

(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2020-128607

(P2020-128607A)

(43) 公開日 令和2年8月27日(2020.8.27)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
DO6M	11/79	(2006.01)	DO6M	11/79		3H036		
CO1B	33/16	(2006.01)	CO1B	33/16		4G072		
DO6M	13/513	(2006.01)	DO6M	13/513		4L031		
F16L	59/02	(2006.01)	F16L	59/02		4L033		
H05K	7/20	(2006.01)	H05K	7/20	Y	5E322		
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 22 頁)								

(21) 出願番号 特願2019-21547 (P2019-21547)
 (22) 出願日 平成31年2月8日 (2019.2.8)

(71) 出願人 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100106116
 弁理士 鎌田 健司
 (74) 代理人 100115554
 弁理士 野村 幸一
 (72) 発明者 和田 享
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 (72) 発明者 酒谷 茂昭
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内

最終頁に続く

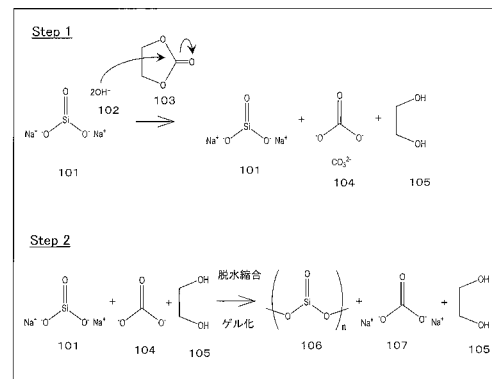
(54) 【発明の名称】 断熱シートとその製造方法および電子機器、電池ユニット

(57) 【要約】

【課題】 高荷重下においても使用できる断熱シートとその製造方法および電子機器を提供すること。

【解決手段】 エアロゲルと不織布繊維とを含み、0.30~5.0MPaにおける圧縮率が40%以下、圧縮時の熱抵抗が0.01m²K/W以上である断熱シートを用いる。水ガラス組成物に炭酸エステルを加えて作製したゾルを、上記不織布繊維構造体中含浸させ、ヒドロゲル-不織布繊維の複合体を生成する複合体生成工程と、上記複合体を、水洗処理の後、シリル化剤と混合して表面修飾させる表面修飾工程と、上記複合体の中に含まれる液体を臨界温度及び圧力未満で乾燥することによって除去する乾燥工程と、を含む断熱シートの製造方法を用いる。発熱を伴う電子部品と筐体との間に、上記断熱シートを配置した電子機器を用いる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水ガラス組成物に対して、溶媒ではなく、ゲル化剤として 1 ~ 10 重量部の炭酸エステルを加えて作製した pH 10 以上の塩基性ゾルを、不織布繊維に含浸させ、ヒドロゲル - 不織布繊維の複合体を生成する複合体生成工程と、
前記複合体を、シリル化剤と混合して表面修飾させる表面修飾工程と、
前記複合体の中に含まれる液体を臨界温度及び圧力未満で乾燥することによって除去する乾燥工程と、を含む断熱シートの製造方法。

【請求項 2】

前記複合体生成工程において、水ガラス組成物の SiO_2 濃度が、14 重量%以上 22 重量%以下である、請求項 1 に記載の断熱シートの製造方法。

10

【請求項 3】

前記不織布繊維が無機繊維である請求項 1 または 2 に記載の断熱シートの製造方法。

【請求項 4】

前記複合体生成工程において、前記炭酸エステルが水に可溶で、pH 10 以上の塩基性条件下で容易に加水分解して炭酸イオンとジオールを生成する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の断熱シートの製造方法。

【請求項 5】

前記表面修飾工程において、前記複合体を、シリル化剤で表面修飾させる前に水洗工程を行う請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の断熱シートの製造方法。

20

【請求項 6】

前記表面修飾工程において、前記複合体を、処理槽の底面に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角度にて立てて前記水洗工程を行う請求項 5 に記載の断熱シートの製造方法。

【請求項 7】

前記表面修飾工程において、前記複合体を、処理槽の底面に対して $90^\circ \pm 30^\circ$ の角度にて立てて塩酸浸漬処理を行う請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の断熱シートの製造方法。

【請求項 8】

前記表面修飾工程において、前記複合体を、処理槽の底面に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の確度にて立ててシリル化処理を行う請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の断熱シートの製造方法。

30

【請求項 9】

エアロゲルと不織布繊維とを含み、 $0.30 \sim 5.0 \text{ MPa}$ における圧縮率が 40% 以下である断熱シート。

【請求項 10】

$0.30 \sim 5.0 \text{ MPa}$ における圧縮時の熱抵抗が $0.01 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上である請求項 9 に記載の断熱シート。

【請求項 11】

前記エアロゲルは、比表面積が $300 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $600 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下、細孔容積が 1.5 ml/g 未満である請求項 9 または 10 に記載の断熱シート。

40

【請求項 12】

前記断熱シートのかさ密度が 0.3 g/cm^3 以上 0.5 g/cm^3 以下である請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の断熱シート。

【請求項 13】

前記断熱シートの厚みばらつきが、 0.040 mm 以下である請求項 9 から 12 のいずれか 1 項に記載の断熱シート。

【請求項 14】

発熱を伴う電子部品と筐体との間に、請求項 9 から 13 のいずれか 1 項に記載の断熱シートを配置した電子機器。

【請求項 15】

50

電池間に、請求項 9 から 13 のいずれか 1 項に記載の断熱シートを配置した電池ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、断熱シートとその製造方法および電子機器に関する。特に、高い強度の断熱シートとその製造方法および電子機器、電池ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

車載・産業機器分野において、狭小空間における発熱部品からの熱流制御や製品の安全性、類焼防止性を担保するため、圧縮特性に優れた高性能な断熱シートが要求されている。こうした断熱シートは、例えば、リチウムイオン電池モジュールのセル間セパレータへの適用が期待される。

【0003】

リチウムイオン電池の安全規格では、耐類焼試験を行うこととなっている。耐類焼試験は、電池モジュール内のひとつのセルが熱暴走した際に、隣接セルを含めた他セルへの熱連鎖による発火や破裂の有無を試験する方法である。隣接セルへの熱暴走を食い止めるために、熱絶縁性に優れた材料をセル間に挟む安全設計の考え方がある。理論上は、熱伝導率が高い材料でも、厚みを厚くすることである程度熱連鎖や類焼を防止することは可能である。

【0004】

しかしながら、電池モジュールは機器内に設置するため、実際には敷設する空間が限られており寸法制限があるため、モジュールを高容量化しようとしても、耐類焼化や小型化をも両立させなければならないといった難しさがある。

【0005】

これらを両立させるためには、セル間セパレータには薄くて高い断熱性を有する材料が望まれる。また、電池の充放電サイクルの過程で活物質が劣化、膨張してセルが膨らむことを想定すると、断熱シートには潰れにくい特性も併せ持っていることが望まれる。すなわち、電池モジュール初期組付時には、セル間セパレータである断熱シートにかかる荷重は 1 MPa 以下と比較的小さいものの、電池が膨張すると最大 5 MPa 程度もの荷重がかかることもあり得る。そのため、圧縮特性を考慮した断熱シートの材料設計が重要である。

【0006】

熱伝導率が小さい物質としてシリカエアロゲルが知られている。シリカエアロゲルは、数 10 nm オーダーのシリカ粒子が点接触で繋がったネットワーク構造からなり、平均細孔径が空気の平均自由行程 68 nm 以下であるため静止空気の熱伝導率よりも低い。したがってシリカエアロゲルは優れた断熱材として注目される一方で、圧縮、曲げ、せん断などの各種変形モードに対する強度が極めて低い点が実用上のひとつの課題とされていた。

