

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

**特表2005-537667  
(P2005-537667A)**

(43) 公表日 平成17年12月8日(2005.12.8)

(51) Int.CI.<sup>7</sup>**H05K 7/20**

F 1

H05K 7/20

テーマコード(参考)

T

5E322

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-532931 (P2004-532931)
(86) (22) 出願日	平成15年8月20日 (2003.8.20)
(85) 翻訳文提出日	平成17年4月26日 (2005.4.26)
(86) 國際出願番号	PCT/US2003/026134
(87) 國際公開番号	W02004/021401
(87) 國際公開日	平成16年3月11日 (2004.3.11)
(31) 優先権主張番号	10/232,915
(32) 優先日	平成14年8月30日 (2002.8.30)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(71) 出願人	505072616 テミス コンピュータ アメリカ合衆国 カリフォルニア 945 38, フレモント, ローレルビュー コー ト 3185
(74) 代理人	100077539 弁理士 飯塚 義仁
(72) 発明者	ケーレット, ウィリアム アメリカ合衆国 カリフォルニア 946 11, オークランド, ブロードウェイ テ ラス 14006
(72) 発明者	スミス, デニス, エイチ アメリカ合衆国 カリフォルニア 945 39, フレモント, モーレイ ストリート , 43892 N

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】堅牢な電子機器エンクロージャ

## (57) 【要約】

本発明は、電子回路を格納および保護するための堅牢なエンクロージャに関する。このエンクロージャは、回路を格納するための上部区画と、上部区画へ剛直に結合された冷却アセンブリを利用する。冷却アセンブリは、剛直なトラスプレート構造を形成するパッシブラジエータを利用する。トラスプレート構造はエンクロージャを剛体化し、破壊的衝撃イベントおよび破壊的振動イベントからの、エンクロージャおよび回路の保護を助ける。冷却アセンブリは更に、電子回路から熱を除去する効率的な熱交換を提供する。剛直なトラスプレート構造を利用して電子回路を保護する方法も提供される。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電子回路を格納するための堅牢な電子機器エンクロージャであって、前記電子回路を格納するように構成された上部区画と、剛直なトラスプレート構造を持ち、前記上部区画へ剛直に結合されるとともに、前記電子回路へ熱的に結合された、冷却アセンブリとを具備し、前記上部区画および冷却アセンブリが1又はそれ以上の破壊的衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護する剛直構造を提供することを特徴とする電子機器エンクロージャ。

**【請求項 2】**

前記剛直なトラスプレート構造は、前記電子回路が生成する熱を除去するように、そして前記堅牢な電子機器エンクロージャがさらされる破壊的振動イベントおよび破壊的衝撃イベントに抗して支持を提供するように構成される、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 3】**

前記上部区画と冷却アセンブリは、破壊的振動イベントの周波数より高い共振周波数を持つ保護構造を形成する、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 4】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャの共振周波数は、航空機および陸上に基づく用途のために200Hzから1kHzの範囲にある、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 5】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャの共振周波数は、20Hzから40Hzの範囲にある、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも20Gの衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 7】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも40Gの衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 8】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも60Gの衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 9】**

前記上部区画は、前記電子回路を完全に封入する、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 10】**

前記上部区画は、湿気および粒子が前記上部区画に入ることを防ぐように密閉されている、請求項9の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 11】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、前記エンクロージャの共振周波数を高めるように低質量高剛性の材料で形成される、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 12】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、実質的にアルミニウムで成形される、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 13】**

前記冷却アセンブリおよび上部区画は協働して、低い外形高さの構造を形成する、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 14】**

前記上部区画は、前記冷却アセンブリへ結合された熱スプレッダプレートを備え、

前記冷却アセンブリは、底プレートと、前記熱スプレッダプレートと前記底プレートとへ結合されて前記剛直なトラスプレート構造を形成するパッシブラジエータとを備える、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項15】

前記冷却アセンブリは、前記熱スプレッダプレートと、底プレートと、前記パッシブラジエータとによって形成された通路を空気が通過できるように構成する、請求項14の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項16】

前記パッシブラジエータは波形フィンを備える、請求項14の堅牢な電子機器エンクロージャ。10

【請求項17】

前記波形フィンは、銅、アルミニウム、または複合材料のうちの1つで形成される、請求項16の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項18】

前記波形フィンは、水平面内の破壊的剪断力に抗して支持を提供し、そして前記堅牢な電子機器エンクロージャの破壊的な捩りおよび屈曲に抗して支持を提供する、請求項16の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項19】

前記パッシブラジエータは三角形フィン構造を備える、請求項14の堅牢な電子機器エンクロージャ。20

【請求項20】

前記三角形フィン構造は、水平面内の破壊的剪断力に抗して支持を提供し、そして前記堅牢な電子機器エンクロージャの破壊的な捩りおよび屈曲に抗して支持を提供する、請求項19の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項21】

前記パッシブラジエータは複数のピン形式ヒートシンクを備える、請求項14の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項22】

前記ピン形式ヒートシンクは、乱流勾配を形成するようにピンの密度またはプロファイルを変化させるパターンに編成され、前記熱スプレッダプレート全体に一様な熱散逸を提供するように構成される、請求項21の堅牢な電子機器エンクロージャ。30

【請求項23】

前記熱スプレッダプレートは、前記熱スプレッダプレート全体に一様な温度分布を提供するために厚さを変化させる、請求項21の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項24】

前記冷却アセンブリは、更に、前記冷却アセンブリから前記堅牢な電子機器エンクロージャの外部にある点へ熱を取り去るように構成されたヒートパイプを備える、請求項14の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項25】

前記上部区画は、振動イベントを散逸するように構成された熱仲介部材を更に備える、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。40

【請求項26】

前記上部区画は、前記電子回路から熱を除去するように構成された熱仲介部材を更に備える、請求項1の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項27】

堅牢な電子機器エンクロージャであって、  
電子回路を格納および保護するためのエンクロージャ手段と、  
破壊的衝撃イベントおよび破壊的振動イベントに抗して前記電子機器エンクロージャを剛直化するために、および前記電子回路によって生成された熱を伝達するために、前記エンクロージャ手段へ剛直に結合されるとともに、前記電子回路へ熱的に結合される外部冷50

却手段と  
を備える電子機器エンクロージャ。

【請求項 28】

前記外部冷却手段はパッシブラジエータを備える、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 29】

前記外部冷却手段は、熱伝達を助けるために、外部で誘起された空気流を受け取る、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 30】

前記エンクロージャ手段および外部冷却手段は、破壊的振動イベントの周波数より上に前記堅牢な電子機器エンクロージャの共振周波数を上げる、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。10

【請求項 31】

前記堅牢な電子機器エンクロージャの前記共振周波数は、陸上に基づくおよび航空機用途のために、200 Hzから1 kHzの範囲にある、請求項30の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 32】

前記堅牢な電子機器エンクロージャの前記共振周波数は、船上用途のために20 Hzから40 Hzの範囲にある、請求項30の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 33】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも20 Gの破壊的衝撃イベントから前記電子回路を全面的に保護するように構成される、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。20

【請求項 34】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも40 Gの衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 35】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも60 Gの範囲にある衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。30

【請求項 36】

前記冷却手段は、更に、破壊的剪断力に抗する保護を提供する、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 37】

前記エンクロージャ手段は、前記電子回路から離すように熱を伝達するための、および振動イベントを散逸するための熱仲介部材手段を更に備える、請求項27の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 38】

堅牢な電子機器エンクロージャ内の電子回路を格納および保護する方法であって、前記電子回路を上部区画内に封入するステップと、40

剛直な冷却アセンブリにより前記電子回路を外部から冷却するステップと、

剛直なトラスプレート構造を備える前記冷却アセンブリを前記上部区画へ剛直に結合することによって、前記電子機器エンクロージャを剛直化するステップとを具備する方法。

【請求項 39】

前記剛直化するステップは、共通の構造プレートおよび側壁を、前記上部区画と前記剛直な冷却アセンブリとの間で共有するステップを含む、請求項38の方法。

【請求項 40】

前記冷却アセンブリはパッシブラジエータを備え、

前記冷却するステップは、前記電子回路によって生成された熱を前記パッシブラジエー50

タへ伝導するステップを含む、請求項 3 8 の方法。

【請求項 4 1】

前記冷却するステップは、外部の空気流を受け取って、熱の散逸を支援するステップを含む、請求項 3 8 の方法。

【請求項 4 2】

前記堅牢な電子機器エンクロージャの共振周波数を、前記上部区画および冷却アセンブリの質量および剛性、ならびにそれらの材料を選定することによって、破壊的振動イベントの周波数より上に上げるステップを更に含む、請求項 3 8 の方法。

