

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5624381号  
(P5624381)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

(51) Int.Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

F 1

H05K 7/20

U

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-138952 (P2010-138952)  
 (22) 出願日 平成22年6月18日 (2010.6.18)  
 (65) 公開番号 特開2011-3904 (P2011-3904A)  
 (43) 公開日 平成23年1月6日 (2011.1.6)  
 審査請求日 平成25年6月17日 (2013.6.17)  
 (31) 優先権主張番号 12/487,797  
 (32) 優先日 平成21年6月19日 (2009.6.19)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
 45、スケネクタディ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聰志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 メレディス・マリー・スティンヴィック  
 アメリカ合衆国、ミシガン州、ウィルモン  
 ト・ドライブ・エスイー、2040番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アビオニクス用シャーシ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

筐体(16)の外側(19)を規定する外面と、筐体(16)の内側(18)を規定する内面と、前記筐体(16)の前記内面及び前記外面にそれぞれ対応する内面(48)及び外面(50)を有する少なくとも1つの壁(44、46)とを備える、炭素繊維強化構造で形成された筐体(16)と、

前記筐体(16)の前記内面に実装された電子回路基板(14)を保持する少なくとも1つのカードレール(20)と、

同一の向きを有する複数の炭素繊維(59)から形成され、前記少なくとも1つの壁(44、46)の前記外面(50)から延出し、前記少なくとも1つの壁(44、46)を貫通し且つ前記カードレール(20)と当接するタブ(60)を有する少なくとも1つの放熱フィン(58)と、

を具備し、

前記炭素繊維(59)は、前記放熱フィン(58)の内側から前記筐体の前記少なくとも1つの壁(44、46)を貫通して延出して、前記カードレール(20)と当接し、

前記炭素繊維(59)は、前記タブ(60)を貫通して延出し、前記カードレール(20)から前記放熱フィン(58)に至る直接熱伝導経路を形成する、アビオニクス用シャーシアッセンブリ(12)。

## 【請求項 2】

前記少なくとも1つの放熱フィン(58)は前記筐体(16)に対して一体硬化される

、請求項 1 に記載のアビオニクス用シャーシアッセンブリ ( 12 )。

【請求項 3】

前記カードレール ( 20 ) を前記少なくとも 1 つの壁 ( 44 、 46 ) の前記内面 ( 48 ) に接続し且つ前記カードレール ( 20 ) を前記炭素纖維 ( 59 ) に熱伝導結合することにより前記熱伝導経路の一部を形成する熱伝導性マウント ( 61 ) を更に具備する、請求項 1 または 2 に記載のアビオニクス用シャーシアッセンブリ ( 12 )。

【請求項 4】

前記熱伝導性マウント ( 61 ) は、前記カードレール ( 20 ) と前記少なくとも 1 つの壁 ( 44 、 46 ) の前記内面 ( 48 ) との間に配置され且つ前記熱伝導経路の一部を形成するために熱伝導性接着剤 ( 67 ) が配置される複数の隙間空間 ( 65 ) を規定する請求項 3 に記載のアビオニクス用シャーシアッセンブリ ( 12 )。

10

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの壁 ( 44 、 46 ) の外側から突出する少なくとも 1 つの他の放熱フィン ( 58 ) を更に具備し、前記炭素纖維は前記少なくとも 1 つの他の放熱フィン ( 58 ) から前記少なくとも 1 つの壁 ( 44 、 46 ) を貫通しない、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のアビオニクス用シャーシアッセンブリ ( 12 )。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの壁 ( 44 、 46 ) は、前記少なくとも 1 つのカードレール ( 20 ) から前記少なくとも 1 つの他の放熱フィン ( 58 ) へ熱を伝導する炭素複合材料から形成される請求項 5 に記載のアビオニクス用シャーシアッセンブリ ( 12 )。

20

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの放熱フィン ( 58 ) は前記カードレール ( 20 ) と平行である請求項 1 から 6 のいずれかに記載のアビオニクス用シャーシアッセンブリ ( 12 )。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

現代の航空機は、航空機を飛行させるための種々の機器及び動作を制御するためにアビオニクス ( 若しくは航空電子装置、以下「アビオニクス」 ) を使用する。アビオニクスはアビオニクス用シャーシに格納されてもよい。アビオニクス用シャーシは、電磁障害 ( EMI ) からアビオニクスを電気的に遮蔽する機能、落雷からアビオニクスを保護する機能、アビオニクスにより発生される熱を消散する機能及び周囲環境の影響からアビオニクスを保護する機能を含めたいくつかの有益な機能を果たす。

30

【0002】

アビオニクス用シャーシにおいて、重量も考慮すべき重要な事項である。アビオニクス用シャーシは航空機の重量を無用に増加させることなく上記の有益な機能を果たすべきである。

【0003】

特に従来より処理速度が速く、高周波数で小型であり且つ出力密度も高い最新のアビオニクスを考えると、有益な機能を実現することとアビオニクス用シャーシの重量維持又は軽量化とは逆行する場合が多い。新型アビオニクスは相対的に大量の熱を発生するが、ある特定の閾値温度の下でしか動作しないので、消散されなければならない熱の量は増加する。これまでヒートシンクを大型化することにより放熱量増加の問題に対処してきたが、その結果、重量が増してしまっていた。

40

【0004】

従来、市販のアビオニクス用シャーシは、遮蔽、放熱、落雷保護及び環境からの保護に関する所望の利点を有するアルミニウムから製造されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献 1】 欧州特許第 2,025,704 号公報

【発明の概要】

【0006】

一実施形態において、アビオニクス用シャーシは炭素繊維強化筐体と、筐体の内面に実装された電子回路基板を保持するカードレールと、炭素繊維から形成され且つ筐体の外面から延出する少なくとも 1 つの放熱フィンと、フィンの内部から筐体を貫通して延出し且つカードレールと当接する複数の等方性炭素繊維とを具備する。複数の等方性炭素繊維は、カードレールから放熱フィンに至る直接熱伝導経路を形成する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

