

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5034156号
(P5034156)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012. 7. 13)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M 10/30 (2006. 01)
 HO 1 M 2/02 (2006. 01)
 HO 1 M 2/04 (2006. 01)
 HO 1 M 2/12 (2006. 01)

HO 1 M 10/30 Z
 HO 1 M 2/02 A
 HO 1 M 2/02 E
 HO 1 M 2/04 A
 HO 1 M 2/04 E

請求項の数 5 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-196777 (P2004-196777)
 (22) 出願日 平成16年7月2日 (2004. 7. 2)
 (65) 公開番号 特開2006-19171 (P2006-19171A)
 (43) 公開日 平成18年1月19日 (2006. 1. 19)
 審査請求日 平成19年3月23日 (2007. 3. 23)

前置審査

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 児守 克典
 静岡県湖西市境宿555番地 パナソニック・イーブイ・エナジー株式会社内
 (72) 発明者 松浦 智浩
 静岡県湖西市境宿555番地 パナソニック・イーブイ・エナジー株式会社内
 (72) 発明者 浜田 真治
 静岡県湖西市境宿555番地 パナソニック・イーブイ・エナジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ニッケル水素蓄電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電池本体部と、
 上記電池本体部を収容するケースと、
 を備えるニッケル水素蓄電池であって、
 前記ケースは、

金属からなる金属壁部を有し、

上記金属壁部のうち当該ケースの外周面をなす部分の面積が、当該ケースの外周面全体の面積の90%を超えてなり、

前記ケースの内圧が所定値を超えると、上記ケース内のガスを排出して上記ケースの内圧の過昇圧を防止する安全弁装置と、

前記ケース内の水素ガスを当該電池の外部へ漏出させる水素漏出装置を備え、

充放電を行った後SOC60%まで充電した当該電池の、電池温度45℃、10kPaの減圧雰囲気下での単位電池容量あたりの水素漏出速度V1(μl/h/Ah)が、2V1/14の関係を満たし、

上記安全弁装置は、

上記水素漏出装置を兼ね、

円筒状の側壁部、及び、貫通孔が形成された円盤状の天井部を有する弁キャップと、

水素透過性のゴムからなり、円筒状の側壁部及び円盤状の天井部を有し、上記弁キャップ内に挿入配置された弁部材と、を備え、

10

20

上記弁部材の上記側壁部は、その周方向に交互に配置された凸状部と凹状部とを有し、その外周面を凹凸形状としてなり、

上記弁部材の上記天井部は、凸状部を有し、当該凸状部が配置されていない部分を薄肉部としてなり、

上記側壁部の上記凸状部と上記天井部の上記凸状部とが、上記弁キャップの内周面に接触してなる

ニッケル水素蓄電池。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のニッケル水素蓄電池であって、

前記水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{Ah}$) は、 $3.5 \leq V_1 \leq 10$ の関係を満たすニッケル水素蓄電池。

10

【請求項 3】

電池本体部と、

上記電池本体部を収容するケースと、

を備えるニッケル水素蓄電池であって、

前記ケースは、

金属からなる金属壁部を有し、

上記金属壁部のうち当該ケースの外周面をなす部分の面積が、当該ケースの外周面全体の面積の 90% を超えてなり、

前記ケースの内圧が所定値を超えると、上記ケース内のガスを排出して上記ケースの内圧の過昇圧を防止する安全弁装置と、

20

前記ケース内の水素ガスを当該電池の外部へ漏出させる水素漏出装置を備え、

充放電を行った後 SOC 60% まで充電した当該電池の、電池温度 45℃、10 kPa の減圧雰囲気下での単位電池体積あたりの水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) が、 $0.2 \leq V_2 \leq 1.8$ の関係を満たし、

上記安全弁装置は、

上記水素漏出装置を兼ね、

円筒状の側壁部、及び、貫通孔が形成された円盤状の天井部を有する弁キャップと、

水素透過性のゴムからなり、円筒状の側壁部及び円盤状の天井部を有し、上記弁キャップ内に挿入配置された弁部材と、を備え、

30

上記弁部材の上記側壁部は、その周方向に交互に配置された凸状部と凹状部とを有し、その外周面を凹凸形状としてなり、

上記弁部材の上記天井部は、凸状部を有し、当該凸状部が配置されていない部分を薄肉部としてなり、

上記側壁部の上記凸状部と上記天井部の上記凸状部とが、上記弁キャップの内周面に接触してなる

ニッケル水素蓄電池。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のニッケル水素蓄電池であって、

前記水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) は、 $0.4 \leq V_2 \leq 1.1$ の関係を満たすニッケル水素蓄電池。

40

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載のニッケル水素蓄電池であって、

前記ケースは、金属製である

ニッケル水素蓄電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ニッケル水素蓄電池に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

近年、ポータブル機器や携帯機器などの電源として、また、電気自動車やハイブリッド自動車などの電源として、様々なニッケル水素蓄電池が提案されている。このニッケル水素蓄電池では、ケース（電槽）として、樹脂からなる樹脂ケースまたは金属からなる金属ケースが用いられている。（例えば、特許文献 1，特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開平 8 - 1 4 8 1 3 5 号

【特許文献 2】特開平 8 - 3 1 3 9 8 号

【 0 0 0 4 】

一般に、ニッケル水素蓄電池では、負極の容量を正極の容量よりも大きくしている。これにより、電池の放電容量は、正極の容量によって制限される（以下、これを正極規制ともいう）。このように、正極規制とすることにより、過充電時及び過放電時における内圧の上昇を抑制することができる。なお、充電可能な過剰な負極容量は、充電リザーブと呼ばれ、放電可能な過剰な負極容量は、放電リザーブと呼ばれている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、ニッケル水素蓄電池では、使用に伴い、負極の水素吸蔵合金が腐食し、その副反応として水素吸蔵合金に水素が吸蔵される。特に、金属ケースのニッケル水素蓄電池では、これに伴い水素吸蔵合金の水素吸蔵量が次第に増加していく。その結果、負極の放電リザーブが増加する一方、充電リザーブが減少してしまい、充電時に電池の内圧が上昇し易くなる。使用期間が長期にわたると、充電リザーブが消滅してしまい、その結果、満充電時などにおいて、負極から生じた大量の水素ガス等により電池の内圧が過昇圧となり、安全弁が開弁してしまう。これにより、電池内の水素ガスを外部に排出して過昇圧を抑制することができるが、排出された水素ガスは電解液から生じたものであるため、結果として電解液が減少し、電池特性が著しく低下してしまう。このように、金属ケースのニッケル水素蓄電池では、長期的な水素吸蔵合金の腐食に伴い、電池特性が著しく低下してしまう問題があった。特に、電気自動車やハイブリッド自動車などの電源として用いる場合には、10 年以上の寿命が要求されるため、上記のような電池特性の著しい低下は深刻な問題であった。

【 0 0 0 6 】

一方、樹脂ケースのニッケル水素蓄電池では、微量の水素ガスが、樹脂ケースを透過して外部に漏れ続ける。このように、水素ガスが外部に漏出すると、ケース内の水素分圧平衡を保つべく、水素漏出量に応じて負極の水素吸蔵合金から水素が放出される。これにより、負極の放電リザーブが減少する。このため、使用期間が長期にわたると、正極と負極の容量のバランスが悪くなると共に負極の容量が減少し、放電リザーブが消滅してしまう。その結果、ニッケル水素蓄電池が負極規制（電池の放電容量が、負極の容量によって制限されることをいう）となり、放電容量が減少してしまう。このように、樹脂ケースのニッケル水素蓄電池では、長期的な水素ガスの漏出に伴い、電池特性が著しく低下してしまう問題があった。特に、電気自動車やハイブリッド自動車などの電源として用いる場合には、10 年以上の寿命が要求されるため、上記のような電池特性の著しい低下は深刻な問題であった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できるニッケル水素蓄電池を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

電池本体部と、上記電池本体部を収容するケースと、を備えるニッケル水素蓄電池であって、前記ケースは、金属からなる金属壁部を有し、上記金属壁部のうち当該ケースの外

10

20

30

40

50

周面をなす部分の面積が、当該ケースの外周面全体の面積の90%を超えてなり、前記ケースの内圧が所定値を超えると、上記ケース内のガスを排出して上記ケースの内圧の過昇圧を防止する安全弁装置と、前記ケース内の水素ガスを当該電池の外部へ漏出させる水素漏出装置を備え、充放電を行った後SOC60%まで充電した当該電池の、電池温度45、10kPaの減圧雰囲気下での単位電池容量あたりの水素漏出速度V1(μl/h/Ah)が、2 V1 14の関係を満たすニッケル水素蓄電池が好ましい。

【0009】

上述のニッケル水素蓄電池は、SOC60%、電池温度45、10kPaの減圧雰囲気下での単位電池容量あたりの水素漏出速度V1(μl/h/Ah)が、2 V1 14の関係を満たす。水素漏出速度V1をこのような範囲とすることで、水素ガスが電池の内部から外部へ漏出することによる水素の減少量と、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴う電池内の水素の増加量との平衡を保つことができる。これにより、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる

なお、電池本体部は、電池の機能を奏するためにケース内に配置されるものであり、例えば、電極、セパレータ、電解液などが含まれる。また、SOCは、State Of Chargeの略である。

さらに、上述のニッケル水素蓄電池では、金属壁部のうちケースの外周面をなす部分の面積が、ケースの外周面全体の面積の90%を超えている。このように、ケースの90%以上を金属で構成することにより、電池の冷却性が良好となり、電池の過昇温を防止することができる。

ところで、従来、このような金属主体のケースを備えるニッケル水素蓄電池では、ケース内の水素ガスがケースの壁部を透過することが困難であるため、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴い、水素吸蔵合金の水素吸蔵量が次第に増加していった。その結果、負極の放電リザーブが増加する一方で、充電リザーブが徐々に減少してゆき、電池特性が著しく低下してしまう傾向にあった。これに対し、上述のニッケル水素蓄電池では、前述のように、水素漏出速度V1を所定範囲の値に設定しているため、上記のような金属主体のケースであっても、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる。

