

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7249404号
(P7249404)

(45)発行日 令和5年3月30日(2023.3.30)

(24)登録日 令和5年3月22日(2023.3.22)

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C 43/34 (2006.01)

B 2 9 C 43/34

B 2 9 C 70/10 (2006.01)

B 2 9 C 70/10

B 2 9 C 70/42 (2006.01)

B 2 9 C 70/42

B 6 4 C 1/00 (2006.01)

B 6 4 C 1/00

B

B 6 4 F 5/10 (2017.01)

B 6 4 F 5/10

請求項の数 12 (全16頁)

(21)出願番号 特願2021-512117(P2021-512117)

(86)(22)出願日 令和2年3月30日(2020.3.30)

(86)国際出願番号 PCT/JP2020/014554

(87)国際公開番号 WO2020/203971

(87)国際公開日 令和2年10月8日(2020.10.8)

審査請求日 令和3年9月28日(2021.9.28)

(31)優先権主張番号 特願2019-67121(P2019-67121)

(32)優先日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番
1号

(74)代理人 110000556

弁理士法人有古特許事務所

(72)発明者 川又 昭夫

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番
1号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 中村 陽一

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番
1号 川崎重工業株式会社内

審査官 坂本 薫昭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合材料製パネル構造体およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のプレス成形品であるパネル構造体であって、

基板部と、当該基板部に対して立設し、互いに交差する少なくとも2つのリブと、を備え、

前記リブおよび各前記リブが交差するリブ交差部には前記強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維が配置されており、

前記リブおよび前記リブ交差部の先端には、前記リブが立設する方向にリブ用の複合材料層が重なって配置されており、

前記リブおよび前記リブ交差部の前記先端以外には、前記リブの幅方向に複合材料層が重なって配置されていることを特徴とする、

複合材料製パネル構造体。

【請求項2】

強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のプレス成形品であるパネル構造体であって、

基板部と、当該基板部に対して立設し、互いに交差する少なくとも2つのリブと、を備え、

前記リブおよび各前記リブが交差するリブ交差部には前記強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維が配置されており、

前記リブ交差部には、交差する前記リブのうち一方の前記リブの一部を構成する第1の複合材料層と、他方の前記リブの一部を構成する第2の複合材料層とが、前記リブが立設する方向に重なって配置されていることを特徴とする、
複合材料製パネル構造体。

【請求項3】

前記リブにおける前記連続繊維または前記切込み入り連続繊維の配向方向は、前記リブの長手方向と略一致しているものを含むことを特徴とする、

請求項1または2に記載の複合材料製パネル構造体。

【請求項4】

前記基板部には、前記強化繊維として前記切込み入り連続繊維が含まれており、

前記リブおよび前記リブ交差部には、前記基板部の前記切込み入り連続繊維が含まれていることを特徴とする、

請求項1から3のいずれか1項に記載の複合材料製パネル構造体。

【請求項5】

前記リブ交差部は、2本以上の前記リブ同士が互いに交差するグリッド構造であることを特徴とする、

請求項1から4のいずれか1項に記載の複合材料製パネル構造体。

【請求項6】

航空機用または宇宙機用であることを特徴とする、

請求項1から5のいずれか1項に記載の複合材料製パネル構造体。

【請求項7】

前記強化繊維が炭素繊維であり、前記マトリクス樹脂が熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂であることを特徴とする、

請求項1から6のいずれか1項に記載の複合材料製パネル構造体。

【請求項8】

基板部と、基板部に対して立設し、互いに交差する少なくとも2本のリブとを含み、強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のパネル構造体の製造方法であって、

少なくとも前記マトリクス樹脂を用いて、前記基板部を構成する基板材料部を形成し、
当該基板材料部における前記リブに対応する位置に、前記強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維を用いたリブ用プリプレグを、前記基板材料部上に積層し付加積層部を形成し、

積層された前記基板材料部および前記付加積層部を成型型によりプレス成形することを特徴とする、

複合材料製パネル構造体の製造方法。

【請求項9】

前記付加積層部を形成する際には、前記複合材料製パネル構造体の最も外面側に位置する前記リブ用プリプレグを、他の前記リブ用プリプレグよりも幅広のものとすることを特徴とする、

請求項8に記載の複合材料製パネル構造体の製造方法。

【請求項10】

前記基板材料部は、基板用プリプレグを積層して形成されるとともに、

前記基板用プリプレグは、前記強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維を含有することを特徴とする、

請求項8または9に記載の複合材料製パネル構造体の製造方法。

【請求項11】

前記基板材料部における少なくとも前記リブおよび前記リブが交差するリブ交差部の位置する側には、前記強化繊維として切込み入り連続繊維を用いた切込みプリプレグが用いられ、

前記プレス成形により、前記リブおよび前記リブ交差部には、前記基板材料部に由来する強化繊維の少なくとも一部が導入され、前記リブ用プリプレグが前記リブの先端側に形

10

20

30

40

50

成される、

請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の複合材料製パネル構造体の製造方法。

【請求項 12】

前記基板材料部における少なくとも前記リブおよび前記リブが交差するリブ交差部の位置する側には、前記強化繊維として切込み入り連続繊維を用いた切込みプリプレグが用いられ、

前記基板材料部における前記リブ交差部および当該リブ交差部に近接する前記リブに対応する位置には、前記基板用プリプレグよりも面積の小さく、かつ、前記強化繊維として切込み入り連続繊維を含有するダブルプリプレグを、当該基板用プリプレグの間に介在するように追加積層することを特徴とする、

