

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】令和2年12月17日(2020.12.17)

【公開番号】特開2019-91792(P2019-91792A)

【公開日】令和1年6月13日(2019.6.13)

【年通号数】公開・登録公報2019-022

【出願番号】特願2017-219259(P2017-219259)

【国際特許分類】

H 0 1 G 11/06 (2013.01)

H 0 1 G 11/24 (2013.01)

H 0 1 G 11/64 (2013.01)

H 0 1 G 11/50 (2013.01)

H 0 1 G 11/46 (2013.01)

H 0 1 M 10/0567 (2010.01)

H 0 1 M 4/133 (2010.01)

H 0 1 M 4/131 (2010.01)

H 0 1 M 4/583 (2010.01)

H 0 1 M 4/525 (2010.01)

H 0 1 M 4/505 (2010.01)

H 0 1 M 4/58 (2010.01)

H 0 1 M 4/36 (2006.01)

H 0 1 M 2/02 (2006.01)

H 0 1 M 10/052 (2010.01)

H 0 1 M 10/0569 (2010.01)

H 0 1 M 10/0568 (2010.01)

H 0 1 G 11/26 (2013.01)

【 F I 】

H 0 1 G 11/06

H 0 1 G 11/24

H 0 1 G 11/64

H 0 1 G 11/50

H 0 1 G 11/46

H 0 1 M 10/0567

H 0 1 M 4/133

H 0 1 M 4/131

H 0 1 M 4/583

H 0 1 M 4/525

H 0 1 M 4/505

H 0 1 M 4/58

H 0 1 M 4/36 E

H 0 1 M 2/02 Z

H 0 1 M 2/02 K

H 0 1 M 10/052

H 0 1 M 10/0569

H 0 1 M 10/0568

H 0 1 G 11/26

【手続補正書】

【提出日】令和2年11月9日(2020.11.9)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

[ 1 ] 負極、正極、セパレータ、及びリチウム塩を含む非水系電解液を含む非水系リチウム型蓄電素子であって、

前記負極が、負極集電体と、前記負極集電体の片面上又は両面上に設けられた、負極活物質を含む負極活物質層とを有し、かつ、前記負極活物質はリチウムイオンを吸蔵・放出できる炭素材料を含み、

前記負極活物質層表面の X 線光電子分光測定 ( X P S ) により得られる、 S 2 p スペクトルの 1 6 8 e V のピーク面積に基づいて求めた S の元素濃度を  $S_{168\text{eV}}$  ( a t o m i c % )、 F 1 s スペクトルの 6 8 5 e V のピーク面積に基づいて求めた F の元素濃度を  $F_{685\text{eV}}$  ( a t o m i c % ) とするとき、元素濃度比  $S_{168\text{eV}} / F_{685\text{eV}}$  が、 0 . 0 2 5 以上 0 . 5 以下であり、

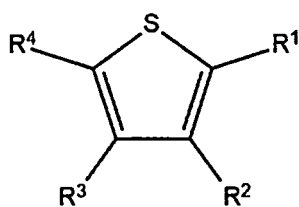
前記正極が、正極集電体と、前記正極集電体の片面上又は両面上に設けられた、正極活物質を含む正極活物質層とを有し、かつ、前記正極活物質は活性炭を含み、

前記正極活物質層の B E T 法により測定される単位面積当たりの比表面積を  $A$  (  $\text{m}^2 / \text{cm}^2$  ) とするとき、  $0.2 < A < 10$  であり、かつ、

前記正極活物質層表面の X 線光電子分光測定 ( X P S ) により得られる、 S 2 p スペクトルの 1 6 4 e V のピーク面積に基づいて求めた S の元素濃度を  $S_{164\text{eV}}$  ( a t o m i c % )、 C 1 s スペクトルの C のピーク面積に基づいて求めた C の元素濃度を  $C$  ( a t o m i c % ) とするとき、元素濃度比  $S_{164\text{eV}} / C$  が、 0 . 0 0 1 以上 0 . 0 5 以下である、非水系リチウム型蓄電素子。

[ 2 ] 前記非水系電解液が、下記化学式 ( 1 ) で表される化合物 X と、下記化学式 ( 2 - 1 ) ~ ( 2 - 5 ) のそれぞれで表される化合物から選択される 1 種以上の化合物 Y とを含む、 [ 1 ] に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

