

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6286438号  
(P6286438)

(45) 発行日 平成30年2月28日 (2018. 2. 28)

(24) 登録日 平成30年2月9日 (2018. 2. 9)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M	2/06	(2006. 01)	HO 1 M	2/06	C
HO 1 M	2/04	(2006. 01)	HO 1 M	2/04	C
HO 1 M	2/08	(2006. 01)	HO 1 M	2/08	C
HO 1 M	2/02	(2006. 01)	HO 1 M	2/02	C
HO 1 M	10/39	(2006. 01)	HO 1 M	10/39	D

請求項の数 15 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-537777 (P2015-537777)  
 (86) (22) 出願日 平成25年10月15日 (2013. 10. 15)  
 (65) 公表番号 特表2015-536533 (P2015-536533A)  
 (43) 公表日 平成27年12月21日 (2015. 12. 21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/065086  
 (87) 国際公開番号 W02014/062702  
 (87) 国際公開日 平成26年4月24日 (2014. 4. 24)  
 審査請求日 平成28年10月11日 (2016. 10. 11)  
 (31) 優先権主張番号 61/737, 068  
 (32) 優先日 平成24年12月13日 (2012. 12. 13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/714, 714  
 (32) 優先日 平成24年10月16日 (2012. 10. 16)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 515103582  
 アンブリ・インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ・O 2  
 1 3 9、ケンブリッジ、パットナム・アベ  
 ニュー・2 3 7  
 (74) 代理人 100114188  
 弁理士 小野 誠  
 (74) 代理人 100119253  
 弁理士 金山 賢教  
 (74) 代理人 100124855  
 弁理士 坪倉 道明  
 (74) 代理人 100129713  
 弁理士 重森 一輝  
 (74) 代理人 100137213  
 弁理士 安藤 健司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気化学エネルギー蓄積デバイスおよびハウジング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a . キャビティを含む容器であって、キャビティがキャビティ開口から前記容器内へ延びる、容器と、

b . 前記キャビティ内に配置される電気化学バッテリーセルであって、前記電気化学バッテリーセルが金属負極と金属または半金属正極との間に配置される液体電解質を含み、前記金属負極と前記金属または半金属正極の少なくとも一つは前記電気化学バッテリーセルの動作温度で液体である、電気化学バッテリーセルと、

c . 前記キャビティ内の前記バッテリーセルをシールする容器蓋アセンブリであって、前記蓋アセンブリが導電容器蓋と導電フランジとを含み、前記容器蓋が、前記キャビティ開口を覆うとともに、前記容器蓋を貫通して延びる導体開口を含み、前記フランジが、前記導体開口を覆うとともに、前記容器蓋から電氣的に絶縁される、容器蓋アセンブリと、

d . 前記導体開口を貫通して延びるとともに前記バッテリーセルと前記フランジとに電氣的に結合される電気導体であって、前記導体が前記容器蓋から電氣的に絶縁される、電気導体と、

を備える電気化学バッテリー。

【請求項 2】

前記金属負極と前記金属または半金属正極の両方は、前記電気化学バッテリーセルの前記動作温度で液体である請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 3】

10

20

前記電気導体に電氣的に結合される電流コレクタを更に備え、前記電気導体は、前記フランジに接続される請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 4】

a . 前記導体開口は、前記容器蓋を貫通して延びる複数の導体開口のうちの 1 つであり、

b . 前記フランジは、それぞれが前記導体開口を覆って前記容器蓋から電氣的に絶縁される複数の導電フランジのうちの 1 つであり、および / または、

c . 前記導体は、それぞれが前記バッテリーセルおよび前記フランジに電氣的に結合されるとともに、それぞれが前記導体開口を貫通して延びて前記容器蓋から電氣的に絶縁される複数の電気導体のうちの 1 つである、

請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 5】

前記フランジと前記容器蓋との間に配置されて前記フランジと前記容器蓋とを電氣的に絶縁するガasket を更に備える請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 6】

前記ガasket が誘電体材料を備える請求項 5 に記載のバッテリー。

【請求項 7】

前記容器蓋アセンブリは、前記キャビティ内の前記バッテリーセルを密閉シールまたは非密閉シールする請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 8】

前記容器が前記電気化学バッテリーセルの電極である請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 9】

前記バッテリーが少なくとも 25 Wh のエネルギーを蓄えることができる請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 10】

前記ハウジングの面積に対する前記開口の面積の比率が 0.2 未満である請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 11】

前記バッテリーが密閉シールまたは非密閉シールされる請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 12】

前記フランジが前記電気導体に直接に接続される請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 13】

前記電気導体と接続される前記キャビティ内の電流コレクタを更に備える請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 14】

前記ガasket がセラミック材料または窒化アルミニウムを含む請求項 5 に記載のバッテリー。

【請求項 15】

前記ガasket が環状である請求項 5 に記載のバッテリー。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

相互参照

この出願は、2012 年 10 月 16 日に提出された米国仮特許出願第 61/714,714 号および 2012 年 12 月 13 日に提出された米国仮特許出願第 61/737,068 号の利益を主張し、これらのそれぞれの出願は参照することによりその全体が本願に組み入れられる。

【0002】

バッテリーは、蓄えられた化学エネルギーを電気エネルギーへ変換することができるデバイスである。バッテリーは多くの家庭用途および工業用途で使用される。ある場合には

10

20

30

40

50

、バッテリーは、電気エネルギー（例えば、力学的エネルギーなどの非電気タイプのエネルギーから変換されたエネルギー）を化学エネルギーとしてバッテリーに蓄える（すなわち、バッテリーに充電する）ことができるように再充電可能である。

【発明の概要】

【0003】

開示は、電力網内でまたはスタンドアロンシステムの一部として使用されてもよいエネルギー蓄積デバイス（例えば、バッテリー）およびハウジングを提供する。バッテリーは、電気エネルギー消費の要求が存在する際のその後の放電のために、電気生成源から充電されてもよい。

【0004】

10

本開示のエネルギー蓄積デバイスは、再生可能なエネルギー源に伴う問題の少なくとも一部を軽減するのに役立つ。再生可能エネルギーは、エネルギーの供給および需要が時間的に整合しなくてもよい場合（例えば、瞬間的またはほぼ瞬間的なタイムフレーム内）には、断続的となり得る。例えば、太陽エネルギーは、太陽が輝いているときにだけ生成され、また、風力エネルギーは、風が吹いているときにだけ生成される。また、任意の所定の時間の需要は、工業活動、商業活動、地域社会活動、および、世帯活動の働きによって決まる。本明細書中に記載されるバッテリーおよびバッテリーハウジングを使用することにより、断続的な電気エネルギーの供給および需要を釣り合わせるための手段を与えることができる。

【0005】

20

開示は、電流流路と壁との間の電氣的接触または漏れの導入を最小限に抑えつつ高温時に金属壁を通じて電流を方向付けるためのシステムを提供する。ある場合には、これは、マイカ、パーミキュライト、ガラス、蝟付けセラミック、または、他の高温誘電体シール材料との嵌め合いフランジ接続の使用によって達成され、また、電気絶縁締結具（例えば、ボルト、クランプ）を用いてあるいは金属フランジ表面とのシールの機械的および/または化学的な付着によって確保されてもよい。フィードスルーアセンブリが金属壁の適切な開口に対してシールされてもよい（例えば、強固な溶接により）。ある場合には、フィードスルーアセンブリが電流を電極にわたって一様に分布させる。

【0006】

本明細書中で提供されるボルト締結されたフランジアセンブリは、エネルギー蓄積デバイスのハウジングのキャビティをシールするのに適切であり得る圧縮力を与えることができる。ある場合には、フランジアセンブリの使用が、シーラントおよび電気絶縁材料としてのマイカガスケットまたはパーミキュライトガスケットの使用に従順な幾何学的形態を与えることもできる。幾つかの実施において、シール表面の幾何学的形態は、シールされるべきハウジング（または容器）の幾何学的形態から切り離される。ある場合には、ハウジングのサイズおよび形状がシールのサイズおよび形状を決定付けなくてもよい。

【0007】

30

一態様において、電気化学セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを備え、導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出するとともに、ハウジングから電氣的に絶縁され、電気化学セルは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができる。幾つかの実施形態において、電気化学セルは、前記電流コレクタに隣接する液体金属アノードを備える。幾つかの実施形態では、液体金属がリチウムを備える。

40

【0008】

他の態様では、バッテリーが請求項1の複数の電気化学セルを備え、この場合、バッテリーは少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができる。

【0009】

他の態様において、バッテリーハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを備え、導体は、容器の開口を通じてハウジングから突出するとともに、容器から電氣的に絶縁され、ハウジングは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび

50

／または取り入れることができる電気化学セルを収容することができる。幾つかの実施形態では、ハウジングが電気化学セルを密閉シールすることができる。

【0010】

他の態様において、電気化学セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出するとともに、ハウジングから電気的に絶縁され、ハウジングの面積に対する開口の面積の比率は0.1未満である。幾つかの実施形態において、セルは、前記電流コレクタに隣接する液体金属アノードを備える。幾つかの実施形態では、液体金属がリチウムを備える。幾つかの実施形態では、セルが少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび／または取り入れることができる。

10

【0011】

他の態様において、バッテリーハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、容器の開口を通じて容器から突出するとともに、容器から電気的に絶縁され、容器の面積に対する開口の面積の比率は0.1未満であり、ハウジングは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび／または取り入れることができるバッテリーを収容することができる。

【0012】

他の態様において、電気化学エネルギー蓄積デバイスは、ハウジングと、液体金属電極と、液体金属電極と接触する電流コレクタと、電流コレクタと電気的に通じるとともにハウジングの開口を通じてハウジングから突出する複数の導体とを備える。幾つかの実施形態では、電流が液体金属電極にわたって略均一に分布される。幾つかの実施形態では、液体金属電極が表面に沿って電解質と接触し、また、表面にわたって流れる電流が均一である。幾つかの実施形態において、表面の領域にわたって流れる電流の最大密度は、表面にわたって流れる電流の平均密度の約150%未満である。幾つかの実施形態において、表面の領域にわたって流れる電流の最小密度は、表面にわたって流れる電流の平均密度の約50%を超える。

20

【0013】

他の態様において、バッテリーハウジングは、導電容器と、複数の容器開口と、電流コレクタと電気的に通じる複数の導体とを備え、導体は、容器開口を通過するとともに、導電容器から電気的に絶縁され、ハウジングは、電流コレクタと接触する液体金属電極を備える電気化学セルを収容することができる。幾つかの実施形態では、電流が液体金属電極にわたって略均一に分布される。幾つかの実施形態では、液体金属電極が表面に沿って電解質と接触し、また、表面にわたって流れる電流が均一である。幾つかの実施形態において、表面の領域にわたって流れる電流の最大密度は、表面にわたって流れる電流の平均密度の約150%未満である。幾つかの実施形態において、表面の領域にわたって流れる電流の最小密度は、表面にわたって流れる電流の平均密度の約50%を超える。

30

【0014】

他の態様において、電気化学エネルギー蓄積デバイスは、液体金属アノードとカソードとを備え、電気化学エネルギー蓄積デバイスは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび／または取り入れることができるとともに、密閉または非密閉シールされる。幾つかの実施形態では、デバイスが少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができる。幾つかの実施形態では、電気化学エネルギー蓄積デバイスがリチウムを備える液体アノードである。幾つかの実施形態において、電気化学エネルギー蓄積デバイス内への酸素移動の割合は、電気化学エネルギー蓄積デバイスが500の温度および1バールの圧力で空気と接触されるときに0.5mL/時未満である。幾つかの実施形態では、電気化学エネルギー蓄積デバイスが15個未満のボルトまたは締結具を備える。幾つかの実施形態では、電気化学エネルギー蓄積デバイスがボルトまたは締結具を備えない。

40

【0015】

他の態様では、電気化学セルの編成であり、前記編成の個々のセルが帯電状態の液体リチウムアノードを備え、編成は少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび／または

50

取り入れることができ、また、各セルは密閉シールされる。幾つかの実施形態において、編成は、少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができる。

