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

特許第6223426号
(P6223426)

(45)発行日　平成29年11月1日(2017.11.1)　(24)登録日　平成29年10月13日(2017.10.13)

(51)Int.Cl.　　F I
B64G 1/50 (2006.01)　　B64G 1/50 B
F28D 15/02 (2006.01)　　F28D 15/02 G

請求項の数 15　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2015-509371 (P2015-509371)
(86)(22)出願日　平成25年4月23日 (2013.4.23)
(65)公表番号　特表2015-522459 (P2015-522459A)
(43)公表日　平成27年8月6日 (2015.8.6)
(86)国際出願番号　PCT/EP2013/058404
(87)国際公開番号　WO2013/164226
(87)国際公開日　平成25年11月7日 (2013.11.7)
審査請求日　平成28年2月29日 (2016.2.29)
(31)優先権主張番号　12275055.7
(32)優先日　平成24年4月30日 (2012.4.30)
(33)優先権主張国　欧州特許庁 (EP)

(73)特許権者　514275691
エアバス・ディフェンス・アンド・スペース・リミテッド
ＡＩＲＢＵＳ　ＤＥＦＥＮＣＥ　ＡＮＤ　ＳＰＡＣＥ　ＬＩＭＩＴＥＤ
イギリス、エス・ジィ・１　２・エイ・エス　ハートフォードシャー、スティーブニッジ、ガネルズ・ウッド・ロード
(74)代理人　110001195
特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ヒートパイプをパネルに搭載するための装置および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

衛星用の構造パネルであって、それに搭載された細長いヒートパイプを含み、

前記ヒートパイプは、その遠方端同士の中間で、熱伝導性の接着剤で前記パネルに接合されており、

前記接着剤は、前記ヒートパイプの少なくとも１つの遠位端の近傍で省かれており、接着剤のない前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの遠位端は、協働するねじ付き受け要素に受けられた少なくとも１本のボルトによって、前記パネルに機械的に固定されている、パネル。

【請求項２】

前記ねじ付き受け要素は、前記パネル内に埋込まれた挿入物を含む、請求項１に記載のパネル。

【請求項３】

前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの端は、それを前記パネルに固定する４本のボルトを含み、前記４本のボルトは、実質的に四角形の配置で構成されている、請求項１または請求項２に記載のパネル。

【請求項４】

前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの端の近傍の前記接着剤は、前記ヒートパイプを前記パネルに固定する最も近いボルトの中心軸から少なくとも１０ｍｍで終わっている、請求項１～請求項３のいずれか１項に記載のパネル。

【請求項５】
前記パネルまたはパネル表面の材料の熱膨脹係数は、前記ヒートパイプの材料の熱膨脹係数とは異なっている、請求項１～請求項４のいずれか１項に記載のパネル。
【請求項６】
前記パネルはＣＦＲＰサンドイッチパネルを含み、前記ヒートパイプは金属製である、請求項５に記載のパネル。
【請求項７】
前記ヒートパイプは、前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの遠位端から延在するフランジを含み、前記少なくとも１本のボルトは、前記フランジを通って前記パネルへと延在する、請求項１～請求項６のいずれか１項に記載のパネル。
【請求項８】
前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの遠位端は、テーパがつけられている、請求項１～請求項７のいずれか１項に記載のパネル。
【請求項９】
前記パネルは、前記パネルの表面に接合されたパネル材料の層を含む表皮ダブラーを含み、前記ヒートパイプは、表皮ダブラーに接合され、ボルト留めされている、請求項１～請求項８のいずれか１項に記載のパネル。
【請求項１０】
前記ヒートパイプは、前記パネルの表面に直接接合され、ボルト留めされている、請求項１～８のいずれかに記載のパネル。
【請求項１１】
前記ヒートパイプは、前記パネル内に埋込まれている、請求項１～８のいずれかに記載のパネル。
【請求項１２】
前記ヒートパイプは、前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの遠位端から延在するフランジを含み、前記フランジは、前記パネルの表面に押し付けて配置され、前記少なくとも１本のボルトは、前記フランジを通って前記パネルへと延在する、請求項１１に記載のパネル。
【請求項１３】
衛星用の構造パネルを製造する方法であって、
細長いヒートパイプを、前記ヒートパイプの接着剤が省かれた少なくとも１つの遠位端の近傍を除く遠方端同士の中間で、熱伝導性の接着剤で前記パネルに接合することと、
接着剤のない前記ヒートパイプの前記少なくとも１つの遠位端を、協働するねじ付き受け要素に受けられた少なくとも１本のボルトによって、前記パネルに機械的に固定することとを含む、方法。
【請求項１４】
前記ねじ付き受け要素はねじ付き挿入物を含み、前記方法は、前記挿入物を前記パネル内に埋込むことと、前記挿入物を固定用化合物で適所に固定することとを含む、請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】
前記ヒートパイプを前記パネルに接合する接着剤は、前記少なくとも１本のボルトが前記パネルに固定される間、または固定された後に、硬化される、請求項１３または請求項１４に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、ヒートパイプをパネルに搭載するための手段に関し、特に、炭素繊維強化プラスチックパネルへのヒートパイプの搭載に関する。
【背景技術】
【０００２】

背景

科学衛星および通信衛星などの宇宙船は、著しい量の熱を発生させる高パワー機器を含んでおり、熱は機器から放散される必要がある。そのような機器は従来、炭素繊維強化プラスチック（carbon fibre reinforced plastic：ＣＦＲＰ）サンドイッチパネルを含み得る衛星の構造パネル上に搭載される。これらのパネルは、両側のＣＦＲＰ表皮によって挟まれたハニカムコアを含む。そのようなパネルは非常に軽量で強度があり、優れた構造強度を提供するが、熱の不良導体であるため、そのような高パワー機器の温度を制御することは問題になる場合がある。したがって、熱放散のための別個の手段を提供することが必要である。これは、熱伝導性を向上させるための、パネルの表皮のものよりも厚いＣＦＲＰシートである「熱ダブラー」を含んでいてもよい。また、これに代えて、「ヒートパイプ」として公知の装置が使用されてもよい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

