

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-183258

(P2017-183258A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1M 12/06 (2006.01)	HO 1M 12/06 D	5H018
HO 1M 4/06 (2006.01)	HO 1M 12/06 G	5H032
HO 1M 4/86 (2006.01)	HO 1M 4/06 P	5H050
HO 1M 4/92 (2006.01)	HO 1M 4/86 B	
HO 1M 4/90 (2006.01)	HO 1M 4/92	

審査請求 未請求 請求項の数 14 書面 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-80627 (P2016-80627)  
 (22) 出願日 平成28年3月29日 (2016. 3. 29)

(71) 出願人 515094497  
 東京電業株式会社  
 神奈川県相模原市緑区若柳545-1  
 (72) 発明者 川口 知彦  
 神奈川県相模原市緑区若柳545-1 東京電業株式会社内  
 (72) 発明者 反本 正典  
 神奈川県相模原市緑区若柳545-1 東京電業株式会社内  
 Fターム(参考) 5H018 AA10 AS03 EE02 EE03 EE05  
 EE06 EE12  
 5H032 AA01 AS02 AS03 CC11 CC16  
 HH05  
 5H050 AA02 BA20 CA12 CB12 CB13  
 FA02 FA18 HA12

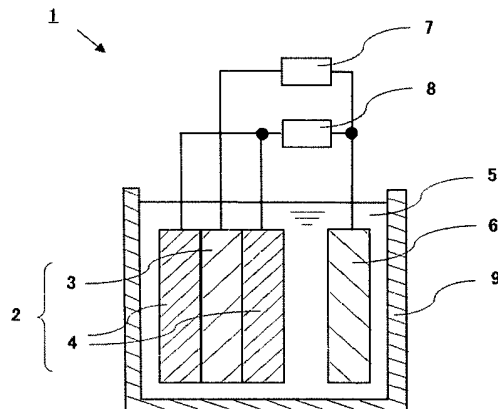
(54) 【発明の名称】 空気電池

(57) 【要約】

【課題】負極活物質である金属の腐食で生じる水素を発電に寄与する水素電極を有する空気電池において、効率的な水素イオン化を可能にし、金属の脱落を防ぎ、水素の正極への拡散移動による分極を軽減し、材料コストを改善した空気電池を提供する。

【解決手段】容器9内にシート状の負極2と正極6、電解質5を有する空気電池において、金属3が互いに短絡された炭素材料4により両側から接触及び挟持されたものが負極2として設けられ、該接触部において金属3又は炭素材料4の少なくとも一方の表面が凹凸を有するように構成する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、カリウム、カルシウム、亜鉛から成る群より選択される少なくとも一つ又は合金で構成されるシート状又は板状の金属が、互いに短絡された炭素材料により両側から接触及び挟持されたものが負極として設けられ、該接触部において金属又は炭素材料の少なくとも一方の表面が凹凸を有し、電解質と正極を備える空気電池。

**【請求項 2】**

前記負極において、炭素材料の金属と接していない面と、さらに少なくとも一つの、金属と一つ以上の炭素材料が連結されたユニットの金属面とが接触して積層され、複数の該金属同士及び該炭素材料同士がそれぞれ短絡される請求項 1 の空気電池。

10

**【請求項 3】**

前記金属、炭素材料、正極を貫通する方向と重力方向の角度の差が 45 度以下である請求項 1 又は 2 のいずれかの空気電池。

**【請求項 4】**

前記重力方向に対して最も地上より高い位置に配置される炭素材料において、重力方向に貫通される面積が、該炭素材料より低い位置に配置される炭素材料のそれよりも大きい請求項 3 の空気電池。

**【請求項 5】**

ナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、カリウム、カルシウム、亜鉛から成る群より選択される少なくとも一つ又は合金で構成される棒状又は球状の金属の表面が炭素材料で接触された及び覆われたものが負極として設けられ、該接触部において金属又は炭素材料の少なくとも一方の表面が凹凸を有し、電解質と正極を備える空気電池。

20

**【請求項 6】**

前記金属と前記正極間、前記炭素材料と該正極間、においてそれぞれ独立に電流を取り出す請求項 1 乃至 5 のいずれかの空気電池。

**【請求項 7】**

前記金属と前記炭素材料が短絡されており、該短絡部と前記正極間で電流を取り出す請求項 1 乃至 5 のいずれかの空気電池。

**【請求項 8】**

少なくとも 2 つの正極を有した請求項 1 乃至 5 のいずれかの空気電池において、第 1 の空気電池の金属と第 2 の空気電池の正極の一つを電氣的に接続し、第 1 の空気電池の炭素材料と第 2 の空気電池の別の正極を電氣的に接続し、第 1 の空気電池の複数の正極を短絡させた短絡部と、第 2 の空気電池の金属と炭素材料を短絡させた短絡部の間で電流を取り出す空気電池。

