

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5098132号  
(P5098132)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.  
B 3 2 B 5/28 (2006.01)

F I  
B 3 2 B 5/28 1 O 1

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-74808 (P2005-74808)	(73) 特許権者	000003159
(22) 出願日	平成17年3月16日 (2005.3.16)		東レ株式会社
(65) 公開番号	特開2005-313613 (P2005-313613A)		東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年11月10日 (2005.11.10)	(72) 発明者	吉田 毅
審査請求日	平成20年3月11日 (2008.3.11)		滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株
(31) 優先権主張番号	特願2004-94753 (P2004-94753)		式会社滋賀事業場内
(32) 優先日	平成16年3月29日 (2004.3.29)	(72) 発明者	▲ぬで▼島 英樹
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株
			式会社滋賀事業場内
		審査官	岸 進
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化樹脂製サンドイッチパネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

芯材と、該芯材の両面に配される強化繊維にマトリックス樹脂が含浸された繊維強化樹脂を含む表皮材とから構成されるサンドイッチパネルにおいて、前記表皮材中の強化繊維が引張弾性率が200～850GPaの範囲内の強化繊維を含み、該表皮材中の強化繊維含有率が40～80重量%の範囲内であり、前記芯材に表皮材より見かけ密度が小さい見かけ密度が0.23～0.46g/cm<sup>3</sup>の範囲内にあるポリプロピレンまたは見かけ密度が0.03～0.12g/cm<sup>3</sup>の範囲内にあるポリメタクリルイミドのいずれかの発泡性樹脂を使用するとともに、前記芯材と前記表皮材とからなる積層体を加熱、加圧同時成形したサンドイッチパネルの全体厚みが0.5～5mmの範囲内であることを特徴とする繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

10

【請求項 2】

前記表皮材が、1層の層構造または複数層の積層構造を有した繊維強化樹脂であり、該繊維強化樹脂中の少なくとも1層は連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層であることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

【請求項 3】

前記連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層が一方向に引き揃えられた強化繊維を含むことを特徴とする請求項2に記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

【請求項 4】

前記表皮材中の繊維強化樹脂層がサンドイッチパネルの中立面に対し対称に配され、かつ

20

連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層は、該中立面に対し対称の位置にある繊維強化樹脂層中の連続した強化繊維の配向方向のなす角が $\pm 3^\circ$ 以内であることを特徴とする請求項3に記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

【請求項5】

前記表皮材の厚みが $0.02 \sim 1.25$  mmの範囲内で、かつ芯材の両面に配される表皮材の合計厚みがサンドイッチパネルの全体厚みの $0.4 \sim 50\%$ の範囲内であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

【請求項6】

X線照射電圧 $60$  kVにおけるサンドイッチパネルのAl等量(mm Al)とサンドイッチパネルの全体厚み(mm)の比(Al当量(mm Al)/全体厚み(mm))が $0.003 \sim 0.14$  mm Al/mmの範囲内であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

10

【請求項7】

前記サンドイッチパネルの見かけ密度が $0.1 \sim 1.4$  g/cm<sup>3</sup>の範囲内であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軽量かつ高剛性でX線透過性に優れた厚みが薄い繊維強化樹脂製サンドイッチパネルに関するものであって、医療機器、X線機器用部材などに好適な繊維強化樹脂製サンドイッチパネルに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、X線機器用部材には軽量かつ高剛性である主として炭素繊維からなる強化繊維にマトリックス樹脂を含浸した繊維強化樹脂製の板材が提案されている。

【0003】

例えば、炭素繊維と熱硬化性樹脂からなる一方向引き揃え炭素繊維プリプレグ積層体で構成されるX線診断装置用板材が提案されている(例えば、特許文献1参照)。しかしながら、炭素繊維プリプレグ積層体ではX線透過性が十分でなく、特に幼児や乳房などの軟質X線(低エネルギーX線)によって撮影することが要求されるような分野ではX線照射量が少ないため、クリアな画像を得ることが難しかった。また、高コントラストでクリアな画像を得るためには、X線照射量を増加する必要があるが、人体に被爆の危険を孕むものであった。さらに、X線機器用部材はX線技師が直接持ち運びして取り扱う部材であり、軽量であることが求められているが、炭素繊維プリプレグ積層体では十分な軽量化につながらず、X線技師に大きな負担がかかるといった問題があった。

