

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2024年7月25日(25.07.2024)



(10) 国際公開番号

**WO 2024/154644 A1**

(51) 国際特許分類:  
*F16L 59/02* (2006.01) *H01M 50/293* (2021.01)  
*H01M 50/291* (2021.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/000438

(22) 国際出願日: 2024年1月11日(11.01.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2023-006822 2023年1月19日(19.01.2023) JP

(71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 宇井 丈裕 (UI, Takehiro); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 佐々木 集 (SASAKI, Shu); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 福家 一浩 (FUKE, Kazuhiro); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 大井 道子 (OI, Michiko); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内三丁目20番3号 B P R プレイス久屋大通 弁理士法人協働特許事務所 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) Title: THERMAL INSULATION MATERIAL

(54) 発明の名称: 断熱材

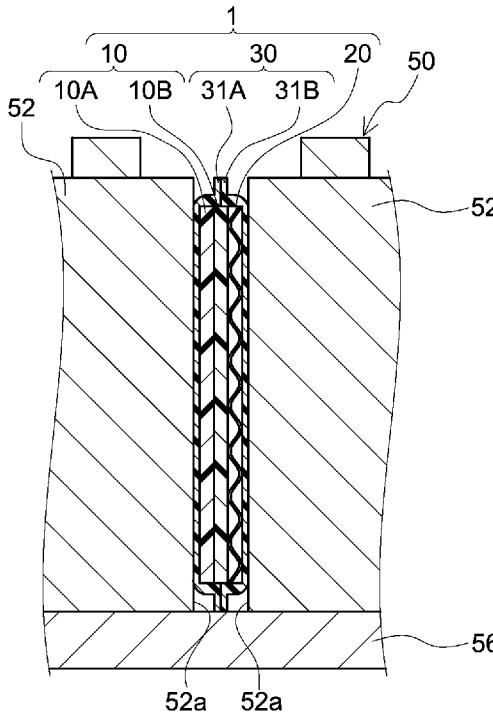


FIG. 2

(57) Abstract: Disclosed is a thermal insulation material which comprises: a flat plate-like thermal insulation member which contains inorganic particles and has a thickness of 0.5 mm to 10 mm; and a plate-like buffering member which contains a fiber-reinforced plastic (FRP) and has a thickness of more than 0 mm but not more than 3 mm, while having a plurality of projected parts that are formed by bending the buffering member itself so as to protrude by a specific height in the stacking direction in which the buffering member and the thermal insulation member are stacked upon each

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

other. Consequently, this thermal insulation material has excellent thermal insulation properties and excellent buffering properties.

(57) 要約: 無機粒子を含んでなる厚み0.5 mm以上10 mm以下の平板状の断熱部材と、繊維強化プラスチック(FRP)を含んでなる厚み0 mm超3 mm以下の板状の部材であって上記断熱部材との積層方向に特定の高さ突出するように該緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部を有する緩衝部材と、を有することにより、優れた断熱性と緩衝性を備えた断熱材となる。

## 明 細 書

発明の名称：断熱材

### 技術分野

[0001] 本発明は、断熱材に関し、より詳しくは断熱部材と緩衝部材とを有する断熱材に関する。

本出願は、2023年1月19日に出願された日本国特許出願2023-006822号に基づく優先権を主張しており、その出願の全内容は本明細書中に参照として組み入れられている。

### 背景技術

[0002] 電気自動車（EV）、ハイブリッド自動車（HEV）、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、燃料電池車（FCV）等の電動自動車の電源としてリチウムイオン二次電池等の非水系電解質二次電池の利用が進んでおり、これらの用途では非常に高い出力と容量が必要となるため、バッテリーセル（単電池）を集積したバッテリーモジュールまたはバッテリーパックの形態で使用されている。また、リチウムイオン二次電池のバッテリーパックには、安全性等を確保するために様々な機能を持った部材を利用することが検討されており、例えば一部のセルが異常に発熱してしまった場合でも熱暴走を生じさせないようにするために、セル間に断熱材を配置することが行われている。

[0003] リチウムイオン二次電池のセルは、充電による膨張と放電による収縮を繰り返すことが知られており、その原因と対策に関する研究も進んでいる。例えば非特許文献1には、シリコン粒子と電解液等との副反応による酸化被膜が原因であることが記載されており、その対策として新たな酸化防止被膜を用いることで材料の不可逆な膨張が抑制され、これにより電極膨張とサイクル劣化の双方を抑制している。また、充放電に伴う電池セルの膨張および収縮が大きい二次電池に対して、例えば、非特許文献2には、弾性率を調整したバインダーを用いることで、電極の膨張を抑制し、サイクル特性が良好と

なることが開示されている。

- [0004] また、特許文献1には、二次電池の電極体から電極体の積層方向に荷重を受ける弾性体にも圧力吸収の役割があり、各部材の圧縮弾性率を規定することで、ハイレート充放電における抵抗増加および充放電サイクルにおける容量低下を抑制できることが開示されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0005] 特許文献1：日本特許出願公開2021-114361号公報  
特許文献2：カナダ国特許出願公開第1190279号明細書

### 非特許文献

- [0006] 非特許文献1：平成27年度戦略的基盤技術高度化支援事業、「充電にともなう材料の膨張を抑制したリチウムイオン電池向けシリコン系高容量負極材の実用化」、委託者 近畿経済産業局、委託先 公益財団法人 京都高度技術研究所  
非特許文献2：Si負極向けバインダーの開発及び電極膨張評価、JSR株式会社 発行 JSRテクニカルレビューNo. 125 (2018/03)

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 前述のようにリチウムイオン二次電池のセルは、充電による膨張と放電による収縮を繰り返すため、セルを集積するバッテリーパックまたは該バッテリーパックを構成するバッテリーモジュールにおいては、セルやセル間に配置される断熱材に対して断続的な圧縮力がかかることになる。したがって、バッテリーモジュールまたはバッテリーパックのセル間に配置される断熱材は、このような断続的な負荷がセルや断熱材自体に与える悪影響を和らげるために適した緩衝性を有することが好ましいといえる。
- [0008] 本発明は、優れた緩衝性、特にバッテリーパック等のセル間に配置される断熱材として利用したときに好適な緩衝性を備えた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

- [0009] この明細書によると、断熱部材と緩衝部材とを有する断熱材が提供される。上記断熱部材は、無機粒子を含んでなる厚み0.5 mm以上10 mm以下の平板状の部材である。上記緩衝部材は、繊維強化プラスチック（FRP）を含んでなる厚み0 mm超3 mm以下の板状の部材である。上記緩衝部材は、上記断熱部材との積層方向に突出するように該緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部を有する。上記複数の突出部の突出高さは3 mm以上6.5 mm以下である。上記材質および形状の緩衝部材を上記断熱部材と組み合わせて用いることにより、該断熱材に対して断続的に加わり得る圧縮力に対して適切な緩衝性を発揮する断熱材を実現することができる。
- [0010] ここに開示される断熱材のいくつかの好ましい態様において、上記緩衝部材は、上記複数の突出部として、上記積層方向に垂直な一方向に突出状態が延びた複数の線状突出部を有する。このような形状の緩衝部材は、断続的に加わり得る圧縮力に対する耐久性の観点から有利となり得る。上記複数の線状突出部は、それぞれの上記突出状態の延びる方向が平行になるように、規則的に配列していることが好ましい。かかる構造によると、緩衝効果を均一性よく発揮することができる。このことは耐久性向上の観点からも有利である。上記配列における上記複数の線状突出部の突出間隔、すなわち線状突出部の配列のピッチは、例えば10 mm超80 mm以下とすることができる。
- [0011] いくつかの態様において、上記複数の線状突出部は、上記突出状態の延びる方向に垂直な断面において波形（なみがた）を形成する形状であり得る。このような形状の緩衝部材は、断続的に加わり得る圧縮力に対する耐久性の観点から有利となり得る。
- [0012] いくつかの態様において、上記繊維強化プラスチックは、炭素繊維、ガラス繊維、アルカリアースシリケート（AES）繊維、シリカ繊維、アルミナ繊維、およびアラミド繊維からなる群より選択される少なくとも1種を含み得る。ここに開示される断熱材は、このような構成の繊維強化プラスチック

を用いて好ましく実施することができる。

- [0013] いくつかの態様において、上記繊維強化プラスチックは、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリオレフィン樹脂およびポリエステル樹脂からなる群より選択される少なくとも1種を含み得る。ここに開示される断熱材は、このような構成の繊維強化プラスチックを用いて好ましく実施することができる。なお、上記ポリエステルの概念には、飽和ポリエステル樹脂および不飽和ポリエステル樹脂の両方が包含され得る。
- [0014] いくつかの態様において、上記断熱部材と上記緩衝部材とは接合されていないことが好ましく、例えば接合されずに接していることが好ましい。断熱部材と緩衝部材とが接合されていないことにより、該緩衝部材の平面方向（断熱部材との積層方向に直交する方向）への変形が容易になり、断続的に加わり得る圧縮力に対して適切な緩衝性を発揮しやすくなる。断熱部材と上記緩衝部材とが接合されずに接していることは、断熱材の薄型化や断熱部材の保護性等の観点から有利となり得る。
- [0015] いくつかの好ましい態様では、上記緩衝部材の厚みが1 mm以上2 mm以下である。緩衝部材の厚みが上記範囲であると、良好な緩衝性と耐久性とを好適に両立し得る。
- [0016] いくつかの好ましい態様に係る緩衝部材は、上記複数の線状突出部の突出高さが3 mm以上5 mm以下である。突出高さが上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。
- [0017] いくつかの好ましい態様に係る緩衝部材は、上記複数の線状突出部の突出間隔が15 mm以上50 mm以下である。突出間隔が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。
- [0018] いくつかの態様において、上記断熱部材は、上記無機粒子として二酸化ケイ素粒子を含むことが好ましい。ここに開示される断熱材は、二酸化ケイ素粒子を含む断熱部材と上記緩衝部材とを備える構成で好ましく実施することができる。上記二酸化ケイ素粒子としては、乾式シリカ、湿式シリカ、およびシリカエアロゲルからなる群より選択される少なくとも1種を好ましく採

用し得る。上記乾式シリカの一好適例として親水性フュームドシリカが挙げられる。

[0019] いくつかの態様において、上記断熱部材は、無機粒子および無機繊維を含む混合物を成形した成形体であることが好ましい。ここに開示される断熱材は、かかる成型体である断熱部材と、上記緩衝部材とを備える構成で好ましく実施することができる。

[0020] いくつかの態様に係る断熱材は、樹脂フィルムをさらに含み、上記断熱部材、上記緩衝部材および上記樹脂フィルムが積み重ねられている。樹脂フィルムを含む断熱材の一態様例として、上記樹脂フィルムが2つ以上積層されており、2つ以上の上記樹脂フィルムが、上記断熱部材および上記緩衝部材を厚み方向から挟んで包接し、上記樹脂フィルムの間隙を密閉している態様が挙げられる。上記樹脂フィルムは、上記間隙と外部空間とをつなぐ通気口を有していてもよい。

[0021] ここに開示される断熱材は、断続的に加わり得る圧縮力に対して適切な緩衝性を発揮し得るという特長を活かして、例えば、バッテリーモジュールまたはバッテリーパックのセル間に配置される態様で好ましく用いられ得る。

[0022] なお、本明細書に記載された各要素を適宜組み合わせたものも、本件特許出願によって特許による保護を求める発明の範囲に含まれ得る。

### 図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、一実施形態に係る断熱材がセル間に配置されたバッテリーモジュールの一例を模式的に示す斜視図である。

[図2]図2は、図1のII-II線断面図である。

[図3]図3は、一態様に係る断熱材を模式的に示す斜視図である。

[図4]図4は、図3のIV-IV線断面図である。

[図5]図5は、複数の線状突出部を有する緩衝部材の一例を模式的に示す斜視図である。

[図6]図6は、図5のVI-VI線断面図であって、複数の線状突出部を有する緩衝部材の厚み、突出高さおよび突出間隔を模式的に示す説明図である。

[図7]図7は、複数のドット状突出部を有する緩衝部材の一例を模式的に示す断面図である。

[図8]図8は、載荷－除荷試験を模式的に表した応力－ひずみ曲線（S－Sカーブ）である。

### 発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の好適な実施形態を説明する。なお、本明細書において特に言及している事項以外の事柄であって本発明の実施に必要な事柄は、本明細書に記載された発明の実施についての教示と出願時の技術常識とに基づいて当業者に理解され得る。本発明は、本明細書に開示されている内容と当該分野における技術常識とに基づいて実施することができる。また、以下の図面において、同じ作用を奏する部材・部位には同じ符号を付して説明することがあり、重複する説明は省略または簡略化することがある。また、図面に記載の実施形態は、本発明を明瞭に説明するために模式化されており、実際に提供される製品のサイズや縮尺を必ずしも正確に表したものではない。

[0025] 本発明の一態様である断熱材（以下、「断熱材」と略す場合がある。）は、無機粒子を含んでなる厚み0.5mm以上10mm以下の平板状の部材（以下、「断熱部材」と略す場合がある。）と、繊維強化プラスチック（FRP）を含んでなる厚み0mm超3mm以下の板状の部材（以下、「緩衝部材」と略す場合がある。）とを有する。上記緩衝部材は、断熱部材との積層方向に突出するように該緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部（以下、「突出部」と略す場合がある。）を有する。上記複数の突出部の突出高さは3mm以上6.5mm以下である。ここで、各突出部の突出高さが均一ではない場合は、最も高い突出部の突出高さを上記複数の突出部の突出高さとする。すなわち、上記緩衝部材は、複数の突出部の最大突出高さが、3mm以上6.5mm以下であることを特徴とする。

[0026] 前述したように、バッテリーパックにおいては、セルやセル間に配置される断熱材に対して、断続的な圧縮力がかかり、セル間に配置される断熱材は、この断続的な負荷によって生じるセルや断熱材自体に対する悪影響を和ら

げる緩衝性を有することが好ましい。本発明者らは、この緩衝性について鋭意検討を重ねた結果、緩衝部材として特定の形状を有する繊維強化プラスチックを採用することにより、好適な緩衝性を奏する断熱材となることを見出したのである。

[0027] ここで、上記「断熱部材との積層方向に突出」は、断熱部材との積層の正方向（断熱部材側）への突出であってもよく、負方向（断熱部材から離れる側）への突出であってもよい。ここに開示される緩衝部材は、上記正方向および上記負方向のいずれかを基準方向として、該基準方向に突出する突出部を複数有していればよい。一態様では、上記基準方向は正方向である。他の一態様では、上記基準方向は負方向である。本明細書において「複数」とは、特記しない場合、2以上の数を意味する。ここに開示される緩衝部材は、上記正方向および上記負方向のいずれか一方を基準方向として2以上の突出部を有するものであればよく、他方を基準方向とする場合における突出部の数は、1以下であってもよく、2以上であってもよい。

