(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2011-73959
(P2011-73959A)
(43)公開日　平成23年4月14日(2011.4.14)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C04B 38/00	(2006.01)	C04B	38/00	301A	4G019
B28B 11/00	(2006.01)	B28B	11/00	Z	4G055
B28B 23/00	(2006.01)	B28B	23/00		4G058

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 13 頁）

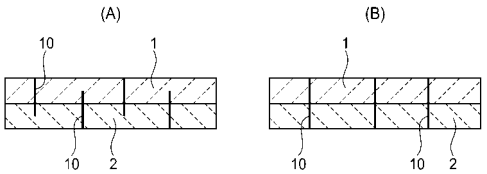
(21)出願番号　特願2010-187403 (P2010-187403)
(22)出願日　平成22年8月24日 (2010.8.24)
(31)優先権主張番号　特願2009-202742 (P2009-202742)
(32)優先日　平成21年9月2日 (2009.9.2)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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　100105647
弁理士　小栗　昌平
(74)代理人　100105474
弁理士　本多　弘徳
(74)代理人　100108589
弁理士　市川　利光
(72)発明者　後藤　嘉彦
東京都港区芝大門一丁目１番２６号　ニチアス株式会社内
(72)発明者　伊藤　泰男
東京都港区芝大門一丁目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

(57)【要約】
【課題】ナノ無機粒子の持つ高い断熱性能を発現でき、取り扱い性や加工性、施工性に優れる断熱材を提供する。
【解決手段】ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体と、前記第１の成形体の少なくとも一方の面に積層され、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体と、前記第１の成形体と前記第２の成形体とを連結する連結部材とを備えることを特徴とする断熱材。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体と、前記第１の成形体の少なくとも一方の面に積層され、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体と、前記第１の成形体と前記第２の成形体とを連結する連結部材とを備えることを特徴とする断熱材。
【請求項２】
連結部材が、棒状体または線状体であることを特徴とする請求項１記載の断熱材。
【請求項３】
連結部材が、カーボンまたはガラスを含むことを特徴とする請求項１または２記載の断熱材。
【請求項４】
連結部材が、第１の成形体と第２の成形体との界面に対して垂直に、または傾斜して埋め込まれていることを特徴とする請求項１～３の何れか１項に記載の断熱材。
【請求項５】
ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体の少なくとも一方の面に、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体を積層し、棒状または線状の連結部材を差し込んで前記第１の成形体と前記第２の成形体とを連結することを特徴とする断熱材の製造方法。
【請求項６】
連結部材を、第１の成形体と第２の成形体との界面に対して垂直に、または傾斜して差し込むことを特徴とする請求項５記載の断熱材の製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、フュームドシリカといったナノ無機粒子を含む低熱伝導率の断熱材に関する。
【背景技術】
【０００２】
建材や配管、工業炉や焼却炉等では断熱材が使用されているが、より断熱性能に優れ、軽量・薄肉化できることからフュームドシリカを含有する断熱材が使用されるようになってきている。フュームドシリカは、気相法により作られた平均粒径５０ｎｍ以下のシリカ超微粉末であり、常温（２５℃）での熱伝導率が０．０１Ｗ／ｍ・Ｋ程度の低熱伝導材料である。また、フュームドシリカは、分子間力等により会合して直径数十ｎｍ～数μｍの二次粒子を形成し、その際にリング内径が０．１μｍ以下の空間が多数形成される。このような空間は伝熱媒体となる空気の平均自由行程よりも小さいため、フュームドシリカを通じての伝熱を大幅になくすことができる。
【０００３】
こうしたフュームドシリカを含有する断熱材は、バインダーを添加しないで製造することが一般的である。バインダーの添加により、バインダー自体が伝熱パスとなってしまい、熱伝導率が高くなってしまうからである。そのため強度が通常の断熱材と比較して非常に小さく、取り扱い性や加工性、施工性が悪かった。そこで、本出願人は先に、バインダーを用いることなく、フュームドシリカを無機繊維に付着させた断熱材料からなる断熱材を提案している（特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００４－３５３１２８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】

しかしながら、特許文献１に記載の断熱材においても、無機繊維からフュームドシリカが離脱して粉落ちを起こすことがあり、取り扱い性や加工性、施工性において更なる改善が望まれている。

【０００６】

そこで本発明は、フュームドシリカの持つ高い断熱性能を発現でき、取り扱い性や加工性、施工性に優れる断熱材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】

上記目的を達成するために本発明は、下記の積層断熱材を提供する。

（１）ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体と、前記第１の成形体の少なくとも一方の面に積層され、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体と、前記第１の成形体と前記第２の成形体とを連結する連結部材とを備えることを特徴とする断熱材。

