

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2023-539873

(P2023-539873A)

(43)公表日 令和5年9月20日(2023.9.20)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 0 2 J 7/00 (2006.01)	H 0 2 J 7/00 3 0 2 C	5 G 5 0 3
H 0 1 M 10/48 (2006.01)	H 0 2 J 7/00 P	5 H 0 3 0
B 6 0 L 50/60 (2019.01)	H 0 1 M 10/48 P	5 H 1 2 5
B 6 0 L 3/00 (2019.01)	B 6 0 L 50/60	
	B 6 0 L 3/00 S	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全60頁)		

(21)出願番号	特願2023-513650(P2023-513650)	(71)出願人	500287732
(86)(22)出願日	令和3年8月31日(2021.8.31)		シオン・パワー・コーポレーション
(85)翻訳文提出日	令和5年4月26日(2023.4.26)		アメリカ合衆国 8 5 7 5 6、アリゾナ州
(86)国際出願番号	PCT/US2021/048557		、ツーソン、イースト・エルピラ・ロー
(87)国際公開番号	WO2022/051308		ド 2 9 0 0
(87)国際公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)	(74)代理人	100145403
(31)優先権主張番号	63/073,383		弁理士 山尾 憲人
(32)優先日	令和2年9月1日(2020.9.1)	(74)代理人	100156122
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 佐藤 剛
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA, RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(72)発明者	ハン布林, グレン アラン
			アメリカ合衆国 8 5 7 3 5アリゾナ州ツ
			ーソン、ウエスト・スカイ・ブルー・ド
			ライブ 9 6 9 1
		(72)発明者	ミハイリク, ユーリー プイ
			アメリカ合衆国 8 5 7 4 8アリゾナ州ツ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多重化バッテリー管理システム

(57)【要約】

電気化学セルおよびバッテリー管理システムが一般に提供される。システムは、2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーを備えてもよく、各々のセルのストリングは2つ以上のセルを含む。システムはまた、セルの各ストリングに接続された多重化スイッチ装置を含むことができる。システムはまた、コントローラを含んでもよい。いくつかの場合では、コントローラは、電気化学セルおよび／またはバッテリーの充電および／または放電の様々な態様を制御するために使用されてもよい。

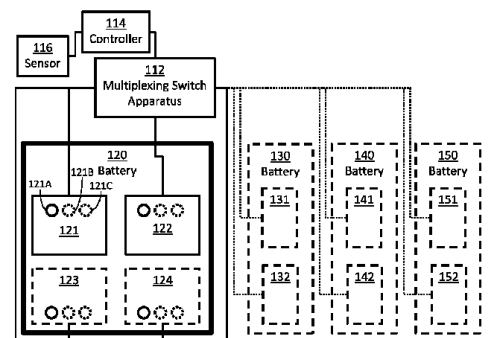


FIG. 1A

100

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、バッテリー、

各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および

第1のストリングと第2のストリングとの間の電圧差を閾値電圧差未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために多重化スイッチ装置を使用するように構成された少なくとも1つのコントローラを含む、バッテリー管理システム。

【請求項 2】

2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、バッテリー、

各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および

バッテリーの全出力電圧をウィンドウ内に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために多重化スイッチ装置を使用するように構成された少なくとも1つのコントローラを含む、バッテリー管理システム。

【請求項 3】

2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、バッテリー、

各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および

第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間の移行から生じる突入電流を閾値電流未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために多重化スイッチ装置を使用するように構成された少なくとも1つのコントローラを含む、バッテリー管理システム。

【請求項 4】

前記閾値電圧差は、前記移行から生じる突入電流が多くとも15アンペアになるようなものである、請求項1に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 5】

前記閾値電圧差が、前記移行から生じる突入電流が多くとも10アンペアになるようなものである、請求項4に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 6】

前記閾値電圧差が、前記第1のストリングまたは前記第2のストリングの最大総電圧の多くとも8%である、請求項1および4～5のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 7】

前記閾値電圧差が、前記第1のストリングまたは前記第2のストリングの最大総電圧の多くとも5%である、請求項1および4～6のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 8】

前記少なくとも1つのコントローラは、前記2つ以上のセルのストリングのそれぞれの電圧間の比較に基づいて、前記第1のストリングからどのセルのストリングに移行するかを決定するように構成される、請求項1～7のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。セル。

【請求項 9】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記第1のストリングを単独で放電しながら、測定時に前記第1のストリングからの前記セルのストリングの電圧差が最小であるセルのストリングに移行するように構成される、請求項8に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 10】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記第1のストリングを単独で放電しながら、測定時にセルのストリングのうち最高電圧を有するセルのストリングに移行するように構成される、請求項8に記載のバッテリー管理システム。

【請求項11】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記第1のストリングを単独で放電しながら、測定時にセルのストリングのうち最低電圧を有するセルのストリングに移行するように構成される、請求項8に記載のバッテリー管理システム。

【請求項12】

前記少なくとも1つのコントローラは、前記第1のストリングの電圧が閾値電圧まで低下する場合に、前記第1のストリングの放電と前記第2のストリングの放電との間で移行するように構成される、請求項1～11のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

10

【請求項13】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記第1のストリングおよび前記第2のストリングの放電を時間的に重複するように構成される、請求項1～12のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項14】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記少なくとも1つのスイッチを制御して、異なるストリング間の切り替え中にセルのストリングから電力を供給し続けるように構成される、請求項1～13のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項15】

前記閾値電圧差は、前記移行から生じる突入電流が多くとも15アンペアになるようなものである、請求項1～14のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

20

【請求項16】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記多重化スイッチ装置の切り替え時間および／または切り替え状態を調整するように構成される、請求項1～15のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項17】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記少なくとも1つのバッテリーの使用中に、前記多重化スイッチ装置に接続されたバランスレールに接続されたセルのストリングの少なくとも1つを維持するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項1～16のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

30

【請求項18】

前記セルのストリングの少なくとも1つは、少なくとも60ボルトの公称電圧を有する、請求項1～17のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項19】

前記セルのストリングの少なくとも1つが、200ボルト～2000ボルトの間の公称電圧を有する、請求項1～18のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項20】

前記多重化スイッチ装置に接続されたバランスレールを更に備え、前記少なくとも1つのコントローラが、前記セルのストリングを前記バランスレールに選択的に接続または切断するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項1～16および18～19のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

40

【請求項21】

前記2つ以上のセルのストリングは、4つのセルのストリングの倍数を含む、請求項1～20のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項22】

前記セルのストリングの少なくとも1つが複数のモジュールを含み、前記複数のモジュールのうちの各モジュールが複数のセルを含む、請求項1～21のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項23】

50

前記少なくとも1つのコントローラが、

前記セルのストリングの少なくとも1つを監視および管理するように構成される少なくとも1つのストリング・コントローラ、および

前記少なくとも1つのバッテリーの少なくとも1つのパラメータを監視および管理するように構成される少なくとも1つのバッテリー管理コントローラを含む、請求項1～22のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項24】

前記セルのストリングの少なくとも1つにおける2つ以上のセルが直列に接続される、請求項1～23のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項25】

前記セルのストリングの少なくとも1つが、直列に接続される少なくとも2つのセルのモジュールを含む、請求項1～24のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項26】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記セルのストリングを充電する第2の速度よりも少なくとも2倍高い第1の速度で、前記セルのストリングを選択的に放電するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項1～25のいずれか1項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項27】

請求項1～3のいずれか1項に記載のバッテリー管理システムによって管理される電気化学セル。

【請求項28】

請求項27に記載の電気化学セルを含む充電式バッテリー。

【請求項29】

請求項27に記載の電気化学セルを含む車両。

【請求項30】

請求項28に記載の充電式バッテリーを含む車両。

【請求項31】

2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、バッテリー、

各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および

少なくとも1つの基準に基づいて、前記セルのストリングの少なくとも1つのストリングのパルス放電の持続時間を制御するために、多重化スイッチ装置を使用するように構成される少なくとも1つのコントローラを含む、バッテリー管理システム。

【請求項32】

前記少なくとも1つの基準が、
負荷の需要、または

前記セルのストリングの少なくとも1つのストリングおよび前記セルのストリングの少なくとも1つの他のストリングとの間の電圧差を含む、請求項31に記載のバッテリー管理システム。

【請求項33】

前記少なくとも1つの基準が前記負荷の需要を含み、前記少なくとも1つのコントローラが、前記負荷の需要が減少する場合に前記パルス放電の持続時間をより長くなるように制御し、前記負荷の需要が増加する場合に前記パルス放電の持続時間をより短くなるように制御するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項32に記載のバッテリー管理システム。

【請求項34】

前記負荷の需要が、前記負荷の電力需要を含む、請求項32に記載のバッテリー管理システム。

【請求項35】

前記少なくとも1つのストリングと少なくとも1つの他のストリングとの間の電圧差を閾値電圧差未満に維持しながら、前記少なくとも1つのコントローラが、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するように構成される、請求項31に記載のバッテリー管理システム。

【請求項36】

前記閾値電圧差が、前記移行から生じる突入電流が多くとも10アンペアになるようなものである、請求項35に記載のバッテリー管理システム。

【請求項37】

前記閾値電圧差が、前記少なくとも1つのストリングおよび少なくとも1つの他のストリングの最大総電圧の多くとも8%である、請求項31に記載のバッテリー管理システム。

10

【請求項38】

前記少なくとも1つのコントローラは、前記少なくとも1つのストリングおよび少なくとも1つの他のストリングの放電を時間的に重複するように構成される、請求項31に記載のバッテリー管理システム。

【請求項39】

前記少なくとも1つのコントローラが、前記多重化スイッチ装置を制御して、異なるストリング間の切り替え中にセルのストリングから電力を供給し続けるように構成される、請求項31に記載のバッテリー管理システム。

【請求項40】

2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、少なくとも1つのバッテリー、および

20

各々のセルのストリングに接続された少なくとも1つのスイッチを含む統合切り替え制御システムを含み、

統合切り替え制御システムは、少なくとも1つのスイッチを制御して、第2のストリングではなく第1のストリングを放電しながら、測定時に第1の電圧を有する第1のストリングを放電し、次いで、測定時の第1の電圧に最も近い第2の電圧を有する第2のストリングを放電するように構成される、バッテリーパック。

【請求項41】

前記セルのストリングの少なくとも1つが、少なくとも60ボルトの公称電圧を有する、請求項40に記載のバッテリーパック。

30

【請求項42】

請求項40に記載のバッテリーパックの電気化学セル。

【請求項43】

請求項42に記載の電気化学セルを含む充電式バッテリー。

【請求項44】

請求項42に記載の電気化学セルを含む車両。

【請求項45】

請求項43に記載の充電式バッテリーを含む車両。

【請求項46】

第1のストリングと第2のストリングとの間の電圧差を閾値電圧差未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置を使用すること

40

を含み、

各々のセルのストリングは、2つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法。

【請求項47】

バッテリーの全出力電圧をウィンドウ内に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置を使用すること

50

を含み、

各々のセルのストリングは、2つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法。

【請求項48】

第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間の移行から生じる突入電流を閾値電流未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置を使用すること

を含み、

各々のセルのストリングは、2つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法。

【請求項49】

前記閾値電圧差が、前記移行から生じる突入電流が多くとも15アンペアになるようなものである、請求項46に記載のバッテリー管理方法。

【請求項50】

前記閾値電圧差は、前記移行から生じる突入電流が多くとも10アンペアになるようなものである、請求項49に記載のバッテリー管理方法。

【請求項51】

前記閾値電圧差は、前記第1のストリングまたは前記第2のストリングの公称総電圧の多くとも8%である、請求項46および49～50のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項52】

前記閾値電圧差は、前記第1のストリングまたは前記第2のストリングの公称総電圧の多くとも5%である、請求項46および49～51のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項53】

前記2つ以上のセルのストリングのそれぞれの電圧間の比較に基づいて、前記第1のストリングからどのセルのストリングに移行するかを決定することを更に含む、請求項46～52のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項54】

前記第1のストリングの電圧が閾値電圧まで低下する場合に、前記第1のストリングの放電と前記第2のストリングの放電との間で移行することを更に含む、請求項46～53のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項55】

前記セルのストリングの少なくとも1つは、少なくとも60ボルトの公称電圧を有する、請求項46～54のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項56】

前記セルのストリングを、前記多重化スイッチ装置に接続されたバランスレールに選択的に接続または切断するために、多重化スイッチ装置を使用すること
を更に含む、請求項46～55のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項57】

切り替え時間および/または切り替え状態を調整することにより、前記セルのストリング間で同等の充電状態を維持するために、多重化スイッチ装置を使用すること
を含む、請求項46～56のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項58】

前記少なくとも1つのバッテリーの使用中に前記セルのストリングの少なくとも1つをバランスレールに接続したままにするために、前記多重化スイッチ装置を使用すること
を更に含む、請求項56に記載のバッテリー管理方法。

【請求項59】

前記セルのセットを充電する第2の速度よりも少なくとも2倍高い第1の速度で前記セルのセットを選択的に放電するために、前記多重化スイッチ装置を使用すること
を更に含む、請求項46～58のいずれか1項に記載のバッテリー管理方法。

10

20

30

40

50

- 【請求項 6 0】
請求項 4 6 に記載のバッテリー管理方法によって制御される電気化学セル。
- 【請求項 6 1】
請求項 6 0 に記載の電気化学セルを含む充電式バッテリー。
- 【請求項 6 2】
請求項 6 0 に記載の電気化学セルを含む車両。
- 【請求項 6 3】
請求項 6 1 に記載の充電式バッテリーを含む車両。
- 【請求項 6 4】
2 つ以上のセルのストリングを含む少なくとも 1 つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが 2 つ以上のセルを含む、バッテリー、
各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および
前記セルのストリングを選択的に放電するために前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される少なくとも 1 つのコントローラを含む、バッテリー管理システム。 10
- 【請求項 6 5】
前記セルのストリングの少なくとも 1 つが、少なくとも 6 0 ボルトの公称電圧を有する、請求項 6 4 に記載のバッテリー管理システム。
- 【請求項 6 6】
前記セルのストリングの少なくとも 1 つが、2 0 0 ボルト～2 0 0 0 ボルトの間の公称電圧を有する、請求項 6 4 に記載のバッテリー管理システム。 20
- 【請求項 6 7】
前記多重化スイッチ装置に接続されるバランスレールを更に備え、前記少なくとも 1 つのコントローラが、前記セルのストリングを前記バランスレールに選択的に接続または切断するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項 6 4 ～6 6 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。
- 【請求項 6 8】
前記少なくとも 1 つのコントローラが、切り替え時間および／または切り替え状態を調整することによって、前記セルのストリング間で同等の充電状態を維持するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項 6 4 ～6 7 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。 30
- 【請求項 6 9】
前記少なくとも 1 つのコントローラが、前記少なくとも 1 つのバッテリーの使用中に前記セルのストリングの少なくとも 1 つを前記バランスレールに接続したままにするために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項 6 7 に記載のバッテリー管理システム。
- 【請求項 7 0】
前記 2 つ以上のセルのストリングが、4 つのセルのストリングの倍数を含む、請求項 6 4 ～6 9 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。
- 【請求項 7 1】
前記セルのストリングの少なくとも 1 つが複数のモジュールを含み、前記複数のモジュールの各モジュールが複数のセルを含む、請求項 6 4 ～7 0 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。 40
- 【請求項 7 2】
前記少なくとも 1 つのコントローラが、
前記セルのストリングの少なくとも 1 つを監視および管理するように構成される少なくとも 1 つのストリング・コントローラ、および
少なくとも 1 つのバッテリーの少なくとも 1 つのパラメータを監視および管理するように構成される少なくとも 1 つのバッテリー管理コントローラを含む、請求項 6 4 ～7 1 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。 50

【請求項 7 3】

前記セルのストリングの少なくとも 1 つにおける 2 つ以上のセルが直列に接続される、請求項 6 4～7 2 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 7 4】

前記セルのストリングの少なくとも 1 つが、直列に接続される少なくとも 2 つのセルのモジュールを含む、請求項 6 4～7 2 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。

【請求項 7 5】

前記少なくとも 1 つのコントローラが、前記セルのストリングを充電する第 2 の速度よりも少なくとも 2 倍高い第 1 の速度で、前記セルのストリングを選択的に放電するために、前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される、請求項 6 4～7 4 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理システム。

10

【請求項 7 6】

2 つ以上のセルのストリングを含む少なくとも 1 つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが 2 つ以上のセルを含む、少なくとも 1 つのバッテリー、および

各々のセルのストリングに接続される少なくとも 1 つのスイッチを含む統合切り替え制御システム

を含み、

前記統合切り替え制御システムが、前記セルのストリングを放電するために前記少なくとも 1 つのスイッチを制御するように構成される、バッテリーパック。

【請求項 7 7】

前記セルのストリングの少なくとも 1 つは、少なくとも 6 0 ボルトの公称電圧を有する、請求項 7 6 に記載のバッテリーパック。

20

【請求項 7 8】

少なくとも 1 つのバッテリーの 2 つ以上のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置を使用して、各々のセルのストリングを選択的に放電することを含み、

各々のセルのストリングは、2 つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法。

【請求項 7 9】

前記セルのストリングの少なくとも 1 つが、少なくとも 6 0 ボルトの公称電圧を有する、請求項 7 8 に記載のバッテリー管理方法。

30

【請求項 8 0】

前記セルのストリングを、前記多重化スイッチ装置に接続されたバランスレールに選択的に接続または切断するために、前記多重化スイッチ装置を使用することを含み、請求項 7 8～7 9 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項 8 1】

切り替え時間および／または切り替え状態を調整することにより、前記セルのストリング間で同等の充電状態を維持するために、前記多重化スイッチ装置を使用することを含み、請求項 7 8～8 0 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項 8 2】

前記少なくとも 1 つのバッテリーの使用中に前記セルのストリングの少なくとも 1 つを前記バランスレールに接続したままにするために、前記多重化スイッチ装置を使用することを含み、請求項 8 0 に記載のバッテリー管理方法。

40

【請求項 8 3】

前記セルのセットを充電する第 2 の速度よりも少なくとも 2 倍高い第 1 の速度で前記セルのセットを選択的に放電するために、前記多重化スイッチ装置を使用することを含み、請求項 7 8～8 2 のいずれか 1 項に記載のバッテリー管理方法。

【請求項 8 4】

請求項 7 8 に記載のバッテリー管理方法によって制御される電気化学セル。

【請求項 8 5】

請求項 8 4 に記載の電気化学セルを含む充電式バッテリー。

50

【請求項 86】

請求項 84 に記載の電気化学セルを含む車両。

【請求項 87】

請求項 85 に記載の充電式バッテリーを含む車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本出願は、米国特許法第 1 の 19 (e) 条の下で、2020 年 9 月 1 日に出願され、発明の名称「Multiplexed Charge Discharge String Battery Management System」の米国仮出願第 63 / 073, 383 号に基づく優先権を主張し、すべての目的のために参照によりその全体が本明細書中に援用される。

10

【0002】

本発明は、概して電気化学セルの充電／放電管理、および関連システムに関する。

【背景技術】

【0003】

従来、バッテリーは、自動車などの様々な産業において、内燃機関などの確立された動力源とうまく競合することができなかった。その理由の一つとして、バッテリーのユーザーが、従来から提供されているバッテリーの寿命や性能に不満を持っていたことが挙げられる。

20

【発明の概要】

【0004】

本発明のいくつかの実施形態は、2 つ以上のセルのストリングを含む少なくとも 1 つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが 2 つ以上のセルを含む、少なくとも 1 つのバッテリー、各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置 (multiplexing switch apparatus)、および第 1 のストリングと第 2 のストリングとの間の電圧差を閾値電圧差未満に維持しながら、第 1 のセルのストリングの放電と第 2 のセルのストリングの放電との間で移行 (または遷移; transition) するために多重化スイッチ装置を使用するように構成された少なくとも 1 つのコントローラを備える、バッテリー管理システム、に関する。

