

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6822120号
(P6822120)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月12日(2021.1.12)

(51) Int. Cl. F I
G 1 O K 11/162 (2006.01) G 1 O K 11/162
B 6 O R 13/08 (2006.01) B 6 O R 13/08

請求項の数 10 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-245551 (P2016-245551)</p> <p>(22) 出願日 平成28年12月19日(2016.12.19)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-120410 (P2017-120410A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年7月6日(2017.7.6)</p> <p>審査請求日 令和1年10月30日(2019.10.30)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2015-254943 (P2015-254943)</p> <p>(32) 優先日 平成27年12月25日(2015.12.25)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)</p> <p>(出願人による申告)平成27年度国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「革新的新構造材料等研究開発 熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工基盤技術の開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000003159 東レ株式会社 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号</p> <p>(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所</p> <p>(72) 発明者 武部 佳樹 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社愛媛工場内</p> <p>(72) 発明者 平野 啓之 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社愛媛工場内</p> <p>(72) 発明者 本間 雅登 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社愛媛工場内</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遮音構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

樹脂と強化繊維と空隙からなる遮音構造体であって、
 前記樹脂の体積含有率が2.5体積%以上、8.5体積%以下の範囲内にあり、
 前記強化繊維の体積含有量が0.5体積%以上、5.5体積%の範囲内にあり、
 前記空隙が1.0体積%以上、9.7体積%以下の範囲内の割合で前記遮音構造体中に含有され、

J I S A 1 4 4 1 - 1 における、周波数 2 0 0 H z での透過損失と周波数 1 2 5 0 H z での透過損失との比が 1 . 1 以上、 1 . 5 以下の範囲内にあり、

前記遮音構造体の曲げ弾性率を E_c 、前記遮音構造体の比重を ρ としたとき、 $E_c \rho^{-1/3}$ より表される前記遮音構造体の比曲げ弾性率が 3 以上、 2 0 以下の範囲内にあり、且つ、前記遮音構造体の曲げ弾性率 E_c が 6 G P a 以上である

ことを特徴とする遮音構造体。

【請求項2】

前記遮音構造体の比重 が 0.9 g / cm^3 以下であることを特徴とする請求項1に記載の遮音構造体。

【請求項3】

前記遮音構造体の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 3 0 % 以内の部分における空隙率が 0 体積%以上、 1 0 体積%未満の範囲内にあり、残りの部分の空隙率が 1 0 体積%以上、 9 9 体積%以下の範囲内にあることを特徴とする請求項1又は2に記載の遮音構造体。

【請求項 4】

前記強化繊維が樹脂に被覆されており、前記樹脂の厚みが $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $15\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【請求項 5】

前記強化繊維が、不連続であり、略モノフィラメント状、且つ、ランダムに分散していることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【請求項 6】

前記遮音構造体中における強化繊維の配向角度 f が 3° 以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【請求項 7】

前記強化繊維の質量平均繊維長が $1\ \text{mm}$ 以上、 $15\ \text{mm}$ 以下の範囲内にあることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【請求項 8】

前記強化繊維が炭素繊維であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【請求項 9】

前記樹脂が少なくとも 1 種類以上の熱可塑性樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【請求項 10】

前記樹脂が少なくとも 1 種類以上の熱硬化性樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のうち、いずれか 1 項に記載の遮音構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、樹脂と強化繊維と空隙からなる遮音構造体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車や鉄道を代表とする移動体用途や住宅等の建材用途において、基本的な力学特性を満足しつつ、乗り心地や快適性を向上させる観点から音響特性の優れた構造材に対する要望が高くなっている。さらに、移動体用途においては燃費低減を目的として、また建材用途においては施工時のハンドリングの容易さを目的として、軽量の構造材に対する要望も高く、空隙を有する構造体の需要が高まっている。このような背景から、金属材料や繊維強化複合材料 (FRP) の内部にコア層として空隙を有する構造材を用いて構造材をサンドイッチ構造とすることで、剛性向上と軽量化とを両立させた構造体が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 5686681 号公報

【特許文献 2】特許第 5060613 号公報

【特許文献 3】特許第 3216479 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、剛性向上と軽量化と共に、市場要求である音響特性をも満足する構造体は見出されていない。なお、特許文献 1 には、音響特性を満足する材料として、ガラス繊維、ポリプロピレン樹脂、及び発泡剤からなる車両用カバー材が提案されている。しかしながら、特許文献 1 記載の車両用カバー材は、ガラス繊維を使用していることから、力学特性に劣ると推察される。また、空隙を設けるために発泡剤を使用しているために、使用可能な樹脂に制限がある。一方、特許文献 2 には、音響特性を向上させるために、発泡性

10

20

30

40

50

ウレタン樹脂とスタンパブルシートとを組み合わせた車両用内装材が提案されている。しかしながら、特許文献2には、吸音特性に関する記載はない。また、特許文献3には、ガラス繊維とポリプロピレン樹脂とからなる複合材料が記載されているが、吸音特性や遮音性に関する記載はない。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、剛性、軽量性、及び音響特性に優れる遮音構造体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る遮音構造体は、樹脂と強化繊維と空隙からなる遮音構造体であって、前記樹脂の体積含有率が2.5体積%以上、85体積%以下の範囲内にあり、前記強化繊維の体積含有量が0.5体積%以上、55体積%の範囲内にあり、前記空隙が10体積%以上、99体積%以下の範囲内の割合で前記遮音構造体中に含有され、前記遮音構造体の曲げ弾性率が1GPa以上であり、JIS A1441-1における、周波数200Hzでの透過損失と周波数1250Hzでの透過損失との比が1.1以上、1.5以下の範囲内にあることを特徴とする。

10

【0007】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記遮音構造体の曲げ弾性率を E_c 、前記遮音構造体の比重を ρ としたとき、 $E_c^{1/3} \cdot \rho^{-1}$ より表される前記遮音構造体の比曲げ弾性率が3以上、20以下の範囲内にあり、且つ、前記遮音構造体の曲げ弾性率 E_c が6GPa以上であることを特徴とする。

20

【0008】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記遮音構造体の比重が 0.9 g/cm^3 以下であることを特徴とする。

【0009】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記遮音構造体の表面から厚み方向の中点位置までの30%以内の部分における空隙率が0体積%以上、10体積%未満の範囲内にあり、残りの部分の空隙率が10体積%以上、99体積%以下の範囲内にあることを特徴とする。

【0010】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記強化繊維が樹脂に被覆されており、前記樹脂の厚みが $1 \mu\text{m}$ 以上、 $15 \mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることを特徴とする。

30

【0011】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記強化繊維が、不連続であり、略モノフィラメント状、且つ、ランダムに分散していることを特徴とする。

【0012】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記遮音構造体中における強化繊維の配向角度 θ が 3° 以上であることを特徴とする。

【0013】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記強化繊維の質量平均繊維長が 1 m 以上、 15 mm 以下の範囲内にあることを特徴とする。

40

【0014】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記強化繊維が炭素繊維であることを特徴とする。

【0015】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記樹脂が少なくとも1種類以上の熱可塑性樹脂を含むことを特徴とする。

【0016】

本発明に係る遮音構造体は、上記発明において、前記樹脂が少なくとも1種類以上の熱硬化性樹脂を含むことを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0017】

本発明に係る遮音構造体によれば、剛性、軽量性、及び音響特性に優れる遮音構造体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、本発明に係る遮音構造体の断面構造を示す模式図である。

【図2】図2は、本発明で用いる強化繊維マットにおける強化繊維の分散状態の一例を示す模式図である。

【図3】図3は、本発明に係る遮音構造体の面方向及び厚み方向の断面構造の一例を示す模式図である。

【図4】図4は、遮音構造体の表面から厚み方向の midpoint 位置までの30%以内の部分と残りの部分とを示す図である。

【図5】図5は、遮音構造体の表面から厚み方向の midpoint 位置までの30%以内の部分と残りの部分とを示す図である。

【図6】図6は、強化繊維マットの製造装置の一例を示す模式図である。

【図7】図7は、成形品の一例を示す斜視図である。

【図8】図8は、図7に示す成形品の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明に係る遮音構造体について説明する。