（２）連結部材が、棒状体または線状体であることを特徴とする上記（１）記載の断熱材。

（３）連結部材が、カーボンまたはガラスを含むことを特徴とする上記（１）または（２）記載の断熱材。

（４）連結部材が、第１の成形体と第２の成形体との界面に対して垂直に、または傾斜して埋め込まれていることを特徴とする上記（１）～（３）の何れか１項に記載の断熱材。

（５）ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体の少なくとも一方の面に、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体を積層し、棒状または線状の連結部材を差し込んで前記第１の成形体と前記第２の成形体とを連結することを特徴とする断熱材の製造方法。

（６）連結部材を、第１の成形体と第２の成形体との界面に対して垂直に、または傾斜して差し込むことを特徴とする上記（５）記載の断熱材の製造方法。

【発明の効果】

【０００８】

本発明の断熱体は、第１の成形体のフュームドシリカといったナノ無機粒子による優れた断熱性を確保しつつ、第２の成形体を介添えしたことにより取り扱い性や加工性、施工性が高まる。

【０００９】

また、製造も、第１の成形体と第２の成形体とを積層し、ピン等の棒状または線状の連結部材を差し込むだけでよく、極めて簡易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の断熱材の一例（２層構造）を示す断面図である。

【図２】連結部材の差し込み角度を示す図である。

【図３】連結部材の差し込み部分の変更例を示す図である。

【図４】第１の成形体を被覆材で被覆した例を示す断面図である。

【図５】本発明の断熱材の他の例（３層構造）を示す断面図である。

【図６】図５に示す3層構造の断熱材における連結部材の差し込み部分の変更例を示す図である。

【図７】図５に示す3層構造の断熱材における連結部材の差し込み部分の変更例を示す図である。

【図８】図５に示す3層構造の断熱材における連結部材の差し込み部分の変更例を示す図である。

【図９】図５に示す3層構造の断熱材における連結部材の差し込み部分の変更例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明に関して図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明は、本実施形態に

限られるものではない。

【００１２】

本発明の積層断熱材は、図１（Ａ）、（Ｂ）に断面図にて示すように、ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体１と、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体２とを積層し、棒状または線状の連結部材１０で連結したものである。ここで、本発明において、曲げ強度は、例えばＪＩＳＡ ９５１０に準じて測定されればよい。尚、同図の（Ａ）、（Ｂ）は連結部材１０による連結方法が異なるだけであり、（Ａ）では第１の成形体１と第２の成形体２とを積層した高さ（全厚）よりも短い連結部材１０を、所定間隔で、表裏面に交互に差し込んだ例を示しており、（Ｂ）は全厚と一致、もしくは若干短い連結部材１０を所定間隔で差し込んだ例を示している。

【００１３】

ここで、ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体１と、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上である第２の成形体２を積層するにあたって、例えば、公知の接着剤により固定するといった技術も考えられる。しかしながら、接着剤に含まれる水のような極性の大きな液体により、第１の成形体１に含まれる例えばフュームドシリカといったナノ無機粒子が急激に凝集してしまうため、第１の成形体１の表面に亀裂や陥没といった変形が発生することが懸念される。

【００１４】

また、第１の成形体１にはバインダーが含まれず、圧縮成形されているだけであり、強度が著しく弱く、表面が粉っぽいので、たとえ接着剤により固定できたとしても、接着剤が浸透した箇所と浸透していない箇所との界面ではがれやすく、わずかな力により簡単に剥離してしまう。

【００１５】

連結部材１０としては、鉄やステンレス、アルミニウムといった金属やセラミックス、カーボン、樹脂、繊維強化プラスチック（以下、ＦＲＰともいう。）、ガラスからなる棒状体または線状体を用いることができ、成形したものでもよく、細線を拠って１本の太線としたものでもよい。中でも、高強度で弾性が高く、自身を通じて伝熱しないように熱伝導度が低いほど好ましく、カーボン製やガラス製、あるいはカーボンやガラスを含むことがより好ましい。カーボンやガラスを含む連結部材は、例えばカーボン繊維やガラス繊維を樹脂バインダーで固めたカーボン繊維製ＦＲＰロッドやガラス繊維製ＦＲＰロッドといったＦＲＰロッドであってもよい。