【0007】

発明者らは、シリカエアロゲルと不織布繊維とを複合化し取扱性を改善した薄くて均質なシート状断熱材を考案している（特許文献 1）。この薄型断熱シートは、取扱性にすぐれ、曲げには比較的強い。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特許第 6064149 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0009】

しかしながら、従来の断熱シートを電池セルなどに挟み込んで使う場合、特に高荷重下においてはエアロゲルが圧縮されて潰れてしまい、低荷重時と比較して断熱効果が大きく低下してしまう。

【0010】

よって、本願の課題は、高荷重下においても使用できる断熱シートとその製造方法および電子機器、電池ユニットを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、水ガラス組成物に炭酸エステルを加えて作製したゾルを、上記不織布繊維構造体に含浸させ、ヒドロゲル-不織布繊維の複合体を生成する複合体生成工程と、上記複合体を、シリル化剤と混合して表面修飾させる表面修飾工程と、上記複合体の中に含まれる液体を臨界温度及び圧力未満で乾燥することによって除去する乾燥工程と、を含む断熱シートの製造方法を用いる。

10

【0012】

さらに、炭酸エステルをゲル化剤として使用したことにより、エアロゲル中に炭酸ナトリウムが副生し、シリル化の過程において炭酸ガスを発生させ、圧縮率の性能低下の要因となるが、この炭酸ガスを水洗工程にて縦型にて処理することにより効果的に除去することが可能となる。

【0013】

また、エアロゲルと不織布繊維とを含み、 $0.30 \sim 5.0 \text{ MPa}$ における圧縮率が40%以下、圧縮時の熱抵抗が $0.01 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上である断熱シートを用いる。

20

【0014】

さらに、発熱を伴う電子部品と筐体との間に、上記断熱シートを配置した電子機器を用いる。

【0015】

また、電池間に、上記断熱シートを配置した電池ユニットを用いる。

【発明の効果】

【0016】

本実施の形態の高強度断熱シートは、 5 MPa における圧縮率が40%以下と潰れにくく、尚且つ 5 MPa における熱抵抗が $0.01 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上であることから、高温圧縮環境下においても効果的な熱伝達遅延効果を発揮する。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施の形態の炭酸エステルによる水ガラスのゲル化機構を説明する化学式の図

【図2】実施の形態の高強度断熱シートの製造方法のフロー図

【図3】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度と断熱シートの圧縮率の関係を示す図

【図4】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度と断熱シートの熱抵抗の関係を示す図

【図5】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度と断熱シートの熱伝導率の関係を示す図

【図6】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度と断熱シートのかさ密度の関係を示す図

40

【図7】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度とエアロゲルの比表面積の関係を示す図

【図8】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度とエアロゲルの細孔容積の関係を示す図

【図9】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度とエアロゲルの平均細孔径の関係を示す図

【図10】実施の形態の水ガラスの SiO_2 濃度と断熱シートの各加圧力における圧縮率の関係を示す図

【図11】実施の形態の断熱シートの応用例1を示す断面図

【図12】実施の形態の断熱シートの応用例2を示す断面図

【図13】実施の形態の断熱シートの水洗におけるシート配置を示す図

【図14】実施の形態の断熱シートの塩酸水溶液浸漬におけるシート配置を示す図

【図15】実施の形態の断熱シートのシリル化処理におけるシート配置を示す図

50

【発明を実施するための形態】

【0018】

次に好ましい発明の実施の形態を挙げて本実施の形態を説明する。

<高強度断熱シートの設計コンセプト>

シリカエアロゲルと不織布繊維とからなるエアロゲル複合断熱シートは、これまでいくつか知られている。その多くは取扱性が改善されてつつある。しかし、5 MPaの圧縮に耐えられる強度と、圧縮時において $0.01 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上の高い熱抵抗値とは持ち合わせていなかった。

【0019】

本実施の形態の高強度断熱シートは、高密度エアロゲルと不織布繊維構造体の少なくとも2成分からなる断熱シートである。ここで、本実施の形態の断熱シートは、その強度が高い。それは、連続する不織布繊維体の空隙に、緻密に隙間無く複合化された“高密度エアロゲル”によるものである。

10

【0020】

一般に、シリカエアロゲルは低密度シリカ多孔体のことを指し、かさ密度は、およそ 0.3 g/cm^3 未満である。その合成には、通常、アルコキシシランや水ガラスなどの低濃度シリカ原料と、ゲル化剤の鉱酸や塩基とが用いられる。ここで、水ガラスの場合、エアロゲル合成に用いられるシリカ濃度は6重量%以下という制約がある。なぜならば、ゲル化剤として鉱酸や有機酸を加えると、珪酸ナトリウムの加水分解と脱水縮合が急激に進行し、7重量%以上のシリカ濃度では反応速度が速すぎて不均一核生成を誘起し均一なゲルを得ることができないためである。

20

【0021】

したがって、既存のエアロゲル合成方法では、シリカ濃度を高めることができず、高密度エアロゲルを得ることができなかった。また、エアロゲルを高密度化してエアロゲルの強度を高めることもできなかった。

【0022】

<高強度断熱シートの圧縮特性>

$0.30 \text{ MPa} \sim 5 \text{ MPa}$ で加圧したときの本実施の形態の断熱シートの圧縮率としては、40%以下であることが好ましく、30%以下であることがさらに好ましい。

【0023】

<高強度断熱シートの熱抵抗>

$0.30 \text{ MPa} \sim 5 \text{ MPa}$ で加圧したときの本実施の形態の断熱シートの熱抵抗は、 $0.010 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上であることが好ましく、 $0.015 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上であることがさらに好ましい。

30

【0024】

<断熱シートの熱伝導率>

本実施の形態の断熱シートの熱伝導率は、圧縮率の大きさにもより一概にはいえないが、 100 mW/mK 以下であればよい。

【0025】

<断熱シートのかさ密度>

本実施の形態の断熱シートのかさ密度は $0.3 \text{ g/cm}^3 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$ であることが好ましい。

40

【0026】

<エアロゲルの細孔特性>

本実施の形態の高密度エアロゲルの比表面積は、 $300 \text{ m}^2/\text{g} \sim 600 \text{ m}^2/\text{g}$ が好ましい。高密度エアロゲルの平均細孔径は $10 \sim 70 \text{ nm}$ が好ましい。

【0027】

<エアロゲルの原料種およびシリカ濃度>

高密度エアロゲルの原料としては、アルコキシシラン、水ガラスなどの汎用的なシリカ原料が用いられる。所望のシリカ濃度になるように水を加えて、分散液あるいは溶液を調

50

製し、使用する。

【0028】

高密度エアロゲルにおける多孔質構造の緻密化、高密度化にNaイオンが影響を与えていると考えられるため、Naイオンを含む水ガラスが好適に用いられる。原料分散液あるいは溶液におけるシリカ濃度は、高密度のエアロゲルを合成するため高いほうがよく、14～20%が好ましい。

【0029】

<エアロゲル合成のためのゲル化剤およびその濃度>

発明者らは、8重量%以上の高濃度シリカ原料を均一にゲル化することができる新たなエアロゲルを合成するため、ゲル化剤の探索検討を鋭意進めた。その結果、炭酸エステル類が高濃度水ガラス原料を均一にゲル化させ、高密度エアロゲルの合成に好適である事を見出した。