【0005】

30

いくつかの他の実施形態は、2 つ以上のセルのストリングを含む少なくとも 1 つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが 2 つ以上のセルを含む、少なくとも 1 つのバッテリー、各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、およびバッテリーの全出力電圧をウィンドウ内に維持しながら、第 1 のセルのストリングの放電と第 2 のセルのストリングの放電との間で移行するために多重化スイッチ装置を使用するように構成された少なくとも 1 つのコントローラを備える、バッテリー管理システム、に関する。

【0006】

更なる実施形態は、2 つ以上のセルのストリングを含む少なくとも 1 つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが 2 つ以上のセルを含む、少なくとも 1 つのバッテリー、各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および第 1 のセルのストリングの放電と第 2 のセルのストリングの放電との間での移行から生じる突入電流 (in-rush current) を閾値電流未満に維持しながら、第 1 のセルのストリングの放電と第 2 のセルのストリングの放電との間で移行するために多重化スイッチ装置を使用するように構成された少なくとも 1 つのコントローラを備える、バッテリー管理システム、に関する。

40

【0007】

他のいくつかの実施形態は、2 つ以上のセルのストリングを含む少なくとも 1 つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが 2 つ以上のセルを含む、少なくとも 1 つのバッテリー、各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および少なくとも 1 つの基準に基づいて、前記セルのストリングの少なくとも 1 つのストリングのパルス放電の持続時間を制御するために、多重化スイッチ装置を使用するように構成される少なくとも

50

1つのコントローラを備える、バッテリー管理システム、に関する。

【0008】

更なる実施形態は、2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、少なくとも1つのバッテリー、および各々のセルのストリングに接続された少なくとも1つのスイッチを含む統合(integrated)切り替え制御システムを備え、統合切り替え制御システムは、少なくとも1つのスイッチを制御して、第2のストリングではなく第1のストリングを放電しながら、測定時に第1の電圧を有する第1のストリングを放電し、次いで、測定時の第1の電圧に最も近い第2の電圧を有する第2のストリングを放電するように構成される、バッテリーパック、に関する。

10

【0009】

いくつかの他の実施形態は、第1のストリングと第2のストリングとの間の電圧差を閾値電圧差未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続された多重化スイッチ装置を使用することを含み、各々のセルのストリングは、2つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法、に関する。

【0010】

更なる実施形態は、バッテリーの全出力電圧をウィンドウ内に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続された多重化スイッチ装置を使用することを含み、各々のセルのストリングは、2つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法、に関する。

20

【0011】

いくつかの他の実施形態は、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間での移行から生じる突入電流を閾値電流未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行するために、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続された多重化スイッチ装置を使用することを含み、各々のセルのストリングは、2つ以上のセルを含む、バッテリー管理方法、に関する。

【0012】

本発明のいくつかの実施形態は、2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、バッテリー、各々のセルのストリングに接続される多重化スイッチ装置、および前記セルのストリングを選択的に放電するために前記多重化スイッチ装置を使用するように構成される少なくとも1つのコントローラを備える、バッテリー管理システム、に関する。

30

【0013】

他のいくつかの実施形態は、2つ以上のセルのストリングを含む少なくとも1つのバッテリーであって、各々のセルのストリングが2つ以上のセルを含む、少なくとも1つのバッテリー、および各々のセルのストリングに接続された少なくとも1つのスイッチを含む統合切り替え制御システムを備え、前記統合切り替え制御システムが、前記セルのストリングを放電するために前記少なくとも1つのスイッチを制御するように構成される、バッテリーパック、に関する。

40

【0014】

更なる実施形態は、バッテリー管理方法に向けられている。この方法は、少なくとも1つのバッテリーの2つ以上のセルのストリングに接続された多重化スイッチ装置を使用して、各々のセルのストリングを選択的に放電することを含んでもよく、各々のセルのストリングは2つ以上のセルを含む。

【0015】

本発明の他の利点および新規な特徴は、添付の図面と併せて考慮すると、本発明の様々

50

な非限定的な実施形態の以下の詳細な説明から明らかとなる。本明細書と参照により援用される文献とが矛盾するおよび／または整合しない開示を含む場合、本明細書が支配的であるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0016】

本発明の非限定的な実施形態は、概略的であり、一定の縮尺で示されることを意図されていない添付の図面を参照して一例として説明する。図面において、図示の同一またはほぼ同一の各構成要素は、通常、単一の数字で表される。明瞭にするために、必ずしもすべての構成要素は、すべての図においてラベル付け、また図は、当業者が本発明を理解できるようにする必要がない場合に示された本発明の各実施形態の全ての構成要素である。

10

【図1A】いくつかの実施形態による、代表的なバッテリー管理システムを示すブロック図である。

【図1B】いくつかの実施形態による、セルのストリングを有する代表的なバッテリー管理システムを例示するブロック図である。

【図1C】いくつかの実施形態による、代表的な充電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示すブロック図である。

【図1D】いくつかの実施形態による、代表的な充電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示すブロック図である。

【図1E】いくつかの実施形態による、代表的な充電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示すブロック図である。

20

【図1F】いくつかの実施形態による、代表的な充電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示すブロック図である。

【図1G】いくつかの実施形態による、代表的な充電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示すブロック図である。

【図1H】いくつかの実施形態による、代表的な放電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを例示するブロック図である。

【図1I】いくつかの実施形態による、代表的な放電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを例示するブロック図である。

【図1J】いくつかの実施形態による、代表的な放電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを例示するブロック図である。

30

【図1K】いくつかの実施形態による、代表的な放電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを例示するブロック図である。

【図2】いくつかの実施形態による、代表的なバッテリーパックを例示するブロック図である。

【図3A】いくつかの実施形態による、代表的なバッテリー管理システムを例示するブロック図である。

【図3B】いくつかの実施形態による、代表的なセルセットおよび対応する構成要素を例示するブロック図である。

【図3C】いくつかの実施形態による、1つまたは複数の電気化学セルへの異方性力の適用を例示する断面概略図である。

40

【図3D】いくつかの実施形態による、電気化学セルの断面概略図である。

【図4A】いくつかの実施形態による、バッテリーのセルのストリングを放電するための代表的なプロセスを示すフローチャートである。

【図4B】いくつかの実施形態による、バッテリーのセルのストリングを放電させるための更なる代表的なプロセスを示すフローチャートである。

【図4C】いくつかの実施形態による、バッテリーのセルのセットを放電するための代表的なプロセスを示すフローチャートである。

【図4D】いくつかの実施形態による、バッテリーのセルのセットを放電するための更なる代表的なプロセスを示すフローチャートである。

【図5】図5は、いくつかの実施形態による、バッテリーパックを制御するための代表的な

50

プロセスを示すフローチャートである。

【図 6 A】いくつかの実施形態による、バッテリーパックを制御するための更なる代表的なプロセスを示すフローチャートである。

【図 6 B】いくつかの実施形態による、代表的なバッテリー管理システムを示す概略図である。

【図 6 C】いくつかの実施形態による、バッテリーのセルのストリングを放電するための更なる代表的なプロセスを示すフローチャートである。

【図 7 A】いくつかの実施形態による、例示的な放電プロファイルを示すチャートである。

【図 7 B】いくつかの実施形態による、例示的な完全放電プロファイルを示すチャートである。

【図 7 C】いくつかの実施形態による、例示的なバッテリーサイクル寿命を示すチャートである。

【図 8】いくらかの態様を実施するために使用されてもよい代表的なコンピューティングシステムを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明者らは、充電可能な電気化学セルの管理および操作のための従来の技術が、上記セル（およびそれらが含まれてもよいバッテリー）の以前には劣った寿命および性能をもたらすことを認識し、理解している。例えば、上記セルは、特に充電および放電速度が同様である場合、または充電速度が放電速度より高い場合、短いサイクル寿命（例えば、上記セルが十分な使用後にある時点で典型的にそうなるように、容量が元の容量の 80 % 以下に低下する前の完全充電および放電サイクルの低い数）に悩まされてきた。例えば、バッテリーの上記セルの多くのユーザーは、バッテリーがほぼ同一の充電および放電速度（例えば、充電に 4 時間、放電に 4 時間）を有することを望んでおり、バッテリーメーカーは、そのようなほぼ同一の速度を提供するバッテリーおよびバッテリー管理システムを提供してきた。また、多くのユーザーは、バッテリーを使用するために充電を待つ不便さを軽減するためなど、様々な理由から、バッテリーが放電する速度よりも高い速度で充電する（例えば、充電に 30 分間、放電に 4 時間）ことを望んできた。

【0018】

本明細書では、「完全充電サイクル」という用語は、一般に、上記セルの再充電容量の約 100 % が充電される期間を指すために用いられ、「完全放電サイクル」という用語は、一般に、上記セルの放電容量（その再充電容量とは異なる場合がある）の約 100 % が放電される期間を指すために用いられる。一方、本明細書では、「充電工程」という用語は、一般に、放電を行わずに充電を行う連続的な期間を指すために使用され、「放電工程」という用語は、一般に、充電を行わずに放電を行う連続的な期間を指すために使用される。

【0019】

「充電サイクル」という用語は、一般に上記セルが充電される期間を指すのに用いられ、完全な充電サイクルである必要はない。「放電サイクル」という用語は、一般的に上記セルが放電される期間を指すのに使用され、それは完全な放電サイクルである必要はない。用語「前回の放電サイクル」は、一般的に上記セルが放電されていた期間または放電されている期間を指すために使用される。例えば、この「前回の」放電サイクルは完了していてもよいし、まだ進行中であってもよく、上記セルの放電容量の約 100 % に合計される最近完了した放電工程を指す必要はない。完全な放電サイクルが実行されていない場合、前回の放電サイクルは、前回完了した放電工程を指すことがある。

【0020】

「容量」という用語は、一般に、上記セルが所与のまたは定格電圧で供給できる電荷の量を指すために用いられ、しばしばアンペア時（ミリアンペア時または mA h など）で測定される。いくつかの実施形態では、容量は、上記セルが所定の時点で保持できる mA h

10

20

30

40

50

（複数の充電または放電サイクルにわたって変化し得る）であってもよく、所定の時点で上記セルに残っているmAhであってもよく、または上記セルが完全に再充電するために必要とするmAhであってもよい。

【0021】

本発明者らは、上記セル（および上記セルを含むバッテリー）のサイクル寿命、ひいては上記セル（およびバッテリー）の寿命および性能が、充電速度に対する放電速度の高い比を採用することによって大幅に改善され得ることを認識および理解している。更に、本発明者らは、このような比を提供するためにバッテリー内の上記セルまたはモジュールのストリングを制御するバッテリー管理システムを提供することによって、高電圧（例えば、60ボルト以上）印加においてもこれらの比を採用することができることを認識し理解している。例えば、いくつかの実施形態は、ストリングが一度にすべてまたは複数で充電され、個別にまたはより小さなセットで放電されてもよいように、セルのストリングを多重化するバッテリー管理システムに関する。これは、特定の負荷および用途に所望または要求される生産率を提供しながら、サイクル寿命を改善するセルの充電速度に対する放電速度の実際の比をもたらすことができる。更に、本発明者らは、均一な電流分布で一度にストリングの一部（全部ではない）を放電させることも、サイクル寿命を改善する可能性があることを認識し、評価している。

10

【0022】

例えば、4つのセルのストリングを有するバッテリーでは、1つのストリングを一度に0.5アンペアでそれぞれ3時間放電し、その後4つのストリングすべてを0.5アンペアで12時間充電してもよい。このように構成すると、放電速度と充電速度の実際の比は4:1となるが、ストリングを個別にそれぞれ3時間（合計12時間の放電時間）放電するのでユーザーの視点からは1:1の比になるであろう。本発明者らは、このようなバッテリー管理システムが、ユーザーがバッテリーから望むものまたは必要とするものを提供しつつ、バッテリーのサイクル寿命を実際に改善し得ることを認識し、評価している。いくつかの実施形態では、この一対の利点を提供する機能は、ユーザーから隠されてもよく、ストリング、セルブロック、および／またはバッテリー自体に統合されてもよい。いくつかの実施形態において、所定のストリングは、少なくとも15個のセルを含んでもよい。

20

【0023】

本発明者らは、セルまたはモジュールのストリングと共に、このようなバッテリー管理システムを使用することにより、更に高電圧印加が可能であることを認識し、評価している。例えば、個々のセルまたはセルのモジュールをストリングとして直列に接続することにより、所定のストリングの総電圧および／または負荷に印加される電圧は、個々のセルから入手できるかもしれない4.1ボルトよりもはるかに高くなり得る。例えば、本発明者らは、いくつかの用途では、60ボルト、80ボルト、110ボルト、220ボルト、300ボルト、400ボルト、あるいは800～2000ボルトの電圧が必要であり、セルまたはモジュールのストリングを有するこのようなバッテリー管理システムは、これらおよび他の電圧のいずれかまたはすべてを提供できることを認識および理解している。

30

【0024】

本発明者らは、電気自動車などの、多くの用途が無中断電力とほぼ一定の電圧を必要とすることを認識し、理解している。例えば、電気自動車は、無中断電力とほぼ一定の電圧がないと、必要とされる加速度や性能を提供できない場合がある。このような用途において、1つのストリングまたはセルが放電されている場合、次のストリングまたはセルへの移行は、電力供給の中断と急激な電圧変動を生じさせるため、その第1のストリングの放電を終了し、その後第2のストリングの放電を開始することによって単に実行すべきではないと、本発明者らは認識し理解しました。むしろ、この完全な中断を避けるために、第1のストリングが放電を停止する前に第2のストリングが放電を開始する必要がある。

40

【0025】

本発明者らは、放電するストリングを慎重に選択することにより、電圧変動を更に低減または回避できることを認識し、評価している。第1のストリング（システムが移行する

50

ストリング)は、通常、第2のストリングとは異なる電圧を有する(例えば、第1のストリングは、使用量が多いため、多くの場合、より低い電圧を有するが、第1のストリングは、より高い電圧を有することであってもよい)。第1のストリングと第2のストリングとの間で移行するこの電圧の変化は、突入電流をもたらす。多くのバッテリー管理システムの回路および電子部品は、焼損せずに高電流を維持するように設計されていないため、本発明者らは、このような突入電流を最小限に抑えることの重要性を認識し、評価してきた。本発明者らは、電圧デルタを最小化するために放電するストリングを慎重に選択することが、そのような突入電流を最小化する最も望ましい方法であると認識し、評価している。このような突入電流を処理する他の方法には、プリチャージ回路または同様の構成要素を使用することが含まれる。しかしながら、そのような追加の構成要素は、バッテリーシステムにコスト、複雑さ、体積、および重量を追加し、電気自動車のような様々な用途において、禁止されるかまたは大きく不利となる可能性がある。本発明者らは、電圧変動および結果として生じる突入電流を最小化する放電用のストリングを慎重に選択するために、本明細書中に記載される実施形態を使用して、そのような不利を回避できることを認識し、理解している。

10

20

30

40

50

【0026】

本発明者らは、バッテリーのサイクル寿命が、セルのサイクルおよび様々な特性(負荷と現在負荷に接続されているセルまたはセルとの間の接続期間、または複数のパラメータを考慮するより複雑な関数など)を監視し、この監視に基づいていつ放電すべきセルを選択することによって、特に、「ラウンドロビン(round robin)」または以前の放電サイクルの数を考慮するなどのほかに単純な選択プロセスに依存していた従来技術と比べて更に向上し得ることを認識および理解した。

【0027】

図1Aは、代表的なバッテリー管理システム100を示す。いくつかの実施形態において、代表的なシステム100は、多重化スイッチ装置(例えば、112)、コントローラ(例えば、114)、1つまたは複数のセンサ(例えば、116)、および1つまたは複数のバッテリー(例えば、120、130、140、150、など)を含んでもよい。図1Aには、単一の多重化スイッチ装置112、コントローラ114、センサ116、および4つのバッテリー120~150のみが示されているが、これらの構成要素の任意の好適な数が使用されてもよいと解されるべきである。多数の異なる実施態様のいずれかを採用してもよい。更に、本明細書中では、単数形のラベルが多重化スイッチ装置を参照するために使用されているが、本明細書中に記載される多重化および切り替えに使用される構成要素は、任意の好適な数のデバイス(例えば、スイッチ)に分配されてもよいと解されるべきである。

【0028】

いくつかの実施形態によれば、バッテリーまたは複数のバッテリーは、少なくとも1つのリチウム金属バッテリーを含んでもよい。更に、バッテリーまたは複数のバッテリー(例えば、120~150)は、それぞれ、セルのセットとも呼ばれる1つまたは複数のセルセット(例えば、121~124、131~132、141~142、151~152など)を含んでもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上のセルセットまたはセルのセットは、本明細書中に記載されるように、セルのストリングまたはセルストリングを形成してもよい(いくつかの実施形態では、121~124はストリングと呼ばれてもよい)。例えば、セルのストリングは、直列に接続されたセルのモジュールまたは個々のセルを含んでもよい。いくつかの実施形態では、モジュールのセルは、モジュール内で互いに並列に接続されてもよく、一方、モジュールは、互いに直列に接続されてもよい。代替的にまたは追加的に、モジュールのセルは、モジュール内で互いに直列に接続されてもよい。代替的にまたは追加的に、モジュールは互いに並列に接続されてもよい。

【0029】

いくつかの実施形態では、2つ以上のセルのストリングまたはセットが、121~122などの各バッテリーに含まれる。更に、各々のセルのストリングまたはセット(例えば、

1 2 1) は、1つまたは複数のセルまたはセルのモジュール（例えば、1 2 1 A～1 2 1 C）を含んでもよい。いくつかの実施形態によれば、セルは、少なくとも1つのリチウム金属電極活物質を含んでもよい。いくつかの実施形態において、各モジュールまたは各セルのセットは、単一のセルを有してもよい。あるいは、各モジュールまたは各セルのセットは、複数のセルを含んでも、およびセル「ブロック」を形成してもよく、または複数のモジュールまたはセルのセットは、共にセルブロックを形成してもよい。更に、各セル（バッテリー、バッテリーパック内の全てのバッテリー、またはセルのセットのいずれか）またはセルのセットは、同じ電気化学を利用してよい。すなわち、いくつかの実施形態では、各セルは、同じアノード活物質および同じカソード活物質を利用することができる。

【0030】

10

いくつかの実施形態では、多重化スイッチ装置（例えば、1 1 2）は、以下の図1 B、図3 A、および図3 Bに関連して更に記載されるものなどの、スイッチのアレイを含んでもよい。更に、多重化スイッチ装置は、各ストリングまたはセルのセットに、および／または各モジュールまたはセルに個別に接続されてもよい。いくつかの実施形態において、1 1 4などのコントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、ストリング、セル、またはセルのセットを選択的に放電してもよい。例えば、いくつかの実施形態において、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、モジュールを一度に1つずつ選択的にパルス放電し、バッテリー内のすべてのモジュールを通して順次移動させてもよい。

【0031】

20

いくつかの実施形態において、放電は、少なくとも1つの基準に基づいてもよい。例えば、基準は、セルのストリング、またはセルのセットを放電する順序、例えば、ストリングまたはセルのセットに関連する予め定められた番号付けまたは順序（例えば、最初のストリングまたはセットから始まり、各ストリングまたはセットを通して最後のストリングまたはセットまで切り替え、その後、最初のストリングまたはセットからやり直す）、および／または次に高い電圧または次に強いことを示す何らかの他の尺度を有するセルのストリング、セルの集合に基づく順序を含んでもよい。本発明者らは、シーケンス、特に予め定義された番号付けを使用することにより、システム（例えば、マイクロプロセッサではないコントローラ）によって実行される操作の複雑さを低減し、より広い配列のシステムによって使用可能であってもよいことを認識および理解した。

