

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-149658

(P2012-149658A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
F 1 6 L 59/10 (2006.01) F 1 6 L 59/10 3 H 0 3 6
F 1 6 L 59/02 (2006.01) F 1 6 L 59/02

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-6475 (P2011-6475)
 (22) 出願日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(71) 出願人 000110804
 ニチアス株式会社
 東京都港区芝大門1丁目1番26号
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 坂本 晃史
 東京都港区芝大門1丁目1番26号 ニチ
 アス株式会社内
 (72) 発明者 後藤 嘉彦
 東京都港区芝大門1丁目1番26号 ニチ
 アス株式会社内
 (72) 発明者 伊藤 泰男
 東京都港区芝大門1丁目1番26号 ニチ
 アス株式会社内

最終頁に続く

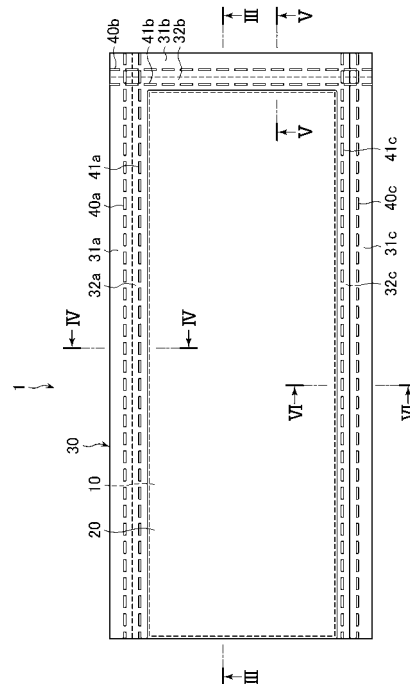
(54) 【発明の名称】 断熱材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】変形させた場合における不具合の発生が効果的に抑制された断熱材及びその製造方法を提供する。

【解決手段】本発明に係る断熱材1は、平均粒径が50nm以下の金属酸化物微粒子を65質量%超、90質量%未満、輻射散乱材を5質量%超、30質量%未満及び補強繊維を3質量%以上、20質量%以下含む板状の乾式加圧成形体10と、繊維製の被覆材20で形成され前記乾式加圧成形体10を収容する外装袋30と、を有する。前記外装袋30は、前記被覆材20の外周端部21を折返して縫合することにより形成された折返し部31と、前記被覆材20の前記乾式加圧成形体10と前記折返し部31との間の部分を縫合して形成された中間部32と、を有することとしてもよい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平均粒径が 50 nm 以下の金属酸化物微粒子を 65 質量%超、90 質量%未満、輻射散乱材を 5 質量%超、30 質量%未満及び補強繊維を 2 質量%以上、20 質量%以下含む板状の乾式加圧成形体と、

繊維製の被覆材で形成され前記乾式加圧成形体を収容する外装袋と、
を有する

ことを特徴とする断熱材。

【請求項 2】

前記外装袋は、

前記被覆材の外周端部を折返して縫合することにより形成された折返し部と、

前記被覆材の前記乾式加圧成形体と前記折返し部との間の部分を縫合して形成された中間部と、

を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載された断熱材。

【請求項 3】

前記被覆材は無機繊維系で縫合されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載された断熱材。

【請求項 4】

前記無機繊維系は、ガラス繊維系、セラミックス繊維系及び金属繊維系からなる群より
選択される 1 種以上である

ことを特徴とする請求項 3 に記載された断熱材。

【請求項 5】

前記被覆材は、無機繊維製である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載された断熱材。

【請求項 6】

前記金属酸化物微粒子は、シリカ微粒子及び/又はアルミナ微粒子である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載された断熱材。

【請求項 7】

前記輻射散乱材は、炭化珪素である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載された断熱材。

【請求項 8】

結合剤を含まない

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載された断熱材。

【請求項 9】

厚さが 30 mm 以下である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載された断熱材。

【請求項 10】

乾式加圧成形体と、前記乾式加圧成形体を収容する外装袋と、を有する断熱材を製造する
方法であって、

平均粒径が 50 nm 以下の金属酸化物微粒子を 65 質量%超、90 質量%未満、輻射散乱材を 5 質量%超、30 質量%未満及び補強繊維を 2 質量%以上、20 質量%以下含む原料粉体を、繊維製の被覆材で形成された前記外装袋に充填し、前記外装袋内の前記原料粉体を乾式加圧成形して前記乾式加圧成形体を形成することを含む

ことを特徴とする断熱材の製造方法。

【請求項 11】

前記被覆材の外周端部を折返して縫合することにより前記外装袋の折返し部を形成するとともに、前記被覆材の前記乾式加圧成形体と前記折返し部との間の部分を縫合することをさらに含む

ことを特徴とする請求項 10 に記載された断熱材の製造方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、断熱材及びその製造方法に関し、特に、乾式加圧成形体と当該乾式加圧成形体を収容する外装袋とを有する断熱材の特性の向上に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献1において、多孔性のエンベローブに収容されて固められた微粒子からなる微孔性絶縁材料のブロックを含むパネル状の断熱材が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-217890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、従来、特許文献1に記載されているような断熱材を湾曲した表面に沿って変形させて施工した場合には、内部のブロックが崩壊する等の不具合が発生することがあった。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであって、変形させた場合における不具合の発生が効果的に抑制された断熱材及びその製造方法を提供することをその目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するための本発明の一実施形態に係る断熱材は、平均粒径が50nm以下の金属酸化物微粒子を65質量%超、90質量%未満、輻射散乱材を5質量%超、30質量%未満及び補強繊維を2質量%以上、20質量%以下含む板状の乾式加圧成形体と、繊維製の被覆材で形成され前記乾式加圧成形体を収容する外装袋と、を有することを特徴とする。本発明によれば、変形させた場合における不具合の発生が効果的に抑制された断熱材を提供することができる。

【0007】

また、前記外装袋は、前記被覆材の外周端部を折返して縫合することにより形成された折返し部と、前記被覆材の前記乾式加圧成形体と前記折返し部との間の部分を縫合して形成された中間部と、を有することとしてもよい。また、この場合、前記被覆材は無機繊維系で縫合されていることとしてもよい。さらに、前記無機繊維系は、ガラス繊維系、セラミックス繊維系及び金属繊維系からなる群より選択される1種以上であることとしてもよい。