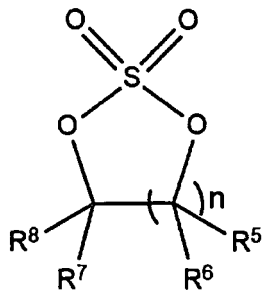
【化 1】



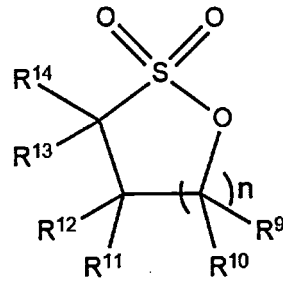
(1)

{式 ( 1 ) 中、  $R^1 \sim R^4$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ホルミル基、炭素数 2 ~ 7 のアシル基、ニトリル基、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 のアルコキシ基、炭素数 2 ~ 7 のアルキルカルボニルオキシ基、又は炭素数 2 ~ 7 のアルキルオキシカルボニル基を表す。}

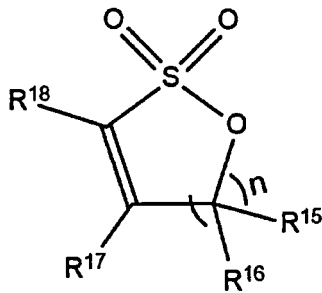
## 【化 2】



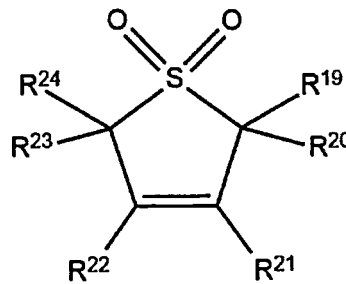
(2-1)



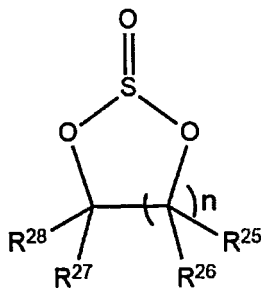
(2-2)



(2-3)



(2-4)



(2-5)

{式(2-1)~(2-5)中の $R^5 \sim R^{28}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1~12のアルキル基、又は炭素数1~12のハロゲン化アルキル基を表し；そして、

式(2-1)~(2-3)及び(2-5)中の $n$ は、それぞれ独立に、0~3の整数である。}

[3] 前記化学式(1)で表される化合物が、チオフェン、2-メチルチオフェン、3-メチルチオフェン、2-シアノチオフェン、3-シアノチオフェン、2,5-ジメチルチオフェン、2-メトキシチオフェン、3-メトキシチオフェン、2-クロロチオフェン、3-クロロチオフェン、2-アセチルチオフェン、及び3-アセチルチオフェンから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-1)で表される化合物が、エチレンスルファート及び1,3-プロピレンスルファートから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-2)で表される化合物が、1,3-プロパンスルトン、2,4-ブタンスルトン、1,4-ブタンスルトン、1,3-ブタンスルトン、及び2,4-ペンタンスルトンから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-3)で表される化合物が、1,3-プロペンスルトン及び1,4-ブテンスルトンから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-4)で表される化合物が、3-スルフォレンであり、そして、