30

**【請求項 9】**

前記電解質がクエン酸、クエン酸塩、コハク酸、コハク酸塩、リンゴ酸、リンゴ酸塩、酒石酸、酒石酸塩、グルコン酸、グルコン酸塩、フィチン酸、フィチン酸塩、ホスホン酸、ホスホン酸塩、リン酸、リン酸塩、シュウ酸、シュウ酸塩、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムから成る群より選択される少なくとも一つを含む請求項 1 乃至 8 のいずれかの空気電池。

40

**【請求項 10】**

前記炭素材料の内部が貫通する構造を有している又は多孔質である請求項 1 乃至 9 のいずれかの空気電池。

**【請求項 11】**

前記炭素材料内が少なくとも一つのワイヤー、メッシュ、シートから成る群より選択される構造の導電性物質を含む請求項 1 乃至 10 のいずれかの空気電池。

**【請求項 12】**

前記炭素材料の金属と接していない面が、炭素材料より電気抵抗率の低い物質と接する請求項 1 乃至 11 のいずれかの空気電池。

50

## 【請求項 1 3】

前記金属と前記炭素材料の間に通気性のある絶縁体を挟む請求項 1 乃至 1 2 のいずれかの空気電池。

## 【請求項 1 4】

前記炭素材料の表面上に光触媒及び遷移元素から選択される少なくとも一つから構成される触媒を担持する請求項 1 乃至 1 3 のいずれかの空気電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、空気電池に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

燃料電池は、化学反応から直接電気エネルギーを得ることができる電池であって、該電池の負極活物質には補充可能な物質、正極活物質には空気中の酸素を典型的に用いる。

燃料電池は発電に熱機関を経由しないため、他の発電方法と比較して発電効率が高いことが特徴である。燃料電池の負極活物質には水素を用いるのが主流だが、金属、炭化水素、アルコール等を用いることもある。

## 【0003】

燃料電池の負極活物質に用いられる金属としてリチウム等のアルカリ金属、マグネシウム等のアルカリ土類金属、鉄等の遷移金属、亜鉛等の 1 2 属元素、アルミニウム等の 1 3 属元素、等が用いられる。これらを負極活物質に、酸素を正極活物質に用いた燃料電池は総称して空気電池と呼ばれる。空気電池は正極活物質に空気中の酸素を用いるため、他のアルカリイオン電池などと比べて放電容量、エネルギー密度が大きい。

20

空気電池の正極には表面積を広くするために多孔質な電極が用いられる。また空気電池の電解質には塩化ナトリウム水溶液等の電気伝導率の高い電解液が用いられる。

## 【0004】

空気電池の負極活物質である金属は電解液と腐食反応を起こす。その結果、金属は消費されて水素を発生する。腐食は電池の放電容量を低下させるだけでなく、発生した水素による燃焼や爆発の危険性を伴う。これらを解決するために、発生した水素を電池内で消費又は吸収する技術が検討されている。

30

## 【0005】

特許文献 1 では、負極活物質である金属の腐食で生じた水素を発電に寄与させるための水素電極を設けた空気電池が検討されており、水素電極が、金属と正極の間に設けられる。しかし水素電極と金属が離れて設けられてあることで、金属から発生した水素は水素電極に辿り着く前に浮力によって上部に移動するため、水素電極の一部の領域でしか水素のイオン化反応が起こらない。また、電池反応及び腐食反応の進行に伴い金属の脱落が起こりうる。また、複数の上記電池を用いる場合の構成の具体化がなされておらず、実用性に課題がある。

## 【0006】

特許文献 2 では、負極活物質である鉄の腐食で生じた水素を酸化するための水素電極を、正極と面していない側の鉄に統合している。しかし正極に対面している側の鉄から発生した水素は容易に正極へ移動することができ、この場合分極が生じてしまう。また、電池反応及び腐食反応の進行に伴い鉄の脱落が起こりうる。また特許文献 1 と同様に、複数の上記電池を用いる場合の構成の具体化がなされていない。

40

## 【0007】

特許文献 3 では、負極活物質である金属の腐食で生じた水素を吸収するための水素貯蔵合金層を金属層の片面に圧着させている。しかし上記特許文献 2 の問題点と同様に、分極や金属の脱落が起こりうる。加えて水素貯蔵合金は水素の貯蔵量に上限があり、長期間の運用に耐えられない。また水素貯蔵合金は高価である。また特許文献 1 及び特許文献 2 と同様に、複数の上記電池を用いる場合の構成の具体化がなされていない。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】米抄2008/0096087

【特許文献2】特表2013-535775

【特許文献3】特表2007-509480

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

そこで本発明は、上記従来技術の課題を解決しながら、負極活物質である金属の腐食で生じた水素を発電に寄与させる負極を有する空気電池を提供する。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