【0008】

また、前記被覆材は、無機繊維製であることとしてもよい。また、前記金属酸化物微粒子は、シリカ微粒子及び/又はアルミナ微粒子であることとしてもよい。また、前記輻射散乱材は、炭化珪素であることとしてもよい。また、前記断熱材は、結合剤を含まないこととしてもよい。また、前記断熱材は、厚さが30mm以下であることとしてもよい。

【0009】

上記課題を解決するための本発明の一実施形態に係る断熱材の製造方法は、乾式加圧成形体と、前記乾式加圧成形体を収容する外装袋と、を有する断熱材を製造する方法であって、平均粒径が50nm以下の金属酸化物微粒子を65質量%超、90質量%未満、輻射散乱材を5質量%超、30質量%未満及び補強繊維を2質量%以上、20質量%以下含む原料粉体を、繊維製の被覆材で形成された前記外装袋に充填し、前記外装袋内の前記原料粉体を乾式加圧成形して前記乾式加圧成形体を形成することを含むことを特徴とする。本

10

20

30

40

50

発明によれば、変形させた場合における不具合の発生が効果的に抑制された断熱材の製造方法を提供することができる。

【0010】

また、前記方法は、前記被覆材の外周端部を折返して縫合することにより前記外装袋の折返し部を形成するとともに、前記被覆材の前記乾式加圧成形体と前記折返し部との間の部分を縫合することをさらに含むこととしてもよい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、変形させた場合における不具合の発生が効果的に抑制された断熱材及びその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係る断熱材の一例を平面視で示す説明図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る断熱材の一例を側面視で示す説明図である。

【図3】図1に示すIII-III線で切断した断熱材の断面を示す説明図である。

【図4】図1に示すIV-IV線で切断した断熱材の断面を示す説明図である。

【図5】図1に示すV-V線で切断した断熱材の断面を示す説明図である。

【図6】図1に示すVI-VI線で切断した断熱材の断面を示す説明図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る実施例において、断熱材を円筒体の外周に巻き付けた状態を模式的に示す説明図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る実施例において、乾式加圧成形体の組成が異なる断熱材の特性を評価した結果の一例を示す説明図である。

【図9】本発明の一実施形態に係る実施例において、厚さの異なる断熱材の巻き付け施工試験を行った結果の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、本発明の一実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、本発明は、本実施形態に限られるものではない。

【0014】

図1及び図2は、本実施形態に係る断熱材1の一例をそれぞれ平面視及び側面視で示す説明図である。図3、図4、図5及び図6は、図1に示すIII-III線、IV-IV線、V-V線及びVI-VI線で切断した断熱材1の断面をそれぞれ示す説明図である。なお、図1～図6において、同一の数字に異なる小文字のアルファベットを付している部分については、以下の説明において、これらを特に区別する必要がない場合には当該小文字のアルファベットを省略することがある。

【0015】

断熱材1は、平均粒径が50nm以下の金属酸化物微粒子を65質量%超、90質量%未満、輻射散乱材を5質量%超、30質量%未満及び補強繊維を2質量%以上、20質量%以下含む板状の乾式加圧成形体10と、繊維製の被覆材20で形成され当該乾式加圧成形体10を収容する外装袋30と、を有している。

【0016】

乾式加圧成形体10は、金属酸化物微粒子、輻射散乱材及び補強繊維を含む原料粉体を、外装袋30内で乾式加圧成形することにより形成される断熱性成形体である。

【0017】

金属酸化物微粒子は、平均粒径（より具体的には、当該金属酸化物微粒子の一次粒子の平均粒径）が50nm以下のものであれば特に限られず、任意の1種を単独で又は2種以上を任意に組み合わせて使用することができる。

【0018】

金属酸化物微粒子の平均粒径は、50nm以下であれば特に限られず、例えば、2nm以上、50nm以下とすることができ、2nm以上、30nm以下とすることもできる。

10

20

30

40

50

【0019】

このような金属酸化物微粒子は、その一次粒子が、分子間力等により会合して二次粒子を形成する。乾式加圧成形体10は、この金属酸化物微粒子の二次粒子が集合して形成された多孔構造を有する。すなわち、乾式加圧成形体10は、例えば、金属酸化物微粒子を含むことにより、その内部に、空気分子の平均自由行程よりも小さい（径がナノメートルオーダーの）孔が形成された多孔構造を有する。その結果、乾式加圧成形体10は、低温域から高温域までの幅広い温度範囲で優れた断熱性を発揮する。

【0020】

金属酸化物微粒子は、例えば、シリカ微粒子及び/又はアルミナ微粒子であることが好ましく、シリカ微粒子であることが特に好ましい。乾式加圧成形体10がシリカ微粒子を含む場合、当該乾式加圧成形体10は、さらにアルミナ微粒子を含むこととしてもよい。また、乾式加圧成形体10がアルミナ微粒子を含む場合、当該乾式加圧成形体10は、さらにシリカ微粒子を含むこととしてもよい。シリカ微粒子のシリカ(SiO_2)含有量及びアルミナ微粒子のアルミナ(Al_2O_3)含有量は、例えば、95質量%以上であることが好ましい。

10

【0021】

シリカ微粒子及び/又はアルミナ微粒子としては、気相法で製造されたもの又は湿式法で製造されたものの一方又は両方を使用することができ、気相法で製造されたシリカ微粒子及び/又はアルミナ微粒子を好ましく使用することができる。

【0022】

すなわち、シリカ微粒子及び/又はアルミナ微粒子としては、気相法で製造された乾式シリカ微粒子（無水シリカ微粒子）及び/又は乾式アルミナ微粒子（無水アルミナ微粒子）を使用することができ、湿式法で製造された湿式シリカ微粒子及び/又は湿式アルミナ微粒子を使用することもでき、中でも乾式シリカ微粒子及び/又は乾式アルミナ微粒子を好ましく使用することができる。

20

【0023】

より具体的に、例えば、気相法で製造されたフュームドシリカ微粒子及び/又はフュームドアルミナ微粒子を好ましく使用することができ、中でも親水性フュームドシリカ微粒子及び/又は親水性フュームドアルミナ微粒子を好ましく使用することができる。

【0024】

金属酸化物微粒子のBET法による比表面積は、例えば、 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましい。より具体的に、この比表面積は、例えば、 $50\sim 400\text{ m}^2/\text{g}$ であることが好ましく、 $100\sim 400\text{ m}^2/\text{g}$ であることがより好ましい。