【0020】

図1は、本発明に係る遮音構造体の断面構造を示す模式図である。図1に示すように、本発明に係る遮音構造体1は、樹脂2と強化繊維3と空隙4から構成されている。遮音構造体としては、遮音壁や防音壁等の壁内部材を例示できる。

【0021】

ここで、樹脂2としては、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂を例示できる。また、本発明においては、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂とがブレンドされていてもよく、その場合は、樹脂を構成する成分のうち、50質量%を超える量を占める成分を樹脂の名称とする。

【0022】

本発明における1つの形態において、樹脂2は、少なくとも1種類以上の熱可塑性樹脂を含むことが望ましい。熱可塑性樹脂としては、「ポリエチレンテレフタレート(PE T)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリトリメチレンテレフタレート(PTT)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、液晶ポリエステル等のポリエステル、ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリブチレン等のポリオレフィン、ポリオキシメチレン(POM)、ポリアミド(PA)、ポリフェニレンスルフィド(PPS)等のポリアリーレンスルフィド、ポリケトン(PK)、ポリエーテルケトン(PEK)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルケトンケトン(PEKK)、ポリエーテルニトリル(PEN)、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂、液晶ポリマー(LCP)」等の結晶性樹脂、「スチレン系樹脂の他、ポリカーボネート(PC)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリフェニレンエーテル(PPE)、ポリイミド(PI)、ポリアミドイミド(PAI)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリサルホン(PSU)、ポリエーテルサルホン、ポリアリレート(PAR)」等の非晶性樹脂、その他、フェノール系樹脂、フェノキシ樹脂、更にポリスチレン系、ポリオレフィン系、ポリウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系、ポリブタジエン系、ポリイソブレン系、フッ素系樹脂、及びアクリロニトリル系等の熱可塑性樹脂等や、これらの共重合体及び変性体等から選ばれる熱可塑性樹脂を例示できる。中でも、得られる遮音構造体の軽量性の観点からはポリオレフィンが望ましく、強度の観点からはポリアミドが望ましく、表面外観の観点からはポリカーボネートやスチレン系樹脂のような非晶性樹脂が望ましく、耐熱性の観点からはポリアリーレンスルフィドが望ましく、

10

20

30

40

50

連続使用温度の観点からはポリエーテルエーテルケトンが望ましく、さらに耐薬品性の観点からはフッ素系樹脂が望ましく用いられる。

【0023】

本発明における1つの形態において、樹脂2は、少なくとも1種類以上の熱硬化性樹脂を含むことが望ましい。熱硬化性樹脂としては、不飽和ポリエステル、ビニルエステル、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、熱硬化性ポリイミド、これらの共重合体、変性体、及びこれらの少なくとも2種類をブレンドした樹脂を例示できる。また、本発明の目的を損なわない範囲で、本発明に係る遮音構造体は、エラストマー又はゴム成分等の耐衝撃性向上剤、他の充填材や添加剤を含有してもよい。充填材や添加剤の例としては、無機充填材、難燃剤、導電性付与剤、結晶核剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤、制振剤、抗菌剤、防虫剤、防臭剤、着色防止剤、熱安定剤、離型剤、帯電防止剤、可塑剤、滑剤、着色剤、顔料、染料、発泡剤、制泡剤、又は、カップリング剤を例示できる。

10

【0024】

樹脂2の体積含有率は、2.5体積%以上、85体積%以下の範囲内にある。樹脂2の体積含有率が2.5体積%未満である場合、遮音構造体1中の強化繊維3同士を結着し、強化繊維3の補強効果を十分なものとすることができず、遮音構造体の力学特性、とりわけ曲げ特性を満足できなくなるので望ましくない。一方、樹脂2の体積含有率が85体積%より大きい場合には、樹脂量が多すぎることから、空隙構造をとることが困難となるので望ましくない。

20

【0025】

強化繊維3としては、アルミニウム、黄銅、ステンレス等の金属繊維、PAN系、レーヨン系、リグニン系、ピッチ系の炭素繊維、黒鉛繊維、ガラス等の絶縁性繊維、アラミド、PBO、ポリフェニレンスルフィド、ポリエステル、アクリル、ナイロン、ポリエチレン等の有機繊維、シリコンカーバイド、シリコンナイトライド等の無機繊維を例示できる。また、これらの繊維に表面処理が施されているものであってもよい。表面処理としては、導電体として金属の被着処理の他に、カップリング剤による処理、サイジング剤による処理、結束剤による処理、添加剤の付着処理等がある。また、これらの繊維は1種類を単独で用いてもよいし、2種類以上を併用してもよい。中でも、軽量化効果の観点から、比強度、比剛性に優れるPAN系、ピッチ系、レーヨン系等の炭素繊維が望ましく用いられる。また、得られる遮音構造体の経済性を高める観点からは、ガラス繊維が望ましく用いられ、とりわけ力学特性と経済性とのバランスから炭素繊維とガラス繊維とを併用することが望ましい。さらに、得られる遮音構造体の衝撃吸収性や賦形性を高める観点からは、アラミド繊維が望ましく用いられ、とりわけ力学特性と衝撃吸収性とのバランスから炭素繊維とアラミド繊維とを併用することが望ましい。また、得られる遮音構造体の導電性を高める観点からは、ニッケルや銅やイッテルビウム等の金属を被覆した強化繊維を用いることもできる。これらの中で、強度と弾性率等の力学的特性に優れるPAN系の炭素繊維をより望ましく用いることができる。

30

【0026】

強化繊維3が、不連続であり、略モノフィラメント状、且つ、ランダムに分散していることが望ましい。強化繊維3をかかるとして、シート状の遮音構造体の前駆体ないし遮音構造体を、外力を加えて成形する場合に、複雑形状への賦型が容易となる。また、強化繊維3をかかるとして、強化繊維3によって形成された空隙が緻密化し、遮音構造体1中における強化繊維3の繊維束端における弱部が極小化できるため、優れた補強効率及び信頼性に加えて、等方性も付与される。ここで、略モノフィラメントとは、強化繊維単系が500本未満の細繊維度ストランドにて存在することを指す。さらに望ましくは、モノフィラメント状に分散していることである。

40

【0027】

ここで、略モノフィラメント状、又は、モノフィラメント状に分散しているとは、遮音構造体1中にて任意に選択した強化繊維3について、その二次元接触角が1°以上である

50

単繊維の割合（以下、繊維分散率とも称す）が80%以上であることを指し、言い換えれば、遮音構造体1中において単繊維の2本以上が接触して平行した束が20%未満であることをいう。従って、ここでは、少なくとも強化繊維3におけるフィラメント数100本以下の繊維束の質量分率が100%に該当するものが特に好ましい。

【0028】

二次元接触角とは、不連続な強化繊維の場合、単繊維とこの単繊維が接触する単繊維とで形成される角度のことであり、接触する単繊維同士が形成する角度のうち、0°以上、90°以下の範囲内にある鋭角側の角度と定義する。この二次元接触角について、図面を用いてさらに説明する。図2は、面方向（図2（a））及び厚み方向（図2（b））から観察した時の強化繊維マットにおける強化繊維の分散状態の一例を示す模式図である。単繊維11aを基準とすると、単繊維11aは図2（a）では単繊維11b～11fと交わって観察されるが、図2（b）では単繊維11aは単繊維11e、11fとは接触していない。この場合、基準となる単繊維11aについて、二次元接触角の評価対象となるのは単繊維11b～11dであり、接触する2つの単繊維が形成する2つの角度のうち、0°以上90°以下の範囲内にある鋭角側の角度Aである。

