

EX 1004

(11)特許出願公開番号

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回収した電池を解体する工程と、前記解体品を洗浄する工程と、前記洗浄した解体品を加熱処理する工程と、電極要素部の活物質層を剥離・分離し、粉碎化する工程と、前記活物質層の粉末を酸性液中に浸し、酸溶解成分を溶出させる工程と、前記酸溶液を不溶解成分と分離する工程と、前記酸溶液中の金属成分を沈殿・回収する工程を有することを特徴とする廃棄物の処理方法。

【請求項2】 回収した電池を放電処理する工程と、前記放電処理した電池を解体する工程と、前記解体品を洗浄する工程と、前記洗浄した解体品を加熱処理する工程と、電極要素部の活物質層を剥離・分離し、粉碎化する工程と、前記活物質層の粉末を酸性液中に浸し、酸溶解成分を溶出させる工程と、前記酸溶液を不溶解成分と分離する工程と、前記酸溶液中の金属成分を沈殿・回収する工程を有することを特徴とする廃棄物の処理方法。

【請求項3】 回収した電池の放電処理工程は、一方の電池電極端子にその電極集電体と同一材質の導体を導電性物質を介して接続し、イオン化傾向差による放電を行うことを特徴とする請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【請求項4】 回収電池を解体し、アルコール等およびケトン等から選ばれた有機溶媒に含浸・暴すことを特徴とする請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【請求項5】 電池の回収が、電池本体を内装した樹脂製パッケージを、回転速度差をつけた複数本のロール間を通過させ、電池本体から樹脂製パッケージを分離して行われることを特徴とする請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【請求項6】 回収した電池を解体する工程において、回収した電池を加熱し、内蔵する液体を気体化して揮散させることを特徴とする請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【請求項7】 回収した電池を解体する工程において、回収した電池の端子突出面側の封止部に近接しほぼ平行に切断開口させること、あるいは各面が垂直に交わっている角部を切断開口させることを特徴とする請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【請求項8】 回収し解体された電極部を還元性雰囲気下、600℃以下の温度で加熱することを特徴とする請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【請求項9】 電極要素部の活物質層を剥離・分離し、粉碎化する工程は、10mmメッシュ以下の網上に載置され、かつ振動を加えて行われることを特徴とする請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、廃棄物の処理方法に係り、特に使用済みのリチウムイオン電池やニッケル水素電池などの処理方法ないしリサイクル方法に関

する。

【0002】

【従来の技術】近年、ブック型コンピューターや携帯電話といった電子機器用の電池の需要は飛躍的に急増している。特に、リチウムイオン二次電池は、単位重量や単位体積当たりの電池容量が大きく、電圧が高いといったすぐれた特性を多く持っているため、小型化が進められている電子機器用電源として不可欠の二次電池と考えられている。また、大気汚染が深刻化する米国カリフォルニア州では、1998年から電気自動車（EV）販売を促すプログラムが始まる予定で、このバッテリー（電源）としても、リチウムイオン二次電池は開発が進められており、さらなる需要・消費の急増が予想される。そして、電池の消費量の増加は、必然的に、電池の大量廃棄処分（処理）を招来するので、何らかの廃棄処理を要することになる。

【0003】しかしながら、リチウムイオン二次電池やニッケル水素二次電池などは、実用化が進められて年月も浅いため、実用レベルの廃棄処理方法・手段も試行錯誤の段階にあるのが実情である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記リチウムイオン二次電池において、リチウムはイオン状では安定であるが、メタル化すると反応性が高いため、安全面からも廃棄されるリチウムイオン二次電池は集中回収し、適格な方法で廃棄処理することが望まれる。すなわち、リチウムイオン二次電池は、メタル化すると高い反応性を呈するリチウムを使用しているため、発火、爆発の危険が高く、また、廃棄電池をそのまま焼却炉で融解・分解処理など行くと、電池内部が高圧化して爆発の危険性が高まるなどの問題がある。さらに、資源的にみると、電極要素中のコバルトやニッケルなどの金属を回収し、再利用する必要性も高く、一方では、電解液として含まれるフッ素やリンが有害物質を副生成する可能性も高いので、環境汚染を引き起こす恐れもあるため、より適正な廃棄処理が望まれることになる。

【0005】なお、前記リチウムイオン二次電池など小型電池の多くは、電池単体（電池本体）で使用される場合と、複数個の電池本体を樹脂性のパッケージでパック化した構造で使用される場合がある。そして、廃棄物が電池パックの場合、安全に処理して有用な資源を回収するに当たっては、先ず、樹脂製パッケージを効率よく分離除去して、内部の電池本体を取り出す必要がある。ここで、電池本体を樹脂製パッケージから取り出す（分離する）方法としては、人手作業でパッケージ接合部から分解する手段もあるが、大量の廃棄処理に適さない。一方、廃棄電池パックをまとめて機械的に破碎し、その後、風力、比重選別などを行う大量処理手段も考えられるが、電池本体を傷つけたときに残留電圧によってスパークしたりする恐れもある。

【0006】また、高機能化電子機器の場合を始め、多くの分野で配線板が使用されている。そして、この配線板は、通常、銅箔など有価金属類や半田などの金属、難燃化剤などの無機物、樹脂類を素材として形成されており、廃棄処理および回収・再使用を困難なものとしている。特に、有害物質が含まれている場合は、有害物質を拡散させずに回収、無害化する一方で、有価金属類など回収することの困難さは、環境問題とともに資源の活用上重要である。

【0007】廃配線板のリサイクルとして、その配線板中の有機物を焙焼により除去し、銅箔や実装部品の金などを溶鉱炉で回収している。この方法は、大量処理ができ、有価金属の回収に有効であるが、環境保全およびリサイクルの観点からは問題がある。すなわち、高温の炉から廃棄物中に含まれる有害物質、たとえば低融点金属である鉛化合物の蒸散や、不完全な燃焼によるダイオキシンなどの発生が懸念されている。一方、有機物や無機物は単に燃焼され、スラグとして排出され、このスラグは、骨材としての利用も提案されているが、本来の原料に比べ低付加価値で用途は狭い。

【0008】金属類、無機物、有機物を含む複合素材製品を有効にリサイクルするためには、各素材本来のエネルギーポテンシャルを低下させることなく分離・選別することが好ましい。また、環境に対する負荷の小さい処理という観点から、燃焼によらない分離技術が提案されている。たとえば分離のための前処理として、破碎および粉碎を行って、粉碎した廃配線板を、比重、静電あるいは渦電流選別により分離する方法（特開平7-251154号公報、特開平7-100436号公報など）が知られている。

【0009】これらの分離手法は、燃焼によらないため、有害物質の拡散が抑えられ環境への負荷を低減させる点で有効であるが、分離を粉碎のみに頼っているため、分離効率に限界があり、金属類の回収率が低いだけでなく、分離した樹脂に金属類が不純物として多く混入するので樹脂の再生・用途が狭くなるという問題点があった。

【0010】本発明は上記事情に対処してなされたもので、安全性が高く、かつ環境負荷の少ない実用的な電池の廃棄処理方法の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、回収した電池を解体する工程と、前記解体品を洗浄する工程と、前記洗浄した解体品を加熱処理する工程と、前記加熱処理した解体品の電極要素部の活物質層を剥離・分離し、粉碎化する工程と、前記活物質層の粉末を酸性液中に浸し、酸溶解成分を溶出させる工程と、前記酸溶液を不溶解成分と分離する工程と、前記酸溶液中の金属成分を沈殿・回収する工程を有することを特徴とする廃棄物の処理方法である。

【0012】ここで、回収した電池とは、たとえばリチ

ウムイオン二次電池の単体、リード付き二次電池、回路基板などを含む電池パック（パッケージ型電池）などが挙げられる。また、その解体は、電池単体もしくは電池パックから分離した電池単体の外装缶を切断などし、正極、負極およびセパレータなどの電極要素構成部材を取り出し、要すれば短冊状に切断分離することを意味する。なお、電極要素構成部材の取り出し分離は、電池の外装缶を開口した後、液中（水、溶媒、酸やアルカリ性液）に浸漬して、電極要素構成部材を浮力によって分離する一方、前記浸漬処理に使用した液中の電解液成分である6フッ化リン酸リチウム、エチレンカーボネート、エルメチルカーボネートなどを濃縮・回収し、磁石によって前記液中に浮遊する金属成分を回収する方式を採ることもできる。

【0013】さらに、前記解体品の洗浄は、メチルアルコールやエチルアルコールなどのアルコール類、ケトン類、もしくはアルコール水溶液などで行うこともでき、この場合はその後の乾燥が容易になると同時に後の剥離が容易になる。また、硝酸を洗浄液とすると、正極の基板と合剤とを剥離することが可能となり、後の加熱を省略できる。一方、アルカリ（たとえば水酸化ナトリウム）を洗浄液とした場合は、正極の基板であるアルミニウムのみ溶解し、剥離が不要となるので、加熱処理を同様に省略できる。

【0014】また、この洗浄処理後、電極要素は合剤と基材との剥離（分解）のため、残存する溶媒類やバインダー成分を除去するため、たとえば40～400℃程度の温度で加熱処理するが、この加熱処理に先だって、予め真空乾燥処理を施し、電解液を除去しておく、その後の処理効率が上がるので望ましい。

【0015】なお、この加熱処理において、電極製造時の温度（一般的には100～200℃）よりも高温で、かつ電極要素部（電極）のバインダー中のフッ素が揮発しない温度（PVdF：400℃、フッ素ゴム：300℃）以下で加熱し、有機バインダー成分のみを揮散させることに、有害物の発生を抑ええる一方、熱膨脹差によって電極支持体と活物質層とが剥離し易くなる。

【0016】さらにまた、加熱処理した解体品の電極要素部の活物質層を剥離・分離は、たとえば水中に電極要素部を浸漬し、たとえば超音波振動を加えるか、あるいは気泡を吹き付けるなどの外的な力を加え、剥離・分離作用などを促進することが好ましい。ここでの剥離・分離は、電池パッケージの一部を構成している配線基板の分解・処理なども対象とすることができる。そして、その場合に対処して、絶縁基板を異なる応力歪みを与える材料の積層構造とし、一定の応力異常で降伏して内部破壊を起こし易いようにしておくことが望ましい。

【0017】また、活物質層の粉末中の酸溶解成分を溶出させる酸性液は、電極要素部中のたとえばリチウム、コバルト、ニッケルなどを溶解しないイオン化するもの

で、一般的には塩酸 0.1~60%水溶液、硝酸の 0.1~60%水溶液などが挙げられる。そして、分離した不溶解成分(有機物成分)は、水などで洗浄し、酸を洗い流して回収するとともに、前記酸溶液中の金属成分は、イオン交換樹脂などを用いて金属を付着(沈殿的に)分離・回収するか、あるいは金属成分を沈殿化させて分離・回収する。

【0018】請求項2の発明は、回収した電池を放電処理する工程と、前記放電処理した電池を解体する工程と、前記解体品を洗浄する工程と、前記洗浄した解体品を加熱処理する工程と、前記加熱処理した解体品の電極要素部の活物質層を剥離・分離し、粉砕化する工程と、前記活物質層の粉末を酸性液中に浸し、酸溶解成分を溶出させる工程と、前記酸溶液を不溶解成分と分離する工程と、前記酸溶液中の金属成分を沈殿・回収する工程を有することを特徴とする廃棄物の処理方法である。請求項3の発明は、請求項2記載の廃棄物の処理方法において、回収した電池の放電処理工程は、一方の電池電極端子にその電極集電体と同一材質の導体を導電性物質を介して接続し、イオン化傾向差による放電で行うことを特徴とする。この発明においては、より安全に、廃棄のために回収した電池を処理するため、予め放電処理を行う工程を付加したものである。つまり、充電状態にある二次電池をそのまま解体すると、短絡を引き起こして電池内の有機物が発火する恐れがあるため、事前に放電処理しておくことが望まれる。この放電処理としては、次のような手段が挙げられる。

