

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-509262

(P2005-509262A)

(43) 公表日 平成17年4月7日(2005.4.7)

(51) Int. Cl. ⁷	F I		テーマコード (参考)
HO 1 M 12/06	HO 1 M 12/06	Z	5HO 2 1
HO 1 M 2/10	HO 1 M 2/10	Y	5HO 3 2
HO 1 M 2/16	HO 1 M 2/16	P	5HO 4 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 38 頁)

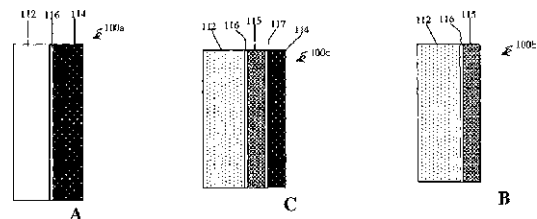
(21) 出願番号	特願2003-543135 (P2003-543135)	(71) 出願人	504119871 エビオニクス、インク、 アメリカ合衆国、10523 ニューヨー ク州、エルムスフォード、エグゼクティブ ブールバード 85
(86) (22) 出願日	平成14年9月26日 (2002.9.26)	(74) 代理人	100104411 弁理士 矢口 太郎
(85) 翻訳文提出日	平成16年3月26日 (2004.3.26)	(74) 代理人	100104215 弁理士 大森 純一
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/030585	(74) 代理人	100099656 弁理士 山口 康明
(87) 国際公開番号	W02003/041211	(72) 発明者	ツァイ、ツェビン アメリカ合衆国、10514 ニューヨー ク州、チャップクア、エヌ、グリーリィ アベニュー 312
(87) 国際公開日	平成15年5月15日 (2003.5.15)		
(31) 優先権主張番号	60/324,867		
(32) 優先日	平成13年9月26日 (2001.9.26)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再充電及び燃料補給可能な金属空気型の電気化学セル

(57) 【要約】

【解決手段】 1 実施例において、燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルは、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードと、空気カソードと、第3の電極と、前記アノードの主要表面の少なくとも一部とイオン透過性を持つセパレータとを含む。もう一つの実施例では、燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルは、放電セルおよび再充電セルを含む。前記放電セルは、着脱可能で充電式の金属燃料アノードを受け入れるように設計された空気カソード構造を有するので、前記空気カソード構造に前記金属燃料アノードが挿入されると、金属燃料から金属酸化物への電気化学変換のプロセスの間に電気エネルギーが生成される。前記再充電セルは、着脱及び充電可能な金属燃料アノード（一般にそのようなアノードが放電した後、または放電用にアノードが最初に使用される前に）を受け入れるように設計された荷電電極構造を有するので、前記荷電電極構造に前記金属燃料アノードが挿入されると、電気エネルギーが印加される際、金属酸化物が金属燃料に変換される。さらに、前記アノードの還元を補助するさまざまな構造が提供され



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルであって、
金属燃料アノードと、
前記金属燃料アノードを受け入れる構成及び寸法を有する空気カソード構造と、第 3 の電極と、
前記アノードの主要表面の少なくとも 1 部とイオン透過性を持つように配置されたセパレータと、
を含む。

【請求項 2】

10

請求項 1 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、さらに前記燃料アノードと前記空気カソード間にスペーサを有する。

【請求項 3】

請求項 2 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記スペーサは第 1 の側面と第 2 の側面を有し、前記アノードは前記スペーサの第 1 の側面上に、また前記空気カソードは前記スペーサの第 2 の側面の上に配置され、さらに第 3 の電極は前記アノードと前記スペーサの第 1 の側面の間に置かれる。

【請求項 4】

請求項 2 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記スペーサは第 1 の側面と第 2 の側面を有し、前記アノードは前記スペーサの第 1 の側面上に、また前記空気カソードは前記スペーサの第 2 の側面の上に配置され、さらに前記第 3 の電極は前記空気カソードアノードと前記スペーサの第 2 の側面の間に置かれる。

20

【請求項 5】

請求項 2 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記燃料アノード用のフレームと、前記フレーム上の少なくとも 1 つの開口を通じて流体流通でき、且つ電気接続を通すことができるように構成された頂部部分をさらに有し、前記頂部部分はさらに前記スペーサへ取付けられるように構成される。

【請求項 6】

請求項 5 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記スペーサは前記頂部部分への取付け用に少なくとも 1 つの延長部分を有する。

30

【請求項 7】

請求項 1 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記燃料アノード用のフレームと、前記フレーム上の少なくとも 1 つの開口を通じて流体流通を可能にするように、また電気接続を通すことができるように構成された頂部部分をさらに有し、前記頂部部分はさらに前記スペーサに取付けられるように構成される。

【請求項 8】

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルであって、
金属燃料アノードと、
前記金属燃料アノードを受け入れる構成及び寸法を有し、前記アノードの反対側に第 1 及び第 2 の空気カソードを有する空気カソード構造と、
第 1 及び第 2 の第 3 電極と、
前記アノードの第 1 及び第 2 の主要表面とイオンの的に接触するように各々配置される第 1 及び第 2 のセパレータと、
を有する。

40

【請求項 9】

請求項 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記燃料アノードの第 1 の主要表面と前記第 1 の空気カソードの間に第 1 のスペーサを、また前記燃料アノードの第 2 の主要表面と前記第 2 の空気カソードの間に第 2 のスペーサをさらに有する。

【請求項 10】

50

請求項 9 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルであって、前記第 1 のスペーサは第 1 の側面及び第 2 の側面を有し、前記アノードは前記第 1 のスペーサの第 1 の側面上に配置され、前記空気カソードは第 1 のスペーサの第 2 の側面上に配置され、さらに前記第 3 の電極は前記アノードと前記第 1 スペーサの第 1 の側面の間にあり、前記第 2 のスペーサは第 1 の側面と第 2 の側面を有し、前記アノードは前記第 2 スペーサの第 1 の側面上に配置され、前記空気カソードは前記第 2 スペーサの第 2 の側面上にあり、さらに前記第 3 の電極は前記アノードと前記第 2 のスペーサの第 1 の側面の間にある。

【請求項 1 1】

請求項 9 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記第 1 のスペーサは、第 1 の側面及び第 2 の側面を有し、前記アノードは前記第 1 のスペーサの第 1 の側面上に配置され、前記空気カソードは第 1 のスペーサの第 2 の側面上に配置され、さらに前記第 3 の電極は前記空気カソードと前記第 1 スペーサの第 2 の側面の間にあり、第 2 のスペーサは第 1 の側面と第 2 の側面を有し、前記アノードは前記第 2 スペーサの第 1 の側面上に配置され、前記空気カソードは前記第 2 スペーサの第 2 の側面上にあり、さらに前記第 3 の電極は前記空気カソードと前記第 2 のスペーサの第 2 の側面上にある。

【請求項 1 2】

請求項 9 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記燃料アノード用のフレームと、前記フレーム上の少なくとも 1 つの開口を通じて流体流通を可能にするように、また電気接続を通すことができるように構成された頂部部分をさらに有し、前記頂部部分はさらに前記第 1 及び第 2 スペーサへ取付けるように構成される。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記第 1 及び第 2 スペーサは前記頂部部分への取付け用に少なくとも 1 つの延長部分を各々有する。

【請求項 1 4】

請求項 1 または 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記アノードは金属材料及び金属酸化物材料を有する。

【請求項 1 5】

請求項 1 または 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記アノードは金属材料と、金属酸化物材料と、イオン透過性を持つ材料とを有する。

【請求項 1 6】

請求項 1 または 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記セパレータは電解質を含有する膜を有する。

【請求項 1 7】

請求項 1 または 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記セパレータは、水溶性のエチレン性不飽和と不飽和アミドおよび酸の群から選択される 1 つ以上のモノマーの重合生成物を有する。

【請求項 1 8】

請求項 1 または 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記セパレータは、水溶性のエチレン性不飽和と不飽和アミドおよび酸の群から選択される 1 つ以上のモノマーの重合生成物と、水溶性または水膨潤ポリマーとを有する。

【請求項 1 9】

請求項 1 または 8 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記セパレータは、サポート材料上に形成される、水溶性のエチレン性不飽和と不飽和アミドおよび酸の群から選択される 1 つ以上のモノマーの重合生成物を有する。

【請求項 2 0】

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムであって、電気容量を有する、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードを受け入れる構成及び寸法を有する空気カソード構造を含む放電セルシステムと、電気容量を生成または補給するために電気的変換を必要とする着脱可能で充電可能な金属

燃料アノードを受け入れるように設定された荷電電極構造を含む充電セルシステムと、
を有する。

【請求項 2 1】

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムであって、
電気容量を有する、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードを受け入れる構成及び寸法を
有する空気カソード構造を含む放電セルシステムであって、前記放電セルシステムは蓋を
持つ容器内に収容され、前記蓋は前記空気カソードと電気接続するカソード電気接点を含
み、前記蓋は前記カソード電気接点が前記アノード上の電気接点とかみ合うような構成及
び寸法を有する、前記放電セルシステムと、
電気容量を生成または補給するために電気的変換を必要とする着脱可能で充電可能な金属
燃料アノードを受け入れるように設定された充電セルシステムと、
を有する。 10

【請求項 2 2】

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムであって、
電気容量を有する、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードを受け入れる構成及び寸法を
有する空気カソード構造を含む放電セルシステムと、
電気容量を生成または補給するために電気的変換を必要とする着脱可能で充電可能な金属
燃料アノードを受け入れるように設定された荷電電極構造を含む充電セルシステムと、
を有し、
前記充電セルシステムは蓋を持つ容器内に収容され、前記蓋は前記荷電電極と電気的に接
続する荷電電極電気接点を含み、前記蓋は前記荷電電極電気接点が前記アノード上の電気
接点とかみ合う構成及び寸法を有する。 20

【請求項 2 3】

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムであって、
電気容量を有する、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードを受け入れる構成及び寸法を
有する空気カソード構造を含む放電セルシステムであって、蓋を持つ容器内に収容され、
前記蓋は前記空気カソードと電気的に接続するカソード電気接点を含み、前記蓋は前記カ
ソード電気接点が前記アノード上の電気接点とかみ合うような構成及び寸法を有する、放
電セルシステムと、
電気容量を生成または補給するために電気的変換を必要とする着脱可能で充電可能な金属
燃料アノードを受け入れるように設定された荷電電極構造を含む充電セルシステムとを有
し、 30

前記充電セルシステムは、蓋を持つ容器内に収容され、前記蓋は前記荷電電極と電気接
続する荷電電極電気接点を含み、前記蓋は前記荷電電極電気接点が前記アノード上の電気
接点とかみ合う構成及び寸法を有する。

【請求項 2 4】

請求項 1、8、20、21、22 または 23 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型
の電気化学セルシステムにおいて、
前記アノード構造は、第 1 面と第 2 面を有する開口を持つ長方形として一般に構成された
導電性のフレーム構造で、前記フレーム構造の一部から延長する電気端子を有する導電性
のフレーム構造と、
前記フレームの前記第 1 面上に第 1 面部分と、前記第 2 面上に第 2 面部分を有する少なく
とも 1 つの集電器と、
前記集電器第 1 面部分と第 2 面部分に隣接する少なくとも 1 つの金属燃料サポート構造と
、
前記金属燃料サポート構造上に配置される所定量の金属燃料と、
を有する。 40

【請求項 2 5】

請求項 21、22、または 23 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セ
ルシステムにおいて、カソード構造は、

第 1 の側面と第 2 の側面を持つサポートフレームと、
前記第 1 の側面上に第 1 空気カソード部分、且つ前記第 2 の側面上の第 2 空気カソード部分を有する少なくとも 1 つの空気カソードと、
少なくとも前記第 1 の側面上に空気管理部分と、
を有する。

【請求項 2 6】

請求項 2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて、荷電電極構造は、
第 1 の側面と第 2 の側面を持つサポートフレームと、
前記第 1 の側面上に第 1 荷電電極部分と前記第 2 の側面上に第 2 荷電電極部分を持つ少なくとも 1 つの荷電電極と、
を有する。 10

【請求項 2 7】

請求項 1、8、または 2 0 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて、カソード構造は、
第 1 の側面と第 2 の側面を持つサポートフレームと、
前記第 1 の側面上に第 1 空気カソード部分と前記第 2 の側面上の第 2 空気カソード部分を有する少なくとも 1 つの空気カソードと、
少なくとも前記第 1 の側面上に空気管理部分と、
前記空気カソードと電気接続するカソード電気端子と、
を有する。 20

【請求項 2 8】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて、液体電解質が前記空気カソード構造中の入口開口から放電セルシステムへ供給され、さらに前記空気カソード構造は、前記空気カソード構造と一体化したチャンネルと流体流通するオーバーフロー開口を含み、前記チャンネルは出口開口と流体流通する。

