

(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2014-501331
(P2014-501331A)

(43) 公表日 平成26年1月20日(2014.1.20)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
C25C	7/02	(2006.01)	C25C	7/02	308Z	4K058
C25C	7/06	(2006.01)	C25C	7/06	302	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-546131 (P2013-546131)
 (86) (22) 出願日 平成23年9月29日 (2011. 9. 29)
 (85) 翻訳文提出日 平成25年6月21日 (2013. 6. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/053872
 (87) 国際公開番号 W02012/087399
 (87) 国際公開日 平成24年6月28日 (2012. 6. 28)
 (31) 優先権主張番号 12/977, 916
 (32) 優先日 平成22年12月23日 (2010. 12. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 508177046
 ジーイー・ヒタチ・ニュークリア・エナジ
 ー・アメリカズ・エルエルシー
 GE-HITACHI NUCLEAR
 ENERGY AMERICAS, L L
 C
 アメリカ合衆国, 28401, ノースカ
 ライナ州, ウィルミントン, キャスル・ヘ
 イン・ロード, 3901
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュラーアノードアセンブリおよび電気化学的還元のためにそれを使用する方法

(57) 【要約】

アセンブリは、電解質の中へ延在するいくつかのアノードロッドに接続されたチャンネルフレームを含む。電気的システムは、チャンネルフレームから絶縁されているが、ロッドに電力を供給する。冷却システムが、アノードロッド/電気的システムから熱を除去する。アノードガードが、チャンネルフレームに取り付けられ、取り扱いまたは再配置の間の偶発的な感電死または損傷を防止する。各アノードロッドは、上側/下側セクションに分割されることが可能であり、下側セクションの容易な修理および交換を許容する。モジュラーアセンブリは、標準化されたコンポーネントを有することが可能であり、還元システムの中の多数の点における設置を許容する。例示の方法は、還元システムの中のモジュラーアノードアセンブリを位置決めすることによって/複数のアノードアセンブリに電力を適用することによって、電解質酸化還元システムを作動させることが可能である。

【選択図】 図 1

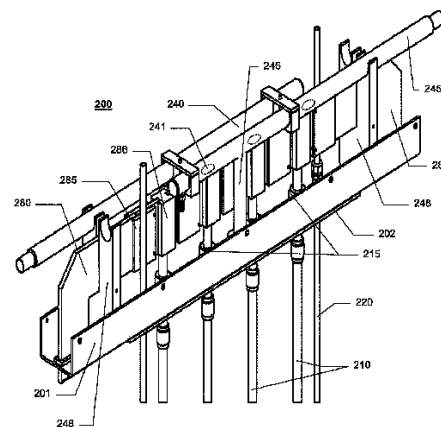


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モジュラーアノードアッセンブリであって、

前記モジュラーアノードアッセンブリを支持するチャンネルフレームと、

前記チャンネルフレームから延在し、前記チャンネルフレームから電氣的に絶縁されている少なくとも1つのアノードロッドであって、前記アノードロッドは、電解質の中で導電性である、アノードロッドと、

前記チャンネルフレームから絶縁され、前記アノードロッドに電力を供給する電氣的システムと、

前記アノードロッドおよび前記電氣的システムから熱を除去するように構成された冷却システムと

を含む、モジュラーアノードアッセンブリ。

10

【請求項 2】

前記チャンネルフレームに接合され、前記電氣的システムと外部接触するのを防止するように前記電氣的システムを取り囲むアノードガードをさらに含む、請求項 1 記載のアッセンブリ。

【請求項 3】

前記アノードガードが、ハンドルを含み、前記アノードガードが、さらに前記冷却システムを取り囲み、前記冷却システムおよび前記電氣的システムが、前記アノードガードの外側にアクセスポイントを含む、請求項 2 記載のアッセンブリ。

20

【請求項 4】

前記チャンネルフレームが、前記アッセンブリをフレームの中に支持するような長さを有し、前記少なくとも1つのアノードロッドが、前記チャンネルフレームの前記長さに沿って均一に分配された少なくとも4つのアノードロッドを含む、請求項 1 記載のアッセンブリ。

【請求項 5】

前記アノードロッドが、前記チャンネルフレームに接合された上側セクションを含み、前記アノードロッドが、前記電解質に電氣的に接触し、かつ、前記アノードロッドの前記上側セクションに除去可能に装着されるように構成された下側セクションを含む、請求項 1 記載のアッセンブリ。

【請求項 6】

前記上側セクションが、ニッケル合金から製作され、前記下側セクションが、白金を含む、請求項 5 記載のアッセンブリ。

30

【請求項 7】

前記電氣的システムが、

アノードブロックであって、前記アノードブロックの中に、前記アノードロッドが着座され、電氣的に接続されている、アノードブロックと、

前記アノードブロックに電力を提供するバスと、

前記アノードブロックを前記バスに電氣的に連結するスリップジョイントと

を含む、請求項 1 記載のアッセンブリ。

【請求項 8】

2つのバスが、複数の前記アノードブロックに同等の電力を提供し、複数の前記アノードブロックの中に、複数の前記アノードロッドのそれぞれが着座しており、前記2つのバスが、それぞれ、外側の供給源から前記電力を提供するように前記チャンネルフレームの外側に延在するナイフエッジの接点を含む、請求項 7 記載のアッセンブリ。

40

【請求項 9】

前記スリップジョイントが、互いの側方部材に対して第1の方向に移動可能であり、一方、少なくとも1つの他の側方部材と第2の方向に電気接触したままである複数の側方部材を含む、請求項 7 記載のアッセンブリ。

【請求項 10】

前記冷却システムが、前記電氣的システムの上に冷却剤ガスを吹くように構成された活性

50

ガス冷却ラインと、前記アッセンブリから前記冷却剤ガスおよびオフガスを収集および除去するように構成されたガス出口ラインとを含む、請求項 1 記載のアッセンブリ。

【請求項 1 1】

電解質酸化物還元システムであって、前記電解質酸化物還元システムは、

電解質を含有する電解質容器と、

前記電解質容器の上方に支持され、前記電解質の中へ延在する少なくとも 1 つのモジュラーカソードアッセンブリと、

前記モジュラーカソードアッセンブリの両側の複数のモジュラーアノードアッセンブリと

を含み、前記モジュラーアノードアッセンブリは、それぞれ、

前記電解質容器の上方に前記モジュラーアノードアッセンブリを支持するチャンネルフレームと、

前記電解質容器の中の前記電解質の中へ延在する少なくとも 1 つのアノードロッドと

、前記アノードロッドに電力を提供する電氣的システムと

を含む、電解質酸化物還元システム。

【請求項 1 2】

前記複数のモジュラーアノードアッセンブリが、それぞれ、冷却システムおよびアノードガードをさらに含み、前記アノードガードが、さらに、前記電氣的システムおよび前記冷却システムを取り囲み、前記冷却システムおよび前記電氣的システムが、前記アノードガードの外側にアクセスポイントを含む、請求項 1 1 記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記チャンネルフレームが、前記電解質容器の上方に前記モジュラーアッセンブリを支持するような長さを有し、前記少なくとも 1 つのアノードロッドが、前記チャンネルフレームの前記長さに沿って均一に分配された 4 つのアノードロッドを含み、前記 4 つのアノードロッドが、実質的に均一な酸化電位を、近接するモジュラーカソードアッセンブリに供給する、請求項 1 1 記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記電氣的システムが、

中に前記アノードロッドが着座し、電氣的に接続されている、アノードブロックと、

前記アノードブロックに電力を提供する 2 つのバスであって、前記 2 つのバスが、それぞれ、前記電解質酸化物還元システムの中のナイフエッジのレシーバーに接続されるように前記チャンネルフレームの外側に延在するナイフエッジの接点を含む、2 つのバスと、

前記アノードブロックを前記 2 つのバスに電氣的に連結する 2 つのスリップジョイントと

を含む、請求項 1 1 記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記冷却システムが、前記電氣的システムの上に冷却剤ガスを吹くように構成された活性ガス冷却ラインと、前記アッセンブリから前記冷却剤ガスおよびオフガスを収集および除去するように構成されたガス出口ラインとを含み、前記活性ガス冷却ラインが、冷却ガス供給源に除去可能に接続し、前記ガス出口ラインが、グローブボックスに除去可能に接続する、請求項 1 1 記載のシステム。

【請求項 1 6】

電解質酸化物還元システムを作動させる方法であって、前記方法は、

複数のモジュラーアノードアッセンブリを前記還元システムの中に位置付けるステップであって、それぞれのモジュラーアノードアッセンブリは、

電解質の上方に前記モジュラーアノードアッセンブリを支持するチャンネルフレームと

、前記電解質の中へ延在する少なくとも 1 つのアノードロッドと、

前記アノードロッドに電力を提供する電氣的システムと

10

20

30

40

50

を含む、ステップと、

前記アッセンブリの中の前記電氣的システムを通して、前記複数のアノードアッセンブリに電力を適用するステップであって、前記アノードロッドを帯電させるようになっている、ステップと、