ヒートパイプは金属製（通常、アルミニウム）のパイプを含み、それは、熱伝導性の流体を含有し、発熱する機器に熱的に結合され、ＣＦＲＰパネルの表面に搭載され、機器から遠ざかるように延在しており、熱を機器から伝導させて周囲環境へと放散させることができるようになっている。ヒートパイプは、所与のパワー放散用の同じ温度を制御するためにヒートパイプよりも多い全質量を必要とする熱ダブラーよりも、熱的により効率的である。ヒートパイプは、冷却剤がヒートパイプシステムの閉ループを回るようにポンプ注入されるループヒートパイプシステムを含んでいてもよいが、ポンプと能動的制御電子装置とを必要とし、それは複雑性、費用、および追加の質量を機器に追加する。また、これに代えて、ヒートパイプは、それが熱的に結合されている熱源からヒートパイプに沿って熱を受動的に伝導する冷却剤流体を含有する封止されたパイプである受動的ヒートパイプを含んでいてもよい。受動的ヒートパイプは、ヒートパイプループシステムよりも安価で、単純で、軽量である。

【０００４】

金属製のヒートパイプは必然的に熱の良導体であり、一方、それらが搭載されるＣＦＲＰパネルは熱の不良導体である。加えて、金属製のヒートパイプの熱膨脹係数（coefficient of thermal expansion：ＣＴＥ）は、ＣＦＲＰのそれとは著しく異なる。金属製のヒートパイプは、加熱時、ＣＦＲＰパネルよりも著しく膨張する。ＣＦＲＰパネルは、加熱時、ほとんど膨張せず、そのためそれらは、正確な位置付けおよび整列を必要とする機器の搭載に良好である。ヒートパイプをＣＦＲＰパネルに搭載しようとするこれまでの試みは、ＣＦＲＰパネル表面へのヒートパイプの接合を伴ってきた。しかしながら、使用時、接着ボンドは、「逸脱（excursion）温度」下で、すなわち、周囲／組立て温度を著しく上回る、または下回る温度にさらされると、金属製のヒートパイプが、それらが取付けられているＣＦＲＰパネルよりも大きい程度、収縮および膨張することによって発生した大きい熱弾性応力により、不具合や亀裂を被りやすい。この不同膨張により、構造内の力がＣＦＲＰパネルを平面形状から湾曲形状へと圧迫して接着ボンドを破壊し、ヒートパイプがＣＦＲＰパネル表皮から外れ、および／またはＣＦＲＰパネル表皮を破壊するおそれがある。ＣＦＲＰパネルへのヒートパイプの取付けを弱めるだけでなく、亀裂のある接着ボンドはまた、無傷のボンドよりも熱伝導性が大幅に減少しており、それは、ＣＦＲＰパネルとヒートパイプとの間の接着剤の伝熱能力を大幅に減少させる。ヒートパイプで発生した熱弾性負荷およびピーク応力は通常、ヒートパイプの遠方端に集中しており、ヒートパイプの端をＣＦＲＰパネル表面から分離するように作用する剥離力と、ヒートパイプとＣＦＲＰパネル表面との間のせん断力とを作り出す。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

概要

この発明の実施形態によれば、衛星用の構造パネルであって、それに搭載された細長い

ヒートパイプを含み、ヒートパイプは、その遠方端同士の中間で、熱伝導性の接着剤でパネルに接合されており、接着剤は、ヒートパイプの少なくとも１つの遠位端の近傍で省かれており、接着剤のないヒートパイプの少なくとも１つの遠位端は、協働するねじ付き受け要素に受けられた少なくとも１本のボルトによって、パネルに機械的に固定されている、パネルが提供される。

【０００６】

ねじ付き受け要素は、パネル内に埋込まれた挿入物を含んでいてもよい。

ヒートパイプの少なくとも１つの端は、それをパネルに固定する４本のボルトを含んでいてもよく、４本のボルトは、実質的に四角形の配置で構成されている。

【０００７】

ヒートパイプの少なくとも１つの端の近傍の接着剤は、ヒートパイプをパネルに固定する最も近いボルトの中心軸から少なくとも１０ｍｍで終わっていてもよい。

【０００８】

パネルまたはパネル表面の材料の熱膨脹係数は、ヒートパイプの材料の熱膨脹係数とは異なっていてもよい。

【０００９】

パネルはＣＦＲＰサンドイッチパネルを含んでいてもよく、ヒートパイプは金属製であってもよい。

【００１０】

ヒートパイプは、ヒートパイプの少なくとも１つの遠位端から延在するフランジを含んでいてもよく、少なくとも１本のボルトは、フランジを通ってパネルへと延在してもよい。

【００１１】

ヒートパイプの少なくとも１つの遠位端は、テーパがつけられていてもよい。

パネルは、パネルの表面に接合されたパネル材料の層を含む表皮ダブラーを含んでいてもよく、ヒートパイプは、表皮ダブラーに接合され、ボルト留めされてもよい。また、これに代えて、ヒートパイプは、パネルの表面に直接接合され、ボルト留めされてもよい。さらに、パネルは、ヒートパイプの少なくとも１つの遠方端の近傍でパネルの表面に接合された表皮ダブラーの１つ以上の個別の区分を含んでいてもよく、その点でヒートパイプが、表皮ダブラーの個別の区分にボルト留めされてもよい。

【００１２】

ヒートパイプを表皮ダブラーに、または表皮ダブラーをパネル表面に、またはヒートパイプをパネル表面に接合する接着層は、厚さが０．２ｍｍ～１ｍｍであってもよい。ボンドのせん断力不良に対する最適な抵抗を提供するために、０．２ｍｍよりも大きい接着層が好ましい場合があり、また、ボンドの剥離力不良に対する最適な抵抗を提供するために、１ｍｍ未満の接着剤厚さが好ましい場合がある。最適な熱力学的性能のために、好ましくは０．２ｍｍ～０．５ｍｍの接着層が提供されてもよい。

【００１３】

ヒートパイプは、パネル内に埋込まれていてもよい。

ヒートパイプは、ヒートパイプの少なくとも１つの遠位端から延在するフランジを含んでいてもよく、フランジは、パネルの表面に押し付けて配置されてもよく、少なくとも１本のボルトは、フランジを通ってパネルへと延在してもよい。

【００１４】

この発明の実施形態はまた、衛星用の構造パネルを製造する方法であって、細長いヒートパイプを、ヒートパイプの遠方端同士の中間で、熱伝導性の接着剤でパネルに接合することと、ヒートパイプの少なくとも１つの遠位端の近傍で、接着剤を省くことと、接着剤のないヒートパイプの少なくとも１つの遠位端を、協働するねじ付き受け要素に受けられた少なくとも１本のボルトによって、パネルに機械的に固定することとを含む、方法を提供する。

