

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6306418号  
(P6306418)

(45) 発行日 平成30年4月4日 (2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日 (2018.3.16)

(51) Int.Cl.

H05K 1/02 (2006.01)

F I

H05K 1/02 Q

H05K 1/02 F

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-92593 (P2014-92593)	(73) 特許権者	507342261
(22) 出願日	平成26年4月28日 (2014.4.28)		トヨタ モーター エンジニアリング ア
(65) 公開番号	特開2014-216656 (P2014-216656A)		ンド マニュファクチャリング ノース
(43) 公開日	平成26年11月17日 (2014.11.17)		アメリカ, インコーポレイティド
審査請求日	平成28年7月11日 (2016.7.11)		アメリカ合衆国, ケンタッキー 4101
(31) 優先権主張番号	61/816, 917		8, アーランガー, アトランティック ア
(32) 優先日	平成25年4月29日 (2013.4.29)		ベニュー 25
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	14/038, 834		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成25年9月27日 (2013.9.27)	(74) 代理人	100102819
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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】 プリント基板、回路基板組立体及び伝熱管理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プリント基板であって、  
絶縁基板と、  
該絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導電体と、  
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であって、前記導電体から電気的に絶縁された導熱体と、  
第1の設置領域と、  
第2の設置領域と、を具備し、  
前記絶縁基板及び前記導熱体が、  
前記第2の設置領域近傍の伝熱領域であって、前記第2の設置領域を完全に包囲する前記導熱体の構成を有する伝熱領域、及び、  
前記第2の設置領域から離れた位置におけるバルク領域であって、前記伝熱領域の導熱体と熱的導通状態にある前記導熱体の格子構成を有するバルク領域、  
に構成された、プリント基板。

【請求項 2】

前記絶縁基板及び前記導熱体の前記バルク領域近傍に配置された電子部品取付モジュールを更に具備する請求項1に記載のプリント基板。

【請求項 3】

前記絶縁基板及び前記導熱体の前記伝熱領域近傍に配置された電子部品取付モジュール

を更に具備する請求項 1 に記載のプリント基板。

【請求項 4】

前記絶縁基板及び前記導熱体の前記バルク領域近傍に配置されたヒートシンクを更に具備する請求項 1 に記載のプリント基板。

【請求項 5】

前記伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記第 2 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更に具備する請求項 1 に記載のプリント基板。

【請求項 6】

前記伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記第 2 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 1 に記載のプリント基板。

10

【請求項 7】

前記伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記第 2 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 1 に記載のプリント基板。

【請求項 8】

前記伝熱領域の有効熱伝導率が、前記バルク領域の有効熱伝導率の約 10 % の範囲内である請求項 1 に記載のプリント基板。

【請求項 9】

回路基板組立体であって、

絶縁基板、該絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導電体、該導電体と電氣的導通状態にある第 2 の設置領域、前記導電体と電氣的導通状態にある第 1 の設置領域、及び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であって前記導電体から電氣的に絶縁された導熱体、を有するプリント基板と、

20

前記第 2 の設置領域に結合された第 2 の部品と、

前記第 1 の設置領域に結合された第 1 の部品と、を具備し、

前記絶縁基板及び前記導熱体が、

前記第 2 の設置領域近傍の伝熱領域であって、前記第 2 の設置領域を完全に包囲する前記導熱体の構成を有する伝熱領域、及び、

前記第 2 の設置領域から離れた位置におけるバルク領域であって、前記伝熱領域の導熱体と熱的導通状態にある前記導熱体の格子構成を有するバルク領域、

30

に構成された、回路基板組立体。

【請求項 10】

前記導電体が、第 1 の積層板に組み込まれ、且つ、前記導熱体が、第 2 の積層板に組み込まれ、前記第 1 の積層板及び前記第 2 の積層板が、前記プリント基板において互いに結合された請求項 9 に記載の回路基板組立体。

【請求項 11】

前記導熱体が前記第 2 の設置領域近傍の伝熱領域に構成され、前記伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記第 2 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 9 に記載の回路基板組立体。

