

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7616255号
(P7616255)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類		F I	
C 2 5 B	1/22 (2006.01)	C 2 5 B	1/22
C 2 5 B	1/04 (2021.01)	C 2 5 B	1/04
C 2 5 B	9/00 (2021.01)	C 2 5 B	9/00 A
C 2 5 B	15/08 (2006.01)	C 2 5 B	9/00 Z
H 0 1 M	10/54 (2006.01)	C 2 5 B	15/08 3 0 2
請求項の数 10 (全12頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2023-7609(P2023-7609)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和5年1月20日(2023.1.20)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2024-103334(P2024-103334		愛知県豊田市トヨタ町1番地
	A)	(74)代理人	110001519
(43)公開日	令和6年8月1日(2024.8.1)		弁理士法人太陽国際特許事務所
審査請求日	令和6年2月16日(2024.2.16)	(72)発明者	中西 治通
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自
			動車株式会社内
		審査官	永田 史泰
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 金属の回収方法、及び金属の回収装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源と、
電子負荷と、
電解液と、
前記電源および前記電子負荷に接続され少なくともC oを含む正極、並びにH₂Oの供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第1の槽と、
前記電源および前記電子負荷に接続される負極、並びにH₂Oの供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第2の槽と、
を有する回収装置に対し、
前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持して、前記正極より溶出したC oを回収する、金属の回収方法。

【請求項2】

前記正極がN iを含み、
前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持した後に、前記正極に残存するN iを回収する、請求項1に記載の金属の回収方法。

【請求項3】

前記第1の槽および前記第2の槽の少なくとも一方がニッケル水素蓄電池である、請求項1に記載の金属の回収方法。

【請求項 4】

前記ニッケル水素蓄電池が、使用済みの蓄電池である、請求項 3 に記載の金属の回収方法。

【請求項 5】

前記電圧の保持により水電解反応を生じさせて、前記第 1 の槽から O_2 ガスを取り出し、且つ前記第 2 の槽から H_2 ガスを取り出す、請求項 1 に記載の金属の回収方法。

【請求項 6】

電源と、
電子負荷と、
電解液と、

前記電源および前記電子負荷に接続され少なくとも Co を含む正極、並びに H_2O の供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第 1 の槽と、

前記電源および前記電子負荷に接続される負極、並びに H_2O の供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第 2 の槽と、

を有し、

前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持することで、前記正極より溶出した Co を回収することができる、金属の回収装置。

【請求項 7】

前記正極が Ni を含み、

前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持した後に、前記正極に残存する Ni を回収する、請求項 6 に記載の金属の回収装置。

【請求項 8】

前記第 1 の槽および前記第 2 の槽の少なくとも一方がニッケル水素蓄電池である、請求項 6 に記載の金属の回収装置。

【請求項 9】

前記ニッケル水素蓄電池が、使用済みの蓄電池である、請求項 8 に記載の金属の回収装置。

【請求項 10】

前記電圧の保持により水電解反応を生じさせて、前記第 1 の槽から O_2 ガスを取り出し、且つ前記第 2 の槽から H_2 ガスを取り出す、請求項 6 に記載の金属の回収装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、金属の回収方法、及び金属の回収装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、車載用と等の蓄電池としてニッケル水素蓄電池等の蓄電池が普及している。蓄電池の主要な用途の一つに、ハイブリッド自動車や電気自動車がある。そのため、自動車のライフサイクルにあわせて、搭載された蓄電池が使用後に大量に廃棄物として残る。こうした使用済み蓄電池を資源として再利用することが求められている。

【0003】

例えば、蓄電池は一般的に外装体内に電極（負極及び正極）とセパレータと電解液とを封入した構造を有している。そして、電極には Co 、 Ni 等の金属を含む材料（例えば正極に用いられる水酸化ニッケル、水酸化コバルト等の正極活物質）が用いられることがある。使用済み蓄電池においては、こうした電極中に含まれる金属を回収して、再利用することが求められている。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、有価金属（ Cu 、 Ni 、 Co 等）を回収する方法であって、

10

20

30

40

50

少なくとも有価金属を含む装入物を原料として準備する工程と、前記原料を加熱熔融して、合金とスラグとにする工程と、前記スラグを分離して、有価金属を含有する合金を回収する工程と、を有し、前記原料を加熱熔融する際に、金属アルミニウムを還元剤として原料に導入する、方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2022-085446号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

なお、畜電池に限らず、金属を再利用する観点で部材中に含まれる金属を回収することが、様々な分野で求められている。

【0007】

本開示は、このような従来の要求を踏まえ、コバルト(Co)成分を金属Coとして容易に回収することができる金属の回収方法、及び金属の回収装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するための手段は、以下の態様を含む。