【0019】たとえば過充電によって電池内部で炭酸ガスが発生し、安全装置が作動して正極リードが切断している場合は、電池外部をたとえば 0℃に冷却して、もしくは圧縮ポンプなどによる外部からの圧縮で、電池内部の炭酸ガスを液化して安全装置を復活させる。

【0020】上記の手段を実行できる設備を装着した専用の電池回収ボックスを用いて、回収した電池を運搬・搬送する過程、もしくは回収した電池を保管している過程で、所要の放電処理を行う。

【0021】回収した電池を、その電極要素部中の電解液と同種の電解液あるいは非水系溶媒中に浸漬し、電池の自然放電を促す。このとき、浸漬する電解液に電極を設置し、かつ抵抗を接続することにより放電は、さらに助長される。

【0022】回収した電池が過充電状態もしくは過放電状態の場合、一方の電池電極端子に、その電極集電体と同一材質の導体を導電性物質を介して接続し、イオン化傾向差による放電で行う。ここで、電極集電体は、たとえば正極側がアルミニウム、負極側が銅であり、イオン化傾向差の大きい場合が好ましい。

【0023】たとえば、負極側にリチウム金属が析出している場合と析出していない場合において、正極および負極を短絡させない状態もしくは電池が動作しない状態

で、負極側を別の電解液に浸漬された金属に接続したときの挙動を観察すると、次のような現象が認められる。すなわち、負極側にリチウム金属が析出している(過充電)状態では、電解液に浸漬された金属に、その電解液中にイオンとして存在する金属が析出し、重量が増大していき、一定の電圧下では流れる電流値も緩やかに減少し、ある時間を経過すると、前記金属の析出もほとんど止まり、電流値も急激に低下する。この現象は、標準電極電位で金属を比較してみると、二次電池の負極側が半電池として、また、電解液に浸漬された金属片側が他の半電池として働き、新たな電池系を構成していることになる。そして、過充電状態にあるリチウムイオン二次電池では、リチウムが負極側の集電体銅箔の周囲にはほぼ一様に付着していると、銅単体の標準電極電位よりも標準電極電位が低下するため、外部の電解液に浸漬された金属と接続する銅側が正極と成って電流が流れる。なお、急激な電流の変化は、負極側の集電体銅箔に付着しているリチウムが離れ、電流の抵抗は銅の固有抵抗に支配されるため、電圧が一定の下では、リチウムが付着していたときよりも抵抗値が大きくなることに起因する。

【0024】一方、過放電状態の二次電池の場合は、上記過充電の場合に準じた状態において、電圧を一定して強制的に与えると、外部の電解液に浸漬された金属がイオン化し負極として作用するので、過放電状態が容易を確認できる。

【0025】請求項4の発明は、請求項2記載の廃棄物の処理方法において、回収した電池を解体し、アルコール類やケトン類などの有機溶媒に含浸暴すことを特徴とする。請求項5の発明は、請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法において、回収した電池は、電池本体を内装した樹脂製パッケージを、回転速度差をつけた複数本のロール間を通過させ、電池本体から樹脂製パッケージを分離したものであることを特徴とする。

【0026】この発明は、回収電池が樹脂製パッケージから分離されたもので、その分離の仕方に特徴付けられる。すなわち、樹脂製パッケージに複数個の電池を内装した構成の電池パックを、回転速度差をつけた複数本のロール間を通過させることにより、回転ローラによる剪断力、ひねり作用を同時に与えて、樹脂製パッケージを破壊・剥離し、内装されている電池本体を分離する。ここで、ロールの間隙は、十分な力が樹脂製パッケージに伝達されるため、電池パック全体の厚さ以下に設定される一方、電池本体を破壊しないように電池本体の厚み以上に、適宜ロール間隔を設定されなければならない。したがって、この分離手段は、適用するに当たっては、事前に電池パックを形状別に分別しておくことが好ましい。なお、処理する電池が、厚みや形状の異なる複数種の混合系の場合には、厚みの異なる電池に対応できるように装置構成を予め工夫しておくのが望ましい。

【0027】たとえばロール間隙を変えた複数のロール

対を設置しておき、ロール機構の前に設置された分別装置によって、処理ロールに振り分けするか、あるいは1組のロールにおいてロール間隙を一端から他端側に広幅化するように間隔に勾配をつけて設定してある部分に振り分けて送り込むことにより対応できる。ここで、分別手段は、回収した電池を厚さごとに選別する方法であれば特に限定されず、たとえば、幅を変えた複数のスリットを通過させる機械的選別、渦電流、電磁誘導などの電磁氣的性質を応用した選別、赤外線などのセンサー、画像処理などによる形状認識技術を用いた選別等、公知の方法を用いることが可能である。

【0028】ロール装置への廃電池の導入は、設定されたロール間隙に対応する方向で導入されれば特に制限されない。一般的には、厚さにより規格化された方向が入れ替わることがないように、導入口には整流板を設けておくことが好ましい。また、この場合、導入方向が入れ替わりにくいように、ロール間隔に導入される電池は、電池厚の最も薄い方向がロール間隙に合うように導入されるのが最も好ましく、さらに、この最も薄い厚み方向が地平面に対して垂直の方向に向いて導入されることが好ましい。このため、厚さを検知する必要がある場合には、厚さ検知手段の前に最も薄い厚み方向が地平面に対して垂直の方向を調整する手段を設けることが好ましい。この方向調整は、たとえば振動させた平板上を通過させることにより達成される。

【0029】さらに、圧壊・分離するロール間に働く剪断力、ひねり作用は、特にロール表面に凹凸を設けたロールを用いるとともにさらに強力に与えることが可能であるが、この凹凸は電池本体を傷つけないために、パッケージを形成する樹脂厚以下に設定する。なお、凹凸の形状は、ロールの力を確実に伝達することができる形状であれば特に限定されないが、適度に鋭利な角を持つ形状が好ましい。つまり、緩慢な凹凸では力の伝達が十分でなく効果がなく、逆に、過度に鋭利な凹凸の場合は、温度条件やパッケージを形成する樹脂の粘弾特性などによって、剥ぎ取ったパッケージ樹脂が凹凸に付着しロールから剥離しないことも起こる。このため、処理対象とする電池パックの樹脂製パッケージ（ケース）の処理温度条件における特性に応じて凹凸の角度を設定することが好ましい。

【0030】また、前記樹脂製パッケージに、所要の剪断力および捻り作用を与えるロール装置は、いわゆるロール型混練装置やロール型粉碎機であり、剪断力などは、電池パックを通過させる2本のロールに回転速度差をつけることにより与えられる。ここで、低速ロールと高速ロールの回転速度差は、一般速度比として1:2~1:20の範囲であるが、好ましくは1:3~1:8の範囲である。なお、電池パック（樹脂製の電池パッケージ）に作用する力は、基本的には回転速度比により決定されるため、回転速度自体は処理効率を考慮して任意に

設定されるが、過度に回転速度が速い場合、電池本体にかかる歪みが大きくなり破損する危険が生じるため、一般的には低速ロールを20~500 rpmの範囲で設定するのが好ましい。さらに、樹脂製パッケージを破壊しながら電池本体から剥離するに当たっては、予め、樹脂製パッケージをその樹脂の少なくとも軟化点に加熱しておくこと、電池本体への歪み負荷をかけずに樹脂製パッケージを剥離することができる。ここで、加熱方法は特に制限されず、電熱ヒーター、赤外線ヒーターなど公知の方法を用いることができる。なお、このときの加熱は、ロールに触れた部分のみが直接の熱伝導によって、軟化させることが可能なロール自体に加熱ヒーターを内蔵あるいは付設しておくことが有効である。

【0031】また、ロール表面にパッケージを形成する樹脂が付着する場合もあるので、たとえばスクレーパのような固定式、あるいは回転ブラシのような可動式の掻き取り機構を付設したり、樹脂の軟化・熔融による付着を防止するために、ロール表面に剥離剤を噴霧あるいは塗布することもよい。

【0032】さらにまた、ロール工程を経て剥離された樹脂製のパッケージと電池本体とは、分離工程によりそれぞれ分離・回収される。ここで、分離手段は公知の種々の方法を用いることが可能である。たとえば比重差を利用した比重分離、風力分離、磁力、渦電流、電磁誘導などの電磁氣的性質を応用した選別、が挙げられる。

【0033】請求項5の発明の作用は、ロール処理前に厚み形状の異なる廃電池を選別する工程を具備することにより複数の種類の廃電池混合物も処理でき、加熱工程で軟化させることにより容易にパッケージ樹脂をロール工程により剥離でき、分離工程により電池本体とパッケージ樹脂が選別されて回収されることである。

【0034】請求項6の発明は、請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法において、回収した電池を解体する工程において、回収した電池を加熱し、電池が内蔵する液体を気体化し、揮散させることを特徴とする。

【0035】請求項7の発明は、請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法において、回収した電池を解体する工程において、回収した電池の端子突出面側の封止部に近接しほぼ平行に切断開口させること、あるいは各面が垂直に交わっている角部を切断開口させることを特徴とする。

【0036】これらの発明は、電極要素部の一部を成す電解液に使用されている炭酸エチレン、メチルエチルカーボネート、 γ -ブチロラクトンなどの可燃性有機溶媒を除去し、事後の処理を行い易くしたものである。ここで、内蔵する液体を気体化して揮散させる手段は、(a)気体化による電池内の高圧化に伴って、電池が具備している安全弁を解放させること、(b)安全弁を解放した後加熱・気体化して揮散すること、(c)電池外装缶をた

たとえば輪切りに切断・開口して電極要素部を取り出し、要すれば加熱・気体化して揮散することなどが挙げられる。そして、これら揮散する有機溶媒は、そのまま大気中に放散させずに何等かの手段で回収することが好ましい。

【0037】これらの発明においては、電池内の液体を気体化して揮散させるに先だって、たとえばガス補集機構を備えた油回転ポンプ、ピストンポンプ、多段スチムエジェクター、ルーツポンプなどを使用した真空・吸引乾燥などの前処理を行うことが好ましい。ここで、電池内の液体は、たとえばメチルエチルカーボネート、ジ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などである。

【0038】なお、請求項7の発明における回収した電池の切断開口は、端子突出面側の封止部に近接してほぼ平行に切断開口（輪切り）させるか、あるいは各面が垂直に交わっている角部の切断開口が挙げられる。各面が垂直に交わっている角部の切断開口は、たとえば角型電池の場合は、隣接する側壁同士の接合角部や上面や底面と側壁との接合角部などであり、また、円筒型電池の場合は、上面や底面と側壁との接合角部や上面・底面間に亘る側壁の切開などである。

【0039】請求項8の発明は、請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法において、回収し解体された電極要素部を還元性雰囲気下、600℃以下の温度で加熱することを特徴とする。

【0040】この発明において、解体により取り出した電極要素部の加熱温度は、一般的に、300℃程度以下でよいが、500℃程度を限度に高温に設定することもできる。このとき、取り出した電極要素部を水や溶媒（溶剤）で洗浄しておくことによってフッ酸やアニリンなどの有害物の発生を防ぐことができる。一方、加熱温度を300℃程度以上に設定すると、電極要素部中の樹脂バインダーなど分解し、剥離など起こし易くなるが、フッ酸の発生によって加熱炉や周辺部の腐蝕・劣化など起こし易いので、酸性ガス処理装置付きの耐酸性炉を使用する。いずれの場合も、たとえば窒素ガスなどの不活性ガスを還流させ、揮散・排気することによって、有機バインダーの酸化状態などをコントロールすることが望ましい。

