

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7658512号  
(P7658512)

(45)発行日 令和7年4月8日(2025.4.8)

(24)登録日 令和7年3月31日(2025.3.31)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 1 N 23/223(2006.01)	G 0 1 N	23/223		
G 0 1 N 23/2209(2018.01)	G 0 1 N	23/2209		
G 0 1 N 1/28(2006.01)	G 0 1 N	1/28	W	

請求項の数 12 (全18頁)

(21)出願番号	特願2024-514924(P2024-514924)	(73)特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(86)(22)出願日	令和5年4月6日(2023.4.6)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/014181	(72)発明者	大森 崇史 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(87)国際公開番号	WO2023/199833	(72)発明者	佐藤 賢治 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(87)国際公開日	令和5年10月19日(2023.10.19)	審査官	嶋田 行志
審査請求日	令和6年7月26日(2024.7.26)		
(31)優先権主張番号	特願2022-66355(P2022-66355)		
(32)優先日	令和4年4月13日(2022.4.13)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ホルダおよびそれを備える分析装置、ならびに電池の分析方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線分析の分析対象である電池を保持するホルダであって、  
前記電池は、正極と、負極とを含み、  
前記ホルダは、  
前記電池を配置するための試料室が内部に形成され、上面に窓が形成されたボディと、  
前記窓に配置されるベリリウム板と、  
前記ベリリウム板の表面に設けられた第1の樹脂部材と、  
前記電池の前記正極と接するように、前記正極と前記第1の樹脂部材との間に設けられる導電部材と、  
前記導電部材に電氣的に接続された正極端子と、  
前記負極に電氣的に接続された負極端子とを備える、ホルダ。

【請求項2】

前記第1の樹脂部材は、ポリイミド樹脂を含んで構成される、請求項1に記載のホルダ。

【請求項3】

前記第1の樹脂部材は、フッ素樹脂を含んで構成される、請求項1に記載のホルダ。

【請求項4】

前記第1の樹脂部材において、前記ベリリウム板に垂直な方向の厚みの合計は100μm以下である、請求項1に記載のホルダ。

【請求項5】

前記導電部材は、アルミニウムを含んで構成される、請求項 1 に記載のホルダ。

【請求項 6】

前記導電部材は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 に記載のホルダ。

【請求項 7】

前記導電部材は、前記第 1 の樹脂部材に蒸着される、請求項 1 に記載のホルダ。

【請求項 8】

前記導電部材は、フィルム状に形成されており、前記正極と前記第 1 の樹脂部材との間に配置される、請求項 1 に記載のホルダ。

【請求項 9】

前記導電部材には、前記窓と重なる位置に開口部が形成されている、請求項 1 に記載のホルダ。 10

【請求項 10】

前記ホルダは、第 2 の樹脂部材をさらに備え、

前記第 2 の樹脂部材は、前記開口部の内部に配置される、請求項 9 に記載のホルダ。

【請求項 11】

電池の分析装置であって、

前記電池を保持するためのホルダと、

前記ホルダに保持された前記電池に励起線を照射し、発生する特性 X 線を分光して波長ごとの強度を検出する分光器と、

前記分光器から出力された信号を処理する信号処理装置とを備え、 20

前記電池は、正極と、負極とを含み、

前記ホルダは、

前記電池を配置するための試料室が内部に形成され、前記励起線の入射方向に窓が形成されたボディと、

前記窓に配置されるベリリウム板と、

前記ベリリウム板の表面に設けられた樹脂部材と、

前記正極と接するように、前記正極と前記樹脂部材との間に設けられる導電部材と、

前記導電部材に電氣的に接続された正極端子と、

前記負極に電氣的に接続された負極端子とを含む、分析装置。

【請求項 12】 30

電池の分析方法であって、

ホルダに保持された前記電池に対して励起線を照射するステップと、

前記電池から発生する特性 X 線を分光して波長ごとの強度を検出するステップと、

前記特性 X 線の波長ごとの強度を示す信号を処理するステップとを備え、

前記電池は、正極と、負極とを含み、

前記ホルダは、

前記電池を配置するための試料室が内部に形成され、前記励起線の入射方向に窓が形成されたボディと、

前記窓に配置されるベリリウム板と、

前記ベリリウム板の表面に設けられた樹脂部材と、 40

前記正極と接するように、前記正極と前記樹脂部材との間に設けられる導電部材と、

前記導電部材に電氣的に接続された正極端子と、

前記負極に電氣的に接続された負極端子とを含む、分析方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はホルダおよびそれを備える分析装置、ならびに電池の分析方法に関し、より特定のには、電池材料の X 線分光分析を行なう際に用いるための電池のホルダに関する。

【背景技術】

【0002】 50

二次電池の開発において、電池を構成する電池材料の充放電による状態変化および劣化による状態変化を調べるために、電池材料のX線分光分析が有効である。特許文献1（国際公開第2019/163023号）には、リチウムイオン電池を解体し、分析対象の電池材料を試料ホルダにセットして分析を行なう、X線分光分析装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第2019/163023号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

一般的に、リチウムイオン電池などの二次電池は、内部の電池材料を保護するために周囲をステンレス等のX線透過率が相対的に低い金属の筐体で覆われているので、そのままでは内部電極のX線測定が困難であるという課題がある。そのため、電池材料のX線分光分析を行なうためには、電池を解体して内部の電池材料を取り出すことが必要であった。しかし、このように電池を解体して分析する手法の場合、まず、分析が面倒になるという問題がある。また、充放電中のある時点の電池材料の状態は分析できても、充放電中の電池材料の継続的な変化を分析することが難しいという問題がある。そのため、電池を解体することなく、電池材料のX線分光分析が行なえる手段が待ち望まれていた。

【0005】

20

本開示は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、電池を解体することなく、電池材料のX線分光分析が行なえるホルダを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様は、X線分析の分析対象である電池を保持するホルダに関する。電池は、正極と、負極とを含む。ホルダは、電池を配置するための試料室が内部に形成される。ホルダは、ボディと、ベリリウム板と、第1の樹脂部材と、導電部材と、正極端子と、負極端子とを備える。ボディは、上面に窓が形成される。ベリリウム板は、窓に配置される。第1の樹脂部材は、ベリリウム板の表面に設けられる。導電部材は、電池の正極と接するように、正極と第1の樹脂部材との間に設けられる。正極端子は、導電部材に電氣的に接続される。負極端子は、負極に電氣的に接続される。

30

【0007】

発明の第2の態様は、電池の分析装置に関する。分析装置は、ホルダと、分光器と、信号処理装置とを備える。ホルダは、電池を保持する。分光器は、ホルダに保持された電池に励起線を照射し、発生する特性X線を分光して波長ごとの強度を検出する。信号処理装置は、分光器から出力された信号を処理する。電池は、正極と、負極とを含む。ホルダは、ボディと、ベリリウム板と、樹脂部材と、導電部材と、正極端子と、負極端子とを備える。ボディは、電池を配置するための試料室が内部に形成され、励起線の入射方向に窓が形成される。ベリリウム板は、窓に配置される。樹脂部材は、ベリリウム板の表面に設けられる。導電部材は、正極と接するように、正極と樹脂部材との間に設けられる。正極端子は、導電部材に電氣的に接続される。負極端子は、負極に電氣的に接続される。