【００１５】

ねじ付き受け要素はねじ付き挿入物を含んでいてもよく、方法は、挿入物をパネル内に埋込むことと、挿入物を固定用化合物で適所に固定することとを含んでいてもよい。

【００１６】

ヒートパイプをパネルに接合する接着剤は、少なくとも１本のボルトがパネルに固定される間、または固定された後に、硬化されてもよい。

【００１７】

図面の簡単な説明

この発明の実施形態を、添付図面を参照して、単なる例示としてこれから説明する。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】この発明の第１の実施形態に従った、ヒートパイプが取付けられたＣＦＲＰパネルを示す図である。

【図２】ヒートパイプの断面が見える、ヒートパイプの斜視図である。

【図３】図２のヒートパイプの、上からの概略平面図である。

【図４】図１のパネルのねじ付きのボルト固定用挿入物の斜視図である。

【図５】パネル内に埋込まれたねじ付きのボルト固定用挿入物を示す、図１のＣＦＲＰパネルの断面側面図である。

【図６】この発明の第２の実施形態に従った、ヒートパイプが取付けられたＣＦＲＰパネルを示す図である。

【図７】この発明の第３の実施形態に従った、ヒートパイプが取付けられたＣＦＲＰパネルを示す図である。

【図８】この発明の第４の実施形態に従った、ヒートパイプが埋込まれたＣＦＲＰパネルを示す図である。

【図９】孤立した図８のヒートパイプの斜視図である。

【図１０】この発明の第５の実施形態に従った、ヒートパイプが取付けられたＣＦＲＰパネルを示す図である。

【図１１】この発明の第６の実施形態に従った、ねじ付きのボルト固定用挿入物の代替的な構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

詳細な説明

図１～５を参照して、この発明の第１の実施形態１が示されており、主面の両側に設けられたＣＦＲＰの表皮１２ａ、１２ｂを有するハニカムコア１１を含むＣＦＲＰサンドイッチパネル１０を含む。ＣＦＲＰパネルの片側に、ＣＦＲＰ表皮材料の細片を含む表皮ダブラー１３が設けられ、その上にヒートパイプ１４が搭載されている。表皮ダブラー１３は、厚さが表皮１２ａ、１２ｂと類似しており、たとえば、ＣＦＲＰ１２ａ、１２ｂの厚さは約０．５ｍｍであってもよい。表皮ダブラー１３は、熱伝導性の接着剤２９によってＣＦＲＰパネル表皮１２ａに接合されており、追加のせん断強度をＣＦＲＰパネル／ヒートパイプ構造に提供する。

【００２０】

ヒートパイプ１４は図２および図３により詳細に示されており、内側に突出するフィン１６を有する中空チューブ１５と、中空チューブ１５と一体的に形成され、その両側に配置された、平行な細長い平面状の上方および下方フランジ１７ａ、１７ｂとを含む。（図２では、ヒートパイプ１４は、内部パイプ構造を説明するためにのみ、開放端を有して示されているが、使用時には端が閉鎖されていることは明らかであろう）。閉鎖されたヒートパイプ１４は、アンモニアであり得る冷却剤流体を含有しており、機器からの熱が液体冷却剤を蒸発させ、それが次にヒートパイプ１４に沿って拡散し、熱をヒートパイプ１４のより冷たい領域へと、そして周囲環境へと放散させることによる等温作用を用いて機能する。冷却剤は、それが冷える際に凝縮し、中空チューブ１５内の密集したフィン１６間の毛管作用によって熱源の領域に運び戻される。ヒートパイプ１４はそれにより、熱を熱

源から受動的な態様で放散させるように作用する。

【００２１】

細長い下方フランジ１７ｂは、搭載ボルト１９を受けるための４つの穴１８を、中空チューブ１５の片側に２つずつ含む。穴１８は、ヒートパイプの遠方端１４ａの近傍に形成されている。細長い上方フランジ１７ａは、ボルト１９のヘッド１９ａへのアクセスを可能にするために、４つの穴１８のそれぞれの位置に対応する４つの切欠２０を含む。

【００２２】

ＣＦＲＰパネル１０は、パネル内に埋込まれた１０個のねじ付き挿入物２１を含み、それらのうちの１つが図４に示され、それらのうちの５つが、１つのそのような挿入物の拡大図を含む図５に断面で示される。挿入物２１はヘッド２２を含み、ヘッド２２は、ねじ付き中央開口２３と、ヘッド２２を一方側から他方側まで貫通して延在し、ヘッド２２の周縁の近くに、かつねじ付き中央開口２３の両側に位置する、２つのより小さい通路２４とを有する。中央ステム２５が、ヘッド２２の下側から延在し、張り出したフランジ２６で終わっている。

【００２３】

挿入物２１は、表皮ダブラー１３および上方表皮１２ａを通過し、ハニカムコア１１を部分的に通過するようにパネルに開けられた穴２７によって、ＣＦＲＰパネル１０に固定して埋込まれている。挿入物２１は穴２７に配置され、埋込用化合物２８が２つの通路２４のうちの１つを通して注入され、それは、挿入物ステム２５および張り出したフランジ２６のまわりの穴２７内の空間と、開けられた穴２７と開放連通するあらゆるハニカムセルとを充填する。埋込用化合物２８は、樹脂と、硬化化合物と、マイクロバルーン（充填材料としての微小中空ガラス球体）とを含む。埋込用化合物２８は硬く硬化し、それにより、挿入物２１をＣＦＲＰパネル１０内にしっかりと接合する。挿入物２１は、挿入物２１のヘッド２２が表皮ダブラー１３の表面から、およそ０．２ｍｍ（＋／－０．０５ｍｍ）、若干盛り上がって位置するように、パネル１０の穴２７内に位置付けられる。

【００２４】

ヒートパイプ１４は、下方フランジ１７ｂの穴１８の近傍のヒートパイプ１４の遠方端１４ａ以外は、その長さ全体に沿って、熱伝導性の接着剤３０を用いて表皮ダブラー１３に接合されることにより、ＣＦＲＰパネル１０に搭載される。ヒートパイプ１４の遠方端１４ａでは、接着剤３０は、ヒートパイプ１４と表皮ダブラー１３との間に塗布されていない。ここでは、ヒートパイプは挿入物２１上に位置しており、ボルト１９は、ヒートパイプ１４とボルトヘッド１９ａとの間に設けられたワッシャー３１を通り、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂの穴１８を通って延在して、各挿入物２１のねじ付き中央開口２３に受けられる。ボルト１９はそれにより、ヒートパイプ１４の端１４ａをＣＦＲＰパネル１０に機械的に固定する。さらに、表皮ダブラー１３の表面から若干盛り上がって位置する挿入物２１のヘッド２２は、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂの下側と表皮ダブラー１３の上面との間に空間３２を提供して、接着剤３０の層に間隙高さに対応する厚さが提供されるようにする。

