

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6611824号  
(P6611824)

(45) 発行日 令和1年11月27日(2019.11.27)

(24) 登録日 令和1年11月8日(2019.11.8)

(51) Int. Cl.	F I	
CO1D 15/02 (2006.01)	CO1D 15/02	
CO1D 15/08 (2006.01)	CO1D 15/08	
BO1D 61/44 (2006.01)	BO1D 61/44	500
BO1D 61/46 (2006.01)	BO1D 61/44	510
CO2F 1/58 (2006.01)	BO1D 61/46	500

請求項の数 21 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-559008 (P2017-559008)	(73) 特許権者	501265593
(86) (22) 出願日	平成28年5月11日 (2016.5.11)		リサーチ インスティテュート オブ イ ンダストリアル サイエンス アンド テ クノロジー
(65) 公表番号	特表2018-520971 (P2018-520971A)		大韓民国 790-330 キョンサンブ クード ポハン-シ ナム-グ チョンア ム-ロ 67
(43) 公表日	平成30年8月2日 (2018.8.2)	(74) 代理人	100090033
(86) 国際出願番号	PCT/KR2016/004926		弁理士 荒船 博司
(87) 国際公開番号	W02016/182337	(74) 代理人	100093045
(87) 国際公開日	平成28年11月17日 (2016.11.17)		弁理士 荒船 良男
審査請求日	平成29年12月1日 (2017.12.1)	(72) 発明者	パク, ソン グク
(31) 優先権主張番号	10-2015-0066922		大韓民国, キョンサンブクード 3766 2, ポハン-シ, ナム-グ, 77ピーン- ギル, ヒョジャ-ロ, 22
(32) 優先日	平成27年5月13日 (2015.5.13)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		

(54) 【発明の名称】 水酸化リチウムおよび炭酸リチウムの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；および  
前記二価イオン不純物が除去されたリチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記  
リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；を  
含む、

前記バイポーラ電気透析は、正極が含まれている正極セル、第1バイポーラ膜、陰イオン  
選択型透析膜、陽イオン選択型透析膜、第2バイポーラ膜、負極が含まれている負極セル  
が順に配置され、前記正極セルの外部には酸性溶液室 ( t a n k ) が位置し、前記負極  
セルの外部には塩基性溶液室 ( t a n k ) が位置し、酸性溶液室 ( t a n k ) を通じて前  
記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環し、前記  
塩基性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第2バイポーラ膜および前記陽イオン選択型透析  
膜の間に位置する溶液が循環する、バイポーラ電気透析装置を利用して行われ、

前記二価イオン不純物が除去されたリチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記  
リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；は  
、前記バイポーラ電気透析装置内、前記陰イオン選択型透析膜および前記陽イオン選択型  
透析膜の間に前記二価イオン不純物が除去されたリチウム含有溶液を投入し、前記第1バ  
イポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間、および前記第2バイポーラ膜および前  
記陽イオン選択型透析膜の間には純水をそれぞれ投入する段階；そして、前記二価イオン  
不純物が除去されたリチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装

置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；を含み、

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液の投入量に対する前記純水の投入量の重量比（純水：二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液）は、1：1ないし1：5である、

水酸化リチウムの製造方法。

【請求項2】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；は、

10

前記純水が前記第1バイポーラ膜および前記第2バイポーラ膜の各表面で加水分解されて、水素イオンおよび水酸化イオンを発生させる段階；

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内のリチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜を透過して前記負極方向に移動する段階；および

前記第2バイポーラ膜の表面で発生された水酸化イオンおよび前記移動されたりチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間で濃縮されて、前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の陰イオンが前記陰イオン選択型透析膜を透過して前記正極方向に移動する段階；および

20

前記第1バイポーラ膜の表面で発生された水素イオンおよび移動された陰イオンが前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で濃縮されて、前記酸性溶液を形成する段階；を含むものである、

請求項1に記載の水酸化リチウムの製造方法。

【請求項3】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；において、

30

前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムの濃度は、

5 g / L 以上である、

請求項1に記載の水酸化リチウムの製造方法。

【請求項4】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、

前記水酸化リチウムを含む溶液を濃縮して、結晶化する段階；および

前記結晶化された水酸化リチウムを乾燥して、粉末形態の水酸化リチウムを収得する段階；をさらに含む、

40

請求項1に記載の水酸化リチウムの製造方法。

【請求項5】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、

前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；をさらに含むものである、

請求項1に記載の水酸化リチウムの製造方法。

【請求項6】

前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリ

50

チウムを濃縮する段階；において、  
前記電気透析後に残った濾液は、  
逆浸透法で濃縮されて前記電気透析に再使用されるものである、  
請求項 5 に記載の水酸化リチウムの製造方法。

【請求項 7】

リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；は、  
前記リチウム含有溶液に消石灰を投入する 1 次化学的精製段階；および  
前記 1 次化学的精製されたりチウム含有溶液に苛性ソーダ、炭酸ナトリウム、または硫酸ナトリウムを投入する 2 次化学的精製段階；を含むものである、  
請求項 1 に記載の水酸化リチウムの製造方法。

10

【請求項 8】

リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；において、  
前記除去される二価イオン不純物は、  
マグネシウムイオン、硫酸イオン、およびカルシウムイオンを含む群より選択される少なくとも一つ以上である、  
請求項 1 に記載の水酸化リチウムの製造方法。