30

【0004】

かかる問題点を解決するため、X線機器用部材にX線透過性が良好なポリ塩化ビニル、ABS樹脂などの成形品を用いることも提案されているが、これらの成形品は十分なX線透過性を確保しようとすると必要な剛性が得られないため、上記問題の解決に至らなかった。

40

【0005】

また、帯電による導電性蓄積性蛍光体への影響が少なく、衝撃に強いX線撮影用カセットに適した繊維強化樹脂板材が提案されている(例えば、特許文献2参照)。また、炭素繊維などで補強された繊維強化樹脂でフロント板を構成し、その周辺フレーム部を熱可塑性樹脂で成形した高性能なX線透過性をもつX線撮影用カセットが提案されているが(例えば、特許文献3参照)、これらはいずれも上記問題を解決しようとするものではない。

【特許文献1】特開昭60-32615号公報

【特許文献2】特開平14-316376号公報

【特許文献3】特開平7-181629号公報

【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明は、かかる従来技術の欠点に鑑み、剛性を保持したままで、軽量かつX線透過性に優れた厚みが薄い繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを提供することを目的とする。また、医療機器、X線機器用部材などに好適な繊維強化樹脂製サンドイッチパネル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】

## 【0007】

本発明は、かかる課題を解決するために、次の手段を採用するものである。すなわち、  
(1) 芯材と、該芯材の両面に配される強化繊維にマトリックス樹脂が含浸された繊維強化樹脂を含む表皮材とから構成されるサンドイッチパネルにおいて、前記表皮材中の強化繊維が引張弾性率が200～850GPaの範囲内の強化繊維を含み、該表皮材中の強化繊維含有率が40～80重量%の範囲内であり、前記芯材に表皮材より見かけ密度が小さい見かけ密度が0.23～0.46g/cm<sup>3</sup>の範囲内にあるポリプロピレンまたは見かけ密度が0.03～0.12g/cm<sup>3</sup>の範囲内にあるポリメタクリルイミドいずれかの発泡性樹脂を使用するとともに、前記芯材と前記表皮材とからなる積層体を加熱、加圧同時成形したサンドイッチパネルの全体厚みが0.5～5mmの範囲内であることを特徴とする繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

(2) 前記表皮材が、1層の層構造または複数層の積層構造を有した繊維強化樹脂であり、該繊維強化樹脂中の少なくとも1層は連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層であることを特徴とする前記(1)に記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

(3) 前記連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層が一方向に引き揃えられた強化繊維を含むことを特徴とする前記(2)に記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

(4) 前記表皮材中の繊維強化樹脂層がサンドイッチパネルの中立面に対し対称に配され、かつ連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層は、該中立面に対し対称の位置にある繊維強化樹脂層中の連続した強化繊維の配向方向のなす角が±3°以内であることを特徴とする前記(3)に記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

(5) 前記表皮材の厚みが0.02～1.25mmの範囲内で、かつ芯材の両面に配される表皮材の合計厚みがサンドイッチパネルの全体厚みの0.4～50%の範囲内であることを特徴とする前記(1)～(4)のいずれかに記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

(6) X線照射電圧60kVにおけるサンドイッチパネルのAl等量(mmAl)とサンドイッチパネルの全体厚み(mm)の比(Al当量(mmAl)/全体厚み(mm))が0.003～0.14mmAl/mmの範囲内であることを特徴とする前記(1)～(5)のいずれかに記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

(7) 前記サンドイッチパネルの見かけ密度が0.1～1.4g/cm<sup>3</sup>の範囲内であることを特徴とする前記(1)～(6)のいずれかに記載の繊維強化樹脂製サンドイッチパネル。

## 【0008】

また、中立面とは、部材が曲げモーメントをうけた時、伸びも縮みもしない面を表す。

## 【0009】

また、サンドイッチパネルの投影面積とは、サンドイッチパネルの最大面積を有する面の面積である。

## 【0010】

さらに、Al当量とは、同一照射条件において、問題にしている物質と等しい遮へい能力をもつアルミニウムの厚さを表す。

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明の繊維強化樹脂製サンドイッチパネルによれば、表皮材が剛性の高い繊維強化樹脂で構成され、芯材が表皮材よりも見かけ密度の小さい樹脂で構成され、全体厚みを小さ

10

20

30

40

50

くしているため、剛性を保持したままで軽量性およびX線透過性に優れた繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の好ましい実施態様例を図面を参照しながら説明する。

【0013】

図1は、繊維強化樹脂製サンドイッチパネルの斜視図である。

【0014】

図1において、繊維強化樹脂製サンドイッチパネルは、表皮材1として、強化繊維にマトリックス樹脂が含浸された繊維強化樹脂を用い、該表皮材1を芯材2である樹脂の両面に配した繊維強化樹脂板材である。