【0032】

30

いくつかの実施形態において、1 1 4などのコントローラは、セルのストリングの少なくとも1つを監視および管理する少なくとも1つのセルストリング・コントローラ（例えば、セルストリングマイクロコントローラ）を含んでもよい。更に、コントローラは、バッテリーの少なくとも1つの少なくとも1つのパラメータを監視および管理するように構成される少なくとも1つのバッテリー管理コントローラ（例えば、バッテリー管理マイクロコントローラ）を含んでもよい。例えば、セルストリングマイクロコントローラは、いくつかの実施形態において、バッテリー管理システムのすべてのストリングを監視し、ストリング間の多重化（およびストリングの充電および放電）を制御してもよい。更に、バッテリー管理マイクロコントローラは、いくつかの実施形態において、単一のストリングを監視してもよく、複数のバッテリー管理マイクロコントローラは、単一のセルストリングマイクロコントローラと連通してもよい。

40

【0033】

いくつかの実施形態において、セルストリングマイクロコントローラは、ストリングを接続および切断するためのそれ自身の別個の高電圧コントローラを含んでもよい。あるいは、個々のバッテリー管理マイクロコントローラは、セルストリングマイクロコントローラからの命令によってストリングをオンまたはオフにすることができる、それぞれのストリング全体のための統合スイッチを含んでもよい。いくつかの実施形態において、各バッテリー管理マイクロコントローラは、少なくとも1つのCANバスおよび／またはシリアルバスを含んでもよい。

【0034】

50

いくつかの実施形態では、バッテリー管理マイクロコントローラとセルストリングマイクロコントローラの位置と役割は、入れ替わってもよい。例えば、セルストリングマイクロコントローラは、その電圧および電流を監視することによって、また、バッテリー管理マイクロコントローラからの連通を監視することによって、所定のストリングの要求状態を決定してもよい。いくつかの実施形態では、セルストリングマイクロコントローラによって生じたスイッチング波形は、切り替えのための重複および不感帯要件が、バッテリー管理システムの用途（例えば、負荷要件 - バッテリー管理システムは、用途の電圧および電流要求を満たすために必要な直列、並列、または直列／並列トポロジでセルストリングを接続するために必要なスイッチ多重化を含んでもよい）に適しているようにしてもよい。更に、バッテリー管理マイクロコントローラは、ストリングおよびセルの充電および放電を監視および制御して、すべての構成要素の安全な行為を保証することができる。また、バッテリー管理マイクロコントローラは、エンドユーザーだけでなく、内部の生産、校正、および試験装置と連通することができる。

10

【0035】

いくつかの実施形態では、114などのコントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、第1のストリングと第2のストリングとの間の電圧差を閾値電圧差未満に維持しながら、第1のセルのストリング（例えば、121）の放電と第2のセルのストリング（例えば、122～124のいずれか）の放電との間を移行してもよい。例えば、閾値電圧差は、移行から生じる突入電流が多くとも15アンペアとなるようなものであってもよい。いくつかの実施形態において、閾値電圧差は、移行から生じる突入電流が多くとも10アンペアまたは多くとも8アンペアであるようなものであってもよい。いくつかの実施形態によれば、ストリング間の電圧差をそのような閾値未満に保つことは、電圧変動を低減し、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらの関連するコスト、複雑さ、体積、および重量に依存することなく、負荷（例えば、電気自動車の）に対する性能を改善または保証することにつながる。

20

【0036】

いくつかの実施形態において、閾値電圧差は、第1のストリングまたは第2のストリングの最大総電圧の多くとも8%であってよい。いくつかの実施形態において、閾値電圧差は、第1のストリングまたは第2のストリングの最大総電圧の多くとも5%であってよい。いくつかの実施形態において、ストリングの最大総電圧は、ストリングが定格されている最大電圧および／またはストリングが有することができる最大電圧であり、フル充電時の電圧であってよい。いくつかの実施形態に従って、そのような電圧差閾値を使用すると、電圧変動を低減することができ、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらの関連するコスト、複雑さ、体積、および重量に依存することなく、負荷（例えば、電気自動車の）に対する性能を改善または保証することにつながる。

30

【0037】

いくつかの実施形態では、114などのコントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、バッテリーの全出力電圧をウィンドウ内に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間を移行してもよい。例えば、ウィンドウは、60ボルトなど、負荷によって要求される出力電圧の±10%であってよい。いくつかの実施形態によれば、全出力電圧をそのようなウィンドウ内に維持することは、電圧変動を低減し、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらに関連するコスト、複雑さ、体積、および重量に依存することなく（例えば、電気自動車の）性能を改善または確保することにつながる。

40

【0038】

いくつかの実施形態では、114などのコントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、移行から生じる突入電流を閾値電流未満に維持しながら、第1のセルのストリングの放電と第2のセルのストリングの放電との間で移行することができる。例えば、閾値電流は、多くとも15アンペアであってよい。いくつかの実施形態において、閾値電流は、多くとも10アンペアであってよい。

50

【0039】

いくつかの実施形態において、閾値電圧差は、移行から生じる突入電流が多くとも15アンペアであってもよいようなものである。いくつかの実施形態では、閾値電圧差は、移行から生じる突入電流が多くとも10アンペアであってもよいようなものである。

【0040】

いくつかの実施形態によれば、移行から生じる突入電流を閾値電流未満に保つことは、電圧変動を低減し、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらの関連するコスト、複雑さ、体積、および重量に依存せずに、（例えば、電気自動車の）性能を改善または確保することにつながる。

【0041】

いくつかの実施形態において、コントローラは、2つ以上のセルのストリングのそれぞれの電圧間の比較に基づいて、第1のストリングからどのストリングに移行するかを決定してもよい。例えば、コントローラは、第1のストリングのみを放電している間の測定時に、第1のストリングから、考慮されているまたは利用可能なセルのストリングのうち、最も低い電圧差を有するセルのストリングに移行してもよい。いくつかの実施形態において、コントローラは、測定時に、セルのストリングのうち最も高い電圧を有するセルのストリングに移行してもよい。いくつかの実施形態において、コントローラは、測定時にセルのストリングのうち最も低い電圧を有するセルのストリングに移行してもよい。本発明者らは、最も近い電圧ストリングへの移行は、より計算コストがかかる一方で、多くの状況において最小デルタの最良の可能性を提供する可能性があり、一方、最高または最低電圧ストリングへの移行は、より計算コストがかからないがより正確ではない代替案となる可能性があることを認識および理解している。

【0042】

いくつかの実施形態では、コントローラは、第1のストリングの電圧が閾値電圧まで低下したときに、第1のストリングの放電と第2のストリングの放電との間を移行してもよい。例えば、閾値電圧は、移行から生じる突入電流が多くとも15アンペアまたは10アンペアであるような、または第1のストリングと第2のストリングの間の電圧差が第1のストリングまたは第2のストリングの最大総電圧の多くとも8%または5%であってもよいようなものであってもよい。いくつかの実施形態によれば、現在放電しているストリングが閾値電圧まで低下したときに別のストリングに移行することは、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらの関連コスト、複雑さ、体積、および重量に依存せずに、電圧変動を低減し、（例えば、電気自動車の）性能を改善または確保することにつながる。

【0043】

いくつかの実施形態において、コントローラは、セルセットに関して本明細書中に記載される重複と同様に、第1のストリングと第2のストリングの放電を時間的に重複させてもよい。いくつかの実施形態において、コントローラは、異なるストリング間の切り替え中にセルのストリングから電力を供給し続けてもよく、セルセットに関して本明細書中に記載される電力の継続的な供給と同様である。本発明者らは、放電および電力の継続のこの時間的重複が、異なるセルのストリング間の移行中であっても負荷の電力要求を維持し、これにより、従来技術と比較してセルのサイクル寿命を更に改善し得ることを認識および理解している。従って、このような重複の間、複数のストリングが同時に放電する可能性がある。更に、このような重複は、従来技術で可能であったよりもスムーズな電圧の移行を提供する可能性がある。

【0044】

いくつかの実施形態において、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、少なくとも1つの基準に基づいてセルのストリングの少なくとも1つのパルス放電の持続時間を制御してもよい。例えば、基準は、負荷の需要（例えば、負荷の電力需要）、またはセルのストリングの少なくとも1つのストリングとセルのストリングの少なくとも1つの他のストリングとの間の電圧差を含んでもよい。

【0045】

いくつかの実施形態では、基準は、負荷の需要を含んでいてもよく、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、負荷の需要が減少する場合にはより長く、負荷の需要が増加する場合にはより短くなるようにパルス放電の持続時間を制御することができる。例えば、負荷の電力需要が低い場合（例えば、定格電力の50%未満）、パルス放電を1分間実行するように制御してもよく、一方、電力需要が高い場合（例えば、定格電力の90%以上）、パルス放電を1秒未満に制御してもよく、あるいは、極めて高い需要の場合（電気自動車の発進など）に多数のストリングを同時に放電させてもよい。いくつかの実施形態に従って、パルス放電期間を負荷需要に反比例させることは、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらに関連するコスト、複雑さ、体積、および重量に依存せず、電圧変動を低減し、（例えば、電気自動車の）性能を改善または保証することにつながる。

10

【0046】

いくつかの実施形態では、114などのコントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、第1のストリングを放電しながら、測定時に第1の電圧を有する第1のストリング（例えば、121）を放電してもよく、第2のストリングをまだ放電せず、その後、考慮されているまたは利用可能な他のストリングから、第1の電圧に最も近い第2の電圧（測定時と同じ時間、または前の時間から1分以内の別の時間）を有してもよい第2のストリングをも放電してもよい。いくつかの実施形態によれば、最も近い電圧ストリングに移行することにより、プリチャージ回路または同様の構成要素およびそれらに関連するコスト、複雑さ、体積、および重量に依存することなく、電圧変動を低減し、（例えば、電気自動車の）性能を改善または確保することにつながる。

20

【0047】

いくつかの実施形態では、基準は、負荷と負荷に現在接続されているセルのセットとの間の接続の持続時間（いくつかの実施形態では少なくとも0.01秒であってもよい）、接続における送達放電容量、および1つまたは複数のパラメータを有する関数の値、のいずれか1つまたは複数を検討することによってなど、状況に応じて行われてもよい（または文脈依存的であってもよい；may be context-sensitive）。いくらかの実施形態において、基準は、セルのセットの先行放電サイクルの数を含まなくてもよい。

【0048】

いくつかの実施形態において、関数は、以下のいずれか1つ以上などのパラメータを有してもよい：負荷とセルのセットとの間の複数の接続にわたって蓄積された容量、接続における送達された放電容量、セルのセットの電流、セルのセットおよび／または少なくとも1つの他のセルのセットの電圧、セルのセットのカットオフ放電電圧、セルのセットの電力、セルのセットのエネルギー、セルのセットの充電または放電サイクル数、セルのセットのインピーダンス、接続中のセルのセットの電圧減衰率、セルのセットの温度、およびセルのセットの圧力（例えば、物理的な囲いからセルにかかる圧力であり、これは、セルの容量を示す可能性があり、更に後述される）。いくつかの実施形態によれば、単一の接続部における送達された放電容量は、公称容量の0.01%から設定公称容量の100%までの範囲内（例えば、95%）であってもよい。

30

40

【0049】

いくつかの実施形態において、センサ（例えば、116）は、基準および／または機能のパラメータのいずれかを測定してもよい。例えば、センサは、所与のセルのセットの電流をアンペア単位で測定する電流センサを含んでもよい。基準は、複数または単数であってもよく、現在放電しているセルのセットに関連してもよく、および／または次のセルのセットを決定してもよいと解されるべきである。

【0050】

いくつかの実施形態では、コントローラ（例えば、114）は、1つまたは複数のプロセッサを含んでもよく、これらのプロセッサは、用途に好適な任意の複雑さを有してもよい。例えば、いくつかの実施形態における基準の機能を評価することは、コントローラの

50

一部または全部を形成するマイクロプロセッサに依存してもよい。代替的にまたは追加的に、コントローラは、アナログ回路および／またはプロセッサまたはマイクロプロセッサよりも複雑でない論理デバイスを含んでもよい。

【0051】

いくつかの実施形態において、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、異なるプログラム可能な速度でセルまたはセルのセットを選択的に放電および充電してもよい。例えば、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、ストリング、セル、またはセルのセットを、セルのセットを充電する第2の速度よりも少なくとも2倍高い第1の速度で選択的に放電する（すなわち、充電の2倍の速さで放電する）してもよい。代替的にまたは追加的に、放電の第1の速度は、セルのセットを充電する第2の速度よりも少なくとも4倍高い（すなわち、充電の4倍の速さで放電する）してもよい。本発明者らは、充電速度に対する放電速度のこのような比が、セルの性能およびサイクル寿命を向上させる可能性があることを認識し、評価している。

【0052】

いくつかの実施形態によれば、コントローラは、セルのセットの放電を時間的に重複させてもよい。例えば、所定のセルまたはセルのセットが放電を停止する前に、別のセルまたはセルのセットが放電を開始してもよい。いくつかの実施形態では、コントローラは、異なるセット間の切り替え中に、セルのセットから電力を供給し続けてもよい。本発明者らは、放電および電力の継続のこの時間的重複が、異なるセルまたはセルのセット間の移行中であっても負荷の電力要求を維持し、従来技術と比較してセルのサイクル寿命を更に改善する可能性があることを認識および理解している。従って、このような重複の間に複数のセルが同時に放電する可能性がある。更に、このような重複は、従来技術で可能であったよりもスムーズな電圧の移行を提供する可能性がある。

【0053】

いくつかの実施形態において、負荷は、車両の少なくとも1つの構成要素であってもよい。車両は、陸上、海上、および／または空中を移動するために適合された、任意の好適な車両であってもよい。例えば、車両は、自動車、トラック、オートバイ、ボート、ヘリコプター、飛行機、および／または他の任意の好適なタイプの車両であってもよい。

【0054】

いくつかの実施形態において、本開示中に記載される電気化学セルおよびバッテリー（例えば、充電式バッテリー）は、電気自動車に電力を供給するために使用することができ、または他の方法で電気自動車に組み込むことができる。非限定的な例として、本開示中に記載の電気化学セルおよび／またはバッテリーのスタック（例えば、リチウム金属および／またはリチウム合金電気化学セル、相変化材料、および／または多重化スイッチ装置を含む）は、いくつかの実施形態において、電気自動車の駆動系に電力を提供するために使用することができる。車両は、陸上、海上、および／または空中を移動するために適合された、任意の好適な車両であってもよい。例えば、車両は、自動車、トラック、オートバイ、ボート、ヘリコプター、飛行機、および／または他の任意の好適なタイプの車両であってもよい。

【0055】

代替的にまたは追加的に、コントローラは、多重化スイッチ装置（例えば、112）を使用して、セルのセットを、負荷によって採用または要求されるトポロジーで、負荷に接続してもよい。

【0056】

いくつかの実施形態において、コントローラは、多重化スイッチ装置（例えば、112）を使用して、他のセルのセットが放電していない間に、放電のためにセルの単一のセットを分離してもよい。代替的にまたは追加的に、単一のセルが一度に分離されてもよい。例えば、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、他のセルまたはセルのセットが放電していない間に、単一のセルのセットまたは放電のための単一セルを分離することができる。所定のサイクルについて、いくつかの実施形態（例えば、順次放電が使用され

る場合であるが、このような実施形態に限定されない)によれば、任意のセルが2回放電される前に、各セルが1回放電されてもよい。

【0057】

充電に関しては、いくつかの実施形態では、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、セルのセット、および／またはセット内のセルを並列に充電してもよい。例えば、セルブロック、バッテリー、または複数のバッテリー内の全てのセルは、放電速度の4分の1の速度で並列に充電されてもよい。

【0058】

図1Bは、セルストリングを有する代表的なバッテリー管理システムを示す。いくつかの実施形態において、バッテリー管理システムは、セルまたはその中にセルを有するモジュール（例えば、121A～121F）のストリング（例えば、121）の集合体を含んでもよい。例えば、各々のセルのストリングは、別々に配置されるか、またはモジュール内に共にグループ化された、2つ以上のセルを含んでもよい。いくつかの実施形態では、2つ以上のセルのストリングは、8ストリング、12ストリング、16ストリングなどの、セルの4つのストリングの倍数を含んでもよい。

10

【0059】

いくつかの実施形態では、代表的なバッテリー管理システムは、1つ以上のストリングの間に配置されたスイッチのアレイ（例えば、181～184）、負荷（例えば、229）に接続された入力／出力バス、およびバランスレール（例えば、160）（balance rail）などのバランスを含み、スイッチはこれらの各々に接続されてもよい。例えば、スイッチ（例えば、181）は、ストリング（例えば、121）に恒久的に接続されてもよく、かつ入力／出力バスおよびバランス（例えば、160）に切り替え可能に接続されてもよい。いくつかの実施形態において、スイッチアレイは、セルストリングをバッテリーパック入力／出力バスから接続または分離してもよく、それは、バランスレールを他のストリングと共有してもよいバランス抵抗器にセルストリングを接続しても、またはバランス抵抗器からセルストリングを切断してもよい。

20

【0060】

いくつかの実施形態では、バランスレールは、スイッチと主バランスレールとの間に配置された抵抗器（例えば、171～174）を含んでもよい。いくつかの実施形態では、スイッチは、多重化スイッチ装置（例えば、図1Aに示す112）の一部であってもよい。更に、バランスレールは、多重化スイッチ装置に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、図6Bに示すシステム中などの、バランスレールが含まれないか、または必要でない場合がある。

30

【0061】

いくつかの実施形態では、代表的なバッテリー管理システムは、例えば、スイッチと反対側のストリングの端部に、ヒューズ（例えば、191～198）を含んでもよい。

【0062】

いくつかの実施形態において、代表的なバッテリー管理システムは、セルのストリングを選択的に放電するために多重化スイッチ装置（例えば、図1Aに示される112）を使用してもよい少なくとも1つのコントローラ（例えば、図1Aに示される114）を含んでもよい。更に、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、セルのストリングをバランスレールに選択的に接続または切断してもよい。

40

【0063】

いくつかの実施形態では、セルのストリングの少なくとも1つは、少なくとも60ボルトの公称電圧を有してもよく、これは「高電圧」として分類されることがある。代替的にまたは追加的に、ストリングの少なくとも1つは、200ボルト～2000ボルトの間の公称電圧を有してもよい。

【0064】

いくつかの実施形態において、コントローラ（例えば、図1Aに示す114）は、多重化スイッチ装置（例えば、図1Aに示す112）を使用して、切り替え（またはスイッチ

50

ング；switching）時間および／または切り替え状態を調整することによってセルのストリング間の同等の充電状態を維持してもよい。いくつかの実施形態において、コントローラは、多重化スイッチ装置を使用して、少なくとも１つのバッテリーの使用中にセルのストリングの少なくとも１つをバランスレールに接続したままにしておいてもよい。いくつかの実施形態では、バッテリー管理システムの出荷時または保管時に、すべてのセルのストリングが切断されてもよい。

【００６５】

図１Ｃ～図１Ｇは、代表的な充電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示す。いくつかの実施形態において、バッテリー管理システムは、本明細書中に記載されるように、セルまたはその中にセルを有するモジュールのセットまたはストリング（例えば、１２１）の集合体を含んでもよい。いくつかの実施形態では、代表的なバッテリー管理システムは、本明細書中に記載されるように、１つまたは複数のストリングとバランスレール（例えば、１６０）などのバランスとの間に配置されたスイッチ（例えば、１８１～１８４）のアレイを含んでもよく、かつスイッチは、これらの各々に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、バランスレールは、スイッチとメインバランスレールとの間に配置された抵抗器（例えば、１７１～１７４）を含んでもよい。いくつかの実施形態では、スイッチは、多重化スイッチ装置（例えば、図１Ａに示す１１２）の一部であってもよい。更に、バランスレールは、多重化スイッチ装置に接続されてもよい。