【請求項 12】

前記導熱体が、前記第 2 の設置領域近傍の伝熱領域に構成され、前記伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記第 2 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 9 に記載の回路基板組立体。

40

【請求項 13】

前記導熱体が前記第 2 の設置領域近傍の伝熱領域に構成され、前記伝熱領域が、前記絶縁基板に組み込まれ且つ前記第 2 の設置領域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 9 に記載の回路基板組立体。

【請求項 14】

伝熱管理装置であって、

絶縁基板と、該絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導電体と、該絶縁基板に少

50

なくとも部分的に組み込まれた導熱体であって前記導電体から電氣的に絶縁された導熱体とを有するプリント基板と、

前記プリント基板に結合された第 1 の部品と、

前記プリント基板に結合され且つ前記第 1 の部品から遠位に配置された第 2 の部品と、を具備し、

前記プリント基板が、前記第 1 の部品及び前記第 2 の部品を互いに熱的導通状態に配置し、前記導熱体及び前記絶縁基板が、

前記第 1 の部品近傍の伝熱領域であって、前記第 1 の部品を完全に包囲する前記導熱体の構成を有する伝熱領域、及び、

前記第 2 の部品近傍のバルク領域であって、前記伝熱領域の導熱体と熱的導通状態にある前記導熱体の格子構成を有するバルク領域、

に構成された、伝熱管理装置。

#### 【請求項 15】

前記伝熱領域の有効熱伝導率が、前記バルク領域の有効熱伝導率の約 10 % の範囲内である請求項 14 に記載の伝熱管理装置。

#### 【請求項 16】

前記第 1 の部品が熱発電器を具備する請求項 14 に記載の伝熱管理装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本願は、2013 年 4 月 29 日に出願された米国仮出願シリアル番号 61 / 816917 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。

#### 【0002】

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プリント基板を組み込む温度管理装置に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0003】

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】

#### 【0004】

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。

#### 【0005】

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、プリント基板は、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導電体と、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) と、を有する。プリント基板は、耐熱性の高い部品の設置領域と、耐熱性の低い部品の設置領域と、を更に有する。絶縁基板及び導熱体は、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、耐熱性の低い部品の近傍にある、バルク領域 (bulk region) に構成される。

#### 【0007】

別の実施形態において、回路基板組立体は、絶縁基板を備えるプリント基板と、絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導電体と、導電体と電氣的導通状態にある耐熱性の低い部品の設置領域と、導電体と電氣的導通状態にある耐熱性の高い部品の設置領域と、絶縁基板に少なくとも部分的に組み込まれた導熱体と、を有する。回路基板組立体は、耐

10

20

30

40

50

熱性の低い部品の設置領域に結合された耐熱性の高い部品と、耐熱性の高い部品の設置領域に結合された耐熱性の低い部品と、を更に有する。

【 0 0 0 8 】

別の実施形態において、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熱伝導体 (thermal conductor) を備えるプリント基板と、プリント基板に結合された耐熱性の低い部品と、プリント基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。プリント基板は、耐熱性の低い部品及び耐熱性の高い部品を互いに熱的導通状態で配置し、導熱体及び絶縁基板は、耐熱性の低い部品近傍の目的とする伝熱領域及び耐熱性の高い部品近傍のバルク領域に配置される。

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

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。例示の実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】

【 0 0 1 1 】

【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プリント基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プリント基板を有する伝熱管理装置の上面図を概略的に示す。

【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プリント基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 に沿って示されたプリント基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回路基板組立体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回路基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回路基板組立体の詳細な上面図を概略的に示す。

【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プリント基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プリント基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 に沿って示されたプリント基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プリント基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プリント基板を有する伝熱管理装置の正面図を概略的に示す。

【図 13】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プリント基板を有する伝熱管理装置の側面図を概略的に示す。

【図 14】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 13 の線 C - C に沿って示されたプリント基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】