上記課題を解決するために、本発明ではナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、カリウム、カルシウム、亜鉛から成る群より選択される少なくとも一つ又は合金で構成されるシート状又は板状の金属が、互いに短絡された炭素材料により両側から接触及び挟持されたものが負極として設けられ、該接触部において金属又は炭素材料の少なくとも一方の表面が凹凸を有し、電解質と正極を備える空気電池を提供する。本発明によれば、負極活物質である金属から発生した水素が直ちに近接した炭素材料の表面上でイオン化されることが可能であり、より水素の放出を抑制しながら、より多くの水素イオン化による発電が可能である。また金属が炭素材料で挟持されていることで、金属の脱落を防止することができ、さらに水素が正極に移動しにくくなることで分極の影響が軽減される。

20

## 【0011】

上記負極において、炭素材料の金属と接していない面と、さらに少なくとも一つの、金属と一つ以上の炭素材料が連結されたユニットの金属面とが接触して積層され、複数の該金属同士及び該炭素材料同士がそれぞれ短絡されても良い。本構成によれば負極の反応面積が増え、取出し電流量が増える。ここで連結とは、金属と炭素材料の面を接触させるという意味である。

## 【0012】

上記金属、炭素材料、正極を貫通する方向と重力方向の角度の差が45度以下であっても良い。本構成によれば、金属から生じた水素が浮力により上部の炭素材料に到達しやすくなるので、より多くの水素を炭素材料で捕捉しやすくなることができる。

30

## 【0013】

上記重力方向に対して最も地上より高い位置に配置される炭素材料において、重力方向に貫通される面積が、該炭素材料より低い位置に配置される炭素材料のそれよりも大きくしても良い。本構成によれば、より多くの水素を炭素材料で捕捉しやすくなる。

## 【0014】

ナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、カリウム、カルシウム、亜鉛から成る群より選択される少なくとも一つ又は合金で構成される棒状又は球状の金属が炭素材料で接触及び覆われたものが負極として設けられ、該接触部において金属又は炭素材料の少なくとも一方の表面が凹凸を有し、電解質と正極を備えた空気電池を提供する。本構成によれば、負極の金属が棒状又は球状の場合にも、金属が腐食して生じる水素を効率的にイオン化することができ、加えてより効率的な発電も行うことができる。

40

## 【0015】

上記金属と上記正極間、上記炭素材料と該正極間、においてそれぞれ独立に電流を取り出しても良い。本構成によれば、金属のイオン化反応と、水素のイオン化反応で生じた電力を独立に取り出すことができる。

## 【0016】

上記金属と上記炭素材料を短絡し、該短絡部と上記正極間で電流を取り出しても良い。本構成は、金属と正極間で生じる電位差と、炭素材料と該正極間で生じる電位差が同等で

50

ある場合に効率的となる。上記短絡部を負極端子とし、該端子から負荷を通じて正極へ接続することで、結果的に金属のイオン化反応と、金属の腐食で生じた水素のイオン化反応で生じた電流を同時に取り出すことができる。

【0017】

少なくとも2つの正極を有した請求項1乃至5のいずれかの空気電池において、第1の空気電池の金属と第2の空気電池の正極の一つを電氣的に接続し、第1の空気電池の炭素材料と第2の空気電池のもう一つの正極を電氣的に接続し、第1の空気電池の複数の正極を短絡させた短絡部と、第2の空気電池の金属と炭素材料を短絡させた短絡部の間で電流を取り出しても良い。本構成によれば、本発明の空気電池からの効率的な単一出力が可能となり、本発明の空気電池の実用性及び汎用性の向上をもたらす。

10

【0018】

上記電解質がクエン酸、クエン酸塩、コハク酸、コハク酸塩、リンゴ酸、リンゴ酸塩、酒石酸、酒石酸塩、グルコン酸、グルコン酸塩、フィチン酸、フィチン酸塩、ホスホン酸、ホスホン酸塩、リン酸、リン酸塩、シュウ酸、シュウ酸塩、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムから成る群より選択される少なくとも一つを含んでも良い。本構成によれば、クエン酸、クエン酸塩、コハク酸、コハク酸塩、リンゴ酸、リンゴ酸塩、酒石酸、酒石酸塩、グルコン酸、グルコン酸塩、フィチン酸、フィチン酸塩、ホスホン酸、ホスホン酸塩、リン酸、リン酸塩、シュウ酸、シュウ酸塩から成る群より選択される少なくとも一つによりキレート効果及び緩衝作用を期待することができ、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムから成る群より選択される少なくとも一つにより高い電気伝導性を期待することができる。したがって高出力、高寿命及び安定的な性能を得ることができる。特に上記キレート効果は本発明に対して有効であり、金属水酸化物が炭素材料上に被膜を形成することを防止することができる。

20

【0019】

上記炭素材料の内部が貫通する構造を有している又は多孔質であっても良い。本構成によれば、金属から発生した水素が炭素材料内部まで浸透し、より多くの面積で水素イオン化反応が可能となり、高出力とすることができる。

