及び導電体 144 の配置、寸法及び熱伝導率を決定し得る (may account for)。従って、複合薄板 120 の設計は、回路基板組立体 110 の様々な電気部品の熱分散 (thermal dissipation) 及び電氣的導通要求の両方を決定し得る。

40

【0031】

ある実施形態において、導熱体は、複合薄板においていかなる付加的な導電体も必要とせず耐熱性の高い部品を耐熱性の低い部品と電氣的導通状態で配置してもよい。これらの実施形態において、導熱体は、例えば耐熱性の低い部品及び耐熱性の高い部品を含む、複合薄板に取付けられた部品間の電氣導通状態を同時に維持する一方で、熱流の流れを複合

50

薄板に沿って送るように構成される。従って、こうした実施形態において、導熱体は、熱エネルギー及び電気エネルギーの両方を導通させる。

【0032】

ここで図8から図10を参照すると、伝熱管理装置400の別の実施形態が示される。この実施形態において、伝熱管理装置400は、複数の薄板422、424を備える複合積層板組立体420を有する。図8から図10に示された実施形態において、複合積層板組立体420は、第1の薄板422及び第2の薄板424を有する。当然のことながら、本開示に係る複合積層板組立体420は、特定の用途の要求に基づいて任意の数の薄板を有してもよい。第1の薄板422は、耐熱性の高い部品112及び耐熱性の低い部品114がそれぞれ結合され得る、第1の電子部品取付モジュール122及び第2の電子部品取付モジュール124を有する。複合積層板組立体420の第1の薄板422は、絶縁基板140に少なくとも部分的に組み込まれた複数の導電体144を有してもよい。示された実施形態において、導電体144は、第1の電子部品取付モジュール122及び第2の電子部品取付モジュール124に対向する第1の薄板422の内面に沿って配置される。電子部品取付モジュール122、124は、導電体144と電氣的導通状態で維持される。示された実施形態において、複数の電子リード444は、第1の電子部品取付モジュール122及び第2の電子部品取付モジュール124から導電体144へと延び、第1の電子部品取付モジュール122及び第2の電子部品取付モジュール124を、導電体144と電氣的導通状態で配置する。

10

【0033】

第1の薄板422は、組み込まれた導熱体442も有する。組み込まれた導熱体442は、絶縁基板140内に少なくとも部分的に組み込まれ、導電体144から電氣的に絶縁される。図8から図10に示された実施形態において、組み込まれた導熱体442は、第1の薄板422であってこれに沿って第1の電子部品取付モジュール122及び第2の電子部品取付モジュール124が配置される第1の薄板422の、外面から離される。組み込まれた導熱体442は、第1の電子部品取付モジュール122及び第2の電子部品取付モジュール124に対向する第1の薄板422の内面に沿って配置される(exposed)。

20

【0034】

第2の薄板424は、絶縁基板440に少なくとも部分的に組み込まれた絶縁基板440及び導熱体142を有する。図8から図10に示された実施形態において、導熱体142は、第2の薄板424の上面に沿って配置される。導熱体142は、上述した図2から図4で説明したのと同様な格子内に配置されることを含む様々な構成で配置されてもよい。導熱体142は、導熱体142及び導電体144が互いに電氣的に絶縁されたままであるように、導電体144から離されるように配置される。導熱体142は、第1の薄板422の組み込まれた導熱体442と熱的導通状態で配置される。

30

【0035】

第2の薄板424は、第2の薄板424の絶縁基板440内に少なくとも部分的に組み込まれた、目的とする伝熱領域130を更に含む。上述した目的とする伝熱領域130の実施形態と同様、目的とする伝熱領域130は、複合積層板組立体420に沿って送られる熱流を形状化(shape)するため、複合積層板組立体420の近位の(local)熱伝導率を変更してもよい。目的とする伝熱領域130の実施形態は、耐熱性の高い部品112によって生成された熱エネルギーから耐熱性の低い部品114を保護してもよく(shield)、或いは、耐熱性の高い部品112から耐熱性の低い部品114へと熱エネルギーを集めてもよい。

40

【0036】

電気信号は、耐熱性の高い部品112から或いは耐熱性の高い部品112へと、導電体144を通して伝えられる。耐熱性の高い部品112によって生成された熱は、複合積層板組立体420の第1の薄板422へと送られる。耐熱性の高い部品112によって生成された熱エネルギーの大部分は、第1の薄板422の組み込まれた導熱体442へと送られる。熱エネルギーは、複合積層板組立体420に沿って組み込まれた導熱体442から第2