10

【0029】

二次元接触角を測定する方法としては、特に制限はないが、例えば遮音構造体1の表面から強化繊維3の配向を観察する方法を例示できる。この場合、遮音構造体1の表面を研磨して強化繊維3を露出させることで、強化繊維3をより観察しやすくなる。また、X線CT透過観察を行って強化繊維3の配向画像を撮影する方法も例示できる。X線透過性の高い強化繊維3の場合には、強化繊維3にトレーサ用の繊維を混合しておく、又は、強化繊維3にトレーサ用の薬剤を塗布しておく、強化繊維3を観察しやすくなるため望ましい。また、上記方法で測定が困難な場合には、加熱炉等により遮音構造体1を高温下において樹脂成分を焼失させた後、光学顕微鏡又は電子顕微鏡を用いて、取り出した強化繊維3から強化繊維3の配向を観察する方法を例示できる。

20

【0030】

上述した観察方法に基づいて繊維分散率は次の手順で測定する。すなわち、無作為に選択した単繊維（図2における単繊維11a）に対して接触している全ての単繊維（図2における単繊維11b～11d）との二次元接触角を測定する。これを100本の単繊維について行い、二次元接触角を測定した全ての単繊維の総本数と二次元接触角が1°以上である単繊維の本数との比率から割合を算出する。

30

【0031】

さらに、強化繊維3はランダムに分散していることが、とりわけ望ましい。ここで、強化繊維3がランダムに分散しているとは、遮音構造体1における任意に選択した強化繊維3の二次元配向角の算術平均値が30°以上、60°以下の範囲内にあることをいう。かかる二次元配向角とは、強化繊維3の単繊維とこの単繊維と交差する単繊維とで形成される角度のことであり、交差する単繊維同士が形成する角度のうち、0°以上、90°以下の範囲内にある鋭角側の角度と定義する。

【0032】

この二次元配向角について、図面を用いてさらに説明する。図2（a）、（b）において、単繊維11aを基準とすると、単繊維11aは他の単繊維11b～11fと交差している。ここで、交差とは、観察する二次元平面において、基準とする単繊維が他の単繊維と交わって観察される状態のことを意味し、単繊維11aと単繊維11b～11fとが必ずしも接触している必要はなく、投影して見た場合に交わって観察される状態についても例外ではない。つまり、基準となる単繊維11aについて見た場合、単繊維11b～11fの全てが二次元配向角の評価対象であり、図2（a）中において二次元配向角は交差する2つの単繊維が形成する2つの角度のうち、0°以上、90°以下の範囲内にある鋭角側の角度Aである。

40

【0033】

二次元配向角を測定する方法としては、特に制限はないが、例えば、構成要素の表面か

50

ら強化繊維3の配向を観察する方法を例示でき、上述した二次元接触角の測定方法と同様の手段を取ることができる。二次元配向角の平均値は、次の手順で測定する。すなわち、無作為に選択した単繊維（図2における単繊維11a）に対して交差している全ての単繊維（図2における単繊維11b～11f）との二次元配向角の平均値を測定する。例えば、ある単繊維に交差する別の単繊維が多数の場合には、交差する別の単繊維を無作為に20本選び測定した算術平均値を代用してもよい。この測定を別の単繊維を基準として合計5回繰り返し、その算術平均値を二次元配向角の算術平均値として算出する。

【0034】

強化繊維3が略モノフィラメント状、且つ、ランダムに分散していることで、上述した略モノフィラメント状に分散した強化繊維3により与えられる性能を最大限まで高めることができる。また、遮音構造体1において力学特性に等方性を付与できる。かかる観点から、強化繊維3の繊維分散率は90%以上であることが望ましく、100%に近づくほどより望ましい。また、強化繊維3の二次元配向角の算術平均値は、40°以上、50°以下の範囲内にあることが望ましく、理想的な角度である45°に近づくほど望ましい。

10

【0035】

一方、強化繊維3が不織布の形態をとらない例としては、強化繊維3が一方向に配列されてなるシート基材、織物基材、及びノンクリンプ基材等がある。これらの形態は、強化繊維3が規則的に密に配置されるため、遮音構造体1中の空隙4が少なくなってしまう、樹脂2の含浸が極めて困難となり、未含浸部を形成したり、含浸手段や樹脂種の選択肢を大きく制限したりする場合がある。

20

【0036】

強化繊維3の形態としては、遮音構造体1と同程度の長さの連続性強化繊維、又は、所定長に切断された有限長の不連続性強化繊維のいずれであってもよいが、樹脂2を容易に含浸させたり、その量を容易に調整できたりする観点からは、不連続性強化繊維であることが望ましい。

【0037】

強化繊維3の体積含有率は、0.5体積%以上、55体積%以下の範囲内にある。強化繊維3の体積含有率が0.5体積%未満である場合、強化繊維3に由来する補強効果を十分なものとすることができないので望ましくない。一方、強化繊維3の体積含有率が2.5体積%より大きい場合には、強化繊維3に対する樹脂2の体積含有率が相対的に少なくなるため、遮音構造体1中の強化繊維3同士を結着し、強化繊維3の補強効果を十分なものとすることができず、遮音構造体1の力学特性、とりわけ曲げ特性を満足できなくなるので望ましくない。

30

【0038】

強化繊維3は樹脂2に被覆されており、樹脂2の厚みが1μm以上、15μm以下の範囲内にあることが望ましい。樹脂2に被覆された強化繊維3の被覆状態は、少なくとも遮音構造体1を構成する強化繊維3の単繊維同士の交差する点が被覆されていれば、遮音構造体1の形状安定性や、厚み制御の容易さ及び自由度の観点から十分であるが、さらに望ましい態様とすれば、樹脂2は、強化繊維3の周囲に、上述の厚みで被覆された状態であることが望ましい。この状態は、強化繊維3の表面が樹脂2によって露出していない、言い換えれば、強化繊維3が樹脂2により電線状の皮膜を形成していることを意味する。このことにより、遮音構造体1は、さらに、形状の安定性を有すると共に、力学特性の発現を十分なものとする。また、樹脂2に被覆された強化繊維3の被覆状態は、その強化繊維3の全てにおいて被覆されている必要は無く、本発明に係る遮音構造体1の形状安定性や、曲げ弾性率、曲げ強度を損なわない範囲内であればよい。

40

【0039】

強化繊維3の質量平均繊維長が1mm以上、15mm以下の範囲内にあることが望ましい。これにより、強化繊維3の補強効率を高めることができ、遮音構造体1に優れた力学特性を与えられる。強化繊維3の質量平均繊維長が1mm未満である場合、遮音構造体1中の空隙4を効率よく形成できないため、比重が高くなる場合があり、言い換えれば、同

50

一質量でありながら所望する厚さの遮音構造体 1 を得ることが困難となるので望ましくない。一方、強化繊維 3 の質量平均繊維長が 15 mm より長い場合には、遮音構造体 1 中で強化繊維 3 が、自重により屈曲しやすくなり、力学特性の発現を阻害する要因となるので望ましくない。質量平均繊維長は、遮音構造体 1 の樹脂成分を焼失や溶出等の方法により取り除き、残った強化繊維 3 から無作為に 400 本を選択し、その長さを 10 μm 単位まで測定し、それらの平均長さとして算出できる。