請求項 10 に記載の複合材料製パネル構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プレス成形により製造される複合材料製パネル構造体とその製造方法に関し、特に、基板部に対して立設するリブにより補強された複合材料製パネル構造体とその製造方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、航空機分の合材料製部品は、オートクレーブ成形を用いて製造されることが多い。しかし、オートクレーブ成形は、成形時間が長くなるため一般に大量生産に不向きとされる。そこで、大量生産する方法として、航空機用部品に限られず、複合材料製部品をプレス成形により製造する手法が従来から検討されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 では、切込プリプレグを一枚以上有するシート基材を複数用いて、それぞれ重ねた重ね部と重なっていない非重ね部とを形成するように配置して加熱・加圧する成型方法が開示されている。これにより特許文献 1 は、優れた複雑京王を有し、高力学特性を発現する繊維強化プラスチックを生産性よく製造することができるとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2018 / 142963

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 では、十字形のリブを立てた繊維強化プラスチックの成形性評価が行われている。しかし、かかる成形性評価はリブの高さに関するものであり、リブの強度については特に検討されていない。

【0006】

特に、特許文献 1 に開示の製造方法においては、シート基材同士を重ねプレス成形することによりシート基材を伸展させてリブを形成しているが、この製造方法では、リブが交差する交差部には強化繊維が配置されず実質的にマトリクス樹脂のみとなる。そのため、交差部の強度は、交差部を構成するマトリクス樹脂に依存することになり、十分な強度が得られない。

【0007】

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであって、基板部に設けられる、少なくとも 2 本のリブが交差する交差部の強度をより一層向上することが可能な複合材料製パネル構造体およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

10

20

30

40

50

本発明に係る複合材料製パネル構造体は、前記の課題を解決するために、強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のプレス成形品であるパネル構造体であって、基板部と、当該基板部に対して立設し、互いに交差する少なくとも2つのリブと、を備え、前記リブおよび各前記リブが交差するリブ交差部には前記強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維が配置されている構成である。

【0009】

前記構成によれば、プレス成形された複合材料製のパネル構造体において、リブとともにリブ交差部にも連続繊維または切込み入り連続繊維が配置されている。これにより、リブだけでなくリブ交差部においても基板部を補強することが可能になる。そのため、複合材料製パネル構造体において、基板部に設けられるリブの交差部の強度をより一層向上することが可能となる。

10

【0010】

本発明に係る複合材料製パネル構造体の製造方法は、前記の課題を解決するために、基板部と、基板部に対して立設し、互いに交差する少なくとも2本のリブとを含み、強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のパネル構造体の製造方法であって、少なくとも前記マトリクス樹脂を用いて、前記基板部を構成する基板材料部を形成し、当該基板材料部における前記リブに対応する位置に、前記強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維を用いたリブ用プリプレグを、前記基板材料部上に積層し付加積層部を形成し、積層された前記基板材料部および前記付加積層部を成形型によりプレス成形する構成である。

20

【0011】

本発明の上記目的、他の目的、特徴、および利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

【発明の効果】

【0012】

本発明では、以上の構成により、基板部に設けられる、少なくとも2本のリブが交差する交差部の強度をより一層向上することが可能な複合材料製パネル構造体およびその製造方法を提供することができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1Aおよび図1Bは、実施の形態に係る複合材料製パネル構造体の構成を示す概略斜視図である。

30

【図2】図1Aまたは図1Bに示す複合材料製パネル構造体におけるリブおよびリブ交差部の内部構造を示す模式的断面図を対比する図である。

【図3】図3Aおよび図3Bは、図1Aに示す複合材料製パネル構造体の製造に用いられるプリプレグ積層体の一例を示す分解斜視図である。

【図4】図4Aおよび図4Bは、図3Aに示す複合材料製パネル構造体の製造に用いられるプリプレグ積層体の他の例を示す模式的側面図である。

【図5】図5Aは、図1Aに示す複合材料製パネル構造体を製造する際のプレス成形型の代表的な一例を示す模式図であり、図5Bは、図5Aに示す模式図において、プリプレグ積層体およびプレス成形型のキャビティを拡大した部分模式図である。

40

【図6】図6Aおよび図6Bは、図1Aに示す複合材料製パネル構造体におけるリブおよびリブ交差部を形成する複合材料層を説明するためのI-I線方向で割断した模式的斜視図であり、図6Cは、図6Aまたは図6Bに示すリブの断面をブロック矢印II-IIの方向から見た状態を示す模式的平面図である。

【図7】図7Aは、複合材料製パネル構造体の製造に用いられる積層体の一例写真を示す図であり、図7Bは、図7Aに示す積層体をプレス成形して得られる複合材料製パネル構造体の一例写真を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

50

〔複合材料製パネル構造体〕

本実施の形態に係る複合材料製パネル構造体（以下、適宜「パネル構造体」と略す）を、図 1 A、図 1 B および図 2 を参照して具体的に説明する。

【0015】

パネル構造体は、強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のプレス成形品である。パネル構造体は、その具体的な構成は特に限定されないが、例えば、図 1 A に示すようにリブが十字に交差したパネル構造体 10 A、または、図 1 B に示すようなアイソグリッド構造のパネル構造体 10 B である。

【0016】

ここで、説明のために基板部 11 が載置される面を X Y 平面とし、リブが立設する方向を Z 軸とする。

【0017】

図 1 A に示すパネル構造体 10 A または図 1 B に示すパネル構造体 10 B のいずれも、基板部 11 と、当該基板部 11 に対して立設する、少なくとも 2 本のリブ 12 と、を備えている。参照符号 13 は、リブ 12 同士が交差するリブ交差部 13 である。リブ 12 には連続繊維または切込み入り連続繊維が配置されている。