50

の薄板 4 2 4 の導熱体 1 4 2 へと、ヒートシンク 1 1 8 及び / 又は耐熱性の低い部品 1 1 4 へと向かう熱的経路に沿って送られる。耐熱性の高い部品 1 1 2 からの熱エネルギーは、目的とする伝熱領域 1 3 0 の構成に基づいて、選択的に耐熱性の低い部品 1 1 4 からシールドされ、耐熱性の低い部品 1 1 4 へと集められ、或いは、耐熱性の低い部品 1 1 4 に関連して案内される。

【0037】

当然のことながら、複数の薄板の複合積層板組立体 4 2 0 の様々な構成は、複合積層板組立体 4 2 0 に沿った熱流の輸送が、複合積層板組立体 4 2 0 に取付けられた電気部品間の電氣的導通を維持する一方で、目的の効果を提供するべく制御され得るように、互いに電氣的に絶縁された導熱体 1 4 2 及び導電体 1 4 4 を組み込んでもよい。電気部品、導熱体及び / 又は導電体を絶縁基板 4 4 0 へと組み込む付加的な薄板は、目的の電子的組立体が、要求に応じて、熱エネルギーを周囲環境へと放熱でき、シールドし、或いは、耐熱性の低い部品電子部品へと集めることができるように回路基板組立体 4 1 0 に含まれてもよい。従って、当然のことながら、本開示に係る複合積層板組立体 4 2 0 の実施形態は、回路基板組立体 4 1 0 の電気部品の熱分散を生じさせ、且つ電氣的導通要求を満たすように設計されてもよい。更に、複合積層板組立体 4 2 0 の導熱体 1 4 2 及び導電体 1 4 4 は、熱流が、導電体 1 4 4 の熱伝導の影響を最小化する導熱体 1 4 2 に沿って選択的に送られ得るように絶縁基板 4 4 0 によって互いに分離されてもよい。

10

【0038】

複数の薄板の複合積層板組立体の更に別の実施形態において、特定の層の導熱体は、熱的導通及び電氣的導通の両方を伝熱管理装置の部品に提供してもよい。ある実施形態において、伝熱管理装置の部品間の電氣的導通は、部品が取付けられたプリント基板から離された複合薄板へと方向付けられてもよい。こうした実施形態において、部品間の熱的導通及び電氣的導通は、複数の薄板の複合積層板組立体の別の層を通して維持されてもよい。

20

【0039】

ここで図 1 1 を参照すると、複合積層板組立体 5 1 0 を組み込む伝熱管理装置 5 0 0 の別の実施形態が示される。この実施形態において、複合積層板組立体 5 1 0 は、複数の電子部品取付モジュール 1 2 2 を備え、且つ、少なくとも 1 つの、第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 を備える複合薄板 5 2 0 を有する。耐熱性の高い部品 1 1 2 は、電子部品取付モジュール 1 2 2 及び耐熱性の低い部品 1 1 4 へとそれぞれ取り付けられ、耐熱性の低い電子部品は、第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 に結合される。上述した実施形態と同様、複合薄板 5 2 0 は、絶縁基板 5 4 0 へと少なくとも部分的に組み込まれた導熱体 5 4 2 も有する。導熱体 5 4 2 は、その要素に沿って熱を伝えるように構成される。図 1 1 に示された実施形態において、導熱体 5 4 2 は、互いに熱的導通状態にある複数のより線を有する格子内に構成される。更に導熱体 1 2 は、目的とする伝熱領域 5 3 0 に構成される。目的とする伝熱領域 5 3 0 は、導熱体 1 4 2 のバルク領域 5 3 2 と比較して変形されたパターンを有し、それによって、バルク領域 5 3 2 における熱流の方向は、目的とする伝熱領域 5 3 0 における方向とは異なる。

