(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4日(04.07.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/143257 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 10/0587 (2010.01) *H01M 50/536* (2021.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/046358

(22) 国際出願日： 2023年12月25日(25.12.2023)

(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 2022-210962 2022年12月27日(27.12.2022) JP

(71) 出願人: パナソニックエナジー株式会社 (**PANASONIC ENERGY CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒5708511 大阪府守口市松下町１番１号 Osaka (JP).

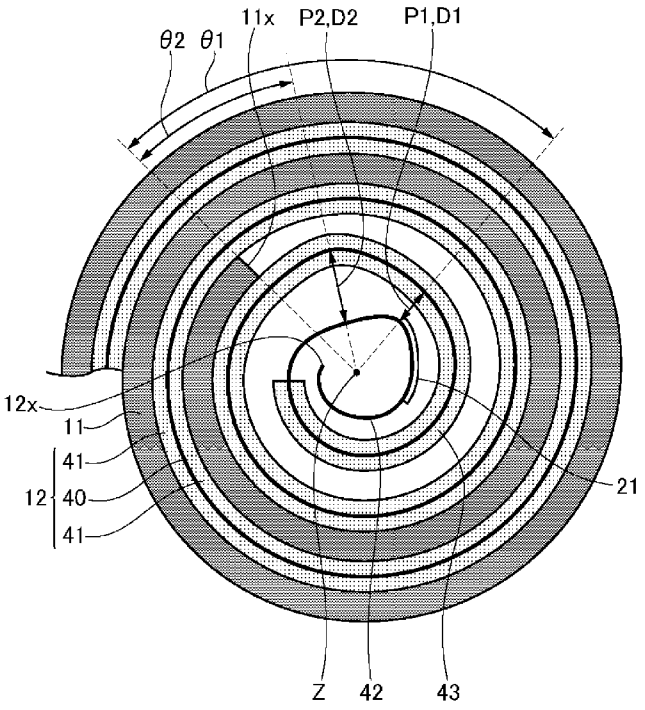
(72) 発明者: 佐々 達郎 (**SASA Tatsuro**). 石黒 祐 (**ISHIGURO Tasuku**). 松本 克公(**MATSUMOTO Katsumasa**). 津田 貴郎 (**TSUDA Takao**). 島 華穂(**SHIMA Kaho**).

(74) 代理人: 弁理士法人ＹＫＩ国際特許事務所 (**YKI INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS**); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目３４番１２号 Tokyo (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, 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,

(54) **Title:** CYLINDRICAL BATTERY

(54) 発明の名称： 円筒形電池



(57) **Abstract:** In a cylindrical battery that is an example of an embodiment of the present invention, a negative electrode (12) has a non-facing portion (43) that is wound at a length of 0.6－0.9 laps at a winding-start side of an electrode body (14), and an exposed core portion (42). A negative electrode lead (21) is bonded to the exposed core portion (42) so that a winding-termination-side end portion of said lead is positioned in a range in which the angle from a positive electrode start end (11x) to the winding-start side relative to the winding center (Z) of the electrode body (14) is 60－180 degrees.

WO 2024/143257 A1

［続葉有］

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：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

The ratio (D2/D1) of a maximum value (D2) relative to a minimum value (D1) of the inter-core distance between the non-facing portion (43) and the exposed core portion (42) is 1.5 or greater in the non-facing portion (43) within a range over which the angle from a position that corresponds to the positive electrode start end (11x) to the winding-start side relative to the winding center (Z) of the electrode body (14).

(57) 要約：実施形態の一例である円筒形電池において、負極（１２）は、電極体（１４）の巻き始め側において、０．６周以上０．９周以下の長さで巻回された非対向部（４３）と、芯体露出部（４２）とを有する。負極リード（２１）は、電極体（１４）の巻回中心（Ｚ）に対する正極始端（１１ｘ）から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲に当該リードの巻き終わり側端部が位置するように、芯体露出部（４２）に接合されている。非対向部（４３）において、電極体（１４）の巻回中心（Ｚ）に対する正極始端（１１ｘ）に対応する位置から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲で、非対向部（４３）と芯体露出部（４２）との芯体間距離の最小値（Ｄ１）に対する最大値（Ｄ２）の比率（Ｄ２／Ｄ１）は、１．５以上である。

明　細　書

発明の名称 ： 円筒形電池

技術分野

[0001]　本開示は、円筒形電池に関する。

背景技術

[0002]　円筒形電池は、正極と負極がセパレータを介して渦巻き状に巻回された巻回型の電極体を備える。電極体の巻き芯には、一般的に、軸方向に延びる空洞が形成される。この空洞は、電池の異常発生時に生じるガスを安全弁の方向に導く排気径路として機能する。例えば、特許文献１には、電極体の巻き始め側において、負極芯体の少なくとも一方の面に負極合剤層が形成され、かつ正極と対向しない状態で所定長さ以上巻回された非対向部を有する巻回型の電極体を備えた円筒形電池が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１８／１１６８７６号

発明の概要

[0004]　特許文献１の円筒形電池によれば、巻き芯部分の形状安定性が向上し、異常発生時の排気径路が十分に確保される。一方で、電池の高容量化等により、充放電時の負極の体積変化が大きくなると、特許文献１の円筒形電池においても、巻き芯の近傍で電極体の変形が生じやすくなる。正極と負極が対向する部分で電極体の大きな変形が発生した場合、正負極間距離が変化し、充放電反応の不均一化等の問題が生じ得る。

[0005]　本開示に係る円筒形電池は、正極と、芯体および合剤層を含む負極と、セパレータとを有し、正極と負極がセパレータを介して巻回され、かつ負極に接合された負極リードを有する電極体を備えた円筒形電池であって、負極は、電極体の巻き始め側において、芯体の少なくとも一方の面に合剤層が形成され、かつ正極と対向しない状態で０．６周以上０．９周以下の長さで巻回

