

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の電池セルの積層体と前記積層体の積層方向の両端から前記積層体を拘束する拘束部材とを備える電池モジュールに適用され、

前記電池セルの対象面と前記拘束部材との間、または、隣接する前記電池セルの対象面の間に介在される、電池モジュール用緩衝シートであって、

前記電池セルの前記対象面から距離を隔てた第一面を有する板状のベース部と、

弾性材料により形成され、前記ベース部の前記第一面から前記電池セルの前記対象面に向かって突出形成され、前記電池セルの前記対象面に直交する断面において複数配列され、配列方向の断面形状が台形形状に形成されており、前記電池セルの充電に伴う湾曲状の膨張時に前記電池セルを弾性支持し、且つ、前記電池セルの放電に伴う収縮時に前記電池セルに対して反力を付与する弾性突部と、

を備え、

前記弾性突部の前記配列方向の断面形状は、

前記電池セルの前記対象面に当接する台形頂辺と、

前記台形頂辺と前記ベース部とを接続する辺であって前記電池モジュール用緩衝シートの前記配列方向の外側を向く外側台形斜辺と、

を備え、

前記電池セルの満充電時に対応する所定の前記弾性突部が最大負荷状態である場合において、前記所定の前記弾性突部において、前記弾性突部の突出方向を弾性基準とした場合に前記弾性基準に対する前記外側台形斜辺の傾斜鋭角度を、 ϕa と定義し、

前記対象面のうち前記所定の前記弾性突部が当接する部位において、前記電池セルの満充電時において、前記電池セルの積層方向を積層基準とした場合に前記積層基準に対する前記電池セルの前記対象面の法線の傾斜鋭角度を、 θ と定義し、

式(1)の関係を満たすように設定されている、電池モジュール用緩衝シート。

$$\phi a \geq \theta \quad \cdots (1)$$

【請求項 2】

前記所定の前記弾性突部が無負荷状態である場合において、前記弾性基準に対する前記外側台形斜辺の傾斜鋭角度を、 ϕb とし、

式(2)の関係を満たすように設定されている、請求項 1 に記載の電池モジュール用緩衝シート。

$$\phi b \geq \theta \quad \cdots (2)$$

【請求項 3】

前記電池セルは、電極巻回体と、前記電極巻回体を収容し前記対象面を有する筐体と、を備え、

前記対象面は、充電時に湾曲凸状に膨張変形する、請求項 1 または 2 に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【請求項 4】

前記所定の前記弾性突部が無負荷状態である場合において、前記弾性突部に関する前記傾斜鋭角度 ϕb は、前記対象面の位置に応じて異なる角度に設定されている、請求項 1 - 3 の何れか一項に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【請求項 5】

前記弾性突部は、前記配列方向に直交する方向に延びる畝状に形成され、

隣り合う前記弾性突部の間には、スリットが形成される、請求項 1 - 4 の何れか一項に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【請求項 6】

前記弾性突部は、格子状に形成され、

前記格子状の前記弾性突部の中央には、凹所が形成され、

前記弾性突部の前記配列方向の前記断面形状は、前記凹所を通る断面形状である、請求項 1 - 4 の何れか一項に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【請求項 7】

前記弾性突部は、隣り合う前記凹所同士を連通する空気連通溝を有する、請求項 6 に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【請求項 8】

前記弾性突部は、隣り合う前記凹所同士を連通する空気連通孔を有する、請求項 6 に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【請求項 9】

前記弾性突部は、前記ベース部の前記第一面から前記電池セルの前記対象面に向かって柱状に立設され、

前記弾性突部は、第一の前記配列方向に複数個独立して配列されると共に、前記第一の前記配列方向に交差する第二の前記配列方向に複数個独立して配列される、請求項 1－4 の何れか一項に記載の電池モジュール用緩衝シート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池モジュール用緩衝シートに関するものである。

【背景技術】

【0002】

電池モジュールは、自動車等に適用されており、走行距離の延長化のため、電池の高エネルギー密度化が進んできている。電池セルは、高エネルギー密度化によって、充電に伴う発熱によって膨張し、放電に伴って収縮することが知られている。また、充放電の繰り返しにより電池が劣化し、放電時において完全に元の形状まで収縮せず、放電時においても徐々に膨張側にシフトすることも知られている。そこで、複数の電池セルの積層体を、積層体の両端から、一对の拘束部材によって拘束する構造が、特許文献 1－4 に記載されている。

【0003】

特許文献 1 に記載の電池モジュールにおいては、電池セルと拘束部材との間に、複数の弾性体を点在して配置することが記載されている。特許文献 2 に記載の電池モジュールにおいては、電池セルの膨張を抑制するために、隣り合う電池セルの間に、低ばね定数凸部および高ばね定数凸部を有するスペーサが配置されている。

【0004】

特許文献 3 に記載の電池モジュールにおいては、電池セルと拘束部材との間に、シート状の弾性部材が配置されている。さらに、当該電池セルは、隣り合う電池セルとの当接部位を、リブ状に形成することにより、隣り合う電池セルの間に冷却空気を流通させている。また、特許文献 4 に記載の電池モジュールにおいては、隣り合う電池セルの間に冷却空気を流通させるために、隣り合う電池セルの間に、複数の突起を有する隔壁が配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 5 1 2 2 8 9 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 7－2 1 2 1 2 0 号公報

【特許文献 3】特許第 6 2 7 7 9 8 7 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 6－2 5 3 1 4 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1－3 に記載の電池モジュールのように、弾性部材を介在させることによって、電池セルの大変位に対しても吸収することができる。また、弾性部材は、電池セルの積層数の変化にも対応が容易であることから有用である。

