

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7617539号
(P7617539)

(45)発行日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(24)登録日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 M	6/16 (2006.01)	H 0 1 M	6/16 D
H 0 1 M	4/06 (2006.01)	H 0 1 M	4/06 L
H 0 1 M	50/107(2021.01)	H 0 1 M	4/06 X
H 0 1 M	50/131(2021.01)	H 0 1 M	50/107
H 0 1 M	50/133(2021.01)	H 0 1 M	50/131
請求項の数 7 (全16頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2023-525652(P2023-525652)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和4年4月19日(2022.4.19)	(74)代理人	110002745 弁理士法人河崎特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/018114	(72)発明者	西村 直昭 大阪府守口市松下町1番1号 パナソニックエナジー株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/254983	(72)発明者	高橋 忠義 大阪府守口市松下町1番1号 パナソニックエナジー株式会社内
(87)国際公開日	令和4年12月8日(2022.12.8)	(72)発明者	岡崎 亨亮 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
審査請求日	令和5年6月27日(2023.6.27)	(72)発明者	谷川 太志
(31)優先権主張番号	特願2021-91816(P2021-91816)	最終頁に続く	
(32)優先日	令和3年5月31日(2021.5.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 リチウム一次電池

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

外装缶と、
前記外装缶に収容された巻回式電極体と、
前記外装缶に収容された非水電解液と、
を備え、
前記巻回式電極体は、
シート状の正極と、
互いに反対側の第1主面と第2主面とを有するシート状の負極と、
前記正極および前記負極の間に介在するセパレータと、
を有して、前記正極と前記負極と前記セパレータとが積層されて中心軸を中心に巻回されており、前記負極の前記第1主面は前記巻回式電極体の前記中心軸に向き、かつ、前記負極の前記第2主面は前記巻回式電極体の外方に向き、
前記正極は、二酸化マンガンを含む正極合剤を含み、
前記負極は、リチウム合金と金属リチウムとからなる群より選択される少なくとも一種を含み、
前記負極の前記第2主面の全体と前記第1主面とは、前記正極と対向しており、
前記負極の前記第1主面と前記第2主面との合計面積Sは、 $250\text{ cm}^2 \leq S \leq 700\text{ cm}^2$ を充足し、
前記正極の厚さTpは、 $0.8\text{ mm} \leq T_p \leq 1.4\text{ mm}$ を充足し、

前記外装缶の外径 D は、 $2.5\text{ mm} \leq D \leq 3.7\text{ mm}$ を充足し、
前記外装缶と前記巻回式電極体との間隔 C は、 $0.3\text{ mm} \leq C \leq 1.0\text{ mm}$ を充足する、リチウム一次電池。

【請求項 2】

前記外装缶の厚さ T_c は、 $0.3\text{ mm} \leq T_c \leq 0.45\text{ mm}$ を充足する、請求項 1 に記載のリチウム一次電池。

【請求項 3】

前記正極の容量 C_p および前記負極の容量 C_n は、 $C_p \geq C_n$ を充足する、請求項 1 または 2 に記載のリチウム一次電池。

【請求項 4】

前記正極合剤の密度 d_p は、 $2.6\text{ g/cm}^3 \leq d_p \leq 3.3\text{ g/cm}^3$ を充足する、請求項 1 または 2 に記載のリチウム一次電池。

【請求項 5】

前記セパレータは、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚さを有する微多孔フィルムである、請求項 1 または 2 に記載のリチウム一次電池。

【請求項 6】

前記外装缶の開口を封口する封口体をさらに備え、
前記封口体は前記外装缶とレーザ溶接されている、請求項 1 または 2 に記載のリチウム一次電池。

【請求項 7】

前記外装缶は、ステンレス鋼製である、請求項 1 または 2 に記載のリチウム一次電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、リチウム一次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、DX（デジタルトランスフォーメーション）なども含めて ICT（Information and Communication Technology）化が加速しつつある。ICT で先行して普及している機器として、例えば、スマートメータが挙げられる。このような用途に利用される機器では、電線から電源を取れない場合、独立電源として、一次電池が採用される場合が多い。このような用途に利用される一次電池には、例えば、長寿命、高容量、および ICT の通信用の大きなパルス放電電流から通常の動作の小さな電流の様々な電流での安定した放電などの性能が要求される。これらの性能を確保する観点から、一次電池に対する大型化の要求が高まっている。

【0003】

特許文献 1 は、特定の製造方法で得られる正極シートを用いた正極の巻回始端部と巻回末端部とで規定される巻回数が 1.0 周以上、 4.0 周以下となるように正負極およびセパレータを巻回した電極巻回体を円筒形の非水電解液電池に用いることを提案している。

【0004】

特許文献 2 は、筒形非水電解液一次電池の巻回式電極体において、厚さが 1.4 mm 以上の正極を用いるとともに、正極活物質層と負極活物質層との間に、厚さが $7 \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ の樹脂製微多孔フィルムを 2 枚配置することを提案している。

【0005】

特許文献 3 は、二酸化マンガンを含む正極と、金属リチウムおよびリチウム合金からなる群より選択される少なくとも一種を含むとともに、第 1 主面および第 1 主面とは反対側の第 2 主面を有する負極とを用い、第 1 主面および第 2 主面の全体が、正極と対向し、第 1 主面および第 2 主面の合計面積が、 100 cm^2 以上 180 cm^2 以下である巻回式電極体を、リチウム一次電池に用いることを提案している。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2005-032584号公報

【文献】国際公開第2020/054662号

【文献】国際公開第2020/095500号

【発明の概要】

【0007】

巻回式電極体を用いたリチウム一次電池において、高容量を確保するには、電池を大型化（例えば径大化）したり、巻回式電極体の電極の厚さを大きくしたりすることが一般的である。しかし、電池の外径が大きく、巻回式電極体の厚さを大きくした状態で、リチウム一次電池を放電すると、対向する部分において正極の厚さの膨張、負極の厚さの減少、セパレータの厚さの変化などが生じ、巻回式電極体の各部分での厚さのバランスを均一に保つことが難しくなる。また、正極およびセパレータの電解液の保液量を均一に保つことも難しくなる。そのため、放電反応のムラが生じ易くなる。特に、リチウム一次電池の外径を大きくすることで大型化する場合には、電極体の巻回数が増えて電極面積が大きくなるため、放電反応のムラが顕著になる。

10

【0008】

より具体的には、放電時に正極が膨張して厚さが大きくなる。一方、負極のリチウムは溶解反応によって、厚さが薄くなる。そのため、電極の厚さを大きくしたり、巻回数を多くしたりする程、放電時の厚さの変化量が大きくなり、正極と負極とで対向する部分において厚さのバランスを、各部分で、ある程度均一に保つことが難しくなる。そのため、巻回式電極体の放電反応が内部で均等に進行せず、電極体内の部位によって差が生じる。正極と負極の間には、絶縁を確保するとともに電解液を保持するためにセパレータが挿入されている。セパレータは、電極の厚さの変化に伴う応力を緩衝する機能を少しは有する。しかし、電極自身が厚くなると電極の厚さの変化量も大きくなり、セパレータが緩衝する限界以上の変化量となるため、電極の厚さの変化に伴う応力を十分に緩和することは難しい。また、セパレータの厚さが変化すると、セパレータの電解液の保持量も変化する。