< 1 >

20

電源と、

電子負荷と、

電解液と、

前記電源および前記電子負荷に接続され少なくともCoを含む正極、並びにH₂Oの供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第1の槽と、

前記電源および前記電子負荷に接続される負極、並びにH₂Oの供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第2の槽と、

を有する回収装置に対し、

前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持して、前記正極より溶出したCoを回収する、金属の回収方法。

30

< 2 >

前記正極がNiを含み、

前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持した後に、前記正極に残存するNiを回収する、< 1 >に記載の金属の回収方法。

< 3 >

前記第1の槽および前記第2の槽の少なくとも一方がニッケル水素蓄電池である、< 1 >又は< 2 >に記載の金属の回収方法。

< 4 >

前記ニッケル水素蓄電池が、使用済みの蓄電池である、< 3 >に記載の金属の回収方法。

40

< 5 >

前記電圧の保持により水電解反応を生じさせて、前記第1の槽からO₂ガスを取り出し、且つ前記第2の槽からH₂ガスを取り出す、< 1 > ~ < 4 >のいずれか1項に記載の金属の回収方法。

< 6 >

電源と、

電子負荷と、

電解液と、

前記電源および前記電子負荷に接続され少なくともCoを含む正極、並びにH₂Oの供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第1の槽と、

50

前記電源および前記電子負荷に接続される負極、並びに H_2O の供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第2の槽と、

を有し、

前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持することで、前記正極より溶出した Co を回収する、金属の回収装置。

< 7 >

前記正極が Ni を含み、

前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持した後に、前記正極に残存する Ni を回収することができる、< 6 >に記載の金属の回収装置。

10

< 8 >

前記第1の槽および前記第2の槽の少なくとも一方がニッケル水素蓄電池である、< 6 >又は< 7 >に記載の金属の回収装置。

< 9 >

前記ニッケル水素蓄電池が、使用済みの蓄電池である、< 8 >に記載の金属の回収装置。

< 10 >

前記電圧の保持により水電解反応を生じさせて、前記第1の槽から O_2 ガスを取り出し、且つ前記第2の槽から H_2 ガスを取り出す、< 6 > ~ < 9 >のいずれか1項に記載の金属の回収装置。

【発明の効果】

20

【0009】

本開示によれば、 Co 成分を金属 Co として容易に回収することができる金属の回収方法、及び金属の回収装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の実施形態における金属の回収装置を例示する概略斜視図である。

【図2】本開示の実施形態における金属の回収装置を例示する概略斜視図である。

【図3】ニッケル水素蓄電池の構成の一例を示す概略構成図である。

【図4】実験例における電圧のサイクルを示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

30

【0011】

以下、本開示における金属の回収方法および金属の回収装置について、図面を用いて詳細に説明する。以下に示す各図は、模式的に示したものであり、各部の大きさ、形状は、理解を容易にするために、適宜誇張している。また、本明細書において、ある部材に対して他の部材を配置する態様を表現するにあたり、単に「上に」または「下に」と表記する場合、特に断りの無い限りは、ある部材に接するように、直上または直下に他の部材を配置する場合と、ある部材の上方または下方に、別の部材を介して他の部材を配置する場合との両方を含む。

【0012】

〔金属の回収方法および金属の回収装置〕

40

本開示に係る金属の回収装置は、電源と、電子負荷と、電解液と、前記電源および前記電子負荷に接続され少なくとも Co を含む正極、並びに H_2O の供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第1の槽と、前記電源および前記電子負荷に接続される負極、並びに H_2O の供給口および排出口を有し、前記電解液に浸漬される第2の槽と、を有する。そして、前記電源および前記電子負荷により、前記正極の電位が前記負極の電位より高くなるよう電圧を保持し、これによって前記正極より溶出した Co を回収する。