【0040】

本発明における空隙 4 とは、樹脂 2 により被覆された強化繊維 3 が柱状の支持体となり、それが重なり合い、または、交差することにより形成された空間のことを指す。例えば強化繊維 3 に樹脂 2 が予め含浸された遮音構造体前駆体を加熱して遮音構造体を得る場合、加熱に伴う樹脂 2 の熔融ないしは軟化により、強化繊維 3 が起毛することで空隙 4 が形成される。これは、遮音構造体前駆体において、加圧により圧縮状態とされていた内部の強化繊維 3 が、その弾性率に由来する起毛力によって起毛する性質に基づく。また、遮音構造体 1 中における空隙 4 の含有率は、10 体積%以上、99 体積%以下の範囲内にある。空隙 4 の含有率が 10 体積%未満である場合、遮音構造体 1 の比重が高くなるため軽量性を満足できないため望ましくない。一方、空隙 4 の含有率が 99 体積%より大きい場合には、言い換えれば、強化繊維 3 の周囲に被覆された樹脂 2 の厚みが薄くなるため、遮音構造体 1 中における強化繊維 3 同士の補強が十分に行われないうちに、力学特性が低くなるので望ましくない。空隙 4 の含有率の上限値は 97 体積%であることが望ましい。本発明において、体積含有率は遮音構造体 1 を構成する樹脂 2 と強化繊維 3 と空隙 4 のそれぞれの体積含有率の合計を 100 体積%とする。

【0041】

強化繊維 3 の長さを L_f 、遮音構造体 1 の断面方向における強化繊維 3 の配向角度を f としたとき、遮音構造体 1 の厚み S_t は条件式： $S_t \geq L_f \cdot (1 - \cos(f))$ を満足することが好ましい。遮音構造体 1 の厚み S_t が上記条件式を満足しない場合、遮音構造体 1 中における強化繊維 3 が屈曲している、ないし、得たい厚みの遮音構造体 1 と繊維長さとのバランスが劣るということを示す。これにより、遮音構造体 1 は、投入した強化繊維 3 の特徴を十分に発揮できないために厚み設計の自由度が劣ることを示し、さらには、遮音構造体 1 の力学特性のうち、強化繊維 3 の引張強度や引張弾性率を利用する特性については、強化繊維 3 の直進性が失われていることにより、効率的な補強効果を得ることができないため望ましくない。上記条件式において、強化繊維 3 の長さとその配向角度が形成する遮音構造体 1 の特性である曲げ弾性率と比曲げ弾性率とのバランスが得られることや、また、遮音構造体 1 中の繊維長さとその配向角度により、成形工程中の硬化ないしは硬化以前の状態での変形がしやすく、所望する遮音構造体 1 の成形が行いやすいことから、遮音構造体 1 の厚み S_t の 2%以上、20%以下の値の範囲内が好ましく、とりわけ 5%以上、18%以下の値の範囲内が好ましい。なお、条件式に使用する単位は、 S_t [mm]、 L_f [mm]、 f [°] である。

【0042】

ここで、強化繊維 3 の長さ L_f は、遮音構造体 1 の樹脂成分を焼失や溶出等の方法により取り除き、残った強化繊維 3 から無作為に 400 本を選択し、その長さを 10 μm 単位まで測定し、それらの長さから算出した質量平均繊維長として算出できる。また、遮音構造体 1 の断面方向における強化繊維 3 の配向角度 f とは、遮音構造体 1 の断面方向に対する傾き度合いであって、言い換えれば、厚さ方向に対する強化繊維 3 の傾き度合いである。値が大きいほど厚み方向に立って傾いていることを示し、0°以上、90°以下の範囲で与えられる。すなわち、強化繊維 3 の配向角度 f をかかる範囲内とすることで、遮音構造体 1 における補強機能をより効果的に発現できる。強化繊維 3 の配向角度 f の上限値は特に制限ないが、遮音構造体 1 とした際の曲げ弾性率の発現に鑑みて、60°以下であることが望ましく、さらには 45°以下であることがより望ましい。また、強化繊維 3 の配向角度 f が 3°未満である場合、遮音構造体 1 中の強化繊維 3 が平面状、言い換えれば 2 次元に配向した状態となるので、遮音構造体 1 の厚みの自由度が減少し、軽量性

を満足できないため望ましくない。そのため強化繊維 3 の配向角度 f は 3° 以上であることが好ましい。

【0043】

強化繊維 3 の配向角度 f は、遮音構造体 1 の面方向に対する垂直断面の観察に基づいて測定できる。図 3 は、本発明に係る遮音構造体の面方向（図 3（a））及び厚み方向（図 3（b））の断面構造の一例を示す模式図である。図 3（a）において、強化繊維 3 a、3 b の断面は、測定を簡便にするため楕円形状に近似されている。ここで、強化繊維 3 a の断面は、楕円アスペクト比（＝楕円長軸／楕円短軸）が小さく見られ、対して強化繊維 3 b の断面は、楕円アスペクト比が大きく見られる。一方、図 3（b）によると、強化繊維 3 a は、厚み方向 Y に対してほぼ平行な傾きを持ち、強化繊維 3 b は、厚み方向 Y に対して一定量の傾きを持っている。この場合、強化繊維 3 b については、遮音構造体 1 の面方向 X と繊維主軸（楕円における長軸方向）とがなす角度 x が、強化繊維 3 b の面外角度 f とほぼ等しくなる。一方、強化繊維 3 a については、角度 x と配向角度 f の示す角度に大きな乖離があり、角度 x が配向角度 f を反映しているとはいえない。従って、遮音構造体 1 の面方向 X に対する垂直断面から配向角度 f を読み取る場合、繊維断面の楕円アスペクト比が一定値以上のものを抽出することで配向角度 f の検出精度を高めることができる。

10

【0044】

抽出対象となる楕円アスペクト比の指標としては、単繊維の断面形状が真円に近い、すなわち強化繊維の長尺方向に垂直な断面における繊維アスペクト比が 1.1 以下である場合、楕円アスペクト比が 2.0 以上の強化繊維 3 について X 方向と繊維主軸 とのなす角度を測定し、これを配向角度 f として採用する方法を利用できる。一方、単繊維の断面形状が楕円形や繭形等であり、繊維アスペクト比が 1.1 より大きい場合には、より大きな楕円アスペクト比を持つ強化繊維 3 に注目し、配向角度 f を測定した方がよく、繊維アスペクト比が 1.1 以上、1.8 未満の場合には楕円アスペクト比が 3.0 以上、繊維アスペクト比が 1.8 以上、2.5 未満の場合には楕円アスペクト比が 4.0 以上、繊維アスペクト比が 2.5 以上の場合には楕円アスペクト比が 5.0 以上の強化繊維 3 を選び、配向角度 f を測定するとよい。

20

【0045】

遮音構造体 1 の曲げ弾性率 E_c は 1 GPa 以上である。遮音構造体 1 の曲げ弾性率 E_c が 1 GPa 未満である場合、遮音構造体として形状を保持できないため望ましくない。なお、曲げ弾性率の上限については制限を設けないが、一般的に強化繊維と樹脂とからなる構造体では、その構成成分である強化繊維及び樹脂それぞれの弾性率から算出される値が上限となり得る。本発明に係る遮音構造体においては、遮音構造体を単独で使用する場合においても、他の部材とあわせて使用する場合においても、遮音構造体自身の曲げ弾性率を用いて形状を保持するためには、3 GPa 程度あれば十分であり、さらに、遮音構造体単独で部材の設計を行い、実用に供するためには 6 GPa もあれば十分である。

30

【0046】

JIS A1441-1 における、周波数 200 Hz での透過損失と周波数 1250 Hz での透過損失との比が 1.1 以上、1.5 以下の範囲内にある。比が 1.1 未満である場合、所望する周波数帯域での差が大きいということであり、高周波数帯と低周波数帯において透過損失が大きく異なり、且つ、高周波数帯の透過損失が小さいということであり、実用化する上での設計を困難とするため望ましくない。一方、比が 1.5 より大きい場合には、低周波数帯における透過損失が小さいということであり、例えば自動車用途で懸念されるロードノイズに代表される、不快音を遮音できないため望ましくない。ここで、透過損失の比は、1250 Hz 周波数帯の透過損失の値を、200 Hz 周波数帯の透過損失の値で除した結果を、透過損失の比として採用する。

