

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4108512号  
(P4108512)

(45) 発行日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(24) 登録日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(51) Int.Cl. F I  
E O 4 B 1/86 (2006.01) E O 4 B 1/86 C

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2003-72166 (P2003-72166)	(73) 特許権者	503027931
(22) 出願日	平成15年3月17日(2003.3.17)		学校法人同志社
(65) 公開番号	特開2004-278160 (P2004-278160A)		京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601
(43) 公開日	平成16年10月7日(2004.10.7)	(74) 代理人	100064584
審査請求日	平成18年3月1日(2006.3.1)		弁理士 江原 省吾
		(74) 代理人	100093997
			弁理士 田中 秀佳
		(74) 代理人	100101616
			弁理士 白石 吉之
		(74) 代理人	100107423
			弁理士 城村 邦彦
		(74) 代理人	100120949
			弁理士 熊野 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸音材およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ヘミセルロースを加水分解して得た繊維束にせん断力を与えて竹材の維管束を開織すること、一部の繊維が分枝を有する綿状の竹繊維を取り出し、この竹繊維を結合材と混合し、互いに結着させたことを特徴とする吸音材。

【請求項2】

上記竹繊維の平均直径が5～30μmである請求項1記載の吸音材。

【請求項3】

結合材が、低融点の鞘部と高融点の芯部とからなる複合樹脂繊維である請求項1記載の吸音材。

【請求項4】

竹材に複数回の爆砕処理を施した後、機械的開織処理により繊維束にせん断力を与えて維管束を開織し、これによって得た、一部の繊維が分枝を有する綿状の竹繊維を結合材と混合して互いに結着させることを特徴とする吸音材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、竹繊維を使用した吸音材およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

吸音材は、室内音響や騒音の制御など音環境の調整を始めとして、音響工学における広い範囲で重要な役割を果たしている。この吸音材は、その吸音機構から、多孔質材、板状材、および有孔板の三種類に大別されるが、その中でも多孔質材は中高周波数域を主に比較的平滑な吸音特性を有しており、交通騒音などの広い周波数に成分を持つ騒音に対して有効な材料であると考えられている。

【0003】

多孔質吸音材料の代表例としてグラスウールやロックウールなどの繊維系があるが、これらの吸音材は繊維が空中に飛散し易く、また、焼却や土中廃棄が困難であることから、環境面に与える悪影響が大きい。

【0004】

この問題を解消するため、天然資源を使用した多孔質吸音材の提供が従来から広く試みられている。例えば特開平7-216191号公報には、竹繊維単独または竹繊維と他の繊維との混合繊維の集合体に多価フェノール・アルデヒド系縮合物を混合し、所定形状に加熱成形した構造材が提案されており、この構造体の用途の一例として、防音材が挙げられている(段落0021参照)。

【0005】

【特許文献1】

特開平7-216191号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

竹繊維自体は焼却時や土中廃棄時の環境負荷が小さいので、上記公報記載の防音材も環境保護の面では顕著な効果が期待できる。その一方、肝心の吸音効果は十分とはいえず、現状ではグラスウール等の繊維系吸音材の代替素材としての利用は困難である。

【0007】

そこで、本発明は、上記繊維系吸音材に匹敵する吸音効果を備え、かつ環境負荷の面でも良好な特性を有する吸音材の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

竹組織の形態は、竹の種類やその位置によっても多少異なるが、概ね図1および図2に示すモデルで表される(図1は直径方向の断面で、図中の上方が表皮側、下方が内皮側を表す)。図1に示すように、竹組織では、組織中に散在した維管束1を、リグニンを主成分とする柔細胞2(木質)が取り囲んでいる。維管束1は、図2に示すように、導管3や篩管4を維管束鞘5(その領域をハッチングで表す)で取り囲んだ構成を有する。本発明者等が検証したところ、維管束鞘5はセルロースからなる単繊維6(モノフィラメント)の集合体で、単繊維6同士はヘミセルロースを結合材として強固に結着されていることが明らかになった。

【0009】

上述のように、単繊維6同士は非常に強固に結着されているため、圧延や粉碎等の公知の機械的方法では維管束を開織して単繊維を取り出すことは不可能である。実際、現時点で市販されている竹繊維の繊維径は全て数百 $\mu\text{m}$ であり、この繊維径から、当該竹繊維は維管束1そのもの、もしくは維管束1の周囲に木質部2が付着したものにすぎないと考えられる。上記特開平7-216191号公報でも、繊維径には特段触れていないことから考えて、同程度の繊維径の竹繊維を使用していると考えられる。