【0015】

表皮材1は、高い剛性を確保するためのもので、その強化繊維としては、引張弾性率200~850GPaの範囲内の強化繊維が表皮材1に対して40~80重量%の範囲内で含まれていることが必要である。引張弾性率200GPa未満の強化繊維を使用した場合には、軽量性を保持したまま、必要な高い剛性を確保することができない。その反面、引張弾性率850GPaを超える場合には、強化繊維の圧縮強度が弱く折れやすいため、強化繊維にマトリックス樹脂を含浸し、繊維強化樹脂を成形することが困難である。また、引張弾性率200~850GPaの範囲内の強化繊維を使用しても、その重量含有率が40%未満の場合には、上記と同様、軽量性を保持したまま、必要な高い剛性を確保することができない。その反面、強化繊維の重量含有率が80%を超える場合には、強化繊維にマトリックス樹脂を均一に含浸することが困難となり、成形した後のサンドイッチパネルの強度不足や外観品位が著しく劣るなどの品質上の問題が発生する可能性がある。

【0016】

ここで強化繊維とは、炭素繊維、ガラス繊維、有機高弾性率繊維（例えば、米国デュポン（株）社製のポリアラミド繊維“ケブラー”）、アルミナ繊維、シリコンカーバイド繊維、ボロン繊維、炭化ケイ素繊維などの高強度、高弾性率繊維などが挙げられるが、これらから上記強度、弾性率を有するものを単独で用いても良いし、複数併用して重量平均強度が、および重量平均弾性率が上記範囲内となるようにしても良い。中でも高い剛性を保持したまま軽量性を確保するために、弾性率と密度との比である比弾性率が高い炭素繊維を使用することが好ましく、例えばポリアクリロニトリル（PAN系）、ピッチ系、セルロース系、炭化水素による気相成長系炭素繊維、黒鉛繊維などを用いることができ、これらを2種類以上併用してもよい。好ましくは、剛性と価格のバランスに優れるPAN系炭素繊維がよい。また、ポリアミド繊維、ポリエステル繊維、アクリル繊維、ポリオレフィン繊維、ビニロン繊維などの合成繊維、さらには、有機天然繊維なども併用してもよい。

【0017】

また、表皮材の強化繊維としては連続した強化繊維や不連続の強化繊維を使用でき、両者を組み合わせてもよいが、表皮材が、1層の層構造または複数層の積層構造を有した繊維強化樹脂であり、該繊維強化樹脂中の少なくとも1層は連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層であることが好ましい。連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層を有することにより、より効率よく強度、弾性率を設計できるからである。連続した強化繊維の形態としては、一方向に引き揃えられた強化繊維や織物の強化繊維を含むことが好ましい。

【0018】

マトリックス樹脂としては、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂を使用することができる。具体的には、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ABS樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ナイロン樹脂、シアネート樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、マレイミド樹脂、ポリイミド樹脂などがある。好ましくは、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂で熱または光や電子線などの外部からのエネルギーにより硬化して、少なくとも部分的に三次元硬化物を形成する樹脂であるが、特に限定されない。

さらに、マトリックス樹脂のガラス転移温度は80~250の範囲内であることが好ま

10

20

30

40

50

しく、100～250 であることがより好ましい。その理由は、本発明の繊維強化樹脂製サンドイッチパネルにおいて、成形後80 前後で加熱処理することもあるため、マトリックス樹脂のガラス転移温度が80 未満であると加熱処理中に繊維強化樹脂製サンドイッチパネルの剛性が低下し、変形や反りが発生する問題が起きるからである。また、250 を超えると、成形温度が高くなるため、成形が困難になり、反りの問題の発生やコストアップの問題が起きるからである。