【0013】

本開示に係る金属の回収装置の一実施形態について、図1を参照して説明する。

図1は、本開示の実施形態における金属の回収装置を例示する概略斜視図である。図1に示すように、回収装置20Aは、電源3、電子負荷30、電解液40が収容された筐体

50

4、筐体4中において電解液40に浸漬された第1の槽100A及び第2の槽200A、及び蒸留装置5を備える。電源3および電子負荷30により電圧の上昇および下降の調整が行われ、求められる電圧での保持を行うことができる。なお、電子負荷の機能が内蔵された電源を用いてもよい。第1の槽100AはCo及びNiを含む正極を有し、この正極は電源3および電子負荷30に接続される。第2の槽200Aは負極を有し、この負極は電源3および電子負荷30に接続される。第1の槽100Aは水の供給口を有し、この供給口に水供給ポンプを備えた水供給管（不図示）が接続されており、水供給ポンプ（不図示）が駆動して水（H₂O）が供給される。第2の槽200Aは水の供給口を有し、この供給口に水供給ポンプ6を備えた水供給管（不図示）が接続されており、水供給ポンプ6が駆動して水（H₂O）が供給される。第1の槽100Aは酸素（O₂）の排出通路101を有し、排出通路101は蒸留装置5に接続される。第2の槽200Aは水素（H₂）の排出通路201を有する。蒸留装置5中には電解液が収容されており、蒸留装置5中の電解液と筐体4中の電解液40とが送液ポンプ7を備えた流通配管（不図示）を通じて循環されるようになっている。蒸留装置5は、水蒸気（H₂O）の排出口8を有する。

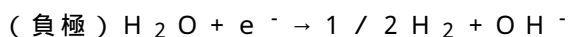
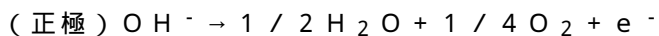
【0014】

回収装置20Aは、Co及びNiを含む正極を有する第1の槽100A、及び負極を有する第2の槽200Aとして、いずれもニッケル水素蓄電池を用いている。このニッケル水素蓄電池は、使用済みのニッケル水素蓄電池であってよい。

なお、使用済みとは、充電容量が製造直後の電池より低下していることをさす。

【0015】

回収装置20Aでは、電源3および電子負荷30により、第1の槽100Aにおける正極の電位が第2の槽200Aにおける負極の電位より高くなるよう電圧を保持する。これにより、第1の槽100A及び第2の槽200Aに供給された水（H₂O）において水電解反応が生じ、第1の槽100AからO₂ガスが発生する。発生したO₂ガスは排出通路101を通じて蒸留装置5に送られ、蒸留装置5にて後述するHCO₂⁻で還元されて水蒸気（H₂O）として排出口8から取り出される。また、第2の槽200Aでは水電解反応が生じてH₂ガスが発生し、このH₂ガスが排出通路201から取り出される。第1の槽100A及び第2の槽200Aに供給された水（H₂O）において水電解反応を効率的に生じさせる観点では、正極と負極との電位差を1.48V以上に保持することが好ましい。なお、正極及び負極での反応式を下記に示す。



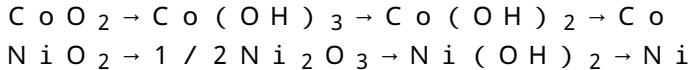
【0016】

水電解反応をより進行しやすくする観点では、第1の槽における正極の電位から第2の槽における負極の電位を減算した電位差としては、1.48V以上2.00V以下の範囲がより好ましく、効率の観点から1.55V以上1.80V以下の範囲がさらに好ましい。また、この場合、温度は80℃を上限として高い方が好ましい。

【0017】

また、回収装置20Aでは、電源3および電子負荷30により、第1の槽100Aにおける正極の電位が第2の槽200Aにおける負極の電位より高くなるよう電圧を保持することで、正極からCoがHCO₂⁻として電解液40中に溶出する。溶出したHCO₂⁻は送液ポンプ7を駆動することによって蒸留装置5に送られ、O₂ガスで酸化されて金属CoO₂として析出回収することができる。なお、Coについては溶出せずに固体として正極から押し出されるものもあり、これを回収することもできる。また、電源3および電子負荷30により正極の電位が負極の電位より高くなるよう電圧を保持し続けて、正極からCo等が溶出しきった後に、正極にはNi₂O₃、Ni(OH)₂が残存するため、この正極から金属Niとして回収分離することができる。例えば、正極にはFe及びNiが残存することがあり、これを融点の差によって分離することで金属Niを回収することもできる。正極からCoを効率的に溶出させる観点では、正極における電圧を0.60V以上1.00V以下に保持することが好ましい。なお、Coの溶出及びNiの残存について

の反応式を下記に示す。



【0018】

なお、水電解反応を効率的に生じさせ且つ正極からCoを効率的に溶出させる観点から、電圧を繰り返し変化させてもよい。例えば、正極と負極の電位差が1.48V以上となるよう電圧を保持し、その後正極における電圧が0.60V以上1.00V以下となるよう電圧を保持することを繰り返してもよい。これにより、正極と負極の電位差を1.48V以上に保持している際に水電解反応をより効率的に生じさせ、一方正極の電圧を0.60V以上1.00V以下に保持している際に正極からCoをより効率的に溶出させることができる。例えば、正極と負極の電位差が1.48V以上となるよう電圧を50分間保持し、その後電圧を調整して、正極の電圧が0.60V以上1.00V以下となるよう電圧を10分間保持することを1サイクルとして、このサイクルを繰り返してもよい。