【請求項 9】

前記リチウム含有溶液は、  
海洋溶存リチウム抽出溶液、廃リチウム電池再利用工程溶液、リチウム鉱石浸出溶液、  
塩水 ( b r i n e ) およびこれらの組み合わせを含む群より選択されたものである、  
請求項 1 に記載の水酸化リチウムの製造方法。

20

【請求項 10】

リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；  
前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；および  
前記水酸化リチウムを含む溶液を炭酸化して、炭酸リチウムを析出させる段階；を含み、

前記バイポーラ電気透析は、正極が含まれている正極セル、第 1 バイポーラ膜、陰イオン選択型透析膜、陽イオン選択型透析膜、第 2 バイポーラ膜、負極が含まれている負極セルが順に配置され、前記正極セルの外部には酸性溶液室 ( t a n k ) が位置し、前記負極セルの外部には塩基性溶液室 ( t a n k ) が位置し、酸性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第 1 バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環し、前記塩基性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第 2 バイポーラ膜および前記陽イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環する、バイポーラ電気透析装置を利用して行われ、

30

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；は、前記バイポーラ電気透析装置内、前記陰イオン選択型透析膜および前記陽イオン選択型透析膜の間に前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液を投入し、前記第 1 バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間、および前記陽イオン選択型透析膜および前記第 2 バイポーラ膜の間には純水をそれぞれ投入する段階；そして、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第 1 バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第 2 バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；を含み、

40

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液の投入量に対する前記純水の投入量の重量比 ( 純水：二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液 ) は、1：1 ないし 1：5 である、

炭酸リチウムの製造方法。

【請求項 11】

50

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；は、

前記純水が前記第1バイポーラ膜および前記第2バイポーラ膜の各表面で加水分解されて、水素イオンおよび水酸化イオンを発生させる段階；

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内のリチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜を透過して前記負極方向に移動する段階；および

前記第2バイポーラ膜の表面で発生された水酸化イオンおよび前記移動されたりチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間で濃縮されて、前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；

10

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の陰イオンが前記陰イオン選択型透析膜を透過して前記正極方向に移動する段階；および

前記第1バイポーラ膜の表面で発生された水素イオンおよび移動された陰イオンが前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で濃縮されて、前記酸性溶液を形成する段階；を含むものである、

請求項10に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項12】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；において、

20

前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムの濃度は、

5 g / L 以上である、

請求項10に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項13】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、

前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；をさらに含むものである、

30

請求項10に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項14】

前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；において、

前記電気透析後に残った濾液は、

逆浸透法で濃縮されて前記電気透析に再使用されるものである、

請求項13に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項15】

前記水酸化リチウムを含む溶液を炭酸化して、炭酸リチウムを析出させる段階；は、前記水酸化リチウムを含む溶液に炭酸ナトリウムまたは二酸化炭素を投入して行われるものである、

40

請求項10に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項16】

前記水酸化リチウムを含む溶液を炭酸化して、炭酸リチウムを析出させる段階；以降に、

前記析出された炭酸リチウムに含まれている一価イオン不純物を除去する段階；をさらに含むものである、

請求項10に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項17】

50

前記析出された炭酸リチウムに含まれている一価イオン不純物を除去する段階；は、溶解度差を利用して熱水洗浄するものである、請求項 16 に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項 18】

前記析出された炭酸リチウムを熱水洗浄して、一価イオン不純物が除去された炭酸リチウムを取得する段階；において、

前記熱水洗浄後に残った濾液は、

前記炭酸化に再使用されるものである、

請求項 17 に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項 19】

リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；は、

前記リチウム含有溶液に消石灰を投入する 1 次化学的精製段階；および

前記 1 次化学的精製されたリチウム含有溶液に苛性ソーダ、炭酸ナトリウム、または硫酸ナトリウムを投入する 2 次化学的精製段階；を含むものである、

請求項 10 に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項 20】

リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；において、

前記除去される二価イオン不純物は、

マグネシウムイオン、硫酸イオン、およびカルシウムイオンを含む群より選択される少なくとも一つ以上である、

請求項 10 に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【請求項 21】

前記リチウム含有溶液は、

海洋溶存リチウム抽出溶液、廃リチウム電池再利用工程溶液、リチウム鉱石浸出溶液、塩水 (brine) およびこれらの組み合わせを含む群より選択されたものである、

請求項 10 に記載の炭酸リチウムの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

水酸化リチウムおよび炭酸リチウムの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

商業的な観点でみると、一定濃度以上の純度を有する炭酸リチウムを経済的に製造するためには、リチウム含有溶液内に存在する不純物は除去し、リチウムの濃度は炭酸化に適正な程度に濃縮する必要がある。

【0003】

しかし、全体費用のうち、前記のような不純物除去費用およびリチウムの濃縮費用が大部分を占めて問題となっており、これを解消するための研究が続いている。

【0004】

具体的に、太陽熱を利用して自然状態の塩水を蒸発させて不純物を除去し、リチウムを濃縮する技術が提案されている。しかし、自然蒸発に依存する場合、1 年以上の長時間がかかるため、このような時間的問題を解決するために広大な蒸発設備（例えば、蒸発用人工池など）が必要となり、この場合、高価の設備投資費用、運転費、管理維持費などが追加的に発生する。