30

【0040】

図 1 1 に示された実施形態において、目的とする伝熱領域 5 3 0 は、熱エネルギーを、それぞれの耐熱性の高い部品 1 1 2 から、耐熱性の低い部品 1 1 4 へと送り、熱エネルギーを耐熱性の高い部品 1 1 2 から耐熱性の低い部品 1 1 4 へと集める。こうした構成は、耐熱性の低い部品 1 1 4 が上昇した温度において向上した効率で動作する耐熱性の低い電子部品である用途に好適である。耐熱性の高い部品 1 1 2、耐熱性の低い部品 1 1 4、及び目的とする伝熱領域 5 3 0 の構成は、耐熱性の低い部品 1 1 4 へと流れる熱流を増加させ得る。

40

【0041】

ここで図 1 2 から図 1 4 を参照すると、伝熱管理装置 6 0 0 の別の実施形態が示される。この実施形態において、伝熱管理装置 6 0 0 は、複合積層板組立体 6 1 8 を形成するために互いに結合された複数の複合薄板 6 2 0 を有する。複合薄板 6 2 0 は、電気モーター

50

602の周りで組み立てられる。電気モーター602は、回転子の原動力を生成する固定子604内で回転するように構成された回転子606を有する。示された実施形態において、原動力の強さは、固定子604のコイル（図示せず）を流れる電気量、及び、回転子606の磁力の強さに基づく。コイルを流れる電気量が増加すると、概して回転子606によって提供される原動力が増加する。

【0042】

しかしながら、コイルを流れる電気の増加は、概して電気モーター602の動作温度の増加に関連する。電気モーター602の固定子604の温度を管理するため、伝熱管理装置600は、固定子604から熱流を引き出す複数の除熱装置610を有してもよく、これによって、固定子604の温度を低下させる。除熱装置610は、上昇した温度及び/又は上昇した温度勾配において向上した効率で駆動することができ、このため、除熱装置610は、耐熱性の低い部品である。ある実施形態において、除熱装置610は、例えば、非限定的に、ヒートパイプ、熱電クーラー及び伝導性ヒートシンク等であってもよい。

【0043】

ここで図14を参照すると、複合薄板620の1つが示される。複合積層板組立体618（図13に示される）におけるそれぞれの複合薄板620は、導熱体142及び絶縁基板140の同等な層を有してもよい。図14に示された実施形態において、複合薄板620は、絶縁基板140に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体142を有する。導熱体142は、バルク領域632及び複数の目的とする伝熱領域630に構成され、バルク領域632の伝導性の伝熱係数は、目的とする伝熱領域630の伝導性の伝熱係数より低い。図14に示された実施形態において、目的とする伝熱領域630は、互いに同心の関係で構成された複数のリング150と、径方向の關係に構成され且つ複数のリング150を互いに相互連結する複数のスポーク152と、を有する。上述したように、目的とする伝熱領域630は、熱流を除熱装置610へと送るために、耐熱性の高い部品（ここでは固定子604）から熱流を集めようとする。目的とする伝熱領域630のそれぞれを横断する熱流を増加させることによって、固定子604から排出される熱エネルギーは、高い効率で除熱装置610へと送られ得る。排熱の効率の増加は、設計包絡線（design envelope）を横断する固定子604の温度を維持するのに必要とされる除熱装置610の数を減らすことができる。更に、この実施形態において、複合薄板620のバルク領域632及び目的とする伝熱領域360は、熱流を除熱装置610（すなわち耐熱性の低い部品）へと導いてもよい。従って、目的とする伝熱領域630の使用は、伝熱管理装置600のコスト及び複雑さを低減し得る。

【0044】

当然のことながら、本開示に係る伝熱管理装置は、少なくとも、基板において少なくとも部分的に組み込まれた絶縁基板及び導熱体を備える複合薄板を有してもよい。導熱体は、目的とする伝熱領域及びバルク領域において構成される。プリント回路基板の熱伝導率は、複合薄板に沿った熱流の流れが目的とする伝熱領域においてバルク領域と比較して変化するように、導熱体によって局所的に変化する。目的とする伝熱領域における熱エネルギーの流れの変化は、耐熱性の低い部品が複合薄板に配置され、且つ、バルク領域に配置される耐熱性の低い部品と比較して、向上した効率で動作することを可能とする。