10

20

30

40

50

【0007】

ただし、特許文献3に記載の弾性部材のように、突起を有しない形状に比べて、特許文献1, 2に記載の弾性部材のように、突起を有する形状の方が、電池セルの変位の吸収力が高くなる。しかしながら、弾性部材を突起形状とする場合には、座屈や倒れが生じるおそれがある。突起状の弾性部材に座屈や倒れが生じると、突起状の弾性部材は、電池セルに対して十分な反力を発揮することができず、結果として電池セルの長寿命化の効果を効果的に発揮することができないおそれがある。

【0008】

本発明は、電池モジュールに適用され、電池セルの充電時に確実に弾性支持し、電池セルの放電時に確実に反力を付与することができる電池モジュール用緩衝シートを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

電池モジュール用緩衝シートは、複数の電池セルの積層体と前記積層体の積層方向の両端から前記積層体を拘束する一対の拘束部材とを備える電池モジュールに適用され、前記電池セルの対象面と前記拘束部材との間、または、隣接する前記電池セルの対象面の間に介在される。

【0010】

電池モジュール用緩衝シートは、前記電池セルの前記対象面から距離を隔てた第一面を有する板状のベース部と、弾性材料により形成され、前記ベース部の前記第一面から前記電池セルの前記対象面に向かって突出形成され、前記電池セルの前記対象面に直交する断面において複数配列され、配列方向の断面形状が台形形状に形成されており、前記電池セルの充電に伴う湾曲凸状の膨張時に前記電池セルを弾性支持し、且つ、前記電池セルの放電に伴う収縮時に前記電池セルに対して反力を付与する弾性突部とを備える。

20

【0011】

前記弾性突部の前記配列方向の断面形状は、前記電池セルの前記対象面に当接する台形頂辺と、前記台形頂辺と前記ベース部とを接続する辺であって前記電池モジュール用緩衝シートの前記配列方向の外側を向く外側台形斜辺とを備える。前記電池セルの満充電時に対応する所定の前記弾性突部が最大負荷状態である場合において、前記所定の前記弾性突部において、前記弾性突部の突出方向を弾性基準とした場合に前記弾性基準に対する前記外側台形斜辺の傾斜鋭角度を、 ϕa と定義する。前記対象面のうち前記所定の前記弾性突部が当接する部位において、前記電池セルの満充電時において、前記電池セルの積層方向を積層基準とした場合に前記積層基準に対する前記電池セルの前記対象面の法線の傾斜鋭角度を、 θ と定義する。そして、式(1)の関係を満たすように設定されている。

30

$$\phi a \geq \theta \quad \cdots (1)$$

【0012】

上記により、電池セルの対象面のうち所定の弾性突部が当接する部位において、満充電時における電池セルの対象面の法線が、台形形状の弾性突部の内部に存在する状態となる。換言すると、満充電時において、弾性突部が電池セルの対象面から受ける力線が、弾性突部の内部に存在する状態となる。従って、満充電時において、電池セルの対象面が湾曲凸状に膨張した場合に、弾性突部が電池セルの対象面から力を受けたとしても、弾性突部は圧縮されるだけで、座屈や倒れを生じることを防止できる。その結果、電池モジュール用緩衝シートの弾性突部は、電池セルの満充電時に確実に弾性支持し、電池セルの放電時に確実に反力を付与することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第一例の電池モジュールを示す図であって、電池セルが膨張していない状態を示す。

【図2】第一例の電池モジュールを示す図であって、電池セルが満充電に伴う最大膨張状態を示す。

50

【図 3】第二例の電池モジュールを示す図である。

【図 4】第一例の第一緩衝シートの斜視図である。

【図 5】第一例の第一緩衝シートが無負荷状態のときの緩衝シートの断面図である。

【図 6 A】第一例の電池モジュールにおいて、満充電時における電池セルと第一緩衝シートの状態を示す図である。

【図 6 B】図 6 Aにおける電池セルの対象面の断面図である。

【図 6 C】図 6 Aにおける緩衝シートの断面図である。

【図 7】第二例の第一緩衝シートの斜視図である。

【図 8】第三例の第一緩衝シートの斜視図である。

【図 9】第四例の第一緩衝シートの斜視図である。

10

【図 10】第五例の第一緩衝シートの斜視図である。

【図 11】第一例の第二緩衝シートの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(1. 電池モジュールの全体構成)

(1-1. 第一例の電池モジュール1)

第一例の電池モジュール1について、図1および図2を参照して説明する。図1に示すように、電池モジュール1は、例えば、自動車のバッテリー等として用いられる。電池モジュール1は、複数の電池セル11を積層された積層体12と、拘束部材13と、第一緩衝シート14とを備える。

20

【0015】

積層体12を構成する各電池セル11は、直方体形状の扁平状に形成されている。積層体12は、扁平状の電池セル11を、扁平面方向に直交する方向（扁平法線方向）に積層されている。電池セル11は、電力を充放電可能な二次電池であり、例えば、リチウムイオン二次電池等が好適に用いられる。

【0016】

電池セル11は、直方体形状の扁平箱形状に形成された筐体11aと、筐体11aの内部に巻回された電極体11bとを備える。筐体11aは、例えばアルミニウム等の金属、または、硬質樹脂等により形成されている。以下において、筐体11aにおいて、扁平面方向に直交する面を対象面11a1と称する。電極体11bは、正極電極と、負極電極と、正極電極と負極電極との間に挟まれたセパレータとを備え、扁平状に巻回されている。

30

【0017】

図2に示すように、電極体11bは、充電に伴って発熱することによって、主として扁平法線方向に膨張する。反対に、電極体11bは、放電に伴って収縮する。従って、電極体11bを収容する電池セル11の筐体11aは、充電時には、扁平法線方向に膨張する。特に、筐体11aが直方体形状の扁平箱形状に形成されているため、対象面11a1が湾曲凸状に膨張変形しやすい。特に、電池セル11の満充電時には、筐体11aの対象面11a1の膨張量が最大となる。電池セル11の放電時には、電極体11bの収縮することによって、筐体11aの対象面11a1は、理想的には、平面状に復帰する。ただし、電極体11bの劣化によって、徐々に元の形状にまで戻らなくなり、電池性能が低下していく。