【0005】

このような自然蒸発法を代替するために、塩水からリン酸リチウムを生成させた後、化学的方法で溶解して炭酸リチウムを製造する方法が提示されている。しかし、前記リン酸リチウムは溶解度が極めて低い物質と知られているため、これを化学的方法で溶解することは非常に難しいばかりか、化学的方法で溶解された溶液内のリチウム濃度が低くなるしかないため、結局、蒸発による濃縮工程が必然的に要求される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

したがって、一定濃度以上の純度を有する炭酸リチウムを経済的に製造するために、蒸発による濃縮工程を回避できる技術が要求されているが、まだ効果的な代案が提示されていない実情である。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

本発明者らは、蒸発法以外の方法を用いて前記炭酸リチウムを経済的に製造することができる効果的な代案を提示する。

## 【 0 0 0 8 】

具体的に、本発明の一具現例では、二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる、水酸化リチウムの製造方法を提供することができる。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の他の一具現例では、前記製造された水酸化リチウムを炭酸化して炭酸リチウムとして収得する、炭酸リチウムの製造方法を提供することができる。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

本発明の一具現例では、リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；および前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；を含み、前記バイポーラ電気透析は、正極が含まれている正極セル、第1バイポーラ膜、陰イオン選択型透析膜、陽イオン選択型透析膜、第2バイポーラ膜、負極が含まれている負極セルが順に配置され、前記正極セルの外部には酸性溶液室 ( t a n k ) が位置し、前記負極セルの外部には塩基性溶液室 ( t a n k ) が位置し、酸性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環し、前記塩基性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第2バイポーラ膜および前記陽イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環する、バイポーラ電気透析装置を利用して行われ、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；は、前記バイポーラ電気透析装置内、前記陰イオン選択型透析膜および前記陽イオン選択型透析膜の間に前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液を投入し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間、および前記第2バイポーラ膜および前記陽イオン選択型透析膜の間には純水をそれぞれ投入する段階；そして、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；を含み、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液の投入量に対する前記純水の投入量の重量比 ( 純水：二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液 ) は、1：1ないし1：5である、水酸化リチウムの製造方法を提供する。

## 【 0 0 1 1 】

具体的に、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；は、前記純水が前記第1バイポーラ膜および前記第2バイポーラ膜の各表面で加水分解されて、水素イオンおよび水酸化イオンを発生させる段階；前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内のリチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜を透過して前記負極方向に移動する段階；および前記第2バイポーラ膜の表面で発生された水酸化イオンおよび前記移動され

10

20

30

40

50

たりチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間で濃縮されて、前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の陰イオンが前記陰イオン選択型透析膜を透過して前記正極方向に移動する段階；および前記第1バイポーラ膜の表面で発生された水素イオンおよび移動された陰イオンが前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で濃縮されて、前記酸性溶液を形成する段階；を含むものであってもよい。

【0012】

この時、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムの濃度は、5 g / L 以上であってよい。

【0013】

一方、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、前記水酸化リチウムを含む溶液を濃縮して、結晶化する段階；および前記結晶化された水酸化リチウムを乾燥して、粉末形態の水酸化リチウムを収得する段階；をさらに含んでもよい。

【0014】

これとは独立的に、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；をさらに含んでもよい。

【0015】

前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；において、前記電気透析後に残った濾液は、逆浸透法で濃縮されて前記電気透析に再使用されてもよい。

【0016】

一方、前記リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；は、前記リチウム含有溶液に消石灰を投入する1次化学的精製段階；および前記1次化学的精製されたりチウム含有溶液に苛性ソーダ、炭酸ナトリウム、または硫酸ナトリウムを投入する2次化学的精製段階；を含んでもよい。

【0017】

前記除去される二価イオン不純物は、マグネシウムイオン、硫酸イオン、およびカルシウムイオンを含む群より選択される少なくとも一つ以上であってよい。

【0018】

この時、前記リチウム含有溶液は、海洋溶存リチウム抽出溶液、廃リチウム電池再利用工程溶液、リチウム鉱石浸出溶液、塩水 ( b r i n e ) およびこれらの組み合わせを含む群より選択されたものであってもよい。

【0019】

本発明の他の一具現例では、リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；および前記水酸化リチウムを含む溶液を炭酸化して、炭酸リチウムを析出させる段階；を含み、前記バイポーラ電気透析は、正極が含まれている正極セル、第1バイポーラ膜、陰イオン選択型透析膜、陽イオン選択型透析膜、第2バイポーラ膜、負極が含まれている負極セルが順に配置され、前記正極セルの外部には酸性溶液室 ( t a n k ) が位置し、前記負極セルの外部には塩基性溶液室 ( t a n k ) が位置し、酸性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環し、前記塩基性溶液室 ( t a n k ) を通じて前記第2バイポーラ膜および前記陽イオン選択型透析膜の間に位置する溶液が循環する、バイポーラ電気透析装置を利用して行われ、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段

10

20

30

40

50

階；は、前記バイポーラ電気透析装置内、前記陰イオン選択型透析膜および前記陽イオン選択型透析膜の間に前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液を投入し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間、および前記第2バイポーラ膜および前記陽イオン選択型透析膜の間には純水をそれぞれ投入する段階；そして、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；を含み、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液の投入量に対する前記純水の投入量の重量比（純水：二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液）は、1：1ないし1：5である、炭酸リチウムの製造方法を提供する。