【請求項 2 9】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムであって、
複数の放電セルを形成するための複数の空気カソード構造を有し、ここで液体電解質が各放電セルに関連する細長いチャンネルを経て、且つ前記空気カソード構造の入口開口を経て、共通のリザーバから供給され、さらに前記空気カソード構造は前記空気カソード構造と一体化したチャンネルと流体流通するオーバーフロー開口を含む、前記電解質リザーバに戻るために前記チャンネルは出口開口と流体流通する。 30

【請求項 3 0】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて、液体電解質が前記荷電電極構造の入口開口を通じて前記充電セルシステムに供給され、さらに前記荷電電極構造は、前記荷電電極構造と一体化したチャンネルと流体流通するオーバーフロー開口を含み、前記チャンネルは出口開口と流体流通する。 40

【請求項 3 1】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて、複数の放電セルを形成するための複数の荷電電極構造を有し、ここで液体電解質が各充電セルに関連する細長いチャンネルを経て、且つ前記荷電電極構造の入口開口を経て、共通のリザーバから供給され、さらに前記荷電電極構造は、前記荷電電極構造と一体化したチャンネルと流体流通するオーバーフロー開口を含み、前記電解質リザーバに戻るために、前記チャンネルは出口開口と流体流通する。

【請求項 3 2】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気 50

化学セルシステムにおいて、前記アノード構造はセパレータによって包まれる。

【請求項 3 3】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて、前記アノード構造は、電解質を含有する膜を有するセパレータによって包まれる。

【請求項 3 4】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記アノード構造は、水溶性のエチレン性不飽和アミドおよび酸の群から選択される 1 つ以上のモノマーの重合生成物を有するセパレータによって包まれる。

10

【請求項 3 5】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記アノード構造は、水溶性のエチレン性不飽和アミドおよび酸の群から選択される 1 つ以上のモノマーの重合生成物、及び水溶性または水膨潤ポリマーとを有するセパレータによって包まれる。

【請求項 3 6】

請求項 2 0、2 1、2 2、または 2 3 記載の燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルにおいて、前記アノード構造は、水溶性のエチレン性不飽和アミドおよび酸の群から選択される 1 つ以上のモノマーの重合生成物であってサポート材料上に形成されるセパレータに包まれる。

20

【請求項 3 7】

金属空気型の電気化学セルの操作方法であって、第 1 の着脱および再充電可能な金属燃料構造を、空気カソード構造を含む放電セル内で前記着脱可能な金属燃料構造の電気化学容量が減少するまで放電させる工程と、
前記第 1 の着脱および再充電可能な金属燃料構造を取除く工程と、
前記放電セル中に第 2 の着脱および再充電可能な金属燃料構造を挿入する工程と、
充電セル内で前記第 1 の着脱および再充電可能な金属燃料構造を充電する工程と、
を有する。

【請求項 3 8】

請求項 3 7 記載の方法は、前記第 1 の着脱および再充電可能な金属燃料構造を前記放電セルの置場とは異なる場所にある前記充電セルに移動させる工程とをさらに有する。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は金属空気型の電気化学セルに関する。本発明は、特に充電及び燃料補給可能な金属空気型の電気化学セル、及びそれと一緒に使用されるアノードアセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

電気化学的な電源は、電気化学反応による電気エネルギーが生成可能なデバイスである。これらのデバイスは、亜鉛空気およびアルミニウム空気電池などの金属空気型の電気化学セルを含む。この種の金属電気化学セルでは、放電の間、金属酸化物に変換される金属を有するアノードが使用される。たとえば、充電可能な特定の電気化学セルでは、アノードに電流が通されて、金属酸化物が金属に再変換されることにより、後の放電で使用可能となる。更に、燃料補給可能な金属空気型の電気化学セルでは、アノード材料が継続放電のために取替え可能なように構成される。通常、金属空気型の電気化学セルは、アノードと、カソードと、電解液とを含む。アノードは、一般に金属粒子を電解液中に浸漬して形成される。カソードは、一般に二機能性の半透膜および酸素を還元するための触媒層から成る。電解液は通常、導電性はないがイオン透過性を持つ苛性アルカリ液状である。

40

【0003】

金属空気型の電気化学セルは、従来の水素ベースの燃料電池よりも多くの長所を持つ。

50

特に、亜鉛などの燃料は豊富にあり、金属またはその酸化物として存在可能であるので、金属空気型の電気化学セルから提供されるエネルギーの供給は実質的に無尽蔵である。金属空気型の電気化学セルの燃料は固体状も可能であるので、取扱と保管が安全且つ簡単である。水素源の提供にメタン、天然ガスまたは液化天然ガスを使用し、汚染ガスを排出する水素ベースの燃料電池に比べると、金属空気型の電気化学セルはまったく排気を出さない。金属空気燃料セル電池は室温で作動するが、酸水素燃料電池は1000℃から1500℃の温度範囲で通常作動する。金属空気型の電気化学セルは、従来の燃料セル（<0.8V）より高い出力電圧（1～4.5ボルト）を提供することができる。

【0004】

金属空気型の電気化学セルの所望される便利な構成では、金属燃料は電気化学的に消耗した後に取替え可能な硬いカード型の金属燃料であり、「機械的再充電」とも称される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、今までに既知の機械的に充電可能または燃料補給可能な金属空気セルは、機械的再充電との併用で電氣的に再充電することは不可能であった。

【0006】

当技術分野において、電氣的に再充電及び燃料補給可能な金属空気型の電気化学セルシステムの必要性が残されていた。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述、またはその他の従来技術の問題および欠陥は、燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルが提供される本発明の幾つかの方法及び機器によって、解決または軽減される。

【0008】

1実施例において、燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルは、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードと、空気カソードと、第3の電極と、前記アノードの主要表面の少なくとも一部とイオン伝導するセパレータとを含む。

【0009】

もう一つの実施例では、燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルは、放電セルおよび再充電セルを含む。前記放電セルは、着脱可能で充電可能な金属燃料アノードを受け入れるように設計された空気カソード構造を有するので、前記空気カソード構造に前記金属燃料アノードが挿入されると、金属燃料から金属酸化物への電気化学的な変換プロセスの間に電気エネルギーが生成される。前記再充電セルは、着脱可能で充電可能な金属燃料アノード（一般にそのようなアノードが放電した後、または放電用にアノードが最初に使用される前に）を受け入れるように設計された荷電電極構造を有するので、前記荷電電極構造に前記金属燃料アノードが挿入されると、電気エネルギーが印加される際、金属酸化物が金属燃料へ変換される。

【0010】

さらに、アノードの燃料補給を補助するさまざまな構造が提供される。

【0011】

本発明の上述、及びその他の特徴及び利点は当業者であれば下記の詳細な説明及び図面から認識、及び理解される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

作動コンポーネント及びセル操作の一般説明

燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルが提供される。一般に、前記燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルは、金属燃料アノードと、空気カソードと、第3の電極と、前記アノードおよびカソード間のイオン伝導を可能にするが電氣的絶縁を維持する一つ以上のセパレータとを含む。さらに、アノードの再補給を補助する構造が提

10

20

30

40

50

供される。

【0013】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施例を例示的に説明する。説明を明確にするために、図に示される同様な特徴は、同じ参照番号で、代替実施例で示される類似特徴は、類似する参照番号で示される。

【0014】

図1Aは、電気化学セル100aの概略図である。電気化学セル100aは金属酸素セルであってもよく、ここにおいて、金属は金属アノード構造112から供給され、酸素は酸素カソード114に供給される。前記アノード112および前記カソード114は、セパレータ116によって相互に電氣的絶縁が維持される。前記セルと、そのコンポーネントの形状は、正方形または長方形に限定されるものではなく、管状、球状、円状、楕円状、多角形、任意の所望の形状が可能である。また、図1においてセルのコンポーネントは略垂直に示されているが、セルのコンポーネントの配置（すなわち垂直、水平、または傾斜の配置）は変更されてもよい。

10

【0015】

放電操作の間、空気またはその他の供給源からの酸素が前記金属空気セル100a内の空気カソード114用の反応体として使われる。酸素がカソード114内の反応場所に至り、水と共にヒドロキシルイオンに変換される。同時に、電子がリリースされ、外部回路で電気として流れる。ヒドロキシルは、セパレータ116を通過して、金属アノード112に移動する。ヒドロキシルが前記金属アノード（例えば亜鉛から成るアノード112の場合）に移動すると、水酸化亜鉛が亜鉛の表面に形成される。水酸化亜鉛は、酸化亜鉛に分解され、水がリリースされアルカリ性溶液に戻される。このように反応は完了される。

20

【0016】

アノード反応は、以下の通りである。

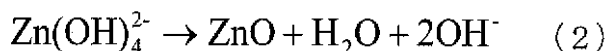
【0017】

【化1】



【0018】

【化2】



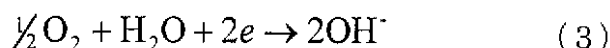
30

【0019】

カソード反応は、以下の通りである。

【0020】

【化3】



【0021】

したがって、全体的なセル反応は、次の通りである。

40

【0022】

【化4】



【0023】

前記アノード112は、一般に金属および／または金属酸化物、および集電器などの金属成分から成る。充電可能なセルの場合、金属酸化物および金属成分の組み合わせを含む構成物を利用することは、公知の技術である。任意に、前記アノード112内にイオン伝導性の媒体が備えられる。特定の実施例において、前記アノード112は更に、結合剤および／または適切な添加剤を有する。サイクルの間で形状変化を最小限にすると同時に、

50

構成物はイオン伝導率、容量、密度、および全体的放電度を最適化するものが好ましい。

【0024】

金属成分は、主に、亜鉛、カルシウム、リチウム、マグネシウム、鉄合金、アルミニウムのような金属と金属化合物、前述の金属のうちの少なくとも1つの酸化物、または前述の金属のうちの少なくとも1つから成る組み合わせと合金とから構成されてもよい。これらの金属は、ビスマス、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、インジウム、鉛、水銀、ガリウム、スズ、カドミウム、ゲルマニウム、アンチモン、セレンウム、タリウム、前述の金属のうちの少なくとも1つの酸化物、または前述の成分のうちの少なくとも1つから成る組み合わせを含む成分と混合、また合金化されてもよいがこれらに限定されるものではない。上記金属成分は、粉、繊維、粉塵、粒剤、フレーク、ニードル、ペレットまたは他粒子の形で提供されてもよい。特定の実施例において、微粒金属、特に亜鉛合金金属が、金属成分として提供される。電気化学的プロセスによる変換の間、金属は一般に金属酸化物に変換される。

10

【0025】

前記アノード集電器は、導電性を提供でき、随意にアノード112をサポートすることが可能な金属であればいずれでもよい。前記集電器は、銅、黄銅、ステンレス鋼のような鉄合金、ニッケル、炭素、導電性のポリマー、導電性のセラミック、アルカリ環境において安定で、電極を侵食しない他の材料、または上記の金属の少なくとも1つからなる組み合わせまたは合金を含むさまざまな導電性のある材料から製造可能である。前記集電器は、メッシュ、多孔質板、発泡金属材料、小板、ワイヤ、プレートまたは他の適切な構造の形式であってもよい。本願明細書において記載されるように、特定の実施例では電力出力端子として集電器の延線が利用される。

20

【0026】

前記イオン伝導性媒体は、一般にアルカリ媒体から成り、ヒドロキシルが金属および金属化合物に至るための経路を提供する。前記イオン伝導性は液体電解質が適切に収容される、媒体が浴槽の形であってもよい。特定の実施例において、イオン伝導量の電解質が、アノード112において提供される。電解質は一般に、 KOH 、 NaOH 、 LiOH 、他の材料、または前述の電解液媒体のうちの少なくとも1つから成る組み合わせ等のイオン伝導性材料である。特に、前記電解質は、約5%から約55%のイオン伝導性材料、好ましくは約10%から約50%のイオン伝導性材料、より好ましくは約30%から約45%のイオン伝導性材料の濃度を持つ液体電解質から構成される。当業者にとって明らかなように、他の電解質がその能力に応じて代替として使用することが可能である。

30

【0027】

前記アノード112の任意のバインダは主に、固体、またはある構成では略固体の形のアノード成分を維持する。バインダは、一般にアノード材料及び集電器に付着し、適切な構造を形成させ、前記アノードの接着目的のために適量が一般に提供される任意の材料である。この材料は、電気化学的環境において化学的に不活性であるのが好ましい。特定の実施例において、バインダ材料は、水に可溶、またはエマルションを形成可能であるが、電解質溶液には不可溶である。適切なバインダ材料は、ポリ四フッ化エチレン（例えば、デラウェア州ウィルミントン市のE. I. de Pont Nemours and Company Corp. から市販されているTeflon（登録商標）およびTeflon（登録商標）T-30）、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリ（酸化エチレン）（PEO）、ポリビニルピロリドン（PVP）、及び類似物に基づくポリマー及びコポリマー、及び誘導物、且つ前述のバインダ材料のうちの少なくとも1つから成る組合せ及び混合物を含む。しかし、当業者であれば、他のバインダ材料が使用可能であることを理解される。