された非対向部と、負極始端から非対向部にわたって形成された芯体露出部とを有し、負極リードは、電極体の巻回中心に対する正極始端から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲に当該負極リードの巻き終わり側端部が位置するように、芯体露出部に接合され、非対向部において、電極体の巻回中心に対する正極始端に対応する位置から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲で、非対向部と芯体露出部との芯体間距離の最小値に対する最大値の比率が１．５以上であることを特徴とする。

[0006] 本開示に係る円筒形電池によれば、正極と負極の対向部における電極体の変形を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施形態の一例である円筒形電池の軸方向断面図である。

[図2]実施形態の一例である電極体の径方向断面の一部を示す図である。

[図3]極板変形の評価方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照しながら、本開示に係る円筒形電池の実施形態の一例について詳細に説明する。なお、本開示に係る円筒形電池は、以下で説明する実施形態に限定されない。

[0009] 図１は、実施形態の一例である円筒形電池１０の断面図である。図１に示すように、円筒形電池１０は、正極１１と、負極１２と、セパレータ１３とを有し、正極１１と負極１２がセパレータ１３を介して巻回された電極体１４を備える。また、円筒形電池１０は、電極体１４を収容する有底円筒状の外装缶１６と、外装缶１６の開口部を塞ぐ封口体１７とを備える。外装缶１６には、電極体１４と共に電解質が収容されている。外装缶１６は側壁に形成された溝入部２２を有し、封口体１７は溝入部２２に支持されて外装缶１６の開口部を塞いでいる。以下では、説明の便宜上、円筒形電池１０の封口体１７側を上、外装缶１６の缶底側を下とする。

[0010] 詳しくは後述するが、負極１２は、電極体１４の巻き始め側において、負極芯体４０の少なくとも一方の面に負極合剤層４１が形成され、かつ正極１

１と対向しない状態で０．６周以上０．９周以下の長さで巻回された非対向部４３（図２参照）を有する。非対向部４３は、形状安定性に優れた電極体１４の巻き芯構造を確保し、巻き芯には軸方向に沿った空洞が形成される。巻き芯の空洞は、電池の異常発生時に生じるガスを安全弁の方向に導く排気径路として機能する。非対向部４３の長さを０．６周以上とすることで、巻き芯の形状が安定化し、排気径路として十分な空洞を確保できる。また、非対向部４３の長さを０．９周以下とすることで、電極体１４の変形を効果的に抑制できる。

[0011] 電解質は、水系電解質であってもよいが、本実施形態では非水電解質を用いるものとする。非水電解質は、リチウムイオン伝導性を有する。非水電解質は、液状の電解質（電解液）であってもよく、固体電解質であってもよい。円筒形電池１０は、例えば、非水電解質二次電池であって、中でもリチウムイオン電池であることが好ましい。

[0012] 液状の電解質（電解液）は、非水溶媒と、非水溶媒に溶解した電解質塩とを含む。非水溶媒には、例えば、エステル類、エーテル類、ニトリル類、アミド類、およびこれらの２種以上の混合溶媒等が用いられる。非水溶媒の一例としては、エチレンカーボネート（ＥＣ）、エチルメチルカーボネート（ＥＭＣ）、ジメチルカーボネート（ＤＭＣ）、ジエチルカーボネート（ＤＥＣ）、およびこれらの混合溶媒等が挙げられる。非水溶媒は、これら溶媒の水素の少なくとも一部をフッ素等のハロゲン原子で置換したハロゲン置換体（例えば、フルオロエチレンカーボネート等）を含有していてもよい。電解質塩には、例えば、ＬｉＰＦ$_6$等のリチウム塩が使用される。

[0013] 固体電解質としては、例えば、固体状もしくはゲル状のポリマー電解質、無機固体電解質等を用いることができる。無機固体電解質としては、全固体リチウムイオン二次電池等で公知の材料（例えば、酸化物系固体電解質、硫化物系固体電解質、ハロゲン系固体電解質等）を用いることができる。ポリマー電解質は、例えば、リチウム塩とマトリックスポリマー、あるいは非水溶媒とリチウム塩とマトリックスポリマーとを含む。マトリックスポリマー

としては、例えば、非水溶媒を吸収してゲル化するポリマー材料が使用される。ポリマー材料としては、フッ素樹脂、アクリル樹脂、ポリエーテル樹脂等が挙げられる。

[0014] 電極体１４は、上記のように、正極１１と負極１２がセパレータ１３を介して渦巻き状に巻回された巻回構造を有する。正極１１、負極１２、およびセパレータ１３は、いずれも帯状の長尺体であって、渦巻状に巻回されることで電極体１４の径方向に交互に積層されている。負極１２は、リチウムの析出を防止するために、正極１１よりも一回り大きな寸法で形成される。即ち、負極１２は、正極１１よりも長さ方向および幅方向に長く形成される。セパレータ１３は、少なくとも正極１１よりも一回り大きな寸法で形成され、例えば、正極１１を挟むように２枚配置される。

[0015] 電極体１４は、正極１１に接合された正極リード２０と、負極１２に接合された負極リード２１とを有する。本実施形態では、正極リード２０が正極１１の長さ方向中央部であって、電極体１４の巻き始め側端および巻き終り側端から離れた位置に設けられている。他方、負極リード２１は電極体１４の巻き始め側に位置する負極１２の長さ方向一端部に設けられている。負極１２は、長さ方向一端である負極始端１２ｘから非対向部４３までの部分であって、負極合剤層４１が存在しない第１の芯体露出部４２（図２参照）を有する。負極リード２１は、芯体露出部４２に接合されている。