【００６６】

図１Ｃは、すべてのスイッチ（例えば、１８１～１８４）がバランスレール（例えば、１６０）に接続された状態で、アイドルモードで開始するバッテリー管理システムを示す。図１Ｄは、充電開始時のバッテリー管理システムを示しており、ここで、スイッチは、いくつかの実施形態において、バランスレールから負バスに移動してもよい。いくつかの実施形態では、充電のためのエネルギーは、負の回路に入り、すべてのセルセットまたはストリングを同時に充電してもよい。図１Ｅは、すべてのセルセットまたはストリングを一度に充電するエネルギーを示す。図１Ｆは、セルセットまたはストリングがそれぞれ約２５％～５０％まで充電された場合などの、後の段階で、すべてのセルセットまたはストリングを一度に充電するエネルギーを示す。図１Ｇは、いくつかの実施形態において、スイッチがバランスレールに接続されてもよい（例えば、スイッチが負バスからバランスレールまで移動してもよい）場合の、充電完了時（例えば、セルセットまたはストリングが約１００％まで充電される）のバッテリー管理システムを示す。

【００６７】

図１Ｈ～図１Ｋは、代表的な放電シーケンスの間の代表的なバッテリー管理システムを示す。図１Ｈは、例えば、１つのセルセットまたはストリングが、他のセルセットまたはストリングがアイドル状態である間に１０～３０秒間放電（例えば、パルス放電を介して）されてもよい場合の、代表的なバッテリー管理システムを示す。図１Ｉは、最初のセルセットまたはストリングの放電後、他のセルセットまたはストリングがアイドル状態である間に、直列の次のセルセットまたはストリングが１０秒から３０秒間放電される場合の代表的なバッテリー管理システムを示す。図１Ｊは、例えば、他のセルセットまたはストリングがアイドル状態である間に、次のセルセットまたはストリングが１０秒～３０秒間放電されてもよい場合の代表的なバッテリー管理システムを示すものである。図１Ｋは、例えば、他のセルセットまたはストリングがアイドル状態である間に、最後のセルセットまたはストリングが１０秒～３０秒間放電されてもよい場合の代表的なバッテリー管理システムを示す。いくつかの実施形態では、放電は、充電シーケンスが必要になるまで継続してもよく、これは、様々な充電レベルで発生してもよい。

【００６８】

図２は、代表的なバッテリーパック２１０を示す。いくつかの実施形態において、代表的なバッテリーパック２１０は、切り替え制御システム（例えば、２１８）と、１つ以上のバッテリー（例えば、１２０、１３０、１４０、１５０など）とを含んでもよい。図２には、単一の切り替え制御システム２１８および４つのバッテリー１２０～１５０のみが示されて

いるが、これらの構成要素の任意の好適な数を使用されてもよいと解されるべきである。多数の異なる実施態様のいずれかが採用されてもよい。更に、本明細書では、切り替え制御システムを参照するために単数形のラベルが使用されているが、本明細書中に記載された制御および切り替えに使用される構成要素は、任意の好適な数の装置（例えば、スイッチ、コントローラ等）にわたって分散されてもよいと解されるべきである。

【0069】

いくつかの実施形態では、切り替え制御システム（例えば、218）は、以下の図3Aおよび図3Bに関連して更に説明するようなスイッチのアレイを含んでもよく、それは、コントローラを含んでもよい。更に、切り替え制御システムは、上記の図1Fに関して説明したように、上記各セルのセットに、および／またはバッテリーの各セルに個別に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、切り替え制御システムは、バッテリーパックに組み込まれてもよい。更に、切り替え制御システムは、上記セルのセットに関連する予め定められた順序でなど、上記セルのセットを順次放電するようにスイッチ（スイッチアレイなど）を制御してもよい。代替的にまたは追加的に、切り替え制御システムは、負荷と負荷に現在接続されている上記セルのセットとの間の接続の持続時間（いくつかの実施形態では少なくとも0.01秒であってよい）、接続における送達放電容量、および関数の値のうちのいずれか1つ以上に基づいて、上記セルのセットを放電するためにスイッチを制御してもよい。いくつかの実施形態において、制御の根拠は、上記セルのセットの先行放電サイクルの数を含まなくてもよい。

【0070】

いくつかの実施形態によれば、切り替え制御システムは、上記の図1Aおよび図1Fに関連して説明したコントローラの機能など、任意の数の他の機能を実行してもよい。

【0071】

代表的なシステム100または代表的なバッテリーパック210の構成要素のいずれかが、ハードウェアおよび／またはソフトウェア構成要素の任意の好適な組み合わせを使用して実装されてもよいと解されるべきである。このように、様々な構成要素は、説明された機能を実行するためにハードウェアおよび／またはソフトウェア構成要素の任意の好適な集合体を採用することができるコントローラと見なされる可能性がある。

【0072】

図3Aは、代表的なバッテリー管理システム300を表している。いくつかの実施形態において、代表的なシステム300は、本明細書中で記載されるようなセルストリングであってもよい任意の好適な数のマルチセルブロック（例えば、321～325）、本明細書中で記載されるようなストリング配置およびバランススイッチ構成であってもよいバッテリーセルブロック配置およびバランススイッチ構成（例えば、326）、セルストリングマイクロコントローラであってもよいマイクロコントローラ（例えば、327）、バッテリーシステムインターフェイス（例えば、328）、バッテリー電力端子（例えば、329）、およびセンサ（例えば、360）を含んでもよい。マルチセルブロックは、バッテリーセルブロック配置およびバランススイッチ構成に接続されてもよい。また、マルチセルブロックは、バッテリー管理マイクロコントローラに接続されてもよい。いくつかの実施形態では、セルストリングはストリング配置およびバランススイッチ構成、並びに、次いで本明細書中で記載されるようなストリングマイクロコントローラに接続されてもよい、個々のバッテリー管理マイクロコントローラに接続されてもよい。

【0073】

いくつかの実施形態では、バッテリーセルブロック配置およびバランススイッチ構成は、スイッチ多重化を含んでもよく、これは、上記セルブロック（例えば、321～325）を、直列、並列、直列／並列、または所定の用途または負荷の電圧および電流の要求を満たすために必要な他の好適なトポロジーで接続してもよい。

【0074】

いくつかの実施形態によれば、バッテリー管理マイクロコントローラは、バッテリー管理システムの充電および放電を監視および制御して、システムおよびその要素の安全な行為を

保証してもよい。更に、バッテリー管理マイクロコントローラは、ユーザー（例えば、負荷に電力を供給するためにシステムを使用する消費者）だけでなく、任意の好適な内部生産、校正、および試験装置と通信してもよい。例えば、バッテリー管理マイクロコントローラは、バッテリーシステムインターフェイス（例えば、328）に接続されてもよく、このインターフェイスは、バッテリー管理マイクロコントローラがユーザーと同様に内部の生産、校正、および試験装置、ならびに任意の他の好適な実体と連通するために必要なインターフェイスを提供し得る。

【0075】

いくつかの実施形態では、センサは、バッテリーセルブロック配置およびバランススイッチ構成、バッテリー管理マイクロコントローラ、および／またはバッテリー電源端子に接続されてもよく、それは、マルチセルブロックおよび／またはシステムの任意の他の要素の属性を測定するものであってよい。例えば、センサは、前述したように、基準および／または関数のパラメータのいずれかを形成するマルチセルブロックの属性を測定してもよい。例えば、センサは、所定のセルのセットのアンペア単位の電流を測定する電流センサを含んでもよい。

【0076】

バッテリーセルブロック配置およびバランススイッチ構成体326、バッテリー管理マイクロコントローラ327、バッテリーシステムインターフェイス328、およびセンサ360は単数形で現れ、図3Aには5つのマルチセルブロック321～325のみが示されているが、これらの構成要素の任意の好適な数が使用されてよく、それらは複数の構成要素を表すことができると解されるべきである。多数の異なる実施態様のいずれかが採用されてもよい。実際、本明細書では、バッテリーセルブロックの配置およびバランススイッチの構成を参照するために単数形のラベルが使用されているが、本明細書中に記載される配置およびバランススイッチに使用される構成要素は、任意の好適な数のデバイス（例えば、スイッチ）に分散されてもよいと解されるべきである。

【0077】

図3Bは、代表的な上記セルセットおよび対応する構成要素を示す図である。いくつかの実施形態において、代表的な上記セルセットは、任意の好適な数の上記セル（例えば、321A～321C）を含んでもよく、前述されるようなマルチセルブロックを構成してもよい。更に、代表的セルセットは、セル多重化スイッチ（例えば、326A1）、上記セルバランススイッチおよび抵抗（例えば、326A2）、セルブロックマイクロコントローラ（例えば、327A）、バッテリー管理マイクロコントローラインターフェイス（例えば、328A）、センサ（例えば、360A）および上記セルセット用の入力／出力バス（例えば、321IO）などを含んでもよい。いくつかの実施形態において、上記セルは、上記セルバランススイッチおよび抵抗器に接続されてもよく、これらは上記セル多重化スイッチに接続されてもよい。

【0078】

いくつかの実施形態では、各セル（例えば、321A～321Cの各々）は、上記セル多重化スイッチのアレイに接続されてもよく、それは、所定のセルを入力／出力バス（例えば、321IO）から接続または分離してもよく、所定のセルを他の上記セルとバランスバスを共有するバランス抵抗（例えば、326A2内の抵抗の1つ）に接続または分離してもよい。更に、放電モードでは、1つのセル（例えば、321A）は、入力／出力バスに接続され、バランス抵抗器から切り離されてもよい。残りのセル（例えば、321B～321C）は、入力／出力バスから切り離され、対応するバランス抵抗器に接続されてもよい。更に、いくつかの実施形態に係る充電モードでは、すべてのセル（例えば、321A～321C）は、入力／出力バスに接続され、バランス抵抗器326A2から切り離されてもよい。

【0079】

いくつかの実施形態によれば、上記セルブロックマイクロコントローラ（例えば、327A）は、切り替えのための重複および不感帯要件が用途または負荷に適切であることを

保証するために、スイッチング波形を生成してもよい。更に、上記セルブロックマイクロコントローラは、上記セルブロックの電圧および電流を監視することによって、ならびに上記セルブロックマイクロコントローラがバッテリー管理マイクロコントローラインターフェイスを介して接続されてもよいバッテリー管理マイクロコントローラ（例えば、図3Aの327）からの通信を受け取ることによって、用途または負荷が要求する状態を決定してもよい。

【0080】

図3Cは、一組の実施形態による、電気化学セル（例えば、321A）に異方性力が加えられる電気化学システムの例示的断面模式図である。本明細書において、「電気化学セル」という用語は、一般に、電力を生成するための電気化学反応に参加するように構成されたアノード、カソード、および電解質を指すために使用される。電気化学セルは、再充電可能または非充電可能である。

【0081】

図3Cにおいて、システムは、電気化学セル321Aと、いくつかの実施形態において、電気化学セル321Aに関連する流体を含む圧力分配器334とを含んでもよい。圧力分配器334は、圧力分配器334を介して電気化学セル321Aの構成要素に異方性力が加えられるように構成され得る。例えば、図3Cに例示される一連の実施形態では、圧力分配器334は、圧力分配器334に異方性力を加えるように構成され得、これにより、電気化学セル321Aの少なくとも1つの構成要素（例えば、電極）に異方性力が加えられることになる。システムはまた、電気化学セルが配置される基板332を含んでもよい。基板332は、例えば、テーブル表面、電気化学セル321Aが収容される容器の表面、または任意の他の好適な表面を含んでもよい。

【0082】

圧力分配器334は、本明細書中に記載される本発明システムおよび方法を製造するために、様々な好適な構成で電気化学セル321Aに関連付けることができる。本明細書中で使用されるように、圧力分配器は、圧力分配器に加えられるおよび／または圧力分配器を通して加えられる力の少なくとも一部が電気化学セルの構成要素に伝達され得るとき、電気化学セルと関連付けられる。例えば、いくつかの実施形態において、圧力分配器は、圧力分配器が電気化学セルまたはその構成要素と直接接触しているとき、電気化学セルと関連付けられる。一般に、第1の物品および第2の物品は、第1の物品および第2の物品が直接接触合っている時、直接的接触状態にある。例えば、図3Cにおいて、圧力分配器334および電気化学セル321Aは、直接的接触状態にある。

【0083】

いくつかの実施形態において、圧力分配器は、圧力分配器が電気化学セルの少なくとも1つの構成要素と間接的に接触しているとき、電気化学セルと関連付けられる。一般に、第1の物品および第2の物品は、固体および／または液体成分のみを交差させる経路が第1の物品と第2の物品との間で発見され得るとき、間接的接触状態にある。そのような経路は、いくつかの実施形態では、実質的に直線の形態であることができる。圧力分配器は、いくつかの実施形態において、1つ以上の固体および／または液体材料がそれらの間に配置される場合、電気化学セルと間接的に接触することができるが、それでも力は圧力分配器を介して電気化学セルに伝達されることができる。

【0084】

いくつかの実施形態において、圧力分配器は、電気化学セルの構成要素を少なくとも部分的に（例えば、完全に）囲む容器の境界内に位置するとき、電気化学セルと関連付けられる。例えば、いくつかの実施形態では、圧力分配器334は、電極と、電気化学セルを少なくとも部分的に取り囲む容器との間に位置付けられ得る。いくつかの実施形態では、圧力分配器334は、集電体と、電気化学セルを少なくとも部分的に取り囲む容器との間に位置付けられ得る。いくつかの実施形態では、圧力分配器334は、例えば、電気化学セルの電極の隣に配置され、電気上記セルの電極および電解質を少なくとも部分的に含む容器内で、電流コレクタとして使用されてもよい。これは、例えば、電気化学セルの電極

におよび／または電極から電子を輸送するのに十分な導電性を有する材料（例えば、金属箔などの金属、導電性ポリマーなど）から圧力分配器 334 を作製することによって達成され得る。

【0085】

いくつかの実施形態では、圧力分配器は、電気化学セルの構成要素を少なくとも部分的に（例えば、完全に）囲む容器の境界の外側に位置する場合、電気化学セルと関連付けられる。例えば、いくつかの実施形態では、圧力分配器 334 は、電気化学セルの電極および電解質を少なくとも部分的に囲む容器の外面に直接または間接的に接触するように配置され得る。

【0086】

いくつかの実施形態において、圧力分配器は、電気化学セルの少なくとも 1 つの電極から比較的短い距離で配置され得る。例えば、いくつかの実施形態において、圧力分配器と電気化学セルの電極との間の最短距離は、その電極の多くとも断面寸法の約 10 倍未満、約 5 倍未満、約 2 倍未満、約 1 倍未満、約 0.5 倍未満、または約 0.25 倍未満である。

【0087】

いくつかの実施形態において、圧力分配器は、電気化学セルの特定の電極（例えば、アノード）に関連付けることができる。例えば、圧力分配器は、電気化学セルの電極（例えば、リチウムを含むアノードなどのアノード）と直接または間接的に接触させることができる。いくつかの実施形態では、圧力分配器は、例えば、液体および／または固体成分のみが圧力分配器から電極を分離する場合、少なくとも部分的に電極を含むが依然として電極と関連する容器の外側に配置することができる。例えば、圧力分配器が、電極および液体電解質を少なくとも部分的に囲む容器と直接または間接的に接触して配置されるいくつかの実施形態では、圧力分配器は、電極と関連付けられる。

【0088】

いくつかの実施形態において、力は、圧力分配器 334 を介して電気化学セル 321 A または電気化学セル 321 A の構成要素（例えば、電気化学セルの電極）に加えられることができる。本明細書中で使用される場合、第 2 の構成要素が力の供給源から第 1 の構成要素に少なくとも部分的に力を伝達するとき、力は、第 2 の構成要素（例えば、圧力分配器）を介して第 1 の構成要素（例えば、電気化学セル）に加えられる。

【0089】

電気化学セルまたはその部品に、圧力分配器を介して様々な方法で力を加えることができる。いくつかの実施形態では、圧力分配器に力を加えることは、圧力分配器の外面に力を加えることを含んでいる。これは、例えば、圧力トランスミッタ 336 を介して達成され得る。例えば、図 3 C において、圧力トランスミッタ 336 は、圧力分配器 334 の表面 340 に力を加えることによって、圧力分配器 334 を介して電気化学セル 321 A に異方性力を加えるように配置することができる。本明細書中で使用されるように、第 1 の構成要素は、第 1 の構成要素におよび／または第 1 の構成要素を介して加えられる力の少なくとも一部が第 2 の構成要素に伝達され得るように第 1 のおよび第 2 の構成要素が位置付けられるとき、第 2 の構成要素に異方性力を加えるよう位置付けられる。いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタと圧力分配器は、直接接触している。いくつかの実施形態では、1 つ以上の材料（例えば、1 つ以上の固体材料および／または液体材料）が、圧力トランスミッタと圧力分配器との間に配置されるが、力は依然として圧力トランスミッタによって圧力分配器に印加され得る。いくつかの実施形態では、圧力分配器から電気化学セルまで、固体材料および／または液体材料を通して連続的な経路を辿ることができるように、圧力トランスミッタおよび圧力分配器は間接的に接触させることができる。そのような経路は、いくつかの実施形態では、実質的に（例えば、完全に）直線であることができる。

【0090】

図 3 C に図示される一連の実施形態では、圧力トランスミッタ 336 および電気化学セ

10

20

30

40

50

ル 3 2 1 A は、圧力分配器 3 3 4 の反対側に配置される。従って、異方性力（例えば、矢印 1 5 0 の方向の異方性力）が、圧力トランスミッタ 3 3 6 に、および／または圧力トランスミッタ 3 3 6 によって表面 3 4 0 に加えられると、上記力は、圧力分配器 3 3 4 を通して電気化学セル 3 2 1 A の表面 3 4 2 上に、および電気化学セル 3 2 1 A の構成要素に伝達され得る。

【0091】

いくつかの実施形態では、圧力分配器に力を加えることは、圧力分配器の内部表面に力を加えることを含んでいる。例えば、いくつかの実施形態では、圧力分配器内の流体の圧力を維持および／または増加させることによって、圧力分配器を介して電気化学セルに力を加えることができる。図 3 C に例示される一連の実施形態では、圧力分配器 3 3 4 の入口（図示せず）を通して更なる流体を輸送することによって（例えば、圧力分配器 3 3 4 を膨らませることによって）、圧力分配器 3 3 4 を通して電気化学セル 3 2 1 A へ力を加えることができる。いくつかのそのような実施形態では、圧力分配器内の圧力が維持および／または増加されると、電気化学セルの外部表面および／または電気化学セルの構成要素（例えば、電気化学セル内の電極の活性表面）に力が生じるように、圧力トランスミッタの動きを制限することができる。例えば、図 3 C において、更なる流体が圧力分配器 3 3 4 に加えられると、圧力トランスミッタ 3 3 6 は、電気化学セル 3 2 1 A の表面 3 4 2 に力が加えられるように、圧力分配器 3 3 4 の境界の動きを制限するように構成されていることが可能である。

10

【0092】

いくつかの実施形態では、流体は、圧力分配器 3 3 4 が電気化学セル 3 2 1 A と圧力トランスミッタ 3 3 6 との間に配置される前に圧力分配器 3 3 4 に加えられることができる。流体が加えられた後、圧力分配器 3 3 4 は、圧縮され、電気化学セル 3 2 1 A と圧力トランスミッタ 3 3 6 との間に位置付けられ得、次いで、圧力分配器 3 3 4 内の流体の圧縮は、電気化学セル 3 2 1 A の表面 3 4 2 に（およびそれに応じて、電極の活性表面など、電気化学セルの 1 つ以上の構成要素の表面に）加えられる力を生じさせることができる。本開示を考慮した当業者であれば、圧力分配器を通して電気化学セルに力を加えることができる更なるシステムおよび方法を設計することが可能である。

20

【0093】

圧力分配器 3 3 4 内の流体は、圧力分配器 3 3 4 を介して伝達される圧力が、電気化学セル 3 2 1 A の表面 3 4 2 にわたって（およびそれに応じて、電極の活性表面などの電気化学セルの 1 つ以上の構成要素の表面にわたって）比較的均等に適用されるようにすることができる。特定の理論に拘束されることを望むものではないが、圧力分配器 3 3 4 内の流体の存在は、比較的高い圧力領域内の流体が比較的低い圧力の領域に輸送されるため、表面 3 4 2 上の比較的高い圧力の点を減少および／または排除すると考えられている。