さらに、上述のニッケル水素蓄電池は、ケース内の水素ガスを電池の外部へ漏出させる水素漏出装置を有している。このため、水素漏出装置において水素漏出速度を調整することで、電池全体の水素漏出速度を調整することができる。すなわち、水素漏出装置の水素漏出速度を調整することで、適切に、電池全体の水素漏出速度V1(μl/h/Ah)を2 V1 14とすることができる。従って、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる。

なお、水素漏出装置としては、例えば、水素透過性樹脂(ゴム)を含む構造体が挙げられる。特に、ニッケル水素蓄電池ではアルカリ性電解液を用いているので、耐アルカリ性の高い水素透過性樹脂(ゴム)(例えば、EPDMなど)を用いるのが好ましい。また、この水素漏出装置は、別途独立して設けるようにしても良いし、安全弁装置が兼用するようにしても良い。または、水素漏出装置を別途独立して設けると共に、安全弁装置についても水素漏出装置を兼ねるようにしても良い。

本発明の一態様は、上記のニッケル水素蓄電池であって、上記安全弁装置は、上記水素漏出装置を兼ね、円筒状の側壁部、及び、貫通孔が形成された円盤状の天井部を有する弁キャップと、水素透過性のゴムからなり、円筒状の側壁部及び円盤状の天井部を有し、上記弁キャップ内に挿入配置された弁部材と、を備え、上記弁部材の上記側壁部は、その周方向に交互に配置された凸状部と凹状部とを有し、その外周面を凹凸形状としてなり、上記弁部材の上記天井部は、凸状部を有し、当該凸状部が配置されていない部分を薄肉部としてなり、上記側壁部の上記凸状部と上記天井部の上記凸状部とが、上記弁キャップの内周面に接触してなるニッケル水素蓄電池である。

【0010】

さらに、上記いずれかのニッケル水素蓄電池であって、前記水素漏出速度V1(μl/h/Ah)

$h / A h$) は、 $3.5 \leq V_1 \leq 10$ の関係を満たすニッケル水素蓄電池であると良い。

【0011】

本発明のニッケル水素蓄電池は、水素漏出速度 V_1 ($\mu l / h / A h$) が、 $3.5 \leq V_1 \leq 10$ の関係を満たす。水素漏出速度 V_1 をこのような範囲に限定することで、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を小さくすることができ、より一層長期間にわたって電池特性の低下を抑制することができる。

【0012】

また、電池本体部と、上記電池本体部を収容するケースと、を備えるニッケル水素蓄電池であって、前記ケースは、金属からなる金属壁部を有し、上記金属壁部のうち当該ケースの外周面をなす部分の面積が、当該ケースの外周面全体の面積の90%を超えてなり、前記ケースの内圧が所定値を超えると、上記ケース内のガスを排出して上記ケースの内圧の過昇圧を防止する安全弁装置と、前記ケース内の水素ガスを当該電池の外部へ漏出させる水素漏出装置を備え、充放電を行った後SOC60%まで充電した当該電池の、電池温度45℃、10kPaの減圧雰囲気下での単位電池体積あたりの水素漏出速度 V_2 ($\mu l / h / cm^3$) が、 $0.2 \leq V_2 \leq 1.8$ の関係を満たすニッケル水素蓄電池が好ましい。

10

【0013】

上述のニッケル水素蓄電池は、SOC60%、電池温度45℃、10kPaの減圧雰囲気下での単位電池体積あたりの水素漏出速度 V_2 ($\mu l / h / cm^3$) が、 $0.2 \leq V_2 \leq 1.8$ の関係を満たす。水素漏出速度 V_2 をこのような範囲とすることで、水素ガスが電池の内部から外部へ漏出することによる水素の減少量と、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴う電池内の水素の増加量との平衡を保つことができる。これにより、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる。

20

なお、電池体積とは、ケースの内部体積（容積）のことを言う。また、電池本体部は、電池の機能を奏するためにケース内に配置されるものであり、例えば、電極、セパレータ、電解液などが含まれる。また、SOCは、State Of Chargeの略である。

さらに、上述のニッケル水素蓄電池では、金属壁部のうちケースの外周面をなす部分の面積が、ケースの外周面全体の面積の90%を超えている。このように、ケースの90%以上を金属で構成することにより、電池の冷却性が良好となり、電池の過昇温を防止することができる。

30

ところで、従来、このような金属主体のケースを備えるニッケル水素蓄電池では、ケース内の水素ガスがケースの壁部を透過することが困難であるため、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴い、水素吸蔵合金の水素吸蔵量が次第に増加していった。その結果、負極の放電リザーブが増加する一方で、充電リザーブが徐々に減少してゆき、電池特性が著しく低下してしまう傾向にあった。これに対し、上述のニッケル水素蓄電池では、前述のように、水素漏出速度 V_2 を所定範囲の値に設定しているため、上記のような金属主体のケースであっても、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる。

さらに、上述のニッケル水素蓄電池は、ケース内の水素ガスを電池の外部へ漏出させる水素漏出装置を有している。このため、水素漏出装置において水素漏出速度を調整することで、電池全体の水素漏出速度を調整することができる。すなわち、水素漏出装置の水素漏出速度を調整することで、適切に、電池全体の水素漏出速度 V_2 ($\mu l / h / cm^3$) を $0.2 \leq V_2 \leq 1.8$ とすることができる。従って、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる。

40

なお、水素漏出装置としては、例えば、水素透過性樹脂（ゴム）を含む構造体が挙げられる。特に、ニッケル水素蓄電池ではアルカリ性電解液を用いているので、耐アルカリ性の高い水素透過性樹脂（ゴム）（例えば、EPDMなど）を用いるのが好ましい。また、この水素漏出装置は、別途独立して設けるようにしても良いし、安全弁装置が兼用するようにしても良い。または、水素漏出装置を別途独立して設けると共に、安全弁装置につい

50

ても水素漏出装置を兼ねるようにしても良い。

本発明の他の態様は、上記のニッケル水素蓄電池であって、上記安全弁装置は、上記水素漏出装置を兼ね、円筒状の側壁部、及び、貫通孔が形成された円盤状の天井部を有する弁キャップと、水素透過性のゴムからなり、円筒状の側壁部及び円盤状の天井部を有し、上記弁キャップ内に挿入配置された弁部材と、を備え、上記弁部材の上記側壁部は、その周方向に交互に配置された凸状部と凹状部とを有し、その外周面を凹凸形状としてなり、上記弁部材の上記天井部は、凸状部を有し、当該凸状部が配置されていない部分を薄肉部としてなり、上記側壁部の上記凸状部と上記天井部の上記凸状部とが、上記弁キャップの内周面に接触してなるニッケル水素蓄電池である。

【0014】

さらに、上記いずれかのニッケル水素蓄電池であって、前記水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) は、 $0.4 < V_2 < 1.1$ の関係を満たすニッケル水素蓄電池であると良い。

【0015】

本発明のニッケル水素蓄電池は、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) が、 $0.4 < V_2 < 1.1$ の関係を満たす。水素漏出速度 V_2 をこのような範囲に限定することで、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を小さくすることができ、より一層長期間にわたって電池特性の低下を抑制することができる。

【0019】

さらに、上記いずれかのニッケル水素蓄電池であって、前記ケースは、金属製であるニッケル水素蓄電池であると良い。

【0020】

本発明のニッケル水素蓄電池では、ケースが金属製である。このため、電池の冷却性が極めて良好となり、電池の過昇温を防止することができる。

ところで、従来、金属ケースを備えるニッケル水素蓄電池では、特に、ケース内の水素ガスがケースの壁部を透過することが困難であるため、負極の放電リザーブが増加する一方で、充電リザーブが減少してゆき、電池特性が著しく低下していた。これに対し、本発明のニッケル水素蓄電池では、前述のように、水素漏出速度 V_1 または V_2 を所定範囲の値に設定しているため、金属ケースであっても、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制し、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できる。

【0024】

さらに、上記いずれかのニッケル水素蓄電池であって、前記安全弁装置は、前記水素漏出装置を兼ねるニッケル水素蓄電池とするのが好ましい。

【0025】

上述のニッケル水素蓄電池では、安全弁装置が水素漏出装置を兼ねている。すなわち、安全弁装置が、ケースの内圧の過昇圧を防止する過昇圧防止機能の他に、ケース内の水素ガスを電池外部へ漏出させる水素漏出機能も有している。このため、安全弁装置において水素漏出速度を調整することで、電池全体の水素漏出速度を調整することができる。

【0026】

なお、安全弁装置が水素漏出装置を兼ねる形態としては、例えば、弁部材に水素漏出機能を持たせる形態が挙げられる。この場合、弁部材として水素透過性を有する部材（例えば、水素透過性ゴム）を用い、弁部材を透過する形態で水素ガスを外部に漏出させるようにすると良い。特に、ニッケル水素蓄電池ではアルカリ性電解液を用いているので、耐アルカリ性の高い水素透過性樹脂（ゴム）（例えば、EPDMなど）を用いるのが好ましい。あるいは、弁部材を複数の部材によって構成し（例えば、インサート成型により、金属部材とゴム部材とを一体成形した弁部材）、構成部材の間（例えば、金属部材とゴム部材との間）を通して水素が漏出するようにしても良い。

さらに、上記のニッケル水素蓄電池であって、前記ケースは、前記ケースの内部と外部とを連通するガス排出孔を有し、前記安全弁装置は、前記ガス排出孔を封じる弁部材を有し、上記ケース内の水素ガスを、上記弁部材を透過させて電池外部に漏出させるニッケル

10

20

30

40

50

水素蓄電池とするのが好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

次に、本発明の実施形態（実施例1～3）及び参考例1について、図面を参照しつつ説明する。

【実施例1】

【0028】

（参考例1）

参考例1のニッケル水素蓄電池100は、図1に示すように、封口板120及び電槽130を備えるケース102と、安全弁装置101と、ケース102（電槽130）内に配置された極板群150及び電解液（図示しない）とを備える角形密閉式ニッケル水素蓄電池である。