20

【0009】

電極体における電極およびセパレータの厚さの変化による影響は、放電初期には小さいが、放電が進むにつれて、影響が出やすくなる。例えば、40～60%の中程度の放電深度の時にICTの通信用の大きなパルス放電電流を流すと、電圧低下が大きくなり、通信ができなくなることがある。一方で、更に放電深度が深い80～90%の放電末期ではICTの通信用の大きなパルス放電電流を流しても電圧低下が小さく通信できるようなる現象が見られることがある。電池の放電深度に関わらず、ICTの通信用の大きなパルス放電電流から通常の動作の小さな電流まで、様々な大きさの電流での安定した放電を行うことができる長寿命、かつ高容量なチウム一次電池が求められている。

30

【0010】

本開示の一側面におけるリチウム一次電池は、外装缶と、前記外装缶に収容された巻回式電極体および非水電解液とを備える。前記巻回式電極体では、シート状の正極と、シート状の負極と、前記正極および前記負極の間に介在するセパレータとが巻回されている。前記正極は、二酸化マンガンを含む正極合剤を含む。前記負極は、リチウム合金を含む金属リチウムと金属リチウムとからなる群より選択される少なくとも一種を含むとともに、第1主面および前記第1主面とは反対側の第2主面を有する。負極の前記第2主面の全体と前記第1主面とは、前記正極と対向している。前記第1主面および前記第2主面の合計面積 S は、 $250\text{ cm}^2 \leq S \leq 700\text{ cm}^2$ を充足する。前記正極の厚さ T_p は、 $0.8\text{ mm} \leq T_p \leq 1.4\text{ mm}$ を充足する。前記外装缶の外径 D は、 $25\text{ mm} \leq D \leq 37\text{ mm}$ を充足する。前記外装缶と前記巻回式電極体との間隔 C は、 $0.3\text{ mm} \leq C \leq 1.0\text{ mm}$ を充足する。

40

【0011】

このリチウム一次電池は、高容量で、放電が進行しても安定して放電を行うことができ

50

る。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本開示の一実施形態に係るリチウム一次電池の一部を鉛直方向における概略的な断面で示した正面図である。

【図 2】本開示の一実施形態に係るリチウム一次電池の評価結果を示す図である。

【図 3】本開示の一実施形態に係るリチウム一次電池の評価結果を示す図である。

【図 4】本開示の一実施形態に係るリチウム一次電池の評価結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本開示の一実施形態に係る円筒形のリチウム一次電池 1 0 の一部を鉛直方向における概略的な断面で示した正面図である。円筒形に関わらず、高さの低いコイン形やボタン形のリチウム一次電池 1 0 も本発明に含まれる。

【 0 0 1 4 】

リチウム一次電池 1 0 は、有底円筒形の外装缶 1 0 0 と、外装缶 1 0 0 に収容された巻回式電極体 2 0 0 と、外装缶 1 0 0 の開口を塞ぐ封口体 3 0 0 と、を具備する。外装缶 1 0 0 は、互いに反対側の開口端部 1 0 1 A、1 0 1 B を有する筒状の側壁 1 0 1 と、側壁 1 0 1 の開口端部 1 0 1 B の開口 5 0 1 B を塞ぐ底 1 0 2 とを有する。封口体 3 0 0 は、溶接により外装缶 1 0 0 の開口端部 1 0 1 A に固定されている。封口体 3 0 0 は、外装缶 1 0 0 の側壁 1 0 1 の開口端部 1 0 1 A の開口 5 0 1 A を塞ぐ。封口体 3 0 0 の中央には開口部が形成されており、この開口部には外部端子 3 3 0 が配されている。外部端子 3 3 0 と封口体 3 0 0 との間には、絶縁性のガスケット 3 1 0 が配されている。

【 0 0 1 5 】

巻回式電極体 2 0 0 は、シート状の正極 2 0 1 とシート状の負極 2 0 2 とをシート状のセパレータ 2 0 3 を介して中心軸 2 0 0 C を中心にスパイラル状に巻回することにより構成されている。正極 2 0 1 および負極 2 0 2 の一方（図示例では、負極 2 0 2 ）には内部リード線 2 1 0 が接続されている。内部リード線 2 1 0 は、外部端子 3 3 0 に溶接等により接続される。正極 2 0 1 および負極 2 0 2 の他方（図示例では、正極 2 0 1 ）には、別の内部リード線 2 2 0 が接続されている。内部リード線 2 2 0 は、外装缶 1 0 0 の内面に溶接等により電氣的に接続される。

【 0 0 1 6 】

負極 2 0 2 は、第 1 主面 2 0 2 A と、第 1 主面 2 0 2 A の反対側の第 2 主面 2 0 2 B とを有する。第 1 主面 2 0 2 A は中心軸 2 0 0 C に向いており、第 2 主面 2 0 2 B は巻回式電極体 2 0 0 の外方に向いている巻回式電極体 2 0 0 では、負極 2 0 2 の第 2 主面 2 0 2 B の全体と第 1 主面 2 0 2 A とがセパレータ 2 0 3 を介して正極 2 0 1 と対向している。巻回式電極体 2 0 0 は、非水電解液 2 0 4 とともに、外装缶 1 0 0 の内部に収納されている。内部短絡防止のために、電極体 2 0 0 の上部および下部には、それぞれ上部絶縁板 2 3 0 A および下部絶縁板 2 3 0 B が配置されている。電極体 2 0 0 と外装缶 1 0 0 の側壁 1 0 1 とは、間隔 C の間隙 2 0 0 D を介して互に対向している。

【 0 0 1 7 】

正極 2 0 1 は、二酸化マンガンを含む正極合剤を含む。負極 2 0 2 は、金属リチウム、およびリチウム合金を含む金属リチウムからなる群より選択される少なくとも一種を含むとともに、第 1 主面 2 0 2 A および第 1 主面 2 0 2 A とは反対側の第 2 主面 2 0 2 B を有する。第 1 主面 2 0 2 A および第 2 主面 2 0 2 B の全体は、正極 2 0 1 と対向している。この場合、電極体 2 0 0 の最外周の電極は正極 2 0 1 になる。リチウム一次電池 1 0 につき以下の条件 (a) ~ (d) を挙げる。負極 2 0 2 の第 1 主面 2 0 2 A および第 2 主面 2 0 2 B の合計面積 S は、 $250\text{ cm}^2 \leq S \leq 700\text{ cm}^2$ を充足する (a)。正極 2 0 1 の厚さ T p は、 $0.8\text{ mm} \leq T p \leq 1.4\text{ mm}$ を充足する (b)。外装缶 1 0 0 の外径 D は、 $25\text{ mm} \leq D \leq 37\text{ mm}$ を充足する (c)。外装缶 1 0 0 と巻回式電極体 2 0 0 との間隔 C は、 $0.3\text{ mm} \leq C \leq 1.0\text{ mm}$ を充足する (d)。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