前記金属酸化物を伴うカソードを電解質に接触させることによって、金属酸化物を低減させるステップと

を含む、方法。

【請求項 17】

前記モジュラーアノードロッドアッセンブリのそれぞれの中の前記アノードロッドが前記電解質の中へ延在するように、前記電解質を流体化するステップをさらに含む、請求項 16 記載の方法。

10

【請求項 18】

それぞれのモジュラーアノードアッセンブリが、前記アノードロッドおよび前記電氣的システムから熱を除去するように構成された冷却システムをさらに含み、前記方法は、

前記複数のモジュラーアノードアッセンブリを、前記電氣的システムを介して電源に接続し、かつ、前記冷却システムを介してガス供給源およびガストレンに接続するステップと、

冷却剤ガスを、前記冷却システムを通して、前記アッセンブリの中へ流すステップと、前記冷却剤ガスおよびオフガスを、前記冷却システムを通して除去するステップと

をさらに含む、請求項 16 記載の方法。

20

【請求項 19】

前記冷却剤ガスおよびオフガスを、前記冷却システムを通して除去するステップをさらに含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 20】

前記アノードロッドが、前記チャンネルフレームに接合する上側セクションを含み、前記アノードロッドが、前記電解質に電氣的に接触するように構成され、かつ、前記アノードロッドの前記上側セクションに除去可能に装着する下側セクションを含み、前記方法が、

前記アノードロッドの前記下側セクションを除去するステップと、前記アノードロッドの前記下側セクションを交換用下側セクションと交換するステップとをさらに含む、請求項 16 記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ジュラーアノードアッセンブリおよびそれを使用する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

単一段階および多段階の電気化学的なプロセスが、金属酸化物をその対応する金属の（未酸化の）状態へ還元するのに使用可能である。そのようなプロセスは、従来より、不純物供給から 1 つまたは複数の高純度金属を再生するのに使用されており、かつ/または、その金属酸化物鉱石から金属を抽出する。

40

【0003】

多段階のプロセスは、従来より、金属または鉱石を電解質の中へ溶解させ、または未酸化の金属を再生するための電解質分解または選択的な電子輸送ステップが続く。例えば、使用済み核酸化物燃料からウランを抽出する際、ウラン酸化物の化学的還元が、融解 LiCl の中に溶解された Li などのような還元剤を使用して、650 で実施され、ウランおよび Li₂O を製造するようになっている。次いで、溶液が電解採取を受け、電解採取において、融解 LiCl の中に溶解された Li₂O が、電解によって分解され、Li を再生させる。ウラン金属が、商業用原子炉の中の核燃料などのような、さらなる使用のために準備される。

【0004】

50

単一段階のプロセスは、一般的に、金属酸化物に適合するように選ばれた融解電解質の中に、カソードおよびアノードと一緒に、金属酸化物を浸す。カソードが、金属酸化物と電氣的に接触し、アノードおよびカソード（および、カソードを介して金属酸化物）を帯電させることによって、金属酸化物が、電解質変換、および、融解電解質を通したイオン交換によって、還元される。

【0005】

単一段階のプロセスは、一般的に、融解塩および金属の取り扱いおよび移動において、より少ないコンポーネントおよび/またはステップを使用し、自由に浮遊する還元剤金属または過剰な還元剤金属の量を制限し、改善されたプロセス制御を有し、様々な出発状態/混合物の中の様々な金属酸化物に適合され、多段階のプロセスと比較して高純度の結果を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第6,540,902号明細書

【発明の概要】

【0007】

例示の実施形態は、モジュラーアノードアッセンブリ、および、そのようなモジュラーアッセンブリを使用する電解質酸化物還元システムを含む。それぞれのアッセンブリは、還元システムの中の電解質の中へ延在するいくつかのアノードロッドに接続されたチャンネルフレームを含むことが可能である。ロッドは、電氣的システムによって電力を供給されることが可能であり、電氣的システムは、ロッドによって、チャンネルフレームから絶縁されている。電氣的システムは、損傷することなく熱膨張を許容するスリップジョイントを含むことによって、高い作動温度に抵抗力があることが可能である。冷却システムは、例えば、コンポーネントの上に活性、不活性冷却ガスを吹くことによって、アノードロッドおよび電氣的システムから熱を除去する。アノードガードは、チャンネルフレームに固定され、モジュラーアッセンブリの取り扱いまたは再配置の間の、偶発的な感電死、または、アッセンブリコンポーネントに対する損傷を防止することが可能である。それぞれのアノードロッドは、上側および下側セクションに分割されることが可能であり、潜在的に腐食性の電解質に接触する下側セクションの容易な修理および交換を許容する。モジュラーアッセンブリは、標準化された電氣的な供給源/ドレンの接点およびガスの供給源/ドレンの接点を有することが可能であり、還元システムの中の多数の点における設置を許容する。

【0008】

例示の方法は、還元システムの中のモジュラーアノードアッセンブリを位置決めすることによって、および、アノードロッドを帯電させるようにアッセンブリの中の電氣的システムを通して複数のアノードアッセンブリに電力を適用することによって、電解質酸化物還元システムを作動させることが可能である。アノードロッドは、目標酸化物およびカソードに接触する電解質の中へ延在するので、金属酸化物は、その金属形態へ還元されることが可能である。電解質は、融解することまたは溶解することによって、流体化されることが可能であり、モジュラーアノードロッドアッセンブリのうちのそれぞれのうちのアノードロッドが、電解質の中へ延在することが可能であるようになっている。冷却システムは、電力適用の間に作動されることが可能であり、冷却システムを介してガス供給源およびガスドレンに接続されるとき、アノードロッドおよび電氣的システムから熱を除去する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】例示の実施形態の電解質酸化物還元システムの図である。

【図2】代替的な構成の、図1の例示の実施形態の電解質酸化物還元システムの別の図である。

【図3】例示の実施形態のシステムの中で使用可能な例示の実施形態のアノードアッセン

10

20

30

40

50

ブリの図である。

【図4】アノードガードなしの別の例示の実施形態のアノードアセンブリの図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、添付の図面を参照して、例示の実施形態が詳細に記載されることとなる。しかし、本明細書で開示されている具体的な構造的および機能的な詳細は、単に、例示の実施形態を記載する目的のためだけに表されている。例示の実施形態は、多くの代替的な形式に具現化されることが可能であり、本明細書で説明されている例示の実施形態だけに限定するものとして解釈されるべきではない。

【0011】

様々な要素を記載するために、第1、第2などの用語が本明細書で使用されている可能性があるが、これらの要素は、これらの用語に限定されるべきでないということが理解されるであろう。これらの用語は、単に、ある要素を別の要素と区別するために使用されている。例えば、例示の実施形態の範囲から逸脱することなく、第1の要素は、第2の要素と呼ばれることが可能であり、同様に、第2の要素は、第1の要素と呼ばれることが可能である。本明細書で使用されているように、「および/または」の用語は、関連のリストアップされた項目のうちの一つまたは複数の任意の組み合わせ、および全ての組み合わせを含む。

【0012】

要素が、別の要素に「接続されている」、「連結されている」、「装着されている」、「取り付けられている」、または「固定されている」と称される場合、それは、もう一方の要素に直接接続または連結されていることが可能であるか、または、介在する要素が存在することが可能であるということが理解されるであろう。対照的に、要素が、別の要素に「直接接続されている」または「直接連結されている」と称される場合、介在する要素は存在しない。要素間の関係を記載するために使用される他の用語は、同様の方式で解釈されるべきである（例えば、「の間」と「直接～の間」、「近接して」と「直接近接して」など）。

【0013】

本明細書で使用されているように、単数形「1つの(a)」、「1つの(an)」、および「その(the)」は、その語法が明白にその他のことを示していなければ、複数形も同様に含むことが意図されている。「含む(comprises)」、「含む(comprising)」、「含む(includes)」、および/または「含む(including)」の用語は、本明細書で使用される場合、記載された特徴、整数、ステップ、運転、要素、および/またはコンポーネントの存在を特定するが、一つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、運転、要素、コンポーネント、および/または、それらの群の存在または追加を除外しないということがさらに理解されるであろう。

【0014】

また、いくつかの代替的な実施において、述べられている機能/行為は、図に述べられた、または明細書に記載された順序から外れて起こることが可能であるということも留意されるべきである。例えば、連続して示されている2つの図またはステップは、実際、順番におよび同時に実行されることが可能であり、または、必要とされる機能性/行為に応じて、時には、逆の順序または繰り返し実行されることが可能である。