【００１６】

連結部材１０は、例えば所望形状の断面が連続した軸部を備えていればよい。軸部の断面形状は特に制限はないが、円形、楕円形、長方形、正方形といった形状が挙げられる。こうした軸部の太さ（最も長い径）には制限はないが、第１の成形体１と第２の成形体２とが剥がれないようにある程度の太さが必要であり、０．２～４ｍｍあればよく、好ましくは０．５～２ｍｍ、より好ましくは０．８～１．２ｍｍである。また、連結部材１０は、釘のように、軸部の一方に尖った先端部が形成されていてもよいし、もう一方に軸部の断面より断面積の大きい頭部が形成されていてもよい。

【００１７】

連結部材１０の曲げ強度は、特に制限はないが、１０ＭＰａ以上、好ましくは２０ＭＰａ以上、さらに好ましくは３０ＭＰａ以上であればよく、１００ＭＰａ以上、５００ＭＰａ以上であってもよい。こうした曲げ強度を備えていれば、第１の成形体１および第２の成形体２に差し込んだ際に不具合なく使用できる。

【００１８】

連結部材１０の密度、即ち単位面積当たりの本数には制限は無く、第１の成形体１と第２の成形体２とが積層状態を保持できればよく、必要以上に設けると断熱性能の低下を招くだけであることから、４～１２０本／m^2が適当であり、好ましくは、９～９０本／m^2、さらに好ましくは、１６～８０本／m^2、より好ましくは、２５～７５本／m^2である。

【００１９】
また、連結部材１０の差し込み様式は、図１に示すように第１の成形体１と第２の成形体２との界面に対し垂直にする他、図２に示すように斜めに差し込んでもよい。尚、傾斜角度θには制限はなく、例えば０°～５０°であればよく、好ましくは１°～４５°、より好ましくは５°～３０°であればよい。また、連結部材毎に傾斜角度が異なっていてもよい。また、連結部材１０と連結部材１０との間隔は、特に制限はないが、例えば１０～４０ｍｍであればよい。
【００２０】
また、図３に示すように、第２の成形体２の表面に凹部５を設け、凹部５に連結部材１０を差し込んだ後、凹部５を充填材６で充填することもできる。これにより、棒状または線状の連結部材１０が突出することがなく、加工作業や施工作業を安全に行うことができる。
【００２１】
ナノ無機粒子としては、例えば、その一次粒子の平均直径が１～１００ｎｍの範囲のものを用いることができる。ナノ無機粒子の一次粒子の平均直径は、好ましくは１～５０ｎｍの範囲とすることができ、より好ましくは１～２５ｎｍの範囲とすることができ、さらに好ましくは１～１５ｎｍの範囲とすることができ、特に好ましくは１～１０ｎｍの範囲とすることができる。なお、この平均直径は、ナノ粒子の真密度（ｇ／m^3）を「ａ」、ナノ無機粒子の比表面積（m^2／ｇ）を「Ｓ」とした場合に、式「Ｄ＝６／（ａ×Ｓ）」で算出される換算粒子直径Ｄ（ｍ）である。例えば、シリカの真密度は２．２×10^6ｇ／m^3であるため、比表面積が３００m^2／ｇであるシリカナノ粒子の平均直径（換算粒子径）は約９ｎｍと算出される。
【００２２】
平均直径が１００ｎｍ以下の一次粒子は、集合して二次粒子を形成することができる。このため、ナノ無機粒子を圧縮成形してなる第１の成形体は、ナノ無機粒子の二次粒子の集合体となる。そして、一次粒子の平均直径が小さいナノ粒子を用いることにより、二次粒子内に形成される空隙のサイズを低減することができる。さらに、この空隙のサイズを低減することにより、第１の成形体内における空気の対流を効果的に防止することができる。したがって、例えば、一次粒子の平均直径が１０ｎｍ未満であるナノ粒子を圧縮成形してなる第１の成形体は、優れた断熱性を有することができる。
【００２３】
ナノ無機粒子としては、例えば、シリカ、アルミナ、酸化チタン等の金属酸化物からなるナノ無機粒子を好ましく用いることができる。中でも、シリカからなるナノ粒子（シリカナノ粒子）を用いることにより、第１の成形体の断熱性を効果的に高めることができる。したがって、シリカナノ粒子を圧縮成形してなる第１の成形体は、特に優れた断熱性を有することができる。
【００２４】
シリカナノ粒子としては、気相法により製造される乾式シリカ（いわゆるフュームドシリカ）、又は液相法により製造される湿式シリカを好ましく用いることができる。乾式シリカとしては、その表面にシラノール基等の親水基を豊富に有する親水性フュームドシリカ、又は当該親水性フュームドシリカの表面に疎水化処理を施すことにより製造される疎水性フュームドシリカを用いることができる。疎水性フュームドシリカを圧縮成形してなる第１の成形体は、親水性フュームドシリカを圧縮成形してなる成形体に比べて、吸湿による断熱性の低下が起こりにくい。
【００２５】
また、第１の成形体は、ナノ無機粒子に加えて、繊維材料をさらに含有することができる。第１の成形体が繊維材料を含有する場合、繊維材料は、例えば、第１の成形体内において、分散され、不規則に配向した繊維とすることができる。このような繊維としては、無機材料からなる繊維（無機繊維）、又は有機材料からなる繊維（有機繊維）を用いることができる。