特許文献 1 ~ 3 では、リチウム一次電池の外装缶 1 0 0 の外径 D が 1 7 mm 程度で、サイズのには単 3 サイズより少し大きい A サイズについて具体的に記載されている。それに対し、本開示のリチウム一次電池は、外装缶 1 0 0 の外径 D が 2 5 mm D 3 7 mm で、サイズのには単 2 ~ 1 サイズ (C ~ D のサイズ) の電池に関する。本開示のリチウム一次電池は、外径としては特許文献 1 ~ 3 の約 1 . 5 ~ 2 倍、電極の面積では約 2 ~ 4 倍と電池のサイズが大型化している。本発明者らは、従来の構成の電池では対応できない課題を、上記 (a) ~ (d) の 4 つの条件を同時に組み合わせることで解決できることを見出した。

【 0 0 1 9 】

電池の放電特性の観点からは、正極 2 0 1 の面積に比べて負極 2 0 2 の面積が重要である。まず、負極 2 0 2 の主面 2 0 2 A、2 0 2 B の合計面積 S について有効な範囲を決定し、負極 2 0 2 の合計面積 S の半分である負極 2 0 2 の面積および負極 2 0 2 の構成成分の比重から効果が得られる負極 2 0 2 の厚さ T_n の範囲を決定する。組み合わせる正極 2 0 1 の厚さ T_p を 0 . 8 mm T_p 1 . 4 mm とすることで巻回式電極体 2 0 0 の構成を最適化する。負極 2 0 2 の合計面積 S が 2 5 0 c m ² より小さくなると、通常の動作の小さな放電電流であれば放電末期まで対応できるが、I C T の通信用の大きなパルス放電電流に対応できない。負極 2 0 2 の合計面積 S が 7 0 0 c m ² より大きくなると、集電効率が低下して I C T の通信用の大きな電流が得られにくくなるとともに、セパレータ 2 0 3 等の副材が増えることで高エネルギー密度化が達成できなくなる。正極 2 0 1 の厚さ T_p が 0 . 8 mm より薄くなると放電時の負極 2 0 2 の厚さの減少に伴う、正極 2 0 1 の膨張による補填のバランスが崩れやすくなり、各放電深度での放電安定が損なわれやすい。正極 2 0 1 の厚さ T_p が 1 . 4 mm より厚くなると正極 2 0 1 の膨張が大きくなりすぎ、逆に放電時の負極 2 0 2 の反応を加速するため、所定の仕込み量の放電容量が得られなくなる。加えて、電極体 2 0 0 自体の最大外径と最小外径の差がさらに大きくなり、断面が真円から遠ざかるため、高密度化が達成できなくなる。

【 0 0 2 0 】

加えて、上記の巻回式電極体 2 0 0 と、外径 D が 2 5 mm D 3 7 mm である外装缶 1 0 0 との間隔 C は、0 . 3 mm C 1 . 0 mm を充足する。初期の放電状態において、巻回式電極体 2 0 0 と外装缶 1 0 0 との間隔 C は非常に重要である。巻回式電極体 2 0 0 は、通常、完全な真円体ではなく、最大外径と最小外径が存在するため、最大径を考慮して、間隔 C を 0 . 3 mm C 1 . 0 mm に範囲に収める必要がある。間隔 C は、好ましくは 0 . 4 mm C 0 . 9 mm である。間隔 C が 0 . 3 mm より小さい部分が生じると、放電が中程度まで進んだ際に、間隔 C がほとんどなくなるか、または巻回式電極体 2 0 0 が外装缶 1 0 0 の内面に完全に圧接した状態となる部分が多くなる。そのため、放電時の電極体 2 0 0 の状態への外装缶 1 0 0 の圧力による影響が大きくなり、反応ムラが発生しやすくなる。間隔 C が 1 . 0 mm より大きくなると、放電末期まで電極体 2 0 0 の多くの部分で外装缶 1 0 0 の内面との間に隙間が発生して、外装缶 1 0 0 による圧力の影響を全く受けないため、放電末期に放電が安定しなくなる。

【 0 0 2 1 】

本開示のリチウム一次電池 1 0 では、上記のような構成により、次のような作用効果が得られる。負極 2 0 2 の第 2 主面 2 0 2 B の全体と第 1 主面 2 0 2 A とが正極 2 0 1 と対向していることで、巻回式電極体 2 0 0 の電極のうち最も外側に位置する電極 (換言すると最外周の電極) が正極 2 0 1 となる。放電が進むにつれて巻回式電極体 2 0 0 が外径方向に膨張していき、外装缶 1 0 0 の内面と巻回式電極体 2 0 0 の外周とが接触する。巻回式電極体 2 0 0 の電極の最外周が正極 2 0 1 であることで、正極 2 0 1 とセパレータ 2 0 3 とが負極 2 0 2 のリチウムを覆うことができる。これにより、正極 2 0 1 が膨張して電極体 2 0 0 と外装缶 1 0 0 の内面とが接すると、外装缶 1 0 0 の反力により正極 2 0 1 の膨張が外側でなく内側に向く。そのため、負極 2 0 2 の放電による厚さの減少をバランスよく補填することができ、電極体 2 0 0 の膨張の応力を緩和し易くなることで、放電深度

10

20

30

40

50

によらず放電末期まで安定した特性が得られる。それに対し、負極 202 の面積が大きく、巻回式電極体 200 の電極の最外周が負極 202 になる場合は、放電の進行に伴う正極 201 の膨張による圧力が外側に向かうため、正極 201 の巻回の終点である最外端に近い負極 202 が容易に切断されてしまい、所定の仕込み量の放電容量は得られなくなり、課題を解決することが困難である。

【0022】

正極 201 の厚さ T_p 、間隔 C 、および負極 202 の合計面積 S は、放電初期のリチウム一次電池 10 における値である。本明細書中、放電初期のリチウム一次電池 10 とは、放電深度 (Depth of Discharge (以下、DOD と称する)) が 10% 以下のリチウム一次電池 10 を意味する。リチウム一次電池 10 は、特性安定化のために、電池電圧を 3.6 V 程度から 3.2 V 程度まで落とすために、電池 10 の組立後に少量の放電処理を実施する。この少量の放電を予備放電とする。この予備放電された状態のリチウム一次電池 10 の未使用品 (工場出荷時) が DOD 0% の状態となる。リチウム一次電池 10 が、未使用状態だけでなく、DOD が 10% 以下の範囲であれば、放電初期のリチウム一次電池 10 について本明細書で定義した値に影響を及ぼさないと考えてよい。DOD 100% は、電池 10 の定格の放電電流 (例えば 1 mA 以上 5 mA 以下の電流) で放電し、電池 10 の電圧が 2 V に到達したときの放電容量 (定格の放電容量、設計容量) のことを指す。定格電流の設定は電池 10 のサイズまたは容量によって異なるが、ある一定の値以下では得られる放電容量に差がなくなる。このときの定格電流に基づく DOD 100% の放電容量を基準として、各 DOD の放電容量を算出する。