10

【0029】

極板群150は、正極151と負極152と袋状のセパレータ153とを備えている。このうち、正極151は袋状のセパレータ153内に挿入されており、セパレータ153内に挿入された正極151と、負極152とが交互に積層されている。正極151及び負極152は、それぞれ集電されて、図示しない正極端子及び負極端子に接続されている。

なお、本発明の実施形態（実施例1～3）及び参考例1のニッケル水素蓄電池では、いずれも、正極容量を6.5Ah、負極容量を11.0Ahとしている。従って、本発明の実施形態（実施例1～3）及び参考例1のニッケル水素蓄電池は、いずれも、正極規制で

20

【0030】

正極151としては、例えば、水酸化ニッケルを含む活物質と、発泡ニッケルなどの活物質支持体とを備える電極板を用いることができる。負極152としては、例えば、水素吸蔵合金を負極構成材として含む電極板を用いることができる。セパレータ153としては、例えば、親水化処理された合成繊維からなる不織布を用いることができる。電解液としては、例えば、KOHを含む比重1.2～1.4のアルカリ水溶液を用いることができる。

【0031】

電槽130は、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり、矩形箱形状を有している。封口板120は、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり、矩形略板形状を有している。封口板120には、図2に示すように、ケース102の内部と外部とを連通するガス排出孔122が形成されている。この封口板120は、図2に示すように、電槽130の開口端面131上に載置されて全周溶接され、電槽130の開口部132を封止している。これにより、封口板120と電槽130とは、隙間なく一体化して、ケース102をなしている。本参考例1では、ケース102全体を金属（金属壁部のみ）によって形成しているため、電池の冷却性が極めて良好となり、電池の過昇温を防止することができる。なお、本発明の実施形態（実施例1～3）及び参考例1では、いずれも、ケースの内寸法を、42（mm）×15（mm）×85（mm）としている。すなわち、ケースの内部体積を53.6（cm³）としている。

30

40

【0032】

安全弁装置101は、図2に示すように、弁部材110と弁キャップ170とコイルバネ160と台座プレート180と安全弁ケース140とを有している。台座プレート180は、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり、環状板形状で、封口板120の外周面127上に固着されている。弁キャップ170は、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり、略円環状の鍔部171と、円筒状の側壁部172と、円盤状の天井部174とを有している。このうち、天井部174には、貫通孔174bが形成されている。弁部材110は、ゴム（具体的には、EPDM）からなり、略円環状の鍔部111と、円筒状の側壁部112と、円盤状の天井部114とを有し、弁キャップ170の内周面170bに適合する形状をなしている。この弁部材110は、弁キャップ170内に挿

50

入され、台座プレート 180 の内側の位置で、封口板 120 の外周面 127 上に配置されている。なお、本参考例 1 では、弁部材 110 の肉厚を 0.5 mm としている。

【0033】

安全弁ケース 140 は、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり、有底略円筒形状を有している。この安全弁ケース 140 の天井部 144 には、弁キャップ 170 の側壁部 172 の外径よりも径大の貫通孔 144b が形成されている。この安全弁ケース 140 は、台座プレート 180 上に固着されている。コイルバネ 160 は、図 2 の下方に進むにしたがって径小となる螺旋形状を有している。このコイルバネ 160 は、径小端部 161 が弁キャップ 170 の鍔部 171 上に載置され、径大端部 162 が安全弁ケース 140 の天井部 144 によって図 2 の下方に押圧されるようにして、圧縮変形された状態で安全弁ケース 140 内に配置されている。これにより、弁キャップ 170 の鍔部 171 と共に弁部材 110 の鍔部 111 が、コイルバネ 160 によって図 2 の下方に押圧されるので、弁キャップ 170 の鍔部 111 に位置するシール面 115 が、封口板 120 の外周面 127 に付勢されて隙間なく密着する。

【0034】

このような安全弁装置 101 は、ケース 102 の内圧が所定値を超えると、ケース 102 内のガス（水素ガス等）を外部に排出し、ケース 102 の内圧の過昇圧を防止する。具体的には、ケース 102 の内圧が上昇して所定値を超えると、ケース 102 内のガスによって弁部材 110 と共に弁キャップ 170 が図 2 の上方に押圧され、この押圧力によりコイルバネ 160 がさらに圧縮変形する。これにより、弁部材 110 のシール面 115 が封口板 120 の外周面 127 から離間するので、ケース 102 内のガスは、弁部材 110 の外部に排出された後、安全弁ケース 140 の天井部 144 に形成されている貫通孔 144b を通じて電池外部に排出される。このようにして、ケース 102 の内圧の過昇圧を防止することができる。

【0035】

ところで、本参考例 1 の安全弁装置 101 では、図 2 に示すように、弁部材 110 を肉厚（壁部）の薄いゴム（EPDM）によって形成している。しかも、弁部材を有底略円筒形状とすることにより、ケース 102 内の水素ガスとの接触面積（透過面積）を大きく確保している。このようにすることで、ケース 102 内の水素ガスを、弁部材 110 の壁部を透過させ、弁部材 110 と弁キャップ 170 との間の僅かな隙間を通じて、弁キャップ 170 の天井部 174 の貫通孔 174b から電池外部に漏出させることができる。すなわち、安全弁装置 101 が、ケース 102 の内圧の過昇圧を防止する過昇圧防止機能の他に、ケース 102 内の水素ガスを電池外部へ漏出させる水素漏出機能も有している。

【0036】

本発明の実施形態（実施例 1～3）及び参考例 1 では、いずれも、本参考例 1 のように、安全弁装置が、ケース内の水素ガスを、弁部材を透過させて電池外部に漏出させる形態の水素漏出機能を有している。このため、実施例 1～3 については後に詳述するが、弁部材の肉厚や形状などを変えることにより、ケース 102 内の水素ガスが単位時間当たりに弁部材を透過する量（換言すれば、弁部材の水素透過速度）を調整することができる。従って、本発明の実施形態（実施例 1～3）及び参考例 1 では、安全弁装置において、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出する水素漏出速度を調整することにより、電池全体の水素漏出速度を調整することができる。

【0037】

本参考例 1 のニッケル水素蓄電池 100 は、次のようにして製造することができる。

まず、袋状とした複数のセパレータ 153 内に、それぞれ正極 151 を挿入する。次いで、正極 151 が挿入された複数のセパレータ 153 と複数の負極 152 とを交互に積層し、極板群 150 を作成する（図 1 参照）。その後、この極板群 150 を電槽 130 内に挿入した後、正極 151 と図示しない正極端子とをリード線で接続すると共に、負極 152 と図示しない負極端子とをリード線で接続する。次いで、別途用意した封口板 120 を、電槽 130 の開口端面 131 上に載置して全周溶接し、電槽 130 の開口部 132 を封

10

20

30

40

50

止する（図2参照）。これにより、封口板120と電槽130とは、隙間なく一体化して、ケース102をなす。次いで、封口板120に形成されているガス排出孔122から、電解液として、比重約1.3のアルカリ水溶液を注液する。

【0038】

一方、弁キャップ170内に、弁部材110を挿入配置する。また、安全弁ケース140の天井部144側にコイルバネ160の径大端部162を向けて、安全弁ケース140内にコイルバネ160を配置する。次いで、弁キャップ170の鍔部171をコイルバネ160の径小端部161に当接させるようにして、弁部材110が挿入配置された弁キャップ170を、安全弁ケース140内に配置する。その後、レーザー溶接により、台座プレート180を、安全弁ケース140の鍔部148に固着する。これにより、安全弁装置101が完成する。次いで、この安全弁装置101を、その中心軸がガス排出孔122の中心軸に一致するように封口板120の外周面127上に載置し、レーザー溶接により封口板120（ケース102）に固着する。このようにして、本参考例1のニッケル水素蓄電池100を製造することができる。

【実施例2】

【0039】

（実施例1）

次に、実施例1にかかるニッケル水素蓄電池200について、図3を参照しつつ説明する。本実施例1のニッケル水素蓄電池200は、参考例1のニッケル水素蓄電池100と比較して、弁部材の形状が異なり、その他の部分については同様である。

本実施例1の弁部材210は、参考例1の弁部材110と比較して、側壁部及び天井部の形状が異なる（図2，図3参照）。具体的には、参考例1の弁部材110の側壁部112は、その外周面を平坦な円環状としていたが、本実施例1の弁部材210の側壁部212は、図3（b）に示すように、その周方向に交互に配置された多数の凸状部212bと凹状部212cとを有し、その外周面を凹凸形状としている。

【0040】

また、本実施例1の弁部材210の天井部214は、図3（b）に示すように、その周方向に等間隔で3カ所に配置された凸状部214b（天井部214のうち、凸状部214bが配置されていない部分を薄肉部214cとする）を有している。なお、この弁部材210では、側壁部212の凹状部212cの肉厚、及び天井部214の薄肉部214cの肉厚を、共に0.3mmとしており、参考例1の弁部材110（肉厚0.5mm）よりも薄肉としている。このため、本実施例1の弁部材210は、参考例1の弁部材110に比して、水素ガスが透過し易くなっている。

【0041】

このような弁部材210は、参考例1と同様に、弁キャップ170内に挿入配置されている（図3（a）参照）。ところで、上述のように、弁部材210の側壁部212を凹凸形状としていたため、凸状部212bを弁キャップ170の内周面170bに接触させて、凹状部212cと弁キャップ170の内周面170bとの間に間隙部Dを設けることができる。さらに、弁部材210の天井部214に凸状部214bを形成しているため、天井部214の薄肉部214cと弁キャップ170の内周面170bとの間に間隙部Eを設けることができる。このため、弁部材210を透過した水素ガスは、間隙部D及び間隙部Eを通じて、スムーズに、弁キャップ170の天井部174の貫通孔174bから電池外部に漏出する。

【0042】

従って、本実施例1のニッケル水素蓄電池200では、参考例1のニッケル水素蓄電池100よりも、ケース102内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっている。このため、本実施例1のニッケル水素蓄電池200では、参考例1のニッケル水素蓄電池100よりも、ケース102内の水素ガスが電池外部に漏出する水素漏出速度が大きくなる。

【実施例3】

【0043】

10

20

30

40

50

(実施例 2)