10

【0019】

次いで、別の実施形態について説明する。

【0020】

本開示に係る金属の回収装置の別の一実施形態について、図2を参照して説明する。なお、図1に示す回収装置と同じ構成については、同じ符号を付す。

図2は、本開示の実施形態における金属の回収装置を例示する概略斜視図である。図2に示すように、回収装置20Bは、電源3、電子負荷30、電解液40が収容された筐体4、筐体4中において電解液40に浸漬される第1の槽100B及び第2の槽200B、及び蒸留装置5を備える。回収装置20Bでは、第1の槽100B及び第2の槽200Bとしていずれも複数のニッケル水素蓄電池（図2では6連対のニッケル水素蓄電池）を用いている。第1の槽100Bにおける6つのニッケル水素蓄電池はそれぞれCo及びNiを含む正極を有し、この正極はいずれも電源3、電子負荷30に接続される。第2の槽200Bにおける6つのニッケル水素蓄電池はそれぞれ負極を有し、この負極はいずれも電源3、電子負荷30に接続される。第1の槽100Bは水の供給口を有し、この供給口に水供給ポンプを備えた水供給管（不図示）が接続されており、水供給ポンプ（不図示）の駆動により水（H₂O）が供給される。第2の槽200Bは水の供給口を有し、この供給口に水供給ポンプ6を備えた水供給管（不図示）が接続されており、水供給ポンプ6の駆動により水（H₂O）が供給される。第1の槽100Bは酸素（O₂）の排出通路101を有し、排出通路101は蒸留装置5に接続される。第2の槽200Bは水素（H₂）の排出通路201を有する。蒸留装置5中には電解液が収容されており、蒸留装置5中の電解液と筐体4中の電解液40とが送液ポンプ7を備えた流通配管（不図示）を通じて循環されるようになっている。蒸留装置5は水蒸気（H₂O）の排出口8を有する。

20

30

【0021】

回収装置20Bにおいて、第1の槽100B及び第2の槽200Bに用いるニッケル水素蓄電池は、使用済みのニッケル水素蓄電池であってよい。

【0022】

回収装置20Bでは、電源3および電子負荷30により、第1の槽100Bにおける正極の電位が第2の槽200Bにおける負極の電位より高くなるよう電圧を保持する。これにより、第1の槽100B及び第2の槽200Bに供給された水（H₂O）において水電解反応が生じ、第1の槽100BからO₂ガスが発生する。発生したO₂ガスは排出通路101を通じて蒸留装置5に送られ、蒸留装置5にて後述するHCO₂⁻で還元されて水蒸気（H₂O）として排出口8から取り出される。また、第2の槽200Bでは水電解反応が生じてH₂ガスが発生し、このH₂ガスが排出通路201から取り出される。第1の槽100B及び第2の槽200Bに供給された水（H₂O）において水電解反応を効率的に生じさせる観点では、正極と負極との電位差を1.48V以上に保持することが好ましい。正極と負極の電位差は、1.48V以上2.00V以下の範囲がより好ましく、1.55V以上1.80V以下の範囲がさらに好ましい。また、温度は80℃を上限として

40

50

高い方が好ましい。

【 0 0 2 3 】

また、回収装置 2 0 B では、電源 3 および電子負荷 3 0 により、第 1 の槽 1 0 0 B における正極の電位が第 2 の槽 2 0 0 B における負極の電位より高くなるよう電圧を保持することで、6 つのニッケル水素蓄電池における正極から C o が H C o O_2^- として電解液 4 0 中に溶出する。溶出した H C o O_2^- は送液ポンプ 7 を駆動することによって蒸留装置 5 に送られ、 O_2 ガスで酸化されて金属 C o O_2 として析出回収することができる。なお、C o については溶出せずに固体として正極から押し出されるものもあり、これを回収することもできる。また、電源 3 および電子負荷 3 0 により電圧を保持し続けて、6 つのニッケル水素蓄電池における正極から C o 等が溶出しきった後に、各正極には $\text{N i}_2 \text{O}_3$ 、 N i (O H)_2 が残存するため、この正極から金属 N i として回収することができる。正極から C o を効率的に溶出させる観点では、正極における電圧を 0 . 6 0 V 以上 1 . 0 0 V 以下に保持することが好ましい。

