

明 細 書

発明の名称： リチウムイオン二次電池の熱処理方法

技術分野

[0001] 本発明はリチウムイオン二次電池から有価物を回収するための前処理に用いられる熱処理方法に関する。

背景技術

[0002] リチウムイオン二次電池は従来用いられてきた二次電池と比較して、軽量でかつ高容量、高起電力なので、パソコン、携帯電話などの電子機器や自動車の車載用バッテリー等に広く使われるようになっている。

[0003] リチウムイオン二次電池の正極活物質は、従来一般的にリチウムと遷移金属の複合酸化物で構成される。なかでも、Coを成分に持つ複合酸化物であるコバルト酸リチウム (LiCoO_2) が多用されている。また、最近ではニッケル酸リチウム (LiNiO_2)、マンガン酸リチウム (LiMn_2O_4)、あるいは三元系 ($\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ など) や、それらの複合タイプの利用も増加している。リチウムイオン二次電池の電解液としては、電解質 LiPF_6 、 LiBF_4 等のリチウム塩を、PC (プロピレンカーボネート)、EC (エチレンカーボネート) 等の環状炭酸エステルと、DMC (ジメチルカーボネート)、EMC (エチルメチルカーボネート)、DEC (ジエチルカーボネート) 等の鎖状エステルの混合溶媒に溶解したものが主として用いられているが、これらの有機溶媒は可燃性であり、取り扱い方法によっては発火の危険性を有している。

[0004] 近年、前記のリチウムイオン二次電池の使用量が急拡大していることから、使用済みで廃棄されたリチウムイオン二次電池や、当該電池の製造過程で発生した不良品のスクラップから、正極活物質に使用されているニッケルやコバルト、電極の集電体に使用されているアルミニウムや銅等の有価金属を分離回収することが望まれている。

[0005] その際に、例えば携帯用電子機器等に用いられているリチウムイオン二次

電池は小型化や薄型化が進んでおり、独立したリチウムイオン二次電池を単独に処理することは、コスト面等を考えると事実上不可能である。したがって、従来多数個のリチウムイオン二次電池を金属製の収容手段に収容し、集積した状態でリチウムイオン二次電池の保管や運搬をしたり、分離回収処理に供したりすることも行われている。

[0006] 廃棄されたリチウムイオン二次電池はその内部に可燃性の有機溶媒を含んでいる。また、廃リチウムイオン電池の排出元ですべての電池を完全に放電・失活するのは困難な場合があり、充電状態が維持されたリチウムイオン電池が廃棄される場合がある。上述のように、リチウムイオン二次電池は小型化や薄型化が進んでおり、多数個のリチウムイオン二次電池を集積すると、外部からの力により電池が容易に変形するため、電池内部で短絡が発生し、廃リチウムイオン二次電池の保管時や分離回収処理時に、電池自体が発火する恐れがあることが知られている。

[0007] 分離回収処理においては、前処理として熱処理によりリチウムイオン二次電池内に残存する有機溶媒を燃焼させることが行われている。しかし、その際に有機溶媒が爆発的に異常燃焼し、収容手段内で熱暴走が起こることがある。この熱暴走は、リチウムイオン二次電池の正極活物質が熱分解して酸素を放出し自己の燃焼を加速させる反応によっても生じることから、熱処理の雰囲気（酸素濃度）を調節しても熱暴走を防ぐことができない場合がある。異常燃焼が起こると、排ガスの温度が急上昇し、加熱炉の炉壁や煙道を痛める場合がある。また、急速な燃焼により炉内酸欠状態となり、排ガスのCO濃度が上昇する恐れがある。したがって、収容手段内でのリチウムイオン二次電池の燃焼速度をコントロールする手法が求められている。

[0008] リチウムイオン二次電池の燃焼速度をコントロールする方法としては、例えば、特許文献1にはリチウムイオン二次電池を酸素遮蔽容器に収容し、遮蔽容器内の酸素分圧を0%から5%に調節してリチウムイオン二次電池を焙焼する技術が開示されている。酸素遮蔽容器を用いるとリチウムイオン二次電池の燃焼速度が低下するが、リチウムイオン二次電池を複数処理した場合