40

【0008】

発明の第3の態様は、電池の分析方法であって、ホルダに保持された電池に対して励起線を照射するステップと、電池から発生する特性X線を分光して波長ごとの強度を検出するステップと、特性X線の波長ごとの強度を示す信号を処理するステップとを備える。電池は、正極と、負極とを含む。ホルダは、ボディと、ベリリウム板と、樹脂部材と、導電部材と、正極端子と、負極端子とを備える。ボディは、電池を配置するための試料室が内部に形成され、励起線の入射方向に窓が形成される。ベリリウム板は、窓に配置される。樹脂部材は、ベリリウム板の表面に設けられる。導電部材は、正極と接するように、正極と樹脂部材との間に設けられる。正極端子は、電氣的に導電部材に接続される。負極端子

50

は、負極に電氣的に接続される。

【発明の効果】

【0009】

本開示によれば、ホルダの窓に配置されたベリリウム板を通して電池材料にX線を照射することによって、電池のX線分光分析を行なうことができる。したがって、電池を解体することなく電池材料の分析が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態に従う分析装置100の構成を示す概略図である。

【図2】装置本体の内部構成を模式的に示す図である。

10

【図3】装置本体の内部構成を模式的に示す図である。

【図4】ホルダの斜視図である。

【図5】ホルダの内部構成の一例を示す断面図である。

【図6】ホルダの窓付近の構成の一例を示す断面図である。

【図7】X線分光分析に関する処理を説明するフローチャートである。

【図8】実施の形態の第1の変形例を説明する断面図である。

【図9】実施の形態の第2の変形例を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

20

【0012】

[1. 分析装置の構成]

図1は本発明の実施の形態に従う分析装置100の構成を示す概略図である。本実施の形態に従う分析装置100は、波長分散型の分光器を備えたX線分光分析装置である。以下では、本実施の形態に係るX線分光分析装置の一例として、波長分散型蛍光X線分析装置を説明する。「波長分散型」は、特性X線を分光素子により分光し、目的の波長ごとの特性X線強度を測定して特性X線スペクトルを検出する方式である。

【0013】

図1を参照して、分析装置100は、装置本体10および信号処理装置20を有する。装置本体10は、試料に励起線を照射し、試料から発生する特性X線を検出するように構成される。本実施の形態に係る分析装置100では、試料はホルダに保持された簡易的な構成を有する電池である。励起線は、典型的にはX線である。特性X線と蛍光X線は同義である。装置本体10により検出された特性X線に対応する検出信号は、信号処理装置20に送信される。

30

【0014】

信号処理装置20は、コントローラ22と、ディスプレイ24と、操作部26とを含む。信号処理装置20は、装置本体10の動作を制御する。また、信号処理装置20は、装置本体10から送信された検出信号を処理し、その分析に基づく結果などをディスプレイ24に表示するように構成される。

40

【0015】

コントローラ22には、ディスプレイ24および操作部26が接続される。ディスプレイ24は、例えば画像を表示可能な液晶パネルで構成される。操作部26は、分析装置100に対するユーザの操作入力を受け付ける。操作部26は、典型的には、タッチパネル、キーボード、マウスなどで構成される。

【0016】

コントローラ22は、主な構成要素として、プロセッサ30と、メモリ32と、通信インターフェイス(I/F)34と、入出力I/F36とを有する。これらの各部は、バスを介して互いに通信可能に接続される。

【0017】

50

プロセッサ 30 は、典型的には、CPU (Central Processing Unit) または MPU (Micro Processing Unit) などの演算処理部である。プロセッサ 30 は、メモリ 32 に記憶されたプログラムを読み出して実行することで、分析装置 100 の動作を制御する。具体的には、プロセッサ 30 は、当該プログラムを実行することによって、電池 B から発生する特性 X 線の検出および、検出した特性 X 線データの分析を含む処理を実現する。なお、図 1 の例では、プロセッサが単数である構成を例示しているが、コントローラ 22 は複数のプロセッサを有する構成であってもよい。

#### 【0018】

メモリ 32 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) およびフラッシュメモリなどの不揮発性メモリによって実現される。メモリ 32 は、

10

#### 【0019】

入出力 I/F 36 は、プロセッサ 30 と、ディスプレイ 24 および操作部 26 との間で各種データをやり取りするためのインターフェイスである。

#### 【0020】

通信 I/F 34 は、装置本体 10 と、各種データをやり取りするための通信インターフェイスであり、アダプタまたはコネクタなどによって実現される。なお、通信方式は、無線 LAN (Local Area Network) などによる無線通信方式であってもよいし、USB (Universal Serial Bus) などを利用した有線通信方式であってもよい。

20

#### 【0021】

##### [ 2 . 波長分散型 X 線分析の原理 ]

図 2 および図 3 は、装置本体 10 の内部構成を模式的に示す図である。図 2 および図 3 を参照して、装置本体 10 は、電池 B が保持されたホルダ H と、励起源 120 と、スリット 130 と、分光結晶 140 と、検出器 150 とを有する。図 2 において、ホルダ H の電池 B が保持される面を X - Y 平面とし、励起源 120 からの励起線の照射方向を Z 軸方向とする。本明細書において、「上」は Z 軸正方向を、「下」は Z 軸負方向を指す。分光結晶 140 および検出器 150 は、本開示における「分光器」を構成する。

#### 【0022】

励起源 120 は、励起光 (励起線) である X 線を電池 B に照射する X 線源である。励起源 120 として、X 線源の代わりに、電子線源を用いてもよい。励起源 120 から発せられた励起光は、電池 B に照射される。図 2 の例では、電池 B の表面に対して垂直に励起光を照射する構成としたが、電池 B の表面に対して傾斜した角度で励起光を照射する構成としてもよい。

30

#### 【0023】

分光結晶 140 においては、特定の結晶面が、結晶の表面に平行になっている。特定の結晶面のみを特性 X 線の検出に用いることができる。これにより、他の結晶面でブラッグ反射した特性 X 線が誤って検出されることを防止することができる。

#### 【0024】

図 3 に示すように検出器 150 は、複数の検出素子 151 を含む。複数の検出素子 151 の各々は、Y 軸方向に延伸している。

40

#### 【0025】

次に、本実施の形態に係る分析装置 100 の動作を説明する。図 2 に示すように、励起源 120 から電池 B に励起線を照射すると、電池 B から特性 X 線が放出される。放出される特性 X 線は、電池 B を構成する物質によって異なる波長を有する。図 2 では、励起源 120 から発せられた励起線が位置 A1 から位置 A2 までの領域に照射される。当該領域から放出された特性 X 線は、スリット 130 を通過して分光結晶 140 へ到達する。図 2 においては、例示的に、位置 A1 および位置 A2 において発生している特性 X 線が破線で示されている。位置 A2 は、X 軸方向において、位置 A1 の正方向にある位置である。位置 A1 および位置 A2 は、各々 Y 軸方向に延在している (図 3 参照)。

50

## 【 0 0 2 6 】

電池 B から放出される特性 X 線は、スリット 1 3 0 を通過して分光結晶 1 4 0 へ照射される。電池 B における特性 X 線の発生位置に応じて、分光結晶 1 4 0 への特性 X 線の入射角が異なる。