【0020】

上記炭素材料が破損した場合も導電性を維持するために、該炭素材料内が少なくとも一つ一つのワイヤー、メッシュ、シートから成る群より選択される構造の導電性物質を含んでも良い。本構成によれば、炭素材料が割れるなどの破損状態に陥っても、炭素材料の内部の導電性物質が破損しない限り、炭素材料が導電性を維持することができる。

30

【0021】

上記炭素材料の金属と接していない面が、炭素材料より電気抵抗率の低い物質と接していても良い。本構成によれば、低い電気抵抗率を有する物質が炭素材料に対して集電体として機能し、該炭素材料より電気抵抗率の低い物質に負極端子を接続すると負極の内部抵抗を小さくすることができる。炭素材料より電気抵抗率の低い物質は例えば銅が選択される。

【0022】

上記金属と炭素材料の間に通気性のある絶縁体を挟んでも良い。本構成によれば、金属と炭素材料の導通を防止しながら、金属から発生した水素が上記絶縁体を通過して直ちに炭素材料上でイオン化されることが可能となる。

40

【0023】

上記炭素材料の表面上に光触媒及び遷移元素から選択される少なくとも一つの触媒を担持していても良い。本構成によれば、水素のイオン化反応をより活性化することができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、負極活物質である金属から発生した水素が直ちに近接した炭素材料の

50

表面上でイオン化することが可能であり、炭素材料の面全体で該反応が起こり、より水素の放出を抑制できると同時に、水素のイオン化による発電量をより増やすことができ、高出力かつ高容量の性能を得ることができる。

【0025】

上記金属が炭素材料で挟持されていることで金属の脱落を防止することができ、また金属表面から発生する水素が正極に移動しにくくなり、分極の影響が軽減される。

【0026】

水素貯蔵材料でなく炭素材料を用いることで水素イオン化の反応量に対する制限が無く長期運用時も効果を奏し、かつ安価に構成することが可能である。

【0027】

本発明によれば、金属だけでなく金属の腐食で生じた水素も発電に寄与する空気電池を複数設けた場合の、1出力又は2出力に対する好適な構成が提案され、該空気電池の実用性及び汎用性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】第1実施形態における空気電池の構成図。

【図2】第2実施形態における空気電池の構成図。

【図3】第3実施形態における空気電池の構成図。

【図4】第4実施形態における空気電池の構成図。

【図5】第5実施形態における空気電池の構成図。

【図6】第6実施形態における空気電池の構成図。

【図7】第7実施形態における空気電池の構成図。

【図8】実施例と比較例における水素発電による電圧 電流特性のグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。

【0030】

図1は本発明の第1実施形態に係る空気電池1の構成図である。空気電池1は負極2、電解質5、正極6、負荷7、容器9を備える。容器9内には負極2、電解質5、正極6が設けられる。負極2は金属3が互いに短絡された炭素材料4に両側から挟持されて形成され、該接触部において金属3又は炭素材料4の少なくとも一方の表面が凹凸を有している。また負極2と正極6はシート状若しくは板状である。電解質5は液体であり、負極2と正極6を覆うように設けられる。正極6は負極2と対向するように設けられる。

【0031】

金属3と炭素材料4は、それぞれ負荷7と8を通じて正極6へ電氣的に接続される。

【0032】

金属3又は炭素材料4の少なくとも一方の表面が凹凸を有していることで、金属3と炭素材料4の間に電解質5が入り込むことが可能であり、金属3は電池反応が可能となる。金属3と電解質5と正極6により、負荷7に電流が流れる。一方で金属3が電解質5と腐食反応を起こすと、水素が発生する。上記水素は直ちに炭素材料4の表面上でイオン化することが可能であり、上記水素をイオン化する炭素材料4と電解質5と正極6により、負荷8には電流が流れる。このように負荷7と8では独立に電力を得ることができる。

【0033】

金属3から発生した水素は直ちに近接した炭素材料4の表面上でイオン化することが可能である。金属3と炭素材料4が接触していることにより、水素イオン化反応は炭素材料4が金属3と接する面全体で起こり、結果的により水素の放出を抑制できると同時に、水素のイオン化による発電量をより増やすことができる。

【0034】

金属3が炭素材料4で挟持されていることで金属3の脱落を防止することができる。また水素が正極6に拡散移動しにくくなることで分極の影響が軽減される。

10

20

30

40

50

## 【0035】

水素貯蔵材料でなく炭素材料を用いることで長期運用時も水素イオン化の効果を奏し、かつ安価に構成することが可能である。

## 【0036】

上記水素がイオン化されて生じた水素イオンは、金属3表面に生じて電池反応を阻害する金属水酸化物による酸化被膜（不動態）が電離して生ずる水酸化物イオンとの中和が可能であり、不動態の解離を補助すると共に、電解質の水酸化物イオン濃度の変動を緩和することができる。

## 【0037】

金属3はナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、カリウム、カルシウム、亜鉛から成る群より選択される少なくとも一つ又は合金を用いる。例えばマグネシウム系合金としての、AZ系合金や難燃性マグネシウムである。