に一方のリチウムイオン二次電池の燃焼熱によって他方のリチウムイオン電池が加熱されて、前記正極活物質の分解・酸素発生を主原因とする熱暴走が発生する場合があるという問題があった。また、酸素遮蔽容器内の酸素分圧を低下させる工程が必要であり、処理コストが増大するという問題があった。

[0009] 特許文献2には、リチウムイオン二次電池の廃棄物を配置した熱処理炉内に、酸素、窒素、二酸化炭素及び水蒸気からなる群から選択される少なくとも一種を含む雰囲気ガスを流して炉内酸素分圧を調整する電池廃棄物の熱処理方法が開示されており、熱処理炉内の酸素分圧は $5 \times 10^{-4} \text{ atm} \sim 4 \times 10^{-2} \text{ atm}$ の範囲が好ましいとされている。しかし、特許文献2に開示されている方法の場合にも、リチウムイオン二次電池を複数処理した場合に一方のリチウムイオン二次電池の燃焼熱によって他方のリチウムイオン電池が加熱されて、前記正極活物質の分解・酸素発生を主原因とする熱暴走が発生する場合があるという問題があった。また、熱処理炉内の酸素分圧を低下させることが必要であり、処理コストが増大するという問題があった。

[0010] 特許文献3には、リチウムイオン二次電池を金属製の収容手段に収容し、当該収容手段を外部から直火バーナーで加熱する際に、当該直火バーナーと当該収容手段の間に火災遮断手段を設け、当該リチウムイオン二次電池を収容した収容手段の温度上昇速度を低下させる技術が開示されている。しかし、特許文献3に開示されている技術では、金属製の収容手段の燃焼速度をコントロールできるが、当該技術を用いて複数の金属製の収容手段を加熱して高温になった際に、一つの収容手段において熱暴走が発生した場合、他の収容手段にその影響が及ぶことを防止することができないとの欠点があった。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2016-219402号公報

特許文献2：特開2021-163645号公報

特許文献3：特開2022-048614号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 本発明は前記の問題に鑑み、リチウムイオン二次電池から有価物を回収するための前処理に用いられる熱処理において、加熱雰囲気を制御することなく、低コストでリチウムイオン二次電池の発火による熱暴走を防止する方法を提供することを目的とする。なお、本明細書において、熱暴走とは加熱炉出口温度が1000℃以上の温度域においても急激な昇温挙動が見られる燃焼状態を意味する。加熱炉出口温度は、炉内のガスが排気流路へ出るための出口における、ガスの温度である。

課題を解決するための手段

- [0013] 上記目的を達成するため本明細書では以下の発明を開示する。

[1] リチウムイオン二次電池を複数の金属製の収容手段に入れ、前記のリチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段を、大気雰囲気下で前記の複数の金属製の収容手段の外部に配設した加熱手段により加熱するリチウムイオン二次電池の熱処理方法であって、前記の複数の金属製の収容手段の一部または全てにリチウムイオン二次電池とともに水を貯留して加熱することにより、前記のリチウムイオン二次電池を収容した収容手段の温度上昇速度を調節する、リチウムイオン二次電池の熱処理方法。

[2] 前記のリチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段を前記の加熱手段により加熱する際に、リチウムイオン二次電池と水とを貯留した収容手段とリチウムイオン二次電池のみを入れた収容手段とを配置する、上記[1]に記載のリチウムイオン二次電池の熱処理方法。

[3] 前記の収容手段が鉄またはステンレス鋼により形成されたものである、上記[1]または[2]に記載のリチウムイオン二次電池の熱処理方法。

[4] 前記の水を貯留する収容手段が、その上部に複数の開口部を設けた蓋部材を有するものである、上記[1]～[3]のいずれかに記載のリチウムイオン二次電池の熱処理方法。

発明の効果

[0014] 本発明の熱処理方法を用いると、熱処理の際に雰囲気制御が不必要であり、低コストで安全にリチウムイオン二次電池から有価物を回収するための前処理を行うことができる。したがって、本発明は廃棄リチウムイオン二次電池から有価金属を回収する工程の低コスト化に寄与しうる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]リチウムイオン二次電池のみを収容して外部加熱した場合の加熱炉出口温度および煙突内酸素濃度の時間変化の一例を示すグラフ。