10

【図 1】図 1 は本発明に係るアビオニクス用シャーシを有する航空機を示した概略図である。

【図 2】図 2 は明瞭にするためにカバーが取り外されている本発明の一実施形態に係るアビオニクス用シャーシを示した斜視図である。

【図 3】図 3 は図 2 に示されるアビオニクス用シャーシを示した展開図である。

【図 4】図 4 は図 2 に示されるアビオニクス用シャーシの一部の線 4-4 に沿った横断面図である。

【図 5】図 5 は図 2 に示されるアビオニクス用シャーシの一部の線 5-5 に沿った横断面図である。

【図 6】図 6 はカードレールを取り付けるためのオプションのカードレールマウントを有し且つ本発明の第 2 の実施形態を形成するアビオニクス用シャーシの一部を示した横断面図である。

20

【図 7】図 7 は図 2 に示されるアビオニクス用シャーシの一部の線 7-7 に沿った横断面図である。

【図 8】図 8 は図 7 に示される熱伝導面及びスティフナを示した底面図である。

【図 9】図 9 は別の熱伝導面及び熱伝導パッドを有し且つ本発明の第 3 の実施形態を形成するアビオニクス用シャーシの一部を示した横断面図である。

【図 10】図 10 は本発明の第 4 の実施形態を形成するオプションのプリント回路基板装着構造を有するアビオニクス用シャーシの一部を示した横断面図である。

【図 11】図 11 は本発明に係るアビオニクス用シャーシの第 5 の実施形態を示した展開図である。

30

【図 12】図 12 は本発明に係るアビオニクス用シャーシの第 6 の実施形態を示した展開図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図 1 は、航空機 10 の動作中に使用するためのアビオニクスを収納する機内搭載アビオニクス用シャーシ 12 (想像線で示される) を有する航空機 10 を概略的に示す。アビオニクス用シャーシ 12 は多様なアビオニクス素子を収納し、汚染物質、電磁障害 (EMI) 、無線周波妨害 (RFI) 、振動などからアビオニクス素子を保護する。図 1 では商用旅客機に搭載されるものとして示されているが、アビオニクス用シャーシ 12 は、例えば固定翼航空機、回転翼航空機、ロケット、商用航空機、私用航空機及び軍用航空機などの任意の種類の航空機で制限なく使用可能である。アビオニクス用シャーシ 12 は、図示されるような航空機の機首だけではなく、航空機内部の任意の場所に配置されてよい。

40

【0009】

図 2 は、本発明の一実施形態に係るアビオニクス用シャーシ 12 をフロントカバー 42 が取り外された状態で示す。アビオニクス用シャーシ 12 は、内部 18 及び外部 19 を規定するシャシ筐体 16 を含む。複数の熱伝導カードレール 20 は、対応するレール間に、プリント回路基板 (PCB) 14 を受け入れる有効溝穴 21 (点線により示される) を規定する。ボルト又は他の従来のファスナを使用してアビオニクス用シャーシ 12 を航空機 10 に取り付ける作業を容易にするために、シャシ筐体 16 から取り付け脚部 22 が延出

50

する。更に、取り付け脚部 22 は、アビオニクス用シャーシを航空機 10 のフレームに接地するための接地点としても機能してよい。本実施形態では取り付け脚部 22 が示されるが、アビオニクス用シャーシ 12 は任意の種類の装着機構と組み合わせて使用されてよい。

#### 【0010】

図 3 は、アビオニクス用シャーシ 12 及び PCB 14 を更に詳細に示す。尚、説明の便宜上、PCB 14 は、アビオニクス用シャーシ 12 が対処すべきアビオニクス用シャーシ環境に対して熱発生及び電波の影響を受けやすいなどの不都合な特性を有してもよい。PCB 14 は熱発生回路網及び / 又は一般に非熱伝導性である基板 26 に実装され且つ基板 26 により支持される半導体チップなどの少なくとも 1 つの熱発生素子 24 を含む。PCB 14 は、PCB 14 の外側縁部に沿って配置された熱伝導性側部条片 28 を具備してもよい。基板 26 及び / 又は PCB 14 の内部に熱伝導性素子又は内部経路 30 が設けられてもよい。基板 26 の内部から周辺部まで直接熱伝導経路を提供するために、内部経路 30 は熱発生素子 24 から熱伝導性側部条片 28 に至る熱伝導経路を形成する。側部条片 28 はカードレール 20 に至る熱伝導経路を提供する。内部経路 30 は、基板 26 内部に形成されるか又は基板 26 の上に設けられる 1 つ以上の金属条片、通常は銅条片又は他の熱伝導性材料から成る条片であってもよい。

#### 【0011】

図 3 に示されるように、シャシ筐体 16 はフレーム 34 を具備する。フレーム 34 は上部カバー 36、底壁 38、後壁 40 及び互いに対向する側壁 44 及び 46 を有し、それらは「壁」と総称される。側壁 44 及び 46 は内面 48 及び外面 50 を有する。壁から複数の放熱フィン 58 が突出していてもよく、それらの放熱フィン 58 は側壁 44 及び 46 の外面 50 から突出するものとして示される。着脱自在のフロントカバー 42 は、1 つ以上の PCB 14 をワイヤハーネスなど(図示せず)に結合するためのコネクタを受け入れるように構成されてもよい開口 47 を含む。

#### 【0012】

フレーム 34 はポリアクリロニトリル(PAN)炭素纖維及びピッチ炭素纖維の双方をエポキシマトリクス内部に含む。PAN 繊維は、ピッチ纖維と比較して非常に高い強度を有し且つ直径が小さいので、フレーム 34 の種々の領域で使用するのに適する。しかし、PAN 繊維は、ピッチ纖維と比較して熱伝導率の面では劣る。従って、フレーム 34 に PAN 繊維を使用すると、フレーム 34 は非常に高い強度を示し、アビオニクス用シャーシ 12 に要求される強度条件を満たす。主に断熱マトリクスであるという理由により、フレーム 34 の熱伝導率は非常に低く、PCB 14 により発生されると予測される熱をフレーム 34 自体が伝導することが不可能であるという望ましくない状況が起こる。