40

【0028】

腐食を防ぐために任意の添加剤を提供してもよい。適切な添加剤には、酸化インジウム、酸化亜鉛、EDTA、サーファクタント（例えばステアリン酸ナトリウム、カリウムラウリル硫酸エステル、Triton（登録商標）X-400）（コネティカット州ダンベ

50

リー市のUnion Carbide Chemical & Plastics Technology Corp. から入手可)、およびその他のサーファクタント、類似物、および誘導体、前述の添加剤のうちの少なくとも1つから成っている組み合わせおよび混合物を含むが、これらに限定されるものではない。しかし、当業者であれば、他のバインダ材料が使用可能であることが認識される。

【0029】

前記カソード114に供給される酸素は、いかなる酸素源からでもよく、例えば空気、洗浄された空気、ユーティリティまたはシステム供給による、或いは現場の酸素製造等から得られる純粋また略純粋な酸素、その他の処理された空気、または前述の酸素源のうちの少なくとも1つから成るいかなる組み合わせ等が可能である。

10

【0030】

カソード114は、従来の空気拡散カソードであってもよく、例えば、活性成分と炭素基板、及び集電器などの適切な接続構造で一般に構成される。あるいは、前記カソード114は、放電および充電の両方に適している二機能性電極を有してもよい。一般的に、カソード触媒は、室温において少なくとも20ミリアンペア/平方センチメートル(mA/cm^2)の電流密度、好ましくは少なくとも50 mA/cm^2 の電流密度、そしてより好ましくは、少なくとも100 mA/cm^2 の電流密度を達成するように選択される。もちろん、より高い電流密度は、適切なカソード触媒および調合によって達成されることができ。前記カソード114は、たとえば、放電と再充電の両方の間に作動可能な、二機能性であってもよい。

20

【0031】

使用する炭素は、電気化学セル環境で化学的に不活性であるのが好ましく、様々な形体のものが可能であるが、炭素フレーク、グラファイト、他の表面面積の大きい炭素材、または前述の炭素形体のうちの少なくとも1つから成る組み合わせを含むがこれに限定されるものではない。

【0032】

前記カソード集電器は、導電性を提供できる、好ましくはアルカリ溶液中で化学的に安定した導電性材料であればよく、任意で、前記カソード114にサポートを提供可能なものである。前記集電器は、メッシュ、多孔質板、発泡金属材料、小板、ワイヤ、プレートまたは他の適切な構造の形式であってもよい。前記集電器は、酸素フローを妨げるのを最小限に抑える為に一般に多孔質である。前記集電器は、銅、ステンレス鋼のような鉄合金、ニッケル、クロム、チタン、その類似物、及び上記の金属の少なくとも1つからなる組み合わせまたは合金を含むさまざまな導電性のある材料から製造可能である。適切な集電器には、ニッケル発泡金属のような多孔性金属が含まれる。さらに、本明細書のカソードの実施例では、アノードを受け入れるように構成された構造の回りをカソードが実質的に覆い、前記集電器は、覆うカソードの折れ目の部分で提供される(図9A等を参照)。

30

【0033】

また、前記カソード114では一般的にバインダが使用され、基板材料、集電器、及び触媒に接着し適切な構造を形成する任意の材料でよい。前記のバインダは、炭素、触媒および/または集電器を接着するための適量で一般に提供される。この材料は、電気化学的環境で化学的に不活性であるのが好ましい。特定の実施例において、前記バインダ材料は、疎水特性も有する。適切なバインダ材料は、ポリ四フッ化エチレン(例えば、デラウェア州ウィルミントン市のE. I. du Pont Nemours and Company Corp. から市販されているTeflon(登録商標)およびTeflon(登録商標)T-30、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリ(酸化エチレン)(PEO)、ポリビニルピロリドン(PVP)、及び類似物に基づくポリマー及びコポリマー、及び誘導物、前述のバインダ材料のうちの少なくとも1つから成る組合せ及び混合物を含む。しかし、当業者であれば、他のバインダ材料が使用可能であることが理解される。

40

【0034】

活性成分は、一般に前記カソード114での酸素反応を補助するための適切な触媒材料

50

である。前記触媒材料は、前記カソード114で酸素反応を促進するために効果的な量が一般に提供される。適切な触媒材料には、マンガン、ランタン、ストロンチウム、コバルト、白金、及び前述の触媒材料のうちの少なくとも1つから成る組み合わせ及び酸化物が含まれるが、これらに限定されるものではない。例示的な空気カソードはWayne Yao及びTsepın Tsaiによる「Electrochemical Electrode For Fuel Cell」の表題の同時係属中の同一譲受人の米国特許6368751号明細書において開示され、ここに言及することにより全文が本明細書に組み込まれたものとする。当業者であれば明らかなように、他の空気カソードがその能力に応じて代替として使用することが可能である。

【0035】

アノード112をカソード114から電氣的に絶縁するために、セパレータ116が電極の間に提供される。アノードアセンブリを形成するために、前記セパレータ116は、前記アノード112の少なくとも1つの主要表面の少なくとも一部分、あるいは、前記アノードの全主要表面と、物理的およびイオンの接触するように配置されてもよい。さらに別の実施例では、セパレータ116は、アノード112に隣接するカソード114の表面の大部分と物理的およびイオンの接触するように配置される。

【0036】

前記セパレータおよびアノード間の物理的及びイオンの接触は、以下のように達成されてもよい。アノード112の一つ以上の主要表面上にセパレータ116を直接取り付け；アノード112をセパレータ116で包む；アノード112の構造的サポート用にフレイムまたは他の構造を使用し、ここでセパレータ116はフレイムまたは他の構造内でアノード112に付着する；または、セパレータ116はフレイムまたは他の構造に取付けられ、ここでアノード112はフレイムまたはその他の構造内に配置される。

【0037】

セパレータ116は、アノード112およびカソード114を電氣的に分離する能力を持つと同時に前記アノード112およびカソード114間で十分なイオン透過を可能にするいかなる市販のセパレータであってもよい。セパレータ116は、セル構成要素の電気化学的膨張および収縮に適応できるように、フレキシブルでセル薬品に化学的に不活性であるのが好ましい。適切なセパレータは、織布、不織布、多孔質（例えばマイクロ微小孔またはナノ微小孔）、多房、及びポリマーのシート、及びその類似物の形で提供されるが、それらに限定されるものではない。セパレータ用の材料には、ポリオレフィン（例えばダウ・ケミカル社から市販されているGelgard（登録商標））、ポリビニルアルコール（PVA）、セルローズ（例えばニトロセルローズ、セルローズアセテート、及び類似品）、ポリエチレン、ポリアミド（例えばナイロン）、ふっ化炭素系の樹脂（例えば、スルホン酸基官能性を有するNafion（登録商標）シリーズの樹脂（Du Pontから市販されている））、セロハン、ろ紙、および前述の材料のうちの少なくとも1つから成る組み合わせが含まれるが、これに限定されるものではない。セパレータ116は、また添加剤および／またはコーティング（例えばアクリル化合物及びその類似品）を有し、これによりぬれ性が向上し、電解質に対する透過性が向上される。

【0038】

特定の好適な実施例において、セパレータ116は、水酸化物透過性の電解質等の電解質を含有する膜から成る。前記膜は、以下の理由で、水酸化物透過性の特徴を持つ可能性がある。ゼラチン質のアルカリ性物質等の水酸化物源をサポートできる物理的特性（例えば多孔性）；水酸化物源（例えば電解水溶液）をサポートできる分子構造；陰イオン交換性質（例えば陰イオン交換膜）；または水酸化物源の提供が可能なこれらの特性のうちの1つ以上の組み合わせ。

【0039】

前記電解質（本明細書中のセパレータ116の全バリエーションにおいて）は、一般に金属アノードおよびカソード間のイオン透過を許すイオン透過性の材料を有する。電解質は、一般に水酸化物透過性材料（例えばKOH、NaOH、LiOH、RbOH、CsO

10

20

30

40

50

Hまたは前述の電解質媒体のうちの少なくとも1つから成っている組み合わせ)から成る。好適な実施例において、水酸化物透過性材料は、KOHから成る。特に、前記電解質は、約5%から約55%のイオン伝導性材料、好ましくは約10%から約50%のイオン伝導性材料、より好ましくは約30%から約40%のイオン伝導性材料の濃度を持つ電解液から構成される。

【0040】

セパレータ116として適切な伝導力のある膜の好適な実施例は、次の文献により詳細に記載される：1999年2月26日付け出願のMuguo Chen、Tsepin Tsai、Wayne Yao、Yuen-Ming Chang、Lin-Feng Li、及びTom Karenによるアメリカ特許出願明細書第09/259068号明細書、発明の名称「Solid Gel Membrane」；2000年1月11日付け出願のMuguo Chen、Tsepin Tsai及びLin-Feng Liによる米国特許第6,358,651号明細書、発明の名称「Solid Gel Membrane Separator in Rechargeable Electrochemical Cells」；2001年8月30日付け出願のRobert Callahan、Mark Stevens及びMuguo Chenによる米国出願明細書第09/943053号明細書、発明の名称「Polymer Matrix Material」；2001年8月30日付け出願のRobert Callahan、Mark Stevens及びMuguo Chenによる米国出願明細書第09/942887号明細書、発明の名称「Electrochemical Cell Incorporating Polymer Matrix Material」；上記の全明細書はここに引用することによりその全文は本明細書に取り込まれたこととする。これらの膜は一般に、水溶性のエチレン性の不飽和アミドおよび酸、さらに任意で可溶性または水潤性のポリマー、またはPVA等の補強剤の群から選択される1つ以上のモノマーの重合生成物からなるポリマー材料からなる。このような膜は、内部に一体化された電解液による高イオン透過性のために所望されるだけでなく、構造的なサポートと樹枝状結晶に対する耐性も提供するので、金属空気型の電気化学セルの充電のための適切なセパレータとなる。

【0041】

前記重合生成物は、サポート物質または基板上に形成されてもよい。前記サポート物質または基板は、ポリオレフィン、ポリビニルアルコール、セルロース、またはナイロン等のポリアミド等の織布または不織布であってもよいが、これらに限定されるものではない。さらに、重合生成物は、セルのアノードまたはカソード上に直接に形成されてもよい。

【0042】

前記電解液は、上記のモノマーの重合の前、または重合の後に加えられてもよい。たとえば、1実施例においては、重合の前に電解質をモノマー、任意の重合開始剤、および任意の強化性要素を含む溶液に添加して、重合後ポリマー物質内に含有されるようにしてもよい。あるいは、重合は電解質なしで実行し、後で電解質が添加されてもよい。

【0043】

水溶性のエチレン性不飽和アミドおよび酸のモノマーは、メチレンビスアクリルアミド、アクリルアミド、メタクリル酸、アクリル酸、1-ビニル-2-ピロリドン、N-イソプロピルアクリルアミド、フマルアミド、フマル酸、N,N-ジメチルアクリルアミド、3,3-ジメチルアクリル酸およびビニルスルホン酸のナトリウム塩、他の水溶性のエチレン性不飽和アミドおよび酸のモノマーまたは前述のモノマーのうちの少なくとも1つから成る組み合わせを含んでもよい。

【0044】

補強要素の役割をする前記水溶性または水膨潤のポリマーは、ポリスルホン（陰イオン）、ポリ（ナトリウム4-スチレンスルホナート）、カルボキシメチルセルロース、ポリ（スチレンスルホン酸-c o -マレイン酸）のナトリウム塩、コーンスターチ、他のいかなる水溶性または水膨潤ポリマー、または前述の水溶性または水膨潤ポリマーの少なくとも

も1つからなる組み合わせから構成されてもよい。補強要素の添加は、前記ポリマー構造の機械的強さを向上させる。

【0045】

任意に架橋剤、例えばメチレンビスアクリルアミド、エチレンビスアクリルアミド、任意の水溶性のN, N'-アルキリデンビス（エチレン性の不飽和アミド）、他の架橋材、または前述の架橋剤のうちの少なくとも1つから成る組み合わせ。

【0046】

重合開始剤には、過硫酸アンモニウム、アルカリ金属過硫酸塩および過酸化物、他の開始剤、または前述の開始剤の少なくとも1つからなる組み合わせも含まれる。更に、開始剤を、紫外線、X線、γ線などを含む放射などの遊離基生成方法と組み合わせて使用して

10

【0047】

前記ポリマーマトリクス膜を形成する1方法では、選択された布が前記モノマー溶液（所望のイオン種入りまた無しで）に浸され、溶液コートされた布は冷却され、また重合開始剤が任意に添加される。前記モノマー溶液は加熱によって、または紫外線、ガンマ線、X線、電子ビームまたはその組み合わせの照射によって重合することもでき、それにより前記ポリマー材料が生成される。前記イオン種が重合された溶液に含まれる場合、水酸化物イオン（または他のイオン）は重合の後も溶液中に留まる。更に、前記ポリマー材料がイオン種を含まない場合は、たとえば、このポリマー材料をイオン溶液に浸して添加し