前記化学式(2-5)で表される化合物が、亜硫酸エチレン、1,2-亜硫酸プロピレン、及び1,3-亜硫酸プロピレンから成る群から選択される1種以上である、[2]に

記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 4 ] 前記非水系電解液が、ジメチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、及びフルオロエチレンカーボネートから成る群から選択される少なくとも1種の非水溶媒を含有する、[ 1 ] ~ [ 3 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 5 ] 前記非水系電解液が、 $LiPF_6$  及び  $LiBF_4$  から成る群から選択される1種以上を含有する、[ 1 ] ~ [ 4 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 6 ] 前記非水系電解液が、 $LiN(SO_2F)_2$  を含有する、[ 1 ] ~ [ 5 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 7 ] 前記正極集電体及び前記負極集電体が、それぞれ、無孔の金属箔である、[ 1 ] ~ [ 6 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 8 ] 前記正極活物質に含まれる活性炭が、B J H法により算出した直径20 以上500 以下の細孔に由来するメソ孔量を $V_1$  (cc/g)、M P法により算出した直径20 未満の細孔に由来するマイクロ孔量を $V_2$  (cc/g) とするとき、 $0.3 < V_1 < 0.8$ 、及び $0.5 < V_2 < 1.0$ を満たし、かつ、B E T法により測定される比表面積が $1,500 \text{ m}^2/\text{g}$  以上 $3,000 \text{ m}^2/\text{g}$  以下を示す活性炭を含む、[ 1 ] ~ [ 7 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 9 ] 前記正極活物質に含まれる活性炭が、B J H法により算出した直径20 以上500 以下の細孔に由来するメソ孔量 $V_1$  (cc/g) が $0.8 < V_1 < 2.5$ を満たし、M P法により算出した直径20 未満の細孔に由来するマイクロ孔量 $V_2$  (cc/g) が $0.8 < V_2 < 3.0$ を満たし、かつ、B E T法により測定される比表面積が $2,300 \text{ m}^2/\text{g}$  以上 $4,000 \text{ m}^2/\text{g}$  以下を示す活性炭を含む、[ 1 ] ~ [ 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 10 ] 前記正極活物質が、リチウムイオンを吸蔵及び放出可能な遷移金属酸化物を更に含む、[ 1 ] ~ [ 9 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 11 ] 前記遷移金属酸化物が、層状構造、スピネル構造、及びオリビン構造から選ばれる構造を有する遷移金属酸化物である、[ 10 ] に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 12 ] 前記遷移金属酸化物が、 $Li_x Ni_a Co_b Al_{(1-a-b)} O_2$  { a 及び b は、それぞれ、 $0.2 < a < 0.97$ 、 $0.2 < b < 0.97$  を満たす。 }、 $Li_x Ni_c Co_d Mn_{(1-c-d)} O_2$  { c 及び d は、それぞれ、 $0.2 < c < 0.97$ 、 $0.2 < d < 0.97$  を満たす。 }、 $Li_x CoO_2$ 、 $Li_x Mn_2O_4$ 、 $Li_x FePO_4$ 、 $Li_x MnPO_4$  { x は  $0 < x < 1$  を満たす。 }、及び  $Li_z V_2(PO_4)_3$  { z は  $0 < z < 3$  を満たす。 } から成る群から選択される1種以上である、[ 10 ] 又は [ 11 ] に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 13 ] 前記負極活物質がリチウムイオンでドーブされており、そのドーブ量が、前記負極活物質の単位質量当たり $530 \text{ mAh/g}$  以上 $2,500 \text{ mAh/g}$  以下である、[ 1 ] ~ [ 12 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 14 ] 前記負極活物質のB E T比表面積が $1 \text{ m}^2/\text{g}$  以上 $1,500 \text{ m}^2/\text{g}$  以下である、[ 1 ] ~ [ 13 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 15 ] 前記負極活物質が粒子状であり、その平均粒子径が、 $1 \mu\text{m}$  以上 $10 \mu\text{m}$  以下である、[ 13 ] 又は [ 14 ] に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 16 ] セル電圧4.2 Vでの初期の内部抵抗を $R_a$  ( )、静電容量を $F$  ( F )、電力量を $E$  ( Wh )、電極体を収納している外装体の体積を $V$  ( L )、及び環境温度 - 10 における内部抵抗を $R_b$ とした時、以下の ( a )、( b )、及び ( c ) の要件：

( a )  $R_a$  と  $F$  の積  $R_a \cdot F$  が 0.3 以上 3.0 以下である、

( b )  $E/V$  が 15 以上 50 以下である、及び

( c )  $R_b/R_a$  が 1.0 以下である

を同時に満たす、[ 1 ] ~ [ 15 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 1 7 ] セル電圧 4 . 2 V での初期の内部抵抗を  $R_a$  ( )、セル電圧 4 . 2 V 及び環境温度 6 0 において 2 か月間保存した後の 2 5 における内部抵抗を  $R_c$  ( ) とした時、以下の ( d ) 及び ( e ) の要件：