#### 【0013】

壁は、アビオニクス用シャーシ 12 の機械的強度条件に適合するのを助けるような高い剛性を有するピッチ纖維から製造される。ピッチ纖維は PAN ファイバほど強くないので、応力を受けた場合又は製造中に PAN 繊維より破損しやすい。壁はフレーム 34 ほど強くはないが、アビオニクス用シャーシ 12 の高い強度を担う第 1 の構成要素はフレーム 34 であるので、壁がさほど高い強度を有する必要はない。ピッチ纖維を使用すると、剛性を損なわずに壁を薄くできるという利点があり、フレーム 34 中の PAN 繊維は機械的強度条件を維持するのに有用である。ピッチ纖維は PAN 繊維より高い熱伝導率を有する。従って、壁はフレーム 34 より高い熱伝導率を示す。

#### 【0014】

炭素複合材料は従来使用されていたアルミニウムより低い密度を有するので、必要とされる強度及び剛性を維持しつつアビオニクス用シャーシ 12 の材料を軽量化できる。複合材料はアルミニウムよりはるかに低い密度を有するため、シャシ筐体 16 の重量は相当に減少される。例えば、本実施形態に従って製造されたアビオニクス用シャーシの重量は約 40 % 軽減されるという結果が得られている。軽減される重量は、特定のアビオニクス用シャーシ 12 に要求される機械的条件に応じて異なる。

## 【0015】

フレーム34、上部カバー36、底壁38、後壁40及び対向する側壁44及び46を形成する場合、ピッチ炭素繊維及びPAN炭素繊維の双方によって炭素複合材料を製造するドライレイアップ法又はプレプレグ処理が使用されてもよい。そのような処理において、炭素繊維材料は既にエポキシを含浸されており（プレプレグ）、雌型又は雄型に適用されてもよい。プレプレグレイアップは、低コストであり且つ壁の薄い部品を処理するのに非常に適する相対的に低価格の一般的な処理方法である。本実施形態において、雌型にプレプレグが適用された。

## 【0016】

雌型又は雄型の中のプレプレグ複合材料に圧力を加えることにより、複合材料を型の形状に強制成形するために、プラダ成形又は他の適切な技術が使用されてもよい。雌型でプラダ成形を使用して、アビオニクス用シャーシ12のフレーム34、後壁40、底壁38並びに側壁44及び46は一体のユニットとして形成されてもよい。

10

## 【0017】

圧力を加えるためにプラダ成形を使用する代わりに、弾性雄マンドレル工具が使用されてもよい。エラストマーは加熱されると膨張して圧力を発生し、雌工具又は雌型の中の複合材料を硬化する。硬化中、放熱フィン58は弾性スペーサにより互いに離間されてもよく、それにより、側壁44及び46と一体に硬化するので、十分な硬化が実現され、壁面は継目なく平坦になり且つ熱伝導経路の効果は更に改善される。あるいは、放熱フィン58は機械加工により形成されてもよい。内部18に任意の装着部材又は支柱が後に接合されてもよい。

20

## 【0018】

上部カバー36及びフロントカバー42は適合する金属工具加工を使用する圧縮成形によって製造されてもよく、ファスナ、はんだ、ろう、溶接、接着剤などの従来の任意の方法を使用してフレーム34に適切に接合されてもよい。例えば、上部カバー36及びフロントカバー42をフレーム34に保持するために構造接着剤が使用されてもよい。その場合、アビオニクス用シャーシ12を電気的に密封するために、アビオニクス用シャーシ12の内部18に構造接着剤にすぐ隣接して導電性接着剤が塗布されてもよい。

## 【0019】

カードレール20は内面48に当接し、内面48に固定取り付けされてもよい。カードレール20は、機械式ファスナ、はんだ、ろう、溶接、接着剤などの従来の任意の方法を使用して内面48に装着可能である。カードレール20は対ごとに配列されてもよく、その場合、対のカードレール20の間に延出する溝穴21を有効に規定するために、一方のカードレール20は側壁44に配置され且つ他方のカードレール20は側壁46に配置される。PCB14を溝穴21に適正且つ確実に滑り込ませるために、対のカードレール20は互いに平行でなければならない。各カードレール20は、溝穴21の一部を規定する溝52を規定する2つの脚部を有する。PCB14が溝穴21に挿入された場合、溝穴21を形成するカードレール20の双方によりPCB14が支持されるように、カードレール20の中心位置は互いに一致していなければならない。これにより、PCB14の対称冷却が容易になる。カードレール20は、機械加工又は押し出し成形されたアルミニウム、銅、アルミニウム/ベリリウム合金、機械加工された炭化ケイ素又は金属マトリクス複合材料のいずれかを含む任意の適切な熱伝導性材料から製造されてもよい。

30

40

## 【0020】

アビオニクス用シャーシ12に対するEMI/RFIの影響を防止するために、筐体16に電波シールド54が設けられる。電波シールド54は筐体16に設けられた金属層55を具備してもよい。電波シールド54はシャシ筐体16上の金属蒸着層の形であってもよい。蒸着層は化学気相成長、物理蒸着又は電着により形成されてもよい。更に、電波シールド54は金属溶射、共硬化メッシュの使用又は金属箔の使用などの他の手段により形成されてもよい。電磁障害を適正に減衰するために、無線シールド54はアビオニクス用シャーシ12の少なくとも外側全体を被覆するか又は外側全体に重なり合う。必要に応じ

50

て、内面に電波シールドが適用されてもよい。電波シールド 5 4 は電波を反射する。アビオニクス用シャーシ 1 2 の複合材料は電波の一部を吸収し、若干の減衰能力を示すが、電波シールド 5 4 は実際の用途に必要なレベルの電波減衰を実現する。意図される電波シールド 5 4 は電波エネルギーを少なくとも 60 dB 減衰する。選択される材料に対する金属層 5 5 の厚さは、電波を減衰する場合の主要な要因であると考えられる。物理蒸着により厚さ 2 ~ 3 μ のアルミニウム層を蒸着した場合、電波エネルギーは少なくとも 60 dB 減衰されることがわかっている。

#### 【 0 0 2 1 】

外面金属層に加えて、金属条片 5 6 から形成される少なくとも 1 つの落雷保護用導電経路がシャシ筐体 1 6 に設けられる。図示されるように、金属条片 5 6 は、電波シールド 5 4 を形成する金属層 5 5 を被覆する。図示されているのは 1 つの金属条片 5 6 であるが、複数の金属条片が使用されてもよく、それらの金属条片はアッセンブリの角部及び複数の構成要素を覆うように延在してもよい。金属条片 5 6 は 1 つ以上の脚部 2 2 まで延出し、それにより、金属条片 5 6 は接地点に至る導電経路を形成する。接地点に至る複数の導電経路を提供するために、1 つの金属条片 5 6 及び / 又は複数の金属条片は 1 つ以上の脚部 2 2 まで延出してよい。