【0015】

本発明者らは、既知のプロセスが、制限された静的なカソードのサイズおよび構成に少なくとも部分的に起因して、商業規模または柔軟な規模で大量の還元された金属の製造物を発生させることができないという、既存の単一段階の電解質還元プロセスにおける問題を認識していた。さらに、単一段階の電解質還元プロセスは、部品の規則性および置換性などのような、構成の柔軟性を欠く可能性があり、電力レベル、作動温度、作業電解質などのような作動パラメータの柔軟性を欠く可能性がある。以下に記載される例示のシステムおよび方法は、以下または他に説明されたこれらの問題および他の問題に独自に取り

10

20

30

40

50

組む。

【0016】

例示の実施形態の電解質酸化物還元システム

図1は、例示の実施形態の電解質酸化物還元システム(EORS)1000の図である。例示の実施形態のEORS1000の態様は以下に記載されており、関連の例示の実施形態のコンポーネントと一緒に使用可能であるが、EORS1000は、以下の同時係属出願にさらに記載されている。

【0017】

出願番号	出願日	代理人整理番号
12/977,791	本願と同日	246135
12/977,839	本願と同日	246136
12/978005	本願と同日	246139
12/978,027	本願と同日	246140

上記にリストアップされた同時係属出願の開示は、その全体が参照により組み込まれる。

【0018】

図1に示されているように、例示の実施形態のEORS1000は、柔軟な規模ベースまたは商業規模ベースで、いくつかの異なるタイプの金属酸化物の電解質還元を許容するいくつかのモジュラーコンポーネントを含む。例示の実施形態のEORS1000は、電解質容器1050を含み、電解質容器1050は、ヒーター1051に接触しているか、または、容器1050の中の電解質を融解することおよび/または溶解することが要求された場合には、ヒーター1051によって加熱される。電解質容器1050は、ハロゲン化物塩、または、可動酸化物イオンを提供する可溶性酸化物を含有する塩などのような、還元されることとなる材料のタイプに基づいて選ばれた適切な電解質で満たされている。例えば、 CaCl_2 および CaO 、または、 CaF_2 および CaO 、または、いくつかの他のCa基電解質、または、 LiCl および Li_2O などのようなリチウム基電解質混合物が、希土類酸化物、または、酸化ウランもしくは酸化プルトニウムなどのようなアクチノイド酸化物、または、使用済み核燃料などのような複合酸化物を、還元するのに使用されることが可能である。さらに、電解質は、その融点に基づいて選ばれることが可能である。例えば、 LiCl または LiF の電解質塩混合物、および Li_2O は、標準圧力において610 周辺で融解されることが可能であり、一方、 CaCl_2 および CaO 混合物は、およそ850 の作動温度を必要とすることが可能である。溶解酸化物種の濃度は、電気化学的手段または他の手段によって、可溶性酸化物または塩化物を追加することによって、還元の間制御されることが可能である。

【0019】

EORS1000は、フレームを含有するいくつかの支持および構造部材を含むことが可能であり、そうでなければ、他のコンポーネントを支持および組み立てることが可能である。例えば、1つまたは複数の側方支持部1104が、上部プレート1108まで延在し、上部プレート1108を支持することが可能であり、上部プレート1108は、電解質容器1050の上方に開口部(図示せず)を含むことが可能であり、そこへのアクセスを許容するようになっている。上部プレート1108は、さらに、上部プレート1108にまたは上部プレート1108の周辺に接続されたグローブボックス(図示せず)によって、支持および/または隔離されることが可能である。いくつかの標準化された電気接点1480(図2)および冷却源/ガス排出部が、上部プレート1108の上または近辺に設けられることが可能であり、アノードおよびカソードコンポーネントが、モジュラー位置においてEORS1000によって支持され、EORS1000を通して作動可能であることを許容する。リフトバー1105および/またはガイドロッド1106を含むリフトバスケット(lift basket)システムは、カソードアッセンブリ1300に接続され、かつ/または、カソードアッセンブリ1300を吊り下げることが可能であり、カソードアッセンブリ1300は、電解質容器1050の中の融解した電解質の中へ下

10

20

30

40

50

方に延在する。そのようなリフトバスケットシステムは、E O R S 1 0 0 0の残りの部分および関連のコンポーネントを動かすことなく、カソードアッセンブリ 1 3 0 0の選択的な持ち上げまたは他の操作を許容することが可能である。

【 0 0 2 0 】

図 1では、E O R S 1 0 0 0が、いくつかのアノードアッセンブリ 1 2 0 0と交互になっているいくつかのカソードアッセンブリ 1 3 0 0と共に示されており、アノードアッセンブリ 1 2 0 0は、様々な支持エレメントに支持され、電解質容器 1 0 5 0の中へ延在している。さらに、アッセンブリは、E O R S 1 0 0 0の中の対応する供給源への標準化された接続部を通して、電力を供給され、または、冷却される。図 1には、10個のカソードアッセンブリ 1 3 0 0および11個のアノードアッセンブリ 1 2 0 0が示されているが、任意の数のアノードアッセンブリ 1 2 0 0およびカソードアッセンブリ 1 3 0 0が、エネルギー資源、還元されることとなる材料の量、製造されることとなる金属の所望の量などに応じて、E O R S 1 0 0 0の中で使用されることが可能である。すなわち、柔軟で潜在的に大規模な、商業規模の電解質還元システムを提供するために、個々のカソードアッセンブリ 1 3 0 0および/またはアノードアッセンブリ 1 2 0 0が、追加または除去されることが可能である。このように、例示の実施形態のE O R S 1 0 0 0、アノードアッセンブリ 1 2 0 0、およびカソードアッセンブリ 1 3 0 0のモジュラー設計を通して、例示の実施形態は、急速の、簡易化した単一ステージの還元運転において、材料製造要求およびエネルギー消費制限をより良く満たすことが可能である。モジュラー設計は、さらに、例示の実施形態の迅速な修理および標準化された製作、低い製造コストおよび修復コストならびに時間消費を可能にすることが可能である。

10

20

【 0 0 2 1 】

図 2は、代替的な構成のE O R S 1 0 0 0の図であり、バスケット持ち上げシステムは、リフトバー 1 1 0 5およびガイドロッド 1 1 0 6を含んでおり、ガイドロッド 1 1 0 6が引き上げられ、アクセスするために電解質容器 1 0 5 0からモジュラーカソードアッセンブリ 1 3 0 0だけを選択的に持ち上げるようになっており、カソードアッセンブリ 1 3 0 0から反応金属酸化物または製造された還元金属の積み降ろしを許容する。図 2の構成では、いくつかのモジュラー電気接点 1 4 8 0が、上部プレート 1 1 0 8の開口部の周辺にモジュラー位置に整列して示されている。例えば、電気接点 1 4 8 0は、E O R S 1 0 0 0の中のモジュラーカソードアッセンブリ 1 3 0 0および/またはアノードアッセンブリ 1 2 0 0のいくつかの異なるアライメントおよび位置を許容するナイフエッジ (k n i f e - e d g e) の接点であることが可能である。

30

【 0 0 2 2 】

図 1に示されているように、バスバー 1 4 0 0、アノード電源ケーブル 1 4 1 0、および/またはカソード電源ケーブル 1 4 2 0を含む電力送達システムは、アノードアッセンブリ 1 2 0 0および/またはカソードアッセンブリ 1 3 0 0に電気接点(図示せず)を通して独立した電荷を提供することが可能である。運転中、電解質容器 1 0 5 0の中の電解質は、加熱および/または溶解することによって、または、そうでなければ、還元されることとなる酸化物と互換性のある液体電解質材料を提供することによって、液化されることが可能である。液化された電解質材料の運転温度は、使用される材料に基づいて、おおよそ 4 0 0 ~ 1 2 0 0 の範囲にあることが可能である。例えば、 Nd_2O_3 、 PuO_2 、 UO_2 、使用済み酸化物核燃料または希土類鉱石などのような複合酸化物などを含む酸化物材料が、カソードアッセンブリ 1 3 0 0の中へ積み込まれ、カソードアッセンブリ 1 3 0 0が、液体電解質の中へ延在し、酸化物材料が、電解質およびカソードアッセンブリ 1 3 0 0と接触するようになっている。

40

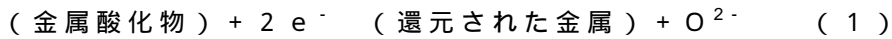
【 0 0 2 3 】

カソードアッセンブリ 1 3 0 0およびアノードアッセンブリ 1 2 0 0が、電源へ接続され、反対の電荷または極性を提供するようになっており、電流制御された電気化学的なプロセスが生じ、電気化学的に発生させられた所望の還元電位が、カソードにおける金属酸化物の中へ流れる還元電子によって、カソードにおいて確立されるようになっている。発

50

生させられた還元電位に起因して、カソードアッセンブリ 1300 中の酸化物材料の中の酸素が、放出され、液体電解質の中へ酸化物イオンとして溶解する。酸化物材料の中の還元された金属は、カソードアッセンブリ 1300 中に残っている。カソードアッセンブリにおける電解質反応は、反応式 (1) によって表されることが可能である。