[0016] 正極１１は、正極芯体３０と、当該芯体の少なくとも一方の面に形成された正極合剤層３１とを有する。正極芯体３０には、アルミニウム、アルミニウム合金など、正極１１の電位範囲で安定な金属の箔、当該金属を表層に配置したフィルム等を用いることができる。正極合剤層３１は、正極活物質、アセチレンブラック等の導電剤、およびポリフッ化ビニリデン（ＰＶｄＦ）等の結着剤を含み、正極芯体３０の両面に形成されることが好ましい。正極合剤層３１の厚みは、例えば、４０μｍ以上１００μｍ以下である。正極活物質には、例えば、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｍｎ、ＡＩ等を含有するリチウム遷移金属複合酸化物が用いられる。なお、正極リード２０は、超音波溶着等により正

極芯体３０に直接接合されていることが好ましい。

[0017] 負極１２は、負極芯体４０と、当該芯体の少なくとも一方の面に形成された負極合剤層４１とを有する。負極芯体４０には、銅、銅合金など、負極１２の電位範囲で安定な金属の箔、当該金属を表層に配置したフィルムなどを用いることができる。負極合剤層４１は、負極活物質、およびスチレン－ブタジエンゴム（ＳＢＲ）等の結着剤を含み、負極芯体４０の両面に形成されることが好ましい。負極合剤層４１の厚みは、例えば、４０μｍ以上１００μｍ以下である。負極活物質には、例えば、黒鉛、Ｓｉ含有材料などが用いられる。負極リード２１は、超音波溶着等により負極芯体４０に直接接合されていることが好ましい。

[0018] 円筒形電池１０は、封口体１７と電極群との間に配置され、正極リード２０を通す開口部を有する上部絶縁板１８を備える。本明細書において、電極群とは、電極体１４のうち、正極１１、負極１２、およびセパレータ１３から構成される部分であって、正極リード２０および負極リード２１を除く部分を意味する。また、円筒形電池１０は、外装缶１６の缶底内面と電極群との間に配置され、負極リード２１を通す開口部を有する下部絶縁板１９を備える。

[0019] 図１に示す例では、正極リード２０が上部絶縁板１８の開口部を通って封口体１７側に延び、負極リード２１が下部絶縁板１９の開口部を通って外装缶１６の缶底側に延びている。正極リード２０は封口体１７の底板２３の下面に溶接等で接続され、封口体１７が正極端子となる。負極リード２１は外装缶１６の缶底内面に溶接等で接続され、外装缶１６が負極端子となる。

[0020] 電極体１４の最外周面には、負極１２が配置され、かつ負極芯体４０の表面が露出した第２の芯体露出部４４が設けられている。そして、芯体露出部４４は外装缶１６の内周面に当接している。芯体露出部４４が負極端子である外装缶１６の内周面に当接することで、負極１２の長さ方向の両端部と外装缶１６が電気的に接続され良好な集電性を確保できる。芯体露出部４４は、電極体１４の最外周面の一部に設けられてもよいが、好ましくは最外周面

の全域に設けられる。例えば、負極１２の巻き終わり端から電極体１４の１周分以上の長さで負極芯体４０の両面に負極合剤層４１が存在しない部分が設けられる。

[0021] 外装缶１６は、有底円筒形状の金属製容器である。外装缶１６と封口体１７との間にはガスケット２８が設けられ、電池内部が密閉される。外装缶１６は、例えば、側面部を外側からプレスして形成された、封口体１７を支持する溝入部２２を有する。溝入部２２は、外装缶１６の周方向に沿って環状に形成されることが好ましく、その上面で封口体１７を支持する。また、外装缶１６の上端部は、内側に折り曲げられ封口体１７の周縁部に加締められている。

[0022] 封口体１７は、電極体１４側から順に、底板２３、下弁体２４、絶縁部材２５、上弁体２６、およびキャップ２７が積層された構造を有する。封口体１７を構成する各部材は、例えば円板形状又はリング形状を有し、絶縁部材２５を除く各部材は互いに電気的に接続されている。下弁体２４と上弁体２６は各々の中央部で互いに接続され、各々の周縁部の間には絶縁部材２５が介在している。電池の内圧が上昇すると、下弁体２４が上弁体２６をキャップ２７側に押し上げるように変形して破断することにより、下弁体２４と上弁体２６の間の電流経路が遮断される。さらに内圧が上昇すると、上弁体２６が破断し、キャップ２７の開口部からガスが排出される。

[0023] 以下、図２を参照しながら、電極体１４について詳説する。図２は、電極体１４の巻き芯およびその近傍の径方向断面図である。図２では、図面の明瞭化のため、セパレータ１３の図示を省略している。また、正極芯体３０および正極合剤層３１の図示も省略している。

[0024] 図２に示すように、電極体１４を構成する負極１２は、電極体１４の巻き始め側において、負極芯体４０の少なくとも一方の面に負極合剤層４１が形成され、かつ正極１１と対向しない状態で０．６周以上０．９周以下の長さで巻回された非対向部４３を有する。非対向部４３は、負極合剤層４１を有するが、正極１１に対向していないため、電池の充放電には寄与しない。一

方、非対向部４３は、負極合剤層４１を有するため剛性が高く、電極体１４の巻き芯部分の形状の安定化に寄与し、電池の異常発生時に生じるガスの排気径路を確保する。なお、正極始端１１ｘよりも電極体１４の巻き終わり側に位置する部分が、正極１１と負極１２がセパレータ１３を介して対向する正負極の対向部となる。

[0025] 本明細書において、正極始端１１ｘとは、電極体１４の巻き始め側（巻き芯側）に位置する正極１１の長さ方向一端を意味する。同様に、負極始端１２ｘは、電極体１４の巻き始め側に位置する負極１２の長さ方向一端を意味する。負極始端１２ｘは、正極始端１１ｘよりも巻回中心Ｚの近傍に位置している。

[0026] 非対向部４３において、負極合剤層４１は、巻回中心Ｚの方向を向いた負極芯体４０の内周面、外装缶１６の側壁の方向を向いた負極芯体４０の外周面のいずれか一方に形成されていればよいが、好ましくは内周面および外周面の両面に形成される。この場合、巻き芯部分の形状安定性がさらに向上する。負極合剤層４１は、少なくとも正極始端１１ｘに対応する位置から後述する極小部Ｐ１にわたって負極芯体４０の両面に形成されることが好ましく、非対向部４３の全長にわたって負極芯体４０の両面に形成されてもよい。