#### 【0019】

芯材2には、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂、さらには上記熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂を用いた繊維強化樹脂、発泡性樹脂などを使用することができる。例えば、熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂などがある。熱可塑性樹脂としては、ポリアミド樹脂、変性フェニレンエーテル樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、液晶ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリシクロヘキサジメチルテレフタレートなどのポリエステル樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、HIPS樹脂、ABS樹脂、AES樹脂、AAS樹脂などのスチレン系樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂などのアクリル樹脂、塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのポリオレフィン樹脂、変性ポリオレフィン樹脂、さらにはエチレン/プロピレン共重合体、エチレン/1ブテン共重合体、エチレン/プロピレン/ジエン共重合体、エチレン/ー酸化炭素/ジエン共重合体、エチレン/(メタ)アクリル酸グリシジル、エチレン/酢酸ビニル/(メタ)アクリル酸グリシジル共重合体、ポリエーテルエステルエラストマー、ポリエーテルエーテルエラストマー、ポリエーテルエステルアミドエラストマー、ポリエステルアミドエラストマー、ポリエステルエステルエラストマーなどの各種エラストマー類などがある。繊維強化樹脂としては、ビニロン繊維強化樹脂、テトロン繊維強化樹脂などがある。また、発泡樹脂としては、ポリウレタン、フェノール、メラミン、アクリル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ABS、ポリエーテルイミド、ポリメタクリルイミドなどがある。具体的には、軽量性およびX線透過性を確保するために表皮材より見かけ密度が小さい樹脂を用いる。芯材2の見かけ密度は0.03～1.4 g/cm<sup>3</sup>の範囲内にあることが好ましく、0.05～1.2 g/cm<sup>3</sup>の範囲内にあることがより好ましい。芯材2の見かけ密度が上記の範囲のものであると剛性を保持したまま、軽量性およびX線透過性を確保することができる。

#### 【0020】

表皮材1に使用する繊維強化樹脂としては、上記強化繊維に上記マトリックス樹脂を含浸させて用いるものであり、単層または複数層を積層して構成することができる。

#### 【0021】

本発明の繊維強化樹脂サンドイッチパネルは表皮材1である上記繊維強化樹脂を芯材2である樹脂の両面に配することで構成され、サンドイッチパネルの全体厚みは0.5～5 mmの範囲内にあり、1～3 mmの範囲内にあることがより好ましい。また、表皮材1の厚みは0.02～1.25 mmの範囲内であることが好ましく、かつ芯材2の両面に配される表皮材1の合計厚みが全体厚みの0.4～50%の範囲内であることが好ましい。

#### 【0022】

X線透過性は、被射構造体のX線の透過しやすさを表すパラメータであり、材質の分子量および厚みで決定される。すなわち、表皮材1に用いられる繊維強化樹脂層は芯材2より見かけ密度が大きいため、表皮材1の厚みが小さいほど軽量性を確保することができ、X線が透過しやすい。さらに、サンドイッチパネルの全体厚みが小さいほど軽量性およびX線透過性に優れ、X線機器用部材に用いた際には、X線の低照射量で高コントラストでクリアな画像が得られる。したがって、表皮材1の厚みが0.02 mm未満の場合には高い剛性を確保することができず、1.25 mmを超える場合には、高い剛性は保持することはできるが、軽量性およびX線透過性を確保することができないといった問題がある。表皮材1の厚みが0.02～1.25 mmの範囲内であっても、表皮材1の合計厚みがサンドイッチパネルの全体厚みの0.4%未満である場合には、上記と同様、高い剛性を確

保することができず、50%を超える場合には、高い剛性は保持することはできるが、軽量性およびX線透過性を確保することができない。

【0023】

さらに、前記表皮材中の繊維強化樹脂層がサンドイッチパネルの中立面に対し対称に配され、かつ連続した強化繊維を含む繊維強化樹脂層は、該中立面に対し対称の位置にある繊維強化樹脂層中の連続した強化繊維の配向方向のなす角が $\pm 3^\circ$ 以内であることが好ましい。連続した強化繊維のなす角が $\pm 3^\circ$ 以内である場合には、品質上問題となる成形後のサンドイッチパネル反りを低減することができ、かつ、面内の剛性バランスに優れた成形品を得ることができる。

【0024】

本発明のサンドイッチパネルの投影面積( $\text{mm}^2$ )とサンドイッチパネルの全体厚み( $\text{mm}$ )の比(投影面積( $\text{mm}^2$ )/全体厚み( $\text{mm}$ ))は、4,500~2,000,000 $\text{mm}^2/\text{mm}$ の範囲内であり、X線照射電圧60kVにおけるAl当量( $\text{mm Al}$ )とサンドイッチパネルの全体厚み( $\text{mm}$ )の比(Al当量( $\text{mm Al}$ )/全体厚み( $\text{mm}$ ))が0.002~1.4 $\text{mm Al}/\text{mm}$ の範囲内であることが好ましい。