【００２５】

接着剤が終わるヒートパイプ１４上の点は、ヒートパイプ１４の長手方向において、ボルト１９／挿入物２１の位置から間隔を置かれている。上述の態様でＣＦＲＰパネル１０に固定されたヒートパイプ１４は、接着剤３０によって提供される熱伝導性界面からのボルト留め取付具の分離を有する、有利な二重機能継手をもたらす。ボルト１９は、ヒートパイプ端１４ａでの大きい熱弾性負荷の大部分を担持し、接合された接着剤３０がこれらの大きい負荷を受けて亀裂したり他の態様で破損したりしないように保護して、接着剤取付具が無傷のままとなり、それにより高パワー機器およびＣＦＲＰパネル１０からヒートパイプ１４への効率的な熱伝導経路を提供できることを確実にする。

【００２６】

ヒートパイプ１４の遠方端１４ａでの４個１組のボルト１９およびそれぞれの挿入物２１とは別に、ヒートパイプ１４には、その中間点１４ｂに、この位置での接着ボンド３０

に加えて、ヒートパイプ１４をＣＦＲＰパネル１０に機械的に固定するための追加のボルト１９も設けられている。ここでは、ヒートパイプ１４は、下方フランジ１７ｂに穴１８を含み、それらを通ってボルト１９が上述のように延在し、ＣＦＲＰパネル１０の挿入物２１に受けられる。

【００２７】

ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂの角３３は面取りされいるが、これに代えて丸くされてもよく、または好ましくは別の非正方形構成であってもよい。これは、ヒートパイプ端１４ａでＣＦＲＰ表皮１２ａまたは表皮ダブラー１３の表面上に生じる応力が、角でピークになることを減少させるのに役立つ。

【００２８】

ヒートパイプ１４の遠位端１４ａで、その下方フランジ１７ｂ上に略正方形のレイアウトで配置された４本のボルト１９の構成は、特に有利である。なぜなら、それは、直交する２つの方向、すなわち、ヒートパイプ１４の長手方向（図１に矢印Ａで示す）およびヒートパイプ１４の長手方向に直交する方向（図１に矢印Ｂで示す）において、ヒートパイプ１４とＣＦＲＰパネル１０との間の屈曲力を打ち消すためである。この配置はそれにより、構造全体が過度の温度変化にさらされる場合に、ＣＦＲＰパネル表面からヒートパイプ１４を引き離すように作用する剥離力を効果的に打ち消す。しかしながら、この発明は、ボルト１９を固定するこの特定の構成に限定されるよう意図されてはいない。ボルト１９はまた、ヒートパイプ１４とＣＦＲＰパネル表皮１２ａ／表皮ダブラー１３との間で作用するせん断力の大部分を効果的に担持し、この場合もやはり、接着剤３０が亀裂しないように保護する。

【００２９】

この発明の第１の実施形態のＣＦＲＰパネル／ヒートパイプ構造１を製造する方法を、これから説明する。上方および下方ＣＦＲＰ表皮１２ａ、１２ｂを有するハニカムコア１１を含むＣＦＲＰサンドイッチパネル１０に、厚さが約２ｍｍのＣＦＲＰの層を含む表皮ダブラー１３が設けられる。表皮ダブラー１３は、熱伝導性の接着剤２９を用いてＣＦＲＰパネル１０の上方表皮表面１２ａに接合され、接着剤の隅肉が表皮ダブラー１３の縁に形成され、接着剤２９は放置されて硬化する。

【００３０】

ボルト受け挿入物２１のヘッド２２の直径よりも若干大きい寸法の穴２７が、表皮ダブラー１３を通ってＣＦＲＰパネルコア１１へと開けられる。穴２７は、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂの端１４ａの端孔１８の意図された位置に対応する正方形／矩形配置で、４個１組で２組位置付けられる。さらに、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂの中間点の穴１８の位置に対応する、意図されたヒートパイプ１４の位置の中間点１４ｂの位置に、２つの穴が形成される。上述のような挿入物２１が穴２７に嵌められ、上述のような埋込用化合物２８が各挿入物２１のヘッドの通路２４のうちの１つに注入される。埋込用化合物２８は、各挿入物２１のヘッド２２の下の空間と、それぞれの開けられた穴２７と連通するハニカムコア空隙内のあらゆる空間とを充填する。挿入物２１は好ましくは、各々のヘッド２２が表皮ダブラー１３の表面から０．２ｍｍ＋／－０．０５ｍｍ突出するように、各穴２７の内部に位置付けられる。埋込用化合物２８は放置されて硬化し、挿入物２１を適所に固定する。

【００３１】

ヒートパイプ１４は次に、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂのそれぞれの穴１８を通って設けられ、ＣＦＲＰパネル１０内のそれぞれのねじ付挿入物２１に受けられたボルト１９によって、表皮ダブラー１３に搭載される。接着剤３０も、ヒートパイプ１４の遠位端１４ａ間の、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂと表皮ダブラー１３との間に、接着剤３０の層がヒートパイプ１４の端１４ａの最も内側のボルト１９の手前で止まってそのボルト１９から間隔を置くように、塗布される。そのため、ボルト１９がヒートパイプ１４をＣＦＲＰパネル１０に固定するヒートパイプ１４の遠位端１４ａでは、接着剤３０はヒートパイプ１４と表皮ダブラー１３との間に設けられていない。ボルト１９は適