【００２６】
無機繊維としては、例えば、ガラス繊維、シリカ－アルミナ繊維、アルミナ繊維、シリカ繊維、ジルコニア繊維、アルカリケイ酸塩繊維等を用いることができる。有機繊維としては、例えば、アラミド繊維、カーボン繊維、ポリエステル繊維を用いることができる。これらの繊維は、複数種を併用してもよい。
【００２７】
また、第１の成形体に含有される繊維としては、例えば、繊維の直径（繊維径）が一定の長繊維（フィラメント）を所定長さに切断して製造されるチョップド繊維を用いることができる。具体的には、例えば、チョップドガラス繊維を用いることができる。チョップド繊維としては、例えば、平均繊維径が３～１５μｍの範囲で平均長さが１～２０ｍｍの範囲のものを用いることができ、好ましくは平均繊維径が６～１２μｍの範囲で平均長さが３～９ｍｍの範囲のものを用いることができる。
【００２８】
上述のような繊維を用いることにより、第１の成形体において、当該成形体を断裂させるような亀裂の発生を効果的に防止することができる。したがって、このような繊維を含有する第１の成形体は、その断熱性の低下を伴うことなく強度を向上させることができ、ハンドリング性を付与することができる。
【００２９】
また、第１の成形体に含有されるナノ無機粒子と繊維との比率は、当該成形体が備えるべき特性（例えば、断熱性、耐熱性、低発塵性）に応じて適宜設定することができる。すなわち、第１の成形体は、例えば、ナノ無機粒子を５０～９９重量％の範囲で含有するとともに繊維を１～５０重量％の範囲で含有することができ、好ましくはナノ無機粒子を７０～９９重量％の範囲で含有するとともに繊維を１～３０重量％の範囲で含有することができ、より好ましくはナノ無機粒子を８０～９９重量％の範囲で含有するとともに繊維を１～２０重量％の範囲で含有することができる。
【００３０】
繊維又はその集合体の熱伝導率は、ナノ無機粒子又はその集合体の熱伝導率に比べて大きいため、第１の成形体に含有される当該繊維の比率が増加すると、当該成形体の断熱性が低下する傾向がある。このため、第１の成形体は、上述のように、ナノ無機粒子を主成分として含有し、繊維を添加剤（副成分）として含有することが好ましい。第１の成形体に添加された繊維は、上述のとおり、当該成形体の断熱性を維持しつつ当該成形体にハンドリング性を付与することができる。
【００３１】
このようなナノ無機粒子としてのフュームドシリカと無機繊維とを含む第１の成形体１として、例えば、日本マイクロサーム株式会社製「マイクロサーム」を市場から入手することもできる。
【００３２】
また、第１の成形体は、赤外線反射剤又は赤外線吸収剤を含有することができる。赤外線反射剤は、赤外線を反射する特性を有するものであれば特に限られず、例えば、炭化珪素、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化鉄等の赤外線反射性材料を用いることができ、当該赤外線反射性材料の粒子（赤外線反射性粒子）を好ましく用いることができる。赤外線吸収剤は、赤外線を吸収する特性を有するものであれば特に限られず、例えば、カーボン、黒鉛等の黒色材料（赤外線吸収性材料）を用いることができ、当該赤外線吸収性材料の粒子（赤外線吸収性粒子）を好ましく用いることができる。こうした赤外線反射剤又は赤外線吸収剤の含有量は、例えば、５～４０重量％の範囲とすることができ、１０～３０重量％の範囲とすることが好ましい。
【００３３】
但し、ナノ無機粒子と繊維を併用すると、１００℃近辺以下で使用する場合は熱伝導率が小さくなるが、１００℃以上で使用する場合は赤外線反射剤又は赤外線吸収剤を添加することによって、熱伝導率が低くなり断熱性が向上する。断熱材は１００℃以上で使用す