10

【 0 0 2 4 】

なお、水電解反応を効率的に生じさせ且つ正極から C o を効率的に溶出させる観点から、電圧を繰り返し変化させてもよい。例えば、正極と負極の電位差が 1 . 4 8 V 以上となるよう電圧を保持し（例えば 5 0 分間保持し）、その後正極における電圧が 0 . 6 0 V 以上 1 . 0 0 V 以下となるよう電圧を保持する（例えば 1 0 分間保持する）ことを繰り返してもよい。これにより、正極と負極の電位差を 1 . 4 8 V 以上に保持している際に水電解反応をより効率的に生じさせ、一方正極の電圧を 0 . 6 0 V 以上 1 . 0 0 V 以下に保持している際に正極から C o をより効率的に溶出させることができる。

20

【 0 0 2 5 】

上記のように、本開示に係る金属の回収方法及び金属の回収装置によれば、正極中に含まれる C o を金属 C o （つまり純 C o ）として容易に回収することができる。さらに、正極中に N i を含む場合、この N i を金属 N i （つまり純 N i ）として容易に回収することができる。

【 0 0 2 6 】

本開示では、第 1 の槽および第 2 の槽の一方または両方に、ニッケル水素蓄電池を適用することができる。このニッケル水素蓄電池は、使用済みのニッケル水素蓄電池であってよい。つまり、本開示によれば、使用済みのニッケル水素蓄電池から正極中に含まれる C o 及び N i を、金属 C o 及び金属 N i として容易に回収することができる。

30

【 0 0 2 7 】

本開示では、第 1 の槽および第 2 の槽に供給される水（ H_2O ）に対し、電源および電子負荷により正極の電位が負極の電位より高くなるよう電圧を保持（例えば正極と負極との電位差を 1 . 4 8 V 以上に保持）することにより水電解反応を生じさせて、第 1 の槽にて発生する O_2 ガス、及び第 2 の槽にて発生する H_2 ガスを取り出すことができる。また、電源および電子負荷により正極の電位が負極の電位より高くなるよう電圧を保持（例えば正極の電圧を 0 . 6 0 V 以上 1 . 0 0 V 以下に保持）することにより、正極中に含まれる C o 及び N i を金属 C o 及び金属 N i として回収することができる。これにより、本開示に係る金属の回収方法及び金属の回収装置では、水電解反応を生じさせて O_2 ガス及び H_2 ガスを取り出しながら、正極中に含まれる C o 及び N i を金属 C o 及び金属 N i として回収することができる。したがって、電源および電子負荷により保持される電気エネルギーの観点では、水電解反応により O_2 ガス及び H_2 ガスを取り出すために要する電気エネルギーを、正極に含まれる金属の回収にも活用することができ、エネルギー消費を低減することができる。

40

【 0 0 2 8 】

（好ましい態様）

・電解液

第 1 の槽及び第 2 の槽が浸漬される電解液は、金属 C o 及び金属 N i の回収効率を高める観点から、p H 1 4 以上であることが好ましく、p H 1 5 以上であることが好よりまし

50

く、さらに pH 16 以上であることがさらに好ましい。pH は、pH メータを用いて 25 で測定される値である。

【0029】

電解液としては、特に限定されないが、水系電解液であることが好ましい。水系電解液としては、例えば、アルカリ水溶液等を好適に用いることができる。アルカリ水溶液は、例えば、水と、水に溶解したアルカリ金属水酸化物と、を含む。アルカリ金属水酸化物は、例えば、1 mol/L ~ 45 mol/L の濃度を有していてもよい。アルカリ金属水酸化物としては、例えば、水酸化カリウム (KOH)、水酸化ナトリウム (NaOH)、水酸化リチウム (LiOH) などが挙げられる。

【0030】

・電圧

水電解反応を効率的に生じさせる観点では、正極と負極との電位差が 1.48 V 以上となるよう電圧を保持することが好ましい。一方、正極から Co を効率的に溶出させる観点では、正極における電圧を 0.60 V 以上 1.00 V 以下に保持することが好ましい。そのため、正極と負極の電位差を 1.48 V 以上に保持し (例えば 50 分間保持し)、その後電圧を調整して、正極の電圧を 0.60 V 以上 1.00 V 以下に保持する (例えば 10 分間保持する) ことを繰り返してもよい。

【0031】

・水の供給

第 1 の槽及び第 2 の槽への水 (H₂O) の供給は、発生した O₂ ガス及び H₂ ガスの取り出しやすさの観点から、いずれも第 1 の槽及び第 2 の槽の下方から (重力方向から反重力方向に向けて) 行うことが好ましい。例えば、槽の底面から天面に向かって毛細管現象にて供給することが好ましい。