所に設置され、そして、ボルト設置後に接着剤が後硬化されるように、接着剤硬化プロセスの間、または接着剤硬化プロセスの前に、要求されるトルクに設定される。

【００３２】

この発明の第２の実施形態２０１が図６に示されており、図１～５に示され、上述されたこの発明の第１の実施形態と同様に、ヒートパイプ１４が搭載されたＣＦＲＰサンドイッチパネル１０を含む。第１および第２の実施形態間で同様の構成は同じ参照符号を有しており、これらの構成の詳細な説明は繰り返されない。この発明の第２の実施形態２０１のＣＦＲＰパネル１０およびヒートパイプ１４の構造が、第１の実施形態１のものと異なる点は、この発明の第２の実施形態の構造２０１では表皮ダブラー１３が省かれている点である。代わりに、ヒートパイプ１４の下方フランジ１７ｂは、ＣＦＲＰパネル１０の上方表皮１２ａ上に直接接合され、より熱伝導性のある接着剤２３０を用いてそれに接合されて、表皮ダブラー１３がない状態で、ＣＦＲＰパネル表皮１２ａとヒートパイプ１４との間の熱伝導性が許容レベルにあることを確実にする。この発明の第１の実施形態１と同様に、ＣＦＲＰパネル表皮１２ａとヒートパイプ１４との間の接着剤２３０は、ヒートパイプの遠位端１４ａの手前で止まっており、その位置でヒートパイプ１４は、前述のようにボルト１９のみによってＣＦＲＰパネル１０に機械的に固定される。したがって、この発明の第２の実施形態のＣＦＲＰパネルおよびヒートパイプの構造２０１は、この発明の第１の実施形態１を参照して上述されたものと同じ物理的／構造的利点を呈する。

【００３３】

この発明の第３の実施形態のＣＦＲＰパネル１０／ヒートパイプ３１４の構造３０１が図７に示されており、それは上述の第１の実施形態１に類似しているため、同様の構成は同じ参照符号を有し、それらの詳細な説明は繰り返されない。この発明の第３の実施形態の構造３０１が第１の実施形態と異なる点は、ヒートパイプ３１４の端３１４ａが正方形ではなく、代わりにテーパがつけられている点である。この発明は特定の角度のテーパに限定されないが、一実施形態では、たとえば水平線から約１７°であってもよい。このテーパがつけられたヒートパイプ３１４の構成は、ＣＦＲＰパネル表面上方のヒートパイプ３１４の遠位端３１４ａで力および応力を放散させるのに有利に役立つ。

【００３４】

上述のこの発明の第１～第３の実施形態のパネル／ヒートパイプ構造１、２０１および３０１は、ＣＦＲＰパネル１０の表面に搭載されたヒートパイプ１４、３１４を含む。しかしながら、ヒートパイプが埋込まれたＣＦＲＰパネルもこの発明の範囲内に含まれるはずであることが意図される。この発明のそのような第４の実施形態４０１が図８～９に示されており、表皮４１２ａ、４１２ｂを両側に有するハニカムコア４１１を有する、前述のようなＣＦＲＰサンドイッチパネル４１０を含む。しかしながら、ＣＦＲＰパネル４１０の表面にチャネル４３５が形成され、チャネル４３５内にヒートパイプ４１４が配置されている。

【００３５】

図１および図２に示すヒートパイプ１４と同様に、図８および図９のヒートパイプ４１４も、内側に突出するフィン４１６を有する中空チューブ４１５と、中空チューブ４１５と一体的に形成され、 その両側に配置された、平行な細長い上方および下方フランジ４１７ａ、４１７ｂとを含む。しかしながら、この発明の第４の実施形態４０１のヒートパイプ４１４の１つの相違点は、ヒートパイプ４１４の遠方端４１４ａで、上方フランジ４１７ａが中空チューブ４１５の端４１５ａを超えて延在し、上方フランジ４１７ａのこの延在部４３６が、中空チューブ４１５と一体となったフランジ４１７ａの高さよりも上になるように段付きになっている点である。フランジ４１７ａの延在部４３６には、搭載ボルト１９を受けるための、略正方形または矩形配置の４つの穴４１８も設けられている。ヒートパイプ４１４は、チャネル４３５の端の隣で、上方フランジ４１７ａの延在部４３６が、ＣＦＲＰパネル４１０の上方表皮４１２ａの上方に位置するように、ＣＦＲＰパネル４１０のチャネル４３５に受けられる。

【００３６】

ＣＦＲＰパネル４１０は、この発明の第１の実施形態に関して前述したように、パネル４１０内に埋込まれた４つのねじ付き挿入物２１を含み、そのため、それらの詳細な説明は繰り返されない。４つの挿入物２１は、チャネル４３５の端の近傍でＣＦＲＰパネル４１０に配置されており、ヒートパイプ４１４の上方フランジ４１７ａの延在部４３６の４つの穴４１８の位置に対応して位置付けられている。

【００３７】

ヒートパイプ４１４が埋込まれたＣＦＲＰパネル４１０は、以下のように構成される。ヒートパイプ４１４を受けるためのチャネル４３５がハニカムコア４１１に形成され、コア４１１の下側にＣＦＲＰ表皮４１２ｂが接合され、チャネル４３５のサイズに対応する穴を有するコア４１１の上面に第１の上方ＣＦＲＰ表皮４１２ａが接合される。４つのボルト受け挿入物２１が、上述のように位置する上方表皮４１２ａを通ってＣＦＲＰパネル４１０内に固定される。次に、コア４１１のチャネル４３５にヒートパイプ４１４が挿入され、下方フランジ４１７ｂとチャネル４３５の底壁との間の接着剤３０によって適所に接合される。しかしながら、ヒートパイプ４１４の上方フランジ４１７ａの延在部４３６と、ＣＦＲＰパネル４１０の上方表皮４１２ａの上面との間には、接着剤３０は設けられない。ヒートパイプ４１４の上方フランジ４１７ａの延在部４３６の段はそれにより、フランジ４１７ａの延在部４３６が第１の上方表皮４１２ａの上に乗り上がり、４つの挿入物２１の上に位置することを可能にする。ヒートパイプ４１４の上方フランジ４１７ａの延在部４３６は、各挿入物２１のねじ付き中央開口２３に受けられた、上方フランジ４１７ａの延在部４３６の穴４１８を通って延在するボルト１９のみによって、ＣＦＲＰパネル４１０に固定される。次に、第２のＣＦＲＰ表皮４３７が、コア４１１の上面およびヒートパイプ４１４の上方フランジ４１７ａに接合される。

【００３８】

したがって、この発明の第４の実施形態のＣＦＲＰパネルおよび埋込まれたヒートパイプの構造４０１は、ボルト留め取付具１９によって大きい熱弾性負荷が担持される、上述のものと同じ、ヒートパイプ４１４とＣＦＲＰパネル４１０との間の二重機能継手を提供して、接合された無傷の接着剤取付具３０の効率的な熱伝導を可能にする。