40

【0047】

遮音構造体 1 の曲げ弾性率を E_c 、遮音構造体 1 の比重を ρ としたとき、 $E_c^{1/3} \cdot \rho^{-1}$ として表される遮音構造体 1 の比曲げ弾性率は 3 以上、2.0 以下の範囲内にある。

50

遮音構造体 1 の比曲げ弾性率が 3 未満である場合、曲げ弾性率が高くとも、比重も高い状態であり、所望する軽量化効果が得られないので望ましくない。一方、遮音構造体 1 の比曲げ弾性率が 20 より大きい場合には、軽量化効果は十分であるものの、曲げ弾性率が低いことを指し示しており、遮音構造体 1 として所望される形状保持することが困難であることや、遮音構造体 1 自身の曲げ弾性率が劣ることから望ましくない。一般的に鋼材やアルミニウムの比曲げ弾性率は 1.5 以下であり、これらの金属材料よりも極めて優れた比曲げ弾性率の領域となる。さらには、軽量化効果に着目される炭素繊維強化樹脂複合材料の一般的な比曲げ弾性率である 2.3 を超える 3 以上であること、さらに望ましくは 5 以上である。

【0048】

遮音構造体 1 の比重は 0.9 g/cm^3 以下であることが望ましい。遮音構造体 1 の比重が 0.9 g/cm^3 より大きい場合、遮音構造体 1 とした場合の質量が増すことを意味し、結果、製品とした場合の質量の増加を招くこととなるので望ましくない。比重の下限については制限を設けないが、一般的に強化繊維と樹脂とからなる構造体では、その構成成分である強化繊維、樹脂、及び空隙それぞれの体積割合から算出される値が下限となり得る。本発明に係る遮音構造体においては、遮音構造体を単独で使用する場合においても、他の部材とあわせて使用する場合においても、遮音構造体自身の比重は、使用する強化繊維や樹脂により異なるが、遮音構造体の力学特性を保持するという観点から、 0.03 g/cm^3 以上であることが望ましい。

【0049】

遮音構造体 1 の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 30% 以内の部分における空隙率が 0 体積%以上、10 体積%未満の範囲内にあり、残りの部分の空隙率が 10 体積%以上、99 体積%以下の範囲内にあることが望ましい。かかる空隙率は小さいほど力学特性に優れ、また、大きいほど軽量性に優れる。遮音構造体 1 に言い換えれば、遮音構造体 1 が同一構成の材料からなる場合、遮音構造体 1 の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 30% 以内の部分における空隙率が 0 体積%以上、10 体積%未満であることにより、遮音構造体 1 の力学特性を担保し、残りの部分の空隙率が 10 体積%以上、99 体積%以下の範囲内にあることにより軽量特性を満足させることができるため望ましい。残りの部分の空隙率の上限値は 97 体積%であることが望ましい。

【0050】

本発明において遮音構造体 1 の厚みは、厚みを求めたい表面上の 1 点とその裏側の表面とを結ぶ最短の距離から求めることができる。厚み方向の midpoint とは遮音構造体 1 の厚みの midpoint を意味する。遮音構造体の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 30% 以内の部分とは、遮音構造体 1 の表面とその厚み方向の midpoint までの距離を 100% とした際に、遮音構造体 1 の表面から 30% の距離までを含めた部分のことを意味する。ここでの残りの部分とは、遮音構造体 1 の一方の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 30% 以内の部分及び遮音構造体 1 の他方の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 30% 以内の部分を除いた残りの部分を意味する。図 4 に示すように、遮音構造体 1 の表面から厚み方向の midpoint 位置までの 30% 以内の部分 R1 及び残りの部分 R2 は、遮音構造体 1 の厚み方向の異なる位置に存在してもよいし、図 5 に示すように、面方向の異なる位置に存在してもよい。

【0051】

本発明における強化繊維 3 は不織布状の形態をとることが、強化繊維 3 への樹脂 2 の含浸の容易さの観点から望ましい。さらに、強化繊維 3 が、不織布状の形態を有していることにより、不織布自体のハンドリング性の容易さに加え、一般的に高粘度とされる熱可塑性樹脂の場合においても含浸を容易なものとするため望ましい。ここで、不織布状の形態とは、強化繊維 3 のストランド及び/又はモノフィラメントが規則性なく面状に分散した形態を指し、チョップドストランドマット、コンティニュアンスストランドマット、抄紙マット、カーディングマット、エアレイドマット等を例示できる（以下、これらをまとめて強化繊維マットと称す）。

【0052】

遮音構造体 1 を構成する強化繊維マットの製造方法としては、例えば強化繊維 3 を予めストランド及びノ又は略モノフィラメント状に分散して強化繊維マットを製造する方法がある。強化繊維マットの製造方法としては、強化繊維 3 を空気流にて分散シート化するエアレイド法や、強化繊維 3 を機械的に櫛削りながら形状を整えシート化するカーディング法等の乾式プロセス、強化繊維 3 を水中にて攪拌して抄紙するラドライト法による湿式プロセスを公知技術として挙げるができる。強化繊維 3 をよりモノフィラメント状に近づける手段としては、乾式プロセスにおいては、開繊バーを設ける方法やさらに開繊バーを振動させる方法、さらにカードの目をファインにする方法や、カードの回転速度を調整する方法等を例示できる。湿式プロセスにおいては、強化繊維 3 の攪拌条件を調整する方法、分散液の強化繊維濃度を希薄化する方法、分散液の粘度を調整する方法、分散液を移送させる際に渦流を抑制する方法等を例示できる。特に、強化繊維マットは湿式法で製造することが望ましく、投入繊維の濃度を増やしたり、分散液の流速（流量）とメッシュコンベア速度を調整したりすることで強化繊維マットの強化繊維 3 の割合を容易に調整できる。例えば、分散液の流速に対してメッシュコンベア速度を遅くすることで、得られる強化繊維マット中の繊維の配向が引き取り方向に向き難くなり、嵩高い強化繊維マットを製造可能である。強化繊維マットは、強化繊維 3 単体から構成されていてもよく、強化繊維 3 が粉末形状や繊維形状のマトリックス樹脂成分と混合されていたり、強化繊維 3 が有機化合物や無機化合物と混合されていたり、強化繊維 3 同士が樹脂成分で目留めされていてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

20

さらに、強化繊維マットには予め樹脂 2 を含浸させておき、遮音構造体前駆体としておくこともできる。本発明に係る遮音構造体前駆体を製造する方法としては、強化繊維マットに樹脂 2 を溶融ないし軟化する温度以上に加熱された状態で圧力を付与し、強化繊維マットに含浸させる方法を用いることが、製造の容易さの観点から望ましい。具体的には、強化繊維マットの厚み方向の両側から樹脂 2 を配置した積層物を溶融含浸させる方法が望ましく例示できる。

【 0 0 5 4 】

上記各方法を実現するための設備としては、圧縮成形機やダブルベルトプレスを好適に用いることができる。バッチ式の場合は前者であり、加熱用と冷却用との 2 機以上を並列した間欠式プレスシステムとすることで生産性の向上が図れる。連続式の場合は後者であり、連続的な加工を容易に行うことができるので連続生産性に優れる。