【 0 0 1 2 】

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

10

20

30

40

50

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プリント基板を有する。導熱体は、プリント基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、プリント基板に沿って送る (directs)。等方性の構成でプリント基板を設けることによって、熱エネルギーは、プリント基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。

#### 【0013】

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、プリント基板120と、プリント基板120に結合された耐熱性の高い部品112と、プリント基板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。本開示による実施形態は、プリント基板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、プリント基板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。

#### 【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もよい。こうした耐熱性の低い部品114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114の性能を向上させ得る。従って、プリント基板120に結合された耐熱性の低い部品114の温度を管理するため、プリント基板120は、プリント基板120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。

#### 【0016】

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100の実施形態は、絶縁基板140と、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と、絶縁基板140に少なくとも部分的に組み込まれた導電体144と、を備えるプリント基板120を有する。プリント基板120は、少なくとも1つの電子部品取付モジュール122、

10

20

30

40

50

124を更に有し、それぞれプリント基板120に取付けられる。電子部品取付モジュール122、124は、耐熱性の高い部品112又は耐熱性の低い部品114のそれぞれと、プリント基板に組み込まれた導電体144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140を通して、電子部品取付モジュール122、124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144へと延びる。電子部品取付モジュール122、124は、耐熱性の高い部品112又は耐熱性の低い部品114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112、114は、プリント基板120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144と電氣的導通状態で配置されてもよい。

10

#### 【0017】

図2から図4に示された実施形態において、プリント基板120は、絶縁基板140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142及び導電体144を含む。導熱体142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142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 $k_c$ を有してもよく、 $k_c$ 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144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140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140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140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 $k_c$ より小さい。

20

#### 【0018】

図2から図4に示されたように、プリント基板120の実施形態は、絶縁基板140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142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132を含む。バルク領域132における導熱体142の格子は、概して耐熱性の高い部品112において生成された熱をヒートシンク118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142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プリント基板120へと組み込まれ得る。示された実施形態において、導熱体142の格子は、耐熱性の高い部品112からヒートシンク118へと主方向(principal direction)90に延び、且つ、耐熱性の高い部品112からヒートシンク118へと主方向90に対して横断する交差方向92に延びるより線を含む。熱エネルギーを交差方向92へと方向付けることによって、導熱体142の向上した比率は、熱エネルギーをヒートシンク118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112からヒートシンク118及び周囲環境へと排出される熱のプリント基板120の効率を向上させ得る。

30

40

#### 【0019】

プリント基板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

50

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、プリント基板 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。プリント基板 120 の熱伝導率を変更することによって、プリント基板 120 に沿った伝熱の安定状態が制御され得る。同様に、プリント基板 120 の熱容量を変更することによって、プリント基板 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。

#### 【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。

#### 【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、プリント基板 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、プリント基板 120 内における電氣的導通性を維持する。

#### 【0022】

図 5 に示された目的とする伝熱領域 130 は、温度がプリント基板で維持されるとき、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、プリント基板 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 1 3 0 の有効熱伝導率は、バルク領域 1 3 2 の有効熱伝導率の約 1 0 % 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 1 3 0 の有効熱伝導率は、バルク領域 1 3 2 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 1 3 0 の有効熱伝導率は、バルク領域 1 3 2 の有効熱伝導率に略等しい。目的とする伝熱領域 1 3 0 とバルク領域 1 3 2 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 1 3 0 から離された位置における熱流の中断 (disruption) を低減する。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで図 6 を参照すると、目的とする伝熱領域 2 3 0 の別の実施形態が示される。目的とする伝熱領域 2 3 0 は、導熱体 1 4 2 及び絶縁基板 1 4 0 の複合構造を有し、導熱体 1 4 2 は、耐熱性の低い部品の設置領域 1 3 8、ここでは、第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4、を包囲するリング 1 5 0 と、複数のスポーク 1 5 2 であって同心円状のリング 1 5 0 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 1 5 0 間で径方向に延びる複数のスポーク 1 5 2 と、で構成される。図 6 に示されたスポーク 1 5 2 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 1 5 2 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 1 5 0 は、絶縁基板 1 4 0 に沿って配置された導熱体 1 4 2 の格子と熱的導通状態であってもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