## 【 0 0 2 7 】

電池 B から分光結晶 1 4 0 に入射した特性 X 線のうち、ブラッグ反射の条件を満たす波長を有する特性 X 線のみが、分光結晶 1 4 0 で回折されて検出器 1 5 0 に到達する。

## 【 0 0 2 8 】

分光結晶 1 4 0 で回折された特性 X 線は入射角と同じ角度で出射される。よって、ブラッグ反射した特性 X 線は、複数の検出素子 1 5 1 のうちの出射角に対応した位置に配置された検出素子 1 5 1 によって検出される。このように、複数の検出素子ごとに、異なる回折角のブラッグ条件を満たす波長の特性 X 線が検出される。言い換えれば、特性 X 線が検出された検出素子を知ることによって、特性 X 線に含まれる波長を認識することができる。一方で、特性 X 線の波長は物質ごとに異なる。したがって、検出器 1 5 0 において特性 X 線が検出された検出素子を特定することによって、分析対象の電池 B に含まれる物質を特定することができる。

10

## 【 0 0 2 9 】

このように、装置本体 1 0 の分光器は、励起線が照射された電池 B が発生する特性 X 線を分光して波長ごとの強度を検出する。装置本体 1 0 は、各検出素子毎の強度（複数の検出素子ごとの強度）を、信号処理装置 2 0 に送信する。これにより、信号処理装置 2 0 は、複数の波長と、該複数の波長の各々に対応する特性 X 線の強度とを取得できる。

20

## 【 0 0 3 0 】

次に、信号処理装置 2 0 によるピークエネルギーの算出について説明する。エネルギー E と、特性 X 線の波長  $\lambda$  とにおいて、 $E = hc / \lambda$  という式が成り立つ。ここで、h は、プランク定数であり、c は光の速さである。この式により、信号処理装置 2 0 は、エネルギーと、該エネルギーに対応する特性 X 線の強度とを取得する。信号処理装置 2 0 は、特性 X 線の強度がピークとなるエネルギー（以下、「ピークエネルギー」という。）を測定する。

## 【 0 0 3 1 】

以上のように、分析装置 1 0 0 において、装置本体 1 0 の分光器は、励起線が照射された電池 B が発生する特性 X 線を分光して波長ごとの強度を検出する。また、信号処理装置 2 0 は、装置本体 1 0 から出力された信号を処理する。よって、分析装置 1 0 0 は、電池 B の状態を X 線分光分析することができる。

30

## 【 0 0 3 2 】

また、図 2 に例示したように、装置本体 1 0 は、充放電装置 1 7 0 を含んでもよい。充放電装置 1 7 0 は信号処理装置 2 0 のプロセッサ 3 0 により制御される。充放電装置 1 7 0 が後に詳述するホルダ H の正極端子 T 1 および負極端子 T 2 の各々と接続されると、充放電装置 1 7 0 は、電池 B の充放電を制御する。なお、充放電装置 1 7 0 は、電池 B の充放電を制御できればよく、装置本体 1 0 と独立の装置であってもよい。

## 【 0 0 3 3 】

## [ 3 . ホルダおよび電池の構成 ]

次に、電池 B が分析装置 1 0 0 において分析される際に、電池 B が保持されるホルダ H の構成を説明する。

40

## 【 0 0 3 4 】

図 4 は、ホルダ H の斜視図である。図 4 を参照して、ホルダ H は、ボディ 4 と、板部 1 2 と、ベース板 5 1 と、正極端子 T 1 と、負極端子 T 2 とを含む。

## 【 0 0 3 5 】

ベース板 5 1 の上にボディ 4 が配置される。ボディ 4 は、円筒形状のセルボディ 4 2 と、セルボディ 4 2 の上に配置された窓ボディ 4 1 とを含む。ボディ 4 は、内部に電池 B が配置される試料室が形成される。窓ボディ 4 1 において、試料室と励起源 1 2 0 との間に

50

窓Wが形成される。窓Wには、板部12が配置される。ボディ4およびベース板51は金属製であることが好ましい。例えば、ボディ4およびベース板51は、ステンレス製である。

【0036】

正極端子T1および負極端子T2は各々充放電装置170と接続される。電池Bは、正極端子T1および負極端子T2を介して充放電装置170により充放電される。

【0037】

正極端子T1は、ホルダHに設置される電池Bの正極と、充放電装置170とを、電氣的に接続する部分である。図4の例では、正極端子T1は、セルボディ42に接続される金属製の棒状あるいは板状の端子である。正極端子T1は、例えば、セルボディ42と一体に構成されてもよい。このようにすると、正極端子T1とセルボディ42は安定的に接続される。また、例えば、正極端子T1は、セルボディ42と取り外し可能に構成されてもよい。このように構成すると、電池Bが充放電装置170と接続する必要が無いときには、正極端子T1をセルボディ42から取り外すことができる。よって、電池Bの側面はシンプルな円筒形となる。したがって、例えば電池Bを回転させる時などに邪魔にならない。なお、正極端子T1の構成は上記の例に限定されず、例えば正極端子T1は、充放電装置170に電氣的に接続されホルダHに取り外し可能な端子と電池Bの正極との間の部分(例えばボディ4)を含む。

10

【0038】

負極端子T2は、ホルダHに設置される電池Bの負極と充放電装置170とを電氣的に接続する部分である。図4の例では、負極端子T2は、ベース板51に接続される金属製の棒状あるいは板状の端子である。負極端子T2は、例えば、ベース板51と一体に構成されてもよい。このようにすると、負極端子T2とベース板51は安定的に接続される。また、例えば、負極端子T2は、ベース板51と取り外し可能に構成されてもよい。このように構成すると、電池Bが充放電装置170と接続する必要が無いときには、負極端子T2をベース板51から取り外すことができる。よって、電池Bの側面はシンプルな円筒形となる。したがって、例えば電池Bを回転させる時などに邪魔にならない。なお、負極端子T2の構成は上記の例に限定されず、例えば負極端子T2は、充放電装置170と電氣的に接続されホルダHに取り外し可能な棒状の端子と電池Bの負極との間の部分(例えばベース板51)を含む。

20

30

【0039】

図5は、ホルダHの内部構成および電池Bの構成の一例を示す断面図である。ホルダHは、さらに、絶縁板50と、絶縁スペーサ52と、内筒53と、電極ガイド54と、スプリング55と、電極支持部56と、導電部材3を含む。

【0040】

ホルダHの内部には、試料室Rが形成される。図5の例では、試料室Rは、導電部材3と、電極ガイド54と、電極支持部56に囲まれる空間である。試料室Rには電池Bが配置される。

【0041】

電池Bは、正極B1と負極B2とセパレータB3を含む。図5の例において、電池Bはリチウムイオン二次電池である。正極B1は、正極材料B11と正極集電体B12を含む。正極材料B11は、例えば、コバルト、ニッケル、マンガンの単一または複合の金属酸化物、または、 $\text{LiFePO}_4$ のようなリン酸鉄系の材料である。正極集電体B12は、例えばアルミニウムである。負極B2は、負極材料B21と負極集電体B22を含む。負極材料B21は、例えば炭素系材料または合金系の材料である。負極集電体B22は、例えば銅である。セパレータB3は正極B1と負極B2との間に設けられる。セパレータB3は、例えばポリオレフィン製の微多孔膜である。リチウムイオン二次電池の構成、組成および各部の機能については公知であるので、詳細な説明は省略する。