【0045】

4つのサンプルが上述した目的とする伝熱領域によって提案された伝熱特性を評価する試験のため準備された。標準の試験片（coupons）は、 $0.69\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の熱伝導率の係数を有する絶縁基板としてRO4350B材を用いて作られる。試験片は、 115 mm の全長と、 50 mm の幅を有する。絶縁基板は、 $508\text{ }\mu\text{m}$ の厚さを有する。 $400\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の熱伝導率の係数を有する銀めっきされた銅は、化学的エッチングによって、絶縁基板の上面及び底面に沿った $35\text{ }\mu\text{m}$ の厚さでバルク領域へと形成され、プリント回路基板試験片の全体厚さを $578\text{ }\mu\text{m}$ とする。銀めっきされた銅は、 2.5 mm の長さ及び幅寸法を有した複数の正方形のセルを備える $200\text{ }\mu\text{m}$ の厚さを有してバルク領域において構成された。絶縁基板の両端から 37.5 mm 延びる完全に銀めっきされた銅の

熱的ブスバー (thermal bus bars) は、内部流れ及び外部流れの熱を目的の領域、試験片の中心における 40 mm の所へと提供するためにも組み込まれる。正確な熱画像を容易とするため、高い放射率 (emissivity) ($\epsilon = 0.96 \sim 0.98$) の薄い一様なコーティング、平面的な黒いペイント、クライロン 1618 が、それぞれの試験片の目的の領域に塗布された。それぞれの複合構造の露出された上側の熱的輪郭は、試験装置の上方に直接配置された、校正された IR カメラ (FLIR SC7650) によって得られる。10 mm の径を有する同心円状のリングの内径に対応して横断する温度勾配が計測される。

【0046】

最大動力 50 W を有する 1 つの 120 V のカートリッジヒーターを受け入れるように縦に機械加工された中心孔を有する 30 mm × 30 mm × 50 mm の銅製のブロックヒーターでそれぞれの試験片に動力が付与される。11 W の最大冷却動力を有する直空 (direct-to-air) 熱電クーラーは、ヒーターに対向して配置され、ヒートシンクとして使用される。試験装置は、目的の領域以外絶縁部によって覆われ、大気環境に露出される。

【0047】

コンピュータシミュレーションモデルは、それぞれのテストケースの安定状態の伝熱をシミュレーションするように構成される。

【0048】

ベースライン。ベースライン試験片は、バルク領域が目的の領域に沿って延びる複数の正方形セルを有するように目的とする伝熱領域なく準備される。

【0049】

目的の領域を横断する 35 K の温度差を形成するため、動力をベースライン試験片に付与すると、他の試験片の同心円状のリングの内径に相当する距離で評価された温度勾配は、 $T = 8.3 \text{ K/cm}$ で評価される。比較において、シミュレーションモデルは、温度勾配が $T = 9 \text{ K/cm}$ であることを示した。

【0050】

サンプル 1。複数の同心円状のリングを備えた図 5 に対応する、目的とする伝熱領域を有する試験片は、9 つの 250 μm 幅の同心の銅リングを有して生成され、それぞれのリングは、均一に互いに離して配置され、同心円状のリングの外径は、18.5 mm となり、内径は 10 mm となった。

【0051】

目的の領域を横断する 35 K の温度差を形成するために動力をベースライン試験片に付与すると、同心円状のリングの内径を横断する、評価された温度勾配は、 $T = 0.22 \text{ K/cm}$ と評価された。比較において、シミュレーションモデルは、温度勾配が $T = 0.86 \text{ K/cm}$ であることを示した。

【0052】

サンプル 2。目的とする伝熱領域を有する試験片は、同心円状のリングを相互に連結する径方向のスポークを備えて複数の同心円状のリングを有する図 6 に対応し、2 つの 250 μm 幅の同心の銅リング、18.5 mm の外径を有する外部のリング、及び、10 mm の内径を有する内部のリングが形成される。サンプルは、同心円状のリング周りに一様に配列され且つ外部リング及び内部リングを接続する 90 の径方向スポークを有する。

【0053】

目的の領域を横断する 35 K の温度差を形成するために動力をベースライン試験片へと付与すると、同心円状のリングの内径を横断して評価される温度勾配は、 $T = 16.7 \text{ K/cm}$ と評価された。比較において、シミュレーションモデルは、温度勾配が $T = 19.5 \text{ K/cm}$ であることを示した。

【0054】

サンプル 3。複数のスポークを備えた、図 7 に相当する目的とする伝熱領域を有する試験片は、25 mm の外径を有し、且つ、10 mm の内径を有して形成された。サンプルは、16 の同等に配置された対数螺旋状の (logarithmic spiral) 銅スポークを有し、内径周りで略 300° 覆われる。それぞれの螺旋状スポークは、テーパー状であり、177 μ