30

【 0 0 5 5 】

本発明に係る遮音構造体 1 を製造する際には、少なくとも以下の工程 [1] 及び [2] により製造される方法を採用することが、製造の容易さの観点から好ましい。

【 0 0 5 6 】

工程 [1] : 樹脂 2 が溶融ないし軟化する温度以上に加熱された状態で圧力を付与し、樹脂 2 を強化繊維マットに含浸せしめて遮音構造体前駆体を作製する工程。

工程 [2] : 遮音構造体前駆体を加熱された状態で厚み調整をすることにより膨張させる工程。

【 0 0 5 7 】

40

工程 [2] は工程 [1] にて得られた遮音構造体前駆体を加熱された状態で厚み調整をすることにより膨張させる工程である。このとき加熱される温度は遮音構造体 1 を構成する樹脂 2 が熱可塑性樹脂である場合、溶融ないし軟化せしめるに十分な熱量を与えることが、製造される遮音構造体 1 の厚み制御及び製造速度の観点から好ましく、具体的には、溶融温度に対し 1 0 以上高く、且つ、熱可塑性樹脂の熱分解温度以下の温度を付与することが好ましい。また、樹脂 2 として熱硬化性樹脂を用いる場合、架橋構造を形成して硬化する前の熱硬化性樹脂原料を溶融ないし軟化せしめるに十分な熱量を与えることが、製造される遮音構造体 1 の厚み制御及び製造速度の観点から好ましい。

【 0 0 5 8 】

厚み制御を行う方法としては、加熱される遮音構造体前駆体を目的の厚みに制御でき

50

ば方法によらないが、金属板等を用いて厚みを拘束する方法、遮音構造体前駆体に付与する圧力により厚み制御する方法等が製造の簡便さの観点から好ましい方法として例示される。上記方法を実現するための設備としては、圧縮成形機やダブルベルトプレスを好適に用いることができる。パッチ式の場合は前者であり、加熱用と冷却用の2機以上を並列した間欠式プレスシステムとすることで生産性の向上が図れる。連続式の場合は後者であり、連続的な加工を容易に行うことができるため連続生産性に優れる。

【0059】

強化繊維マットが不織布の形態をとらない例としては、強化繊維3が一方向に配列されてなるシート基材、織物基材、及びノンクランプ基材等がある。これらの形態は、強化繊維3が規則的に密に配置されるため、強化繊維マット中の空隙部が少なく、熱可塑性樹脂が十分なアンカリング構造を形成しないため、それをコア形成層にすると接合能力が低下する。また、樹脂2が熱可塑性樹脂の場合、含浸が極めて困難となり、未含浸部を形成したり、含浸手段や樹脂種の選択肢を大きく制限したりする。

【0060】

本発明においては、本発明の特徴を損なわない範囲において、遮音構造体1又は遮音構造体前駆体をコアに用い、且つ、連続した強化繊維3に樹脂を含浸せしめたシート状中間基材をスキン層に用いたサンドイッチ構造体とすることもできる。図7、8は、サンドイッチ構造を有する成形品の一例を示す斜視図及び断面図である。図7、8において、符号5は成形品、符号6はスキン層、符号7はコアを示している。ここで、連続した強化繊維3とは、少なくとも一方向に100mm以上の長さで連続したものであり、その多数本が一方向に配列した集合体、いわゆる強化繊維束は、サンドイッチ構造体の全長にわたり連続している。連続した強化繊維3からなるシート状中間基材の形態としては、多数本の連続した強化繊維3からなる強化繊維束から構成されたクロス、多数本の連続した強化繊維3が一方向に配列された強化繊維束（一方向性繊維束）、この一方向性繊維束から構成された一方向性クロス等である。強化繊維3は、同一の形態の複数本の繊維束から構成されていても、又は、異なる形態の複数本の繊維束から構成されていてもよい。一つの強化繊維束を構成する強化繊維数は、通常、300～48,000本であるが、プリプレグの製造やクロスの製造を考慮すると、望ましくは300～24,000本であり、より望ましくは1,000～12,000本である。

【0061】

曲げ弾性率をコントロールするために、強化繊維3の方向を変えて積層する形態が望ましく用いられる。特に、サンドイッチ構造体の弾性率や強度を効率的に高める上で、繊維束を一方向に引きそろえた連続した強化繊維（UDと称する）を使用することが望ましい。

【実施例】

【0062】

以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明する。

【0063】

(1) 遮音構造体における強化繊維の体積含有率Vf

遮音構造体の質量Wsを測定した後、遮音構造体を空气中500℃で30分間加熱して樹脂成分を焼き飛ばし、残った強化繊維の質量Wfを測定し、次式により算出した。

【0064】

$$V_f (\text{体積}\%) = (W_f / \rho_f) / \{ W_f / \rho_f + (W_s - W_f) / \rho_r \} \times 100$$

f：強化繊維の密度 (g/cm³)

r：樹脂の密度 (g/cm³)

【0065】

(2) 曲げ試験

遮音構造体から試験片を切り出し、ISO178法(1993)に従い曲げ弾性率を測定した。試験片は、任意の方向を0°方向とした場合に+45°、-45°、90°方向の4方向について切り出した試験片を作製し、それぞれの方向について測定数n=5とし

10

20

30

40

50

、算術平均値を曲げ弾性率 E_c とした。測定装置としては“インストロン（登録商標）” 5565型万能材料試験機（インストロン・ジャパン（株）製）を使用した。得られた結果より次式により、遮音構造体の比曲げ弾性率を算出した。

【0066】

$$\text{比曲げ弾性率} = E_c^{1/3} /$$

【0067】

(3) 遮音構造体における強化繊維の配向角度 θ

遮音構造体から幅25mmの小片を切り出し、エポキシ樹脂に包埋した上で、シート厚み方向の垂直断面が観察面となるように研磨して試料を作製した。試料をレーザー顕微鏡（キーエンス（株）製、VK-9510）で400倍に拡大し、繊維断面形状の観察を行った。観察画像を汎用画像解析ソフトウェア上に展開し、ソフトウェアに組み込まれたプログラムを利用して観察画像中に見える個々の繊維断面を抽出し、繊維断面に内接する楕円を設け、繊維断面の形状を近似した（以降、繊維楕円と呼ぶ）。さらに、繊維楕円の長軸長さ / 短軸長さ で表されるアスペクト比が20以上の繊維楕円に対し、X軸方向と繊維楕円の長軸方向とのなす角を求めた。遮音構造体の異なる部位から抽出した観察試料について上記操作を繰り返すことにより、計600本の強化繊維について配向角度を測定し、その算術平均値を強化繊維の配向角度 θ として求めた。

【0068】

(4) 遮音構造体の比重

遮音構造体から試験片を切り出し、JIS K7222（2005）を参考にして遮音構造体の見かけ比重を測定した。試験片の寸法は縦100mm、横100mmとした。試験片の縦、横、厚みをマイクロメーターで測定し、得られた値より試験片の体積 V を算出した。また、切り出した試験片の質量 M を電子天秤で測定した。得られた質量 M 及び体積 V を次式に代入することによってより遮音構造体の比重 ρ を算出した。

【0069】

$$[\text{g/cm}^3] = 10^3 \times M [\text{g}] / V [\text{mm}^3]$$

【0070】

(5) 遮音構造体の空隙の体積含有率

遮音構造体から縦10mm、横10mmに試験片を切り出し、断面を走査型電子顕微鏡（SEM）（（株）日立ハイテクノロジーズ製 S-4800型）により観察し、任意の10箇所を1000倍の倍率で撮影した。それぞれの画像について、画像内の空隙の面積 A_a を求めた。さらに、空隙の面積 A_a を画像全体の面積で除算することにより空隙率を算出した。遮音構造体の空隙の体積含有率は、5枚の試験片でそれぞれ10箇所ずつ撮影した合計50ヶ所の空隙率から算術平均により求めた。

【0071】

(6) 強化繊維を被覆した樹脂の厚み

遮音構造体を縦10mm、横10mmに試験片を切り出し、断面を走査型電子顕微鏡（SEM）（（株）日立ハイテクノロジーズ製 S-4800型）により観察し、任意の10箇所を3000倍の倍率で撮影した。得られた画像の強化繊維の断面がカットされた任意の50ヶ所から、強化繊維に被覆している樹脂の被覆厚さを測定した。強化繊維を被覆した樹脂の厚みとしては、かかる50ヶ所の測定結果の算術平均値を用いた。