[図2]実施例1におけるDMおよびその他の加熱対象物の配置を模式的に示す加熱炉の水平断面図。

[図3]実施例1の熱処理を行った際の、加熱炉出口温度、携帯電話DMおよびミックスDM近傍の温度の経時変化を示すグラフ。

[図4]実施例2におけるミックスDMおよび車載用L I B収容手段の配置を模式的に示す加熱炉の水平断面図。

[図5]実施例2の熱処理を行った際の、加熱炉出口温度の経時変化を示すグラフ。

[図6]図2のA-A断面を模式的に示す加熱炉の垂直断面図。

[図7]実施例3における車載用L I B収容手段およびミックスL I B収容DMの配置を模式的に示す加熱炉の水平断面図。

[図8]実施例3の熱処理を行った際の、加熱炉出口温度の経時変化を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0016] [リチウムイオン二次電池]

本発明の熱処理方法が対象とする廃棄リチウムイオン二次電池は、携帯電話やその他の電子機器等で使用されるボタン電池等の小型のリチウムイオン二次電池だけではなく、車載用の大型のリチウムイオン二次電池等、リチウムイオン二次電池であればいかなるものでも構わない。また、使用済みで廃棄されたリチウムイオン二次電池だけではなく、リチウムイオン二次電池の

製造工程において、性能不良等の理由によって廃棄されたスクラップ等も含む。

[0017] [収容手段]

廃棄リチウムイオン二次電池を収容手段に集積して保管すると、電池それ自身の自重や外部からの外力により電池が変形し、電池が発火する可能性がある。また、本発明のリチウムイオン二次電池の熱処理方法においては、電池を収容した収容手段を外部から加熱するため、当該収容手段は耐熱性および耐衝撃性を有する必要がある。そのため、前記のリチウムイオン二次電池を収容する収容手段としては、金属製、好ましくは鉄製またはステンレス鋼板製のものを使用する。具体的には、入手の容易さおよび価格の観点から、JIS Z 1600に規定されるドラム缶等を用いることができる。ここでドラム缶とは、円筒状の胴板の一端側の底に地板を設けたものである。

[0018] 前記のリチウムイオン二次電池を収容する収容手段は、その上部に複数の開口部を設けた蓋部材を有するものであっても良い。その場合、前記の複数の開口部の開口径は、熱処理を施す電池の直径や長さよりもわずかに小さいものとする。前記の蓋部材としては、パンチングプレート、網状や格子状の金属製部材や金属製の織布等を用いることができる。なお、当該蓋部材は当該収容手段内に廃棄リチウムイオン二次電池を収容するために取り外しが可能な構造とする。前記の収容部材に前記の複数の開口部を有する蓋部材を設ける理由は以下の通りである。

[0019] 本発明のリチウムイオン二次電池の熱処理方法の最大の技術的特徴は、後述するように、リチウムイオン二次電池を収容した収容手段内に水を貯留して加熱することにより、収容手段の温度上昇速度を調節することである。その際、収容手段内に貯留させる水の量を調節する必要がある。

[0020] リチウムイオン二次電池を収容手段内で集積して保管する場合には、当該電池の自然発火を防止するために、リチウムイオン二次電池を収容した収容手段内に水を貯留して保管することが一般的に行われている。その場合、水の量を調節するための簡易的な方法として、リチウムイオン二次電池と水を

収容した収容手段を公知の機械的手段により転倒し、前記の蓋部材を通して水を排出させるためである。

[0021] [加熱手段]

本発明のリチウムイオン二次電池の熱処理方法においては、廃棄リチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段を、前記の複数の金属製の収容手段の外部に配設した加熱手段を用い、大気雰囲気下で加熱する。大気加熱の場合、加熱雰囲気を制御するための設備が不要となり、処理コストを低下できる。本発明の熱処理方法においては、外部加熱のための熱処理炉としては、直火バーナーによる加熱、バッチ式のマッフル炉や連続式のローラーハースキルン、メッシュベルトキルン、電気式加熱炉等を用いることができるが、エネルギー効率の観点からは、直火バーナーにより加熱することが好ましい。なお、外部加熱に複数の直火バーナーを用いると、複数の金属製の収容手段の内、任意の収容手段を加熱することが可能になる。

[0022] [熱処理]