[0027] 非対向部４３は、上記のように、０．６周以上０．９周以下の長さで形成される。この場合、巻き芯部分に良好な排気径路を確保することが容易になる。また、非対向部４３の長さが０．６周未満である場合、および０．９周を超える場合は、巻き芯部分に極小部Ｐ１および極大部Ｐ２を導入することによる極板変形の抑制効果が低下する。

[0028] 負極１２は、上記のように、負極始端１２ｘから非対向部４３にわたって形成された芯体露出部４２を有する。芯体露出部４２は、非対向部４３と同様に正極１１と対向しない部分であるが、負極合剤層４１を有さず負極芯体４０のみで構成されている点で、非対向部４３と異なる。本実施形態では、芯体露出部４２に負極リード２１が接合されている。電極体１４の巻き芯部分に負極リード２１が配置される場合、充放電時に正負極の対向部で変形が

生じやすくなるが、本実施形態によれば、かかる変形を効果的に抑制できる。

[0029] 芯体露出部４２の長さは特に限定されないが、負極リード２１の接合面積確保等の観点から、０．５周分以上の長さを有することが好ましい。芯体露出部４２は、０．５周以上１．０周以下の長さで形成されてもよい。負極リード２１は、例えば、ニッケル等の金属を主成分とする金属薄板であって、５０μｍ以上１００μｍ以下の厚みを有する。負極リード２１は、例えば、負極始端１２ｘおよび非対向部４３から離れた位置において、芯体露出部４２の外周面に接合される。

[0030] 負極リード２１は、電極体１４の巻回中心Ｚに対する正極始端１１ｘからの角度が６０°以上１８０°以下の範囲に負極リード２１の巻き終わり側端部が位置するように、芯体露出部４２に接合されている。そして、電極体１４の巻回中心Ｚに対する正極始端１１ｘからの角度が６０°以上１８０°以下の範囲において、非対向部４３と芯体露出部４２との芯体間距離の最小値に対する最大値の比率が１．５以上となっている。この場合、充放電時に電極体１４に加わる応力を巻き芯部分で吸収できると考えられ、正負極の対向部の変形を効果的に抑制できる。

[0031] 負極１２は、電極体１４の巻回中心Ｚに対する正極始端１１ｘに対応する位置から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲に、非対向部４３と芯体露出部４２との芯体間距離が最小となる極小部Ｐ１と、当該芯体間距離が最大となる極大部Ｐ２とを有する。本実施形態では、負極リード２１の巻き終わり側端部に対応する位置が極小部Ｐ１となっている。また、極大部Ｐ２は、極小部Ｐ１よりも正極始端１１ｘの近くに形成されている。極小部Ｐ１と極大部Ｐ２はいずれも、正極始端１１ｘに対応する位置と、負極リード２１の巻き終わり側端部に対応する位置との間に形成されることが好ましい。

[0032] 本明細書において、角度θ１は正極始端１１ｘ（起点）から極小部Ｐ１までの角度を意味し、角度θ２は正極始端１１ｘから極大部Ｐ２までの角度を

意味する。角度θ１は、角度θ２より大きいことが好ましい。

[0033] 電極体１４は、正負極の対向部において正負極の間隔が実質的に一定であるが、非対向部４３と芯体露出部４２の間隔は不均一である。即ち、正負極の対向部では芯体間距離が実質的に一定であり、非対向部４３と芯体露出部４２が対向する部分では芯体間距離が変化している。非対向部４３と芯体露出部４２の芯体間距離は、正極始端１１ｘに対応する位置から極大部Ｐ２に向かって次第に大きくなり、極大部Ｐ２から極小部Ｐ１に向かって次第に小さくなることが好ましい。この場合、電極体１４の変形抑制効果がより顕著になる。

[0034] 本実施形態では、非対向部４３が極大部Ｐ２に対応する位置で大きく湾曲し、非対向部４３の他の部分よりも曲率が大きくなっている。また、芯体露出部４２は、極大部Ｐ２に対応する位置で湾曲の程度が緩やかになる、或いは略平坦になり、芯体露出部４２の他の部分よりも曲率が小さくなっている。芯体露出部４２は、例えば、極小部Ｐ１に対応する位置において、芯体露出部４２の他の部分よりも曲率が大きくなっている。なお、本明細書において、極小部Ｐ１に対応する位置とは、極小部Ｐ１と電極体１４の径方向に重なった位置を意味する（極大部Ｐ２、正極始端１１ｘ等についても同様）。

[0035] 極小部Ｐ１は、角度θ１が６０°以上１８０°以下となるように形成されていればよいが、好ましくは負極リード２１に対応する位置か、又は負極リード２１に対応する位置よりも正極始端１１ｘ側に形成される。極大部Ｐ２は、角度θ２が６０°以上１８０°以下となるように形成されていればよいが、好ましくは極小部Ｐ１よりも正極始端１１ｘ側に形成される。

[0036] 極小部Ｐ１における芯体間距離Ｄ１に対する極大部Ｐ２における芯体間距離Ｄ２の比率（Ｄ２／Ｄ１）は、上記のように、１．５以上であり、好ましくは１．８以上、より好ましくは２．０以上である。この場合、充放電時に電極体１４に加わる応力を巻き芯部分で効果的に吸収できると考えられる。電極体１４の変形抑制の観点からは、Ｄ２／Ｄ１の上限値は特に限定されないが、排気径路の確保、生産性等の観点から、Ｄ２／Ｄ１は２．５以下が好