【0072】

(7) 遮音性測定

遮音構造体から試験片を切り出し、JIS A1441-1（2007）を参照し、規格から試料サイズを0.5m四方に変更して遮音性能を測定した。音源室に残響室、受音室に無響室を使用して、音源室から平均音圧レベル L_p で音を発生させた。インテンシティブプローブにより測定される試料を通過した後の音の強さ（音響インテンシティ L_I ）、試料の測定面の面積 S を用いて、遮音性能を表すインテンシティ音響透過損失 R_I を次式により求めた。

【0073】

10

20

30

40

50

$$R_I \text{ (dB)} = L_p - 6 - (L_I + 10 \times \log_{10} S)$$

【0074】

[炭素繊維1]

ポリアクリロニトリルを主成分とする共重合体から紡糸、焼成処理、及び表面酸化処理を行い、総単系数12,000本の連続炭素繊維を得た。この連続炭素繊維の特性は次に示す通りであった。

【0075】

単繊維径：7 μm

比重：1.8

引張強度：4600 MPa

引張弾性率：220 GPa

【0076】

[PP樹脂]

未変性ポリプロピレン樹脂（プライムポリマー（株）製“プライムポリプロ”（登録商標）J105G）80質量%と、酸変性ポリプロピレン樹脂（三井化学（株）製“アドマー”QB510）20質量%とからなる目付100 g/m²のシートを作製した。得られた樹脂シートの特性を表1に示す。

【0077】

[PA樹脂]

ナイロン6樹脂（東レ（株）製“アミラン”（登録商標）CM1021T）からなる目付124 g/m²の樹脂フィルムを作製した。得られた樹脂シートの特性を表1に示す。

【0078】

[PPS樹脂]

ポリフェニレンサルファイド樹脂（東レ（株）製“トレリナ”（登録商標）M2888）からなる目付147 g/m²の樹脂不織布を作製した。得られた樹脂シートの特性を表1に示す。

【0079】

[強化繊維マット1]

炭素繊維1をカートリッジカッターで6mmにカットし、チョップド炭素繊維を得た。水と界面活性剤（ナカライテクス（株）製、ポリオキシエチレンラウリルエーテル（商品名））とからなる濃度0.1質量%の分散液を作製し、この分散液とチョップド炭素繊維とを用いて図6に示す強化繊維マットの製造装置を用いて、強化繊維マットを製造した。図6に示す製造装置は、分散槽としての容器下部に開口コックを有する直径1000mmの円筒形状の容器、分散槽と抄紙槽とを接続する直線状の輸送部（傾斜角30°）を備えている。分散槽の上面の開口部には攪拌機が付属し、開口部からチョップド炭素繊維及び分散液（分散媒体）を投入可能である。抄紙槽が、底部に幅500mmの抄紙面を有するメッシュコンベアを備える槽である点、及び炭素繊維基材（抄紙基材）を運搬可能なコンベアをメッシュコンベアに接続している。抄紙は分散液中の炭素繊維濃度を0.05質量%として行った。抄紙した炭素繊維基材は200の乾燥炉で30分間乾燥し、強化繊維マットを得た。得られた目付は50 g/m²であった。得られた強化繊維マットの特性を表2に示す。

【0080】

10

20

30

40

【表1】

(表1)

		PP樹脂	PA樹脂	PPS樹脂
種類	—	ポリプロピレン	ナイロン6	ポリフェニレン サルファイド
目付	g/m ²	100	124	147
比重	g/cm ³	0.92	1.13	1.34
融点	°C	165	225	280
軟化点	°C	—	—	—
分解開始温度	°C	298	338	463

10

【表2】

(表2)

		強化繊維 マット1
マット形態	—	湿式ウェブ
		不織布
強化繊維の 分散状態	—	モノフィラメン ト
繊維種	—	炭素繊維1
繊維長(Lf)	mm	6
強化繊維マットの 目付	g/m ²	50

20

【0081】

(実施例1)

強化繊維マットとして強化繊維マット1、樹脂シートとしてPP樹脂を、[樹脂シート/強化繊維マット/樹脂シート/強化繊維マット/樹脂シート/強化繊維マット/樹脂シート/強化繊維マット/強化繊維マット/樹脂シート/強化繊維マット/樹脂シート/強化繊維マット/樹脂シート]の順番に配置した積層物を作製した。次いで、以下のプレス成形条件(I)~(V)を経ることにより遮音構造体を得た。得られた遮音構造体は断面観察から、強化繊維を柱状の支持体とした空隙が確認された。得られた遮音構造体の特性を表3に示す。

【0082】

(I) 前記積層物を3層重ね、230 に予熱したプレス成形用金型キャビティ内に配置して金型を閉じる。

(II) 次いで、120秒間保持した後、3MPaの圧力を付与してさらに60秒間保持する。

(III) 上記(II)の後、金型キャビティを開放し、その末端に金属スペーサーを挿入し、構造体を得る際の厚みが10mmとなるように調整する。

(IV) その後、再度、金型キャビティを締結し、圧力を保持した状態でキャビティ温度を50 まで冷却する。

(V) 金型を開いて遮音構造体を取り出す。

【0083】

30

40

50

(実施例 2)

強化繊維マットとして強化繊維マット 3、樹脂シートとして P P 樹脂を、[樹脂シート / 強化繊維マット / 樹脂シート / 強化繊維マット / 樹脂シート] の順番に配置した積層物を作製した以外は、実施例 1 と同様にして遮音構造体を得た。得られた遮音構造体の特性を表 3 に示す。

【0084】

(実施例 3)

強化繊維マットとして強化繊維マット 3、樹脂シートとして P P 樹脂を、[樹脂シート / 強化繊維マット / 樹脂シート / 強化繊維マット / 樹脂シート] の順番に配置した積層物を作製し、工程 (I) において前記積層物を 1 層のみ使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして遮音構造体を得た。得られた遮音構造体の特性を表 3 に示す。

【0085】

(実施例 4)

樹脂シートを P P 樹脂から P A 6 樹脂に代えて、工程 (I) における予熱温度を 230 から 240 に代えて、工程 (I V) におけるキャビティ温度を 50 から 80 に代えた以外は、実施例 1 と同様にして遮音構造体を得た。得られた遮音構造体の特性を表 3 に示す。

【0086】

(実施例 5)

樹脂シートを P P 樹脂から P P S 樹脂に代えて、工程 (I) における予熱温度を 230 から 300 に代えて、工程 (I V) におけるキャビティ温度を 50 から 150 に代えた以外は、実施例 1 と同様にして遮音構造体を得た。得られた遮音構造体の特性を表 3 に示す。

【0087】

(参考例 1)

強化マットとして強化繊維マット 1、樹脂シート 1 として P P 樹脂を、樹脂シート 2 として P A 樹脂を [樹脂シート 1 / 強化繊維マット] の順番に配置した積層物 A を 18 層、[樹脂シート 2 / 強化繊維マット] の順番に配置した積層物 B を 18 層準備して、[積層物 A 18 層 / 積層物 B 18 層 / 樹脂シート 1] の順番に配置した積層物を作製した。次いで、以下のプレス成形条件 (I) ~ (V) を経ることにより構造体を得た。得られた構造体の特性を表 4 に示す。

【0088】

(I) 前記積層物を、230 に予熱したプレス成形用金型キャビティ内に配置して金型を閉じる。

(I I) 次いで、120 秒間保持した後、3 M P a の圧力を付与してさらに 60 秒間保持する。

(I I I) 上記 (I I) の後、金型キャビティを開放し、その末端から中心にかけて等間隔に厚みが 10 m m の金属スペーサーを挿入し、20 秒間保持した。

(I V) その後、再度、金型キャビティを締結し、圧力を保持した状態でキャビティ温度を 50 まで冷却する。

(V) 金型を開いて構造体を取り出す。

【0089】

(参考例 2)