【0041】請求項9の発明は、請求項1もしくは請求項2記載の廃棄物の処理方法において、電極要素部の活物質層を剥離・分離し、粉碎化する工程は、10mmメッシュ以下の網上に載置され、かつ振動を加えて行われることを特徴とする。

【0042】この発明は、より効率的に電池の廃棄処分を進める手段で、電極要素部の活物質層を容易に剥離・分離し、かつ粉碎化するが、要すれば、200℃以上に加熱した状態で行う。すなわち、加熱処理や化学薬品処理によって、電池要素部の成分抽出、剥離・分解など

行い易くなるが、10mmメッシュ以下の網（たとえばコンベア）に載せ、振幅10mm程度、高々振動数1000回/秒程度の振動処理を施すことによって、分離・粉碎化などを同時に行える。なお、この振動処理に当たり、10 kgf/cm²程度の圧で水もしくは溶剤の噴霧を併せて行くと、目づまりなども回避できる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下図1～図22を参照して実施例を説明する。

【0044】実施例1

図1は、この実施例の工程を示すフローチャート図である。まず、廃棄処理の対象としてのリチウムイオン二次電池（回収電池）パックを用意する。次いで、回収電池パックは、図2に構成の概略を側面的に示すような電池パック解体装置によって解体される。すなわち、供給ホッパー1から供給された電池パック2は、第1の搬送コンベア3によって電池整流手段4に送られ、この電池整流手段4の傾斜付けされた振動板4a面を摺動し、下端（出口）に設置された整流板4bとで形成したスリット幅によって、最も厚さの薄い厚み面がほぼ水平方向に向くように整流される。この整流された電池パック2は、第2の搬送コンベア5によって搬送され、この搬送過程で、第2の搬送コンベア5に隣接して配置された加熱装置6、たとえば赤外線ヒーターで加熱処理が施される。

【0045】前記加熱処理を施された電池パック2は、低速ロール7aおよび高速ロール7bから成る一對のローラ間に供給され、ロール剥離処理がなされる。ここで、低速ロール7aおよび高速ロール7bは、それぞれ焼き入れ特殊鋼製の直径229mm、有効長457mmで、両ロール7a、7bの外周面間を電池の厚さよりも2mm小さい値に設定した。また、その回転速度は、低速ロール7a側 mm/秒、高速ロール7b側 mm/秒にそれぞれ設定した。なお、前記両ロール7a、7bの外周面が凹凸面加工されている場合は、両ロール7a、7bの外周面間を電池の厚さよりも2mm大きい値に設定すればよい。

【0046】上記ロール剥離処理によって、電池パックのパッケージは、選択的に破壊・分離されとともに、両ロール7a、7b外周面に付着・残存する破壊・分離片などが隣接配置された回転ブラシ8a、8bにより、両ロール7a、7bの外周面から離脱される。一方、前記分離された電池本体2aとパッケージ部材2bとは、風力選別用ブローア9によって、電池本体2aとパッケージ部材2bに分離されて収容容器10a、10bにそれぞれ収容される。

【0047】次に、図3に断面的に示すように、アルゴンガスを封入したグローボックス内に収納・配置され、かつ前記電池本体2aが内蔵する電解液と同種の電解液30mlを収容した容量50mlのテトラフロロエチレン樹脂製の広口瓶11a中に、分離された電池本体2aを収容して放電処理を行った。なお、この放電処理においては、広口瓶11aの蓋体11bに、内部圧が上昇したときに開放となる

安全弁 11c付の内径 5mmの通気孔 11dを備えている。このように蓋体 11bで封止した状態で、グローボックス内に2週間放置したところ、封入当初、約3.6Vであった電池電圧が0.6Vに低下していた。

【0048】上記放電処理した電池本体2aを、図4に構成の概略を示す電池本体分解装置で分解する。すなわち、モーター12によって回転する回転台13に、固定用爪 13aで電池本体2aを固定し、この固定された電池本体2aの切断位置を切断基準面14に合わせ、回転台13を回転させるとともにその回転軸 13bを進退させる。一方、たとえば径0.35mm、スタンドオフ距離 2mmに設定され、かつ80℃程度に保温された高圧噴射ノズル15から、圧力3000 kgf/cm²の絶縁油を噴射させて、電池本体2aの端子導出側をほぼ水平に切断・開口し、電池要素部の取り出し可能に解体する。なお、図4において、16は絶縁油用のバッファタンク、17は高圧ポンプ、18は研磨材供給ユニット、19は回収タンク、20は開閉弁21付の配管である。

【0049】次いで、電池本体2aの切断・開口部を介して電池要素部を取り出し、正極および負極をイソプロピルアルコール中に浸漬して振洗い洗浄を10分間程度行なう。その後、要すれば、イソプロピルアルコール中から取り出してルーツポンプによる10⁻¹Torrで、15分間乾燥を行なって、表面がほぼ完全に乾燥していることを確認してから、図5に断面的に示すように、予め 250℃に加熱・調整された窒素ガス還流型の電気炉22を用いて1時間程度加熱処理を行なう。なお、取り出された他の電池要素部（セパレータ、溶媒、金属類）は、別途回収する。

【0050】上記ルーツポンプによる10⁻¹Torr、15分間の乾燥処理効果について詳細に説明する。すなわち、250℃、窒素ガス還流型の電気炉22での加熱乾燥による還流窒素ガスをアルカリ水溶液に捕集し、イオンクロマトグラフィーでリンおよびフッ素量（mg/kg）の濃度を測定・検出したところ、表1に示すごとくであった。

【0051】

【表1】

また、上記取り出した電池要素部中の正極をイソプロピルアルコール中に浸漬して振洗い洗浄を10分間程度行った後に自然乾燥した場合、150℃の温度に設定された電気炉にベルトコンベアで送り込み1時間加熱処理した場合、あるいは400℃の温度に設定された電気炉にベルトコンベアで送り込み1時間加熱処理した場合における正極の180°剥離強度（g/mm）をそれぞれ測定した結果

を表2に示す。表2から分かるように、400℃で加熱することにより、電極の支持基板および活物質（合剤）層を効果的に剥離することができる。

【0052】

【表2】

上記加熱処理した正極および負極の支持基材と合剤とは、次のようにして、分離・剥離、回収が行なわれる。まず、図6に概略構造を断面的に示すような、ガス流入ポンプ23で圧入されるガスを拡散するガス拡散槽 24a、溶剤注入ポンプ25で注入される溶剤を気泡拡散する気泡拡散板 24bを有する反応槽24と、この反応槽24の外周部に配置された超音波発生装置26と、回転式スクリーン27、溶剤循環貯留槽28および攪拌槽29を有する分離・回収装置を用意する。なお、図6において、30はガス流入弁、31は循環弁、32は三方弁、33は攪拌機である。

【0053】次いで、前記反応槽24内に収容した水中に毎分20l程度の空気が気泡旋回しながら上昇してくるような状態に反応槽24を設定し、その反応槽24内に、予め10mm程度以下に砕いた電極細片を収容した。このとき、超音波発生装置26によって、周波数 15000Hz～50000Hzの超音波を照射し、微細な振動を与える一方、電極細片が反応槽24の水中に一定の時間滞留するように気泡も制御される。この処理過程において、電極細片は支持基材および合剤系の粒子、集電体層に分離するので、集電体層をスクリーントラップする一方、粒子状物質を反応槽24外に流下させ、水を溶剤循環貯留槽28に、および合剤系の粒子を含む水を攪拌槽29に分離回収する。

【0054】上記回収した粒子状物質は、図7に示すフローチャートの手順で精製・回収される。たとえば正極合剤系粒子の場合、ポリエチレン樹脂製容器内に収容し、6規定程度の塩酸を添加し、約80℃に加熱してコバルト酸リチウムを溶解させ、酸不溶性成分を浮取・分離する。その後、酸不溶性成分を浮取・分離した液浮をたとえばポリエチレン樹脂製のビーカーに移し入れ、これに純水1500mlおよびフッ化水素酸50mlを添加し、陽イオン交換樹脂（100～200メッシュ）10mlを充填したのポリエチレン樹脂製のカラムに流し入れる。この液浮系がカラムから流出後、カラムに1規定フッ化水素酸10mlを流す操作を3回繰り返してから、0.2規定塩酸10mlを流す操作を3回繰り返す。さらに、8規定塩酸10mlを流す操作を4回繰り返す、カラムからコバルトイオンを流出させ、この流出したコバルトイオン溶液に18規定硫酸 2mlを添加し、120℃で加熱して溶媒を蒸発除去してか

ら、大気中、1000℃で約1時間加熱することにより酸化コバルトを回収する。得られた酸化コバルトの重量を測定し、コバルトの回収率を算出したところ98%であった。なお、上記洗浄後の電極剥離は、次のような手段で行うことができる。まず、第1の手段としては、図8に実施態様を模式的に示すごとく、コントロール部22aを備え、かつ230℃に温度設定された電気炉22を滞留時間1時間で加熱搬送し、これをステンレス鋼製の5mmメッシュ、U字型のベルトコンベア34上に送り込み、振幅50mm、振動数2/secでベルトコンベア34を上下に振動させる。20分間振動処理後、吐水量7.28ml/minの割合で純水をシャワー状に噴霧し、メッシュ上に支持基板を残留させる一方、粉碎した電極合剤を洗い流し落として、両者を剥離・分離する。残留した支持基板を電子顕微鏡で観察したところ、単位面積当たり平均0.4%の電極合剤が残留しているに過ぎず、ほぼ完全に分離していることが確認された。

【0055】第2の手段は、図9に実施態様を模式的に示すごとく、電気炉22に、ステンレス鋼製10mmメッシュの皿35を内部に備え、かつピストン36の動作によって振幅18cm、振動数0.5/secの振動を付与できる機構を有する電気炉22を用意する。この電気炉22のメッシュ皿35に、洗浄後短冊状に切断した電極片を約50g入れ、蓋体37で封止し（メッシュ皿35上端との間隔20cm）、電気炉22の温度を300℃に設定して分離処理を行う。この分離処理で、バインダーの分解によって剥離し易くなった表面の電極合剤がメッシュ皿35から下に落ち、支持基板と容易に分離する。メッシュ皿35から落ちた電極合剤を下部の取り出し口22bから取り出し、塩酸に溶解してICP-AESで定量分析を行ったところ、コバルト8gを回収できた。

【0056】上記では、電池パッケージ（電池パック）を回収・処理の素材としたので、電池パッケージの解体を先ず行ったが、二次電池素体（電池自体）を回収・処理する場合は、電池パッケージの解体処理の工程が省略される。また、回収・処理する二次電池がすでに放電状態にある場合は、放電処理の工程も省略される。

【0057】実施例2

この実施例は、上記実施例1の場合において、回収した電池の放電処理工程が特徴付けられる。すなわち、一方の電極端子に、その電極集電体と同一材質の導体を導電性物質を介して接続し、イオン化傾向差による放電を行なって、この放電電流の変化を検出することにより、過充電状態を解消するものである。

【0058】換言すると、負極側に析出しているリチウム金属が有無による電気化学的特性に着目し、電池の正極および負極を短絡させない状態や使用しない状態で、負極側を別の電解液に浸した金属（たとえば銅）と接続し、そのときの挙動を観察する。負極側にリチウム金属が析出している状態では、電解液に浸された金属に電解

液中にイオンとして存在していた金属が析出し、重量の増大が認められ、一定電圧の下では流れる電流値も緩やかに減少する。そして、ある時間を経過すると、電流値が急激に減少し、この時点で、前記電解液に浸された金属に対する金属の析出もほとんど進まなくなる。

【0059】この現象は、標準電極電位で金属を比較してみると、二次電池の負極側を半電池とした場合、外部に接続し、かつ電解液に浸された金属が他方の半電池として機能し、一つの電池系を構成する。