【0018】

ここで、切込み入り連続繊維は、一方向に配向した連続繊維に対して複数の切込みを挿入することで繊維を不連続としたものである。

【0019】

図 1 A に示すパネル構造体 10 A において、リブ 12 は、X 軸方向または Y 軸方向に延び、かつ Z 軸方向に立設する。すなわち、リブ 12 はリブの長手方向に延在している。なお、2 本のリブ 12 同士は、リブ交差部 13 において直交している。

【0020】

また、図 1 B に示すパネル構造体 10 B は、3 本のリブ 12 同士がリブ交差部 13 において互いに等角度で交差する。なお、リブ 12 の交差角は直交または等角度に限定されない。

【0021】

なお、図 1 A および図 1 B は、いずれもパネル構造体の基本的な単位構成を示しており、実際のパネル構造体 10 A、10 B は、構成単位を複数組み合わせたものとなる。

【0022】

さらに、図 1 A、図 1 B では、基板部 11 は平坦な板状であるが、その用途に応じて湾曲してもよいし、形状または厚さはこれに限定されない。同様に、リブ 12 の具体的な形状、厚さおよび高さも特に限定されない。リブ 12 は、基板部 11 を補強するために設けられるので、基板部 11 に求められる強度に応じた厚さまたは高さに設定されればよい。

【0023】

図 1 A に示すパネル構造体 10 A を例に挙げてリブ 12 およびリブ交差部 13 について、図 2 を参照して説明する。

【0024】

基板部 11 およびリブ 12 は、いずれもマトリクス樹脂 21 および強化繊維 22 から少なくとも構成される。基板部 11 は、例えば複数の複合材料層が積層された構成であり、基板部 11 に用いられる強化繊維 22 は、リブ 12 と同様に、連続繊維または切込み入り連続繊維である。そして基板 11 の強化繊維の配向方向は X Y 平面内のいずれかの方向である。

【0025】

あるいは、基板部 11 は、強化繊維 22 として連続繊維ではなく短繊維を含有する構成であってもよい。さらには、少なくともリブ 12 において強化繊維およびマトリクス樹脂が用いられていれば、それ以外の部位には強化繊維が必ずしも用いられなくてもよい。例えば、強化繊維に代わる公知の充填材を含有する構成であってもよい。

【0026】

図 2 は、基板部 1 1 およびリブ 1 2 に、強化繊維 2 2 として少なくとも連続繊維または切込み入り連続繊維が用いられた例を示す。図 2 上では、強化繊維 2 2 を長破線で模式的に示しており、強化繊維 2 2 以外の空白の部分がマトリクス樹脂 2 1 に相当する。また、図 2 下では、強化繊維 2 2 a が X Y 平面の任意の方向に配向していることになるため図示の便宜上、強化繊維 2 2 a をドット状に模式的に図示している。なお、強化繊維 2 2 b を図 2 上と同様に長破線で模式的に図示している。

【 0 0 2 7 】

図 2 上に示すように、リブ 1 2 には、配向方向がそれぞれリブ 1 2 の長手方向となる X 軸方向、Y 軸方向となるような連続繊維を少なくとも含む強化繊維 2 2 が配置されている。また、リブ 1 2 同士が直交するリブ交差部 1 3 には強化繊維 2 2 が重なるように配置されている。

10

【 0 0 2 8 】

図 2 下において基板部 1 1 には、強化繊維 2 2 a が X Y 平面の任意の方向に配向している。また、プレス成形時に基板部 1 1 のうちリブ 1 2 近傍の強化繊維 2 2 a がリブ 1 2 に押し上げられる結果、リブ 1 2 の強化繊維 2 2 b がリブ 1 2 の先端部に形成される。よって、リブ 1 2 の先端部の強化繊維 2 2 b は、その配向方向がリブ 1 2 の長手方向と略一致するものが含まれ、リブ 1 2 の根本付近には、その配向方向が任意となる基板 1 1 由来の強化繊維 2 2 a が配置される。

【 0 0 2 9 】

複合材料製のパネル構造体 1 0 A , 1 0 B を製造する際には、一般的にはプリプレグが用いられる。プリプレグは、強化繊維 2 2 で構成される基材にマトリクス樹脂 2 1 を含浸させたシート体である。後述するようにマトリクス樹脂 2 1 として熱硬化性樹脂が用いられている場合、プリプレグにおけるマトリクス樹脂 2 1 は半硬化状態であればよい。

20

【 0 0 3 0 】

マトリクス樹脂 2 1 および強化繊維 2 2 の具体的な種類は特に限定されず、公知の適用可能な材料を適宜選択して用いることができる。

【 0 0 3 1 】

マトリクス樹脂 2 1 としては、代表的には、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂が挙げられる。熱硬化性樹脂の具体的な種類は特に限定されないが、例えば、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、シアネートエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂等が挙げられる。これら熱硬化性樹脂は単独種で用いられてもよいし、複数種が組み合わせられて用いられもよい。また、これら熱硬化性樹脂のより具体的な化学構造も特に限定されず、公知の種々のモノマーが重合されたポリマーであってもよいし、複数のモノマーが重合されたコポリマーであってもよい。また、平均分子量、主鎖および側鎖の構造等についても特に限定されない。

30

【 0 0 3 2 】

また、熱可塑性樹脂の具体的な種類も特に限定されないが、ポリフェニレンスルフィド (P P S) 、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K) 、ポリエーテルイミド (P E I) 等のエンジニアリングプラスチックが好適に用いられる。これら熱可塑性樹脂もより具体的な化学構造は特に限定されず、公知の種々のモノマーが重合されたポリマーであってもよいし、複数のモノマーが重合されたコポリマーであってもよい。また、平均分子量、主鎖および側鎖の構造等についても特に限定されない。