目的とする伝熱領域 2 3 0 の同心円状のリング 1 5 0 及びスポーク 1 5 2 は、熱流を、スポーク 1 5 2 に沿って、リング 1 5 0 間で流し、それによって、目的とする伝熱領域 2 3 0 を通る熱流は、格子のような構成に導熱体 1 4 2 及び絶縁基板 1 4 0 を組み込むプリント基板 1 2 0 のバルク領域 1 3 2 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 1 4 2 がプリント基板 1 2 0 の耐熱性の高い部品の設置領域 1 3 6 の周りに配置される一方で、目的とする伝熱領域 2 3 0 は、耐熱性の低い部品の設置領域 1 3 8 を包囲する。従って、目的とする伝熱領域 2 3 0 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。こうして、目的とする伝熱領域 2 3 0 は、耐熱性の低い部品 1 1 4 へと熱エネルギーを集中させる。目的とする伝熱領域 2 3 0 の使用は、例えば熱電部品の備え、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 1 1 4 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 2 3 0 の同心円状のリング 1 5 0 間のスポーク 1 5 2 は、熱流の主方向 9 0 において目的とする伝熱領域 2 3 0 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 2 3 0 に亘り流れる熱流の同様な増加は、プリント基板 1 2 0 内の電氣的導通が維持される一方で、耐熱性の高い部品 1 1 2 によって生成された熱から、耐熱性の低い部品 1 1 4 の熱量増幅を生じさせ得る。

#### 【 0 0 2 6 】

ここで図 7 を参照すると、目的とする伝熱領域 3 3 0 の更に別の実施形態が示される。目的とする伝熱領域 3 3 0 は、導熱体 1 4 2 及び絶縁基板 1 4 0 のプリント基板を有し、導熱体 1 4 2 は、耐熱性の低い部品の設置領域 1 3 8、ここでは第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 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 1 5 4 で構成される。図 7 で示されたスポーク 1 5 4 は、スポーク 1 5 4 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 1 5 4 は、用途の要求によって様々な構成で構成されてもよい。

#### 【 0 0 2 7 】

目的とする伝熱領域 3 3 0 のスポーク 1 5 4 は、スポーク 1 5 4 に沿って且つ目的とする伝熱領域 3 3 0 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 3 3 0 に案内された熱エネルギーは、スポーク 1 5 4 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 3 3 0 は、熱エネルギーを耐熱性の低い部品 1 1 4 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 3 3 0 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 3 3 0 は、耐熱性の低い部品の設置領域 1 3 8 近傍の、目的とする伝熱領域 3 3 0



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、プリント基板 120 内の電氣的導通を維持する。

#### 【0028】

本開示に係る目的とする伝熱領域 130、230、330 の、プリント基板 120 における使用は、プリント基板 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プリント基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プリント基板に沿った別の幾何学的形状で構成されてもよい。

#### 【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。

#### 【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。本開示に係るプリント基板 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、プリント基板 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。

#### 【0031】

ある実施形態において、導熱体は、プリント基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、プリント基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、熱流の流れをプリント基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氣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 を備えるプリント基板 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 の積層板 422 及び第 2 の積層板 424 を有する。当然のことながら、

10

20

30

40

50

本開示に係るプリント基板 4 2 0 は、特定の用途の要求に基づいて任意の数の積層板を有してもよい。第 1 の積層板 4 2 2 は、耐熱性の高い部品 1 1 2 及び耐熱性の低い部品 1 1 4 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 1 2 2 及び第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 を有する。プリント基板 4 2 0 の第 1 の積層板 4 2 2 は、絶縁基板 1 4 0 に少なくとも部分的に組み込まれた複数の導電体 1 4 4 を有してもよい。示された実施形態において、導電体 1 4 4 は、第 1 の電子部品取付モジュール 1 2 2 及び第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 に対向する第 1 の積層板 4 2 2 の内面に沿って配置される。電子部品取付モジュール 1 2 2、1 2 4 は、導電体 1 4 4 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 4 4 4 は、第 1 の電子部品取付モジュール 1 2 2 及び第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 から導電体 1 4 4 へと延び、第 1 の電子部品取付モジュール 1 2 2 及び第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 を、導電体 1 4 4 と電氣的導通状態で配置する。