10

20

30

40

50

mの内径幅及び414 μmの外径幅を有する。

【0055】

目的の領域を横断する35 Kの温度差を形成するためにベースライン試験片に動力付与すると、同心円状のリングの内径を横断して評価された温度勾配は、 $T = 1.1 \text{ K/cm}$ と評価し、温度勾配は、負であり、熱流が目的とする伝熱領域を横断して逆に流れることを示し、熱流は効果的に回転されることを示した。比較において、シミュレーションモデルは、負の温度勾配が $T = 1.9 \text{ K/cm}$ となることを示した。

【0056】

任意の定量比較、値、計測値又は他の代表値に元々備わり得る不確かさの本来の程度 (inherent degree) を示すために「概して」という語がここで使用されてきたことに留意されたい。ここで、この語は、本主題の基本的機能の変更なく、言及された参照から定量的代表値が変化し得る程度を示すためにも使用される。

10

【0057】

特定の実施形態がここで示され且つ説明されてきたが、当然のことながら、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、様々な他の変形例及び変更がなされ得る。更に、請求された主題の様々な態様がここで説明されてきたが、こうした態様は、組合せて使用される必要はない。従って、添付の請求の範囲は、特許請求の範囲内の主題のこうした全ての変形例及び変更を包含する。

【符号の説明】

【0058】

20

- 90 主方向
- 92 交差方向
- 100 伝熱管理装置
- 110 回路基板組立体
- 112 耐熱性の高い部品
- 114 耐熱性の低い部品
- 116 電気部品
- 118 ヒートシンク
- 120 複合薄板
- 122 電子部品取付モジュール
- 124 電子部品取付モジュール
- 130 目的とする伝熱領域
- 132 バルク領域
- 136 耐熱性の高い部品の設置領域
- 138 耐熱性の低い部品の設置領域
- 140 絶縁基板
- 142 導熱体
- 144 導電体
- 150 リング
- 152 スポーク
- 154 スポーク
- 230 目的とする伝熱領域
- 330 目的とする伝熱領域
- 400 伝熱管理装置
- 410 回路基板組立体
- 420 複合積層板組立体
- 422 第1の薄板
- 424 第2の薄板
- 440 絶縁基板
- 442 導熱性

30

40

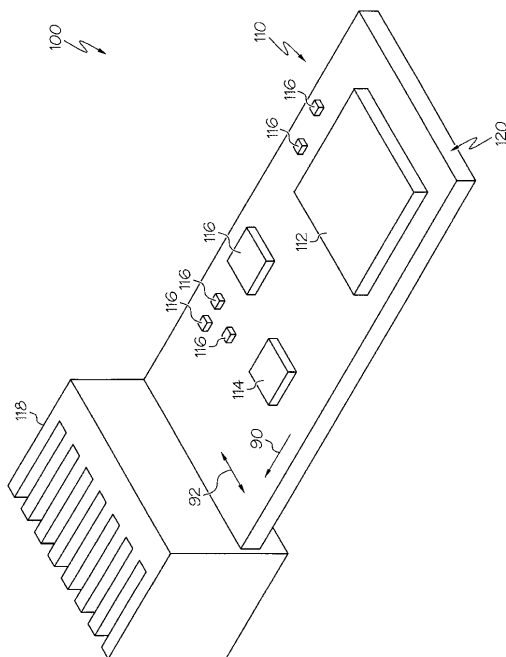
50

4 4 4 電子リード
 5 0 0 伝熱管理装置
 5 1 0 複合積層板組立体
 5 2 0 複合薄板
 5 3 2 バルク領域
 6 0 0 伝熱管理装置
 6 0 2 電気モーター
 6 0 4 固定子
 6 0 6 回転子
 6 1 0 除熱装置
 6 1 8 複合積層板組立体
 6 2 0 複合薄板
 6 3 0 目的とする伝熱領域
 6 3 2 バルク領域