20

【0048】

前記膜の重合は、一般に室温から約130℃まで温度範囲で実行され、好ましくは約75℃から約100℃の高い温度範囲である。任意に、前記重合は加熱と一緒に放射を使用して実行してもよい。あるいは、放射の強度に応じて、成分の温度を上げずに放射だけを使用して実行することもできる。重合反応に役立つ放射タイプの例には、紫外線、γ線、X線、電子ビームまたはその組み合わせが含まれるが、これらに限定されるものではない。

【0049】

前記膜の厚さを制御するために、重合の前にコートされた布を適切な型内に置いてよい。あるいは、前記モノマー溶液でコートされた布をガラスやポリエチレンテラフタレート（PET）フィルム等の適切なフィルム）の間に配置してもよい。前記フィルムの厚さは、特定の用途での効果に基づいて変化することは当業者にとっては明白なことである。特定の実施例において、例えば酸素を空気から分離するために、前記膜またはセパレータは約0.1mmから約0.6mmの厚さを有してもよい。実際の伝導性媒体はポリマー中核内の水溶液中に留まるので、膜の透過性は、液体電解質のものに匹敵し、室温においてかなり高いものである。

30

【0050】

上記に一般的に説明されたように、前記セパレータは、前記アノード及び／またはカソードの1つ以上の表面に接着またはイオンの的に接触するように配置されてもよい。たとえば、セパレータはアノードまたはカソードに押圧されてもよい。

40

【0051】

次に図1Bを参照すると、金属空気型の電気化学セル用の再充電セル100bが図示される。前記セル100bは、セパレータ116によりイオンの的に接触し、電気的に絶縁するアノード112および荷電電極115を含む。作動の間、荷電電極115とイオンの的に接触する、消費されたアノード材料または新規の充電可能なアノード構造（すなわち、酸化された金属を含む）は、前記荷電電極115およびアノード112全体に電流が流されることにより（例えば金属空気システムの場合2ボルト以上）、新しいアノード材料（すなわち金属）及び酸素に変換される。前記荷電電極115は、導電性の構造から構成されてもよく、メッシュ、多孔質板、発泡金属、ストリップ、ワイヤ、プレートまたは他の適

50

切な構造等が含まれる。特定の実施例において、前記荷電電極 115 は多孔質で、イオン透過を可能にする。前記荷電電極は、様々な導電性材料で形成可能で、銅、ステンレス鋼のような鉄合金、ニッケル、クロム、チタン、および類似物、前述の材料のうちの少なくとも 1 つから成る組み合わせ及び合金を含むがこれらに限定されるものではない。適切な荷電電極は、ニッケル発泡金属のような多孔性金属を有する。

【0052】

代わりに、二機能性電極 114 をセル 100a で使用してもよく、その場合、充電は電極 112 および 114 全体に電圧を印加することによって達成される。しかし、この構成は一般に好まれないのは、放電電極が荷電電極と兼用される際に、放電寿命および性能が通常大幅に低下するためである。

10

【0053】

荷電電極 115 および放電空気カソード 114 の両方を含む 1 構成が図 1C において図示されるが、ここにおいて、金属空気セル 100c は放電と再充電の両方が可能である。前記セル 100c は、イオンの接触するアノード 112 およびカソード 114 を含む。さらに、荷電電極 115 は、アノード 112 とイオンの接触し、セパレータ 117 によりカソード 114 から電氣的に絶縁し、セパレータ 116 によりアノード 112 から電氣的に絶縁するように配置される。セパレータ 116 および 117 は、同一または別々のものであってもよい。荷電電極 115 があるので、カソード 114 は単一機能の電極であってもよく、例えば、荷電電極 115 が充電用に製造されるように、これは放電用に製造される。作動の間、荷電電極 115 とイオンの接触する、消費されたアノード材料（すなわち、酸化金属）は、荷電電極 115 と消費されたアノード材料全体に電流（例えば金属空気システムでは 2 ボルト以上）を流すことにより、新しいアノード材料（すなわち金属）および酸素に変換される。

20

【0054】

一体化された燃料補給および充電可能な金属空気型電気化学セルシステムの一般化された実施例

次に図 2A を参照すると、燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステム 200 の概略図と、サポート構造 240 で支えられる、関連した 1 組の着脱可能で充電可能なアノード構造 212 が図示される。システム 200 において、複数のアノード構造 212 が同じユニット（または等しいユニット）内で放電した後に充電することが可能である。システム 200 は、一般に複数の受入構造を含み、夫々、着脱可能で充電可能なアノード構造 212 を受け入れるための構成および寸法を有し、前記アノード構造を放電および充電することができる。

30

【0055】

一体化された燃料補給および充電可能な金属空気型電気化学セルシステムのための例示的なシステムおよび構造

次に図 2B を参照すると、個々の燃料補給および充電可能な金属空気型電気化学セル 210 の分解概略図が示される。セル 210 は一般に単極セルで、ここで、アノード 212 は一般に一对の活性カソード部分 214A および 214B の間に配置される。さらに、第 3 の荷電電極 215A および 215B は、前記カソード 214A、215B、及び前記アノード 212 の間に夫々配置される。一对のセパレータ 216A および 216B は、アノード 212 の 2 つの主要表面とイオン伝導するように配置される。好ましい実施例では、セパレータ 216A および 216B は、前述されるように、その中に電解質が組み込まれた膜を有する。このような膜は、アノード 212 を第 3 の電極 215A 及び 215B からの絶縁するだけでなく、さらにアノード 212 から第 3 の電極 215A 及び 215B に向かった樹枝状結晶の成長を最小化または防止する。このような樹枝状結晶の形成は、短絡を生じる可能性があるので望ましくない。前記セル 210 は更に、1 対のスペーサ 220A および 220B を含み、それぞれ、第 3 の電極 215A および 215B と、カソード 214A および 214B の間に一定の距離を置く為に一般に使用される。

40

【0056】

50

次に図 2 C を参照すると、アノードアセンブリ 2 1 1 が図示される。アノードアセンブリ 2 1 1 は、サポートフレーム 2 2 2 内でまたはその上に一般に配置されるアノード材料 2 1 2 の 1 部分を含む。特定の実施例において、一对のセパレータ 2 1 6 A および 2 1 6 B は、アノード材料 2 1 2 の対抗する主要表面上に配置される。さらに、キャップ部分 2 2 4 があり、アノードアセンブリ 2 1 1 のための追加の構造的サポートを、さらに、一般に空気の取入れ、排気されるガス、及びまたは電気接続のために通路 2 2 6 を提供する。図示されるように、例示的なフレーム 2 2 2 は、空気および発生するガスの通路のための 3 つの開口 2 2 7、および前記アノードへの接続用の導電エレメントの通路を確保する 2 つの開口 2 2 8 を含む。一对のスペーサ 2 2 0 A 及び 2 2 0 B は、一般にアノード材料 2 1 2 およびカソード 2 1 4 の間に物理的分離を維持するために、アノード材料 2 1 2 の対面する側面上に配置される。図示されるスペーサ 2 2 0 A および 2 2 0 B は、スペーサ 2 2 0 A および 2 2 0 B の頂部から延びる複数の延長部分、たとえば桿状体（図 2 C に図示される）を含む。これらの延長部分は、一般に頂部部分 2 2 4 の対応する開口と嵌合し、留め金具（ナット等）によって固定してもよい。更なる実施例では、複数の開口がスペーサ 2 2 0 A および 2 2 0 B の底に提供され、前記スペーサが一緒に固定される。このような実施例は、たとえば、セパレータ 2 1 6 A および 2 1 6 B が提供される場合に特に有用である。セパレータ 2 1 6 A および 2 1 6 B が電解質を含有する膜を有する場合は特に有用である。

10

【0057】

上述のように、アノードアセンブリ 2 1 1 はアノード材料およびセパレータ（好ましくは電解質を含有する膜）を含むことができる。あるいは、第 3 の電極が、各々のアノードアセンブリ 2 1 1 内（本明細書で後述される、対応するセル本体 2 3 0 内の代わりに）に含まれてもよい。たとえば、荷電電極は、アノード材料 2 1 2 上に配置されるセパレータの回りに被せてもよく、ここで前記アノードと荷電電極は、一体化したアノードアセンブリ 2 1 1 として、一緒に着脱可能である。この配置において、前記荷電電極 2 1 5 は荷電電極の役割だけでなく、構造的サポートの役割も果たし、前記アノードアセンブリ 2 1 1 の着脱が繰り返されても寿命の延長を促進する。

20

【0058】

次に図 2 D を参照すると、セル本体 2 3 0 内に挿入されたアノードアセンブリ 2 1 1 を含む、組み立てられた燃料補給及び充電可能な電気化学セル 2 1 0 が図示される。電解質浴槽がイオン伝導性媒体として使われる、特定の実施例において、前記セル本体 2 3 0 は、所定量の電解質を含むように構成される。第 3 の電極は、一般に図 2 B に示すように本体 2 3 0 内に組み入れられてもよく、また上述のように前記アノードアセンブリ 2 1 1 内に組み込まれてもよい。

30

【0059】

一对のカソード 2 1 4 A および 2 1 4 B は、前記セル本体 2 3 0 の対抗する側面上に配置される。好ましくは、前記セル本体 2 3 0 は、再充電するために十分な電解質を保持するように前記セル本体 2 3 0 の各側面上に電解質リザーバを提供するように構成される。電解質リザーバを密封するために、前記セル本体 2 3 0 は適切な封止部分を有してもよい。あるいは、たとえば、一つ以上の吸熱器を前記セル本体 2 3 0 の内に配置して、前記セル 2 1 0 内で発生した熱を除去してもよい。さらに、電解質は放電の間、解熱するために循環させてもよい。

40

【0060】

前記アノードアセンブリ 2 1 1 が、前記第 3 の電極、または一对の第 3 の電極を含む場合、アセンブリ全体がセル本体 2 3 0 から取り外された後に別の電解液タンク内で電氣的に充電することができる。したがって、前記の放電されたアノードアセンブリ 2 1 1 が再充電される間に、セル 2 1 0 は他のアノードアセンブリ 2 1 1 によって燃料を供給されることができる。このシステムは、任意の再充電アセンブリの最低限のハードウェアで、前記アノードアセンブリ 2 1 1 の再生を補助する。

【0061】

50

分離型の放電及び充電モジュールを使用した燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムの一般化された実施例

図 3 は金属空気型の電気化学セルシステム 300 の一般化された概略図であり、セル放電システム 302 およびセル充電システム 352 を含む。両システム 302 及び 352 は、1 つ以上のアノード構造 312 を受け入れる構造と寸法を有する 1 つ以上の受入構造を含む。図示されるように、セル放電システム 302 のアノード構造の第 1 のグループの容量が減少すると、そのグループはすぐ近くのセル充電システム 352 に移動され、あるいはオフサイトのセル充電システム 352 へ移されて、次に新しい第 2 のグループのアノードがセル放電システム 302 に挿入される。この方法では、消費された金属燃料を取り除き、新たな金属燃料を挿入するために必要な時間に限定された中断だけで、電力が生成可能であり、これは、ユーザーが金属燃料が電氣的に再充電されるのを待たなければならないシステムとは対照的である。

10

【0062】

これはまた、従来の、既知システムにおいて、取り外されたアノードはそのままの形で電氣的に再充電できないこととも対照的である（既知システムではアノードを取り出し、ばらした形で金属燃料を再生した後にその材料を使用して新たなアノードを製造する）。したがって、電氣的に充電するために大掛かりな処理を必要とする代わりに、取り外して電氣的に充電できるので、直接ユーザーにとって便利である。

【0063】

分離型の放電及び充電モジュールを使用した燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セル用の例示的システムおよび構造

20

【0064】

放電および充電モジュールの第 1 実施例

本明細書において記載される燃料補給及び充電可能な金属空気型の電気化学セルシステムにおいて使用される放電および充電モジュールは様々な構造タイプが可能である。本明細書において記載されている特定の実施例において、前記放電および充電モジュールは、基本的には複数の個別セル構造が一行に並べられ、一緒にまとめられて、一体化された放電モジュールと一体化された充電モジュールを形成するように製造される。

【0065】

例えば、図 4 A および 4 B を参照すると、金属空気型の電気化学セルの放電モジュール 302 の一実施例が示される。図 4 A は、金属燃料が取り外されたモジュール 302 を、図 4 B は金属燃料が挿入されたモジュール 302 を一般に示す。

30

【0066】

金属空気電気化学セルの放電モジュール 302 は、柱状構成の複数の電気化学放電セル 310 を含む。各電気化学放電セル 310 は、活性空気カソード（図示せず）を含有し、カソード電気端子 318 を有する空気カソード構造 314 と； 着脱可能なアノード構造 320 であって、金属燃料アノード部分（図示せず）と集電器（図示せず）から延びる L 型の母線とを含み、前記 L 型の母線はアノード電気端子 328 に嵌入し、前記カソード構造 314 の側に取り付けられたのが図示される、着脱可能なアノード構造 320 と； を有する。前記複数の電気化学放電セル 310 は、一緒に組み立てられ、その詳細が後述される空気フローと電解質の回収を一般に可能にする流体管理ユニット 340 上に取り付けられる。