【0016】

他の態様において、バッテリーハウジングは、導電容器と、容器開口と、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、容器開口を通過するとともに、導電容器から電気的に絶縁され、ハウジングは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができるバッテリーを密閉シールすることができる。幾つかの実施形態において、ハウジングは、少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができるバッテリーを密閉シールすることができる。幾つかの実施形態において、バッテリーは、前記電流コレクタに隣接する液体金属アノードを備える。

10

【0017】

他の態様において、エネルギー蓄積デバイスは、第2の電気化学セルに隣接する第1の電気化学セルを備え、前記第1および第2のセルのそれぞれは、導電ハウジングと、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、ハウジングから電気的に絶縁されるとともに、導体がエネルギー蓄積デバイスの隣接する電気化学セルのハウジングと接触するようにハウジングの開口を通じてハウジングから突出する。幾つかの実施形態において、第1および/または第2の電気化学セルは、前記電流コレクタに隣接する液体金属アノードを備える。幾つかの実施形態において、導体は、第1および第2のセルが積層形態を成すときに、エネルギー蓄積デバイスの隣接する電気化学セルのハウジングと接触する。幾つかの実施形態では、第1および第2のセルが少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができる。幾つかの実施形態では、エネルギー蓄積デバイスが1~10個の電気化学セルの積層体を備える。幾つかの実施形態では、エネルギー蓄積デバイスが11~50個の電気化学セルの積層体を備える。幾つかの実施形態では、エネルギー蓄積デバイスが51~100個の電気化学セルまたはそれ以上のセルの積層体を備える。

20

【0018】

他の態様において、バッテリーハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、容器の開口を通じてハウジングから突出するとともに、容器から電気的に絶縁され、第1のハウジングの導体は、第1および第2のハウジングが積層形態を成すときに第2のハウジングの容器と接触する。幾つかの実施形態において、ハウジングは、液体金属電極を備える電気化学セルを密閉シールすることができる。幾つかの実施形態において、ハウジングは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができる電気化学セルを密閉シールすることができる。

30

【0019】

他の態様において、電気化学エネルギー蓄積デバイスは、アノード、カソード、電解質、プラス電流コレクタ、および、マイナス電流コレクタを備え、マイナス電流コレクタがアノードと接触するとともに、プラス電流コレクタがカソードと接触し、電解質が前記アノードとカソードとの間に配置され、電気化学エネルギー蓄積デバイスは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができるとともに、15個未満のボルトまたは締結具を備える。幾つかの実施形態では、デバイスが少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができる。幾つかの実施形態では、電気化学エネルギー蓄積デバイスが5個未満のボルトまたは締結具を備える。幾つかの実施形態では、電気化学エネルギー蓄積デバイスがボルトまたは締結具を備えない。幾つかの実施形態では、電気化学エネルギー蓄積デバイスが前記電流コレクタに隣接する液体金属アノードを備える。

40

【0020】

他の態様では、電気化学セルの編成であり、前記編成の個々のセルが帯電状態の液体リチウムアノードを備え、編成は少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができ、また、各バッテリーは10個未満のボルトまたは締結具を備える。幾つかの実施形態において、編成は、少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えるこ

50

とができる。

【0021】

他の態様では、液体金属アノードを有する電気化学エネルギー蓄積デバイスを密閉シールするバッテリーハウジングであり、電気化学エネルギー蓄積デバイスは少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができ、バッテリーハウジングは10個未満のボルトまたは締結具を備える。幾つかの実施形態において、ハウジングは、少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができる電気化学エネルギー蓄積デバイスを密閉シールすることができる。

【0022】

他の態様において、電気化学セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出するとともに、ガスケットを用いてハウジングから電気的に絶縁され、ガスケットに作用する力は、ハウジングがシールされるときに少なくとも5000psiである。幾つかの実施形態において、ガスケットに作用する力は、ハウジングがシールされるときに少なくとも10000psiである。幾つかの実施形態では、ガスケットはフランジおよび10個以下のボルトまたは締結具と取り付けられる。幾つかの実施形態では、ガスケットが接着剤であり、また、セルがボルトまたは締結具を備えない。

10

【0023】

他の態様において、バッテリーハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、容器の開口を通じて容器から突出するとともに、ガスケットを用いて容器から電気的に絶縁され、ガスケットに作用する力は、バッテリーハウジングがシールされるときに少なくとも5000psiである。幾つかの実施形態において、ガスケットに作用する力は、バッテリーハウジングがシールされるときに少なくとも10000psiである。幾つかの実施形態では、ガスケットはフランジおよび10個以下のボルトまたは締結具と取り付けられる。幾つかの実施形態において、ハウジングは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができる電気化学セルを収容することができる。幾つかの実施形態において、ハウジングは、バッテリーを密閉状態または非密閉状態でシールすることができる。

20

【0024】

他の態様において、電気化学バッテリーハウジングは、(a)キャビティを含む容器であって、キャビティがキャビティ開口から容器内へ延びる、容器と、(b)キャビティをシールする容器蓋アセンブリであって、蓋アセンブリが導電容器蓋と導電フランジとを含み、容器蓋が、キャビティ開口を覆うとともに、容器蓋を貫通して延びる導体開口を含み、フランジが、導体開口を覆うとともに、容器蓋から電気的に絶縁される、容器蓋アセンブリと、(c)フランジに接続されて導体開口を貫通してキャビティ内へ延びる電気導体であって、導体が容器蓋から電気的に絶縁される、電気導体とを備える。

30

【0025】

幾つかの実施形態において、(a)導体開口は、容器蓋を貫通して延びる複数の導体開口のうちの1つであり、(b)フランジは、それぞれが導体開口を覆って容器蓋から電気的に絶縁される複数の導電フランジのうちの1つであり、および/または、(c)導体は、それぞれがフランジに接続されるとともに、それぞれが導体開口を貫通して延びて容器蓋から電気的に絶縁される複数の電気導体のうちの1つである。幾つかの実施形態において、ハウジングは、キャビティ内であって導体に接続される電流コレクタを更に備える。幾つかの実施形態において、ハウジングは、フランジと容器蓋との間に配置されてフランジと容器蓋とを電気的に絶縁するガスケットを更に備える。幾つかの実施形態では、ガスケットが誘電体材料を備える。幾つかの実施形態では、容器蓋が容器に対して固定して及び/または強固に接続され、また、フランジが容器蓋に取り外し可能に接続される。幾つかの実施形態では、容器蓋がベースに接続される装着リングを含み、導体開口が装着リングを貫通して延び、フランジは、複数の締結具を用いて装着リングに取り外し可能に接続される。幾つかの実施形態では、装着リングと係合する締結具の部分が装着リングから電

40

50

氣的に絶縁される。幾つかの実施形態では、締結具が誘電体材料によってフランジから電氣的に絶縁される。幾つかの実施形態において、ハウジングは、容器の内側側壁面に取り付けられる絶縁シースを更に備える。幾つかの実施形態では、容器が円形断面形状および矩形断面形状のうちの一方を有する。幾つかの実施形態では、キャビティ開口がキャビティ開口直径を有し、導体開口は、キャビティ開口直径よりも約2倍小さい導体開口直径を有する。幾つかの実施形態では、容器蓋アセンブリがキャビティを密閉シールする。

【0026】

他の態様において、電気化学バッテリーは、(a)キャビティを含む容器であって、キャビティがキャビティ開口から容器内へ延びる、容器と、(b)キャビティ内に配置される電気化学バッテリーセルと、(c)キャビティ内のバッテリーセルをシールする容器蓋アセンブリであって、蓋アセンブリが導電容器蓋と導電フランジとを含み、容器蓋が、キャビティ開口を覆うとともに、容器蓋を貫通して延びる導体開口を含み、フランジが、導体開口を覆うとともに、容器蓋から電氣的に絶縁される、容器蓋アセンブリと、(d)導体開口を貫通して延びるとともにバッテリーセルとフランジとに電氣的に結合される電気導体であって、導体が容器蓋から電氣的に絶縁される、電気導体とを備える。幾つかの実施形態において、バッテリーセルは、マイナス液体金属電極とプラス液体半金属電極との間に配置される液体電解質を備える。幾つかの実施形態において、バッテリーは、マイナス液体金属電極に電氣的に結合される電流コレクタを更に備え、電流コレクタは、アセンブリの上側フランジに接続されてセル蓋から電氣的に絶縁される導体に接続される。

【0027】

幾つかの実施形態において、(a)導体開口は、容器蓋を貫通して延びる複数の導体開口のうちの1つであり、(b)フランジは、それぞれが導体開口を覆って容器蓋から電氣的に絶縁される複数の導電フランジのうちの1つであり、および/または、(c)導体は、それぞれがバッテリーセルおよびフランジに電氣的に結合されるとともに、それぞれが導体開口を貫通して延びて容器蓋から電氣的に絶縁される複数の電気導体のうちの1つである。幾つかの実施形態において、バッテリーは、フランジと容器蓋との間に配置されてフランジと容器蓋とを電氣的に絶縁するガスケットを更に備える。幾つかの実施形態では、ガスケットが誘電体材料を備える。幾つかの実施形態において、容器蓋は、容器に対して固定して及び/または強固に接続されるベースに接続される装着リングを含み、導体開口が装着リングを貫通して延び、フランジは、複数のボルトまたは締結具を用いて装着リングに取り外し可能に接続される。幾つかの実施形態において、容器蓋アセンブリは、前記キャビティ内の前記バッテリーセルを密閉シールまたは非密閉シールする。

【0028】

他の態様において、電気化学セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを備え、導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出するとともに、電気化学セルを密閉シールするシールを用いてハウジングから電氣的に絶縁される。幾つかの実施形態では、金属基板上にセラミックを蝕付けすることによってシールが形成される。幾つかの実施形態では、機械的および/または化学的に結合されたガラスまたはガラス-セラミック複合体によってシールが形成される。幾つかの実施形態において、シールは、異なる材料の間に形成される。幾つかの実施形態において、シールは、電気化学セルの動作温度で圧縮下にある。幾つかの実施形態では、シールが少なくとも2つの平面内で2つの表面間に形成される。幾つかの実施形態では、シールが少なくとも2つの異なる材料から形成され、これらの材料のうちの少なくとも1つは、電気化学セル内に収容される材料との接触による減成に対して耐性がある。

【0029】

他の態様において、電気化学セルをシールするための方法は、(a)ハウジングと該ハウジング内に埋め込まれる物品との間にシーラント材料を加えるステップであって、シーラントは、シーラント材料が可鍛性を有し、粘性を有し、または、流動性を有する温度で加えられ、ハウジングおよび物品が異なる熱膨張係数を有する、ステップと、(b)シーラント材料が可鍛性を有さない、粘性を有さない、または、流動性を有さない温度まで温

度を下げ、それにより、圧縮力下にあるシールをハウジングと物品との間に形成するステップとを備える。幾つかの実施形態では、シーラント材料がホウケイ酸ガラスである。幾つかの実施形態では、ハウジングが物品よりも大きい熱膨張係数を有する。幾つかの実施形態において、シールは、ナトリウム (Na)、リチウム (Li)、または、マグネシウム (Mg) などの反応性金属蒸気に対して耐性がある。幾つかの実施形態では、シーラント材料がカルコゲニド系化合物である。幾つかの実施形態では、カルコゲニドが化学式  $\text{CaAl}_2\text{S}_4$  を有する。

【0030】

他の態様において、電気化学セルは、第1の電流コレクタとしての導電ハウジングと、第2の電流コレクタと電気的に通じる導体とを備え、導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出するとともに、ハウジングから電気的に絶縁される。幾つかの実施形態において、電気化学セルは、第1の電流コレクタまたは第2の電流コレクタに隣接する液体金属アノードを備える。

【0031】

幾つかの実施形態では、液体金属がリチウムを備える。

【0032】

他の態様では、バッテリーが本明細書中に記載される1つ以上の電気化学セルを備え、バッテリーは少なくとも25Whのエネルギーを蓄えることができる。幾つかの実施形態において、バッテリーは少なくとも100kWhのエネルギーを蓄えることができる。