【0023】

シート状の負極 202 は、負極 202 の表面の大部分を占める 2 つの主面を有しており、一方の主面を第 1 主面 202 A、第 1 主面 202 A とは反対側の主面 (換言すると、他方の主面) を第 2 主面 202 B とする。シート状の負極 202 は、第 1 主面 202 A および第 2 主面 202 B 以外に、第 1 主面 202 A と第 2 主面 202 B とをつなぐ端面 202 C を備える。各主面の面積とは、シートを平らにした状態において、各主面のシートの厚さ方向への投影面積を言う。なお、各主面において、金属リチウム、およびリチウム合金を含む金属リチウムのどちらも存在しない部分がある場合には、この部分の面積を除いて各主面の面積を算出する。第 1 主面 202 A および第 2 主面 202 B の合計面積 S には、端面 202 C の面積は含まれない。主面 202 A、202 B の合計面積 S は、実質的に、負極 202 の表面のうち、正極 201 に対向している部分の面積である。

【0024】

間隔 C は、外装缶 100 の巻回式電極体 200 が収容されている部分の側壁 101 の内径 D_d と、巻回式電極体 200 の最大径との差である。外装缶 100 の内径 D_d は、リチウム一次電池 10 において電極体 200 の中心軸 200 C に沿った高さ方向の中心で、外装缶 100 の側壁 101 の内周面に沿って複数箇所 (例えば、60° 毎に 3 箇所) の内径 D_d を測定して得られた値を、平均化した値である。電極体 200 の最大径は、電極体 200 の高さ方向の中心における最大径である。電極体 200 の最大径は、電極体 200 の最外周面について測定される。電極体 200 の最外周がセパレータ 203 である場合は、最外周のセパレータ 203 を含めて電極体 200 の最大径が決定される。

【0025】

外装缶 100 の側壁 101 の外径 D は、リチウム一次電池 10 において電極体 200 の高さ方向の中心で、外装缶 100 の側壁 101 の外周面に沿って複数箇所 (例えば、60° 毎に 3 箇所) の外径を測定し、平均化した値である。

【0026】

以下、上記側面に係る円筒形リチウム一次電池 10 の構成についてより具体的に説明する。

【0027】

(巻回式電極体)

(正極)

10

20

30

40

50

正極活物質は、二酸化マンガンを単独で用いてもよく、マンガン酸化物またはフッ化黒鉛などと混合して用いてもよい。二酸化マンガンの場合は、アンモニア、ナトリウム、リチウムなどで中和処理された電解二酸化マンガンを使用することが好ましい。更に焼成した焼成電解二酸化マンガンを使用することが好ましい。具体的には、電解二酸化マンガンを空気中または酸素中で300～450℃で6～12時間程度焼成することが好ましい。二酸化マンガンに含まれるマンガンの酸化数は、代表的に4価であるが、4価に限定されず、多少の減少が許容される。使用可能な二酸化マンガンとして、 MnO 、 Mn_3O_4 、 Mn_2O_3 、 MnO_2 などが挙げられ、一般には、二酸化マンガンを主成分として用いられる。二酸化マンガンは、複数種の結晶状態を含む混晶状態であってもよい。また、未焼成の電解二酸化マンガンを使用する際は、電解合成時の条件により結晶化度を挙げて、比表面積を小さくした二酸化マンガンが好ましい。また、少量であれば化学二酸化マンガンを添加することは可能である。

10

【0028】

正極201は、正極合剤に加えて、通常、正極集電体を含む。正極201は、正極合剤層を含んでもよい。

【0029】

正極201の厚さ T_p は、0.8mm $\leq T_p \leq 1.4$ mmを充足する。高容量化および放電が進行してもより高い放電電圧を確保し易い観点から、 T_p は、1.0mm $\leq T_p \leq 1.3$ mm、または1.1mm $\leq T_p \leq 1.3$ mmであってもよい。

【0030】

20

正極201の厚さ T_p は、放電初期のリチウム一次電池10において、電極体200に含まれる正極201の複数箇所（例えば、10箇所）について測定された厚さの平均値である。正極201の厚さ T_p は、リチウム一次電池10の、電極体200の軸方向に垂直な断面写真について計測される。断面写真は、X線透過またはX線CT（Computed Tomography）などにより得られる。

【0031】

正極合剤は、正極活物質に加え、任意成分として、例えば、結着剤および導電剤を含む。

【0032】

結着剤としては、例えば、フッ素樹脂、ポリアクリロニトリル、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ゴム状重合体が挙げられる。正極合剤は、結着剤を一種含んでもよく、二種以上含んでもよい。

30

【0033】

導電剤としては、炭素材料が好ましい。炭素材料としては、カーボンブラック、カーボンナノチューブ、および黒鉛等が挙げられる。正極合剤は、導電剤を一種または二種以上含んでもよい。導電剤は、正極集電体と正極合剤層との間に存在させてもよい。

【0034】

正極合剤の密度 d_p は、例えば、 $2.5\text{ g/cm}^3 \leq d_p \leq 3.5\text{ g/cm}^3$ である。正極201の電解液の吸液または放電時の膨張、および負極202の溶出により厚さが薄くなることに對して、放電電圧をさらに安定化させ易い観点からは、密度 d_p は、 $2.6\text{ g/cm}^3 \leq d_p \leq 3.3\text{ g/cm}^3$ を充足することが好ましい。

40

【0035】

正極合剤の密度 d_p は、放電初期のリチウム一次電池10から取り出した正極201を溶媒で洗浄し、乾燥させた後、正極201の厚さ T_p と集電体を除く正極合剤の質量および体積から求められる。

【0036】

正極集電体の材質としては、例えば、ステンレス鋼、Al、Tiなどの金属材料が挙げられる。金属材料は、金属単体であってもよく、合金であってもよい。正極集電体としては、例えば、シートおよび多孔体が挙げられる。正極集電体として、金属箔などを用いてもよい。また、多孔質の正極集電体として、金属メッシュ（またはネット）、エキスパンドメタル、パンチングメタルなどを用いてもよい。

50

【 0 0 3 7 】

正極 2 0 1 の製造方法は特に制限されない。正極 2 0 1 は、例えば、正極合剤を、正極集電体に塗布してもよく、多孔質の正極集電体に充填してもよい。また、正極合剤をシート状に成形し、正極集電体に物理的に接触するように積層してもよい。正極 2 0 1 を作製する際には、正極合剤は、必要に応じて、正極合剤の構成成分に加え、液状媒体を用いて、ペースト状または粘土状の形態で用いてもよい。液状媒体としては、例えば、水、および有機液状媒体が挙げられる。液状媒体は、例えば、室温（ 2 0 ～ 3 5 ）で液状である。正極 2 0 1 を作製する適当な段階で、必要に応じて、乾燥を行ってもよく、正極 2 0 1 の厚さ方向への圧縮を行ってもよい。