次に、実施例 2 にかかるニッケル水素蓄電池 300 について、図 4 を参照しつつ説明する。本実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 は、実施例 1 のニッケル水素蓄電池 200 と比較して、弁部材の形状（具体的には、肉厚）が異なり、その他の部分についてはほぼ同様である。

【0044】

本実施例 2 の弁部材 310 は、実施例 1 と同様に、側壁部 312 が多数の凸状部 312b と凹状部 312c とを有し、その外周面を凹凸形状としている（図 3（b）参照）。さらに、弁部材 310 の天井部 314 は、実施例 1 と同様に、3 つの凸状部 314b（天井部 314 のうち、凸状部 314b が配置されていない部分を薄肉部 314c とする）を有している。この弁部材 310 では、側壁部 312 の凹状部 312c の肉厚、及び天井部 314 の薄肉部 314c の肉厚を、共に 0.2mm としており、実施例 1 の弁部材 210（肉厚 0.3mm）よりもさらに薄肉としている。このため、本実施例 2 の弁部材 310 は、実施例 1 の弁部材 210 よりも、さらに水素ガスが透過し易くなっている。

【0045】

このような弁部材 310 は、実施例 1 と同様に、弁キャップ 170 内に挿入配置され、側壁部 312 の凹状部 212c と弁キャップ 170 の内周面 170b との間に間隙部 D を設けると共に、天井部 314 の薄肉部 314c と弁キャップ 170 の内周面 170b との間に間隙部 E を設けることができる（図 4 参照）。なお、上述のように、本実施例 2 の弁部材 310 は、実施例 1 の弁部材 210 よりも薄肉であるため、本実施例 2 では、間隙部 D 及び間隙部 E を、実施例 1 よりも大きくすることができる。このため、弁部材 310 を透過した水素ガスは、間隙部 D 及び間隙部 E を通じて、さらにスムーズに、弁キャップ 170 の天井部 174 の貫通孔 174b から電池外部に漏出する。

【0046】

従って、本実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 では、実施例 1 のニッケル水素蓄電池 200 よりも、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっている。このため、本実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 では、実施例 1 のニッケル水素蓄電池 200 よりも、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出する水素漏出速度が大きくなる。

【実施例 4】【0047】(実施例 3)

次に、実施例 3 にかかるニッケル水素蓄電池 400 について、図 5 を参照しつつ説明する。本実施例 3 のニッケル水素蓄電池 400 は、実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 と比較して、安全弁装置の形状（具体的には、弁部材、弁キャップなどを径大としている）が異なり、その他の部分についてはほぼ同様である。

【0048】

本実施例 3 の弁部材 410 は、実施例 2 と同様に、側壁部 412 が多数の凸状部 412b と凹状部 412c とを有し、その外周面を凹凸形状としている（図 3（b）参照）。さらに、弁部材 410 の天井部 414 は、実施例 2 と同様に、3 つの凸状部 414b（天井部 414 のうち、凸状部 414b が配置されていない部分を薄肉部 414c とする）を有している。この弁部材 410 では、側壁部 412 の凹状部 412c の肉厚、及び天井部 414 の薄肉部 414c の肉厚を、実施例 2 の弁部材 310 と同様に、共に 0.2mm と薄くしている。しかも、本実施例 3 の弁部材 410 は、図 5 と図 4 とを比較するとわかるように、実施例 2 の弁部材 310 よりも径大とすることで、水素ガスとの接触面積（透過面積）を大きくしている。このため、本実施例 3 の弁部材 410 は、実施例 2 の弁部材 310 よりも、さらに水素ガスが透過し易くなっている。

【0049】

このような弁部材 410 は、実施例 2 と同様に、弁キャップ 470 内に挿入配置され、側壁部 412 の凹状部 412c と弁キャップ 470 の内周面 470b との間に間隙部 D を設けると共に、天井部 414 の薄肉部 414c と弁キャップ 470 の内周面 470b との

間に間隙部 E を設けることができる（図 5 参照）。このため、弁部材 310 を透過した水素ガスは、間隙部 D 及び間隙部 E を通じて、実施例 2 と同様に、スムーズに弁キャップ 470 の天井部 474 の貫通孔 474b から電池外部に漏出する。

【0050】

従って、本実施例 3 のニッケル水素蓄電池 400 では、弁部材 410 を、実施例 2 の弁部材 310 よりも径大として水素ガスとの接触面積（透過面積）を大きくした分、実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 よりも、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっている。このため、本実施例 3 のニッケル水素蓄電池 400 では、実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 よりも、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出する水素漏出速度が大きくなる。

10

【0051】

以上説明したように、本発明の実施形態（実施例 1 ~ 3）及び参考例 1 では、いずれも、安全弁装置 100 ~ 400 が、ケース 102 内の水素ガスを、弁部材 110 ~ 410 を透過させて電池外部に漏出させる形態の水素漏出機能を有している。このため、実施例 1 ~ 3 及び参考例 1 のように、弁部材の肉厚や形状などを調整することにより、安全弁装置における水素漏出速度を調整することができる。従って、本発明のニッケル水素蓄電池では、安全弁装置において、ケース内の水素ガスが電池外部に漏出する水素漏出速度を調整することにより、電池全体の水素漏出速度を調整することができる。

【0052】

（比較例 1）

20

次に、比較例 1 にかかるニッケル水素蓄電池 700 について、図 12 を参照しつつ説明する。このニッケル水素蓄電池 700 は、参考例 1 のニッケル水素蓄電池 100 と比較して、安全弁装置のみが異なり、その他の部分については同様である。

本比較例 1 の安全弁装置 701 は、従来タイプの安全弁装置であり、図 12 に示すように、弁部材 710 と安全弁ケース 740 とを有している。弁部材 710 は、ゴム（具体的には、EPDM）からなり、略円柱形状を有している。この弁部材 710 は、封口板 120 に形成されているガス排出孔 122 を閉塞する位置で、封口板 120 の外周面 127 上に配置されている。

【0053】

安全弁ケース 740 は、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり、鍔部 748 を有する有底略円筒形状をなしている。この安全弁ケース 740 の側壁部 742 には、矩形状の貫通孔 742b が複数形成されている。この安全弁ケース 740 は、弁部材 710 を図 12 の下方に押圧した状態で、レーザー溶接により、鍔部 748 の位置で封口板 120 に固着されている。これにより、弁部材 710 のシール面 715 が、封口板 120 の外周面 127 に付勢されて隙間なく密着して、ガス排出孔 122 を閉塞している。

30

【0054】

（比較例 2）

次に、比較例 2 にかかるニッケル水素蓄電池 800 について、図 13 を参照しつつ説明する。このニッケル水素蓄電池 800 は、参考例 1 のニッケル水素蓄電池 100 と比較して、ケースの材質及び安全弁装置が異なり、その他の部分については同様である。

40

本比較例 2 のケース 802 は、樹脂（例えば、PP と PPE のポリマーアロイなど）によって形成されている。なお、本比較例 2 においても、実施例 1 ~ 3 及び参考例 1 と同様に、ケースの内寸法を、 $42(\text{mm}) \times 15(\text{mm}) \times 85(\text{mm})$ としている。すなわち、ケースの内部体積を $53.6(\text{cm}^3)$ としている。

【0055】

本比較例 2 の安全弁装置 801 は、図 13 に示すように、特開 2001 - 110388 に開示されているニッケル水素蓄電池の安全弁装置と同等品である。具体的には、この安全弁装置 801 は、弁ケース 825 と弁体 831 と弁蓋 832 とを有している。弁ケース 825 は、有底略円筒形状で、その底部の中央にはガス排出孔 826 が穿孔されており、このガス排出孔 826 の周囲には突起部 827 が形成されている。この弁ケース 825 は

50

、ケース 802 の蓋体 820 の上壁に形成されている段付装着筒部 824 内に嵌合され、溶着されている。

【0056】

弁体 831 は、シール部 828 と、弾性部 830 と、両部材を支持する剛体部 829 とを有している。この弁体 831 は、シール部 828 を弁ケース 825 の突起部 827 に当接させて、弁ケース 825 内に挿入配置されている。弁蓋 832 は、ガスを排出可能とする開放口 833 と、排出ホースを接続可能とする接続口 834 とを有している。この弁蓋 832 は、弁ケース 825 の上端開口部に嵌合され、溶着されている。これにより、弁体 831 の弾性部 830 を図 13 の下方に弾性的に押圧すると共に、シール部 828 を弁ケース 825 の突起部 827 に圧接させて、ガス排出孔 826 を閉塞している。

10

【0057】

(水素漏出量の測定)

参考例 1 及び実施例 1 ~ 3 のニッケル水素蓄電池 100 ~ 400、及び、比較例 1 ~ 2 のニッケル水素蓄電池 700, 800 の 6 種類のサンプル S について、それぞれ、水素漏出量を測定した。この 6 種類のサンプル S については、予め、充放電を行うことにより活性化させており、いずれも、SOC (State Of Charge) 60% まで充電した状態としている。このような 6 種類のサンプル S について、それぞれ、特開 2001 - 236986 に開示されている測定装置を用いて、水素漏出量の測定を行った。なお、6 種類のサンプル S では、いずれも、SOC 100% = 6.5 Ah である。

【0058】

20

測定装置 1 は、図 11 に示すように、密閉容器 3 と、これに接続される真空排気管 4、及び開閉弁 6 を備える大気開放口 5 とを有している。真空排気管 4 には、密閉容器 3 側から順に、気圧計 7、開閉弁 8、真空ポンプ 9、切替弁 10、及び水素濃度センサ 11 が直列に配設されている。切替弁 10 は、真空ポンプ 9 の出口を大気開放口 12 と接続した状態と、真空ポンプ 9 の出口を水素濃度センサ 11 に接続した状態と、大気開放口 12 を水素濃度センサ 11 に接続した状態とに切替え可能に構成されている。また、図示していないが、密閉容器 3 内には、赤外線ヒータが配設されており、密閉容器 3 内に配置されたサンプル S を加熱して昇温させることができるように構成されている。