【0033】

本開示の更なる態様および利点は、本開示の単なる例示的な実施形態が示されて記載される以下の詳細な説明から、この技術分野における当業者に容易に明らかとなる。言うまでもなく、本開示は他の異なる実施形態が可能であり、本開示から逸脱することなくその幾つかの細部を様々な自明の観点で変更できる。したがって、図面および説明は、本質的に例示と見なされるべきであり、限定と見なされるべきではない。

【0034】

この明細書中で言及される全ての刊行物、特許、および、特許出願は、あたかもそれぞれの個々の刊行物、特許、または、特許出願が参照により組み入れられるように具体的に且つ個々に示唆されたかのように同じ程度まで参照により本願に組み入れられる。

【0035】

本発明の新規な特徴は、添付の特許請求の範囲に詳しく記載される。本発明の特徴および利点のより良い理解は、本発明の原理が利用される例示的な実施形態を記載する以下の詳細な説明と添付図面（本明細書中では「図 (Figure)」または「図 (FIG.)」とも称する）とを参照することにより得られる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】電気化学セル (A) および電気化学セルの編成 (すなわち、バッテリー) (B および C) の例図である。

【図2】電流コレクタと電気的に通じる導体がハウジングの開口を貫通するバッテリーハウジングの概略断面図である。

【図3】電気化学セルの概略断面図である。

【図4】セル蓋アセンブリの一実施形態の概略断面図である。

【図5】誘電体シール構成要素を用いてハウジングから電気的に絶縁されるフィードスルーを有する電気化学セルの概略断面図である。

【図6A】電流コレクタを共有蓋アセンブリへと組み合わせることができるとともに本発明を任意のサイズのセルと共に使用できることを示す。

【図6B】電流コレクタを共有蓋アセンブリへと組み合わせることができるとともに本発明を任意のサイズのセルと共に使用できることを示す。

【図7】電気化学バッテリーの一実施形態の概略断面図である。

【図8】図7に示されるバッテリーのための容器蓋の第1の端部の概略斜視図である。

10

20

30

40

50



【図 9】図 7 に示されるバッテリーのための容器蓋の第 2 の端部の概略斜視図である。

【図 10】図 7 に示されるバッテリーのためのフランジの第 1 の端部の概略斜視図である。

【図 11】図 7 に示されるバッテリーのためのフランジの第 2 の端部の概略斜視図である。

【図 12】図 7 に示されるバッテリーのための容器蓋アセンブリの概略分解斜視図である。

【図 13】代替の実施形態の電気化学バッテリーハウジングの概略部分分解斜視図である。

【図 14】図 13 に示されるバッテリーハウジングの概略断面図である。

【図 15】複数の代替の実施形態の電気化学バッテリーハウジングを含むことができる電気化学バッテリー積層体の概略断面図である。

【図 16】図 15 に示されるバッテリー積層体の概略上面図である。

【図 17A】一方のセルの導電フィードスルーが他方のセルのベースに接続される概略図である。

【図 17B】一方のセルの導電フィードスルーが他方のセルのベースに接続される概略図である。

【図 18】電気化学セルのシールの断面図である。

【図 19】シールされた電気化学セルの分解図である。

【図 20】電気化学セルのシールの構成要素の平面図である。

【図 21】埋め込まれた導電フィードスルーを有する電気化学セルのシールの断面図である。

【図 22】埋め込まれた導電フィードスルーを有する電気化学セルのシールの分解図である。

【図 23】埋め込まれた導電フィードスルーを有する電気化学セルのシールの構成要素の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

本発明の様々な実施形態が本明細書中に示されて説明されるが、当業者であれば分かるように、そのような実施形態は単なる一例として与えられる。本発明から逸脱することなく、多数の変形、変更、および、置換を当業者が想起できる。言うまでもなく、本明細書中に記載される発明の実施形態の様々な代案が使用されてもよい。

【0038】

この開示は、電気化学エネルギー蓄積デバイス（またはバッテリー）および電気化学バッテリーハウジングを提供する。電気化学バッテリーは、電気化学バッテリーハウジング内にシールされた（例えば密閉シールされた）電気化学バッテリーセルを含むことができる。

【0039】

電気化学セルおよびハウジング

本明細書中で使用される用語「セル」とは一般に電気化学セルのことである。セルは、A | B として示される、材料「A」のマイナス電極および材料「B」のプラス電極を含むことができる。プラス電極およびマイナス電極は電解質によって分離され得る。

【0040】

本明細書中で使用される用語「モジュール」とは、一般に、例えば 1 つのセルのセルハウジングを隣り合うセルのセルハウジングと機械的に接続することによって互いに並列に取り付けられるセル（例えば、略水平なパッキング面内で互いに接続されるセル）のことである。モジュールは並列な複数のセルを含むことができる。モジュールは任意の数（例えば、2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 またはそれ以上）のセルを備えることができる。ある場合には、モジュールが 9, 12 または 16 個のセルを備える。ある場合には、モジュールは、約 7

10

20

30

40

50

00ワット時のエネルギーを蓄えることができる、および／または、約175ワットの電力を供給することができる。

【0041】

本明細書中で使用される用語「パック」とは、一般に、異なる電氣的接続によって（例えば垂直に）取り付けられるモジュールのことである。パックは任意の数（例えば、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20またはそれ以上）のモジュールを備えることができる。ある場合には、パックが3つのモジュールを備える。ある場合には、パックは、約2キロワット時のエネルギーを蓄えることができる、および／または、約0.5キロワットの電力を供給することができる。

10

【0042】

本明細書中で使用される用語「コア」とは、一般に、異なる電氣的接続によって（例えば、直列および／または並列に）取り付けられる複数のモジュールまたはパックのことである。コアは任意の数（例えば、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20またはそれ以上）のモジュールまたはパックを備えることができる。ある場合には、コアは、該コアが電気エネルギーを制御された態様で効率的に蓄えて戻すことができるようにする機械システム、電気システム、および、熱システムも備える。ある場合には、コアが12個のパックを備える。ある場合には、コアは、約25キロワット時のエネルギーを蓄えることができる、および／または、約6.25キロワットの電力を供給することができる。

20

【0043】

本明細書中で使用される用語「ポッド」とは、一般に、異なる電氣的接続（例えば、直列および／または並列）によって取り付けられる複数のコアのことである。ポッドは任意の数（例えば、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20またはそれ以上）のコアを備えることができる。ある場合には、ポッドは、適切なバイパス電子回路と並列に接続されるコアを含み、したがって、他のコアがエネルギーを蓄積して戻し続けることができるようにしつつ、コアを切断できるようにする。ある場合には、ポッドが4つのコアを備える。ある場合には、ポッドは、約100キロワット時のエネルギーを蓄えることができる、および／または、約25キロワットの電力を供給することができる。

30

【0044】

本明細書中で使用される用語「システム」とは、一般に、異なる電氣的接続によって（例えば、直列および／または並列に）取り付けられる複数のコアまたはポッドのことである。システムは任意の数（例えば、2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20またはそれ以上）のコアまたはポッドを備えることができる。ある場合には、システムが20個のポッドを備える。ある場合には、システムは、約2メガワット時のエネルギーを蓄えることができる、および／または、約500キロワットの電力を供給することができる。

【0045】

本明細書中で使用される用語「バッテリー」とは、一般に、直列および／または並列に接続される1つ以上の電気化学セルのことである。バッテリーは、任意の数の電気化学セル、モジュール、パック、コア、ポッド、または、システムを備えることができる。

40

【0046】

本開示の電気化学セルは、アノード、アノードに隣接する電解質、および、電解質に隣接するカソードを含んでもよい。幾つかの例では、電気化学セルが液体金属バッテリーセルである。液体金属バッテリーセルは、マイナス液体（例えば溶融）金属電極とプラス液体半金属電極との間に配置される液体電解質セパレータを含んでもよい。幾つかの実施形態において、液体金属バッテリーセルは、溶融アルカリ金属（例えば、リチウム）アノード、電解質、および、溶融金属（例えば、鉛、鉛-アンチモン合金）カソードを有する。

【0047】

50

電極を液体状態に維持するために、バッテリーセルが任意の適した温度まで加熱されてもよい。幾つかの実施形態において、バッテリーセルは、約 200、約 250、約 300、約 350、約 400、約 450、約 500、約 550、約 600、約 650、または、約 700 の温度まで加熱される。バッテリーセルは、少なくとも約 200、少なくとも約 250、少なくとも約 300、少なくとも約 350、少なくとも約 400、少なくとも約 450、少なくとも約 500、少なくとも約 550、少なくとも約 600、少なくとも約 650、または、少なくとも約 700 の温度まで加熱されてもよい。幾つかの状況において、バッテリーセルは、200 ~ 約 500、200 ~ 約 700、または、300 ~ 450 まで加熱される。

【0048】

10

本開示の電気化学セルは、充電（または、エネルギー蓄積）モードと放電（または、エネルギー消耗）モードとの間で循環するようになっていてもよい。幾つかの例では、電気化学セルを完全に充電することができる、部分的に放電することができ、または、完全に放電することができる。

【0049】

幾つかの実施では、充電モード中に、外部電源（例えば、発電機または配電網）から受けられる電流により、半金属カソード中の金属原子は、1つ以上の電子を放出し、それにより、プラスに帯電されたイオン（すなわち、陽イオン）として電解質中へ溶解してもよい。同時に、同じ種の陽イオンは、電解質を通じて移動することができ、また、アノードで電子を受け取ることができ、それにより、陽イオンが中性の金属種へと転移して、電極の質量が増大する。カソードからの活性金属種の除去およびアノードへの活性金属の付加により、電気的なポテンシャルエネルギーを蓄える。エネルギー放出モード中、電気的負荷が電極に結合される。アノードにおける既に付加された金属種は、金属電極から（例えば、溶融によって）解放されて、イオンとして電解質を通過する。電解質中のこれらのイオンはカソードと共に合金になり、この場合、イオンの流れは、外部回路/負荷を通じた外部の整合する電子の流れを伴う。この電気化学的に促進される金属合金化反応は、既に蓄えられた電気的なポテンシャルエネルギーを電気的負荷へ放出する。

20

【0050】

充電状態では、アノードがアノード材料を含むことができるとともに、カソードがカソード材料を含むことができる。放電中（例えば、バッテリーが負荷に結合されるとき）、アノード材料は、アノード材料の陽イオンおよび1つ以上の電子をもたらす。陽イオンは、電解質を通じてカソード材料へと移動し、カソード材料と反応して金属または金属合金を形成する。充電中、合金は、解離してアノード材料の陽イオンをもたらす、この陽イオンはアノードへと移動する。

30

【0051】

本開示の電気化学セルは、様々な用途および動作に適し得るハウジングを含むことができる。バッテリーハウジングは、外部電源および電気的負荷に接続されるスイッチに対して電極を電気的に結合するように構成され得る。バッテリーセルハウジングは、例えば、スイッチおよび/または他のセルハウジングの第1の極に電気的に結合される導電容器と、スイッチおよび/または他のセルハウジングの第2の極に電気的に結合される導電容器蓋とを含んでもよい。容器がバッテリーセルの電極であってもよい。バッテリーセルは、バッテリー容器のキャビティ内に配置され得る。電極のうちの一方は、バッテリー容器の端壁と接触するおよび/または該端壁と電気的に通じる。セラミックシースがバッテリーセルの残りの部分をバッテリー容器の他の部分から電気的に絶縁してもよい。導体が電極のうちの第2の電極を容器蓋に電気的に結合し、容器蓋は、バッテリーセルをキャビティ内に（例えば、密閉または非密閉）シールすることができる。

40

【0052】

バッテリーおよびハウジング

ここで使用されるバッテリーは複数の電気化学セルを備えることができる。図1を参照すると、電気化学セル(A)は、アノードとカソードとを備えるユニットである。セルは

50

、電解質を備えてもよく、また、本明細書中に記載されるようなハウジング内にシールされてもよい。ある場合には、バッテリーを形成するために電気化学セルを積み重ねることができる（Ｂ）（すなわち、電気化学セルの編成）。セルは、並列に、直列に、あるいは、並列および直列の両方を成して配置され得る（Ｃ）。セルは、描かれるものと異なってもよい様々な形状および幾何学的形態に形成され得る。