[0028] また、上記「緩衝部材自体が屈曲した突出部」とは、該突出部の頂部では上記緩衝部材がその両側にある部材（断熱部材、被覆材等であり得る。）のうち一方の部材に当接し、他方の部材には当接せず（例えば、他方の部材との間に空隙を有し）、かつ、上記頂部に隣接して上記緩衝部材が上記一方の部材から離隔する部分を有する形状の突出部をいう。上記頂部の上面視における形状は、点状（頂点）であってもよく、線状や平面状等であってもよい。また、上記屈曲の断面形状は、曲線形状であってもよく、折れ線形状であってもよく、それらの中間的または複合的な形状であってもよい。

[0029] 以下、「断熱部材」、「緩衝部材」等について、より詳細に説明する。

[0030] （断熱部材）

ここに開示される断熱材における断熱部材は、無機粒子を含んでなる厚み0.5mm以上10mm以下の平板状の部材である。ここで、断熱部材が「無機粒子を含んでなる平板状の部材」であるとは、構成材料として少なくとも無機粒子を含み、平板状に形成されたものであることを意味する。無機粒

子の種類は、特に限定されず、例えば二酸化ケイ素粒子（シリカ）、酸化チタン粒子、炭化ケイ素粒子、チタン鉄鉱粒子（イルメナイト、 $\text{FeTiO}_3$ ）、ケイ酸ジルコニウム粒子、酸化鉄（III）粒子、鉄（II）（ウスタイト（ $\text{FeO}$ ）粒子、マグネタイト粒子（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、ヘマタイト粒子（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ））、二酸化クロム粒子、酸化ジルコニウム粒子、二酸化マンガン粒子、ジルコニアゾル、チタニアゾル、シリカゾル、アルミナゾル、ベントナイト粒子、およびカオリン粒子等が挙げられる。断熱部材は、1種類の無機粒子を含んでいてもよいし、2種類以上の無機粒子を含んでいてもよい。無機粒子は、熱輻射を抑制できる、より具体的には赤外線領域に吸収ピークを有する無機粒子であることが好ましい。赤外線領域の吸収ピークは、赤外分光光度計によって測定できる。また、無機粒子は、無機繊維同士を結着させるバインダーとして機能してもよい。

[0031] 断熱部材における無機粒子の含有量は、特に限定されず、例えば該断熱層の50質量%～99.5質量%であってよく、好ましくは60質量%以上、より好ましくは70質量%以上、さらに好ましくは80質量%以上であり、好ましくは95質量%以下、より好ましくは90質量%以下、さらに好ましくは85質量%以下である。無機粒子の含有量が上記範囲内であると、良好な断熱性と機械強度を確保しやすくなる。

[0032] 断熱部材は、無機粒子として二酸化ケイ素（シリカ、 $\text{SiO}_2$ ）を含むことが好ましい。二酸化ケイ素粒子は、構造的特徴として結晶質シリカ、非晶質シリカ等に分類することができ、入手方法によって天然シリカ、合成シリカ等に分類することができる。また、合成シリカの中でも、製造方法によって乾式シリカ、湿式シリカ、シリカエアロゲル等に分類することができ、さらに乾式シリカの中でも、燃焼法によって得られるシリカ、アーク法によって得られるシリカ等に、湿式シリカの中でも、ゲル法によって得られるシリカ、沈降法によって得られるシリカ等に分類することができる。二酸化ケイ素粒子の種類は、特に限定されないが、乾式シリカ、シリカエアロゲルが好ましく、さらに乾式シリカの1種としてフュームドシリカがより好ましく、フ

ュームドシリカの中でも、親水性フュームドシリカが特に好ましい。なお、親水性フュームドシリカ（Fumed Silica）とは、表面に親水性のシラノール基（Si-OH）を主に有するフュームドシリカを表し、一般的には表面処理等によってシラノール基が疎水性基に置換されていないフュームドシリカを表す。

[0033] 二酸化ケイ素粒子は、一般的に、一次粒子として存在したり、一次粒子が凝集した凝集体として存在したり、凝集体がさらに凝集して集魂粒子として存在したりすることがある。ここに開示される断熱材を構成する断熱部材における二酸化ケイ素粒子は、該断熱部材内において、一次粒子の状態で分散（存在）していてもよく、凝集体の状態で分散していてもよく、集魂粒子の状態で分散していてもよく、またこれらの組合せとして分散していてもよい。

[0034] 二酸化ケイ素粒子の平均一次粒子径は、特に限定されず、例えば1 nm～100 nmであってよく、好ましくは2 nm以上、より好ましくは4 nm以上であり、好ましくは80 nm以下、より好ましくは40 nm以下、さらに好ましくは30 nm以下、特に好ましくは20 nm以下である。二酸化ケイ素粒子がフュームドシリカである場合の平均一次粒子径は、例えば1 nm～40 nmであり、好ましくは2 nm以上、より好ましくは4 nm以上であり、好ましくは30 nm以下、より好ましくは20 nm以下、さらに好ましくは18 nm以下である。二酸化ケイ素粒子がシリカエアロゲルである場合の平均一次粒子径は、例えば1 nm～20 nmであり、好ましくは18 nm以下、より好ましくは10 nm以下である。二酸化ケイ素粒子の平均一次粒子径が上記範囲内であると、良好な断熱性を確保しやすくなる。なお、二酸化ケイ素粒子の平均一次粒子径を把握する方法としては、走査型電子顕微鏡（SEM）や透過型電子顕微鏡（TEM）等の電子顕微鏡を用いて測定する方法が挙げられる。具体的には、電子顕微鏡に映る二酸化ケイ素粒子をランダムに選択して粒子径を測定し、その数値の平均値を算出する方法が挙げられる。粒子径としては、粒子が球状である場合にはその直径を、電子顕微鏡像

において粒子が楕円形である場合にはその短径と長径との中間値を、不定形粒子である場合にはその短辺と長辺との中間値を採用することができる。

[0035] 二酸化ケイ素粒子の二次凝集体（一次粒子の凝集体）の平均粒子径は、特に限定されず、例えば $0.1\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ であり、好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $2\ \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $90\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $80\ \mu\text{m}$ 以下である。なお、二酸化ケイ素粒子の二次凝集体の平均粒子径を把握する方法としては、平均一次粒子径と同様の方法を用いて測定する方法が挙げられる。

[0036] 二酸化ケイ素粒子のBET比表面積は、例えば $90\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上 $380\ \text{m}^2/\text{g}$ 未満であり、好ましくは $130\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、より好ましくは $175\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、さらに好ましくは $200\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上であり、好ましくは $350\ \text{m}^2/\text{g}$ 以下、より好ましくは $320\ \text{m}^2/\text{g}$ 以下、さらに好ましくは $200\ \text{m}^2/\text{g}$ 以下である。二酸化ケイ素粒子のBET比表面積が上記範囲内であると、高温高湿条件においても断熱性を確保しやすくなる。なお、BET比表面積は、国際標準化機構ISO 5794/1に準拠した測定方法により、多点窒素吸着法（BET法）によって測定することができる。また、例えばアエロジル社製「AEROSIL 380」は、BET比表面積の公称値が $380\ \text{m}^2/\text{g}$ とされており、誤差を考慮すると $350\ \text{m}^2/\text{g} \sim 410\ \text{m}^2/\text{g}$ と表記されている。この場合、本明細書においては公称値である $380\ \text{m}^2/\text{g}$ を基準として考えるものとする。

[0037] 二酸化ケイ素粒子の見かけ比重は、特に限定されず、例えば $30\ \text{g}/\text{L} \sim 130\ \text{g}/\text{L}$ であり、好ましくは $40\ \text{g}/\text{L}$ 以上、より好ましくは $50\ \text{g}/\text{L}$ 以上であり、好ましくは $100\ \text{g}/\text{L}$ 以下、より好ましくは $80\ \text{g}/\text{L}$ 以下、さらに好ましくは $60\ \text{g}/\text{L}$ 以下である。なお、二酸化ケイ素粒子の見かけ比重を把握する方法としては、二酸化ケイ素粒子を $250\ \text{mL}$ メスシリンダー等の容積を測定できる容器に充填し、二酸化ケイ素粒子の充填質量（ $X\ \text{g}$ ）と充填容積（ $Y\ \text{mL}$ ）を測定して、充填質量を充填容積で除算（ $[\text{見かけ比重}(\text{g}/\text{L})] = X/Y \times 1000$ ）した数値とすることが挙げられ

る。

[0038] 二酸化ケイ素粒子の例としては、親水性フュームドシリカであるAEROSILシリーズ（日本アエロジル社製）のAEROSIL 50、90、130、200、300、380、レオロシールシリーズ（トクヤマ社製）のQS-09、QS-10、QS-102、QS-20、QS-30、QS-40、HDKシリーズ（旭化成ワッカーシリコン社製）のHDK V15、N20、T30、T40等や、疎水性フュームドシリカであるAEROSILシリーズ（日本アエロジル社製）のAEROSIL R972、R976S、HDKシリーズ（旭化成ワッカーシリコン社製）のHDK H15、H20、H30等が、シリカエアロゲルであるエアリカ（トクヤマ社製）等が挙げられる。なお、断熱部材は、1種類の二酸化ケイ素粒子を含んでいてもよいし、2種類以上の二酸化ケイ素粒子を含んでいてもよい。

[0039] 断熱部材における二酸化ケイ素粒子の含有量は、特に限定されず、例えば50質量%以上（典型的には50質量%～99.5質量%）であり、好ましくは60質量%以上、より好ましくは70質量%以上、さらに好ましくは80質量%以上であり、好ましくは95質量%以下、より好ましくは90質量%以下、さらに好ましくは85質量%以下である。二酸化ケイ素粒子の含有量が上記範囲内であると、良好な断熱性と機械強度を確保しやすくなる。

[0040] 断熱部材は、前述の無機粒子を含んでなる層であれば、その他の成分を含んでいてもよい。いくつかの態様では、無機繊維を含むことが好ましい。無機繊維の種類は、特に限定されないが、シリカ繊維、ガラス繊維、アルミナ繊維、シリカーアルミナ繊維、シリカーアルミナーマグネシア繊維、生体溶解性無機繊維、ジルコニア繊維、アルカリ土類金属ケイ酸塩繊維（アルカリアースシリケート（AES）繊維）、グラスウール、ロックウールおよびバサルト繊維等が挙げられる。無機繊維が上記のものであると、耐熱性が向上する。断熱部材は、1種類の無機繊維を含んでいてもよいし、2種類以上の無機繊維を含んでいてもよい。

[0041] 断熱部材における無機繊維の含有量は、特に限定されず、例えば0.5質

量%～50質量%であり、好ましくは1質量%以上、より好ましくは3質量%以上、さらに好ましくは5質量%以上であり、好ましくは40質量%以下、より好ましくは35質量%以下、さらに好ましくは30質量%以下である。繊維の含有量が上記範囲内であると、良好な熱抵抗を確保しやすくなるとともに、断熱部材を製造しやすくなる。

[0042] 断熱部材に含まれる無機繊維の平均繊維長は、特に限定されず、例えば0.05mm～50mmであり、好ましくは0.5mm以上、より好ましくは1.0mm以上、さらに好ましくは2mm以上であり、好ましくは35mm以下、より好ましくは30mm以下、より好ましくは25mm以下、より好ましくは13mm以下、さらに好ましくは10mm以下であり、8mm以下でもよく、6mm以下でもよい。繊維の平均繊維長が上記範囲内であると、断熱部材を製造しやすくなる。

[0043] 断熱部材に含まれる無機繊維の平均繊維径は、特に限定されず、例えば0.1 $\mu$ m～50 $\mu$ mであり、好ましくは1 $\mu$ m以上、より好ましくは5 $\mu$ m以上、さらに好ましくは7 $\mu$ m以上であり、好ましくは25 $\mu$ m以下、より好ましくは20 $\mu$ m以下、さらに好ましくは15 $\mu$ m以下である。繊維の平均繊維径が上記範囲内であると、良好な断熱性と機械強度を確保しやすくなる。

[0044] 断熱部材は、有機繊維を含んでいてもよい。有機繊維の具体例としては、セルロースファイバー、ポリエステル、ポリプロピレン等からなるフェルト等が挙げられる。有機繊維の使用は、緩衝性の向上や、繰り返し圧力疲労への耐久性の向上等の観点から有利となり得る。断熱部材における有機繊維の含有量は、所望の使用効果が得られるように適宜設定することができ、例えば0質量%以上10質量%以下の範囲、好ましくは0質量%以上5質量%以下の範囲から選択し得る。断熱部材が有機繊維を含む態様では、無機繊維と有機繊維とを組み合わせる用いることが好ましい。かかる態様において、断熱部材における有機繊維の含有量は、該断熱部材に含まれる無機繊維100質量部に対して、例えば0質量部超、1質量部以上、4質量部以上、8質量部

以上または16質量部以上であり得る。一方、いくつかの態様では、耐熱性等の観点から、断熱部材における有機繊維の含有量は、無機繊維100質量部に対して100質量部未満であることが適当であり、50質量部未満であることが有利であり、20質量部未満であってもよく、10質量部未満であってもよく、5質量部未満または1質量部未満であってもよい。有機繊維を含まない断熱部材であってもよい。

[0045] 断熱部材は、前述の無機粒子に加えて、上記その他の成分としてバインダー（結合剤）を含んでいてもよい。断熱部材がバインダーを含むことにより、形状安定性が向上する傾向にある。バインダーの種類は、特に限定されないが、有機バインダーと無機バインダーに分類することができる。有機バインダーの具体例としては、熱可塑性樹脂、熱可塑性エラストマー、熱硬化性樹脂、熱硬化性エラストマー、糖類、水溶性高分子等が挙げられる。無機バインダーの具体例としては、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化カルシウム等が挙げられる。バインダーが上記のものであると、形状安定性が効果的に向上する。なお、断熱部材は、1種類のバインダーを含んでいてもよいし、2種類以上のバインダーを含んでいてもよい。

[0046] 断熱部材がバインダーを含む場合のバインダーの含有量は、特に限定されず、例えば該断熱部材の0.01質量%～10質量%であり、好ましくは0.05質量%以上、より好ましくは0.1質量%以上、さらに好ましくは0.2質量%以上であり、好ましくは5質量%以下、より好ましくは3質量%以下、さらに好ましくは1質量%以下である。バインダーの含有量が上記範囲内であると、断熱性と形状安定性が両立しやすくなる。