10

#### 【 0 0 3 3 】

第 1 の積層板 4 2 2 は、組み込まれた導熱体 4 4 2 も有する。組み込まれた導熱体 4 4 2 は、絶縁基板 1 4 0 内に少なくとも部分的に組み込まれ、導電体 1 4 4 から電氣的に絶縁される。図 8 から図 1 0 に示された実施形態において、組み込まれた導熱体 4 4 2 は、第 1 の積層板 4 2 2 であってこれに沿って第 1 の電子部品取付モジュール 1 2 2 及び第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 が配置される第 1 の積層板 4 2 2 の、外面から離される。組み込まれた導熱体 4 4 2 は、第 1 の電子部品取付モジュール 1 2 2 及び第 2 の電子部品取付モジュール 1 2 4 に対向する第 1 の積層板 4 2 2 の内面に沿って配置される (exposed)。

20

#### 【 0 0 3 4 】

第 2 の積層板 4 2 4 は、絶縁基板 4 4 0 に少なくとも部分的に組み込まれた絶縁基板 4 4 0 及び導熱体 1 4 2 を有する。図 8 から図 1 0 に示された実施形態において、導熱体 1 4 2 は、第 2 の積層板 4 2 4 の上面に沿って配置される。導熱体 1 4 2 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 1 4 2 は、導熱体 1 4 2 及び導電体 1 4 4 が互いに電氣的に絶縁されたままであるように、導電体 1 4 4 から離されるように配置される。導熱体 1 4 2 は、第 1 の積層板 4 2 2 の組み込まれた導熱体 4 4 2 と熱的導通状態で配置される。

30

#### 【 0 0 3 5 】

第 2 の積層板 4 2 4 は、第 2 の積層板 4 2 4 の絶縁基板 4 4 0 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 1 3 0 を更に含む。上述した目的とする伝熱領域 1 3 0 の実施形態と同様、目的とする伝熱領域 1 3 0 は、プリント基板 4 2 0 に沿って送られる熱流を形状化 (shape) するため、プリント基板 4 2 0 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 1 3 0 の実施形態は、耐熱性の高い部品 1 1 2 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 1 1 4 を保護してもよく (shield)、或いは、耐熱性の高い部品 1 1 2 から耐熱性の低い部品 1 1 4 へと熱エネルギーを集めてもよい。

#### 【 0 0 3 6 】

電気信号は、耐熱性の高い部品 1 1 2 から或いは耐熱性の高い部品 1 1 2 へと、導電体 1 4 4 を通して伝えられる。耐熱性の高い部品 1 1 2 によって生成された熱は、プリント基板 4 2 0 の第 1 の積層板 4 2 2 へと送られる。耐熱性の高い部品 1 1 2 によって生成された熱エネルギーの大部分は、第 1 の積層板 4 2 2 の組み込まれた導熱体 4 4 2 へと送られる。熱エネルギーは、プリント基板 4 2 0 に沿って組み込まれた導熱体 4 4 2 から第 2 の積層板 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。

40

#### 【 0 0 3 7 】

50

当然のことながら、複数の積層プリント基板 4 2 0 の様々な構成は、プリント基板 4 2 0 に沿った熱流の輸送が、プリント基板 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積層は、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、本開示に係るプリント基板 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、プリント基板 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

#### 【 0 0 3 8 】

複数の積層プリント基板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プリント基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、複数の積層プリント基板の別の層を通して維持されてもよい。

#### 【 0 0 3 9 】

ここで図 1 1 を参照すると、回路基板組立体 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、回路基板組立体 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 を備えるプリント基板 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、プリント基板 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。