【0025】

さらに、本発明のサンドイッチパネルの見かけ密度が0.1~1.4 $\text{g}/\text{cm}^3$ の範囲内であることが好ましく、0.3~1.2 $\text{g}/\text{cm}^3$ の範囲内であることがより好ましい。この理由は、高い剛性は保持したまま、軽量性およびX線透過性を確保することができるからである。

【0026】

上記サンドイッチパネルは前記した表皮材1と芯材2とを積層後、ホットプレス装置および/またはオートクレーブ装置などを用いて、加熱、加圧同時成形することにより製造されることが重要である。同時成形することで低コストの繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを提供することができる。

【実施例】

【0027】

実施例、比較例に使用した炭素繊維の引張弾性率、エポキシ樹脂のガラス転移温度、繊維強化樹脂の炭素繊維含有率の測定方法を以下に示す。

(a) 引張弾性率

JIS R 7601 炭素繊維試験方法の樹脂含浸繊維束試験方法に準じて、引張弾性率の測定を行った。試験片長は200 $\text{mm}$ とし、試験回数は5回で平均値を採用した。

(b) ガラス転移温度

JIS K 7121 プラスチックの転移温度測定方法に準じて、ガラス転移温度の測定を行った。試験片の直径は0.5 $\text{mm}$ とし、試験回数は3回で平均値を採用した。

(c) 炭素繊維含有率

JIS K 7071 炭素繊維及びエポキシ樹脂からなるプリプレグの試験方法に準じて、炭素繊維重量含有率の測定を行った。試験片の寸法100 $\text{mm} \times 100\text{mm}$ とし、試験回数は3回で平均値を採用した。

【0028】

実施例1

図1に示すような繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを以下の条件にて製造した。表皮材1として引張弾性率が230Gpaの一方方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が135であるエポキシ樹脂で構成される、目付が180 $\text{g}/\text{m}^2$ 、炭素繊維含有率が70重量%、見かけ密度が1.58 $\text{g}/\text{cm}^3$ のプリプレグを、ポリプロピレン発泡体(密度0.30 $\text{g}/\text{cm}^3$ 、厚み2.0 $\text{mm}$ )である芯材2の両面に中立面に対称に $0^\circ/90^\circ/90^\circ/0^\circ$ で積層し、次いでこの積層体を、圧力をかけず3分間130で保持した後、面圧11.4 $\text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧しながら60分間130で保持することで繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを同時成形、縦380 $\text{mm}$ 、横450 $\text{mm}$ に切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは1.8 $\text{mm}$ 、表皮材1の合計厚みは0.45 $\text{mm}$ で

10

20

30

40

50

あり、芯材 2 の見かけ密度は  $0.46 \text{ g/cm}^3$  であり、サンドイッチパネルの投影面積は  $171000 \text{ mm}^2$  であった。

#### 【0029】

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は  $0.74 \text{ g/cm}^3$  であった。X線照射装置（東芝製 診断用 X線高電圧装置 KXO-30F）を用いて  $60 \text{ kV}$  で X線を照射し、線量計（Radcal Corporation 製 The 2025 Measurement System）で測定した結果、Al 当量は  $0.13 \text{ mm Al}$  であり、Al 等量とサンドイッチパネルの全体厚みの比は  $0.074 \text{ mm Al/mm}$  であった。また、JIS K 7074 炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅  $15 \text{ mm}$ 、長さ  $92 \text{ mm}$  の短冊状試験片を最外層の炭素繊維方向が長手方向になるよう切りだし、半径  $5 \text{ mm}$  の丸型圧子を用い、試験速度  $5 \text{ mm/min}$  および支点間距離  $80 \text{ mm}$  で 3 点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は  $44 \text{ GPa}$  であり、高い剛性を保持しつつ軽量性および X線透過性に優れていた。

10

#### 【0030】

##### 実施例 2

図 1 に示すような繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを以下の条件にて製造した。表皮材 1 として引張弾性率が  $230 \text{ GPa}$  の一方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が  $135$  であるエポキシ樹脂で構成される、目付が  $180 \text{ g/m}^2$ 、炭素繊維含有率が  $70$  重量%、見かけ密度が  $1.58 \text{ g/cm}^3$  のプリプレグを、ポリメタクリルイミド発泡体（密度  $0.12 \text{ g/cm}^3$ 、厚み  $1.5 \text{ mm}$ ）である芯材 2 の両面に中立面に対称に  $0^\circ/90^\circ/$  芯材  $90^\circ/0^\circ$  で積層し、次いでこの積層体を、圧力をかけず 3 分間  $130$  で保持した後、面圧  $11.4 \text{ kg/cm}^2$  で加圧しながら 60 分間  $130$  で保持することで繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを同時成形し、縦  $380 \text{ mm}$ 、横  $450 \text{ mm}$  に切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは  $1.8 \text{ mm}$ 、表皮材 1 の合計厚みは  $0.45 \text{ mm}$  であり、芯材 2 の見かけ密度は  $0.10 \text{ g/cm}^3$  であり、サンドイッチパネルの投影面積は  $171000 \text{ mm}^2$  であった。

