

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6975385号  
(P6975385)

(45) 発行日 令和3年12月1日(2021.12.1)

(24) 登録日 令和3年11月10日(2021.11.10)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 M 50/262 (2021.01)		HO 1 M 50/262	E
HO 1 M 10/42 (2006.01)		HO 1 M 10/42	
HO 1 M 10/54 (2006.01)		HO 1 M 10/54	
HO 1 M 50/211 (2021.01)		HO 1 M 50/211	
HO 1 M 50/264 (2021.01)		HO 1 M 50/264	

請求項の数 4 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2018-3872 (P2018-3872)  
 (22) 出願日 平成30年1月12日 (2018.1.12)  
 (65) 公開番号 特開2019-125444 (P2019-125444A)  
 (43) 公開日 令和1年7月25日 (2019.7.25)  
 審査請求日 令和2年2月24日 (2020.2.24)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100117606  
 弁理士 安部 誠  
 (74) 代理人 100136423  
 弁理士 大井 道子  
 (74) 代理人 100121186  
 弁理士 山根 広昭  
 (72) 発明者 藤嶋 正剛  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 北浦 誠之  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池パックとその製造方法および解体方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の単電池を配列方向に配列して第一電池スタックを用意する工程、  
 第一エンドプレート部と第二エンドプレート部とを前記配列方向に沿って離間して配置し、前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部とを前記配列方向に平行な面で囲むように環状の拘束フープ部を配置する工程、ここで該環状の拘束フープ部は、前記配列方向に沿う引張方向に弾性領域で変形可能な材質で構成されている、  
 前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部との離間距離が、前記第一電池スタックの前記配列方向の寸法と同じかそれ以上となるように、前記第一エンドプレート部を前記配列方向の前記第二エンドプレート部とは反対側の第三方向に変位させるとともに、前記拘束フープ部を延伸させる工程、ここで前記第一エンドプレート部の変位量は、前記拘束フープ部が前記弾性領域で伸延される範囲であって該拘束フープ部が該延伸により該弾性領域を超えて降伏変形する変位量とはならないように決定される、  
 変位させた前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部との間に、前記第一電池スタックを配列方向が前記第三方向となるように挿入する工程、および、  
 前記第一エンドプレート部の変位を解除し、前記第一エンドプレート部、前記第二エンドプレート部および該変位の解除によって前記伸延される前の寸法に戻ろうとして弾性収縮する前記拘束フープ部によって、前記複数の単電池に対して前記配列方向に沿って圧縮する方向に荷重を加えながら、前記複数の単電池を拘束する工程、  
 を含む、電池パックの製造方法。

10

20

## 【請求項2】

複数の単電池を配列方向に配列するとともに、前記複数の単電池の前記配列方向の第一方向の端部に第一滑りプレートを配置し、第二方向の端部に第二滑りプレートを配置して第二電池スタックを用意する工程、

前記第二電池スタックを、前記配列方向の寸法が第一寸法となるように前記配列方向に圧縮する工程、

第一エンドプレート部と、第二エンドプレート部と、環状の拘束フープ部とを備え、前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部とが前記配列方向に沿って前記第一寸法で離間して対向配置されているとともに、前記配列方向に平行な面において前記拘束フープ部が前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部とをその外周に沿って

10

囲むように配置されている拘束機構を用意する工程、

前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部との離間距離が、前記第一寸法よりも広がることを抑制する拡大抑制治具を設置する工程、

前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部との間に、圧縮された前記第二電池スタックを挿入する工程、および、  
前記拡大抑制治具を前記配列方向の前記離間距離が拡大する方向に変位させ、前記拘束機構によって、前記複数の単電池に対して前記配列方向に沿って圧縮する方向に荷重を加えながら、前記複数の単電池を拘束する工程、

を含む、電池パックの製造方法。

## 【請求項3】

20

複数の単電池を配列方向に配列した第一電池スタックと、

前記複数の単電池を拘束する拘束機構と、

を備える電池パックの解体方法であって、

前記拘束機構は、

前記第一電池スタックの前記配列方向の第一方向の端部に配置される第一エンドプレート部と、

前記第一電池スタックの前記配列方向の第二方向の端部に配置される第二エンドプレート部と、

環状であって、前記第一エンドプレート部の前記第一方向の表面に配置される第一支持部と、前記第二エンドプレート部の前記第二方向の表面に配置される第二支持部と、前記第一支持部と前記第二支持部との間を前記配列方向に沿って連続的に繋ぐ一対の側壁部とを含む拘束フープ部と、

30

を備えており、

前記第一エンドプレート部を前記第二エンドプレート部に対して相対的に前記第一方向に変位させて、前記拘束フープ部を前記配列方向に沿って伸延させる工程と、

前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部との間から、前記第一電池スタックを取り出す工程と、および、

変位された前記第一エンドプレート部を前記第二エンドプレート部に対して相対的に前記第二方向に変位させて、前記拘束フープ部の伸延を解除する工程と、

を含む、電池パックの解体方法。

40

## 【請求項4】

複数の単電池を配列方向に配列するとともに、前記複数の単電池の前記配列方向の第一方向の端部に第一滑りプレートを配置し、第二方向の端部に第二滑りプレートを配置してなる第二電池スタックと、

前記第二電池スタックを拘束する拘束機構と、

を備える電池パックの解体方法であって、

前記拘束機構は、

前記第二電池スタックの前記配列方向の第一方向の端部に配置される第一エンドプレート部と、

前記第二電池スタックの前記配列方向の第二方向の端部に配置される第二エンドプレ

50

ート部と、

環状であって、前記第一エンドプレート部の前記第一方向の表面に配置される第一支持部と、前記第二エンドプレート部の前記第二方向の表面に配置される第二支持部と、前記第一支持部と前記第二支持部との間を前記配列方向に沿って連続的に繋ぐ一対の側壁部とを含む拘束フープ部と、

を備えており、

前記電池パックを、前記第二電池スタックの前記配列方向の寸法が第二寸法となるように、前記配列方向に圧縮する工程、

圧縮された前記電池パックの前記配列方向に直交する方向で、圧縮された前記第二電池スタックに隣接する位置に、前記配列方向の寸法が前記第二寸法である圧力開放エリアを用意する工程、

10

圧縮された前記第二電池スタックの前記第一滑りプレートおよび前記第二滑りプレートを、前記配列方向に直交する方向で前記圧力開放エリアの側に押圧し、前記第二電池スタックを前記第一エンドプレート部と前記第二エンドプレート部との間から前記圧力開放エリアに移動させる工程、および、

前記圧力開放エリアの前記配列方向の寸法を前記第二寸法よりも拡大させることで、圧縮された前記第二電池スタックの圧縮を解消する工程、

を含む、電池パックの解体方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、複数の二次電池が配列されて束ねられた電池パックとその製造方法および解体方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、リチウムイオン電池等の二次電池は、パソコン、携帯端末等のポータブル電源や、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）等の車両駆動用電源、および電力貯蔵用電源等として不可欠な存在となっている。また、大容量や高出力が求められる用途の電池は、一般的に、複数個の単電池（電池セル）を効率的に直列または並列に接続するために、複数個の単電池を所定の配列方向にスタックして束ねた電池パックの形態に構成されている（特許文献1～4等参照）。例えば特許文献1には、電池スタックの両端を一対のエンドプレートで挟み、このエンドプレートに拘束バンドを渡し架け、エンドプレートに拘束バンドを締結具で固定した電池パックが開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平09-120808号公報

【特許文献2】特開2013-020740号公報

【特許文献3】特開2015-187913号公報

【特許文献4】特開2002-343324号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電池パックでは、電池使用時の振動や衝撃等による単電池の位置ズレの防止や、電池特性および電池寿命等を確保するために、単電池の電極面に対して垂直かつ圧縮する方向に、荷重を印加して拘束することがある。また、二次電池は、充放電に伴い体積膨張と収縮とを繰り返すことが知られてもいる。このため、電池スタックからエンドプレートに対しては、引張方向に応力が発生することがある。そしてエンドプレートと拘束バンドとを締結具で拘束する構成では、このような荷重が締結具等に集中しやすく、締結部材が塑性変

50

形したり破損したりする虞があった。締結部材が塑性変形したり破損したりすると、単電池の拘束が緩み、単電池に必要な拘束圧を維持することが不可能となる。

【0005】

本発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、例えば従来よりも高い拘束圧を加えたときでも緩みや破損が生じ難い拘束機構を備える電池パックと、この電池パックの製造方法および解体方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

ここに開示される電池パックは、配列方向に配列された複数の単電池（以下、「電池スタック」という場合がある。）と、複数の単電池を拘束する拘束機構とを備える。拘束機構は、複数の単電池の配列方向の第一方向の端部に配置される第一エンドプレート部と、複数の単電池の配列方向の第二方向の端部に配置される第二エンドプレート部と、環状であって、第一エンドプレート部の第一方向の表面に配置される第一支持部と、第二エンドプレート部の第二方向の表面に配置される第二支持部と、第一支持部と第二支持部との間を配列方向に沿って連続的に繋ぐ一対の側壁部とを含む拘束フープ部と、を含む。そして拘束フープ部の第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との間の配列方向の寸法は、複数の単電池に対して配列方向に沿って圧縮する方向に所定の拘束圧を加えるように設定されている。

【0007】

上記構成によると、拘束機構は、環状の拘束フープ部によって配列方向に電池スタックを拘束している。拘束フープ部は環状であって長手方向に閉じた形状である。また、一対のエンドプレート部は、拘束フープ部の環の内部に配置されている。そのため、拘束圧に対する電池スタックの反力によって、エンドプレート部が拘束フープ部から外れるという事態は起こらない。その結果、拘束フープ部と一対のエンドプレート部とは、従来のように締結具によって局部的に固定する必要がない。また、例えば、拘束フープ部をエンドプレート部に掛ける必要がないため、エンドプレート部は拘束フープ部と接する端部の角部を曲面化することができる。このことにより、拘束機構において応力が集中する箇所を排除することができ、拘束機構の緩みや破損が抑制される。例えば、電池パックを振動が発生する環境で使用する場合や、従来よりも高い拘束圧で拘束した場合等であっても、長期にわたって高い拘束圧を安定して維持することができる。延いては、電池スタックの電池性能を、長期にわたって高く安定して維持することができる。

【0008】

ここに開示される電池パックの好ましい一態様では、拘束機構は、拘束フープ部を2つ以上含む。また、好ましい他の態様では、単電池は、正極と負極とを含む発電要素を備え、拘束機構は、拘束フープ部を1つのみ含む、拘束フープ部は、環を為す面に直交するフープ幅方向の寸法が、発電要素のフープ幅方向の寸法の1/2以上である。このような構成によると、拘束フープ部の全体の配列方向における引張強度を高めることができる。その結果、電池スタックをさらに高い拘束圧で安定的に拘束することが可能とされる。

【0009】

ここに開示される電池パックの好ましい一態様では、上記拘束フープ部は、継ぎ目の無い環状である。拘束フープ部を継ぎ目を設けて環状に形成すると、この継ぎ目に引張応力が集中しやすくなる場合がある。また、継ぎ目は、他の部位と比較して引張り応力に対する強度が低くなりがちである。したがって、上記構成を採用することで、拘束フープ部の配列方向における引張り強度を高めることができる。また、このような構成によっても、電池スタックをさらに高い拘束圧で安定的に拘束することが可能となる。

【0010】

ここに開示される電池パックの好ましい一態様では、拘束機構は、第一エンドプレート部と、第二エンドプレート部と、拘束フープ部とが、単一の素材によって一体成形されている。拘束機構を一体成形することで、部品点数を減らし、取り扱い性の良好な拘束機構を実現することができる。また、例えば拘束フープ部の幅をエンドプレート部の寸法に一

10

20

30

40

50

致させて幅広とすることで、拘束荷重をより広い面積に分散して保持することができ、より高い拘束圧を電池スタックに加えることが可能となる。

【0011】

ここに開示される電池パックの好ましい一態様では、上記第一エンドプレート部および上記第二エンドプレート部と、上記複数の単電池と、の間には、滑りプレートがそれぞれ介在されており、滑りプレートは、第一エンドプレート部または第二エンドプレート部に当接する表面に、摩擦係数が0.5以下の滑り面を含む。このような構成によると、電池スタックを一对のエンドプレート部の間に容易に配置することができ、その結果、製造時に電池スタックに加わる負荷を低減することができるために好ましい。