40

【0042】

絶縁板50は、ベース板51の下に設置される。内筒53は、ベース板51の上、かつ

50

、セルボディ 4 2 の内側に設置される。内筒 5 3 の内側には、電極ガイド 5 4 と、電極支持部 5 6 と、試料室 R 内に配置される電池 B とが設置される。絶縁スペーサー 5 2 は、ベース板 5 1 とセルボディ 4 2 との間に設置され、ベース板 5 1 とセルボディ 4 2 とを電氣的に絶縁する。

【 0 0 4 3 】

絶縁板 5 0 と内筒 5 3 と絶縁スペーサー 5 2 とは、電気を絶縁する材料で構成される。絶縁板 5 0 と内筒 5 3 と絶縁スペーサー 5 2 は、例えばポリフェニレンサルファイド ( P P S ) で構成される。

【 0 0 4 4 】

電極ガイド 5 4 は、スプリング 5 5 を保持する。スプリング 5 5 は、電極支持部 5 6 が上から押された場合の押付力を生成する。電極支持部 5 6 は、スプリング 5 5 の上に配置され、スプリング 5 5 の押付力を、電池 B に伝える。これにより、電池 B の負極 B 2 は、電極支持部 5 6 に密着する。また、電池 B の正極 B 1 は、導電部材 3 に密着する。

10

【 0 0 4 5 】

電極支持部 5 6 およびスプリング 5 5 は、導電性のある材料で構成される。電極支持部 5 6 およびスプリング 5 5 は、例えばステンレス製である。電極ガイド 5 4 は、例えば P P S で構成される。

【 0 0 4 6 】

このように構成すれば、矢印 A R 2 に示すように、電池 B の負極 B 2 は、電極支持部 5 6 とスプリング 5 5 とベース板 5 1 とを介して、負極端子 T 2 に導通する。

20

【 0 0 4 7 】

導電部材 3 は、電池 B の正極 B 1 と接するように、電池 B の正極 B 1 と板部 1 2 との間に設けられる。導電部材 3 は、導電性の材料で構成される。このように構成すれば、矢印 A R 1 に示すように、電池 B の正極 B 1 は、導電部材 3 とセルボディ 4 2 とを介して、正極端子 T 1 に導通する。

【 0 0 4 8 】

窓ボディ 4 1 と、板部 1 2 と、導電部材 3 とは、試料室 R に対する蓋の役割を果たす。以下、窓ボディ 4 1 と、板部 1 2 と、導電部材 3 とを合わせて「蓋部」と称する。ユーザはこの蓋部を開けて、試料室 R に電池 B を配置する。

【 0 0 4 9 】

[ 4 . 電池ホルダの窓部付近の詳細な構成 ]

図 6 は、ホルダ H の窓 W 付近の構成の一例を示す断面図である。なお、図 6 以降では、電極支持部 5 6 より下部の構成についての記載は省略されている。

30

【 0 0 5 0 】

矢印 A R 3 は、励起源 1 2 0 から電池 B に照射される励起線を示す。矢印 A R 4 は、電池 B から発生し、分光器により検出される特性 X 線を示す。図 6 の例では、電池 B の正極 B 1 の正極材料 B 1 1 に励起線が照射され ( 矢印 A R 3 ) 、正極材料 B 1 1 から特性 X 線が発生する ( 矢印 A R 4 ) 。

【 0 0 5 1 】

板部 1 2 は、樹脂部材 2 A , 2 B と、ベリリウム板 1 とを含む。樹脂部材 2 A , 2 B は、「第 1 の樹脂部材」の一実施例に対応する。

40

【 0 0 5 2 】

ベリリウム板 1 には、樹脂部材 2 A , 2 B が表面に設けられている。ベリリウムは X 線透過性が高い一方で、人体に影響がある恐れがある金属である。よって、樹脂部材 2 A , 2 B によりベリリウムが直接大気中に暴露されることを防止することで、ユーザは、ベリリウムの人体への影響を懸念しすぎることなくホルダ H を取り扱うことができる。例えば、ユーザにおいて、X 線分光分析のために、ホルダ H 内へ電池 B を組み込む時の安心感が高まる。樹脂部材 2 A , 2 B は、X 線透過性が高く、かつ、X 線損傷の少ない樹脂により構成されることが好ましい。X 線透過性が高い樹脂とは、たとえば低密度の樹脂である。X 線損傷の少ない樹脂とは、環状構造を有する樹脂である。このように樹脂部材 2 A , 2

50

Bを構成すれば、樹脂部材2A, 2BのX線透過性は高い。すなわち、矢印AR3およびAR4で示したように、励起源120から照射される励起線および正極B1から発生する特性X線は、樹脂部材2A, 2Bを透過する。上記したとおりベリリウム板1もX線透過性が高いので、励起源120から照射される励起線および正極B1から発生する特性X線は、板部12も透過する。すなわち、板部12越しにX線分光分析が可能である。

#### 【0053】

樹脂部材2A, 2Bは、具体的には例えば、ポリイミド樹脂を含んで構成される。ポリイミド樹脂は、X線透過性が高いことに加え、優れた機械強度、優れた薬品耐性を有する頑丈な樹脂である。よって、ポリイミド樹脂を表面に設けることで、ベリリウム板が露出する可能性が低減される。すなわち、板部12の取り扱いがさらに容易になる。また、樹脂部材2A, 2Bの他の例は、フッ素樹脂であるPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）である。樹脂の種類、照射する励起線の強度、温度などによっては、樹脂部材2A, 2Bに含まれる水分が電池反応以外の副反応を引き起こし、測定精度に悪影響を与える可能性がある。樹脂部材2A, 2Bとして撥水性の高いフッ素樹脂を使うことで、この問題を抑制することができる。また、樹脂部材2A, 2Bは互いに異なる材料で作られていてもよい。例えば、電解液と接しにくい上面側の樹脂部材2Aはポリイミド樹脂とし、下面側の樹脂部材2Bはフッ素樹脂としてもよい。樹脂部材2A, 2Bのさらに他の例は、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）である。

10

#### 【0054】

また、樹脂部材2A, 2Bは、ベリリウム板1に垂直な方向（Z軸方向）の厚みの合計は100μm以下であることが好ましい。このように構成すれば、樹脂部材2A, 2BによるX線透過性は十分に高い。樹脂部材2A, 2Bは薄くてもベリリウムを露出させない効果としては充分であるため、例えば市販されている中で最も薄い部類の12.5μmの厚さのフィルムであってもよい。すなわち、樹脂部材2A, 2Bの厚さは、X線透過性と、製造者およびユーザの取り扱いの容易さを鑑みて、決定してもよい。

20

#### 【0055】

導電部材3は、アルミニウムを含んで構成されることが好ましい。アルミニウムは、X線透過性が高い金属である。一方でアルミニウムは、ベリリウムとは異なり、人体への影響も懸念されないため、取り扱いが容易である。加えて、アルミニウムは導電性も高いため、電池Bの正極B1と正極端子T1との導通も担保される。よって、このように構成すれば、電池BはホルダHに保持されたままでX線分光分析が可能であり、充放電も可能である。また、導電部材3の取り扱いも容易である。よって、本明細書において、特に言及しない限り、導電部材3はアルミニウム製であるとする。