10

【0030】

本実施の形態の高密度エアロゲルは、ゲル化剤として炭酸エステルを用いる。炭酸エステル類は、一般に酸性には強いが、塩基性条件下では炭酸とアルコールに加水分解することが知られている。本実施の形態では、この加水分解により生成した炭酸をゲル化に利用している。

【0031】

炭酸エステルによる水ガラスのゲル化機構について、炭酸エチレンを例に、図1の化学構造の図で説明する。

20

【0032】

第1ステップとして、pH10以上の塩基性である珪酸ナトリウム101の水溶液に炭酸エチレン103を加え溶解させると、原料中のヒドロキシイオン102が炭酸エチレン103のカルボニル炭素を求核的に攻撃し、炭酸エチレン103の加水分解が進行する。

【0033】

その結果、炭酸イオン104とエチレングリコール105が系中で生成する。

【0034】

第2ステップでは、珪酸ナトリウム101と炭酸イオン104が反応して、珪酸の脱水縮合反応が進行する。このとき、炭酸ナトリウム107が副生する。シロキサン結合からなるネットワーク構造が発達すると、水ガラスの流動性は消失しゲル化する。このようにしてヒドロゲル106が得られる。炭酸ナトリウム107の多くは、ヒドロゲル106中に残存する。

30

【0035】

以上のように、炭酸エステルをゲル化剤に用いた場合は、2段階で反応が進行するため、珪酸ナトリウム101の加水分解と脱水縮合反応の反応速度の制御が可能であり均一なゲル化が達成できることが特徴である。

【0036】

炭酸エステルの種類としては、炭酸ジメチル、炭酸ジエチル、炭酸ジプロピル、炭酸エチルメチル、炭酸エチレン、炭酸プロピレンなどが用いられる。いずれの炭酸エステルでも高濃度シリカ原料を均一にゲル化させることが可能だが、炭酸エステルのアルキル鎖が長くなると疎水性が強くなり水ガラス水溶液に溶けにくくなる。したがって、炭酸エステルの水への溶解性と加水分解反応速度の観点から、水に対して比較的容易に溶解する、炭酸ジメチル、炭酸エチレンが好ましくは用いられる。

40

【0037】

炭酸エステルの添加量としては、シリカ原料の総量に対して、0.5～10.0重量部の炭酸エステルであれば均一なゲルを作製することができる。シリカ濃度やゲル化剤濃度によりゲル化時間が異なるが、生産性（不織布への原料液体の含浸速度など）やゲル化剤コストの関係から、3.0～6.0重量部が好ましい。

【0038】

50

なお、炭酸エステルは、溶媒でなく、ゲル化剤である。

【0039】

<断熱シートの厚さ>

実施の形態の断熱シートの厚さは、0.03mm～3.0mmの範囲内にあり、好ましくは0.05mm～1.5mmの範囲内にある。断熱シートの厚みが、0.03mmよりも薄い場合には厚さ方向の断熱効果が低下する。このため、断熱シートが、熱伝導率が真空に近いレベルの非常に低い熱伝導率を実現しなければ、その一面から他面への厚さ方向の伝熱を低減できない。断熱シートの厚みが、0.05mm以上厚いと、厚さ方向の断熱効果が確保できる。一方、断熱シートが、1.5mmよりも厚ければ、車載・産業機器への組み込みが難しくなる。特に、車載分野では、3.0mmより厚くなると、機器への組み込みは一層難しくなる。

10

【0040】

<断熱シートにおける高密度シリカキセロゲルの含有率>

断熱シートの重量に占める高密度シリカエアロゲルの割合は、不織布繊維の目付け、嵩密度、厚みによって最適な範囲が異なるため、一概にはいえない。しかし、断熱シートの重量に占める高密度シリカエアロゲルの割合は、少なくとも50重量%以上あればよい。割合が、50%未満の場合、熱抵抗が小さくなると同時に、断熱シートの強度を維持することができなくなる。又、割合が80重量%以下であればよい。割合が80%より高い場合、熱抵抗は上がるものの、柔軟性が不足し、繰り返しの使用により、シリカエアロゲルの脱落が起こる可能性がある。

20

【0041】

<不織布繊維の目付け>

実施の形態の断熱シートの製造に用いられる不織布繊維の目付けとしては、高密度エアロゲルの支持体として必要最低限の剛性を維持するため、5～200g/m²が好ましい。目付けは単位面積あたりの繊維の重量である。

【0042】

<不織布繊維の嵩密度>

不織布繊維の嵩密度は、実施の形態の断熱シートにおけるシリカキセロゲルの含有率を高めて、より熱伝導率を低減させるという観点から、100～500kg/m³の範囲が好ましい。

30

【0043】

連続体として機械的強度が伴った不織布を形成するためには、嵩密度は少なくとも100kg/m³必要である。また、不織布の嵩密度が500kg/m³より大きい場合、不織布中の空間体積が少なくなるため、充填することができるシリカキセロゲルが相対的に減り、熱抵抗値が小さくなる。数値に関しては、以下の実施例でも説明する。

【0044】

<不織布繊維の材質>

実施の形態の断熱シートの製造に用いられる不織布繊維の材質としては、無機繊維系のグラスウール、ガラスペーパー、ロックウール、樹脂系のポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリプロピレン(PP)、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、天然系の羊毛やセルロースなどを利用することができる。

40

【0045】

<高強度断熱シートの製造方法>

実施の形態の断熱シートの製造方法の概略を図2に示す。基本的な合成手順としては、(a)～(c)の3ステップから構成される。

【0046】

(a)複合体生成工程：

シリカ原料である水ガラス組成物に炭酸エステルおよび蒸留水を加えて混合し作製したゾルを、不織布繊維構造体に含浸、ゲル化させる。そして、フィルムで挟んだ状態で2軸口

50

ールなどを用いて厚み規制を行い、ヒドロゲル - 不織布繊維の複合体を生成する。
例えば水ガラス原料を用いた場合は、ゲル化剤として炭酸エステルを添加すると、珪酸の脱水縮合と共に、炭酸ナトリウムが生成し炭酸ナトリウムがゲル中に取り込まれて非常に塩基性の強いヒドロゲルが得られることがある。

【 0 0 4 7 】

(b) 表面修飾工程 :

ステップ (a) で生成したヒドロゲル - 不織布繊維の複合体を、水洗する。その後、ヒドロゲル - 不織布繊維の複合体を塩酸浸漬し、その後、シリル化剤と混合して表面修飾させる。なお、塩酸で処理する理由は、次のシリル化処理が効率的進むように、前もって処理するためである。

シリル化、及びシリル化剤は、公知の方法、及び公知の材料を用いることができるが、ヒドロゲル - 不織布繊維の複合体を塩酸水溶液に浸漬させた後、シリル化剤としてシロキサンとアルコールの混合液で処理する方法が迅速にシリル化処理を行うことができ好ましい。

また、表面修飾工程は、水や塩酸水溶液、シリル化剤に浸漬させる工程であり、ヒドロゲル - 不織布繊維の面と浸漬する液との接触面積を大きくすることが好ましい。そのためには、槽内にてヒドロゲル - 不織布繊維の面方向を立てて処理することが好ましい。