10

**【0020】**

具体的に、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加し、前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で酸性溶液を形成し、前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間に前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；は、前記純水が前記第1バイポーラ膜および前記第2バイポーラ膜の各表面で加水分解されて、水素イオンおよび水酸化イオンを発生させる段階；前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内のリチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜を透過して前記負極方向に移動する段階；および前記第2バイポーラ膜の表面で発生された水酸化イオンおよび前記移動されたりチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜および前記第2バイポーラ膜の間で濃縮されて、前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成する段階；前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の陰イオンが前記陰イオン選択型透析膜を透過して前記正極方向に移動する段階；および前記第1バイポーラ膜の表面で発生された水素イオンおよび移動された陰イオンが前記第1バイポーラ膜および前記陰イオン選択型透析膜の間で濃縮されて、前記酸性溶液を形成する段階；を含むものであってもよい。

20

**【0021】**

この時、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムの濃度は、5 g / L 以上であつてもよい。

**【0022】**

一方、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、前記水酸化リチウムを含む溶液内の一価イオン不純物を除去する段階；をさらに含んでもよい。

30

**【0023】**

これと関連して、前記水酸化リチウムを含む溶液内の一価イオン不純物を除去する段階；は、溶解度差を利用して行われるものであつてもよい。

**【0024】**

一方、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して、前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる段階；以降に、前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；をさらに含むものであつてもよい。

40

**【0025】**

前記水酸化リチウムを含む溶液を電気透析して、前記水酸化リチウムを含む溶液内のリチウムを濃縮する段階；において、前記電気透析後に残った濾液は、逆浸透法で濃縮されて前記電気透析に再使用されるものであつてもよい。

**【0026】**

前記水酸化リチウムを含む溶液を炭酸化して、炭酸リチウムを析出させる段階；は、前記水酸化リチウムを含む溶液に炭酸ナトリウムまたは二酸化炭素を投入して行われるものであつてもよい。

50

## 【0027】

前記水酸化リチウムを含む溶液を炭酸化して、炭酸リチウムを析出させる段階；以降に、前記析出された炭酸リチウムを熱水洗浄して、一価イオン不純物を除去された炭酸リチウムを収得する段階；をさらに含むものであってもよい。

## 【0028】

前記析出された炭酸リチウムを熱水洗浄して、一価イオン不純物が除去された炭酸リチウムを収得する段階；において、前記熱水洗浄後に残った濾液は、前記炭酸化に再使用されるものであってもよい。

## 【0029】

一方、前記リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；は、前記リチウム含有溶液に消石灰を投入する1次化学的精製段階；および前記1次化学的精製されたりチウム含有溶液に苛性ソーダ、炭酸ナトリウム、または硫酸ナトリウムを投入する2次化学的精製段階；を含んでもよい。

10

## 【0030】

前記除去される二価イオン不純物は、マグネシウムイオン、硫酸イオン、およびカルシウムイオンを含む群より選択される少なくとも一つ以上であってよい。

## 【0031】

この時、前記リチウム含有溶液は、海洋溶存リチウム抽出溶液、廃リチウム電池再利用工程溶液、リチウム鉱石浸出溶液、塩水（brine）およびこれらの組み合わせを含む群より選択されたものであってもよい。

20

## 【発明の効果】

## 【0032】

本発明の具現例で提供される各物質の製造方法を通じて、各物質を高純度および高濃度に収得することができる。

## 【0033】

具体的に、本発明の一具現例によると、二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析することによって、蒸発法に比べて経済的に前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させる、水酸化リチウムの製造方法を提供することができる。

## 【0034】

本発明の他の一具現例によると、前記製造された水酸化リチウムを炭酸化する単なる工程により容易に炭酸リチウムを収得する、炭酸リチウムの製造方法を提供することができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0035】

【図1】本発明の具現例による水酸化リチウム、および炭酸リチウムの製造方法を総括して要約したフローチャートである。

【図2】本発明の一実施例によりバイポーラ電気透析装置を用いてリチウム含有溶液を水酸化リチウム含有溶液に転換する方法を概略的に示すものである。

【図3】本発明の一実施例により電気透析装置を用いて水酸化リチウム含有溶液を濃縮する方法を概略的に示すものである。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0036】

以下、本発明の具現例を詳細に説明する。ただし、これは例示として提示されるものであり、これによって本発明が制限されるのではなく、本発明は後述する請求の範囲の範疇のみにより定義される。

## 【0037】

他の定義がない限り、本明細書で使用されるすべての用語（技術および科学的用語を含む）は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者に共通的に理解可能な意味で使用される。明細書全体において、ある部分がある構成要素を「含む」という時、こ

50

れは特に反対の記載がない限り、他の構成要素を除くのではなく、他の構成要素をさらに含むことができることを意味する。また単数型は語句で特に言及しない限り、複数型も含む。

【0038】

前述したとおり、自然蒸発による濃縮工程は、一定濃度以上の純度を有する炭酸リチウムを経済的に製造する方法としては不適切であるため、これらを代替する方法が要求される。

【0039】

本発明者らは、二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析して前記リチウム含有溶液内のリチウムを濃縮すると同時に水酸化リチウムに転換させた後、炭酸化工程を経て炭酸リチウムを最終的に収得することができる一連の方法を提示する。