( d )  $R_c / R_a$  が 0 . 3 以上 3 . 0 以下である、並びに

( e ) セル電圧 4 . 2 V 及び環境温度 6 0 において 2 か月間保存した時に発生するガス量が、2 5 において  $30 \times 10^{-3} \text{ cc / F}$  以下である、

を同時に満たす、[ 1 ] ~ [ 1 6 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 1 8 ] 前記負極、前記正極、前記セパレータ、及び前記非水系電解液が、外装体に収納されており、

前記外装体が、金属缶又はラミネート包材である、[ 1 ] ~ [ 1 7 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

[ 1 9 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子を含む、蓄電モジュール。

[ 2 0 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は [ 1 9 ] に記載の蓄電モジュールを含む、電力回生システム。

[ 2 1 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は [ 1 9 ] に記載の蓄電モジュールを含む、電力負荷平準化システム。

[ 2 2 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は [ 1 9 ] に記載の蓄電モジュールを含む、無停電電源システム。

[ 2 3 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は [ 1 9 ] に記載の蓄電モジュールを含む、非接触給電システム。

[ 2 2 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は [ 1 9 ] に記載の蓄電モジュールを含む、エネルギーハーベストシステム。

[ 2 3 ] [ 1 ] ~ [ 1 8 ] のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は [ 1 9 ] に記載の蓄電モジュールを含む、蓄電システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 4 4】

一方、化合物 Y は、負極活物質表面の X P S において、S 2 p スペクトルを発現する被膜を与える含硫黄化合物の前駆体として機能する。

式 ( 2 - 1 ) ~ ( 2 - 5 ) 中の  $R^5 \sim R^{28}$  における炭素数 1 ~ 1 2 のアルキル基としては、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基が好ましく、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基等である。炭素数 1 ~ 1 2 のハロゲン化アルキル基としては、炭素数 1 ~ 6 のハロゲン化アルキル基が好ましく、例えば、クロロメチル基、ジクロロエチル基、3, 3, 3 - トリフルオロプロピル基、パーフルオロプロピル基等である。

化合物 X として、具体的には、

化学式 ( 2 - 1 ) で表される化合物として例えば、エチレンスルファート、1, 3 - プロピレンスルファート等を；

化学式 ( 2 - 2 ) で表される化合物として例えば、1, 3 - プロパンスルトン、2, 4 - ブタンスルトン、1, 4 - ブタンスルトン、1, 3 - ブタンスルトン、2, 4 - ペンタンスルトン等を；

化学式 ( 2 - 3 ) で表される化合物として例えば、1, 3 - プロペンスルトン、1, 4 - プテンスルトン等を；

化学式 ( 2 - 4 ) で表される化合物として例えば、3 - スルフォレン等を；

化学式 ( 2 - 5 ) で表される化合物として例えば、亜硫酸エチレン、1, 2 - 亜硫酸プロピレン、1, 3 - 亜硫酸プロピレン等を；

それぞれ挙げることができ、それぞれこれらから選択される1種以上を、本実施形態の非水系電解液に含有させるのが好ましい。

非水系電解液中の化合物Yの含有割合は、化学式(2-1)~(2-5)のそれぞれで表される化合物の合計質量が、非水系電解液の全質量に占める割合として、0.01質量%以上4.5質量%以下が好ましく、0.05質量%以上4.0質量%以下がより好ましく、0.1質量%以上3.5質量%以下が更に好ましい。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0157

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0157】

<非水系リチウム型蓄電素子>

本実施形態の非水系リチウム型蓄電素子は、負極、正極、セパレータ、及び非水系電解液が、外装体に収納されて構成される。好ましくは、負極、正極、及びセパレータは、後述する電極積層体又は電極巻回体が、上記の非水系電解液とともに、後述の外装体内に収納されて構成される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0202

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0202】

iii)低温特性の評価( $R_b/R_a$ の算出)