10

## 【0038】

炭素材料4は黒鉛、非晶質カーボン、ダイヤモンド、コークス、ナノカーボンから成る群より選択される少なくとも一つが好ましい。炭素は電気伝導性が高く、かつ安価な材料である。炭素材料4は貫通する構造を有している又は多孔質であっても良く、水素が炭素材料内部に浸透することが可能となり、水素の反応表面積を増やすことができる。また炭素材料4が破損時に伝導性を維持するためのワイヤー、メッシュ、シート状の導電性物質を内部に有していても良い。これは例えばシート状の導電性を有する物質上に炭素ペーストを塗工することで得られる。

20

## 【0039】

電解質5はクエン酸、クエン酸塩、コハク酸、コハク酸塩、リンゴ酸、リンゴ酸塩、酒石酸、酒石酸塩、グルコン酸、グルコン酸塩、フィチン酸、フィチン酸塩、ホスホン酸、ホスホン酸塩、リン酸、リン酸塩、シュウ酸、シュウ酸塩、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムから成る群より選択される少なくとも一つを含むことが望ましい。本構成によれば、高い電気伝導性とキレート効果及び緩衝作用を期待することができ、より高出力で高寿命及び安定的な性能を得ることができる。緩衝作用は、例えばクエン酸とクエン酸塩の濃度を同等に設けることで特に効果が得られる。

塩化ナトリウム、塩化マグネシウムは電気伝導率向上のために用いられるのであって、これに限らず塩化カリウム、塩化カルシウムなどの塩を加えても良い。水素の使用量を増やすために硫酸などの酸性溶液を加えても良い。

30

電解質5は液体に限らず固体、ゲルであっても良い。

## 【0040】

正極6は炭素材料4と同様、多孔質な黒鉛、非晶質カーボン、ダイヤモンド、コークス、ナノカーボンから成る群より選択される少なくとも一つであることが望ましい。正極6は表面に酸素還元のための触媒を担持していても良く、例えば白金やルテニウム、二酸化チタンが選択される。

## 【0041】

容器9は電解質5に対し安定な材料で構成することが望ましく、例えばプラスチック類が用いられる。

40

## 【0042】

負極2の金属3を炭素材料4で挟持するための方法の例として、クリップ構造の道具を使用する方法や、パネを炭素材料4と容器9内壁の間に設ける方法、筐体容器自体で挟む方法などがある。上記クリップやパネは絶縁体であることが望ましいが、導電体を使用する場合は、炭素材料4と上記挟持器具の間に絶縁体を挟んでも良い。

## 【0043】

図2は本発明の第2実施形態に係る空気電池1の構成図である。本実施形態は上記第1実施形態の金属3と炭素材料4が電気接続的に短絡され、負荷7を通じて正極6へ電氣的に接続されることを特徴とする。

50

## 【0044】

本実施形態では金属3のイオン化反応と、金属3の腐食で生じた水素のイオン化反応により生じた電流を同時に負荷7で取り出すことができる。本実施形態において電力の損失を少なくするためには、金属3と正極6間で生じる起電力と、水素イオン化による炭素材料4と正極6間で生じる起電力が同等であることが望ましい。

## 【0045】

金属3と正極6間の起電力と、上記水素による炭素材料4と正極6間の起電力が同等でない場合は、該回路のいずれかに逆電流が生じることがあり、効率的に電流を取り出すことができない。

## 【0046】

図3は本発明の第3実施形態に係る空気電池1の構成図である。本実施形態は空気電池1中に負極2、電解質5、正極6、負荷7、容器9、銅シート11を備える。

## 【0047】

本実施形態では負極2が、シート状の金属3をシート状の炭素材料4で両側から挟持して形成され、炭素材料4が金属3と接していない面と、さらに金属と炭素材料が連結されたユニットの金属面とが接触して積層され、負極2中では短絡された金属3が計2枚、短絡された炭素材料4が計3枚それぞれ交互に積層されており、図3の負極2では銅シート、炭素材料、金属、炭素材料、金属、炭素材料、銅シートの順番で構成され、金属同士及び炭素材料同士はそれぞれ短絡される。本構成によれば、積層により負極の反応表面積を増やすことができ、取出し電流量を増やすことができる。

## 【0048】

本実施形態では、空気電池1の金属3、炭素材料4、正極6を貫通する方向と重力方向を一致させる。本構成によれば、金属3の腐食で生じる水素が浮力により上部の炭素材料4で捕捉されやすくなり、より多くの水素を発電に寄与させることができる。

## 【0049】

本実施形態では、重力方向に対して地上から最も高い位置に配置される炭素材料4における重力方向に貫通される面積が、該炭素材料より低い位置に配置される炭素材料4のそれよりも大きい。本構成によれば、金属3の腐食で生じる水素は上部の炭素材料4でより捕捉されやすくなり、より多くの水素を発電に寄与することができる。