【0060】ここで、過充電状態にあるリチウム二次電池では、リチウムが集電体を成す銅箔の周囲にほぼ一様に付着していると、銅単体としての標準電極電位よりも標準電極電位が低下するため、電解液に浸された金属（銅）が正極となり、リチウムが付着したリチウム二次電池の銅が負極と成って電流が流れる。急激な電流の変化は、リチウムがイオンとして銅極から離れるため、電流路の抵抗は銅の固有抵抗が支配的となって、電圧が一定の状態では、リチウムが付着していたときよりも抵抗値が大きいに起因する。

【0061】したがって、このときの電流が大きく変化するまでの時間、電流値の変化の度合いおよび電流値から、回収した二次電池の過充電状態などが、前記電流の変化の確認、リチウム金属からリチウムイオンへの転換がなされることになる。

【0062】一方、過充電状態の検出は、二次電池の大きさや定格などが分かれば、二次電池1個当たりの銅の含有量が決まるので、負極側を別の電解液に浸した金属（銅）と接続し、その金属板の重量変化あるいは電流値の変化で、過充電によりイオン化していた銅のおおよその割合で把握できる。なお、過充電の状態を検出する場合は、強制的に一定の電圧を与えて、電解液に浸した金属がイオン化して負極となる構成を採る。

【0063】この実施例でも、廃棄処理の対象としてのリチウムイオン二次電池（回収電池）パックを上記実施例1の場合に準じて解体する。すなわち、図2に構成の概略を側面的に示すような電池パック解体装置によって、供給ホッパー1から供給された電池パック2は、第1の搬送コンベア3によって電池整流手段4に送られ、この電池整流手段4の傾斜付けされた振動板4a面を摺動し、下端（出口）に設置された整流板4bとで形成したスリット幅によって、最も厚さの薄い厚み面がほぼ水平方向に向くように整流される。この整流された電池パック2は、第2の搬送コンベア5によって搬送され、この搬送過程で、第2の搬送コンベア5に隣接して配置された加熱装置6、たとえば赤外線ヒーターで加熱処理が施される。

【0064】前記加熱処理が施された電池パック2は、低速ロール7aおよび高速ロール7bから成る一対のローラ間に供給され、ロール剥離処理がなされる。

【0065】上記ロール剥離処理によって、電池パック

のパッケージは、選択的に破壊・分離されとともに、両ロール7a, 7bの外周面から離脱される。一方、前記分離された電池本体2aとパッケージ部材2bとは、風力選別用ブローア9によって、電池本体2aとパッケージ部材2bに分離されて収容容器10a, 10bにそれぞれ収容される。次に、図10にその実施態様を模式的に示すような手段で、回収電池の充電状態を検出する。図10において、38は公称電圧3.6Vの角形リチウム二次電池（厚さ8.6mm、幅34mm、長さ48mm）で、X線撮影により負極側に金属が析出しているものである。ここで、二次電池38は、外装缶38a内に、負極38b、セパレーター38c、正極38d、電解液38eを収納・装着し、かつ気密に封止された構成を採っており、前記電解液38e中には、リチウムイオン38f、炭素38g、金属（Co, Mn, Ni）38h、酸素38iなどが含有されている。一方、電解液（たとえば1モル/lの硫酸銅溶液）38e'を収容する容器39、前記電解液38e'中に浸した金属銅片（たとえば厚さ0.01mm、幅4cm、長さ40cmの銅箔の捲装体）40から成る外部設備を用意し、直流電源41および電流計42を介して、前記金属銅片40と二次電池38の負極38bとを電氣的に接続する。

【0066】この状態で直流電源41から2.5Vの電圧を印加し、その時の電流値読み取ったところ図11に示すように、一定時間経過すると急激に電流値が下降して収束する変化が確認された。前記直流電源41からの電圧印加を停止し、電解液38e'中に浸した金属銅片40を取り出したところ、8%の重量増加が認められた。この時点で、二次電池38を再びX線撮影して負極側を観察したところ、周囲に不要な金属の付着など認められず、また、放電処理しても発火など起こらなかった。

【0067】さらに、X線撮影によって負極側に析出した金属量が2倍の公称電圧3.6Vの角形リチウム二次電池について、上記と同様の条件で処理したところ、同様の現象が認められ、電解液38e'中に浸した金属銅片40の重量増加は16%であった。一方、過放電状態の角形リチウム二次電池について同様に処理を行ったところ、初めから電流値が低いので極性を反転したが、同様に高い電流値で推維した。この極性反転で、上記の場合と電圧印加時間を同じにした後、電解液38e'の濃度を測定したところ、10%増加していた。また、この時点で、再びX線撮影して電池内部を観察したところ、金属銅部分の増量が認められた。

【0068】上記回収電池の充電状態の検出は、次のように行ってもよい。すなわち、図12にその実施態様を模式的に示すごとく、電解液（たとえば1モル/lの硫酸銅溶液）38e'を収容する容器39、前記電解液38e'中に浸した金属銅片（たとえば厚さ0.01mm、幅4cm、長さ40cmの銅箔の捲装体）40を2mm程度の間隔において複数枚配置して成る外部設備を用いて行うこともできる。なお、図10の場合と同一部分は同一符号で表示されている。

【0069】この場合も、直流電源41から2.5Vの電圧を印加し、その時の電流値読み取ったところ図13に示すように、一定時間経過すると急激に電流値が下降して収束する変化が確認された。前記直流電源41からの電圧印加を停止し、電解液38e'中に浸した金属銅片40を取り出したところ、8%の重量増加が認められた。この時点で、二次電池38を再びX線撮影して負極側を観察したところ、周囲に不要な金属の付着など認められず、また、放電処理しても発火など起こらなかった。

【0070】一方、過放電状態のリチウム二次電池について同様に処理を行ったところ、初めから電流値が低いので極性を反転したが、高い電流値で推維した。この極性反転で、上記の場合と電圧印加時間を同じにした後、電解液38e'の濃度を測定したところ、4%増加していた。また、この時点で、再びX線撮影して電池内部を観察したところ、金属銅部分の増量が認められた。

【0071】さらに、上記図14に示すような実施態様において、リチウム二次電池38の上蓋（封止蓋体）を採り外し・開口し、エチレンカーボネートなどの溶媒で満たすとともに、電解液38e'中に浸した金属銅片40と充填したエチレンカーボネートとを、塩化カリウムのゲルで満たした塩橋43で接続した他は、同様の条件で充電状態の検出を行った。図14において、図10の場合と同一部分は同一符号で表示されている。

【0072】この場合も、直流電源41から2.5Vの電圧を印加し、その時の電流値読み取ったところ図15に示すように、一定時間経過すると急激に電流値が下降して収束する変化が確認された。前記直流電源41からの電圧印加を停止し、電解液38e'中に浸した金属銅片40を取り出したところ、8%の重量増加が認められた。この時点で、二次電池38を再びX線撮影して負極側を観察したところ、周囲に不要な金属の付着など認められず、また、放電処理しても発火など起こらなかった。

【0073】一方、過放電状態のリチウム二次電池について同様に処理を行ったところ、初めから電流値が低いので極性を反転したが、高い電流値で推維した。この極性反転で、上記の場合と電圧印加時間を同じにした後、電解液38e'の濃度を測定したところ、8%増加していた。また、この時点で、再びX線撮影して電池内部を観察したところ、金属銅部分の増量が認められた。

【0074】このようにして回収電池の充電状態を確認してから、実施例1の場合に準じて、アルゴンガスが封入されたグローボックス内に収納・配置され、かつ前記回収電池の電解液と同種の電解液を収容したテトラフロロエチレン樹脂製の広口瓶11a中に、回収電池を収容して放電処理を行う。

【0075】上記放電処理した回収電池を、前記図4に示した構成の電池本体分解装置で分解する。次いで、回収電池の切断・開口部を介して電池要素部を取り出し、正極および負極を水中に浸漬して振洗い洗浄を10

分間程度行なう。その後、要すれば、水中から取り出してルーツポンプによる 10^{-1} Torrで、真空乾燥を行なって、表面がほぼ完全に乾燥していることを確認してから、予め250℃に加温・調整された窒素ガス還流型の電気炉で加熱処理を行なう。その後、取り出された他の電池要素部（セパレータ、溶媒、金属類）を別途回収し、たとえば浮揚法などによって、電極合剤成分および支持基板などを分離して、それぞれ回収処理などを行う。

【0076】実施例3

この実施例は、前記実施例1に示した一連の工程から成る廃棄物処理法において、特に、回収した電池の放電処理によって、処理における危険性などを大幅に低減ないし解消する手段に係る廃棄物の処理方法である。

【0077】図16は、回収電池の分解処理に当たっての放電処理に適する放電処理装置であり、44はステンレス鋼製の2重構造型冷却外容器、44aはその蓋体、45は抵抗器（たとえば 10Ω 程度）46を含む回路を内装し、この回路に回収電池47を装着することができるステンレス鋼製の2重構造型冷却内容容器、45aは冷却内容容器の蓋体、48は冷却用の液体窒素を収容したボンベ、49は液体窒素注入・制御バルブ、50は前記冷却外容器44を被覆する遮熱シートである。

【0078】次に放電処理例を説明する。まず、過充電処理を行って電池内部に炭酸ガスが発生した状態のリチウム二次電池を用意し、冷却内容容器45内に収容し、内装されている回路に対して電氣的に接続・装着する。次いで、冷却内容容器の蓋体45aを装着・密閉化してから、冷却外容器44内に液体窒素を流し込み、液体窒素注入・制御バルブ49を閉止する一方、蓋体44aで封止した後、遮熱シート50で巻いて1日放置して放電を行った。

【0079】前記放置後、遮熱シート50を取り外し液体窒素が気化していることを確認してから、冷却外容器44および冷却内容容器45を順次開封し、アルゴンガスの封入・置換を行った冷却外容器44内で、回収電池47の両端側をセラミックカッターで切断して電池の分解を行った。この電池分解において、発熱・発火なども起こらず電池の解体は安全に行われた。

【0080】また、上記放電処理の代りに、図17に実施態様を模式的に示すごとく、行うこともできる。すなわち、抵抗体46を有する回路を内蔵した樹脂製の開閉型ボックス51、回収電池47の正極側、負極側をそれぞれ固定する絶縁性バネ52a、52b回収電池47の固定が緩衝的に行われるように作用する絶縁スポンジ53a、53bから成るグローボックスを用意する。一方、3.6Vに充電した状態の回収電池47を用意し、前記グローボックス内に装着して3日間放置した。放置後、回収電池47を取り出して電圧を測定したところ、電池の解体の安全性を十分確保できる0.5Vレベルに低下していた。この放電処理手段は、グローボックスの構成が簡略、軽量で可搬性の点で

もすぐれているので、搬送過程での放電処理を行うことができる。上記放電処理後の電池分解、洗浄処理、分離処理などの後工程歯、実施例1の場合と同様に行い、安全性の高い電池の廃棄処理を行うことができた。

【0081】なお、回収電池の分解に当たっての放電処理は、回収電池に外界から何らかの圧力を加え、この外圧によって一時的に分離した電池要素ないし電氣的な回路を復元させて、自然もしくは強制放電を行う方式を採用することもできる。

【0082】実施例4

この実施例は、電池本体を内装した樹脂製パッケージを剥離・分離し、電池の回収を、回転速度差をつけた複数本のロール間を通過させ、電池本体から樹脂製パッケージを分離する工程に特徴付けられる廃棄物処理例である。前記図1に図示した実施態様に準じて行われる。

【0083】廃棄電池試料として、ポリカーボネートーブタジエンスチレン共重合体樹脂（軟化点118℃）でパッケージングされたリチウムイオン二次電池パック、または寸法・形状の異なる3種のリチウムイオン二次電池パック（寸法：40×53×10mmの角型、30×54×16mmの円筒型、69×173×19mmの角型）が同数混在する混合系を用意した。