10

20

30

40

50

【表 3】

(表3)

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
構造体	強化繊維	強化繊維 マット1	強化繊維 マット3	強化繊維 マット3	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1
	樹脂	PP樹脂	PP樹脂	PP樹脂	PA樹脂	PPS樹脂
強化繊維の体積含有率		6.7	9.9	4	6.7	6.7
樹脂の体積含有率		26.6	40.1	16.0	26.6	26.6
空隙の体積含有率		66.7	50	80	66.7	66.7
構造体全体の比重		0.36	0.54	0.22	0.42	0.48
構造体の厚み (St)		10	10	10	10	10
強化繊維の長さ(Lf)		6	6	6	6	6
面外角度 (θz)		4.0	2.7	8.0	3.9	3.4
強化繊維周囲の樹脂被覆		有	有	有	有	有
曲げ弾性率 (Ec)		8.1	10.4	6.2	9.0	9.2
比曲げ弾性率		5.6	4.0	8.4	5.0	4.4
周波数1250Hzと周波数200Hzでの 透過損失比 (JIS A1441-1)		1.18	1.15	1.30	1.19	1.23

10

20

30

【表4】
(表4)

			参考例1	参考例2	参考例3	参考例4
スキン層	強化マット	—	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1
	樹脂シート2	—	PA樹脂	PA樹脂	PA樹脂	PA樹脂
コア層	強化マット	—	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1	強化繊維 マット1
	樹脂シート1	—	PP樹脂	PP樹脂	PP樹脂	PP樹脂
スキン層の繊維体積含有率		体積%	5	4	5	4
コア層の繊維体積含有量		体積%	5	4	5	4
樹脂シート1の体積含有量		体積%	20	16	20	16
樹脂シート2の体積含有量		体積%	20	16	20	16
全体厚み		mm	10	10	10	10
発泡部分厚み		mm	7.5	6	7.5	6
スキン部厚み		mm	2.5	片側 2	2.5	片側 2

10

20

【表5】

(表5)

構造体	強化繊維 マト1								
強化繊維の体積含有率	—	—	—	—	—	—	—	—	—
樹脂の体積含有率	—	—	—	—	—	—	—	—	—
空隙の体積含有率	—	—	—	—	—	—	—	—	—
構造体全体の比重	—	—	—	—	—	—	—	—	—
構造体の厚み(St)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強化繊維の長さ(Lf)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
面外角度(θz)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強化繊維周囲の樹脂被覆	—	—	—	—	—	—	—	—	—
曲げ弾性率(Ec)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
比曲げ弾性率	—	—	—	—	—	—	—	—	—
周波数1250Hzと周波数200Hzでの透過損失比(JIS A1441-1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—

【0098】

〔検討〕

本発明の実施例は、曲げ弾性率の絶対値と比曲げ弾性率のバランスに優れ、且つ、周波数1250Hzでの透過損失と周波数200Hzの透過損失の比とは、本発明を満足する。さらに、参考例に示すように本発明の遮音構造体は、種々樹脂との組み合わせが可能であり、製品設計の自由度を持つことが明確である。一方、比較例1においては強化繊維と樹脂を実施例と同様にしたが、空隙が無いことにより、強化繊維及び樹脂が形成する空隙

10

20

30

40

50

に伴う周波数特性が発現せず、透過損失比が指定の範囲を超え、満足することができなかつた。比較例 2 においては、PP 樹脂を用いた発泡樹脂である製品を用いて特性評価を行ったが、比曲げ弾性率及び透過損失比を満足した一方で、曲げ弾性率の絶対値を満足することができなかつた。比較例 3 においては、樹脂及び空隙の体積割合を調整して強化繊維の割合を増やしたが、強化繊維マットの体積割合とのバランスが悪く、曲げ弾性率が低いものとなっただけでなく、透過損失比も低い値となった。空隙の体積割合を増やした比較例 4 においては、曲げ弾性率の絶対値及び比曲げ弾性率を満足したが、透過損失比を満足しなかつた。これは、強化繊維、樹脂、及び空隙が成す周波数 1250 Hz での透過損失が低下しすぎたためである。構造体における樹脂の割合を各実施例より増やした比較例 5 においては、曲げ弾性率の絶対値及び比曲げ弾性率を満足したが、透過損失比が範囲より高い値を示した。これは、強化繊維と空隙の発現する遮音特性が失われ、遮音の質量則に基づく透過損失比に近づいたためであると考えられる。

10

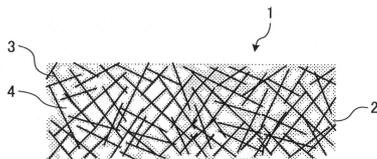
【符号の説明】

【0099】

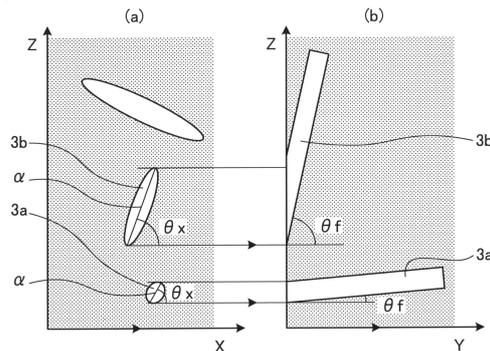
- 1 遮音構造体
- 2 樹脂
- 3 強化繊維
- 4 空隙
- 5 成形品
- 6 スキン層
- 7 コア

20

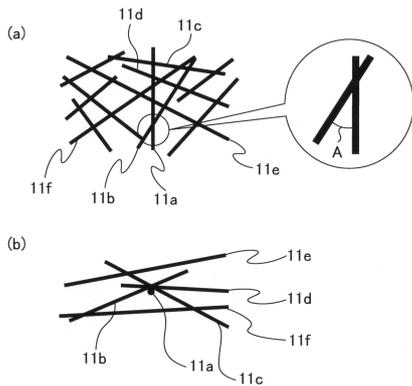
【図 1】



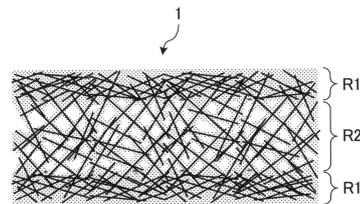
【図 3】



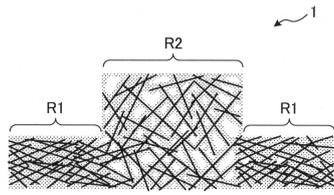
【図 2】



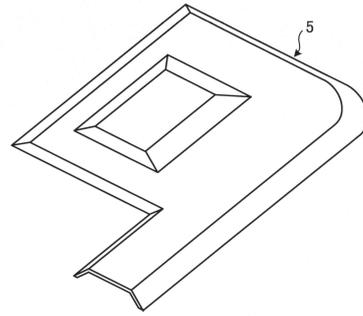
【図 4】



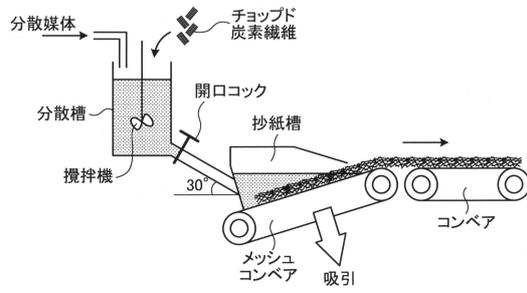
【図5】



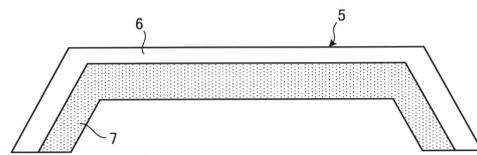
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開2000-052371(JP,A)
特開2015-083365(JP,A)
特開2012-000890(JP,A)
特開平09-254173(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G10K 11/16 - 11/168
B60R 13/08