【0012】

ここに開示される電池パックの好ましい一態様では、上記単電池は、正極と負極とを含む発電要素を備え、上記負極は、リチウムと合金を形成する金属材料を負極活物質として含む。上記の通り、ここに開示される拘束機構は、従来に比べて高い拘束圧で電池スタックを拘束することができる。そのため、このような構成は、単電池として、例えば、充放電に伴い大きく体積膨張と収縮とを繰り返す金属材料系の負極活物質を用いた電池を採用した電池パックに、特に好ましく適用することができる。

【0013】

ここに開示される電池パックの好ましい一態様では、上記単電池は、正極と負極と固体電解質とを含む全固体電池である。上記と同様に、ここに開示される拘束機構は、従来に比べて高い拘束圧で電池スタックを拘束することができる。そのため、このような構成は、単電池として、例えば、電解液を含まないことで、発電要素を構成する材料の界面抵抗によって内部抵抗が高められる全固体電池を採用した電池パックに、特に好適に適用することができる。

【0014】

また他の側面において、ここに開示される技術は、電池パックの製造方法を提供する。この製造方法は、複数の単電池を配列方向に配列して第一電池スタックを用意する工程、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部とを配列方向に沿って離間して配置し、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部とを配列方向に平行な面で囲むように環状の拘束フープ部を配置する工程、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との離間距離が、第一電池スタックの配列方向の寸法と同じかそれ以上となるように、第一エンドプレート部を配列方向の第二エンドプレート部とは反対側の第三方向に変位させるとともに、拘束フープ部を延伸させる工程、変位させた第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との間に、第一電池スタックを配列方向が第三方向となるように挿入する工程、および、第一エンドプレート部の変位を解除し、第一エンドプレート部、第二エンドプレート部および拘束フープ部によって、複数の単電池に対して配列方向に沿って圧縮する方向に荷重を加えながら、複数の単電池を拘束する工程、を含む。かかる構成によって、環状の拘束フープ部を備える拘束機構を、電池スタックに簡便に設置することができる。

【0015】

ここに開示される技術は、さらに他の側面から、電池パックの製造方法を提供する。この製造方法は、複数の単電池を配列方向に配列するとともに、複数の単電池の配列方向の第一方向の端部に第一滑りプレートを配置し、第二方向の端部に第二滑りプレートを配置して第二電池スタックを用意する工程、第二電池スタックを、配列方向の寸法が第一寸法となるように配列方向に圧縮する工程、第一エンドプレート部と、第二エンドプレート部と、環状の拘束フープ部とを備え、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部とが配列方向に沿って第一寸法で離間して対向配置されているとともに、配列方向に平行な面において拘束フープ部が第一エンドプレート部と第二エンドプレート部とをその外周に沿って囲むように配置されている拘束機構を用意する工程、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との離間距離が、第一寸法よりも広がることを抑制する拡大抑制治具を設置する工程、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との間に、圧縮された第二電池スタックを挿入する工程、および、拡大抑制治具を配列方向の離間距離が拡大する方向に

10

20

30

40

50

変位させ、拘束機構によって、複数の単電池に対して配列方向に沿って圧縮する方向に荷重を加えながら、複数の単電池を拘束する工程、を含む。かかる構成によっても、環状の拘束フープ部を備える拘束機構を、電池スタックに簡便に設置することができる。

【0016】

ここに開示される技術は、複数の単電池を配列方向に配列した第一電池スタックと、複数の単電池を拘束する拘束機構と、を備える電池パックの解体方法を提供する。なお、拘束機構は、第一電池スタックの配列方向の第一方向の端部に配置される第一エンドプレート部と、第一電池スタックの配列方向の第二方向の端部に配置される第二エンドプレート部と、環状であって、第一エンドプレート部の第一方向の表面に配置される第一支持部と、第二エンドプレート部の第二方向の表面に配置される第二支持部と、第一支持部と第二支持部との間を配列方向に沿って連続的に繋ぐ一対の側壁部とを含む拘束フープ部と、を備えている。この解体方法は、第一エンドプレート部を第二エンドプレート部に対して相対的に第一方向に変位させて、拘束フープ部を配列方向に沿って伸延させる工程と、第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との間から、第一電池スタックを取り出す工程と、変位された第一エンドプレート部を第二エンドプレート部に対して相対的に第二方向に変位させて、拘束フープ部の伸延を解除する工程と、を含む。このような構成によると、環状の拘束フープ部を備える電池パックを安全かつ簡便に解体することができる。

【0017】

さらに他の側面において、ここに開示される技術は、複数の単電池を配列方向に配列するとともに、複数の単電池の配列方向の第一方向の端部に第一滑りプレートを配置し、第二方向の端部に第二滑りプレートを配置してなる第二電池スタックと、第二電池スタックを拘束する拘束機構と、を備える電池パックの解体方法を提供する。ここで拘束機構は、第二電池スタックの配列方向の第一方向の端部に配置される第一エンドプレート部と、第二電池スタックの配列方向の第二方向の端部に配置される第二エンドプレート部と、環状であって、第一エンドプレート部の第一方向の表面に配置される第一支持部と、第二エンドプレート部の第二方向の表面に配置される第二支持部と、第一支持部と第二支持部との間を配列方向に沿って連続的に繋ぐ一対の側壁部とを含む拘束フープ部と、を備えている。そしてこの解体方法は、電池パックを、第二電池スタックの配列方向の寸法が第二寸法となるように、配列方向に圧縮する工程、圧縮された電池パックの配列方向に直交する方向で、圧縮された第二電池スタックに隣接する位置に、配列方向の寸法が第二寸法である圧力開放エリアを用意する工程、圧縮された第二電池スタックの第一滑りプレートおよび第二滑りプレートを、配列方向に直交する方向で圧力開放エリアの側に押圧し、第二電池スタックを第一エンドプレート部と第二エンドプレート部との間から圧力開放エリアに移動させる工程、および、圧力開放エリアの配列方向の寸法を第二寸法よりも拡大させることで、圧縮された第二電池スタックの圧縮を解消する工程、を含む。このような構成によると、環状の拘束フープ部を備える電池パックを、拘束フープ部を伸延させることなく、安全かつ簡便に解体することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】一実施形態に係る電池パックを模式的に示す正面図である。

【図2】図1の電池パックを模式的に示す側面図である。

【図3】一実施形態に係る単電池を模式的に示す(a)平面図と、(b)正面図と、(c)側面図である。

【図4】(a)～(d)は、拘束フープ部の構成を模式的に例示した側面図と正面図であり、(e)は、エンドプレート部の構成を模式的に例示した斜視図である。

【図5】一実施形態に係る電池パックの製造方法を説明する工程図である。

【図6】電池パックの組付け装置の構成を模式的に説明する(a)正面図と(b)側面図である。

【図7】一実施形態に係る電池パックの解体方法を説明する工程図である。

【図8】他の実施形態に係る電池パックを模式的に示す正面図である。

【図 9】図 8 の電池パックを模式的に示す側面図である。

【図 10】拘束フープ部の構成を模式的に例示した ( a ) 側面図と ( b ) 正面図である。

【図 11】他の実施形態に係る電池パックの製造方法を説明する工程図である。

【図 12】他の実施形態に係る電池パックの解体方法を説明する工程図である。

【図 13】従来の電池パックを模式的に示す ( a ) 正面図と ( b ) 側面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明による実施の形態を説明する。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（例えば、本発明を特徴付けない単電池の構成等）は、当該分野における従来技術に基づく当業者の設計事項として把握され得る。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、明細書において「A ~ B」のように表す数値範囲は、「A 以上 B 以下」を意味する。

10

【 0 0 2 0 】

また、以下の図面においては、同じ作用を奏する部材・部位には同じ符号を付して説明している。図面中の符号 U、D、F、R<sub>r</sub>、L、R は、それぞれ、上方、下方、前方、後方、左方、右方を意味する。図面中の符号 X、Y、Z は、それぞれ、単電池の幅方向、長手方向、配列方向を意味し、Z<sub>1</sub> は配列方向 Z における第一方向を、Z<sub>2</sub> は配列方向 Z における第一方向 Z<sub>1</sub> とは反対の第二方向を意味する。ただし、これらは説明の便宜上の方向に過ぎず、電池パックの設置、使用態様、製造方法および解体方法等を何ら限定するものではない。

20

【 0 0 2 1 】

[ 第一実施形態 ]

[ 電池パック ]

図 1 は、一実施形態に係る電池パック 1 を模式的に示す正面図であり、図 2 はその側面図である。電池パック 1 は、複数の単電池 10 と、拘束機構 20 と、を備えている。複数の単電池 10 は、所定の配列方向 Z に配列されている。拘束機構 20 は、これらの単電池 10 を一組の電池として扱えるように拘束するための部材である。以下、各要素について説明する。

【 0 0 2 2 】

30

[ 単電池 ]

図 3 は、単電池 10 を模式的に示す三面図である。単電池 10 は、典型的には繰り返し充放電が可能な二次電池、例えば、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、電気二重層キャパシタ等である。なお、二次電池については、安全性を高めるために、電解質として可燃性の電解液を用いることなく、セラミックスやイオン伝導性ポリマー等からなる固体電解質を用いた全固体電池の実用化が進められている。以下、単電池 10 が全固体リチウムイオン二次電池である場合を例に説明するが、単電池 10 の構成はこれに限定されない。単電池 10 は、典型的には、図示しない正極と、負極と、固体電解質とからなる発電要素 14 と、電池ケース 12 とを備えている。一つの単電池 10 は、発電要素 14 を一つのみ備えていてもよいし、二つ以上備えていてもよい。この点において、本明細書でいう「単電池」とは、JIS D 0114:2000 に規定される「単位電池」であり、本明細書でいう「発電要素」は、同規定の「単電池」であり得る。この発電要素 14 は、電池ケース 12 に収容されている。

40

【 0 0 2 3 】

全固体電池は、正極活物質層と負極活物質層との間に固体電解質を層状に配置することで、発電要素 14 が構成される。これら固体電解質層および正・負の活物質層は、例えば、CVD 法等によって緻密なバルク体として形成されていてもよいし、粉体状（粒子状）の電極構成材料をバインダで結着することで構成されていてもよい。全固体電池には電解液が存在しないことから、固体電解質層と正・負の活物質層との間の界面抵抗が電解液を備える液系二次電池よりも高い。これに加え、粉体材料を用いて製造される全固体電池に

50

ついては、固体電解質層および正・負の活物質層を構成する粒子間にも界面抵抗が発生する。そのため、全固体電池からなる電池パックに対しては、界面抵抗を低減することを目的として、液系二次電池の電池パックと比べて5～10倍程度の高い拘束圧を印加したいという要求がある。後述するが、ここに開示される電池パック1は、従来よりも高い拘束圧を内在させて単電池10を拘束することができる。したがって、発電要素14としては、より高い拘束圧を加えることが求められる粉体状の電極構成材料を用いて形成されたものを好適に採用することができる。

#### 【0024】

固体電解質層は、固体電解質材料を主体として含む。固体電解質材料としては、例えば、リチウムイオン伝導性を有するが、電子伝導性は示さない各種の化合物を好適に用いることができる。このような固体電解質材料としては、具体的には、例えば、 $\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2$ 、 $\text{LiI}-\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2$ 、 $\text{LiI}-\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ 、 $\text{LiI}-\text{Li}_2\text{S}-\text{B}_2\text{S}_3$ 、 $\text{Li}_3\text{PO}_4-\text{Li}_2\text{S}-\text{Si}_2\text{S}_2$ 、 $\text{Li}_3\text{PO}_4-\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2$ 、 $\text{LiPO}_4-\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}$ 、 $\text{LiI}-\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LiI}-\text{Li}_3\text{PO}_4-\text{P}_2\text{S}_5$ 、 $\text{LiI}-\text{Li}_3\text{PS}_4-\text{LiBr}$ 、 $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5-\text{LiI}-\text{LiBr}$ および $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5-\text{GeS}_2$ 等の非晶質硫化物、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ 、および $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ 等の非晶質酸化物、 $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ 等の結晶質硫化物、 $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{0.7}(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_{1+x+y}\text{A}^1_x\text{Ti}_{2-x}\text{Si}_y\text{P}_{3-y}\text{O}_{12}$  ( $\text{A}^1$ は、AlまたはGa、 $0 < x < 0.4$ 、 $0 < y < 0.6$ )、 $[(\text{A}^{2/2}\text{Li}_{1/2})_{1-z}\text{C}_z]\text{TiO}_3$  ( $\text{A}^2$ は、La、Pr、Nd、またはSm、CはSrまたはBa、 $0 < z < 0.5$ )、 $\text{Li}_5\text{La}_3\text{Ta}_2\text{O}_{12}$ 、 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 、 $\text{Li}_6\text{BaLa}_2\text{Ta}_2\text{O}_{12}$ 、および $\text{Li}_{3.6}\text{Si}_{0.6}\text{P}_{0.4}\text{O}_4$ 等の結晶質酸化物、 $\text{Li}_3\text{PO}_{(4-3/2w)}\text{N}_w$  ( $w < 1$ )等の結晶質窒化物、 $\text{Li}_3\text{N}$ 等の結晶質窒化物、ならびに、LiI、 $\text{LiI}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 、および $\text{Li}_3\text{N}-\text{LiI}-\text{LiOH}$ 等の結晶質ヨウ化物等が例示される。なかでも優れたリチウムイオン伝導性を有する点で、非晶質硫化物を好ましく用いることができる。