【００３９】

この発明の第５の実施形態５０１が図１０に示されており、それは図１に示す第１の実施形態１に類似しており、同様の構成は同じ参照符号を有し、詳細な説明は繰り返されない。第５の実施形態が第１の実施形態と異なる点は、ヒートパイプ５１４の下方フランジ５１４ｂが延在部５３６を含み、下方フランジ５１４ｂの延在部５３６に、ヒートパイプ５１４をＣＦＲＰパネル１０に機械的に固定するためのボルト１９を受けるための穴５１８が形成されている点である。ヒートパイプ５１４を表皮ダブラー１３に接合する接着剤３０は依然として、挿入物２１および固定ボルト１９の位置の手前で止まってそこから間隔を置いている。この発明の第５の実施形態５０１の機械的なボルト締付具１９と接着ボンド３０との組合せは、上述のこの発明の第１の実施形態１によって提供されるものと同じ技術的利点をすべて提供する。ヒートパイプ５１４の中空チューブ５１５の端５１５ａを超える延在する下方フランジ５３６を有するそのような実施形態は、テーパがつけられたヒートパイプ端３１４ａを有するこの発明の第３の実施形態と組合せて、この発明の範囲内で等しく適用されてもよい。

【００４０】

図１～１０に示され、上述されたこの発明の実施形態はすべて、個々のボルト１９を受けるための複数の個々のねじ付きのボルト受け挿入物２１を、ＣＦＲＰパネル内に含む。しかしながら、この発明は、この特定の構成の挿入物に限定されるよう意図されてはいない。固定ボルトを受けるための挿入物６２１の代替的構成がこの発明の範囲内で意図され、図１１に示される。各ボルトを受けるための個々の挿入物の代わりに、ブロック状の挿入物が使用されてもよく、それは大きいヘッド６２２を含み、ヘッド６２２は、そこに形成された複数のねじ付き開口６２３と、ヘッド６２２を一方側から他方側まで貫通して延在する複数のより小さい通路６２４とを有する。１つ以上のステム６２５が、ヘッド６２

２の下側から延在し、それぞれの張り出したフランジ６２６で終わっていてもよい。ヒートパイプをＣＦＲＰパネルに固定するための個々のボルト１９は、複数のねじ付き開口６２３のそれぞれに受けられるであろう。そのような構成では、単一のマルチ開口挿入物６２１を受けるために、単一のくぼみをＣＦＲＰパネルに形成する必要があるであろう。挿入物６２１は前述のように、挿入物ステム６２５および張り出したフランジ６２６のまわりの穴内の空間と、穴と開放連通するあらゆるハニカムセルとを充填するために、ヘッド６２２を通って形成された通路６２４を通して導入された埋込用化合物２８によって、適所に固定されるであろう。埋込用化合物２８は次に硬く硬化し、挿入物６２１をＣＦＲＰパネル内にしっかりと接合するであろう。結果として生じる構造は依然として、ヒートパイプの接着剤接合取付具からのボルト留め取付具の分離を提供し、それにより、上述のようなこの発明の利点を提供するであろう。

【００４１】

上述のこの発明の実施形態はすべて、ＣＦＲＰパネルに搭載されたアルミニウムヒートパイプを含む。しかしながら、この発明は、これらの特定材料の構造に限定されるよう意図されてはおらず、各材料が異なる熱膨脹係数を有する、ヒートパイプと構造パネル材料とのあらゆる組合せに等しく適用されるであろう。そのような代替的なヒートパイプ材料は、たとえば鋼鉄またはチタンを含んでいてもよい。さらに、ヒートパイプをパネルに搭載するそのような手段も、同じまたは類似した熱膨脹係数を有する同じまたは類似した材料で作られたヒートパイプ／パネル構造に適用されてもよい。さらに、上述のこの発明の実施形態のパネルはすべて、その両側に表皮を有するハニカムコアで作られたサンドイッチパネルを含んでいるが、この発明は、そのようなパネルを含む構造に限定されるよう意図されてはおらず、他の構造／構成のパネル、たとえば、炭素繊維で織られた複数の層を含む多層積層ＣＦＲＰパネルに等しく適用されてもよい。

【００４２】

この発明の範囲内に含まれるよう意図された、ＣＦＲＰパネル／ヒートパイプ構造のさらに別の実施形態（図示せず）は、表皮ダブラーがヒートパイプの全長に沿って設けられておらず、代わりに、ボルト／挿入物が位置するヒートパイプの端に個別の表皮ダブラー区分が設けられ、ボルトがヒートパイプの下方フランジの穴を通り、個別の表皮ダブラー区分を通って延在して、それぞれの挿入物に受けられるようになっている点以外は、この発明の第１の実施形態と同様の構造を含んでいてもよい。しかしながら、個別の表皮ダブラー区分間には、熱伝導性の接着剤のみが、ＣＦＲＰパネル表皮とヒートパイプの下方フランジの下側との間に設けられている。表皮ダブラーの個別区分は、増加したせん断強度を、これらの力が最も大きいヒートパイプの遠方端で提供し、一方、これらの区分間でのヒートパイプとＣＦＲＰパネルとの間の接合は、接着剤によって提供されるであろう。そのような接着剤は、個別の表皮ダブラー区分とＣＦＲＰ表皮／ヒートパイプフランジとの間の接着剤にわたって、この区分において接着ボンド厚さを厚くするために、高い柔軟性の物理的性質を有していてもよい。

【００４３】

積層ＣＦＲＰパネル、またはＣＦＲＰサンドイッチパネルのＣＦＲＰ表皮は、織られた繊維がさまざまな方向に延在するように、もしくはパネル／表皮の基準方向軸に対して複数の設定方向（たとえば０°、および＋／－６０°、または０°、＋／－４５°および９０°）において交互になるように配置された、表皮／パネルの層で構成されてもよい。ＣＦＲＰパネル／表皮のそのような構成は、等方性または疑似等方性の構成として公知である。そのような材料は、すべての方向において実質的に等しい強度および剛性特性を呈する。しかしながら、パネル／表皮のある代替的構成は、特定の強度および剛性が特定方向で呈される直交異方性または異方性材料として公知である、ある特定の方向に整列されたＣＦＲＰの織り繊維を含んでいてもよい。この発明は、どの特定のタイプのＣＦＲＰパネル構造にも限定されておらず、すべてのそのようなＣＦＲＰ構成に等しく適用されるよう意図されている。