#### 【 0 0 2 2 】

取り付け脚部 2 2 はアビオニクス用シャーシ 1 2 の接地点として示されるが、接地経路を提供するために、接地スタッド、接地面、接地ストラップ、金属ばねフインガなどを含めて他の適切な接地点が使用されてもよい。これらの接地手段はすべて取り付け脚部とは全く関係なく設けられてよい。取り付けフック及びガイドピンが使用される場合など、アビオニクス用シャーシ 1 2 に取り付け脚部 2 2 を設ける必要がない場合さえ考えられる。

#### 【 0 0 2 3 】

金属条片 5 6 を形成するために溶射アルミニウム又は別の溶射金属が使用されてもよいと考えられてきた。溶射アルミニウムは、溶融アルミニウムを膨張ガスによってアビオニクス用シャーシ 1 2 に吹き付けることにより塗布される。溶融金属はアビオニクス用シャーシ 1 2 に衝突した時点で急冷し、機械的結合及び拡散接合によってアビオニクス用シャーシ 1 2 に接着する。その後に衝突するアルミニウムは金属条片 5 6 を更に肉厚にする。金属条片 5 6 は電波シールド 5 4 の金属層 5 5 と比較して相対的に厚く、実際には約 76 μ 以上の厚さを有する。

#### 【 0 0 2 4 】

金属条片 5 6 の密度及び厚さは、落雷により発生される電流を金属条片 5 6 のエレクトロマイグレーション又は溶融を起こさせずに迅速に接地点へ伝送できるように選択されるべきである。図 4 は、放熱フイン 5 8 のうちいくつかのフインに配置された金属層 5 5 及び金属条片 5 6 の横断面図を示す。概略的に示されるように、金属条片 5 6 は金属層 5 5 より分厚い。

#### 【 0 0 2 5 】

アビオニクス用シャーシ 1 2 の接合継目を覆うように溶射アルミニウムが更に塗布されてもよい。塗布されるのは、例えば取り付け脚部 2 2 がシャシ筐体 1 6 に装着される場所である。溶射アルミニウム、すなわち金属条片 5 6 はシャシ筐体 1 6 と取り付け脚部 2 2 との間に密接に接合された連続する導電経路を形成し、これは、導電経路間に形成されたわずかな隙間でスパークが発生する危険を回避するのに有用である。取り付け脚部を含めたアビオニクス用シャーシ 1 2 の任意の場所の間の電気抵抗は 2.5 mΩ を超えなくてもよい。

#### 【 0 0 2 6 】

金属製のシャシとは異なり、炭素複合材料から成るアビオニクス用シャーシ 1 2 は、本来、電波エネルギーを減衰すること又は落雷により発生する極度に大きな電流を放出することはない。これは、シャシ筐体 1 6 を形成する炭素繊維複合材料が電気絶縁性複合材料マトリクスであるために、シャシ筐体 1 6 の導電率がアルミニウムシャシの導電率より著しく低いからである。炭素繊維複合材料のアビオニクス用シャーシ 1 2 の場合、落雷によ

10

20

30

40

50

る電流は利用可能な金属経路を探して流れ、電磁界遮蔽又は落雷保護の手段を持たない機上搭載電子装置であれば、電流は装置を損傷し、更には破壊する可能性もある。先に説明した金属層 5 4 は落雷を必ず処理できるほど厚くはない。また、落雷保護が可能になるほど金属層を厚くしてしまうと、アビオニクス用シャーシ 1 2 の重量は無用に大きく増加する。

#### 【0027】

金属層 5 5 及び金属条片 5 6 は異なる材料及び異なる厚さの材料の組み合わせであるので、所望の電波遮蔽及び落雷保護を実現しつつ更に軽量化を図れる。金属層 5 5 と金属条片 5 6 の組み合わせを使用すると共に、それぞれが被覆する面積を所望の機能を実行するために必要とされる面積に限定することにより、かなりの軽量化を実現できる。

10

#### 【0028】

図 5 は、内面 4 8 にカードレール 2 0 が装着されてもよいことを示す。カードレール 2 0 はファスナ、はんだ、ろう、溶接、接着剤又は他の装着方法を使用して装着されてもよい。構造接着剤が使用される場合、接着剤は必要な導電率を有していないので、カードレール 2 0 と側壁 4 4 及び 4 6 の内面 4 8 との間の導電率を増加するために、溶射アルミニウム、別の溶射金属又は別の手段により塗布される金属がカードレール 2 0 に沿って塗布されてもよい。

#### 【0029】

複数の放熱フィン 5 8 は側壁 4 4 及び 4 6 の外面 5 0 から延出する。アビオニクス用シャーシ 1 2 の炭素繊維はエポキシマトリクスの中に封入されるので、形成された構造は構造及び重量に関して炭素繊維の利点を維持するが、熱伝導に関しては炭素繊維の利点を失っている。本実施形態において、側壁 4 4 及び 4 6 は、アビオニクス用シャーシ 1 2 の内部 1 8 から外部 1 9 へ熱を伝導し、対流により外部 1 9 から周囲の空气中へ更に熱を消散させる熱管理系を形成するのに有用な一体の低温壁である。

20

#### 【0030】

他の構成も可能であるが、図 2 及び図 5 に示されるような放熱フィン 5 8 はカードレール 2 0 と同一の向きを有し且つ長さも等しい。例えば放熱フィン 5 8 はカードレールに対して垂直に伸びていてもよい。放熱フィン 5 8 は側壁 4 4 及び 4 6 の外側表面積を拡大するので、対流により周囲の空气中へ伝導される熱を更に増加できる。図 4 ~ 図 6 には、放熱フィン 5 8 は放熱フィン 5 8 の平面において同一の向きを有する複数の高熱伝導率炭素繊維 5 9 を具備するとして概略的に示される。同一の向きの炭素繊維の使用により、同じような寸法のアルミニウム部品と比較して、放熱フィン 5 8 の熱伝導率は数倍になり、しかも重量は著しく軽くなる。例えば、等方性炭素繊維 5 9 は約 1,100 W / m K の高い熱伝導率を有することが可能である。