30

#### 【0056】

導電部材3は、例えば、樹脂部材2Bに蒸着するように構成される。後述するように、導電部材3は箔部材であってもよいが、導電部材3を蒸着させて樹脂部材2Bに一体化させた場合、導電部材3が樹脂部材2Bと別体である場合に比べて、ユーザにとって取り扱いがしやすい。例えば、ユーザが試料室Rに電池Bを入れるときに誤って導電部材3を落とすおそれなくなる。

#### 【0057】

また、導電部材3は直接ベリリウム板1の下面に蒸着されるように構成してもよい。この場合、樹脂部材2Aのみがベリリウム板1の上面に設けられ、樹脂部材2Bを設けない構成としてもよい。このように構成しても、ベリリウム板1の下面は露出されず、樹脂部材2Bが除去される分、窓WにおけるX線透過性も上がる。一方で、繰り返し使用により導電部材3が剥離してしまいベリリウム板1が露出してしまう可能性を鑑みると、導電部材3を樹脂部材2Bを蒸着したベリリウム板1の下面に蒸着する構成の方が安全性が高い。

40

#### 【0058】

導電部材3は、フィルム状に形成されて、電池Bの正極B1と樹脂部材2Bとの間に配置されてもよい。この場合、ユーザは、試料室Rに電池Bを入れるときに導電部材3を落とさないように気をつける必要がある。しかし一方で、製造時に導電部材3を樹脂部材2

50

Bに蒸着するコストと手間が省略できる。導電部材3を樹脂部材2Bに蒸着するか、フィルム状に形成して樹脂部材2Bとの間に配置するかは、各々のメリットおよびデメリットを鑑みて、製造者が適宜選択してよい。

【0059】

導電部材3は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。このように構成すれば、導電部材3のX線透過性は十分に高い。よって、励起源120から照射される励起線および正極B1から発生する特性X線は、導電部材3も透過する。

【0060】

このように構成すれば、励起源120から照射される励起線は、樹脂部材2A, 2B、ベリリウム板1および導電部材3を透過して、電池Bの正極B1に照射される。また、正極B1から発生する特性X線は、導電部材3、樹脂部材2A, 2Bおよびベリリウム板1を透過して分光器に検出される。したがって、電池Bを解体することなく、電池材料のX線分光分析を行なうことができる。

10

【0061】

[5. 従来の電池ホルダとの比較]

リチウムイオン電池の電池材料は、充放電および劣化によって構造および組成の状態が変化する。この状態変化はX線分光分析により分析可能である。ゆえに、リチウムイオン電池の開発において、電池材料のX線分光分析が有用である。

【0062】

一方で、リチウムイオン電池の電池材料は大気中の水分および酸素との反応性が高い。ゆえに、開発用のリチウムイオン電池も、大気の侵入を防ぐために金属でラミネートされた構成を有する。具体的には、例えば、電池材料はステンレス製のセルボディおよびステンレス製の蓋で封止される。しかし、ステンレス等の金属ラミネートはX線の吸収が大きいため、ラミネートされたままでは電池材料のX線分光分析を行なうことができない。よって、従来では、特許文献1に示されるように、電池を解体して、電池材料の1つである正極材料だけを取り出して分析を行なう場合が一般的であった。

20

【0063】

しかし、このように一度解体してX線分光分析を行なったリチウムイオン電池の電池材料を用いて、解体前の電池の状態を完全に復元することは、技術的には非常に難しい。具体的には、例えば、復元時に電池材料の損傷が生じてしまうおそれがある。また、例えば、電池材料の接触条件が変化してしまい、接触抵抗のような電気的特性が変化してしまうおそれがある。よって、この手法においては充放電中の電池材料の継続的な構造変化を分析することは難しい。

30

【0064】

ゆえに、ユーザにとって、電池を解体することなく、電池材料のX線分光分析が行なえる手法が待ち望まれていた。

【0065】

そこで、本実施の形態に係る分析装置100では、ホルダHの窓Wに、表面に樹脂部材2A, 2Bを設けたベリリウム板1を含む板部12を配置する。これにより、板部12越しに、電池材料にX線を照射することで、電池材料の非破壊X線分光分析が行なえる。

40

【0066】

加えて、本実施の形態においては、ホルダHに電池Bを設置したままで、電池材料のX線分光分析を行なうことができる。すなわち、電池BのX線分光分析と充放電とを繰り返し順に行なうことが容易である。よって、充放電中の電池材料の離散的な変化を分析することができる。加えて、図3に示したように、装置本体10に、充放電装置170が含まれる場合、電池Bの充放電を行ないながらリアルタイムでX線分光分析を行なうことも可能である。この場合、充放電中の電池材料の連続的な変化を分析することができる。従って、本実施の形態に従うホルダHを用いれば、設置された電池Bの継続的な変化を分析することができる。

【0067】

50

[ 6 . 分析装置における処理の流れ ]

上記のような電池 B が設置されたホルダ H を用いて、分析装置 1 0 0 は、以下のような処理に基づいて電池 B の X 線分光分析を行なう。

【 0 0 6 8 】

図 7 は、X 線分光分析に関する処理を説明するフローチャートである。図 7 の処理は、分析装置 1 0 0 によって実行される。

【 0 0 6 9 】

図 7 の処理を行なう前に、まず、ユーザはホルダ H の蓋部を開けて、電池 B を組み込む。続いて、ユーザは例えば充放電装置 1 7 0 により電池 B の充放電を行なう。

【 0 0 7 0 】

充放電装置 1 7 0 が装置本体 1 0 に含まれる場合、ユーザはまず装置本体 1 0 に、ホルダ H を設置し、充放電装置 1 7 0 を接続して、電池 B の充放電を行なう。一方で、充放電装置 1 7 0 が装置本体 1 0 外に設けられる場合、ユーザはまず充放電装置 1 7 0 にホルダ H を接続して電池 B の充放電を行ない、その後、装置本体 1 0 にホルダ H を移動させる。

【 0 0 7 1 】

図 7 を参照して、ステップ S T 0 2 において、信号処理装置 2 0 のプロセッサ 3 0 は、ユーザが操作部 2 6 により分析開始の指示を入力したか否かを判定する。分析開始の指示の入力がなかった場合（ステップ S T 0 2 において N O ）、プロセッサ 3 0 はステップ S T 0 2 を繰り返す。

【 0 0 7 2 】

分析開始の指示の入力があった場合（ステップ S T 0 2 において Y E S ）、ステップ S T 0 4 において、プロセッサ 3 0 の指令により、装置本体 1 0 の励起源 1 2 0 は、電池 B が配置される試料室 R が内部に形成されるホルダ H に対して、励起線を照射する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S T 0 6 において、分光器は、電池 B が発生する特性 X 線を分光して波長ごとの強度を検出する。また、検出された特性 X 線の波長ごとの強度を示す信号は、信号処理装置 2 0 に送信される。