前記のように、発明のリチウムイオン二次電池の熱処理方法においては、リチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段を、大気雰囲気下で外部より加熱するが、その際に、前記の複数の金属製の収容手段の一部または全てにリチウムイオン二次電池とともに水を貯留して加熱することにより、前記のリチウムイオン二次電池を収容した収容手段の温度上昇速度を調節することが最大の技術的特徴である。収容手段の温度上昇速度が調節可能であれば、仮に一つの収容手段で電池の発火による熱暴走が起こっても、その影響が他の収容手段に及ぶことを防止できる。

[0023] 図1に、全ての収容手段にリチウムイオン二次電池のみを収容して外部加熱した際に、加熱炉内で熱暴走が発生した場合（後述の比較例1）の加熱炉出口温度および煙突内酸素濃度の時間変化の一例を示す。熱暴走が発生すると、リチウムイオン二次電池の急速な燃焼が起こり、加熱炉内の酸素が急激に消費されて不完全燃焼になるため、加熱炉出口温度の急上昇、煙突内酸素濃度の低下が観察される。

- [0024] 本発明の第一の実施形態では、前記のリチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段の全てに水を貯留させて加熱する。本実施形態の場合には、それぞれの収容手段に貯留させる水の量は、同一であってもよいが、収容手段ごとに異なった量にすることが好ましい。収容手段ごとに異なった量である場合、外部加熱を行った際に、収容手段内に貯留した水の全てが蒸発するまでの時間が収容手段によって異なるため、仮に一つの収容手段で熱暴走が起こっても、その周囲に水が全て蒸発することなく、内部に水を貯留した収容手段が存在するからである。収容手段に貯留される水の量が同一であっても、炉内の熱源（たとえば、直火バーナー）からの距離により各収容手段内の水の蒸発量は異なるので、各収容手段が同時に熱暴走することを防ぐことができる。
- [0025] 収容手段内に貯留させる水の量は、廃リチウムイオン二次電池の保管時に収容手段内に水を入れていなかった場合には、当該廃リチウムイオン二次電池を収容している収容手段に投入する水の量を調節することにより調節する。収容手段内に水を入れて廃リチウムイオン二次電池を保管していた場合には、当該廃リチウムイオン二次電池を収容している収容手段を転倒させて水を排出する時間を調節して貯留させる水の量を調節する。
- [0026] 本発明の第二の実施形態では、前記のリチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段の一部に水を貯留させて加熱する。水を貯留させる収容手段に関しては、当該収容手段を満たす量の水を貯留して構わない。収容手段内に水を入れて廃リチウムイオン二次電池を保管していた場合には、当該廃リチウムイオン二次電池を収容している収容手段の水を完全に排出することにより、廃リチウムイオン二次電池のみを収容し、水を貯留しない状態の収容手段にすることができる。
- [0027] 本発明の第二の実施形態では、水を貯留しない収容手段と水を貯留させた収容手段とを加熱炉内に配置した状態で外部加熱を行う。本実施形態においては、処理する廃リチウムイオン二次電池や外部からの加熱手段の能力を考慮し、水を貯留しない収容手段の間に水を貯留させた収容手段を適宜配置す

れば良い。熱暴走を防止する観点からは、リチウムイオン二次電池を収容した収容手段の総数に対して水を貯留させた収容手段の数の比率を30%以上とすることが好ましい。

- [0028] 本発明の第二の実施形態では、収容手段に貯留させる水の量を個別に調製するプロセスを省略することができるので、当該実施形態を用いることは、工程省略および処理コスト削減の観点から好ましい。

実施例

- [0029] [実施例1]

熱処理を施すリチウムイオン二次電池（以下、LIBと表記する。）の収容手段として、容量200Lの鉄製オープンドラム（以下、DMと表記する。）4本を準備した。その内2本のDMには、携帯電話用のLIBをDMがほぼ満杯になるまで投入した。投入した携帯電話用LIBの質量は、各DMにつきそれぞれ200kgである。残り2本のDMには、生活家電に使用される小型LIBの混合物をDMがほぼ満杯になるまで投入した。投入したLIBの混合物の質量は、各DMにつきそれぞれ150kgである。