【 0 0 3 8 】

10

（負極）

負極 2 0 2 は、リチウム合金を含む金属リチウムと金属リチウムとからなる群より選択される少なくとも一種の金属材料を含む。リチウム合金としては、例えば、 $\text{Li}-\text{Al}$ 、 $\text{Li}-\text{Sn}$ 、 $\text{Li}-\text{Ni}-\text{Si}$ 、 $\text{Li}-\text{Pb}$ が挙げられる。リチウム合金に含まれるリチウム以外の金属元素の含有量は、リチウム合金に対して、例えば、0.05 質量%以上 1.0 質量%以下である。

【 0 0 3 9 】

シート状の負極 2 0 2 としては、例えば、金属箔が利用される。シート状の負極 2 0 2 は、上記の金属材料を押出成形することにより形成できる。

【 0 0 4 0 】

20

シート状の負極 2 0 2 には、放電時に負極 2 0 2 が消費されて孤立することを抑制する観点から、一部にテープなどを貼り付けてもよい。テープの幅は電池反応を阻害しない観点から 0.5 mm 以上 3 mm 以下が好ましい。テープは、シート状の負極 2 0 2 の第 1 主面 2 0 2 A および第 2 主面 2 0 2 B のどちらかでもよく、両方に貼り付けてもよい。

【 0 0 4 1 】

本開示では、負極 2 0 2 の第 1 主面 2 0 2 A および前記第 2 主面 2 0 2 B の全体が、正極 2 0 1 と対向している。これによって、巻回式電極体 2 0 0 において最外周に位置する電極が正極 2 0 1 となる。

【 0 0 4 2 】

負極 2 0 2 の容量 C_n および正極 2 0 1 の容量 C_p は、 $C_p \geq C_n$ を充足することが好ましい。放電末期でも、未反応のリチウムが残ることで負極 2 0 2 の厚さがある程度維持されるため、負極 2 0 2 側の効果として反応ムラを低減することができる。負極 2 0 2 の容量 C_n の、正極 2 0 1 の容量 C_p に対する比： C_n / C_p は、1 より大きいことが好ましく、例えば、1.05 以上であり、1.10 以上であってもよい。高いエネルギー密度を確保する観点からは、 C_n / C_p 比は、1.2 以下であることが好ましい。

30

【 0 0 4 3 】

容量 C_n および容量 C_p は、以下の手順で求めることができる。放電初期のリチウム一次電池 1 0 から正極 2 0 1 を取り出し、正極 2 0 1 に含まれる二酸化マンガンの質量を求める。放電初期のリチウム一次電池 1 0 から負極 2 0 2 を取り出し、負極 2 0 2 に含まれる金属リチウムの質量を求める。二酸化マンガンの質量と、二酸化マンガンの理論容量（ 308 mAh/g ）とから、容量 C_p が求められる。負極 2 0 2 に含まれる金属リチウムの質量と、リチウムの理論容量（ 3860 mAh/g ）とから容量 C_n が求められる。

40

【 0 0 4 4 】

シート状の負極 2 0 2 の第 1 主面 2 0 2 A および第 2 主面 2 0 2 B の合計面積 S は、 $250 \text{ cm}^2 \leq S \leq 700 \text{ cm}^2$ を充足する。放電電圧が高く、高容量を得る観点からは、 $265 \text{ cm}^2 \leq S \leq 680 \text{ cm}^2$ であることが好ましく、 $300 \text{ cm}^2 \leq S \leq 500 \text{ cm}^2$ がより好ましい。

【 0 0 4 5 】

（セパレータ）

セパレータ 2 0 3 には、イオン透過性および絶縁性を有する多孔性シートが用いられる

50

。多孔性シートとしては、例えば、微多孔フィルム、織布、不織布が挙げられる。セパレータ203は、単層構造でも多層構造であってもよい。多層構造のセパレータ203としては、例えば、材質および構造の少なくともいずれかが異なる複数の層を含むセパレータ203が挙げられる。3層以上の多層構造を有するセパレータ203では、一部の層（例えば、2層）の材質および構造が同じであってもよく、全ての層で材質および構造の少なくともいずれかが異なってもよい。

【0046】

セパレータ203の材質としては、例えば、高分子材料が挙げられる。高分子材料としては、オレフィン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂（ポリイミド、ポリアミドイミドなど）、セルロース、ポリフェニレンサルファイト、ポリテトラフルオロエチレン等が挙げられる。セパレータ203は、必要に応じて、添加剤を含んでもよい。添加剤としては、無機フィラー等が挙げられる。

10

【0047】

セパレータ203の厚さTsは、例えば、10μm以上200μm以下の範囲から選択できる。セパレータ203を微多孔フィルムで構成する場合、セパレータ203の厚さTsは、例えば、10μm以上80μm以下であってもよい。内部抵抗を低く抑えることができるとともに、放電が進行しても、より高い放電電圧を確保し易い観点からは、微多孔フィルムで構成されたセパレータ203の厚さTsは、30μm以上50μm以下が好ましい。不織布を含むセパレータ203を用いる場合、セパレータ203の厚さTsは100μm以上200μm以下の範囲から選択できる。微多孔フィルムと不織布を組み合わせ

20

【0048】

（その他）

巻回式電極体200は、負極202と正極201とこれらの電極の間に介在するセパレータ203とをスパイラル状に巻回することにより形成される。このとき、負極202の第2主面202Bの全体と第1主面202Aとが正極201と対向するように負極202と正極201とをセパレータ203を介して配置する。

【0049】

巻回式電極体200の最大径は、放電初期のリチウム一次電池10から取り出した電極体200について求められる。より具体的には、最外周面に沿って、巻回軸に垂直な方向に複数箇所（例えば、6箇所）の径を測定し、このうちの最大値を電極体200の最大径とする。電極体200の径はノギス等を用いて測定される。

30

【0050】

（非水電解液）

リチウム一次電池10に利用される非水電解液204は、リチウムイオン伝導性を有する。このような非水電解液204は、非水溶媒と、非水溶媒に溶解したリチウム塩とを含む。

【0051】

リチウム塩としては、ホウフッ化リチウム、六フッ化リン酸リチウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム、リチウムビス（フルオロスルホンイル）イミド、リチウムビス（トリフルオロメチルスルホンイル）イミド、過塩素酸リチウムなどが挙げられる。非水電解液204は、リチウム塩を一種含んでもよく、二種以上組み合わせて含んでもよい。

40

【0052】

非水溶媒としては、例えば、エステル（例えば、炭酸エステル、γ-ブチロラクトンなどのカルボン酸エステルなど）、エーテル（1,2-ジメトキシエタンなど）が挙げられるが、これらに限定されない。炭酸エステルとしては、環状カーボネート（プロピレンカーボネート、エチレンカーボネートなど）、鎖状カーボネート（ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネートなど）などが挙げられる。非水電解液204は、非水溶媒を一種含んでもよく、二種以上組み合わせて含んでもよい。