【請求項 4 3】

前記堅牢な電子機器エンクロージャの前記共振周波数は、陸上に基づくおよび航空機用途のために、200 Hz から 1 kHz の範囲にある、請求項 4 2 の方法。 10

【請求項 4 4】

前記堅牢な電子機器エンクロージャの前記共振周波数は、船上用途のために 20 Hz から 40 Hz の範囲にある、請求項 3 3 の方法。

【請求項 4 5】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも 20 G の破壊的衝撃イベントから前記電子回路を全面的に保護する、請求項 3 8 の方法。

【請求項 4 6】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも 40 G の衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項 3 8 の堅牢な電子機器エンクロージャ。 20

【請求項 4 7】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも 60 G の衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項 3 8 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 4 8】

前記冷却アセンブリは剪断力に抗する保護を提供する、請求項 3 8 の方法。

【請求項 4 9】

電子回路を格納するための堅牢な電子機器エンクロージャであって、

前記電子回路を格納するように構成された上部区画と、

トラスプレート構造を剛直に備えてなり、前記上部区画へ結合されるとともに、前記電子回路へ熱的に結合された、冷却アセンブリと

を具備し、前記上部区画および冷却アセンブリは、破壊的振動イベントの周波数より高い共振周波数を持つ構造を形成する堅牢な電子機器エンクロージャ。 30

【請求項 5 0】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも 20 G の衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 5 1】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも 40 G の衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 5 2】

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、少なくとも 60 G の衝撃イベントに抗して前記電子回路を保護するように構成される、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。 40

【請求項 5 3】

前記上部区画および冷却アセンブリは、少なくとも 1 つの破壊的衝撃イベントから前記電子回路を保護する構造を提供する、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 5 4】

前記上部区画は前記電子回路を完全に封入する、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 5 5】

前記上部区画は、湿気および粒子が前記上部区画に入ることを防ぐように封入される、請求項 5 4 の堅牢な電子機器エンクロージャ。 50

**【請求項 5 6】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャの前記共振周波数は、航空機および陸上に基づく用途のために 200 Hz ~ 1 kHz の範囲にある、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 5 7】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャの前記共振周波数は、船上用途のために 20 Hz から 40 Hz の範囲にある、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 5 8】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、前記エンクロージャの前記共振周波数を高めるように、低質量高剛性の材料で形成される、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 5 9】**

前記堅牢な電子機器エンクロージャは、実質的にアルミニウムで成形される、請求項 5 8 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 0】**

前記冷却アセンブリおよび上部区画は協働して、外形高さの低い構造体を形成する、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 1】**

前記上部区画は前記冷却アセンブリへ結合された熱スプレッダプレートを備え、前記冷却アセンブリは、底プレートと、前記剛直なトラスプレート構造を形成するよう前に前記熱スプレッダプレートおよび前記底プレートへ結合されたパッシブラジエータとを備える、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 2】**

前記冷却アセンブリは、前記熱スプレッダプレートと、底プレートと、前記パッシブラジエータとによって形成された通路を空気が通過できるように構成される、請求項 6 1 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 3】**

前記剛直なトラスプレート構造は、前記電子回路によって生成された熱を発散するとともに、前記堅牢な電子機器エンクロージャが受ける破壊的振動イベントまたは破壊的衝撃イベントに抗して支持を提供するように構成される、請求項 6 1 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 4】**

前記パッシブラジエータは波形フィンを備える、請求項 6 1 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 5】**

前記波形フィンは、銅、アルミニウム、またはカーボン複合材料のいずれかで形成される、請求項 6 4 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 6】**

前記波形フィンは、水平面内の破壊的剪断力に抗して支持を提供し、そして前記堅牢な電子機器エンクロージャの破壊的捩りおよび屈曲に抗して支持を提供する、請求項 6 4 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 7】**

前記パッシブラジエータは三角形フィン構造を備える、請求項 6 1 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 8】**

前記三角形フィン構造は、水平面内の剪断力に抗して支持を提供し、そして前記堅牢な電子機器エンクロージャの捩りおよび屈曲に抗して支持を提供する、請求項 6 7 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

**【請求項 6 9】**

前記パッシブラジエータは複数のピン形式ヒートシンクを備える、請求項 6 1 の堅牢な

電子機器エンクロージャ。

【請求項 7 0】

前記ピン形式ヒートシンクは、乱流勾配を形成するようにピンの密度を変化させるパターンに編成され、前記熱スプレッダプレート全体に一様な熱散逸を提供するように構成される、請求項 6 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 7 1】

前記熱スプレッダプレートは、前記熱スプレッダプレート全体に一様な熱散逸を提供する熱勾配を形成するために厚さを変化させる、請求項 6 1 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 7 2】

前記冷却アセンブリは、更に、前記冷却アセンブリから前記堅牢な電子機器エンクロージャの外部にある点へ熱を取り去るように構成されたヒートパイプを備える、請求項 6 1 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 7 3】

前記上部区画は、振動イベントの散逸を助けるように構成された振動緩衝層を備える、請求項 4 9 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 7 4】

前記振動緩衝層は、更に、前記電子回路から熱が離れるように伝達すべく構成される、請求項 7 3 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【請求項 7 5】

前記振動緩衝層は熱仲介部材である、請求項 7 4 の堅牢な電子機器エンクロージャ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は電子回路用エンクロージャに関し、詳細には、破壊的衝撃イベントおよび破壊的振動イベントを含む過酷な環境にさらされる装備に使用するための堅牢なエンクロージャに関する。一実施の形態では、機械的絶縁を追加することなく本発明を実施することができる。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来の堅牢な電子機器エンクロージャは軍事用途に用いられることが多い。軍用電子回路が動作可能でなければならない環境の条件は、民生用電子回路の動作可能なパラメータの範囲を外れることが普通である。かかる条件の例には、過大な、湿気、塩分、熱、振動および機械的衝撃がある。これまで、軍用電子装置は、過酷な環境に必要とされる残存力を備えるように特注品として製造されてきた。特注装備は、かかる環境で生き残るには効果的であっても、民生装置に比べて著しく高価であることが多く、最新テクノロジへのアップグレードは不可能ではないにしても、普通は困難である。従って、従来の軍用ハードウェアにおける現在の傾向は、市販の電子機器を軍事用途での使用に適合させることである。このシステムは一般に、市販既製品システムつまり COTS として知られている。

【0 0 0 3】

COTS 設計理念は、特殊化した専用電子回路基板アセンブリを必要とせずに、軍用品を、コンピュータおよび電子機器の技術革新に歩調を合せられるようにするものである。COTS 設計手法は、市販の汎用コンピュータの演算能力が急速に高まっていることからしても魅力的である。COTS システム中の構成部品は市販されているので、通常は幾分か改変されているにしても、民生用 PC ユーザに類似するやり方を維持して、軍用品をアップグレードできる。従って、COTS 理念は、入手可能で最も強力な電子構成部品を、軍用品の現行ハードウェアシステムへ取り込めるようとする。

【0 0 0 4】

COTS システムは、軍が装備コストを削減し、既存装備への頻繁なアップグレードを可能にしたが、それは固有の欠点を持っている。先に述べたように、軍事用途は、湿度、

10

20

30

40

50

温度、衝撃および振動を含め、様々な環境上の極限に耐えなくてはならない。これら条件は、民生用電子機器の動作パラメータの範囲外にあるのが普通なので、装備の物理的構造に対し、かかる環境での動作の信頼性を確保するためには、追加の予防措置および改変をしなければならない。従来のCOTSシステムは信頼性を維持するために、2種類の特殊化した改変を利用するが普通である。これら方策は個々に使用しても、組み合わせて使用してもよい。