30

#### 【0031】

継目をなくし、熱伝導経路を改善するように、放熱フィン 5 8 は側壁 4 4 及び 4 6 と一体硬化されてもよい。熱伝導率を更に向上するために、連続しない場所で放熱フィン 5 8 の内部から放熱フィン 5 8 の複数の等方性繊維が延出し、タブ 6 0 を形成してもよい。タブ 6 0 は放熱フィン 5 8 の長さ全体に沿って形成されてもよい。タブ 6 0 は側壁 4 4 及び 4 6 を貫通して、内面 4 8 に配置されたカードレール 2 0 と接触する。等方性炭素繊維 5 9 はカードレール 2 0 から放熱フィン 5 8 に至る直接熱伝導経路を形成する。

40

#### 【0032】

外面 5 0 と当接している放熱フィン 5 8 のすべてが、側壁 4 4 及び 4 6 を貫通してカードレール 2 0 に接触するタブ 6 0 を有するわけではない。放熱フィン 5 8 から側壁 4 4 及び 4 6 を貫通するように延出し、カードレール 2 0 と当接する複数の等方性炭素繊維 5 9 は熱伝導を著しく改善するので有効である。カードレール 2 0 の全長に沿って、1 つの放熱フィン 5 8 から出る複数のタブ 6 0 がカードレール 2 0 と接触してもよい。更に、図示されるような複数の放熱フィン 5 8 から複数のタブ 6 0 が延出して 1 つのカードレール 2 0 と当接する構造も、カードレール 2 0 から伝導できる熱の量を増加する。

#### 【0033】

50

図6は、カードレール20の別の取り付け構成を示す。特に、カードレール20にカードレールマウント61が設けられ、カードレールマウント61は内面48に装着される。カードレールマウント61は溝付きの面64を有するペデスタル62として示される。カードレールマウント61は構造接着剤及び熱伝導性接着剤のうち少なくとも1つによりカードレール20に接着されてもよい。用途に応じて、同一の接着剤で所望の構造特性及び所望の導電特性の双方を実現してもよい。

【0034】

溝付き面64は、カードレールマウント61が内面48に接着される場合に熱伝導性接着剤67を受け入れる介在隙間空間65を規定する。カードレール20から放熱フィン58まで熱伝導経路を形成するのを助けるために、この熱伝導性接着剤は等方性炭素繊維59と接触してもよい。更に、カードレール20を機械的に補強し且つ安定性を確保するために、ねじなどの複数のファスナ66が外面50に挿入されてもよい。

10

【0035】

図7は、溝穴21に取り付けられた回路カードアッセンブリ68を含み且つ熱伝導面70、熱伝導パッド76及びスティフナ78を有するアビオニクス用シャーシ12の一部を示す。PCB14は、熱伝導面70も同様に溝穴21に挿入され且つPCB14と重なり合う関係で溝穴21の中に取り付けられるものとして示される。これにより、PCB14は第1の主面を規定し、熱伝導面70は第2の主面を規定し、PCB14と熱伝導面70との空間的位置関係は、回路カードアッセンブリ68が溝穴21の中に受け入れられた場合に第1の主面及び第2の主面が溝穴21の中に配置されるように設定される。

20

【0036】

図8は、熱伝導面70、熱伝導パッド76及びスティフナ78を更に明瞭に示す。熱伝導面70はPCB14から熱を伝導するために使用される。熱伝導面70は炭素繊維強化複合材料並びに炭素-炭素複合材料から形成されてもよい。例えば、熱伝導面70は熱伝導率が非常に高い熱分解炭素から形成されてもよい。熱伝導面70が2次元平面において熱伝導性を示すように、すなわち熱伝導面70がx平面及びy平面で熱を消散させることができるような平面内(側方向)熱伝導特性を有するように炭素繊維はレイアップされてもよい。また、熱伝導面70は炭素繊維を3Dレイアップ構造で有することも可能である。3Dレイアップ構造は2D構造より高価にはなるが、PCB14からの熱の搬出運動を容易にするだろう。1次元レイアップ構造も有用だろうと考えられている。構成に関わらず、熱伝導面70はPCB14からカードレール20に向かって熱を伝導することを意図する。

30

【0037】

熱伝導面70はPCB14の上面又は底面のいずれかに装着されてもよい。熱伝導面70はPCB14に直接取り付けられてもよいし、あるいは熱伝導パッド76を介して取り付けられてもよい。熱伝導パッド76は炭素複合材料又は任意の熱伝導性材料から製造されてもよい。例えば、熱伝導パッド76は3D炭素-炭素複合材料から製造されてもよい。熱伝導パッド76は熱発生素子24と直接接触するように配置されてもよい。

【0038】

PCB14が溝穴21の中で撓まないように又は振動しないように、スティフナ78はPCB14に動作可能に結合される。回路カードアッセンブリ68が溝穴21の中に挿入される場合、スティフナ78はPCB14と熱伝導面70との間に配置されてもよい。回路カードアッセンブリ68が溝穴21の中に挿入される場合、スティフナ78はカードレール20のうち1つのレールの中に配置されてもよい。スティフナ78はアルミニウム又はそれに類似する熱伝導性材料から製造されてもよく、PCB14を支持するために多様な構成を有してよい。熱伝導面70は1つの平面として示されるが、熱伝導面70は棒又はストラップであってもよいと考えられている。更に、別の実施形態において、PCB14を補強する任意の適切な形状のスティフナ78が設けられることも可能だろう。例えばスティフナ78は互いに結合されない数本の棒であってもよい。更に、スティフナ78は熱伝導面70と一体であってもよい。