- [0030] 前記のLIBを投入したDMの内、携帯電話用LIBを投入したDM（以下、携帯電話DMと表記する。）およびLIBの混合物を投入したDM（以下、ミックスDMと表記する。）のそれぞれ1本に、DM内のLIBが完全に浸漬されるまで水道水を注入した。前記の4本のDMを、その他の加熱対象物750kgとともに台車に積載し、8本の直火バーナーを配設した加熱炉に装入した。

- [0031] 図2に、DMおよびその他の加熱対象物の配置を示す。図中で、水を貯留させたDMの内容物には水の表記を付してある。図中の「ミックスLIB」はLIBの混合物を意味する。加熱炉への台車の装入方向は、DMが奥側、その他の加熱対象物が扉側である。なお、各DMには熱電対を設置し、熱処理時のLIB近傍の温度を測定した。

図6に、図2に示した炉のA-A断面図を模式的に示す。図6には扉を少し開けた状態を示してあり、加熱対象物の記載は省略してある。

図3に、実施例1の熱処理を行った際の、加熱炉出口温度、携帯電話DMおよびミックスDM近傍の温度の経時変化を示す。

[0032] 本例では、まず、No.4およびNo.8のバーナーを点火し、加熱炉出口温度を300℃程度まで昇温することにより、水を貯留させていないDM内のL1Bの燃焼を促した。点火後60min付近で前記の水を貯留させていないDM内のL1Bが燃焼を開始したため、バーナーを消火してL1Bを自燃させた。L1Bの自燃によりL1B近傍の温度が上昇したが、熱暴走は起こらなかった。自燃は60min程度（最初の点火から120min程度まで）継続して完了した。

[0033] その時点から、No.1およびNo.5のバーナーを使用してその他の加熱対象物の加熱を行った。そのため、その他の加熱対象物の燃焼熱により、水を貯留させたDM内の水の蒸発が進行し、最初の点火から180～210min後に、水を貯留させたDM内のL1Bの燃焼開始を炉内カメラで確認した。水を貯留させたDM内のL1Bの燃焼が概ね完了した後も、加熱炉出口温度を750℃以上に保ったが、加熱炉出口温度の急上昇は観察されなかった。

[0034] [比較例1]

すべてのDMに水道水の注入を行わなかったこと以外は、実施例1と同様の操作を繰り返して、本例の熱処理を行った。この結果を図1に示す。点火約30min後に、加熱炉出口温度が急上昇し、温度制御が困難な状態となった。その後、加熱炉出口温度1200℃以上、酸素濃度も5%以下という炉内酸欠状態となった。

[0035] [実施例2]

本実施例で熱処理を施すL1Bは、生活家電に使用されるミックスL1B（小型L1Bの混合物）と車載用のL1Bパックである。生活家電に使用されるミックスL1Bの試料調整方法は、水の貯留させる量（DM内の高さ）をDMの半分程度にした以外は、実施例1に記載の水を貯留したミックスDMと同一である。車載用L1Bパックは500kgのものを解体することな

く、専用の鉄製の収容手段（幅2350mm、奥行1650mmの鉄製容器）内に水を貯留せずに収容した。

[0036] 台車上に前記の車載用L I Bパックを収容した収容手段2基を離して積載し、それらの中間に前記のミックスDM2本を配置した。図4に、ミックスDMおよび車載用L I Bの収容手段の配置を示す。この場合、図の左側が加熱炉の奥側、右側が扉側である。

図5に、実施例2の熱処理を行った際の加熱炉出口温度の経時変化を示す。

[0037] 本例では、まず、No.4およびNo.8のバーナーを点火し、加熱炉出口温度が300℃程度となった75min後に車載用L I Bパックが燃焼を開始したため、バーナーを消火して当該車載用L I Bパックを自燃させた。自燃はその後60min（最初の点火から135minまで）継続して完了した。その時点から、No.1およびNo.5のバーナーを点火し、加熱炉扉側の車載用L I Bパックを加熱したところ、その直後に車載用L I Bパックが燃焼を開始したため、バーナーを消火して当該車載用L I Bパックを自燃させた。続いてNo.2、No.6を点火し、ミックスDM内の水の蒸発とL I Bの燃焼を促したところ、最初の点火から225minでミックスDM内のL I Bが燃焼を開始したので、バーナーを消火してL I Bを自燃させた。全てのL I Bの燃焼が完了した後、加熱炉温度を750℃で1h保持したが、熱暴走は起こらなかった。