【0084】一方、焼き入れ特殊鋼製の直径229mm、有効長457mmの一对の、表面が凹凸な粗に加工された回転ロールをら有するロール剥離装置を用意する。ここで回転ロールは、回転速度差が1:3に付けられており、また、両回転ロールの外周面間が電池の厚さよりも2mm小さい値に設定してある。

【0085】前記廃棄電池の単一系の場合は、整流してロール剥離分離装置に供給し、電池本体から樹脂製パッケージを解体・分離したところ、樹脂製パッケージのみが破壊し、電池本体から容易に剥離して手選別を行うことができた。また、混合系の場合は、並列的に整流して3種に分離した後、それぞれ対応して予め回転ロールの外周面間隔を調整しておいたロール剥離装置に供給し、電池本体から樹脂製パッケージを解体・分離したところ、選別歩留まりが90%であった。さらに、廃棄電池の混合系を幅方向に分ける並列的な整流で3種に分離し、これに対応させて幅方向に回転ロールの外周面間隔を変えて、解体・分離を行った場合の選別歩留まりが86%であった。

【0086】上記電池パッケージの解体・分離（ロール剥離）に当たって、廃棄電池パッケージが単一か混合系か、廃棄電池パッケージの前加熱の有無、回転ロール外周面の凹凸有無、回転ロールの回転速度および速度比（回転比）などを変えて、解体・分離を行った場合の選別（手選別もしくは風力選別）歩留まりを表3に示す。

【表3】

試料	回収電池	ロール 前加熱 (℃)	回転ロール条件				ロール 後選別	選別歩 留まり (%)	処理速度 (個/分)
			ロール 面凹凸	ロール 加熱(℃)	低速ロール 回転数(rpm)	回転比			
a	単品	なし	なし	なし	60	1:3	手選別	98	40
b	単品	なし	なし	なし	60	1:3	風力	50	120
c	単品	なし	有り	なし	60	1:3	風力	70	120
d	単品	130	有り	なし	60	1:3	風力	90	120
e	単品	なし	有り	210	60	1:3	風力	92	120
f	単品	90	有り	180	60	1:3	風力	96	120
g	単品	90	有り	200	120	1:3	風力	90	240
h	単品	90	有り	180	60	1:6	風力	92	120
i	混合品	90	有り	180	60	1:3	風力	90	90
j	混合品	90	有り	180	60	1:3	風力	90	90

上記ロール剥離処理によって、電池パッケージの樹脂製パッケージは、選択的に破壊・分離されとともに、両ロール外周面に付着・残存する破壊・分離片などが隣接配置された回転ブラシにより、外周面から離脱される。一方、前記分離された電池本体とパッケージ部材とは、風力選別用ブローなどによって、電池本体およびパッケージ部材に分離され、所定の収容容器にそれぞれ収容される。

【0087】こうして分離回収した電池本体は、前記実施例1の場合同様に、要すれば放電処理、電池解体処理、電池解体分離品の洗浄処理、電極要素部の加熱処理、活物質層の剥離処理、剥離した活物質層の処理・回収などの工程を施すことにより良好な生産性で廃棄物の処理が行われる。

【0088】実施例5

この実施例は、回収した電池を加熱し、内蔵する液体を事前に気化・揮散させることにより、回収電池の解体作業の安全性などの向上を図るものである。たとえばリチウム二次電池の場合、電解液としてフッ素やリンを含有する炭酸エチレン（沸点 238℃）、メチルエチルカーボネート（沸点 127℃）、γ-ブチロラクトン（沸点 204℃）などの可燃性溶媒を内蔵している。そして、これら可燃性溶媒が、電池の分解過程における正極および負極のショートで発火したり、あるいはフッ酸など有害なガスを発生する恐れがあるので、可及的に除去・回収しておくことが望まれる。

【0089】そして、上記電解液を成す溶媒の除去・回収は、(a)電池内の液体をガス化し、圧力の上昇を利用して安全弁の開放、(b)電池の切断などにより一部を開放後、電池内の液体をガス化して揮散などで行い、これ

による揮散ガスを冷却液体化して回収手段が挙げられる。

【0090】図18は電解液を成す溶媒の除去・回収の一実施態様例を模式的に示すものである。図18において、54は回収電池55を収容する容器本体、54aは蓋体、56は前記容器本体54を加熱する加熱器、57は容器本体54内の温度を測定・検出する温度測定器、58は前記温度測定器57の情報で加熱器56による加熱を制御・調整するコントローラ、59は発生・揮散するガスを冷却凝縮する凝縮器、60は凝縮液化した成分を回収する容器である。なお、61は密閉用シール、62は蓋体 54aを容器本体54に固定する固定具である。

【0091】一方、回収された電池55として、たとえば300回の充放電を繰り返した角型リチウム二次電池を用意し、前記容器本体54内に回収電池55を収容・装着する。その後、密閉用シール61を介して蓋体 54aを配置し、固定具62にて固定封止してから、温度コントローラ58によって加熱器56を制御しながら、容器本体54内の温度を350℃に上昇させ、その温度を30分間保持した。この加熱処理によって、前記回収電池55内の高圧化で安全弁が開放し、電池内でガス化した溶媒は凝縮器59側に揮散して凝縮・液化され、回収容器60に回収された。そして、電池の解体作業において、発火を発生する恐れが解消された。ここで、加熱処理に先だって、回収電池55に予め傷を付けておき、解体を促すことも有効である。

【0092】なお、図19に他の実施態様を模式的に示すように、回収容器60側に減圧器62を付設した形態を採り、容器本体54内を100mmHg程度に減圧化した場合は、より効率的に電池内の溶媒を除去・回収することができる。

【0093】また、回収電池の切断などにより一部を開放後、電池内の液体をガス化して凝縮・回収する場合は、たとえば次のように行われる。図20に側面的に示すごとく、たとえば円筒型二次電池55の場合、正極端子55aの突出面側で、1～4mm程度内側のA-A線に沿って切り込みを入れ一部を開放するか、あるいは切断して電池要素部を取り出して、前記図19実施態様で溶媒の回収を行ったところ、同様の結果が得られた。また、図20（容器本体54内の温度40℃以下）に図示した実施態様で溶媒の回収を行った場合は、回収率99%で、かつ電池の解体作業において、発火を発生する恐れが解消された。また、発火の可能性を低減するために、液体窒素を出冷した状態、あるいは不活性雰囲気下で、円筒型二次電池55の切断を行うことが有効である。

【0094】前記実施例1の場合同様に、電池本体の分離回収、放電処理後の電池解体処理において、上記電池内溶媒の抜取り・回収を行うことにより、電池解体の作業環境や安全性が大幅に改善向上される。したがって、その後の電池解体分離品の洗浄処理、電極要素部の加熱処理、活物質層の剥離処理、剥離した活物質層の処理・回収などの工程もスムーズに進行することになり、良好な生産性で廃棄物の処理が行われる。

【0095】実施例6

この実施例は、たとえば複数個の電池本体を内蔵した形態の電池パッケージ（電池パック）の構成で用いられる積層板（たとえばフレキシブルな配線板など）の分離・回収に係るものである。すなわち、高機能化電子機器の場合を始め、多くの分野で使用されている配線板の構成素材（銅箔など有価金属類や半田などの金属、難燃化剤などの無機物、樹脂類）の有効な分離・回収手段に係るものである。換言すると、環境汚染などの問題提起を回避できるだけでなく、分離効率も良好で、金属類の回収率の向上および樹脂の再生・用途も拡大できる回収・処理対策である。

【0096】この実施例に係る積層板は、異なる応力歪みを与えた材料を積層し、一定の応力以上で降伏して内部破壊が生じる複合体である。そして、積層板は、引っ張り応力を与える層と、この層を挟んで（層の上面側および下面側に）引っ張り応力を与えていない層を張り合わせた構造をとった点で特徴付けられる。また、リサイクル時には、積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与え、引っ張り応力を打ち消して積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせ、前記引っ張り応力を与えていた層を破壊するものである。

【0097】たとえば、金属層と、樹脂を含む絶縁層との部分から積層板は構成される。ここで、金属層としては、圧延処理によって均一に10 μ m～1mmの厚さに加工された銅板を、一方、絶縁層としては、太さ10 μ m～1mmのガラス繊維を引っ張り応力を与えた上で、リン酸エステルとしてのリン酸トリクレジルを含むエポキシ樹脂

でガラス繊維の周りを満たしたものを使用する。また、ガラス繊維を含む絶縁層を上から見ると、格子になるように垂直方向に薄層状に束ね互い違いに交差した構造を取ることができる。

【0098】上記絶縁層の形成および金属層との密着方法は、まず、絶縁層の骨格としてのガラス繊維を束ねて格子状に交差させたものの縁辺部を固定し、その縁辺部を拡大する方向で0.1～10%の範囲で拡げて引っ張り応力を与え続ける。この状態でガラス繊維を挟み込むように、リン酸トリクレジルなどの耐熱性を高める物質を0.1～20%程度含有させたエポキシ樹脂を含浸させた上で、乾燥しないうちに金属層（銅板）を上下に積層し接着させる。およそ10分から10時間経過した後に、この積層体の縁辺部から加えていた引っ張り応力を取り去り、プレス機に導き密着させた上で金属層からはみ出したガラス繊維を切断機で切断し除去する。さらに、1時間から5週間の範囲内で乾燥させた後に、切断機でカッティングし加工する。

【0099】このカッティング加工時、カッティングした1枚を抜き取り、上下の金属をそれぞれ直流電源につなぎ絶縁機能を確認するため、100Vの電圧を印加したところ流れる電流は、測定器の検出限界の1mA未満であった。同じ要領で、複数の絶縁層と、金属層とを交互に密着させた積層体について、カッティング後の絶縁機能を試験・評価したところ、測定器の検出限界未満であった。

【0100】また、同じ方法で作成した積層板に対して垂直の方向の衝撃を与えるため、高さ2mの位置から落下させたところ、この積層板の表面に外観上何らの変化は認められず、絶縁層機能についても変化はなかった。さらに、100℃の温度で2時間加熱した後、外観および絶縁機能を確認しても変化が認められなかった。

【0101】さらに、上記と同じ条件で、積層板を1か月以上室温で放置した後、絶縁機能、衝撃による変化、耐熱性を試験・評価した場合も何ら変化は認められなかった。そこで、上記構成の積層板をリサイクルすることを想定し、その縁辺部を固定して、ガラス繊維を縮めるような方向で圧縮力を与えた上で、積層板の拡がりを持った面に垂直な方向から外力を与え続けた。すると、銅板が急激に曲がり始めるのを確認したため、縁辺部からの圧縮力を解除した後、積層板を取り出したところ、絶縁層のガラス繊維に多数の割れ目が生じ、金属層が剥離していることが認められた。

【0102】上記構成を採った積層板の場合、すなわち、一定の応力以上で降伏し、内部破壊が生じる複合体を形成することによって、リサイクル時には積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせ、引っ張り応力が与えられた層を破壊することができるので、有用資源としての

金属、金属以外の成分を分離回収することが可能となる。要約すると、異なる応力歪みを与えた材料を積層し、一定の応力以上で降伏し内部破壊が生じることにより物質の分離回収が可能な積層板。

【0103】前記積層板の構造において、異なる応力歪みを与える一方の層に引っ張り応力を与えてその層の上部及び下部に引っ張り応力を与えていない層を張り合わせた積層板。

【0104】前記積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に剪断応力を働かせて引っ張り応力を与えられていた層を破壊する方法。

【0105】引っ張り応力を与える層に樹脂を用いた積層板。

【0106】引っ張り応力を与える層にガラス繊維、合成繊維などの繊維質を含む積層板。引っ張り応力を与える層に圧力を加えることによって導電性を帯びる樹脂を含む積層板。