#### 【0005】

COTS装備を危険環境へ配備するには、複雑で堅牢なエンクロージャつまりケースへ、COTSの構成部品を格納する。「コクーニング（閉込）」と称することもある一方策は、強固に取り付けた大型エンクロージャ内へ、絶縁した小型の装備ラックを配置する。この方策により、衝撃、振動、および他の環境上の極限は、COTS装置が適合可能な水準にまで、絶縁系により減衰させられる。頑丈な既製品（ROTS）と呼ばれることがある別の方策は、COTS装備を、それが曝露される長期環境条件の厳しさに免疫が得られるような様式で「硬化」することを追求する。後者の方策は装備のエンクロージャを強化するとともに、内部構成部品のための追加支持を与える。コクーニングおよびROTSの設計手法はとともに、周囲の高い動作温度に適応させるように冷却効率を改善せねばならない。両方策ともに、複雑さ、大きさ、重量、およびコストが更にかさむことになる。

#### 【0006】

この大きさと複雑さはエンクロージャからの熱除去を悪化させ、所望動作温度を維持するためには、多くの場合に複雑な熱流ルートを考案せねばならない。全体的に見ると、こうした設計配慮は、かかるエンクロージャのコストおよび複雑さを劇的に高めてしまう。

#### 【0007】

民生用システムの設計の主要基準は、コスト、商品化までの時間、および拡張容易性、の3つである。3つの設計目標全てを果たすための前提是、システムの環境が極限の環境条件に曝露されないことである。コストは、パッケージ化を単純で安価に保つ第1の誘因である。パッケージサポート構造は、システムのコストをエスカレートさせないためにも低コストであるのがよい。コストを最小限に抑えることは、システムを、軍事環境を生き抜くのに十分なほど頑健なものにするという要求とは相反する。

#### 【0008】

システムの拡張へ容易に適応できるように、コンピュータメーカーが試みるのは、周辺のカード、メモリ、および記憶装置の単純化である。締結具を最小数にする構想（すなわち、スナップによる取付け設置の設計）は、周辺機器への顧客の容易なアクセスおよびその容易なインストールを可能にする。設計のモジュラリティ（モジュール性）により顧客の投資は保護されることになる。民生用の制約を軍用環境の要件と結び付けるとき、その設計には異なる方策が必要であり、通常は構造上の変更が、システムのエンクロージャおよびそのアタッチメントに移る。通常のコクーニング方策は、現システムが環境を生き抜くことができるよう、衝撃を極力吸収するエンクロージャを設計することである。実際には、大型で重量のあるコンピュータシステムを使用する場合、その達成は容易でない。従って、民生用システムを軍用環境の厳しさから完全に隔離する構想は達成困難であり、ラックが改変対象となるのでコストの多大な増加を招く。先に説明したCOTSテクノロジを軍用環境に対応させる目下の解決法は、システムを更に著しく複雑なものにする。

#### 【0009】

設計する上で最も難しい条件の2つが、振動および機械的衝撃である。機械的衝撃および振動は、長い間にエンクロージャや内部支持構造を変形させたり、破損させることにより、そして電気コネクタ、回路カードアセンブリ、および他の構成部品を故障させることによって、電子的装備を破壊してしまうことがある。軍事用途では、民生用の航空電子産業および自動車産業と同じく、電子機器は、車両用エンジンあるいは波動によって生成される一定の振動力にさらされている間、そして多くの場合の急激で突然の衝撃を受けている間にも動作可能でなくてはならない。こうした衝撃の例には、爆弾、ミサイル、爆雷、エアポケット、道路の深い穴、および軍用または民生用の船舶が普通に遭遇するであろう

10

20

30

40

50

他の衝突、によって生ずる衝撃がある。その上、こうした条件は、地震時のネットワークまたは電話サーバの動作条件でも見ることができる。衝撃および振動に対して何らかの保護を与えるものの、単独で働く従来の堅牢なエンクロージャは、重要な役割を担う電気的構成部品および電気回路に対する充分な保護を提供できない。

#### 【0010】

衝撃および振動に対してそれ以上の保護を提供するために、従来のCOTSシステムは、上で説明した堅牢エンクロージャを機械的に絶縁したコクーン内に搭載する。図1は、機械的に絶縁した従来のコクーンを図解する。図1に示すように、コクーン100は、種々の堅牢なエンクロージャ110を格納するように設けられる。コクーン100は、その周りのフロア130および／または壁140へ取付けてもよい。通常、こうしたフロアや壁には軍用車両の胴体または甲板がある。コクーン100は、機械的アイソレータ120を介して周辺130、140へ取付けられる。従来システムは何らかのばね状装置を使用して絶縁を得ているようであるが、図1に示すのは、とりわけ先進的な機械的アイソレータ120としてのポリマーアイソレータである。コクーン100をその周り130、140へ機械的アイソレータ120を介して取付けることにより、コクーン100は5自由度の限定された動きが許容される。この限定された動きが、衝撃および振動の影響の減衰を助ける。

#### 【0011】

機械的に絶縁したコクーン100の使用には幾つかの欠点がある。装備に及ぼす衝撃を低減するためには、妨げられずに設備が中で動ける振れ余地150をコクーンが備えなければならない。普通、この振れ余地150は、動きの各方向に4から7インチである。こうして、コクーン100が、さもなければ他の働きまたは装備のために利用され得たであろう追加のスペース150を使い切ることになる。軍事用途、民生用航空機では、自動車用途と同じように、スペースは多くの場合に貴重である。

#### 【0012】

更に、コクーン100は振動および衝撃によっては確かに装備を絶縁するが、必ずしも完全には絶縁しない。例えば、従来のコクーン100は、60～80Gの衝撃を受けることがあり（「G」は静止物体へ地球の重力が及ぼす力に等しい力の単位であり、装備が衝撃イベントにより加速されるときに受ける力を表すのに使用される）、装備が感知する衝撃を10～15Gへ低減できる。普通、コクーン100の性能は利用可能な振れ余地、使用材料、およびコクーン100内の装備の配置、により制限を受ける。加えて、振れ余地150の対応可能範囲を超えてコクーン100の周りの環境が動くと、コクーン100およびその装備は衝撃イベント全体を感知することになる。注意すべき重要な点は、衝撃の大幅な低減が見込まれる場合でさえ、民生用装置の定格は5G以下であることが多い。従って、システム内での故障の可能性は依然として著しく高い。

#### 【0013】

追加の衝撃保護を提供するために、従来のCOTSシステムは、コクーン100と、堅牢エンクロージャ110またはコクーンとを対にする。しかし、機械的衝撃からの装備の保護にとってより効果的であるとはいえる、これら堅牢なエンクロージャ110は、衝撃絶縁系と、包含されたシステムとを注意深く一体化した場合に限って働く。エンクロージャは移動を許容されているので、重量、位置、重心、および熱除去等の問題点全てを均衡させなければならない。従って、かかるシステムのコストと複雑さは、類似する電気的構成部品を使用する民生用システムに比べて大幅に高くなる。

#### 【0014】

必要なものは、1) 単純で効果的な熱流設計を提供し、2) COTS構成部品を利用でき、3) 機械的アイソレータの使用も、振れ余地も必要としない、4) 補強の必要もなく、衝撃および振動に対して高レベルの保護を提供し、そして、5) 低コストで製造できる、過酷な環境で使用するための堅牢なエンクロージャである。

#### 【発明の開示】

#### 【0015】

10

20

30

40

50

本発明は、過酷な動作環境で使用される従来の電子機器エンクロージャの制限および欠点を克服する。一実施の形態で、本発明は外付けの機械的絶縁を必要することなく破壊的衝撃イベントおよび破壊的振動イベントからの保護を提供する。

#### 【0016】

一実施の形態では、電子機器エンクロージャは、電子回路を格納するための上部区画と、それに取付けられた冷却アセンブリとを含む。空中の湿気および無用な粒子から電子回路を更に保護するために、上部区画を密閉してもよい。冷却アセンブリは剛直なトラスプレート構造を含み、この構造はエンクロージャを剛直化する構造部材を形成し、また電子回路から熱を除去する効率の良い放熱器を形成する。トラスプレート構造は、従来の「ハニカム」構造つまりサンドイッチ構造に類似する様式で高い強度対重量比を達成する。トラスプレート構造は、対向するプレートにかかる曲げモード力を圧縮および伸長モード力に変換する。しかし、従来の「ハニカム」構造つまりサンドイッチ構造とは異なり、本発明は冷却空気（または他の冷却流体）が、上部区画から効率的な熱除去を助けるように流れり通路を提供する。代替の実施の形態では、トラスプレート構造は、冷却空気（または他の冷却流体）が流れることのできる通路を提供するハニカムトラス構造である。