10

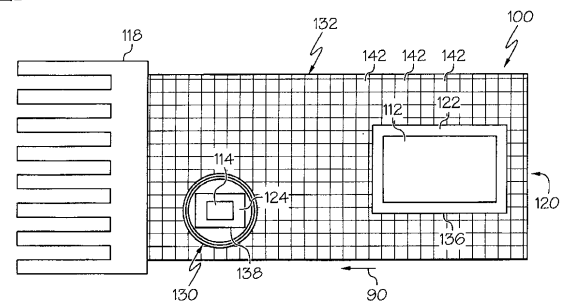
【図 1】

図1



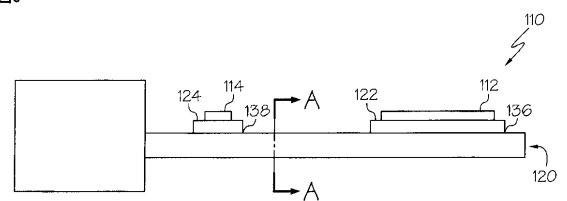
【図 2】

図2



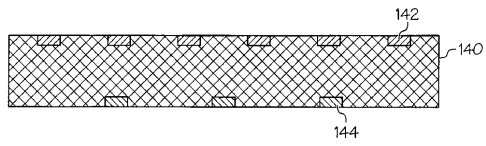
【図 3】

図3



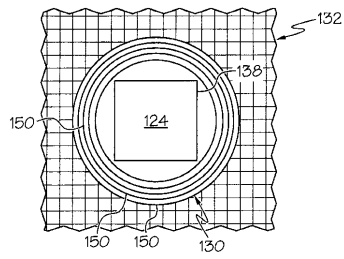
【 図 4 】

図4



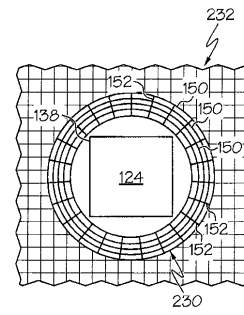
【 図 5 】

図5



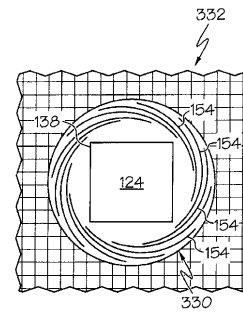
【 図 6 】

図6



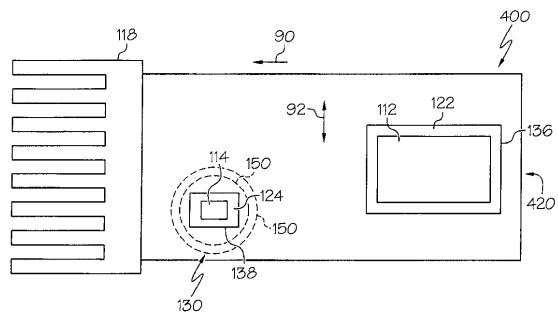
【 図 7 】

図7



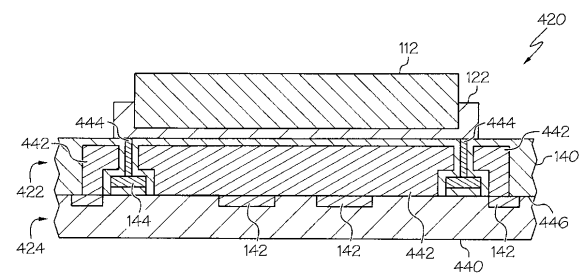
【 図 8 】

図8



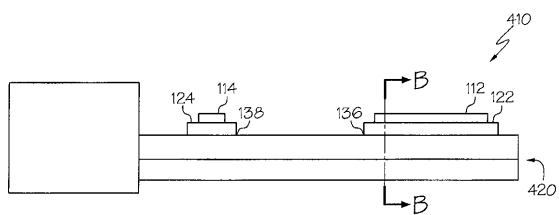
【 図 10 】

図10



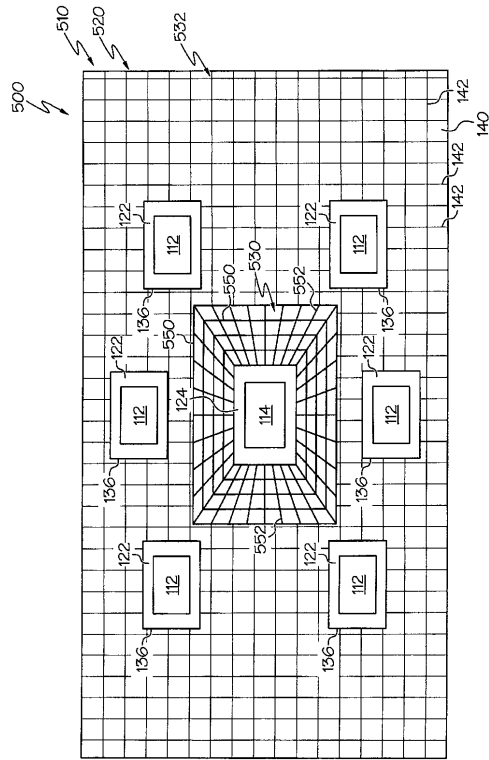
【 図 9 】

図9



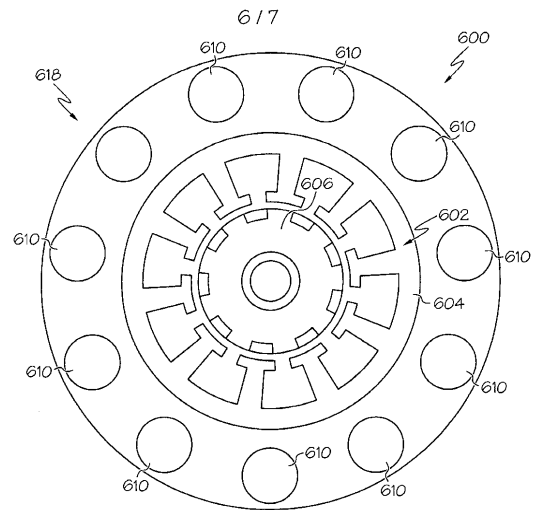
【図 1 1】

図11



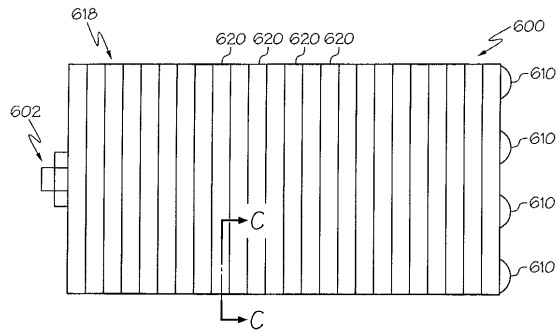