#### 【0025】

なお、固体電解質としては、リチウム塩を含むポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリフッ化ビニリデン、またはポリアクリロニトリル等の半固体のポリマー電解質も使用することができる。

また、本明細書において、「主体とする」とは、当該成分が50質量%以上含まれることを意味し、好ましくは60質量%以上、より好ましくは70質量%以上、例えば80質量%以上含まれる態様であり得る。

#### 【0026】

正極活物質層は、正極活物質を主体として含む。負極活物質層は、負極活物質を主体として含む。正極活物質および負極活物質としては、全固体電池の電極活物質として利用可能な各種の材料を用いることができる。例えば、リチウムイオンを吸蔵・放出することができる各種の化合物を好適に用いることができる。これら正極活物質と負極活物質とに明確な制限はなく、例えば、二種類の活物質材料の充放電電位を比較して、充放電電位が相対的に貴な電位を示すものを正極に、卑な電位を示すものを負極に用いることができる。

#### 【0027】

このような活物質材料としては、例えば、コバルト酸リチウム(例えば、 $\text{LiCoO}_2$ )、ニッケル酸リチウム(例えば、 $\text{LiNiO}_2$ )、 $\text{Li}_{1+x}\text{Co}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$  ( $x$ は $0 < x < 1$ を満たす)等の層状岩塩型リチウム遷移金属酸化物、マンガン酸リチウム(例えば、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ )、 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x-y}\text{M}^1_y\text{O}_4$  ( $\text{M}^1$ は、Al、Mg、Ti、Co、Fe、Ni、およびZnから選ばれる1種以上の金属元素であり、 $x, y$ は独立して $0 < x, y < 1$ を満たす)で表される組成の異種元素置換Li-Mnスピネル等のスピネル型リチウム遷移金属酸化物、チタン酸リチウム(例えば、 $\text{Li}_x\text{TiO}_y$ 、 $x, y$ は独立して $0 < x, y < 1$ を満たす)、リン酸金属リチウム(例えば、 $\text{LiM}^2\text{PO}_4$ 、 $\text{M}^2$ はFe、Mn、Co、またはNi)、酸化バナジウム(例えば、 $\text{V}_2\text{O}_5$ )および酸化モリブデン(例えば、 $\text{MoO}_3$ )等の酸化物、硫化チタン(例えば、 $\text{TiS}_2$ )、グラフ

アイトおよびハードカーボン等の炭素材料、リチウムコバルト窒化物（例えば、 $\text{LiCoN}$ ）、リチウムシリコン酸化物（例えば、 $\text{Li}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 、 $x, y, z$ は独立して $0 < x, y, z < 1$ を満たす）、リチウム金属（ $\text{Li}$ ）、シリコン（ $\text{Si}$ ）およびスズ（ $\text{Sn}$ ）ならびにこれらの酸化物（例えば、 $\text{SiO}$ 、 $\text{SnO}_2$ ）、リチウム合金（例えば、 $\text{LiM}^3$ 、 $M^3$ は、 $\text{C}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Sb}$ 、 $\text{Pb}$ または $\text{P}$ ）、リチウム貯蔵性金属間化合物（例えば、 $\text{Mg}_x\text{M}^4$ や $\text{M}^5_y\text{Sb}$ 、 $M^4$ は $\text{Sn}$ 、 $\text{Ge}$ 、または $\text{Sb}$ 、 $M^5$ は $\text{In}$ 、 $\text{Cu}$ 、または $\text{Mn}$ ）、ならびに、これらの誘導体や複合体が挙げられる。

#### 【0028】

なお、電極活物質は、リチウムイオンの吸蔵・放出に伴って体積膨張・収縮を生じ得る。ここで、リチウムイオンの吸蔵・放出に伴う体積変化率の大きな材料からなる活物質層は、割れや剥離が生じやすく、界面抵抗が高まりやすい。その一方で、ここに開示される電池パック1は、上述の通り従来よりも高い拘束圧を内在させて構成することができるため、活物質層の割れや剥離等による界面抵抗の上昇を好適に抑制し得る。かかる観点から、ここに開示される技術によると、電極活物質として、体積膨張率の大きな材料であっても好ましく採用することができる。このような電極活物質としては、例えば、炭素材料や、リチウムと合金を形成する金属材料が挙げられる。なかでも、理論容量の高いシリコンおよびシリコン合金、リチウムおよびリチウム合金、スズおよびスズ合金等の金属材料を負極活物質として好ましく用いることができる。

10

#### 【0029】

また、正・負の活物質層は、層内でのリチウムイオン伝導性を高めるために、活物質材料の一部を上記の固体電解質材料に置き換えてもよい。この場合、活物質層に含有させる固体電解質材料の割合は、活物質材料と固体電解質材料の合計を100質量%としたとき、例えば、60質量%以下とすることができ、50質量%以下が好ましく、40質量%以下がより好ましい。また、置き換えするときの固体電解質材料の割合は、10質量%以上が適切であり、20質量%以上が好ましく、30質量%以上がより好ましい。このような活物質材料と固体電解質材料との置き換えをする場合、正・負の物質層は、活物質材料と固体電解質材料とを主体として構成することができる。

20

#### 【0030】

なお、より電位の高い正極活物質層に硫化物からなる固体電解質を含有させる場合、正極活物質と固体電解質との界面に高抵抗の反応層が形成されて、界面抵抗が高く虞がある。したがって、このような事象を抑制するために、正極活物質粒子はリチウムイオン伝導性を有する結晶性酸化物で被覆しておくことができる。正極活物質を被覆するリチウムイオン伝導性酸化物としては、例えば、一般式 $\text{Li}_x\text{A}^3\text{O}_y$ で表される酸化物を挙げることができる。ここで式中の $\text{A}^3$ は、 $\text{B}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{P}$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{Ta}$ または $\text{W}$ であり、 $x$ および $y$ は正の数である。リチウムイオン伝導性酸化物としては、具体的には、 $\text{Li}_3\text{BO}_3$ 、 $\text{LiBO}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{LiAlO}_2$ 、 $\text{Li}_4\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{Li}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 、 $\text{Li}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{ZrO}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{MoO}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{WO}_4$ 等を例示することができる。また、リチウムイオン伝導性酸化物は、例えば $\text{Li}_4\text{SiO}_4 - \text{Li}_3\text{BO}_3$ 、 $\text{Li}_4\text{SiO}_4 - \text{Li}_3\text{PO}_4$ 等のように、上記リチウムイオン伝導性酸化物の任意の組み合わせからなる複合酸化物であってもよい。

30

40

#### 【0031】

正極活物質粒子の表面をイオン伝導性酸化物で被覆する場合、イオン伝導性酸化物は、正極活物質の少なくとも一部を被覆していればよく、正極活物質粒子の表面の全体を被覆していてもよい。正極活物質粒子を被覆するイオン伝導性酸化物の厚さは、例えば、0.1nm以上が好ましく、1nm以上がより好ましい。また、イオン伝導性酸化物の厚さは、例えば、100nm以下であることが好ましく、20nm以下がより好ましい。なお、イオン伝導性酸化物の厚さは、例えば、透過型電子顕微鏡（TEM）等の電子顕微鏡を用いて測定することができる。

#### 【0032】

50

正・負の活物質層は、必要に応じて電子伝導性を高めるための導電材を含んでもよい。導電材は特に制限されるものではなく、例えば、黒鉛や、アセチレンブラック（ＡＢ）、ケッチェンブラック（ＫＢ）等のカーボンブラック、気相成長カーボン繊維（ＶＧＣＦ）、カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバー、その他の炭素材料を好適に用いることができる。このような導電材は、電極活物質層の総量を１００質量％としたとき、例えば、１質量％以上であり、１～１２質量％の範囲内であってもよく、２～１０質量％の範囲内であってもよい。

#### 【００３３】

なお、発電要素１４を粉体状の電極構成材料を用いて形成する場合、その平均粒子径（ $D_{50}$ ）は特に限定されず、例えば以下の大きさのものを用いることが好適例として挙げられる。すなわち、固体電解質層を粉体材料で構成する場合、平均粒子径は、例えば、約０．１μｍ以上であり、０．４μｍ以上が好ましい。また、固体電解質材料の平均粒子径は、例えば５０μｍ以下とすることができ、５μｍ以下が好ましい。電極活物質層を粉体材料で構成する場合、平均粒子径は、例えば０．１μｍ以上であり、０．５μｍ以上であってもよい。一方、平均粒子径は、例えば５０μｍ以下であり、５μｍ以下であってもよい。粉体材料を造粒粉体の形態に加工して用いる場合は、一次粒子としての平均粒子径が上記範囲にあるとよい。

10

なお、本明細書における平均粒子径は、レーザー回折・光散乱式の粒度分布計を用いて測定される体積基準の粒度分布において、累積５０％に相当する粒子径である。なお、平均粒子径が１μｍ以下となるより微細な粉体については、動的光散乱（Dynamic light scattering：ＤＬＳ）法による測定値を採用してもよい。

20

#### 【００３４】

また、粉体状の電極構成材料を結着するバインダとしては特に制限されず、例えば、結着性を有する各種の有機化合物を用いることができる。このようなバインダとしては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリトリフルオロエチレン、ポリエチレン、セルロース樹脂、アクリル樹脂、ビニル樹脂、ニトリルゴム、ポリブタジエンゴム、ブチルゴム、ポリスチレン、スチレンブタジエンゴム、スチレンブタジエンラテックス、多硫化ゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム、ポリフッ化ビニル、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）、フッ素ゴム等が挙げられる。バインダは、上記のいずれか１種を単独で用いてもよいし、２種以上を組み合わせ用いてもよい。

30

#### 【００３５】

上記発電要素１４は、集電体を備えることで外部負荷に電力を取り出すことができる。集電体の形状は特に制限されず、例えば、箔状、板状、メッシュ状等とすることが好適である。そして例えば、集電体の表面（片面または両面）に活物質層を備えるとよい。このような集電体としては、電子伝導性に優れ、使用する活物質の充放電電位において変質し難い各種の材料を用いることができる。例えば、集電体材料としては、アルミニウム、銅、ニッケル、鉄、チタン、およびこれらの合金（例えば、アルミニウム合金、ステンレス鋼）、ならびにカーボン等を挙げることができる。集電体の厚みは電極体の寸法等にもよるため特に制限されず、例えば、５μｍ以上５００μｍ以下が好ましく、１０μｍ以上１００μｍ以下程度がより好ましい。

40

#### 【００３６】

単電池１０が発電要素１４を一つのみ含む場合、例えば集電体の片面に活物質層を備えるとよい。この場合、例えば、正極集電体の片面に正極活物質層を備えた正極と、負極集電体の片面に負極活物質層を備えた負極とを、活物質層が対向する向きで固体電解質層を介して重ね合わせることで発電要素１４を構築することができる。また、単電池１０が発電要素１４を二つ以上含む場合、例えば集電体の両面に活物質層を備えるとよい。この場合、例えば、正極集電体の両面に正極活物質層を備えた正極と、負極集電体の両面に負極活物質層を備えた負極と、を複数枚ずつ用意し、正・負の活物質層の間を固体電解質層で絶縁して交互に重ね合わせることで、複数の発電要素１４を構築することができる。