本実施例での高密度エアロゲルではシリカ濃度を高めることにより、ヒドロゲル - 不織布繊維の強度が増し、折れ曲がることがないため、自立して立てることが可能となる。

< (b) 表面修飾工程での水洗工程 >

工程 b において、このヒドロゲルを塩酸に浸漬させると、塩酸と炭酸ナトリウムの中和反応が起こり、急激に炭酸ガスが発生する。ガラスペーパーのように、面方向と平行に多くの繊維が配交し繊維同士の絡み合いが少ない不織布繊維構造体を使用する場合は、この炭酸ガスの発生により、繊維シート内に気泡が多く発生することがあるため、塩酸に浸漬させる前に、水洗を行って、炭酸ナトリウムを除去する。

【 0 0 4 8 】

図 1 3 は水洗における断熱シート 5 1 の炭酸ナトリウム 5 2 の除去に関して示す。断熱シート 5 1 の面は、水洗槽 5 5 の底面に対して縦方向に配置する。

それにより炭酸ナトリウム 5 2 の比重が大きいため溶出後槽の下に向かう。さらに槽内の上下方向で濃度差が生じ、濃度を均一化するよう槽内で対流が発生する。

一方、断熱シート 5 1 が横方向では槽内での濃度差が生じにくく対流があまり起きない。

そのため、縦置きよりも炭酸ナトリウムの水 5 6 への溶出遅い。

このときの底面に対する断熱シート 5 1 の面の角度は、対流を起すための空間が必要であるため、 $90 \text{度} \pm 45 \text{度}$ であり、より好ましくは $90 \text{度} \pm 20 \text{度}$ である。

< (b) 表面修飾工程での塩酸浸漬工程 >

図 1 4 は塩酸 5 8 の水溶液浸漬における断熱シート 5 1 からの二酸化炭素 5 3 の除去に関して示す。

断熱シート 5 1 の面は、塩酸槽 5 7 の底面に対して縦方向に配置する。それにより二酸化炭素 5 3 の比重が小さいため溶出後槽の上に向かい、主にワーク上方 / 上端から抜ける。

一方、断熱シート 5 1 が横置きではガラス繊維に粗密があり (密度ムラ)、密な箇所は膜のように振舞いガスの抜けを妨げて膨む。

このときの底面に対する断熱シート 5 1 の面の角度は、発生する気体を放出する必要があるため、 $90 \text{度} \pm 30 \text{度}$ であり、より好ましくは $90 \text{度} \pm 20 \text{度}$ である。

< (b) 表面修飾工程でのシリル化工程 >

図 1 5 は、シリル化処理における断熱シート 5 1 と塩酸 5 4 の除去に関して示す。シリル化槽 5 9 には、シリル化剤 6 0 がはいっている。断熱シート 5 1 の面は、シリル化槽 5 9 の底面に対して縦方向に配置する。それにより塩酸 5 4 の比重が大きいため下に向かい、主にワーク下面 / 下端から抜ける。一方、断熱シート 5 1 が横置きではガラス繊維に粗密があり (密度ムラ)、密な箇所は膜のように振舞い塩酸の排出を妨げて膨む。

このときの底面に対する断熱シート 5 1 の面の角度は、発生する塩酸を排出する必要がある

10

20

30

40

50

るため、 $90\text{度} \pm 45\text{度}$ であり、より好ましくは $90\text{度} \pm 30\text{度}$ である。

【0049】

(c) 乾燥工程：

ステップ(b)で得られた表面修飾したヒドロゲル-不織布繊維の複合体中に含まれる液体を臨界温度及び圧力未満で乾燥することによって除去する。

【実施例】

【0050】

以下、本実施の形態を実施例に基づいて説明する。但し、本実施の形態は、下記実施例に限定されるものではない。すべての反応は、大気下のもとで行われた。

【0051】

<評価>

尚、実施例では、ゲル化剤として炭酸エチレンを用い、水ガラス原料のシリカ濃度をかえて断熱シートを作製し、熱伝導率、圧縮率、熱抵抗値を評価した。

【0052】

熱伝導率測定には、熱流計HFM 436 Lambda (NETZCH製)を用いた。

【0053】

圧縮率の測定は、卓上形精密万能試験機オートグラフAGS-X (SHIMADZU製)を用いた。

【0054】

熱抵抗値は、加圧力5MPaのときの圧縮率から求めた断熱シートの厚みを熱伝導率で割ることで算出した。

【0055】

さらに、シリカエアロゲルの微細構造は、高精度ガス/蒸気吸着量測定装置BELSORP-max 42N-VP-P (マイクロトラック・ベル製)を用いて評価した。

【0056】

各実施例、比較例の詳細の条件は以下で説明する。また、結果を、表1に示す。

【0057】

10

20

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
原料種 / SiO ₂ 濃度 [wt%]	WG 14	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
ゲル化剤 / 添加量 [重量部]	E Caq. 6	←	←	←	←	4	5	6	←	←	←	←	←	HCl aq. 3.5	NH ₃ aq. 3 × 10 ⁻⁵
不織布繊維種 / 厚み [mm]	GP 0.63	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
表面処理時傾斜	なし	←	←	←	1.03	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
厚み [mm]	1.12	0.98	0.95	1.05	1.06	1.05	1.08	1.02	1.06	なし	なし	なし	なし	なし	なし
重量 [g]	4.94	5.45	5.85	6.73	6.68	6.70	7.15	6.64	6.37	2.57	2.87	3.21	3.52	2.66	2.58
(1)かさ密度 [g/cm ³]	0.31	0.39	0.42	0.44	0.44	0.44	0.46	0.45	0.42	0.20	0.21	0.22	0.25	0.22	0.20
(2)熱伝導率 [mW/mK]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x
(3)ゲル充填率 [wt%]	70	73	75	79	69	68	70	67	68	44	50	54	60	44	44
(4)比表面積 [m ² /g]	380	—	—	442	415	330	336	360	—	676	—	524	—	535	758
(5)細孔容積 [cm ³ /g]	0.53	—	—	0.75	0.40	0.52	0.46	0.40	—	3.50	—	1.89	—	2.02	4.40
平均細孔径 [nm]	33	—	—	33	12	25	16	16	—	x	—	x	—	x	x
(6)圧縮歪@5MPa [%]	35.8	30.1	23.3	21.3	21.0	14.1	13.8	10.4	12.4	72.5	67.3	63.8	52.4	71.9	74.6
(7)熱抵抗@5MPa [m ² k/W]	0.020	0.017	0.015	0.015	0.019	0.021	0.019	0.020	0.019	0.013	0.015	0.015	0.016	0.013	0.013
(8)総合評価	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x

10

20

30

実施例 1 乃至実施例 9、比較例 1 乃至比較例 7 の結果について記載する。

WG ; 水ガラス, E Caq . ; 炭酸エチレン水溶液, HCl aq . ; 塩酸水溶液, NH₃ aq . ; アンモニア水, GP ; ガラスペーパー

< 合格基準 >

(1)かさ密度評価

断熱シートのかさ密度は 0.3 以上 0.5 g / cm³ 以下を合格とした。断熱シートのかさ密度が 0.3 g / cm³ 未満だと、加重をかけたときに潰れやすい。かさ密度が 0.5 g / cm³ より大きいと、加重に対して潰れにくくなるが、熱伝導率が高くまた熱抵抗が小さくなる。このため、圧縮時において、断熱シートは熱連鎖が起きやすくなる。

【 0 0 5 8 】

(2)熱伝導率評価

断熱シートの熱伝導率は、100 mW / mK 以下を合格とした。断熱シートの熱伝導率

40

50

が $100 \text{ mW} / \text{mK}$ より高いと、熱抵抗が小さくなるため、圧縮時においても熱連鎖が起きやすくなる。

【0059】

(3) ゲル充填率

断熱シートにおけるエアロゲル充填率は 50 重量%以上 80 重量%以下を合格とした。エアロゲルの充填率が、 50 重量%未満の場合、潰れやすく圧縮時における熱抵抗が小さくなる。エアロゲルの充填率が、 80 重量%より大きい場合、潰れにくい、固体の伝熱成分が増加するため圧縮時における熱抵抗が小さくなることもある。