30

【0094】

いくつかの実施形態では、圧力分配器が電気化学セルに加えられる力を均等に分配する程度は、圧力トランスミッタの外面が電気化学セルまたはその容器の外面に適切に整列される場合、強化され得る。例えば、図 3 C に例示される一連の実施形態では、圧力トランスミッタ 3 3 6 の外部表面 3 4 0 は、電気化学セル 3 2 1 A の外部表面 3 4 2 に面している。いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタの外部表面は、力が加えられる電気化学セルの外部表面と実質的に平行である。例えば、図 3 C に示される一連の実施形態では、圧力トランスミッタ 3 3 6 の外部表面 3 4 0 は、電気化学セル 3 2 1 A の外部表面 3 4 2 に実質的に平行である。本明細書中で使用されるように、2 つの表面が約 10 度以下の角度を形成する時、2 つの表面は互いに実質的に平行である。いくつかの実施形態では、2 つの実質的に平行な表面は、約 5 度以下の角度、約 3 度以下の角度、約 1 度以下の角度、または約 0.1 度以下の角度を形成する。

40

【0095】

圧力分配器は、様々な好適な形態を有してもよい。いくつかの実施形態では、圧力分配器は、流体が収容される袋または他の好適な容器を備えてもよい。いくつかの実施形態で

50

は、圧力分配器は、圧力分配器に力が加えられる方向に沿って変形するように構成された吹子 (b e l l o w s) を備えることができる。

【0096】

圧力分配器容器は、様々な材料で作ることができる。いくつかの実施形態では、圧力分配器容器は、可撓性材料を含んでもよい。例えば、いくつかの実施形態では、圧力分配器容器は、ポリエチレン（例えば、直鎖状低密度および／または超低密度ポリエチレン）、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリビニルジクロライド、エチレン酢酸ビニル、ポリカーボネート、ポリメタクリレート、ポリビニルアルコール、ナイロン、シリコーンゴム（例えば、ポリジメチルシロキサン）および／または他の天然または合成ゴム若しくはプラスチックなどのポリマーを含んでもよい。いくつかの実施形態（例えば、圧力分配器内の流体としてガスが使用される実施形態）において、圧力分配器容器は、金属層（例えば、アルミニウム金属層）を含んでもよく、これは、流体（例えば、ガス）が圧力分配器内に保持される程度を向上させ得る。可撓性材料の使用は、いくつかの実施形態において、圧力分配器の内容物を比較的容易に再分配することができ、力が均一に適用される程度を高めることができるので有利である。

10

【0097】

いくつかの実施形態において、圧力分配器は、弾性材料を含んでもよい。いくつかの実施形態では、圧力分配器が製造される材料の弾性は、圧力分配器が圧力分配器に加えられる望ましい量の力を隣接する構成要素に伝達するように選択されてもよい。例示すると、いくつかの場合には、圧力分配器が非常に柔軟な材料で形成されている場合、圧力分配器に加えられる比較的高い割合の力が、隣接する電気化学セルに伝達されるのではなく、圧力分配器材料を弾性的に変形させるために使用される可能性がある。いくつかの実施形態では、圧力分配器は、約1 G P a未満のヤング率を有する材料から形成することができる。当業者であれば、例えば、引張試験 (tensile test) [抗張試験 (tension test) とも呼ばれることがある] を行うことによって、所定の材料のヤング率を測定することが可能である。使用されてもよい例示的な弾性ポリマー（すなわち、エラストマー）には、一般的なクラスのシリコーンポリマー、エポキシポリマー、およびアクリレートポリマーが含まれる。

20

【0098】

いくつかの実施形態では、圧力分配器は、流体を含む密閉された容器を備える。いくつかの実施形態において、圧力分配器は、流体を含有する開放型容器を備えてもよい。例えば、ある実施形態では、圧力分配器は、以下でより詳細に説明するように、圧力分配器を通して流体を輸送するように構成され、かつ配置されたデバイスに流体的に接続された容器を備える。

30

【0099】

圧力分配器には、様々な流体を使用することができる。本明細書中で使用する「流体」は、一般に、流動性があり、その容器の外形に適合する傾向がある物質を指す。流体の例としては、液体、気体、ゲル、粘弾性流体、溶液、懸濁液、流動化した微粒子などがある。一般に、流体は、静的なせん断応力に耐えることができない材料であり、せん断応力が加えられると、流体は継続的かつ永久的な歪みを経験する。流体は、適用された力の流動および再分配を可能にする任意の好適な粘度を有していてもよい。

40

【0100】

いくつかの実施形態では、圧力分配器内の流体は、気体（例えば、空気、窒素、希ガス（例えば、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン）、ガス冷媒、またはこれらの混合物）を含む。いくつかの実施形態では、圧力分配器内のガスは、比較的高い分子量（例えば、少なくとも約100 g / m o l）を含み得、これは、ガスが圧力分配器の壁を通して透過する程度を制限することが可能である。いくつかの実施形態では、圧力分配器内の流体は、これらに限定されないが、水、電解質（例えば、電気化学セルで使用されるものと類似または同一の液体電解質）、グリース（例えば、石油ゼリー、テフロングリース、シリコーングリース）、オイル（例えば、鉱油）などを含む液体が挙げられる。

50

いくつかの実施形態では、圧力分配器内の流体は、ゲルを含む。圧力分配器内で使用するのに適したゲルには、ヒドロゲル（例えば、シリコングエル）、オルガノゲル、またはキセロゲルが含まれるが、これらに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、流体は、固体粒子（例えば、砂、粉末など）の流動床を含んでいる。流動化は、例えば、気体および／または液体を粒子に通すことによって、および／または粒子が互いに相対的に移動するように粒子が配置された基板を振動させることによって達成することができる。

【0101】

圧力分配器と関連して使用される流体は、任意の好適な粘度を有してもよい。いくつかの実施形態では、圧力分配器内でニュートン流体を使用することができるが、いくつかの実施形態はそのように限定されず、非ニュートン流体（例えば、せん断減粘流体、せん断増粘流体等）も使用することができる。いくつかの実施形態では、圧力分配器は、室温で約 1×10^7 センチポアズ (cP) 未満、約 1×10^6 cP 未満、約 1×10^5 cP 未満、約 1000 cP 未満、約 100 cP 未満、約 10 cP 未満、または約 1 cP 未満（および、いくつかの実施形態では、約 0.001 cP より大きく、約 0.01 cP より大きく、または約 0.1 cP より大きい）の定常状態のせん断粘度を有するニュートン流体を含んでもよい。

【0102】

いくつかの実施形態では、圧力分配器内の流体は、圧力分配器の中および／または外に輸送されるのに好適であるように選択されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、電気化学セルに異方性力を加えるために（例えば、電気化学セルと圧力トランスミッタとの間に配置されたときに圧力分配器内の流体を圧縮することによって）流体が圧力分配器内に輸送されてもよい。別の例として、システムの構成要素に熱を伝達しおよび／またはシステムの構成要素から熱を奪うために、流体を圧力分配器内および／または圧力分配器外へ輸送してもよい。

【0103】

また、圧力トランスミッタ 336 は、様々な構成を採用することができる。いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタ 336 は、電気化学セル 321A に対して相対的に移動可能である。いくつかのそのような実施形態では、圧力トランスミッタ 336 を電気化学セル 321A に近づける、および／または電気化学セル 321A と圧力トランスミッタ 336 との間の分離を維持することによって、圧力分配器 334 を介して電気化学セル 321A に力を加えることができる。1つの特定の例として、いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタ 336 は、圧縮バネ、第1のアプリケーション構造体、および第2のアプリケーション構造体を含む。第1のアプリケーション構造体は、例えば、剛性材料の平板、または任意の他の好適な構造体に対応することができる。第2のアプリケーション構造体は、例えば、剛性材料の第2のプレート、電気化学セルが収容される容器の壁の一部、または任意の他の好適な構造体に対応することができる。いくつかの実施形態では、圧縮バネがアプリケーション構造体とアプリケーション構造体の間で圧縮されると、電気化学セル 321A の表面 342 に力が加えられることができる。いくつかの実施形態では、Belleville ワッシャ、機械ネジ、空気圧装置、重り、空気シリンダー、および／または油圧シリンダーを、圧縮バネの代わりに、または圧縮バネに加えて使用してもよい。いくつかの実施形態では、電気化学セルの1つ以上の外面の周りに配置された圧縮要素（または締め付け要素；constricting element）（例えば、弾性バンド、ターンバックルバンドなど）を用いて、電気化学セルに力を加えることができる。電気化学セルに力を加えるための様々な好適な方法は、例えば、発明の名称「Application of Force in Electrochemical Cells」で、2009年8月4日に出願された Scordilis-Kelley らの米国特許出願公開第2の010/0035128号明細書に記載され、すべての目的のために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【0104】

いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタ 336 は、電気化学セル 321A に対して実質的に移動可能ではなく、例えば、圧力分配器 334 を加圧することにより、電気化

10

20

30

40

50

学セルに力を加えることができる。いくつかのそのような実施形態では、実質的に移動不可能な圧力トランスミッタ 336 が圧力分配器 334 の 1 つ以上の境界の動きを制限し、それによって電気化学セル 321 A に異方性力を加えるので、圧力分配器を加圧することにより、結果として電気化学セルへ力を加えることができる。

【0105】

いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタは、実質的に剛構造体（例えば、電気化学セルを囲むパッケージ）の全てまたは一部を構成し、圧力トランスミッタの動きは、実質的に剛構造体が可撓性を有さない程度によって制限され得る。いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタは、システムの他の構成要素の少なくとも一部と一体化された構造体を構成することができ、これによりその動きを制限することができる。例えば、いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタは、電気化学セル 321 A および圧力分配器 334 が配置されているパッケージの 1 つ以上の壁の少なくとも一部を構成することができる。1 つの特定の例として、圧力トランスミッタ 336 は、電気化学セル 321 A を含むパッケージの第 1 の壁を形成する一方、基板 332 はパッケージの第 2 の壁（例えば、第 1 の壁と反対側）を形成する可能性がある。いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタ 336 の動きは、その動きが制限されるような力を圧力トランスミッタ内および／または上に加えることによって制限することができる。これらの場合のいずれにおいても、いくつかの実施形態では、圧力分配器 334 内に流体を加えることおよび／または圧力分配器 334 内の流体の量を維持することによって、電気化学セルに力を加えることができる。

10

【0106】

図 3 C は、単一の圧力トランスミッタおよび単一の圧力分配器が、電気化学セルに力を加えるために使用される一組の実施形態を示している。しかしながら、いくつかの実施形態では、1 つより多い圧力分配器および／または 1 つより多い圧力トランスミッタが採用されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、システムは、電気化学セル 321 A の下に配置された第 2 の圧力分配器と、第 2 の圧力分配器の下に配置された第 2 の圧力トランスミッタとを含む。いくつかの実施形態では、例えば、第 2 の圧力トランスミッタに、および／または第 2 の圧力トランスミッタを通して、第 2 の圧力分配器の表面に力を加えることによって、第 2 の圧力分配器を通して電気化学セル 321 A の外部表面に実質的に均等に分配された力を加えることができる。

20

【0107】

いくつかの実施形態では、電気化学セル 321 A へ熱を伝達し、および／または電気化学セル 321 A から熱を奪うために、流体を圧力分配器へ輸送、および／または流体を圧力分配器から輸送することが可能である。例えば、圧力分配器 334 は、圧力分配器 334 を通して流体を輸送するように構成された入口および出口を含んでもよい。流体が圧力分配器 334 を通って輸送されると、電気化学セル 321 A から熱を吸収し、出口を介してシステムから離れるように輸送することができる。圧力分配器を通して流体を輸送するために、例えば、ポンプ、真空、または他の任意の好適なデバイスを使用することができる。

30

【0108】

いくつかの実施形態では、圧力分配器と関連して使用される流体は、システムを所望の程度に冷却または加熱するように選択することができる。例えば、いくつかの実施形態では、圧力分配器内の流体は、水、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ポリアルキレングリコール（PAG）、油（例えば、鉱油、ひまし油、シリコン油、フルオロカーボン油など）、および／または冷媒（例えば、フロン、クロロフルオロカーボン、パーフルオロカーボンなど）などの冷却剤を含んでもよい。

40

【0109】

本明細書中に記載された実施形態は、様々な電気化学セルと共に使用することができる。一次（使い捨て）電気化学セルおよび二次（再充電可能）電気化学セルは、本明細書中に記載の実施形態と関連して使用することができるが、いくつかの実施形態は、例えば、（再）充電工程中の均一な力の適用によってもたらされる利点のために、有利に二次電気

50

化学セルを使用する。いくつかの実施形態では、電気化学セルは、リチウム硫黄電気化学セルなどのリチウム系電気化学セル（およびそのバッテリーなどの複数のセルの組立体）を含む。

【0110】

いくつかの実施形態は、多種多様な電気化学デバイスにおける使用を見出すことができるが、そのようなデバイスの一例が、例示のみを目的として図3Dに提供されている。図3Dにおいて、電気化学セル321Aの一般的な実施形態は、カソード310、アノード312、およびカソードおよびアノードと電気化学的に連通する電解質314を含む。

【0111】

いくつかの態様において、電気化学セル321Aは、任意に、格納構造体（containment structure）316によって少なくとも部分的に封じ込められることができる。格納構造体316は、これらに限定されないが、円柱、角柱（例えば、三角柱、直方体など）、立方体、または任意の他の形状を含む、様々な形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、圧力分配器は、表面318Aおよび／または表面318Bと直接または間接的に接触して、圧力分配器を格納構造体316の外側に配置することによって、電気化学セル321Aに関連付けることができる。このように位置決めされると、圧力分配器は、前述のように、格納構造体316の表面318Aおよび／または318Bに直接的または間接的に力を加えるように構成することができる。いくつかの実施形態では、圧力分配器は、カソード310と格納構造体316との間、またはアノード312と格納構造体316との間に位置決めされてもよい。いくつかのそのような実施形態において、格納構造体は、圧力トランスミッタとして機能することができ、および／または別個の圧力トランスミッタは、格納構造体を介して圧力分配器に力を加えるように構成されていることができる。

【0112】

典型的な電気化学セルシステムはまた、当然のことながら、集電体、外部回路などを含む。当業者であれば、図面に示され、本明細書中に記載されているような一般的な概略配置を利用することができる多くの配置をよく知っている。

【0113】

電気化学セル321Aの構成要素は、場合によっては、電解質が平面状の構成でカソードとアノードとの間に配置されるように組み立てられてもよい。例えば、図3Dに示される実施形態では、電気化学セル321Aのカソード310は、実質的に平面状である。実質的に平面状のカソードは、例えば、金属箔または他の好適な基板などの平面状の基板上にカソードスラリーをコーティングすることによって形成することができ、これは、電気化学セル321Aの組立体に含まれるか（図3Dには図示されていないが）、電気化学セルの組み立て前にカソード310から除去されてもよい。更に、図3Dにおいて、アノード312は、実質的に平面状であるものとして図示されている。実質的に平面状のアノードは、例えば、金属リチウムのシートを形成することによって、平面状の基板の上にアノードスラリーを形成することによって、または任意の他の好適な方法によって形成することができる。電解質314もまた、図3Dにおいて実質的に平面状であるものとして図示されている。

【0114】

いくつかの実施形態において、電気化学セル321Aは、元素金属および／または金属合金などの金属を含有する電極を含んでもよい。1つの特定の例として、いくつかの実施形態では、電気化学セル321Aは、元素状リチウム（例えば、元素状リチウム金属および／またはリチウム合金）を含有するアノードを備えていてもよい。いくつかの実施形態では、以下でより詳細に説明するように、力を加えることによって電気化学セルの電極内の金属の表面形態に影響を与えるように、電気化学セルに加えられる異方性力は十分に大きいものである。

【0115】

図3Dは、平面構成に配置された電気化学セルを示しているが、いくつかの実施形態の

10

20

30

40

50

原理を採用して、任意の電気化学セル配置を任意の構成で構築できるものと理解されるべきである。図3Dに例示される形状に加えて、本明細書中に記載される電気化学セルは、これらに限定されないが、円柱、折り畳まれた多層構造体、角柱（例えば、三角柱、直方柱等）、「スイスロール（Swiss-roll）」、非平面多層構造体等を含む任意の他の形状であってもよい。更なる構成は、名称「Electrode Protection in both Aqueous and Non-Aqueous Electrochemical Cells, including Rechargeable Lithium Batteries」で、2006年4月06日に出願された、Affinitoらの米国特許出願第11/400,025号に記載されており、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【0116】

いくつかの実施形態において、カソードおよび／またはアノードは、少なくとも1つの活性表面を含む。本明細書中で使用される場合、「活性表面」という用語は、電解質と物理的に接触しており、電気化学反応が起こり得る電極の表面を説明するために使用される。例えば、図3Dに例示される一連の実施形態では、カソード310はカソード活性表面320を含み、アノード312はアノード活性表面322を含む。

【0117】

いくつかの実施形態では、圧力トランスミッタ336に、および／または圧力分配器334を介して（および最終的にいくつかの場合においては電気化学セル321Aの表面342に）加えられる異方性力は、電気化学セル内の電極（例えば、リチウム金属を含むアノードなどのアノード）の活性表面に垂直な成分を含む。従って、圧力分配器334を介して電気化学セルに異方性力を加えることは、電気化学セル内の電極（例えば、アノード）の活性表面に異方性力が加えられる結果となり得る。平面状電極表面の場合、加えられる力は、力が加えられる点における電極活性表面に垂直な成分を有する異方性力を含んでもよい。例えば、図3Cおよび図3Dに示される一連の実施形態を参照すると、矢印370の方向の異方的な力が、圧力分配器334を介して電気化学セル321Aに印加されてもよい。矢印370の方向に加えられる異方性力は、アノード活性表面322に垂直であり、カソード活性表面320に垂直である成分372を含む。更に、矢印370の方向に加えられる異方性力は、アノード活性表面322およびカソード活性表面320に対して垂直でない（実際には平行である）成分374を含むことになる。

【0118】

曲面（例えば、凹面または凸面）の場合、電気化学セルに加えられる力は、力が加えられる点で曲面に接する平面に垂直な成分を有する異方性力を含んでもよい。

【0119】

一組の実施形態では、システムおよび方法は、上記セルの充電および／または放電中の少なくとも1つの期間において、電極（例えば、アノード）の活性表面に垂直な成分を有する異方性力が電気化学セルに印加されるように構成されている。いくつかの実施形態では、力は、連続的に、1つの期間にわたって、若しくは持続時間および／または周波数が変化し得る複数の期間にわたって加えられてもよい。

【0120】

加えられる力の大きさは、いくつかの実施形態において、電気化学セルの性能を向上させるのに十分な大きさである。いくつかの実施形態において、電極活性表面（例えば、アノード活性表面）および異方性力は、異方性力が電極活性表面の表面形態に影響を与えて、充放電による電極活性表面積の増加を抑制し、異方性力が存在しないが、それ以外は本質的に同一の条件において、充放電サイクルを通じて電極活性表面積がより大きく増加するように共に選択されてもよい。「本質的に同一の条件」とは、本明細書中では、力の適用および／または力の大きさ以外は類似または同一である条件を意味する。例えば、それ以外の同一条件は、同一であるが、対象の電気化学セルに異方性力を加えるように構成されていない（例えば、ブラケットまたは他の接続によって）セルを意味し得る。