る場合が殆どであるため、通常は赤外線反射剤又は赤外線吸収剤を添加する。しかし、赤外線反射剤又は赤外線吸収剤の量が多いと強度が小さくなり、ハンドリング性が悪くなるため第１の成形体におけるナノ無機粒子の含有量を５０質量％以上にすることが好ましく、６０質量％以上とすることがより好ましい。残部は繊維及び赤外線反射剤又は赤外線吸収剤の少なくとも一方であるが、目的とする断熱性能に応じて適宜選択される。こうした場合の好ましい配合比率は、ナノ無機粒子５０～７５質量％、無機繊維２～１５質量％、赤外線反射剤又は赤外線吸収剤１０～３５質量％である。

【００３４】

また、第１の成形体１は、（１）ナノ無機粒子単独、（２）ナノ無機粒子と繊維、（３）ナノ無機粒子と繊維及び赤外線反射剤又は赤外線吸収剤の少なくとも一方を併用する場合ともバインダーを用いることなく、圧縮成形だけで成形体とする。そのため、第１の成形体１は著しく強度が劣るが、例えば、曲げ強度０．１～０．３５ＭＰａであれば、ハンドリングできる。

【００３５】

第１の成形体１は、圧縮成形後の密度が１００～６００ｋｇ／ｍ^{3}であることが好ましく、１５０～４００ｋｇ／ｍ^{3}であることがより好ましく、２００～３００ｋｇ／ｍ^{3}であることがより好ましい。また、６００℃における熱伝導率が０．１Ｗ／ｍＫ以下であることが好ましく、０．０７Ｗ／ｍＫ以下であることがより好ましく、０．０５Ｗ／ｍＫ以下であることがさらに好ましい。さらに、８００℃における熱伝導率が０．１Ｗ／ｍＫ以下であることが好ましく、０．０７Ｗ／ｍＫ以下であることがより好ましく、０．０４Ｗ／ｍＫ以下であることがさらに好ましい。

【００３６】

第１の成形体１は上記の如く構成されるが、ナノ無機粒子としてのフュームドシリカの粉落ちを更に抑制するために、図４に示すように、ガラスクロスやセラミックスクロス等の被覆材３で包囲することもでき、特にナノ無機粒子単独の場合に有効である。尚、被覆材３で包囲する場合は、先端が細く尖った連結部材１０の方が差し込みしやすく、好ましい。

【００３７】

一方、第２の成形体２は、断熱材全体としての取り扱い性や加工性、施工性などを高めるための部材であり、曲げ強度が０．４ＭＰａ以上、好ましくは０．８ＭＰａ以上、さらに好ましくは１．０ＭＰａ以上であれば、その材質には制限はない。例えば、耐熱性や断熱性が要求される場合には、無機繊維や珪酸カルシウム等を含む成形体を使用できる。

【００３８】

また、第２の成形体は、無機繊維を主成分とする無機繊維質成形体であってもよい。例えば、無機繊維５０～９５質量％と、バインダー５～３０質量％と、無機粉末０～３０質量％、好ましくは５～３０質量部とを含む無機繊維質成形体であればよい。無機繊維としては、特に制限されず、例えば、ガラス繊維、グラスウール、ロックウール、アルミナ質繊維、ジルコニア質繊維、シリカ・アルミナ質繊維等が挙げられる。こうした無機繊維は、１種又は２種以上の組合わせのいずれでもよい。バインダーとしては、例えばコロイダルシリカ、アルミナゾル、ジルコニアゾル、チタニアゾルといった無機バインダーや、アクリル樹脂、澱粉、ポリアクリルアミドといった有機バインダーが挙げられる。こうしたバインダーは、１種又は２種以上の組合わせのいずれでもよい。

【００３９】

無機繊維質成形体には、必要に応じて無機粉末を添加することができる。無機粉末を添加することにより、耐火性が高くなる。こうした無機粉末としては、例えば、シリカ、アルミナ、ムライト、窒化ケイ素、炭化ケイ素、チタニア、ジルコニア等のセラミックス粉末、カーボンブラック等の炭素粉末等が挙げられ、これらのうち、好ましくはシリカ、アルミナ、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ムライト、チタニア、ジルコニア等のセラミックス粉末、カーボンブラック等の炭素粉末であり、特に好ましくはシリカ、アルミナ、窒化ケイ素、炭化ケイ素等のセラミックス粉末である。こうした無機粉末は、１種又は２種以上の

組合わせのいずれでもよい。

【００４０】

無機繊維質成形体の密度は特に制限はないが、１００～７００ｋｇ／ｍ^{3}であればよく、１５０～４００ｋｇ／ｍ^{3}であることが好ましく、２００～３００ｋｇ／ｍ^{3}であることがより好ましい。また、６００℃における熱伝導率が０．３Ｗ／ｍＫ以下であることが好ましく、０．２Ｗ／ｍＫ以下であることがより好ましく、０．１Ｗ／ｍＫ以下であることがさらに好ましい。