10

【0040】

具体的に、前記バイポーラ電気透析によると、前述した蒸発による濃縮工程に比べて短時間にリチウムを高濃度に濃縮させることができるだけでなく、リチウム含有溶液を水酸化リチウムに転換させることができるため、単なる後処理工程（つまり、前記炭酸化工程）を経て炭酸リチウムを容易に収得することができる。

【0041】

これに関連して、本発明の具現例では、前記水酸化リチウムの製造方法および前記炭酸リチウムの製造方法をそれぞれ提示するところ、これを総括的に要約すれば図1に示したとおりであり、以下で図1を参照して前記各物質の製造方法を説明する。

20

【0042】

まず、リチウム含有溶液を化学的に精製して、二価イオン不純物を除去する段階；を説明する。

【0043】

前記リチウム含有溶液に含まれている一般的な成分は、 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  などがある。しかし、本発明の具現例による塩化リチウム、水酸化リチウム、および炭酸リチウムの製造工程では前記 $\text{Li}^+$ を除いたすべての成分は不純物といえ、特に前記炭酸リチウムの製造工程では前記不純物が共に炭酸化されて炭酸リチウムと共に析出され得るため、前記不純物を除去する必要がある。

30

【0044】

前記不純物の中でも $\text{Ca}^{2+}$ および $\text{Mg}^{2+}$ は、熱水洗浄によっても溶解度が低くて除去しにくい成分に該当するだけでなく、後述するバイポーラ電気透析装置で塩基性溶液室（tank）側の陽イオン選択型透析膜表面に析出されて膜汚染を誘発し得るため、最も先に除去する必要がある。

【0045】

前記 $\text{Ca}^{2+}$ および前記 $\text{Mg}^{2+}$ の除去方法は、特に限定されないが、下記反応式1ないし3などを利用するものであってもよい。

【0046】

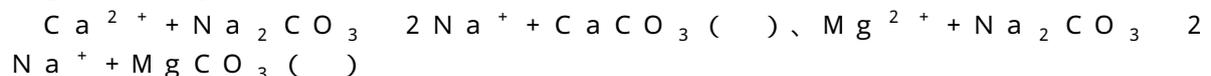
[反応式1]



40

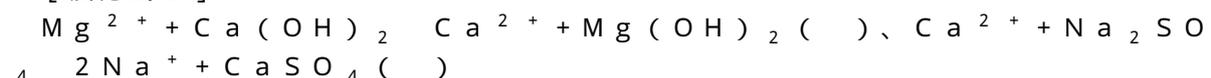
【0047】

[反応式2]



【0048】

[反応式3]



50

## 【0049】

前記反応式1ないし3を考慮すると、前記リチウム含有溶液にNaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Ca(OH)<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>などを順次に適正に投入することによって前記Ca<sup>2+</sup>および前記Mg<sup>2+</sup>をCa(OH)<sub>2</sub>、Mg(OH)<sub>2</sub>、CaCO<sub>2</sub>、MgCO<sub>3</sub>、CaSO<sub>4</sub>などで析出させることができる。このようにCa<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>を選択的に分離して除去したりチウム含有溶液にはLi<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>が残留するようになる。

## 【0050】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液を用いてリチウムを高濃度に濃縮させると同時に水酸化リチウムを含む溶液に転換させる工程に関する説明は次のとおりである。

10

## 【0051】

前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液をバイポーラ電気透析法で処理すると、別途の化学薬品の投入がなくても、水酸化リチウム水溶液に転換させることができる。HCl、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>などを含む酸性溶液およびLiOH、NaOH、KOHなどを含む塩基性溶液にそれぞれ転換させ、前記酸性溶液および前記塩基性溶液を互いに分離させることができる。

## 【0052】

これと同時に、前記バイポーラ電気透析装置内で前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液は最大限多く循環させながら、前記酸性溶液および前記塩基性溶液は最大限少く循環させれば、前記塩基性溶液内のリチウムが濃縮され得る。

20

## 【0053】

このために、図2に概略的に示されたバイポーラ電気透析装置を活用することができる。具体的に、前記バイポーラ電気透析装置200は、正極が含まれている正極セル210、第1バイポーラ膜220、陰イオン選択型透析膜230、陽イオン選択型透析膜240、第2バイポーラ膜250、負極が含まれている負極セル260が順に配置され、前記正極セルの外部には酸性溶液室(tank)270が位置し、前記負極セルの外部には塩基性溶液室(tank)280が位置する。

## 【0054】

特に、前記バイポーラ電気透析装置において、酸性溶液室(tank)を通じて前記第1バイポーラ膜220および前記陰イオン選択型透析膜230の間に位置する溶液が循環し、前記塩基性溶液室(tank)を通じて前記陽イオン選択型透析膜240および前記第2バイポーラ膜250の間に位置する溶液が循環する。

30

## 【0055】

この時、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液は、前記陰イオン選択型透析膜230および前記陽イオン選択型透析膜240の間に投入し、前記純水は、前記第1バイポーラ膜220および前記陰イオン選択型透析膜230の間、および前記陽イオン選択型透析膜240および前記第2バイポーラ膜250の間にそれぞれ投入するようになる。

## 【0056】

このように前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液および前記純水が投入されるバイポーラ電気透析装置に電流を印加すると、前記陰イオン選択型透析膜230および前記第1バイポーラ膜220の間で酸性溶液が形成され、前記陽イオン選択型透析膜240および前記第2バイポーラ膜250の間では前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液が形成される。前記酸性溶液および前記塩基性溶液がそれぞれ形成されて分離されることは、次のとおり説明される。