#### 【0017】

一実施の形態では、剛直なトラスプレート構造は、熱スプレッダーレートと底プレートとの間に結合されたパッシブラジエータから形成される。熱スプレッダーレートは上部エンクロージャの底部も形成し、上部区画と冷却アセンブリとの間の機械的および熱的な両結合を提供する。一実施の形態では、パッシブラジエータを波形フィンで構成してもよい。別の実施の形態では、パッシブラジエータが三角形フィン（Aフレーム構造）から構成される。波形フィンおよび三角形フィンの両構造は、エンクロージャの破壊的剪断および捩りに抗して追加保護を提供できる。別の実施の形態では、パッシブラジエータがピン形式ヒートシンクから構成される。更に別の実施の形態では、ピン形式ヒートシンクが、冷却アセンブリのために乱流勾配を創出するピン密度パターンに従い編成される。

#### 【0018】

一実施の形態では、予想される破壊的衝撃イベントに抗して電子回路を保護するために、エンクロージャがトラスプレート構造により剛直化される。一実施の形態では、エンクロージャおよび回路が60Gの衝撃イベントに抗して生き残ることができる。代替の実施の形態では、エンクロージャが種々の基準に基づき設計され、それにより特定のエンクロージャおよび封入されたデバイス（例えば回路）は、これら設計基準に依存して20Gから少なくとも60Gの範囲にある衝撃イベントに抗して生き残るように設計される。別の実施の形態では、エンクロージャが、予想される破壊的イベントを超える共振周波数に高められる。一実施の形態で、陸上走行車両または航空機の用途を特別な対象にして、エンクロージャおよび回路は200Hzから少なくとも1kHzの範囲の共振周波数を持つ。別の実施の形態では、船上用途を特別な対象にして、エンクロージャおよび回路が20Hzから40Hzの範囲の共振周波数を持つ。上で述べた範囲は単なる代表例であり、代替の実施の形態では、既知の破壊的振動イベントより高く選択した共振周波数を有してもよい。

#### 【0019】

一実施の形態では、冷却アセンブリが、電子回路から更に熱を取り去って、それを外部の熱交換器へ送るヒートパイプを提供する。一実施の形態では、ヒートパイプがパッシブラジエータと協働して効率的な熱交換器を提供する。

#### 【0020】

一実施の形態では、電子機器エンクロージャがマイクロチップの使用を含む。これらチップは、チップから冷却アセンブリへのより効率的な熱伝達を提供するために熱スプレッダーレート上へ上下逆にして配置されてもよい。

#### 【0021】

剛直なトラスプレート構造を介して電子回路を保護および冷却する方法も提供される。

10

20

30

40

50

## 【0022】

本明細書に記載する特徴および利点は全てを網羅しているわけではない。特に、多くの追加の特徴および利点が、本願の図面、明細書、および特許請求の範囲に鑑み、当該技術に普通に精通する者には明らかとなろう。その上、本明細書で使用する専門用語は、主に読み易さと解説を目的に選択されており、発明の主題を線引きする、つまり限定するよう選択されてはいないことに注意すべきであり、かかる発明の主題を確定するためには特許請求の範囲に依存する必要がある。

## 【0023】

## 【0024】

## 【0025】

10

## 【0026】

## 【0027】

## 【0028】

## 【0029】

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0030】

本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照して以下説明する。同様の符号は、同一または機能的に類似する要素を表す。また、図において、各符号の最も左の数字は、その符号を最初に使用した図に一致する。

## 【0031】

20

本発明は、軍用や自動車の環境における条件等、過酷な条件の下で生き残って作動しなくてはならない電子回路を保護する堅牢な電子機器エンクロージャに関する。エンクロージャは、厳しい振動および衝撃、熱、湿気、塵埃粒子、および種々の他の悪条件から電子回路を保護できねばならない。ここでの説明全般にわたり、用語「破壊的」は、保守と保守のインターバル間に単発で生じたイベント後、またはイベントの反復発生後、エンクロージャまたは電子回路を故障に至らせることがある力またはイベントを指示示すのに使用する。具体的な破壊的イベントを、より詳細に以下検討する。

## 【0032】

図2は、本発明による堅牢な電子機器エンクロージャ200の分解図である。図2に示すように、エンクロージャ200は演算素子210を格納して保護するように構成されている。演算素子210は、エンクロージャ200の主要な特徴および動作を説明するための実施例として選ばれており、エンクロージャ200がいずれの電子回路も格納して保護するように構成できることは、当該技術に精通する者には言うまでもないであろう。代替の電子回路の例は、コンピュータ、兵器誘導および通信ボード、車両制御モジュール、無線および通信装置、レーダー装置等で使用される種々の他の構成部品を含む。以下検討するように、エンクロージャ200は、高さを低く形成できる電子回路のために最も有利に使用できるが、どのような寸法の電子回路に対してもさらに高度な保護を追加するために使用してもよい。

30

## 【0033】

堅牢な電子機器エンクロージャ200は、電子回路210（演算素子として図示）を格納する上部区画220と、この上部区画220の底部へ結合された冷却アセンブリ230とを含む。図示のように、エンクロージャ200は長方形として形成されるが、どのような投影形状であってもよい。航空機または軍用兵器のようにスレースが貴重な用途では長方形ではない形状が好ましい場合もある。

40

## 【0034】

上部区画220は、上部カバー222、1つ以上の熱仲介部材224、一対の側壁226、前部壁227、後部壁（不図示）、および熱スプレッダプレート240を含む。一実施の形態では、側壁226、前部壁227、および後部壁のみならず上部カバー222もアルミニウムで成形される。代替として、上部区画220のこれらの部分は、限定されないが鋼およびプラスチックを含む、剛性のあるいずれの材料で形成してもよい。好ましく

50

は、側壁 226 は、上部区画 220 と冷却アセンブリ 230 とを組み合せた全高に延在する大きさを持つ。前部壁 227 および後部壁は、好ましくは上部区画 220 の高さに延在する大きさを持つ。側壁 226、前部壁 227、背部壁、上部カバー 222、および熱スプレッダプレート 240 の上側部分は協働して電子回路 210 を格納する密閉した上部区画 220 を形成する。別の実施の形態では、上部区画 220 を密閉しないで環境へ開放させてもよい。上部区画 220 を形成する種々の部品を、取外しに特殊工具を必要とするかもしれないねじ類や他の締結具類を使用して一緒に結合してもよい。加えて、ねじ締結具を、他の自己整列／ロック型機械的構成部品で補強してもよい。ねじ締結具または他の脱着式締結具を利用して、上部区画 220 は必要に応じて開くことができ、内側に格納された電子機器へのサービスが行われる。代替に、区画構造あるいはそれらの内部のサブ構造を、アルミニウム、鋼、またはプラスチック等の材料の単体ピースをフライス加工あるいは鋳造で成形してもよい。別の代替は、上部区画 220 を構成する各要素と一緒に溶接して強固なエンクロージャを形成することを含む。しかし、溶接は構造上の安定性を高めることができるが、エンクロージャ 200 のサービス性を低下させる。

10

20

30

#### 【0035】

冷却アセンブリ 230 は、上部区画 220 の底部へ結合され、更に、パッシブラジエータ 232（ここでは一実施の形態 232a で図示）と底プレート 234 を含む。パッシブラジエータ 232 と底プレート 234 は、最高散逸構成部品（上部区画 220）から高効率熱交換器（パッシブラジエータ 232）へ熱を取り去るために、冷却アセンブリ 230 へ結合される。

20

#### 【0036】

図示のように、パッシブラジエータ 232 はアルミニウム製波形フィン 232a で形成してもよい。以下検討するように、アルミニウム製波形フィン 232a の使用は他のパッシブラジエータを上回る明確な利点を提供する、しかし、当該技術に精通する者にとっては言うまでもなく、波形フィン 232a に代えて他のパッシブラジエータを使用してもよいし、放熱器 232 をアルミニウム以外の他の材料で製造してもよい。例えば、パッシブラジエータは、銅、炭素繊維、アルミニウムと銅またはプラスチックの複合材料構造で形成してもよく、更にヒートパイプおよび冷却プレートと併せて使用してもよい。加えて、波形フィン 232a 以外の他の構造を使用してもよい。図 5 は、好ましくはアルミニウムまたは鋼で成形した三角形フィン、つまり A フレームトラス構造 232b を図示する。以下検討するように、パッシブラジエータ 232 のこの実施の形態は、製造がより困難で、より費用がかかるが、エンクロージャ 200 へ更なる構造上の完全性を提供する。図 6 に示すのは、熱スプレッダプレート 240 と底プレート 234 との間に挟持されたピン形式ヒートシンク 232c を利用したパッシブラジエータ 232 の別の実施の形態である。これは剛直なトラスプレート構造を形成する一方、ピンの配置および密度に基づき一定量の熱散逸のプロファイル化を許容する。