#### 【 0 0 5 3 】

本開示の電気化学セルは、適切に多量のエネルギーを蓄える（および／または取り入れる）ことができてもよい。ある場合には、セルは、約 1 W h、約 5 W h、約 2 5 W h、約 5 0 W h、約 1 0 0 W h、約 5 0 0 W h、約 1 k W h、約 1 . 5 k W h、約 2 k W h、約 3 k W h、または、約 5 k W h を蓄える（および／または取り入れる）ことができる。ある場合には、バッテリーは、少なくとも約 1 W h、少なくとも約 5 W h、少なくとも約 2 5 W h、少なくとも約 5 0 W h、少なくとも約 1 0 0 W h、少なくとも約 5 0 0 W h、少なくとも約 1 k W h、少なくとも約 1 . 5 k W h、少なくとも約 2 k W h、少なくとも約 3 k W h、または、少なくとも約 5 k W h を蓄える（および／または取り入れる）ことができる。電気化学セルおよび／またはバッテリーに蓄えられるエネルギーの量が（例えば、効率の悪さおよび損失に起因して）電気化学セルおよび／またはバッテリーに取り込まれるエネルギーの量より少ない場合があることが分かる。

10

#### 【 0 0 5 4 】

セルの編成（すなわちバッテリー）は、少なくとも約 2 個、少なくとも約 5 個、少なくとも約 1 0 個、少なくとも約 5 0 個、少なくとも約 1 0 0 個、少なくとも約 5 0 0 個、少なくとも約 1 0 0 0 個、少なくとも約 5 0 0 0 個、少なくとも約 1 0 0 0 0 個などの任意の適した数のセルを含むことができる。幾つかの例において、バッテリーは、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 5000, 10,000, 20,000, 50,000, 100,000, 500,000, 000,000、または、1,000,000 個のセルを含む。

20

#### 【 0 0 5 5 】

本開示のバッテリーは、電力網（すなわち、配電網スケールのバッテリー）または他の負荷または用途と共に用いるのに適した多量のエネルギーを蓄えることができてもよい。ある場合には、バッテリーは、約 5 k W h、約 2 5 k W h、約 5 0 k W h、約 1 0 0 k W h、約 5 0 0 k W h、約 1 M W h、約 1 . 5 M W h、約 2 M W h、約 3 M W h、または、約 5 M W h を蓄える（および／または取り入れる）ことができる。ある場合には、バッテリーは、少なくとも約 5 k W h、少なくとも約 2 5 k W h、少なくとも約 5 0 k W h、少なくとも約 1 0 0 k W h、少なくとも約 5 0 0 k W h、少なくとも約 1 M W h、少なくとも約 1 . 5 M W h、少なくとも約 2 M W h、少なくとも約 3 M W h、または、少なくとも約 5 M W h を蓄える（および／または取り入れる）ことができる。

30

#### 【 0 0 5 6 】

ある場合には、セルおよびセルハウジングを積み重ねることができる。任意の適した数のセルを積み重ねることができる。セルは、並んで、互いの上に、または、これらの両方で積み重ねることができる。ある場合には、少なくとも約 1 0, 5 0, 1 0 0、または、5 0 0 個のセルを積み重ねることができる。ある場合には、1 0 0 個のセルの積層体は、少なくとも 5 0 k W h のエネルギーを蓄えることができる。セル（例えば、1 0 個のセル）の第 1 の積層体をセル（例えば、他の 1 0 個のセル）の第 2 の積層体に電氣的に接続して、電氣的に通じるセルの数（例えば、この場合には 2 0 個）を増やすことができる。ある場合には、エネルギー蓄積デバイスは、1 ~ 1 0 個、1 1 ~ 5 0 個、5 1 ~ 1 0 0 個またはそれ以上の電気化学セルの積層体を備える。

40

#### 【 0 0 5 7 】

##### セル蓋アセンブリ

電気化学セルは、容器蓋を含むことができる容器内に収容され得る。ある場合には、容器が電気化学セルの電極である。容器蓋は、例えば、バッテリー容器を容器蓋から電氣的

50

に絶縁するためにシールまたはガスケット（例えば、環状誘電体ガスケット）を利用して  
もよい。そのようなガスケットは、例えばガラス、シリコン酸化物、酸化アルミニウム、  
窒化ホウ素、窒化アルミニウム、または、酸化リチウム、酸化カルシウム、酸化バリウム  
、酸化イットリウム、酸化ケイ素を含む他の酸化物、窒化リチウム、あるいは、他のセラ  
ミックなどの比較的硬い電気絶縁材料から構成されてもよい。ガスケットは、電氣的絶縁  
に加えてシールを行なうために、容器蓋とバッテリー容器との間で比較的高い圧縮力（例  
えば、10,000 psi よりも大きい）に晒されてもよい。誘電体ガスケットをそのよう  
な高い圧縮力に晒すために、複数の締結具が、比較的大きな直径を有してもよく、互い  
に接近して離間されてもよい。そのような大径締結具は、高価な場合があり、したがっ  
て、比較的大径のバッテリー容器を形成するためのコストをかなり増大させる場合がある。  
また、大径バッテリー容器に対応するために誘電体ガスケットの直径が増大されるため、  
ガスケットがますます脆弱となって、ガスケットの取り扱いが難しくなり得る。

10

**【0058】**

図2を参照すると、バッテリーは、導電ハウジング201と、電流コレクタ203と電  
氣的に通じる導体202とを備える。導体は、ハウジングから電氣的に絶縁されてもよく  
、また、第1および第2のセルが積み重ねられるときに第1のセルの導体が第2のセルの  
ハウジングと接触するようにハウジングの開口を通じてハウジングから突出してもよい。

**【0059】**

一態様において、セルハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電氣的に通じる導体  
とを備える。導体は、容器の開口を通じてハウジングから突出してもよく、また、容器か  
ら電氣的に絶縁される。第1のハウジングの導体は、第1および第2のハウジングが積み  
重ねられるときに第2のハウジングの容器と接触してもよい。

20

**【0060】**

ある場合には、導体がハウジングおよび/または容器から突出する開口の面積は、ハウ  
ジングおよび/または容器の面積に対して小さい。ある場合には、ハウジングの面積に対  
する開口の面積の比率は、約0.001、約0.005、約0.01、約0.05、約0  
.1、約0.15、約0.2、約0.3、約0.4、または、約0.5である。ある場合  
には、ハウジングの面積に対する開口の面積の比率は、0.001未満、0.005未満  
、0.01未満、0.05未満、0.1未満、0.15未満、0.2未満、0.3未満、  
0.4未満、または、0.5未満である。

30

**【0061】**

一態様において、セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを  
備える。導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出し、また、ハウジングか  
ら電氣的に絶縁されてもよい。ハウジングの面積に対する開口の面積の比率は約0.1未  
満であってもよい。

**【0062】**

一態様において、セルハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電氣的に通じる導体  
とを備える。導体は、容器の開口を通じて容器から突出し、また、容器から電氣的に絶縁  
される。容器の面積に対する開口の面積の比率は約0.1未満であってもよい。ハウジン  
グは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができる  
セルを収容することができる。

40

**【0063】**

ある場合には、導体は、ガスケットまたはシールを用いてハウジングから電氣的に絶縁  
される。図3は、容器305に溶接され得るセル蓋アセンブリ301を示す。少なくとも  
1つの導電フィードスルー（すなわち導体）が蓋アセンブリを貫通して液体アノード30  
2と電氣的に通じる。幾つかの実施形態では、電流コレクタが導電発泡体であり、その場  
合、アノードが液体金属（例えば、リチウム、マグネシウム、ナトリウム）を備える。ア  
ノードが熔融塩電解質304と接触し、熔融塩電解質304が液体金属カソード303と  
接触する。幾つかの実施形態では、液体金属カソードが鉛およびアンチモンを備える。

**【0064】**

50

図4は、導体401、ハウジング開口、および、導体をハウジング402から電氣的に絶縁するとともに電気化学セルをシールするための関連する構造体を示す。幾つかの実施形態では、少なくとも1つのボルト403がアセンブリを所定位置に保持する。ボルトは、ハウジングと電氣的に通じることができるとともに、導電フィードスルーから電氣的に絶縁される。幾つかの実施形態では、ボルトが上側フランジ404を下側フランジ405と押し付ける。ある場合には、下側フランジがセル蓋に溶接される。電気絶縁ワッシャまたはワッシャアセンブリ406がボルトを上側フランジから絶縁できる。ある場合には、誘電体ガスケット407が上側フランジを下側フランジから絶縁する。ある場合には、ボルトが上側フランジと接触しないように誘電体シース（図示せず）を使用することができる。ある場合には、フィードスルー導体がマイナス極性を有し（例えば、アノードと電氣的に通じ）、また、ボルトおよびハウジングがプラス極性を有する（例えば、カソードと電氣的に通じる）。

10

#### 【0065】

シールされると、ガスケットに印加される力は、約1,000psi、約2,000psi、約5,000psi、約10,000psi、約15,000psi、または、約30,000psiとなり得る。ある場合には、ガスケットに印加される力は、少なくとも1,000psi、少なくとも2,000psi、少なくとも5,000psi、少なくとも10,000psi、少なくとも15,000psi、または、少なくとも30,000psiとなり得る。

#### 【0066】

20

ある場合には、セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを備える。導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出することができるとともに、ガスケットを用いてハウジングから絶縁される。ガスケットに作用する力は、少なくとも1,000psi、少なくとも5,000psi、少なくとも10,000psi等であってもよい。

#### 【0067】

セルハウジングは、導電容器と、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを備えることができる。導体は、容器の開口を通じて容器から突出してもよく、また、ガスケットを用いて容器から絶縁されてもよい。ガスケットに作用する力は、少なくとも1,000psi、少なくとも5,000psi、少なくとも10,000psi等であってもよい。

30

#### 【0068】

少ないボルトおよび締結具

ボルトおよび締結具は、バッテリーおよびハウジングのコストを大幅に増大させ得る。ある場合には、バッテリーまたはバッテリーハウジングが数少ないボルトまたは締結具を備える。幾つかの実施形態において、バッテリーまたはバッテリーハウジングは、約50個、約40個、約30個、約20個、約10個、約5個、または、約2個のボルトまたは締結具を備える。バッテリーまたはバッテリーハウジングがボルトまたは締結具を備えなくてもよい。幾つかの実施形態において、バッテリーまたはバッテリーハウジングは、50個未満、40個未満、30個未満、20個未満、10個未満、5個未満、または、2個未満のボルトまたは締結具を備える。他の実施形態では、誘電体シール材料がセル蓋およびフィードスルーリードの表面に機械的および/または化学的に付着され、それにより、ボルトまたは締結具をセルに必要とすることなくシステムが密閉気密シールを得ることができるようにしてもよい。例えばセルの積み重ねによってあるいはセルの上端に錘を加えることによって、圧力がフィードスルーの上端に印加され、それにより、シールの性能および耐久性が向上されてもよい。

40

#### 【0069】

バッテリーは、アノード、カソード、電解質、プラス電流コレクタ、および、マイナス電流コレクタを備えることができる。マイナス電流コレクタがアノードと接触することができ、また、プラス電流コレクタがカソードと接触する。バッテリーは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができるとともに、10個未満

50

のボルトまたは締結具を備える。

【0070】

ある場合には、セルの編成は、少なくとも25Wh、200Wh、300Wh、400Wh、500Wh、600Wh、700Wh、800Wh、900Wh、1,000Wh、2,000Wh、3,000Wh、4,000Wh、5,000Wh、6,000Wh、7,000Wh、8,000Wh、9,000Wh、10,000Wh、20,000Wh、30,000Wh、40,000Wh、または、50,000Whのエネルギーを蓄えることができ、また、それぞれのセルは、20,15,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2または1個未満のボルトまたは締結具を備える。幾つかの例では、セル構成要素を互いに溶接することができる。