40

## 【0057】

まず、前記純水が前記第1バイポーラ膜220および前記第2バイポーラ膜250の各表面で加水分解されて、水素イオンおよび水酸化イオンを発生させ、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内のリチウムイオンが前記陽イオン選択型透析膜240を透過して前記負極260方向に移動する。このように移動されたりチウムイオンは、前

50

記第2バイポーラ膜250の表面で発生された水酸化イオンと共に前記陽イオン選択型透析膜240および前記第2バイポーラ膜250の間で濃縮されて、前記水酸化リチウムを含む塩基性溶液を形成するようになる。

【0058】

これとは独立的に、前記二価イオン不純物が除去されたリチウム含有溶液内の陰イオンは、前記陰イオン選択型透析膜230を透過して前記正極210方向に移動し、前記第1バイポーラ膜220の表面で発生された水素イオンと共に前記第1バイポーラ膜220および前記陰イオン選択型透析膜230の間で濃縮されて、前記酸性溶液を形成するようになる。

【0059】

一方、前記二価イオン不純物が除去されたリチウム含有溶液の投入量に対する前記純水の投入量の重量比（純水：二価イオン不純物が除去されたリチウム含有溶液）は、1：1ないし1：5に制御するが、その結果、前記取得された塩基性溶液内のリチウムの濃度は最初のリチウム濃度より5倍以上高濃度に濃縮され得る。ただし、1：5を超える場合に取得される塩基性溶液は、飽和濃度に近い高濃度溶液となるため、これに伴うガス発生、電流効率減少などの副反応が発生することがある。

【0060】

この時、前記純水の投入量は、前記第1バイポーラ膜220および前記陰イオン選択型透析膜230の間、および前記陽イオン選択型透析膜240および前記第2バイポーラ膜250の間にそれぞれ投入される純水の投入量を意味する。

【0061】

もし、前記純水の投入量が前記範囲未満の少量である場合、取得される塩基性溶液内のリチウムの濃度が過度に高くなり、濃度差による拡散力が発生して電圧上昇、電流減少、電流効率減少、電力比上昇などを誘発するようになる。これとは異なり、前記純水の投入量が前記範囲超過の過量である場合、取得される塩基性溶液の濃度が過度に低くなり、これを利用して水酸化リチウムおよび炭酸リチウムを製造するためには追加的な濃縮工程が必要であり、相当なエネルギー費用が発生するようになる。

【0062】

前述したとおり、前記バイポーラ電気透析工程を経て得られた塩基性溶液内のリチウムの濃度は、最初のリチウム濃度より5倍以上高濃度に濃縮されて、炭酸化工程により炭酸リチウムに転換されるのに適正な水準に到達することができる。

【0063】

より具体的に、炭酸化工程により炭酸リチウムに転換されるために、リチウムの濃度は5g/L以上である必要があり、前記バイポーラ電気透析工程を経ると前記5g/L以上のリチウム濃度に到達することができる。特に、30g/L以上のリチウム濃度に到達することも可能であり、この場合、取得された塩基性溶液を炭酸化すると、相当な取得率で炭酸リチウムを得ることができる。前記炭酸化工程については後述する。

【0064】

ただし、前記取得された塩基性溶液内のリチウムの濃度が5g/L未満にとどまっても、追加的な濃縮工程を経た後に炭酸化工程により炭酸リチウムに転換され得る。

【0065】

つまり、前記バイポーラ電気透析工程におけるリチウム濃縮程度が炭酸化に十分な場合（つまり、前記バイポーラ電気透析後の塩基性溶液のリチウム濃度が5g/L以上）には前記追加的な濃縮工程が省略されてもよく、不十分な場合（つまり、前記バイポーラ電気透析後の塩基性溶液のリチウム濃度が5g/L未満）にも追加的な濃縮工程により直ちに炭酸化に十分な程度に濃縮され得るため、前記で指摘された太陽蒸発による濃縮の場合より費用節減に有利である。

【0066】

前記追加的な濃縮工程は、前記取得された塩基性溶液を電気透析法で処理して、炭酸化に十分な程度にリチウムを濃縮させるものであってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

つまり、前記バイポーラ電気透析工程におけるリチウム濃縮程度が炭酸化に不十分な場合（つまり、前記バイポーラ電気透析後の溶液のリチウム濃度が5 g / L未満）には、前記電気透析を経ると炭酸化に十分な程度にリチウムを濃縮させることができる（つまり、前記電気透析後の溶液のリチウム濃度が5 g / L以上）。

## 【 0 0 6 8 】

これと関連して、前記バイポーラ電気透析後の溶液のリチウム濃度が5 g / L未満に溶解度以下である濃度領域では、蒸発（特に、真空蒸発）工程によりリチウムを濃縮させることよりは、前記電気透析工程によることが費用節減にはるかに有利である。

## 【 0 0 6 9 】

具体的に、前記真空蒸発工程では蒸発潜熱（より具体的に、水の蒸発潜熱は539 kcal / kg）の発生によりエネルギー費用が過度に消費される反面、前記電気透析工程ではイオンの移動だけでリチウムの濃縮がなされ、前記蒸発潜熱による不必要なエネルギー費用が消費されないためである。