20

#### 【0031】

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は  $0.47 \text{ g/cm}^3$  であった。実施例 1 と同様の測定方法で Al 当量を測定した結果、Al 当量は  $0.085 \text{ mm Al}$  であり、Al 等量とサンドイッチパネルの全体厚みの比は  $0.047 \text{ mm Al/mm}$  であった。また、JIS K 7074 炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅  $15 \text{ mm}$ 、長さ  $92 \text{ mm}$  の短冊状試験片を最外層の炭素繊維方向が長手方向になるよう切りだし、半径  $5 \text{ mm}$  の丸型圧子を用い、試験速度  $5 \text{ mm/min}$  および支点間距離  $80 \text{ mm}$  で 3 点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は  $44 \text{ GPa}$  であり、高い剛性を保持しつつ軽量性および X線透過性に優れていた。

30

#### 【0032】

##### 比較例 1

図 1 に示すような繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを以下の条件にて製造した。表皮材 1 として引張弾性率が  $230 \text{ GPa}$  の一方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が  $135$  であるエポキシ樹脂で構成される、目付が  $180 \text{ g/m}^2$ 、炭素繊維含有率が  $70$  重量%、見かけ密度が  $1.58 \text{ g/cm}^3$  のプリプレグを、ABS 樹脂（密度  $1.1 \text{ g/cm}^3$ 、厚み  $1.4 \text{ mm}$ ）である芯材 2 の両面に中立面に対称に  $0^\circ/90^\circ/$  芯材  $90^\circ/0^\circ$  で積層し、次いでこの積層体を、圧力をかけず 3 分間  $130$  で保持した後、面圧  $11.4 \text{ kg/cm}^2$  で加圧しながら 60 分間  $130$  で保持することで繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを同時成形し、縦  $380 \text{ mm}$ 、横  $450 \text{ mm}$  に切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは  $1.8 \text{ mm}$ 、表皮材 1 の合計厚みは  $0.45 \text{ mm}$  であり、芯材 2 の見かけ密度は  $1.05 \text{ g/cm}^3$  であり、サンドイッチパネルの投影面積は  $171000 \text{ mm}^2$  であった。

40

#### 【0033】

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は  $1.21 \text{ g/cm}^3$  であった。実施例 1 と

50

同様の測定方法でA1当量を測定した結果、A1当量は0.21mmA1であり、A1等量とサンドイッチパネルの全体厚みの比は0.121mmA1/mmであった。また、JIS K 7074 炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅15mm、長さ92mmの短冊状試験片を最外層の炭素繊維方向が長手方向になるよう切りだし、半径5mmの丸型圧子を用い、試験速度5mm/minおよび支点間距離80mmで3点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は46Gpaであり、高い剛性を保持しつつ軽量性およびX線透過性に優れていた。

#### 【0034】

##### 実施例 3

図1に示すような繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを以下の条件にて製造した。表皮材1として引張弾性率が230Gpaの一方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が135であるエポキシ樹脂で構成される、目付が180g/m<sup>2</sup>、炭素繊維含有率が70重量%、見かけ密度が1.58g/cm<sup>3</sup>のプリプレグを、ポリプロピレン発泡体(密度0.23g/cm<sup>3</sup>、厚み5.0mm)である芯材2の両面に中立面に対称に0°/90°芯材/90°/0°で積層し、次いでこの積層体を、圧力をかけず3分間130で保持した後、面圧11.4kg/cm<sup>2</sup>で加圧しながら60分間130で保持することで繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを同時成形し、縦380mm、横450mmに切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは3mm、表皮材1の合計厚みは0.45mmであり、芯材2の見かけ密度は0.46g/cm<sup>3</sup>であり、サンドイッチパネルの投影面積は171000mm<sup>2</sup>であった。