【0024】



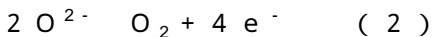
ここで、 $2e^-$ は、カソードアッセンブリ 1300 によって供給された電流である。

【0025】

アノードアッセンブリ 1200 において、電解質の中に溶解された負の酸素イオンが、それらの負の電荷をアノードアッセンブリ 1200 に移動させ、酸素ガスに変換されることが可能である。アノードアッセンブリにおける電解反応は、反応式 (2) によって表されることが可能である。

10

【0026】

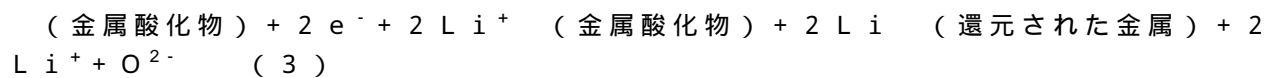


ここで、 $4e^-$ は、アノードアッセンブリ 1200 の中を通る電流である。

【0027】

例えば、融解 Li 基塩が、電解質として使用されるとすれば、上記のカソード反応は、反応式 (3) によって言い換えられることが可能である。

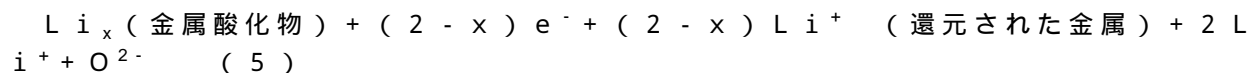
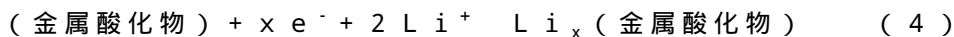
【0028】



20

しかし、この具体的な反応シーケンスは生じない可能性があり、中間電極反応の可能性があり、カソードアッセンブリ 1300 が、リチウム堆積が生じることとなる電位よりも小さい負の電位に維持されるかのようにになっている。可能性のある中間電極反応は、反応式 (4) および (5) によって表されるものを含む。

【0029】



(4) および (5) で示されている中間反応における金属酸化物結晶構造の中へのリチウムの組み込みは、金属酸化物の伝導性を改善することが可能であり、還元により有利である。

30

【0030】

参照電極、ならびに、他の化学的および電気的モニターが、電極電位および還元速度、ひいては、アノードまたはカソード損傷/腐食/過熱などのリスクを制御するために使用されることが可能である。例えば、参照電極は、カソード表面の近辺に設置され、電極電位を監視し、アノードアッセンブリ 1200 およびカソードアッセンブリ 1300 に対する電圧を調節することが可能である。還元だけにとって十分な安定した電位を提供することは、塩素発生などのようなアノード反応、および、リチウムまたはカルシウムなどのような電解質金属の浮遊性の液滴などのようなカソード反応を避けることが可能である。

【0031】

例えば、電解質として使用された融解 LiCl 中の Li_2O など、液体電解質の中の溶解酸化物イオン種の効率的な輸送が、例示の実施形態の EORS 1000 中の還元速度、および未酸化金属の製造を改善することが可能である。交互にされているアノードアッセンブリ 1200 およびカソードアッセンブリ 1300 が、大規模製造のためにアノードおよびカソード表面面積を増加させながら、溶解酸化物イオンの飽和、および、電解質にわたる均一性を改善することが可能である。例示の実施形態の EORS 1000 は、攪拌器、混合器、振動子などをさらに含み、溶解酸化物イオン種の拡散輸送を強化することが可能である。

40

【0032】

化学的および/または電気的モニタリングは、アノードアッセンブリ 1200 とカソー

50

ドアッセンブリ 1300 との間の電圧電位が増加するとき、または、溶解酸化物イオンの量が減少するときなどのように、上述の還元プロセスが完了したということを示すことが可能である。所望の程度完了すると、前述の還元プロセスの中で作られた、還元された金属が、保持されて還元された金属を含有するカソードアッセンブリ 1300 を容器 1050 の中の電解質から持ち上げることによって、カソードアッセンブリ 1300 から採取されることが可能である。プロセス 1200 の間にアノードアッセンブリにおいて収集された酸素ガスは、定期的にまたは連続的にアッセンブリによって流されて、将来の使用のために排出されるか、または収集されることが可能である。

【0033】

例示の実施形態の EORS 1000 の構造および運転が、上記に示され、記載されてきたが、組み込まれた文献および他の場所で記載されているいくつかの異なるコンポーネントが、例示の実施形態に使用可能であり、EORS 1000 の具体的な運転および特徴を、さらに詳細に記載している可能性があるということが理解される。同様に、例示の実施形態の EORS 1000 のコンポーネントおよび機能性は、上記に与えられた、または組み込まれた文献に与えられた具体的な詳細に限定されず、当業者の要求および制限にしたがって変化する可能性がある。

10

【0034】

例示の実施形態のアノードアッセンブリ

図 3 は、例示の実施形態の EORS 1000 に使用可能な例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 の図である。例えば、モジュラーアノードアッセンブリ 200 は、図 1 に関連して記載されたアノードアッセンブリ 1200 として使用可能であり得る。また、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 は、アノードを使用する他の電解質システムおよびコンポーネントに使用可能であり得る。

20

【0035】

図 3 に示されているように、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 は、1 つまたは複数のアノードロッド 210 を含む。それぞれのアノードロッド 210 は、アッセンブリ 200 の下方の電解質に電氣的に接触するのに十分な距離にわたり、チャンネルフレーム 201 から下向きに延在することが可能である。例えば、EORS 1000 (図 1) において使用された場合、アノードロッド 210 は、アノードアッセンブリ 1200 の底部から電解質容器 1050 の中の電解質の最上レベル 1052 までの距離よりも長い長さを有することとなる。酸化物イオンの酸化が電解質酸化物還元システムの中で望まれる場所にしたがって、アノードロッド 210 は、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 のチャンネルフレーム 201 に沿って均一に離隔されているか、または密集していることが可能である。例えば、図 3 に示されているように、4 つのアノードロッド 210 が、チャンネルフレーム 201 に沿って均一に並べられることが可能であり、カソードアッセンブリ 1300 (図 1) の両側に設置されると、電解質を通して均一な電流または電荷分布を提供するようになっている。さらに、例示の実施形態の EORS 1000 に使用可能なカソードアッセンブリ 1300 は、平面的であり、増加された体積が、より大きな量の金属酸化物を収容するので、チャンネルフレーム 201 に沿って実質的に均一に並べられたアノードロッド 210 は、平面的なカソードアッセンブリ 1300 の周辺の電解質から酸化物イオンを均一に除去し、かつ/または、それに均一な酸化電位を提供することが可能である。モジュラー方式の例示の実施形態のアノードアッセンブリと交互にされることが可能なカソードアッセンブリの例が、組み込まれた文献 24AR246139 (8564-000227) に記載されている。

30

40

【0036】

電解質または酸化条件およびセ氏数百度の作動温度に露出されたときにその物理的特性を維持する様々な伝導性材料によって、アノードロッド 210 は、製作されることが可能である。例えば、任意の耐腐食性金属合金が、アノードロッド 210 に使用されることが可能である。電解質として高温アルカリ-ハロゲン化物塩混合物を使用した例では、白金などのような、とりわけ耐熱性および耐腐食性の材料が、電解質表面レベル 1052 の下

50

方に延在するアノードロッド210の下側部分211に使用されることが可能である。白金、イリジウム、ロジウム、およびそれらの合金、ならびに、他の高度に酸化しない(noble)、伝導性材料が、同等に、アノードロッド210、または、その下側部分211に使用されることが可能である。追加的に、グラファイトなどのような犠牲材料が、アノードロッド210、または、その下側部分211に使用されることが可能である。犠牲材料は、アノードにおいて発生された酸素、および/または、電解質から放出された酸素と容易に反応し、二酸化炭素などのような反応性/腐食性の低いガスを形成することが可能である。

【0037】

コストを低減させるために、アノードロッド210の上側部分212は、それにもかかわらず、導電性、ならびに、耐熱性および耐腐食性がある、ニッケル合金などのような、より豊富な材料によって製作されることが可能である。すなわち、上側部分212は、反応的な電解質と接触することが可能でないため、白金、イリジウムまたはロジウムなどのような希少な材料の代わりに、ステンレス鋼またはニッケルなどのような、費用はかからないが同等に抵抗力のある材料が、上側部分212に使用されることが可能である。代替的に、または追加的に、下側部分211は、上側部分212から非破壊的に取り外されることが可能であり、これらのセクションの間の材料の相違を許容し、例えば、腐食、または、高い電解質作動温度もしくは電気分解によって引き起こされる他の損傷に起因する下側部分211の容易な交換および/または修理を可能にする。上側部分212は、機械的な固定具、ねじおよびねじ穴、タング(tang)およびレセプター(receiver)などのような、いくつかの既知の接合メカニズムのうちの任意のものによって、下側部分211に除去可能に装着されることが可能である。