【0121】

電極活性表面と異方性力は、本明細書中に記載の結果を得るために、当業者であれば容

10

20

30

40

50

易に共に選択することができる。例えば、電極活性表面が比較的軟らかい場合、電極活性表面に垂直な力の成分は、より低くなるように選択されてもよい。電極活性表面がより硬い場合、電極活性表面に垂直な力の成分は、より大きくてもよい。本開示を考慮した当業者は、既知のまたは予測可能な特性を有するアノード材料、合金、混合物等を容易に選択することができ、またはそのような表面の硬さまたは軟らかさを容易に試験することができる。本明細書中に記載されるものを達成するのに好適な力を提供するためのセル構築技術および配置を容易に選択することができる。簡単な試験は、例えば、一連の活物質を配置し、それぞれ活性表面に垂直に（または活性表面に垂直な成分）に一連の力を加え、セルサイクルなしで（セルサイクル中の選択された組み合わせの予測のために）、または選択と関連する結果の観察を伴うセルサイクルで表面上の力の形態的效果を決定することによって、簡単な試験を行うことができる。

10

【0122】

前述のように、いくつかの実施形態では、上記セルの充電および／または放電中の少なくとも1つの期間中に、異方性力がない場合の表面積の増加に対して、電極活性表面の表面積の増加を抑制するために有効な程度に、電極活性表面（例えば、アノードの）に垂直な成分を有する異方性力が印加される。電極活性表面に垂直な異方性力の成分は、例えば、少なくとも約20、少なくとも約25、少なくとも約35、少なくとも約40、少なくとも約50、少なくとも約75、少なくとも約90、少なくとも約100、少なくとも約125、少なくとも約150、少なくとも約200、少なくとも約300、少なくとも約400、または少なくとも約500ニュートン／平方センチメートル（ N/cm^2 ）の圧力を定義することができる。いくつかの実施形態では、アノード活性表面に垂直な異方性力の成分は、例えば、約500 N/cm^2 未満、約400 N/cm^2 未満、約300 N/cm^2 未満、約200 N/cm^2 未満、約190 N/cm^2 未満、約175 N/cm^2 未満、約150 N/cm^2 未満、約125 N/cm^2 未満、約115 N/cm^2 未満、または約110 N/cm^2 未満の圧力を定義することができる。本明細書中では、力および圧力をそれぞれニュートン単位および単位面積当たりのニュートン単位で一般的に記載するが、力および圧力は、それぞれ kgf （kilograms-force）単位および単位面積当たりの kgf 単位でも表すことができる。当業者であれば、 kgf ベースの単位に精通し、1 kgf が約9.8ニュートンに相当することを理解する。

20

【0123】

いくつかの実施形態において、電気化学セル内の電極の活性表面に垂直な異方性力の成分は、（例えば、電気化学セルの充電および／または放電の間の）その電極の降伏応力の少なくとも約50%、少なくとも約75%、少なくとも約100%、少なくとも約120%である圧力を定義する。いくつかの実施形態では、電気化学セル内の電極の活性表面に垂直な異方性力の成分は、（例えば、電気化学セルの充電および／または放電の間の）その電極の降伏応力の約250%未満または約200%未満である圧力を定義する。例えば、いくつかの実施形態において、電気化学セルは、アノード（例えば、リチウム金属および／またはリチウム合金を含むアノード）を含んでもよく、アノード活性表面に垂直である加えられた異方性力の成分は、アノードの降伏応力の少なくとも約50%、少なくとも約75%、少なくとも約100%、または少なくとも約120%（および／またはアノードの降伏応力の約250%未満または約200%未満）である圧力を定義することができる。いくつかの実施形態では、電気化学セルは、カソードを含んでもよく、カソード活性表面に垂直な異方性力の成分は、カソードの降伏応力の少なくとも約50%、少なくとも約75%、少なくとも約100%、または少なくとも約120%（および／またはカソードの降伏応力の約250%未満または約200%未満）の圧力を定義することができる。

30

40

【0124】

いくつかの場合において、異方性力は、電気化学セルの1つ以上の外部表面にわたって、および／または電気化学セル内の電極の1つ以上の活性表面にわたって比較的均一である圧力を定義することができる。いくつかの実施形態では、電気化学セルの1つ以上の外部表面の面積および／または電極（例えば、アノード）の1つ以上の活性表面の面積の少

50

なくとも約 50 %、少なくとも約 75 %、少なくとも約 85 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、または少なくとも約 98 %が、異方性力によって定義される圧力の実質的に均一な分布を含む均一領域を画定する。本明細書中の記載において、「電気化学セルの表面」および「電極の表面」は、電気化学セルおよび電極の幾何学的表面を指し、当業者であれば、電気化学セルおよび電極の外側境界を画定する表面、例えば、巨視的測定ツール（例えば、定規）によって測定され得る領域を指し、内部表面積（例えば、発泡体のような多孔質材料の孔内の面積、またはメッシュの繊維の表面積であってメッシュ内に含まれ外部境界を画定しないもの等）は含まれないことが理解される。

【0125】

いくつかの実施形態において、（前の段落に記載されている）均一領域の約 10 %、約 5 %、約 2 %、または約 1 %をカバーする任意の連続領域が、均一領域の全体にわたる平均圧力に対して、約 25 %未満、約 10 %未満、約 5 %未満、約 2 %未満、または約 1 %未満だけ変化する平均圧力を含む場合、圧力は表面中で実質的に均一に分布している。

【0126】

言い換えると、いくつかの実施形態では、電気化学セルの表面の面積および／または電極の活性領域の面積の少なくとも約 50 %（若しくは少なくとも約 75 %、少なくとも約 85 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、または少なくとも約 98 %）が、本質的に均一な印加圧力の第 1 の連続領域を画定し、第 1 の領域は第 1 の平均印加圧力を有する。場合によっては、電気化学セルの表面および／または電極の第 1 の連続領域の約 10 %（若しくは約 5 %、約 2 %、または約 1 %）をカバーする任意の連続領域は、第 1 の連続領域にわたって第 1 の平均印加圧力に対して、約 25 %未満（若しくは約 10 %未満、約 5 %未満、約 2 %未満、または約 1 %未満）だけ変化する第 2 の平均印加圧力を含む。

【0127】

当業者であれば、例えば、表面部分内の代表的な数の点で加えられた力レベルを決定し、表面部分の位置の関数として印加圧力の 3 次元プロットを積分し、積分値を表面部分の表面積で割ることによって、表面部分内の平均印加圧力を決定することができる。当業者であれば、例えば、圧力場を測定するための「Tekscan I-Scan システム」を用いることにより、表面部全体にかかる圧力のプロットを作成することができる。

【0128】

本明細書中に記載の電気化学セルのアノードは、様々なアノード活物質を含んでもよい。本明細書中で使用される場合、「アノード活物質（anode active material）」という用語は、アノードに関連する任意の電気化学的活性種を指す。例えば、アノードは、リチウム含有材料を含んでもよく、リチウムは、アノード活物質である。本明細書中に記載の電気化学セルのアノードにおけるアノード活物質として使用するのに好適な電気活性材料には、それだけに限定されるわけではないが、リチウム箔や導電性基板上に蒸着したリチウムなどのリチウム金属、およびリチウム合金（例えば、リチウム - アルミニウム合金およびリチウム - 錫合金）が挙げられる。負極材料（例えば、リチウムなどのアルカリ金属アノード）を基板上に配置する方法としては、熱蒸発、スパッタリング、ジェット気相成長、およびレーザーアブレーションなどの方法を挙げることができる。或いは、アノードがリチウム箔、またはリチウム箔と基板を備える場合、これらを当技術分野で知られているようなラミネート加工によって共に貼り合わせてアノードを形成することができる。

【0129】

1 つの実施形態では、アノード活性層の電気活性リチウム含有材料は、50 重量%より多いリチウムを含む。別の実施形態では、アノード活性層の電気活性リチウム含有材料は、75 重量%より多いリチウムを含む。更に別の実施形態では、アノード活性層の電気活性リチウム含有材料は、90 重量%より多いリチウムを含む。アノードに使用するのに好適な更なる材料および配置は、例えば、発明の名称「Application of Force in Electrochemical Cells」で、2009 年 8 月 4 日に出願された Scordilis-Kelley らの米国特許出願公開第 2 の 010 / 0035128 号明細書に記載されており、すべての目的の

ために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【0130】

本明細書中に記載される電気化学セルのカソードは、様々なカソード活物質を含んでもよい。本明細書中で使用される場合、「カソード活物質」という用語は、カソードに関連する任意の電気化学的活性種を指す。いくつかの実施形態の電気化学セルのカソードにおけるカソード活物質として使用するための好適な電気活性材料は、これらに限定されるものではないが、1つ以上の金属酸化物、1つ以上のインターカレーション材料、電気活性遷移金属カルコゲニド、電気活性導電性ポリマー、硫黄、炭素および／またはそれらの組み合わせを含む。

【0131】

いくつかの実施形態では、カソード活物質は、1つ以上の金属酸化物を含んでいる。いくつかの実施形態では、インターカレーションカソード（例えば、リチウムインターカレーションカソード）が使用されてもよい。電気活性材料のイオン（例えば、アルカリ金属イオン）をインターカレートし得る好適な材料の非限定的な例としては、金属酸化物、硫化チタン、および硫化鉄が挙げられる。いくつかの実施形態では、カソードは、リチウム遷移金属酸化物またはリチウム遷移金属リン酸塩を含むインターカレーションカソードである。更なる例としては、 Li_xCoO_2 （例えば、 $\text{Li}_{1.1}\text{CoO}_2$ ）、 Li_xNiO_2 、 Li_xMnO_2 、 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ （例えば、 $\text{Li}_{1.05}\text{Mn}_2\text{O}_4$ ）、 Li_xCoPO_4 、 Li_xMnPO_4 、 $\text{LiCo}_x\text{Ni}_{(1-x)}\text{O}_2$ 、および $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{Mn}_{(1-x-y)}\text{O}_2$ （例えば、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{3/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{4/5}\text{Mn}_{1/10}\text{Co}_{1/10}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{1/2}\text{Mn}_{3/10}\text{Co}_{1/5}\text{O}_2$ ）が挙げられる。 x は、0以上、および2以下であってもよい。電気化学セルが完全に放電されている場合、 x は、典型的には1以上および2以下であり、電気化学セルが完全に充電されている場合、1未満である。いくつかの実施形態では、完全に充電された電気化学セルは、1以上かつ1.05以下、1以上かつ1.1以下、または1以上かつ1.2以下である x の値を有してもよい。更なる例としては、 $(0 < x \leq 1)$ である Li_xNiPO_4 、 $(x + y = 2)$ である $\text{LiMn}_x\text{Ni}_y\text{O}_4$ （例えば、 $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4$ ）、 $(x + y + z = 1)$ である $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 、 LiFePO_4 およびこれらの組み合わせが挙げられる。いくつかの実施形態では、カソード内の電気活性材料は、リチウム遷移金属リン酸塩（例えば、 LiFePO_4 ）を含み、これは、いくつかの実施形態では、ホウ酸塩および／またはケイ酸塩で置換されることができる。

【0132】

前述したように、いくつかの実施形態において、カソード活物質は、1つ以上のカルコゲン化物（またはカルコゲニド；chalcogenide）を含んでいる。本明細書中で使用される用語「カルコゲン化物」は、酸素、硫黄、およびセレンの元素の一つ以上を含む化合物に関する。好適な遷移金属カルコゲン化物の例としては、それらに限定されないが、Mn、V、Cr、Ti、Fe、Co、Ni、Cu、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、およびIrからなる群から選択される遷移金属の電気活性酸化物、硫化物、およびセレン化物があるが、これに限定はしない。1つの実施形態では、遷移金属カルコゲン化物は、ニッケル、マンガン、コバルト、およびバナジウムの電気活性酸化物、並びに鉄の電気活性硫化物からなる群から選択される。1つの実施形態では、カソードは、二酸化マンガン、ヨウ素、クロム酸銀、酸化銀および五酸化バナジウム、酸化銅、オキシリン酸銅、硫化鉛、硫化鉄、ビスマス酸鉛、三酸化ビスマス、二酸化コバルト、塩化銅、二酸化マンガンおよび炭素のうちの1つ以上の材料を含んでいる。別の実施形態では、カソード活性層は、電気活性導電性ポリマーを含んでいる。好適な電気活性導電性ポリマーの例には、これらに限定されるものではないが、ポリピロール、ポリアニリン、ポリフェニレン、ポリチオフエン、およびポリアセチレンからなる群から選択される電気活性および電子伝導性ポリマーが挙げられる。導電性ポリマーの例としては、ポリピロール類、ポリアニリン類、およびポリアセチレン類が挙げられる。

【0133】

いくつかの実施形態では、本明細書中に記載される電気化学セルにおけるカソード活物質として使用するための電気活性材料は、電気活性硫黄含有材料を含む。「電気活性硫黄含有材料」は、本明細書中で使用される場合、任意の形態の硫黄元素を含むカソード活物質に関し、電気化学活性は硫黄原子または部分の酸化または還元を含むものである。いくつかの実施形態の実施において有用な電気活性硫黄含有材料の性質は、当該技術分野において知られているように、広く変化し得る。例えば、1つの実施形態では、電気活性硫黄含有材料は、元素状硫黄を含む。別の実施形態では、電気活性硫黄含有材料は、元素状硫黄と硫黄含有ポリマーとの混合物を含む。従って、好適な電気活性硫黄含有材料は、これらに限定されるものではないが、元素状硫黄、および硫黄原子と炭素原子とを含む有機材料（重合体であってもなくてもよい）が挙げられる。好適な有機材料には、ヘテロ原子を更に含むもの、導電性ポリマーセグメント、複合体、および導電性ポリマーが挙げられる。

10

【0134】

いくつかの実施形態では、カソード活性層の電気活性硫黄含有材料は、50重量%を超える硫黄を含んでなる。別の実施形態では、電気活性硫黄含有材料は、75重量%を超える硫黄を含んでなる。更に別の実施形態では、電気活性硫黄含有材料は、90重量%を超える硫黄を含んでなる。

【0135】

いくつかの実施形態のカソード活性層は、（例えば、好適な量の溶媒がカソード活性層から除去された後および／または上記層が適切に硬化された後に測定した場合）約20～100重量%の電気活性カソード材料を含んでいてもよい。1つの実施形態では、カソード活性層中の電気活性硫黄含有材料の量は、カソード活性層の5～30重量%の範囲である。別の実施形態では、カソード活性層中の電気活性硫黄含有材料の量は、カソード活性層の20重量%～90重量%の範囲である。

20

【0136】

カソードに使用するのに好適な更なる材料、およびカソードを製造するのに好適な方法は、例えば、名称「Novel Composite Cathodes, Electrochemical Cells Comprising Novel Composite Cathodes, and Processes for Fabricating Same」で、1997年5月21日出願された米国特許第5,919,587号明細書、および名称「Application of Force in Electrochemical Cells」で、2009年8月4日出願された、Scordilis-Kelleyらの米国特許出願公開第2010/0035128号明細書に記載されており、これらの各々は、すべての目的のために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

30

【0137】

様々な電解質が、本明細書中に記載される電気化学セルと関連して使用されてもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、非固体電解質を含んでよく、これは、多孔質セパレータに組み込まれていてもよいし、組み込まれていなくてもよい。本明細書中で使用されるように、用語「非固体」は、静的なせん断応力に耐えることができず、せん断応力が加えられると、非固体が継続的かつ永久的な歪みを経験する材料を指すために使用される。非固体の例としては、例えば、液体、変形可能なゲルなどが挙げられる。

40

【0138】

本明細書中に記載された電気化学セルに用いられる電解質は、イオンの貯蔵および輸送のための媒体として機能し、固体電解質およびゲル電解質の特別な場合には、これらの材料は更に、アノードとカソードとの間のセパレータとして機能し得る。イオンを貯蔵および輸送できる液体、固体、ゲル状の材料であれば、アノードとカソードの間でイオン（例えば、リチウムイオン）の輸送を容易にする材料であれば、どのようなものでも使用できる。電解質に使用するのに好適な例示的な材料は、例えば、名称「Application of Force in Electrochemical Cells」で、2009年8月4日出願された、Scordilis-Kelleyらの米国特許出願公開第2010/0035128号明細書に記載されており

50

、全ての目的ために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【0139】

図4Aは、バッテリーのセルのストリングを放電するための代表的な高レベルプロセス400Aを示す。代表的なプロセス400Aを含む行為は、以下の段落で詳細に記載される。

【0140】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス400Aは行為430Aを含んでもよく、バッテリー内のセルのストリングは、多重化スイッチ装置（前述の多重化スイッチ装置112など）を使用して選択的に放電してもよい。更に、多重化スイッチ装置は、少なくとも1つのバッテリー（例えば、120～150）のセルまたはモジュール（例えば、121A～C）の2つ以上のストリング（例えば、121、122、123、および／または124）に接続されてもよい。各セルのセットまたはモジュールは、1つまたは複数のセルを含んでもよい。

10

【0141】

いくつかの実施形態では、プロセス400Aは、次いで、必要に応じて終了または繰り返してもよい。

【0142】

図4Bは、バッテリーのセルのストリングを放電するための代表的な高レベルプロセス400Bを示す。代表的なプロセス400Bを構成する行為は、以下の段落で詳細に記載される。

20

【0143】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス400Bは、選択的に行為415を開始することができ、多重化スイッチ装置を使用して、セルのストリングをバランスレール（例えば、160）に選択的に接続または切断することができる。

【0144】

いくつかの実施形態では、行為415は任意に行為416を含んでもよく、ここで多重化スイッチ装置は、それらのストリングを放電させないように1つまたは複数のセルのストリングをバランスに接続し、そのストリングを負荷（例えば、229）に放電するように別のセルのストリングを入力／出力バス（例えば、321IO）に接続するために使用してもよい。

30

【0145】

いくつかの実施形態では、行為415は、任意に行為417を含んでもよく、ここで、多重化スイッチ装置は、切り替え時間および／または切り替え状態を調整することによって、セルのストリング間の同等の充電状態を維持するために使用されてもよい。

【0146】

いくつかの実施形態では、行為415は、任意に行為418を含んでもよく、バッテリーの使用中にバランスレールに接続されたセルのストリングの少なくとも1つを維持するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。

【0147】

行為416～418は、任意の順序で実行してもよい。

40

【0148】

いくつかの実施形態では、基準が満たされた場合、代表的なプロセス400Bは、多重化スイッチ装置を使用してバッテリー内の次のセルのストリングを選択的に放電してもよい、行為430Bに進んでもよい。例えば、現在放電しているセルのストリングが好適な基準を満たしている場合、本明細書中に記載されているように、そのセルのストリングを負荷から切断してもよく、次のセルのストリングを接続してもよい（次のセットは、本明細書中に記載されているものと同じか、または異なってもよい基準または複数の基準によって決定されてもよい）。あるいは、基準が満たされていない場合は、監視を続けてもよい。いくつかの実施形態によれば、単一のセルと負荷との間の接続は、持続時間が少なくとも0.01秒であってもよい。発明者は、0.01秒よりも短い接続持続時間は驚く

50

べきことに 0.01 秒よりも多くのノイズを生成し、セルの電気化学が無視できない何かを達成することができない可能性があることを認識し、理解した。

【0149】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス 400B は、次いで、任意に行為 432 および／または 434 のいずれかに進んでもよい。例えば、プロセス 400B が行為 430B から行為 432 に進む場合、セルのセットを充電する第 2 の速度よりも少なくとも 2 倍高い第 1 の速度で、セルのセットを選択的に放電するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。

【0150】

代替的または追加的に、プロセス 400B は、行為 430B から行為 434 に進んでもよく、ここで、多重化スイッチ装置は、セルのセットを充電する第 2 の速度よりも少なくとも 4 倍高い第 1 の速度でセルのセットを選択的に放電するために使用されてもよい。

【0151】

行為 432 および／または 434 のいずれも、図 4B では別個の行為として表されているが、実際には行為 430B に統合されていてもよいと解されるべきである。

【0152】

いくつかの実施形態では、プロセス 400B は、その後、必要に応じて終了または繰り返してもよい。例えば、プロセス 400B は、任意の好適なサイクル数にわたって繰り返してもよい。いくつかの実施形態によれば、各サイクルまたはいくつかのサイクルについて、ストリングまたはセルが 2 回放電される前に、各ストリングまたは個々のセルが 1 回放電されてもよい。