[0038] 以上の結果から、本発明の熱処理方法を用いることにより、リチウムイオン二次電池から有価物を回収するための前処理としての熱処理の際に、リチウムイオン二次電池の異常燃焼による熱暴走を抑制できることがわかった。

[0039] [実施例3]

熱処理の対象物として、車載用L I Bパックと、ミックスL I B（携帯電話や生活家電に使用される小型L I Bの混合物）を用意した。500kgの車載用L I Bパックを解体することなく、専用の鉄製の収容手段（鉄製容器）に水を貯留せずに投入した。また、ミックスL I Bを容量200LのDM

(鉄製オーブンドラム) 8基に、それぞれほぼ満杯になるまで投入した。各DMに收容されているミックスL I Bの質量はそれぞれ約200kgである。これらのDM 8基のうち、3基にはミックスL I Bが收容されている状態でDMの50%高さまで水を入れ、残り5基にはミックスL I Bが收容されている状態でDMの80%高さまで水を入れた。

[0040] 車載用L I Bパックを收容した前記の鉄製容器1基と、ミックスL I Bを收容した前記のDM 8基を台車に乗せ、実施例1と同様の加熱炉に装入した。

図7に、車載用L I B收容手段およびミックスL I B收容DMの配置を模式的に示す。図7中、記号(A)を付したDMは50%高さまで水を入れたもの、記号(B)を付したDMは80%高さまで水を入れたものである。

図8に、実施例2の熱処理を行った際の加熱炉出口温度の経時変化を示す。

[0041] 本例では、まず、No. 4およびNo. 8のバーナーを点火し、加熱炉出口温度が300℃程度となるように昇温させて車載用L I Bパックの燃焼を促した。点火から45min後、車載用L I Bパックの燃焼が開始したためバーナーを消火し、自燃させた。自燃は、それから75min後(点火後120min程度)で完了した。次に、水50%のDMに直火が当たるNo. 1およびNo. 6バーナーを点火し、水50%のDMにおいてミックスL I Bの燃焼を促したところ、最初の点火から210minの時点で水50%のDMでの燃焼が開始した。次に、No. 2およびNo. 5バーナーを点火し、水80%のDMでの水の蒸発およびミックスL I Bの燃焼を促したところ、最初の点火から270minには全ての水が蒸発し、残りのミックスL I Bの燃焼が開始した。その後もNo. 1、No. 6、No. 2およびNo. 5のバーナーの火炎を導入し続け、1000℃近くまで昇温させたが、ミックスL I Bの燃焼が完了したことにより温度が下降した。その後750℃以上の温度で1h以上キープした後、全てのバーナーを消火した。

[0042] 本例のように、收容手段である容器に入れる水の量を多段階に設定するこ

とによって、炉内に配置されたりチウムイオン二次電池の燃焼タイミングを分割する（ずらせる）制御が行いやすくなり、予期しにくい突発的な燃焼を防止して、より安全な操業が可能になる。

請求の範囲

- [請求項1] リチウムイオン二次電池を複数の金属製の収容手段に入れ、前記のリチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段を、大気雰囲気下で前記の複数の金属製の収容手段の外部に配設した加熱手段により加熱するリチウムイオン二次電池の熱処理方法であって、前記の複数の金属製の収容手段の一部または全てにリチウムイオン二次電池とともに水を貯留して加熱することにより、前記のリチウムイオン二次電池を収容した収容手段の温度上昇速度を調節する、リチウムイオン二次電池の熱処理方法。
- [請求項2] 前記のリチウムイオン二次電池を収容した複数の収容手段を前記の加熱手段により加熱する際に、リチウムイオン二次電池と水とを貯留した収容手段とリチウムイオン二次電池のみを入れた収容手段とを配置する、請求項1に記載のリチウムイオン二次電池の熱処理方法。
- [請求項3] 前記の収容手段が鉄またはステンレス鋼により形成されたものである、請求項1に記載のリチウムイオン二次電池の熱処理方法。
- [請求項4] 前記の水を貯留する収容手段が、その上部に複数の開口部を設けた蓋部材を有するものである、請求項1に記載のリチウムイオン二次電池の熱処理方法。