30

【0025】

輻射散乱材は、輻射による伝熱を低減することのできるものであれば特に限られず、任意の1種を単独で又は2種以上を任意に組み合わせて使用することができる。

【0026】

輻射散乱材としては、例えば、炭化珪素、ジルコニア及びチタニアからなる群より選択される1種以上を使用することができ、特に炭化珪素を好ましく使用することができる。炭化珪素は、チタニアやジルコニアに比べて輻射散乱能が優れている。このため、輻射散乱材として炭化珪素を使用する場合には、当該輻射散乱材の含有量を低く抑えることができる。その結果、金属酸化物微粒子の含有量を効果的に高めて、乾式加圧成形体10の特性を特に優れたものとすることができる。

40

【0027】

輻射散乱材の平均粒径は、例えば、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。輻射散乱材としては、遠赤外線反射性を有するものを好ましく使用することができ、例えば、 $1\ \mu\text{m}$ 以上の波長の光に対する比屈折率が1.25以上であるものを特に好ましく使用することができる。

【0028】

補強繊維は、乾式加圧成形体を補強できるものであれば特に限られず、任意の1種を単

50

独で又は2種以上を任意に組み合わせて使用することができる。補強繊維としては、無機繊維及び/又は有機繊維を使用することができ、無機繊維を好ましく使用することができる。

【0029】

無機繊維としては、例えば、ガラス繊維、シリカ繊維、アルミナ繊維、シリカアルミナ繊維、ジルコニア繊維、ケイ酸アルカリ土類金属塩繊維、ロックウール及びバサルト繊維からなる群より選択される1種以上を使用することができ、ガラス繊維、シリカアルミナ繊維、シリカ繊維等のシリカ系繊維を好ましく使用することができる。なお、ケイ酸アルカリ土類金属塩繊維は、生体溶解性の無機繊維である。すなわち、無機繊維としては、非生体溶解性無機繊維及び生体溶解性無機繊維の一方又は両方を使用することができる。

10

【0030】

有機繊維としては、合成樹脂繊維を使用することができ、例えば、アラミド繊維や、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維その他のポリオレフィン繊維を好ましく使用することができる。

【0031】

補強繊維の繊維長は、例えば、1~20mmであることが好ましく、1~10mmであることがより好ましい。補強繊維の平均繊維径は、例えば、2~20 μ mであることが好ましく、5~15 μ mであることがより好ましい。したがって、補強繊維としては、例えば、繊維長が1~20mmであって、且つ平均繊維径が2~20 μ mであるものを好ましく使用することができる。

20

【0032】

乾式加圧成形体10における金属酸化物微粒子、輻射散乱材及び補強繊維の含有量は、金属酸化物微粒子65質量%超(例えば、66質量%以上)、90質量%未満(例えば、89質量%以下)、輻射散乱材5質量%超(例えば、6質量%以上)、30質量%未満(例えば、29質量%以下)及び補強繊維2質量%以上、20質量%以下の範囲内であれば特に限られない。

【0033】

ここで、本発明において特徴的なことの一つは、乾式加圧成形体10における金属酸化物微粒子の含有量を上記の比較的高い特定の範囲内とし、且つ輻射散乱材及び補強繊維の含有量を上記の特定の範囲内とすることによって、断熱材1の断熱性を十分に維持しつつ、当該断熱材1を変形させた場合においても、当該乾式加圧成形体10の崩壊等の不具合の発生を効果的に抑制できる点にある。

30

【0034】

なお、金属酸化物微粒子の含有量が65質量%以下の場合には、乾式加圧成形体10の強度及び柔軟性が不十分となる。輻射散乱材の含有量が5質量%以下の場合には、乾式加圧成形体10の断熱性が不十分となる。補強繊維の含有量が2質量%未満の場合には、乾式加圧成形体10の強度が不十分となる。

【0035】

すなわち、本発明の発明者らは、独自に鋭意検討を重ねた結果、断熱材1の断熱性を十分に維持しつつ、当該断熱材1を変形させた場合における不具合の発生を回避するためには、乾式加圧成形体10における金属酸化物微粒子、輻射散乱材及び補強繊維の含有量を、それぞれ上述した特定の範囲内とすることが有効であることを独自に見出し、本発明を完成するに至ったのである。

40

【0036】

乾式加圧成形体10は、結合剤を含まないこととしてもよい。この場合、乾式加圧成形体10は、水ガラス接着剤等の無機結合剤や、樹脂等の有機結合剤といった、従来使用されていた結合剤を実質的に含有しない。

【0037】

結合剤を使用する場合には、例えば、脱脂を行う必要があり、この脱脂によって、製造に要する工程数、所要時間及びエネルギーの増大といった問題に加えて、断熱性成形体の

50

強度が低下するという問題が生じる。また、結合剤の使用によって環境への負荷が増大する。これに対し、乾式加圧成形体10が結合剤を含まないことにより、上述したような結合剤の使用に伴う問題を確実に回避することができる。

【0038】

乾式加圧成形体10は、例えば、 150 kg/m^3 以上の嵩密度を有する断熱性成形体とすることができる。より具体的に、乾式加圧成形体10の嵩密度は、例えば、 $150\sim 400\text{ kg/m}^3$ とすることができ、 $170\sim 400\text{ kg/m}^3$ とすることが好ましく、 $200\sim 300\text{ kg/m}^3$ とすることがより好ましい。

【0039】

乾式加圧成形体10は、例えば、600における熱伝導率が $0.08\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 以下の断熱性成形体とすることができる。乾式加圧成形体10の600における熱伝導率は、さらに、例えば、 $0.05\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 以下であることが好ましく、 $0.04\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 以下であることがより好ましい。

10

【0040】

乾式加圧成形体10の600における熱伝導率の下限値は特に限られないが、例えば、 $0.02\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ である。すなわち、乾式加圧成形体10の600における熱伝導率は、例えば、 $0.02\sim 0.08\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ である。

【0041】

乾式加圧成形体10は、例えば、 0.08 MPa 以上の圧縮強度を有する断熱性成形体とすることができる。乾式加圧成形体10の圧縮強度の上限値は特に限られないが、例えば、 1.10 MPa である。すなわち、乾式加圧成形体10の圧縮強度は、例えば、 $0.08\sim 1.10\text{ MPa}$ である。

20

【0042】

なお、乾式加圧成形体10の圧縮強度は、その乾式加圧成形面（例えば、当該乾式加圧成形体10の製造時における乾式プレス面）に対して垂直方向に荷重をかけたときの破断強度（ MPa ）である。

【0043】

外装袋30を構成する被覆材20は、例えば、無機繊維及び/又は有機繊維製とすることができ、無機繊維製であることが好ましい。被覆材20が無機繊維製であることにより、断熱材1は優れた耐熱性を有することができる。