【0107】引っ張り応力、圧縮力を変化を、積層板の加熱温度の変化で行う。

【0108】繊維質を含む積層板にの場合、過剰な酸素を添加させることで繊維質の回収を行う。

【0109】この実施例に係る積層板において、引っ張り応力を与える層としては樹脂層が代表例として挙げられ、繊維質、セラミック、これらの混合物、もしくはこの混合物の隙間を埋める樹脂から構成される。繊維質としては、天然繊維、化学繊維、高強度繊維、高弾性繊維に大別される。天然繊維は植物繊維としての綿、麻と、動物繊維の絹、羊毛に分けられ、化学繊維はレーヨン、ポリノジックキュアラなどの再生繊維、アセテート、トリアセテートなどの半合成繊維、ナイロン、アクリル、ビニロン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレンなどの合成繊維に分けられる。また、高強度繊維としては、石綿、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、超強度ポリエチレン繊維などがあり、高弾性繊維としては、ポリウレタン繊維が挙げられる。

【0110】一方、加工時に引っ張り応力を与えない層としては、銅、鉄などの金属、あるいは、導電性を有する樹脂が挙げられる。

【0111】第1の構成例

図21は積層板の第1の構成例を断面的に示したもので、63は圧延処理によって厚さ100 μm に加工された純度99.99%の銅箔、64は太さ50 μm のガラス繊維64aを引っ張り応力を与えた上で、リン酸エステルとしてのリン酸トリクレジルを含むエポキシ樹脂64bにてガラス繊維の周りを満たした絶縁層である。ここで、ガラス繊維64aを含む絶縁層64は、図22に平面的に示すごとく、1cm角の格子になるように垂直方向に薄層状に束ねて互い違いに交差している。

【0112】絶縁層64の形成および金属層63の密着ないし接着一体化は、まず、絶縁層64の骨格としてのガラス繊維を束ねて格子状に交差させたものの縁辺部を固定し、その縁辺部を拡大する方向で1%ずつ拡げて引っ張り応力を与え続ける。この状態でガラス繊維を挟み込むように、リン酸トリクレジルを10%含有するエポキシ樹脂を含浸させた上で、乾燥しないうちに金属層62（銅箔）を絶縁層64の両面に積層し接着させる。およそ2時間経過した後に、この積層体の縁辺部から加えていた引っ張り応力を取り去り、プレス機で加圧・密着させた後、金属層63からはみ出したガラス繊維を切断機で切断し除去してから、さらに、1週間乾燥させた後に、切断機でA4版サイズの大きさにカッティングした。

【0113】カッティングした1枚を抜き取り、両面の金属層63をそれぞれ直流電源に接続し、100Vの電圧を印加して流れる電流から絶縁機能を試験・評価したところ、測定器の検出限界の1mA未満であった。

【0114】同じ要領で、絶縁層64を介して4枚の金属層63を交互に密着させた積層体（絶縁層3枚）をカッティングし、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0115】また、上記金属層が4層の積層板を高さ2mの位置から落下させ、垂直方向の衝撃を与えたところ、この積層板の表面に外観上何ら変化はなく、絶縁機能についても変化はなかった。さらに、100 $^{\circ}\text{C}$ の温度で2時間加熱した後、外観および絶縁機能を確認しても変化が認められなかった。

【0116】次に、上記金属層が4層の積層板を3カ月室温で放置した後、絶縁機能、衝撃による変化、耐熱性を試験・評価したところ何ら変化は認められなかった。

【0117】そこで、この金属層が4層の積層板のリサイクルすることを想定し、その縁辺部を固定して、ガラス繊維を縮めるような方向で圧縮力を与えた上で、積層板の拡がりを持った面に垂直な方向から外力を与え続けた。すると、銅板が急激に曲がり始めるのを確認したため、縁辺部からの圧縮力を解除した後、積層板を取り出したところ、絶縁層のガラス繊維に多数の割れ目が生じ、金属層が剥離しているのを認めた。

【0118】このように積層板は、一定の応力以上で降伏し内部破壊が生じる複合体を形成することにより、リサイクル時には、積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせて樹脂層を破壊することができるため、有用資源として金属、金属以外の成分を分離回収することが可能となる。

【0119】第2の構成例

圧延処理によって200 μm の均等に厚さに加工された純度99.99%の銅板を金属層とし、太さ40 μm のガラス繊維を引っ張り応力を与えた上でリン酸エステルとしての

リン酸トリクレジルを含むフェノール樹脂でガラス繊維の周りを満たしたものを絶縁層とした他は、第1の構成例の場合と同様にして積層板を作成した。なお、絶縁層の形成および金属層との密着・一体化方法は、先ず、絶縁層の骨格としてのガラス繊維を束ねて格子状に交差させたものの縁辺部を固定し、その縁辺部を拡大する方向で1%ずつ拡げて引っ張り応力を与え続ける。この状態で、ガラス繊維を挟み込むようにリン酸トリクレジルを10%含有するプロピルアルコールに溶かしたフェノール樹脂（レゾール型）を含浸させ、未乾燥の状態で金属層を両面に積層し接着させる。およそ2時間経過した後、この積層体の縁辺部から加えていた引っ張り応力を取り去り、プレス機にて加圧・一体化した後、金属層からはみ出したガラス繊維を切断機で切断し除去してから、1週間乾燥させた後にA4版サイズの大きさにカッティングした。

【0120】前記カッティングした1枚を抜き取り、両面金属層にそれぞれ直流電源を接続し、100Vの電圧を印加して電流を流して絶縁機能を試験・評価したところ、電流は測定器の検出限界の1mA未満であった。

【0121】また、上記構成例1の場合と同様に、絶縁層を介して4枚の金属層を交互に密着させた積層体（絶縁層3枚）をカッティングし、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0122】さらに、この金属層4層の積層板について、落下衝撃試験、100℃、2時間加熱後の外観および絶縁機能の変化など試験・評価でも第1の構成例の場合と同様であった。

【0123】次に、上記金属層が4層の積層板を3カ月室温で放置した後、絶縁機能、衝撃による変化、耐熱性を試験・評価したところ何ら変化は認められなかった。

【0124】そこで、この金属層が4層の積層板のリサイクルすることを想定し、その縁辺部を固定して、ガラス繊維を縮めるような方向で圧縮力を与えた上で、積層板の拡がりを持った面を水平に保ちながら高さ2mの位置から落下させた。すると、銅板が急激に曲がり始めるのを確認したため、縁辺部からの圧縮力を解除した後、積層板を取り出したところ、絶縁層のガラス繊維に多数の割れ目が生じ、金属層が剥離しているのを認めた。

【0125】このように積層板は、一定の応力以上で降伏し内部破壊が生じる複合体を形成することにより、リサイクル時には、積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせて樹脂層を破壊することができるため、有用資源として金属、金属以外の成分を分離回収することが可能となる。

【0126】第3の構成例

上記第1の構成例の場合において、リン酸トリクレジルを含むエポキシ樹脂の代りに、水酸化アルミニウムを3

%含有するポリ塩化ビニルを使用した他は、同様の条件で金属層2層の積層板、および金属層4層の積層板をそれぞれ作成した。なお、前記絶縁層の形成は、ガラス繊維を束ねて格子状に交差させた基材の縁辺部を固定し、その縁辺部を拡大する方向で1%ずつ拡げて引っ張り応力を与えた状態で、ガラス繊維を挟み込むように、水酸化アルミニウムを3%含有するポリ塩化ビニルを150℃以下に加熱しながら含浸させた。

【0127】カッティングした金属層2層の積層板1枚を抜き取り、金属層にそれぞれ直流電源を接続し、100Vの電圧を印加して電流を流して絶縁機能を試験・評価したところ、電流は測定器の検出限界の1mA未満であった。また、金属層4層の積層板について、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0128】さらに、この金属層4層の積層板について、落下衝撃試験、80℃、2時間加熱後の外観および絶縁機能の変化など試験・評価、3カ月室温で放置後の絶縁機能、衝撃による変化、耐熱性を試験・評価したところ何ら変化は認められなかった。また、前記金属層が4層の積層板のリサイクルすることを想定し、その縁辺部を固定して、ガラス繊維を縮めるような方向で圧縮力を与えた上で、積層板の拡がりを持った面を水平に保ちながら高さ2mの位置から落下させた。すると、銅板が急激に曲がり始めるのを確認したため、縁辺部からの圧縮力を解除した後、積層板を取り出したところ、絶縁層のガラス繊維に多数の割れ目が生じ、金属層が剥離しているのを認めた。

【0129】このように積層板は、一定の応力以上で降伏し内部破壊が生じる複合体を形成することにより、リサイクル時には、積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせて樹脂層を破壊することができるため、有用資源として金属、金属以外の成分を分離回収することが可能となる。

【0130】構成例4

上記第1の構成例の場合において、太さ10μmのセルローズ繊維を7本ずつ束ねて捩ったものを繊維系の基材とし、水酸化アルミニウムを3%含有するエポキシ樹脂を含浸させた絶縁層を使用した他は、同様の条件で金属層2層の積層板、および金属層4層の積層板をそれぞれ作成した。

【0131】カッティングした金属層2層の積層板1枚を抜き取り、金属層にそれぞれ直流電源を接続し、100Vの電圧を印加して電流を流して絶縁機能を試験・評価したところ、電流は測定器の検出限界の1mA未満であった。また、金属層4層の積層板について、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0132】さらに、この金属層4層の積層板について、落下衝撃試験、100℃、2時間加熱後の外観および

絶縁機能の変化など試験・評価、3カ月室温で放置後の絶縁機能、衝撃による変化、耐熱性を試験・評価したところ何ら変化は認められなかった。

【0133】また、前記金属層が4層の積層板のリサイクルすることを想定し、その縁辺部を固定して、ガラス繊維を縮めるような方向で圧縮力を与えた上で、積層板の拡がりを持った面を水平に保ちながら高さ2mの位置から落下させた。すると、銅板が急激に曲がり始めるのを確認したため、縁辺部からの圧縮力を解除した後、積層板を取り出したところ、絶縁層のセルロース繊維に多数の切断が生じほぐれており、金属層が剥離しているのを認めた。

【0134】このように積層板は、一定の応力以上で降伏し内部破壊が生じる複合体を形成することにより、リサイクル時には、積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせて樹脂層を破壊することができるため、有用資源として金属、金属以外の成分を分離回収することが可能となる。

【0135】構成例5

上記第1の構成例の場合において、太さ10 μ mのセルロース繊維を7本ずつ束ねて振ったもの50%、太さ30 μ mのガラス繊維50%系の混合繊維状基材（1.5cm角格子）とし、水酸化アルミニウムを3%含有するエポキシ樹脂を含浸させた絶縁層を使用した他は、同様の条件で金属層2層の積層板、および金属層4層の積層板をそれぞれ作成した。

【0136】A5版サイズにカッティングした金属層2層の積層板1枚を抜き取り、金属層にそれぞれ直流電源を接続し、100Vの電圧を印加して電流を流して絶縁機能を試験・評価したところ、電流は測定器の検出限界の1mA未満であった。また、金属層4層の積層板について、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0137】さらに、この金属層4層の積層板について、落下衝撃試験、100℃、2時間加熱後の外観および絶縁機能の変化など試験・評価、3カ月室温で放置後の絶縁機能、衝撃による変化、耐熱性を試験・評価したところ何ら変化は認められなかった。

【0138】また、前記金属層が4層の積層板のリサイクルすることを想定し、積層板を液体窒素中に10分間浸漬した後、ハンマーで衝撃を加えたところ、絶縁層と金属層が剥離した。これは、急激な冷却によって、金属層の収縮に絶縁層の収縮が追従できず、積層板内の繊維が伸びている方向に圧縮力が働き、引っ張り応力を打ち消すため、積層板の広がりを持った面に対して垂直な力が作用して絶縁層の内部破壊を生じることに起因する。