【図 1 2】

図12



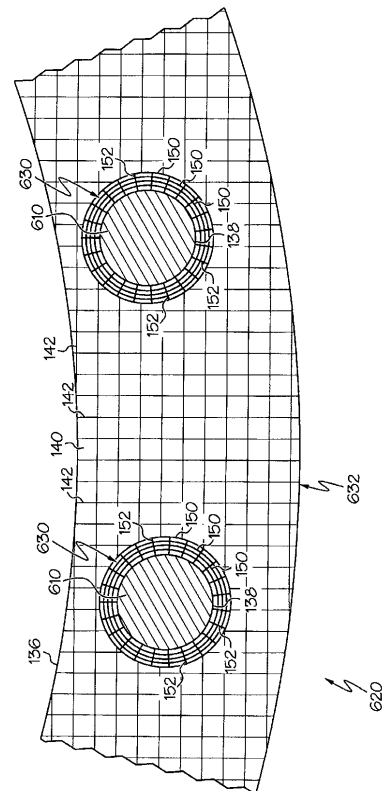
【図 1 3】

図13



【図 1 4】

図14



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	H 0 5 K 7/20	F

(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 エーカン メーメット デデ
アメリカ合衆国, ミシガン 4 8 1 0 5 , アナーバー, パートン ドライブ 7 0 8

(72)発明者 野村 壮史
アメリカ合衆国, ミシガン 4 8 1 0 5 , アナーバー, アビゲール ウェイ 1 5 7 1

(72)発明者 ポール シュマレンバーグ
アメリカ合衆国, ミシガン 4 8 1 0 5 , アナーバー, ランカシャー ドライブ 2 4 2 1 , ナン
パー 1 エー

(72)発明者 リ ジェ スン
アメリカ合衆国, ミシガン 4 8 1 0 3 , アナーバー, ビラ フランス 5 8 6 1

F ターム(参考) 5E322 AA01 AA11 AB11 FA04
5E338 AA03 AA16 BB63 BB75 BB80 CC10 CD02 CD12 EE01 EE02
5F136 BA04 BB03 CC26 DA43 DA44