[0047] 断熱部材は、前述の無機粒子を含んでなる層であり、無機粒子および無機繊維を含む混合物を平板状に成形した成形体であることが好ましい。断熱部材が無機粒子および無機繊維を含む混合物を平板状に成形した成形体であると、断熱性と機械強度の両立を図りやすくなる。断熱部材が無機粒子および無機繊維を含む混合物を平板状に成形した成形体である場合の無機粒子、無

機繊維等の混合方法等の詳細は後述する。

- [0048] 断熱部材の厚みは、0.5 mm以上10 mm以下である。いくつかの態様において、上記断熱部材の厚みは、好ましくは1 mm以上、より好ましくは1.5 mm以上であり、2 mm以上であってもよく、また、好ましくは7 mm以下、より好ましくは5 mm以下、さらに好ましくは3 mm以下である。断熱部材の厚みが上記範囲内であると、良好な断熱性を確保しやすくなるとともに、断熱材の大型化を抑制することができる。なお、断熱部材の厚みとしては、断熱部材の断面を厚さ測定器（例えば、尾崎製作所製のデジタルシックネスゲージJAN-257（測定子Φ20 mm））で数箇所（例えば、10か所）測定した数値の平均値を採用することができる。
- [0049] 断熱部材の密度は、特に限定されず、例えば0.2～0.5 g/cm<sup>3</sup>であり、好ましくは0.3 g/cm<sup>3</sup>以上、より好ましくは0.35 g/cm<sup>3</sup>以上であり、0.37 g/cm<sup>3</sup>以上であってもよく、また、好ましくは0.45 g/cm<sup>3</sup>以下であり、0.42 g/cm<sup>3</sup>以下であってもよく、0.40 g/cm<sup>3</sup>以下であってもよい。
- [0050] 断熱部材の80℃、2 MPa加圧条件における熱伝導率は、好ましくは0.010 W/K・m以上であり、また、好ましくは0.3 W/K・m以下、より好ましくは0.1 W/K・m以下、より好ましくは0.08 W/K・m以下、より好ましくは0.06 W/K・m以下、より好ましくは0.055 W/K・m以下、より好ましくは0.045 W/K・m以下、さらに好ましくは0.04 W/K・m以下である。断熱部材の600℃、2 MPa加圧条件における熱伝導率は、好ましくは0.010 W/K・m以上であり、また、好ましくは0.3 W/K・m以下、より好ましくは0.2 W/K・m以下、より好ましくは0.1 W/K・m以下、より好ましくは0.08 W/K・m以下、さらに好ましくは0.075 W/K・m以下である。
- [0051] 加圧していないときの厚み（初期厚み）が2 mmになるように調製した場合の断熱部材の80℃、2 MPa加圧条件における熱抵抗は、好ましくは0.020 (K・m<sup>2</sup>)/W以上、より好ましくは0.025 (K・m<sup>2</sup>)/W

以上、より好ましくは $0.03 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以上、さらに好ましくは $0.035 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以上であり、また、好ましくは $0.1 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以下である。初期厚み $2 \text{ mm}$ の断熱部材の $600^\circ\text{C}$ 、 $2 \text{ MPa}$ 加圧条件における熱抵抗は、好ましくは $0.010 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以上、より好ましくは $0.015 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以上、さらに好ましくは $0.020 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以上であり、また、好ましくは $0.1 \text{ (K} \cdot \text{m}^2) / \text{W}$ 以下である。

[0052] 断熱部材の熱伝導率は、日本産業規格 J I S A 1412-2:1999「熱絶縁材の熱抵抗および熱伝導率の測定方法—第2部：熱流計法（HFM法）」に記載の方法により測定することができる。熱流計法（HFM法）は、試験体である平板状の熱絶縁材（断熱部材）と標準板とを比較して、熱伝導率、熱抵抗等の伝熱特性を測定する二次測定法または比較測定法である。以下、詳細な測定手順と測定条件を説明する。

[0053] 断熱部材を所定の大きさ（例えば、 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ ）に切断して試験体とし、標準板として、例えば、アルミナコンポジットマテリアル（「RS-100」、Z I R C A R R e f r a c t o r y C o m p o s i t e s, I n c. 製、厚み： $5 \text{ mm}$ 、熱伝導率： $0.66 \text{ W} / \text{K} \cdot \text{m}$ ）等を準備する。次に、空圧プレス機の下盤面に、上から第1熱電対、チタン板、断熱部材、チタン板、第2熱電対、標準板および第3熱電対の順に設置し、上盤と下盤を挟んで試験体、標準板、熱電対等を密着させる。そして、上盤と下盤をそれぞれ所定の測定温度に加熱し、さらに所定の測定圧力になるように空圧プレス機によって試験体等に荷重をかけて加圧する。

[0054] なお、測定温度としては、例えば、第1熱電対側の上盤の温度を $80^\circ\text{C}$ とし、第3熱電対側の下盤の温度を $30^\circ\text{C}$ とすることができる。一方、高温条件とするときの測定温度としては、例えば、第1熱電対側の上盤の温度を $600^\circ\text{C}$ とし、第3熱電対側の下盤の温度を $40^\circ\text{C}$ とすることができる。

[0055] また、測定圧力は、例えば $2 \text{ MPa}$ （荷重： $800 \text{ N}$ ）とすることができる。加熱加圧させた状態で、各熱電対の検出温度が安定するまで測定を継続し、温度安定後の各熱電対の検出温度、断熱部材の加圧時の厚み、標準板の

熱伝導率、標準板の加圧時の厚みから、断熱部材の熱伝導率  $k_1$  を下記式（ $I$ ）により算出することができる。

$$k_1 = k_2 \times (L_1 \times \Delta T_1) / (L_2 \times \Delta T_2) \quad \cdots (I)$$

（式中、 $k_1$  は断熱部材の熱伝導率  $[W / (m \cdot K)]$ 、 $k_2$  は標準板の熱伝導率  $[W / (m \cdot K)]$ 、 $L_1$  は断熱部材の加圧時厚み、 $L_2$  は標準板の厚み、 $\Delta T_1$  は第2熱電対の温度と第3熱電対の温度との温度差、 $\Delta T_2$  は第1熱電対の温度と第2熱電対の温度との温度差である。）

[0056] なお、検出温度が安定するとは、10分経時前後での温度変化が所定の範囲内（例えば、 $\pm 0.1^\circ\text{C}$  以内）になることをいう。

[0057] 断熱部材の熱抵抗は、前述の熱伝導率  $k_1$  と加圧時厚み  $L_1$  から、下記式（ $II$ ）により算出することができる。

$$R_1 = L_1 / k_1 \quad \cdots (II)$$

（式中、 $R_1$  は断熱部材の熱抵抗  $[(m^2 \cdot K) / W]$ 、 $k_1$  は断熱部材の熱伝導率  $[W / (m \cdot K)]$ 、 $L_1$  は断熱部材の加圧時厚みである。）

[0058] ここに開示される断熱材に含まれる断熱部材の数は、通常、1以上であり、通常、10以下であり、好ましくは7以下、さらに好ましくは5以下である。

[0059] 断熱部材は、隣接する部材と接着剤または粘着剤により接合されていてもよく、接合されていなくてもよい。接着剤または粘着剤により接合されていない、すなわち接着剤または粘着剤を使用しないことで、使用している場合よりも熱伝導率を低減することができる。断熱部材と、後述する緩衝部材とは、接合されずに接していることが特に好ましい。断熱部材と緩衝部材とが接合（固定）されていないことにより、後述する緩衝部材の平面方向（断熱部材との積層方向に直交する方向）への変形が容易になり、バッテリーパック等のセル間に配置される断熱材として好適な緩衝性を発揮しやすくなる。

[0060] 断熱部材は、平板状であれば、その他の形状は特に限定されない。平面視した場合の形状としては、例えば、四角形等の多角形、円形、楕円形等が挙げられる。四角形の例としては矩形（正方形および長方形を包含する。）が

挙げられる。

[0061] (緩衝部材)

緩衝部材は、繊維強化プラスチック（FRP）を含んでなる厚み0mm超3mm以下の板状の部材である。以下、繊維強化プラスチック等について詳細に説明する。

[0062] 繊維強化プラスチックを構成するマトリックス樹脂の種類は、特に限定されないが、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂に分類することができる。熱硬化性樹脂の例としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシアクリレート樹脂、ジアリルフタレート樹脂、メラミン樹脂等が挙げられる。熱可塑性樹脂の例としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等の飽和ポリエステル樹脂、ポリアミド（ナイロン）、ポリアセタール、ポリカーボネート等が挙げられる。繊維強化プラスチックは、1種類のマトリックス樹脂を含んでいてもよいし、2種類以上のマトリックス樹脂を含んでいてもよい。また、熱硬化性樹脂を使用する場合は、樹脂に硬化剤と硬化促進剤とを添加した樹脂組成物を用いてもよい。

[0063] 繊維強化プラスチックにおけるマトリックス樹脂の含有量は、特に限定されず、例えば5質量%～95質量%であり、好ましくは10質量%以上、より好ましくは15質量%以上（例えば16質量%以上）、より好ましくは20質量%以上、さらに好ましくは30質量%以上、特に好ましくは40質量%以上であり、また、好ましくは90質量%以下、より好ましくは80質量%以下、さらに好ましくは70質量%以下である。マトリックス樹脂の含有量が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。

[0064] 繊維強化プラスチックを構成する強化繊維の種類は、特に限定されず、例えば炭素繊維、ガラス繊維、AES繊維、シリカ繊維、アルミナ繊維、アラミド繊維等が挙げられる。また、炭素繊維としては、ポリアクリロニトリル（PAN）系炭素繊維、ピッチ系炭素繊維、レーヨン系炭素繊維等が挙げられる。

- [0065] 繊維強化プラスチックの強化繊維の平均繊維長は、特に限定されず、例えば20mm～150mmであり、好ましくは120mm以下、より好ましくは100mm以下、さらに好ましくは80mm以下である。強化繊維の平均繊維長が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。
- [0066] 繊維強化プラスチックの強化繊維の平均繊維径は、特に限定されず、例えば5 $\mu$ m～150 $\mu$ mであり、好ましくは100 $\mu$ m以下、より好ましくは60 $\mu$ m以下である。強化繊維の平均繊維径が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。
- [0067] 繊維強化プラスチックにおける強化繊維の含有量は、特に限定されず、例えば5質量%～95質量%であり、好ましくは10質量%以上、より好ましくは20質量%以上、さらに好ましくは30質量%以上であり、また、好ましくは90質量%以下、より好ましくは85質量%以下（例えば84質量%以下）、より好ましくは80質量%以下、さらに好ましくは70質量%以下、特に好ましくは60質量%以下である。強化繊維の含有量が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。
- [0068] 繊維強化プラスチック中における強化繊維の存在形態は、織布の形態であってもよく、不織布の形態であってもよく、マトリックス樹脂中に分散した形態であってもよく、これらを組み合わせた形態や中間的な形態であってもよい。
- [0069] 緩衝部材の厚み（板状の繊維強化プラスチックとしての厚み）は、0mmより大きく、かつ3mm以下である。緩衝部材の厚みが上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。いくつかの態様において、上記緩衝部材の厚みは、好ましくは0.5mm以上、より好ましくは0.75mm以上（例えば0.80mm以上）、さらに好ましくは1.00mm以上であり、1.10mm以上または1.20mm以上であってもよい。また、いくつかの態様において、上記緩衝部材の厚みは、好ましくは2.50mm以下、より好ましくは2.00mm以下、さらに好ましくは1.70mm以下であり、1.60mm以下、1.50mm以下または1.40mm以下であってもよい。

よい。なお、緩衝部材の厚みとは、該緩衝部材を構成する材料自体の厚みを意味する（図6，7参照）。緩衝部材を構成する材料の厚みが場所によって異なる場合は、突出部の頂部（断熱部材との積層の正方向を基準方向とする場合、最も断熱部材側）における厚みを、該緩衝部材の厚みとして採用する。

[0070] 緩衝部材の密度（該緩衝部材を構成する繊維強化プラスチックの密度）は、特に限定されず、例えば $0.2 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ 程度であり得る。いくつかの態様において、上記緩衝部材の密度は、 $0.3 \text{ g/cm}^3$ 以上であることが適当であり、 $0.4 \text{ g/cm}^3$ 以上であることが有利であり、 $0.5 \text{ g/cm}^3$ 以上であることが好ましく、 $0.7 \text{ g/cm}^3$ 以上であってもよく、 $0.9 \text{ g/cm}^3$ 以上であってもよく、 $1.0 \text{ g/cm}^3$ 以上であってもよい。また、いくつかの態様において、上記緩衝部材の密度は、 $2.0 \text{ g/cm}^3$ 以下であることが好ましく、 $1.8 \text{ g/cm}^3$ 以下であってもよく、 $1.6 \text{ g/cm}^3$ 以下であってもよい。緩衝部材を構成する繊維強化プラスチックの密度が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。

[0071] 上記緩衝部材は、上述した断熱部材との積層方向に突出するように該緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部を有する。上記突出部の形状は、特に限定されない。例えば、緩衝部材の上面視における突出部の形状（断熱部材側からみた形状）としては、円形、楕円形、長円形、三角形や四角形（例えば矩形、すなわち長方形または正方形）等の多角形、線状（直線状、曲線状、折れ線状等）、等が挙げられる。また、例えば、緩衝部材の側面視における突出部の形状としては、半円状、山形（底辺のない三角形）、底辺のない四角形状（例えば矩形）、波形（例えば、正弦波形状）、等が挙げられる。いくつかの態様において、緩衝部材は、例えば図6，7に模式的に示すように、断面視における形状が概ね左右対称であることが好ましい。線状突出部を有する緩衝部材では、該線状突出部の延びる方向に直交する断面における形状が概ね左右対称であることが好ましい。

[0072] いくつかの好ましい態様において、緩衝部材の突出部は、断熱部材との積

層方向に垂直な一方向に突出状態が延びた線状（緩衝部材の上面視において長形状）であることが特に好ましい。図5は、本発明の一態様である断熱材に用いられる緩衝部材の一例を模式的に示す斜視図であり、図6はそのVI-VI線断面図である。図5、6に示す緩衝部材は、図6の上側を断熱部材との積層方向の正方向（断熱部材側）とし、該正方向を基準方向として、上記基準方向に突出するように緩衝部材自体が屈曲した線状突出部202を複数（図5、6に示す例では3つ）有する。上記複数の線状突出部202は、断熱部材との積層方向に垂直な一方向（図6の紙面に垂直な方向）に突出状態が延びている。また、線状突出部202は、それぞれの突出状態の延び方向が平行になるように、規則的に（例えば、等間隔で）配列し、さらに突出状態の延び方向に垂直な断面（図6に示す断面）において、波形（例えば、正弦波形状）を形成する形状を有している。このような形状を有することにより、生産性に優れるとともに、優れた緩衝性を奏する緩衝部材となる。