40

50

## 【0039】

図7に戻って説明する。回路カードアッセンブリ68が溝穴21の中にある場合、熱伝導面70はカードレール20のうち1つのレールに熱伝導結合されて第1の熱伝導経路72の一部を形成し、PCB14はカードレール20のうち別のレールに熱伝導結合されて第2の熱伝導経路74の一部を形成する。第1の熱伝導経路72は熱発生素子24から始まる。熱は熱伝導パッド76を介して熱伝導面70へ伝導され、熱伝導面70はその熱をカードレール20に向かって側方へ伝導する。第1の熱伝導経路72はカードレール20を介して更にタブ60の等方性炭素繊維59又は側壁44及び46自体へと続く。タブ60の等方性炭素繊維59を介して伝導された熱は、放熱フィン58の外部へと直接伝導される。側壁44及び46を介して伝導された熱は、放熱フィン58の等方性炭素繊維59により放熱フィン58の外部へと伝導される。その後、熱は放熱フィン58を取り囲む空中へ対流によって消散されてもよい。

## 【0040】

第2の熱伝導経路74は熱発生素子24から始まる。熱はPCB14の内部経路30を介して熱伝導性側部条片28へ伝達される。図7に示される矢印は内部経路30から外れているが、これは図示の便宜上ずらされているだけであり、内部経路30は実際には第2の熱伝導経路74の一部である。矢印は図中の内部経路30の位置をわかりにくくするためにずらされているにすぎない。側部条片28はレールカード20と当接しており、そこで、熱はカードレール20から側壁44及び46を介して放熱フィン58の外部へ伝導されるか、又はタブ60を介して放熱フィン58の外部へ伝導されるかのいずれかである。その後、熱は放熱フィン58を取り囲む空中へ対流によって消散されてもよい。従って、PCB14自体も熱を拡散するように作用する。このように、熱伝導平面70が提供する付加的な熱伝導経路によってアビオニクス用シャーシ12ははるかに低温になる。

## 【0041】

PCB14は、PCB14及び熱伝導面70の双方が溝52の中に受け入れられるような高さを有する。図7に示されるように、PCB14はカードレール20の主要な部分と直接接觸している。熱伝導面70はカードレール20の脚部及びカードレール20の主要な部分と直接接觸している。あるいは、PCB14とカードレール20との接觸又は熱伝導面70とカードレール20との接觸は間接的な接觸であってもよい。

## 【0042】

図9は、調整可能な熱伝導パッド80を具備する別の熱伝導パッドを示す。調整可能な熱伝導パッド80はねじ接点82として示される。ねじ接点82の下部はPCB14に対して調整可能である。従って、ねじ接点82は種々の高さの熱発生素子24に対応できるように上下動されてもよい。

## 【0043】

図10は、カードレール20にPCB14を取り付ける別の方法を示す。特に、PCB14及び熱伝導面70をカードレール20に結合するためにウェッジロック79が使用されてもよい。ウェッジロック79はアルミニウム又は任意の同様に熱伝導性である材料から製造されてもよい。これにより、ウェッジロック79は第1の熱伝導経路72及び第2の熱伝導経路74の一部を形成してもよい。例えば、その場合、第2の熱伝導経路74は熱発生素子24から始まり、熱は内部経路30を介して熱伝導性側部条片28へ伝達される。側部条片28はウェッジロック79と当接しており、ウェッジロック79はカードレール20へ熱を伝導する。カードレール20は側壁44及び46を介して放熱フィン58へ熱を伝導する。その後、熱は放熱フィン58を取り囲む空中へ対流によって消散されてもよい。先に説明したのと同様に、図9に示される矢印は内部経路30から外れているが、これは図示の便宜上ずらされているだけであり、内部経路30は実際には第2の熱伝導経路74の一部である。

## 【0044】

いずれの実施形態においても、回路カードアッセンブリ68の構成要素の高さは、回路カードアッセンブリ68全体が溝穴21に挿入されるように選択される。これにより、回

路カードアッセンブリ 6 8 は薄型構造になる。従って、アビオニクス用シャーシ 1 2 に更に多くの回路カードアッセンブリ 6 8 を挿入できるようになる。アビオニクス用シャーシ 1 2 内部の回路カードアッセンブリ 6 8 の数が増えるほど、2 つの熱伝導経路 7 2 及び 7 4 は P C B 1 4 から更に多くの熱を分散させ、アビオニクス用シャーシ 1 2 を更に冷却するのを助ける。

#### 【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、本発明の第 5 の実施形態に係る低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 を有するアビオニクス用シャーシ 1 1 2 を示した展開図である。第 5 の実施形態 1 0 0 は第 1 の実施形態 1 0 に類似する。従って、同様の部品は図 1 の実施形態の構成要素を示す図中符号に 1 0 0 を加えた図中符号により示される。特に指示のない限り、第 1 の実施形態の同様の部品の説明は第 2 の実施形態にも適用されることを理解すべきである。

#### 【 0 0 4 6 】

第 1 の実施形態 1 0 と第 5 の実施形態 1 0 0 との相違点の 1 つは、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 がフレームとは別に熱伝導性材料から形成されるという意味で別個であるという点である。特に、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 は炭化工ポキシマトリクスに封入された炭素繊維の複合材料から形成される。炭化工ポキシマトリクス複合材料は、エポキシマトリクス複合材料と比較してどの軸に関しても相対的に高い熱伝導率特性を示し、炭素繊維のレイアップに応じて各軸で熱伝導率は増加する。低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 の炭素繊維は、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 が 2 次元平面において更に高い熱伝導率を示すようにレイアップされる。先に説明した熱伝導平面と全く同様の繊維レイアップ構造によって、炭化マトリクス中の炭素繊維は x 平面及び y 平面で優れた熱伝導特性を有する。

#### 【 0 0 4 7 】

この構成において、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 はアビオニクス用シャーシ 1 1 2 のその他の部分及びフレーム 1 3 4 より導電率の高い材料から形成されてもよい。低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 の熱伝導率を高くすると、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 は剛性を有するが強度に欠けるようになる。アビオニクス用シャーシ全体を同一の材料から製造するためには、必要な構造支持を実現するためにアビオニクス用シャーシ 1 1 2 全体を非常に分厚くしなければならないだろう。従って、エポキシマトリクスの中に封入された炭素繊維から実質的に断熱性のフレーム 1 3 4 を形成することによりアビオニクス用シャーシ 1 1 2 に強度が与えられ、個別の低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 は、そのような厳密な構造支持の実現を要求されることなく高い熱伝導率の効果を発揮できる。