【0010】

本発明は、以上の考察に基づいてなされたもので、ヘミセルロースを加水分解して得た繊維束にせん断力を与えて、竹組織の維管束、特に維管束鞘を開織することで、一部の繊維が分枝を有する綿状の竹繊維を取り出し、この竹繊維を結合材と混合し、互いに結着させたものである。この吸音材は、竹の単繊維を基本的な骨格材とし、骨格材間に複雑に連結された隙間を有するもので、音波は上記隙間の空気を伝搬し、主として空気の粘性摩擦を受けて吸音される。

10

20

30

40

50

## 【0011】

維管束の開繊で得られた竹繊維の平均繊維径（直径）が5～30 μmであれば、維管束がほぼ完全にほぐされ、単繊維が得られたことになる（ごく一部には単繊維の集合体が含まれる）。この繊維径は、従来のグラスウール等の繊維系吸音材の繊維径（一般に数十 μm）とほぼ同径であるから、この繊維径の吸音材であれば、従来の繊維系吸音材と同等の吸音効果を発揮することが期待できる。

## 【0012】

一方、この吸音材は、竹繊維を骨格材としているので、焼却時や廃棄時の環境負荷が小さく、環境保護の面で優れた効果を発揮する。また、竹は成長力に富み、かつ竹林も国内に豊富に存在するので、国内資源の確保の面でも有益となる。

10

## 【0013】

結合材として、低融点の鞘部と高融点の芯部とからなる複合樹脂繊維を使用すれば、熱処理によって低融点の樹脂のみを溶融させることにより、竹の単繊維同士を結着する一方、熱処理後も結合材の繊維形態を保持することができ、成形性と吸音性を両立することができる。

## 【0014】

この吸音材は、竹材に複数回の爆砕処理を施した後、機械的開繊処理により繊維束にせん断力を与えて維管束を開繊し、これによって得た、一部の繊維が分枝を有する綿状の竹繊維を結合材と混合して互いに結着させることにより製造することができる。

## 【0015】

ここで複数回の爆砕処理を行うこととしたのは、一回限りの爆砕では、竹組織の木質部2のみが破壊され、維管束部分1は破壊されずに残るからである。複数回の爆砕処理を繰り返すことにより、ヘミセルロースの加水分解が維管束の全域で進行し、繊維間の結着力が劣化するため、その後、機械的開繊処理を施せば、僅かな力で維管束を開繊して上記単繊維6を取り出すことができる。これを結合材と混合して加熱成形することにより、微小隙間を多数有する吸音材が得られる。なお、ここでいう「機械的開繊処理」は、対象繊維束にせん断力を与えて開繊する処理で、例えばカッターやミキサーによる攪拌処理を挙げることができる。水酸化ナトリウム溶液中で蒸煮する等の化学的開繊処理は、単繊維同士をその長さ方向で結着するヘミセルロースをも劣化させ、繊維長が著しく短くなってパルプ状になる等の弊害が生じるので、用途が吸音材の場合は避けた方が好ましい。

20

30

## 【0016】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を説明する。

## 【0017】

図3は、本発明にかかる吸音材7の一形態を図示するものである。図示のようにこの吸音材は、竹の単繊維6を結合材で互いに結合させ、所定形状に成形することにより製造される。以下、この吸音材7の製造工程を詳細に説明する。

## 【0018】

## 1 爆砕工程

まず、生竹を爆砕装置に入れ、爆砕を行う。爆砕は、高温高圧水蒸気下に対象物質を一定時間保持した後、圧力を瞬時に解放することにより物質成分を分解する手段である。水蒸気圧を一気に解放することにより、竹内部の水分が急膨張するため、木質の細胞壁が破裂する一方、繊維部分には大きな空孔がなく、また繊維強度が高いため物理的破壊には至らない。従って、竹材より繊維部分を取り出すことが可能となる。

40

## 【0019】

爆砕装置中で竹材を高温高圧水蒸気で蒸すことにより、竹材主成分の加水分解が進む。竹組織を構成する主成分は、上記のとおりセルロース、ヘミセルロース、リグニンであるが、これらの成分の加水分解が進む温度には差があり、セルロースは240、ヘミセルロースは160、リグニンは130付近である。従って、爆砕温度をヘミセルロースの加水分解温度以上でセルロースの加水分解温度以下に保持すれば、リグニンからなる木質

50

を完全に除去する一方、ヘミセルロースを劣化させ、単繊維6同士の結合力を減じることができる。ヘミセルロースを劣化させるためには、爆砕温度が高いほど好ましいが、高すぎるとセルロースからなる単繊維6の劣化が進み、繊維強度に悪影響を及ぼす。以上の観点から、爆砕温度は、165 ~ 200 の範囲、より好ましくは170 ~ 180 の範囲に設定するのが望ましい。