【0053】

50

非水電解液 204 中のリチウム塩の濃度は、例えば、 0.1 mol/L 以上 3.5 mol/L 以下である。

【0054】

非水電解液 204 は、必要に応じて、添加剤を含んでもよい。添加剤としては、例えば、ビニレンカーボネート、フルオロエチレンカーボネート、ビニルエチルカーボネートが挙げられる。非水電解液 204 は、添加剤を一種含んでもよく、二種以上組み合わせ含んでもよい。

【0055】

(外装缶)

外装缶 100 は、ステンレス鋼、鉄、アルミニウム、またはアルミニウム合金製である。正極 201 が膨張しても外装缶 100 の変形を抑制でき、放電反応のばらつきが軽減され、放電が進行しても放電電圧を安定化させることができる程度の強度を各素材において満たすようにしている。外装缶 100 は、必要に応じて、アニール処理、またはメッキ処理されていてもよい。また、ステンレス鋼製の外装缶 100 を用いることで、長期間の使用にも耐え得る高い耐久性が得られ易い。

10

【0056】

外装缶 100 の厚さ T_c は、 0.25 mm 以上が好ましい。放電の安定性とエネルギー密度の観点からは $0.3 \text{ mm} < T_c < 0.45 \text{ mm}$ が好ましい。

【0057】

外装缶 100 の厚さ T_c は、リチウム一次電池 10 において電極体 200 の高さ方向の中心で、外装缶 100 の内周面に沿って複数箇所（例えば、 60° 毎に 6 箇所）の厚さを測定し、平均化した値である。外装缶 100 の厚さ T_c は、リチウム一次電池 10 の、電極体 200 の中心軸 200C に沿った方向に垂直な断面の写真について、計測される。

20

【0058】

外装缶 100 の側壁 101 の内径 D_d は、リチウム一次電池 10 の、電極体 200 の中心軸 200C の方向に垂直な断面写真について、計測される。上述のように求められる外装缶 100 の内径 D_d (平均値) および電極体 200 の最大径から間隔 C が求められる。

【0059】

本開示の上記側面によれば、外装缶 100 の極性は、正極 201 および負極 202 のいずれであってもよい。本開示では巻回式電極体 200 の最外周は、基本的には 2 つの構成が考えられる。1 つ目は、セパレータ 203 が最外周の電極である正極 201 を完全に被覆し、加えてそのセパレータ 203 の上に巻回された状態を維持できるように最外周の一部にテープを貼り付けた構成である。2 つ目は、最外周の電極である正極 201 をセパレータ 203 が一部又は全くない状態で完全に被覆しておらず、最外周の電極の一部にテープを貼り付け巻回された状態を維持している構成である。外装缶 100 の極性がどちらであっても、過度な物理的振動または落下、電極からの合剤脱離、電極の変形などによる内部短絡リスク低減の観点から、外周の電極の正極 201 を完全に被覆したセパレータ 203 とテープの組合せがより好ましい。また、外部からの衝撃などによりセパレータ 203 またはテープに不具合がまったく起こらないとは限らないので、内部短絡リスク低減の観点からは、外装缶 100 を正極 201、最外周の電極を正極 201 とし、外装缶 100 と最外周の電極とで極性を合わせた方がより好ましい。外装缶 100 と電極とで極性が同じ場合は物理的な圧接をすることも可能であるが、外装缶 100 の内面には絶縁性のコーティングをしておけば、内部短絡リスクをさらに低減できるため、より好ましい。

30

40

【0060】

(封口体)

リチウム一次電池 10 は、通常、外装缶 100 の開口 501A を封口する封口体 300 を含む。封口体 300 は、ステンレス鋼、鉄、アルミニウム、またはアルミニウム合金製である。耐久性と強度とを確保しやすい観点から、封口体 300 は、ステンレス鋼製であることが好ましい。封口体 300 は、必要に応じて、アニール処理またはメッキ処理されていてもよい。

50

【 0 0 6 1 】

外装缶 1 0 0 および封口体 3 0 0 は、それぞれ、電極体 2 0 0 の正極 2 0 1 および負極 2 0 2 のいずれかに電氣的に接続されていてもよい。外装缶 1 0 0 の開口 5 0 1 A は、外装缶 1 0 0 の開口端部 1 0 1 A を封口体 3 0 0 の周縁部にかしめることにより封口されていてもよく、封口体 3 0 0 と外装缶 1 0 0 の開口 5 0 1 A の周縁部とをレーザ溶接することにより封口されていてもよい。前者の方法で封口される場合、外装缶 1 0 0 の開口端部 1 0 1 A と封口体 3 0 0 の周縁部との間には、絶縁性のガスケット 3 1 0 が配置される。後者の方法で封口される場合には、封口体 3 0 0 と、外部端子 3 3 0 とが別部材として構成され、外部端子 3 3 0 と封口体 3 0 0 との間に絶縁性のガスケット 3 1 0 が配置される。長い期待寿命が求められる用途では、外装缶 1 0 0 の開口端部 1 0 1 A と封口体 3 0 0 とをレーザ溶接することが好ましい。この場合、電池 1 0 内への空気の侵入または非水電解液 2 0 4 の揮散による影響を低減できるため、より長い寿命を確保する上で有利である。なお、空気の侵入または非水電解液 2 0 4 の揮散による影響は、使用年数の乗数となるため、使用年数が長くなるほど影響が大きくなると考えられる。

10

【 0 0 6 2 】

(その他)

本開示の上記側面に係るリチウム一次電池 1 0 は、高容量であるとともに、放電が進行しても安定して放電を行うことができる。また、高い出力が得られるとともに、放電が進行しても比較的高い放電電圧を確保することができる。よって、長寿命が得られるとともに、長期間に亘って、パルス電流などの大電流の放電性能を確保できる。そのため、リチウム一次電池 1 0 は、長期間に渡ってパルス電流を放電するように制御された機器に搭載するのに適している。このような機器としては、特に制限されないが、例えば、通信機能を備える I C T 用の機器 (例えば、通信機能を備えるメータ) などが挙げられる。メータとしては、電気メータ、ガスメータ、水道メータなど様々なメータが挙げられる。

20

【 0 0 6 3 】

[実施例]

以下、本開示を実施例および比較例に基づいて具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されない。図 2 から図 4 はリチウム一次電池 1 0 の実施例と比較例の仕様を示す表である。

【 0 0 6 4 】

《 実施例 1 ~ 1 6 および比較例 1 ~ 8 》

(1) 正極の作製

正極 2 0 1 として、4 0 0 で 7 時間焼成した 9 2 質量部の電解二酸化マンガんに、導電剤である 3 質量部のケッチェンブラックと、結着剤である 5 質量部のポリテトラフルオロエチレンと、適量の純水と、を加えて混練し、湿潤状態の正極合剤を調製した。