40

【 0 0 3 3 】

マトリクス樹脂 2 1 には、公知の添加剤等の他の成分が添加されてもよい。例えば、添加剤としては、公知の硬化剤、硬化促進剤、繊維基材以外の補強材または充填材等を挙げることができる。これら添加剤の具体的な種類、組成等についても特に限定されず、公知の種類または組成のものを好適に用いることができる。

【 0 0 3 4 】

マトリクス樹脂 2 1 が樹脂以外の他の成分を含有する場合には、樹脂および他の成分により構成される樹脂組成物と解釈することができる。

50

【0035】

複合材料に用いられる強化繊維22の具体的な種類は特に限定されないが、例えば、炭素繊維、ポリエステル繊維、PBO（ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール）繊維、ボロン繊維、アラミド繊維、ガラス繊維、シリカ繊維（石英繊維）、炭化ケイ素（SiC）繊維、ナイロン繊維、等を挙げることができる。これら強化繊維22は、1種類のみが用いられてもよいし2種類以上が適宜組み合わせられてもよい。また、強化繊維22の基材は特に限定されないが、代表的には、織物、組物、編物、不織布等を用いることができる。

【0036】

強化繊維22として、連続繊維、もしくは長繊維（不連続繊維であるが繊維の長さが長いもの）が用いられてもよい。また、強化繊維22としては、複数種類の繊維材料または充填材もしくは補強材が併用されてもよい。例えば、基板部11では、マトリクス樹脂21とともに連続繊維ではなく短繊維が用いられてもよいし、繊維状ではなく粒子状の充填材または補強材（フィラー）が用いられもよい。充填材もしくは補強材としては、複合材料またはマトリクス樹脂21の種類に応じて公知のものを好適に用いることができる。

【0037】

また、複数種類の繊維材料が併用される場合であれば、連続繊維とともに短繊維が併用されてもよいし、強化繊維22が連続繊維の織物、組物等の基材として構成されている場合には、基材が部分的に切込みを有してもよい。強化繊維22が基材である場合には、切込みを有する基材と切込みを有しない通常の基材とを併用してもよい。この場合、特に、強化繊維22うちリブ交差部13に対応する部位には切込みが入っていない方が強度的に好ましい。

【0038】

[プリプレグおよび積層体]

次に、パネル構造体10A、10Bを製造するために用いられるプリプレグおよびその積層体について、図3A、図3Bおよび図4A、図4Bを参照して説明する。

【0039】

本実施の形態では、例えば、プリプレグを所定形状に積層して積層体を形成してからプレス成形することにより、基板部11、リブ12およびリブ交差部13を備えるパネル構造体10A、10Bを製造する。

【0040】

図3A、図3B、図4A、および図4Bに示す例では、積層体23を形成する際には、基板部11を構成するための基板用プリプレグ20aと、リブ12を構成するリブ用プリプレグ20bとを少なくとも用い、必要に応じて、図3Bに示すように、リブ12およびリブ交差部13を構成するためにダブルプリプレグ20cを用いる。

【0041】

具体的には、プレス成形前の積層体23は、基板材料部24および付加積層部25から少なくとも構成される。基板材料部24は、本実施の形態では、基板部11を構成する基板用プリプレグ20aを積層した部位（基板積層部）である。なお、基板用プリプレグ20aの強化繊維が連続繊維または切込み入り連続繊維である場合には、その配向方向はXY平面の任意の方向である。基板用プリプレグ20aを用いない場合には、基板材料部24は積層体ではなく、例えば1枚の板状部であってもよい。

【0042】

付加積層部25は、リブ用プリプレグ20bを、基板材料部24におけるリブ12およびリブ交差部13に対応する位置に付加的に積層した部位である。なお、図3A、図3Bでは、積層体23の一例を分解斜視図として図示し、図4A、図4Bでは、積層体23の他の例を模式的側面図として図示している。

【0043】

図3A、図3Bに示すように、リブ用プリプレグ20bは、リブ12およびリブ交差部13に対応する位置で重複するように付加積層される。これにより、得られるパネル構造

10

20

30

40

50

体 1 0 A において、リブ交差部 1 3 に対応する位置には、リブ用プリプレグ 2 0 b に由来する強化繊維 2 2 が配されることになる。また、図 3 B に示す積層体 2 3 では、リブ交差部 1 3 およびその周辺部（リブ交差部 1 3 に隣接するリブ 1 2）に対応する位置には、基板用プリプレグ 2 0 a よりも面積の小さいダブルプリプレグ 2 0 c が、基板用プリプレグ 2 0 a の間に介在するように追加積層される。

【 0 0 4 4 】

なお、付加積層部 2 5 は、リブ 1 2 のような立体的な形状を有しているわけではなく、基板材料部 2 4 の厚さが部分的に（リブ 1 2 およびリブ交差部 1 3 に対応する位置で）厚くなっているような形状となっている。

【 0 0 4 5 】

後述するように、このような実質的に平板状の積層体 2 3 をプレス成形することにより、リブ用プリプレグ 2 0 b（あるいはリブ用プリプレグ 2 0 b およびダブルプリプレグ 2 0 c）は、成型型が有するリブ 1 2 に対応するキャビティにこれらが導入されてリブ 1 2 が形成される。本実施の形態では、例えば基板用プリプレグ 2 0 a（およびダブルプリプレグ 2 0 c）として切込みプリプレグ（あるいは切込み入り連続繊維を有するプリプレグ）を用いることで、リブ 1 2 にも、基板材料部 2 4 を構成する基板用プリプレグ 2 0 a を導入することができる。