30

#### 【0037】

全体的には、熱スプレッダプレート 240 と、側壁 226 の下側部分と、底プレート 234 とが協働してパッシブラジエータ 232 を「挟持」し、これを強固で剛直なトラスプレート構造に変える。トラスプレート構造は、対向する両側プレートに加えられる曲げモード力を、圧縮と伸長モード力へ変換することによって、高い強度対重量比を達成する。これは、従来のハニカムつまりサンドイッチ構成で形成されたプレートに類似する。しかし、従来の「ハニカム」つまりサンドイッチ構造と違って、本発明は、冷却空気（または他の冷却流体）が上部区画 220 から熱を効率的に除去するのを助けるように流れることを許容する管路つまり通路を提供する。

40

#### 【0038】

冷却アセンブリ 230 は多くのやり方で組み立てができるが、その 1 つの目標は、単純な組立工程を保ったまま、構造上の剛性を温存し、ベースプレートからパッシブラジエータ 232 への効果的熱伝達を可能にすることである。金属製パッシブラジエータ 232 でこれを行う 1 つのやり方は溶接によるものである。非金属製パッシブラジエータ 2

50

3 2 を使用する場合は、熱伝導性接着剤を使用してもよい。

【 0 0 3 9 】

図示のように、電子回路 2 1 0 は演算素子であり、P C B 2 1 2 と、P C B 2 1 2 の前面へ結合された複数のプロセッサ 2 1 4 と、P C B 2 1 2 の背面へ電気的に結合された複数のメモリ構成部品 2 1 6 とを含む。熱介部材 2 2 4 a が、P C B 2 1 2 の背面およびメモリ構成部品 2 1 6 に接触するよう位置決めされ、P C B 2 1 2 とメモリ構成部品 2 1 6 との間の熱交換を提供する。普通には、介基材 2 2 4 は、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、またはその他材料等の熱伝導性絶縁化合物を添加した弾性プラスチック材料でできている。代替として、介基材 2 2 4 は、ゲルまたは発泡体で形成されてもよい。代替として、上部区画 2 2 0 は熱伝導性発泡体で充填してもよい。この代替は構造と熱除去をもたらすが、恒久性のある装着ということから好ましくない。上部区画 2 2 0 内の電子機器をサービス可能に保つように支援するには、取外し可能な介基材 2 2 4 が好ましい。

【 0 0 4 0 】

より詳細に以下検討するように、プロセッサ 2 1 4 および P C B 2 1 2 は、プロセッサ 2 1 4 が熱スプレッダプレート 2 4 0 と物理的に接触して配置されるように上部区画 2 2 0 内に配置され、熱がプロセッサ 2 1 4 から離れるように伝導できるようにする。代替として、介基材 2 2 4 に類似する熱介部材のような熱伝導性材料を、プロセッサ 2 1 4 と熱スプレッダプレート 2 4 0 との間に配置してもよい。第 2 の熱介部材 2 2 4 が、メモリ構成部品 2 1 6 と上部カバー 2 2 2 との間に配置される。上部区画 2 2 0 は、その境界内に電子回路 2 1 0 を嵌合させるのにまさに十分な垂直および水平方向の余裕を提供する大きさにするのが好ましい。好ましい実施の形態では、熱介部材 2 2 4 が弾性材料でできており、上部区画 2 2 0 内で電子回路 2 1 0 との「止まり」嵌めを確保するように、僅かに圧縮されている。熱介部材 2 2 4 が上部カバー 2 2 2 との間で密な接触を確保することにより、更なる熱的および構造的利益が実現される。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、組立済みの堅牢な電子機器エンクロージャ 2 0 0 の断面構造細部を示す。図 2 で説明したように、一実施の形態では、上部区画 2 2 0 内に格納された電子回路 2 1 0 はこの場合も演算素子である。堅牢な電子機器エンクロージャ 2 0 0 の目的の 1 つは、上部区画 2 2 0 に格納された電子回路 2 1 0 を、過酷な動作環境から保護することである。上で記載したように、上部区画 2 2 0 は、側壁 2 2 6 、前部壁 2 2 8 (不図示) 、背部壁 (不図示) 、上部カバー 2 2 2 、および熱スプレッダプレート 2 4 0 を適切な大きさにすることにより完全に封入でき、上部区画 2 2 0 面に開放したスペースがないようにする。

【 0 0 4 2 】

上部区画 2 2 0 を気密にできることに加えて、「堅牢な」エンクロージャ 2 0 0 へ追加の処置を施して、中に格納された電子回路 2 1 0 上への破壊的衝撃イベントおよび破壊的振動イベントの影響の低減を助けるようにしてもよい。破壊的衝撃イベントとは、回路 2 1 0 およびエンクロージャ 2 0 0 へ加えられている力および運動量の大きな変化に起因して電子回路 2 1 0 またはエンクロージャ 2 0 0 を動作不能にし得る衝撃イベントのことである。電子回路 2 1 0 またはエンクロージャ 2 0 0 は、保守のインターバル間に生ずる単発の破壊的衝撃イベント後、または一連の破壊的衝撃イベント後に動作不能にされる場合がある。破壊的衝撃イベントの例には、爆弾、ミサイル、その他軍用兵器による衝突および爆発、爆雷への船の衝突、エアポケットへの航空機の衝突、道路の深い穴への車両の衝突、その他、軍用または民生用の船舶が普通に遭遇するその他の衝突がある。当該技術に精通する者にとっては言うまでもなく、その他にも破壊的衝撃イベントがあり、そして上記リストは単に破壊的衝撃イベントの性質に関する背景全般を提供するに過ぎない。

【 0 0 4 3 】

同様に、破壊的振動イベントは、構造上の完全性の弱体化に起因して電子回路 2 1 0 またはエンクロージャ 2 0 0 を故障させ得る振動イベントのことである。破壊的振動イベントは、単独で持続時間が短いこともあるれば、動作環境で常に存在していることもある。破壊的振動イベントの例には、エンジン振動、タービン振動、スクリュ振動、長期化衝撃イ

10

20

30

40

50

ベント、非平坦面に沿う運動等がある。当該技術に精通する者にとっては言うまでもなく、その他にも破壊的振動イベントがあり、そして上記リストは単に破壊的振動イベントの性質に関する基本的背景を提供するに過ぎない。

#### 【0044】

典型的な軍事用途では、電子回路210が60Gの衝撃、またはエンジン他の運動による一定の振動を受けた後に生き残り、効率的に動作し続けねばならない。軍用規格MIL-810、MIL-901、MIL-167およびISO10055は、所望用途に依存して耐衝撃性および耐振性の具体的な要求事項を備えており、それら全体を本明細書に組み込む。普通には、標準の民生用環境で使用されるチップレベルの個々の構成部品は、最高60Gの衝撃負荷に耐えることになる。その理由の一部は、構成部品はその構造上、高い剛性を持つように、相互接続とシリコンなどがパッケージ化されているからである。しかし、プリント回路基板(PCB)およびそのアセンブリに伴う一つの問題がある。PCBおよび半田接続部に対する衝撃の影響を最小限にするため、基板と、その構成部品と、冷却アセンブリ230との間に構造上の結びつきを持たせることは有利である。10

#### 【0045】

1つの設計目標は、破壊的衝撃および振動イベントに抗して保護するために、エンクロージャアセンブリ全体を1つの剛直な構造要素化することである。一実施の形態では、エンクロージャが、予想される破壊的衝撃イベントに抗して電子回路を保護するためにトラスプレート構造により剛直化される。一実施の形態では、エンクロージャおよび回路が60Gの衝撃イベントに耐えて生き残る。代替の実施の形態では、エンクロージャが種々の基準(例えば、材料、質量、トラスプレート、寸法、組立方法等)に基づき設計され、それにより特定のエンクロージャおよび封入デバイス(例えば回路)が、これらの設計基準に依存して20Gから少なくとも60Gの範囲にある衝撃イベントに耐えて生き残るように設計される。20