40

【0018】

拘束部材13は、積層体12を、積層体12の積層方向の両端から拘束する。つまり、拘束部材13は、各電池セル11が充電によって膨張した場合に各電池セル11に対して反力を付与することにより、電池セル11を初期状態（膨張していない状態）に戻すように作用する。

【0019】

拘束部材13は、第一拘束部材13a、第二拘束部材13b、および、連結部材13cを備える。第一拘束部材13aは、L字状に形成されており、積層体12の台座としての部分と、積層体12の第一端側（図1の右側）の部分（端部拘束部分）とに配置される。

50

詳細には、第一拘束部材 1 3 a の端部拘束部分は、積層体 1 2 の第一端に位置する電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 に対向するように配置される。さらに、第一拘束部材 1 3 a の端部拘束部分における電池セル 1 1 側の面は、平面状に形成されている。

【0020】

第二拘束部材 1 3 b は、平板状に形成されており、積層体 1 2 の第一端の反対である第二端側（図 1 の左側）に配置される。詳細には、第二拘束部材 1 3 b は、積層体 1 2 の第二端に位置する電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 に対向するように配置される。さらに、第二拘束部材 1 3 b における電池セル 1 1 側の面は、平面状に形成されている。

【0021】

従って、積層体 1 2 は、第一拘束部材 1 3 a と第二拘束部材 1 3 b とによって、積層方向に挟まれる状態となる。連結部材 1 3 c は、第一拘束部材 1 3 a と第二拘束部材 1 3 b とを連結する。拘束部材 1 3 を構成する各部材 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c は、十分な拘束力を発揮するために、金属が好適に用いられるが、硬質樹脂を適用することも可能である。

【0022】

第一緩衝シート 1 4 は、積層体 1 2 の第二端に位置する電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 と、第二拘束部材 1 3 b との間に介在される。第一緩衝シート 1 4 は、弾性体部分を有することにより、電池セル 1 1 の膨張および収縮に伴う変形を吸収する。そして、第一緩衝シート 1 4 は、図 1 に示すように、電池セル 1 1 の収縮時において、電池セル 1 1 を弾性支持する。さらに、第一緩衝シート 1 4 は、図 2 に示すように、電池セル 1 1 の充電に伴う膨張時において、電池セル 1 1 を弾性支持すると共に、電池セル 1 1 の放電に伴う収縮時に電池セルに対して反力を付与する。

【0023】

特に、積層体 1 2 を構成する電池セル 1 1 の数が多いほど、電池セル 1 1 の膨張および収縮に伴う積層体 1 2 の全長の変化は大きくなる。従って、積層体 1 2 の全長の変化を確実に吸収するために、弾性体部分を有する第一緩衝シート 1 4 が上記機能を好適に発揮する。

【0024】

第一緩衝シート 1 4 は、板状のベース部 2 1 と、弾性突部 2 2 とを備える。ベース部 2 1 の第一面は、積層体 1 2 の第二端に位置する電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 から距離を隔てて配置される。ベース部 2 1 の第二面は、第二拘束部材 1 3 b に当接する。弾性突部 2 2 は、弾性材料により形成されており、ベース部 2 1 の第一面から面法線方向に突出し、電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 に当接する。そして、弾性突部 2 2 は、電池セル 1 1 の充電に伴う湾曲凸状の膨張時に、電池セル 1 1 を弾性支持する。さらに、弾性突部 2 2 は、電池セル 1 1 の放電に伴う収縮時に、電池セル 1 1 に対して反力を付与する。

【0025】

（1-2. 第二例の電池モジュール 2）

第二例の電池モジュール 2 について、図 3 を参照して説明する。電池モジュール 2 は、複数の電池セル 1 1 を積層された積層体 1 2 と、拘束部材 1 3 と、第一緩衝シート 1 4 と、第二緩衝シート 1 5 とを備える。第二例の電池モジュール 2 において、第二緩衝シート 1 5 以外の構成は、第一例の電池モジュール 1 と同一構成であるため、説明を省略する。

【0026】

第二緩衝シート 1 5 は、隣接する 2 つの電池セル 1 1, 1 1 の対象面 1 1 a 1, 1 1 a 1 の間に介在される。第二緩衝シート 1 5 は、第一緩衝シート 1 4 と同様に、弾性体部分を有することにより、電池セル 1 1 の膨張および収縮に伴う変形を吸収する。つまり、第二緩衝シート 1 5 は、電池セル 1 1 の充電に伴う膨張時において、電池セル 1 1 を弾性支持すると共に、電池セル 1 1 の放電に伴う収縮時に電池セルに対して反力を付与する。

【0027】

第二緩衝シート 1 5 は、板状のベース部 3 1 と、第一弾性突部 3 2 と、第二弾性突部 3 3 とを備える。ベース部 3 1 の第一面は、隣り合う 2 つの電池セル 1 1, 1 1 のうち一方の電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 から距離を隔てて配置される。ベース部 3 1 の第二面は

、他方の電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 から距離を隔てて配置される。

【0028】

第一弾性突部 3 2 は、弾性材料により形成されており、ベース部 3 1 の第一面から面法線方向に突出し、一方の電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 に当接する。そして、第一弾性突部 3 2 は、当該一方の電池セル 1 1 の充電に伴う湾曲凸状の膨張時に、当該一方の電池セル 1 1 を弾性支持する。さらに、第一弾性突部 3 2 は、当該一方の電池セル 1 1 の放電に伴う収縮時に、当該一方の電池セル 1 1 に対して反力を付与する。