【００４４】

上述のこの発明の実施形態はすべて、ヒートパイプの遠位端の上方または下方フランジをＣＦＲＰパネルに機械的に固定するための４本のボルトの配置を含む。しかしながら、この発明は、そのような構成の構造に限定されるよう意図されておらず、任意のパターンまたは組合せの任意の数の締結具による締め付けを可能にするヒートチューブフランジの任意の形状にも適用される。さらに、ボルト受け挿入物は、張り出したフランジ端を有するステムが垂下するヘッドを有して図示され、説明されている。しかしながら、挿入物のこれらの例示的な構成は、この発明および構造の変形例を限定するよう意図されてはおらず、上述の埋込用化合物などの好適な充填剤または接着剤がいったん空隙に充填されると、挿入物がくぼみの内部に固定されることを可能にする。

【００４５】

上述のこの発明の例示的な実施形態はすべて、ＣＦＲＰパネルに固定された１つのヒートパイプを含む。しかしながら、この発明がそのような構成に限定されるよう意図されてはいないこと、および、複数のヒートパイプが搭載されたパネルがこの発明の範囲内に含まれるよう意図されていることが理解されるであろう。加えて、図面は、参照のしやすさおよび明瞭さのために、ある部分のヒートパイプを示している。しかしながら、ヒートパイプの特定の部分、実際にはＣＦＲＰパネル、表皮、表皮ダブラー、および他の構成は、限定的であるよう意図されてはおらず、この発明は、さまざまな寸法および相対的比率の構成を包含するよう意図されている。たとえば、ヒートパイプは図で示すよりも長くてもよい。

【００４６】

図面に示され、上述されたこの発明の実施形態は、例示的な実施形態に過ぎず、請求項によって定義されるこの発明の範囲を限定するよう意図されてはいない。ここに説明された相互排他的でない構成のあらゆる組合せが、この発明の範囲内にあることが意図されている。