【0032】

・距離

第 1 の槽と第 2 の槽との距離は、水電解反応の生じ易さの観点から、0 cm 以上 5 cm 以下であることが好ましく、0 cm 以上 1 cm 以下であることがより好ましい。なお、第 1 の槽と第 2 の槽との距離とは、第 1 の槽と第 2 の槽との間の最短距離をいう。

【0033】

図 1 及び図 2 に示す回収装置 20A、20B では、第 1 の槽 100B で生じた O₂ ガスの蒸留装置 5 への搬送性の観点から、筐体 40 中の温度及び圧力に比べて、蒸留装置 5 内の方が低温且つ低圧であることが好ましい。また、同様の観点から、筐体 40 の配置位置よりも蒸留装置 5 の配置位置が、重力方向において低いことが好ましい。

【0034】

(ニッケル水素蓄電池)

ここで、第 1 の槽及び第 2 の槽に用いることができる、ニッケル水素蓄電池について説明する。

なお、ニッケル水素蓄電池 (以下、「電池」と略記する場合がある) は、例えば、携帯機器用電池、車載用電池、再生可能エネルギー発電の蓄電池などに使用した、使用済みのニッケル水素蓄電池であってよい。

【0035】

図 3 は、ニッケル水素蓄電池の構成の一例を示す概略構成である。

電池 1 は、ニッケル水素蓄電池である。電池 1 は、筐体 2 を含む。筐体 2 は、円筒形のケースである。筐体 2 は、金属製である。ただし、筐体 2 は、任意の形態を有し得る。筐体 2 は、例えば、角形のケースであってもよい。筐体 2 は、例えば、アルミラミネートフィルム製のパウチ等であってもよい。筐体 2 は、例えば、樹脂製であってもよい。

【0036】

筐体 2 は、蓄電要素 10 と電解液とを収納している。蓄電要素 10 は、正極 11、負極 12、およびセパレータ 13 を含む。図示される蓄電要素 10 は、巻回型である。蓄電要素 10 は、帯状の電極が渦巻状に巻回されることにより形成されている。蓄電要素 10 は

10

20

30

40

50

、例えば、積層型であってもよい。蓄電要素 10 は、例えば、枚葉状の電極が積層されることにより形成されていてもよい。

【0037】

《負極》

負極 12 は、シート状である。負極 12 は、例えば、 $10\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ の厚さを有していてもよい。負極 12 は、正極 11 に比して低い電位を有する。

【0038】

負極は、例えば負極集電体および負極活物質を含む。負極集電体は、例えばニッケルメッシュ等が挙げられる。負極活物質は、例えば水素吸蔵合金が挙げられる。水素吸蔵合金は、水素の吸蔵および放出が可能である限り、その組成は限定されるものではない。水素吸蔵合金としては、例えば $\text{Mm} - \text{Ni} - \text{Mn} - \text{Al} - \text{Co}$ 系合金が挙げられる。「Mm」は、ミッシュメタルと称される希土類元素の混合物を示す。

10

【0039】

《正極》

正極 11 は、シート状である。正極 11 は、例えば、 $10\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ の厚さを有していてもよい。正極 11 は、負極 12 に比して高い電位を有する。正極 11 は、正極活物質を含む。正極活物質は、任意の成分を含み得る。正極活物質としては、例えば、水酸化ニッケル ($\text{Ni}(\text{OH})_2$)、水酸化コバルト ($\text{Co}(\text{OH})_2$)、二酸化マンガ、酸化銀などが挙げられる。正極活物質は、好ましくは水酸化ニッケルである。

【0040】

正極 11 は、実質的に正極活物質のみからなってもよい。正極 11 は、正極活物質に加えて、集電材、導電材およびバインダ等をさらに含んでもよい。集電材は、例えば、多孔質金属シート等を含んでもよい。集電材は、例えば、Ni 製である。

20

【0041】

例えば、集電材に、正極活物質、導電材およびバインダが塗着されることにより、正極 11 が形成され得る。導電材は、電子伝導性を有する。導電材は、任意の成分を含み得る。導電材は、例えば、カーボンブラック、Co、酸化コバルト等を含んでもよい。導電材の配合量は、100 質量部の正極活物質に対して、例えば 0.1 質量部 $\sim$ 10 質量部であってもよい。バインダは、集電材と正極活物質とを結合する。バインダは、任意の成分を含み得る。バインダは、例えば、エチレン酢酸ビニル (EVA) 等を含んでもよい。バインダの配合量は、100 質量部の正極活物質に対して、例えば 0.1 質量部 $\sim$ 10 質量部であってもよい。