【0059】

次に、この測定装置 1 を用いた水素漏出量の測定方法について、詳細に説明する。

30

まず、測定装置 1 の切替弁 10 を、大気開放口 12 と水素濃度センサ 11 とが連通する状態に切替え、大気中の水素濃度を測定し、その値を大気水素濃度 b とする。次に、充放電終了後のサンプル S (例えば、ニッケル水素蓄電池 100) を、密閉容器 3 内に配置した後、大気開放口 5 の開閉弁 6 を閉じる。そして、図示しない赤外線ヒータを用いて、密閉容器 3 内に配置したサンプル S を 45 まで昇温させる。そして、真空排気管 4 の開閉弁 8 を開き、切替弁 10 を真空ポンプ 9 の出口と大気開放口 12 とが連通する状態に切替えた後、真空ポンプ 9 を作動させて、密閉容器 3 内を 10 kPa まで減圧する。

【0060】

次いで、15 分間、密閉容器 3 内を 10 kPa に保持した後、切替弁 10 を切替えて、真空ポンプ 9 の出口を水素濃度センサ 11 に接続した状態とする。そして、密閉容器 3 内のガスを水素濃度センサ 11 内に取り入れて、密閉容器 3 内の水素濃度を測定し、その値を容器内水素濃度 c とする。次いで、大気水素濃度 b と容器内水素濃度 c との差に基づいて、サンプル S からの水素漏出量 M (μl) を算出する。このようにして取得した、6 種類のサンプル S の水素漏出量 M (μl) に基づいて、水素漏出速度 $V1$ ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{Ah}$)、及び水素漏出速度 $V2$ ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) を算出した。

40

【0061】

具体的には、水素漏出速度 $V1$ ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{Ah}$) は、水素漏出量 M (μl) に基づいて 1 時間当たりの水素漏出量を算出し、これを電池容量 6.5 Ah で除した値である。また、水素漏出速度 $V2$ ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) は、水素漏出量 M (μl) に基づいて 1 時間当たりの水素漏出量を算出し、これをケースの内部体積 (具体的には、53.6 cm^3)

50

で除した値である。この結果を表 1 に示す。

【 0 0 6 2 】

【表 1】

	水素透過速度(45°C、SOC60%)	
	V1($\mu\text{l}/\text{h}/\text{Ah}$)	V2($\mu\text{l}/\text{h}/\text{cm}^3$)
参考例1	2. 00	0. 24
実施例1	3. 66	0. 44
実施例2	9. 15	1. 1
実施例3	13. 7	1. 7
比較例1	0. 97	0. 12
比較例2	18. 3	2. 2

10

【 0 0 6 3 】

表 1 に示すように、比較例 1 のニッケル水素蓄電池 7 0 0 は、水素漏出速度 $V1(\mu\text{l}/\text{h}/\text{Ah}) = 0.97$ 、 $V2(\mu\text{l}/\text{h}/\text{cm}^3) = 0.12$ となり、6 種類のサンプルのうち最も小さな値となった。これは、弁部材 7 1 0 が、ガス排出孔 1 2 2 を閉塞するように、封口板 1 2 0 の外周面 1 2 7 上に配置されているためと考えられる(図 1 2 参照)。すなわち、弁部材 7 1 0 について、ケース 1 0 2 内の水素ガスとの接触面積(透過面積)が、ガス排出孔 1 2 2 の開口面積と一致する大きさしか確保されていないため、ケース 1 0 2 内の水素ガスが弁部材 7 1 0 を透過し難かったと考えられる。

20

【 0 0 6 4 】

これに対し、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3のニッケル水素蓄電池 1 0 0 ~ 4 0 0 では、水素漏出速度 $V1(\mu\text{l}/\text{h}/\text{Ah})$ がそれぞれ、2. 0 0, 3. 6 6, 9. 1 5, 1 3. 7 となり、 $V2(\mu\text{l}/\text{h}/\text{cm}^3)$ がそれぞれ 0. 2 4, 0. 4 4, 1. 1, 1. 7 となり、比較例 1 のニッケル水素蓄電池 7 0 0 に比して、大きな値となった。これは、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3では、弁部材 1 1 0 ~ 4 1 0 を有底略円筒形状とすることにより、ケース 1 0 2 内の水素ガスとの接触面積(透過面積)を大きく確保しているためと考えられる(図 2 ~ 図 5 参照)。

30

【 0 0 6 5 】

さらに、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3のニッケル水素蓄電池 1 0 0 ~ 4 0 0 は、この順に、水素漏出速度 $V1$ 、 $V2$ が大きくなっている。これは、次のような理由により、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3の順に、ケース 1 0 2 内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっているためと考えられる。

まず、参考例 1のニッケル水素蓄電池 1 0 0 と実施例 1のニッケル水素蓄電池 2 0 0 とを比較する。参考例 1では、弁部材 1 1 0 が弁キャップ 1 7 0 に密着して配置されている(図 2 参照)。これに対し、実施例 1では、弁部材 2 1 0 の側壁部 2 1 2 を凹凸形状として、弁キャップ 1 7 0 の内周面 1 7 0 b との間に間隙部 D を設けている(図 3 参照)。さらに、弁部材 2 1 0 の天井部 2 1 4 に凸状部 2 1 4 b を形成して、弁キャップ 1 7 0 の内周面 1 7 0 b との間に間隙部 E を設けている。このため、弁部材 2 1 0 を透過した水素ガスは、間隙部 D 及び間隙部 E を通じて、スムーズに、弁キャップ 1 7 0 の天井部 1 7 4 の貫通孔 1 7 4 b から電池外部に漏出すると考えられる。従って、実施例 1のニッケル水素蓄電池 2 0 0 のほうが、参考例 1のニッケル水素蓄電池 1 0 0 よりも、ケース 1 0 2 内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっていると考えられる。

40

【 0 0 6 6 】

次に、実施例 1のニッケル水素蓄電池 2 0 0 と実施例 2のニッケル水素蓄電池 3 0 0 とを比較する。実施例 2では、弁部材 3 1 0 の肉厚を、実施例 1の弁部材 2 1 0 よりも薄肉

50

としたことにより、間隙部 D 及び間隙部 E を、実施例 1 よりも大きくすることができた。これにより、実施例 2 では、実施例 1 よりも、水素ガスが弁部材を透過する水素ガス透過速度が増大すると共に、弁部材 310 を透過した水素ガスは、実施例 1 よりもスムーズに、間隙部 D 及び間隙部 E を通じて、弁キャップ 170 の天井部 174 の貫通孔 174b から電池外部に漏出すると考えられる。以上より、実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 のほうが、実施例 1 のニッケル水素蓄電池 200 よりも、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっていると考えられる。

【0067】

次に、実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 と実施例 3 のニッケル水素蓄電池 400 とを比較する。実施例 2 と実施例 3 とでは、弁部材の肉厚、間隙部 D 及び間隙部 E の大きさは共に同一である。しかしながら、実施例 3 では、弁部材 410 を、実施例 2 の弁部材 310 よりも径大として水素ガスとの接触面積（透過面積）を大きくしている。このため、実施例 3 のニッケル水素蓄電池 400 のほうが、実施例 2 のニッケル水素蓄電池 300 よりも、ケース 102 内の水素ガスが電池外部に漏出し易くなっていると考えられる。

【0068】

また、表 1 に示すように、比較例 2 のニッケル水素蓄電池 800 は、水素漏出速度 $V1 (\mu l / h / A h) = 18.3$, $V2 (\mu l / h / c m^3) = 2.2$ となり、6 種類のサンプルのうち最も大きな値となった。これは、比較例 2 のニッケル水素蓄電池 800 は、他のサンプル S と異なり、ケース 802 が樹脂（PP と PPE のポリマーアロイなど）によって形成されているためと考えられる。すなわち、PP と PPE のポリマーアロイなどの樹脂は、金属に比して水素透過性が高いため、ケース 802 内の水素ガスが、ケース 802 を透過して外部に漏出してしまったと考えられる。

【0069】

（放電リザーブ量の測定）

次に、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3 のニッケル水素蓄電池 100 ~ 400 及び比較例 1 ~ 2 のニッケル水素蓄電池 700 , 800 の 6 種類のサンプル S について、それぞれ、放置試験後の放電リザーブ量を測定した。具体的には、まず、6 種類のサンプル S をそれぞれ 2 つずつ用意し、6 種類のサンプル S からなる組を 2 組用意する。そして、それぞれのサンプル S を SOC 80 % まで充電した後、1 組目の 6 種類のサンプル S は 3 ヶ月間、2 組目の 6 種類のサンプル S は 6 ヶ月間、65 の恒温槽内に放置した。なお、恒温槽内の温度を 65 と比較的高温としたのは、負極の水素吸蔵合金の腐食を促進させると共に、水素漏出量を増加させるためである。また、この放置試験では、電池の深放電を防止するため（電池電圧が 1 V を下回り劣化するのを防止するため）に、1 ヶ月ごとに、電池を完全放電（SOC 0 %）した後、SOC 80 % まで再充電している。

【0070】

次いで、3 ヶ月間または 6 ヶ月間、65 の恒温槽内に放置したサンプル S について、それぞれ、電池電圧が 1 V になるまで放電した。その後、各サンプル S について、電池上部に孔を空け、この孔から電解液を補充して電解液が過剰に存在する状態とした。次いで、ケース内の電解液中に、図示しない Hg / HgO 参照極を浸漬させ、放電容量を測定しながら過放電させた。ここで、放電リザーブ量は、次式に基づいて算出した。（放電リザーブ量）=（参照極の電位に対する負極 152 の電位が - 0.7 V になるまでの放電容量）-（参照極に対する正極 151 の電位が - 0.5 V になるまでの放電容量）。なお、放置前のサンプル S の放電リザーブ量は、いずれも、2.5 A h であった。この結果を表 2 に示す。

【0071】

10

20

30

40

【表 2】

	放電リザーブ量(Ah)		
	放置前	3ヶ月後	6ヶ月後
参考例1	2.5	3.9	4.1
実施例1	2.5	3.7	3.9
実施例2	2.5	2.9	3.0
実施例3	2.5	2.1	1.5
比較例1	2.5	4.3	5.6
比較例2	2.5	1.3	-0.5