#### 【0035】

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は0.63g/cm<sup>3</sup>であった。実施例1と同様の測定方法でA1当量を測定した結果、A1当量は0.19mmA1であり、A1等量とサンドイッチパネルの全体厚みの比は0.063mmA1/mmであった。また、JIS K 7074 炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅15mm、長さ140mmの短冊状試験片を最外層の炭素繊維方向が長手方向になるよう切りだし、半径5mmの丸型圧子を用い、試験速度5mm/minおよび支点間距離100mmで3点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は30Gpaであり、高い剛性を保持しつつ軽量性およびX線透過性に優れていた。

#### 【0036】

##### 実施例 4

図1に示すような繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを以下の条件にて製造した。表皮材1として引張弾性率が230Gpaの一方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が135であるエポキシ樹脂で構成される、目付が180g/m<sup>2</sup>、炭素繊維含有率が70重量%、見かけ密度が1.58g/cm<sup>3</sup>のプリプレグを、ポリプロピレン発泡体(密度0.46g/cm<sup>3</sup>、厚み1.0mm)である芯材2の両面に中立面に対称に0°/90°芯材/90°/0°で積層し、次いでこの積層体を、圧力をかけず3分間130で保持した後、面圧11.4kg/cm<sup>2</sup>で加圧しながら60分間130で保持することで繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを同時成形し、縦380mm、横450mmに切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは1mm、表皮材1の合計厚みは0.45mmであり、芯材2の見かけ密度は0.46g/cm<sup>3</sup>であり、サンドイッチパネルの投影面積は171000mm<sup>2</sup>であった。

#### 【0037】

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は0.97g/cm<sup>3</sup>であった。実施例1と同様の測定方法でA1当量を測定した結果、A1当量は0.097mmA1であり、A1等量とサンドイッチパネルの全体厚みの比は0.097mmA1/mmであった。また、JIS K 7074 炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅15mm、長さ60mmの短冊状試験片を最外層の炭素繊維方向が長手方向になるよう切りだし、半径5mmの丸型圧子を用い、試験速度5mm/minおよび支点間距離40mmで3点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は70Gpaであり、高い剛性を保持しつつ軽量



性およびX線透過性に優れていた。

#### 【0038】

##### 比較例 2

実施例1と同じ材料である引張弾性率が230 Gpaの一方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が135 であるエポキシ樹脂で構成される、目付が180 g/m<sup>2</sup>、炭素繊維含有率が70重量%、見かけ密度が1.58 g/cm<sup>3</sup>のプリプレグを0°方向、90°方向を交互に16層(0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°/90°/90°/0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°)積層し、次いでその積層体を圧力をかけず3分間130 で保持した後、面圧11.4 kg/cm<sup>2</sup>で加圧しながら60分間130 で保持することで繊維強化樹脂板材を同時成形し、縦380 mm、横450 mmに切り出した。板材の全体厚みは1.8 mmであり、板材の投影面積は17100 mm<sup>2</sup>であった。

10

#### 【0039】

得られた炭素繊維強化樹脂板材の見かけ密度は1.58 g/cm<sup>3</sup>であった。実施例1と同様の測定方法でA1当量を測定した結果、A1当量は0.28 mm A1であり、A1等量と板材の全体厚みの比は0.16 mm A1/mmであった。また、JIS K 7074炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅15 mm、長さ92 mmの短冊状試験片を最外層の炭素繊維方向が長手方向になるよう切りだし、半径5 mmの丸型圧子を用い、試験速度5 mm/minおよび支点間距離80 mmで3点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は127 Gpaであり、高い剛性を確保することはできるが、軽量性およびX線透過性を保持することができない。

20

#### 【0040】

##### 比較例 3

実施例1と同じ材料である引張弾性率が230 Gpaの一方向引き揃え炭素繊維とガラス転移温度が135 であるエポキシ樹脂で構成される、目付が180 g/m<sup>2</sup>、炭素繊維含有率が70重量%、見かけ密度が1.58 g/cm<sup>3</sup>のプリプレグを、アルミニウム(密度2.7 g/cm<sup>3</sup>、厚み1.4 mm)である芯材2の両面に中立面に対称に0°/90°芯材/90°/0°で積層し、次いでその積層体を、圧力をかけず3分間130 で保持した後、面圧11.4 kg/cm<sup>2</sup>で加圧しながら60分間130 で保持することで繊維強化樹脂製サンドイッチパネルを同時成形し、縦380 mm、横450 mmに切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは1.8 mmであり、表皮材1の合計厚みは0.45 mmであり、芯材2の見かけ密度は2.7 g/cm<sup>3</sup>であり、サンドイッチパネルの投影面積は171000 mm<sup>2</sup>であった。