【0029】

第二弾性突部 3 3 は、弾性材料により形成されており、ベース部 3 1 の第二面から面法線方向に突出し、他方の電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 に当接する。そして、第二弾性突部 3 3 は、当該他方の電池セル 1 1 の充電に伴う湾曲凸状の膨張時に、当該他方の電池セル 1 1 を弾性支持する。さらに、第二弾性突部 3 3 は、当該他方の電池セル 1 1 の放電に伴う収縮時に、当該他方の電池セル 1 1 に対して反力を付与する。

【0030】

(2 . 第一例の第一緩衝シート 4 0)

(2 - 1 . 第一例の第一緩衝シート 4 0 の構成)

第一緩衝シート 1 4 の一例としての第一例の第一緩衝シート 4 0 について図 4 および図 5 を参照して説明する。図 4 は、第一緩衝シート 4 0 の斜視図を示し、図 5 は、第一緩衝シート 4 0 の断面図であって、電池モジュール 1 , 2 に適用していない状態、すなわち無負荷状態の図である。

【0031】

第一例の第一緩衝シート 4 0 は、ベース部 4 1 と、複数の弾性突部 4 2 とを備える。第一緩衝シート 4 0 は、ベース部 4 1 と弾性突部 4 2 とを一体的に形成されており、全体が弾性材料の一つとしてのエラストマーにより形成されている。第一緩衝シート 4 0 には、例えば、低温環境下に優れたエラストマーとして、E P D M 等が好適に用いられる。

【0032】

なお、第一緩衝シート 4 0 において、ベース部 4 1 と弾性突部 4 2 とを異なる材質として、両者を接合することも可能である。例えば、ベース部 4 1 をアルミニウム等の金属板材とし、弾性突部 4 2 をエラストマーにより形成することも可能である。また、ベース部 4 1 および弾性突部 4 2 に、異なる種類のエラストマーを用いて、2 色成形により第一緩衝シート 4 0 を形成することも可能である。

【0033】

ベース部 4 1 は、平板状に形成されており、電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 から距離を隔てた第一面 4 1 a、および、第二拘束部材 1 3 b に当接する第二面 4 1 b を有する。ベース部 4 1 は、エラストマーにより形成されているため、第一緩衝シート 4 0 単体として存在する場合には、可撓性を有する。ただし、第一緩衝シート 4 0 が電池モジュール 1 , 2 に適用されている状態においては、ベース部 4 1 の第二面 4 1 b が第二拘束部材 1 3 b に当接しているため、ベース部 4 1 は、実質的に第二拘束部材 1 3 b の面形状に沿った状態で規制される。本実施形態においては、第二拘束部材 1 3 b は、平面状に形成されているため、ベース部 4 1 は、平板状となる。

【0034】

複数の弾性突部 4 2 は、それぞれ独立しており、ベース部 4 1 の第一面 4 1 a から突出形成されている。複数の弾性突部 4 2 は、第一方向に延びる畝状に形成されている。つまり、複数の弾性突部 4 2 は、第一方向に向かって直線状に盛り上げられた部位に相当し、隣り合う弾性突部 4 2 の間には、第一方向に延びるスリット 4 3 が形成されている。

【0035】

ここで、第一緩衝シート 4 0 について、図 4 の第一方向に直交し、且つ、電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 (図 1 に示す) に直交する断面は、図 5 に示すようになる。従って、図 5 に示す断面において、複数の弾性突部 4 2 は、第一方向に直交する第二方向に、複数配列されていることになる。以下、第二方向を、配列方向と称し、図 5 に示す断面を、配列

10

20

30

40

50

方向の断面と称する。

【0036】

弾性突部42の配列方向の断面形状は、図5に示すように、台形形状に形成されている。本実施形態においては、弾性突部42の当該断面形状は、等脚台形に形成されている。さらに、複数の弾性突部42の当該断面形状は、同一形状に形成されている。ただし、後述するが、複数の弾性突部42の当該断面形状は、異なる形状に形成されるようにしてもよい。弾性突部42は、ベース部41に接続される台形底辺42a、電池セル11の対象面11a1に当接する台形頂辺42b、台形頂辺42bとベース部41（台形底辺42a）とを接続する辺であって第一緩衝シート40の配列方向の外側を向く外側台形斜辺42c、および、台形頂辺42bとベース部41とを接続する辺であって第一緩衝シート40の配列方向の中央側を向く内側台形斜辺42dを備える。

10

【0037】

ここで、弾性突部42の突出方向を弾性基準C1とする。そして、弾性突部42が無負荷状態である場合に、当該弾性突部42において、弾性基準C1に対する外側台形斜辺42cの傾斜鋭角度を、 ϕb と定義する。本実施形態においては、全ての弾性突部42における外側台形斜辺42cの傾斜鋭角度 ϕb が、同一とされている。

【0038】

（2-2. 満充電時における電池セル11と第一緩衝シート40の形状）

次に、全ての電池セル11が満充電時における電池セル11と第一緩衝シート40の形状について、図6A、図6B、図6Cを参照して説明する。図6Aは、電池セル11と第一緩衝シート40の両者を示し、図6Bは、図6Aにおける電池セル11のみを示し、図6Cは、図6Aにおける第一緩衝シート40のみを示す。

20

【0039】

図6Aに示すように、電池セル11の満充電時においては、電池セル11が最大膨張状態となる。詳細には、電池セル11の対象面11a1は、湾曲凸状に膨張変形する。対象面11a1は、略円弧凸状に膨張変形する。また、積層体12は、複数の電池セル11により構成されている。従って、全ての電池セル11の満充電時においては、第二端に位置する電池セル11の対象面11a1の位置は、放電時に比べて、第二拘束部材13b側にスライドする。

【0040】

30

弾性突部42の台形頂辺42bは、電池セル11の対象面11a1に当接し、弾性突部42の台形底辺42aが接続されているベース部41は、第二拘束部材13bによって平面状に拘束されている。そのため、弾性突部42は、圧縮負荷を受ける状態、特に、満充電時には最大の圧縮負荷を受ける状態となる。詳細には、弾性突部42は、積層体12の積層方向に圧縮されると共に、弾性突部42の台形頂辺42bは、電池セル11の対象面11a1の湾曲凸状を転写した湾曲凹状となる。