【0060】

(4) 比表面積評価

断熱シートの比表面積は $300 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上、 $600 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下を合格とした。

10

【0061】

断熱シートの熱伝導率が、 $300 \text{ m}^2 / \text{g}$ より小さいと、多孔体を構成する粒子の粒径が大きいことから熱伝導率が高くまた熱抵抗が小さくなるため、圧縮時においても熱連鎖が起きやすくなる。

【0062】

断熱シートの比表面積が、 $600 \text{ m}^2 / \text{g}$ より大きい場合、多孔体を構成する粒子の粒径が小さく、圧縮時に潰れやすくなるため、熱抵抗が小さくなり、熱連鎖が起きやすくなる。

20

【0063】

(5) 細孔容積評価

断熱シートの細孔容積は $0.15 \text{ ml} / \text{g}$ 以下を合格とした。断熱シートの細孔容積が $0.15 \text{ ml} / \text{g}$ より大きいと、圧縮時に潰れやすくなるため、熱抵抗が小さくなり、熱連鎖が起きやすくなる。

【0064】

(6) 圧縮特性評価

5.0 MPa における断熱シートの圧縮率は、 40 %以下を合格とした。高負荷時においても、効果的に熱連鎖を抑制するためには、断熱シートが圧縮にある程度耐えて、固体の伝熱成分の増加を抑制する必要がある。 5.0 MPa における断熱シートの圧縮率が、 40 %より高いと従来の断熱シートに対する優位性が損なわれる。

30

【0065】

(7) 熱抵抗値評価

5.0 MPa における断熱シートの熱抵抗値が $0.01 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ 以上を合格とした。

【0066】

実際に荷重を加え、熱伝導率を測定すればよい。しかし、特に荷重が高い場合、圧縮により潰れ、圧縮時における熱伝導率を測定することは難しい。圧縮率から求めた断熱シートの厚みと、熱流計 HFM で測定した熱伝導率との実測値から熱抵抗値を算出して比較評価した。

【0067】

5.0 MPa における熱抵抗値が $0.01 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ 未満では、圧縮時において、熱連鎖が起きやすくなる。

40

【0068】

(8) 総合評価

全てを満足する条件を総合評価として合格とした。

【0069】

<実施例 1>

水ガラス原料を蒸留水で希釈して調製した水ガラス水溶液（シリカ濃度 14 %、 20.5 g ）に、炭酸エチレン（白色結晶）を 6 重量部（ 1.23 g ）添加してよく攪拌、溶解させてゾル液を調製した。

【0070】

50

次いで、ゾル溶液を不織布繊維（材質；グラスペーパー，厚み0.63mm、目付100g/m²、寸法12cm角）に注ぐことで、ゾル溶液を不織布繊維に均一に含浸させた。ゾル溶液を含浸させた不織布をPPフィルム（厚み50μm×2枚）に挟み、室温23で3分放置してゾルをゲル化させた。ゲル化を確認後、ギャップを1.00mm（フィルム厚込み）に設定した2軸ロールにフィルムごと含浸不織布を通して、不織布から余分なゲルを絞りだして厚み1.00mm狙いで規制した。

【0071】

次に、フィルムを剥がしてゲルシートを塩酸6規定に浸漬後、常温23で10分放置してゲルシートの中に塩酸を取り込ませた。次いで、ゲルシートを、シリル化剤であるオクタメチルトリシロキサンと2-プロパノール（IPA）の混合液に浸漬させて、55の恒温槽に入れて2時間反応させた。トリメチルシロキサン結合が形成され始めると、ゲルシートから塩酸水が排出され、2液分離した状態となった（上層にシロキサン、下層に塩酸水、2-プロパノール）。ゲルシートを150設定の恒温槽に移して大気雰囲気下2時間乾燥させることで断熱シートを得た。

【0072】

この断熱シートを熱伝導率や圧縮特性を評価した結果、圧縮率は35.8%、熱抵抗値は0.02m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

【0073】

<実施例2>

シリカ濃度を16%、また炭酸エチレンの添加量を3重量部に変更した以外は、実施例1と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は30.1%、熱抵抗値は0.017m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

【0074】

<実施例3>

シリカ濃度を18%に変更した以外は、実施例2と同様のプロセス条件にてシートを作製した。

この断熱シートを評価した結果、圧縮率は23.3%、熱抵抗値は0.015m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

【0075】

<実施例4>

シリカ濃度を20%に変更した以外は、実施例2と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は21.3%、熱抵抗値は0.015m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

<実施例5>

グラスペーパーの厚みを1.03mmに変更した以外は、実施例4と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は21.0%、熱抵抗値は0.026m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

<実施例6>

炭酸エチレンの添加量を4重量部に変更した以外は、実施例5と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は14.1%、熱抵抗値は0.025m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

<実施例7>

炭酸エチレンの添加量を5重量部に変更した以外は、実施例5と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は13.8%、熱抵抗値は0.022m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

<実施例8>

炭酸エチレンの添加量を5重量部に変更した以外は、実施例5と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は10.4%、熱抵抗値は0.023m²K/Wであり、総合評価として合格であった。

【0076】

10

20

30

40

50

< 比較例 1 >

シリカ濃度を 6 % に変更した以外は、実施例 1 と同様のプロセス条件にてシートを作製した。

この断熱シートを評価した結果、圧縮率は 72.5 %、熱抵抗値は $0.013 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、総合評価として不合格であった。

【0077】

< 比較例 2 >

シリカ濃度を 8 % に変更した以外は、実施例 1 と同様のプロセス条件にてシートを作製した。

この断熱シートを評価した結果、圧縮率は 67.3 %、熱抵抗値は $0.015 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、総合評価として不合格であった。

【0078】

< 比較例 3 >

シリカ濃度を 10 % に変更した以外は、実施例 1 と同様のプロセス条件にてシートを作製した。

この断熱シートを評価した結果、圧縮率は 63.8 %、熱抵抗値は $0.015 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、総合評価として不合格であった。

【0079】

< 比較例 4 >

シリカ濃度を 12 % に変更した以外は、実施例 1 と同様のプロセス条件にてシートを作製した。

この断熱シートを評価した結果、圧縮率は 52.4 %、熱抵抗値は $0.016 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、総合評価として不合格であった。

【0080】

< 比較例 5 >

シリカ濃度を 6 % に変更し、塩酸 12 規定をゲル化剤として用いた以外は、実施例 1 と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は 71.9 %、熱抵抗値は $0.013 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、総合評価として不合格であった。

【0081】

< 比較例 6 >

シリカ濃度 6 % の水ガラス水溶液をイオン交換樹脂により Na イオン除去して調製したゾルに、1 規定のアンモニア水溶液をゲル化剤として用いた以外は、実施例 1 と同様のプロセス条件にてシートを作製した。この断熱シートを評価した結果、圧縮率は 74.6 %、熱抵抗値は $0.013 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、総合評価として不合格であった。

【0082】

< 高強度断熱シートの圧縮特性 >

$0.30 \sim 5 \text{ MPa}$ で加圧したときの本実施の形態の断熱シートの圧縮率としては、40 % 以下であることが好ましく、30 % 以下であることがさらに好ましい。図 3 は、 5 MPa で加圧したときの断熱シートの圧縮率を水ガラスのシリカ濃度に対してプロットしたグラフである。圧縮率が 40 % より大きいと圧縮時における熱連鎖を抑制することが難しい。圧縮率が 30 % 以下であれば、圧縮時における熱連鎖を効果的に抑制することができる。