10

20

30

【0038】

1つまたは複数の計装ガイドチューブ220が、追加的に、チャンネルフレーム201の中に着座されるか、または、そうでなければ、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200に接続されることが可能である。計装ガイドチューブ220は、例えばEORS1000などのような、より大きなシステムの中の定位置に個々のアッセンブリ200を挿入するために、アライメントを提供することが可能であり、かつ、必要に基づいて、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200の素早い挿入、および、そのようなシステムからの例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200の素早い除去を容易にすることが可能である。また、計装ガイドチューブ220は、還元電位および還元完全性を決定および制御するために、アッセンブリ200の物理的な態様を監視する電気センサーおよび/または化学センサー、ならびに、それを使用するシステムを収容することも可能である。例えば、電解質の中の酸素イオンを測定する化学的計装、または、アノードロッド210の中の電流フローを測定する電極が、計装ガイドチューブ220の中に設置されることが可能であり、かつ、外部出力デバイスまたはプロセッサ(図示せず)に接続され、システムパラメータを分析し、その使用を制御することが可能である。

40

50

【0039】

チャンネルフレーム201は、それに取り付けられた電気的および/または熱的な絶縁部材202を含むことが可能であり、チャンネルフレーム201および隣接コンポーネントの作動温度を低下させ、かつ、より大きなEORSシステム1000(図1)の中に入っているような、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200の外側の電流フローを防止する。例えば、絶縁部材202は、アッセンブリ200の下側もしくは外側表面全体をカバーすることが可能であり、または、チャンネルフレーム201の上において、上部プレート1108もしくは(以下に説明される)バス280のナイフエッジの接点の周辺などのような、チャンネルフレーム201が外側支持部に接触することとなる場所だけに位置付けられることが可能であり、または、図3に示されているように、アノードロッド210がチャンネルフレーム201に接合される場所に位置付けられることが可能である。絶縁部材202は、セラミック、もしくは、ポリテトラフルオロエチレンなどのようなフ

ッ化炭素、または、同等のものから製作されることが可能であり、所望の熱的および/または電氣的な絶縁体を提供する。

【0040】

アノードガード205が、さらに、チャンネルフレーム201に接合されることが可能であり、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200の電氣的コンポーネントを取り囲むことが可能である。アノードガード205は、絶縁することが可能であり、かつ/または、アッセンブリ200を取り扱う間に、励起されたアッセンブリコンポーネントと偶発的に接触することを防止することが可能である。アノードガード205は、電氣的内部を完全に遮蔽することが可能であり、さらに、(以下に記載される)冷却ガスライン240および/またはオフガスライン245などのような冷却メカニズムが、アッセンブリ200から延在すること、および、アッセンブリ200の中へ延在することを許容する。アノードガード205は、酸素腐食および/または上昇温度に対して絶縁性および抵抗力がある材料から製作されることが可能であり、そのような材料は、中実のシートであることが可能であるか、または、ガスおよび熱がアッセンブリ200の外側に流れることを許容するメッシュであることが可能である。リフトベイル(lift bail)290、または、他のハンドリングメカニズムが、アノードガード205、または、アッセンブリ200の別のコンポーネントに接合され、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200を取り扱う/挿入する/除去するのに役立つことが可能である。このように、チャンネルフレーム201、アノードガード205、およびリフトベイル(lift bale)290は、絶縁された安全な作動条件およびハンドリングメカニズムを提供し、EORS1000(図1)などのような、柔軟なアノード構成を許容するシステムの中の、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200を、容易に移動、挿入、または除去することが可能である。

10

20

【0041】

図4は、アノードガード205またはリフトベイル290のない、例示の実施形態のアノードアッセンブリ200の別の図であり、その中で使用可能な電氣的および冷却内部コンポーネントを示している。図4に示されているように、アノードロッド210および/または計装ガイドチューブ220は、リテーナー215によって、チャンネルフレーム201の中に着座されることが可能である。リテーナー215は、アノードロッド210が、チャンネルフレーム201から絶縁されるように、強固におよび除去可能に、チャンネルフレーム201およびアノードロッド210を接合することが可能である。例えば、リテーナー215は、セラミックのスリーブ、ナットおよびねじ、絶縁ライナーを有するボルトなどであることが可能である。

30

【0042】

アッセンブリ200の中のその位置または配向にかかわらず、アノードロッド210は、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ200の電氣的システムによって、電氣的に電力を供給される。例えば、電氣的システムは、アノードブロック286、スリップ接続部285、およびバス280を含むことが可能であり、それは、1つまたは複数のアノードロッド210に電流および/または電圧を供給する。図4に示されている例では、アノードロッド210は、アノードブロック286とアノードロッド210との間の接触表面面積を最大化するように、アノードブロック286の中の挿入部または孔部の中に接続または着座されている。アノードブロック286は、側方接点を通して、スリップ接続部285において、バス280に電氣的に接続されている。アノードブロック286、スリップ接続部285、およびバス280は、それぞれ、チャンネルフレーム201およびアノードガード205(図3)から絶縁されることが可能であり、かつ/または、そうでなければ、チャンネルフレーム201およびアノードガード205(図3)に電氣的に接続されないことが可能である。例えば、図4に示されているように、スリップ接続部285、アノードブロック286、およびバス280は、それぞれ、チャンネルフレーム201から上昇させられ、チャンネルフレーム201から分離される。これらのエレメントが、チャンネルフレーム201においてアノードブロック286に接合されるアノードロッド21

40

50

0 などのような、他の帯電されたコンポーネントに接触する場所では、または、バス 280 のナイフエッジの接点が、チャンネルフレーム 201 を通って延在する場所では、絶縁材が、接点とチャンネルフレーム 201 との間に挟まれることが可能である。

【0043】

スリップ接続部 285 は、アノードロッド 210 の移動または結果的な損傷なしに、アノードブロック 286 および / またはバス 280 の熱膨張を許容する。すなわち、アノードブロック 286 および / またはバス 280 は、側方の電気接点を維持しながら、スリップ接続部 285 の中において、互いに横方向に膨張および / または収縮することが可能である。例示の電氣的システムのそれぞれのコンポーネントは、銅または鉄合金などのような導電性材料から製作される。任意の数のコンポーネントが、電氣的システムの中で繰り返されることが可能であり、例えば、いくつかのアノードブロック 286 が、それぞれ依然として、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 の両端において複数のバス 280 に接続されながら、いくつかの対応するアノードロッド 210 に接続されるように位置付けられることが可能であり、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 は、対応する同期化された電圧供給源に接続されることが可能である。

10

【0044】

アノードガード 205 (図 3) によってガードされ、チャンネルフレーム 201 およびアノードガード 205 (図 3) から絶縁された電氣的システムは、それにもかかわらず、外部電源に接続されることが可能である。例えば、バス 280 は、ナイフエッジの接点を含むことが可能であり、ナイフエッジの接点は、チャンネルフレーム 201 を通って延在し、チャンネルフレーム 201 から絶縁されている。バス 280 のナイフエッジの接点は、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 が設置され得る所定の位置において、EORS 1000 (図 1) の中のナイフエッジのレセプターの中へ着座されることが可能である。所望のレベルの独立した電流および / または電圧が、バス 280、スリップ接続部 285、およびアノードブロック 286 を通して、アノードロッド 210 に供給されることが可能であり、アノードロッド 210 が、還元システムにおいて、酸化電位 / 酸素脱イオン化機能を提供することが可能であるようになっている。例示の実施形態のアッセンブリ 200 の中の電氣的システムによって提供される電圧および / または電流は、システムの物理的パラメーター、および、計装からのフィードバックに基づいて、マニュアルでまたは自動的に、外部制御装置によって、変化させられることが可能であり、それは、また、例示の実施形態のアノードアッセンブリ 200 によって提供されることも可能である。代替的に、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリの中の電氣的システムは、自給式であり、外部接点を必要とすることなく、内部の高容量電気貯蔵装置によって電力を供給されることが可能である。

20

30

【0045】

例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 は、冷却剤システムをさらに含むことが可能であり、冷却剤システムは、電氣的コンポーネントおよび他のアッセンブリ構造体を、材料安定性、電気伝導度、および安全性を強化する作動温度に維持するのに役立つ。例えば、融解されている可能性のあるハロゲン化物塩に直接接触するアノードロッド 210 の下側部分 211 (図 3) は別として、上部プレート 1108 の上方の、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 の作動温度は、おおよそ 150 以下に維持されることが可能である。追加的に、絶縁部材 202 が、より低い作動温度に貢献することが可能である。