【0041】

ただし、弾性突部42は、複数の弾性突部42の配列方向（第二方向）の位置に応じて変形状態が異なる。そこで、以下の説明において、複数の弾性突部42のうち、複数の弾性突部42の配列方向（第二方向）において、外側に位置する弾性突部42を外側弾性突部421とし、中央側に位置する弾性突部42を内側弾性突部422とする。

40

【0042】

図6Bに示すように、電池セル11の積層方向を積層基準C2とする。そして、複数の弾性突部42が最大圧縮負荷状態である場合に、電池セル11の対象面11a1のうち弾性突部42が当接する部位Pにおいて、積層基準C2に対する電池セル11の対象面11a1の法線の傾斜鋭角度を、 θ と定義する。

【0043】

ここで、電池セル11の傾斜鋭角度 θ と、無負荷状態における弾性突部42の傾斜鋭角度 ϕb とは、式（1）の関係を有する。つまり、無負荷状態における弾性突部42の傾斜鋭角度 ϕb は、電池セル11の傾斜鋭角度 θ 以上に設定されている。

50

$$\phi b \geq \theta \quad \dots (1)$$

【0044】

ただし、電池セル11の対象面11a1は、上述したように、湾曲凸状に膨張するため、部位によって傾斜鋭角度 θ が異なる。そこで、電池セル11の対象面11a1のうち外側弾性突部421が当接する部位P1において、積層基準C2に対する電池セル11の対象面11a1の法線の傾斜鋭角度を、 $\theta 1$ と定義する。電池セル11の対象面11a1のうち内側弾性突部422が当接する部位P2において、積層基準C2に対する電池セル11の対象面11a1の法線の傾斜鋭角度を、 $\theta 2$ と定義する。部位P1の傾斜鋭角度 $\theta 1$ と部位P2の傾斜鋭角度 $\theta 2$ とは、式(2)の関係を有する。

$$\theta 1 > \theta 2 \quad \dots (2)$$

【0045】

そして、電池セル11の部位P1の傾斜鋭角度 $\theta 1$ と、無負荷状態における弾性突部42の傾斜鋭角度 ϕb とは、式(3)の関係を有する。また、電池セル11の部位P2の傾斜鋭角度 $\theta 2$ と、無負荷状態における弾性突部42の傾斜鋭角度 ϕb とは、式(4)の関係を有する。つまり、無負荷状態における弾性突部42の傾斜鋭角度 ϕb は、部位P1の傾斜鋭角度 $\theta 1$ 以上であり、部位P2の傾斜鋭角度 $\theta 2$ 以上に設定されている。

$$\phi b \geq \theta 1 \quad \dots (3)$$

$$\phi b \geq \theta 2 \quad \dots (4)$$

【0046】

次に、図6Cに示すように、弾性突部42が最大圧縮負荷状態である場合に、当該弾性突部42において、弾性基準C1に対する外側台形斜辺42cの傾斜鋭角度を、 ϕa と定義する。ここで、弾性突部42は、無負荷状態に比べて、圧縮変形している。そのため、弾性突部42において、無負荷状態における外側台形斜辺42cの傾斜鋭角度 ϕb と、最大負荷状態における外側台形斜辺42cの傾斜鋭角度 ϕa とは、式(5)の関係を有する。

$$\phi a > \phi b \quad \dots (5)$$

【0047】

ただし、電池セル11の対象面11a1が湾曲凸状に膨張するため、弾性突部42の部位によって傾斜鋭角度 ϕa が異なる。そこで、外側弾性突部421の傾斜鋭角度を、 $\phi a 1$ と定義し、内側弾性突部422の傾斜鋭角度を、 $\phi a 2$ と定義する。

【0048】

そして、最大負荷状態における外側弾性突部421の傾斜鋭角度 $\phi a 1$ と、電池セル11の部位P1の傾斜鋭角度 $\theta 1$ とは、式(3)(5)より、式(6)の関係を有する。傾斜鋭角度 $\phi a 1$ は、傾斜鋭角度 $\theta 1$ より大きく設定されている。

$$\phi a 1 > \theta 1 \quad \dots (6)$$

【0049】

また、最大負荷状態における内側弾性突部422の傾斜鋭角度 $\phi a 2$ と、電池セル11の部位P2の傾斜鋭角度 $\theta 2$ とは、式(4)(5)より、式(7)の関係を有する。傾斜鋭角度 $\phi a 2$ は、傾斜鋭角度 $\theta 2$ より大きく設定されている。

$$\phi a 2 > \theta 2 \quad \dots (7)$$

【0050】

式(6)(7)の関係を有するように設定されることより、電池セル11の対象面11a1のうち所定の弾性突部421, 422が当接する部位P1, P2において、満充電時における電池セル11の対象面11a1の法線が、台形形状の弾性突部421, 422の内部に存在する状態となる。換言すると、満充電時において、弾性突部421, 422が電池セル11の対象面11a1から受ける力線が、弾性突部421, 422の内部に存在する状態となる。従って、満充電時において、電池セル11の対象面11a1が湾曲凸状に膨張した場合に、弾性突部421, 422が電池セル11の対象面11a1から力を受けたとしても、弾性突部421, 422は圧縮されるだけで、座屈や倒れを生じることを防止できる。その結果、第一緩衝シート40の弾性突部421, 422は、電池セル11