#### 【 0 0 4 8 】

もう 1 つの相違点は、カードレール 1 2 0 が低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 の内面 1 4 8 に一体に形成されることである。低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 に形成される対応するカードレール 1 2 0 がレール間に溝穴 1 2 1 を提供するように、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 は互いに対向する関係でフレーム 1 3 4 に取り付けられる。従って、回路カードアッセンブリが溝穴 1 2 1 の中に嵌合できるように、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 は完全に整列されなければならない。個別の低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 は、はんだ、溶接、ろう付け、接着剤、機械式ファスナ又は他の同様の装着方法を使用してフレーム 1 3 4 に組み付けられてもよい。低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 をフレーム 1 3 4 に固定するために構造接着剤が塗布されてもよく、アビオニクス用シャーシ 1 1 2 の内面 1 1 8 を電気的に密封するために、内面 1 1 8 に構造接着剤にすぐ隣接して導電性接着剤が塗布されてもよい。導電率を向上し且つ P C B 1 1 4 のアルミニウムウェッジロック 1 7 9 との異種金属接触腐食から保護するように炭素繊維を密封するために、低温壁 1 4 4 及び 1 4 6 はニッケル又はアルミニウムなどの金属でめつきされてもよい。

#### 【 0 0 4 9 】

図 1 2 は、本発明の第 6 の実施形態に係る低温壁 2 4 4 及び 2 4 6 を有するアビオニクス用シャーシ 2 1 2 を示した展開図である。第 6 の実施形態 2 0 0 は第 5 の実施形態 1 0 0 に類似する。相違点は、低温壁 2 4 4 及び 2 4 6 の外側 2 5 0 の表面積を拡張するために低温壁 2 4 4 及び 2 4 6 が放熱フィン 2 5 8 を含むことである。ピン又は他の類似の方

10

20

30

40

50

法によって低温壁の表面積が拡張されてもよい。

【0050】

重量の面から言えば、炭素繊維複合材料から成るアビオニクス用シャーシ12はそれより重いアルミニウムシャシより望ましい。しかし、炭素繊維複合材料構造は熱伝導率特性及び導電率特性に関してはアルミニウムより劣るため、アルミニウム構造ほど望ましくない。従って、本明細書において開示される炭素繊維複合材料アビオニクス用シャーシの種々の実施形態は、軽量であるという理由により航空機環境では有益である。アビオニクス用シャーシの軽量化は、相対的に軽量のアビオニクス用シャーシを実現するのに加えて電磁障害（EMI）、アビオニクスにより発生される熱の消散、落雷からのアビオニクスの保護及び周囲環境の影響からの保護などに関連するすべての要求に応える。

10

【0051】

以上、本発明の最良の態様を含めて本発明を開示し且つ任意の装置又はシステムを製造及び使用すること及び取り入れられた任意の方法を実行することを含めて当業者による本発明の実施を可能にするために、実施例を使用して本発明を説明した。本発明の特許要件範囲は特許請求の範囲により定義され、当業者には明白である他の実施例を含んでもよい。そのような他の実施例は、特許請求の範囲の文言と相違しない構造要素を有する場合又は特許請求の範囲の文言と実質的に相違しない同等の構造要素を含む場合には特許請求の範囲の範囲内に含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0052】

20

1 0	航空機
1 2	アビオニクス用シャーシ
1 4	プリント回路基板
1 6	シャシ筐体
1 8	内部
1 9	外部
2 0	カードレール
2 1	有効溝穴
2 2	取り付け脚部
2 4	熱発生素子
2 6	基板
2 8	側部条片
3 0	内部経路
3 4	フレーム
3 6	上部カバー
3 8	底壁
4 0	後壁
4 2	フロントカバー
4 4	側壁
4 6	側壁
4 7	開口
4 8	内面
5 0	外面
5 2	溝
5 4	電波シールド
5 5	金属層
5 6	金属条片
5 8	放熱フィン
5 9	等方性炭素繊維
6 0	タブ

30

40

50

6 1	カードレールマウント	
6 2	ペデスタル	
6 4	面	
6 5	隙間空間	
6 6	ファスナ	
6 7	接着剤	
6 8	回路カードアッセンブリ	
7 0	熱伝導面	
7 2	第1の熱伝導経路	
7 4	第2の熱伝導経路	10
7 6	熱伝導パッド	
7 8	スティフナ	
7 9	ウェッジロック	
8 0	熱伝導パッド	
8 2	ねじ接点	
1 0 0	航空機	
1 1 2	アビオニクスシャシ	
1 1 4	P C B	
1 1 6	シャシ筐体	
1 1 8	内部	20
1 1 9	外部	
1 2 0	カードレール	
1 2 1	有効溝穴	
1 2 2	取り付け脚部	
1 2 4	熱発生素子	
1 2 6	基板	
1 2 8	側部条片	
1 3 0	内部経路	
1 3 4	フレーム	
1 3 6	上部カバー	30
1 3 8	底壁	
1 4 0	後壁	
1 4 2	フロントカバー	
1 4 4	低温壁	
1 4 6	低温壁	
1 4 7	開口	
1 4 8	内面	
1 5 0	外面	
1 5 2	溝	
1 5 4	電波シールド	40
1 5 5	金属層	
1 5 6	金属条片	
1 5 9	等方性炭素繊維	
1 6 8	回路カードアッセンブリ	
1 7 0	熱伝導面	
1 7 2	第1の熱伝導経路	
1 7 4	第2の熱伝導経路	
1 7 6	熱伝導パッド	
1 7 8	スティフナ	
1 7 9	ウェッジロック	50