30

【 0 0 6 5 】

次に、湿潤状態の正極合剤を、ステンレス鋼 (S U S 3 1 6) 製のエキスパンドメタルからなる正極集電体に充填して、正極前駆体を作製した。その後、正極前駆体を、乾燥させ、ロールプレスにより圧延し、所定寸法に裁断し、表に示す厚さ T p を有するシート状の正極 2 0 1 を得た。このとき、設計容量が表に示す値となるように、正極合剤の充填量を調節した。正極 2 0 1 の寸法は、第 1 主面 2 0 2 A および第 2 主面 2 0 2 B の合計面積 S が表に示す値となるような負極 2 0 2 を用いた場合に、電極体 2 0 0 の最外周の電極が正極 2 0 1 となるように調節した。ただし、比較例 1 では、最外周の電極が負極 2 0 2 となるように正極 2 0 1 の寸法を調節した。

40

【 0 0 6 6 】

(2) 負極の作製

シート状の L i と L i - A l 合金 (負極 2 0 2 に含まれるリチウムに対しての A l 含有量 : 0 . 3 質量 %) を、負極 2 0 2 の第 1 主面 2 0 2 A および第 2 主面 2 0 2 B の合計面積 S が表に示す値となるように所定寸法に裁断し、シート状の負極 2 0 2 を得た。負極 2 0 2 に含まれる L i 量が、各実施例および比較例で同じになるようにシートの寸法 (幅、

50

高さ、および／または厚さ)を調節した。

【0067】

負極202の容量 C_n の正極201の容量 C_p に対する比： C_n / C_p は、約1.1とした。

【0068】

(3) 巻回体の作製

正極201の一部から正極合剤を剥がして正極集電体を露出させ、その露出部にステンレス鋼製の正極タブリードを抵抗溶接した。負極202の所定箇所にニッケル製の負極タブリードを圧接により接続した。正極201と負極202とを、これらの間にセパレータ203を介在させて、中心軸200Cを中心にスパイラル状に巻回して巻回体を作製した。巻回体の状態を保持するために、絶縁性のテープで固定することによって、円柱状の巻回式電極体200を構成した。このとき、負極202の第1主面202Aおよび第2主面202Bの合計面積 S が表に示す値となるように正極201と負極202とを積層するとともに、最外周の電極が完全に被覆されるようにセパレータ203を配置した。比較例1以外の例では、電極体200の最外周の電極は正極201であり、比較例1では、電極体200の最外周の電極は負極202であった。

10

【0069】

セパレータ203には、ポリエチレン製の微多孔層(中間層 厚さ $20\mu\text{m}$)と、この中間層を挟む2層のポリプロピレン製の微多孔層(外層 厚さ $10\mu\text{m}$)とで構成された3層構造の微多孔フィルム(厚さ $40\mu\text{m}$)を用いた。

20

【0070】

(4) 非水電解液の調製

プロピレンカーボネート(PC)と、エチレンカーボネート(EC)と、1,2-ジメトキシエタン(DME)とを、体積比1:1:2で混合した非水溶媒に、リチウム塩としてトリフルオロメタンスルホン酸リチウムを 0.5mol/L の濃度で溶解させ、非水電解液を調製した。

【0071】

(5) リチウム一次電池の組み立て

電極体200を、その底部にリング状の下部絶縁板を配置した状態で、表に示す外径 D および厚さ T_c を有する有底円筒形ステンレス鋼(SUS316)製の外装缶100の内部に挿入した。正極タブリードを外装缶100の内底面に抵抗溶接し、上部絶縁板を電極体200の上部に配置した後、負極タブリードを封口体300に固定された外部端子330に抵抗溶接した。次に、非水電解液を外装缶100内に注液し、電極体200に浸透させた。その後、外装缶100の開口501Aの近傍に封口体300を挿入して、外装缶100の開口端部101Aと封口体300の嵌め合わせ部とをレーザ溶接した。このようにして、図1に示す構造を有する密閉型の円筒形リチウム一次電池10を各例につき5個作製した。組み立てた電池10における外装缶100と巻回式電極体200との間隔 C を表に示す。間隔 C は、各電極の厚さおよび長さを調節することによって調節した。その後、電池10の電圧が 3.2V となるように各電池10に予備放電を実施した。

30

【0072】

(6) 評価

作製したリチウム一次電池10を用いて、下記の手順で、異なる放電深度(DOD: Depth of Discharge)における放電電圧を評価した。

40

【0073】

予備放電したリチウム一次電池10をDOD0%とし、 -40°C にて、 500mA で5秒間放電したときの最低電圧を測定した。5個のリチウム一次電池10の最低電圧の平均値を求めた。この平均値をDOD0%のときの放電電圧とした。

【0074】

DOD0%のときの放電電圧を求めたリチウム一次電池10について、 23°C にて 30mA でDOD50%、DOD75%およびDOD85%まで放電した。それぞれの状態で

50

、 - 40 にて 500 mA で 5 秒放電したときの、最低電圧を測定し、平均値を求めた。

【0075】

実施例および比較例の評価結果を図2～図4に示す。実施例1～16は、サンプルA1～A16であり、比較例1～8は、サンプルB1～B8である。

【0076】

図2に示されるように、間隔Cが0.3mm未満または1.0mmを超える場合、DOD50%において放電電圧の落ち込みが見られる(サンプルB2およびサンプルB3)。サンプルB2およびサンプルB3では、DOD75%では、DOD50%のときに比べて、放電電圧は若干高くなるが、DOD85%ではさらに低下する。正極201の厚さTpが0.8mm未満または1.4mmを超える場合にも類似の傾向が見られる(サンプルB4～B6)。換言すると、これらの例では、放電電圧が安定せず、放電が進行すると放電電圧が大きく低下している。このような結果は、サンプルB2、B3、B5、B6では、電解液204の分布のばらつきが大きくなったことで、放電反応のムラが生じたためと考えられる。また、これらの比較例では、正極201の膨張と負極202の収縮とのバランスが取りにくいことで、DOD50%のときに放電電圧が落ち込んだと考えられる。なお、サンプルB6は、第1主面202Aおよび第2主面202Bの合計面積Sが小さい場合の例であるが、反応面積が小さいために初期から放電電圧が比較的低い値になったと考えられる。

10

【0077】

上記の比較例の結果に対して、間隔Cが0.3mm C 1.0mmを充足し、正極201の厚さTpは、0.8mm Tp 1.4mmを充足する場合には、DOD50%のときの放電電圧の落ち込みは見られず、DOD85%のときにも比較的高い放電電圧を維持できている(サンプルA1～A7)。

20

【0078】

第1主面202Aおよび第2主面202Bの全体が正極201と対向していない場合(電極体200の最外周の電極が負極202である場合)、放電が進行するにつれて、放電電圧の低下が顕著であった(サンプルB1)。これは、正極201が最外周にないため、放電時の緩衝作用が得られないため反応ムラが発生し、負極202のリチウム金属が部分的に破断し、電池10の抵抗が上昇したことによると考えられる。外装缶100の外径Dが37mmを超える場合または合計面積Sが700cm²を超える場合にも、放電の進行につれて放電電圧が顕著に低下した(B7)。これは、電極の長さが過度に長くなることで、放電の進行に伴って、負極202の分断箇所が増加したことによると考えられる。外装缶100の外径Dが25mm未満である場合または合計面積Sが250cm²未満である場合には、放電が進行するにつれて放電電圧が大幅に低下した(サンプルB8)。これは、放電反応を行うのに十分な電極の面積が確保し難かったことによると考えられる。