10

20

30

40

50

の満充電時に確実に弾性支持し、電池セル 1 1 の放電時に確実に反力を付与することができる。

【0051】

さらに、式 (6) (7) の関係に加えて、式 (3) (4) の関係を有するように設定されることにより、弾性突部 4 2 1, 4 2 2 が無負荷状態から最大負荷状態に至るまで、確実に、弾性突部 4 2 1, 4 2 2 が電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 から受ける力線が、弾性突部 4 2 1, 4 2 2 の内部に存在する状態となる。従って、確実に、弾性突部 4 2 1, 4 2 2 に座屈や倒れを生じることを防止できる。

【0052】

さらに、第一緩衝シート 4 0 は、スリット 4 3 が第一方向に延びるように形成されている。そのため、スリット 4 3 が、電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 と第一緩衝シート 4 0 との間に、空気を流通させる流路として機能する。従って、第一緩衝シート 4 0 がスリット 4 3 を有することにより、流通する空気による冷却機能を有することになる。その結果、電池セル 1 1 の発熱を抑制し、ひいては膨張を抑制することができる。

【0053】

(3. 第一例の第一緩衝シート 4 0 の変形態様)

第一例の第一緩衝シート 4 0 において、複数の弾性突部 4 2 の当該断面形状は、同一形状に形成した。これに限られず、弾性突部 4 2 が無負荷状態である場合において、弾性突部 4 2 に関する傾斜鋭角度 ϕb は、対象面 1 1 a 1 の部位 P 1, P 2 に応じて異なる角度に設定されるようにしてもよい。

【0054】

弾性突部 4 2 が無負荷状態である場合に、部位 P 1 に対応する外側弾性突部 4 2 1 の傾斜鋭角度を、 $\phi b 1$ (図 5 に示す) と定義し、内側弾性突部 4 2 2 の傾斜鋭角度を、 $\phi b 2$ (図 5 に示す) と定義する。そして、外側弾性突部 4 2 1 の傾斜鋭角度 $\phi b 1$ と、内側弾性突部 4 2 2 の傾斜鋭角度 $\phi b 2$ とは、式 (8) の関係を有するように設定される。

$$\phi b 1 > \phi b 2 \quad \cdots \quad (8)$$

【0055】

つまり、式 (2) のように、部位 P 1 の傾斜鋭角度 $\theta 1$ が、部位 P 2 の傾斜鋭角度 $\theta 2$ より大きくなることに対応させて、外側弾性突部 4 2 1 の傾斜鋭角度 $\phi b 1$ を内側弾性突部 4 2 2 の傾斜鋭角度 $\phi b 2$ より大きくなるように設定されている。これにより、各部位に応じて、適切な傾斜鋭角度 $\phi b 1$, $\phi b 2$ に設定している。

【0056】

(4. 第二例の第一緩衝シート 5 0)

第一緩衝シート 1 4 の一例としての第二例の第一緩衝シート 5 0 について図 7 および図 5 を参照して説明する。図 7 は、第一緩衝シート 5 0 の斜視図を示し、電池モジュール 1, 2 に適用していない状態、すなわち無負荷状態の図である。図 5 は、図 7 における凹所 5 3 を通る断面形状に相当する。

【0057】

第二例の第一緩衝シート 5 0 は、ベース部 4 1 と、弾性突部 5 2 とを備える。弾性突部 5 2 は、格子状に形成されており、全体が一体的に接続されている。格子状の弾性突部 5 2 の中央には、凹所 5 3 が形成されている。つまり、弾性突部 5 2 において、電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 と当接する面は、格子状となる。

【0058】

弾性突部 5 2 の凹所 5 3 を通る断面形状は、図 5 に示すようになる。ここで、図 5 に示す第一緩衝シート 5 0 の断面形状は、図 7 における第一緩衝シート 5 0 において、凹所 5 3 を通り、且つ、第二方向に平行な方向の断面形状を示す。つまり、弾性突部 5 2 は、当該断面において、複数配列されている状態となる。そこで、弾性突部 5 2 において、当該断面の方向 (第二方向) を、第二配列方向と称する。

【0059】

また、弾性突部 5 2 は、凹所 5 3 を通り、且つ、第一方向に平行な方向の断面において

10

20

30

40

50

、第二方向と同様に、複数配列されている状態となる。そこで、弾性突部 5 2 において、当該断面の第一方向を、第一配列方向と称する。つまり、弾性突部 5 2 は、第一配列方向において複数配列されると共に、第二配列方向において複数配列される。

【0060】

そして、弾性突部 5 2 の各断面形状は、図 5 に示すように、台形形状に形成されている。つまり、弾性突部 5 2 は、台形底辺 4 2 a、台形頂辺 4 2 b、外側台形斜辺 4 2 c、および、内側台形斜辺 4 2 d を備える。各辺 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d は、第一例と実質的に同様であるため、説明を省略する。従って、第一緩衝シート 5 0 は、第一例と実質的に同様の機能を発揮する。ただし、第二例の第一緩衝シート 5 0 においては、弾性突部 5 2 が格子状であるため、電池セル 1 1 の支持力を大きくすることができる。

10

【0061】

(5. 第三例の第一緩衝シート 6 0)

第一緩衝シート 1 4 の一例としての第三例の第一緩衝シート 6 0 について図 8 および図 5 を参照して説明する。図 8 は、第一緩衝シート 6 0 の斜視図を示し、電池モジュール 1、2 に適用していない状態、すなわち無負荷状態の図である。図 5 は、図 8 における凹所 6 3 を通り、且つ、第二方向に平行な断面形状に相当する。

【0062】

第三例の第一緩衝シート 6 0 は、ベース部 4 1 と、弾性突部 6 2 とを備える。弾性突部 6 2 は、第二例の第一緩衝シート 5 0 の弾性突部 5 2 のように格子状に形成されており、全体が一体的に接続されている。そして、格子状の弾性突部 6 2 の中央には、凹所 6 3 が形成されている。さらに、弾性突部 6 2 は、第一方向において、隣り合う凹所 6 3、6 3 同士を連通する空気連通溝 6 4 を有する。つまり、空気連通溝 6 4 の部分は、電池セル 1 1 の対象面 1 1 a 1 との間に隙間を有する状態となる。空気連通溝 6 4 は、弾性突部 6 2 における第二方向に延びる部分の全てに形成されている。