【0083】

< 高強度断熱シートの熱抵抗 >

$0.30 \sim 5 \text{ MPa}$ で加圧したときの本実施の形態の断熱シートの熱抵抗は、 $0.010 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上であることが好ましく、 $0.015 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上であることがさらに好ましい。図 4 は 5 MPa で加圧したときの断熱シートの熱抵抗を水ガラスのシリカ濃度に対してプロットしたグラフである。熱抵抗が $0.010 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 未満の場合、圧縮時における熱連鎖を抑制することが難しい。熱抵抗が $0.015 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 以上であれば、圧縮時における熱連鎖を効果的に抑制することができる。

【0084】

<高強度断熱シートの熱伝導率>

本実施の形態の断熱シートの熱伝導率は、圧縮率の大きさにもより一概にはいえないが、 100 mW/mK 以下であればよい。図5は断熱シートの熱伝導率を水ガラスのシリカ濃度に対してプロットしたグラフである。熱伝導率が 100 mW/mK より大きい場合、圧縮時における熱連鎖を抑制することが難しい。

【0085】

<高強度断熱シートのかさ密度>

本実施の形態の断熱シートのかさ密度は $0.3\sim 0.5\text{ g/cm}^3$ であることが好ましい。図6は、横軸に断熱シート作製時の原料水ガラスのシリカ濃度、縦軸に断熱シートのかさ密度をプロットしたものである。図6より、炭酸エチレンを用いた場合は、シリカ濃度の増加と共に、断熱シートのかさ密度は増加する傾向にある。塩酸やアンモニア水を用いた場合は、シリカ濃度6%において 0.2 g/cm^3 であった。かさ密度 0.3 g/cm^3 未満の場合、高い荷重を加えると潰れやすくなる。そのため、圧縮率が大きく、熱抵抗が小さくなってしまふ。また、かさ密度が 0.5 g/cm^3 より大きい場合、シリカ一次粒子の著しい粗大化やエアロゲル自体の収縮が起きており、無負荷時においても期待する熱抵抗値が得られない。

10

【0086】

<高密度エアロゲルの比表面積>

本実施の形態の高密度エアロゲルの比表面積は $300\sim 600\text{ m}^2/\text{g}$ が好ましい。図7は、横軸に断熱シート作製時の原料水ガラスのシリカ濃度、縦軸にエアロゲルの比表面積をプロットしたものである。

20

【0087】

図7より、炭酸エチレンを用いた場合は、シリカ濃度の増加と共に、エアロゲルの比表面積は次第に減少し、シリカ濃度14%付近で極小値をとる傾向にあることが分かる。

【0088】

塩酸やアンモニア水を用いた場合は、シリカ濃度6%において各々 500 、 $750\text{ m}^2/\text{g}$ 程度であった。このとき、比表面積が $300\text{ m}^2/\text{g}$ 未満では、シリカ一次粒子の著しい粗大化やエアロゲル自体の収縮が起きており、無負荷時においても期待する熱抵抗値が得られない。

30

【0089】

また、比表面積が $600\text{ m}^2/\text{g}$ より大きい場合は、シリカ一次粒子の著しい微細化やエアロゲルの低密度化が起きており、高負荷時において期待する熱抵抗値が得られない。尚、一般的な低密度エアロゲルの比表面積は $600\text{ m}^2/\text{g}$ より大きいが、これはシリカの一次粒子が非常に小さく、また生成したエアロゲルのかさ密度が小さいことを反映した結果である。

【0090】

<高密度エアロゲルの細孔容積>

図8は、横軸に断熱シート作製時の原料水ガラスのシリカ濃度、縦軸にエアロゲルの細孔容積をプロットしたものである。図8より、炭酸エチレンを用いた場合は、シリカ濃度の増加と共に、エアロゲルの細孔容積は次第に減少し、シリカ濃度14%付近で極小値をとる傾向にあることが分かる。塩酸を用いた場合は、シリカ濃度6%において 2.0 ml/g 、アンモニア水を用いた場合は、シリカ濃度6%において 4.4 ml/g であった。このとき、細孔容積が 1.5 ml/g 以上の場合、高い荷重を加えると潰れやすくなり、圧縮率が大きく、熱抵抗が小さくなる。

40

【0091】

高密度エアロゲルの平均細孔径は $10\sim 70\text{ nm}$ が好ましい。

【0092】

<高密度エアロゲルの平均細孔径>

図9は、横軸に断熱シート作製時の原料水ガラスのシリカ濃度、縦軸にエアロゲルの平

50

均細孔径をプロットしたものである。図9より、炭酸エチレンを用いた場合は、シリカ濃度が10%以下では平均細孔径はおよそ60nm、シリカ濃度が14%以上では平均細孔径はおよそ30~40nmであることが分かる。塩酸を用いた場合は、シリカ濃度6%において約40nm、アンモニア水を用いた場合は、シリカ濃度6%において約30nmであった。このとき、平均細孔径が10nm未満の場合は、シリカ一次粒子の著しい粗大化やエアロゲル自体の収縮が起きており、無負荷時においても期待する熱抵抗値が得られない。また平均細孔径が70nmより大きい場合は、空気の対流を抑制することが難しくなるため、熱抵抗が小さくなる。

【0093】

<シリカ濃度と圧縮率>

図10に、実施例と比較例とのシリカ濃度と圧縮率の関係を示す。各試料に5MPa~0.3MPaの圧力を印加した。

【0094】

5MPaの圧力の場合、実施例1~4は、圧縮率としては、40%以下であり、好ましい。

【0095】

2MPaの圧力の場合、実施例1~4は、圧縮率としては、30%以下であり、より好ましい。

【0096】

1MPaの圧力の場合、実施例1~4は、圧縮率としては、20%以下であり、さらに好ましい。

【0097】

なお、圧縮時の熱抵抗も同様の傾向がある。実施例1から4は、0.30~5.0MPaにおいて、 $0.010\text{ m}^2\text{ K/W}$ 以上である。

【0098】

<結果>

実施例1から4において、シリカ濃度14~20%の水ガラスと炭酸エチレンを用いて断熱シートを作製した。その結果、5.0MPaにおける圧縮率はいずれも40%以下と小さく、また熱抵抗値はいずれも $0.01\text{ m}^2\text{ K/W}$ 以上であった。

【0099】

比較例1から4では、シリカ濃度6~12%の水ガラスと炭酸エチレンを用いて断熱シートを作製した。その結果、5.0MPaにおける圧縮率はいずれも40%より大きかった。

【0100】

比較例5,6ではシリカ濃度6%の水ガラスに塩酸水溶液とアンモニア水を各々用いて断熱シートを作製したが、比較例1とほぼ同様の結果であった。炭酸エチレン以外のゲル化剤では、シリカ濃度を8%以上に上げると均一にゲル化せず断熱シートの作製は不可能であった。

【0101】

以上の結果より、シリカ濃度14~20%の水ガラス水溶液と炭酸エステルを用いて合成される高密度エアロゲル-不織布繊維からなる断熱シートは、高強度断熱シートとして優れており、高負荷条件でも熱連鎖を抑制するのに効果的であることが判明した。

【0102】

(全体として)