30

【0079】

図3および図4に示されるように、外装缶100の外径Dが、25mmまたは37mmの場合でも、サンプルA1～A7の場合と同様に、DOD50%のときの放電電圧の落ち込みが見られず、放電が進行しても比較的高い放電電圧が安定して得られた。

【産業上の利用可能性】

40

【0080】

本開示の上記側面に係るリチウム一次電池は、高容量で、安定した放電が可能であり、パルス電流を放電するように制御されたICT機器に搭載する用途に適している。このような機器としては、例えば、通信機能を備えるメータ(スマートメータなど)などの通信機能を備える各種機器(電子機器、電気機器など)などが挙げられる。しかし、リチウム一次電池の用途はこれらに限定されない。

【符号の説明】

【0081】

10 リチウム一次電池

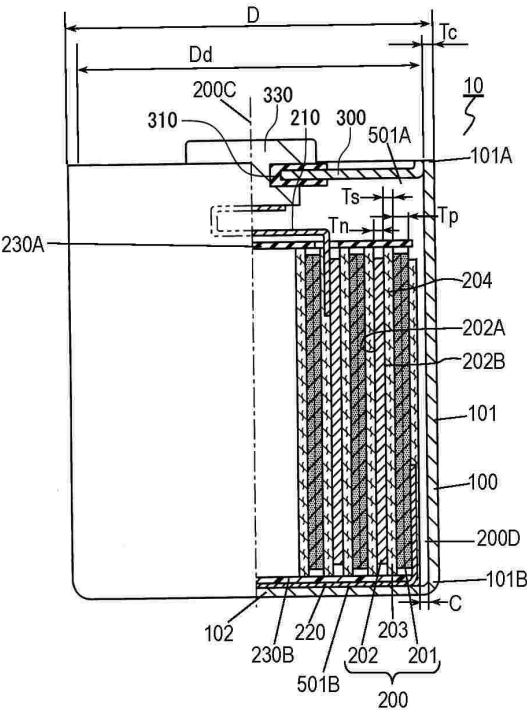
100 外装缶

50

- 2 0 0 巻回式電極体
- 2 0 1 正極
- 2 0 2 負極
- 2 0 3 セパレータ
- 2 0 4 非水電解液
- 2 1 0 内部リード線
- 2 3 0 A 上部絶縁板
- 2 3 0 B 下部絶縁板
- 3 0 0 封口体
- 3 1 0 ガasket
- 3 3 0 外部端子

【図面】

【図 1】



【図 2】

	設計容量 (Ah)	外径D (mm)	間隔C (mm)	正極厚さTp (mm)	面積S (cm ²)	最外電極	ケース厚さTc (mm)	放電圧(V)				
								DOD 0%	DOD 50%	DOD 75%	DOD 85%	DOD 95%
A1	15	33	0.5	1.2	330	正極	0.35	2.46	2.38	2.09	1.88	1.82
A2	15	33	0.3	1.2	330	正極	0.35	2.46	2.28	2.00	1.88	1.82
A3	15	33	1.0	1.2	330	正極	0.35	2.46	2.38	2.09	1.88	1.82
A4	15	33	0.5	1.2	330	正極	0.35	2.46	2.38	2.09	1.88	1.82
A5	15	33	0.5	1.2	330	正極	0.35	2.46	2.38	2.09	1.88	1.82
A6	15	33	0.5	0.8	560	負極	0.35	2.50	2.38	2.00	1.80	1.80
A7	15	33	0.5	1.4	270	負極	0.35	2.38	2.08	1.99	1.80	1.80
B1	15	33	0.5	1.2	330	正極	0.35	2.40	2.28	1.76	1.20	1.20
B2	15	33	0.2	1.2	330	正極	0.35	2.46	1.59	1.76	1.49	1.49
B3	15	33	1.5	0.6	720	正極	0.35	2.45	1.60	1.70	1.32	1.32
B4	15	33	0.5	0.6	720	正極	0.35	2.50	1.84	1.94	1.42	1.42
B5	15	33	0.5	1.6	210	正極	0.35	2.30	1.74	1.80	1.43	1.43
B6	15	33	0.5	2.0	165	正極	0.35	2.10	1.63	1.72	1.38	1.38
B7	25	45	0.5	1.2	750	正極	0.35	2.53	2.30	1.56	1.36	1.36
B8	3	17	0.5	1.2	53	正極	0.35	2.00	1.70	1.40	0.80	0.80

10

20

30

40

50

【図 3】

	設計容量 (Ah)	外径D (mm)	間隔C (mm)	正極厚さTp (mm)	面積S (cm ²)	最外電極	ケース厚さTc (mm)	放電電圧(V)			
								DOD 0%	DOD 50%	DOD 75%	DOD 85%
A8	6	25	0.5	1.2	250	正極	0.35	2.23	2.15	1.90	1.65
A9			0.3	1.2				2.23	2.00	1.86	1.63
A10			1.0	1.2				2.23	2.15	1.90	1.65
A11			0.5	0.8	330			2.44	2.30	2.00	1.76

【図 4】

	設計容量 (Ah)	外径D (mm)	間隔C (mm)	正極厚さTp (mm)	面積S (cm ²)	最外電極	ケース厚さTc (mm)	放電電圧(V)			
								DOD 0%	DOD 50%	DOD 75%	DOD 85%
A12	17	37	0.5	1.2	415	正極	0.35	2.51	2.43	2.14	1.93
A13			0.3	1.2				2.51	2.33	2.05	1.87
A14			1.0	1.2				2.51	2.43	2.14	1.93
A15			0.5	0.8	680			2.51	2.43	2.14	1.93
A16			0.5	1.4	350			2.43	2.13	2.04	1.85

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	
H 0 1 M 50/169(2021.01)	H 0 1 M	50/133
H 0 1 M 50/119(2021.01)	H 0 1 M	50/169
H 0 1 M 50/489 (2021.01)	H 0 1 M	50/119
	H 0 1 M	50/489

大阪府守口市松下町 1 番 1 号 パナソニックエナジー株式会社内

審査官 前田 寛之

(56)参考文献	特開 2 0 0 5 - 1 0 8 6 4 5 (J P , A)
	特開 2 0 0 8 - 1 9 2 5 2 4 (J P , A)
	特開 2 0 0 2 - 0 4 2 7 4 2 (J P , A)
	国際公開第 2 0 2 0 / 0 9 5 5 0 0 (W O , A 1)
	国際公開第 2 0 1 1 / 1 2 1 6 9 3 (W O , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)	
	H 0 1 M 6 / 0 0 - 6 / 2 2
	H 0 1 M 4 / 0 6
	H 0 1 M 5 0 / 1 0 - 5 0 / 1 9 8