完成した非水系リチウム型蓄電素子について、 $-10$ に設定した恒温槽内に2時間静置した後、恒温槽を $-10$ に保ったまま富士通テレコムネットワークス株式会社製の充放電装置(5V, 360A)を用いて、1.0Bの電流値で4.2Vに到達するまで定電流充電し、続いて4.2Vの定電圧を印加する定電圧充電を、合計で2時間行った。次いで、50Cの電流値で2.2Vまで定電流放電を行って、放電カーブ(時間-電圧)を得た。この放電カーブにおいて、放電時間2秒及び4秒の時点における電圧値から、直線近似にて外挿して得られる放電時間=0秒における電圧を $E_0$ として、下記数式:

降下電圧  $E = 4.2 - E_0$ 、及び

$R_b = E / (10C(\text{電流値}A))$

により、低温内部抵抗 $R_b$ を算出した。

そして、この低温内部抵抗 $R_b$ と、上記「iii)初期時定数の評価( $R_a \cdot F$ の算出)」で求めた常温内部抵抗 $R_a$ とから求めた比 $R_b/R_a$ は、6.2であった。

【手続補正5】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

負極、正極、セパレータ、及びリチウム塩を含む非水系電解液を含む非水系リチウム型蓄電素子であって、

前記負極が、負極集電体と、前記負極集電体の片面上又は両面上に設けられた、負極活物質を含む負極活物質層とを有し、かつ、前記負極活物質はリチウムイオンを吸蔵・放出できる炭素材料を含み、

前記負極活物質層表面のX線光電子分光測定(XPS)により得られる、S2pスペクトルの168eVのピーク面積に基づいて求めたSの元素濃度を $S_{168eV}(\text{atom})$

i c % )、F 1 s スペクトルの 6 8 5 e V のピーク面積に基づいて求めた F の元素濃度を  $F_{685\text{eV}}(\text{atomic}\%)$  とするとき、元素濃度比  $S_{168\text{eV}} / F_{685\text{eV}}$  が、0.025 以上 0.5 以下であり、

前記正極が、正極集電体と、前記正極集電体の片面上又は両面上に設けられた、正極活物質を含む正極活物質層とを有し、かつ、前記正極活物質は活性炭を含み、

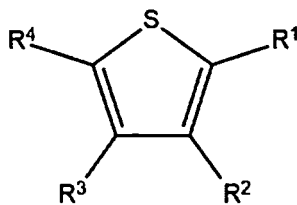
前記正極活物質層の BET 法により測定される単位面積当たりの比表面積を  $A(\text{m}^2 / \text{cm}^2)$  とするとき、 $0.2 < A < 10$  であり、かつ、

前記正極活物質層表面の X 線光電子分光測定 (XPS) により得られる、S 2 p スペクトルの 1 6 4 e V のピーク面積に基づいて求めた S の元素濃度を  $S_{164\text{eV}}(\text{atomic}\%)$ 、C 1 s スペクトルの C のピーク面積に基づいて求めた C の元素濃度を  $C(\text{atomic}\%)$  とするとき、元素濃度比  $S_{164\text{eV}} / C$  が、0.001 以上 0.05 以下である、非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 2】

前記非水系電解液が、下記化学式 (1) で表される化合物 X と、下記化学式 (2 - 1) ~ (2 - 5) のそれぞれで表される化合物から選択される 1 種以上の化合物 Y とを含む、請求項 1 に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

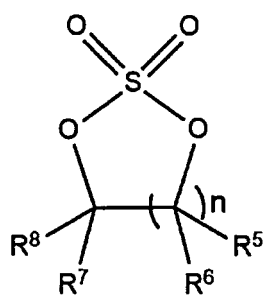
【化 1】



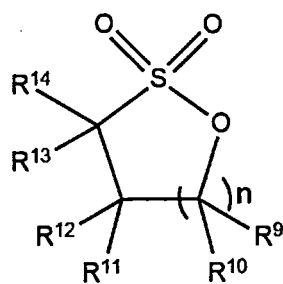
(1)

{式 (1) 中、 $R^1 \sim R^4$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ホルミル基、炭素数 2 ~ 7 のアルキルカルボニル基、ニトリル基、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 のアルコキシ基、炭素数 2 ~ 7 のアルキルカルボニルオキシ基、又は炭素数 2 ~ 7 のアルキルオキシカルボニル基を表す。}