#### 【００３７】

50

全固体電池には電解液が存在しないことから、固体電解質層と正・負の活物質層との間の界面抵抗が高くなる。これに加え、例えば、粉体状の材料を用いて製造された全固体電池では、固体電解質層および正・負の活物質層内においても粒子間の界面、空隙等によって界面抵抗が高められる。このような界面抵抗を低減するためには、正極活物質層、固体電解質層および負極活物質層を積層した発電要素14を、その積層方向に沿って圧縮する方向に押圧し、各層間および各層内の空隙を低減するなどして充填密度を高めることが効果的である。

#### 【0038】

そこで本実施形態では、電池ケース12を軟質の金属ラミネートフィルムによって構成している。電池ケース12は、発電要素14を収容する外装材である。金属ラミネートフィルムは、例えば、アルミニウムや銅等の軽量で比較的柔らかな金属箔と、ポリプロピレン（PP）等の絶縁性の熱可塑性樹脂シートとが貼り合わされて構成されており、変形の自由度が高い。そのため、金属ラミネートフィルムからなる電池ケース12は、金属缶からなる電池ケースを採用した場合に比べて、拘束機構20による拘束圧を発電要素14に効果的に負荷することができる。また電池ケース12を金属ラミネートフィルムにより構成することで、単電池10の薄型化や軽量化を図ることができる。電池ケース12は、例えば、金属ラミネートフィルム（典型的には、アルミ/PPラミネートシート）からなるバッグに発電要素14を収容したのち、バッグを熱溶着して密閉することで、発電要素14を外部環境から遮蔽することができる。このとき、電池ケース12の外部には、外部接続端子16としての正極端子16aと負極端子16bとが引き出されている。正極端子16aは、発電要素14の正極集電体に電氣的に接続されており、負極端子16bは発電要素14の負極集電体に電氣的に接続されている。ただし、電池ケース12は、金属ラミネートフィルム製のものに限定されず、例えば、アルミニウム、スチール、高強度プラスチック等からなる外形が角型や円筒型等の容器であってもよい。

#### 【0039】

単電池10は、図3に示すように、平面視で長手方向Yに長い長方形の板状の発電要素14を含む。発電要素14は、平面視で長方形の正極活物質層、固体電解質層、および負極活物質層が、厚み方向に積層されている。発電要素14を収容する電池ケース12もまた、平面視で長手方向Yに長い長方形である。電池ケース12の発電要素14が存在しない部位は、金属ラミネートフィルムが溶着されて、正面視および側面視における厚み（配列方向Zの寸法）が薄い。また、電池ケース12の長手方向Yの前方Fの端部には、外部接続端子16が突出するように配設されている。外部接続端子16の正極端子16aと負極端子16bとは、幅方向Xに離間して配置されている。このような単電池10は、発電要素14の厚み方向が配列方向Zとなるように複数のものが配列して積層されている。これにより、配列された複数の単電池からなる電池スタックが構成される。

#### 【0040】

##### 〔拘束機構〕

拘束機構20は、一对のエンドプレート部21、22と、拘束フープ部24と、を備えている。エンドプレート部21、22は、単電池10の発電要素14に対して拘束圧を均等に加えるための板状の部材である。拘束フープ部24は、エンドプレート部21、22間に加えられた拘束圧を、エンドプレート部21、22間に内在させて維持するための部材である。

#### 【0041】

一对のエンドプレート部21、22は、配列された複数個の単電池10を配列方向Zに挟むように、その両端に配置されている。第一エンドプレート部21は、配列された単電池10の配列方向Zの第一方向Z1（上方U）の端部に配置されている。第二エンドプレート部22は、配列された単電池10の配列方向Zの第二方向Z2（下方D）の端部に配置されている。エンドプレート部21、22は、互いが平行となるように、配列方向Zに対して直交するように配置されている。エンドプレート部21、22は、幅方向Xの寸法が単電池10の電池ケース12の寸法よりも一回り大きい。エンドプレート部21、22

10

20

30

40

50

は、長手方向Yの寸法が単電池10の発電要素14の寸法よりも一回り大きい。エンドプレート部21、22は、単電池10の発電要素14よりも一回り大きく構成されている。また、第一エンドプレート部21は、正面視で、上方Uの幅方向Xの左右の角部が丸く曲面化されている。第二エンドプレート部22は、正面視で下方Dの幅方向Xの左右の角部が丸く曲面化されている。

#### 【0042】

拘束フープ部24は、環状のベルト形状を有している。拘束フープ部24は、上方Uに第一エンドプレート部21の上方Uの表面に沿って配置される上面部24Uを備えている。拘束フープ部24は、下方Dに第二エンドプレート部22の下方Dの表面に沿って配置される下面部24Dを備えている。拘束フープ部24は、第一エンドプレート部21の左端から第二エンドプレート部22の左端に至るように、上面部24Uと下面部24Dとを配列方向Zに沿って連続的に繋ぐ平坦な左側面部24Lを左方Lに備えている。拘束フープ部24は、第一エンドプレート部21の右端から第二エンドプレート部22の右端に至るように、上面部24Uと下面部24Dとを配列方向Zに沿って連続的に繋ぐ平坦な右側面部24Rを右方Rに備えている。このことにより、拘束フープ部24は、配列方向Zと幅方向Xとに平行な断面において、第一エンドプレート部21と配列された複数個の単電池10と第二エンドプレート部22とからなるスタックを、その外周に沿って環状に取り囲んでいる。本実施形態において、拘束機構20は、エンドプレート部21、22の長手方向Yの前方Fと後方Rrとに一つずつ、計二つの拘束フープ部24を備えている。なお、上面部24Uおよび下面部24Dは、ここに開示される電池パック1における第一支持部と第二支持部の一例である。

#### 【0043】

エンドプレート部21、22には、図4(e)に示すように、厚み方向の中央付近に、幅方向Xに貫通する治具穴21a、22aがそれぞれ設けられている。この治具穴21a、22aは、後述する電池パック1の製造および解体に際して使用する取付用治具55u、55d(図6参照)を、エンドプレート部21、22に貫通挿入するための穴である。治具穴21a、22aは、長手方向Yの前方Fと後方Rrと中央とに一つずつ、計三つが設けられている。治具穴21a、22aは、二つの拘束フープ部24の両端とその中間とに配置されるように、長手方向Yに沿って等間隔で設けられている。ただし、治具穴21a、22aの数、配置等はこれに制限されない。

#### 【0044】

拘束フープ部24は、環状に閉じられていることにより、エンドプレート部21、22の離間距離を規制する。そして拘束フープ部24の左側面部24Lおよび右側面部24Rの配列方向Zの寸法は、配列された状態で拘束されている複数個の単電池10の配列方向Zの寸法に等しい。このことにより、拘束フープ部24は、単電池10に付与する拘束圧が所定の大きさとなるように、左側面部24Lおよび右側面部24Rの配列方向Zの寸法が決定される。例えば、拘束フープ部24は、左側面部24Lおよび右側面部24Rの配列方向Zの寸法を、無負荷状態の電池スタックの配列方向Zの寸法よりも小さくすることで、単電池10に対する拘束圧を内在させて、電池スタックを拘束することができる。そしてまた、拘束フープ部24は、電池スタックからの拘束圧に対する反力によって、降伏に至らないように、左側面部24Lおよび右側面部24Rの配列方向Zの寸法が決定されている。換言すると、例えば、拘束フープ部24は、配列方向Zに沿う引張方向に弾性領域で変形されていることにより、単電池10に対して圧縮する方向へ作用する拘束圧を高く内在させることができる。単電池10に付与された拘束圧は、拘束フープ部24によって維持される。拘束フープ部24は、例えば、単電池10に対して0.1~110MPa程度のこれまでにない高い拘束圧を維持できるように構成されている。拘束圧は、例えば、1MPa以上、10MPa以上、30MPa以上、50MPa以上、80MPa以上、100MPa以上であってよい。単電池10の長側面に対して加える荷重は、例えば、2t以上、5t以上、8t以上、10t以上と、拘束フープ部24の引張強度に応じてこれまでにない値にまで高めることができる。なお、エンドプレート部21、22の角部(配

列方向Zの単電池10とは反対側となる外側の表面から幅方向Xの側面に至る角部)は曲面化されているため、拘束圧が拘束フープ部24に局所的に作用することが抑制されている。

#### 【0045】

エンドプレート部21、22は、配列方向Zに沿って単電池10に加えられる拘束圧によって変形されない各種の材料によって構成することができる。そのようなエンドプレート部21、22の構成材料としては、例えば、アルミニウムまたはアルミニウム合金、鉄または各種の鋼材(例えば構造用鋼)、高強度合金等に代表される金属材料、強化プラスチック、エンジニアプラスチック等の樹脂材料、ファイナセラミックス、炭素繊維材料等の曲げ強度の高い無機材料、ならびに、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)等のこれらの複合材料等が挙げられる。また、拘束フープ部24は、配列方向Zの拘束力に対する単電池10からの反力によって、降伏点を越えるような塑性変形(延伸)を生じたり破断したりしない引張強度を有する各種の材料によって構成することができる。そのようなフープ構成材料としては、例えば、例えば、アルミまたはアルミ合金、鉄または各種の鋼材(例えば構造用鋼)、高強度合金等に代表される金属材料、強化プラスチック、エンジニアプラスチック等の樹脂材料、炭素繊維材料等の引張強度の高い無機材料、ならびに、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)等のこれらの複合材料等が挙げられる。

10

#### 【0046】

なお、拘束フープ部24は、一例として、図4(a)および(d)に示すように、単一の材料からなる継ぎ目の無い環状構造を有している。このような拘束フープ部24は、従来公知の各種の手法を利用して製造することができる。フープ構成材料が樹脂材料の場合、例えば、射出成形法、キャスト法等によって、継ぎ目の無い管状の樹脂フープを得ることができる。フープ構成材料が金属材料の場合、例えば、切削加工法や、遠心鑄造法、穿孔圧延等によって継ぎ目の無い管状の金属フープを得ることができる。また、フープ構成材料が樹脂材料や金属材料の場合は、例えば、シート状のフープ構成材料を拘束フープ部の断面形状に対応する管状に曲げ加工したのち、端部を固相接合することで、管状に閉じた樹脂フープまたは金属フープを得ることができる。さらに、フープ構成材料がCFRPの場合、例えば、炭素繊維とエポキシ樹脂等の母相樹脂材料とから構成されるプリプレグシートを拘束フープ部の断面形状に対応する金型に環状に巻き付け、加熱一体化させることで、管状のCFRPフープを得ることができる。これらの管状のフープは、所望のフープ幅に切り出すことで、拘束フープ部24とすることができる。拘束フープ部24の幅を広くすることで、拘束フープ部24は、より高い拘束圧を内包することができる。

20

30

#### 【0047】

その一方で、拘束フープ部24は、一例として、図4(b)および(c)に示すように、継ぎ目のある環状構造を有していてもよい。拘束フープ部24が継ぎ目を有する場合、拘束フープ部24の左側面部24Lと右側面部24Rとで引張強度を均等にするために、継ぎ目は左側面部24Lと右側面部24Rとのそれぞれに設けられていることが好ましい。このような拘束フープ部24は、例えば、正面視でU字型(半環状)となる2つの部材の端部を互いに重ねて接合することで形成することができる。接合方法としては、一例として、図4(b)に示すように、接着剤等の接合材を介して接合する方法と、図4(c)に示すように、接合材を使用することなく、レーザ溶接法、抵抗溶接法、固相接合法等による直接的に接合する方法が挙げられる。

40

#### 【0048】

ここで、例えば2つのU字型部材を重ねて一つの環に接合する場合、拘束フープ部24に作用する引張応力のベクトルが、U字型の一の部材と他の部材とで幅方向Xに僅かにずれる。単電池10を拘束するための拘束圧が小さいときは、このような引張応力のベクトルのずれは問題にならないが、拘束圧がこれまでに無く大きく(典型的には、従来の約5倍以上、例えば約10倍以上)なると、拘束フープ部24は引張応力のベクトルのずれを矯正する方向に接合部を変形する場合がある。その結果、拘束フープ部24に作用する引張応力が、例えば、接合部の上端や下端に局所的に集中し易く、U字型の一の部材と他の

50

部材とが結合部の上端や下端を起点として破断する虞がある。このような観点において、拘束フープ部 24 は、図 4 ( a ) および ( d ) に示したように、継ぎ目の無い環状であることがより好ましい。