10

【0072】

表2に示すように、比較例1のニッケル水素蓄電池700では、期間が経過するにしたがって放電リザーブ量が増加し、6ヶ月後には、放電リザーブ量が5.6Ahにまで増加してしまった。換言すれば、充電リザーブ量が消滅してしまい（充電リザーブ量は、-1.1Ah）、満充電時に安全弁が開弁してしまう虞のある状態に至ってしまった。これは、比較例1のニッケル水素蓄電池700では、水素漏出速度 $V1(\mu\text{l/h/Ah}) = 0.97$ 、 $V2(\mu\text{l/h/cm}^3) = 0.12$ としたことにより、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴う電池内の水素の増加量が、水素ガスが電池の内部から外部へ漏出することによる水素の減少量を大きく上回ってしまったためと考えられる。この結果より、水素漏出速度 $V1(\mu\text{l/h/Ah}) = 0.97$ 、 $V2(\mu\text{l/h/cm}^3) = 0.12$ では、水素ガスの漏出量が過少のため、長期間にわたって電池特性の低下を抑制することが困難であると言える。

20

【0073】

なお、充電リザーブ量は、次式に基づいて算出することができる。（充電リザーブ量）＝（負極容量）－（正極容量）－（放電リザーブ量）。従って、本比較例1の6ヶ月後の充電リザーブ量は、 $11 - 6.5 - 5.6 = -1.1(\text{Ah})$ として算出できる。

【0074】

反対に、比較例2のニッケル水素蓄電池800では、期間が経過するにしたがって放電リザーブ量が減少し、6ヶ月後には、放電リザーブ量が消滅し、-0.5Ahにまで減少してしまった。すなわち、ニッケル水素蓄電池が負極規制の状態に至り、放電容量が減少してしまった。これは、比較例2のニッケル水素蓄電池800では、水素漏出速度 $V1(\mu\text{l/h/Ah}) = 18.3$ 、 $V2(\mu\text{l/h/cm}^3) = 2.2$ としたことにより、水素ガスが電池の内部から外部へ漏出することによる水素の減少量が、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴う電池内の水素の増加量を大きく上回ってしまったためと考えられる。この結果より、水素漏出速度 $V1(\mu\text{l/h/Ah}) = 18.3$ 、 $V2(\mu\text{l/h/cm}^3) = 2.2$ では、水素ガスの漏出量が過剰のため、長期間にわたって電池特性の低下を抑制することが困難であると言える。

30

40

【0075】

これに対し、参考例1のニッケル水素蓄電池100では、期間が経過するにしたがって放電リザーブ量が増加したものの、6ヶ月後の放電リザーブ量は、4.1Ahに留まった。換言すれば、充電リザーブ量は減少したものの、0.4Ah残存している。なお、参考例1の6ヶ月後の充電リザーブ量は、 $11 - 6.5 - 4.1 = 0.4(\text{Ah})$ として算出した。

【0076】

また、実施例1のニッケル水素蓄電池200でも、期間が経過するにしたがって放電リザーブ量が増加したものの、6ヶ月後の放電リザーブ量は、3.9Ahに留まった。換言すれば、充電リザーブ量は減少したものの、0.6Ah残存している。なお、本実施例1

50

の6ヶ月後の充電リザーブ量は、 $11 - 6 \cdot 5 - 3 \cdot 9 = 0 \cdot 6$ (Ah)として算出した。

【0077】

また、実施例2のニッケル水素蓄電池300でも、期間が経過するにしたがって放電リザーブ量は増加したが、この増加量は僅かであり、6ヶ月後の放電リザーブ量は $3 \cdot 0$ Ahであった。換言すれば、充電リザーブ量は減少したものの、減少量は僅かであり、 $1 \cdot 5$ Ah残存している。なお、本実施例2の6ヶ月後の充電リザーブ量は、 $11 - 6 \cdot 5 - 3 \cdot 0 = 1 \cdot 5$ (Ah)として算出した。

【0078】

また、実施例3のニッケル水素蓄電池400では、参考例1及び実施例1, 2とは反対に、期間が経過するにしたがって放電リザーブ量は減少したものの、6ヶ月後の放電リザーブ量は、 $1 \cdot 5$ Ah残存した。なお、本実施例3の6ヶ月後の充電リザーブ量は、 $11 - 6 \cdot 5 - 1 \cdot 5 = 3 \cdot 0$ (Ah)となる。

【0079】

以上説明したように、参考例1及び実施例1~3のニッケル水素蓄電池100~400では、いずれも、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を抑制することができた。これは、水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l/h/Ah}$)を2 V_1 14の関係を満たすように設定(具体的には、 $V_1 = 2 \cdot 00, 3 \cdot 66, 9 \cdot 15, 13 \cdot 7$)したためと考えられる。あるいは、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l/h/cm}^3$)を0.2 V_2 1.8の関係を満たすように設定(具体的には、 $V_2 = 0 \cdot 24, 0 \cdot 44, 1 \cdot 1, 1 \cdot 7$)したためと考えられる。すなわち、水素漏出速度 V_1, V_2 を、このような範囲に設定したことにより、負極の水素吸蔵合金の腐食に伴う電池内の水素の増加量と、水素ガスが電池の内部から外部へ漏出することによる水素の減少量との平衡を保つことができたと考えられる。

【0080】

従って、ニッケル水素蓄電池において、水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l/h/Ah}$)を2 V_1 14の関係を満たすように設定することにより、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できると言える。あるいは、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l/h/cm}^3$)を0.2 V_2 1.8の関係を満たすように設定することにより、長期間にわたって電池特性の低下を抑制できると言える。

【0081】

特に、実施例1, 2のニッケル水素蓄電池200, 300では、負極の放電リザーブ及び充電リザーブの変動を小さくすることができた。これは、水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l/h/Ah}$)を3.5 V_1 10の関係を満たすように設定(具体的には、 $V_1 = 3 \cdot 66, 9 \cdot 15$)したためと考えられる。あるいは、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l/h/cm}^3$)を0.4 V_2 1.1の関係を満たすように設定(具体的には、 $V_2 = 0 \cdot 44, 1 \cdot 1$)したためと考えられる。

【0082】

従って、ニッケル水素蓄電池において、水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l/h/Ah}$)を3.5 V_1 10の関係を満たすように設定することにより、より一層長期間にわたって電池特性の低下を抑制できると言える。あるいは、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l/h/cm}^3$)を0.4 V_2 1.1の関係を満たすように設定することにより、より一層長期間にわたって電池特性の低下を抑制できると言える。

【実施例5】

【0083】

(参考例2)

次に、参考例2にかかるニッケル水素蓄電池500について、図6, 図7を参照しつつ説明する。本参考例2のニッケル水素蓄電池500は、図6に示すように、比較例1のニッケル水素蓄電池700に対し、水素漏出装置503を追加して設けたものである。すなわち、従来型の安全弁装置701を備えるニッケル水素蓄電池に、別途、水素漏出装置503を追加して設けている。なお、本参考例2の封口板520には、ガス排出孔122 (

10

20

30

40

50

図 1 2 参照)に加えて、図 7 に示すように、ケース 5 0 2 の内部と外部とを連通するガス排出孔 5 2 2 が形成されている。

【 0 0 8 4 】

ここで、図 6 , 図 7 を参照しつつ、水素漏出装置 5 0 3 について説明する。水素漏出装置 5 0 3 は、安全弁装置 7 0 1 と隣り合うように、封口板 5 2 0 の外周面 5 2 7 上に固着されている(図 6 参照)。この水素漏出装置 5 0 3 は、図 7 に示すように、水素透過部材 5 1 0 と水素漏出ケース 5 7 0 とを有している。

【 0 0 8 5 】

水素漏出ケース 5 7 0 は、金属(具体的には、ニッケルめっき鋼板)からなり、有底略円筒形状を有している。この水素漏出ケース 5 7 0 の天井部 5 7 4 には、貫通孔 5 7 4 b が形成されている。この水素漏出ケース 5 7 0 は、その中心軸がガス排出孔 5 2 2 の中心軸と一致する位置で、レーザー溶接により、封口板 5 2 0 の外周面 5 2 7 上に固着されている。水素透過部材 5 1 0 は、水素透過性ゴム(具体的には、E P D M)からなり、有底円筒形状を有し、水素漏出ケース 5 7 0 の内周面 5 7 0 b に適合する形状をなしている。この水素透過部材 5 1 0 は、水素漏出ケース 5 7 0 内に挿入され、シール面 5 1 5 が封口板 5 2 0 の外周面 5 2 7 に密着するように配置されている。

【 0 0 8 6 】

このような形態の水素漏出装置 5 0 3 においても、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3の安全弁装置 1 0 1 ~ 4 0 1 と同様に、ケース 5 0 2 内の水素ガスを電池外部へ漏出させることができる。具体的には、ケース 5 0 2 内の水素ガスを、水素透過部材 5 1 0 の壁部を透過させ、水素透過部材 5 1 0 と水素漏出ケース 5 7 0 との間を通じて、水素漏出ケース 5 7 0 の天井部 5 7 4 の貫通孔 5 7 4 b から電池外部に漏出させることができる。従って、本参考例 2のニッケル水素蓄電池 5 0 0 でも、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3のように、水素透過部材 5 1 0 の肉厚や外周面の形状等を調整することにより、水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{Ah}$) を $3.5 \leq V_1 \leq 10$ の範囲に設定することができる。あるいは、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l} / \text{h} / \text{cm}^3$) を $0.4 \leq V_2 \leq 1.1$ の範囲に設定することができる。このため、長期間にわたって電池特性の低下を抑制することができる。

【実施例 6】

【 0 0 8 7 】

(参考例 3)

次に、参考例 3にかかるニッケル水素蓄電池 6 0 0 について、図 8 ~ 図 1 0 を参照しつつ説明する。本参考例 3のニッケル水素蓄電池 6 0 0 は、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3と比較して、安全弁装置の構造が異なり、その他の部分についてはほぼ同様である。