40

【0067】

前記アノード構造 320 は、たとえば、電気化学セルの放電を中断するために、あるいは充電システム 352（図 4 C に示す）の対応する充電セル 355 へ挿入されるために、または、前記アノード構造を新たなアノード構造、充電済みアノード構造、または調整済みアノード構造（本明細書内では「燃料補給」と総称される）と取り替えるために取り外し可能である。

【0068】

次に図 4 C では、充電ユニット 352 が示される。前記充電ユニット 352 は、着脱お

50

よび再充電可能なアノード構造 320 を入れるための構成と寸法を有する複数の充電セル 355（例えば、図 1 B に関連して概説されたように機能する）を含む。外部電流が、母線 358 を通じて荷電電極に、且つアノードには母線 360 によって供給され、ここで各アノード端子 324 は、母線 360 およびアノード端子 324 間の電氣的接続を可能にするように構成される開口 362 とかみ合う。

【0069】

荷電電極は、アノードアセンブリ 320 が挿入された時にこれとイオン伝導するように構成され配置された各セル 355 内で作動可能に配置されてもよい。好ましくは、前記アノードの両主要表面から充電できるように、一对の荷電電極が各アノードアセンブリ 320 用に提供される。

10

【0070】

あるいは、荷電電極が着脱可能で充電式のアノードアセンブリ 320 に組み入れられる場合は、各荷電電極は、適切な電気接続構造を含み、そのような荷電電極を含む前記アノードアセンブリ 320 が前記充電セル 355 に挿入されると前記荷電電極への電流供給が可能になる。

【0071】

特定の実施例において、充電操作は液体電解質の存在下で実行されるので、充電セルは電解液を保持するための構成および寸法を有する。

【0072】

次に図 4 D を参照すると、電気化学セル放電モジュール 302 が前記流体管理ユニット 340 なしで示される。機械的保全性のための、そして、電解質漏れの発生を最小化、または排除するために、複数のセル 310（その中にアノード構造 320 を含まない）が組立てられて、一体化モジュールに一体成形される。一体成形は、注入成形、回転成形、または他の適切な製造法であってもよい一体成形により、電解質管理と空気管理用の開口を除いて、構造全体の回りが略コーティングされ、その実施例は下記にさらに説明される。

20

【0073】

好適な実施例において、一体成形シェルは、原位置で重合される（溶融物を固まらせるのに対して）。モノマーを原位置の重合のために選択してもよく、これにより、たとえば、カソードの細孔の内で重合およびできれば架橋させて、密封を形成させて、元々多孔質のカソードの縁からの電解液が漏れるの防ぎ、全セル構成要素に構造的結合とサポートを提供する。好適なタイプの材料は、ポリウレタン（例えばニューヨーク州ニューロチェル市の Tekcast Industries, Inc から市販される TEK プラスチック・ポリウレタン (TAN)）（ミシガン州カラマズー市の Alumilite Corporation により製造される）を含む。当業者であれば、適切なプレートまたは他の成形構造が前記セル構造に含まれ、前記セル間での空気経路を提供して、且つ一元的に前記セル構造内で電解液とアノードアセンブリ用のポケットを形成することが理解される。

30

【0074】

個別カソードおよびアノード構造の第 1 の実施例

次に 5 A、5 B および 5 C を参照すると、カソード構造の分解組立図、アノード構造の分解組立図、および組立てられたセルがそれぞれ図示される。さらに、図 5 D では空気および電解質管理の断面のセル図が示される。

40

【0075】

一般に、放電セル 310 は、カソード構造 314 および着脱可能なアノード構造 320 を含む。前記カソード構造 314 は、前記アノード構造 320 を一般に受入するための構成および寸法を有する頂部部分 382 を含んでいる支持フレーム 370 を含み、電解液用（液体電解質が使用されるシステム内で）及び／又は放電操作の間のセル膨張に適応するために前記アノード構造 320 の端部、または面部の 1 つ以上で隙間を提供するのが好ましい。

【0076】

50

図示されるように、一対の空気カソード部分 373、375 はカソード構造サポートフレーム 370 の対抗する側面に配置される。前記カソード部分 373、375 は、例えば、成形、または接着、その他によりフレーム 370 に固定されてフレームに一体的に形成されてもよい。前記アノード構造 320 が挿入された時にこれと活性カソード部分 373、375 との間の電気接触を一般に防ぐために、一対のセパレータ 316a が含まれてもよい。さらに、電氣的にカソード集電器（図示せず）に接続するカソード電気端子 318 が、カソード支持体フレーム 370 上に提供される。

【0077】

空気カソード部分 375 に隣接するのは、空気管理構造 376 である。一般に、前記空気管理構造 376 は空気カソード部分 375 に渡って制御された空気流を可能にし、図 5 D の矢印 377 によって示される。したがって、空気管理構造 376 は、前記フレーム 370 に活性カソード部分 375 を通してタイトに配置されるか、固定される必要がある。複数セルからセル放電システム 302 が組み立てられる場合、隣接のセル（図示せず）の空気管理構造がフレーム 370 の反対側にある空気カソード部分 373 に隣接するように提供される。このように、前記空気管理構造 376 は、前記サポートフレーム 370 内の前記空気カソード部分 375 と、隣接のセルの空気カソード部分（図示される単一セルの空気カソード部分 373 に相当）の両方の空気フローを補助する。

10

【0078】

任意に、電解液管理が、空気管理構造 376 の内に統合されて含まれてもよい。図 5 A および 5 D で図示されるように、空気管理構造 376 の底部分は、右から左に傾斜する（図 5 A および 5 D に図示される）。したがって、液体電解質が空気管理構造 376 に隣接するカソード部分からしみ出ると、その電解質は重力により底部のスロープ部に落ち、さらに空気排出に使用される同じ出口を使ってセルから出る。

20

【0079】

さらに、電解質管理は、フレーム 370 の内でも提供される。図 5 D に示すように、開口 384 がフレーム 370 の内側コンパートメントの最上部付近に提供され、オーバーフローまたは循環チューブ 388 へのアクセスを提供する。内側コンパートメントは、液体電解質を収容するように形成され、あらかじめ電解液が充填されるか、図示されるように、入口 368 などによって選択的に電解質が提供されるようなシステムを含んでもよい。もし、電解質レベルが開口 384 の高さに達した場合、電解質はチャンネルおよび出口 388 を経てセルから排出される。前記チャンネルおよび出口 388 は、フレーム 370 の一部として一体的に形成されるか、または図 5 A で図示されるようにチューブまたはその他の配管の 1 つ以上の部分を含んでもよい。前記チャンネルおよび出口 388 はさらに、発生したガス（例えば特定タイプの金属空気電気化学反応の間、発生する可能性がある水素等）が排出できるように、空気排出用とは別の排出口の役をする。

30

【0080】

図 5 B は、典型的なアノード構造 320 の分解立体図を示す。前記アノード構造 320 は、一般にフレーム 390、一対の金属燃料サポート構造またはグリッド 392、頂部密閉部分 394 を含む。金属燃料（燃料は、パウダー、ペースト、繊維、またはグリッド 392 でサポートされる他の「ばらの」形態のものであってもよいと理解されるが、図ではシート 396 で示される）は一般に前記グリッド 392 およびフレーム 390 の間に提供され、通常、前記フレーム 390 の各側面上に配置される一対の金属集電器と一緒に提供される（図示せず）。一対のセパレータ 316b（または前記アノード構造の回りをくるむ単一のセパレータ）が前記アノード構造 320 上に提供される。前記セパレータ（それは上述のような電解液を含有する膜でもよい）は、電解液源を含んでもよく、樹枝状結晶の貫通を最小にするかまたは防ぐこともできる。

40

【0081】

前記フレーム 390 は、任意に、電流収集を高めるために、導電性のフレームであってもよい。前記フレーム 390 は、第 1 の面および第 2 の面を有する、開口した長方形として、一般に構成され、電気端子 324 が開口した長方形の一部から延びる。図示される頂

50

部シール 394 は、くさび形の構造である。たとえば頂部シール 394 が弾性性のある材料で形成される場合、前記カソード構造 314 に挿入された時に密封シールが提供されるので特に有用である。

【0082】

好ましくは、前記アノード構造 320 がカソード構造 314 内に入れられる時に、隙間がその間で残るようにし、電解液などのイオン伝導媒体の余地を、アノード材料とカソード間の間に残し、また、放電の間、金属から金属酸化物への変換によるアノード体積の膨張に適応させる。前記サポートグリッド 392 は、アノード材料を機械的にサポートし膨張に適応することも可能である。

【0083】

アノードの組み立ての 1 方法は、フレーム 390 の両側面上にホイルを付着する工程と、所望量の金属燃料材料を前記ホイル上に薄く延ばす工程と（セルが組み立てられた際に前記空気カソードから十分な距離を維持すると同時に所望されるセル容量を提供するための量が選択される）、前記金属燃料材料上にグリッドを押付ける工程と、セパレータを前記グリッドに接着させる工程とを有する。好ましい実施例では、前記セパレータは、構造的な一体性を向上させるために前記グリッドの相互接続部分に付着し、密閉圧迫されたフィットを提供して電気化学反応の間に金属燃料材料が膨張した場合の前記セパレータの剥離を防ぐ。アノードを組立てる他の方法では、固体のプラスチック膜が、集電器ホイルを取り付ける前にフレームの開いた部分に置かれる。これは、特に電解質開口 384 のレベルがグリッドのレベルより高い場合、液体を集電器間の領域の中に入り込まないようにするのを一般に助ける。アノードを組立てる他の方法では、固体のプラスチック膜が、集電器ホイルを取り付ける前にフレームの開いた部分に置かれる。アノードを組立てるさらに別の方法では、圧縮可能な膜が、集電器ホイルを取り付ける前に導電性のフレームの開いた部分に置かれる。これにより、アノード材料が電気化学反応の間に膨張する場合の体積対応が可能になる。

【0084】

前記アノード構造 320 の組立を容易にするために、一連の突起部が導電性のフレーム 390 から外側に延ばされてもよく、それは金属燃料サポート構造 392 上の受入部分と一致する。これらは、短時間で正確な組み立てを可能にするだけでなく、前記アノード構造 320 の全体的な構造の一体性を可能にし、アノード膨張が起こる際に特に関連する。

【0085】

流体（空気及び電解質）管理構造の第 1 の実施例

次に図 6A～6D を参照すると、前記流体管理ユニット 340 がさらに説明される。一般に、前記流体管理ユニット 340 は、カソード構造 314 の空気管理構造 376 から空気フローを容易にするための構造を提供する。さらに、流体管理ユニット 340 は任意に、空気管理構造 376（例えば、底の傾斜部分に引力で落ちて、空気排出口からセルから排出する）、および／またはチャネル 386 および出口 388 から出る電解質の管理のために提供されてもよい。

【0086】

特に、前記流体管理ユニット 340 は、一般に空気排気口 402 および電解液漏れ開口 404 を含む。例えば、上述された空気管理構造 376 および／またはチャネル及び出口 388 から生じる余分な電解質、あるいはセル内を循環する電解質は、セルから流出してチャネル 406 を経て開口 404 に出てもよい。

【0087】

さらに、例えばファンや送風機を収納する領域 376 から空気がセル内に普通入り込む（空気管理構造 376 の入口等から）。任意で、室内の空気から二酸化炭素を取除くためにセル内でガス洗浄システムを使用してもよい。領域 410 から流れ入る空気は開口 412 を通じてセル内に入り、チャネル 414 を通じて複数セル間に拡散される。排気は、チャネル 406 および開口 402 を経てシステムから放出される。このように、前記空気管理構造 376 は、同じチャネル 406 に排気および余分な／漏れた電解質を移動させるこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0088】

流体管理を提供することに加えて、前記流体管理ユニット340は、全体的なセル構造によりよい機械的一体性を提供するように構成されてもよい。例えば、図6Aと6Bで示されるように、一連のレール416とリブ418が提供されてもよい。さらに前記空気管理設計では、空気入口と出口の両方がセルの底部分に位置するところが可能なため、更なる材料サポートを良好な密閉が一般に重要となるセル頂部付近に加えることができる。

【0089】

図6Dでは、流体管理構造340を含むモジュール302が示され、各セル310に対するチューブ342を含む。例えば、個々のセルは、電解質なしで提供されてもよく、必要に応じて、例えば、ポンプまたは他の流体輸送装置（図示せず）の作動によって、電解質がリザーバからセル中に挿入されてもよい。あるいは、放電の間に電解質は連続的に、または断続的に循環させて、たとえば熱を取除いてもよい。また、充電操作の間、固体を取除いたり、樹枝状結晶の形成を最小限に留めるために類似構造が含まれてもよい。任意で、締め付け構造またはバルブを取り付け、電解質フローの制御を向上させてもよい。各セル310に電解質を運ぶチューブの長さは、抵抗力の増加に繋がり、それにより、金属空気電気化学セルの共有電解質源において通常発生する短絡の可能性をなくす、または減らすことができる。