【0139】さらに、上記分離した絶縁層から1g切り取

り、上蓋に点火プラグの付いた容器（内径5cm、深さ10cm、厚さ1cmのSUS316製）内に収容し、酸素を20気圧注入して密閉した後にプラグを点火した。点火から10分経過後に蓋を開けたところ、固形物としてガラス繊維および粉状の酸化アルミが0.6g残っていた。

【0140】このように積層板は、一定の応力以上で降伏し内部破壊が生じる複合体を形成することにより、リサイクル時には、積層板に引っ張り応力が働いている方向と反対向きに圧縮力を与えて引っ張り応力を打ち消し、この積層板の拡がりを持った面に垂直の剪断応力を働かせて樹脂層を破壊することができるため、有用資源として金属、金属以外の成分を分離回収することが可能となる。

【0141】構成例6

上記第1の構成例の場合において、加圧されたときに導電性を呈する厚さ100 μ mのポリフッ化ビニリデンを主成分とした樹脂フィルムを金属層の代りに、また、太さ20 μ mのガラス繊維を基材（0.5cm角格子）とし、エポキシ樹脂を含浸させた絶縁層を使用した他は、同様の条件で金属層2層の積層板、および金属層4層の積層板をそれぞれ作成した。

【0142】A5版サイズにカッティングした金属層2層の積層板1枚を抜き取り、金属層にそれぞれ直流電源を接続し、100Vの電圧を印加して電流を流して絶縁機能を試験・評価したところ、電流は測定器の検出限界の1mA未満であった。また、金属層4層の積層板について、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0143】その他、第1の構成例の場合と同様の試験評価を行ったところ、同様の作用・効果がそれぞれ確認された。

【0144】構成例7

上記第1の構成例の場合において、太さ20 μ mのガラス繊維を基材（1cm角格子）とし、シリコン樹脂を含浸させた絶縁層を使用した他は、同様の条件で金属層2層の積層板、および金属層4層の積層板をそれぞれ作成した。

【0145】A5版サイズにカッティングした金属層2層の積層板1枚を抜き取り、金属層にそれぞれ直流電源を接続し、100Vの電圧を印加して電流を流して絶縁機能を試験・評価したところ、電流は測定器の検出限界の1mA未満であった。また、金属層4層の積層板について、絶縁機能を確認したところ測定器の検出限界未満であった。

【0146】その他、構成例1の場合と同様の試験評価を行ったところ、同様の作用・効果がそれぞれ確認された。

【0147】本発明は上記例示の実施態様に限定されるものでなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で、いろいろの変形を採ることができる。たとえば廃棄対象の回収電

池は、リチウム二次電池系以外のニッケル水素二次電池系などの場合にも、同様に適用できる。

【 0 1 4 8 】

【発明の効果】上記説明から分かるように、本発明に係る廃棄物の処理方法によれば、フッ素やリン成分などを含む有害物質の発生を回避する一方、有益な金属類などを効率的に回収することができる。すなわち、二次電池などの廃棄処分に当たって、環境汚染ないし環境負荷などを低減・回避できるとともに、資源の有効な活用を図ることも可能な、実用上多くの利点を有する処理方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施手順例を示すフローチャート図。

【図 2】電池パッケージの解体分離の実施態様例を説明するための説明図。

【図 3】回収電池の放電処理の実施態様例を説明するための説明図。

【図 4】回収電池の解体分離の実施態様例を説明するための説明図。

【図 5】回収電池から分離した電池要素部の加熱処理の実施態様例を説明するための説明図。

【図 6】電池要素部の分離処理の実施態様例を説明するための説明図。

【図 7】電池要素部中の金属回収の実施態様例を示すフローチャート図。

【図 8】電池要素部の振動分離の実施態様例を説明するための説明図。

【図 9】電池要素部の加熱振動分離の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 0】回収電池の放電処理の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 1】電池要素の放電処理時における電流－時間例

を示す曲線図。

【図 1 2】回収電池の放電処理の他の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 3】電池要素の放電処理時における他の電流－時間例を示す曲線図。

【図 1 4】回収電池の放電処理のさらに他の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 5】電池要素の放電処理時におけるさらに他の電流－時間例を示す曲線図。

【図 1 6】回収電池の放電処理の他の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 7】回収電池の放電処理のさらに他の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 8】回収電池内の溶媒を揮散・回収処理の実施態様例を説明するための説明図。

【図 1 9】回収電池内の溶媒を揮散・回収処理の他の実施態様例を説明するための説明図。

【図 2 0】回収電池の解体分離の他の実施態様例を説明するための説明図。

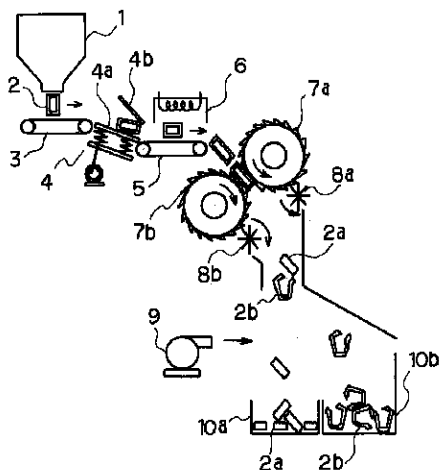
【図 2 1】積層板の構成例を拡大して示す断面図。

【図 2 2】積層板の絶縁層の構成例を拡大して示す平面図。

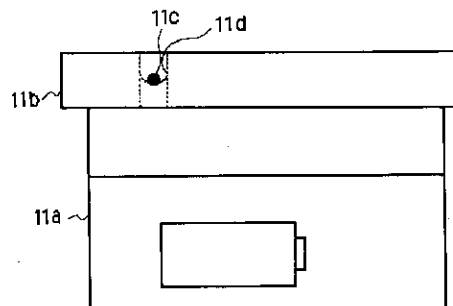
【符号の説明】

- 1……供給ホッパー
- 2……電池パッケージ
- 3……第 1 の搬送コンベア
- 4……電池整流手段
- 5……第 2 の搬送コンベア
- 6……加熱装置
- 7a, 7b……回転ロール
- 8a, 8b……風力選別用ブロー
- 9……風力選別用ブロー
- 10a, 10b……分離品収容容器