20

30

#### 【 0 0 4 0 】

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

#### 【 0 0 4 1 】

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、電気モーター 6 0 2 周りに組み込まれた複数のプリント基板 6 2 0 を有する。電気モーター 6 0 2 は、回転子の原動力を生成する固定子 6 0 4 内で回転するように構成された回転子 6 0 6 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 6 0 4 のコイル ( 図示せず ) を流れる電氣量、及び、回転子 6 0 6 の磁力の強さに基づく。コイルを流れる電氣量が増加すると、概して回転子 6 0 6 によって提供される原動力が増加する。

#### 【 0 0 4 2 】

しかしながら、コイルを流れる電氣の増加は、概して電気モーター 6 0 2 の動作温度の

50

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、プリント基板 620 の 1 つが示される。この実施形態において、プリント基板 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、径方向の関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、絶縁基板と、絶縁基板において少なくとも部分的に組み込まれた導電体と、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と、を備えるプリント基板を有してもよい。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、プリント基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プリント基板に配置され、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、 $115 \text{ mm}$  の全長と、 $50 \text{ mm}$  の幅を有する。絶縁基板は、 $508 \mu\text{m}$  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  $35 \mu\text{m}$  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  $578 \mu\text{m}$  とする。銀めっきされた銅は、 $2.5 \text{ mm}$  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  $200 \mu\text{m}$  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  $37.5 \text{ mm}$  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  $40 \text{ mm}$  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）（ $= 0.96 \sim 0.98$ ）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。 $10 \text{ mm}$  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。

10

【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  $\mu\text{m}$  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。

20

【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  $\mu\text{m}$  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。

30

【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、テーパ状であり、177  $\mu\text{m}$  の内径幅及び 414  $\mu\text{m}$  の外径幅を有する。

40

【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】

50

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。

【 0 0 5 7 】

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。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

- 9 0 主方向
- 9 2 交差方向
- 1 0 0 伝熱管理装置
- 1 1 0 回路基板組立体
- 1 1 2 耐熱性の高い部品
- 1 1 4 耐熱性の低い部品
- 1 1 6 電気部品
- 1 1 8 ヒートシンク
- 1 2 0 プリント基板
- 1 2 2 電子部品取付モジュール
- 1 2 4 電子部品取付モジュール
- 1 3 0 目的とする伝熱領域
- 1 3 2 バルク領域
- 1 3 6 耐熱性の高い部品の設置領域
- 1 3 8 耐熱性の低い部品の設置領域
- 1 4 0 絶縁基板
- 1 4 2 導熱体
- 1 4 4 導電体
- 1 5 0 リング
- 1 5 2 スポーク
- 1 5 4 スポーク
- 2 3 0 目的とする伝熱領域
- 3 3 0 目的とする伝熱領域
- 4 0 0 伝熱管理装置
- 4 1 0 回路基板組立体
- 4 2 0 プリント基板
- 4 2 2 第 1 の積層
- 4 2 4 第 2 の積層
- 4 4 0 絶縁基板
- 4 4 2 導熱性
- 4 4 4 電子リード
- 5 0 0 伝熱管理装置
- 5 1 0 回路基板組立体
- 5 2 0 プリント基板
- 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

20

30

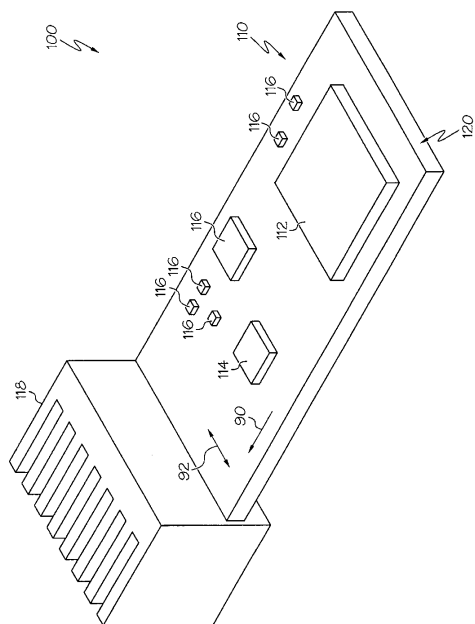
40

50

- 6 0 6      回転子
- 6 1 0      除熱装置
- 6 2 0      プリント基板
- 6 3 0      目的とする伝熱領域
- 6 3 2      バルク領域