[0073] 図7は、本発明の他の一態様である断熱材に用いられる緩衝部材の他の一例を模式的に示す断面図である。図7に示す緩衝部材は、図7の上側を断熱部材との積層方向の正方向とし、該正方向を基準方向として、上記基準方向に突出するように緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部204を有している。繊維強化プラスチックを含んでなる緩衝部材が、このような形状を有することにより、優れた緩衝性を奏することになる。なお、図7に示す例では、緩衝部材の上面視において複数の突出部204がドット状に分散配置されている。各突出部204の形状は、緩衝部材の側面視において半円状、上面視において円形であり、全体として半球状である。各突出部204の配置は、緩衝部材の上面視において、規則的（例えば、格子状）であってもよく、ランダムであってもよい。また、各突出部204の上面視における形状は、楕円形や長円形であってもよい。

[0074] ここに開示される緩衝部材において、突出部の突出高さは、3mm以上6.5mm以下である。突出部の突出高さが上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。ここで、緩衝部材の突出高さとは、例えば図6、7

に示されるように、断熱部材との積層方向における一端から他端までの高さをいう。言い換えると、断熱部材側を上側として、緩衝部材の下端から上端までの高さを、該緩衝部材の突出高さという。断熱材の薄型化や緩衝部材の耐久性等の観点から、いくつかの態様において、緩衝部材の突出高さは、好ましくは6 mm以下、より好ましくは5 mm以下である。

[0075] 緩衝部材の突出部が、例えば図5, 6に示す線状突出部202のように規則的に配列したものである場合、上記複数の突出部の突出間隔は、例えば10 mm超であり、好ましくは15 mm以上、より好ましくは20 mm以上、さらに好ましくは25 mm以上、特に好ましくは30 mm以上であり、また、例えば80 mm以下であり、好ましくは70 mm以下、より好ましくは60 mm以下、さらに好ましくは50 mm以下である。突出部の突出間隔が上記範囲内であると、良好な緩衝性を確保しやすくなる。なお、突出部の突出間隔とは、該突出部の頂点を基準として、該頂点間の距離をいう。上記突出部の頂部が平面状である場合（頂面である場合）には、該頂面の中央を基準とする。上記突出部が線状突出部である場合には、該線状突出部において線状に延びる頂部間の距離を、上記線状突出部の突出間隔という。なお、例えば図5, 6に示すように断面形状が波形（例えば正弦波形状）である複数の線状突出部202を有する緩衝部材では、上記線状突出部の突出間隔は、上記波形の1波長の長さに相当し得る。

[0076] ここに開示される緩衝部材は、正方向および負方向のうち突出部の数がより多くカウントされる方向（例えば、図6に示す例では正方向）を基準方向として、該基準方向に突出するように緩衝部材自体が屈曲した突出部（線状突出部であり得る。）を2以上有する。いくつかの態様において、上記突出部の数は、3以上でもよく、4以上でもよく、5以上でもよい。上記突出部の数の上限は、緩衝部材のサイズによっても異なり得るため特に限定されない。いくつかの態様において、上記突出部の数は、例えば10以下であってよく、8以下であってよく、6以下であってよく、4以下または3以下であってよい。

[0077] 複数の線状突出部を有する緩衝部材において、上記線状突出部の突出間隔  $P$  に対する上記緩衝部材の幅  $W$  の比（すなわち、比  $(W/P)$ ）は、1.0より大きいことが適当であり、1.1以上であってもよく、1.2以上であってもよく、1.3以上、1.5以上、1.75以上、2.0以上または2.25以上であってもよい。また、上記比  $(W/P)$  は、例えば例えば1.0以下であってもよく、8以下であってもよく、6以下であってもよく、4以下であってもよく、3以下、2.75以下、2.5以下、2.25以下、2.0以下、1.75以下または1.5以下であってもよい。

[0078] ここに開示される断熱材の有する緩衝部材の数は、通常10以下、好ましくは5以下、さらに好ましくは3以下であり、2でもよく、1でもよい。

[0079] 緩衝部材は、隣接する部材と接着剤または粘着剤により接合されていてもよく、接合されていなくてもよい。接着剤または粘着剤により接合されていない、すなわち接着剤または粘着剤を使用しないことで、使用している場合よりも熱伝導率を低減することができる。緩衝部材と断熱部材とは、接合されずに接していることが特に好ましい。緩衝部材と断熱部材とが接合（固定）されていないことにより、緩衝部材の平面方向への変形が容易になり、バッテリーパック等のセル間に配置される断熱材として好適な緩衝性を発揮しやすくなる。

[0080] （樹脂フィルム）

この明細書により開示される断熱材は、樹脂フィルムを有することが好ましい。樹脂フィルムは、断熱部材の無機粒子等の脱落を抑制したり、断熱部材を保護したりする役割を果たすことができる。

[0081] 樹脂フィルムの樹脂の種類は、特に限定されないが、具体例としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリイミド（PI）、難燃ポリカーボネート（PC）、通気性多孔質ポリエチレン（PE）、難燃ポリエチレン（PE）、二軸延伸ナイロンフィルム（Ny）等が挙げられる。通気性多孔質PEとしては、分子量が100万～700万であるものが好ましい。

- [0082] 樹脂フィルムの厚みは、特に限定されず、例えば0.001mm～0.2mmであり、好ましくは0.005mm以上、より好ましくは0.007mm以上、さらに好ましくは0.010mm以上であり、また、好ましくは0.15mm以下、より好ましくは0.10mm以下、さらに好ましくは0.050mm以下である。樹脂フィルムの厚みが上記範囲内であると、低熱伝導率と機械強度を両立することができる。なお、樹脂フィルムの厚みの測定は、断熱部材の厚みの測定と同様に測定して行うことができる。
- [0083] 樹脂フィルム数は、通常、1以上であり、好ましくは2以上であり、また、通常、5以下であり、好ましくは4以下、さらに好ましくは3以下である。なお、樹脂フィルムは、1つの樹脂フィルムを折り返して、断熱部材および緩衝部材を厚み方向から挟んだり、断熱部材や緩衝部材の間にそれぞれ挿入したりしてもよい。このように折り返した場合の樹脂フィルム数は、該樹脂フィルムの枚数に折り返しの回数を加えて（例えば、1枚の樹脂フィルムを1回折り返した場合は2つとして）考えるものとする。
- [0084] 断熱材が2つ以上の樹脂フィルムを有する場合（例えば、断熱部材、緩衝部材および2つ以上の樹脂フィルムが積層されたものである場合）、上記2つ以上の樹脂フィルムが、断熱部材や緩衝部材を厚み方向から挟んで包接し、それらの樹脂フィルムの間隙（上記2層以上の被覆層により区画された空間）が密閉されていてもよい。なお、樹脂フィルムの間隙を密閉する方法は、特に限定されず、例えば、樹脂フィルムの外縁にシール部を設けて、樹脂フィルム間のシール部同士を貼り合わせることが挙げられる。シール部の貼り合わせ方法も、特に限定されず、例えば、熱溶着、超音波溶着等を利用した溶着、接着剤、粘着剤等を利用した接着が挙げられる。また、溶着は被覆層の樹脂を直接溶着させてもよく、別途溶着用の樹脂層を設けて溶着してもよい。
- [0085] 樹脂フィルムは、隣接する断熱部材や緩衝部材と接着剤または粘着剤により接合されていてもよく、また接着剤または粘着剤により接合されていなくてもよく、接着剤または粘着剤により接合されていないことが好ましい。樹

脂フィルムと緩衝部材とは、接合されずに接していることが特に好ましい。樹脂フィルムと緩衝部材とが接合（固定）されていないことにより、緩衝部材の平面方向（樹脂フィルムとの積層方向に直交する方向）への変形が容易になり、バッテリーパック等のセル間に配置される断熱材として好適な緩衝性を発揮しやすくなる。

[0086] 断熱材が2つ以上の樹脂フィルムを含み、上記2つ以上の樹脂フィルムの間隙が密閉されている場合、上記樹脂フィルムは、上記間隙と外部空間とをつなぐ通気口を有することが好ましい。通気口を有することにより、包装方法として、シュリンク包装や、深絞り成形フィルムを用いた包装等を採用しやすくなる。

[0087] 樹脂フィルムの通気口の数、は、通常、1以上であり、好ましくは2以上であり、通常、50以下であり、好ましくは25以下であり、さらに好ましくは10以下である。

[0088] 樹脂フィルムの通気口の合計開口面積は、通常、 $0.000079\text{ cm}^2 \sim 10\text{ cm}^2$ であることが適当であり、好ましくは $0.0001\text{ cm}^2$ 以上、より好ましくは $0.005\text{ cm}^2$ 以上、さらに好ましくは $0.01\text{ cm}^2$ 以上であり、また、好ましくは $5\text{ cm}^2$ 以下、より好ましくは $4\text{ cm}^2$ 以下、さらに好ましくは $3\text{ cm}^2$ 以下である。樹脂フィルムの通気口の合計開口面積が上記範囲内であると、樹脂フィルムは、断熱部材からの粉体流出を抑制しやすい。

[0089] 樹脂フィルムの通気口は、通気膜で被覆されていてもよい。通気膜の通気度は、通常、 $4\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s}) \sim 500\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ であることが適当であり、好ましくは $7\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 以上、より好ましくは $10\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 以上、さらに好ましくは $21\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 以上であり、また、好ましくは $250\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 以下、より好ましくは $200\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 以下、さらに好ましくは $100\text{ cm}^3 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 以下である。

[0090] 本発明の一態様である断熱材は、前述の条件を満たすものであれば、その

他は特に限定されない。ここに開示される断熱材のいくつかの態様において、該断熱材の80℃、2MPa条件下での熱伝導率は、好ましくは0.02 W/K・m以上、より好ましくは0.03 W/K・m以上、さらに好ましくは0.04 W/K・m以上であり、また、好ましくは0.2 W/K・m以下、より好ましくは0.15 W/K・m以下、さらに好ましくは0.10 W/K・m以下である。なお、断熱材の熱伝導率は、断熱層の熱伝導率と同様の方法により測定される。

[0091] 加圧していないときの厚みが6mmになるように調製した場合の断熱材の80℃、2MPa条件下での熱抵抗は、特に限定されず、好ましくは0.01 (K・m<sup>2</sup>)/W以上、より好ましくは0.02 (K・m<sup>2</sup>)/W以上、さらに好ましくは0.03 (K・m<sup>2</sup>)/W以上でありまた、好ましくは0.10 (K・m<sup>2</sup>)/W以下、より好ましくは0.09 (K・m<sup>2</sup>)/W以下、さらに好ましくは0.08 (K・m<sup>2</sup>)/W以下である。なお、断熱材の熱抵抗は、断熱層の熱抵抗と同様の方法により測定される。

[0092] 本発明の一態様である断熱材の用途は、特に限定されず、断熱材が利用される公知の用途に適宜利用することができる。いくつかの態様に係る断熱材は、バッテリーモジュールのセル間に配置される断熱材として使用することが好ましく、より具体的にはリチウムイオンバッテリーモジュールのセル間に配置される断熱材として使用することが特に好ましい。

[0093] 図1は、本発明の一態様である断熱材がセル間に配置されたバッテリーモジュールの一例を模式的に示す斜視図であり、図2はそのII-II線断面図である。図1に示されるように、バッテリーモジュール50は、厚み方向に配列された複数の電池セル（ここでは角型セル）52を備え、各電池セル52同士の間には断熱材1が配置されている。このように相互の間に断熱材1を挟んで配列された複数の電池セル52は、通常、両端に配置された拘束板54、54を介して厚み方向に押圧力（圧縮力）を加えた状態で拘束され、バッテリーケース56に収容して用いられる。

[0094] 図2に示されるように、断熱材1は、断熱部材10と緩衝部材20とが積

層されており、これらが2枚の樹脂フィルム31A, 31Bにより厚み方向から挟まれて包設された構成を有する。緩衝部材20は、該緩衝部材20自体が屈曲することで断熱部材10との積層方向に突出した複数の突出部を有する形状(図2に示す例では、図2の紙面と垂直な方向に延びる複数の線状突出部が平行に配列した波板状)を有する。樹脂フィルム31A, 31Bは、それらの外縁に沿って設けられたシール部において接着(例えば熱溶着)により密閉され、一体となって被覆材30を形成している。かかる構成の断熱材1が隣接する2つの電池セル52, 52の間に挟み込まれていることにより、上記2つの電池セル52, 52の対向面52a, 52a間を断熱する効果が発揮される。

[0095] 図3は、一実施形態に係る断熱材を模式的に示す斜視図であり、図4は図3のIV-IV線断面図である。断熱材1は、図4に示されるように、波板状に形成された緩衝部材20の一方の面20a側に、2つの断熱部材10A, 10Bからなる断熱部材10が積層され、これらが2枚の樹脂フィルム31A, 31Bにより厚み方向から挟まれて包設された構成を有する。樹脂フィルム31A, 31Bは、それらの外縁に沿って設けられたシール部32において接着(例えば熱溶着)により密閉され、一体となって被覆材30を形成している。樹脂フィルム31Aは、断熱部材10と緩衝部材20との積層物の端面を概ね覆う凸形状に成形されており、この端面を覆う部分に通気口(貫通孔)33が形成されている。通気口33の外部への開口部には、断熱部材からの粉体流出を防ぐための通気膜34が配置されている。この断熱材1は、例えば厚み方向に配列された複数のセルを備えるバッテリーモジュールにおいて上記セル間に配置される場合、図4に示すZ方向(断熱材1の厚さ方向)が上記セルの配列方向となり、Y方向が上記セルの電極取り出し方向となるように、すなわち断熱材1の通気口33の開口方向(X方向)とセルの電極取り出し方向とが一致しない向きとなるように配置して用いられ得る。

[0096] ここで、図4には、複数の線状突出部が平行に配列した波板状の緩衝部材20が、上記複数の線状突出部が通気口33の開口方向(X方向)と平行な

方向に延びる向きで配置された例を示しているが、緩衝部材 20 の配置方向はこれに限定されず、例えば上記複数の線状突出部が通気口 33 の開口方向と平行な方向と直交する方向（Y 方向）に延びる向きで配置されてもよく、上記複数の線状突出部が X-Y 平面において斜めに（例えば、X 方向から Y 方向側に 45 度の方向に）延びる向きで配置されてもよい。