【図１】

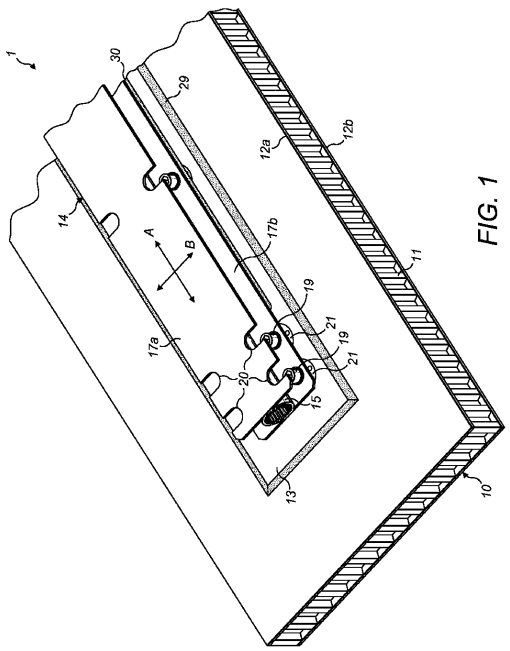


FIG. 1

【図２】

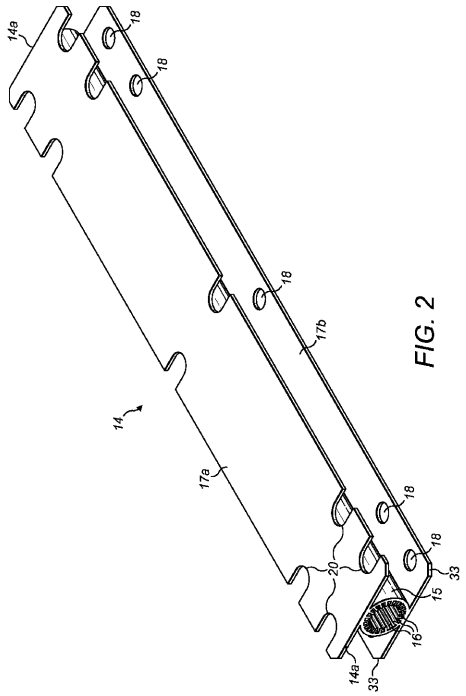


FIG. 2

【図３】

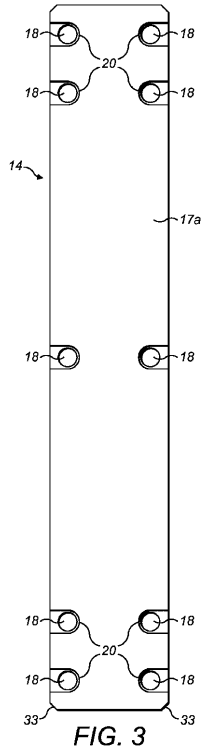


FIG. 3

【図４】

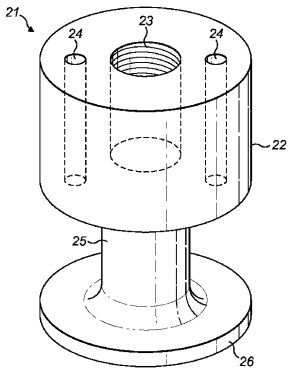


FIG. 4

【図５】

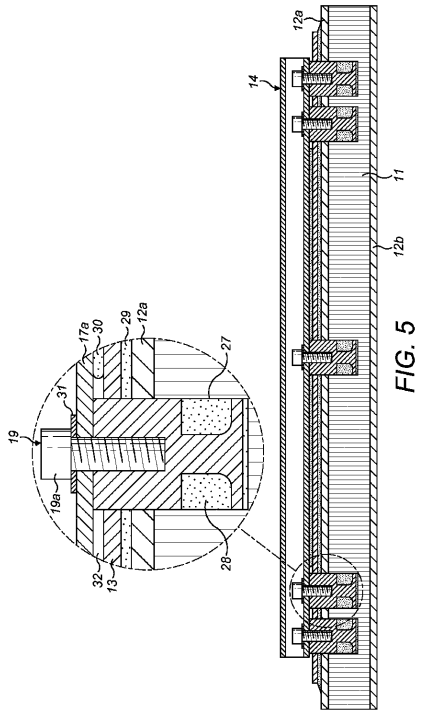


FIG. 5

【図６】

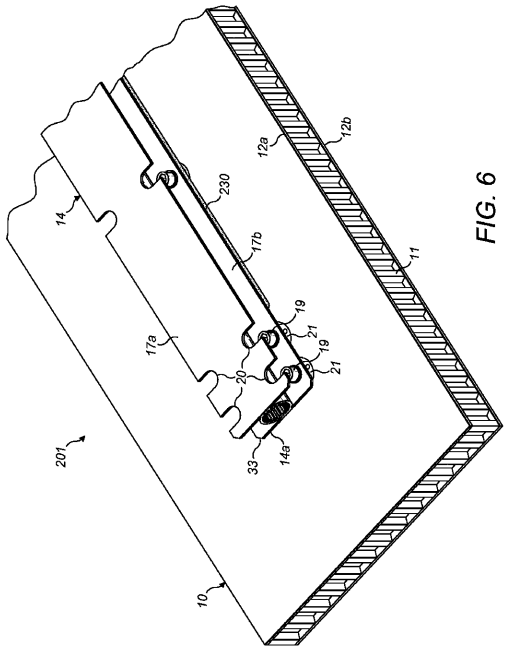


FIG. 6

【図７】

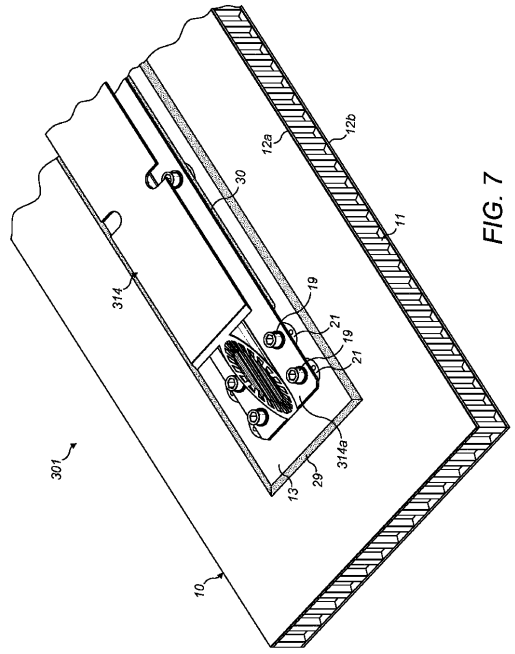


FIG. 7

【図８】

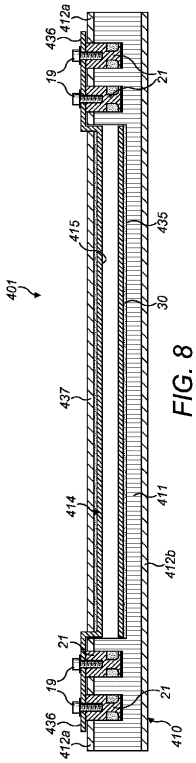


FIG. 8

【図９】

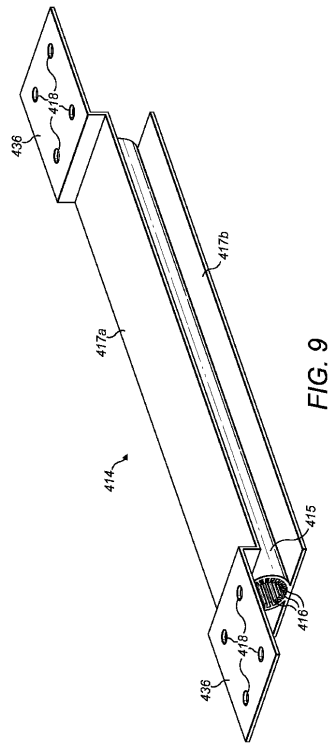


FIG. 9

【図１０】

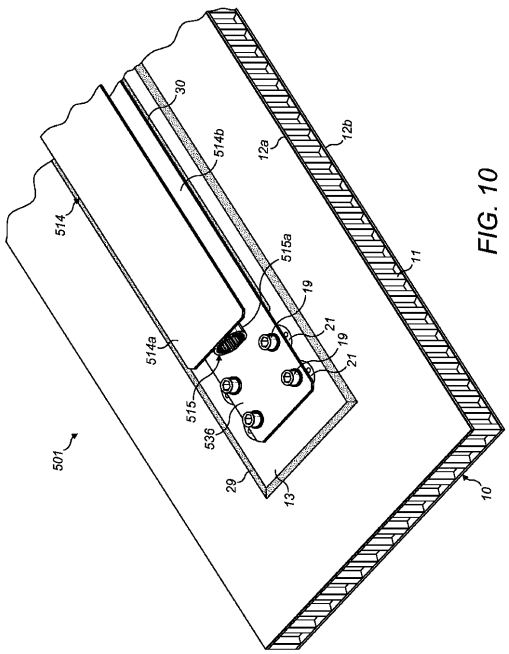


FIG. 10

【図１１】

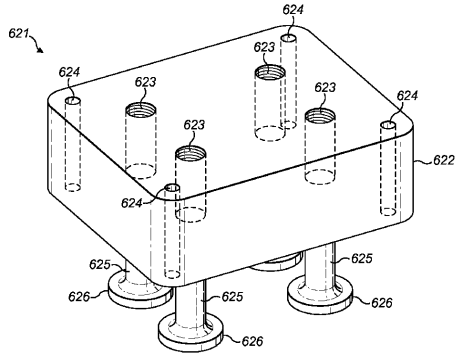


FIG. 11

フロントページの続き

(72)発明者　ホートン，ジョン
イギリス、エス・ジィ・１　２・エイ・エス　ハートフォードシャー、スティーブニッジ、ガネルズ・ウッド・ロード、エアバス・ディフェンス・アンド・スペース・リミテッド内

審査官　諸星　圭祐

(56)参考文献　特開２００２－１２０３１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１２７８９４（ＪＰ，Ａ）
登録実用新案第３１７１０５５（ＪＰ，Ｕ）
米国特許出願公開第２００２／０１０２３８４（ＵＳ，Ａ１）
米国特許第０５０８２４０５（ＵＳ，Ａ）
特開２０００－０３９２７２（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０７９９６９（ＪＰ，Ｕ）
特開平０７－０２５３９５（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２１０１５９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４６１１２（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０５８０６８０３（ＵＳ，Ａ）
米国特許第０６７７６２２０（ＵＳ，Ｂ１）
米国特許第０７４０５９３７（ＵＳ，Ｂ１）
特開平０８－０５３１００（ＪＰ，Ａ）
特表２００５－５０５９２７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６４Ｇ　　１／５０
Ｆ２８Ｄ　１５／０２
Ｂ２３Ｐ　１５／２６