【 0 0 4 9 】

拘束フープ部 24 の長手方向 Y に対応するフープ幅方向の寸法は、特に制限されない。例えば、一または複数の拘束フープ部 24 のフープ幅方向の寸法の合計は、発電要素 14 の長手方向 Y (すなわちフープ幅方向) の寸法の  $1/4$  以上であるとよい。例えば、拘束機構 20 に拘束フープ部 24 が 2 つ備えられている場合、それぞれの拘束フープ部 24 のフープ幅方向の寸法は、発電要素のフープ幅方向の寸法の  $1/8$  以上であるとよい。これにより、拘束機構 20 によって複数の単電池 10 を安定的に拘束することができる。拘束フープ部 24 のフープ幅方向の寸法の合計は、発電要素の長手方向 Y の寸法の  $1/3$  以上であってよく、 $1/2$  以上が好ましく、 $2/3$  以上がより好ましく、 $3/4$  以上であってよく、 $5/6$  以上としてもよい。拘束フープ部 24 のフープ幅方向の寸法の合計は、組付け精度とコスト低減との兼ね合いから、例えば、発電要素 14 の長手方向 Y の寸法の  $1/1$  以下とすることができ、 $1$  以下であってよく、 $0.9$  以下としてもよい。なお、拘束フープ部 24 のフープ幅の寸法が、発電要素 14 の長手方向 Y の寸法の  $1/2$  以上の幅広である場合、拘束機構 20 は、このような幅広の拘束フープ部 24 を一つのみ備えていてもよい。このような構成によっても、拘束機構 20 によって複数の単電池 10 を安定的に拘束することができる。

10

【 0 0 5 0 】

上記構成によると、拘束機構 20 は、環状の拘束フープ部 24 によって一对のエンドプレート部 21、22 の外周を取り囲むことにより、複数の単電池 10 を配列方向 Z に沿って圧縮する方向に拘束している。この拘束機構 20 は、締結具等の別部材を用いて拘束フープ部 24 を固定していない。これにより、拘束機構 20 においては、締結具が塑性変形したり破損したりすることがなく、単電池 10 の拘束が緩むことを抑制し、長期にわたって単電池 10 に必要な拘束圧を維持することができる。このことは、使用時に振動や衝撃等が発生する用途の電池パック 1 等において特に効果を発揮することができる。また、このような効果は、単電池 10 が界面抵抗の低減のために圧縮応力の付与が望まれる全固体電池であったり、活物質として充放電に伴う体積膨張率の大きな材料を用いている場合等の、これまでに無い大きな拘束圧を内在することが求められる電池パック 1 に対して特に好適に発現される。

20

30

【 0 0 5 1 】

[ 製造方法 1 ]

以上の構成の電池パック 1 は、例えば図 5 に示すように、以下の製造工程 S1 ~ S5 に従うことで好適に製造することができる。

( S 1 ) 電池スタック S<sub>A</sub> を用意する工程。

( S 2 ) 第一エンドプレート部 21、第二エンドプレート部 22 および拘束フープ部 24 を配置する工程。

( S 3 ) 拘束フープ部 24 を延伸させる工程。

( S 4 ) エンドプレート部 21、22 の間に電池スタック S<sub>A</sub> を挿入する工程。

( S 5 ) 複数の単電池 10 を拘束する工程。

40

【 0 0 5 2 】

そしてこのような電池パック 1 の製造方法は、例えば、図 6 に示す電池パック組付け装置 50 を使用することによって、好適に実施することができる。すなわち、この電池パック組付け装置 50 は、大まかな構成として、ベース部 51 と、天板部 52 と、4 つの油圧式ピストン 53 とを備えている。油圧式ピストン 53 は、中心軸が鉛直方向に沿うように、ベース部 51 の四隅に立設されている。鉛直方向は、電池パック 1 の配列方向 Z に一致する。油圧式ピストン 53 は、天板部 52 の四隅を下方 D から固定的に支持している。油圧式ピストン 53 は、天板部 52 を鉛直方向に沿って上下に移動させることにより、ベース部 51 と天板部 52 との間の距離を任意に変更することができるように構成されている

50

## 【 0 0 5 3 】

天板部 5 2 の下面には、第一エンドプレート部 2 1 を天板部 5 2 に固定するための一対のエンドプレートホルダ 5 4 u が対向するように設けられている。ベース部 5 1 の上面には、第二エンドプレート部 2 2 をベース部 5 1 に固定するための一対のエンドプレートホルダ 5 4 d が対向するように設けられている。一対のエンドプレートホルダ 5 4 u、5 4 d には、それぞれ幅方向 X に沿う同一軸上に図示しない貫通孔が設けられている。そしてエンドプレートホルダ 5 4 u、5 4 d の対向する貫通孔には、ボルト・ナット型の取付用治具 5 5 u、5 5 d が貫通孔を連通するように着脱自在に備えられている。本実施形態の電池パック組付け装置 5 0 には、エンドプレートホルダ 5 4 u、5 4 d に三つの貫通孔が長手方向 Y に沿って等間隔で設けられている。エンドプレートホルダ 5 4 u、5 4 d に設けられた貫通孔と、エンドプレート部 2 1、2 2 に設けられた治具穴 2 1 a、2 2 a とは位置が対応している。

10

## 【 0 0 5 4 】

まず製造工程 S 1 では、図 5 に示すように、複数の単電池 1 0 を厚み方向が配列方向 Z となるようにして配列する。これによって、複数の単電池 1 0 が配列された電池スタック S<sub>A</sub> を用意する。ここでは、圧縮応力を負荷する対象である発電要素 1 4 が配列方向 Z に揃うように、複数の単電池 1 0 を幅方向 X と長手方向 Y とを一致させて積層する。用意された電池スタック S<sub>A</sub> の配列方向 Z の寸法は B 1 である。電池スタック S<sub>A</sub> は、後工程のエンドプレート部 2 1、2 2 間への挿入の前に、配列方向 Z に押圧することで、予備的に

20

## 【 0 0 5 5 】

製造工程 S 2 では、拘束機構 2 0 のうちの第一エンドプレート部 2 1 と第二エンドプレート部 2 2 とを配列方向 Z に沿って離間して配置し、第一エンドプレート部 2 1 と第二エンドプレート部 2 2 とを配列方向 Z に平行な面で囲むように環状の拘束フープ部 2 4 を配置する。このとき、予め第一エンドプレート部 2 1 を拘束フープ部 2 4 の環の中に挿入した状態で、第一エンドプレート部 2 1 を電池パック組付け装置 5 0 のエンドプレートホルダ 5 4 u に固定するとよい。エンドプレートホルダ 5 4 u への固定に際しては、第一エンドプレート部 2 1 を、一対のエンドプレートホルダ 5 4 u の間に治具穴 2 1 a の位置と貫通穴の位置とが同軸上に並ぶように配置し、治具穴 2 1 a と貫通穴とに取付用治具 5 5 u を挿入してナットで固定するとよい。同様に、第二エンドプレート部 2 2 については、予め第二エンドプレート部 2 2 を拘束フープ部 2 4 の環の中に挿入した状態で、第二エンドプレート部 2 2 をベース部 5 1 に固定するとよい。エンドプレートホルダ 5 4 d への固定に際しては、第二エンドプレート部 2 2 を一対のエンドプレートホルダ 5 4 d の間に、治具穴 2 2 a の位置と貫通穴の位置とが同軸上に並ぶように配置し、治具穴 2 2 a と貫通穴とに取付用治具 5 5 d を挿入してナットで固定するとよい。これにより、拘束機構 2 0 を電池パック組付け装置 5 0 にセットすることができる。ここで、拘束フープ部 2 4 の左側面部 2 4 L および右側面部 2 4 R の配列方向 Z に沿う寸法は A 1 である。また、第一エンドプレート部 2 1 と第二エンドプレート部 2 2 との離間距離も A 1 である。寸法 A 1 と寸法 B 1 とは、 $A 1 < B 1$  を満たす。寸法 A 1 は、電池パック 1 において電池スタック S<sub>A</sub> が所定の拘束圧で圧縮されたときの寸法に概ね一致するように決定される。

30

40

## 【 0 0 5 6 】

製造工程 S 3 では、第一エンドプレート部 2 1 を配列方向 Z の第二エンドプレート部 2 2 とは反対側の第一方向 Z 1 に相対的に変位させる。変位の寸法は、第一エンドプレート部 2 1 と第二エンドプレート部 2 2 との離間距離が、電池スタック S<sub>A</sub> の配列方向 Z の寸法 B 1 と同じかそれ以上となるように調整するとよい。また、第一エンドプレート部 2 1 の変位には、電池パック組付け装置 5 0 の油圧式ピストン 5 3 を駆動させるとよい。これにより、拘束フープ部 2 4 を配列方向 Z に延伸させることができる。しかしながら、第一エンドプレート部 2 1 の変位の寸法は、拘束フープ部 2 4 が弾性領域で伸延される範囲に限定される。換言すると、第一エンドプレート部 2 1 は、拘束フープ部 2 4 が延伸により

50

降伏変形しないように変位量が決定される。また、電池スタック $S_A$ の配列方向 $Z$ の寸法 $B_1$ は、拘束フープ部 $24$ の左右の側面部 $24L$ 、 $24R$ の配列方向 $Z$ に沿う寸法 $A_1$ が降伏することなく寸法 $B_1$ となり得るように決定される。ここに開示される電池パック組付け装置 $50$ では、第一エンドプレート部 $21$ を変位させるために、 $4$ つの油圧式ピストン $53$ を使用している。このことによって、引張強度の高い拘束フープ部 $24$ の延伸を高精度に制御することが可能である。

**【0057】**

製造工程 $S_4$ では、変位させた第一エンドプレート部 $21$ と第二エンドプレート部 $22$ との間に、電池スタック $S_A$ を挿入する。拘束フープ部 $24$ は、例えば、長手方向 $Y$ に直交する面において環を為す様に配置されている。したがって、電池スタック $S_A$ は、例えば、延伸された拘束フープ部 $24$ の長手方向 $Y$ の後方 $R_r$ に配置しておいたものを、前方 $F$ にスライドさせることで第一エンドプレート部 $21$ と第二エンドプレート部 $22$ との間に挿入するとよい。これにより、スムーズに電池スタック $S_A$ を拘束機構 $20$ に挿入することができる。

10

**【0058】**

製造工程 $S_5$ では、第一エンドプレート部 $21$ の変位を解除する。例えば、 $4$ つの油圧式ピストン $53$ の圧を開放することで、第一エンドプレート部 $21$ の変位を維持する力を解除することができる。これにより、伸延されていた拘束フープ部 $24$ は、元の寸法 $A_1$ に戻ろうとして弾性収縮する。その結果、第一エンドプレート部 $21$ は、第二エンドプレート部 $22$ の側に相対的に変位する。このことにより、第一エンドプレート部 $21$ 、第二エンドプレート部 $22$ および拘束フープ部 $24$ によって、複数の単電池 $10$ に対して配列方向 $Z$ に沿って圧縮する方向に荷重を負荷することができる。その結果、複数の単電池 $10$ を配列状態で拘束することができる。油圧式ピストン $53$ の圧を開放した後は、エンドプレートホルダ $54u$ 、 $54d$ から取付用治具 $55u$ 、 $55d$ を外すことで、電池パック $1$ を得ることができる。

20

**【0059】**

なお、ここに開示される構成の電池パック $1$ を、例えば従来の電池パックの製造方法と同様の手法によって製造しようとする、さまざまな不都合が生じ得る。例えば、図 $13$ に示されるように、従来の電池パック $101$ においては、複数の単電池 $110$ からなる電池スタックを一对のエンドプレート部 $121$ 、 $122$ で挟み、所定の圧縮応力で圧縮した状態で、従来のコの字型の拘束バンド $124$ をエンドプレート部 $121$ 、 $122$ に固定している。ここで、従来のコの字型の拘束バンド $124$ であれば、エンドプレート部 $121$ 、 $122$ のほぼ全面を均一に押圧して単電池 $110$ を圧縮しながら、エンドプレート部 $121$ 、 $122$ の端部に拘束バンド $124$ の装着スペースを確保することができる。しかしながら、拘束バンド $124$ に代えて、環状の拘束フープ部 $24$ を取り付けるようになると、拘束フープ部 $24$ はエンドプレート部 $21$ 、 $22$ の幅方向 $X$ にわたるように装着する必要があるため、装着スペースを確保することが困難となる。例えば、エンドプレート部 $21$ 、 $22$ の長手方向 $Y$ の両端部を押圧せずに、当該非押圧領域に環状の拘束フープ部 $24$ を装着しようとする。すると、電池スタックおよびエンドプレート部は、長手方向 $Y$ の中心部は局所的に押圧されるものの非押圧領域は押圧されないため、長手方向 $Y$ において撓み、長手方向 $Y$ の端部が配列方向 $Z$ の外側に広がってしまう。その結果、拘束フープ部 $24$ の環状の開口の寸法が相対的に小さくなってしまい、広がった電池スタック $S_A$ およびエンドプレート部 $21$ 、 $22$ の端部を挿入することができない。