20

【0063】

従って、空気連通溝 6 4 は、第一例の第一緩衝シート 4 0 のスリット 4 3 と同様の機能を発揮する。すなわち、第一緩衝シート 6 0 が空気連通溝 6 4 を有することにより、空気連通溝 6 4 を流通する空気による冷却機能を有することになる。その結果、電池セル 1 1 の発熱を抑制し、ひいては膨張を抑制することができる。

【0064】

さらに、第三例の第一緩衝シート 6 0 は、弾性突部 6 2 が、高さの違いを有しつつも、格子状に形成されている。従って、第三例の第一緩衝シート 6 0 は、第一例の第一緩衝シート 4 0 に比べて、電池セル 1 1 の支持力を大きくすることができる。

30

【0065】

(6. 第四例の第一緩衝シート 7 0)

第一緩衝シート 1 4 の一例としての第四例の第一緩衝シート 7 0 について図 9 および図 5 を参照して説明する。図 9 は、第一緩衝シート 7 0 の斜視図を示し、電池モジュール 1、2 に適用していない状態、すなわち無負荷状態の図である。図 5 は、図 9 における凹所 7 3 を通り、且つ、第二方向に平行な断面形状に相当する。

【0066】

第四例の第一緩衝シート 7 0 は、ベース部 4 1 と、弾性突部 7 2 とを備える。弾性突部 7 2 は、第二例の第一緩衝シート 5 0 の弾性突部 5 2 と同様に格子状に形成されており、全体が一体的に接続されている。そして、格子状の弾性突部 7 2 の中央には、凹所 7 3 が形成されている。さらに、弾性突部 7 2 は、第一方向において、隣り合う凹所 7 3、7 3 同士を連通する空気連通孔 7 4 を有する。空気連通孔 7 4 は、弾性突部 7 2 における第二方向に延びる部分の全てに形成されている。

40

【0067】

従って、空気連通孔 7 4 は、第一例の第一緩衝シート 4 0 のスリット 4 3 と同様の機能を発揮する。すなわち、第一緩衝シート 7 0 が空気連通孔 7 4 を有することにより、空気連通孔 7 4 を流通する空気による冷却機能を有することになる。その結果、電池セル 1 1

50

の発熱を抑制し、ひいては膨張を抑制することができる。

【0068】

また、空気連通孔74は、弾性突部72における電池セル11の対象面11a1との当接面から離れた位置に形成されている。従って、弾性突部72において、電池セル11の対象面11a1と当接する面は、格子状となる。従って、第四例の第一緩衝シート70は、第一例の第一緩衝シート40に比べて、電池セル11の支持力を大きくすることができる。

【0069】

(7. 第五例の第一緩衝シート80)

第一緩衝シート14の一例としての第五例の第一緩衝シート80について図10および図5を参照して説明する。図10は、第一緩衝シート80の斜視図を示し、電池モジュール1, 2に適用していない状態、すなわち無負荷状態の図である。図5は、図10における弾性突部82を通る断面形状に相当する。

10

【0070】

第五例の第一緩衝シート80は、ベース部41と、複数の弾性突部82とを備える。複数の弾性突部82は、それぞれ独立しており、ベース部41の第一面41aから突出形成されている。特に、複数の弾性突部82は、第一面41aから電池セル11の対象面11a1に向かって、柱状に立設されている。図10においては、各弾性突部82は、円錐台形状に形成されている。ただし、各弾性突部82は、円錐台形状に限られず、四角錐台形状、その他の多角形錐台形状とすることもできる。

20

【0071】

従って、複数の弾性突部82は、第一方向（第一配列方向）に複数個独立して配列されると共に、第二方向（第二配列方向）に複数個独立して配列される。また、図10においては、複数の弾性突部82は、直交する第一方向と第二方向のそれぞれに配列する例を示す。つまり、近接する4個の弾性突部82が、長方形の頂点となるように配置されている。この他に、第一方向に代えて、第一方向および第二方向に対して角度を有する方向に複数個独立して配列するようにしてもよい。つまり、近接する4個の弾性突部82が、平行四辺形の頂点となるように配置してもよい。すなわち、第一方向と第二方向とは、交差する方向であればよい。

【0072】

そして、弾性突部82を通る断面形状は、図5に示すように、台形形状に形成されている。つまり、弾性突部82は、台形底辺42a、台形頂辺42b、外側台形斜辺42c、および、内側台形斜辺42dを備える。各辺42a, 42b, 42c, 42dは、第一例と実質的に同様であるため、説明を省略する。従って、第一緩衝シート80は、第一例と実質的に同様の機能を発揮する。

30

【0073】

(8. 第一例の第二緩衝シート90)

第二緩衝シート15の一例としての第一例の第二緩衝シート90について図11を参照して説明する。第一例の第二緩衝シート90は、ベース部31と、複数の第一弾性突部32と、複数の第二弾性突部33とを備える。ここで、第一例の第二緩衝シート90は、第一例の第一緩衝シート40に対して、ベース部41の第一面41a側に加えて第二面41b側にも、複数の弾性突部42を備える構成に相当する。

40

【0074】

第一例の第二緩衝シート90において、ベース部31は、平板状に形成されており、一方の電池セル11の対象面11a1から距離を隔てた第一面31a、および、他方の電池セル11の対象面11a1から距離を隔てた第二面31bを有する。

【0075】

複数の第一弾性突部32は、それぞれ独立しており、ベース部31の第一面31aから突出形成されている。複数の第一弾性突部32は、第一方向（第二方向に直交する方向）に延びる畝状に形成されている。第一弾性突部32は、第一例の弾性突部42と同様に、