10

【0071】

セルハウジングは、少なくとも25Whのエネルギーを蓄えるおよび/または取り入れることができるセルを密閉シールすることができる。ハウジングは、20,15,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2または1個未満のボルトまたは締結具を備える。

【0072】

セル蓋アセンブリは、フランジおよびガスケットの代わりに接着シールを使用できる。ある場合には、接着シールが電気化学セルハウジングからボルトを排除する。図5に見られるように、導電フィードスルー501がハウジングから電気的に絶縁され、また、ハウジングは、フィードスルーとハウジングとの間に配置される接着シール材料502によってシールされる。

20

【0073】

ある場合には、ボルトを使用しない接着誘電体シールを用いてシールされるセルにおいて、気密シールを維持するために必要とされる圧力は1psi未満で足り得る。ある場合には、バッテリー内で互いに積み重ねられる1つ以上の電気化学セルの重量によって圧力の少なくとも一部を与えることができる。接着シール材料は、ガラスシールまたは蝋付けされたセラミック、例えばCu-Ag蝋付け合金を伴うアルミナ、あるいは、他のセラミック-蝋付け組み合わせを備えることができる。

【0074】

ボルトおよびフランジではなく接着材料を用いて電気化学セルをシールすると、蓋アセンブリがハウジングよりも上側に延びることができる高さ(「ヘッドスペース」)を減らすことができる。積層バッテリー形態では、バッテリーの比較的大きな容積がアノード材料およびカソード材料を構成できる(すなわち、より高いエネルギー蓄積能力)ようにヘッドスペースを減らすことが望ましい場合がある。ある場合には、ヘッドスペースの幅(フィードスルーの上端からアノードの上端面まで測定される)は、バッテリーの幅(フィードスルーの上端からハウジングの下端面まで測定される)のごく一部である。幾つかの実施形態において、ヘッドスペースは、バッテリーの高さの約5%、約10%、約15%、約20%、または、約25%である。幾つかの実施形態において、ヘッドスペースは、バッテリーの高さの最大で約5%、最大で約10%、最大で約15%、最大で約20%、または、最大で約25%である。

30

40

【0075】

幾つかの実施形態において、アノードとカソードとの組み合わせ容積は、バッテリーの容積(例えば、運送用コンテナなどのバッテリーの最も外側のハウジングによって規定される)の約50%、約60%、約70%、約80%、約90%、または、約95%である。幾つかの実施形態において、アノードとカソードとの組み合わせ容積は、バッテリーの容積の少なくとも約50%、少なくとも約60%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%、または、少なくとも約95%である。

【0076】

ある状況では、少ない数のあるいはたった1つの導電フィードスルーの使用が不均一な電流分布を電極にもたらす可能性がある。本明細書中に記載されるように、複数の導電フ

50

ィードスルーが電極で電流をより均一に分布させることができる。

【 0 0 7 7 】

一態様において、電気化学エネルギー蓄積デバイスは、ハウジングと、液体金属電極と、液体金属電極と接触する電流コレクタと、電流コレクタと電氣的に通じるとともにハウジングの開口を通じてハウジングから突出する複数の導体とを備える。幾つかの実施形態では、電流が液体金属電極にわたって略均一に分布される。

【 0 0 7 8 】

幾つかの実施形態では、液体金属電極が表面（および／または界面）に沿って電解質と接触し、また、表面（および／または界面）にわたって流れる電流が均一である。表面（および／または界面）の任意の部分を通じて流れる電流は、平均電流から大きく逸脱しない。幾つかの実施形態において、表面（および／または界面）の領域にわたって流れる電流の最大密度は、表面（および／または界面）にわたって流れる電流の平均密度の約 1 0 5 % 未満、約 1 1 5 % 未満、約 1 2 5 % 未満、約 1 5 0 % 未満、約 1 7 5 % 未満、約 2 0 0 % 未満、約 2 5 0 % 未満、または、約 3 0 0 % 未満である。幾つかの実施形態において、表面（および／または界面）の領域にわたって流れる電流の最小密度は、表面（および／または界面）にわたって流れる電流の平均密度の約 5 0 % を超える、約 6 0 % を超える、約 7 0 % を超える、約 8 0 % を超える、約 9 0 % を超える、または、約 9 5 % を超える。

10

【 0 0 7 9 】

図 6 は複数の導電フィードスルーを示す。電気化学蓄電デバイスおよび／またはハウジングは、任意の数（例えば、2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 またはそれ以上）の導電フィードスルーを備えることができる。ある場合には、導電フィードスルーが別個のものである（パネル A）。ある場合には、導電フィードスルーが共通の上部を共有する（パネル B）。

20

【 0 0 8 0 】

セルの密閉シール

密閉シールされたバッテリーまたはバッテリーハウジングは、不適切な量の空気、酸素、および／または、水がバッテリー内へ入ることを防止してもよい（例えば、バッテリーが少なくとも 1 年、少なくとも 2 年、少なくとも 5 年、少なくとも 10 年、または、少なくとも 20 年にわたってそのエネルギー蓄積能力の少なくとも 8 0 % を維持するような量）。

30

【 0 0 8 1 】

ある場合には、バッテリー内への酸素、窒素、および、水蒸気の移動の割合は、バッテリーが 1 パールの圧力および 4 0 0 ~ 7 0 0 の温度で空気と接触されるときに、約 0 . 2 5 m L / 時未満である。幾つかの実施形態において、10 年の期間にわたってセル内へ漏れる酸素、窒素、または、水蒸気のモル数は、セル内の活性金属材料のモル数の 1 0 % 未満である。

【 0 0 8 2 】

一態様では、バッテリーがアノードとカソードとを備える。バッテリーは、少なくとも 1 0 w h のエネルギーを蓄えることができるとともに、密閉シールまたは非密閉シールされる。アノードおよびカソードの少なくとも一方が液体金属であってもよい。ある場合には、アノードが液体金属（例えば、リチウム、マグネシウム、ナトリウム）である。

40

【 0 0 8 3 】

一態様では、一群のバッテリーが少なくとも 1 0 W h のエネルギーを蓄えることができ、また、各バッテリーが密閉シールまたは非密閉シールされる。

【 0 0 8 4 】

一態様において、バッテリーハウジングは、導電容器、容器開口、および、電流コレクタと電氣的に通じる導体を備える。導体は、容器開口を貫通してもよく、また、導電容器から電氣的に絶縁される。ハウジングは、少なくとも 1 0 0 k W h のエネルギーを蓄えることができるバッテリーを密閉シールできてもよい。

50



## 【 0 0 8 5 】

電気化学セル、バッテリー、および、バッテリーハウジングの実施形態

図 7 は、本発明の一実施形態に係る電気化学セル 2 0 を示す。セル 2 0 は、電気化学セルハウジング 2 4 内にシールされる（例えば、密閉シールされる）少なくとも 1 つの電気化学セル 2 2 を含む。セルハウジング 2 4 は、セル容器 2 6、容器蓋アセンブリ 2 8、および、1 つ以上の導体 3 0（例えば、導体ロッド）を含む。セルハウジング 2 4 は、熱的および/または電氣的絶縁シース 3 2、第 1 の（例えば、マイナス）電流コレクタ 3 4、および、第 2 の（例えば、プラス）電流コレクタ 3 6 も含むことができる。

## 【 0 0 8 6 】

バッテリーセル 2 2 は液体金属バッテリーセルとして構成されてもよい。バッテリーセル 2 2 は、例えば、液体の第 1 の（例えば、マイナス）電極 4 0 と液体の第 2 の（例えば、プラス）電極 4 2 との間に軸方向に配置される液体セパレータ 3 8 を含んでもよい。

## 【 0 0 8 7 】

ある場合には、電気化学バッテリーが図 7 におけるそれから逸脱する。例えば、上側電極 4 0 が上側電流コレクタ（例えば、発泡体）3 4 内に収容され得る。この実施形態では、塩層が発泡体 3 4 の底面および側面と接触し、また、発泡体中の上端金属が側壁 3 2 または 2 6 から離れるように保持され、それにより、セルが絶縁シース 3 2 なしで延びることができる。ある場合には、側壁の上方へのカソードの「クリープ」を防止するためにグラファイトシースが使用され、それにより、セルの短絡を防止できる。

## 【 0 0 8 8 】

セパレータ 3 8 はイオン伝導性液体電解質であってもよい。液体電解質の一例は、例えば、フッ化塩、塩化物塩、臭化物塩、ヨウ化物塩、または、これらの組み合わせなどの 1 つ以上のイオン伝導性溶融塩の溶液である。第 1 の電極 4 0 が液体（例えば、溶融）金属であってもよい。第 1 の電極 4 0 として使用されてもよい材料の例としては、制限なく、ナトリウム（Na）、カリウム（K）、リチウム（Li）、カルシウム（Ca）、バリウム（Ba）、マグネシウム（Mg）、または、これらの組み合わせが挙げられる。第 1 の電極 4 0 の液体金属は、リストに挙げられた例のうちの 1 つ以上を含んでもよい。第 2 の電極 4 2 は液体金属または半金属であってもよい。第 2 の電極 4 2 として使用されてもよい材料の例としては、制限なく、アンチモン（Sb）、鉛（Pb）、スズ（Sn）、ビスマス（Bi）、テルル（Te）、セレン（Se）、または、これらの組み合わせが挙げられる。第 2 の電極 4 2 は、先に挙げられた金属または半金属のうちの 1 つ以上を含んでもよい。セパレータ、第 1 の電極、および、第 2 の電極の材料および/または形態の他の例は、米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 4 4 7 2 5 号、第 2 0 1 1 / 0 0 1 4 5 0 3 号、第 2 0 1 1 / 0 0 1 4 5 0 5 号、および、第 2 0 1 2 / 0 1 0 4 9 9 0 号に開示されており、これらの出願のそれぞれは、参照することにより全体が本願に組み入れられる。しかしながら、本発明は、任意の特定のバッテリーセル形態および/または材料に限定されない。

## 【 0 0 8 9 】

バッテリー容器 2 6 は、例えば、鋼、鉄、ステンレス鋼、グラファイト、ニッケル、ニッケル系合金、チタン、アルミニウム、モリブデン、タングステン、または、導電ガラスなどの導電材料から構成され得る。セル容器は、例えばグラファイトライニングを伴うスチール容器または窒化ホウ素コーティングを伴うスチール容器など、構造体構成要素と、別個の金属コーティングまたは電気絶縁コーティングの更に薄いライニング構成要素とを備えてもよい。バッテリー容器 2 6 は、第 1 の容器端部（例えば、縁）4 4 と第 2 の容器端部（例えば、縁）4 6 との間で軸方向に延びることができる断面形状を有することができる。断面形状は、例えば、図 1 3 に示されるような円形、図 1 6 に示されるような矩形（例えば、正方形）、または、バッテリー 2 0 のための設計要件に基づいて選択されてもよい任意の他の形状であってもよい。バッテリー容器 2 6 は、容器（下）端壁 5 0 と容器側壁 5 2 とによって画定されるセルキャビティ 4 8 を含む。キャビティ 4 8 は、第 1 の容器端部 4 4 に位置されるキャビティ開口 5 4 から第 2 の容器端部 4 6 に位置される容器端

壁 50 までバッテリー容器 26 内へと軸方向に延びることができる。また、キャビティ 48 は、容器側壁 52 の対向する側面間で横方向にも延びることができる。

【0090】

容器蓋アセンブリ 28 は、導電容器蓋 56、1 つ以上の導電フランジ 58、および、1 つ以上の電気絶縁ガスケット 60（例えば、環状誘電体ガスケット）を含むことができる。