ましく、２．３以下が特に好ましい。Ｄ２／Ｄ１の好適な範囲の一例は、１．８以上２．３以下である。

[0037] 電極体１４は、巻き芯部材を用いて極板を巻回することにより作製されるが、極板巻回時のテンション（加速度）を変更することにより、極小部Ｐ１および極大部Ｐ２を形成でき、その芯体間距離を調整できる。具体的には、芯体間距離が一定である部分を巻回する際の加速度と比較して、極小部Ｐ１に対応する位置で加速度を小さくし、極大部Ｐ２に対応する位置で加速度を大きくする。

[0038] 極小部Ｐ１および極大部Ｐ２は、電極体１４のＣＴ画像から特定できる。電極体１４のＣＴ画像は、Ｘ線ＣＴ装置（島津製作所製、ＳＭＸ－２２５ＣＴ　ＦＰＤ　ＨＲ）を用いて取得できる。

実施例

[0039] 以下、実施例により本開示をさらに説明するが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0040] ＜実施例１＞

［正極の作製］

正極活物質として、コバルトおよびアルミニウムを含有するニッケル酸リチウム（$LiNi_{0.88}Co_{0.09}Al_{0.03}O_2$）を用いた。正極活物質と、アセチレンブラックと、ポリフッ化ビニリデンとを、９８：１：１の固形分質量比で混合し、分散媒としてＮ－メチルピロリドン（ＮＭＰ）を用いて正極合剤スラリーを調製した。当該スラリーを厚み１５μｍの長尺状のアルミニウム箔からなる正極芯体の両面に塗布し、塗膜を乾燥、圧縮して、正極芯体の両面に正極合剤層（片面側厚み：９０μｍ、密度：３．６ｇ／ｃｍ^3）が形成された正極を得た。なお、正極の長さ方向中央部に正極合剤層が存在しない芯体露出部を設け、当該露出部にアルミニウム製の正極リードを超音波溶着した。

[0041] ［負極の作製］

負極活物質として、黒鉛粉末とＳｉ含有材料を９５：５の質量比で混合し

たものを用いた。負極活物質と、スチレンブタジエンゴムのディスパージョンと、カルボキシメチルセルロースナトリウムとを、９８：１：１の固形分質量比で混合し、分散媒として水を用いて負極合剤スラリーを調製した。当該スラリーを厚み８μｍの長尺状の銅箔からなる負極芯体の両面に塗布し、塗膜を乾燥、圧縮して、負極芯体の両面に負極合剤層（片面側厚み：９５μｍ、密度：１．６ｇ／ｃｍ^3）が形成された負極を得た。なお、負極の長さ方向両端から所定の長さ範囲に負極合剤層が存在しない第１および第２の芯体露出部を設け、第１の芯体露出部にニッケル製の負極リードを超音波溶着した。

[0042] ［電極体の作製］

上記正極、上記負極、およびポリエチレン製のセパレータを円柱状の巻き芯部材を用いて渦巻き状に巻回し、最外周面の軸方向両端部に巻き止めテープを貼着して巻回型の電極体を得た。このとき、負極リードが接合された負極の第１の芯体露出部が電極体の巻き始め側に位置するように負極を配置した。即ち、負極の第２の芯体露出部は電極体の巻き終わり側に位置する。また、電極体の巻き始め側において正極始端から負極を延出させ、正極と対向しない非対向部を０．６周分の長さで設けた。電極体の巻回構造を形成した後、巻き芯部材を取り外して、巻き芯部分に空洞が形成された巻回型の電極体を得た。

[0043] 実施例１では、正極始端の位置に対する負極リードの巻き終わり側端部の位置を示す角度θ１が６０°となるように極板を巻回した。角度θ１の位置において、第１の芯体露出部と非対向部との間隔が最小値Ｄ１（０．２４ｍｍ）となる。また、極板巻回時のテンション（加速度）を変更することにより、第１の芯体露出部と非対向部との間隔の最大値Ｄ２を０．４８ｍｍ、その位置を示す角度θ２を２０°とした。即ち、実施例１の電極体には、巻回中心に対して正極始端から６０°の位置に極小部Ｐ１が形成され、２０°の位置に極大部Ｐ２が形成されている。

[0044] ［非水電解液の調製］

エチレンカーボネート（ＥＣ）と、ジメチルカーボネート（ＤＭＣ）とを１：３の体積比（２５℃）で混合した混合溶媒１００質量部に、ビニレンカーボネート（ＶＣ）５質量部を添加し、ＬｉＰＦ$_6$を１．５モル／リットル溶解して非水電解液を調製した。

[0045] ［円筒形電池の作製］

上記電極体の上下に絶縁板を配置した後、負極リードを有底円筒形状の外装缶の缶底内面に溶接し、正極リードを封口体の内部端子板に溶接して、電極体を外装缶内に収容した。その後、外装缶内に非水電解液を減圧方式で注入し、ガスケットを介して外装缶の開口部を封口体で封止することにより円筒形電池を得た。なお、負極の第２の芯体露出部は、電極体の最外周面を形成し、外装缶の内周面に接触している。

[0046] ＜実施例２＞

負極の非対向部の長さを０．９周分とした以外は、実施例１と同様にして円筒形電池を作製した。

[0047] ＜実施例３＞

正極始端に対する負極リードの巻き終わり側端部の位置を変更し、角度θ１が１８０°となるように極板を巻回したこと以外は、実施例２と同様にして円筒形電池を作製した。

[0048] ＜比較例１＞

負極の非対向部の長さを０．５周分とし、第１の芯体露出部と非対向部との間隔の最大値Ｄ２が０．３０ｍｍとなるように極板巻回時のテンションを変更したこと以外は、実施例１と同様にして円筒形電池を作製した。

[0049] ＜比較例２＞

正極始端に対する負極リードの巻き終わり側端部の位置を変更して角度θ１が５０°となるように、かつ第１の芯体露出部と非対向部との間隔の最大値Ｄ２が０．２７ｍｍとなるように極板巻回時のテンションを変更したこと以外は、実施例１と同様にして円筒形電池を作製した。