30

40

**【0060】**

これに対し、ここに開示されるこの手法によると、拘束フープ部 $24$ を引張ることにより弾性変形させることで、エンドプレート部 $21$ 、 $22$ 間に電池スタック $S_A$ を挿入するための隙間を適切に確保する。これにより、一对のエンドプレート部 $21$ 、 $22$ の外周に環状の拘束フープ部 $24$ を嵌めることができ、拘束フープ部 $24$ でエンドプレート部 $21$ 、 $22$ および電池スタック $S_A$ を束ねることができる。

**【0061】**

50

## 〔解体方法 1〕

なお、上記のとおり高い拘束圧を内包している電池パック 1 は、その解体時に拘束圧が急激に開放されると、電池スタック  $S_A$  や拘束機構 20 が周囲に激しく飛散するなどして危険が伴い得る。ここで、上記の電池パック組付け装置 50 は、例えば図 7 に示したように、以下の解体工程 S101 ~ S104 に従うことで電池パック 1 を解体する際にも好適に使用することができる。

すなわち、解体工程 S101 では、電池パック 1 を電池パック組付け装置 50 にセットする。具体的には、まず、電池パック 1 の第一エンドプレート部 21 を電池パック組付け装置 50 のエンドプレートホルダ 54u に固定する。ここでは、予めエンドプレートホルダ 54u から取付用治具 55u を取り外しておき、次いで、第一エンドプレート部 21 を、  
10 一対のエンドプレートホルダ 54u の間に治具穴 21a の位置と貫通穴の位置とが同軸上に並ぶように配置し、治具穴 21a と貫通穴とに取付用治具 55u を挿入してナットで固定するとよい。次に、第二エンドプレート部 22 をベース部 51 に固定する。ここでは同様に、予めエンドプレートホルダ 54d から取付用治具 55d を取り外しておき、次いで、第二エンドプレート部 22 を一対のエンドプレートホルダ 54d の間に、治具穴 22a の位置と貫通穴の位置とが同軸上に並ぶように配置し、治具穴 22a と貫通穴とに取付用治具 55d を挿入してナットで固定する。電池パック 1 の装着に際しては、油圧式ピストン 53 の圧を適切に制御することで、ベース部 51 と天板部 52 との間の距離を電池パック 1 のエンドプレート部 21、22 を固定するに適した距離に調整するとよい。

## 【0062】

次いで、解体工程 S102 では、第一エンドプレート部 21 を第二エンドプレート部 22 に対して相対的に第一方向 Z1 に変位させる。電池パック 1 を解体するときの第一エンドプレート部 21 の変位の寸法は、拘束フープ部 24 が弾性領域で伸延される範囲であってもよいし、拘束フープ部 24 が降伏して塑性変形する範囲であってもよい。ここで拘束フープ部 24 を塑性変形させると、拘束フープ部 24 に内在していた拘束力を開放することができる。ただし、第一エンドプレート部 21 の変位の寸法は、安全の観点から拘束フープ部 24 が破断しない寸法であることが好ましく、効率的な解体の観点からは、拘束フープ部 24 が弾性領域で伸延される範囲であるとよい。また、第一エンドプレート部 21 の変位は、電池スタック  $S_A$  の拘束圧が急激に開放されるのを避けるために、ゆっくりと行うことが好ましい。これによって、拘束圧の急激な開放に伴う電池スタック  $S_A$  の飛散  
30 等を防止して、電池スタック  $S_A$  から拘束圧を開放することができる。また、電池スタック  $S_A$  を第一エンドプレート部 21 および第二エンドプレート部 22 の間から取り出すための隙間を確保することができる。

## 【0063】

解体工程 S103 では、変位させた第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との間から、電池スタック  $S_A$  を取り出す。拘束フープ部 24 は、例えば、長手方向 Y に直交する面において環を為す様に配置されている。したがって、電池スタック  $S_A$  は、例えば、延伸された拘束フープ部 24 の長手方向 Y の前方 F に配置されていたものを、  
40 後方 Rr にスライドさせることで、第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との間から取り出すとよい。これにより、スムーズに電池スタック  $S_A$  を拘束機構 20 から取り出すことができる。

## 【0064】

解体工程 S104 では、第一エンドプレート部 21 の変位を解除する。例えば、4つの油圧式ピストン 53 の圧を開放することで、第一エンドプレート部 21 の変位を維持する力を解除することができる。これにより、塑性変形されていた拘束フープ部 24 については変化は見られないが、弾性領域で伸延されていた拘束フープ部 24 については元の寸法に戻ろうと弾性収縮する。その結果、第一エンドプレート部 21 は、第二エンドプレート部 22 の側に相対的に変位する。このことにより、拘束圧を内在させていた拘束フープ部 24 から拘束圧を開放することができ、安全に電池パック 1 を解体することができる。

## 【0065】

10

20

30

40

50

## 〔第二実施形態〕

## 〔拘束機構〕

上記の第一実施形態の電池パック1において、拘束機構20は、拘束フープ部24を二つ備えていた。ここで、拘束フープ部24は、例えば図4(d)に示すように、相対的に長手方向Yに幅の広いものを一つ備えていると、部品点数を減らせることに加え、エンドプレート部21、22および電池スタックS<sub>A</sub>を安定してより強い拘束力で拘束できる点において好ましい。そこで、さらに本実施形態にかかる拘束機構20は、例えば、図8、9、10に示すように、第一エンドプレート部21と、第二エンドプレート部22と、拘束フープ部24とが、単一の素材によって一体成形されている。換言すると、一对のエンドプレート部21、22と、拘束フープ部24とは、複数の構成部材が組み合わされたものではなく、単一の構成部材をなしている。なお、本実施形態の電池パック1は、拘束機構20以外の単電池10の構成については上述した第一実施形態と同様のため、重複する説明は省略する。

10

## 【0066】

第一エンドプレート部21、第二エンドプレート部22および拘束フープ部24の長手方向Yの幅は、必ずしも同一である必要は無い。しかしながら、拘束機構20に内在させる拘束圧をより高く安定に維持するとの観点からは、第一エンドプレート部21、第二エンドプレート部22および拘束フープ部24の長手方向Yの幅は概ね同一であるとよい。換言すると、第一エンドプレート部21および第二エンドプレート部22の長手方向Yの寸法と、拘束フープ部24の左側面部24Lおよび右側面部24Rの長手方向Yの寸法は、同一であることが好ましい。そして拘束機構20の長手方向Yの寸法は、発電要素14の長手方向Yの寸法よりも一回り大きい(例えば、約1~1.1倍以下)と好ましい。また、拘束機構20の長手方向Yの寸法は、単電池10の長手方向Yの寸法よりも、小さくすることができる。なお、このような拘束機構20の構成材料や、形成法について、当業者であれば第一実施形態と同様に把握することができるため、重複する説明は省略する。

20

## 【0067】

## 〔製造方法2〕

なお、拘束フープ部24の長手方向Yの幅が広がると、上記電池パックの製造方法において拘束フープ部24を弾性変形させるために必要な力が大幅に増大し、電池パック1の生産性が悪くなるとの背反がある。そこで、第二実施形態に係る構成の電池パック1は、例えば図11に示したように、以下の製造工程S11~15に従うことで好適に製造することができる。

30

(S11) 複数の単電池10と滑りプレート28、29を配列方向Zに配列して電池スタックS<sub>B</sub>を用意する工程。

(S12) 電池スタックS<sub>B</sub>を配列方向Zに圧縮する工程。

(S13) 第一エンドプレート部21と、第二エンドプレート部22と、環状の拘束フープ部24とを備える拘束機構20に、拡大抑制治具64を設置する工程。

(S14) エンドプレート部21、22の間に、電池スタックS<sub>B</sub>を挿入する工程。

(S15) 複数の単電池10を拘束する工程。

40

## 【0068】

そしてこのような電池パック1の製造方法は、例えば、図11に示す電池パック組付け装置60を使用することによって、好適に実施することができる。すなわち、この電池パック組付け装置60は、ベース部61と、天板部62と、圧縮部63と、拡大抑制治具64と、スライダ機構65と、を備えている。電池パック組付け装置60は、ベース部61と、天板部62と、ベース部61に立設され天板部62を支持する左右の側壁とからなる筐体を備えている。筐体内の空間は、後方R<sub>r</sub>の圧縮エリアと、前方Fの組立エリアとを含む。

## 【0069】

圧縮部63は、電池スタックS<sub>B</sub>を圧縮するための機構であり、後方R<sub>r</sub>の圧縮エリア

50

に配置されている。圧縮部 6 3 は、4 つの油圧式ピストンに接続され、これらの油圧式ピストンは中心軸が鉛直方向に一致する高さ方向 H に沿うように、圧縮エリアの天板部 6 2 の四隅に固定されている。圧縮エリアの油圧式ピストンが圧縮部 6 3 を高さ方向 H の下方 D または上方 U に移動させることで、圧縮エリアのベース部 6 1 に配置された被圧縮物（ここでは電池スタック  $S_B$ ）を圧縮または開放することができる。圧縮エリアのベース部 6 1 には、図示しないロードセルが設置されており、圧縮部 6 3 が被圧縮物に負荷する圧縮荷重を検知できるように構成されている。

【 0 0 7 0 】

拡大抑制治具 6 4 は、拘束フープ部 2 4 の配列方向 Z の寸法が拡大しないように抑制するための機構であって、前方 F の組立エリアに配置されている。拡大抑制治具 6 4 は、4 つの油圧式ピストンに接続され、これらの油圧式ピストンは、中心軸が高さ方向 H に沿うように組立エリアの天板部 6 2 の四隅に固定されている。

10

【 0 0 7 1 】

筐体の後方  $R_r$  の側壁には、電池スタック  $S_B$  をスライド移動させるためのスライダ機構 6 5 が備えられている。スライダ機構 6 5 は、上方 U と下方 D とに一つずつの油圧式ピストンを備え、これらの油圧式ピストンは中心軸が水平方向に一致する長手方向 Y に沿うように、後方  $R_r$  の側壁に固定されている。スライダ機構 6 5 は、後述の圧縮後の電池スタック  $S_B$  における滑りプレート 2 8、2 9 の高さ位置に対応するように、その高さ方向 H の位置が調整可能に構成されている。スライダ機構 6 5 が長手方向 Y に沿って前方 F に駆動することで、圧縮エリアに配置された電池スタック  $S_B$  を組立エリアにスライド移動させることができる。ベース部 6 1 上には、圧縮エリアと組立エリアとに分けて、それぞれ、載置する部材の高さ方向 H での位置を調整するためのスペーサがそれぞれ設けられている。

20

【 0 0 7 2 】

工程 S 1 1 では、複数の単電池 1 0 を配列方向 Z に配列するとともに、複数の単電池 1 0 の配列方向 Z の第一方向 Z 1（上方 U）の端部に第一滑りプレート 2 8 を配置し、第二方向 Z 2（下方 D）の端部に第二滑りプレート 2 9 を配置する。これにより、複数の単電池 1 0 が配列方向 Z に滑りプレート 2 8、2 9 によって挟まれた形態の電池スタック  $S_B$  を用意する。