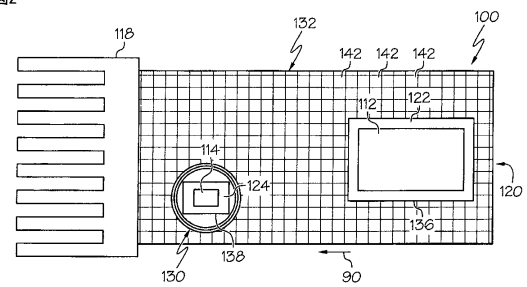
【図 1】

図1



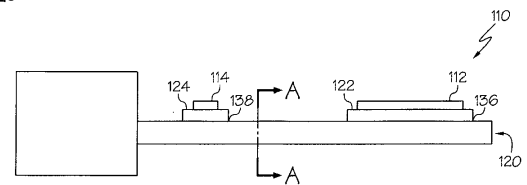
【図 2】

図2



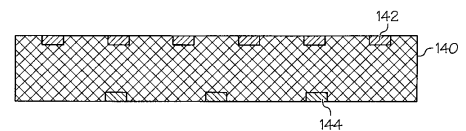
【図 3】

図3



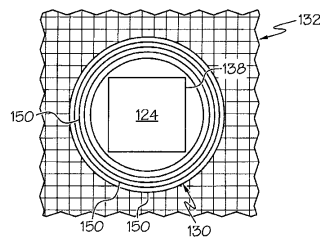
【図 4】

図4



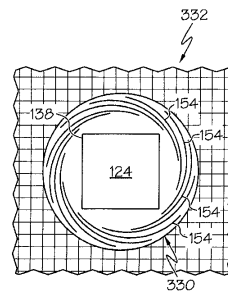
【図 5】

図5



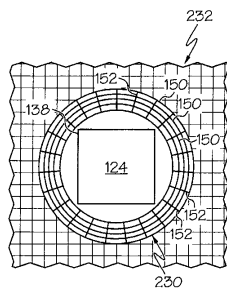
【図 7】

図7



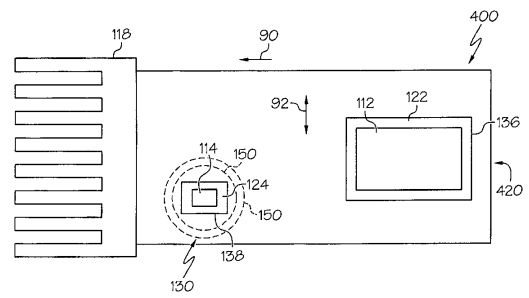
【図 6】

図6



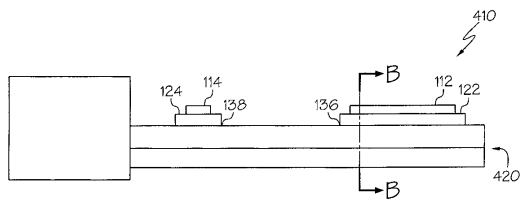
【図 8】

図8



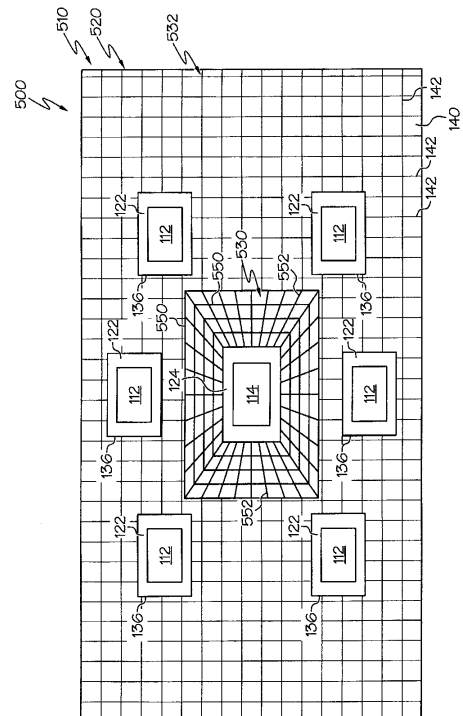
【図 9】

図9



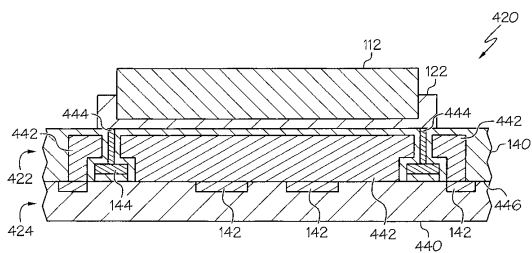
【図 11】

図11



【図 10】

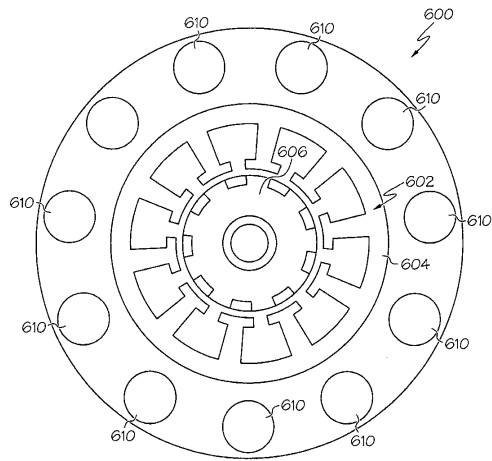