[0050] ＜比較例３＞

正極始端に対する負極リードの巻き終わり側端部の位置を変更して角度θ１が１９０°となるように、かつ第１の芯体露出部と非対向部との間隔の最大値Ｄ２が０．３０ｍｍとなるように極板巻回時のテンションを変更したこと以外は、実施例１と同様にして円筒形電池を作製した。

[0051] ＜比較例４＞

負極の非対向部の長さを１．０周分とし、第１の芯体露出部と非対向部との間隔の最大値Ｄ２が０．２６ｍｍとなるように極板巻回時のテンションを変更したこと以外は、実施例３と同様にして円筒形電池を作製した。

[0052] ［極板変形（座屈の有無）の評価］

各実施例の電池を、４５℃の温度環境下、０．５Ｃの定電流で電池電圧が４．２Ｖになるまで充電を行った。その後、０．７Ｃの定電流で電池電圧が２．５Ｖになるまで放電を行った。この充放電を２００サイクル行った後、電池を充電状態とし、Ｘ線ＣＴ装置（島津製作所製、ＳＭＸ－２２５ＣＴ ＦＰＤ ＨＲ）を用いて電極体の巻き芯近傍の観察を行った。

[0053] 図３に示すように、正極と負極とが対向する箇所において、角度θが１５０°以下となる極板（正極１１および負極１２の少なくとも一方）の変形（座屈）が確認された場合に座屈ありと判定し、座屈の有無を評価した。評価した電池の個数は１０個である。

[0054] [表1]

	非対向部周数	D1 (mm)	D2 (mm)	D2/D1	θ1 (deg.)	θ2 (deg.)	座屈発生数
実施例 1	0.6	0.24	0.48	2.0	60	20	1/10
実施例 2	0.9	0.24	0.49	2.0	60	21	0/10
実施例 3	0.9	0.24	0.49	2.0	180	25	0/10
比較例 1	0.5	0.24	0.30	1.3	60	20	6/10
比較例 2	0.6	0.24	0.27	1.1	50	15	6/10
比較例 3	0.6	0.24	0.30	1.3	190	35	6/10
比較例 4	1.0	0.24	0.26	1.1	180	5	8/10

[0055] 表１に示すように、実施例の電池では、比較例の電池の場合と比べて、電極体の座屈が発生しにくい。即ち、非対向部を０．６周以上０．９周以下の長さに制限し、かつ正極始端から所定の角度範囲に負極リードを配置して、巻き芯部分にＤ２／Ｄ１が１．５以上となる極小部Ｐ１と極大部Ｐ２を導入した電極体によれば、正負極の対向部における変形を効果的に抑制できる。

一方、この条件を満たさない比較例の電極体を用いた場合は、正負極の対向部で変形が生じる確率が高くなる。

[0056] 本開示は、以下の実施形態によりさらに説明される。

構成１：正極と、芯体および合剤層を含む負極と、セパレータとを有し、前記正極と前記負極が前記セパレータを介して巻回され、かつ前記負極に接合された負極リードを有する電極体を備えた円筒形電池であって、前記負極は、前記電極体の巻き始め側において、前記芯体の少なくとも一方の面に前記合剤層が形成され、かつ前記正極と対向しない状態で０．６周以上０．９周以下の長さで巻回された非対向部と、負極始端から前記非対向部にわたって形成された芯体露出部とを有し、前記負極リードは、前記電極体の巻回中心に対する正極始端から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲に当該負極リードの巻き終わり側端部が位置するように、前記芯体露出部に接合され、前記非対向部において、前記電極体の巻回中心に対する前記正極始端に対応する位置から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲で、前記非対向部と前記芯体露出部との芯体間距離の最小値に対する最大値の比率が１．５以上である、円筒形電池。

構成２：前記非対向部と前記芯体露出部との芯体間距離の前記最大値を示す極大部は、当該芯体間距離の前記最小値を示す極小部よりも前記正極始端側に形成される、構成１に記載の円筒形電池。

構成３：前記極小部は、前記負極リードの巻き終わり側端部に対応する位置に形成される、構成２に記載の円筒形電池。

構成４：前記非対向部において、前記合剤層は前記芯体の両面に形成されている、構成１～３のいずれか１つに記載の円筒形電池。

構成５：前記負極リードは、前記芯体露出部の外周面に接合されている、構成１～４のいずれか１つに記載の円筒形電池。

符号の説明

[0057] １０　円筒形電池、１１　正極、１１ｘ　正極始端、１２　負極、１２ｘ　負極始端、１３　セパレータ、１４　電極体、１６　外装缶、１７　封口

体、１８　上部絶縁板、１９　下部絶縁板、２０　正極リード、２１　負極リード、２２　溝入部、２３　底板、２４　下弁体、２５　絶縁部材、２６　上弁体、２７　キャップ、２８　ガスケット、３０　正極芯体、３１　正極合剤層、４０　負極芯体、４１　負極合剤層、４２，４４　芯体露出部、４３　非対向部、Ｐ１　極小部、Ｐ２　極大部

請求の範囲

[請求項1] 正極と、芯体および合剤層を含む負極と、セパレータとを有し、前記正極と前記負極が前記セパレータを介して巻回され、かつ前記負極に接合された負極リードを有する電極体を備えた円筒形電池であって、

前記負極は、

前記電極体の巻き始め側において、前記芯体の少なくとも一方の面に前記合剤層が形成され、かつ前記正極と対向しない状態で０．６周以上０．９周以下の長さで巻回された非対向部と、

負極始端から前記非対向部にわたって形成された芯体露出部と、

を有し、

前記負極リードは、前記電極体の巻回中心に対する正極始端から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲に当該負極リードの巻き終わり側端部が位置するように、前記芯体露出部に接合され、

前記非対向部において、前記電極体の巻回中心に対する前記正極始端に対応する位置から巻き始め側への角度が６０°以上１８０°以下の範囲で、前記非対向部と前記芯体露出部との芯体間距離の最小値に対する最大値の比率が１．５以上である、円筒形電池。