50

台形底辺 3 2 a、台形頂辺 3 2 b、外側台形斜辺 3 2 c、および、内側台形斜辺 3 2 d を備える。隣り合う第一弾性突部 3 2 の間には、第一方向に延びるスリット 3 5 が形成されている。

【0076】

複数の第二弾性突部 3 3 は、それぞれ独立しており、ベース部 3 1 の第二面 3 1 b から突出形成されている。複数の第二弾性突部 3 3 は、第一方向（第二方向に直交する方向）に延びる畝状に形成されている。第二弾性突部 3 3 は、第一例の弾性突部 4 2 と同様に、台形底辺 3 3 a、台形頂辺 3 3 b、外側台形斜辺 3 3 c、および、内側台形斜辺 3 3 d を備える。隣り合う第二弾性突部 3 3 の間には、第一方向に延びるスリット 3 6 が形成されている。

10

【0077】

第二緩衝シート 9 0 は、隣り合う電池セル 1 1, 1 1 の間に挟まれている。そして、第二緩衝シート 9 0 は、ベース部 3 1 の両側面のそれぞれに、第一弾性突部 3 2 および第二弾性突部 3 3 を備えている。従って、第二緩衝シート 9 0 は、当該第二緩衝シート 9 0 を挟む隣り合う電池セル 1 1, 1 1 に対して、第一例の第一緩衝シート 4 0 と同様に機能を発揮する。なお、第一例の第二緩衝シート 9 0 は、第二例から第五例の第一緩衝シート 5 0, 6 0, 7 0, 8 0 の構成を適用することもできる。

【符号の説明】

【0078】

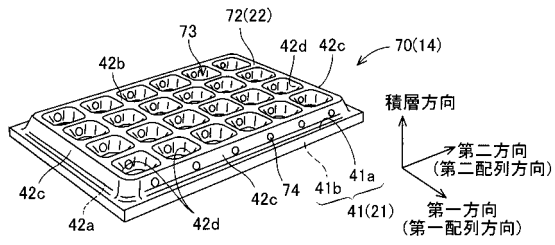
1, 2 : 電池モジュール、 1 1 : 電池セル、 1 1 a : 筐体、 1 1 a 1 : 対象面、
1 1 b : 電極体、 1 2 : 電池セルの積層体、 1 3 : 拘束部材、 1 3 a : 第一拘束部材、
1 3 b : 第二拘束部材、 1 3 c : 連結部材、 1 4 : 第一緩衝シート、 1 5 :
第二緩衝シート、 2 1 : ベース部、 2 2 : 弾性突部、 3 1 : ベース部、 3 1 a :
第一面、 3 1 b : 第二面、 3 2 : 第一弾性突部、 3 2 a : 台形底辺、 3 2 b : 台形頂辺、
3 2 c : 外側台形斜辺、 3 2 d : 内側台形斜辺、 3 3 : 第二弾性突部、
3 3 a : 台形底辺、 3 3 b : 台形頂辺、 3 3 c : 外側台形斜辺、 3 3 d : 内側台形斜辺、
3 5, 3 6 : スリット、 4 0 : 第一緩衝シート、 4 1 : ベース部、 4 1 a : 第一面、
4 1 b : 第二面、 4 2 : 弾性突部、 4 2 a : 台形底辺、 4 2 b : 台形頂辺、
4 2 c : 外側台形斜辺、 4 2 d : 内側台形斜辺、 4 3 : スリット、 5 0 :
第一緩衝シート、 5 2 : 弾性突部、 5 3 : 凹所、 6 0 : 第一緩衝シート、 6 2 :
弾性突部、 6 3 : 凹所、 6 4 : 空気連通溝、 7 0 : 第一緩衝シート、 7 2 : 弾性突部、
7 3 : 凹所、 7 4 : 空気連通孔、 8 0 : 第一緩衝シート、 8 2 : 弾性突部、
9 0 : 第二緩衝シート、 4 2 1 : 外側弾性突部、 4 2 2 : 内側弾性突部、 C 1 : 弾性基準、
C 2 : 積層基準、 P, P 1, P 2 : 電池セルの対象面の部位、 θ , θ 1, θ 2 : 電池セルの対象面の法線の傾斜鋭角度、 ϕ a, ϕ a 1, ϕ a 2 : 最大負荷状態における弾性突部の外側台形斜辺の傾斜鋭角度、 ϕ b, ϕ b 1, ϕ b 2 : 無負荷状態における弾性突部の外側台形斜辺の傾斜鋭角度

20

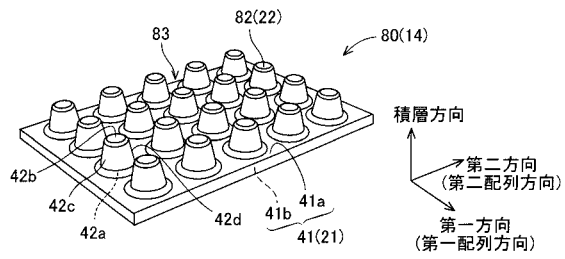
30

【図 8】

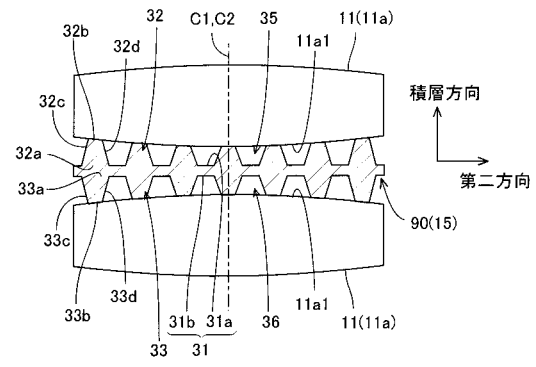
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

H O 1 M 10/625 (2014.01)

H O 1 M 10/625

H O 1 M 10/647 (2014.01)

H O 1 M 10/647