図10





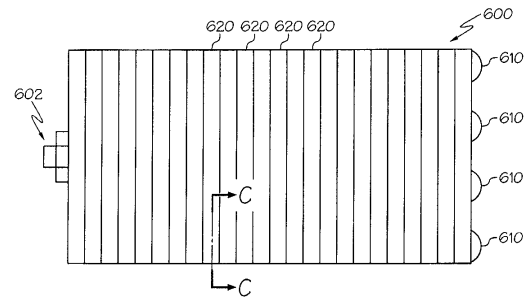
【図 1 2】

図12



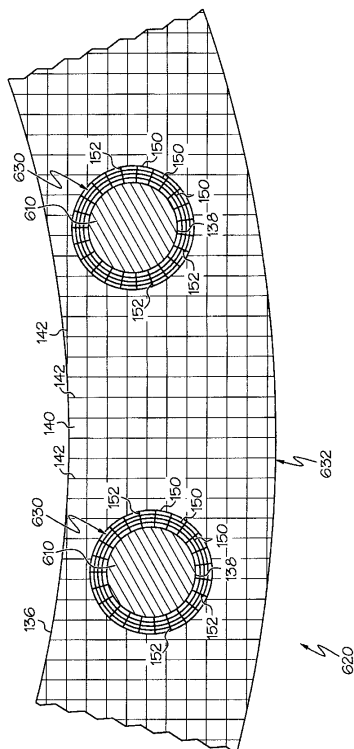
【図 1 3】

図13



【図 1 4】

図14



## フロントページの続き

(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  
バー 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

審査官 原田 貴志

(56)参考文献 実開平 0 4 - 1 1 6 1 4 6 ( J P , U )

特開 2 0 0 3 - 2 6 9 8 1 7 ( J P , A )

特開平 0 6 - 2 0 9 0 6 0 ( J P , A )

特開 2 0 0 9 - 1 6 4 2 7 3 ( J P , A )

特開 2 0 0 4 - 3 2 7 4 8 1 ( J P , A )

特開 2 0 1 0 - 1 6 5 7 2 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 K 1 / 0 2

H 0 5 K 7 / 2 0