【００４１】

こうした無機繊維質成形体は、優れた断熱性を備え、単独で断熱材としても用いられ、例えば、ニチアス株式会社製「ファインフレックス１３００ハードボード」、「ＲＦボード」などを市場から入手することもできる。

【００４２】

また、第２の成形体は、珪酸カルシウムを主成分とする珪酸カルシウム質成形体であってもよい。本発明においては、珪酸カルシウムは、珪酸質原料（SiO_2）とカルシウム原料（ＣａＯ）を水の存在下で水熱反応せしめて生成した化合物であってもよい。その結晶として特に制限されないが、例えば、ゾノトライト結晶、トバモライト結晶、不定形Ｃ－Ｓ－Ｈ結晶等が挙げられる。特にゾノトライト結晶からなる成形体は軽量で比強度が非常に大きく、耐熱性と断熱性に優れているため好ましい。なお、こうした結晶の有無は、Ｘ線回析により各種結晶に特有の回析ピークが得られるため、第２の成形体の表面をＸ線回析すれば容易に判断することができる。

【００４３】

珪酸カルシウム質成形体は、珪酸カルシウム以外に、セメントや石膏といった補強材や、タルクや珪藻土、フライアッシュといった充填材、ガラス繊維やセラミック繊維、アルミナ繊維、ワラストナイト、パルプ、ポリプロピレン繊維、アラミド繊維、カーボン繊維といった補強繊維、マイクロシリカやパーライト、シラスバルーン、ガラスバルーンといった軽量骨材等が必要に応じて任意に添加配合されていてもよい。また、未反応のケイ酸質原料や石灰質原料を含んでいてもよい。

【００４４】

こうした珪酸カルシウム質成形体は、例えば、珪酸カルシウム１００質量部に対して、補強材０～２０質量部、好ましくは１０～２０質量部、充填材０～２０質量部、好ましくは０～１０質量部、補強繊維０～２０質量部、好ましくは５～１０質量部、軽量骨材０～２０質量部、好ましくは５～１０質量部を含む珪酸カルシウム質成形体であればよい。

【００４５】

こうした珪酸カルシウム質成形体の密度は特に制限はないが、５０～９００ｋｇ／ｍ^{3}であればよく、８０～６００ｋｇ／ｍ^{3}であることが好ましく、１００～４００ｋｇ／ｍ^{3}であることがより好ましい。また、６００℃における熱伝導率が０．２Ｗ／ｍＫ以下であることが好ましく、０．１８Ｗ／ｍＫ以下であることがより好ましく、０．１６Ｗ／ｍＫ以下であることがさらに好ましい。

【００４６】

こうした珪酸カルシウム質成形体は、軽量で、高強度であり、断熱性や耐熱性にも優れるため好ましく、例えば、ニチアス株式会社製「キャスライトH」、「スーパーテンプボード」などを市場から入手することもできる。

【００４７】

また、第２の成形体２は、使用温度が５０℃以下といった比較的低温領域であれば、例えば、ポリウレタンフォーム、ポリエチレンフォーム、ポリプロピレンフォームなどといった硬質発泡樹脂製成形体を使用することができる。こうした硬質発泡樹脂製成形体は、例えば、ニチアス株式会社製「フォームナートボードＴＮ」などを市場から入手することもできる。

【００４８】

尚、第１の成形体１及び第２の成形体２のそれぞれの厚さ、断熱材の全厚は、目的とす

る断熱性能に応じて適宜選択される。例えば、第１の成形体１の厚さは、５～１００ｍｍであればよく、好ましくは５～７０ｍｍ、より好ましくは１０～４０ｍｍであり、２０～３０ｍｍであってもよい。第２の成形体２の厚さは、５～１００ｍｍであればよく、好ましくは５～７０ｍｍ、より好ましくは１０～４０ｍｍであり、２０～３０ｍｍであってもよい。断熱材の全厚は、１０～２００ｍｍであればよく、好ましくは１０～１４０ｍｍ、より好ましくは４０～９０ｍｍであり、６０～８０ｍｍであってもよい。また、熱源に対し、第１の成形体１を向けて配置してもよいし、第２の成形体２を向けて配置してもよいが、第１の成形体１は耐熱性が低いため、炉のライニング材等のように高温の熱源に対しては第２の成形体２を熱源側にする必要がある。