【0090】

アノード構造の取り外しと挿入用の握持構造の実施例

次に図7Aと7Bを参照すると、一般にアノード構造320の取り外しを補助する握持構造430が図示される。前記握持構造430は、一般にサポートフレーム438に固定されるか、またはサポートハンドル438と一体形成される。前記サポートフレーム438の端部分は、システムモジュール302の頂部部分上にフィットするような構成と寸法を一般に有する。例えば、前記サポートフレーム438の部分440は、アノード端子324上にフィットするように構成される。さらに握持構造430は、上方向に移動する可動フレーム436（一般に前記可動ハンドル434をサポートハンドル432の近くに移動）に固定または、これと一体形成される可動ハンドル434を含む。前記可動ハンドル436は、1対のスライド式フックアセンブリを含み、これは矢印444で示されるように、前記可動ハンドル406の対応するスロットで制限される移動範囲上をスライドする。前記スライド式フックアセンブリの各々は、前記アノード構造320上のアイ448（図5C等を参照）に対応する複数のフック446を含む。複数のフック446が図示されるが、アノード構造を1つずつ取除く場合は単一のフックが使用されてもよいことが理解される。したがって、複数のアノード構造320の取除きを補助するために前記フック446をアノード構造のアイ448と整列させる。次に前記スライド式フックアセンブリ442は、フック446がアイ448内に入る位置にスライドされる。前記可動ハンドル434が次に、普通前記サポートハンドル432と前記可動ハンドル434を握って引っ張られ、接続されたアノード構造320がアセンブリから引き出される。もちろん、当業者であれば、構造430に類似する握持構造を自動アノード補給システムへ統合することを含む、変形が可能であることは理解される。

【0091】

放電及び充電モジュールの第2の実施例

次に図8A～8Cを参照すると、金属空気型の電気化学セルの放電モジュールと充電モジュールの別の実施例が示される。燃料が入った金属空気型の電気化学セル放電モジュール502が図8Aで、取り外された燃料構造、放電モジュールと充電モジュールを含むシステムが図8Bで示され、接続／密閉ハウジングが図示されない放電モジュールが図8Cに示される。

【0092】

金属空気電気化学セルの放電モジュール502は、一般に柱状構成に配置された複数の電気化学放電セル510を含む。各電気化学放電セル510は、活性空気カソード（図示

10

20

30

40

50

せず)を有する空気カソード構造514と、金属燃料アノード部分(図示せず)を含む着脱可能なアノード構造520とを含む。

【0093】

カソード構造520のアセンブリ530(図8C)は一般にカバー534を有するハウジング532内に位置する。前記アセンブリ530は、一般に上記のように一体成型などによって形成される。同様に充電構造またはサポート構造のアセンブリ(例えば荷電電極がアノード構造と一体化されている)がカバー564を有するハウジング562内に提供されて、充電モジュール552が形成される。前記モジュール502は流体管理ユニット540上に取り付けられ(且つ、前記モジュール552が類似の流体管理構造上に取り付けられてもよい)、本明細書の下記に詳細に説明されるように、空気フローと電解質回収を一般に可能にする。 10

【0094】

前記モジュール502と552の重要な特徴は、一体化された密閉カバー534、564で、これは、カソードまたは荷電電極との電氣的接触を提供する。一般に前記アノード構造520は構造の頂部から延びる導線524を含む、カソード電気端子518は、前記カバー534の内側部分上に取り付けられ、前記カバー534が閉められると導線524にアクセスする。前記端子518は、柔軟な導線(図示せず)を通じて前記カソードに接続されて前記カバー534の開閉を達成し、例えば、前記アセンブリ530の開口536を通じてサポートされる。したがって、放電(または充電)はカバー534(または564)を閉めることにより達成され、システムを密閉して電解質の漏出を防止し、且つ対電極間の電氣的接触を起こす両方の働きをする。 20

【0095】

前記アノード構造520は、たとえば、電気化学セルの放電を中断するために、あるいは充電システム552の対応する充電セル555へ挿入されるために、または、前記アノード構造を新たなアノード構造、充電済みアノード構造、または調整済みアノード構造(本明細書内では「燃料補給」と総称される)と取り替えるために取り外し可能である。

【0096】

前記充電ユニット552は、着脱および再充電可能なアノード構造520を入れるための構成と寸法を有する複数の充電セル555(例えば、図1Bに関連して概説されたように機能する)を含む。外部電流が、端子558を通じて荷電電極に、且つアノードには端子560によって供給され、ここで各アノード端子524は、前記カバー564内の対応する荷電電極導線とかみ合う。端子558と560は、作動可能な導線接続に応じて、逆にすることも可能であることに留意。 30

【0097】

個別カソードおよびアノード構造の第1の実施例

次に9A、9Bおよび5Cを参照すると、カソード構造、組み立て済みの空気カソード構造、及びアノード構造の分解組立図がそれぞれ図示される。カソード構造514は、前記アノード構造520を一般に受け入れるための構成と寸法を有する頂部開口582を含むサポートフレーム570を含み、好ましくは電化質用(液体電解質が使用されるシステムでは)に、及び/または放電操作の間のセル膨張のために前記アノード構造520の1つ以上の端または面で隙間が提供される。 40

【0098】

図示されるように、空気カソード575は前記カソード構造サポートフレーム570の対抗面の回りを覆う。前記カソード575は、一体成型、または接着等の方法で前記フレーム570に固定されるか、または被された後にアセンブリ530が形成される時にその場で成型される等して、前記フレームに一体化して形成されてもよい。一般に挿入時にアノード構造520と活性カソード部分575間の電気接触を防ぐために、1対のセパレータ516aを前記フレーム570とカソード575の各側面間に含めてもよい。さらに、電氣的に端子518(図示せず)に接続するカソード電気端子517が、前記カソード支持体フレーム570上に提供される。

【0099】

前記空気カソード部分575に隣接するのは、空気管理構造576である。一般に、前記空気管理構造576は空気カソード部分575に渡って制御された空気流を可能にし、図5Dの矢印377によって示される。したがって、前記空気管理構造576は、前記フレーム570に活性カソード部分575を通してタイトに配置されるか、固定される必要がある。複数セルからセル放電システム502が組み立てられる場合、隣接のセル（図示せず）の空気管理構造が前記フレーム570の反対側にある前記空気カソード部分575に隣接するように提供される。このように、前記空気管理構造576は、前記サポートフレーム570内の前記空気カソード部分575と、隣接のセルの空気カソード部分の両方の空気フローを補助する。

10

【0100】

図9Cは、例示的アノード構造520の分解組立図を示す。前記アノード構造520は、金属燃料を含有するフレームと、アノード構造520（図示せず）の主要表面上の1対のセパレータ（または前記アノード構造の回りを覆う単一のセパレータ）を一般に含む。前記セパレータは、上述したような電解質を含有する膜でもよく、電解質源を含むと共に、樹枝状結晶の貫通を最小にとどめるかそれを防止する。

【0101】

前記アノード構造520はまた、アノード構造頂部の大部分上でハウジングカバー内のカソードターミナルとかみ合うための延長端子524を含んでもよい。好ましくは、前記アノード構造520がカソード構造514内に入れられる際、隙間がその間に残るようにし、電解質などのイオン伝導媒体用の余地が、アノード材料とカソード間の間に残され、また、放電の間、金属から金属酸化物への変換によるアノード体積の膨張に適應させる。

20

【0102】

流体（空気及び電解質）管理構造の第2の実施例

次に図10A～10Cを参照すると、前記流体管理ユニット540がさらに説明される。通常、流体管理ユニット540は、前記カソード構造514の空気管理構造576からの空気フローを補助するための構造を提供する。さらに、前記流体管理システムは、任意で、前記空気管理構造576及び／または電解質循環管理からの余分な電解質の管理に提供される。

30

【0103】

図11Aを参照すると、空気管理が図示されるが、空気を取り込まれ（例えばファンまたは送風機、任意で二酸化炭素が削除される場合は洗浄装置を使用して）矢印577で示されるフロー経路を通る。さらに、制御バルブ579が提供され、一般に電解質フローを増加または減少させる。

【0104】

さらに、図11Bを参照すると、フレーム370に関して上述したのと類似する電解質管理が、フレーム570内自体にも提供される。電解質入口568が各セルの底部に設置され、電解質はチューブ569を通過してアノードを含むセルの主要エリアに流れる。前記チューブ569の長さは流体間で電気抵抗を増加させ、共通の電解質リザーバが使用される際に通常発生する短絡をなくす。開口586はフレームの内側コンパートメントの頂部付近に提供され、オーバーフローまたは循環チューブ588へのアクセスを可能にする。さらに、一般に電解質フローを増加または減少させるための制御バルブ589が提供される。

40

【0105】

さまざまな材料がセルフフレーム構成要素、スペーサ、及び本明細書で記載された他のサポート構造用にも使用されてもよく、システム中の薬品に対して不活性であるのが好ましい。このような材料は、熱硬化性樹脂、熱可塑性、およびゴム材料（例えばポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエーテルイミド、ポリスルホン酸塩、ポリエテルスルホナート、ポリアリールエーテル・ケトン、Viton（登録商標）（ウィルミントン州デラウェア

50

ア市のE l Du Pont de Nemours & Co. から市販される)、エチレンプロピレンジエンモノマー、エチレンプロピレンゴムおよび前述の材料のうちの少なくとも1つから成る混合物)が含まれるが、これらに限定されるものではない。

【0106】

好適な実施例が例示され、説明されたが、本発明の趣旨と範囲から逸脱することなしにさまざまな修正および代替の作成が可能である。したがって、上記の説明は、例示のためであり、これにより限定されるものではないことは理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1A】図1A-1Cは、金属空気セルの通常の放電及び充電工程を示す。

10

【図1B】図1A-1Cは、金属空気セルの通常の放電及び充電工程を示す。

【図1C】図1A-1Cは、金属空気セルの通常の放電及び充電工程を示す。

【図2A】図2Aは、燃料補給及び充電可能なモジュールの通常の実施例を示す。図2B-2Dは、燃料補給及び充電可能なモジュールで使用される、例示的なコンポーネントを示す。

【図2B】図2Aは、燃料補給及び充電可能なモジュールの通常の実施例を示す。図2B-2Dは、燃料補給及び充電可能なモジュールで使用される、例示的なコンポーネントを示す。

【図2C】図2Aは、燃料補給及び充電可能なモジュールの通常の実施例を示す。図2B-2Dは、燃料補給及び充電可能なモジュールで使用される、例示的なコンポーネントを示す。

20

【図2D】図2Aは、燃料補給及び充電可能なモジュールの通常の実施例を示す。図2B-2Dは、燃料補給及び充電可能なモジュールで使用される、例示的なコンポーネントを示す。

【図3】図3は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの一般的な実施例を示す。

【図4A】図4A-4Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第1の実施例を示す。

【図4B】図4A-4Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第1の実施例を示す。

30

【図4C】図4A-4Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第1の実施例を示す。

【図4D】図4A-4Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第1の実施例を示す。

【図5A】図5A-5Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの一般的な実施例を示す。

【図5B】図5A-5Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの一般的な実施例を示す。

【図5C】図5A-5Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの一般的な実施例を示す。

40

【図5D】図5A-5Dは、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの一般的な実施例を示す。

【図6A】図6A-6Dは、電解液管理および空気管理を含む流体管理系を示す

【図6B】図6A-6Dは、電解液管理および空気管理を含む流体管理系を示す

【図6C】図6A-6Dは、電解液管理および空気管理を含む流体管理系を示す

【図6D】図6A-6Dは、電解液管理および空気管理を含む流体管理系を示す

【図7A】図7A-7Bは、一つ以上のアノード構造を取りはずすための握持構造を示す

。

【図7B】図7A-7Bは、一つ以上のアノード構造を取りはずすための握持構造を示す

。

50

【図 8 A】図 8 A－8 C は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第 2 の実施例を示す。

【図 8 B】図 8 A－8 C は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第 2 の実施例を示す。

【図 8 C】図 8 A－8 C は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムの第 2 の実施例を示す。

【図 9 A】図 9 A－9 C は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムで使用される例示的なコンポーネントを示す。

【図 9 B】図 9 A－9 C は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムで使用される例示的なコンポーネントを示す。

【図 9 C】図 9 A－9 C は、燃料補給可能なモジュールおよび充電可能なモジュールを含む燃料補給及び充電可能なシステムで使用される例示的なコンポーネントを示す。