【図1】

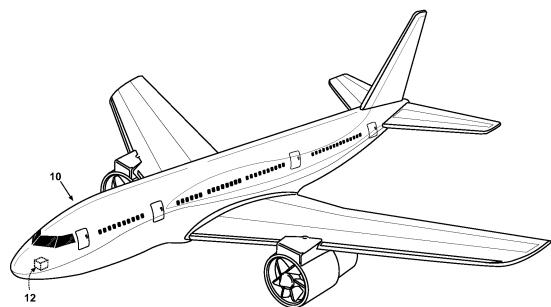


Fig. 1

【図2】

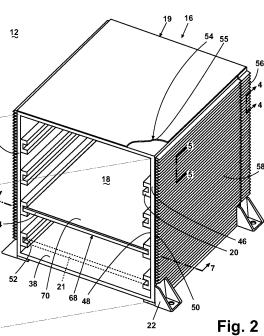


Fig. 2

【図3】

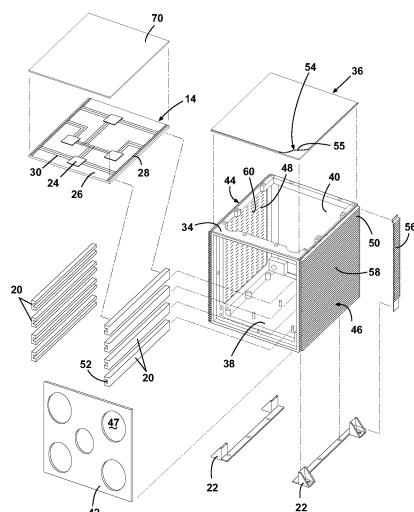


Fig. 3

【図4】

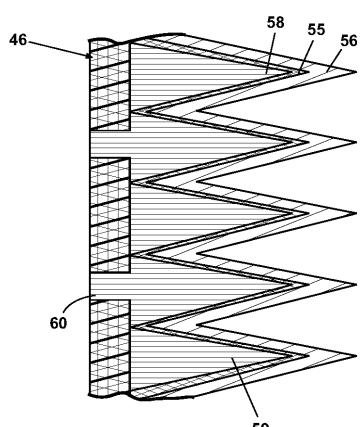


Fig. 4

【図5】

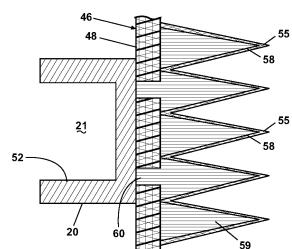


Fig. 5

【図6】

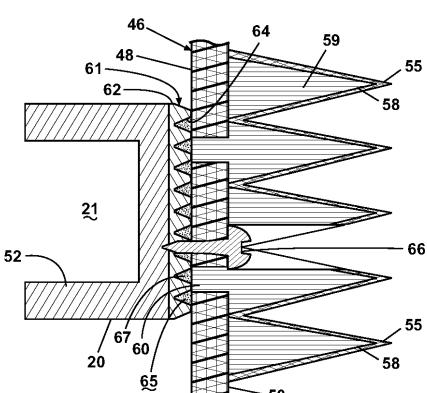


Fig. 6

【図7】

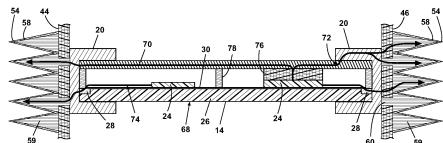


Fig. 7

【図8】

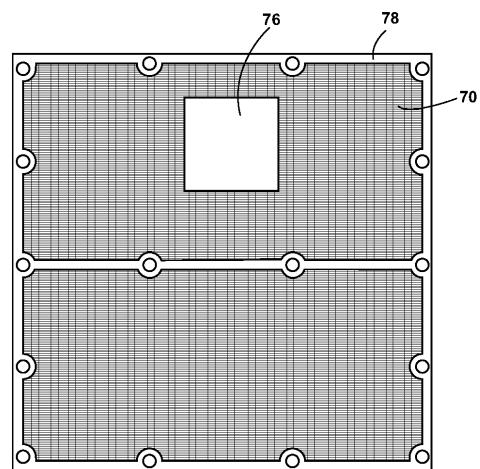


Fig. 8

【図9】

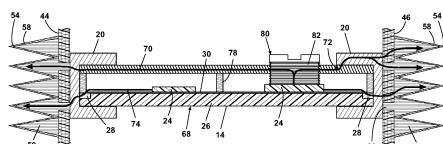


Fig. 9

【図11】

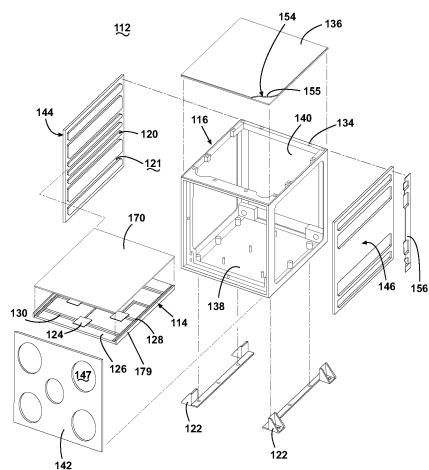


Fig. 11

【図10】

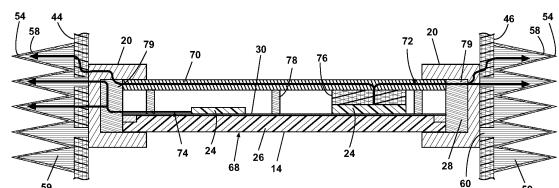


Fig. 10

【図12】

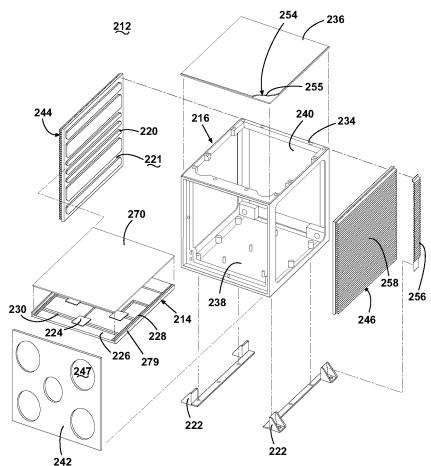


Fig. 12

---

フロントページの続き

(72)発明者 ダニー・ウェルドン・コクソン

アメリカ合衆国、ミシガン州、コンクリン、スクワイアーズ・ロード、21360番

(72)発明者 ジョン・ジェイ・ストレイル

アメリカ合衆国、ミシガン州、ウォーカー、マデリア・アベニュー・エスダブリュー、1487番

(72)発明者 ベンジャミン・ジョン・ヴァンダー・プローグ

アメリカ合衆国、ミシガン州、ケントウッド、ウエスト・グローブ・ドライブ、5705番

審査官 中田 誠二郎

(56)参考文献 米国特許第05520976(US, A)

英国特許出願公開第02042809(GB, A)

特開2004-281977(JP, A)

特表2004-528717(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 7/20