【 0 0 4 6 】

ただし、基板用プリプレグ 2 0 a の導入量は限定的であるため、基板用プリプレグ 2 0 a のみでリブ交差部 1 3 およびその周辺のリブ 1 2（リブ交差部 1 3 に隣接するリブ 1 2）を構成することはできない。それゆえ、図 3 A、図 4 A または図 4 B に示す積層体 2 3 のように、リブ用プリプレグ 2 0 b によりリブ交差部 1 3 およびその周辺のリブ 1 2 の体積を補うことになる。また、図 3 B に示すように、リブ用プリプレグ 2 0 b に加えてダブルプリプレグ 2 0 c を併用することにより、リブ交差部 1 3 およびその周辺のリブ 1 2 の体積を補ってもよい。

【 0 0 4 7 】

図 3 A、図 4 A または図 4 B に示す積層体 2 3 では、リブ用プリプレグ 2 0 b としては、例えば、長手方向に幅が略一定の短冊形状のものを用いているが、リブ用プリプレグ 2 0 b の具体的な形状はこれに限定されない。リブ用プリプレグ 2 0 b は長手方向の幅が部分的または徐々に異なる形状であってもよい。

【 0 0 4 8 】

また、図 3 A に示す積層体 2 3 では、略同一形状のリブ用プリプレグ 2 0 b（短冊形状）を複数積層した構成であるが、図 4 A または図 4 B に示す積層体 2 3 では、リブ用プリプレグ 2 0 b として幅の異なるプリプレグを用いている。例えば、図 4 A に示す積層体 2 3 では、付加積層部 2 5 において、略同一形状のリブ用プリプレグ 2 0 b が複数積層された上で、最も外面側には、他のリブ用プリプレグ 2 0 b よりも幅広のリブ外面用プリプレグ 2 0 d が積層されている。あるいは、図 4 B に示す積層体 2 3 では、付加積層部 2 5 において、外面側（本実施の形態における上側、基板材料部 2 4 とは反対側）に位置するに伴って徐々に幅広になるリブ用幅変化プリプレグ 2 0 e を用いている。

【 0 0 4 9 】

図 4 A または図 4 B の構成により、得られるパネル構造体 1 0 A では、リブ 1 2 の外面側を幅広の複合材料層で覆うことができるので、リブ 1 2 を構成する複合材料層に剥離が生じるおそれをより一層抑制することができる。なお、リブ外面用プリプレグ 2 0 d の幅、あるいは、リブ用幅変化プリプレグ 2 0 e における最も幅広のものの幅は特に限定されない。一般的には、少なくともリブ 1 2 の幅（板厚）よりも大きい幅であればよい。

【 0 0 5 0 】

例えば、プリプレグ 2 0 a ～ 2 0 c の形状、プリプレグ 2 0 a ～ 2 0 c の積層枚数、プリプレグ 2 0 a ～ 2 0 c の積層方向等については、製造するパネル構造体 1 0 A の形状、用途、種類等に応じて適宜設定することができる。図 3 A に示す例では、リブ用プリプレグ 2 0 b としては、リブ 1 2 の形状に沿った細長い帯状のものが用いられるが、ダブル

10

20

30

40

50

リプレグ 20c のような広がりを持つものがリブ用プリプレグ 20b として用いられてもよい。また、図 3A、図 3B または図 4A、図 4B では、基板用プリプレグ 20a の積層枚数が 4～5 枚であり、リブ用プリプレグ 20b の積層枚数が 3～5 枚であり、ダブルプリプレグ 20c の積層枚数が 1 枚であるが、これら図示の枚数は、説明の便宜上模式的に 1 桁の数で図示しているだけであり、実際にはパネル構造体 10A の構造に応じた多数の枚数が積層されればよい。

【0051】

なお、積層体 23 には、他の材料層として金属メッシュ層あるいは金属箔が含まれてもよい。金属メッシュ層または金属箔も伸展性を有するので、本開示に係るパネル構造体 10A の他の材料層として好適に用いることができる。例えば、積層体 23 の表面には、銅メッシュ層が積層されてもよい。銅メッシュ層を含む積層体 23 を後述するように加熱加圧成形することで、表面に銅メッシュを備えるパネル構造体 10A を製造することができる。例えば銅メッシュ層を備える複合材料製部品は耐雷保護対策が好ましい。

10

【0052】

また、積層体 23 には、他の材料層として非導電性複合材料（ガラス繊維強化プラスチック（GFRP）等）の材料層を含んでもよい。非導電性複合材料は、積層体 23 の表面全体に積層されてもよいし、部分的に積層されてもよい。このような非導電性複合材料の層を含む積層体を後述するように加熱加圧成形することで、表面に非導電性複合材料の層を備えるパネル構造体 10A を製造することができる。

20

【0053】

表面の非導電性複合材料は、代表的には、電食対策（例えば CFRP とイオン化傾向の遠い金属部材とが接触する際に、当該金属部材の腐食を抑制するための対策）に用いられるが、当該被導電性複合材料の具体的な種類は特に限定されず公知のものを好適に用いることができる。また、非導電性複合材料の用途も電食対策に限定されず、公知の他の用途で用いることができる。

【0054】

〔パネル構造体の製造方法〕

次に、パネル構造体の製造方法について、図 5A、図 5B を参照して具体的に説明する。

【0055】

まず、プリプレグ 20a、20b、または、プリプレグ 20a～20c、または、プリプレグ 20a、20b、20d、または、プリプレグ 20a、20e 等で構成される積層体 23 を形成し、そして、この積層体 23 をプレス成形することによりパネル構造体 10A、10B が形成される。なお、本開示に係る製造方法においてプレス成形によりリブ 12 およびリブ交差部 13 の形成を説明する便宜上、本実施の形態では、図 4) に示す積層体 23 に対して、図 3B に例示するダブルプリプレグ 20c を追加した構成の積層体 23 を例示する。