【 0 0 7 4 】

ステップ S T 0 8 において、信号処理装置 2 0 のプロセッサ 3 0 は、特性 X 線の波長ごとの強度を示す信号を処理する。ステップ S T 1 0 において、プロセッサ 3 0 は、処理の結果をメモリ 3 2 に格納する。また、プロセッサ 3 0 は、処理の結果をディスプレイ 2 4 に表示し、処理を終了する。

【 0 0 7 5 】

以上の処理により、分析装置 1 0 0 は、ホルダ H に設置された電池 B を分解することなく X 線分光分析を行なうことができる。また、分析装置 1 0 0 は、X 線分光分析の結果を、ユーザに通知することができる。

【 0 0 7 6 】

[ 7 . 変形例 ]

以下の変形例においては、分光器で検出される特性 X 線の強度を向上するためのホルダの構成について説明する。

【 0 0 7 7 】

( 変形例 1 )

図 8 は、実施の形態の第 1 の変形例を説明する断面図である。図 8 を参照して、導電部材 3 B には、窓 W と重なる位置に開口部 3 1 が形成されている。開口部 3 1 の形態は、例えば円形または方形であるが、これに限定されない。

【 0 0 7 8 】

図 6 で示した導電部材 3 は、X 線透過性が高いものであるが、全ての X 線を透過するものではない。そこで、図 8 のように導電部材 3 B を構成すれば、励起源 1 2 0 からの励起線は、導電部材 3 B の開口部 3 1 を通過し、試料である電池 B に照射される。すなわち、電池 B に照射される励起線は、導電部材 3 B により減衰されない。よって、励起線の強度

10

20

30

40

50

は、導電部材 3 に開口部 3 1 が形成されていないときに比べ、強くなる。

【 0 0 7 9 】

また、電池 B において生成される特性 X 線も、導電部材 3 B の開口部 3 1 を通過し、分光器に到達する。すなわち、分光器に到達する特性 X 線は、導電部材 3 B により減衰されない。よって、特性 X 線の強度は、導電部材 3 に開口部 3 1 が形成されていないときに比べ、強くなる。

【 0 0 8 0 】

すなわち、導電部材 3 B に開口部 3 1 が形成されることで、励起源 1 2 0 から同じ強さの励起線が照射された場合でも、導電部材 3 に開口部 3 1 が形成されていない場合より強い強度の特性 X 線が検出できる。よって、より S / N 比の高い分析結果を得ることができる。

10

【 0 0 8 1 】

このようにホルダ H が構成される場合、導電部材 3 B による励起線および特性 X 線の減衰を考慮する必要がなくなるので、開口部 3 1 が形成されない場合に比べて、導電部材 3 B の厚みは大きくてもよい。例えば、導電部材 3 B の厚みは 1 0 μ m 以上でもよい。導電部材 3 B の厚みを大きく構成することで、導電部材 3 B の剛性も大きくなる。すなわち、ユーザおよび製造者にとって導電部材 3 B の取り扱いがしやすくなる。また、ホルダ H の組み立て時に、導電部材 3 B の端が不適切にめくれてしまうような、導電部材 3 B の不具合も起こりにくくなる。

【 0 0 8 2 】

また、導電部材 3 B による励起線および特性 X 線の減衰を考慮する必要がなくなるので、導電部材 3 B は、たとえば銅のように、アルミニウムより X 線透過性が低く導電性の高い物質を用いることができる。このように構成すれば、導電部材 3 B に利用できる材料の選択肢が広がる。

20

【 0 0 8 3 】

( 変形例 2 )

図 9 は、実施の形態の第 2 の変形例を説明する断面図である。図 9 を参照して、導電部材 3 B の開口部 3 1 の内部に樹脂部材 2 C が配置されている。樹脂部材 2 C は、「第 2 の樹脂部材」の一実施例に対応する。樹脂部材 2 C は、開口部 3 1 と同じ厚みを有することが好ましい。

30

【 0 0 8 4 】

樹脂部材 2 C は、一例として、フィルム状に形成され、正極 B 1 と樹脂部材 2 B との間に配置される。この場合、樹脂部材 2 C は、例えば、X 線の照射範囲より大きく、開口部 3 1 より小さいサイズを有する。樹脂部材 2 C の他の例は、ペースト状の樹脂を開口部 3 1 に充填することにより構成されるものである。この場合、樹脂部材 2 C は、例えば、開口部 3 1 と同じサイズを有する。

【 0 0 8 5 】

このように構成すれば、開口部 3 1 に対応する部分の電池 B において、電池 B に対するスプリング 5 5 による下側 ( Z 軸負側 ) からの押付力で歪み等の変形が生じることを、介在物 ( 樹脂部材 2 C ) による物理的な干渉で防止することができる。

40

【 0 0 8 6 】

樹脂部材 2 C は、X 線透過性が高く、かつ、X 線損傷の少ない樹脂により構成されることが好ましい。樹脂部材 2 C は、例えばポリイミド樹脂により構成される。このように構成すれば、励起源 1 2 0 からの励起線は、板部 1 2 および樹脂部材 2 C を通過し、試料である電池 B に照射される。また、電池 B において生成される特性 X 線も、樹脂部材 2 C および板部 1 2 を通過し、分光器に到達する。すなわち、電池 B を解体することなく、電池材料の X 線分光分析が可能である。

【 0 0 8 7 】

[ 態様 ]

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理

50

解される。

【0088】

(第1項)一態様に係るホルダは、X線分析の分析対象である電池を保持するホルダである。電池は、正極と、負極とを含む。ホルダは、電池を配置するための試料室が内部に形成される。ホルダは、ボディと、ベリリウム板と、第1の樹脂部材と、導電部材と、正極端子と、負極端子とを備える。ボディは、上面に窓が形成される。ベリリウム板は、窓に配置される。第1の樹脂部材は、ベリリウム板の表面に設けられる。導電部材は、電池の正極と接するように、正極と第1の樹脂部材との間に設けられる。正極端子は、導電部材に電氣的に接続される。負極端子は、負極に電氣的に接続される。

【0089】

第1項に記載のホルダによれば、ホルダの窓に配置されたベリリウム板を通して電池材料にX線を照射することによって、電池のX線分光分析を行なうことができる。したがって、電池を解体することなく電池材料の分析が可能である。

【0090】

(第2項)第1項に記載のホルダにおいて、第1の樹脂部材は、ポリイミド樹脂を含んで構成されてよい。

【0091】

ポリイミド樹脂は、X線透過性が高い。すなわち、第2項に記載のホルダによれば、第1の樹脂部材およびベリリウム板からなる板部越しに、電池のX線分光分析を行なうことが容易である。また、ポリイミド樹脂は、優れた機械強度、優れた薬品耐性を有する頑丈な樹脂である。よって、ポリイミド樹脂を含む樹脂部材を表面に設けることで、ベリリウム板が露出する可能性を低減することができる。すなわち、第2項に記載のホルダによれば、板部の取り扱いも容易である。

【0092】

(第3項)第1または2項に記載のホルダにおいて、第1の樹脂部材は、フッ素樹脂を含んで構成されてよい。

【0093】

樹脂の種類、照射する励起線の強度、温度などによっては、第1の樹脂部材に含まれる水分が電池反応以外の副反応を引き起こし、測定精度に悪影響を与える可能性がある。よって、第3項に記載のホルダによれば、第1の樹脂部材として撥水性の高いフッ素樹脂を使うことで、この問題を抑制することができる。