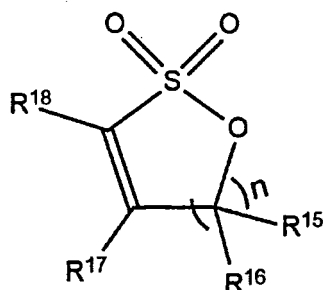
## 【化 2】



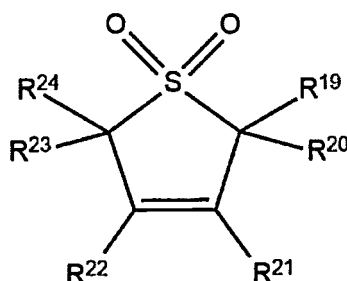
(2-1)



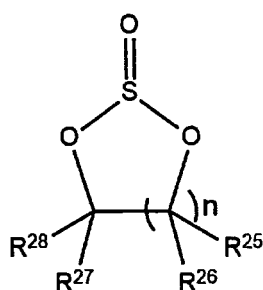
(2-2)



(2-3)



(2-4)



(2-5)

{式(2-1)~(2-5)中の $R^5 \sim R^{28}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1~12のアルキル基、又は炭素数1~12のハロゲン化アルキル基を表し；そして、式(2-1)~(2-3)及び(2-5)中の $n$ は、それぞれ独立に、0~3の整数である。}

## 【請求項3】

前記化学式(1)で表される化合物が、チオフェン、2-メチルチオフェン、3-メチルチオフェン、2-シアノチオフェン、3-シアノチオフェン、2,5-ジメチルチオフェン、2-メトキシチオフェン、3-メトキシチオフェン、2-クロロチオフェン、3-クロロチオフェン、2-アセチルチオフェン、及び3-アセチルチオフェンから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-1)で表される化合物が、エチレンスルファート及び1,3-プロピレンスルファートから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-2)で表される化合物が、1,3-プロパンスルトン、2,4-ブタンスルトン、1,4-ブタンスルトン、1,3-ブタンスルトン、及び2,4-ペンタンスルトンから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-3)で表される化合物が、1,3-プロペンスルトン及び1,4-ブテンスルトンから成る群から選択される1種以上であり、

前記化学式(2-4)で表される化合物が、3-スルフォレンであり、そして、

前記化学式(2-5)で表される化合物が、亜硫酸エチレン、1,2-亜硫酸プロピレン、及び1,3-亜硫酸プロピレンから成る群から選択される1種以上である、請求項2

に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 4】

前記非水系電解液が、ジメチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、及びフルオロエチレンカーボネートから成る群から選択される少なくとも 1 種の非水溶媒を含有する、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 5】

前記非水系電解液が、 $\text{LiPF}_6$  及び  $\text{LiBF}_4$  から成る群から選択される 1 種以上を含有する、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 6】

前記非水系電解液が、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{F})_2$  を含有する、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 7】

前記正極集電体及び前記負極集電体が、それぞれ、無孔の金属箔である、請求項 1～6 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 8】

前記正極活物質に含まれる活性炭が、BJH法により算出した直径 20 以上 500 以下の細孔に由来するメソ孔量を  $V_1$  (cc/g)、MP法により算出した直径 20 未満の細孔に由来するマイクロ孔量を  $V_2$  (cc/g) とするとき、 $0.3 < V_1 < 0.8$ 、及び  $0.5 < V_2 < 1.0$  を満たし、かつ、BET法により測定される比表面積が  $1,500 \text{ m}^2/\text{g}$  以上  $3,000 \text{ m}^2/\text{g}$  以下を示す活性炭を含む、請求項 1～7 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 9】

前記正極活物質に含まれる活性炭が、BJH法により算出した直径 20 以上 500 以下の細孔に由来するメソ孔量  $V_1$  (cc/g) が  $0.8 < V_1 < 2.5$  を満たし、MP法により算出した直径 20 未満の細孔に由来するマイクロ孔量  $V_2$  (cc/g) が  $0.8 < V_2 < 3.0$  を満たし、かつ、BET法により測定される比表面積が  $2,300 \text{ m}^2/\text{g}$  以上  $4,000 \text{ m}^2/\text{g}$  以下を示す活性炭を含む、請求項 1～8 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 10】

前記正極活物質が、リチウムイオンを吸蔵及び放出可能な遷移金属酸化物を更に含む、請求項 1～9 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 11】