【 0 0 8 8 】

本参考例 3のニッケル水素蓄電池 6 0 0 は、図 8 に示すように、封口板 6 2 0 及び電槽 1 3 0 を備えるケース 6 0 2 と、弁部材 6 1 0 と、抜け止め板 6 4 0 とを有している。このうち、封口板 6 2 0 は、その外周面 6 2 7 より電槽 1 3 0 の内側に凹んだ凹部 S をなす凹壁部 6 2 1 を有している。この凹壁部 6 2 1 は、略半円筒形状で、図 1 0 に示すように、凹壁部 6 2 1 の底をなす凹底部 6 2 5 と、凹底部 6 2 5 と外周面 6 2 7 とをつなぐ第 1 凹側壁部 6 2 3 と、凹底部 6 2 5 と外周面 6 2 7 とをつなぎ第 1 凹側壁部 6 2 3 に対向する第 2 凹側壁部 6 2 4 とを有している。

【 0 0 8 9 】

このうち、凹底部 6 2 5 は、第 1 凹側壁部 6 2 3 と第 2 凹側壁部 6 2 4 とを結ぶ方向(図 1 0 において左右方向)に直交する方向に切断した断面が U 字状(略半円状)となる形状を有している。また、第 1 凹側壁部 6 2 3 には、自身を貫通してケース 6 0 2 の内部と外部とを連通するガス排出孔 6 2 2 が形成されている。このような封口板 6 2 0 は、例えば、所定寸法の金属板をプレス成型することにより、凹底部 6 2 5 の断面形状を U 字状(略半円状)とした凹壁部 6 2 1 (凹部 S)を形成した後、第 1 凹側壁部 6 2 3 にガス排出孔 6 2 2 を穿孔して製造することができる。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

弁部材 610 は、図 9 に示すように、ゴム（具体的には、EPDM）からなる半円柱形状で第 1 貫通孔 612b を有する第 1 弁部材 612 と、金属（具体的には、ニッケルめっき鋼板）からなり第 2 貫通孔 614b を有する第 2 弁部材 614 と、ゴム（具体的には、EPDM）からなる半円柱形状で第 2 弁部材 614 の周囲を包囲する第 3 弁部材 613 とを有し、これらが一体成型されている。すなわち、本参考例 3 の弁部材 610 は、第 2 弁部材 614 に、インサート成型により第 1 弁部材 612 と第 3 弁部材 613 を成形した、ゴム成形体である。

【0091】

この弁部材 610 は、図 10 に示すように、封口板 620 の凹部 S 内に、図 10 において左右方向に圧縮されて配置されている。このとき、第 1 弁部材 612 の第 1 貫通孔 612b と、第 2 弁部材 614 の第 2 貫通孔 614b とは、ガス排出孔 622 と連通する連通穴 611 をなす。なお、抜け止め板 640 は、封口板 620 の外周面 627 上に固接（溶接）されている。このため、弁部材 610 が、凹部 S 内から脱落してしまう虞がない。

本参考例 3 のニッケル水素蓄電池 600 では、弁部材 610 と、封口板 620 に形成された凹壁部 621 及び抜け止め板 640 とによって、安全弁装置 601 を構成している。

【0092】

ここで、安全弁装置 601 の開弁動作について説明する。ケース 602 の内圧が所定の値よりも低いときには、弁部材 610 の連通穴 611 内にガス（水素ガスなど）を配置させつつ、環状のシール面 615 を、第 1 凹側壁部 623 のうちガス排出孔 622 の周囲に位置する孔周囲部 623b に密着させている。一方、ケース 602 の内圧が上昇して所定の値を超えた場合には、ゴム製の第 3 弁部材 613 が、ケース 602 及び連通穴 611 の内部のガスにより押圧されて、図 10 において右方向に弾性的に圧縮変形する。これにより、第 2 弁部材 614 及び第 1 弁部材 612 が、第 1 凹側壁部 623 から離間する方向（図 10 において右方向）に移動し、シール面 615 が第 1 凹側壁部 623 から離間して、シール面 615 と第 1 凹側壁部 623 との間に隙間が形成される。これにより、ケース 602 の内部のガスを、適切に、外部へ排出することができる。

【0093】

ところで、弁部材 610 は、ゴム製の第 1 弁部材 612 と金属製の第 2 弁部材 614 とを接触させて、及びゴム製の第 3 弁部材 613 と金属製の第 2 弁部材 614 とを接触させて形成されている。このような弁部材 610 を備える安全弁装置 601 においても、参考例 1 及び実施例 1 ~ 3 の安全弁装置 101 ~ 401 と同様に、ケース 602 内の水素ガスを電池外部へ漏出させることができる。具体的には、ケース 602 内から弁部材 610 の連通穴 611 内に導入された水素ガスを、ゴム製の第 1 弁部材 612 と金属製の第 2 弁部材 614 との隙間、及びゴム製の第 3 弁部材 613 と金属製の第 2 弁部材 614 との隙間を通過させて、電池外部に漏出させることができる。

【0094】

従って、本参考例 3 のニッケル水素蓄電池 600 でも、第 1 弁部材 612 と第 2 弁部材 614 との隙間（密着性）、及び第 3 弁部材 613 と第 2 弁部材 614 との隙間（密着性）を調整することにより、水素漏出速度 V_1 ($\mu\text{l}/\text{h}/\text{Ah}$) を $3.5 \leq V_1 \leq 10$ の範囲に設定することができる。あるいは、水素漏出速度 V_2 ($\mu\text{l}/\text{h}/\text{cm}^3$) を $0.4 \leq V_2 \leq 1.1$ の範囲に設定することができる。このため、長期間にわたって電池特性の低下を抑制することができる。

【0095】

以上において、本発明を実施例 1 ~ 3 に即して説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

例えば、実施例 1 ~ 3 及び参考例 1 ~ 3 では、ケース 102, 502, 602 の全体を金属（金属壁部のみ）によって形成したが、金属（金属壁部）と樹脂（樹脂壁部）とによって形成するようにしても良い。但し、金属壁部のうちケースの外周面をなす部分の面積が、ケースの外周面全体の面積の 90% を超えているのが好ましい。ケースの 90% 以上

10

20

30

40

50

を金属で構成することにより、電池の冷却性が良好となり、電池の過昇温を防止することができるからである。

【 0 0 9 6 】

また、参考例 1 及び実施例 1 , 2 では、弁キャップ 1 7 0 の天井部 1 7 4 にのみ貫通孔 1 7 4 b を形成したが、側壁部 1 7 2 にも貫通孔を形成するようにしても良い。側壁部 1 7 2 にも貫通孔を形成することにより、弁部材 1 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 を透過した水素ガスが電池外部に漏出し易くなるので、水素漏出速度 V 1 , V 2 を向上させることができる。

また、参考例 2 では、水素漏出装置 5 0 3 を、安全弁装置 7 0 1 と隣り合うように、封口板 5 2 0 の外周面 5 2 7 上に固着した（図 6 参照）が、取付可能な位置であれば、いずれの位置に設けても良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 7 】

【図 1】参考例 1 及び実施例 1 ~ 3 にかかるニッケル水素蓄電池 1 0 0 ~ 4 0 0 の部分破断斜視図である。

【図 2】参考例 1 にかかる安全弁装置 1 0 1 の縦断面図である。

【図 3】実施例 1 のニッケル水素蓄電池 2 0 0 にかかる図であり、（ a ）は安全弁装置 2 0 1 付近の縦断面図、（ b ）は弁部材 2 1 0 の上面図である。

【図 4】実施例 2 にかかるニッケル水素蓄電池 3 0 0 を示す図であり、安全弁装置 3 0 1 付近の縦断面図である。

【図 5】実施例 3 にかかるニッケル水素蓄電池 4 0 0 を示す図であり、安全弁装置 4 0 1 付近の縦断面図である。

【図 6】参考例 2 にかかるニッケル水素蓄電池 5 0 0 の部分破断斜視図である。

【図 7】参考例 2 にかかる水素漏出装置 5 0 3 の縦断面図である。

【図 8】参考例 3 にかかるニッケル水素蓄電池 6 0 0 の分解斜視図である。

【図 9】参考例 3 にかかる弁部材 6 1 0 を示す図であり、（ a ）は上面図、（ b ）は正面図、（ c ）は A - A 断面図である。

【図 1 0】参考例 3 にかかるニッケル水素蓄電池 6 0 0 の安全弁装置 6 0 1 を説明する説明図であり、図 8 の A - A 断面図に相当する。

【図 1 1】ニッケル水素蓄電池の水素漏出量を測定する測定装置 1 の概略構成図である。

【図 1 2】比較例 1 にかかるニッケル水素蓄電池 7 0 0 を示す図であり、安全弁装置 7 0 1 付近の縦断面図である。

【図 1 3】比較例 2 にかかるニッケル水素蓄電池 8 0 0 を示す図であり、安全弁装置 8 0 1 付近の縦断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 , 6 0 0	ニッケル水素蓄電池
1 0 1 , 2 0 1 , 3 0 1 , 4 0 1 , 5 0 1 , 6 0 1	安全弁装置
1 0 2 , 5 0 2 , 6 0 2	ケース
1 2 0 , 5 2 0 , 6 2 0	封口板
1 3 0	電槽
1 5 0	電池本体部
5 0 3	水素漏出装置