【0094】

(第4項)第1～3項のいずれか1項に記載のホルダにおいて、第1の樹脂部材において、ベリリウム板に垂直な方向の厚みの合計は100μm以下であってよい。

【0095】

第4項に記載のホルダによれば、第1の樹脂部材によるX線透過性は十分に高い。

(第5項)第1～4項のいずれか1項に記載のホルダにおいて、導電部材は、アルミニウムを含んで構成されてよい。

【0096】

アルミニウムは、ベリリウムについて、X線透過性が高い金属である。一方でアルミニウムは、ベリリウムに比べて、人体への影響も懸念されないため、取り扱いが容易である。第5項に記載のホルダによれば、電池はホルダに配置されたままでX線分光分析が可能である。また、導電部材の取り扱いも容易である。

【0097】

(第6項)第1～5項のいずれか1項に記載のホルダにおいて、導電部材は、0.1μm以上10μm以下であってよい。

【0098】

第6に記載のホルダによれば、導電部材のX線透過性は十分に高い。

(第7項)第1～6項のいずれか1項に記載のホルダにおいて、導電部材は、第1の樹脂部材に蒸着されてよい。

10

20

30

40

50

## 【0099】

第7項に記載のホルダによれば、導電部材が第1の樹脂部材と別体である時に比べて、ユーザにとって取り扱いがしやすい。

## 【0100】

(第8項)第1～7項のいずれか1項に記載のホルダにおいて、導電部材は、フィルム状に形成されており、正極と第1の樹脂部材との間に配置されてよい。

## 【0101】

第8項に記載のホルダによれば、製造時に導電部材を第1の樹脂部材に蒸着するコストと手間が省略できる。

## 【0102】

(第9項)第1～8項のいずれか1項に記載のホルダにおいて、導電部材には、窓と重なる位置に開口部が形成されていてよい。

## 【0103】

第9項に記載のホルダによれば、開口部においては、照射源から同じ強さの励起線が照射された場合でも、導電部材に開口部が形成されていない場合より、強い強度の特性X線が検出できる。よって、よりS/N比の高い分析結果を得ることができる。

## 【0104】

(第10項)第9項に記載のホルダにおいて、ホルダは、第2の樹脂部材をさらに備え、第2の樹脂部材は、開口部の内部に配置されてよい。

## 【0105】

第10項に記載のホルダによれば、開口部に対応する部分の電池において、電池に対するスプリングによる下側からの押付力で歪み等の変形が生じることを、介在物である第2の樹脂部材による物理的な干渉で防止することができる。

## 【0106】

(第11項)一態様に係る分析装置は、ホルダと、分光器と、信号処理装置とを備える。ホルダは、電池を保持する。分光器は、ホルダに保持された電池に励起線を照射し、発生する特性X線を分光して波長ごとの強度を検出する。信号処理装置は、分光器から出力された信号を処理する。電池は、正極と、負極とを含む。ホルダは、ボディと、ベリリウム板と、樹脂部材と、導電部材と、正極端子と、負極端子とを備える。ボディは、電池を配置するための試料室が内部に形成され、励起線の入射方向に窓が形成される。ベリリウム板は、窓に配置される。樹脂部材は、ベリリウム板の表面に設けられる。導電部材は、正極と接するように、正極と樹脂部材との間に設けられる。正極端子は、導電部材に電氣的に接続される。負極端子は、負極に電氣的に接続される。

## 【0107】

第11項に記載の分析装置によれば、ホルダの窓に配置されたベリリウム板を通して電池材料にX線を照射することによって、電池のX線分光分析を行なうことができる。したがって、電池を解体することなく電池材料の分析が可能である。

## 【0108】

(第12項)一態様に係る分析方法は、電池の分析方法であって、ホルダに保持された電池に対して励起線を照射するステップと、電池から発生する特性X線を分光して波長ごとの強度を検出するステップと、特性X線の波長ごとの強度を示す信号を処理するステップとを備える。電池は、正極と、負極とを含む。ホルダは、ボディと、ベリリウム板と、樹脂部材と、導電部材と、正極端子と、負極端子とを備える。ボディは、電池を配置するための試料室が内部に形成され、励起線の入射方向に窓が形成される。ベリリウム板は、窓に配置される。樹脂部材は、ベリリウム板の表面に設けられる。導電部材は、正極と接するように、正極と樹脂部材との間に設けられる。正極端子は、電氣的に導電部材に接続される。負極端子は、負極に電氣的に接続される。

## 【0109】

第12項に記載の分析方法によれば、ホルダの窓に配置されたベリリウム板を通して電池材料にX線を照射することによって、電池のX線分光分析を行なうことができる。した

10

20

30

40

50

がって、電池を解体することなく電池材料の分析が可能である。

【0110】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0111】

1 ベリリウム板、12 板部、2A, 2B, 2C 樹脂部材、3, 3B 導電部材、4 ボディ、10 装置本体、20 信号処理装置、22 コントローラ、24 ディスプレイ、26 操作部、30 プロセッサ、31 開口部、32 メモリ、34 通信I/F、36 入出力I/F、41 窓ボディ、42 セルボディ、50 絶縁板、51 ベース板、52 絶縁スペーサー、53 内筒、54 電極ガイド、55 スプリング、56 電極支持部、100 分析装置、120 励起源、130 スリット、140 分光結晶、150 検出器、151 検出素子、170 充放電装置、B 電池、B1 正極、B2 負極、B3 セパレータ、B11 正極材料、B12 正極集電体、B21 負極材料、B22 負極集電体、H ホルダ、R 試料室、T1 正極端子、T2 負極端子、W 窓。