## 【 0 0 7 0 】

このために、図3に概略的に示された電気透析装置を活用することができる。具体的に、前記電気透析装置に前記取得された塩基性溶液を投入して電流を印加すると、電気泳動効果により前記正極側には陰イオンが移動し、前記負極側には陽イオンが移動するようになる。

## 【 0 0 7 1 】

ところで、このような電気透析工程は、前記バイポーラ電気透析工程以降に行う必要がある。もし、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液を直ちに電気透析すれば、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ などの1次イオン不純物が前記電気透析工程で濃縮されて $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ などの塩化物として析出されることがあり、これは透析膜汚染の原因になるためである。

## 【 0 0 7 2 】

前記 $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ などの塩化物が析出される現象は、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の $\text{Cl}^-$ に起因するため、電気透析の前段階で前記バイポーラ電気工程を行うことによって解消することができる。

## 【 0 0 7 3 】

これは、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の $\text{Cl}^-$ は、前記バイポーラ電気工程で $\text{OH}^-$ に転換され、これを電気透析しても $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ などの1次イオン不純物の溶解度が増加して $\text{NaOH}$ 、 $\text{KOH}$ などの水酸化物として析出されないためである。

## 【 0 0 7 4 】

具体的な例を挙げると、前記二価イオン不純物が除去されたりチウム含有溶液内の $\text{NaCl}$ の溶解度は220 g / Lである反面、前記バイポーラ電気透析工程を経た後の $\text{NaOH}$ の溶解度は1100 g / Lに増加する。

## 【 0 0 7 5 】

一方、前記バイポーラ電気透析工程を経た後に取得された塩基性溶液を電気透析すれば、一次的にリチウムが濃縮された濃縮液が脱塩液と分離されて得られる。この時、前記一次的に分離された脱塩液には、依然として少量のリチウムが残っているため、このような残存リチウムを完全に回収するために逆浸透法で濃縮して再び前記電気透析工程に循環させることができる。

## 【 0 0 7 6 】

この時、前記逆浸透圧法は、低濃度溶液の濃縮に有利な方法であり、前記電気透析が持続する間、前記逆浸透圧法による濃縮および循環工程を繰り返して行えば、最終的に分離された脱塩液に対する濃縮液の濃度比が2 : 1ないし40 : 1（濃縮液 : 脱塩液）に到達するようにリチウムを濃縮させることができる。

## 【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

前記範囲に濃度比を限定することは、前記電気透析工程により効率的にリチウムを濃縮させるためである。もし、前記限定された範囲を超えたり未満である場合には、前記電気透析工程中のイオンの移動が難しくなり、前記電気透析装置の内部に抵抗が発生し、これによって溶液温度および電圧が上昇し得るためである。

【0078】

具体的に、前記濃度比が40：1を超える場合には、濃度差による拡散力がイオン移動の逆方向に過剰に発生し、前記濃度比が2：1未満である場合には、むしろ逆方向の拡散力が発生しにくいいため、前記電気透析によるイオン移動が難しくなる。

【0079】

前述したとおり、前記バイポーラ電気透析工程、あるいは前記バイポーラ電気透析工程以降に前記追加的な濃縮工程をさらに経て最終的に取得された濃縮液は、リチウムの濃度が5 g / L以上である。このようにリチウムの濃度が5 g / L以上に濃縮された最終濃縮液（以下、「最終濃縮液」という）は、炭酸化工程に移送されて炭酸リチウムに転換され、これに関する説明は次のとおりである。

【0080】

前記最終濃縮液に二酸化炭素あるいは炭酸ソーダを投入すると、炭酸リチウムが容易に析出される。この時、前記炭酸化工程の濾液としては、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ などを含む塩基性溶液が発生し、このような溶液は炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムなどを製造する原料溶液として用いることができる。

【0081】

ただし、前記最終濃縮液は、 $\text{Li}^+$ だけでなく、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ など一価イオン不純物が混合された水酸化物であるため、前記析出された炭酸リチウムには炭酸リチウム（ $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ）だけでなく、炭酸ナトリウム（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）、炭酸カリウム（ $\text{K}_2\text{CO}_3$ ）などが共に析出されて混在することができる。この時、前記炭酸ナトリウム（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）、炭酸カリウム（ $\text{K}_2\text{CO}_3$ ）などの副産物は熱水洗浄で除去することによって、高純度の炭酸リチウムを回収することができる。

【0082】

前記熱水洗浄は、溶解度の差を利用したものであるため、炭酸リチウムは温度が上がるほど溶解度が低くなる特性があり、炭酸ナトリウム、炭酸カリウムは温度が上がるほど溶解度が高くなる特性がある。例えば、80℃の水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）100 gに対する溶解度は、炭酸リチウムの場合は0.85 g、炭酸ナトリウムの場合は4.4 g、そして炭酸カリウムの場合は14.0 gである。

【0083】

このような溶解度特性の差を利用すれば、別途の化学薬品を用いることなく、前記 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ などの一価イオン不純物を容易に除去することができる。ただし、前記熱水洗浄後の濾液中には、少量のリチウムが溶解されていることがあり、これを完全に回収するために前記電気透析工程に移送して再利用することができる。

【0084】

以上では図1ないし3を参照して本発明の具現例を総合的に説明したが、各本発明の一具現例を別個に実施したり、他の具体的な形態に実施され得る。したがって、以上で記述した説明は、すべての面で例示的なものであり、限定的なものではないと理解しなければならない。