【図 10 A】図 10 A－10 C、11 A、及び 11 B は、電解液管理及び空気管理を含む流体管理系を示す。

【図 10 B】図 10 A－10 C、11 A、及び 11 B は、電解液管理及び空気管理を含む流体管理系を示す。

【図 10 C】図 10 A－10 C、11 A、及び 11 B は、電解液管理及び空気管理を含む流体管理系を示す。

【図 11 A】図 10 A－10 C、11 A、及び 11 B は、電解液管理及び空気管理を含む流体管理系を示す。

【図 11 B】図 10 A－10 C、11 A、及び 11 B は、電解液管理及び空気管理を含む流体管理系を示す。

10

20

【図 1 A】

【図 1 C】

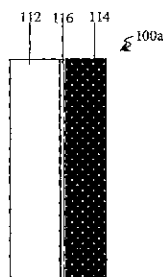


FIGURE 1A

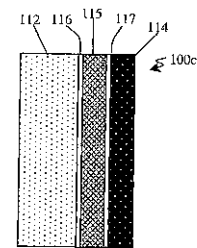


FIGURE 1C

【図 1 B】

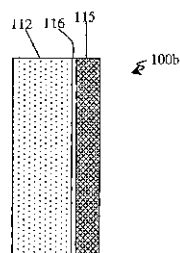


FIGURE 1B

【図 2 A】

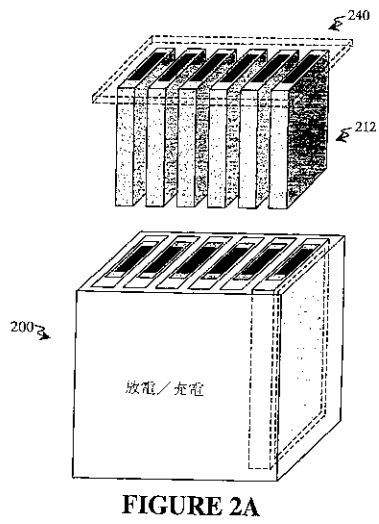


FIGURE 2A

【図 2 B】

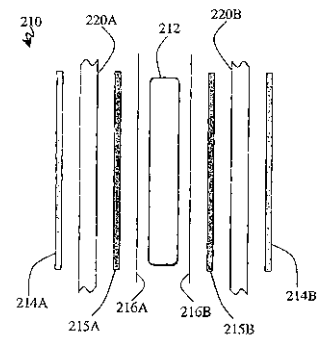


FIGURE 2B

【図 2 C】

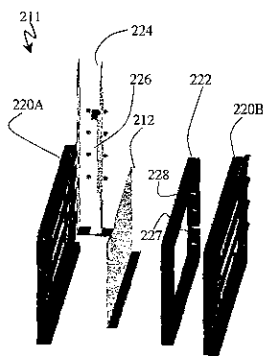


FIGURE 2C

【図 2 D】

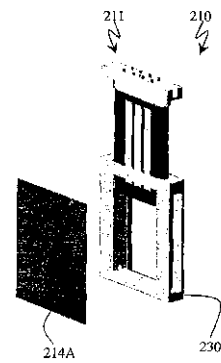
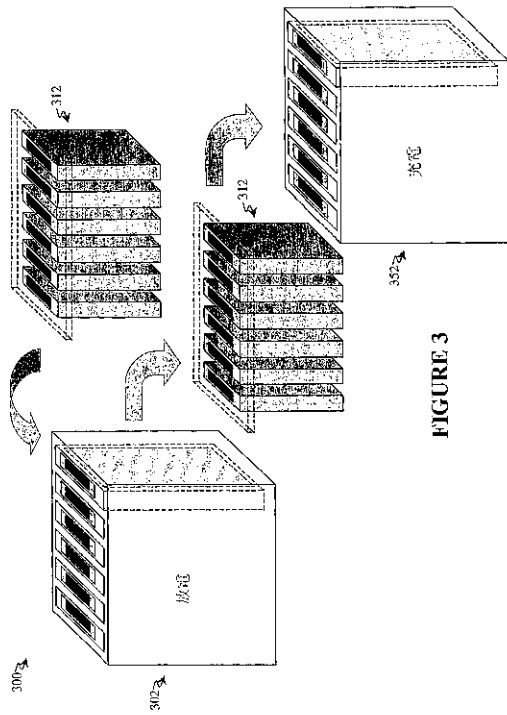
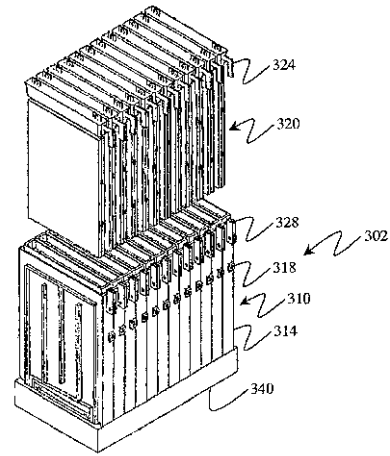


FIGURE 2D

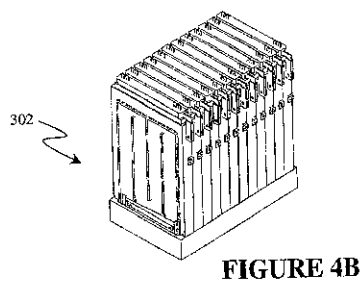
【図 3】



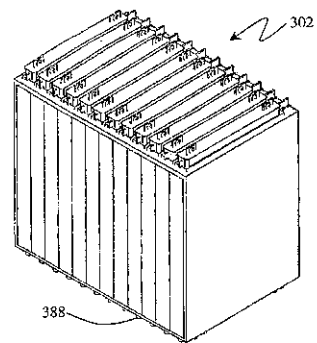
【図 4 A】



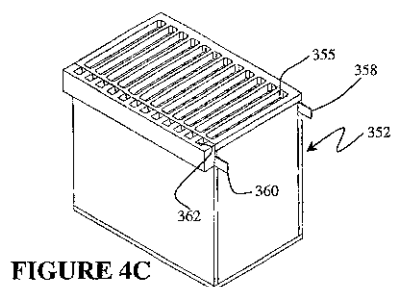
【図 4 B】



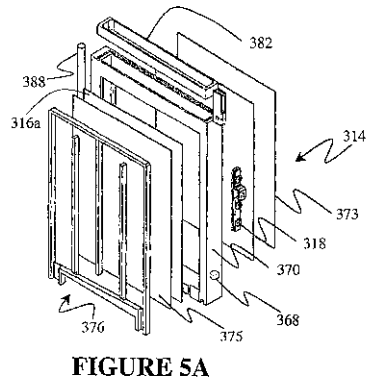
【図 4 D】



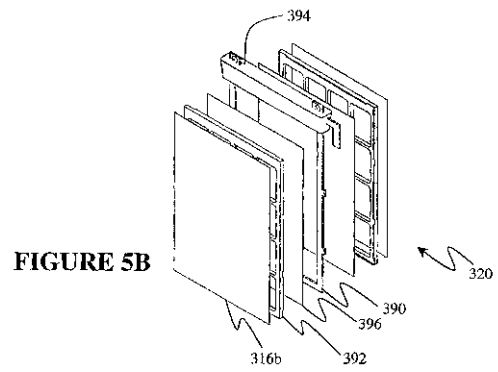
【図 4 C】



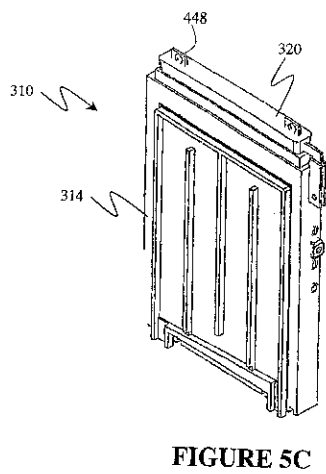
【図 5 A】



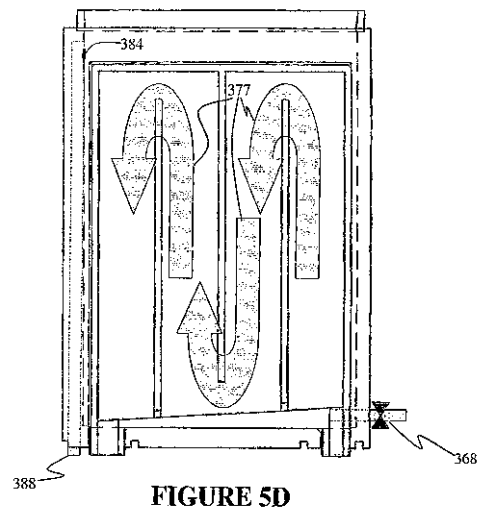
【図 5 B】



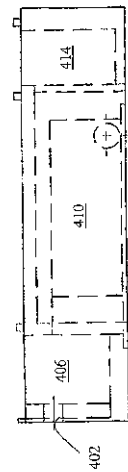
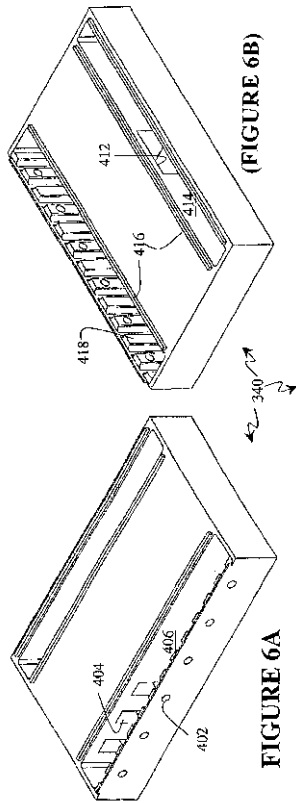
【図 5 C】



【図 5 D】

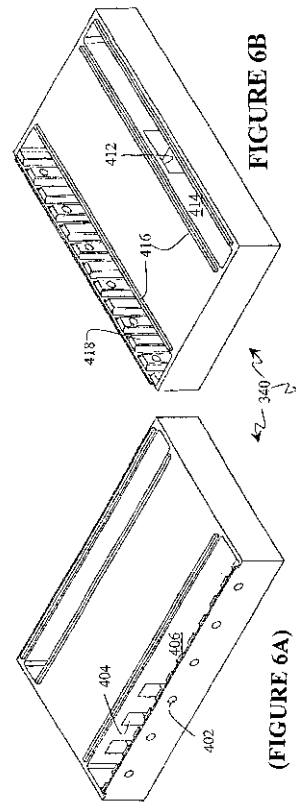


【図 6 A】



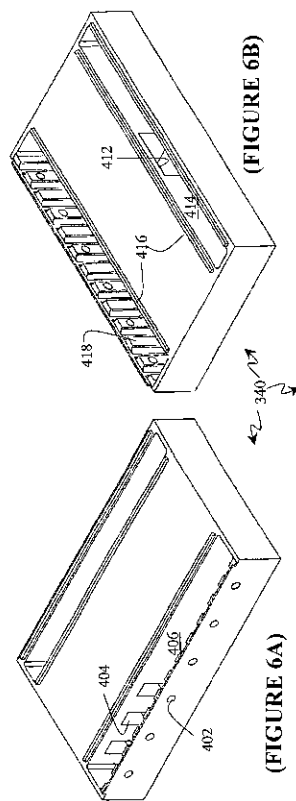
(FIGURE 6C)

【図 6 B】



(FIGURE 6C)

【図 6 C】



(FIGURE 6C)

【図 6 D】

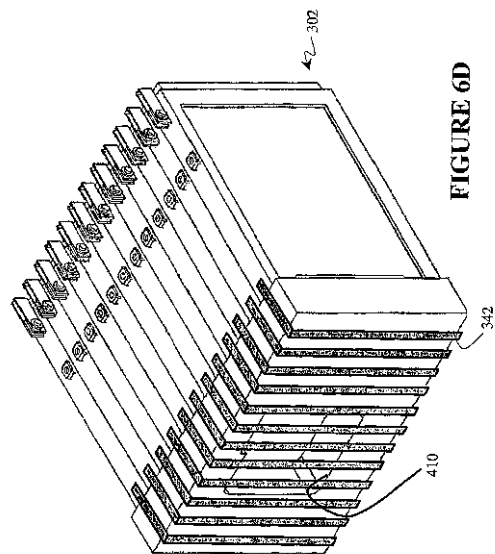
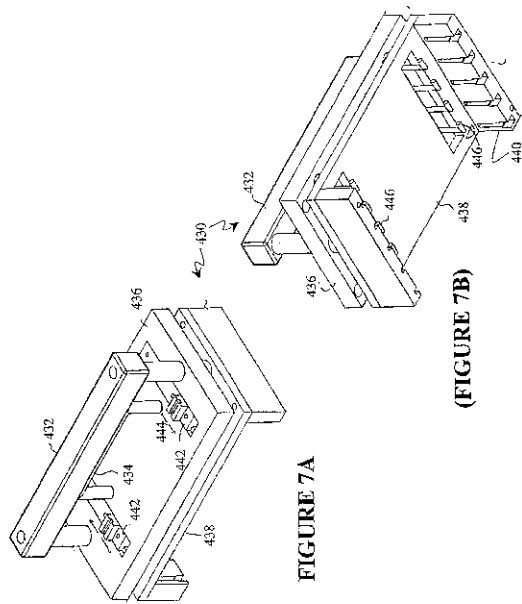