30

【0056】

図 5A に示すように、プレス成形時に用いられる成形型 30 は、図 1A に示す十字交差構造のパネル構造体 10A の製造に用いるものであり、上型 31、下型 32、上側熱盤 33、下側熱盤 34 等を備えている。

40

【0057】

図 5A に示す例では、上型 31 が基板部 11 の下面（図 1A の下面）に対応し、下型 32 が基板部 11 の上面（図 1A の上面）、リブ 12 に対応する。上型 31 と下型 32 との間には、キャビティ 35 が形成されている。

【0058】

図 5B 上に示すように、積層体 23 は、基板用プリプレグ 20a、リブ用プリプレグ 20b、ダブルプリプレグ 20c、およびリブ外面用プリプレグ 20d から構成される。本実施の形態では、基板用プリプレグ 20a のうち少なくとも上側の一部およびダブルプリプレグ 20c として切込みプリプレグが用いられている。なお、リブ用プリプレグ 20b およびリブ外面用プリプレグ 20d は、切込みのない連続繊維で構成される通常のプリブ

50

レグが用いられてもよいし、切込みプリプレグが用いられてもよい。

【0059】

また、積層体23においては、基板材料部24が図5A、図5Bに示すように基板積層部として構成されてもよいし、基板積層部ではなく前述した単層構造であってもよい。あるいは、図4Aに示すように積層体23がダブルプリプレグ20cを含まない構成であってもよいし、図4Bに示すように、リブ用プリプレグ20bの代わりに、リブ用幅変化プリプレグ20eが用いられる構成であってもよい。

【0060】

上型31の外側(上側)には上側熱盤33が設けられ、下型32の外側(下側)には下側熱盤34が設けられており、これら熱盤33、34から上型31および下型32に対して熱および圧力が加えられる。これにより、上型31および下型32の間に介在する積層体23が加熱加圧され(ホットプレスされ)、パネル構造体10Aが成形される。下型32は、リブ12およびリブ交差部13に対応する複雑な凹凸構造が形成されている。そのため、図5Aに示す例では、複数の型部材を締結部材36で締結固定することにより、下型32が構成されている。なお、成形型30は図5Aの構成に限定されない。

【0061】

図5B上に示すように、まず上型31および下型32の間に積層体23を配置する。続いて、図5B下に示すように、上下の熱盤33、34により上型31および下型32を加熱加圧(ホットプレス)する。なお、図5B下の矢印では、加圧方向を模式的に示している。これにより、プリプレグ20a~20dを構成するマトリクス樹脂21が流動し、強化繊維22もマトリクス樹脂21とともに流動または伸展(もしくはその両方)する。

【0062】

その結果、リブ用プリプレグ20bが、キャビティ35のうちリブ12およびリブ交差部13に対応する空間に導入される。また、本実施の形態では、基板用プリプレグ20aとして切込みプリプレグが用いられるので、基板用プリプレグ20aのうちリブ12側(積層体23における本実施の形態の「上」側、図5Bでは図の下側)の一部がリブ交差部13およびその周辺のリブ12に対応する空間に導入される。また、リブ12に対応する位置に積層され、切込みプリプレグであるダブルプリプレグ20cも、リブ交差部13およびその周辺のリブ12に導入される。

【0063】

これにより、図5B下に示すように、リブ12の先端側には、リブ用プリプレグ20b由来の複合材料層14bが形成される。このとき、リブ12の最も先端側には、リブ外面用プリプレグ20dが積層されているので、リブ12の先端側外面は、リブ外面用プリプレグ20d由来の複合材料層14dにより覆われる。また、本実施の形態では、ダブルプリプレグ20cを用いるので、リブ12の根元側を含む大部分には、ダブルプリプレグ20c由来の複合材料層14cおよび基板用プリプレグ20a由来の複合材料層14aが形成される。

【0064】

このように、リブ12は、リブ用プリプレグ20b由来の複合材料層14bを有することになる。ここで、リブ用プリプレグ20bの強化繊維22には連続繊維または切込み入り連続繊維が用いられるので、リブ12だけでなくリブ交差部13の強度をより向上させることができる。

【0065】

リブ交差部13における連続繊維の配置について、図6A~図6Cを参照してより具体的に説明する。図6Aおよび図6Bは、図1Aに示すパネル構造体10Aにおけるエーエ線(一点鎖線)方向で切断した図に相当し、十字交差構造の2本のリブ12のうちY軸方向を長手方向とするリブ12の断面(縦断面)を模式的に図示したものである。図6Cは、図6Aの断面をX軸方向から見たときの模式図である。

【0066】

図6Aは、リブ12の先端側(外面側)に位置する複合材料層14bおよび最も外側(

10

20

30

40

50

最も先端側)に位置する複合材料層14dの分解斜視図である。また、図6Bは、リブ12の先端側に位置する複合材料層14eの分解斜視図である。

【0067】

図6Aは、略同一形状のリブ用プリプレグ20bを積層し、最も先端側にリブ外面用プリプレグ20dを積層した構成に対応する。それゆえ、図6Aに示す複合材料層14bは、図4Aに示す略同一形状のリブ用プリプレグ20bに由来する層となり、複合材料層14dは、図4Aに示すリブ外面用プリプレグ20dに由来する層となる。複合材料層14bは、リブ12の先端部に単純積層される層であるが、複合材料層14dは、前述したように、リブ12の外面側の少なくとも一部または外面側を全体的に覆うことになる。

【0068】

図6Bは、図4Bのリブ用幅変化プリプレグ20eを積層した構成に対応する。それゆえ、図6Bに示す複合材料層14eは、図4Bに示すリブ用幅変化プリプレグ20eに由来する層となる。複数のリブ用幅変化プリプレグ20eは、リブ12の先端側(Z軸方向)に向かって徐々に幅広になるので、複数の複合材料層14eは、先端側に向かって徐々にリブ12の先端部を覆う面積が広がる層となる。