30

【0044】

無機繊維としては、例えば、ガラス繊維及び/又はセラミックス繊維を好ましく使用することができる。セラミックス繊維としては、例えば、シリカ繊維、アルミナ繊維、シリカアルミナ繊維、アルミノシリケート繊維及びムライト繊維からなる群より選択される1種以上を好ましく使用することができる。有機繊維としては、例えば、アラミド繊維、ポリエステル繊維、ポリエチレンテレフタレート（PET）繊維等の合成樹脂繊維を好ましく使用することができる。

【0045】

また、被覆材20は、織布又は不織布とすることができ、織布であることが好ましい。織布は、それ自身の発塵性が低い。このため、被覆材20が織布である場合には、断熱材1の発塵を効果的に抑制することができる。また、織布は縫合に適している点でも好ましい。

40

【0046】

したがって、被覆材20は、無機繊維及び/又は有機繊維の織布であることが好ましく、特に無機繊維製の織布（例えば、いわゆるガラスクロス）であることが好ましい。また、無機繊維製の織布としては、フッ素樹脂コーティングが施されたものを好ましく使用することができる。

【0047】

外装袋30は、上述したような被覆材20から形成された袋状体である。外装袋30は、その内部に充填された原料粉末の乾式加圧成形を可能とする通気性を有し、当該乾式加

50

圧成形体に由来する金属酸化物微粒子の漏洩を防止できるものであれば特に限られない。

【0048】

また、図1～図6に示す例において、外装袋30は、被覆材20の外周端部21を折返して縫合することにより形成された折返し部31（第一折返し部31a、第二折返し部31b及び第三折返し部31c）と、当該乾式加圧成形体10と当該折返し部31との間で当該被覆材20を縫合して形成された中間部32（第一中間部32a、第二中間部32b及び第三中間部32c）と、を有している。

【0049】

折返し部31は、被覆材20の折返された外周端部21を縫合することにより形成される。また、中間部32は、被覆材20のうち、外装袋30に収容された乾式加圧成形体10と、折返し部31と、の間で当該乾式加圧成形体10を囲む部分を縫合することにより形成されている。

【0050】

図1～図6に示す例において、折返し部31は、1枚の被覆材20を折り畳むことで重ね合わされる外周端部21を折返して縫合することにより形成されている。すなわち、第一折返し部31a、第二折返し部31b及び第三折返し部31cは、1枚の四角形の被覆材20を折り畳むことで外周端部21が重ね合わされる3辺に形成されている。

【0051】

図4に示す第一折返し部31aは、被覆材20の重ね合わされる上外周端部21a及び下外周端部21bのそれぞれを折り返し、且つ当該上外周端部21a及び下外周端部21bのそれぞれを縫合することにより形成されている。

【0052】

図5に示す第二折返し部31bは、被覆材20の重ね合わされる上外周端部21a及び下外周端部21bのそれぞれを折り返し、且つ当該上外周端部21a及び下外周端部21bをまとめて縫合することにより形成されている。

【0053】

図6に示す第三折返し部31cは、被覆材20の重ね合わされる上外周端部21a及び下外周端部21bをまとめて折り返し、且つ当該上外周端部21a及び下外周端部21bをまとめて縫合することにより形成されている。

【0054】

なお、上外周端部21a及び下外周端部21bをまとめて折り返す場合、2回以上折り返すことが好ましい。図6に示す例において、上外周端部21a及び下外周端部21bはまとめて2回折り返されている。

【0055】

また、図1～図6に示す例において、第一中間部32a、第二中間部32b及び第三中間部32cは、乾式加圧成形体10と、第一折返し部31a、第二折返し部31b及び第三折返し部31cと、の間にそれぞれ形成されている。

【0056】

折返し部31及び中間部32を有する外装袋30は、当該折返し部31及び中間部32に対応して、乾式加圧成形体10を囲む二重の縫目40、41を有している。

【0057】

すなわち、図1～図6に示すように、外装袋30は、折返し部31及び中間部32にそれぞれ対応する外側縫目40及び内側縫目41を有している。具体的に、外装袋30は、第一折返し部31a、第二折返し部31b及び第三折返し部31cにそれぞれ形成された第一外側縫目40a、第二外側縫目40b及び第三外側縫目40cと、第一中間部32a、第二中間部32b及び第三中間部32cにそれぞれ形成された第一内側縫目41a、第二内側縫目41b及び第三内側縫目41cとを有している。なお、図4に示す第一折返し部31aにおいては、上外周端部21a及び下外周端部21bのそれぞれに第一外側縫目40bが形成されている。

【0058】

10

20

30

40

50

被覆材 20 の縫合に使用される縫合糸は、折返し部 3 1 及び中間部 3 2 を形成できるものであれば特に限られず、無機繊維系及び / 又は有機繊維系を使用することができ、特に無機繊維系を好ましく使用することができる。

【 0 0 5 9 】

無機繊維系としては、例えば、ガラス繊維系、セラミックス繊維系及び金属繊維系からなる群より選択される 1 種以上を好ましく使用することができる。セラミックス繊維系としては、例えば、シリカ繊維系、アルミナ繊維系、シリカアルミナ繊維系、アルミノシリケート繊維系、ムライト繊維系及び炭素繊維系からなる群より選択される 1 種以上を好ましく使用することができる。有機繊維系としては、例えば、ナイロン系、レーヨン系、ポリエステル系、綿系及び絹系からなる群より選択される 1 種以上を好ましく使用することができる。金属繊維系としては、例えば、ステンレス系（より具体的には、例えば、ナスロン（登録商標））、アルミニウム系、金系、銀系及び銅系からなる群より選択される 1 種以上を好ましく使用することができる。

10

【 0 0 6 0 】

なお、外装袋 3 0 は、1 枚の被覆材 2 0 から形成されるものに限られず、2 枚以上の被覆材 2 0 から形成されてもよい。すなわち、例えば、外装袋 3 0 が 2 枚の被覆材 2 0 から形成される場合、折返し部 3 1 は、当該 2 枚の被覆材 2 0 を重ね合わせることで重ね合わされる外周端部 2 1 を折返して縫合することにより形成される。より具体的に、折返し部 3 1 は、例えば、2 枚の四角形の被覆材 2 0 を重ね合わせることで外周端部 2 1 が重ね合わされる 4 辺に形成される。ただし、外装袋 3 0 の形状は四角形に限られず、例えば、他の多角形であってもよい。