[0097] また、図 2、4 には 2 つの断熱部材 10A、10B からなる断熱部材 10 が緩衝部材 20 の片側に配置された例を示しているが、断熱部材は単層構造でもよい。また、2 つ以上の断熱部材が、緩衝部材の両側に分けて配置されていてもよい。

[0098] また、対象となるセルは、角型セルに限定されず、例えばラミネートセル、円筒型セル等であってもよい。断熱材の形状は、セルの種類に応じて適宜採用することができる。

[0099] また、バッテリーの対象機器としては、電気自動車（EV）、ハイブリッド自動車（HV）、プラグインハイブリッド自動車（PHV）等の電動車両、携帯端末、携帯電話およびノート型パソコン等の携帯電子機器、ウェアラブル機器等が挙げられる。

[0100] （断熱材の製造方法）

断熱材の製造方法は、特に限定されず、公知の工程を適宜採用して製造することができる。例えば、下記の工程を含む製造方法が挙げられる。

- ・断熱部材準備工程：無機粒子を含んでなる厚み 0.5 mm 以上 10 mm 以下の平板状の断熱部材を準備する工程

- ・緩衝部材準備工程：繊維強化プラスチックを含んでなる厚み 0 mm 超 3 mm 以下の板状の部材で、かつ断熱部材との積層方向に突出するように緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部を有した緩衝部材を準備する工程

- ・積層工程：断熱部材準備工程で準備した断熱部材および緩衝部材準備工程で準備した緩衝部材を含む構成層群を積層する工程

[0101] なお、断熱部材準備工程、緩衝部材準備工程、積層工程は、先の工程を引用していないものであれば、時系列として、その他の工程と同時並行で行わ

れる工程であってもよく、順番に行われる工程であってもよい。

[0102] 以下、断熱部材準備工程、緩衝部材準備工程、積層工程の各工程について詳細に説明する。

[0103] 断熱部材準備工程における断熱部材の準備方法は、特に限定されず、既存の断熱材を断熱部材として入手してもよく、上記準備工程において断熱部材を作製してもよい。なお、断熱部材が無機粒子および無機繊維を含む混合物を成形した平板状の部材である場合、湿式法、乾式法等の公知の混合方法を採用して混合することができる。湿式法による作製方法としては、例えば下記の工程を含む作製方法が挙げられる。

- ・混合工程：無機粒子と無機繊維とを溶媒中で混合して混合液を得る工程
- ・塗布工程：混合工程で得られた混合液を塗布して塗布膜を得る工程
- ・塗布膜成形工程：塗布工程で得られた塗布膜を成形して断熱部材を得る工程

[0104] 上記混合工程は、無機粒子と無機繊維とを溶媒中で混合して混合液を得る工程である。これはいわゆる湿式法であり、具体的には溶媒中で、無機粒子と無機繊維を混合して混合物（典型的には、スラリー状態の混合液）を調製する工程である。混合工程における混合は、例えばディスパー、ラボプラストミル、トリミックス、プラネタリーミキサー、ニーダー等を使用することができる。

[0105] 溶媒の種類は、特に限定されず、例えばアルコール、アミド、水等のプロトン性溶媒、エステル、ケトン、ニトリル、エーテル等の非プロトン性溶媒等が挙げられる。

[0106] 溶媒の表面張力は、特に限定されず、例えば  $20 \text{ mN/m} \sim 73 \text{ mN/m}$  であり、好ましくは  $21 \text{ mN/m}$  以上であり、また、好ましくは  $50 \text{ mN/m}$  以下、より好ましくは  $40 \text{ mN/m}$  以下、さらに好ましくは  $30 \text{ mN/m}$  以下である。溶媒の表面張力が上記範囲内であると、断熱性および機械強度が良好になる。なお、溶媒の表面張力の測定方法としては、リング法により測定することが挙げられる。

- [0107] 混合温度は、特に限定されず、例えば20℃以上かつ溶媒の沸点以下であり、好ましくは22℃以上であり、また、好ましくは50℃以下、より好ましくは40℃以下、さらに好ましくは30℃以下である。混合温度が上記範囲内であると、溶媒（例えば有機溶媒）が揮発しにくく、配合比が変化しにくくなる。
- [0108] 混合時間は、特に限定されず、例えば1分～5時間であり、好ましくは5分以上であり、また、好ましくは4時間以下、より好ましくは2時間以下であり、さらに好ましくは1時間以下である。混合時間が上記範囲内であると、効率よく断熱材を作製可能になる。
- [0109] 混合液のちょう度（稠度）は、特に限定されず、例えば50～200であり、好ましくは55以上、より好ましくは60以上であり、さらに好ましくは65以上であり、また、好ましくは180以下、より好ましくは160以下、さらに好ましくは140以下である。混合液のちょう度が上記範囲内であると、繊維を均一分散させる際に繊維折れを低減できる。
- [0110] なお、混合液のちょう度の測定方法としては、日本産業規格JIS K 2220：2013「グリース—第7部：ちょう度試験方法」に記載の方法が挙げられ、特に「不混和ちょう度」として測定することが挙げられる。ちょう度を測定することができる測定機器は、市販されており、具体的には日化エンジニアリング製PENETROMETER等が挙げられる。測定手順としては、円錐の分銅を降下させたときに分銅が接触しない程度の大きさのつぼを準備し、それに混合液を充填して、分銅が取り付けられた測定機器に配置する。次に分銅の位置を調節して、分銅と混合液が接触する位置に設定し、その位置を0点とする。そして、室温（25℃）の条件下で、分銅を5秒間（±0.1秒）降下させて、混合液に侵入した分銅の深さ（mm）×10をちょう度として算出する。なお、円錐の分銅は、日本産業規格に規定されている標準円錐を使用することが挙げられ、分銅の全質量は102.5g±0.05g、分銅の保持具の質量は、47.5±0.05gのものを使用することが挙げられる。

- [0111] 塗布工程における塗布方法および塗布条件は、特に限定されず、公知の方法を適宜採用することができる。例えば、コンマコート、スピンコート、ダイコート、ディスペンサー等を使用して塗布することができる。
- [0112] 塗布膜成形工程における成形方法および成形条件は、特に限定されず、公知の方法を適宜採用することができる。例えば、密度  $0.3 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$  になるように、例えば熱プレス、真空プレスを使用して圧縮成形し、例えばフローティングオープン、IRオープン等を使用して乾燥することが挙げられる。乾燥条件として、乾燥温度は、例えば、 $60^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$  が好ましい。乾燥時間は、例えば、4分～20分が好ましい。
- [0113] 緩衝部材準備工程における緩衝層の準備方法は、特に限定されず、既存の断熱材等を緩衝部材として入手してもよく、上記準備工程において緩衝部材を作製してもよい。なお、緩衝部材の作製方法としては、下記の工程を含む作製方法が挙げられる。
- ・被成形材料準備工程：板状（平坦な形状）の繊維強化プラスチック材料を準備する工程
  - ・緩衝部材成形工程：被成形材料準備工程で準備した繊維強化プラスチック材料を成形して緩衝部材を得る工程
- [0114] 緩衝部材成形工程における繊維強化プラスチック材料の成形方法は、特に限定されないが、例えば該繊維強化プラスチック材料を熱プレス機で加熱圧縮する方法が挙げられる。
- [0115] 積層工程における構成層群を積層する方法は、特に限定されず、構成層群を単に積み重ねても、公知の圧縮成形方法とその条件を適宜採用して圧縮しても、隣接する層同士を接着剤または粘着剤により接合してもよい。また、2以上の樹脂フィルムを用い、該樹脂フィルムの間隙を密閉する場合には、樹脂フィルム同士を貼り合せや熱溶着等により接合することも積層工程に含まれる。
- [0116] この明細書により開示される事項には、以下のものが含まれる。
- 〔1〕 断熱部材と緩衝部材とを有する断熱材であって、

上記断熱部材が、無機粒子を含んでなる厚み0.5 mm以上10 mm以下の平板状の部材であり、

上記緩衝部材が、繊維強化プラスチック（FRP）を含んでなる厚み0 mm超3 mm以下の板状の部材であり、

上記緩衝部材は、上記断熱部材との積層方向に突出するように該緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部を有し、

上記複数の突出部の突出高さが3 mm以上6.5 mm以下である、断熱材。

〔2〕 上記緩衝部材が、上記複数の突出部として、上記積層方向に垂直な一方向に突出状態が延びた複数の線状突出部を有し、

上記複数の線状突出部が、それぞれの上記突出状態の延びる方向が平行になるように、規則的に配列し、

上記配列における上記複数の線状突出部の突出間隔が10 mm超80 mm以下である、上記〔1〕に記載の断熱材。

〔3〕 上記複数の線状突出部が、上記突出状態の延びる方向に垂直な断面において、波形を形成する形状である、上記〔2〕に記載の断熱材。

〔4〕 上記繊維強化プラスチックが、炭素繊維、ガラス繊維、アルカリアースシリケート（AES）繊維、シリカ繊維、アルミナ繊維、およびアラミド繊維からなる群より選択される少なくとも1種を含む、上記〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の断熱材。

〔5〕 上記繊維強化プラスチックが、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、およびポリオレフィン樹脂からなる群より選択される少なくとも1種を含む、上記〔1〕～〔4〕のいずれかに記載の断熱材。

〔6〕 上記断熱部材と上記緩衝部材が、接合されずに接している、上記〔1〕～〔5〕のいずれかに記載の断熱材。

〔7〕 上記緩衝部材の厚みが、1 mm以上2 mm以下である、上記〔1〕～〔6〕のいずれかに記載の断熱材。

〔8〕 上記緩衝部材が、上記複数の突出部として、上記積層方向に垂直

な一方向に突出状態が延びた複数の線状突出部を有し、上記複数の線状突出部の突出高さが、3 mm以上5 mm以下である、上記〔1〕～〔7〕のいずれかに記載の断熱材。

〔9〕 上記緩衝部材が、上記複数の突出部として、上記積層方向に垂直な一方向に突出状態が延びた複数の線状突出部を有し、上記複数の線状突出部の突出間隔が、15 mm以上50 mm以下である、上記〔1〕～〔8〕のいずれかに記載の断熱材。

〔10〕 上記断熱部材は、上記無機粒子として二酸化ケイ素粒子を含む、上記〔1〕～〔9〕のいずれかに記載の断熱材。

〔11〕 上記断熱部材は、上記無機粒子として、乾式シリカ、湿式シリカ、およびシリカエアロゲルからなる群より選択される少なくとも1種の二酸化ケイ素粒子を含む、上記〔1〕～〔10〕のいずれかに記載の断熱材。

〔12〕 上記断熱部材は、上記無機粒子として親水性フュームドシリカを含む、上記〔1〕～〔11〕のいずれかに記載の断熱材。

〔13〕 上記断熱部材が、無機粒子および無機繊維を含む混合物を成形した成形体である、上記〔1〕～〔12〕のいずれかに記載の断熱材。

〔14〕 樹脂フィルムをさらに含み、  
上記断熱部材、上記緩衝部材、および上記樹脂フィルムが積み重ねられている、上記〔1〕～〔13〕のいずれかに記載の断熱材。

〔15〕 上記樹脂フィルムが2つ以上積み重ねられており、  
2つ以上の上記樹脂フィルムが、上記断熱部材および上記緩衝部材の少なくとも1種を厚み方向から挟んで包接し、上記樹脂フィルム間の間隙を密閉している、上記〔14〕に記載の断熱材。

〔16〕 上記樹脂フィルムが、上記間隙と外部空間とをつなぐ通気口を有する、上記〔14〕または〔15〕に記載の断熱材。

〔17〕 バッテリーモジュールまたはバッテリーパックのセル間に配置される、上記〔1〕～〔16〕のいずれかに記載の断熱材。

## 実施例

### [0117] <断熱部材の製造>

#### (断熱部材 a 1)

プロトン性溶媒であるイソプロピルアルコール (IPA、表面張力:  $21 \text{ mN/m}$ ) 300質量部と水 (表面張力:  $73 \text{ mN/m}$ ) 60質量部との混合溶媒 (表面張力:  $23 \text{ mN/m}$ ) に対して、親水性フュームドシリカ (「AEROSIL (登録商標) 200」、日本アエロジル社製、平均一次粒子径: 約  $12 \text{ nm}$ 、BET比表面積:  $200 \text{ m}^2/\text{g}$ ) 100質量部と、無機繊維であるガラス繊維 (「CS 6J-888」、日東紡績社製、平均繊維径:  $11 \mu\text{m}$ 、平均繊維長:  $6 \text{ mm}$ ) 20質量部と、非高分子型分散剤として花王社製コータミン24P (有効成分: 塩化ドデシルトリメチルアンモニウム ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}$ ))、有効成分含有率: 27質量%) 1.9質量部 (有効成分 (アンモニウム塩) として0.5質量部) を加え、ちょう度が70~140となるように混合した。次に、得られた混合液を、厚さが4mmになるように基材に塗布して塗布膜を形成した。さらに、上記塗布膜を厚さ2mmで密度が $0.3 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$ のシート状になるように熱プレス機で圧縮成形した後、 $100^\circ\text{C}$ で10分間乾燥して、親水性フュームドシリカ、ガラス繊維、および非高分子型分散剤を含有する混合物を成形した成形体である断熱部材 a 1 を作製した。得られた断熱部材 a 1 の厚さは2mmであり、密度は $0.37 \text{ g/cm}^3$ であった。

#### [0118] (断熱部材 a 2)

厚さ2.1mm、密度 $0.37 \text{ g/cm}^3$ の断熱部材が得られるように混合液の塗布量を調整した他は、断熱部材 a 1 の作製と同様にして、断熱部材 a 2 を作製した。

#### [0119] (断熱部材 a 3)

厚さ2.3mm、密度 $0.37 \text{ g/cm}^3$ の断熱部材が得られるように混合液の塗布量を調整した他は、断熱部材 a 1 の作製と同様にして、断熱部材 a 3 を作製した。

[0120] なお、上記混合液のちょう度は、日本産業規格 J I S K 2 2 2 0 : 2 0 1 3 「グリースー第 7 部：ちょう度試験方法」に記載の内容に準拠して、「不混和ちょう度」として測定した。具体的には、円錐の分銅を降下させたときに分銅が接触しない程度の大きさのつぼを準備し、それに混合液を充填して、分銅が取り付けられた日化エンジニアリング製 P E N E T R O M E T E R に配置した。次に分銅の位置を調節して、分銅と混合液が接触する位置に設定し、その位置を 0 点とした。そして、室温（2 5℃）の条件下で、分銅を 5 秒間（± 0. 1 秒）降下させて、混合液に侵入した分銅の深さ（mm）× 1 0 をちょう度として算出した。なお、円錐の分銅は、日本産業規格に規定されている標準円錐であり、全質量が 1 0 2. 5 g のものを、分銅の保持具の質量は、4 7. 5 ± 0. 0 5 g のものを使用した。