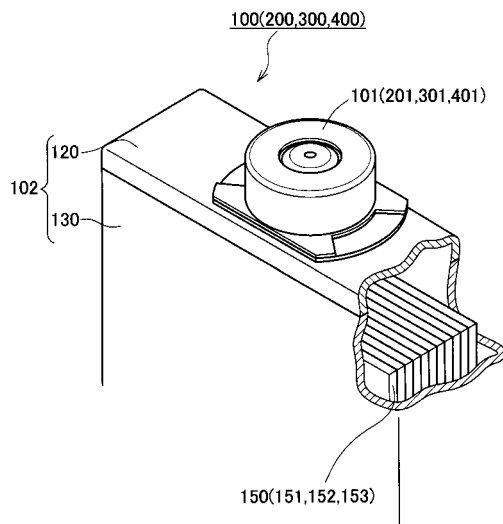
10

20

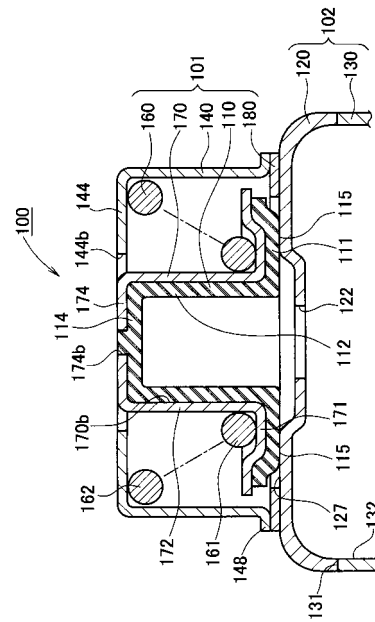
30

40

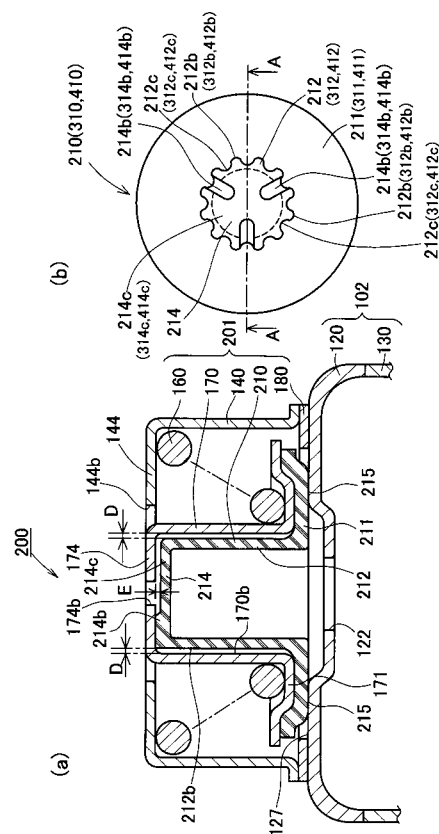
【図 1】



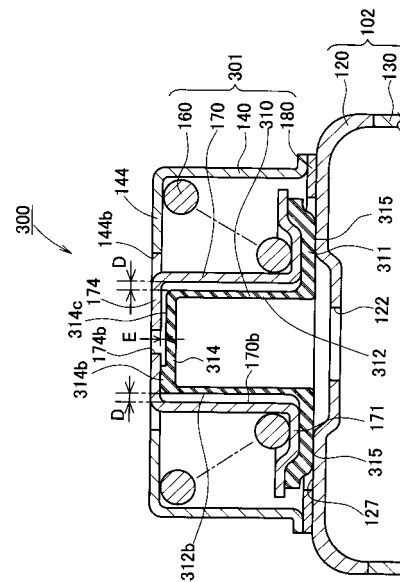
【図 2】



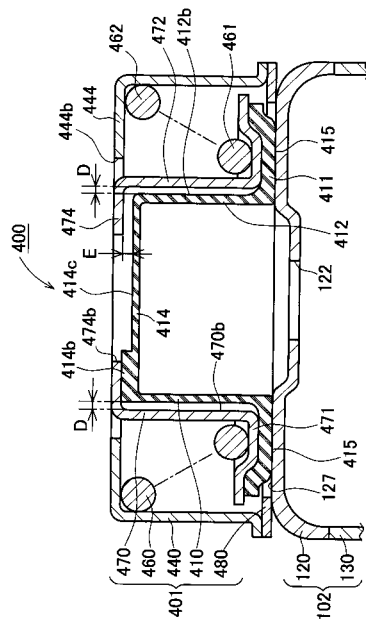
【図 3】



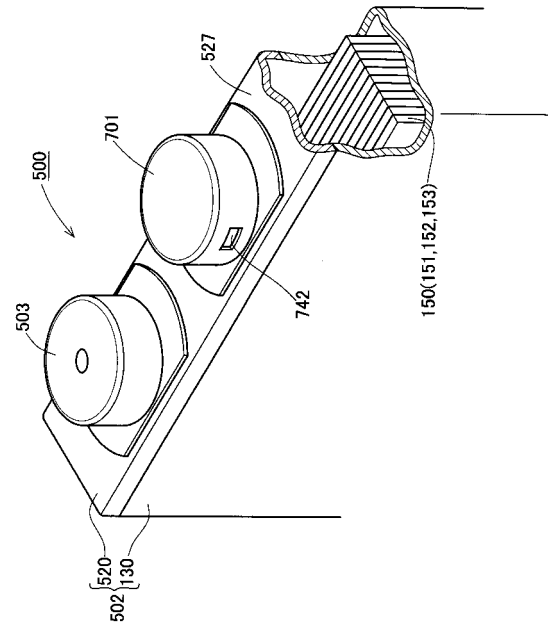
【図 4】



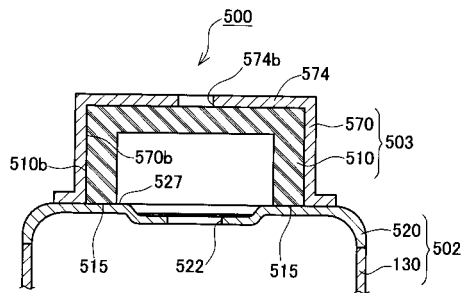
【図 5】



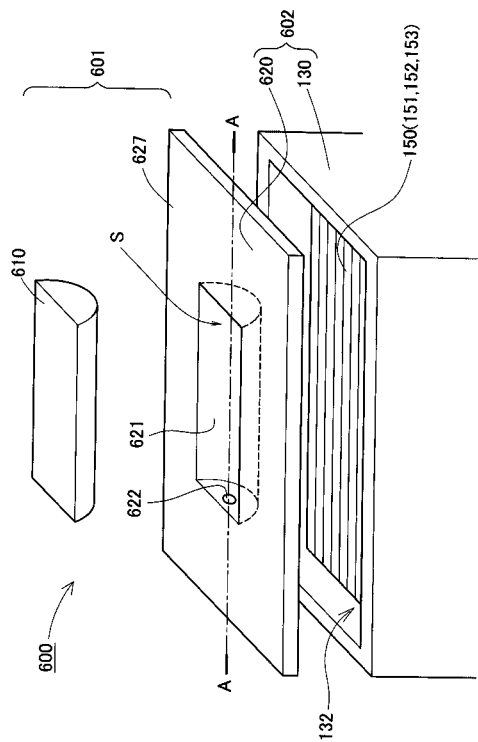
【図 6】



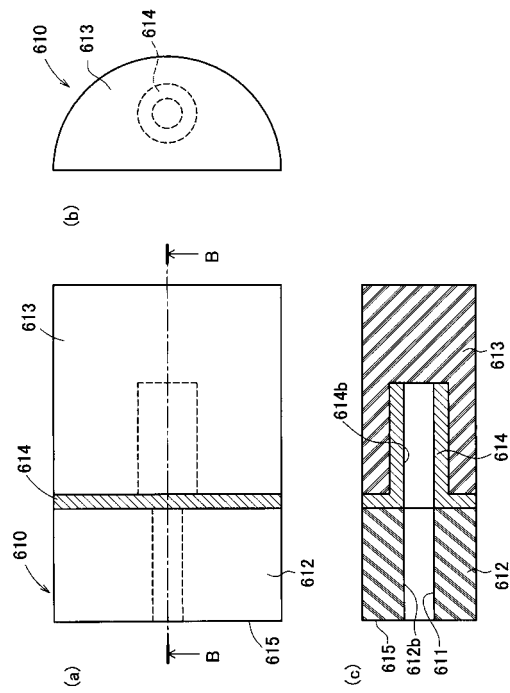
【図 7】



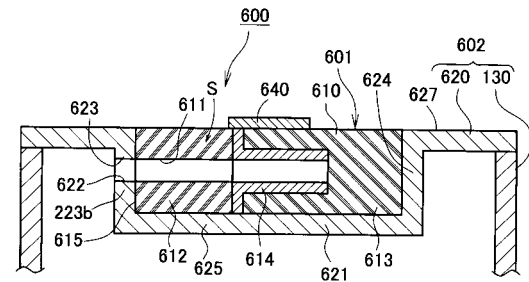
【図 8】



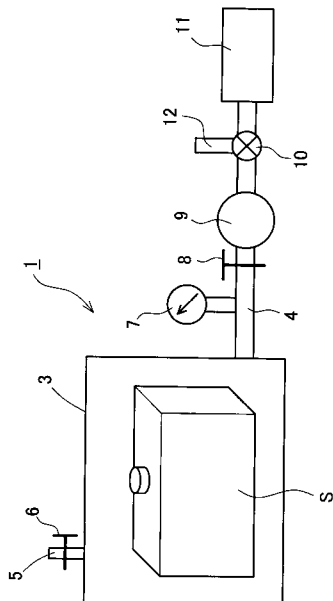
【図 9】



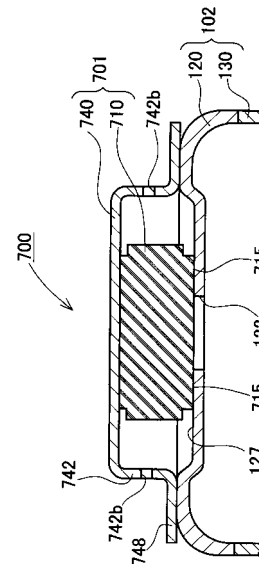
【図 10】



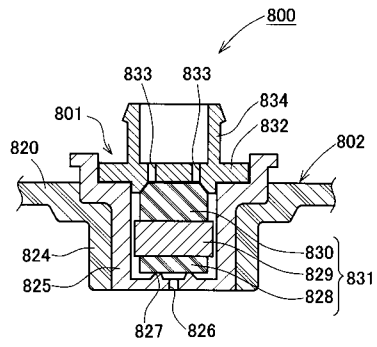
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 2/12 1 0 1

(72)発明者 江藤 豊彦
静岡県湖西市境宿 5 5 5 番地 パナソニック・イーブイ・エナジー株式会社内
(72)発明者 中村 好志
豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 岸 智之

(56)参考文献 特開平 0 4 - 0 3 6 9 5 3 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 2 1 0 4 5 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 9 0 1 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 3 1 1 6 7 (J P , A)

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