20

【 0 0 6 1 】

また、外装袋 3 0 の 3 辺又は 4 辺のそれぞれにおいては、図 4、図 5 及び図 6 に示す折返し方法のいずれを採用してもよい。すなわち、例えば、第二折返し部 3 1 b 及び第三折返し部 3 1 c において、図 5 及び図 6 に示す折返し方法を任意に組み合わせて採用してもよい。また、折返し部 3 1 における外周端部 2 1 の折返し方法は、図 4 ~ 図 6 に示す例に限られない。

【 0 0 6 2 】

また、図 1 に示す例において、中間部 3 2 の内側縫目 4 1 は、外装袋 3 0 の一方端から他方端まで形成されているが、乾式加圧成形体 1 0 を囲むように形成されれば、これに限られず、例えば、その少なくとも一部が外装袋 3 0 の端部まで到達しないこととしてもよい。

30

【 0 0 6 3 】

外装袋 3 0 に折返し部 3 1 及び中間部 3 2 を形成することによって、被覆材 2 0 の外周端部 2 1 に繊維のほつれが生じることを効果的に回避することができるとともに、乾式加圧成形体 1 0 に由来する粉塵が当該外装袋 3 0 から外部に漏洩することを効果的に防止することができる。

【 0 0 6 4 】

このような乾式加圧成形体 1 0 及び外装袋 3 0 を有する断熱材 1 の形状及びサイズは、当該断熱材 1 を施工すべき表面（例えば、湾曲した表面）の形状等、その施工条件に応じて適宜決定することができる。すなわち、断熱材 1 は、例えば、図 1 ~ 図 6 に示すように、乾式加圧成形体 1 0 の形状に対応した板状体（いわゆるパネル型製品）とすることができる。

40

【 0 0 6 5 】

断熱材 1 の厚さは、特に限られないが、例えば、3 0 mm 以下とすることができる。より具体的に、断熱材 1 の厚さは、例えば、2 mm 以上、3 0 mm 以下とすることができ、5 mm 以上、2 5 mm 以下とすることが好ましい。断熱材 1 の厚さがこれらの範囲であることにより、当該断熱材 1 を変形させた場合における不具合の発生を特に効果的に抑制することができる。

【 0 0 6 6 】

50

本実施形態に係る断熱材 1 の製造方法（以下、「本方法」という。）は、乾式加圧成形体 10 と、当該乾式加圧成形体 10 を収容する外装袋 30 と、を有する断熱材 1 を製造する方法であって、平均粒径が 50 nm 以下の金属酸化物微粒子を 65 質量%超、90 質量%未満、輻射散乱材を 5 質量%超、30 質量%未満及び補強繊維を 2 質量%以上、20 質量%以下含む原料粉体を、繊維製の被覆材 20 で形成された当該外装袋 30 に充填し、当該外装袋 30 内の当該原料粉体を乾式加圧成形して当該乾式加圧成形体 10 を形成することを含む。

【0067】

すなわち、本方法においては、まず、金属酸化物微粒子、輻射散乱材及び補強繊維を上記の特定の配合比率で乾式にて混合することにより、原料粉体を調製する。具体的に、例えば、金属酸化物微粒子の乾燥粉体と、輻射散乱材の乾燥粉体と、補強繊維の乾燥粉体とを、所定の混合装置を使用して乾式混合する。

10

【0068】

一方、被覆材 20 の外周端部 21 を縫合することにより、一部が開いた外装袋 30 を形成する。すなわち、図 1 ~ 図 6 に示す例においては、第一折返し部 31 a が形成される 1 辺が開き、他の 3 辺が封止された外装袋 30 を形成する。

【0069】

次いで、この外装袋 30 の開口部分から、当該外装袋 30 内に上述の原料粉体を入れる。そして、乾式のプレス成形により、外装袋 30 内に充填された原料粉体を圧縮成形することで、当該外装袋 30 内において所定の形状及びサイズを有する板状の乾式加圧成形体 10 を形成する。その後、外装袋 30 の開口部分を封止して、断熱材 1 を得る。

20

【0070】

なお、乾式加圧成形を行う温度は、特に制限はないが、例えば、5 以上、60 以下の温度で行うことができる。また、原料粉体の混合及び成形を乾式で行うことにより、湿式の場合に比べて、当該原料粉体の管理が容易となり、また、断熱材 1 の製造に要する時間を効果的に短縮することができる。

【0071】

また、本実施形態に係る本方法は、被覆材 20 の外周端部 21 を折返して縫合することにより外装袋 30 の折返し部 31 を形成するとともに、当該被覆材 20 の当該乾式加圧成形体 10 と当該折返し部 31 との間の部分を縫合することをさらに含む。すなわち、本方法においては、乾式加圧成形体 10 を囲む二重の縫目 40, 41 を形成するように、被覆材 20 の折返された外周端部 21 と、当該被覆材 20 の当該乾式加圧成形体 10 を囲む部分と、を縫合する。

30

【0072】

具体的に、図 1 ~ 図 6 に示す例においては、外装袋 30 に原料粉体を充填する前に、封止された第二折返し部 31 b 及び第三折返し部 31 c と、開口した第一折返し部 31 a と、を有する外装袋 30 を形成する。すなわち、例えば、まず 1 枚の被覆材 20 を折り畳み、次いで、乾式加圧成形体 10 が形成されるべき範囲の外周の一部を縫合して第二中間部 32 b 及び第三中間部 32 c を形成する。さらに、第二中間部 32 b 及び第三中間部 32 c に対応する被覆材 20 の外周端部 21 を折返すとともに縫合して、第二折返し部 31 b 及び第三折返し部 31 c を形成する。また、残りの外周端部 21 において、図 4 に示すように上外周端部 21 a 及び下外周端部 21 b をそれぞれ縫合し、外装袋 30 の開口部として第一折返し部 31 a を形成する。

40

【0073】

そして、外装袋 30 の開口する第一折返し部 31 a から、当該外装袋 30 に原料粉体を充填するとともに、当該外装袋 30 内の原料粉体に乾式加圧成形を施して、乾式加圧成形体 10 を形成する。その後、乾式加圧成形体 10 と第一折返し部 31 a との間を縫合して第一中間部 32 a を形成することにより、外装袋 30 の開口部を封止する。この結果、外装袋 30 内に封入された乾式加圧成形体 10 を有する断熱材 1 が得られる。

【0074】

50

本発明によれば、変形させた場合における不具合の発生が効果的に抑制された断熱材 1 及びその製造方法を提供することができる。すなわち、上述した断熱材 1 は、優れた断熱性と、変形させて使用した場合（例えば、湾曲した表面に沿った施工した場合）であっても不具合（例えば、乾式加圧成形体 10 の崩壊や、これに伴う発塵）を生じない優れた強度及び柔軟性と、を兼ね備えている。