【0091】

図 8 および図 9 を参照すると、容器蓋 56 は、例えば、鋼、鉄、銅、ステンレス鋼、グラファイト、ニッケル、ニッケル系合金、チタン、アルミニウム、モリブデン、タングステン、または、導電ガラスなどの導電材料から構成され得る。容器蓋 56 は、第 1 の蓋端部 62 と第 2 の蓋端部 64 との間で軸方向に延びることができる。容器蓋 56 は、導電ベース 66 と、1 つ以上の導電装着リング 68（「フィードスルーフランジ」とも称される）を含むことができる。ベースは、第 1 の蓋端部 62 とベース端部 70 との間で軸方向に延びることができ、ベース端部 70 は、軸方向で第 1 の蓋端部 62 と第 2 の蓋端部 64 との間に位置される。ベース 66 は、第 1 の蓋端部 62 とベース端部 70 との間でベース 66 を軸方向に貫通して延びることができる 1 つ以上の装着リング開口 72 を含むことができる。装着リング 68 はそれぞれ装着リング開口 72 と嵌合されてベース 66 に接続される（例えば、溶接される、接着される、あるいはさもなければ、締結される）。装着リング 68 は、第 1 の蓋端部 62 と第 2 の蓋端部 64 との間で軸方向に延びることができる。装着リング 68 のそれぞれは、第 1 の蓋端部 62 と第 2 の蓋端部 64 との間で装着リングを軸方向で貫通して延びることができる第 1 の導体開口 74 を含む。第 1 の導体開口 74 は、キャビティ開口 54（図 7 参照）の直径よりも例えば少なくとも 2（例えば、約 2 ~ 6）倍小さい直径を有する。各装着リング 68 は、それぞれの第 1 の導体開口 74 の周囲にわたって配置される 1 つ以上のネジ付き締結具開口 76 を含んでもよい。締結具開口 76 は、第 1 の蓋端部 62 からそれぞれの装着リング 68 内へと軸方向に延びる。

【0092】

図 10 および図 11 を参照すると、フランジ 58 のそれぞれは、例えば、鋼、鉄、ステンレス鋼、グラファイト、ニッケル、ニッケル系合金、チタン、アルミニウム、モリブデン、タングステン、または、導電ガラスなどの導電材料から構成される。各フランジ 58 は、第 1 のフランジ端部 78 と第 2 のフランジ端部 80 との間で軸方向に延びることができる。各フランジ 58 は導電ベース 82 と導電フランジリング 84 とを含んでもよい。ベース 82 は、第 1 のフランジ端部 78 と第 2 のフランジ端部 80 との間で軸方向に延びることができる。ベース 82 は、第 2 のフランジ端部 80 からベース端壁 88 まで軸方向でベース 82 内へと延びることができるネジ付き導体開口 86 を含む。フランジリング 84 はベース 82 の周囲にわたって延びることができる。また、フランジリング 84 は、第 1 のフランジリング端部 90 と第 2 のフランジリング端部 92 との間で軸方向に延びることができる。第 1 のフランジリング端部 90 は、第 1 のフランジ端部 78 から第 1 の軸方向距離だけオフセットされてもよく、および / または、第 2 のフランジリング端部 92 は、第 2 のフランジ端部 80 から第 2 の軸方向距離だけオフセットされてもよい。フランジリング 84 は、ベース 82 の周囲にわたって配置される複数の締結具開口 94 を含んでもよい。締結具開口 94 は、第 1 のフランジリング端部 90 と第 2 のフランジリング端部 92 との間でフランジリング 84 を軸方向で貫通して延びる。

【0093】

図 7 および図 12 を参照すると、ガスケット 60 は、例えば、ガラス、蝋付けセラミック、サーミキュライト、窒化アルミニウム、マイカ、および / または、バーミキュライトなどの誘電体材料から構成される。各ガスケット 60 は、第 1 のガスケット端部 98 と第 2 のガスケット端部 100 との間でガスケットを貫通して軸方向に延びることができる第 2 の導体開口 96 を含む。第 2 の導体開口 96 は、第 1 の導体開口 74 のそれぞれの開口の直径にほぼ等しいあるいは該直径よりも小さい直径を有する。

【0094】

10

20

30

40

50

図7を参照すると、導体30は、例えば、鋼、鉄、ステンレス鋼、グラファイト、ニッケル、ニッケル系合金、チタン、アルミニウム、モリブデン、または、タングステンなどの導電材料から構成され得る。導体30は、第1の導体端部102と第2の導体端部104との間で軸方向に延びる。各導体30は、第1の導体端部102付近にネジ付き端部領域106を含んでもよい。

【0095】

図7を参照すると、シース32は、例えば、アルミナ、チタニア、シリカ、マグネシア、窒化ホウ素、または、カルシウム酸化物、アルミニウム酸化物、シリコン酸化物、リチウム酸化物、マグネシウム酸化物等を含む混合酸化物などの断熱および/または電気絶縁材料から構成され得る。シース32は、第1のシース端部(上端)108と第2のシース端部(下端)110との間で軸方向に延びることができる環状の断面形状を有する。

10

【0096】

代案として、シースは、容器の腐食を防止するおよび/または側壁の上方へのカソード材料の湿潤を防止するために使用できるとともに、鋼、ステンレス鋼、タングステン、モリブデン、ニッケル、ニッケル系合金、グラファイト、または、チタンなどの電子伝導性材料から構成されてもよい。シースは、非常に薄くてもよく、また、コーティングであってもよい。コーティングは、壁の内側だけを覆うことができ、および/または、容器の内側の下端を覆うこともできる。

【0097】

図7および図12を参照すると、第1の電流コレクタ34は、例えば、ニッケル-鉄(Ni-Fe)発泡体、有孔スチールディスク、波形スチールのシート、エキスパンデッドメタルメッシュのシート等の導電材料から構成される。第1の電流コレクタ34は、第1のコレクタ端部112と第2のコレクタ端部114との間で軸方向に延びることができるプレートとして構成されてもよい。第1の電流コレクタ34は、キャビティ開口54の直径よりも小さく且つ第1の導体開口74の直径よりも大きいコレクタ直径を有する。他の電流コレクタ形態の例は、米国特許公開第2011/0014503号、第2011/0014505号、および、第2012/0104990号に開示されており、これらの特許は、参照することにより全体が本願に組み入れられる。本発明は任意の特定の第1の電流コレクタ形態に限定されない。

20

【0098】

第2の電流コレクタ36はセル容器26の一部として構成されてもよい。図7に示される実施形態では、例えば、容器端壁50が第2の電流コレクタ36として構成される。代案として、電流コレクタは、バッテリー容器とは別個であってもよく、また、例えば、バッテリー容器に電氣的に接続される。そのような電流コレクタ配置の例は、前述した米国特許公開第2011/0014503号、第2011/0014505号、および、第2012/0104990号に開示されており、これらの特許は、参照することにより全体が本願に組み入れられる。本発明は任意の特定の第2の電流コレクタ形態に限定されない。

30

【0099】

図13および図14は、別の実施形態の電気化学バッテリーハウジング120を示す。そのようなケースのシースは、ある場合に、排除できる。図7および図12のバッテリーハウジング24とは異なり、バッテリーハウジング120の各フランジ58は、導体30のうちのそれぞれの1つに直接に接続される(例えば、溶接される、接着される、融着される、付着される、および/または、さもなければ締結される)フランジリング122を含む。バッテリーハウジング120の各ガスカート60は、締結具116を受ける複数の締結具開口124を更に含んでもよい。締結具116のそれぞれは、電気絶縁スリーブ126と電気絶縁ワッシャ128とによってフランジリング122から電氣的に絶縁されてもよい。スリーブ126およびワッシャ128はそれぞれ、例えばマイカまたはバーミキュライトなどの誘電体から構成される。また、バッテリーハウジング120は、流体(例えば、不活性ガス)をシールされたキャビティ48内へ及び/またはキャビティ48から

40

50

方向付ける１つ以上の流体ポート１３０（例えば、急速接続ガス器具）を含んでもよい。

【０１００】

図１５および図１６は、他の別の実施形態の電気化学バッテリーハウジング１３２を示す。図７および図１２のバッテリーハウジング２４とは異なり、バッテリーハウジング１３２の各フランジ５８は、第１のフランジリング端部９０と第２のフランジ端部８０との間で軸方向に延びることができるベース１３４を含む。各フランジ５８は突出部１３６（例えば、ボス）を含むこともでき、突出部１３６は、ベース１３４および／またはフランジリング８４に接続されるとともに、第１のフランジ端部７８へと軸方向に延びることができる。そのような突出部１３６は、図１５に示されるように、複数のバッテリーハウジング１３２を垂直に積み重ねるおよび／または電氣的に相互接続するために利用されてもよい。

10

【０１０１】

図１７は、本明細書中に記載される電気化学セルおよび／またはバッテリーの部品数を減らす（例えば、単一の予め組み付けられた部品を使用して複数の電気化学セルの組み立てを可能にする）実施形態を示す。ある場合には、第１の電気化学セル１７０１の導体は、第２の電気化学セル１７０２のハウジング（例えば、プラス電流コレクタ）に接続され、および／または、第２の電気化学セル１７０２のハウジングと同じ金属部品から形成される。ある場合には、第１の電気化学セルの上端は、第１の電気化学セルの上方に位置される第２の電気化学セルの下端に直接に接続され（例えば、溶接されあるいはボルト締結され）、または、第２の電気化学セルの下端と同じ金属部品から形成される。セルは、図１７中のパネルＡに示されるように組み付けられ得る。ここに見られるように、ハウジング部分と容器蓋アセンブリ部分１７０４とを備える複数の部品１７０３は、複数の電気化学セルを形成するために互いに上下に組み合わせられる（例えば、溶接される）。マイナス電流コレクタ１７０５、プラス電極１７０６、および、電解質１７０７は、セルが部品から組み立てられる際に、電気化学セル内へ挿入され得るおよび／または充填され得る。マイナス電流コレクタ１７０５はマイナス電極を含む（例えば、格納する、収容する）ことができる。例えば、マイナス電流コレクタ１７０５は、該マイナス電流コレクタ１７０５の孔内にマイナス電極の材料（例えば、リチウム）を含む多孔質材料であってもよい。

20

【０１０２】

電気化学セルは、２つの表面間にシーラント材料を配置することによって密閉シールされおよび／または電氣的にシールされ得る。

30

【０１０３】

一態様において、電気化学セルは、導電ハウジングと、電流コレクタと電氣的に通じる導体とを備え、この場合、導体は、ハウジングの開口を通じてハウジングから突出するとともに、電気化学セルを密閉シールするシールを用いてハウジングから電氣的に絶縁される。

【０１０４】

図１８を参照すると、シーラント１８００を電気化学セル１８０１のハウジングと他の物品１８０２（例えば、導電フィードスルー）との間に配置するおよび／または置くことができる。図１９は、２つの表面１９００を金属にすることができることを示す。ある場合には、シールおよび／またはシーラント１９０１は、セラミック、ガラス、または、ガラス-セラミック複合体である。図２０は、左側の電気化学セルハウジング２０００、中央のシール２００１、および、右側の物品２００２（例えば、導電フィードスルー）とを伴うアセンブリの各層に関する平面図を示す。

40

【０１０５】

ある場合には、表面が異なる材料（すなわち、２つの異なる金属表面など、同じでない材料）から形成される。材料は異なる熱膨張係数を有することができる。異なる材料を互いに嵌め込むおよび／または埋め込むことができる（例えば、平坦な表面および縁など、少なくとも２つの平面上で一方の材料が他方の材料を取り囲む）。図２１は、導電フィードスルー２１００が電気化学セル２１０１のハウジング内に嵌め込まれる実施形態を示す

50

。ある場合には、フィードスルーは、水平面 2 1 0 2 に沿うおよび縁 2 1 0 3 (すなわち、垂直面) に沿う場合を含めて、2 つの平面に沿ってハウジングからシールされる。

【0106】

ある場合には、フィードスルーは、ハウジング内に埋め込まれて全ての側でハウジングから電氣的に絶縁されるが、1 つの平面のみに沿ってシールされる。例えば、水平シム(例えば、セラミック材料から形成される)をフィードスルーとハウジングとの間に水平方向で置くことができ、また、シーラントを垂直方向に沿って配置することができる。幾つかの実施形態では、垂直リング(例えば、セラミック材料から形成される)がフィードスルーとハウジングとの間に垂直方向で(例えば、縁に沿って)配置され、また、シーラントを水平方向に沿って配置できる。図 2 2 は、フィードスルー、ハウジング、および、2 つの平面(例えば、垂直および水平)に沿うシール水平シム 2 2 0 1 および/または垂直リング 2 2 0 0 の 3 次元分解図を示す。