#### 【0046】

エンクロージャ200を剛直構造要素として形成する一つの局面は、エンクロージャ200が受けることになる破壊的振動イベントより高い周波数へエンクロージャ200の共振周波数を上げることを含む。与えられた構造の共振周波数に影響を及ぼす2つの主要な要因は、質量と、材料固有の剛性である。普通は、質量が低いほど、共振周波数は高い。従って、エンクロージャ200の全質量は、エンクロージャ200の共振周波数だけでなく、その振動での破損に対する弱さを判断する助けになる。また、材料の剛性が高いほど、共振周波数は高い。上で記載したように、振動の観点から見て、機械的構造体の振動エネルギーを高めないようにするために、予想されるどんな破壊的振動イベントの周波数よりも上の共振周波数を持つのが望ましい。30

#### 【0047】

従って、エンクロージャ200は、予想される破壊的振動イベントの周波数を超える総合的な高い共振周波数を提供するように剛性と質量を均衡させる材料で形成する。好ましい実施の形態では、堅牢なエンクロージャ200は主としてアルミニウムから成る。アルミニウムの使用は、電子回路210の保護に必要な強度との間で、エンクロージャに低い総質量を与えるようにしつつ良好な妥協を供与する。以下検討するように、アルミニウムの使用は、電子回路210が発生する熱を除去する効率的なやり方を提供する。一実施の形態では、エンクロージャ200は、海上衝撃イベントの12~25Hz周波数の少なくともほぼ2倍の共振周波数を持つように設計される。代替の実施の形態では、エンクロージャ200が、航空機のプロペラまたはタービンの振動に抗してエンクロージャを保護するように数百Hz範囲の共振周波数を持つ。選択した特定の共振周波数は、使用されるプロペラまたはタービンエンジンの特定の振動周波数ごとに、例えば200Hzから1kHzの間に決められることになる。これら周波数は、本発明がサポートする共振周波数の単なる例に過ぎない。代替の実施の形態は、エンクロージャ200によって散逸されることになる予想衝撃イベントの振動周波数より高く選定した共振周波数を持つことになる。40

#### 【0048】

堅牢なエンクロージャ 200 の別の局面は、その全体的なプロファイルである。好ましい実施の形態では、エンクロージャ 200 の縦方向全高は、1 ラック単位（「U」）つまり 1.75 インチである。加えて、一実施の形態で、上部区画 220 は、電子回路 210 を、区画 220 内での大幅な水平または垂直方向の動きを許容せず、ぴったり格納するように構成される。振動の更なる緩衝および絶縁が熱介部材 224 の使用により得られ、熱介部材 224 は、この止まり嵌めを確保するよう僅かに圧縮される一方で、電子回路 210 から熱を除去する効率的な熱導管を提供する。

#### 【0049】

パッシブラジエータ 232 は、破壊的衝撃および振動イベントに対して更なる耐性を提供する。波形フィン 232a、三角形フィン 232b、またはピン形式ヒートシンク 232c 等のパッシブラジエータおよび流体チャネル構造を使用することにより、軽量剛直なトラスプレート構造を、冷却アセンブリ 230 から形成できる。この構造は、上部区画 220 と底プレート 234との間を（パッシブラジエータ 232 を介して）横断して結合するにより剛体化される。トラスプレート構造を形成することによって、パッシブラジエータ 232 は、破壊的衝撃および振動イベントに耐える剛性の観点から、厚い中実プレートに類似する構造的特性を冷却アセンブリ 230 に提供する。厚い中実プレートは一般的にエンクロージャ 200 へ更なる構造上の完全性を提供するが、プレートの厚さと全質量との間にはトレードオフがある。上で記載したように、エンクロージャ 200 の共振周波数は、中実プレートを使用すればその増加質量によって低下することになる。冷却アセンブリ 230 のためにトラスプレート構造を代わりに使用することによって、エンクロージャ 200 は厚いプレートの利益を保持しながら、厚い重いプレートに付随する共振周波数の低下を回避する。

#### 【0050】

パッシブラジエータ 232 に加え、介基材が損失方式散逸要素として働くことにより高周波数の振動を吸収する。小さい縦方向スペース内の上部カバー 222 と、熱介部材 224 と、電子回路 210 と、冷却アセンブリ 230 との組合せは、エンクロージャ 200 全体の剛性を高める助けになる。その上、介基材は、底プレート 234 と上部カバー 222 との間のエネルギー移転を減少させ、本質的には、伝導した振動エネルギーを散逸する。加えて、底プレート 234、熱スプレッダプレート 240、および上部カバー 222 に使用する材料は、機械的（振動）エネルギーを散逸するように選定してもよい。詳細には、複合材料が高い強度（剛性）と緩衝（機械的エネルギーの散逸）を供与できる。

#### 【0051】

上に記載したように、トラスプレート構造は上部区画 220 と底プレート 234 とを横断して結合することにより、エンクロージャ 200 の剛体化を助ける。例えば、パッシブラジエータ 232 としての、三角形フィン構造体 232b または波形フィン 232a の使用は、矢印 310 で示す水平方向および矢印 320 で示す垂直方向の破壊的剪断イベントおよび破壊的振動イベントの影響を低減する助けにもなり得る。パッシブラジエータ 232 用に波形フィン 232a を使用することにより、水平および垂直の両方向にエネルギーを移転する良好な構造が提供される。波形は構造の軸方向に沿って力を向ける。波形は散逸ばねとして働くことで振動エネルギーを低減し得る。波形を上部プレート 240 および底プレート 234 へ頂点で連結すると、構造を「垂直」方向に剛体化し、構造体の垂直方向（つまり曲げモード）の共振周波数を効果的に上げる。

#### 【0052】

図 4 は、堅牢な電子機器エンクロージャ 200 に関する熱流および空気流を示す、堅牢化電子機器エンクロージャの断面模式図である。図 4 では、熱流および空気流をもっと明瞭に図解するために、上部区画 220 を全面的には示さないが、冷却アセンブリ 230 は、図 2 に示すように電子回路 210 を格納および保護する上部区画 220 へ結合されていると考える。

#### 【0053】

図 4 は、ここに PCB 212 およびプロセッサ 214 として図示する電子回路 210 か

10

20

30

40

50

らの熱流の2方向を示す。熱流の主方向を矢印410で示す。この熱流は、プロセッサ214を熱スプレッダプレート240と熱伝導接触するように置くことで生成される。一実施の形態では、この接触はプロセッサ214を熱スプレッダプレート240と直接接触する配置によってなされてもよい。代替として、この接触は、プロセッサ214と熱スプレッダプレート240との間へ熱伝導性媒体を配置することによってなされてもよい。熱スプレッダプレート240は高い熱伝導率を持つのが好ましい。好ましい実施の形態では、プロセッサ214が上下逆に配向され、それによりその「上部」は熱スプレッダプレート240に押し付けられる。この編成は、プロセッサ214と熱スプレッダプレート240との間の直接的な熱伝導を可能にする。従来型マイクロチップでは、チップから出る熱の主要方向は、その「上部」を通してである。プロセッサ214の上部を熱スプレッダプレート240に接して位置決めすることにより、熱はプロセッサ214から熱スプレッダプレート240へ効率的に伝導される。代替として、マイクロチップは、その「上部」を熱スプレッダプレート240から離れる方へ向けてもよく、熱仲介部材224または他の熱伝導媒体を、マイクロチップと熱スプレッダプレート240との間に配置してもよい。  
10

#### 【0054】

熱スプレッダプレート240は、電子回路210を出た熱を、矢印410で示す方向にパッシブラジエータ232中へ伝導させる。パッシブラジエータ232は、電子回路210から伝導した熱を環境中へ発散するよう設計されている。パッシブラジエータ232は、その表面領域を横切る空気流に曝されるのが好ましい。この空気流を図4に矢印430で示す。パッシブラジエータ232、上部プレート240、そして底プレート234から形成されたスペースを通して空気流430を誘導することにより、熱を、電子回路210から、そして堅牢な電子機器エンクロージャ200全体から効率的に除去できる。代替として、冷却アセンブリ230を垂直方向に搭載して加熱空気を上昇させ、熱で誘発された対流によりアセンブリを冷却することができる。パッシブラジエータ232の特定の比率が、エンクロージャ200から熱を除去する効率に直接的に影響を及ぼす。一例を挙げると、単体「セグメント」の全高および全幅は、熱を発散するために存在する表面積の大きさに直接的に影響するだけでなく、空気チャネルのプロファイルも変える。空気チャネルのプロファイルは空気流に対するチャネルの抵抗に影響を及ぼし、従ってパッシブラジエータ232の空気チャネル、ひいてはエンクロージャ200を通る（与えられた圧力差に対する）空気流レートに影響を及ぼす。  
20