【0153】

図 4C は、バッテリーのセルのセットを放電するための代表的な高レベルプロセス 400C を示す。代表的なプロセス 400C を含む行為は、以下の段落で詳細に記載される。

【0154】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス 400C は行為 430 を含んでもよく、バッテリー内のセルのセットは、多重化スイッチ装置（例えば、前述の多重化スイッチ装置 112）を使用して、少なくとも 1 つの基準に基づいて選択的に放電してもよい。更に、多重化スイッチ装置は、少なくとも 1 つのバッテリー（例えば、120～150）のセルまたはモジュール（例えば、121A～C）の 2 つ以上のセット（例えば、121、122、123、および／または 124）に接続されてもよい。各セルのセットは、1 つまたは複数のセルを含んでもよい。

【0155】

いくつかの実施形態では、プロセス 400C は、その後、必要に応じて終了または繰り返してもよい。

【0156】

図 4D は、バッテリーのセルのセットを放電するための代表的な高レベルプロセス 400D を示す。代表的なプロセス 400D を含む行為は、以下の段落で詳細に記載される。

【0157】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス 400D は、任意に行為 410 で開始してもよく、セルのセットを負荷によって採用されるトポロジ内の負荷に接続するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。バッテリー（例えば、120～150）は、セルまたはモジュール（例えば、121A～C）のセット（例えば、121、122、123、および／または 124）を含んでもよく、各セルのセットは、1 つまたは複数のセルを含んでもよい。例えば、多重化スイッチ装置は、セルを負荷に直列、並列、直列／並列、または負荷の電圧および電流の要求、または所与の用途またはユーザーの要望を満たすために必要な任意の他の好適なトポロジで接続してもよい。

【0158】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス 400D は、次いで任意選択で行為 420 に進んでもよく、ここで、少なくとも 1 つの基準、および／または基準のいくつかのパラ

10

20

30

40

50

メータが、バッテリーまたは複数のバッテリーのセルに関連して測定またはそうでなければ監視されてもよく、基準が満たされているかどうかを判断するために、すでに放電しているか、または少なくとも1つのセルまたはセルのセットを放電している。

【0159】

例えば、センサ（例えば、図1Aの116）は、負荷と、負荷に現在接続されているセルのセットとの間の接続で送達された放電容量を測定することができ、またはセルのセットの電流を測定することができる。代替的または追加的に、センサは、以下のいずれかを測定することができる：接続の持続時間（いくつかの実施形態では少なくとも0.01秒であってもよい）、負荷とセルのセットとの間のいくつかの接続にわたって蓄積された容量、セルのセットおよび／または少なくとも1つの他のセルのセットの電圧、セルのセットのカットオフ放電電圧、セルのセットの電力、セルのセットのエネルギー、セルのセットの充電または放電サイクルの数、セルのセットのインピーダンス、接続中のセルのセットの電圧減衰率、セルのセットの温度、およびセルのセットの圧力。

【0160】

いくつかの実施形態では、基準は、セルまたはセルのセットを放電する順序を含んでもよい。代替的または追加的に、基準は、パラメータとして上記のいずれかを有する関数の値であってもよい。いくつかの実施形態によれば、基準は、セルのセットの以前の放電サイクルの数を含まない。

【0161】

いくつかの実施形態では、基準が満たされている場合、代表的なプロセス400Dは次に行為430に進んでもよく、バッテリー内の次のセルのセットは、多重化スイッチ装置（例えば、前述の多重化スイッチ装置112）を使用して基準に基づいて選択的に放電されてもよい。上記）。例えば、現在放電しているセルのセットが必要な基準を満たしている場合、本明細書中に記載されているように、そのセルのセットを切断し、次のセルのセットを接続してもよい（次のセットは前述のものと同じかまたは異なる基準によって決定されてもよい）。あるいは、基準が満たされていない場合は、引き続き監視されてもよい。いくつかの実施形態によれば、単一のセルと負荷との間の接続は、持続時間が少なくとも0.01秒であってもよい。発明者は、0.01秒よりも短い接続持続時間は驚くべきことに0.01秒よりも多くのノイズを生成し、セルの電気化学が無視できない何かを達成することができない可能性があることを認識し、理解した。

【0162】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス400Dはその後、任意に行為431に進み、他のセルのセットが放電していない間に、放電のために単一のセルのセットを分離するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。例えば、セル121Bが放電されるべきであるとコントローラ（例えば、図1Aの114）が決定する場合、セル121Aおよび121Cが放電されていない間、多重化スイッチ装置に、セル121Bを放電のために分離させてもよい。

【0163】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス400Dはその後、任意に行為432、434、436、および／または438のいずれかに進んでもよい。例えば、プロセス400Dが行為431から行為432に進む場合、セルのセットを充電する第2の速度よりも少なくとも2倍高い第1の速度でセルのセットを選択的に放電するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。

【0164】

代替的または追加的に、プロセス400Dは、行為431から行為434に進んでもよく、ここで、セルのセットを充電する第2の速度よりも少なくとも4倍高い第1の速度でセルのセットを選択的に放電するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。

【0165】

代替的または追加的に、プロセス400Dは行為431から行為436に進んでもよく、セルのセットの放電は、前述の多重化スイッチ装置を使用することなどによって、時間

10

20

30

40

50

的に重複していてもよい。

【0166】

代替的または追加的に、プロセス400Dは、行為431から行為438に進んでもよく、異なるセット間の切り替え中にセルのセットから電力を供給し続けてもよい。

【0167】

行為431、432、434、436、および／または438のいずれも、それらは図4Bでは別個の行為として表されているが、実際には行為430に統合されていてもよいと解されるべきである。

【0168】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス400Dはその後、任意に行為440に進み、前述のように、セルのセットを並列に充電するために、多重化スイッチ装置を使用してもよい。

【0169】

いくつかの実施形態によれば、バッテリー、バッテリーパック、またはシステム内のすべてのセルのセットを含む、任意の数のセルのセットを同時に放電してもよい。例えば、4つのセルを備えたバッテリーの場合、4つのセルすべて（或いは2つまたは3つだけ）を同時に放電して、負荷または用途にとって望ましく、セルにとって可能な放電電流を生成することができる。更に、いくつかの実施形態では、放電または充電されるセルまたはセットの数は、放電のための放電電流などの少なくとも1つの基準に基づいて選択される。いくつかの実施形態では、セルまたはセルのセットの数が放電または充電される順序は、放電のための放電電流などの少なくとも1つの基準に基づいて選択される。いくつかの実施形態では、放電または充電されるセルまたはセットの数と、そうする順序の両方が、放電のための放電電流などの少なくとも1つの基準に基づいて選択される。

【0170】

いくつかの実施形態では、プロセス400Dは、その後、必要に応じて終了または繰り返してもよい。例えば、プロセス400Dは、任意の好適な数のサイクルを通して繰り返してもよい。いくつかの実施形態によれば、各サイクルまたはいくつかのサイクルについて、各セルは、任意のセルが2回放電される前に1回放電されてもよい。

【0171】

図5は、バッテリーパックを制御するための代表的な高レベルプロセス500を示す。代表的なプロセス500を構成する行為は、以下の段落で詳細に記載される。

【0172】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス500は行為530を含んでもよく、そこでスイッチは、統合切り替え制御システムを順番に使用して、バッテリーパック（例えば、210）内のセルまたはモジュール（例えば、121A～C）のセット（例えば、121、122、123、および／または124）を放電するために（例えば、上記の114などのコントローラによって）制御されてもよい。更に、多重化スイッチ装置は、1つまたは複数のバッテリーの2つ以上のセルのセットに接続されてもよい。各セルのセットは、1つまたは複数のセルを含んでもよい。

【0173】

いくつかの実施形態では、プロセス500はその後、必要に応じて終了または繰り返してもよい。

【0174】

図6Aは、バッテリーパックを制御するための代表的な高レベルプロセス600Aを示す。代表的なプロセス600Aを含む行為は、以下の段落で詳細に記載される。

【0175】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス600Aは行為630Aを含んでもよく、ここで、スイッチは、統合切り替え制御システムを使用した基準に基づいて、バッテリーパック（例えば、210）内のセルまたはモジュール（例えば、121A～C）のセット（例えば、121、122、123、および／または124）を放電するために（例えば、

10

20

30

40

50

上記の 1 1 4 などのコントローラによって) 制御されてもよい。更に、多重化スイッチ装置は、1 つまたは複数のバッテリーの 2 つ以上のセルのセットに接続されてもよい。各セルのセットは、1 つまたは複数のセルを含んでもよい。いくつかの実施形態では、基準は、以下のいずれかを含んでもよい：負荷と現在負荷に接続されているセルのセットとの間の接続の持続時間、接続における送達された放電容量、および 1 つ以上のパラメータを有する関数の値。

【0 1 7 6】

いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 A は、その後、必要に応じて終了または繰り返してもよい。

【0 1 7 7】

図 6 C は、バッテリーのセルのストリングを放電するための代表的な高レベルプロセス 6 0 0 C を示す。代表的なプロセス 6 0 0 C を構成する行為は、以下の段落で詳細に記載される。

【0 1 7 8】

いくつかの実施形態では、代表的なプロセス 6 0 0 C は行為 6 0 2 を含んでもよく、バッテリーが起動された後、高電圧配電ユニット (H V P D U) が電流制限モードに切り替わってもよい (例えば、事前充電モード中)。H V P D U は、車両などの負荷全体にバッテリー電力を分配する場合がある。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は次に行為 6 0 4 に進んでもよく、電流が閾値と比較される (例えば、電流が少なくとも閾値と同じくらい低いかどうかを判断するために)。電流が閾値を満たす場合 (例えば、電流が十分に低い場合)、プロセス 6 0 0 C は行為 6 0 6 に進んでもよく、そこで、すべてのソリッドステートリレー (S S R) がオフになってもよく (例えば、実行モードで)、H V P D U がフル電流に切り替わる可能性がある。電流が閾値を満足しない場合 (例えば、電流が高すぎる場合)、プロセス 6 0 0 C は行為 6 0 2 に戻ってもよい。

【0 1 7 9】

いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は、行為 6 0 6 から行為 6 0 8 に進んでもよく、ここでは、すべてのソリッドステートリレーがオン (例えば、充電モード) であってもよい。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 1 0 に進んでもよく、ここで、すべてのソリッドステートリレーがオフ (例えば、充電完了モード) であってもよい。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 1 2 に進んでもよく、システムが放電モードに変化した後、S S R 1 がオンで S S R 9 がオフの状態で、ストリング 1 が放電される。例えば、ストリング 1 は、セル当たり 4 . 3 5 ボルトから 4 ボルトまで放電してもよい。いくつかの実施形態では、ストリング 1 の電圧は、4 . 3 5 ボルトの 7 2 個のセル (合計 3 1 3 . 2 ボルト) から 4 ボルトの 7 2 個のセル (合計 2 8 8 ボルト) まで低下してもよいが、ストリング 2 は、依然として合計 3 1 3 . 2 ボルトであってもよい。いくつかの実施形態では、ストリング 1 がまだ接続されている間にストリング 2 が共通バスに接続される場合、ストリング 2 は、ストリング間の電圧差に比例する電流でストリング 1 に放電してもよい。

【0 1 8 0】

いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 1 4 に進んでもよく、そこでシステムは、S S R 1 および S S R 2 の両方をオンにした状態で、ストリング 1 からストリング 2 に移行してもよい。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 1 6 に進み、S S R 1 をオフ、S S R 2 をオンにして、ストリング 2 を放電してもよい。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 1 8 に進んでもよく、システムは、S S R 2 および S S R 3 の両方をオンにして、ストリング 2 からストリング 3 に移行してもよい。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 2 0 に進んでもよく、その前にストリング 3 ~ 8 を放電するためにこのパターンに従ってもよく、ストリング 9 は、S S R 8 をオフにして S S R 9 をオンにして放電してもよい。いくつかの実施形態では、プロセス 6 0 0 C は行為 6 2 2 に進んでもよく、そこでシステムは放電が完了したかどうかをチェックしてもよい。放電が完了すると、プロセス 6 0 0 C は行為 6 2 2 から行為 6 2 4 に進み

10

20

30

40

50

、SSR9をオフにして、次いで行為602に進み、システムは充電モードに変わる。放電が完了していない場合、プロセス600Cは行為626に進み、システムはストリング9からストリング1に移行し、SSR9とSSR1の両方がオンになり、次いで行為612に戻る。

【0181】

いくつかの実施形態では、プロセス600Cは、その後、必要に応じて終了または繰り返してもよい。

【0182】

例えば、バッテリーパック内の9つの並列ストリングを並列に充電してもよい。充電が終了すると、並列ストリングを共通の高電圧バスから切断してもよい。放電中、1つの並列ストリング（例えば、ストリング1）をバスに接続し、約30秒間パルス放電してもよい。パルス放電に続いて、第2の並列ストリング（例えば、ストリング2）を共通の高電圧バスに接続してもよく、第1のストリングが切断され、第2のストリングがそのパルス放電を完了してもよい。このプロセスは、放電段階まで何度も繰り返してもよい。

【0183】

本発明者らは、前述したいくつかの実施形態が、実施された場合に、従来技術よりも様々な改善を示す結果をもたらし得ることを認識し、理解している。例えば、1つの実施態様では、50 μ mのLi箔を有するNCMA622カソード（BASF社）および1重量%のLiBOBを含むF9（BASF社）電解質を充填した25 μ mのCelgard 2325セパレータから、活性電極面積99.41cm²を有する上記セルを作製した。このセルを4個ずつ含む13個のバッテリーに組み立てた。バッテリーは、以下の表1および表2に示される条件において、いくつかの実施形態を使用して行われた13回の充電-放電サイクル試験に供された。上記バッテリー内の上記セルを、サイクル試験中、12kg/cm²の圧力および18℃の温度で保持した。

【0184】

表1：均等な電流分布で同時放電させた4つのセルのバッテリー試験データ

試験番号	バッテリー放電電流	バッテリー充電電流	800mAhカットオフまでのバッテリーサイクル寿命	バッテリー5サイクル目放電容量	セル放電電流	セル充電電流
	mA	mA		mAh	mA	mA
1	800	800	29	1344	200	200
2	400	400	52	1380	100	100
3	300	300	53	1412	75	75

【0185】

表 2：様々な放電パルス持続時間で順次放電させた 4 つのセルのバッテリー試験データ

試験番号	バッテリー放電電流	バッテリー充電電流	800mAhカットオフまでのバッテリーサイクル寿命	バッテリー 5 サイクル目放電容量	上記セル放電パルス電流	上記セル放電パルス時間	上記セル無電流時間	上記セル充電電流	シングルパルスでの上記セル放電のレベル
	mA	mA		mAh	mA	s	s	mA	
4	800	800	94	1064	800	1197	0	200	フル
5	800	800	131	1208	800	10	30	200	部分
6	800	800	125	1252	800	1	3	200	部分
7	800	800	46	1260	800	0.1	0.3	200	部分
8	400	400	263	1260	400	2835	0	100	フル
9	400	400	283	1284	400	10	030	100	部分
10	400	400	217	1352	400	1	3	100	部分
11	400	400	59	1368	400	0.1	0.3	100	部分
12	300	300	334	1304	300	3912	0	75	フル
13	300	300	298	1412	300	10	30	75	部分

10

20

30

40

50

【0186】

表 1（試験番号 1～3）は比較例（従来技術により行われる）を表し、セルを並列接続し、4 つのセルに均等に充放電電流を流して、バッテリーを一定電流で充放電させた場合の試験結果をまとめたものである。充電終止電圧（charge cutoff voltage）は 4.35 V、放電終止電圧は 3.2 V であった。バッテリー容量が 800 mAh に達した時点で充放電サイクルを停止した。

【0187】

表 2（試験番号 4～13）は、セルを並列接続し、4 つのセルに均等に充放電電流を流して、バッテリーを一定電流で 4.35 V まで充電した場合の試験結果をまとめたものである。これらのバッテリーの放電は、バッテリー全体が一定の放電電流になるように行った。しかし、個々のセルは順次負荷に接続および切断され、4 セルのうちの 1 セルだけに一度に放電電流パルスが供給される。このパルスが終了すると、次のセルが接続され、前のセルが切断される。ある一定のパルス時間の間、或いは放電電圧が 3.2 V に達するまで、セルに放電パルスを順次供給した（例えば、セル番号 1、2、3、4、1、2、3、4、等）。試験番号 4、8 および 12 は、単一パルスでフルセル放電を行った。その他の試験では、0.1 秒、1 秒、10 秒の持続時間の単一パルスで部分セル放電を行った。バッテリー容量が 800 mAh に達した時点で充放電サイクルを停止した。

【0188】

図 7A は、試験番号 13 に対応し、最初の 240 秒間の 10 秒パルス放電の開始時のバッテリー電圧プロファイルを示し、図 7B は、電圧 3.2 V までの完全放電プロファイルを示す。図 7A では、最初の 80 秒間、繰り返しシーケンスでの 10 秒 300 mA パルスにより影響を受ける上記セル番号が示されている。

【0189】

表 1 および表 2 を再度参照すると、本発明者らは、バッテリーセルの一部にバッテリー全体の放電電流を順次印加すること（表 2）が、従来技術で行われてきたような全バッテリーセル間の均一な電流分布（表 1）と比較して、驚くほどサイクル寿命が向上することを認識し、理解している。このサイクル寿命の向上は、6 倍以下となる可能性があり、本発明者

らは、充放電速度だけでなく、放電パルス持続時間の関数であってもよいことを認識した。2つの充放電速度（試験番号4～11に対応）におけるパルス持続時間の関数としてのバッテリーサイクル寿命を示す図7Cは、パルス時間が0.1秒より長く、パルス持続時間が10秒前後でサイクル寿命が特に改善される可能性があることを示している。本発明者らは、図7Cが示すように、また従来技術の経験に基づいて予想されなかったように、部分放電時にいくつかの実施形態を使用しても、本明細書中に記載のバッテリーサイクル寿命の改善が可能であることを認識し理解してきた。更に、均一でない場合であっても、すべてのセルの全容量が、いくつかの実施形態で利用されることが可能である。

【0190】

いくつかの実施形態において、図4A～図6Aを参照して前述した方法は、多数の方法のいずれかにおいて、変化してもよいと解されるべきである。例えば、いくつかの実施形態では、前述した方法の工程は、記載されているものとは異なる順序で実行されてもよく、方法は、前述されていない更なる工程を含んでもよく、および／または方法は、前述した全ての工程を含まなくてもよい。

【0191】

いくつかの態様は、コンピューティングデバイスを使用して実施されてもよいことが、前述の記載から更に理解されるべきである。図8には、システム800における汎用コンピューティングデバイスを、コンピュータ810の形態で示しており、これは、前述のコントローラのいずれか（例えば、114）などの、いくらかの態様を実施するために使用されてもよい。

【0192】

コンピュータ810において、構成要素は、これらに限定されないが、処理ユニット820、システムメモリ830、およびシステムメモリを含む様々なシステム構成要素を処理ユニット820に結合させるシステムバス821を含む。システムバス821は、メモリバスまたはメモリコントローラ、周辺バス、および様々なバスアーキテクチャのいずれかを使用するローカルバスを含むいくつかのタイプのバス構造体のいずれであってもよい。限定ではなく例として、そのようなアーキテクチャには、Industry Standard Architecture (ISA) バス、Micro Channel Architecture (MCA) バス、Enhanced ISA (EISA) バス、Video Electronics Standards Association (VESA) ローカルバス、およびMezzanine バスとしても知られるPeripheral Component Interconnect (PCI) バスが挙げられる。