30

#### 【0041】

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は2.42 g/cm<sup>3</sup>であった。実施例1と同様の測定方法でA1当量を測定した結果、A1当量は1.42 mm A1であり、A1等量と全体厚みの比は0.079 mm A1/mmであった。また、JIS K 7074炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅15 mm、長さ92 mmの短冊状試験片を一方の繊維方向が長手、他方の繊維方向が短手になるように切りだし、半径5 mmの丸型圧子を用い、試験速度5 mm/min および支点間距離80 mmで3点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は98 Gpaであり、高い剛性を確保することはできるが、軽量性およびX線透過性を保持することができない。

40

#### 【0042】

##### 比較例 4

芯材2に1.6 mm厚、0.90 g/cm<sup>3</sup>のポリプロピレンシートを使用し、その両面に0.25 mm、2.7 g/cm<sup>3</sup>のアルミニウムシートを対称に積層したサンドイッチパネルを成形し、縦380 mm、横450 mmに切り出した。サンドイッチパネルの全体厚みは2.1 mmであり、サンドイッチパネルの投影面積は171000 mm<sup>2</sup>であった。

#### 【0043】

50

得られたサンドイッチパネルの見かけ密度は  $1.25 \text{ g/cm}^3$  であった。実施例 1 と同様の測定方法で Al 当量を測定した結果、Al 当量は  $0.57 \text{ mm Al}$  であり、Al 等量とサンドイッチパネルの全体厚みの比は  $0.27 \text{ mm Al/mm}$  であった。また、JIS K 7074 炭素繊維強化プラスチックの曲げ試験方法に準じて、幅  $15 \text{ mm}$ 、長さ  $104 \text{ mm}$  の短冊状試験片を切りだし、半径  $5 \text{ mm}$  の丸型圧子を用い、試験速度  $5 \text{ mm/min}$  および支点間距離  $80 \text{ mm}$  で 3 点曲げ試験を行った。その結果、曲げ弾性率は  $25 \text{ GPa}$  であり、低剛性であり、軽量性および X 線透過性を保持することができない。

【0044】

実施例 1 ~ 4、比較例 1 ~ 4 の結果をまとめて表 1 に示す。

【0045】

【表 1】

表皮材	強化繊維	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
		炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	炭素繊維	アルミニウム
		エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	
芯材		ホリアクレリック発泡体	ホリメタクリルイミド発泡体	ホリアクレリック発泡体	ホリアクレリック発泡体	ABS樹脂	なし	アルミニウム	ホリアクレリックシート
全体厚み [mm] 0.5～5mm		1.8	1.8	3.0	1.0	1.8	1.8	1.8	2.1
表皮材厚み [mm]		0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	1.8	0.45	0.5
Al等量 / 全体厚み[mmAl/mm] 0.003～0.14		0.074	0.047	0.063	0.097	0.021	0.16	0.79	0.27
見かけ密度 [g/cm <sup>3</sup> ] 0.1～1.4		0.74	0.47	0.63	0.97	0.21	1.58	2.42	1.25
曲げ弾性率 [MPa]		44	44	30	70	46	127	98	25
総合判断		○	○	○	○	○	×	×	×

## 【 0 0 4 6 】

本発明は、医療機器、X線機器用部材に限らず、電気・電子機器の部品および筐体、建築・土木構造体の補強材などに広く応用することができるが、その応用範囲がこれらに限られるものではない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 4 7 】

【図 1】本発明に係る繊維強化樹脂製サンドイッチパネルの構造例を示す斜視図である。

## 【符号の説明】

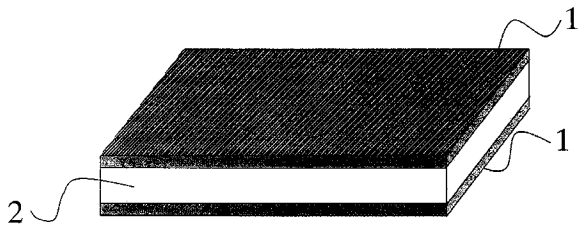
## 【 0 0 4 8 】

1：繊維強化樹脂（表皮材）

2：樹脂（芯材）

10

## 【図 1】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭60-236634(JP,A)  
特開平10-156881(JP,A)  
特開平08-280667(JP,A)  
特開平07-276398(JP,A)  
特開昭63-315229(JP,A)  
特開平08-336902(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B32B 1/00 - 43/00  
B29B11/16  
B29B15/08 - 15/14  
B29C39/00 - 39/44  
C08J 5/04 - 5/10  
C08J 5/24