#### 【0020】

一方、この爆砕温度では、ヘミセルロースの加水分解速度が遅いため、そのままの状態を開繊するのは容易ではない。そこで、本発明では、爆砕作業を複数回行うこととした。これにより、高温化によるセルロース(単繊維6)への悪影響を回避する一方で、単繊維6同士の束ねるヘミセルロースを維管束1の全体で確実に劣化させることができ、維管束1の開繊が容易なものとなる。但し、爆砕回数が多すぎると、やはりセルロースの劣化を招くので、爆砕回数は3 ~ 12回の範囲、より好ましくは6 ~ 10回の範囲に設定するのが望ましい。

10

#### 【0021】

一例として、本実施形態では、圧力を0.7MPa、爆砕温度を175 に設定し、同条件のもとで合計9回の爆砕を行った。一回目の爆砕では温度175 に達してから60分後に爆発させ、2 ~ 9回目の爆砕では温度175 に達してから5分後に爆発させた。

#### 【0022】

##### 2 機械的開繊処理

上記 1 工程で得た竹繊維には機械的開繊処理が施される。この処理は、上記爆砕処理で結着力が低下した繊維束にせん断力を与え、これをばらして個々の単繊維6に分解する工程であり、本実施形態では一例として家庭用ミキサーを使用した。具体的には、先ず上記 1 工程で得た竹繊維を5cm程度の長さに切断し、これを上記ミキサーに水と共に投入して回転させた。繊維が細くなったのを確認してから取り出して乾燥させ、その後、これをよく乾かした上記ミキサーに再度入れて回転させた。この時、取り出した竹繊維は綿状となっていた。これを顕微鏡写真で観察したところ、個々の繊維径は概ね5 ~ 30 μmの範囲にあり、これより維管束1(維管束鞘5)が開繊されて単繊維6となったことが確認できた。この時、一部の繊維6には、図4に示すように分枝6aが形成されていることも明らかになった。

20

#### 【0023】

##### 3 結合材混合処理

次に上記 2 工程で得た竹繊維は結合材と混合される。結合材としては、樹脂系材料の他、デンプン等の水溶性材料を使用することができ、あるいは樹脂系材料としてポリエチレンサクシネート等の生分解性樹脂を使用することもできる。

30

#### 【0024】

本実施形態では、結合材の一例として、ポリオレフィン系複合繊維(チッソ株式会社製)を使用した。この複合繊維は2.0デニール(1.0デニール=9000m/g)の細い繊維で、鞘部は低融点のポリエチレン、芯部は高融点のポリプロピレンで構成されている。この二つの樹脂の融点の違いを利用し、低融点のポリエチレンのみを熔融させることによって竹繊維同士を結着する一方、高融点のポリプロピレンを熱処理後も繊維形態に保持すれば、ポリプロピレン繊維が竹繊維と共に骨格材を構成し、吸音効果を発揮する。ポリエチレンおよびポリプロピレンの組み合わせは、人体に無害であるのと同時に焼却時にも水と炭酸ガスになり、ダイオキシン等の有害物質が発生しないという利点も有する。

40

#### 【0025】

結合材の配合割合は、特に限定されず、5 ~ 50重量%の範囲で適宜選択される。最適な配合割合は結合材の種類・吸音材の用途等によって定まるが、一例として本実施形態では、上記ポリオレフィン系複合繊維の配合割合を10重量%とした。

#### 【0026】

##### 4 成形工程

竹繊維と結合材の混合物は、熱処理により所定形状に加熱成形される。本実施形態では、

50

ホットプレス機の成形型に混合物を入れ、これを加圧することなく160 で10分間加熱することにより、図3に示す厚肉円盤状の吸音材7を製作した。なお、図3では竹繊維6の本数が少なめに描かれているが、実際には竹繊維はかなり密の状態に含まれている。

【0027】

以上の工程で得られた吸音材の吸音特性を確認するため、音響管を使用して本発明品および比較品について垂直入射吸音率の測定を行った。その結果を図5および図6に示す。

【0028】

なお、本発明品としては、上記実施形態の手順で製作した吸音材(図中「爆砕竹繊維材料」と表記)を使用し、比較品としては、上記実施形態と同様の手順で製作した吸音材であって、骨格材としてグラスウールを使用したもの(図中「グラスウール」と表記)、および市販の竹繊維を使用したもの(図中「竹繊維材料」と表記)を製作した。比較品のうち、「竹繊維材料」としては、繊維状に粉碎された市販の竹繊維を425 $\mu\text{m}$ 、210 $\mu\text{m}$ 、125 $\mu\text{m}$ の目開きで順次篩い分けし、目開き210 $\mu\text{m}$ を通過するが、目開き125 $\mu\text{m}$ を通過しなかった繊維を使用した。