40

【0046】

冷却剤システムは、例えば、活性ガス冷却ライン 240 およびガス出口ライン 245 を含むことが可能であり、それらは、例示の実施形態のモジュラーアッセンブリ 200 に接続され、かつ / または、例示の実施形態のモジュラーアッセンブリ 200 に排気する。図 4 に示されているように、ライン 240 および 245 は、1つの側部から、または両方の側部から、アッセンブリ 200 に進入することが可能であり、かつ、アノードガード 205 (図 3) の中においてそれぞれのアノードブロック 286 に沿って延在することが可能

50

である。ライン 240 および 245 は、対応するガス供給源、および、EORS 1000 (図 1) などのようなモジュラーシステムの中に含まれるドレン、または、モジュラーシステムから独立したドレンに接続されることが可能である。ガス出口ライン 245 および 活性ガス冷却ライン 240 は、ライン支持部 248 に相互にまたは個々に支持されることが可能であり、ライン支持部 248 は、チャンネルフレーム 201 に固定され、かつ、電気的システムから絶縁されている。活性ガス冷却ライン 240 は、1 つまたは複数の水抜き穴 241 を含むことが可能であり、水抜き穴 241 は、アノードブロック 286、または、積極的に冷却されることが望まれる他のコンポーネントの上に、直接、冷却剤ガスを吹く。アノードブロック 286 は、より高温の電解質の中のアノードロッド 210 に接続され得るので、アノードブロック 286 は、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 の中の最も熱いコンポーネント、または、最も効果的に冷却されるコンポーネントであることが可能である。追加的に、または代替として、活性ガス冷却ライン 240 は、様々な構造体の上に冷却剤ガスを排気する、もしくは吹くことが可能であり、かつ/または、アノードガード 205 (図 3) の内部を全体に冷却することが可能である。当然ながら、閉じたチャンネル、および圧縮機/冷媒ベースの冷却剤システム、または、多数の冷却剤ライン 240 を使用するシステムなどが、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリを通してループにされることが可能であり、所望の冷却を提供することが可能である。

10

【0047】

活性冷却剤ガスは、アルゴン、ヘリウムなどのような冷却された不活性ガスであることが可能であり、それは、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 から熱を対流的に除去する。活性冷却剤ガスは、追加的に、酸素と混合されるか、または、電解質から、もしくは、還元システムの中で還元されることとなる材料から分離された任意の他のオフガスと混合されることが可能であり、また、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 の中へ流れるか、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 の中に集まることが可能である。混合は、高温オフガスを冷却することと、高温オフガスの腐食性を低減することの両方が可能であり、例えば、高温の、潜在的にイオン化された、ガス状の酸素と混合された冷却ネオンが、希釈によって、さらなる反応を伴うことなく、そのような酸素の温度および腐食性を低減させることとなる。

20

【0048】

活性冷却剤ガスおよび任意の混ぜられたオフガスは、排気するため、または、さらなる使用のために、ガス出口ライン 245 の中へ流されることが可能である。ガス出口ライン 245 は、孔部、ベント、フィルターなどを有することが可能であり、ガス出口ライン 245 の中に比較的低い圧力を提供する外部ファンまたは冷却装置に接続されることが可能であり、例示の実施形態のアノードアッセンブリ 200 の中のガス、とりわけ、アノードガード 205 (図 3) の下に集まる冷却剤およびオフガスが、ガス出口ライン 245 の中へ流されるようになっていく。ガス出口ライン 245 は、それに接続されるシュラウドベントライン 246 をさらに含むことが可能である。還元システムから酸素および/または他のオフガスを収集し、および集中させるシュラウドは、例示の実施形態のアノードアッセンブリ 200 に接続されることが可能であり、そのようなガスを、シュラウドベントライン 246 を通してガス出口ライン 245 の中へ直接的に送ることが可能である。そのようなシュラウドからのオフガスは、安全な取り扱いおよび腐食の低減のために、ガス出口ライン 245 の中へ流される不活性冷却剤ガスと混合され、その不活性冷却剤ガスで冷却されることが可能である。例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 に接合可能なシュラウドアッセンブリの例が、組み込まれた出願 24AR246135 (8564-000224) に記載されている。

30

40

【0049】

ガスライン 240 および 245 は、容易におよび非破壊的に、それぞれの冷却剤ガス供給源に、または、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 が、EORS 1000 (図 1) もしくは別のシステムなどのような、還元システムの中に位置付けられ

50

ている圧力シンク (pressure sinks) に、接続および非接続されることが可能である。例えば、還元システムは、グローブボックスマニホールドを含むことが可能であり、グローブボックスマニホールドは、固定具、ねじ、パイプ取り付け用具などを介して、ガス出口ライン 245 に接続されることが可能であり、オフガスおよび使用された冷却剤ガスを、絶縁および取り扱いのために、グローブボックスの中へ引き出すことが可能である。

【 0050 】

図 1 に示されているように、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 は、アノードアッセンブリ 1200 として使用可能であり、かつ、標準化され、酸化要求に基づいた数で、交換可能な組み合わせで、使用されることが可能である。例えば、それぞれのモジュラーアノードアッセンブリ 200 が、ナイフエッジの接点、および、ガスライン 240 および 245 のための出口を備えた、同様に構成されたバス 280 を含む場合、任意のモジュラーアノードアッセンブリ 200 は、別のものと交換されることが可能であるか、または、EORS 1000 などのような還元システムの中の、それに応じて構成された他の場所に移動させられることが可能である。それぞれのアノードアッセンブリは、電力を供給され、かつ、カソードアッセンブリと交互になるなど、カソードアッセンブリに近接して設置され、カソードの中の金属酸化物に所望のおよび効果的な還元作用を適用することが可能である。そのような柔軟性は、大量の還元された金属が、予想可能な一様な量で形成されることを許容することが可能であり、資源消費が制御されること、ならびに、システムの複雑さが低減されること、および/または、例示の実施形態のモジュラーアノードアッセンブリ 200 を使用する例示の実施形態のシステムの中の損傷リスクが低減されることを伴う。

10

20

【 0051 】

上記に説明された例示の実施形態は、例示のシステム、およびアノードアッセンブリの実施形態に関連して、独特な還元プロセスおよび方法の中で使用されることが可能である。例示の方法は、還元システムの中で、1つまたは複数のモジュラーアノードアッセンブリの位置または構成を決定することを含む。そのような決定は、還元されることとなる材料の量、所望の作動電力レベルもしくは温度、カソードアッセンブリの位置、および/または、任意の他のセットもしくはシステムの所望の作動パラメーターに基づくことが可能である。例示の方法は、アノードアッセンブリを、電源に、および、アッセンブリが設置されるグローブボックスなどのような、オプションのガス供給源/ドレンに接続させることをさらに含むことが可能である。例示のアッセンブリはモジュラーであるので、外部の接続部は、同型に作られることも可能であり、単一タイプの接続部が、全ての例示の実施形態のアノードアッセンブリと働くことが可能である。還元システムの中で使用される電解質は、アノードおよび/またはカソードアッセンブリを電解質に接触する所定の位置に位置付けるために、融解されるか、または、流体にされることが可能である。

30

【 0052 】

電流または電圧のいずれかで測定された所望の電力レベルは、アッセンブリの中の電気的システムを通して、アノードアッセンブリに適用され、例示の方法で、その中のアノードロッドを帯電させるようになっている。アノードロッドは、電解質と接触しているが、この帯電は、脱イオン化酸素が電解質の中へ溶解されながら、カソードの近くの金属酸化物、または、電解質の中のそれと接触する金属酸化物を低減させる。例示の方法は、修理またはシステム構成要求に基づいて、還元システムの中のアッセンブリのモジュラー部品、または、アッセンブリ全体を交換するステップをさらに含むことが可能であり、可変量の還元された金属を製造することが可能であり、かつ/または、所望の電力レベル、電解質温度、および/もしくは、モジュラー構成に基づく任意の他のシステムパラメーターで作動される柔軟なシステムを提供する。還元が続いて、還元された金属は、除去されることが可能であり、還元された金属の特性に基づいて、様々な化学的プロセスの中で使用されることが可能である。例えば、還元されたウラン金属は、核燃料へ再処理されることが可能である。

40

50

【 0 0 5 3 】

例示の実施形態がこのように記載されているが、当業者には、例示の実施形態は、日常的な実験を通して、さらなる発明的活動なしに、変更されることが可能であるということが認識されるであろう。例えば、例示の実施形態では、4つのアノードロッドが示されているが、アノードロッドの他の数および構成が、予想されるアノードアッセムブリの設置、電力レベル、必要な陽極酸化電位などに基づいて、使用されることが可能であるということが当然ながら理解される。変形例は、例示の実施形態の精神および範囲から逸脱するものとして認識されるべきではなく、当業者に明らかであるような全てのそのような修正例は、以下の特許請求の範囲の範囲内に含まれていることが意図されている。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 5 4 】