10

【0107】

図 2 3 は、左から右へと、電気化学セルハウジング 2 3 0 0、水平シム 2 3 0 1、導電フィードスルー 2 3 0 2、および、最も右側の垂直リング 2 3 0 3 を含むアセンブリの各層の平面図を示す。一実施形態では、図示のように、アセンブリの層が相対的な寸法を有する。特に、ハウジング 2 3 0 0 は、1.5 の第 2 の直径を伴う 1 つの任意の単位の内径(記号により示される)1.00 と、4.00 (例えば 4 インチ)の外径とを伴う穴を有してもよい。ハウジング 2 3 0 0 のベースは、金属から形成することができ、約 0.5 の厚さをなり得る。ある場合には、水平シム 2 3 0 1 は、0.05 の厚さを伴って 0.6 の内径と 1.5 の外径とを有する。幾つかの実施形態では、導電フィードスルー 2 3 0 2 が 1.38 の直径と 0.2 の厚さとを有する。ある場合には、垂直リング 2 3 0 3 は、1.38 の内径、1.5 の外径、および、0.2 の厚さを有する。

20

【0108】

ハウジングおよびフィードスルーが異なる熱膨張係数を有する異なる材料から形成される場合には、圧縮力をシールでもたらすことができる。幾つかの実施形態では、ハウジングがフィードスルーよりも大きい熱膨張係数を有する。シールは、高温で膨張されるときに材料間に置くことができる。冷却時、シールの際に圧縮力をもたらすために、材料が体積を収縮し得る(例えば、外側のハウジングが内側のフィードスルーよりも大きく収縮する)。力は、任意の適した(例えば、電気化学セルを密閉シールするのに適した)力であってもよい。ある場合には、力は、約 1,000 psi、約 2,000 psi、約 5,000 psi、約 10,000 psi、または、約 20,000 psi である。ある場合には、力は、少なくとも 1,000 psi、少なくとも 2,000 psi、少なくとも 5,000 psi、少なくとも 10,000 psi、または、少なくとも 20,000 psi である。

30

【0109】

一態様において、電気化学セルをシールするための方法は、(a)ハウジングと該ハウジング内に埋め込まれる物品との間にシーラント材料を加えるステップであって、シーラントは、シーラント材料が可鍛性を有し、粘性を有し、および/または、流動性を有する温度で加えられ、ハウジングおよび物品が異なる熱膨張係数を有する、ステップと、(b)シーラント材料が可鍛性を有さない、粘性を有さない、および/または、流動性を有さない温度、すなわち、シーラント材料が凝固するあるいは硬化する温度まで温度を下げ、それにより、圧縮力下にあるシールをハウジングと物品との間に形成するステップとを備える。幾つかの実施形態において、シールは、電気化学セルの動作温度で圧縮を受ける。

40

【0110】

シーラントは任意の適した材料であってもよい。ある場合には、金属基板上にセラミックを貼付けすることによってシールが形成される。幾つかの実施形態では、セラミックおよび/またはガラスを凝固させることによってシールが形成される。幾つかの実施形態では、機械的におよび/または化学的に結合されたガラスまたはガラス-セラミック複合体によってシールが形成される。

50

## 【0111】

ある場合には、シーラント材料は、ホウケイ酸ガラス（または、他のシール固有のガラス）などのリフロー可能な材料である。そのような実施形態では、ホウケイ酸ガラスチューブを水平スペーサとしてセル上端の周囲でスライドさせることによって密閉シールをもたらすことができる。嵌め込み空間内へのリフロー可能材料の挿入後、例えば約700～800の温度まで加熱することにより、ホウケイ酸ガラスの流れがガラスシールを形成できる。シールは、バッテリー動作温度で安定し得る。ある場合には、ガラスシールは、セルを密閉シールするのに適した厚さであり、剪断応力に対して弾力的である。幾つかの実施形態において、セルは、亀裂や層間剥離等を伴うことなくシールが一様に形成されるように、溶融後にゆっくりと一様に冷却される。

10

## 【0112】

ある場合には、複数のシーラント材料を使用できる。幾つかの実施形態では、シールが少なくとも2つの異なる材料から形成され、それらの材料のうちの少なくとも1つは、電気化学セル内に収容される材料との接触による減成に対して耐性がある。幾つかの実施形態において、シールは、ナトリウム（Na）、リチウム（Li）、または、マグネシウム（Mg）などの反応性金属蒸気に対して耐性がある。ある場合には、シールがカルコゲニドシール（例えば、 $\text{CaAl}_2\text{S}_4$ などのchalcogenを備える）である。幾つかの実施形態では、シーラント材料がカルコゲニド系化合物である。ある場合には、カルコゲニドが化学式 $\text{CaAl}_2\text{S}_4$ を有する。

## 【0113】

20

本開示のシステム、装置、および、方法は、参照することにより全体が本願に組み入れられる米国特許公開第2012/0104990号（「Alkali Metal Ion Battery with Bimetallic Electrode」）に記載されるバッテリーおよびバッテリー構成要素などの他のシステム、装置、および/または、方法と組み合わせられてもよくあるいはこれらの他のシステム、装置、および/または、方法によって変更されてもよい。

## 【0114】

本開示のエネルギー蓄積デバイスは、配電網スケール設定またはスタンドアロン設定において使用されてもよい。本開示のエネルギー蓄積デバイスは、ある場合には、スクーター、オートバイ、車、トラック、列車、ヘリコプター、航空機などの車両、および、ロボットなどの他の機械的なデバイスに給電するために使用され得る。

30

## 【0115】

当業者であれば分かるように、バッテリーハウジング構成要素は、先に与えられた例以外の材料から構成されてもよい。導電バッテリーハウジング構成要素のうちの1つ以上は、例えば、スチール以外の金属、および/または、1つ以上の導電複合体から構成されてもよい。他の例において、電気絶縁構成要素のうちの1つ以上は、前述したガラス、マイカ、および、パーミキュライト以外の誘電体から構成されてもよい。したがって、本発明は、任意の特定のバッテリーハウジング材料に限定されない。

## 【0116】

言うまでもなく、本明細書中で使用される用語は、特定の実施形態を説明する目的で使用されており、本発明の範囲を限定しようとするものではない。本明細書中で使用される単数形「1つの(a, an)」および「その(the)」は、文脈が別段明確に示唆しなければ、複数形を含むことに留意すべきである。また、別段規定されなければ、本明細書中で使用される全ての技術的および科学的な用語は、この発明が属する技術分野における当業者によって共通に理解される意味と同じ意味を有する。

40

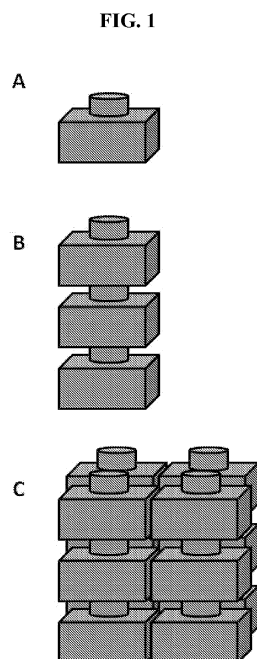
## 【0117】

本明細書中では本発明の好ましい実施形態を図示して説明してきたが、当業者に明らかなように、そのような実施形態は単なる一例として与えられる。本発明から逸脱することなく、多くの変形、変更、および、置換を当業者が想起できる。言うまでもなく、本発明を実施する際に、本明細書中に記載される発明の実施形態に対する様々な代案が使用され