【0075】

具体的に、例えば、断熱材 1 の乾式加圧成形体 10 は、上述した特定の配合比率で金属酸化物微粒子、輻射散乱材及び補強繊維を含むことにより、優れた断熱性を維持しつつ、変形した場合においても、崩壊等の不具合を生じにくい。

【0076】

このため、断熱材 1 は、例えば、いわゆるキルティング製品とする必要がない。すなわち、断熱材 1 においては、乾式加圧成形体 10 及び外装袋 30 を貫通する縫合（キルティング加工）を行う必要がない。また、断熱材 1 は、いわゆるスラット製品とする必要がない。すなわち、断熱材 1 においては、乾式加圧成形体 10 を離隔して配置される複数の部分に分割する必要がない。

【0077】

また、例えば、外装袋 30 が折返し部 31 及び中間部 32 を有することにより、被覆材 20 の外周端部 21 における繊維のほつれを効果的に回避できるとともに、変形した乾式加圧成形体 10 に由来する粉塵が外装袋 30 外に漏洩することを効果的に防止することができる。

【0078】

したがって、断熱材 1 は、一般工業炉や燃料電池の改質器等、様々な構造物の湾曲した表面や凹凸の形成された表面において、不具合の発生を効果的に回避しつつ優れた断熱性を発揮することができる。

【0079】

次に、本実施形態に係る具体的な実施例について説明する。

【実施例 1】

【0080】

[断熱材の製造]

金属酸化物微粒子として、一次粒子の平均粒径が約 13 nm の無水シリカ微粒子（親水性フュームドシリカ微粒子）を使用した。輻射散乱材として、平均粒径 1.8 μm の炭化珪素（SiC）を使用した。補強繊維として、平均繊維径 11 μm、平均繊維長 6 mm の E ガラス繊維を使用した。被覆材 20 として、サイズが 885 mm × 1640 mm、厚さ 0.27 mm、坪量が 314 g/m² の E ガラス繊維製の織布（ガラスクロス）を使用した。縫合糸として、平均径が約 1 mm のガラス繊維糸を使用した。

【0081】

これらの材料を使用して、断熱材 1 を製造した。すなわち、上述したシリカ微粒子、炭化珪素及びガラス繊維を混合装置に投入し、乾式混合することにより、当該シリカ微粒子、炭化珪素及びガラス繊維を所定の比率で含み、結合剤を含まない原料粉体を得た。

【0082】

一方、ガラスクロスから、開口部を有する外装袋 30 を形成した。すなわち、1 枚のガラスクロスを折り畳むことにより重ね合わされる 3 辺の外周端部 21 の全てを折返し、これらのうち 2 辺においては、折返された外周端部 21 を縫合糸で縫合して折返し部 31 及び中間部 32 を形成し、他の 1 辺においては、原料粉体を入れるための開口部を形成するように上外周端部 21 a 及び下外周端部 21 b のそれぞれを縫合糸で縫合した（図 4 参照）。

【0083】

そして、この外装袋 30 内に適量の原料粉体を充填した。次いで、外装袋 30 内の原料粉体に乾式プレスを施すことにより、当該外装袋 30 内に収容された板状の乾式加圧成形体 10（サイズは、約 800 mm × 約 850 mm、厚さ約 10 mm）を形成した。なお、

10

20

30

40

50

乾式プレス成形においては、乾式加圧成形体 10 の嵩密度が 250 kg/m^3 となるようにプレス圧を調節した。

【0084】

その後、開口部を構成する 1 辺において、乾式加圧成形体 10 と折返し部 31 との間を縫合して中間部 32 を形成することにより、外装袋 30 を封止した。こうして、シリカ微粒子、炭化珪素及びガラス繊維を含む板状の乾式加圧成形体 10 と、ガラス繊維系で縫合された折返し部 31 及び中間部 32 を有するガラス繊維製の外装袋 30 と、を有する厚さ 10 mm の断熱材 1 を得た。

【0085】

なお、断熱材 1 としては、乾式加圧成形体 10 におけるシリカ微粒子及び炭化珪素の含有量が異なる（シリカ微粒子の含有量が 65 ~ 95 質量%、炭化珪素の含有量が 0 ~ 30 質量%、ガラス繊維の含有量が 5 質量%）7 種類を製造した。

10

【0086】

[熱伝導率の評価]

乾式加圧成形体 10 の 600 における熱伝導率を周期加熱法にて測定した。すなわち、上述のように外装袋 30 内で乾式加圧成形体 10 を形成した後、当該外装袋 30 から当該乾式加圧成形体 10 を取り出し、当該乾式加圧成形体 10 の熱伝導率を測定した。

【0087】

具体的に、乾式加圧成形体 10 から切り出した所定サイズの試験体内に温度波を伝播させ、その伝播時間から熱拡散率を測定した。そして、この熱拡散率と、別途測定した比熱及び密度と、から熱伝導率を算出した。なお、温度波としては、温度振幅が約 4 、周期が約 1 時間である温度の波を使用した。また、試験体内の 2 つの地点を温度波が通過するのに要する時間を伝播時間とした。

20

【0088】

[圧縮強度の評価]

乾式加圧成形体 10 の圧縮強度を、万能試験装置（テンシロン RTC - 1150 A、株式会社オリエンテック）を用いて測定した。すなわち、まず、上述の熱伝導率の測定と同様に、乾式プレス成形後に乾式加圧成形体 10 を外装袋 30 から取り出し、当該乾式加圧成形体 10 から寸法 30 mm × 15 mm × 厚さ 25 mm の試験体を切り出した。次いで、この試験体のプレス面（30 mm × 15 mm）に対して垂直方向に（すなわち、当該試験体の当該プレス面に垂直な表面（15 mm × 25 mm）に対して）荷重を負荷した。

30

【0089】

そして、試験体が破断したときの荷重（最大荷重）（N）を、荷重を負荷した表面（プレス面に垂直な表面）の面積（ m^2 ）で除した値を圧縮強度（MPa）として評価した。

【0090】

[巻き付け施工試験]

湾曲した表面への施工における断熱材 1 の適性を評価するため、図 7 に示すような巻き付け施工試験を行った。すなわち、まず、断熱材 1 を施工する構造物として、直径が 500 mm の鉄製の円筒体 50 を準備した。