- 2 0 0 モジュラーアノードアッセムブリ
- 2 0 1 チャネルフレーム
- 2 0 2 熱的絶縁部材
- 2 0 5 アノードガード
- 2 1 0 アノードロッド
- 2 1 1 下側部分
- 2 1 2 上側部分
- 2 1 5 リテーナー
- 2 2 0 計装ガイドチューブ
- 2 4 0 冷却ガスライン
- 2 4 1 水抜き穴
- 2 4 5 オフガスライン
- 2 4 6 シュラウドベントライン
- 2 4 8 ライン支持部
- 2 8 0 バス
- 2 8 5 スリップ接続部
- 2 8 6 アノードブロック
- 2 9 0 リフトベイル
- 1 0 0 0 電解質酸化物還元システム (E O R S)
- 1 0 5 0 電解質容器
- 1 0 5 1 ヒーター
- 1 0 5 2 電解質表面レベル
- 1 1 0 4 側方支持部
- 1 1 0 5 リフトバー
- 1 1 0 6 ガイドバー
- 1 1 0 8 上部プレート
- 1 2 0 0 アノードアッセムブリ、プロセス
- 1 3 0 0 カソードアッセムブリ
- 1 4 0 0 バスバー
- 1 4 1 0 アノード電源ケーブル
- 1 4 2 0 カソード電源ケーブル
- 1 4 8 0 電気接点