[0121] また、得られた断熱部材 a 1 ~ a 3 の各々について、精密万能試験機（オートグラフ A G S - 5 k N X、株式会社島津製作所製）を使用して、圧縮速度 0. 5 mm / m i n で圧縮する圧縮試験を行い、圧縮ひずみ [%]（圧縮変位量 / 試験体の初期厚み）と圧縮応力 [M P a] を測定したところ、上記圧縮試験において圧縮応力が 2 M P a となったときの圧縮ひずみの値は、いずれも 1 8 % であった。

[0122] <緩衝部材の製造>

（緩衝部材 A - 1 ~ A - 5）

セントラルグラスファイバー社製の各目付量を有するアンキュアードグラスウールを所定形状のアルミニウム型（平面視において幅 5 0 mm、長さ 5 0 mm のサイズ）にセットし、2 4 0℃に加温したプレス機で 5 分間加熱して、表 1 に示す形状の緩衝部材 A - 1 ~ A - 5 を得た。

（緩衝部材 A - 6 ~ A - 1 0）

セントラルグラスファイバー社製の各目付量を有するアンキュアードグラスウールを所定形状のアルミニウム型（平面視において幅 1 0 0 mm、長さ 1 0 0 mm のサイズ）にセットし、2 4 0℃に加温したプレス機で 5 分間加熱して、表 1 に示す形状の緩衝部材 A - 6 ~ A - 1 0 を得た。

## [0123] (緩衝部材A-11)

A5052アルミニウム板（厚み0.60mm）を所定形状のアルミニウム型（幅50mm、長さ50mm）にセットし、240℃に加温したプレス機で5分間加熱して、表1に示す形状の緩衝部材A-11を得た。

## [0124] (緩衝部材B-1～B-4)

東レ社製の炭素繊維プリプレグ（製品名F6343B、厚み0.24mm）を3～6枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50mm、長さ50mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材B-1～B-4を得た。

## [0125] (緩衝部材C)

住友ベークライト社製プリプレグLAZ-6785GS-FG（厚み0.09mm）を16枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50mm、長さ50mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Cを得た。

## [0126] (緩衝部材D-1、D-2)

住友ベークライト製プリプレグLAZ-6785TT-R（厚み0.055mm）を25枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50mm、長さ50mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材D-1、D-2を得た。

## [0127] (緩衝部材E)

三菱ケミカルアドバンスドマテリアルズ（MCAM）社製ガラスマット強化熱可塑性プラスチック（商品名GMTex、ガラス繊維およびガラスクロス70質量%、厚み2mm）を所定形状のアルミニウム型（幅50mm、長さ50mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Eを得た。

## [0128] (緩衝部材F-1、F-2)

三菱ケミカルアドバンスドマテリアルズ（MCAM）製軽量強化熱可塑性プラスチック（商品名SymaLITE-HB、目付1400g/m<sup>2</sup>、厚み

1. 2 mm) を2枚重ね、所定形状のアルミニウム型（幅50 mm、長さ50 mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材F-1、F-2を得た。

[0129] （緩衝部材G-1～G-5）

三菱ケミカルアドバンスドマテリアルズ（MCAM）社製ガラスマット強化熱可塑性プラスチック（GMTガラスマット40質量%、厚み2 mm）を所定形状のアルミニウム型（幅50 mm、長さ50 mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材G-1～G-5を得た。

[0130] （緩衝部材H）

東洋ライト社製ガラスエポキシプリプレグ（品番TL-7015、厚み0.25 mm）を6枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50 mm、長さ50 mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Hを得た。

[0131] （緩衝部材I-1、I-2）

有沢製作所社製エポキシプリプレグテトロンクロステープ（SETテープ、厚み0.11 mm）を14枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50 mm、長さ50 mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材I-1、I-2を得た。

[0132] （緩衝部材J-1、J-2）

有沢製作所社製エポキシガラステープ（EGテープSタイプ、厚み0.11 mm）を14枚または11枚重ねたものをそれぞれ所定形状のアルミニウム型（幅50 mm、長さ50 mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材J-1、J-2を得た。

[0133] （緩衝部材K）

有沢製作所社製柔軟エポキシプリプレグ（PG402クロス・テープ）を3枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50 mm、長さ50 mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す

形状の緩衝部材Kを得た。

[0134] (緩衝部材L)

日精社製アラミド繊維エポキシプリプレグ (NKK18S-45、目付180g/m<sup>2</sup>) を5枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型 (幅50mm、長さ50mm) にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Lを得た。

[0135] (緩衝部材M)

日精社製UDガラスプリプレグ (E16-20、厚み0.1mm) を14枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型 (幅50mm、長さ50mm) にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Mを得た。

[0136] (緩衝部材N)

ユニプラ社製ガラスエポキシプリプレグ (セルビックGE、厚み0.18mm) を7枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型 (幅50mm、長さ50mm) にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Nを得た。

[0137] (緩衝部材O-1、O-2)

ユニプラ社製ガラスフェノールプリプレグ (セルビックGP、厚み0.25mm) を5枚または6枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型 (幅50mm、長さ50mm) にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材O-1、O-2を得た。

[0138] (緩衝部材P)

TUC (Taiwan Union Technology Corporation) 社製ガラスエポキシプリプレグ (TU-86PHF、厚み0.26mm) を5枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型 (幅50mm、長さ50mm) にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Pを得た。

[0139] (緩衝部材Q)

日光化成社製の、チョップドストランドマットを基材とする不飽和ポリエステル樹脂積層板（ニコライトGL-MN-PO、厚み0.5mm）を3枚重ねたものを所定形状のアルミニウム型（幅50mm、長さ50mm）にセットし、200℃に加温したプレス機で10分間加熱して、表2に示す形状の緩衝部材Qを得た。

[0140] <断熱材（断熱部材＋緩衝部材）の製造>

断熱部材と、表1、2に示す各種類の緩衝部材とを組み合わせで積層し、その積層物を通気口付きの被覆層で覆って断熱材を製造した。具体的には、断熱部材と緩衝部材との積層物の上面および下面にポリエチレンテレフタレート（PET）系のシュリンクフィルム（三菱ケミカル社製、製品名「ヒシペットPX-40S」、厚さ20μm）を1枚ずつ積層し、上記シュリンクフィルムを上記積層物の平面形状よりも面積比で10%大きいサイズに溶断して上下のフィルムを上記積層物の周囲で溶着させ、次いで上記フィルムに針またはレーザーにより通気口用の貫通孔を形成した後、加熱炉にて95℃で15秒間加熱してフィルムをシュリンクさせることにより、実施例1～28および比較例1～11の各例に係る断熱材を得た。なお、上記通気口は、後述する載荷－除荷試験において被覆層の内部（上記積層物の収容空間）と外部との間での空気の流通を十分に許容できるように形成した。

[0141] <載荷－除荷試験>

各例に係る断熱材について、下記の方法により、載荷－除荷試験を行い、下記の各地点における断熱材の厚みと圧縮ひずみを測定した。

精密万能試験機（オートグラフAGS-5kNX、株式会社島津製作所製）を使用し、断熱部材と緩衝部材との積層方向に沿って、圧縮速度0.5mm/minで断熱材の厚み（＝断熱部材の厚み＋緩衝部材の突出高さ）が3.5mmとなるまで断熱材を圧縮し（Step1）、次いで圧縮速度0.5mm/minで、断熱材の厚み（＝断熱部材の厚み＋緩衝部材の突出高さ）が4.0mmとなるまで断熱材への圧縮を解放した（Step2）。上記載荷－除荷試験を模式的に表した応力－ひずみ曲線（S－Sカーブ）

を図 8 に示す。上記載荷－除荷試験の結果から、S t e p 1 の終点における圧縮応力（圧縮応力 A）と S t e p 2 の終点における圧縮応力（圧縮応力 B）とを抽出して表 1、2 に示す。

[0142]

[表1]

表 1

|       | 緩衝部材 |     |              |                |                     |            |            |              |      |            | 断熱部材                                |                                       | 載荷－除荷試験                   |  |
|-------|------|-----|--------------|----------------|---------------------|------------|------------|--------------|------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--|
|       | No.  | 成形体 |              |                |                     |            | 母材         |              | No.  | 厚み<br>[mm] | 圧縮過程<br>厚み3.5mm<br>(圧縮応力A)<br>[MPa] | 圧縮解放過程<br>厚み4.0mm<br>(圧縮応力B)<br>[MPa] |                           |  |
|       |      | 形状  | 突出高さ<br>[mm] | 突出間隔<br>P [mm] | 緩衝部材<br>の厚み<br>[mm] | 幅W<br>[mm] | 長さ<br>[mm] | 材料名          |      |            |                                     |                                       | 目付<br>[g/m <sup>2</sup> ] |  |
| 比較例1  | A-1  | 正弦波 | 6.5          | 40             | 1.50                | 50         | 50         | アンキアードグラスウール | 600  | a1         | 2.0                                 | － (*1)                                | －                         |  |
| 比較例2  | A-2  | 正弦波 | 6.5          | 40             | 2.00                | 50         | 50         | アンキアードグラスウール | 1600 | a1         | 2.0                                 | 0.35                                  | 0.03                      |  |
| 比較例3  | A-3  | 正弦波 | 6.5          | 40             | 2.50                | 50         | 50         | アンキアードグラスウール | 1600 | a1         | 2.0                                 | － (*1)                                | －                         |  |
| 比較例4  | A-4  | 正弦波 | 5.0          | 40             | 1.50                | 50         | 50         | アンキアードグラスウール | 800  | a2         | 2.1                                 | 0.40                                  | 0.03                      |  |
| 比較例5  | A-5  | 正弦波 | 4.0          | 40             | 1.50                | 50         | 50         | アンキアードグラスウール | 800  | a2         | 2.1                                 | 0.26                                  | 0.02                      |  |
| 比較例6  | A-6  | 正弦波 | 3.0          | 80             | 1.50                | 100        | 100        | アンキアードグラスウール | 800  | a2         | 2.1                                 | 0.07                                  | 0.01                      |  |
| 比較例7  | A-7  | 正弦波 | 3.0          | 80             | 1.50                | 100        | 100        | アンキアードグラスウール | 1600 | a2         | 2.1                                 | 0.07                                  | 0.01                      |  |
| 比較例8  | A-8  | 正弦波 | 3.0          | 80             | 0.80                | 100        | 100        | アンキアードグラスウール | 1200 | a2         | 2.1                                 | 0.28                                  | 0.01                      |  |
| 比較例9  | A-9  | 正弦波 | 3.0          | 80             | 2.00                | 100        | 100        | アンキアードグラスウール | 1600 | a1         | 2.0                                 | 0.09                                  | 0.01                      |  |
| 比較例10 | A-10 | 正弦波 | 3.0          | 80             | 0.70                | 100        | 100        | アンキアードグラスウール | 800  | a1         | 2.0                                 | 0.01                                  | 0.01                      |  |
| 比較例11 | A-11 | 正弦波 | 3.0          | 80             | 0.60                | 100        | 100        | アルミニウム板      | －    | a1         | 2.0                                 | 0.01                                  | 0.01                      |  |

\* 1：到達前に破断

[表2]