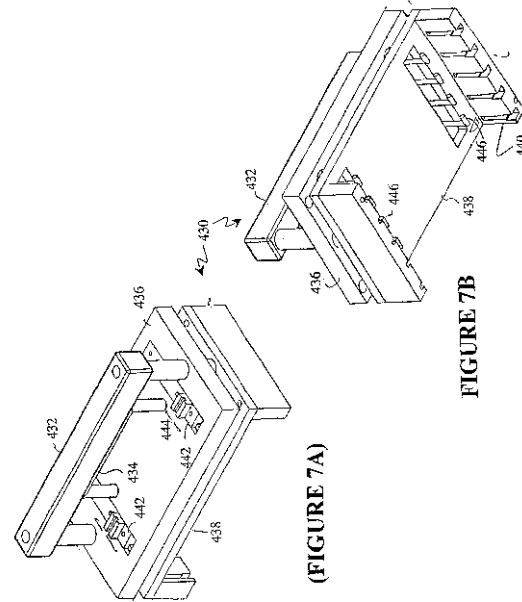
FIGURE 6D

【図 7 A】



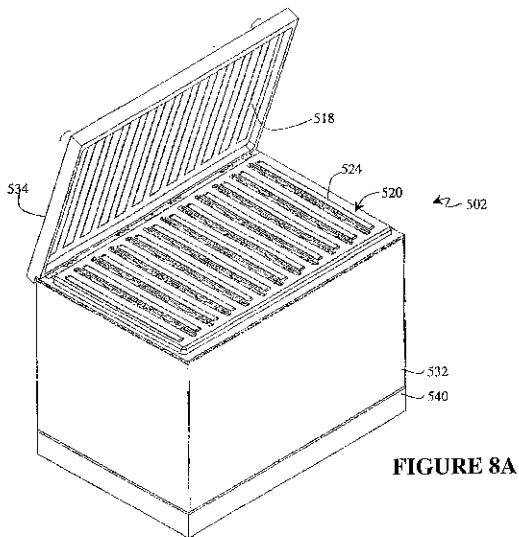
(FIGURE 7B)

【図 7 B】

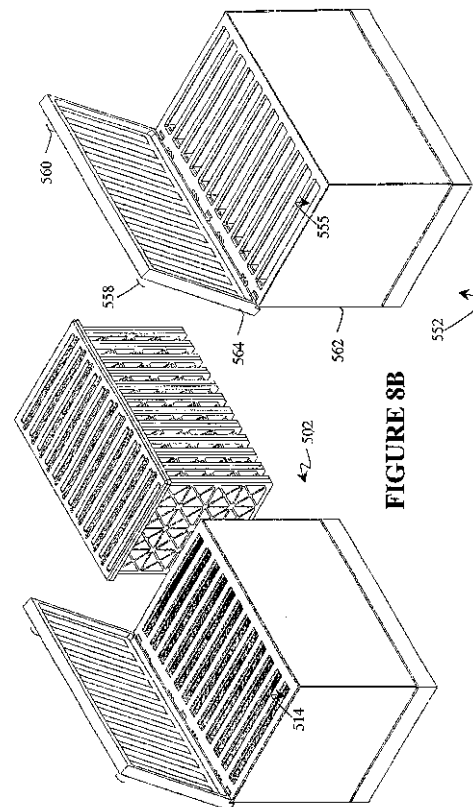


(FIGURE 7A)

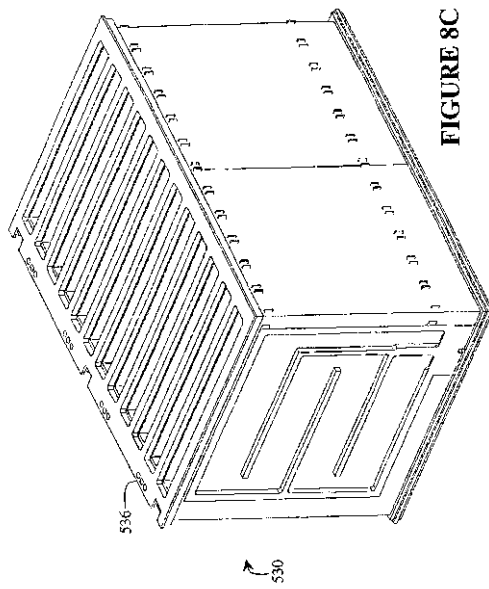
【図 8 A】



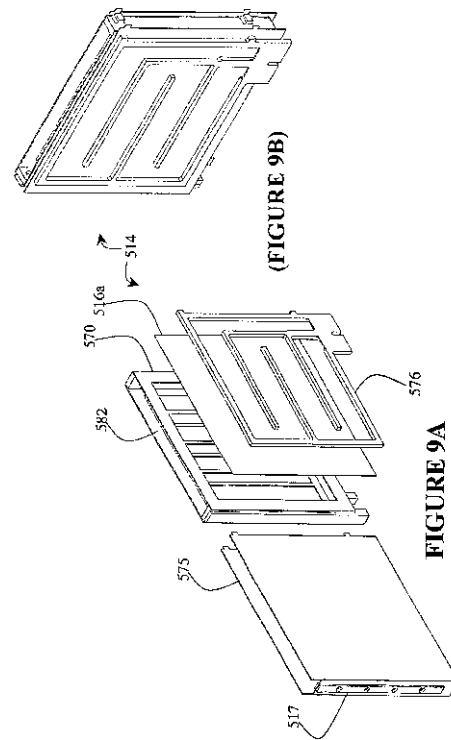
【図 8 B】



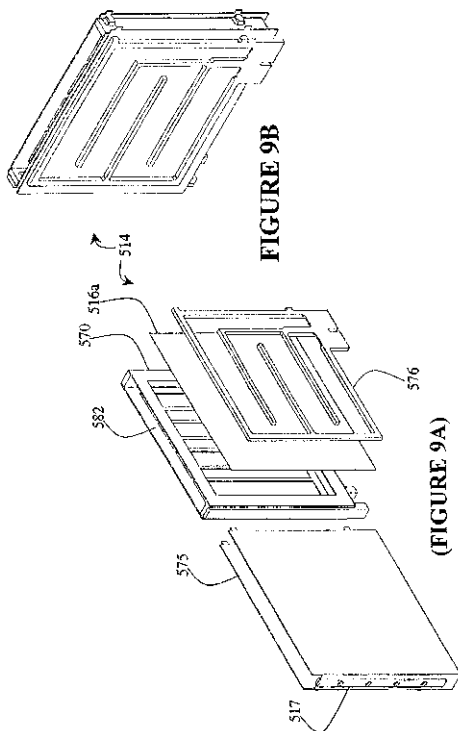
【図 8 C】



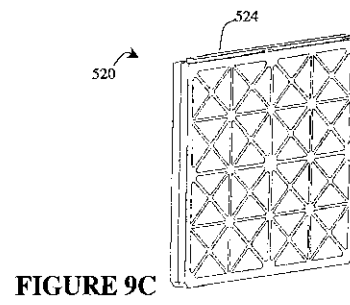
【図 9 A】



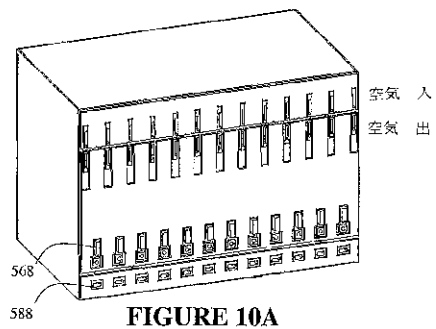
【図 9 B】



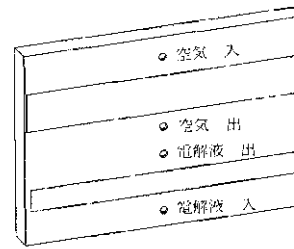
【図 9 C】



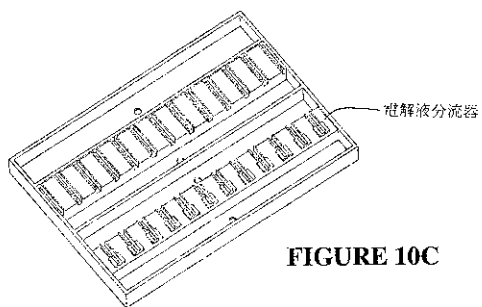
【図 10 A】



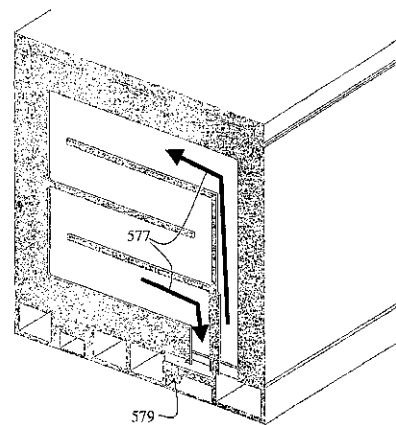
【図 10 B】



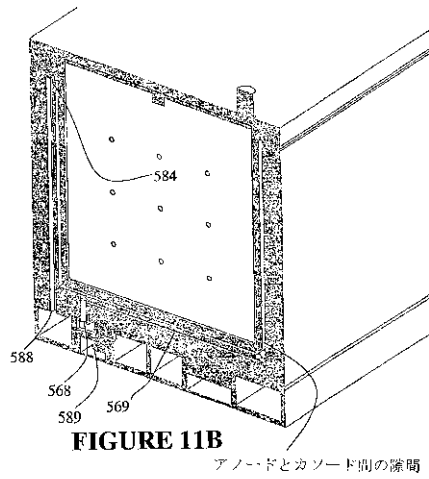
【図 10 C】



【図 11 A】



【図 1 1 B】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP 02/30585

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01M12/08 H01M12/06 H01M6/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 551 204 A (ELECTRIC FUEL LTD) 14 July 1993 (1993-07-14) claims 1,7-10,12,17 column 7, line 45 - column 9, line 9; figures 4-6 column 10, line 29 - column 11, line 6; figure 11	1-19
P,X	WO 02/073732 A (EVIONYX INC ; FARIS SADEG M (US); LI LIN-FENG (US); MA FUYUAN (US);) 19 September 2002 (2002-09-19) page 26, lines 5-21; figure 5 page 19, line 10 - page 22, line 20 ----- -/--	1-3, 8-10, 14-19

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2004

Date of mailing of the international search report

05.07.04

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hammerstein, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 02/30585

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/13524 A (FAUVARQUE JEAN FRANCOIS ; BESSE SERGE (FR); BRONDEL GUY (FR); SORAP) 18 March 1999 (1999-03-18) page 7, line 34 - page 8, line 35; figure 1 -----	1,14-17
X	DE 21 16 809 A (LEESONA CORP) 21 October 1971 (1971-10-21) page 6, line 15 - page 8, line 15; figures 1-3 -----	1
X	US 5 441 820 A (SIU STANLEY C ET AL) 15 August 1995 (1995-08-15) column 3, lines 1-14; figure 1A column 4, lines 7-14 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 02/30585**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-19

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-19

Claims 1-19 are directed towards a rechargeable and refuelable metal air cell comprising a metal fuel anode, an air cathode, a third electrode and a separator disposed in ionic contact with a surface of the anode.

2. claims: 20-38

Claims 20-38 are directed towards a rechargeable and refuelable metal air electrochemical cell system and method for its operation, the system comprising a discharging cell and a charging cell, both cells comprising an air cathode structure configured and dimensioned to receive a removable and rechargeable fuel anode.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

P US 02/30585

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0551204	A	14-07-1993	IL 100625 A	30-03-1995
			AT 146625 T	15-01-1997
			DE 69306598 D1	30-01-1997
			DE 69306598 T2	12-06-1997
			EP 0551204 A1	14-07-1993
			ES 2097975 T3	16-04-1997
			US 5318861 A	07-06-1994
WO 02073732	A	19-09-2002	WO 02073732 A2	19-09-2002
			US 2002142203 A1	03-10-2002
WO 9913524	A	18-03-1999	FR 2768264 A1	12-03-1999
			WO 9913524 A1	18-03-1999
DE 2116809	A	21-10-1971	DE 2116809 A1	21-10-1971
			FR 2085867 A5	31-12-1971
US 5441820	A	15-08-1995	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 モーリス、ウィリアム

アメリカ合衆国、1 0 7 1 0 ニューヨーク州、ヨンカーズ、セントラル パーク アベニュー
2 1 0 8

(72)発明者 ゼング、ジョージ、ツォンゲーチイ

アメリカ合衆国、1 0 5 2 3 ニューヨーク州、エルムスフォード、ノブ ヒル ドライブ 1 0
2

(72)発明者 チェン、ムグオ

アメリカ合衆国、1 0 5 9 0 ニューヨーク州、サウス セーレム、ノース レイク サークル
2

Fターム(参考) 5H021 AA06 EE02 EE07

5H032 AA02 AS01 AS03 CC06 EE04

5H040 AT04 AT10 AY06 DD03

【要約の続き】

る。