## 【0050】

本実施形態では、炭素材料4が金属3と接する面上に、水素イオン化反応の促進のための触媒が担持される。本構成によれば、水素のイオン化反応による発電量を増すことができる。

## 【0051】

本実施形態では、負極2は、最も外側の炭素材料に銅シート11を接触させ、該銅シートから電流を取り出すことが好ましい。また銅シート11の面積は、接触する炭素材料4のそれと等しくすることが望ましい。本構成によれば負極2の内部抵抗成分を下げることができ、より多くの電流を取り出すことができる。上記銅シート11が炭素材料4と接しない面においては直接銅シート11と電解質5が接しており、この場合には金属3と銅シート11間で電池が形成されてしまう恐れがあるため、銅シート11が電解質5と接する面を絶縁体等で覆うことが望ましい。

## 【0052】

本実施形態では、正極6は負極2と対向するように設けられ、本実施形態では負極2に対し上下に2枚用いる。本構成によれば、正極6の反応表面積が増えることで、取出し電流量を増やすことができる。正極は1枚として、もしくは2枚以上設けることもでき、設置場所も制限されることはない。

## 【0053】

本実施形態では金属3と炭素材料4がそれぞれ負荷7と8を通じて正極6へ電氣的に接続される。上記実施形態2のように、金属3と炭素材料4を電氣的に短絡させて共通の負荷7を通じて正極6へ電氣的に接続しても良い。

10

20

30

40

50

## 【0054】

上記銅シート11は例えば銅メッシュ、銅ワイヤーとしても良いが、最も好ましいのは銅シートである。

## 【0055】

上記触媒は光触媒及び遷移元素から選択される少なくとも一つであることが望ましい。

## 【0056】

図4は本発明の第4実施形態に係る空気電池1の構成図である。本実施形態における空気電池1は金属3と炭素材料4から成る負極2と、電解質5と、正極6が、容器9によって分けられた3つのセル領域にそれぞれ設けられる。各セル領域内において、負極2はシート状の金属3が互いに短絡されたシート状の炭素材料4で両側から挟持され、正極6は負極2の両面と対向するように2枚設けられ、ここで2枚の正極のうち1枚は金属3に対する正極として機能し、もう1枚は炭素材料4の表面上でイオン化される水素に対する正極として機能する。金属3に対する正極6は隣のセル領域内の金属3と接続するように配線され、水素に対する正極6は隣のセル領域内の炭素材料4と接続するように配線される。最も端側に設けられたセル領域内の金属3と逆端側に設けられたセル領域内の正極6を、負荷7を通じて接続し、最も端側に設けられたセル領域内の炭素材料4と逆端側に設けられたセル領域内の別の正極6を、負荷8を通じて接続する。

10

## 【0057】

本実施形態によれば、各セル領域における金属と水素の負極反応における起電力をそれぞれ加算することができ、直列構造を実現できる。本実施形態は一例に過ぎず、3以外のセル数であっても、異なる配線がなされても良い。

20

## 【0058】

図5は本発明の第5実施形態に係る空気電池1の構成図である。本実施形態は容器9内に2つの空気電池1aと1bを備えており、空気電池1aは金属3aが互いに短絡された2つの炭素材料4aにより両側から挟持されて成る負極2a、電解質5a、2つの正極6aを備え、空気電池1aは金属3bが互いに短絡された2つの炭素材料4bにより両側から挟持されて成る負極2b、電解質5b、2つの正極6bを備えている。空気電池1aの金属3aは空気電池1bの正極6bの一つと電氣的に接続され、空気電池1aの炭素材料4aは空気電池1bのもう一つの正極6bと電氣的に接続され、空気電池1aの2つの正極6aが短絡された短絡部と、空気電池1bの金属3bと炭素材料4bが短絡された短絡部の間に負荷7が設けられる。

30

## 【0059】

本実施形態において負荷7の両端に発生する電位差は、金属のイオン化により空気電池1aの金属3aと正極6a間に発生した電位差と水素のイオン化により空気電池1bの炭素材料4bと正極6b間に発生した電位差の和、及び金属のイオン化により空気電池1bの金属3bと正極6b間に発生した電位差と水素のイオン化により空気電池1aの炭素材料4aと正極6a間に発生した電位差の和、とほぼ等しい。

## 【0060】

本実施形態によれば金属イオン化反応による起電力と水素イオン化反応による起電力を効率よく単一化することができ、汎用性と実用性の向上の効果を奏する。

40

## 【0061】

図6は本発明の第6実施形態に係る空気電池1の構成図である。本実施形態における空気電池1は金属3と炭素材料4から成る負極2と、正極6と、電解質を保持できて通気性のある絶縁体として保水体13を備えている。負極2はシート状の金属3の両面から互いに短絡されたシート状の炭素材料4で挟持して構成される。保水体13は金属3と炭素材料4の間、負極2と正極6の間に挟持されることが特に望ましく、上記以外との面とも接していても良い。本実施形態では保水体13は負極2と正極6の間、炭素材料4と金属3の間、炭素材料4が金属3と接する面と反対の面に折り曲げられて設けられる。