【0029】

なお、本発明品および比較品の何れも試料厚さは50mmとした。また、本発明品と比較品「グラスウール」の重量密度は何れも32 $\text{kg}/\text{m}^3$ とし、比較品「竹繊維材料」の重量密度は60 $\text{kg}/\text{m}^3$ 、120 $\text{kg}/\text{m}^3$ 、180 $\text{kg}/\text{m}^3$ の三種類とした。

【0030】

図5は、本発明品と比較品「グラスウール」の吸音率の測定結果を示すものである。この結果からも明らかのように、本発明品は、同密度のグラスウールからなる吸音材と同等の吸音率を有し、グラスウールの代替品として十分な吸音特性を有することが判明した。また、図6からも明らかのように、比較品「竹繊維材料」は、密度を増すほど吸音率は向上するものの本発明品に比べて総じて吸音率が低く、本発明品と同程度の吸音率を得るためには、5倍以上もの密度が必要で、本発明品に比べて相当重くなることも判明した。

【0031】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、グラスウール等の従来の繊維径吸音材と同等の吸音特性を備え、かつ環境保護の面でも優れた特性を有する吸音材を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】竹組織の概略モデルを示す図である。

【図2】維管束および維管束鞘の概略モデルを示す図である。

【図3】本発明にかかる吸音材の概略構造を示す斜視図である。

【図4】分枝を有する単繊維の拡大図である。

【図5】吸音率の測定結果を示す図である。

【図6】吸音率の測定結果を示す図である。

【符号の説明】

- 1 維管束
- 2 柔細胞
- 3 導管
- 4 篩管
- 5 維管束鞘
- 6 単繊維
- 7 吸音材

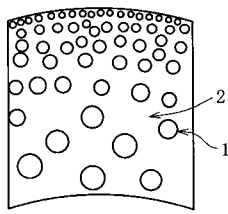
10

20

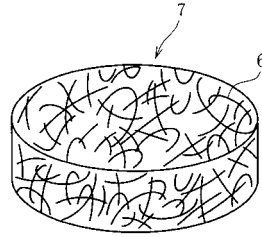
30

40

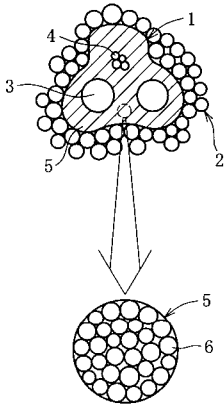
【図1】



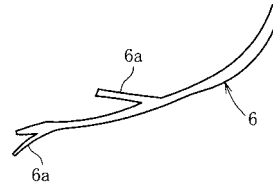
【図3】



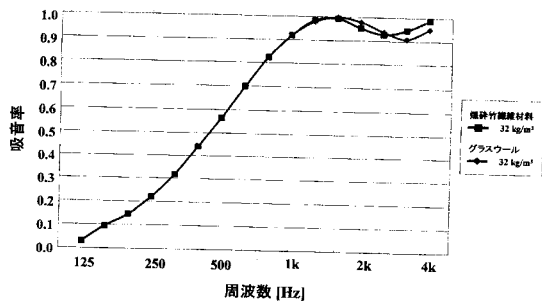
【図2】



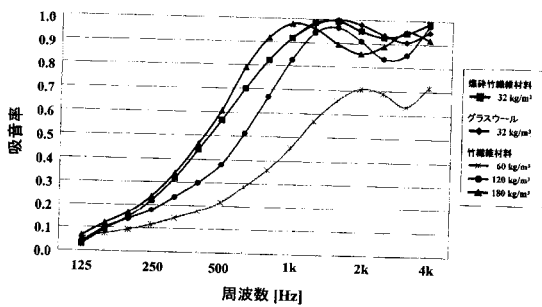
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100121186

弁理士 山根 広昭

(72)発明者 小泉 孝之

京都府京田辺市多々羅都谷 1 - 3 同志社大学構内

(72)発明者 辻内 伸好

京都府京田辺市多々羅都谷 1 - 3 同志社大学構内

審査官 新井 夕起子

(56)参考文献 特開昭 6 3 - 0 0 7 9 0 3 ( J P , A )

特開 2 0 0 1 - 2 8 7 2 0 9 ( J P , A )

特開 2 0 0 3 - 0 3 9 4 0 4 ( J P , A )

特許第 2 8 3 5 7 9 3 ( J P , B 2 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E04B 1/74 - 1/99

B27K 1/00 - 9/00

B27J 1/00

B27N 1/00 - 9/00