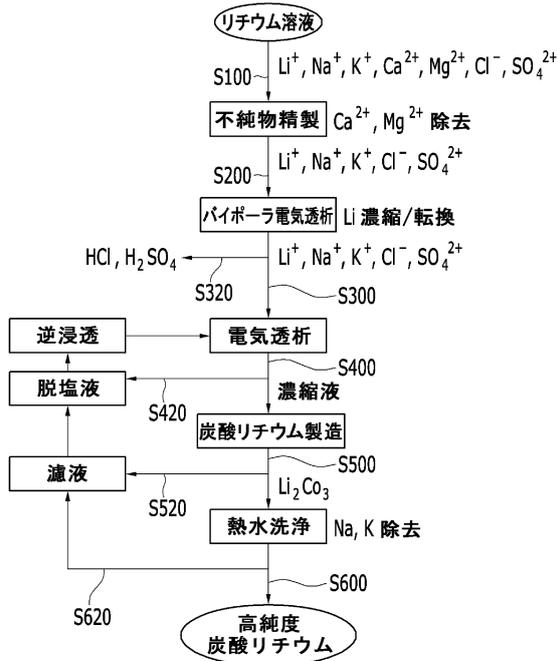
10

20

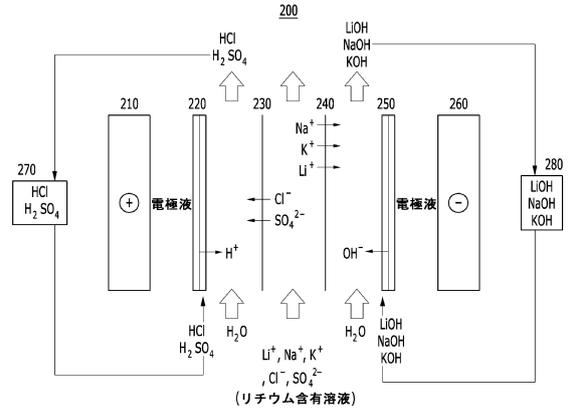
30

40

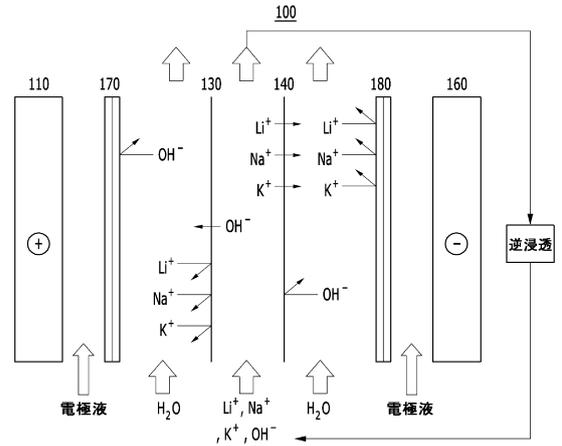
【図1】



【図2】



【図3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
<b>B 0 1 D 61/02 (2006.01)</b>		C 0 2 F	1/58		J
<b>B 0 1 D 61/04 (2006.01)</b>		C 0 2 F	1/58		Q
<b>B 0 1 D 61/58 (2006.01)</b>		B 0 1 D	61/02	5 0 0	
<b>C 0 2 F 1/469 (2006.01)</b>		B 0 1 D	61/04		
		B 0 1 D	61/58		
		C 0 2 F	1/469		

(72)発明者 パク,クワン セオ  
大韓民国,ギョンサンブク - ド 3 7 6 7 1 , ボハン - シ, ナム - グ, ジゴク - 口, 3 1 9 , 3 1  
4 - 4 0 3

(72)発明者 リー,サン ギル  
大韓民国,ギョンサンブク - ド 3 7 6 6 9 , ボハン - シ, ナム - グ, ジゴク - 口, 2 9 4 , 2 1  
0 - 7 0 2

(72)発明者 ジュン,ウー チョル  
大韓民国,ギョンサンブク - ド 3 7 6 5 6 , ボハン - シ, ナム - グ, エオニル - イウ, 6 2 ユ  
ガン - ギル 9 ビーン - ギル, 1 0 2 - 6 0 4

(72)発明者 キム,キ ユン  
大韓民国,ギョンサンブク - ド 3 7 6 7 3 , ボハン - シ, ナム - グ, 1 5 5 ジゴク - 口, 8 -  
1 2 0 2

(72)発明者 リー,ヒュン ウー  
大韓民国,ギョンサンブク - ド 3 7 6 5 5 , ボハン - シ, ナム - グ, エオニル - イウ, ユガン -  
ギル, 2 8 , 1 0 2 - 9 0 7

審査官 浅野 昭

(56)参考文献 特開2012 - 171827 (JP, A)  
国際公開第2014 / 138933 (WO, A1)  
特開2011 - 031232 (JP, A)  
特開2012 - 092004 (JP, A)  
特開2009 - 231238 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 1 D 1 5 / 0 2  
C 0 1 D 1 5 / 0 8  
B 0 1 D 5 3 / 2 2  
B 0 1 D 6 1 / 0 0 - 7 1 / 8 2  
C 0 2 F 1 / 4 4 - 1 / 4 8  
C 0 2 F 1 / 5 8 - 1 / 6 4