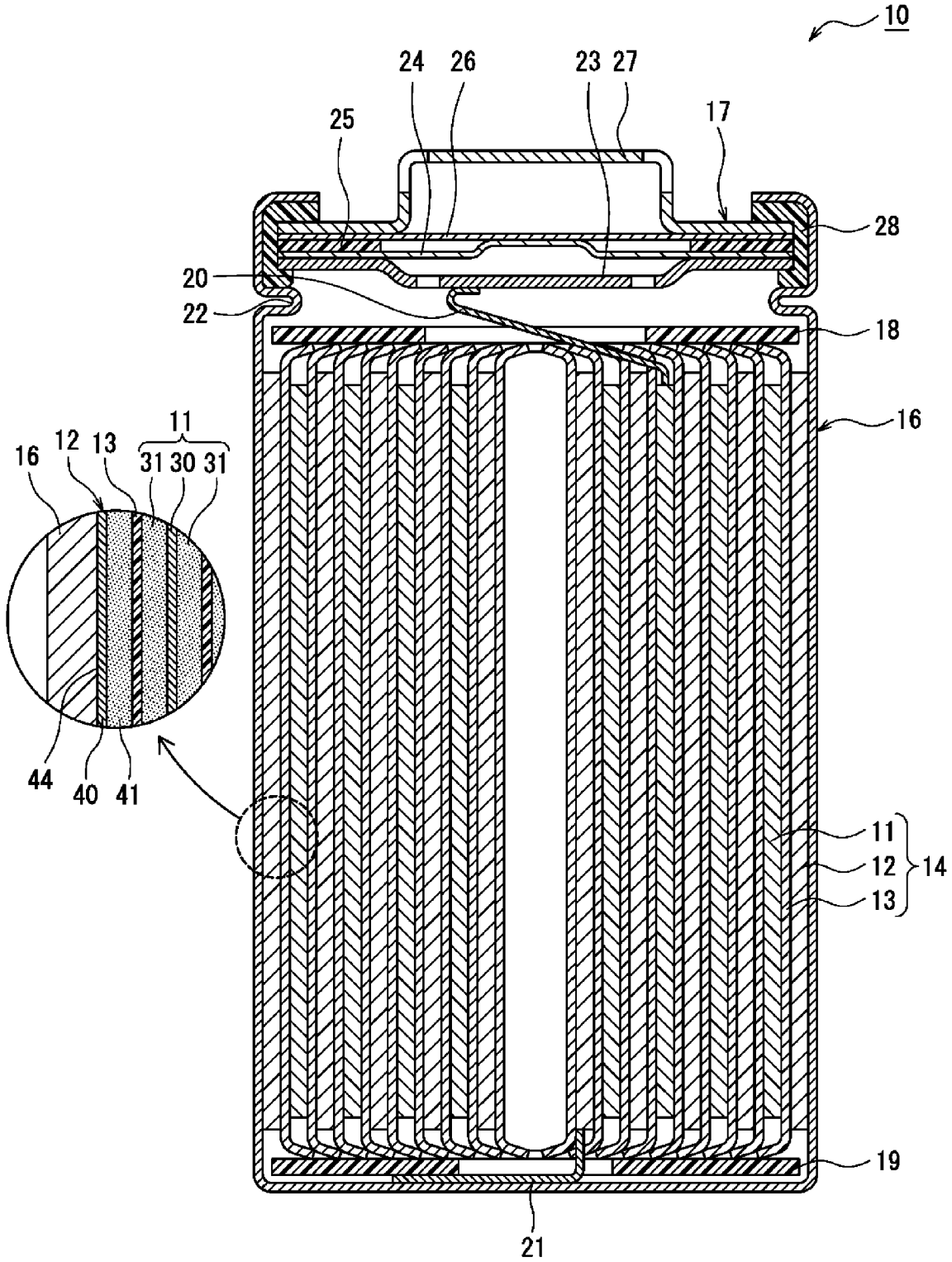
[請求項2] 前記非対向部と前記芯体露出部との芯体間距離の前記最大値を示す極大部は、当該芯体間距離の前記最小値を示す極小部よりも前記正極始端側に形成される、請求項１に記載の円筒形電池。