30

【0042】

《セパレータ》

セパレータ 13 は、シート状である。セパレータ 13 は、正極 11 と負極 12 との間に配置されている。セパレータ 13 は、正極 11 と負極 12 とを物理的に分離している。セパレータ 13 は、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ の厚さを有していてもよい。セパレータ 13 は、多孔質である。セパレータ 13 は、例えば、延伸多孔膜、不織布等を含んでもよい。セパレータ 13 は、電気絶縁性である。セパレータは、例えば、ポリオレフィン製、ポリアミド製等であってもよい。

40

【0043】

《電解液》

電解液は、特に限定されないが、水系電解液であることが好ましい。水系電解液としては、例えば、アルカリ水溶液等を好適に用いることができる。アルカリ水溶液は、例えば、水と、水に溶解したアルカリ金属水酸化物と、を含む。アルカリ金属水酸化物は、例えば、 $1\text{mol/L} \sim 20\text{mol/L}$ の濃度を有していてもよい。アルカリ金属水酸化物としては、例えば、水酸化カリウム (KOH)、水酸化ナトリウム (NaOH)、水酸化リチウム (LiOH) などが挙げられる。

【0044】

ここで、本開示の実施形態に係る金属の回収装置における金属 Co の回収の有無につい

50

て、実験により確認した。

【 0 0 4 5 】

(実験例 1)

図 1 に示す回収装置 2 0 A と同じ構成であり、電解液、第 1 の槽及び第 2 の槽、並びに第 1 の槽の正極として、以下のものを用い、第 1 の槽における正極及び第 2 の槽における負極を電源および電子負荷に接続した、回収装置を準備した。

電解液：水酸化カリウム (KOH aq 、 $\text{pH} 15$)

第 1 の槽及び第 2 の槽：ニッケル水素蓄電池

第 1 の槽の正極：正極活物質として $\text{Co}(\text{OH}_2)$ 及び $\text{Ni}(\text{OH}_2)$ を含む電極

【 0 0 4 6 】

この回収装置において、第 1 の槽及び第 2 の槽に対し水供給ポンプから水 (H_2O) を供給し、電源および電子負荷により第 1 の槽における正極の電位が第 2 の槽における負極の電位より高くなるよう保持した。具体的には、図 4 に示すグラフに示すように、正極と負極の電位差が 1.53 V / セル となるよう 5 0 分間保持し、続いて電圧を調整して、正極の電圧が 0.60 V / セル となるよう 1 0 分間保持することを繰り返し、この電圧の保持を 1 5 時間継続し続けた。

電圧の保持開始後、第 1 の槽から酸素 (O_2) ガスが排出通路を通じて蒸留装置に排出され、また第 2 の槽の排出通路から水素 (H_2) ガスが排出されたことを確認した。

【 0 0 4 7 】

・電解液中への Co の溶出

電圧の保持を上記時間継続し続けた後において、送液ポンプにより蒸留装置と筐体の中を循環している電解液中に、 Co が溶出しているか否かを確認した。その結果、電解液中において 3 . 1 質量 % (1 . 2 原子 %) の Co の溶出が確認された。このように、実験例 1 では電解液中に Co が溶出していることが確認され、つまり金属 Co を回収可能であることが確認された。

【 0 0 4 8 】

また、実験例 1 において、電圧の保持を上記時間継続し続けた後における、第 1 の槽の正極に残存している元素を分析したところ、 Ni 及び Fe が検出された。つまり金属 Ni を分離して回収可能であることが確認された。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