表 2

|  | No.   | 成形体 |              |                |                     |            | 緩衝部材       |     |          | 母材                               |     |            | 断熱部材                                |                                       | 載荷－除荷試験 |      |
|--|-------|-----|--------------|----------------|---------------------|------------|------------|-----|----------|----------------------------------|-----|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------|------|
|  |       | 形状  | 突出高さ<br>[mm] | 突出間隔<br>P [mm] | 緩衝部材<br>の厚み<br>[mm] | 幅W<br>[mm] | 長さ<br>[mm] | 材料名 | 積層<br>枚数 | 単層の<br>厚み<br>[mm]                | No. | 厚み<br>[mm] | 圧縮過程<br>厚み3.5mm<br>(圧縮応力A)<br>[MPa] | 圧縮解放過程<br>厚み4.0mm<br>(圧縮応力B)<br>[MPa] |         |      |
|  |       |     |              |                |                     |            |            |     |          |                                  |     |            |                                     |                                       |         |      |
|  | 実施例1  | B-1 | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 0.75       | 50         | 50  | 50       | 東レ、炭素繊維プリレグF6343B                | 3   | 0.24       | a1                                  | 2.0                                   | 0.51    | 0.25 |
|  | 実施例2  | B-2 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.00       | 50         | 50  | 50       | 東レ、炭素繊維プリレグF6343B                | 4   | 0.24       | a1                                  | 2.0                                   | 0.97    | 0.43 |
|  | 実施例3  | B-3 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.25       | 50         | 50  | 50       | 東レ、炭素繊維プリレグF6343B                | 5   | 0.24       | a1                                  | 2.0                                   | 1.23    | 0.51 |
|  | 実施例4  | B-4 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | 東レ、炭素繊維プリレグF6343B                | 6   | 0.24       | a1                                  | 2.0                                   | 1.33    | 0.62 |
|  | 実施例5  | C   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | 住友ベークライト、LAZ-6785GS-FG           | 16  | 0.09       | a1                                  | 2.0                                   | 0.40    | 0.10 |
|  | 実施例6  | D-1 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.30       | 50         | 50  | 50       | 住友ベークライト、LAZ-6785TT-R            | 25  | 0.06       | a1                                  | 2.0                                   | 0.78    | 0.27 |
|  | 実施例7  | D-2 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.10       | 50         | 50  | 50       | 住友ベークライト、LAZ-6785TT-R            | 25  | 0.06       | a1                                  | 2.0                                   | 0.79    | 0.34 |
|  | 実施例8  | E   | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | MCAM, GMTex <sup>®</sup> (GC70%) | 1   | 2.00       | a1                                  | 2.0                                   | 0.54    | 0.22 |
|  | 実施例9  | F-1 | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 2.00       | 50         | 50  | 50       | MCAM, SymalITE <sup>®</sup> -HB  | 2   | 1.20       | a1                                  | 2.0                                   | 0.50    | 0.22 |
|  | 実施例10 | F-2 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.80       | 50         | 50  | 50       | MCAM, SymalITE <sup>®</sup> -HB  | 2   | 1.20       | a1                                  | 2.0                                   | 0.39    | 0.14 |
|  | 実施例11 | G-1 | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | MCAM, GMT (GF40%)                | 1   | 2.00       | a1                                  | 2.0                                   | 0.21    | 0.09 |
|  | 実施例12 | G-2 | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 1.80       | 50         | 50  | 50       | MCAM, GMT (GF40%)                | 1   | 2.00       | a1                                  | 2.0                                   | 0.41    | 0.11 |
|  | 実施例13 | G-3 | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 1.70       | 50         | 50  | 50       | MCAM, GMT (GF40%)                | 1   | 2.00       | a1                                  | 2.0                                   | 0.28    | 0.13 |
|  | 実施例14 | G-4 | 正弦波          | 3.0            | 20                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | MCAM, GMT (GF40%)                | 1   | 2.00       | a1                                  | 2.0                                   | 0.58    | 0.10 |
|  | 実施例15 | G-5 | 正弦波          | 3.0            | 20                  | 1.80       | 50         | 50  | 50       | MCAM, GMT (GF40%)                | 1   | 2.00       | a1                                  | 2.0                                   | 0.74    | 0.17 |
|  | 実施例16 | H   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.40       | 50         | 50  | 50       | 東洋ライト、ガラスエポキシプリレグTL-7015         | 6   | 0.25       | a1                                  | 2.0                                   | 0.99    | 0.43 |
|  | 実施例17 | I-1 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | 有沢製作所、SET7-7°                    | 14  | 0.11       | a1                                  | 2.0                                   | 0.31    | 0.13 |
|  | 実施例18 | I-2 | 正弦波          | 5.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | 有沢製作所、SET7-7°                    | 14  | 0.11       | a1                                  | 2.0                                   | 0.34    | 0.16 |
|  | 実施例19 | J-1 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | 有沢製作所、EG7-7°                     | 14  | 0.11       | a1                                  | 2.0                                   | 0.91    | 0.32 |
|  | 実施例20 | J-2 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.20       | 50         | 50  | 50       | 有沢製作所、EG7-7°                     | 11  | 0.11       | a1                                  | 2.0                                   | 0.61    | 0.21 |
|  | 実施例21 | K   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.00       | 50         | 50  | 50       | 有沢製作所、PG402                      | 3   | 0.33       | a1                                  | 2.0                                   | 0.54    | 0.11 |
|  | 実施例22 | L   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.25       | 50         | 50  | 50       | 日精、NKK18S-45                     | 5   | -          | a1                                  | 2.0                                   | 0.42    | 0.09 |
|  | 実施例23 | M   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.25       | 50         | 50  | 50       | 日精、E16-20                        | 14  | 0.10       | a1                                  | 2.0                                   | 0.65    | 0.22 |
|  | 実施例24 | N   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.20       | 50         | 50  | 50       | ユニブラ、セルビックGE                     | 7   | 0.18       | a1                                  | 2.0                                   | 0.61    | 0.18 |
|  | 実施例25 | O-1 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.20       | 50         | 50  | 50       | ユニブラ、セルビックGP                     | 5   | 0.25       | a1                                  | 2.0                                   | 0.38    | 0.11 |
|  | 実施例26 | O-2 | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.30       | 50         | 50  | 50       | ユニブラ、セルビックGP                     | 6   | 0.25       | a2                                  | 2.1                                   | 0.56    | 0.18 |
|  | 実施例27 | P   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.20       | 50         | 50  | 50       | TUC, TU-86P HF                   | 5   | 0.26       | a3                                  | 2.3                                   | 0.35    | 0.10 |
|  | 実施例28 | Q   | 正弦波          | 4.0            | 40                  | 1.50       | 50         | 50  | 50       | 日光化成、ニコライトGL-MN-PO               | 3   | 0.50       | a1                                  | 2.0                                   | 0.79    | 0.19 |

[0144] 表2に示す実施例1～28の断熱材は、載荷－除荷試験において圧縮応力

Aが適度な範囲にあり、かつ圧縮応力Bが適度に高く、断続的な圧縮力に対して良好な緩衝性を示すことが確認された。これに対して、表1に示す比較例2, 4～11の断熱材は、載荷－除荷試験における圧縮応力Bがいずれも0.03MPa以下であり、断続的な圧縮力に対する緩衝性が低かった。なお、比較例1, 3の断熱材は、載荷－除荷試験において厚みが3.5mmに到達する前に緩衝部材が破損したため、試験を中断した。

[0145] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

### 符号の説明

- [0146]
- 1 断熱材
    - 10、10A、10B 断熱部材
  - 20 緩衝部材
  - 30 被覆材
    - 31A、31B 樹脂フィルム
    - 32 シール部
    - 33 通気口
    - 34 通気膜
  - 50 バッテリーモジュール
    - 52 電池セル
  - 202 線状突出部（突出部）
  - 204 突出部

## 請求の範囲

- [請求項1] 断熱部材と緩衝部材とを有する断熱材であって、  
前記断熱部材が、無機粒子を含んでなる厚み0.5 mm以上10 mm以下の平板状の部材であり、  
前記緩衝部材が、繊維強化プラスチック（FRP）を含んでなる厚み0 mm超3 mm以下の板状の部材であり、  
前記緩衝部材は、前記断熱部材との積層方向に突出するように該緩衝部材自体が屈曲した複数の突出部を有し、  
前記複数の突出部の突出高さが3 mm以上6.5 mm以下である、断熱材。
- [請求項2] 前記緩衝部材が、前記複数の突出部として、前記積層方向に垂直な一方向に突出状態が延びた複数の線状突出部を有し、  
前記複数の線状突出部が、それぞれの前記突出状態の延びる方向が平行になるように、規則的に配列し、  
前記配列における前記複数の線状突出部の突出間隔が10 mm超80 mm以下である、請求項1に記載の断熱材。
- [請求項3] 前記複数の線状突出部が、前記突出状態の延びる方向に垂直な断面において、波形を形成する形状である、請求項2に記載の断熱材。
- [請求項4] 前記繊維強化プラスチックが、炭素繊維、ガラス繊維、アルカリアースシリケート（AES）繊維、シリカ繊維、アルミナ繊維、およびアラミド繊維からなる群より選択される少なくとも1種を含む、請求項1または2に記載の断熱材。
- [請求項5] 前記繊維強化プラスチックが、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリオレフィン樹脂およびポリエステル樹脂からなる群より選択される少なくとも1種を含む、請求項1または2に記載の断熱材。
- [請求項6] 前記断熱部材と前記緩衝部材が、接合されずに接している、請求項1または2に記載の断熱材。
- [請求項7] 前記緩衝部材の厚みが、1 mm以上2 mm以下である、請求項1ま

たは 2 に記載の断熱材。

[請求項8] 前記複数の線状突出部の突出高さが、3 mm 以上 5 mm 以下である、請求項 2 に記載の断熱材。

[請求項9] 前記複数の線状突出部の突出間隔が、15 mm 以上 50 mm 以下である、請求項 2 に記載の断熱材。

[請求項10] 前記断熱部材の前記無機粒子が、二酸化ケイ素粒子である、請求項 1 または 2 に記載の断熱材。

[請求項11] 前記二酸化ケイ素粒子が、乾式シリカ、湿式シリカ、およびシリカエアロゲルからなる群より選択される少なくとも 1 種である、請求項 10 に記載の断熱材。

[請求項12] 前記二酸化ケイ素粒子が、親水性フュームドシリカである、請求項 10 に記載の断熱材。

[請求項13] 前記断熱部材が、無機粒子および無機繊維を含む混合物を成形した成形体である、請求項 1 または 2 に記載の断熱材。

[請求項14] 樹脂フィルムをさらに含み、  
前記断熱部材、前記緩衝部材、および前記樹脂フィルムが積み重ねられている、請求項 1 または 2 に記載の断熱材。

[請求項15] 前記樹脂フィルムが 2 つ以上積み重ねられており、  
2 つ以上の前記樹脂フィルムが、前記断熱部材および前記緩衝部材の少なくとも 1 種を厚み方向から挟んで包接し、前記樹脂フィルム間の間隙を密閉している、請求項 14 に記載の断熱材。

[請求項16] 前記樹脂フィルムが、前記間隙と外部空間とをつなぐ通気口を有する、請求項 15 に記載の断熱材。

[請求項17] バッテリーモジュールまたはバッテリーパックのセル間に配置される、請求項 1 または 2 に記載の断熱材。

[図1]

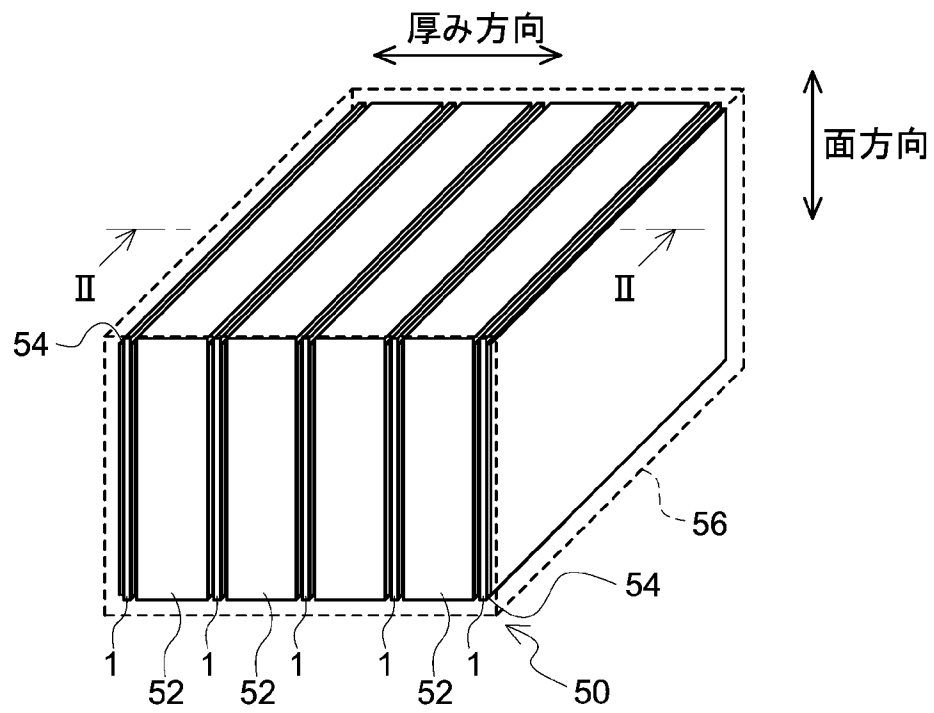


FIG.1

[図2]

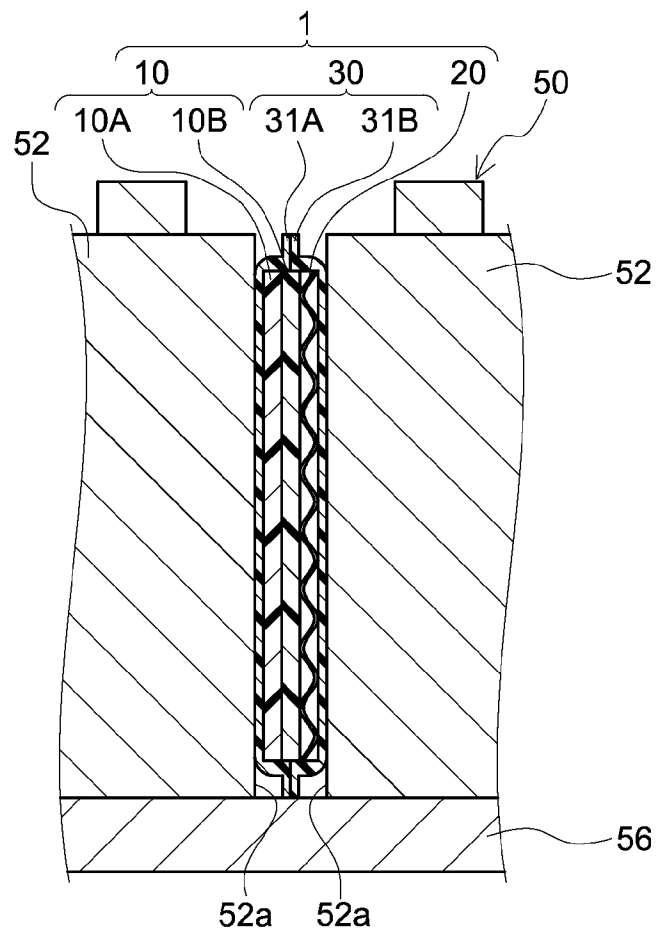


FIG.2

[図3]

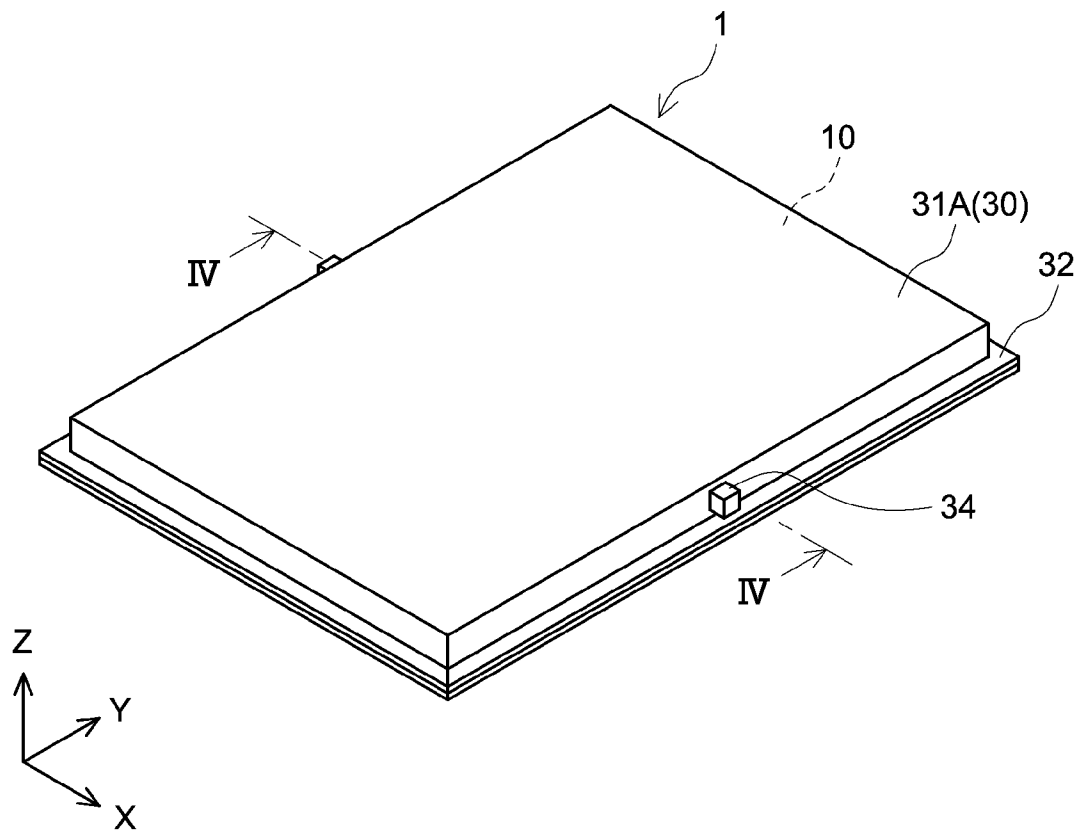


FIG.3

[図4]