【0091】

次いで、図 7 に示すように、断熱材 1 を、その長手方向に湾曲させながら、円筒体 50 の外周面 51（円筒側面）に巻き付けた。巻き付けられた断熱材 1 は、不図示のポリプロピレン製バンドで締め付けて固定した。

40

【0092】

そして、円筒体 50 の外周面 51 に対する断熱材 1 の巻き付け性（フィッティング性）を目視で評価した。

【0093】

[評価結果]

図 8 には、7 種類の断熱材 1 のそれぞれについて、乾式加圧成形体 10 におけるシリカ微粒子、炭化珪素及びガラス繊維の含有量（質量%）と、当該乾式加圧成形体 10 の熱伝

50

導率 ($W / (m \cdot K)$) 及び圧縮強度 (MPa) と、当該断熱材 1 の巻き付け性及び総合評価と、を示す。

【 0 0 9 4 】

なお、図 8 の「熱伝導率」欄、「圧縮強度」欄及び「巻き付け性」欄において、二重丸印 () は特性が極めて優れていたことを示し、丸印 () は特性が優れていたことを示し、三角印 () は特性が実用上は十分であったことを示し、バツ印 (×) は特性が不十分であったことを示している。

【 0 0 9 5 】

また、「総合評価」欄において、丸印 () は断熱材 1 の特性が総合的に優れていたことを示し、三角印 () は断熱材 1 の特性が総合的に実用上は十分であったことを示し、バツ印 (×) は断熱材 1 の特性が総合的に不十分であったことを示している。

10

【 0 0 9 6 】

図 8 に示すように、乾式加圧成形体 1 0 におけるシリカ微粒子の含有量が 6 5 質量 % の場合には、圧縮強度が不十分で、且つ断熱材 1 と円筒体 5 0 との間に隙間が形成される等、巻き付け性も不十分であり、その結果、総合的に特性が不十分と評価された。

【 0 0 9 7 】

また、乾式加圧成形体 1 0 における炭化珪素の含有量が 0 質量 % 及び 5 質量 % の場合には、当該乾式加圧成形体 1 0 の熱伝導率が大きく断熱性が不十分であり、その結果、総合的に特性が不十分と評価された。

【 0 0 9 8 】

これらに対し、乾式加圧成形体 1 0 におけるシリカ微粒子の含有量が 7 0 ~ 8 5 質量 % 及び炭化珪素の含有量が 1 0 ~ 2 5 質量 % の場合には、当該乾式加圧成形体 1 0 の熱伝導率が小さく断熱性は十分であり、且つ圧縮強度が大きく強度も十分である上に、断熱材 1 と円筒体 5 0 との間にはほとんど隙間が形成されず、巻き付け性も良好であった。その結果、この場合の断熱材 1 の特性は総合的に実用上、十分なものと評価された。

20

【 0 0 9 9 】

このように、乾式加圧成形体 1 0 におけるシリカ微粒子、炭化珪素及び補強繊維の含有量を特定の範囲とすることによって、断熱性、強度及び柔軟性の全てを十分に兼ね備えた断熱材 1 を実現できることが確認された。

【 実施例 2 】

30

【 0 1 0 0 】

[断熱材の製造]

上述の実施例 1 と同様に、シリカ微粒子 7 5 質量 %、炭化珪素 2 0 質量 % 及びガラス繊維 5 質量 % を含み結合剤を含まない板状の乾式加圧成形体 1 0 からなる基材と、ガラス繊維糸で縫合された折返し部 3 1 及び中間部 3 2 を有するガラス繊維製の外装袋 3 0 と、を有し、厚さが 1 0 mm、1 5 mm 又は 2 0 mm の 3 種類の断熱材 1 を製造した。

【 0 1 0 1 】

[巻き付け施工試験]

上述の実施例 1 と同様に、直径が 4 0 0 mm、5 0 0 mm 又は 6 0 0 mm の 3 種類の鉄製の円筒体 5 0 のそれぞれに、断熱材 1 を巻き付けた。そして、上述の実施例 1 と同様に、円筒体 5 0 の外周面 5 1 に対する断熱材 1 の巻き付け性 (フィッティング性) を目視で評価した。

40

【 0 1 0 2 】

さらに、断熱材 1 を円筒体 5 0 から取り外し、その外装袋 3 0 をカッターで切断して基材 (乾式加圧成形体 1 0) を露出させ、当該基材の状態を目視で観察した。

【 0 1 0 3 】

また、比較の対象として、シリカ微粒子 6 0 ~ 6 5 質量 %、チタニア 3 0 ~ 3 5 質量 % 及びアルミナ繊維 2 ~ 3 質量 % を含む板状の成形体からなる基材と、当該成形体を収容するガラス繊維製の外装袋と、を有し、厚さが 1 0 mm、1 5 mm 又は 2 0 mm の 3 種類の市販の断熱材 (マイクロサームパネル、日本マイクロサーム株式会社製) についても、同

50

様の巻き付け施工試験を行った。なお、この市販の断熱材の外装袋の外周端部は折返されることなく縫合され、当該外周端部には成形体を囲むように一重の縫目のみが形成されていた。

【0104】

[評価結果]

図9には、3種類の断熱材1(図9に示す「実施例」)及び3種類の市販断熱材(図9に示す「比較例」)のそれぞれについて、3種類の円筒体50を使用した巻き付け施工試験において、当該断熱材の巻き付け性と、取り外し後の基材の状態と、を評価した結果を示す。

【0105】

なお、図9の「巻き付け性(フィット性)」欄において、二重丸印()は、断熱材が円筒体50の外周面51に沿って隙間なく配置され、巻き付け性が極めて優れていたことを示し、丸印()は、断熱材と円筒体50の外周面51との間に僅かな隙間が形成されていたが巻き付け性は優れていたことを示し、三角印()は、断熱材と円筒体50の外周面51との間に隙間は形成されていたが巻き付け性は実用上は十分であったことを示し、バツ印(x)は、断熱材と円筒体50の外周面51との間に大きな隙間が形成されて巻き付け性は不十分であったことを示している。

【0106】

また、「取り外し後の基材の状態」欄において、二重丸印()は、基材に亀裂等の不具合は全く生じておらず、巻き付け施工後の状態は極めて良好であったことを示し、丸印()は、基材に僅かな亀裂は認められたものの、巻き付け施工後の状態は良好であったことを示し、三角印()は、基材の一部が崩壊しており、巻き付け施工後の状態は不良であったことを示し、バツ印(x)は、基材の大部分が崩壊しており、巻き付け施工後の状態は極めて不良であったことを示している。