1 電池

1 0 蓄電要素

1 1 正極

1 2 負極

1 3 セパレータ

2 筐体

3 電源

4 筐体

4 0 電解液

5 蒸留装置

6 水供給ポンプ

7 送液ポンプ

8 排出口

2 0 A 回収装置

3 0 電子負荷

1 0 0 A、1 0 0 B 第 1 の槽

2 0 0 A、2 0 0 B 第 2 の槽

1 0 1、2 0 1 排出通路

10

20

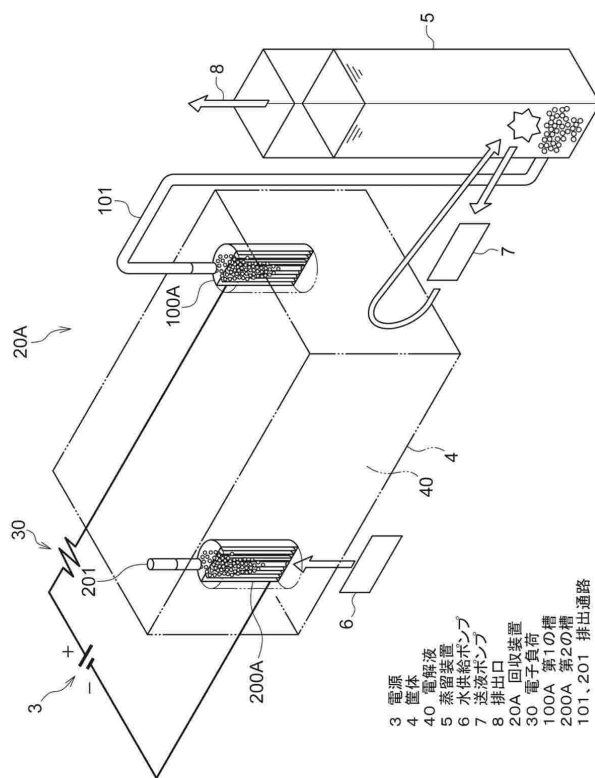
30

40

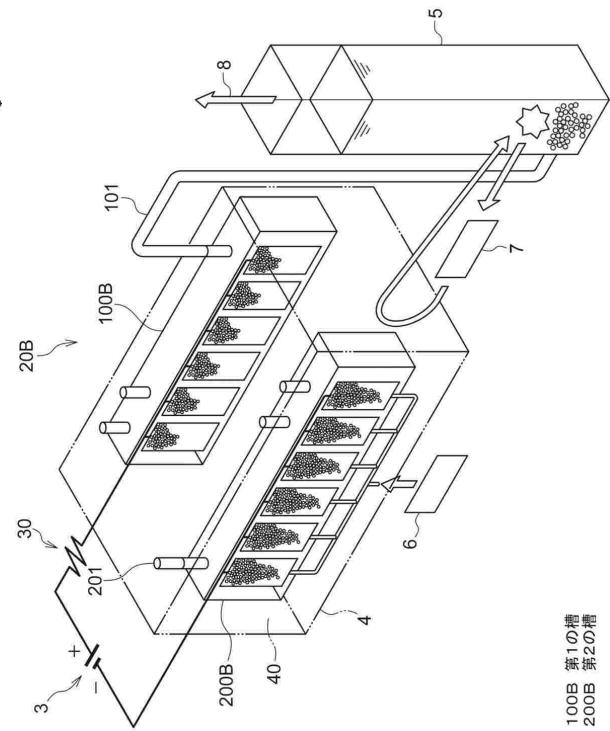
50

【図面】

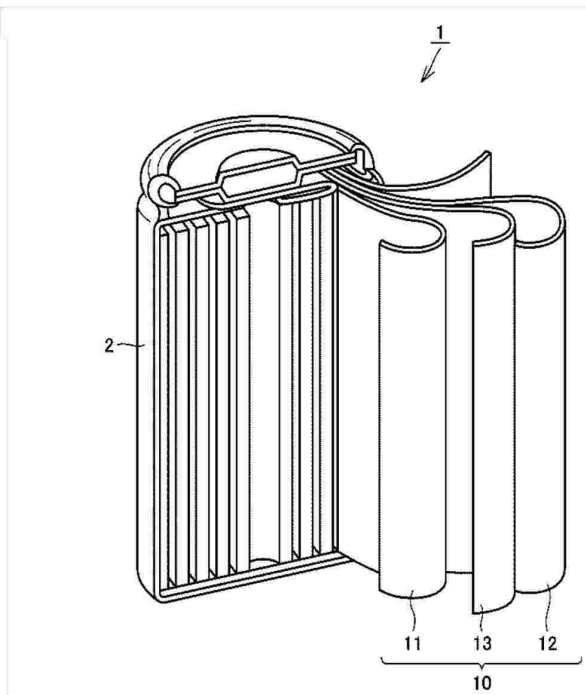
【 図 1 】



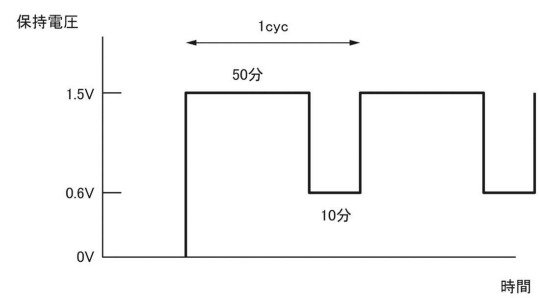
【 図 2 】



【圖 3】



【圖 4】



フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 M 10/54

(56)参考文献 特開 2 0 2 2 - 8 5 4 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 1 3 4 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 2 5 B 1 / 0 0 - 1 5 / 0 8
H 0 1 M 1 0 / 5 4
C 2 2 B 2 3 / 0 0 - 2 3 / 0 6