【0069】

さらに、図6Cに示すように、十字交差構造を構成する一方のリブ12のリブ交差部13においては、当該一方のリブ12を構成する複合材料層14b(または複合材料層14d, 14e)と、他方のリブ12を構成する複合材料層14b(または複合材料層14d, 14e)とが互いに積層された状態となる。

【0070】

これにより、プレス成形された複合材料製のパネル構造体10Aにおいて、リブ12だけでなくリブ交差部13にも連続繊維または切込み入り連続繊維が配置される。そのため、リブ12だけでなくリブ交差部13においても基板部11を補強することが可能になる。しかも、複合材料層14b(または複合材料層14d, 14e)は、リブ12の延伸方向に沿って積層されている。そのため、リブ交差部13においても連続繊維または切込み入り連続繊維はリブ12の延伸方向に沿って配置され、かつ、複数のリブ12の交差によって、連続繊維または切込み入り連続繊維も交差する形でリブ交差部13に配置される。これにより、リブ交差部13における基板部11の補強作用をより一層向上することが可能になる。

【0071】

例えば十字交差構造等の立体構造を含む場合には、このような複雑な構造に対応する立体形状となるようにプリプレグを積層するため、一般的に、積層時間が長くなる。また、このように積層した複雑な立体形状をプレス成形することは通常困難であるため、実用上ではオートクレーブ成形が用いられている。しかしながら、オートクレーブ成形では、成形時間が長くなってしまふ。このように従来技術を適用して立体構造からなるパネル構造体を製造するためには多大な時間を必要とするため大量生産が難しかった。

【0072】

これに対して、本実施の形態によれば、積層体23は実質的に平板状であるためプレス成形が可能であり、リブ12を含む複雑な立体形状からなるパネル構造体を容易に製造することができる。

【0073】

また、従来、プレス成形によりリブ等の立体構造部に連続繊維を配置することは難しかったが、付加積層部25を有する積層体23をプレス成形することで、リブ交差部13に連続繊維または切込み入り連続繊維を配置し、強度・剛性を向上させたパネル構造体を製造することができる。

【0074】

図7A, 図7Bを参照して説明する。図7A, 図7Bは、図1Bに示すアイソグリッド構造のパネル構造体10Bを実際に製造した一例である。このうち図7Aがプリプレグを積層した積層体23の一例であり、図7Bが、図7Aに示す積層体23をホットプレス成

10

20

30

40

50

形することにより製造されたパネル構造体 10B の一例である。

【0075】

図7Aに示すように、基板材料部24の上面に付加積層部25が確認できるものの、積層体23そのものは実質的に平板状である。このような積層体23をホットプレス成形により成形することで、図7Bに示すパネル構造体10Bが製造される。図7Bから明らかのように、このパネル構造体10Bでは、基板部11に対して立設する複数のリブ12が形成できること、並びに、これらリブ12が交差してリブ交差部13が形成できることがわかる。

【0076】

このように、本開示に係る複合材料製パネル構造体は、強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のプレス成形品であるパネル構造体であって、基板部と、当該基板部に対して立設する板状のリブと、当該リブ同士が交差するリブ交差部と、を備え、リブおよびリブ交差部には強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維が配置されている構成である。

【0077】

また、本開示に係る複合材料製パネル構造体の製造方法は、強化繊維およびマトリクス樹脂を含有する複合材料製のパネル構造体をプレス成形により製造する複合材料製パネル構造体の製造方法であって、パネル構造体は、基板部と、当該基板部に対して立設する板状のリブと、当該リブ同士が交差するリブ交差部と、を備えるものであり、少なくともマトリクス樹脂を用いて、基板部を構成する基板材料部を形成するとともに、当該基板材料部におけるリブおよびリブ交差部に対応する位置に、当該リブおよび当該リブ交差部の一部を構成し、強化繊維として連続繊維または切込み入り連続繊維を用いたリブ用プリプレグを、付加的に積層して付加積層部を形成し、得られる積層体を成形型によりプレス成形する構成の製造方法である。

【0078】

このような構成によれば、プレス成形された複合材料製のパネル構造体において、リブだけでなくリブ交差部にも連続繊維が配置されている。これにより、リブだけでなくリブ交差部においても基板部を補強することが可能になる。そのため、複合材料製パネル構造体において、基板部に設けられるリブの交差部の強度をより一層向上することが可能となる。

【0079】

本開示に係るパネル構造体10A、10Bの具体的な用途は特に限定されず、航空宇宙分野、自動車・二輪車分野、鉄道分野、海洋分野、産業機器分野、医療機器分野、スポーツ用品分野、建築土木分野等のさまざまな分野において用いられるパネル状部材として好適に用いることができる。より好ましくは、航空機または宇宙機等の航空宇宙分野に用いられる。

【0080】

なお、本発明は前記実施の形態の記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示した範囲内で種々の変更が可能であり、異なる実施の形態や複数の変形例にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施の形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【0081】

また、上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明は、基板部に立設する複数のリブおよびリブ交差部を有する複合材料製パネル構造体の分野に広く好適に用いることができる。