【 0 0 7 3 】

ここで、滑りプレート 2 8、2 9 は、後工程のエンドプレート部 2 1、2 2 間への電池スタック  $S_B$  の挿入において、電池スタック  $S_B$  を摩擦抵抗を抑制して長手方向 Y に滑り込ませるための板状部材である。したがって、滑りプレート 2 8、2 9 のエンドプレート部 2 1、2 2 に当接する側の表面は、摩擦係数が低いことが好ましい。換言すると、第一滑りプレート 2 8 の上面と、第二滑りプレート 2 9 の下面とは、摩擦係数が低いことが好ましい。同様の理由から、圧縮部 6 3 の下面と、ベース部 6 1 の圧縮エリアの上面（スペーサの上面であり得る。）、は、摩擦係数が低いことが好ましい。このような滑りプレート 2 8、2 9、圧縮部 6 3、ベース部 6 1 の表面の摩擦係数は、それぞれが独立して、0.5 以下であるとよく、0.4 以下が好ましく、0.3 以下がより好ましく、例えば 0.2 以下（典型的には 0.20 以下）が特に好ましい。滑りプレート 2 8、2 9 の表面の摩擦係数は、0.15 以下（0.15 未満）や、0.1 以下であってもよい。滑りプレート 2 8、2 9 は、例えば、表面が平滑なアルミニウムまたはアルミニウム合金、鉄または各種の鋼材（例えば構造用鋼）、高強度合金等に代表される金属材料、フッ素樹脂、強化プラスチック、エンジニアプラスチック等の樹脂材料によって構成することができる。滑りプレート 2 8、2 9 は、所望の摩擦係数を実現するように、例えば、コーティングや研磨等の表面処理が施されていてもよい。なお、本明細書における摩擦係数は静摩擦係数（ $\mu_s$ ）を意味し、例えば J I S K 7 1 2 5 : 1 9 9 9 に準じて測定することができる。

30

40

【 0 0 7 4 】

滑りプレート 2 8、2 9 は、幅方向 X の寸法が単電池 1 0 の発電要素 1 4 の寸法よりも一回り大きく、エンドプレート部 2 1、2 2 の寸法よりも小さいことが好ましい。滑りプ

50

レート 28、29 は、長手方向 Y の寸法が単電池 10 の発電要素 14 の寸法よりも一回り大きく、例えばエンドプレート部 21、22 の長手方向 Y の寸法と同程度とすることができる。滑りプレート 28、29 は、単電池 10 の発電要素 14 よりも一回り大きく構成されている。滑りプレート 28、29 の厚みは特に制限されないが、単電池 10 のスライドを安定的に実現するとの観点から、例えば、約 0.5 ~ 5 mm 程度とすることができ、約 1 ~ 3 mm 程度であってよい。

#### 【0075】

工程 S12 では、電池スタック  $S_B$  を配列方向 Z に圧縮する。具体的には、電池スタック  $S_B$  を電池パック組付け装置 60 の後方 Rr の圧縮エリアに、高さ方向 H と配列方向 Z とが一致するように配置する。そして、圧縮エリアの油圧式ピストンを駆動させることにより、圧縮部 63 を下方 D に下降させて、電池スタック  $S_B$  の配列方向 Z の寸法が第一寸法 A1 となるまで電池スタック  $S_B$  を圧縮する。第一寸法 A1 は、上述の拘束フープ部 24 の左側面部 24L および右側面部 24R の配列方向 Z の寸法であり、第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との離間距離に一致する。この第一寸法 A1 は、電池スタック  $S_B$  の配列方向 Z の寸法がこの第一寸法 A1 となったときに、発電要素 14 が所望の充填密度を実現するように設計されている。これにより、圧縮された電池スタック  $S_B$  を用意することができる。

#### 【0076】

工程 S13 では、拘束機構 20 を用意する。ここで、拘束機構 20 は、上述のように、第一エンドプレート部 21 と、第二エンドプレート部 22 と、環状の拘束フープ部 24 とが一つの構成要素として一体的に形成されている。拘束フープ部 24 の左側面部 24L および右側面部 24R の配列方向 Z の寸法は、第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との離間距離に一致して第一寸法 A1 である。そしてこの拘束機構 20 に対し、第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との離間距離が、第一寸法 A1 よりも広がることを抑制するように拡大抑制治具 64 を設置する。具体的には、拘束機構 20 を、電池パック組付け装置 60 の前方 F の組立エリアに配列方向 Z が鉛直方向となるように、かつ、長手方向 Y が前後方向に一致するように配置する。その後、第一エンドプレート部 21 の上面に拡大抑制治具 64 の下面が当接するように、拡大抑制治具 64 の高さ方向 H における位置を調整する。

#### 【0077】

工程 S14 では、第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との間に、圧縮された電池スタック  $S_B$  を挿入する。ここでは、圧縮エリアで圧縮されている電池スタック  $S_B$  を、スライダ機構 65 によって前方 F に押すことで、電池スタック  $S_B$  を前方 F に滑らせながら移動させる。スライダ機構 65 による電池スタック  $S_B$  のスライドには、「圧縮応力 × 摩擦係数」に対応する摩擦力が生じ得る。そして圧縮部 63 による電池スタック  $S_B$  の圧縮応力は、上記の通り、従来になく高い。したがって、電池スタック  $S_B$  のスライドに際して発生する摩擦力は大きくなり得て無視できない。ここに開示される技術においては、上記の通り、滑りプレート 28、29 の当接面、圧縮部 63 の下面、ベース部 61 の圧縮エリアの上面の摩擦係数が低く抑えられていることにより、摩擦力を小さく抑制するようにしている。

#### 【0078】

なお、電池スタック  $S_B$  のスライドに際しては、発電要素 14 への負荷を防止する目的と、電池スタック  $S_B$  の効率的なスライドを実現する目的とから、電池スタック  $S_B$  の滑りプレート 28、29 の後方 Rr の側面のみをスライダ機構 65 によって押圧することが好ましい。これにより、拘束機構 20 の第一エンドプレート部 21 と第二エンドプレート部 22 との間に、電池スタック  $S_B$  を挿入することができる。また、滑りプレート 28、29 は、長手方向 Y の少なくともスライド方向である前方 F の端部に、前方 F に向かうにつれて、厚みが電池スタック  $S_B$  の側に向けて薄くなるようにテーパが設けられていることが好ましい。このような構成によって、電池スタック  $S_B$  の前方 F へのスライド時に、滑りプレート 28、29 が拘束機構 20 に緩衝することなく電池スタック  $S_B$  がスムーズ

10

20

30

40

50

にエンドプレート部 2 1、2 2 の間に挿入されるために好ましい。また、このとき、拘束機構 2 0 には拡大抑制治具 6 4 が設置されている。したがって、電池スタック  $S_B$  の挿入の途中で拘束機構 2 0 の拘束フープ部 2 4 が配列方向 Z に弾性変形するなどして、電池スタック  $S_B$  を挿入性が低下することが抑制される。

#### 【0079】

工程 S 1 5 では、拡大抑制治具 6 4 を配列方向 Z の離間距離が拡大する方向に変位させる。これにより、拡大抑制治具 6 4 による拘束機構 2 0 の弾性変形の抑制力が解消される。また、拘束機構 2 0 が内在する拘束圧によって、複数の単電池 1 0 に対して配列方向 Z に沿って圧縮する方向に荷重を加えることができ、複数の単電池 1 0 を拘束することができる。このことにより、ここに開示される電池パック 1 を得ることができる。

10

#### 【0080】

このように、本実施形態においては、拘束機構 2 0 を配列方向に弾性変形させることなく、電池スタック  $S_B$  を圧縮させて拘束機構 2 0 に挿入している。このことから、引張強度の高い拘束機構 2 0 を変形させる手間を、より低い応力で圧縮が可能な電池スタック  $S_B$  の圧縮に代えて、電池パック 1 を製造することができる。また、拘束機構 2 0 のエンドプレート部 2 1、2 2 には、取付用治具 5 5 u、5 5 d を貫通挿入させるための治具穴 2 1 a、2 2 a を設ける必要が無い。これによって、加工の手間が省略されて、簡潔な構成の拘束機構 2 0 を実現することができる。さらに、上記の構成において、拘束機構 2 0 における一対のエンドプレート部 2 1、2 2 の離間距離と、圧縮後の電池スタック  $S_B$  の配列方向 Z の寸法である第一寸法 A 1 とは、完全に一致する必要は無く、多少の誤差は許容される。例えば、エンドプレート部 2 1、2 2 の離間距離は、圧縮後の電池スタック  $S_B$  の配列方向 Z の寸法である第一寸法 A 1 に対して、 $\pm 3 \sim 5\%$  程度（典型的には、 $0 \sim -5\%$  程度）の寸法であってよい。このような誤差は、例えば上述のように、滑りプレート 2 8、2 9 の挿入方向の前方にテーパを設けることにより好適に吸収することができて好ましい。

20

#### 【0081】

##### [ 解体方法 2 ]

なお、以上の電池パック組付け装置 6 0 は、例えば図 1 2 に示すように、以下の解体工程 S 1 1 1 ~ 1 1 4 に従うことで電池パック 1 を解体する際にも好適に使用することができる。なお予め、電池パック組付け装置 6 0 のスライダ機構 6 5 は、例えば、筐体の後方 R r の側壁から、前方 F の側壁に移動させておくとよい。

30

そしてまず、解体工程 S 1 1 1 では、電池パック 1 を電池パック組付け装置 6 0 にセットする。具体的には、電池パック 1 を前方 F の組立エリアに配置する。このとき、単電池 1 0 の配列方向 Z が電池パック組付け装置 6 0 の高さ方向 H と一致するように、電池パック 1 を配置する。

#### 【0082】

次いで、解体工程 S 1 1 2 では、電池パック 1 を配列方向 Z に沿って圧縮する方向に、加圧する。具体的には、電池パック組付け装置 6 0 の拡大抑制治具 6 4 を、電池パック 1 の拘束フープ部 2 4 を配列方向 Z で圧縮する方向に変位させる。これにより、エンドプレート部 2 1、2 2 の離間距離は、配列方向 Z で縮小し、電池スタック  $S_B$  の配列方向 Z の寸法も縮小される。このとき、エンドプレート部 2 1、2 2 の離間距離、すなわち圧縮後の電池スタック  $S_B$  の配列方向 Z の寸法が、第二寸法 A 2 となるように拡大抑制治具 6 4 を変位させるとよい。

40

#### 【0083】

解体工程 S 1 1 3 では、変位させた第一エンドプレート部 2 1 と第二エンドプレート部 2 2 との間から、電池スタック  $S_B$  を取り出す。具体的には、まず、圧縮部 6 3 の下面と、圧縮エリアのベース部 6 1 の上面（スペーサの上面であり得る。）との間の距離が第二寸法 A 2 となるように、圧縮部 6 3 の高さ方向 H の位置を調整する。次いで、スライダ機構 6 5 を用いて、エンドプレート部 2 1、2 2 の間に位置する電池スタック  $S_B$  を後方 R r に押すことで、電池スタック  $S_B$  を後方 R r に滑らせながら移動させる。これにより、

50

電池スタック $S_B$ を、電池パック1の拘束機構20から取り出して、圧縮エリアの圧縮部63とベース部61との間の空間に移動させることができる。圧縮エリアは、ここに開示される電池パックの解体方法においては、圧力開放エリアとして機能する。電池スタック $S_B$ の上方Uと下方Dとは滑りプレート28、29が配置されている。これにより、電池スタック $S_B$ のスライドは、摩擦力を小さく抑制して実施することができる。また、圧縮部63の下面とベース部61の上面との間の距離は第二寸法A2となるように調整されている。このことにより、スライドされた電池スタック $S_B$ が急激な拘束力の解除に伴いバラバラに周辺に飛び散ることを抑制して、電池スタック $S_B$ を拘束機構20から取り出すことができる。また、滑りプレート28、29の長手方向Yの端部にテーパが設けてあることで、滑りプレート28、29が圧縮部63やベース部61に干渉するのを抑制して、電池スタック $S_B$ をスライドさせることができる。

10

## 【0084】

解体工程S114では、拡大抑制治具64による拘束フープ部24の圧縮を解除するとともに、電池スタック $S_B$ から拘束圧を開放する。具体的には、拡大抑制治具64をエンドプレート部21、22の離間距離が拡大する方向に変位させる。このことにより、拡大抑制治具64によって拘束フープ部24に配列方向に加えていた圧縮応力を開放することができる。また、圧縮部63を、ベース部61からの距離が拡大する方向に変位させる。このことにより、圧縮部63とベース部61との間に取り出された電池スタック $S_B$ に加えられている拘束力を開放することができる。圧縮部63の変位は、電池スタック $S_B$ からの拘束力の急激な解除に伴う単電池10の飛散等を抑制するために、ゆっくりと行うことが好ましい。これにより、拘束圧を内在させていた電池スタック $S_B$ から拘束圧を開放することができる、安全に電池パック1を解体することができる。