断熱シートは、エアロゲルと不織布繊維とを主成分として含み、他の化合物を主成分としてふくまない。エアロゲルと不織布繊維との合計が、全体の重量の90%以上である。

【0103】

図11は、実施の形態の断熱シートの応用例1を示す断面図である。

【0104】

実施の形態の断熱シート10は、電子機器において、発熱を伴う電子部品12と筐体1

10

20

30

40

50

1との間に、配置できる。電子部品12の熱を筐体11へ伝達しない。電子部品12は、基板13上に実装されている。断熱シート10は、表面を覆うカバーで被覆されてもよい。断熱シート10は、熱伝導性材料、たとえば、グラファイトシートで積層されてもよい。

【0105】

図12は、実施の形態の断熱シートの応用例2を示す断面図である。自動車の電池15間に、上記の実施の形態のいずれかの断熱シート10を配置した電池ユニットとすれば、電池15間の断熱だけでなく、類焼防止もでき好ましい。電池15は自動車用に限定されない。電池15は、各種移動体の電池、自宅蓄電装置の電池でもよい。

10

断熱シート10は、他のシートなどと複合化されてもよい。

【0106】

<処理方法による影響度評価>

なお、厚みの測定は、デジタルインジケータID-H0530(ミットヨ製)を用いた。

【0107】

<実施例9>

水ガラス原料を蒸留水で希釈して調製した水ガラス水溶液(シリカ濃度20%、20.5g)に、炭酸エチレン(白色結晶)を5重量部(1.025g)添加してよく攪拌、溶解させてゾル液を調製した。

【0108】

次いで、ゾル溶液を不織布繊維(材質;グラスペーパー,厚み1.03mm、目付140g/m²、寸法12cm角)に注ぐことで、ゾル溶液を不織布繊維に均一に含浸させた。ゾル溶液を含浸させた不織布をPPフィルム(厚み50μm×2枚)に挟み、室温23で3分放置してゾルをゲル化させた。ゲル化を確認後、ギャップを1.00mm(フィルム厚込み)に設定した2軸ロールにフィルムごと含浸不織布を通して、不織布から余分なゲルを絞りだして厚み1.00mm狙いで規制した。

20

【0109】

次に、フィルムを剥がしてゲルシートを純水に縦方向(角度は、水平方向に対して約90度)で浸漬後、5分放置して、炭酸ナトリウムを除去する。その後、塩酸6規定に縦方向で浸漬後、常温23で10分放置してゲルシートの中に塩酸を取り込ませた。次いで、ゲルシートを、シリル化剤であるオクタメチルトリシロキサンと2-プロパノール(IPA)の混合液に縦方向で浸漬させて、55の恒温槽に入れて2時間反応させた。トリメチルシロキサン結合が形成され始めると、ゲルシートから塩酸水が排出され、2液分離した状態となった(上層にシロキサン、下層に塩酸水、2-プロパノール)。ゲルシートを150設定の恒温槽に移して大気雰囲気下2時間乾燥させることで断熱シートを得た。

30

【0110】

この断熱シートを熱伝導率や圧縮特性を評価した結果、熱伝導率は49.02mW/mK、圧縮率は12.4%、厚みばらつき(標準偏差)は0.029mmであった。厚みばらつき(標準偏差)は、少なくとも0.040mm以下にできる。傾斜させることで均質化ができる。

40

【0111】

なお、実施例1~7では、厚みばらつき(標準偏差)は、約0.040mmより大きかった。

【0112】

<処理方法による影響度の結果>

実施例9において、縦方向で純水や塩酸6規定、シリル化剤であるオクタメチルトリシロキサンと2-プロパノール(IPA)の混合液の浸漬処理を行い、断熱シートを作製した。その結果、5.0MPaにおける圧縮率は12.4%と小さく、厚みばらつきも0.029mmで小さかった。

50

厚みばらつきの原因は気泡による影響である。

実施例 9 と実施例 1 ~ 8 の結果より、水洗や塩酸水溶液浸漬、シリル化処理において、縦方向で処理を行うことにより、より高強度な断熱シートを実現し、高負荷条件でも熱連鎖を抑制するのに効果的であることが判明した。つまり、縦方向に傾斜させて処理することで、ばらつきの少ない、よりよい特性のものが得られる。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本実施の形態の圧縮強度を向上させた、高密度エアロゲルと不織布繊維構造体の少なくとも 2 成分からなる断熱シートは、電子機器、車載機器、産業機器内の狭いスペースにおいても十分に断熱効果を発揮し得ることから広く利用される。情報機器、携帯機器、ディスプレイ、電装品など、熱に関わる全ての製品へ応用される。