【符号の説明】

【0083】

10A：パネル構造体（十字交差構造）

10B：パネル構造体（アイソグリッド構造）

11：基板部

12：リブ

13：リブ交差部

14a～14e：複合材料層

20a：基板用プリプレグ

20b：リブ用プリプレグ

20c：ダブルプリプレグ

20d：リブ外面用プリプレグ

20e：リブ用幅変化プリプレグ

21：マトリクス樹脂

22：強化繊維

22a：強化繊維（連続繊維または切込み入り繊維、あるいは短繊維）

22b：強化繊維（連続繊維または切込み入り繊維）

23：積層体

24：基板材料部（基板積層部）

25：付加積層部

30：成形型

31：上型

32：下型

33：上側熱盤

34：下側熱盤

35：キャビティ

36：締結部材

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

図1A

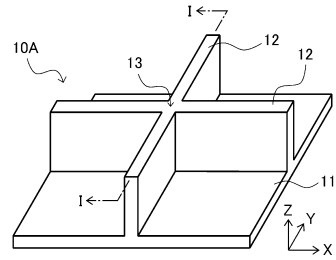
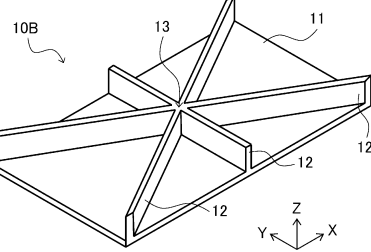
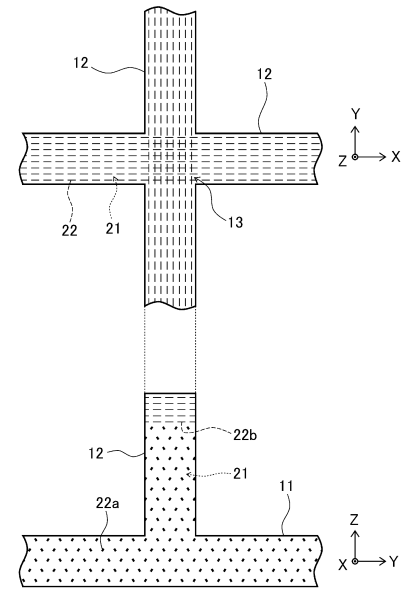


図1B



【図 2】



【図 3】

図3A

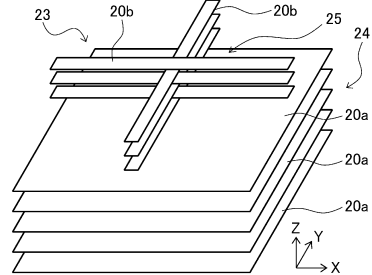
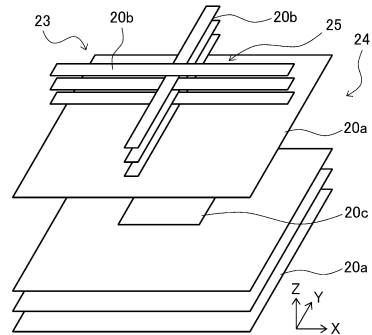


図3B



【図 4】

図4A

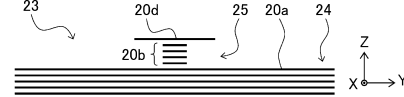
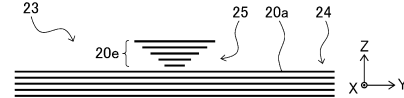


図4B



10

20

30

40

50

【図 5】

図5A

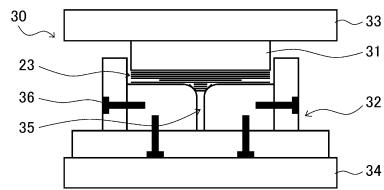
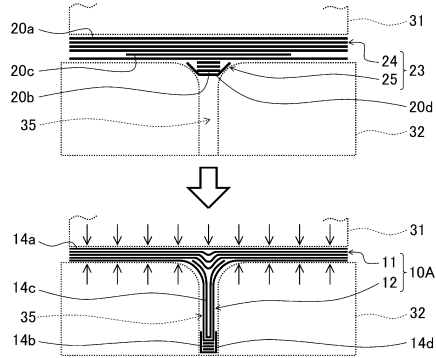


図5B



【図 6】

図6A

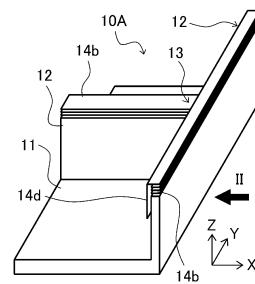


図6B

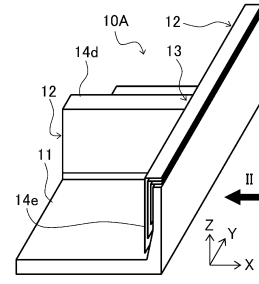
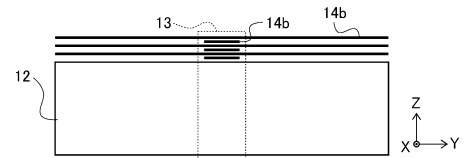


図6C



10

20

【圖 7】

図7A

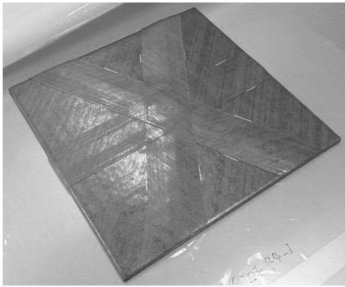
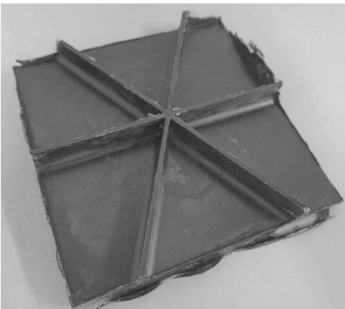


図7B



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2013-176984 (JP, A)
国際公開第 2008/038429 (WO, A1)
国際公開第 2016/159118 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B29C 43/34, 70/10, 70/42
B29K 105/08
B64C 1/00
B64F 5/10