## 【0062】

上記保水体13は、不織布、濾紙などの繊維素材が望ましく、折り曲げが可能であるこ

50

とが望ましい。また保水体 13 は水素が通過できることが望ましい。金属 3 と電解質の腐食反応が無視できる場合には保水体 13 にあらかじめ電解質を保持させておいても良い。金属 3 と電解質の腐食反応が無視できない場合には保水体 13 には電解質を保持させておかず、電池反応を行う際に保水体 13 に電解質を含浸させるのが良い。

【0063】

本実施形態によれば、少量の電解質で本発明を実施可能となる。金属 3 と正極 6 の間に負荷 7 を、炭素材料 4 と正極の間に負荷 8 を設けると、それぞれ独立に電力を取り出すことができる。

【0064】

図 7 は本発明の第 7 実施形態に係る空気電池 1 の断面図である。本実施形態における空気電池 1 は棒状又は球状の金属 3 と炭素材料 4 から成る負極 2 と、電解質 5 と、正極 6 を備えている。負極 2 は金属 3 の周りに炭素材料 4 を接触させ覆うように構成され、該接触部において金属又は炭素材料の少なくとも一方の表面が凹凸を有する。負極 2 と正極 6 の間には電解質 5 が設けられ、正極 6 の内側に電解質 5 と負極 2 が設けられる。あるいは負極 2 の内側に電解質 5 と正極 6 が設けられても良い。

10

【0065】

上記負極 2 と正極 6 が接触して短絡しないように、負極 2 と正極 6 の間に不織紙等の絶縁体を設けても良い。また上記金属 3 と炭素材料 4 は接触するための力が加わっているのが望ましく、例えば伸縮性のあるリング状の部品で固定されていても良い。

【0066】

本実施形態によれば、負極の構造が棒状又は球状の場合も金属の腐食で生じた水素を発電に寄与させることができ、水素の放出量を減少させることができる。

20

【実施例】

【0067】

図 8 は、本発明の実施例と比較例の構造における、横軸を炭素上の水素イオン化により生じた電流、縦軸を発生した電位差とした場合のプロットである。丸形が実施例、ひし形が比較例のデータ点を表す。

【0068】

本発明における実施例の構造では、負極として  $2.6 \text{ cm}^2$  の面積で厚さ  $0.5 \text{ cm}$  のマグネシウム電極が同面積の炭素材料により両側から挟持され、該負極に対向するように炭素から成る正極が設けられ、これらが電解液とともにプラスチック製の容器内に設けられている。電解液はクエン酸  $1.5 \text{ g}$ 、炭酸水素ナトリウム  $1.5 \text{ g}$ 、塩化ナトリウム  $1.5 \text{ g}$ 、水  $42 \text{ g}$  の混合液を使用した。炭素材料と正極間に負荷抵抗を設け、抵抗値を変化させながら負荷間の電位差を測定することで水素イオン化による発電の電圧 電流特性を取得した。

30

【0069】

比較例では、上記特許文献 2 の構造のように、上記実施例と同様のマグネシウム電極と正極を同電解液に浸し、該マグネシウム電極が正極と対向しない面に水素電極としての炭素材料を 1 枚設け、該炭素材料と該正極間に負荷抵抗を設け、抵抗値を変化させながら負荷間の電位差を測定することで電圧 電流特性を取得した。

40

【0070】

図 8 に示すように、実施例と比較例の構造における炭素材料と正極間の電圧 電流特性は、実施例の方が比較例よりも電流増加に伴う電圧低下が小さいことが分かった。上記炭素材料と正極間に発生した電力は、マグネシウムの腐食で生じた水素による発電で得られた電力と言い換えることができる。実施例と比較例の水素発電量の比較では本発明が従来に比べてより水素をイオン化しており、即ち本発明の水素放出抑制効果が高いことが分かった。

【符号の説明】

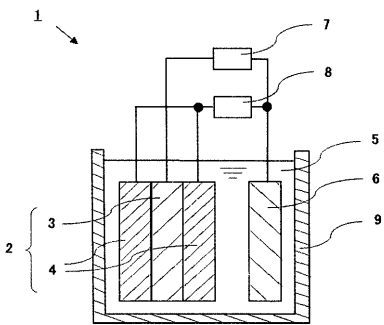
【0071】

1 : 空気電池

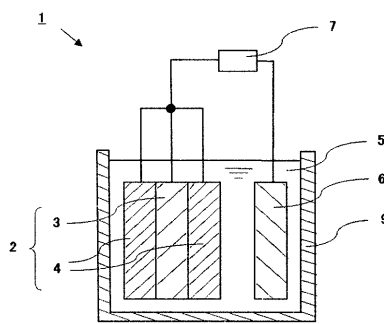
50

- 2 : 負極
- 3 : 金属
- 4 : 炭素材料
- 5 : 電解質
- 6 : 正極
- 7、8 : 負荷
- 9 : 容器
- 11 : 銅シート
- 13 : 保水体