#### 【0055】

更に、空気流が弱い状態に対しては、冷却アセンブリ230が最大量の熱を大気へ発散するように設計される。表面積を大きくすると、プロセッサと空気間の熱伝達が増加する。これは結果として、「より密な」波形、つまり熱スプレッダプレート240と底プレート234との間でのより多くの行き来する移行となろう。しかし、外部で生成された圧力差を用いてパッシブラジエータ232を通過する空気移動を誘導すれば、与えられた圧力差での最適熱伝達のためにパッシブラジエータ232を通る通路を最適化する設計が可能になる。通路の大きさは、パッシブラジエータ232を横断して流れる空気の抵抗に直接的に影響を及ぼす。通路のサイズが小さくなると、与えられた圧力差の空気流、すなわち冷却アセンブリ230の熱伝達効率も低下することになる。従って、一つの設計目標は、通路のサイズならびに結果としての空気流および熱伝達効率に対してパッシブラジエータ232の表面積を均衡させることである。かくして、パッシブラジエータ232の比率を調節することにより、さまざまな動作条件を、特定の用途および環境の要求事項に合わせることができる。  
30

#### 【0056】

図3に関連して述べたように、パッシブラジエータ232は衝撃および振動保護も提供する。パッシブラジエータ232のかかる衝撃および振動局面も各「セグメント」の比率に依存する。衝撃および振動保護に対する用途面でのニーズを動作温度要件に対して均衡させる必要があるかもしれない。普通は、システムは摂氏50度を超える周囲温度極限で  
40

動作する必要がある。パッケージのところで測定されるチップ容器の、通例に規定されている最高温度は 75 を超えない。低電力デバイスでは、これは容易に達成できる。大電力デバイスの場合、電子機器から空気に至るまでの熱抵抗が重要な要因となる。大電力デバイスでは、銅またはカーボン複合材料等の別の材料をパッシブラジエータ 232 に用いて、冷却アセンブリ 230 への熱伝達を改善してもよい。

#### 【0057】

上で記載したように、熱スプレッダプレート 240 は、好ましくはアルミニウム等の高い熱伝導率を持つ材料で形成される。代替として、熱スプレッダプレート 240 は、高い熱伝導率を提供して高レートの空気流での冷却効率を改善するために、銅またはカーボン複合材料で形成してもよい。この代替の実施の形態でのパッシブラジエータ 232 には、10 いずれの種類の材料を使用してもよい。

#### 【0058】

一実施の形態では、熱スプレッダプレート 240 またはパッシブラジエータ 232 が、空気チャネルの中へのエネルギー流束を一定にするよう、熱スプレッダプレート 240 の軸に沿って空気チャネルの「より熱い」排気側 715 から「より冷たい」吸気側 710 へ熱を伝導するように構成されてもよい。これは、熱スプレッダプレートを吸気側 710 で比較的により厚く、排気側 715 でより薄くすることにより行われる。別の実施の形態では、乱流勾配が、冷却アセンブリ 230 のチャネル容量を変化させることによって、または、ピンの断面形状を変更することで、もしくはいずれか他の手段でパッシブラジエータ 232 のピン密度を変化させることによって(ピン形式ヒートシンク 232c と類似したピン形式ヒートシンクを使用する場合)達成できる。図 7 は乱流勾配を持つ冷却アセンブリ 230 を図解する。冷却アセンブリ 230 は、空気流の矢印 710a で表す吸気部 710、および矢印 715a で表す排気部 715 を有する。冷却アセンブリ 230 の吸気部 710 近くで、パッシブラジエータ 232 は、楕円形のピン型フィン 232d で組上げられている。空気がパッシブラジエータ 232 に沿って吸気部 710 から排気部 715 へ矢印 720 で示す方向に沿って移動すると、空気流の方向 720 に沿った圧力降下が増大する。冷却アセンブリ 230 の排気部 715 終端では、ピン型フィン 232e は、より円筒形であるような形状にされ、それはピン形式ヒートシンクと類似するかもしれない。この円筒形ピン型フィン 232e は、より多くの乱流を誘発し、従ってより高い圧力降下を創出する。矢印 720 に沿ってピンのプロファイルを変更することに起因して変化する乱流は、空気温度が、冷却アセンブリ 230 の吸気部 710 から排気部 715 へ高まるとしても、エネルギー移転レートを一定に保つ傾向にある。この乱流プロファイルは、熱スプレッダが等温度を維持することを容易にする。熱スプレッダの熱伝導率を高めることができなり、これは通常、質量を低減できることを意味し、従って、熱伝達効率を低減することなく構造の(屈曲モードに対する)共振周波数を高めることができる。

#### 【0059】

上で説明した乱流プロファイルは、熱スプレッダプレート 240 と接触している幾つかのチップを同様な温度に維持する助けになる。これは、高レートの空気流 430 が吸気部から排気部へ、外部で生成された圧力差によって誘導される状態で殊に有用である。図 4 へ戻り、これを参照すると、空気が矢印 430 の方向に流れると、空気はパッシブラジエータ 232 によって加熱されることになり、それによってパッシブラジエータ 232 の残部を冷却する有効性は低下する。乱流プロファイルを空気流温度の変化に整合するよう設計することにより、電子回路 210 の温度は維持される。電子回路 210 にある全ての構成部品にわたり実質的に均一な温度に維持することによって、構成部品間の温度偏差によるタイミング不一致を低減できる。これは、幾つかのプロセッサが並行して動作している場合に殊に重要である。

#### 【0060】

上記検討は空冷式波形フィンパッシブラジエータ 232a を利用したエンクロージャ 200 の実施の形態に主に焦点を当てたが、当該技術に精通した者には言うまでもなく、海水または市販の冷却剤等の液体、気体窒素等の他の気体を用いてパッシブラジエータ 23

10

20

30

40

50

2から出るように熱を伝導させることができる。代替として、システム内に液体または気体が存在しなくてもよく、熱伝達はエンクロージャの外部表面からの輻射または対流によって達成される。一実施の形態では、パッシブラジエータ232用流体チャネルの代わりに、液体熱交換器を利用する。その場合、トラスプレート構造の機械的利益は全て保持され、小幅な質量の増加は、熱伝達効率で償って余りあろう。別の実施の形態では、パッシブラジエータを航空機の冷たい壁へ物理的に接触させる。更に、ヒートパイプを、熱スプレッダプレート240に埋め込んでもよく、これは外部熱交換器へ熱を除去する助けになる。加えて、波形フィン232aおよび三角形フィントラス232bは生産および構造の視点から有利であることが立証されているが、当該技術に精通した者には言うまでもなく、本開示に従い、その他のパッシブラジエータも想到されよう。他の可能性のあるパッシブラジエータの例として、パンチ孔付波形フィン、上部プレート240と底プレート234とへ結合可能な従来型フィン形式ヒートシンク、空気を通過させるように配向したハニカムトラス構造、あるいは、内部に細長いチャネルまたは孔を設けた中実金属プレートがある。

10

#### 【0061】

本発明が好ましい実施の形態および種々の代替の実施の形態を参照して、詳細に示しがつ説明したが、関連技術分野に精通した者は分かるように、形態および細部における種々の変更が本発明の精神と範囲から逸脱することなくなされ得る。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0062】