20

30

40

【 図 1 】

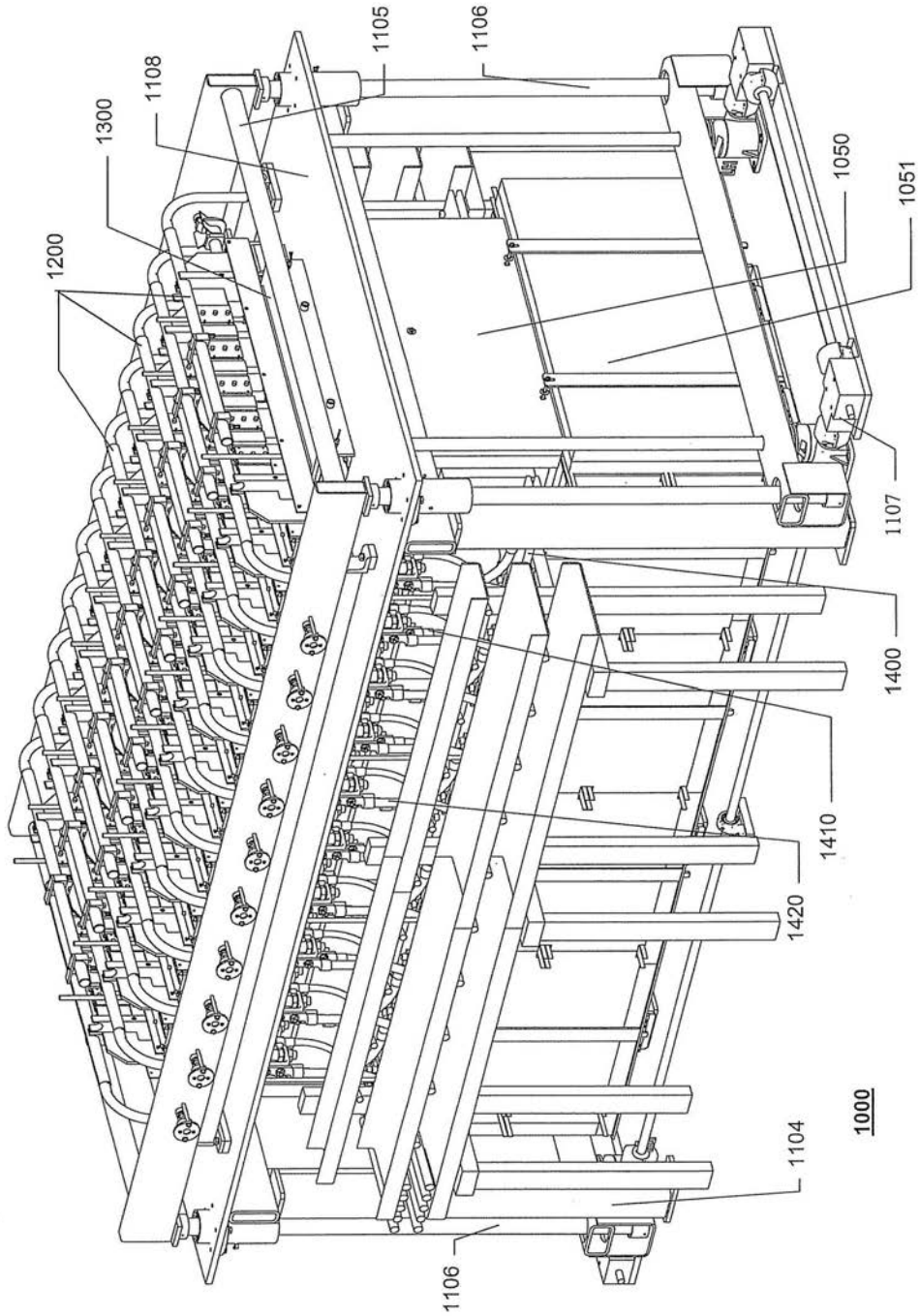


FIG. 1

【 図 2 】

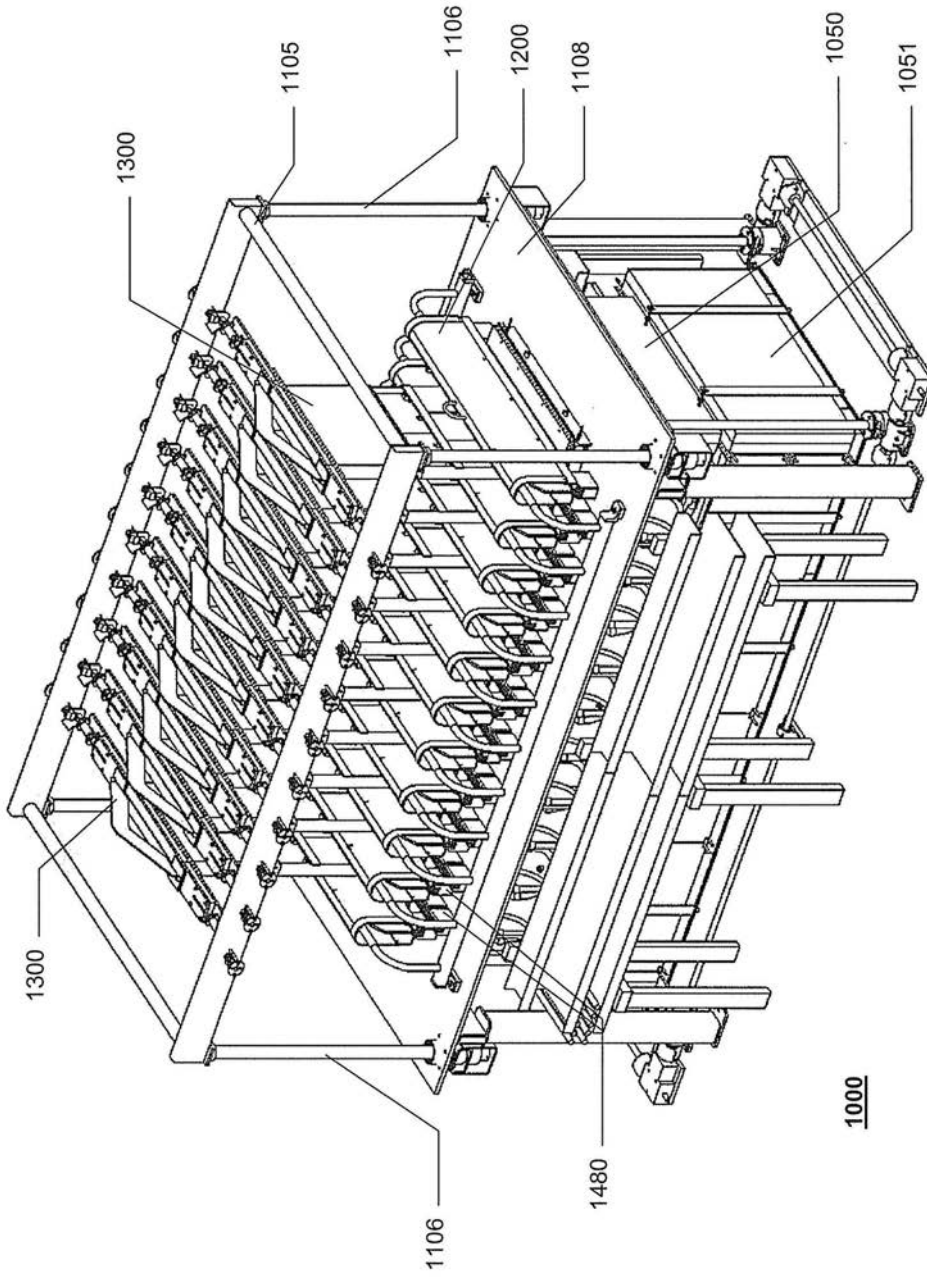
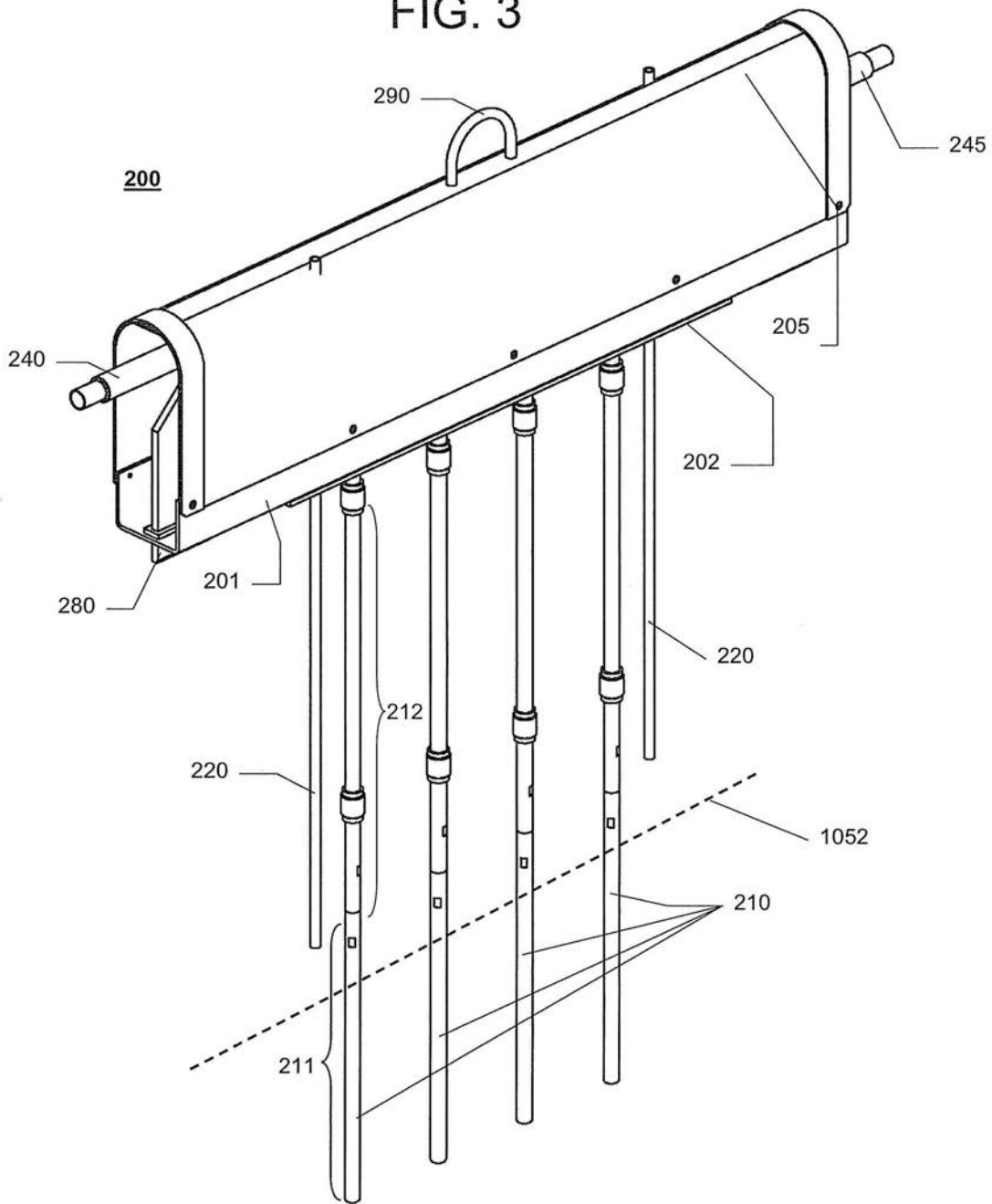


FIG. 2

【 図 3 】

FIG. 3



【 図 4 】

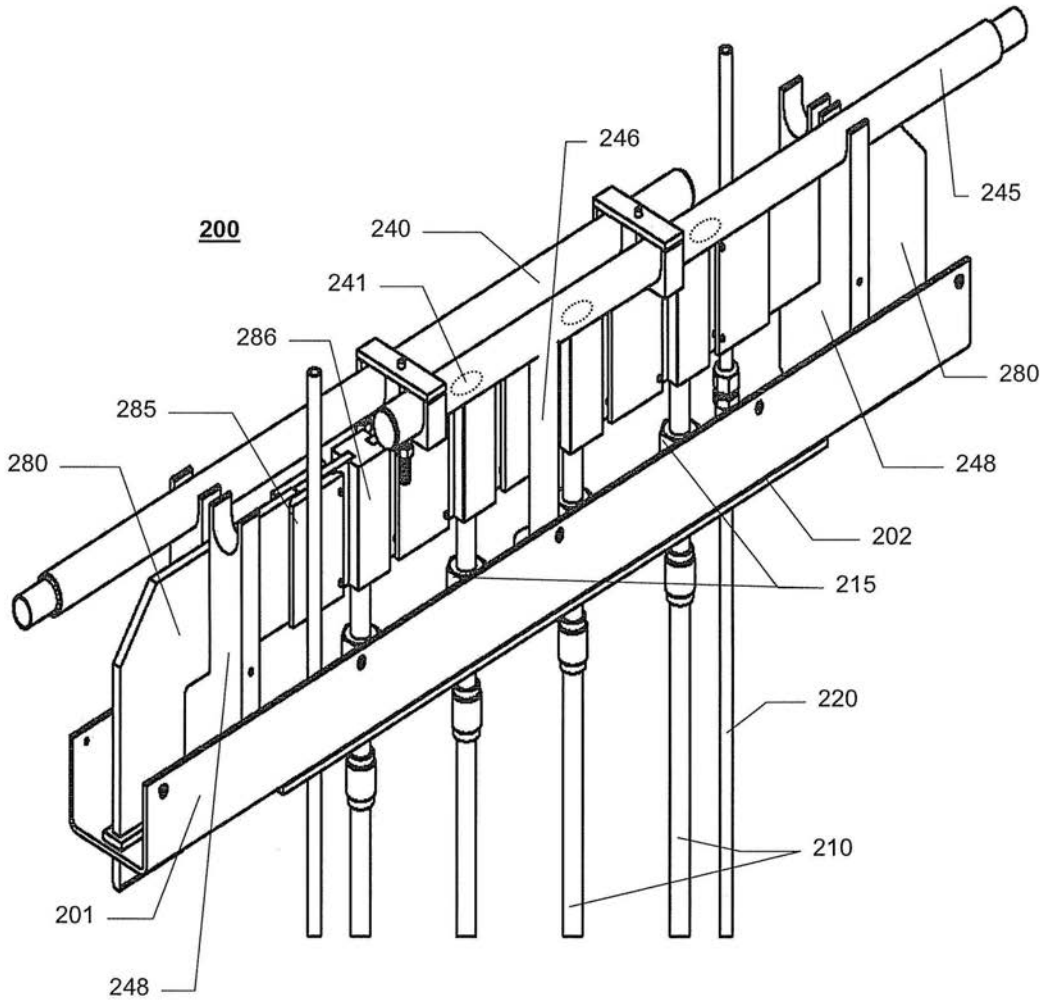


FIG. 4

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2011/053872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C25C7/00 G21F9/30 ADD.		
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) C25C G21F 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 26 00 344 A1 (H T HYDROTECHNIK GMBH) 14 July 1977 (1977-07-14)	11, 13, 14, 16, 17, 20
Y	the whole document	12, 15, 18, 19
X	GB 284 678 A (PAUL LEON HULIN) 29 November 1928 (1928-11-29)	1-10
Y	the whole document	12, 15, 18, 19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 30 January 2012		Date of mailing of the international search report 06/02/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Desbois, Valérie

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2011/053872

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2600344	A1	14-07-1977	NONE

GB 284678	A	29-11-1928	DE 524086 C 02-05-1931
		GB 284678 A	29-11-1928

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(74)代理人 100113974

弁理士 田中 拓人

(72)発明者 ウィリット, ジェイムズ・エル

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州・28402、ウィルミントン、エムシー エイ11 ピー
ーオー・ボックス 780

(72)発明者 パーンズ, ローレル・エイ

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州・28402、ウィルミントン、エムシー エイ11 ピー
ーオー・ボックス 780

(72)発明者 ウィードマイヤー, スタンリー・ジー

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州・28402、ウィルミントン、エムシー エイ11 ピー
ーオー・ボックス 780

(72)発明者 ウィリアムソン, マーク・エイ

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州・28402、ウィルミントン、エムシー エイ11 ピー
ーオー・ボックス 780

Fターム(参考) 4K058 AA21 BB05 CB30 DD08 DD09