前記遷移金属酸化物が、層状構造、スピネル構造、及びオリビン構造から選ばれる構造を有する遷移金属酸化物である、請求項 10 に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 12】

前記遷移金属酸化物が、 $\text{Li}_x\text{Ni}_a\text{Co}_b\text{Al}_{(1-a-b)}\text{O}_2$  { a 及び b は、それぞれ、 $0.2 < a < 0.97$ 、 $0.2 < b < 0.97$  を満たす。 }、 $\text{Li}_x\text{Ni}_c\text{Co}_d\text{Mn}_{(1-c-d)}\text{O}_2$  { c 及び d は、それぞれ、 $0.2 < c < 0.97$ 、 $0.2 < d < 0.97$  を満たす。 }、 $\text{Li}_x\text{CoO}_2$ 、 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_x\text{FePO}_4$ 、 $\text{Li}_x\text{MnPO}_4$  { x は  $0 < x < 1$  を満たす。 }、及び  $\text{Li}_z\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$  { z は  $0 < z < 3$  を満たす。 } から成る群から選択される 1 種以上である、請求項 10 又は 11 に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 13】

前記負極活物質がリチウムイオンでドーブされており、そのドーブ量が、前記負極活物質の単位質量当たり  $530 \text{ mAh/g}$  以上  $2,500 \text{ mAh/g}$  以下である、請求項 1～12 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

【請求項 14】

前記負極活物質の BET 比表面積が、 $1 \text{ m}^2/\text{g}$  以上  $1,500 \text{ m}^2/\text{g}$  以下である、請求項 1～13 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

## 【請求項 15】

前記負極活物質が粒子状であり、その平均粒子径が、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項 13 又は 14 に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

## 【請求項 16】

セル電圧  $4.2\ \text{V}$ での初期の内部抵抗を  $R_a$  ( )、静電容量を  $F$  (  $\text{F}$  )、電力量を  $E$  (  $\text{Wh}$  )、電極体を収納している外装体の体積を  $V$  (  $\text{L}$  )、及び環境温度  $-10$  における内部抵抗を  $R_b$ とした時、以下の ( a )、( b )、及び ( c )の要件：

( a )  $R_a$ と  $F$ の積  $R_a \cdot F$ が  $0.3$ 以上 $3.0$ 以下である、

( b )  $E / V$ が  $15$ 以上 $50$ 以下である、及び

( c )  $R_b / R_a$ が  $10$ 以下である

を同時に満たす、請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

## 【請求項 17】

セル電圧  $4.2\ \text{V}$ での初期の内部抵抗を  $R_a$  ( )、セル電圧  $4.2\ \text{V}$ 及び環境温度  $60$  において2か月間保存した後の  $25$  における内部抵抗を  $R_c$  ( )とした時、以下の ( d )及び ( e )の要件：

( d )  $R_c / R_a$ が  $0.3$ 以上 $3.0$ 以下である、並びに

( e )セル電圧  $4.2\ \text{V}$ 及び環境温度  $60$  において2か月間保存した時に発生するガス量が、 $25$  において $30 \times 10^{-3}\ \text{cc} / \text{F}$ 以下である、

を同時に満たす、請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

## 【請求項 18】

前記負極、前記正極、前記セパレータ、及び前記非水系電解液が、外装体に収納されており、

前記外装体が、金属缶又はラミネート包材である、請求項 1 ~ 17 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子。

## 【請求項 19】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子を含む、蓄電モジュール。

## 【請求項 20】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は請求項 19 に記載の蓄電モジュールを含む、電力回生システム。

## 【請求項 21】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は請求項 19 に記載の蓄電モジュールを含む、電力負荷平準化システム。

## 【請求項 22】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は請求項 19 に記載の蓄電モジュールを含む、無停電電源システム。

## 【請求項 23】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は請求項 19 に記載の蓄電モジュールを含む、非接触給電システム。

## 【請求項 24】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は請求項 19 に記載の蓄電モジュールを含む、エネルギーハーベストシステム。

## 【請求項 25】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の非水系リチウム型蓄電素子、又は請求項 19 に記載の蓄電モジュールを含む、蓄電システム。