【００４９】

本発明は種々の変更が可能であり、例えば、図５（Ａ）、（Ｂ）に示すように第１の成形体の両面に第２の成形体が積層された３層構造の断熱材とすることができる。３層にする場合、図示のように第１の成形体１を２枚の第２の成形体２，２で挟んだサンドイッチ構造とすることにより、第１の成形体１からのナノ無機粒子の粉落ちを抑制することができる。

【００５０】

また、図６（Ａ）、（Ｂ）に示すように、連結部材１０を斜め方向から差し込んでもよい。尚、図２に示したように、傾斜角度θを選択できる。また、３層構造とする場合、図７に示すように、連結部材１０を一方の第２の成形体２から他方の第２の成形体２に到達するように差し込んでもよい。また、連結部材１０と連結部材１０との間隔は、特に制限はないが、例えば１０～４０ｍｍであればよい。

【００５１】

更には、図８（（Ａ）は上面図、（Ｂ）はＡＡ断面図）に示すように、一対の連結部材１０Ａ、１０Ｂを断熱材の厚さ方向において接触または非接触で交差させ（図の例では非接触）、列状に差し込むことにより、３層構造をより効果的に連結することができる。このとき、一対の連結部材１０Ａ、１０Ｂの間隔ａは３～５０ｍｍ、好ましくは５～１０ｍｍ、一対の連結部材１０Ａ、１０Ｂからなる列間の紙面水平方向の間隔ｂは５０～５００ｍｍ、好ましくは１００～３００ｍｍ、一対の連結部材１０Ａ、１０Ｂの間隔ｃは０～３０ｍｍ、好ましくは３～１０ｍｍ、一対の連結部材１０Ａ、１０Ｂからなる列間の紙面垂直方向の間隔ｄは５０～５００ｍｍ、好ましくは１００～２００ｍｍが適当であるが、断熱材の面積や厚さにより、適宜選択することができる。また、連結部材１０Ａ，１０Ｂは、図示のように互いに平行である必要はなく、傾斜していてもよい。

【００５２】

更にまた、図９（（Ａ）は上面図、（Ｂ）はＡＡ断面図、（Ｃ）は下面図）に示すように、連結部材１０Ｃ、１０Ｄの一方（ここでは１０Ｃ）を上面から差し込み、他方（ここでは１０Ｄ）を下面から差し込むとともに、一対の連結部材１０Ｃ、１０Ｄを断熱材の厚さ方向において接触または非接触（図の例では非接触）で交差させ、列状に差し込むことにより、図８と同様に３層構造をより効果的に連結することができる。このとき、連結部材１０Ｃまたは１０Ｄの長手方向の間隔ｅは５～４０ｍｍ、好ましくは１０～３０ｍｍ、幅方向の間隔ｆは５０～５００ｍｍ、好ましくは１００～２００ｍｍが適当であるが、断熱材の面積や厚さにより、適宜選択することができる。また、連結部材１０Ｃ，１０Ｄは、図示のように互いに平行である必要はなく、傾斜していてもよい。

【００５３】

上記において、図３に示したように、第２の成形体２に凹部５を設けて連結部材１０を埋め込むこともできる。

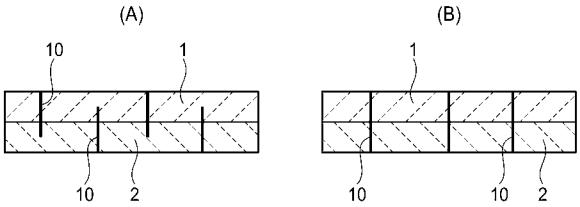
【００５４】

また、何れも図示は省略するが、第１の成形体１を２層重ねてより断熱性を高め、第２の成形体２を添設することもできる。必要により、４層以上の多層にすることもできる。更には、平板状の他に、湾曲させることもでき、半円筒にすることもできる。