20

## 【0085】

上記電池パック1の製造方法と解体方法とにおいて、第一エンドプレート部21、第二エンドプレート部22および拘束フープ部24は一体的に形成されていた。しかしながら、電池パック1の構成はこれに限定されない。例えば、第一エンドプレート部21および第二エンドプレート部22と、拘束フープ部24とが、別個の構成要素として形成されている場合であっても、上記の製造方法や解体方法を適用することは可能である。また、上記製造方法と解体方法とにおいて、電池パック1の第一エンドプレート部21および第二エンドプレート部22の長手方向の寸法と、拘束フープ部24の左右の側壁部24L、24Rの長手方向の寸法とは同一となるように構成されていた。しかしながら、電池パック1の構成はこれに限定されない。例えば、拘束フープ部24の側壁部24L、24Rの長手方向の寸法が、エンドプレート部21、22の長手方向の寸法よりも小さい場合や、拘束機構20が2つ以上の拘束フープ部24を備えている場合であっても、上記の製造方法や解体方法を適用することは可能である。

30

## 【0086】

## [用途]

ここに開示される電池パック1は、環状の拘束フープ部24によって複数の単電池10が拘束圧が加えられた状態で拘束されている。このような拘束フープ部24の形態に基づき、電池パック1は従来の例えば約5倍～約10倍といった、高い拘束圧で拘束することができる。このことは、例えば、界面抵抗が高いために内部応力が増大されてしまう複数の全固体電池を拘束してなる電池パック1に対し、高い拘束圧を付与するために特に好適に採用することができる。これによって、例えば、従来よりも内部抵抗が低減された、全固体電池からなる電池パック1を提供することができる。

40

## 【0087】

また、このような電池パック1は、高い拘束圧で単電池10を拘束することができることから、ハイレートで大電流を充放電する用途の電池パック1に特に好適に適用することができる。また、充放電に伴う体積膨張率の高い活物質を使用した単電池10を長期にわたって高い拘束力で拘束することが求められる電池パック1や、振動等が発生する環境で使用する用途の電池パック1等に対しても特に好適に適用することができる。この

50

ことから、例えば、ここに開示される電池パック 1 の好適な用途として、プラグインハイブリッド自動車 ( P H V )、ハイブリッド自動車 ( H V )、電気自動車 ( E V ) 等の車両に搭載される駆動用電源が挙げられる。

【 0 0 8 8 】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許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。

例えば、第二実施形態で用いられた、一体成形された拘束機構 2 0 や滑りプレート 2 8、2 9 は、個々に、第一実施形態における電池パック 1 の製造方法 1 および解体方法 1 において使用してもよい。同様に、第一実施形態で用いられた、エンドプレート部 2 1、2 2 と拘束フープ部 2 4 とが別部材として構成された拘束機構 2 0 は、第二実施形態における電池パック 1 の製造方法 2 および解体方法 2 において使用してもよい。

10

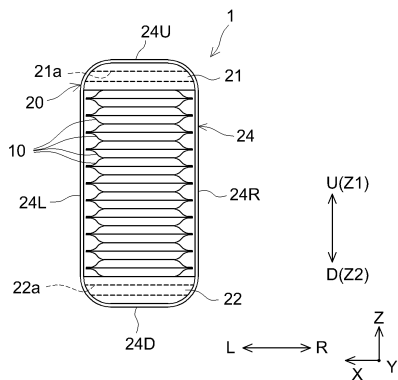
【 符号の説明 】

【 0 0 8 9 】

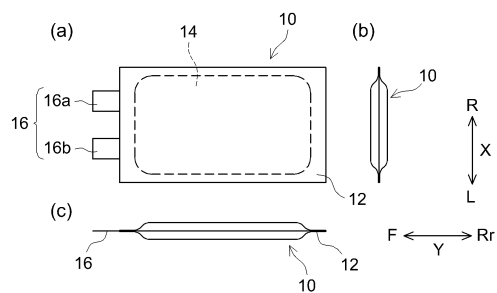
- 1 電池パック
- 10 単電池
- 20 拘束機構
- 21, 22 エンドプレート
- 24 拘束フープ部
- 24U 上面部
- 24D 下面部
- 24R 右側面部
- 24L 左側面部
- 28, 29 滑りプレート

20

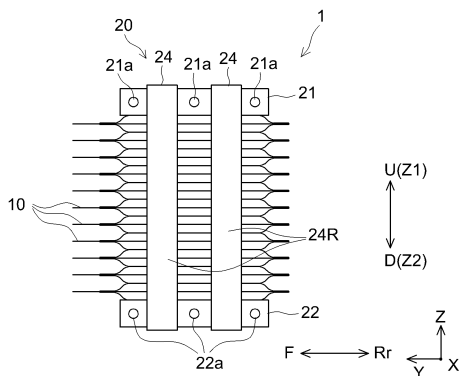
【 図 1 】



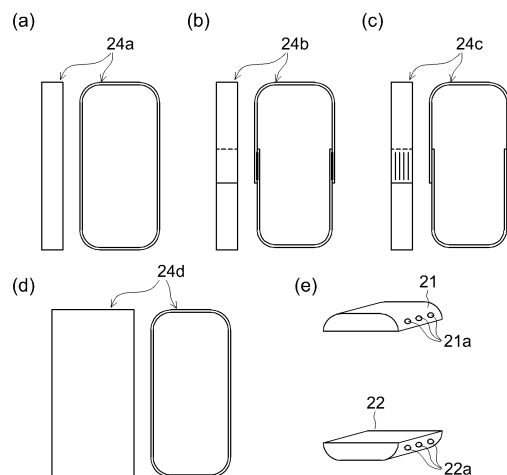
【 図 3 】



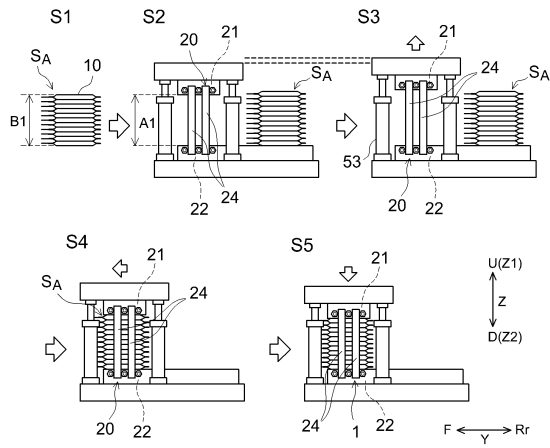
【 図 2 】



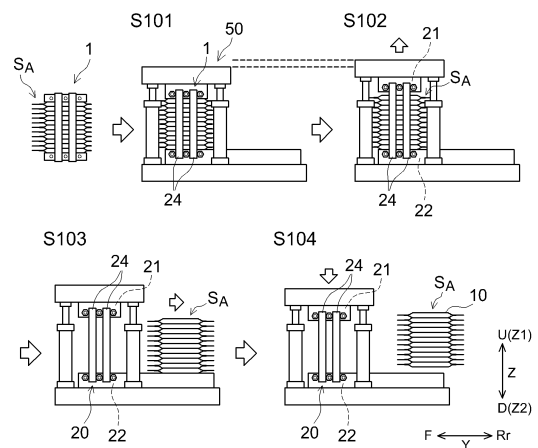
【 図 4 】



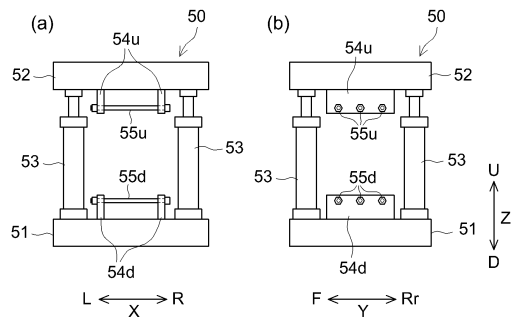
【図5】



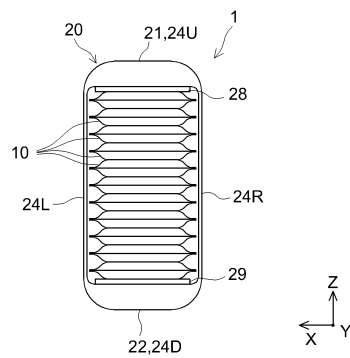
【図7】



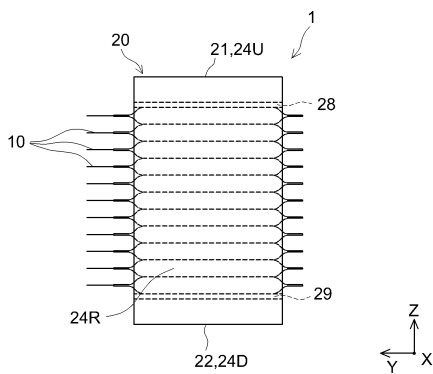
【図6】



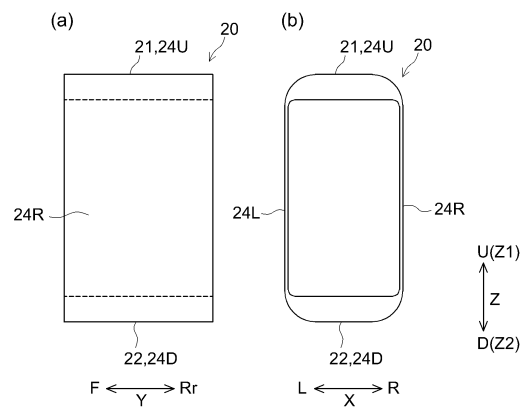
【図8】



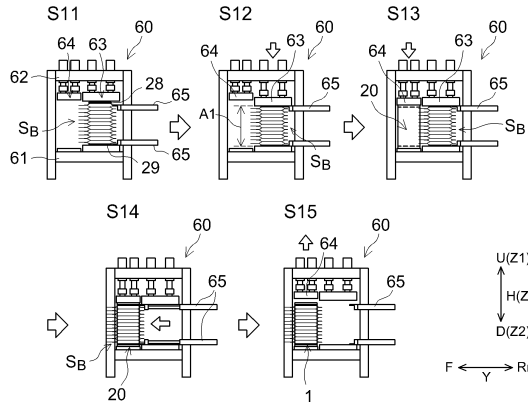
【図9】



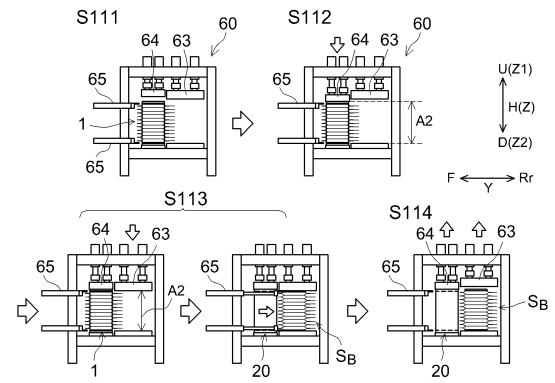
【図10】



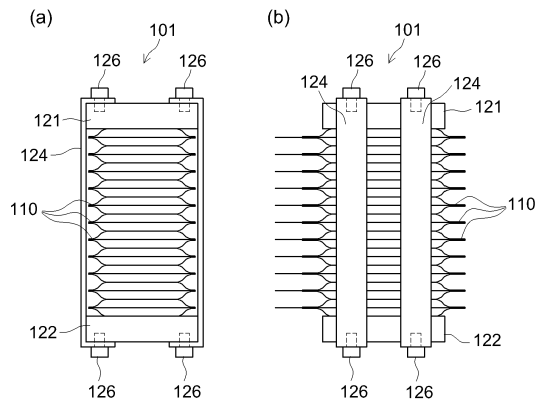
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

審査官 小森 重樹

- (56)参考文献 特開2011-134699(JP,A)  
特開2013-051048(JP,A)  
国際公開第2017/102166(WO,A1)  
米国特許出願公開第2016/0204400(US,A1)  
特開2016-157586(JP,A)  
特開2015-049991(JP,A)  
特表2013-530506(JP,A)  
特開2018-029017(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 50/262  
H01M 10/42  
H01M 10/54  
H01M 50/211  
H01M 50/264