10

20

30

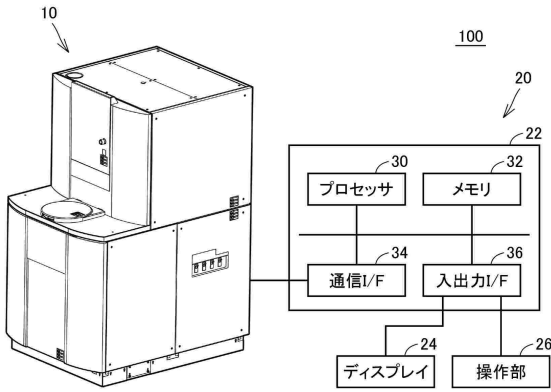
40

50

【 図面 】

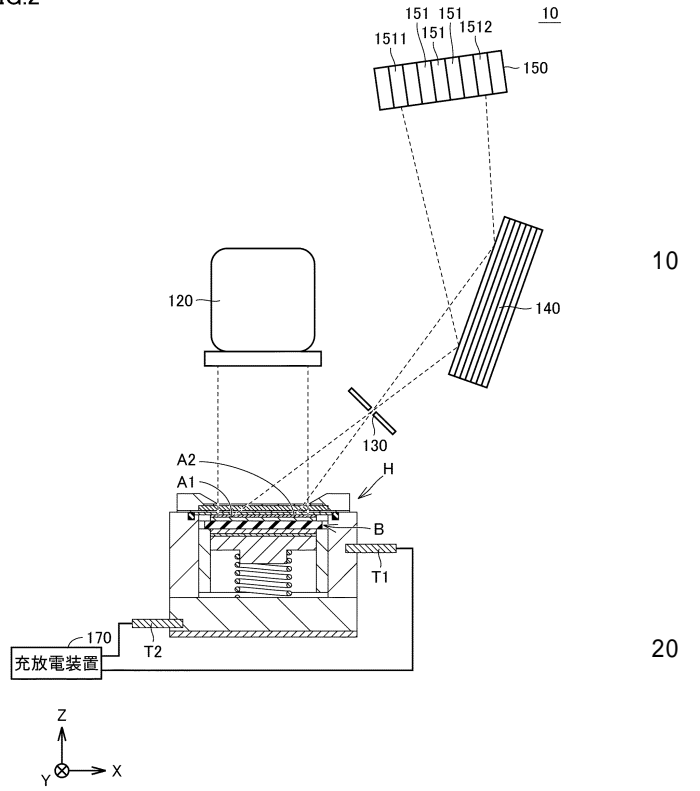
【 図 1 】

FIG.1



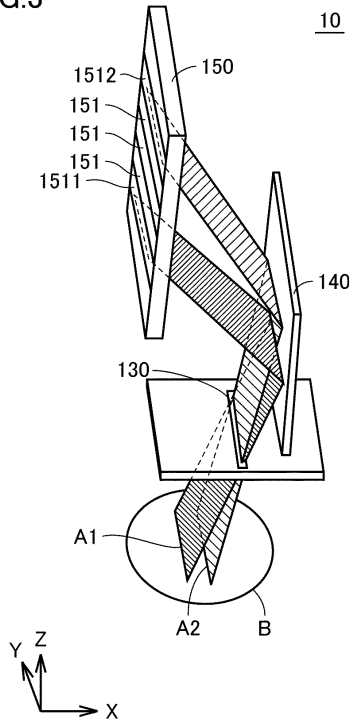
【 図 2 】

FIG.2



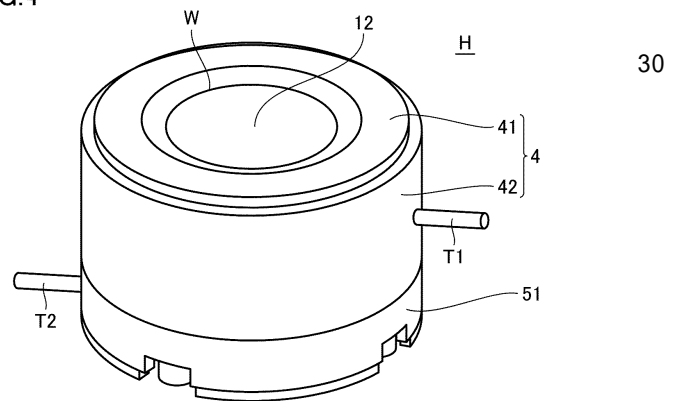
【 図 3 】

FIG.3



【 図 4 】

FIG.4



10

20

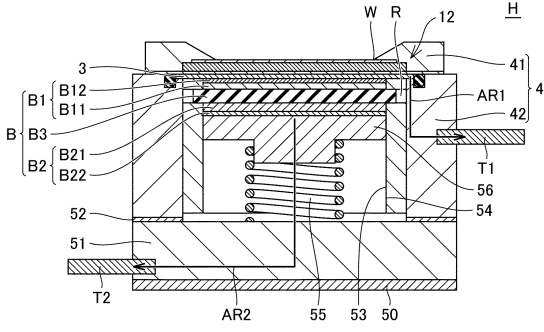
30

40

50

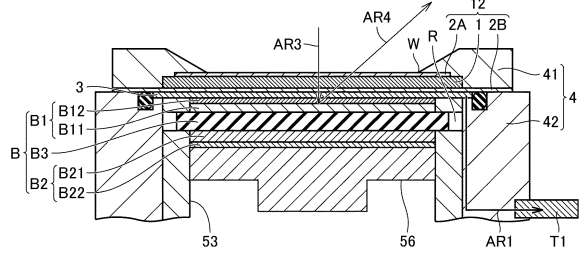
【 図 5 】

FIG.5



【 図 6 】

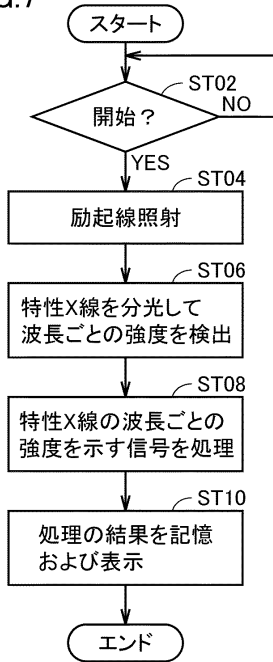
FIG.6



10

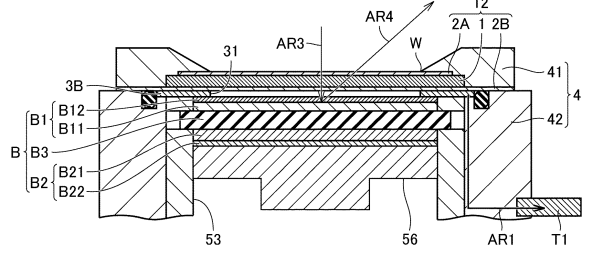
【 図 7 】

FIG.7



【 図 8 】

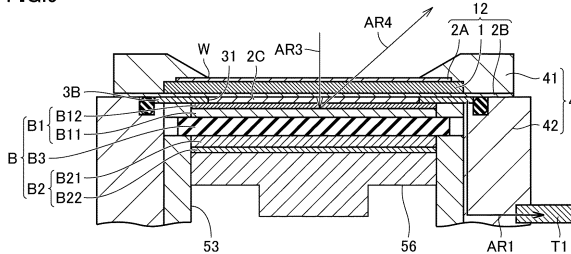
FIG.8



20

【 図 9 】

FIG.9



40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0093052 (US, A1)  
特開2010-038539 (JP, A)  
実開昭55-143557 (JP, U)  
実開昭56-038862 (JP, U)  
特開2001-289802 (JP, A)  
特開2013-160614 (JP, A)  
特開2005-024299 (JP, A)  
特開2005-024300 (JP, A)  
特開昭49-004490 (JP, A)  
国際公開第2021/038943 (WO, A1)  
BL20XU 医学・イメージングII, Spring8・SACLA 年報 2013年度  
[オンライン], 日本, 2014年12月, pp. 58-59, URL:[http://www.spring8.or.jp/pdf/ja/ann\\_rep/13/058.pdf](http://www.spring8.or.jp/pdf/ja/ann_rep/13/058.pdf)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G01N 23/00 - G01N 23/2276  
G01N 1/00 - G01N 1/44  
H01J 37/20  
H01M 4/00 - H01M 50/77  
JSTPlus/JST7580/JSTChina(JDreamIII)  
Science Direct  
IEEE Xplore  
nature.com  
SCIENCE  
SPIE Digital Library  
Scitation  
JJAP  
APEX  
KAKEN