【0107】

図9に示すように、比較例に係る3種類の市販の断熱材は、いずれも巻き付け施工後の基材の一部又は大部分が崩壊していた。このような基材の崩壊は、断熱性の著しい低下や発塵等の不具合をもたらすものである。

【0108】

これに対し、実施例に係る3種類の断熱材1は、いずれも巻き付け性及び巻き付け施工後の基材の状態が良好であった。すなわち、これらの断熱材1は、構造物の表面に沿って湾曲して施工された場合であっても、断熱性の低下や発塵等の不具合を生じることなく、優れた断熱性を発揮できることが確認された。

【符号の説明】

【0109】

1 断熱材、10 乾式加圧成形体、20 被覆材、21 外周端部、21a 上外周端部、21b 下外周端部、30 外装袋、31 折返し部、31a 第一折返し部、31b 第二折返し部、31c 第三折返し部、32 中間部、32a 第一中間部、32b 第二中間部、32c 第三中間部、40 外側縫目、40a 第一外側縫目、40b 第二外側縫目、40c 第三外側縫目、41 内側縫目、41a 第一内側縫目、41b 第二内側縫目、41c 第三内側縫目、50 円筒体 51 外周面。

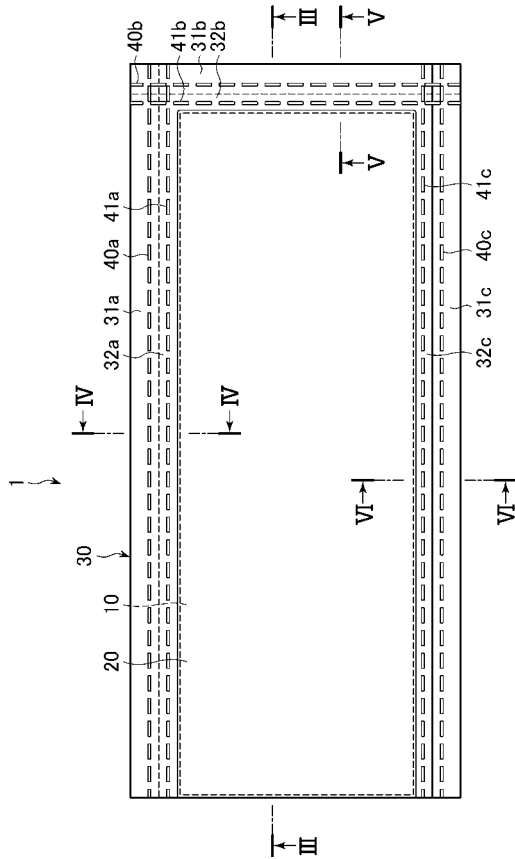
10

20

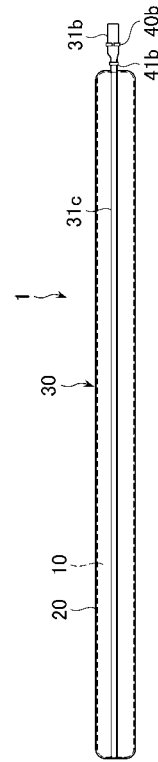
30

40

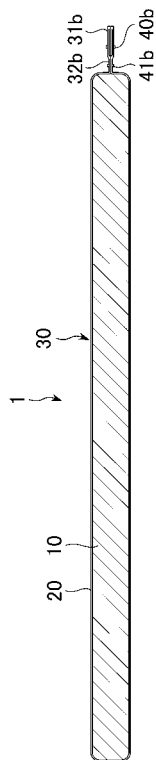
【 図 1 】



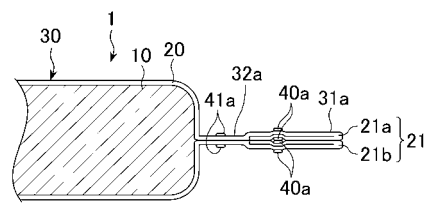
【 図 2 】



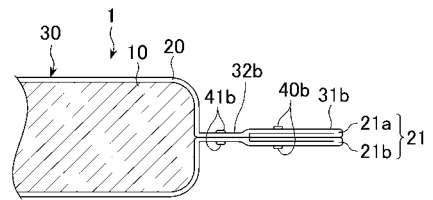
【 図 3 】



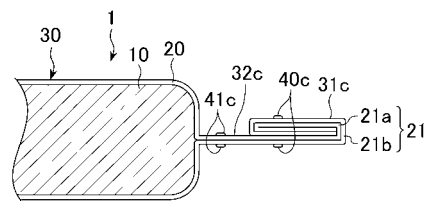
【 図 4 】



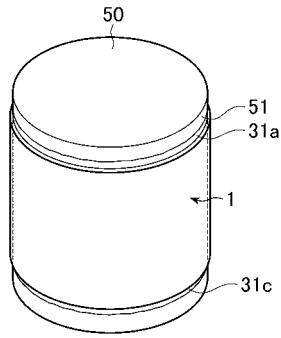
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

含有量 (質量%)	シリカ微粒子	95	90	85	80	75	70	65
	炭化珪素	0	5	10	15	20	25	30
	ガラス繊維	5	5	5	5	5	5	5
特性	熱伝導率 (W/m・K)	0.056 ×	0.048 ×	0.042 △	0.038 △	0.035 ○	0.035 ○	0.035 ○
	圧縮強度 (MPa)	0.44 ○	0.43 ○	0.40 ○	0.37 ○	0.35 ○	0.30 △	0.22 ×
	巻き付け性	◎	◎	○	○	○	△	×
	総合評価	×	×	△	△	○	△	×

【 図 9 】

試験体	厚さ	評価項目	円筒体の直径		
			400mm	500mm	600mm
実施例	10mm	巻き付け性(フィッティング性)	◎	◎	◎
		取り外し後の基材の状態	○	○	◎
	15mm	巻き付け性(フィッティング性)	◎	◎	◎
		取り外し後の基材の状態	○	○	○
20mm	巻き付け性(フィッティング性)	◎	◎	◎	
	取り外し後の基材の状態	○	○	○	
比較例	10mm	巻き付け性(フィッティング性)	◎	◎	◎
		取り外し後の基材の状態	×	△	△
	15mm	巻き付け性(フィッティング性)	○	◎	◎
		取り外し後の基材の状態	×	△	△
	20mm	巻き付け性(フィッティング性)	×	△	△
		取り外し後の基材の状態	×	×	×

フロントページの続き

(72)発明者 前田 健

東京都港区芝大門1丁目1番26号 ニチアス株式会社内

Fターム(参考) 3H036 AB13 AB15 AC01