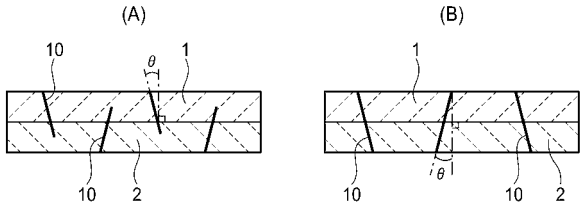
【符号の説明】

【００５５】
１　第１の成形体
２　第２の成形体
３　被覆材
５　凹部
６　充填材
１０　連結部材

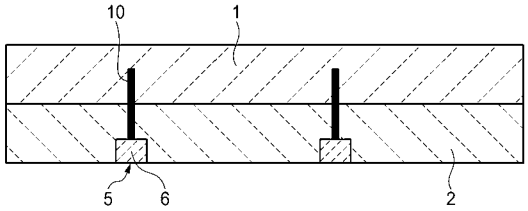
【図１】



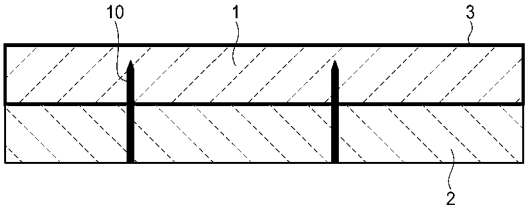
【図２】



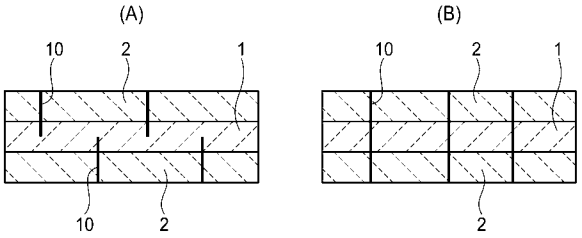
【図３】



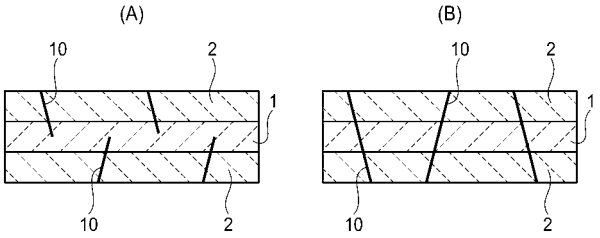
【図４】



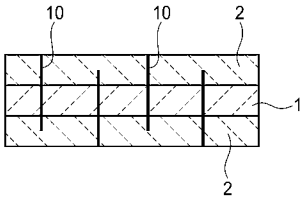
【図５】



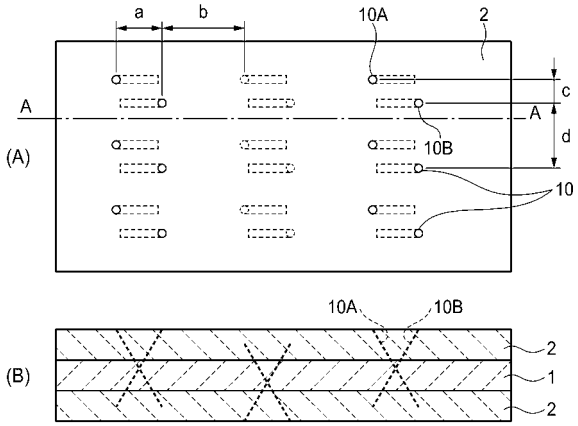
【図６】



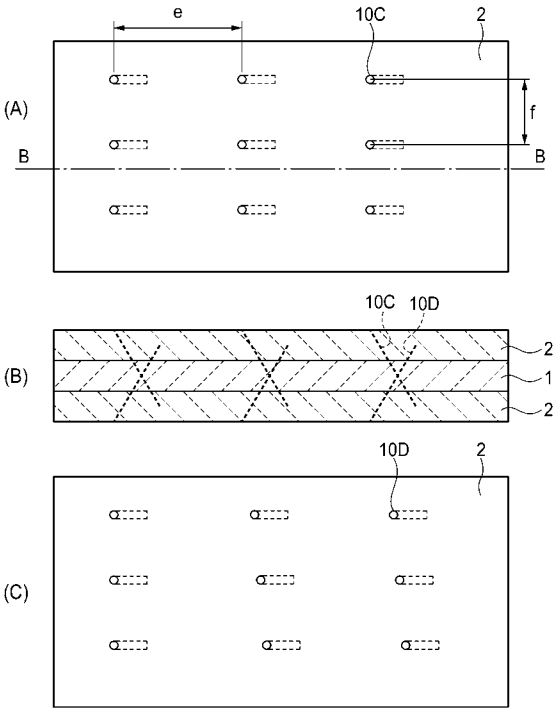
【図７】


10
10
2
1
2

【図８】


a
b
10A
2
c
A
A
d
(A)
10B
10
10A
10B
(B)
2
1
2

【図９】


e
10C
2
(A)
f
B
B
10C
10D
(B)
2
1
2
10D
2
(C)

フロントページの続き

(72)発明者　前田　健
東京都港区芝大門一丁目１番２６号　ニチアス株式会社内
(72)発明者　坂本　晃史
東京都港区芝大門一丁目１番２６号　ニチアス株式会社内

Ｆターム(参考) 4G019 AA01
4G055 AA08 AB01 AC09 BA22
4G058 GA06 GC07 GD02 GE01