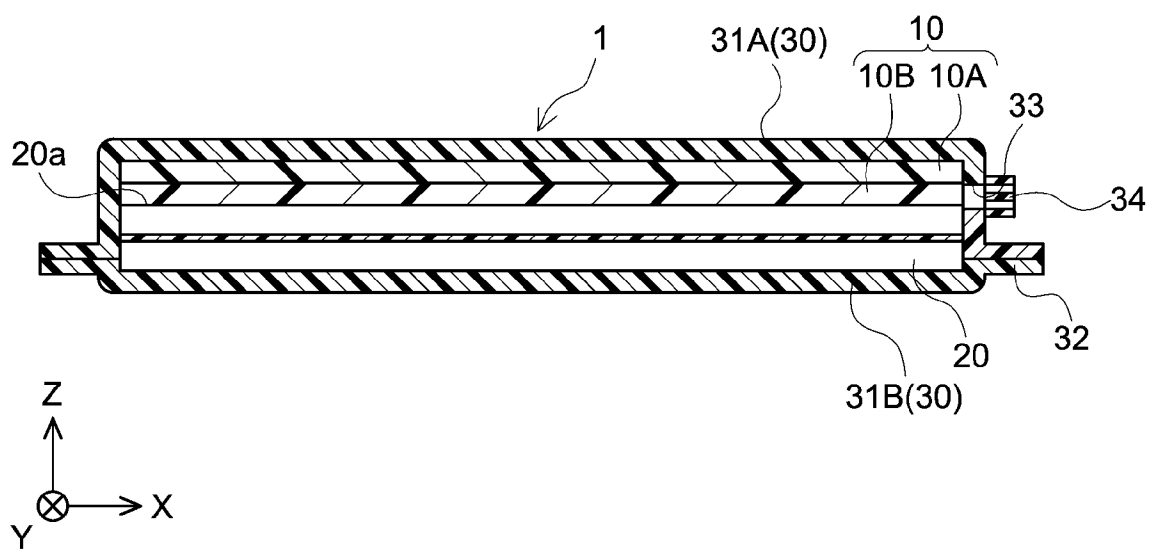


FIG.4

[図5]

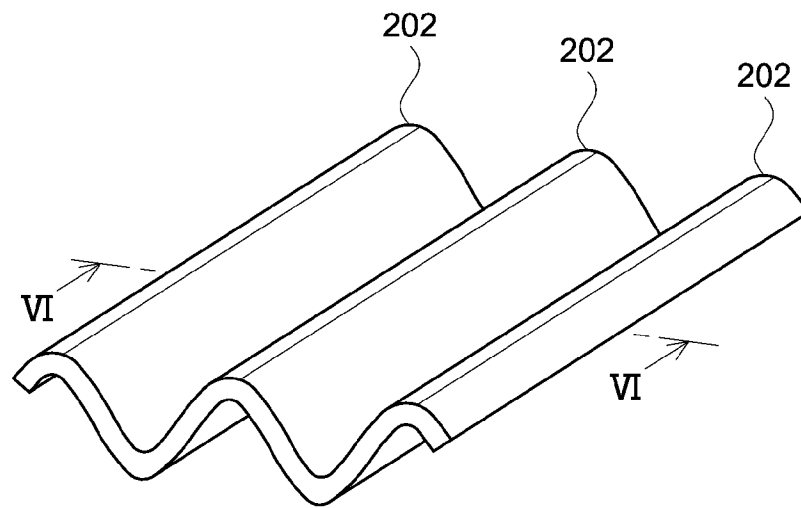


FIG.5

[図6]

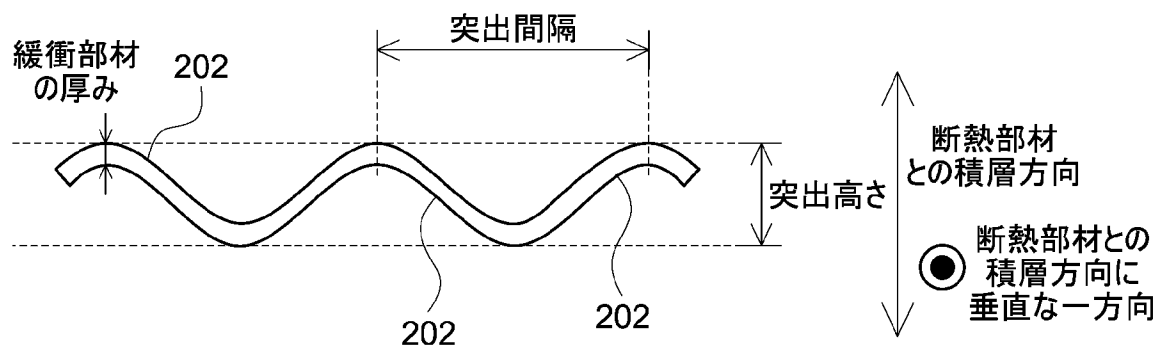


FIG.6

[図7]

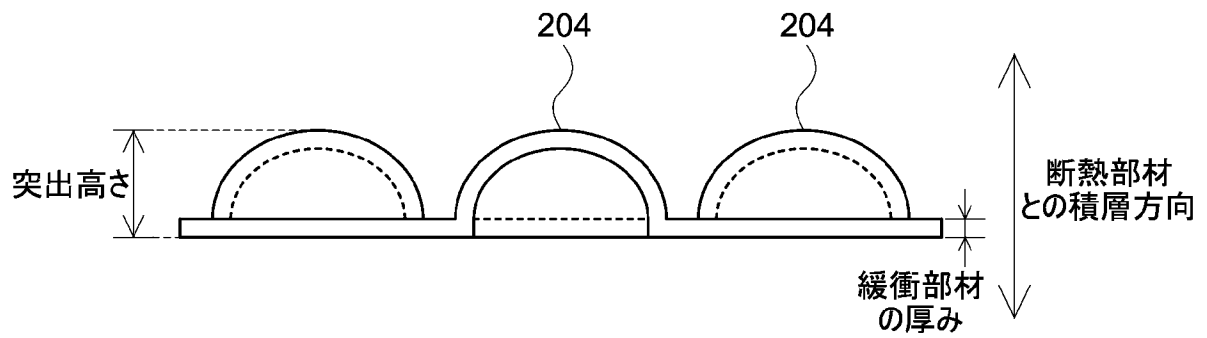


FIG.7

[図8]

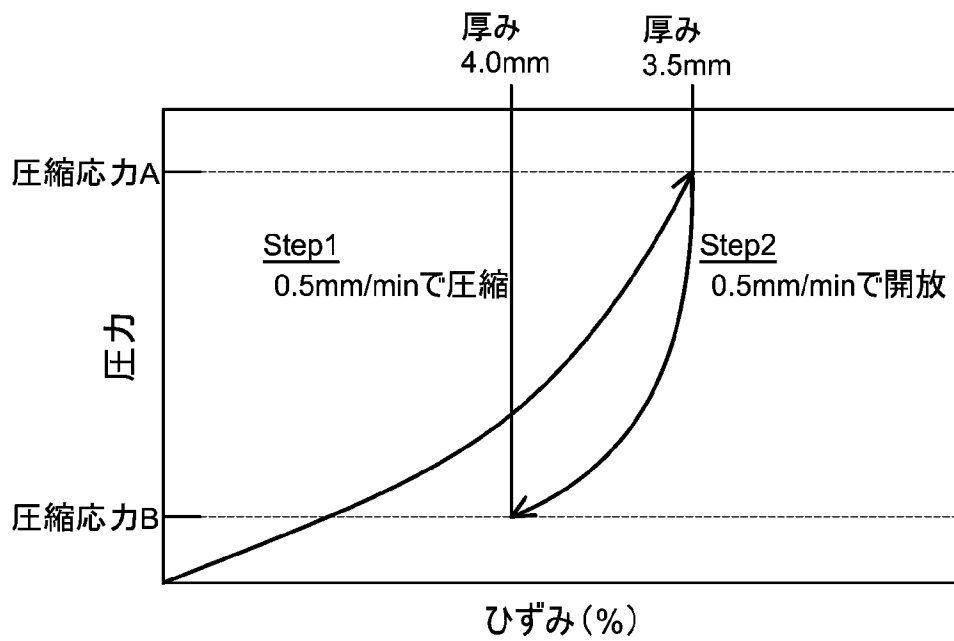


FIG.8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/000438

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F16L 59/02**(2006.01)i; **H01M 50/291**(2021.01)i; **H01M 50/293**(2021.01)i

FI: F16L59/02; H01M50/291; H01M50/293

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16L59/02; H01M50/291; H01M50/293

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024  
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024  
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                            | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2020-72005 A (IBIDEN CO., LTD.) 07 May 2020 (2020-05-07)<br>paragraphs [0001], [0030]-[0132], fig. 1-12    | 1-4, 6-10, 13, 17     |
| Y         |                                                                                                               | 5, 11-12, 14-16       |
| Y         | JP 2015-21082 A (NITTO DENKO CORPORATION) 02 February 2015 (2015-02-02)<br>paragraph [0047]                   | 5                     |
| Y         | JP 2021-48069 A (IBIDEN CO., LTD.) 25 March 2021 (2021-03-25)<br>paragraphs [0001], [0025]-[0075], fig. 1-6   | 11                    |
| Y         | JP 2021-140968 A (NICHIAS CORP.) 16 September 2021 (2021-09-16)<br>paragraphs [0001], [0013]-[0174], fig. 1-8 | 11-12                 |
| Y         | JP 2022-110560 A (IBIDEN CO., LTD.) 29 July 2022 (2022-07-29)<br>paragraphs [0001], [0019]-[0069], fig. 1-7   | 14-16                 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
“D” document cited by the applicant in the international application  
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date  
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 March 2024

Date of mailing of the international search report

26 March 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/JP2024/000438**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2020-72005  | A | 07 May 2020                          | (Family: none)             |                                      |
| JP                                        | 2015-21082  | A | 02 February 2015                     | CN 104293224               | A                                    |
|                                           |             |   |                                      | paragraph [0118]           |                                      |
|                                           |             |   |                                      | KR 10-2015-0010647         | A                                    |
| JP                                        | 2021-48069  | A | 25 March 2021                        | US 2022/0367937            | A1                                   |
|                                           |             |   |                                      | paragraphs [0001], [0048]- |                                      |
|                                           |             |   |                                      | [0139], fig. 1-6           |                                      |
|                                           |             |   |                                      | CN 114424386               | A                                    |
| JP                                        | 2021-140968 | A | 16 September 2021                    | US 2023/0114956            | A1                                   |
|                                           |             |   |                                      | paragraphs [0001], [0046]- |                                      |
|                                           |             |   |                                      | [0207], fig. 1-8           |                                      |
|                                           |             |   |                                      | EP 4117088                 | A1                                   |
|                                           |             |   |                                      | CN 115244765               | A                                    |
|                                           |             |   |                                      | KR 10-2022-0145874         | A                                    |
| JP                                        | 2022-110560 | A | 29 July 2022                         | EP 4280346                 | A1                                   |
|                                           |             |   |                                      | paragraphs [0001], [0018]- |                                      |
|                                           |             |   |                                      | [0100], fig. 1-7           |                                      |
|                                           |             |   |                                      | CN 116711129               | A                                    |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F16L 59/02(2006.01)i; H01M 50/291(2021.01)i; H01M 50/293(2021.01)i

FI: F16L59/02; H01M50/291; H01M50/293

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

F16L59/02; H01M50/291; H01M50/293

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報1922-1996年

日本国公開実用新案公報1971-2024年

日本国実用新案登録公報1996-2024年

日本国登録実用新案公報1994-2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                               | 関連する<br>請求項の番号    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| X               | JP 2020-72005 A（イビデン株式会社）07.05.2020（2020-05-07）<br>[0001], [0030]-[0132], 図1-12 | 1-4, 6-10, 13, 17 |
| Y               |                                                                                 | 5, 11-12, 14-16   |
| Y               | JP 2015-21082 A（日東電工株式会社）02.02.2015（2015-02-02）<br>[0047]                       | 5                 |
| Y               | JP 2021-48069 A（イビデン株式会社）25.03.2021（2021-03-25）<br>[0001], [0025]-[0075], 図1-6  | 11                |
| Y               | JP 2021-140968 A（ニチアス株式会社）16.09.2021（2021-09-16）<br>[0001], [0013]-[0174], 図1-8 | 11-12             |
| Y               | JP 2022-110560 A（イビデン株式会社）29.07.2022（2022-07-29）<br>[0001], [0019]-[0069], 図1-7 | 14-16             |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.03.2024

国際調査報告の発送日

26.03.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

岩瀬 昌治 3L 9246

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/000438

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献              | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|--------------------------|-----|
| JP   | 2020-72005  | A | 07.05.2020 | (ファミリーなし)                |     |
| JP   | 2015-21082  | A | 02.02.2015 | CN 104293224 A           |     |
|      |             |   |            | [0118]                   |     |
|      |             |   |            | KR 10-2015-0010647 A     |     |
| JP   | 2021-48069  | A | 25.03.2021 | US 2022/0367937 A1       |     |
|      |             |   |            | [0001], [0048]-[0139], 図 |     |
|      |             |   |            | 1-6                      |     |
|      |             |   |            | CN 114424386 A           |     |
| JP   | 2021-140968 | A | 16.09.2021 | US 2023/0114956 A1       |     |
|      |             |   |            | [0001], [0046]-[0207], 図 |     |
|      |             |   |            | 1-8                      |     |
|      |             |   |            | EP 4117088 A1            |     |
|      |             |   |            | CN 115244765 A           |     |
|      |             |   |            | KR 10-2022-0145874 A     |     |
| JP   | 2022-110560 | A | 29.07.2022 | EP 4280346 A1            |     |
|      |             |   |            | [0001], [0018]-[0100], 図 |     |
|      |             |   |            | 1-7                      |     |
|      |             |   |            | CN 116711129 A           |     |