【図1】従来の機械的に絶縁したコクーンシステムを示す図。

【図2】本発明の一実施の形態に従う堅牢な電子機器エンクロージャの分解組立図。

【図3】本発明の一実施の形態による、組立済みの堅牢な電子機器エンクロージャの断面の構造細部を示す図。

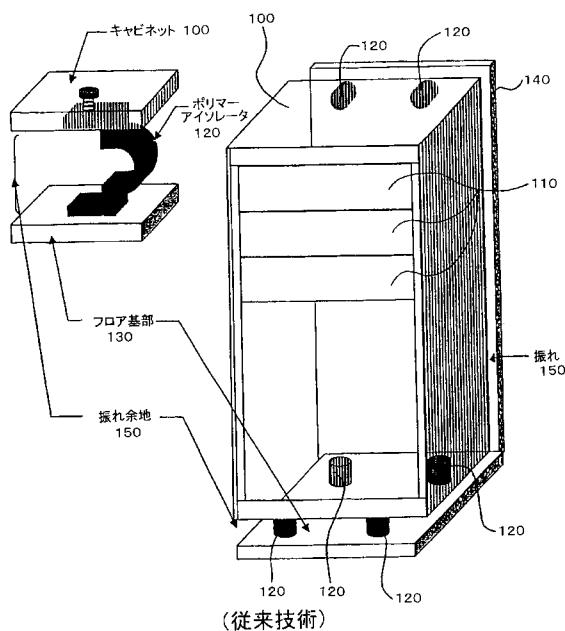
【図4】堅牢な電子機器エンクロージャの断面模式図であり、本発明の一実施の形態によるエンクロージャに関する熱流および空気流を示す図。

【図5】三角形フィン構造を利用した冷却アセンブリを示す図。

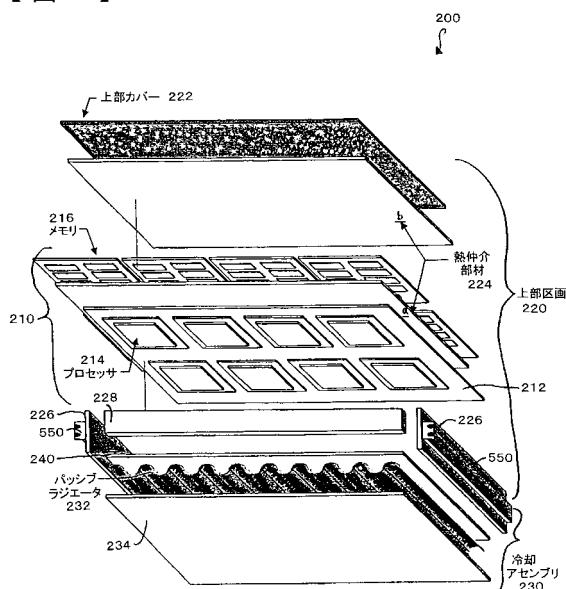
【図6】ピン形式ヒートシンクを利用した冷却アセンブリを示す図。

【図7】乱流勾配を形成するピン形式ヒートシンクを利用する冷却アセンブリを示す図。

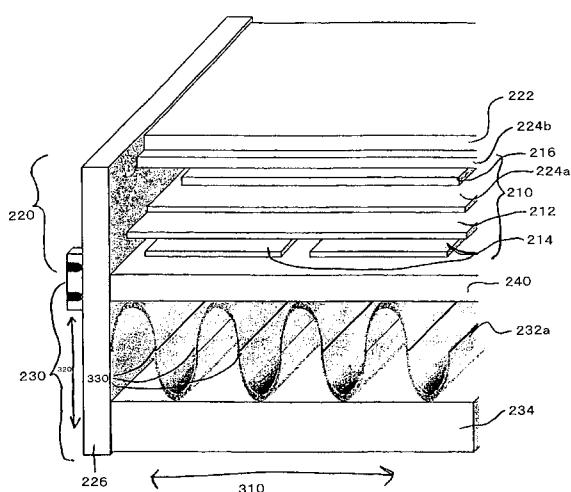
【図1】



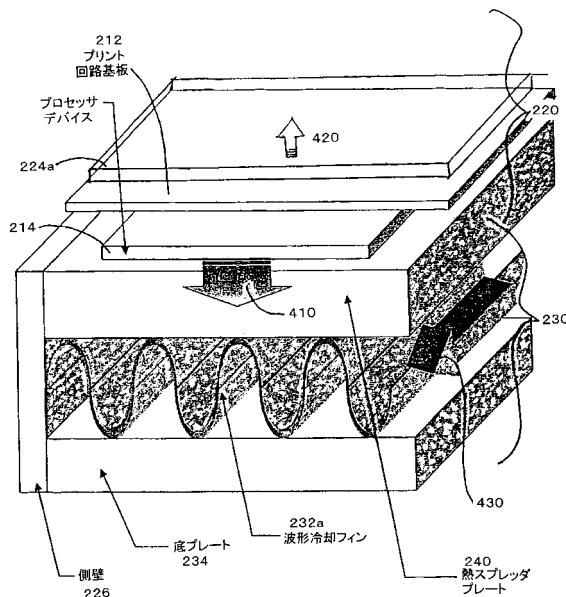
【図2】



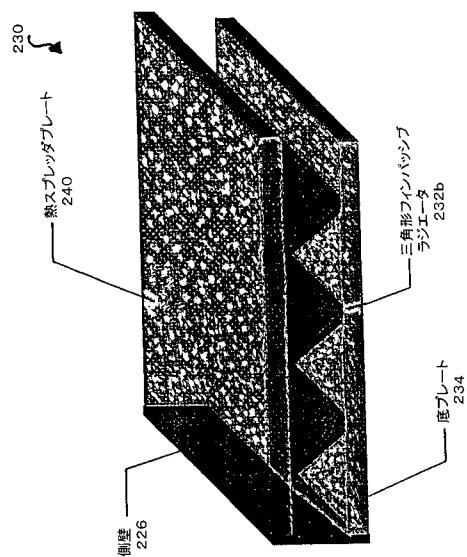
【図3】



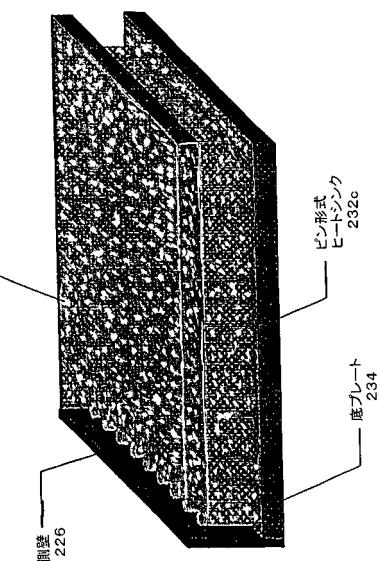
【図4】



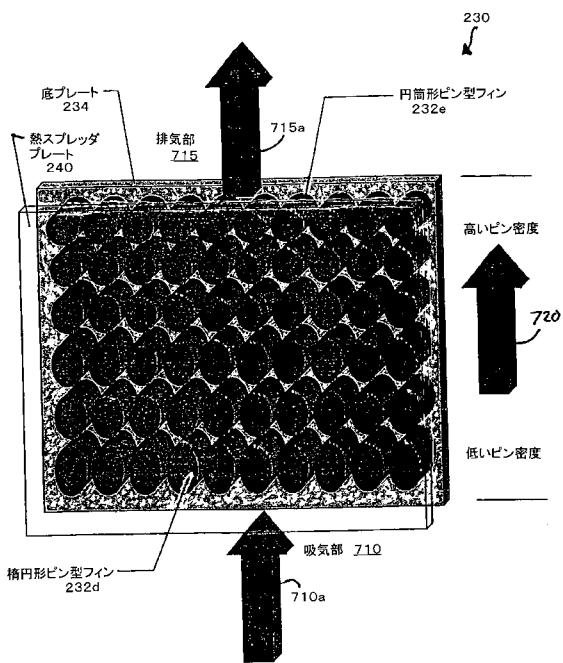
【図5】



【図6】



【図7】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US03/26134
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC(7) : H05K 7/20 US CL : 361/690		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 361/690,683-687,694-696,700-710,724-727; 165/80.3,121,126,185; 312/326; 454/184		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6,215,658 (BODINI) 10 APRIL 2001.	1-11,13, 25-58, 60, 73-75
---		
Y		12, 59
Y	US 5,808,866 (PORTER) 15 SEPTEMBER 1998.	12, 59
A	US 5,282,114 (STONE) 25 JANUARY 1994, SEE ENTIRE DOCUMENT.	1-75
A	US 5,999,406 (MCKAIN et al) 07 DECEMBER 1999, SEE ENTIRE DOCUMENT.	1-75
A	US 6,330,152 (VOS et al) 12 NOVEMBER 1994, SEE ENTIRE DOCUMENT.	1-75
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"D"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 09 October 2003	Date of mailing of the international search report <b>08 MAR 2005</b>	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 703/872-9306	Authorized Officer  Telephone No. 657/272-1600	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

---

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM ,ZW

F ターム(参考) 5E322 AA01 BA01 BA05 EA10 FA04