[請求項3] 前記極小部は、前記負極リードの巻き終わり側端部に対応する位置に形成される、請求項２に記載の円筒形電池。

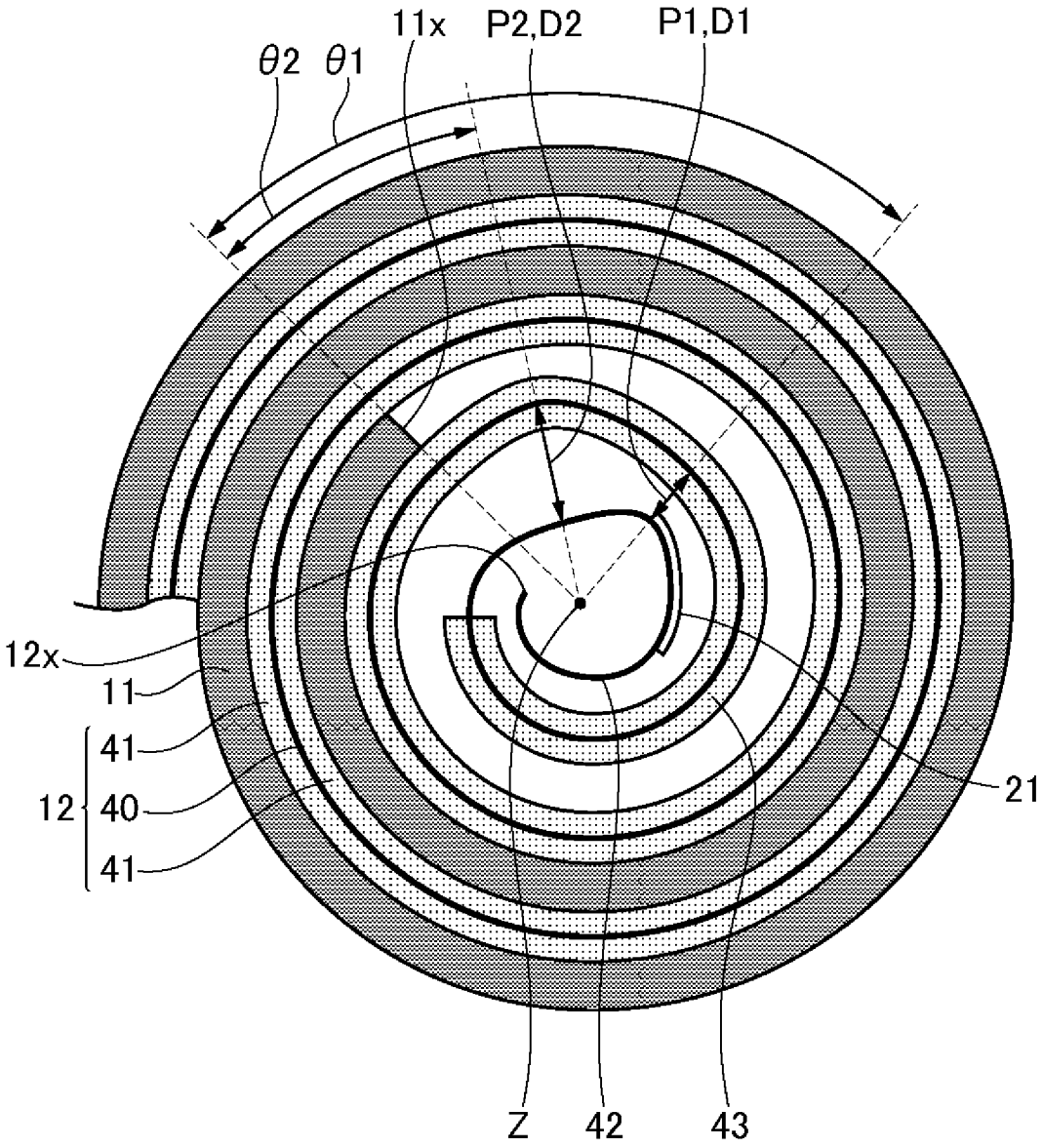
[請求項4] 前記非対向部において、前記合剤層は前記芯体の両面に形成されている、請求項１～３のいずれか一項に記載の円筒形電池。

[請求項5] 前記負極リードは、前記芯体露出部の外周面に接合されている、請求項１～３のいずれか一項に記載の円筒形電池。

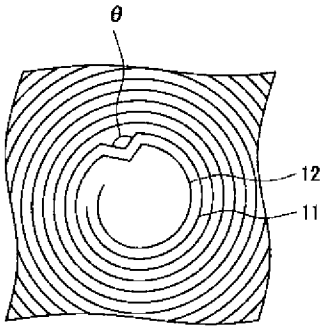
[図1]


10
24
26
23
27
25
17
28
20
22
18
16
11
12
13
16
31
30
31
44
40
41
11
12
13
14
19
21

[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/046358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/0587(2010.01)i; ***H01M 50/536***(2021.01)i
FI: H01M10/0587; H01M50/536

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)

H01M10/0587; H01M50/536

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.
A	JP 2011-091020 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 06 May 2011 (2011-05-06)	1-5
A	KR 10-2019-0033904 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 01 April 2019 (2019-04-01)	1-5
A	WO 2018/173899 A1 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 27 September 2018 (2018-09-27)	1-5
A	WO 2018/061381 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 05 April 2018 (2018-04-05)	1-5
A	WO 2018/116876 A1 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 28 June 2018 (2018-06-28)	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
19 February 2024	**27 February 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/046358

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2011-091020 A	06 May 2011	US 2011/0076534 A1	
		CN 102035027 A	
		KR 10-2011-0033774 A	
KR 10-2019-0033904 A	01 April 2019	(Family: none)	
WO 2018/173899 A1	27 September 2018	US 2021/0119263 A1	
		CN 110447143 A	
WO 2018/061381 A1	05 April 2018	US 2019/0221824 A1	
		CN 109792090 A	
WO 2018/116876 A1	28 June 2018	US 2020/0119406 A1	
		CN 110100349 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/046358

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01M 10/0587(2010.01)i; H01M 50/536(2021.01)i
FI: H01M10/0587; H01M50/536

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））

H01M10/0587; H01M50/536

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	関連する請求項の番号
A	JP 2011-091020 A (三洋電機株式会社) 06.05.2011 (2011-05-06)	1-5
A	KR 10-2019-0033904 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 01.04.2019 (2019-04-01)	1-5
A	WO 2018/173899 A1 (三洋電機株式会社) 27.09.2018 (2018-09-27)	1-5
A	WO 2018/061381 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 05.04.2018 (2018-04-05)	1-5
A	WO 2018/116876 A1 (三洋電機株式会社) 28.06.2018 (2018-06-28)	1-5

☐ 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、一般的技術水準を示すもの
"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	国際調査報告の発送日
19.02.2024	27.02.2024

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）
▲辻▼　弘輔　4X 3239
電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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/JP2023/046358

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2011-091020 A	06.05.2011	US 2011/0076534 A1	
		CN 102035027 A	
		KR 10-2011-0033774 A	
KR 10-2019-0033904 A	01.04.2019	（ファミリーなし）	
WO 2018/173899 A1	27.09.2018	US 2021/0119263 A1	
		CN 110447143 A	
WO 2018/061381 A1	05.04.2018	US 2019/0221824 A1	
		CN 109792090 A	
WO 2018/116876 A1	28.06.2018	US 2020/0119406 A1	
		CN 110100349 A	