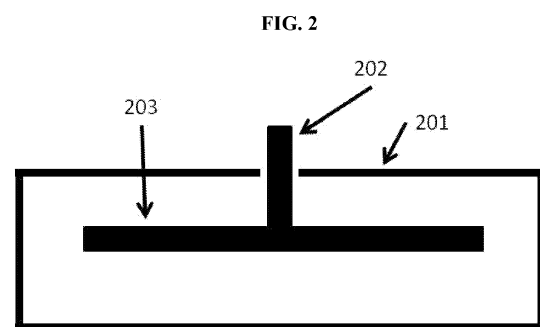
50

てもよい。以下の特許請求項が本発明の範囲を規定し、また、それによってこれらの特許請求項およびそれらの等価物の範囲の方法および構造が保護されることが意図される。

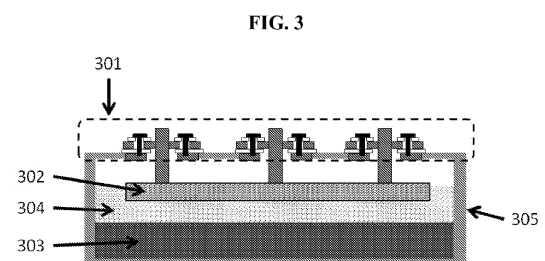
【図 1】



【図 2】

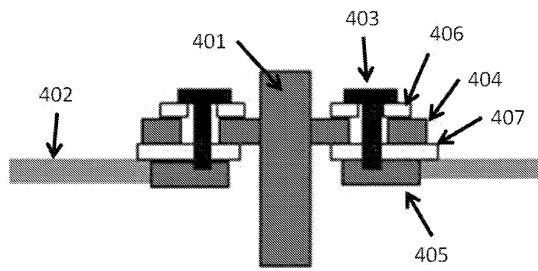


【図 3】



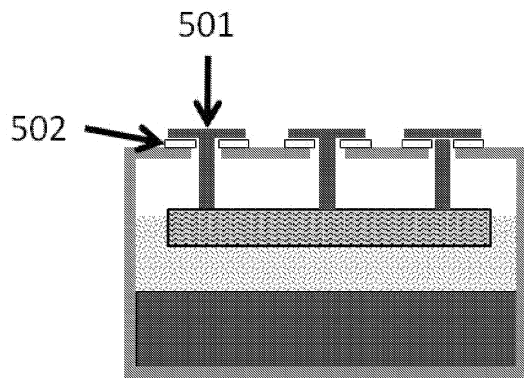
【図 4】

FIG. 4



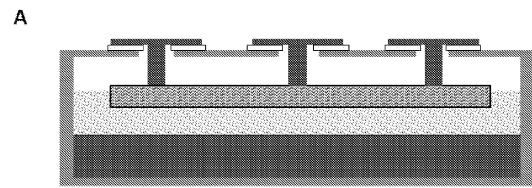
【図 5】

FIG. 5



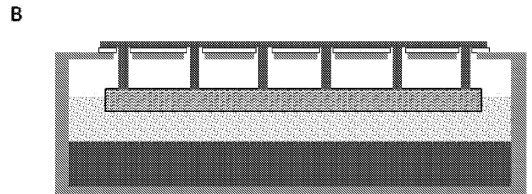
【図 6 A】

FIG. 6



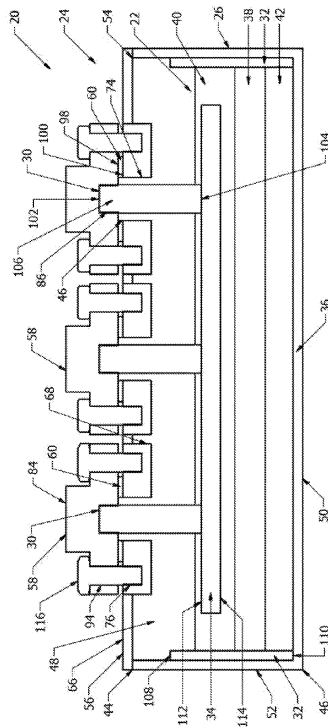
【図 6 B】

FIG. 6



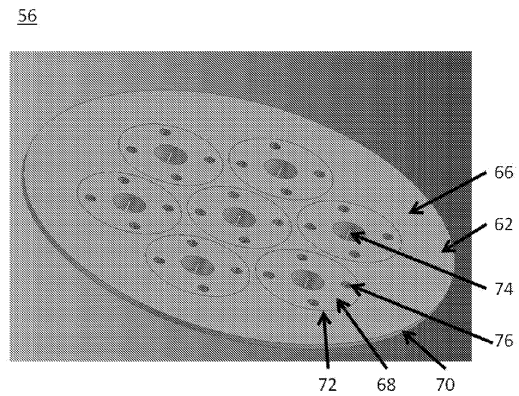
【図 7】

FIG. 7



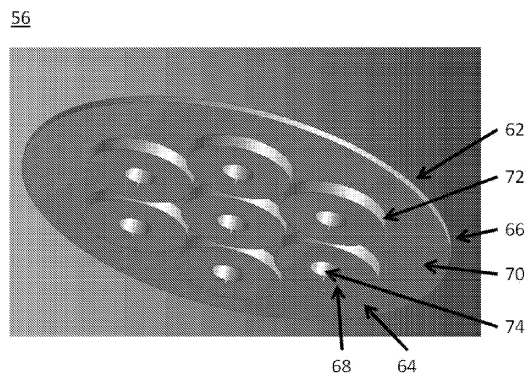
【図 8】

FIG. 8



【図 9】

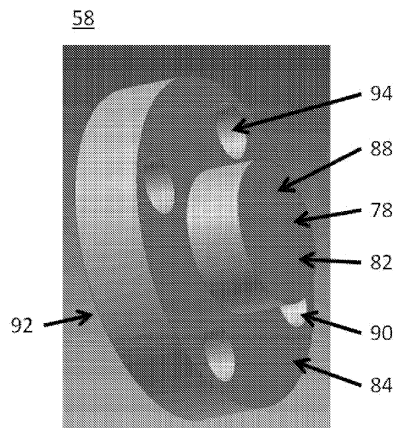
FIG. 9





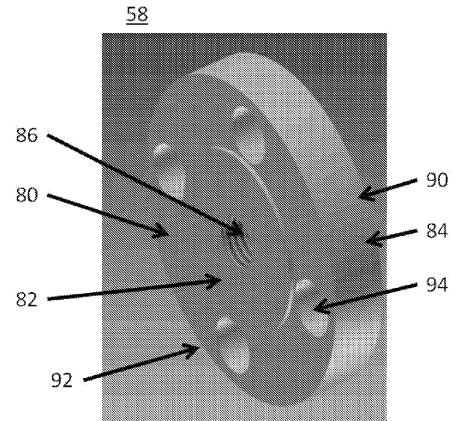
【図 10】

FIG. 10



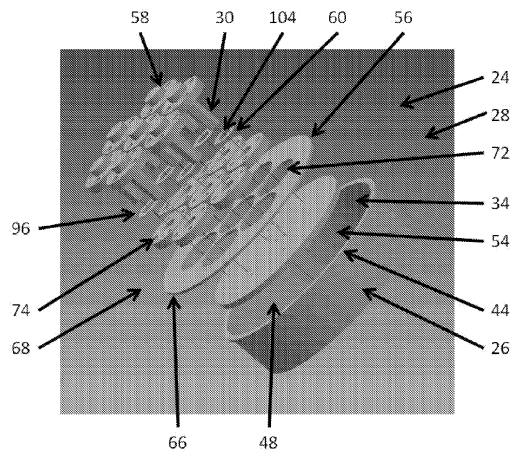
【図 11】

FIG. 11



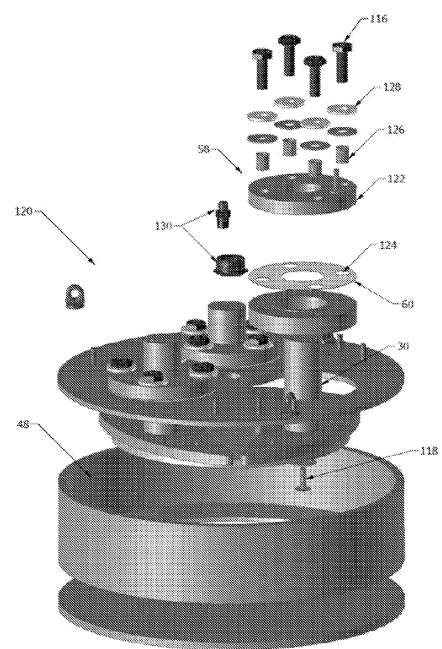
【図 12】

FIG. 12



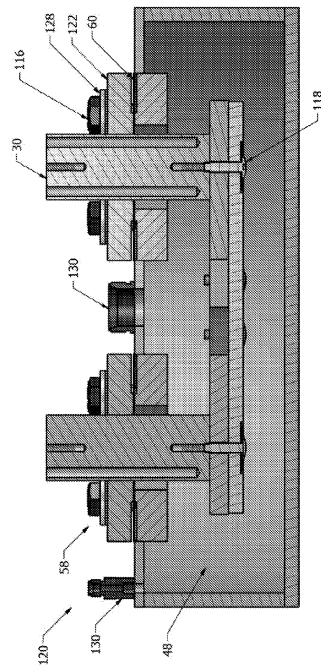
【図 13】

FIG. 13



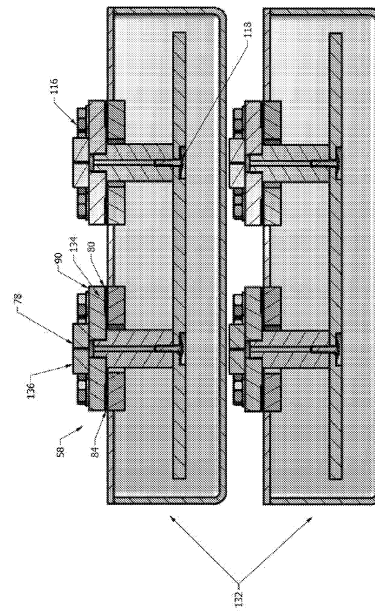
【図 14】

FIG. 14



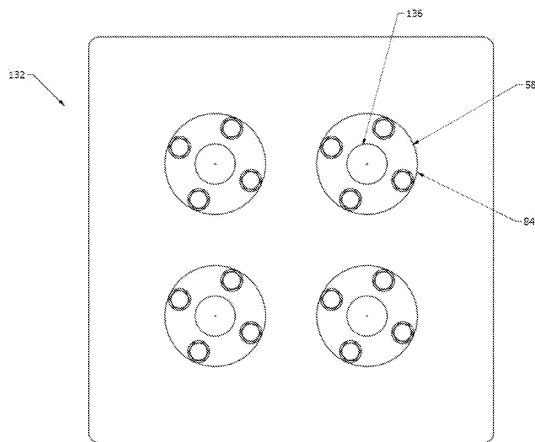
【図 15】

FIG. 15



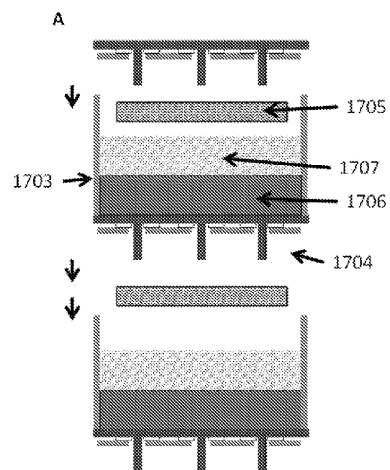
【図 16】

FIG. 16



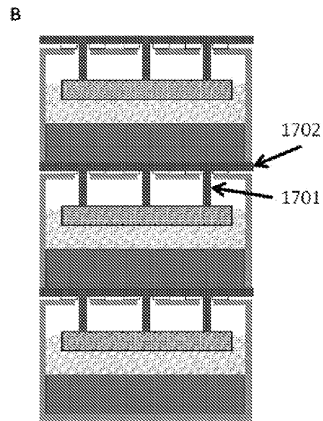
【図 17 A】

FIG. 17



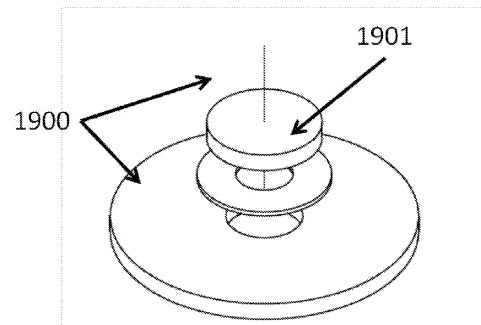
【図 17 B】

FIG. 17



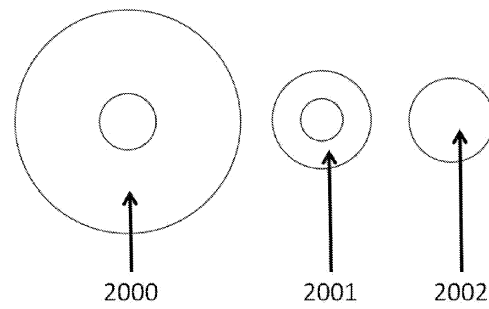
【図 19】

FIG. 19



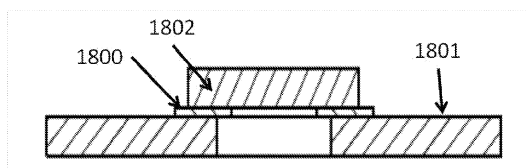
【図 20】

FIG. 20



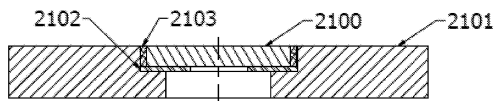
【図 18】

FIG. 18



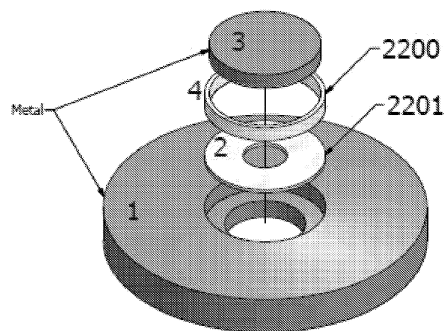
【図 21】

FIG. 21



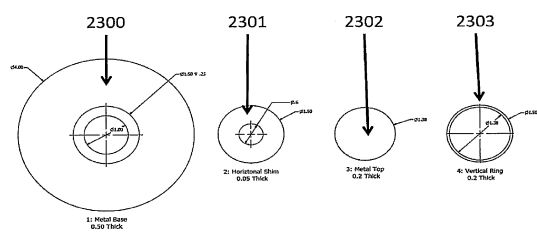
【図 22】

FIG. 22



【図 23】

FIG. 23



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 M 2/30 (2006.01) H 0 1 M 2/30 B

(74)代理人 100143823

弁理士 市川 英彦

(74)代理人 100151448

弁理士 青木 孝博

(74)代理人 100183519

弁理士 櫻田 芳恵

(74)代理人 100196483

弁理士 川崎 洋祐

(74)代理人 100185959

弁理士 今藤 敏和

(74)代理人 100146318

弁理士 岩瀬 吉和

(74)代理人 100127812

弁理士 城山 康文

(72)発明者 ブラッドウェル, デイビッド, ジェイ

アメリカ合衆国、マサチューセッツ・0 2 1 1 8、ボストン、ウエスト・コンコード・ストリート  
・ 1 2 2 ・ユニット・3

(72)発明者 バイ, アレックス, ティー

アメリカ合衆国、マサチューセッツ・0 1 7 7 6、サドベリー、ワズワース・ロード・5

(72)発明者 クイ, ジャンイー

アメリカ合衆国、マサチューセッツ・0 1 8 1 0、アンドーバー、ウインターグリーン・サークル  
・ 3

(72)発明者 ネルトナー, ブライアン

アメリカ合衆国、マサチューセッツ・0 2 1 4 3、サマービル、フィッチバーグ・ストリート・1  
、ユニット・ビー・1 5 4

審査官 高木 康晴

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 2 4 0 0 9 ( J P , A )

特開平 0 6 - 2 2 3 8 7 2 ( J P , A )

特開平 1 1 - 0 0 7 9 2 3 ( J P , A )

米国特許第 0 4 0 6 1 8 4 1 ( U S , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 2 / 0 2 - 2 / 0 8

H 0 1 M 2 / 2 2 - 2 / 3 4

H 0 1 M 1 0 / 3 9