10

【符号の説明】

【0114】

10 断熱シート

11 筐体

12 電子部品

13 基板

15 電池

51 断熱シート

52 炭酸ナトリウム

53 二酸化炭素

54 塩酸

55 水洗槽

56 水

57 塩酸槽

58 塩酸

59 シリル化槽

60 シリル化剤

101 珪酸ナトリウム

102 ヒドロキシルイオン

103 炭酸エチレン

104 炭酸イオン

105 エチレングリコール

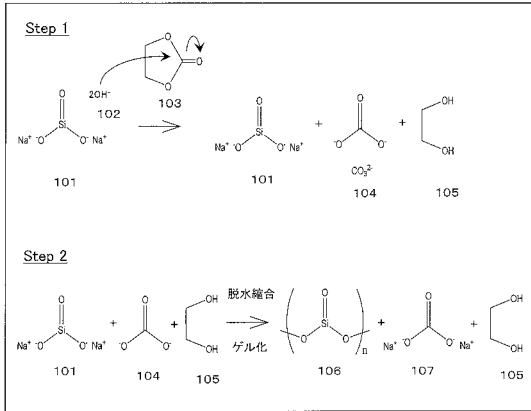
106 ヒドロゲル

107 炭酸ナトリウム

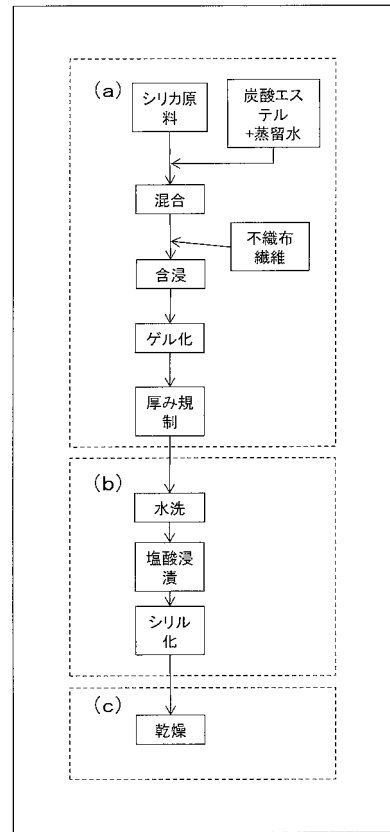
20

30

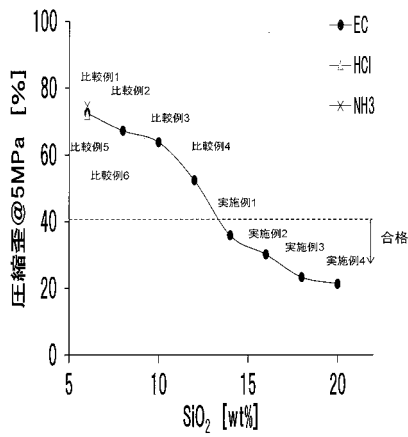
【 図 1 】



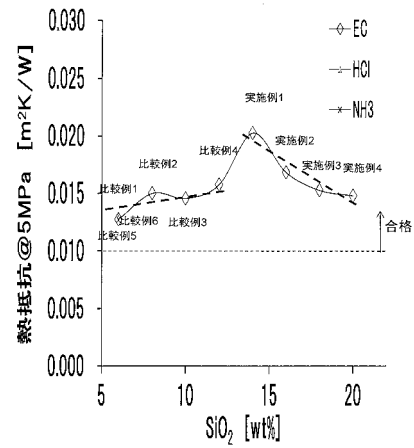
【 図 2 】



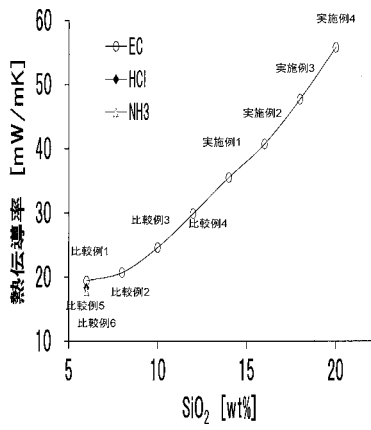
【 図 3 】



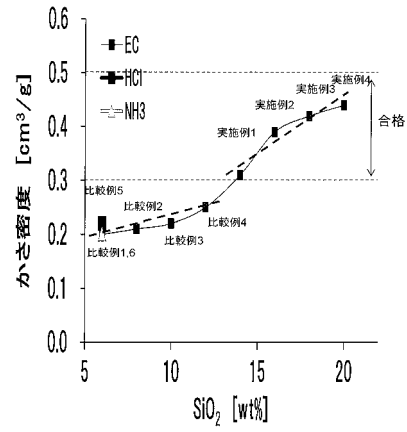
【 図 4 】



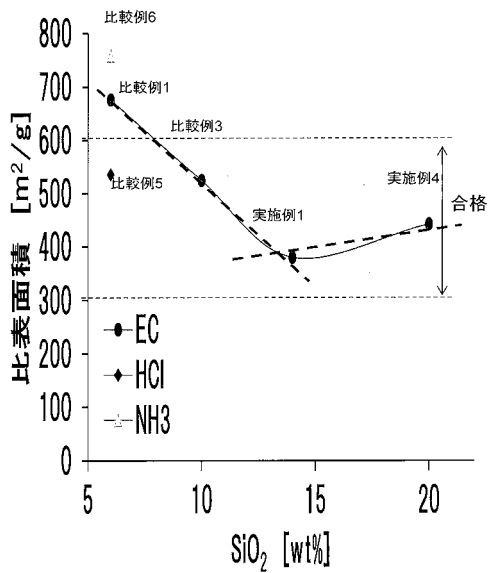
【 図 5 】



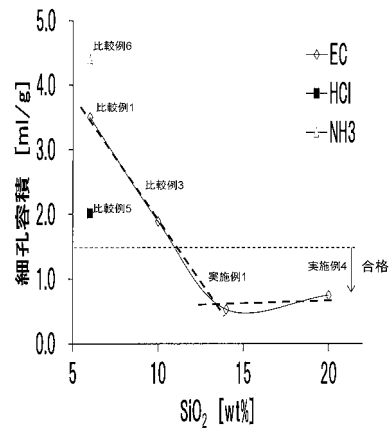
【 図 6 】



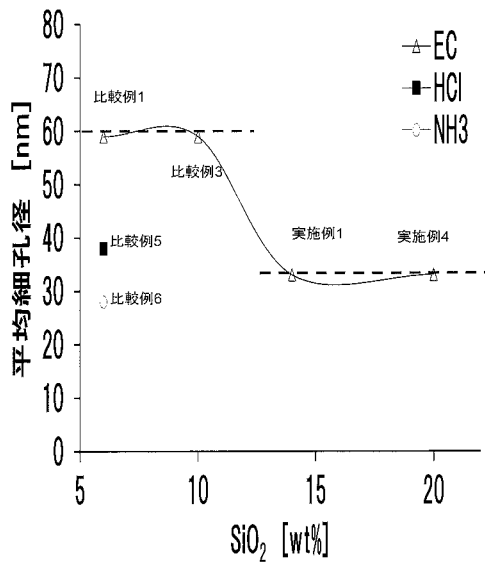
【 図 7 】



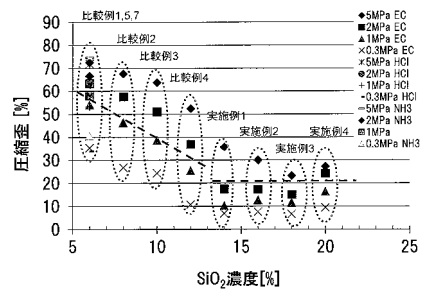
【 図 8 】



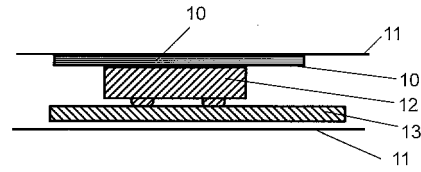
【 図 9 】



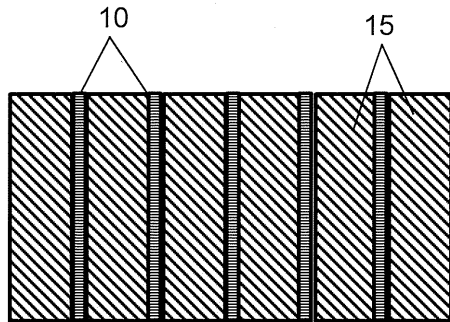
【 図 1 0 】



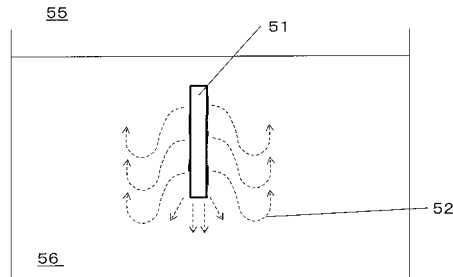
【 図 1 1 】



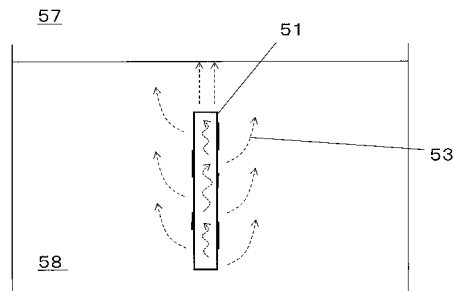
【 図 1 2 】



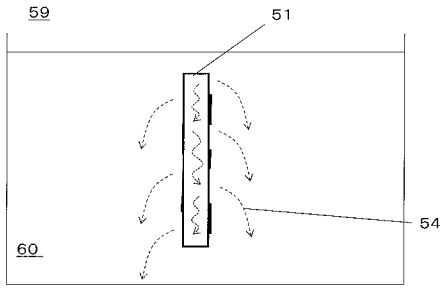
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 15 】



フロントページの続き

(72)発明者 及川 一摩

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 久保 隆志

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 3H036 AA09 AB13 AC03 AE11

4G072 AA28 BB02 BB15 CC04 CC07 CC08 GG02 HH21 HH28 JJ14

JJ41 KK01 KK17 LL11 MM02 MM23 MM31 PP01 PP03 QQ07

SS01 TT05 UU30

4L031 AA26 AB34 BA20 DA00

4L033 AA09 AB07 AC15 BA96

5E322 AA03 AB04 EA10 EA11 FA02