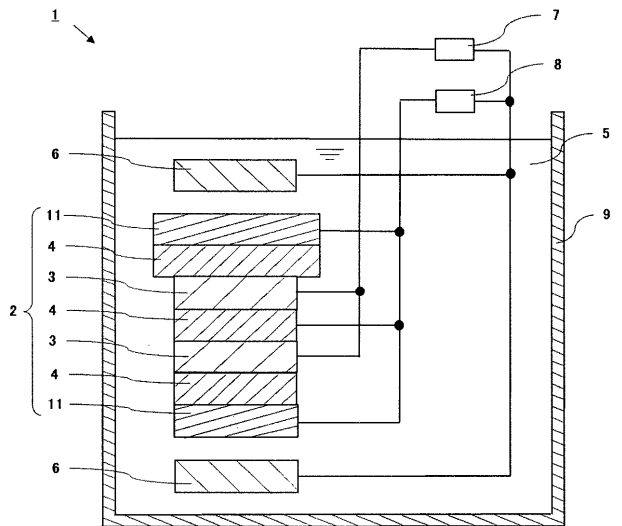
【 図 1 】



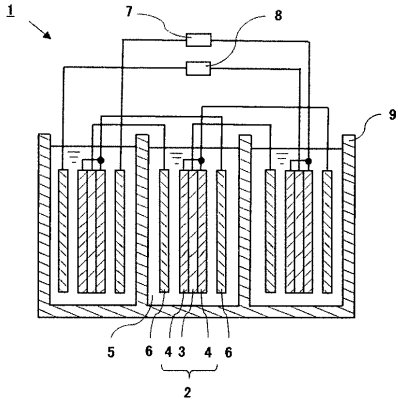
【 図 2 】



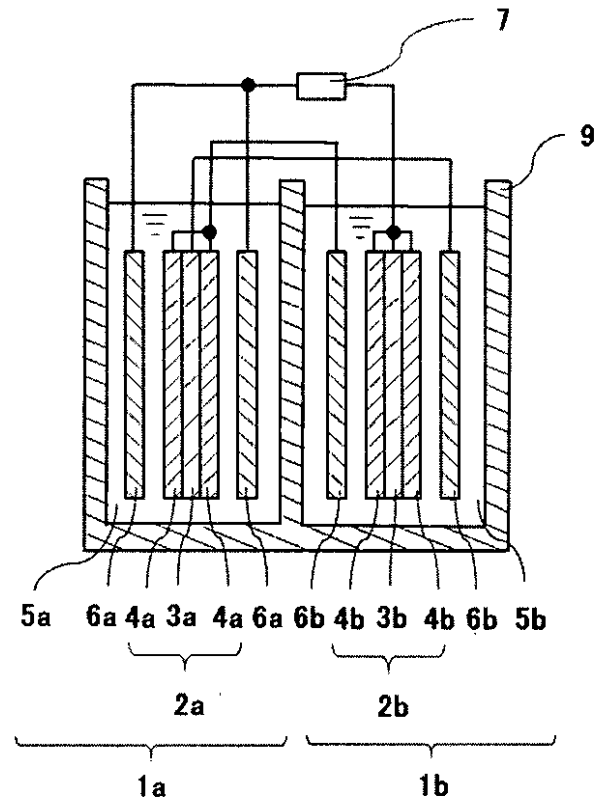
【 図 3 】



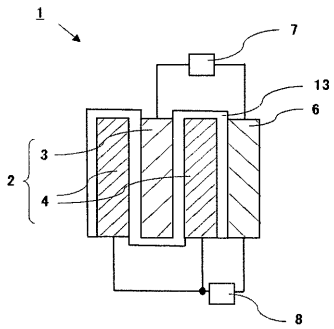
【 図 4 】



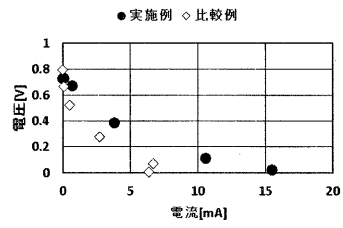
【 図 5 】



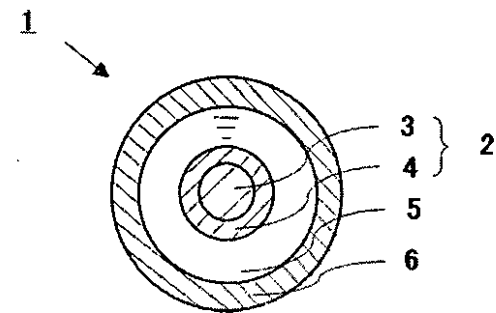
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
H 0 1 M	4/96	(2006.01)	H 0 1 M	4/90		X
			H 0 1 M	4/96		B