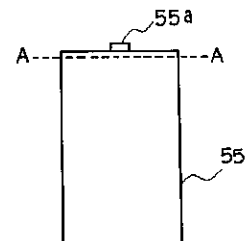
【図 2】



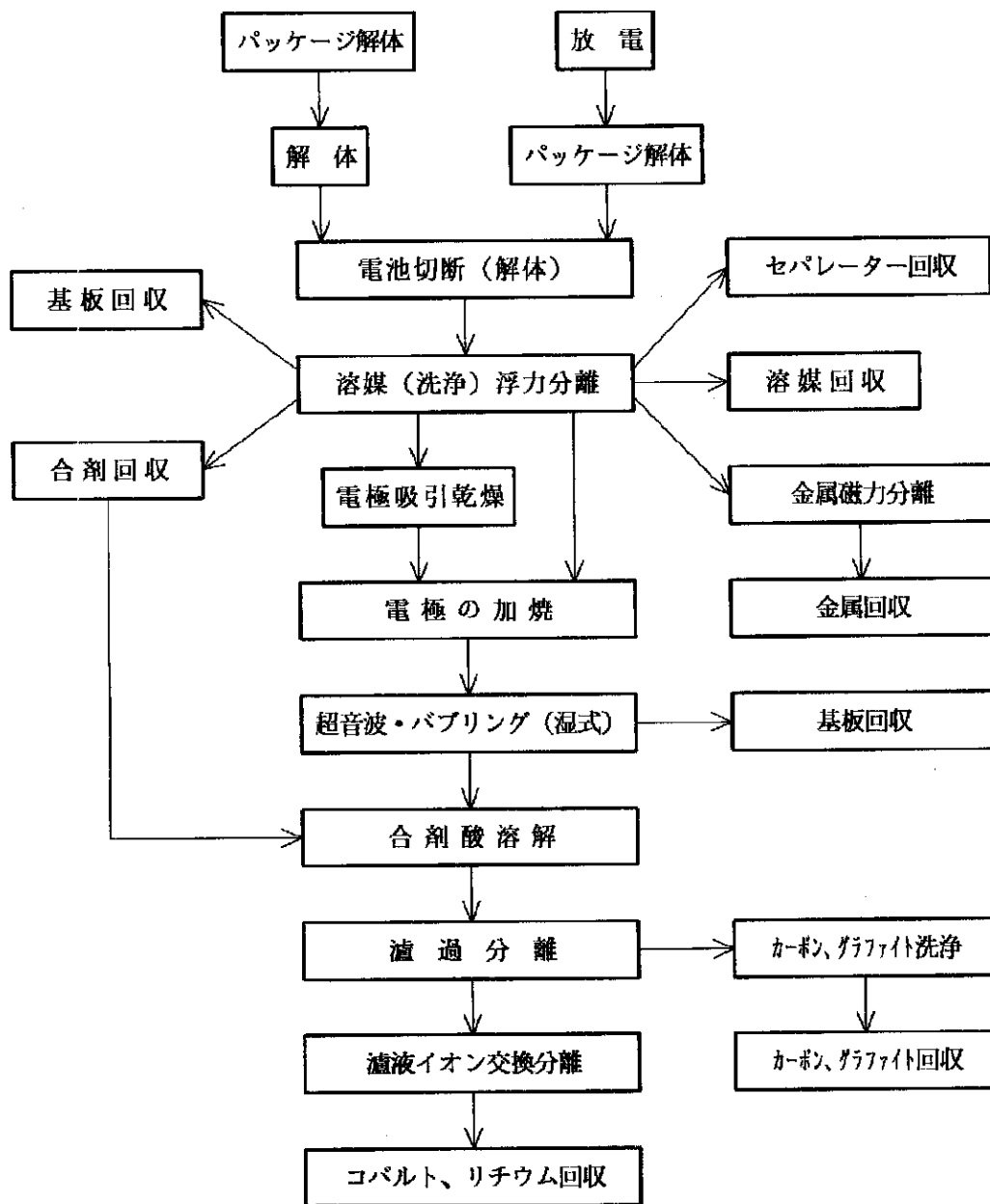
【図 3】



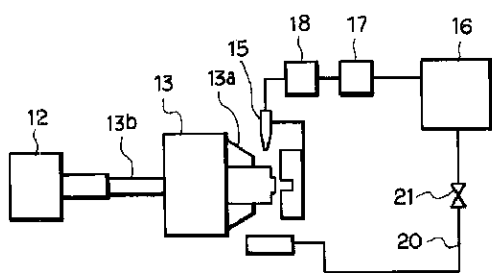
【図 2 0】



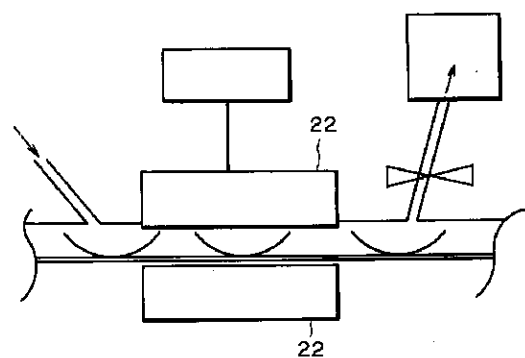
【図1】



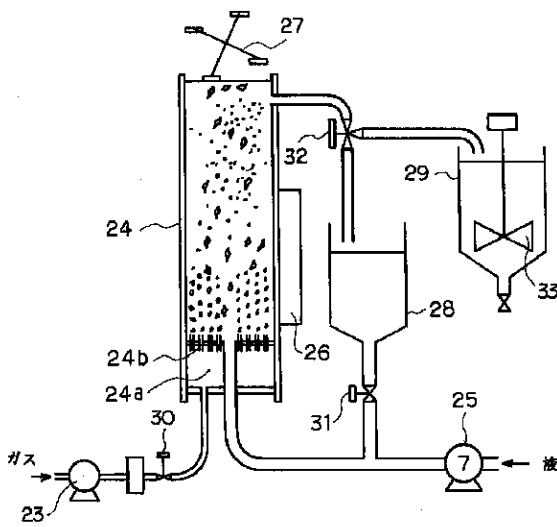
【図4】



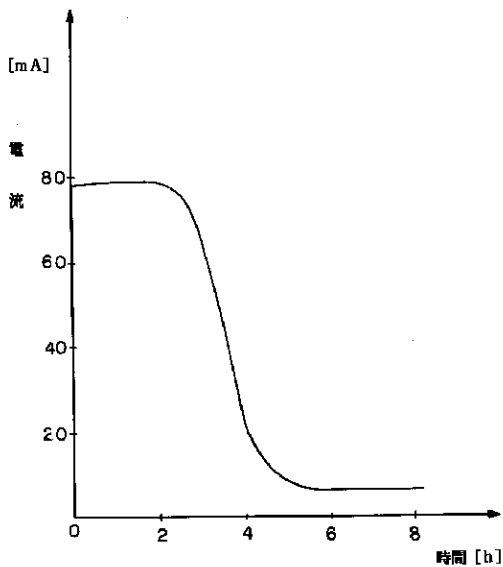
【図5】



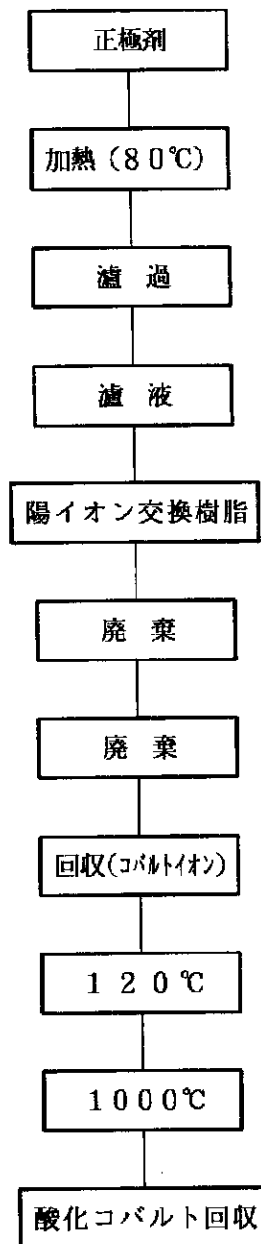
【図6】



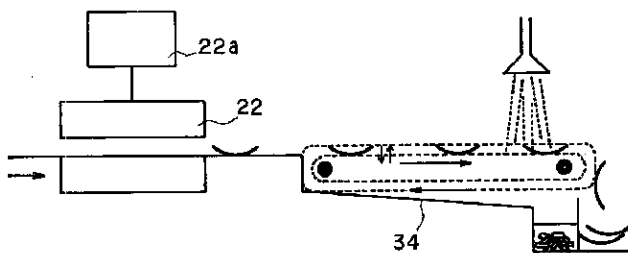
【図11】



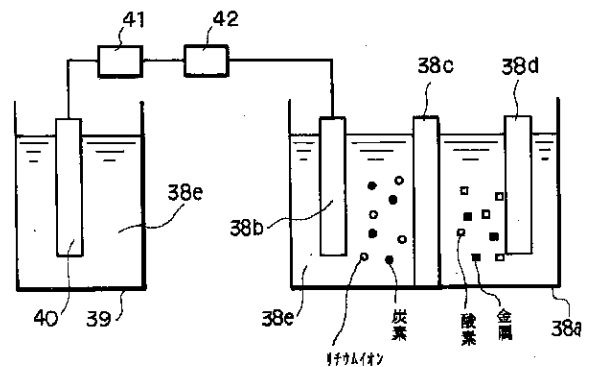
【図7】



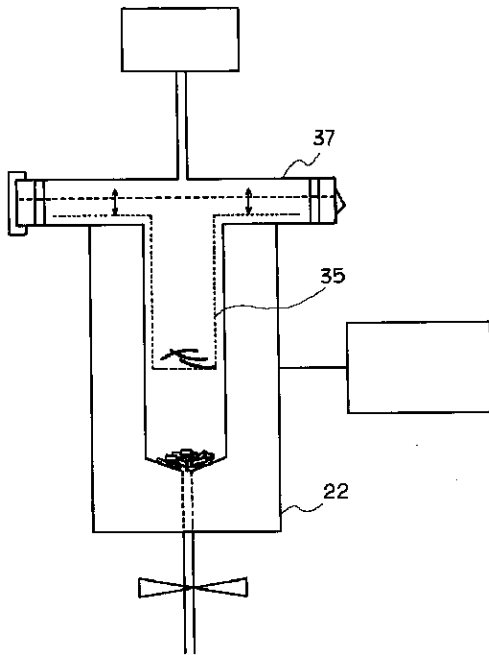
【図8】



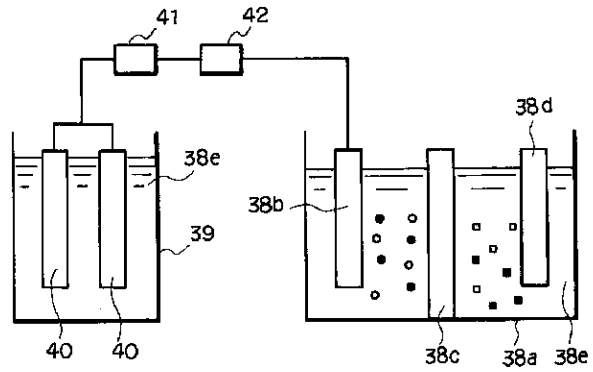
【図10】



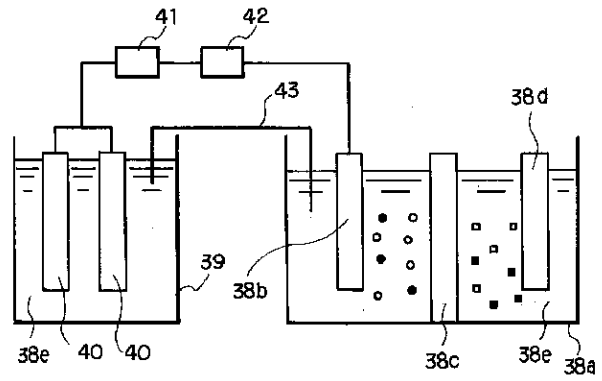
【図9】



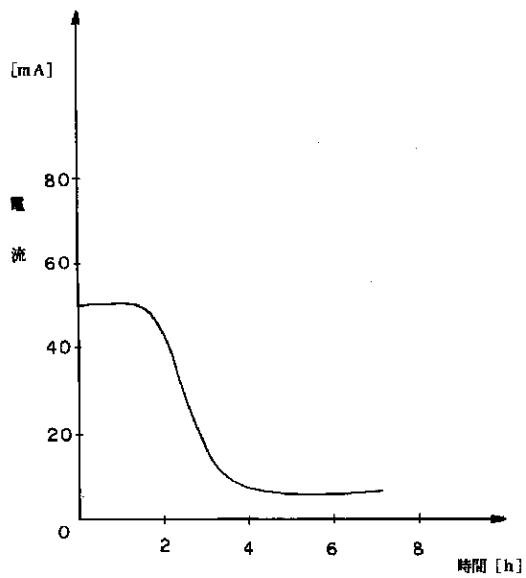
【図12】



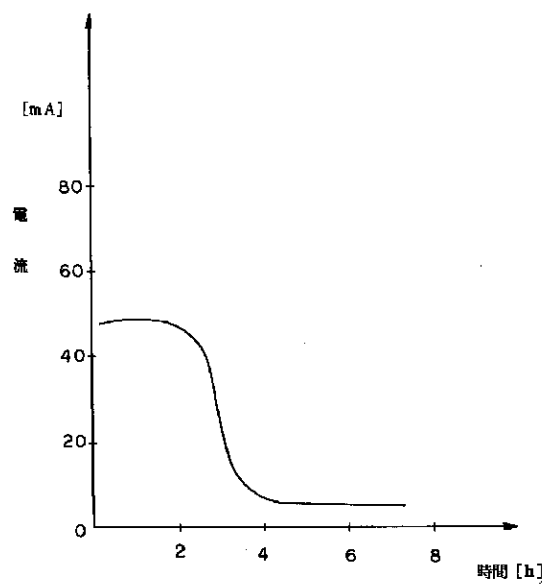
【図14】



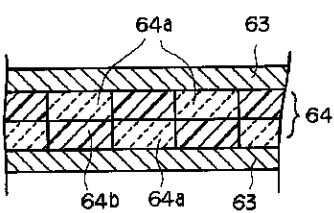
【図13】



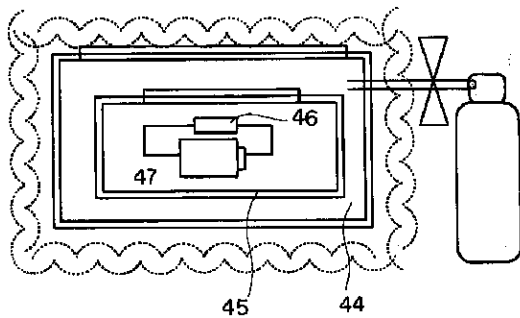
【図15】



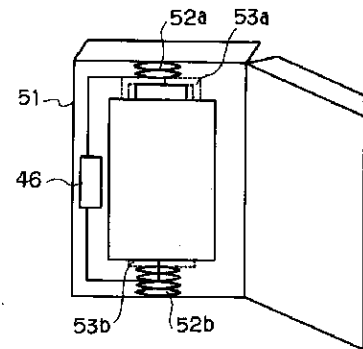
【図21】



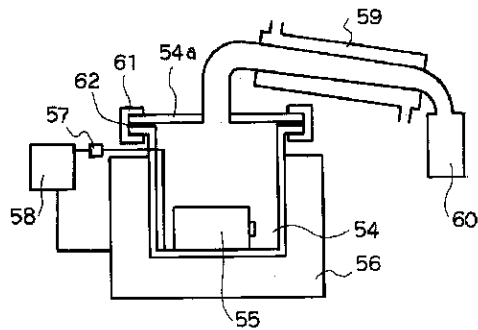
【図16】



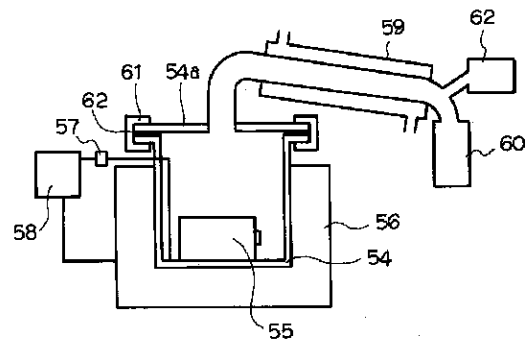
【図17】



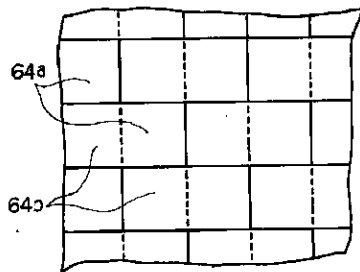
【図18】



【図19】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 親里 直彦
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 五反田 武志
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 北村 英夫
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 小松 出
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 林 勝
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 矢吹 元央
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 小沼 雅敬
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 原田 一成
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 金澤 悟史
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 佐々木 邦彦
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 馬場 優子
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 森田 正明
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 東
芝リサーチコンサルティング株式会社内