【0193】

コンピュータ810は、典型的には、様々なコンピュータ可読媒体を含む。コンピュータ可読媒体には、コンピュータ810によってアクセス可能な任意の利用可能な媒体であってもよく、揮発性媒体および不揮発性媒体、取り外し可能媒体および非取り外し可能媒体の両方が挙げられる。限定ではなく例として、コンピュータ可読媒体は、コンピュータ記憶媒体およびコンピュータ通信媒体を備えてもよい。コンピュータ記憶媒体には、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュールまたは他のデータなどの情報を保存するための任意の方法または技術で実行される揮発性および不揮発性、取り外し可能および非取り外し可能な媒体の両方が挙げられる。コンピュータ記憶媒体には、それらに限定されないが、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリまたは他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク (DVD) または他の光ディスク記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置または他の磁気記憶装置、または所望の情報を保存するために使用することができ、コンピュータ810によってアクセス可能な他の任意の1以上の媒体が挙げられる。通信媒体は、典型的には、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュールまたは他のデータを、搬送波または他の搬送機構などの変調データ信号で具体化し、任意の情報配信媒体を含む。用語「変調データ信号 (modulated data signal)」とは、信号内に情報をエンコードするような方法で、その特性の1つ以上が設定または変更された信号を意味する。限定ではなく例として、通信媒体には、有線ネットワークまたは直接有線接続などの有線媒体、および音響、RF、赤外

10

20

30

40

50

線などの無線媒体が挙げられる。また、上記のいずれかの組み合わせも、コンピュータ可読媒体の範囲に含まれるものとする。

【0194】

システムメモリ830は、リードオンリーメモリ（ROM）831およびランダムアクセスメモリ（RAM）832などの揮発性および／または不揮発性メモリの形態のコンピュータ記憶媒体を含む。起動時など、コンピュータ810内の要素間で情報を転送するのに役立つ基本ルーチンを含む基本入出力システム833（basic input/output system; BIOS）は、通常、ROM831に格納される。RAM832は、典型的には、処理ユニット820に直ちにアクセス可能であり、および／または処理ユニット820によって現在操作されているデータおよび／またはプログラムモジュールを含む。限定ではなく例として、図8は、オペレーティングシステム834、用途プログラム835、他のプログラムモジュール839、およびプログラムデータ837を示す。

10

【0195】

コンピュータ810は、他の取り外し可能／取り外し不可能な、揮発性／不揮発性のコンピュータ記憶媒体を含んでもよい。例示としてのみ、図8は、取り外し不可能な不揮発性の磁気媒体から読み出すか、またはそこへ書き込むハードディスクドライブ841、取り外し可能な不揮発性の磁気ディスク852から読み出すか、またはそこへ書き込む磁気ディスクドライブ851、およびCD-ROMまたは他の光学媒体などの取り外し可能な不揮発性の光ディスク859から読み出すか、またはそこへ書き込む光ディスクドライブ855を示す。例示的なコンピューティングシステムで使用する他の取り外し可能／取り外し不可能、揮発性／不揮発性のコンピュータ記憶媒体には、これらに限定されないが、磁気テープカセット、フラッシュメモリカード、デジタル多用途ディスク、デジタルビデオテープ、ソリッドステートRAM、ソリッドステートROMなどが挙げられる。ハードディスクドライブ841は、典型的には、インターフェイス840などの非リムーバブルメモリインターフェイスによってシステムバス821に接続され、磁気ディスクドライブ851および光ディスクドライブ855は、典型的には、インターフェイス850などのリムーバブルメモリインターフェイスによってシステムバス821に接続される。

20

【0196】

前述し、図8に示したドライブおよびその関連するコンピュータ記憶媒体は、コンピュータ810のためのコンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュールおよび他のデータを保存する。図8では、例えば、ハードディスクドライブ841は、オペレーティングシステム844、用途プログラム845、他のプログラムモジュール849、およびプログラムデータ847を記憶するものとして示されている。これらの構成要素は、オペレーティングシステム834、用途プログラム835、他のプログラムモジュール539、およびプログラムデータ837と同じであっても異なってもよいことに留意されたい。オペレーティングシステム844、用途プログラム845、他のプログラムモジュール849、およびプログラムデータ847は、最低限、異なるコピーであることを説明するために、ここでは異なる番号を付与している。ユーザーは、キーボード892や、一般にマウス、トラックボール、タッチパッドを指すポインティングデバイス891などの入力デバイスを介して、コンピュータ810に命令や情報を入力してもよい。他の入力装置（図示せず）としては、マイク、ジョイスティック、ゲームパッド、衛星放送受信機、スキャナなどを挙げることができる。これらおよび他の入力装置は、多くの場合、システムバスに結合されたユーザー入力インターフェイス590を介して処理ユニット820に接続されるが、他のインターフェイス、およびパラレルポート、ゲームポート、またはユニバーサルシリアルバス（USB）などのバス構造によって接続されてもよい。モニター891または他のタイプの表示デバイスも、ビデオ・インターフェイス890などのインターフェイスを介してシステムバス821に接続される。モニターに加えて、コンピュータは、スピーカ897やプリンタ899などの他の周辺出力デバイスを含んでもよく、これらは出力周辺インターフェイス895を介して接続されてもよい。

30

40

【0197】

50

コンピュータ 810 は、リモートコンピュータ 880 などの 1 つ以上のリモートコンピュータへの論理的接続を使用して、ネットワーク化された環境で行ってもよい。リモートコンピュータ 880 は、パーソナルコンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワーク PC、ピアデバイス、または他の一般的なネットワークノードであってもよく、典型的にはコンピュータ 810 に関連して前述した要素の多くまたは全てを含むが、図 8 ではメモリストレージデバイス 881 のみが図示されている。図 8 に示された論理的接続は、ローカルエリアネットワーク (LAN) 871 およびワイドエリアネットワーク (WAN) 873 を含むが、他のネットワークも含んでもよい。このようなネットワーク環境は、オフィス、企業規模のコンピュータネットワーク、イントラネット、インターネットなどでは当たり前のように存在する。

10

【0198】

LAN ネットワーク環境で使用される場合、コンピュータ 810 は、ネットワークインターフェイスまたはアダプタ 870 を介して LAN 871 に接続される。WAN ネットワーキング環境で使用される場合、コンピュータ 810 は、典型的には、インターネットなどの WAN 873 を介して通信を確立するためのモデム 872 または他の手段を含む。内部または外部であってもよいモデム 872 は、ユーザー入力インターフェイス 890、または他の好適な機構を介してシステムバス 821 に接続されてもよい。ネットワーク環境において、コンピュータ 810 に関連して示されたプログラムモジュール、またはその一部は、リモートメモリ記憶装置に格納されてもよい。限定ではなく例として、図 8 は、メモリデバイス 881 に常駐するものとしてリモート用途プログラム 885 を示している。示されたネットワーク接続は例示的なものであり、コンピュータ間の通信リンクを確立する他の手段が使用されてもよいと解される。

20

【0199】

実施形態は、1 つ以上のコンピュータまたは他のプロセッサで実行されると、前述した様々な実施形態を実施する方法を実行する 1 つ以上のプログラムをエンコードしたコンピュータ可読記憶媒体 (または複数のコンピュータ可読媒体) (例えば、コンピュータメモリ、1 つ以上のフロッピーディスク、コンパクトディスク (CD)、光ディスク、デジタルビデオディスク (DVD)、磁気テープ、フラッシュメモリ、Field Programmable Gate Array または他の半導体デバイスにおける回路構成、または他の有形コンピュータ記憶媒体) として具体化されてもよい。前述の実施例から明らかなように、コンピュータ可読記憶媒体は、コンピュータ実行可能命令を非一過性の形態で (in a non-transitory form) 提供するのに十分な時間にわたって、情報を保持してもよい。このようなコンピュータ可読記憶媒体は、そこに記憶されたプログラムを 1 つ以上の異なるコンピュータまたは他のプロセッサにロードして (または読み込んで)、前述した本発明の様々な態様を実施できるように、搬送可能であってもよい。本明細書中で使用される、用語「コンピュータ可読記憶媒体 (computer-readable storage medium)」は、コンピュータが情報を読み取ることができる有形の機械、機構、またはデバイスのみを包含する。代替的または追加的に、いくつかの実施形態は、コンピュータ可読記憶媒体以外のコンピュータ可読媒体として具体化されてもよい。コンピュータ可読記憶媒体でないコンピュータ可読媒体の例としては、伝播信号のような一過性の媒体が挙げられる。

30

40

【0200】

名称「Multiplexed Charge Discharge Battery management System」で、2019 年 7 月 31 日に出願された、米国特許出願第 16 / 527, 903 号は、すべての目的のために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【0201】

以下の文献は、すべての目的のために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

発明の名称「Lithium Anodes for Electrochemical Cells」の、2001 年 5 月 23 日に提出された米国特許第 7, 247, 408 号明細書；

発明の名称「Stabilized Anode for Lithium-Polymer Batteries」の、199

50

6年3月19日に出願された米国特許第5,648,187号明細書；

発明の名称「Stabilized Anode for lithium-Polymer Batteries」の、1997年7月7日に出願された米国特許第5,961,672号明細書；

発明の名称「Novel Composite Cathodes, Electrochemical Cells Comprising Novel Composite Cathodes, and Processes for Fabricating Same」の、1997年5月21日に出願された米国特許第5,919,587号明細書；

発明の名称「Rechargeable Lithium/Water, Lithium/Air Batteries」の、米国特許出願公開第2の007/0221265号明細書として公開され、2006年4月6日に出願された米国特許出願第1の1/400,781号；

発明の名称「Swelling Inhibition in Lithium Batteries」の、国際公開第2の009/017726号として公開された、2008年7月29日出願の国際出願番号PCT/US2008/009158； 10

発明の名称「Separation of Electrolytes」の、米国特許出願公開第2の010/0129699号明細書として公開された、2009年5月26日出願の米国特許出願第1の2/312,764号；

発明の名称「Primer for Battery Electrode」の、国際公開第2の009/054987号として公開された、2008年10月23日出願の国際出願番号PCT/US2008/012042；

発明の名称「Protective Circuit for Energy-Storage Device」の、米国特許出願公開第2の009/0200986号明細書として公開された、2008年2月8日出願の米国特許出願第1の2/069,335号； 20

発明の名称「Electrode Protection in both Aqueous and Non-Aqueous Electrochemical Cells, including Rechargeable Lithium Batteries」の、米国特許出願公開第2の007/0224502号明細書として公開された、2006年4月6日出願の米国特許出願第1の1/400,025号；

発明の名称「Lithium Alloy/Sulfur Batteries」の、米国特許出願公開第2の008/0318128号明細書として公開された、2007年6月22日出願の米国特許出願第1の1/821,576号；

発明の名称「Lithium Sulfur Rechargeable Battery Fuel Gauge Systems and Methods」の、米国特許出願公開第2の006/0238203号明細書として公開された、2005年4月20日出願の米国特許出願第1の1/111,262号； 30

発明の名称「Co-Flash Evaporation of Polymerizable Monomers and Non-Polymerizable Carrier Solvent/Salt Mixtures/Solutions」の、米国特許出願公開第2の008/0187663号明細書として公開された、2007年3月23日出願の米国特許出願第1の1/728,197号；

発明の名称「Electrolyte Additives for Lithium Batteries and Related Methods」の、国際公開第2の009/042071号として公開された、2008年9月19日出願の国際出願番号PCT/US2008/010894；

発明の名称「Porous Electrodes and Associated Methods」の、国際公開第2の009/089018号として公開された、2009年1月8日出願の国際出願番号PCT/US2009/000090； 40

発明の名称「Application of Force In Electrochemical Cells」の、米国特許出願公開第2の010/0035128号明細書として公開された、2009年8月4日出願の米国特許出願第1の2/535,328号；

発明の名称「Cathode for Lithium Battery」の、2010年3月19日出願の米国特許出願第1の2/727,862号；

発明の名称「Hermetic Sample Holder and Method for Performing Microanalysis Under Controlled Atmosphere Environment」の、2009年5月22日出願の米国特許出願第1の2/471,095号；

（発明の名称「Release System for Electrochemical Cells」の、2009年8 50

月24日出願の仮特許出願第61／236，322号から優先権を主張する)発明の名称「Release System for Electrochemical Cells」の、2010年8月24日出願の米国特許出願第1の2／862，513号；

発明の名称「Electrically Non-Conductive Materials for Electrochemical Cells」の、2010年8月24日出願の米国仮特許出願第61／376，554号；

発明の名称「Electrochemical Cell」の、米国特許出願公開第2の011／0177398号明細書として公開された、2010年8月24日出願の米国特許出願第1の2／862，528号；

発明の名称「Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur」の、米国特許出願公開第2の011／0070494号明細書として公開された、2010年8月24日出願の米国特許出願第1の2／862，563号[代理人整理番号：S1583.70029US00]；

発明の名称「Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur」の、米国特許出願公開第2の011／0070491号明細書として公開された、2010年8月24日出願の米国特許出願第1の2／862，551号[代理人整理番号：S1583.70030US00]；

発明の名称「Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur」の、米国特許出願公開第2の011／0059361号明細書として公開された、2010年8月24日出願の米国特許出願第1の2／862，576号[代理人整理番号：S1583.70031US00]；

発明の名称「Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur」の、米国特許出願公開第2の011／0076560号明細書として公開された、2010年8月24日出願の米国特許出願第1の2／862，581号[代理人整理番号：S1583.70024US01]；

発明の名称「Low Electrolyte Electrochemical Cells」の、2010年9月22日出願の米国特許出願第61／385，343号[代理人整理番号：S1583.70033US00]；および

発明の名称「Porous Structures for Energy Storage Devices」の、2011年2月23日出願の米国特許出願第1の3／033，419号[S1583.70034US00]。本明細書中に開示された他の全ての特許および特許出願もまた、全ての目的のために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【0202】

本発明のいくつかの態様が本明細書中に記載および例示されたが、当業者は、機能を実行し、および／または結果および／または前述の1つ以上の利点を得るための様々な他の手段および／または構造体を容易に予測し、そのような変形および／または改良はそれぞれ、本発明の範囲内であるとみなされる。より一般的に、当業者は、本明細書中に記載の全てのパラメータ、寸法、材料、および構成が例示であることを意味することを容易に理解し、実際のパラメータ、寸法、材料、および／または構成は、そのために本発明の教示が用いられる特定の用途に依存することを容易に理解する。当業者は、日常的な実験のみを用いて、本明細書中に記載された本発明のいくつかの態様に対する多くの同等物を認識し、または確認することができる。従って、前述の態様は、例示のためだけに示され、かつ添付の特許請求の範囲およびその同等物の範囲内で、本発明は、具体的に説明され、特許請求の範囲に記載された以外の方法で実施できると解されるべきである。本発明は、本明細書中に記載された、個々の特徴、システム、物品、材料、および／または方法に関する。また、2つ以上のそのような特徴、システム、物品、材料、および／または方法の組み合わせは、そのような特徴、システム、物品、材料、および／または方法が互いに矛盾しない場合には、本発明の範囲内に包含されている。

【0203】

明細書中および特許請求の範囲において使用されるように、不定冠詞「a」および「an」は、明確に示されない限り、「少なくとも1つ」を意味すると解されるべきである。

【0204】

明細書中および特許請求の範囲において使用されるように、句「および／または」は、結合した要素、即ち、ある場合には結合して存在し、他方で分離して存在する要素の「いずれかまたは両方」を意味すると解されるべきである。明確に示されない限り、具体的に識別されたそれらの要素に関連するかまたは関連しないかを、「および／または」の文節によって具体的に識別された要素以外に、他の要素が任意に存在してもよい。従って、非限定的な例として、「Aおよび／またはB」は、「～を含む」などのオープンエンドの語と合わせて使用される場合、1つの態様において、BなしのA（任意にB以外の要素を含む）；別の態様において、AなしのB（任意にA以外の要素を含む）；更に別の態様において、AおよびBの両方（任意に他の要素を含む）；などを意味する。

10

【0205】

明細書中および特許請求の範囲において使用されるように、「または」は、上記定義した「および／または」と同じ意味を有すると解されるべきである。例えば、1つのリスト中の項目を分離する場合、「または」または「および／または」は包括的である、即ち、多くの要素または要素のリストの、1つより多いも含む少なくとも1つ、任意に、リストに挙げられていない更なる項目を含むと解釈されるべきである。明確に示されている項目のみ、例えば、「～のうちの1つのみ」または「～のうちの正確に1つ」、或いは特許請求の範囲において使用される場合の「～から成る」は、多くの要素または要素のリストのうちの正確に1つを含むことを意味する。一般的に、本明細書中で用いられる用語「または」は、「どちらか」、「～のうちの1つ」、「～のうちの1つのみ」または「～のうちの正確に1つ」などの排他性を有する用語が先行する場合、排他的選択肢（即ち、「一方、または両方でない他方」）を示すものとして解釈されるのみである。特許請求の範囲において使用される場合の「本質的に～から成る」は、特許法の分野で使用されるようなその通常の意味を有する。

20

【0206】

明細書中および特許請求の範囲において使用されるように、1つ以上の要素の1つのリストに関する語句「少なくとも1つ」は、要素のリスト中の1つ以上の要素から選択される少なくとも1つの要素を意味すると解されるべきであるが、要素のリスト内に具体的に挙げられたそれぞれの要素の少なくとも1つを必ずしも含んでおらず、かつ要素のリスト中の要素どうしの組み合わせを必ずしも除外しない。この定義はまた、語句「少なくとも1つ」が、具体的に識別されたそれらの要素に関連するかまたは関連しないかを意味する要素のリスト内で具体的に識別された要素以外に、要素が任意に存在してもよいことを可能にする。従って、非限定的な例として、「AおよびBの少なくとも1つ」（同等に、「AまたはBの少なくとも1つ」、或いは同等に、「Aおよび／またはBの少なくとも1つ」）は、1つの態様において、任意に1つより多いことを含む少なくとも1つ、Bが存在しないA（任意にB以外の要素を含む）；別の態様において、任意に1つより多いことを含む少なくとも1つ、Aが存在しないB（任意にA以外の要素を含む）；更に別の態様において、任意に1つより多いことを含む少なくとも1つ、Aおよび任意に1つより多いことを含む少なくとも1つ、B（任意に他の要素を含む）；などを意味することができる。

30

【0207】

いくつかの実施形態は、方法として具体化することができ、その様々な例が記載されている。方法の一部として実行される行為は、任意の好適な方法で順序付けられてもよい。従って、行為は具体的に記載された実施形態において順次実行されるものとして示されているが、図示されたものとは異なる順序で行為が実行され、記載されているものとは異なる（例えば、より多いまたは少ない）行為を含んでもよい、および／またはいくつかの行為を同時に実行することを含んでもよい、実施形態が構築されてもよい。

40

【0208】

特許請求の範囲の要素を修正するために特許請求の範囲で「第1の」、「第2の」、「第3」などの序数の用語を使用することは、それ自体で、1つの要素の別の要素に対する優先度、優先順位または順序、或いは方法の行為が実行される時間的順序を意味するもの

50

ではないが、特定の名前を有する1つのクレーム要素を同じ名前を有する別の要素と区別するためのラベルとしてのみ使用される（序数の用語を使用するため）。

【0209】

明細書中と同様に特許請求の範囲において、このような「～を含有する（comprising）」、「～を含む（including）」、「～を有する（carrying）」、「～を有する（having）」、「～を含有する（containing）」、「～を含む（involving）」、「～を含む（holding）」などのすべての移行句は、オープンエンドである、即ち、それらに限定されないが含むことを意味すると解される。移行句「～から成る」および「本質的に～から成る」だけは、「United States Patent Office Manual of Patent Examining Procedures, Section 2111.03」に記載されているように、それぞれ

10

【符号の説明】

【0210】

100、300 … バッテリ管理システム
 112 … 多重化スイッチ装置
 114 … コントローラ
 116、360 … センサ
 120、130、140、150 … バッテリ
 121～124、131～132、141～142、151～152 … セルのセット
 ト（セルセット）

20

160 … バランスレール（バランス）
 171～174 … 抵抗器
 181～184 … スイッチ
 191～198 … ヒューズ
 210 … バッテリパック
 218 … 切り替え制御システム
 229 … 負荷
 310 … カソード
 312 … アノード
 314 … 電解質
 316 … 格納構造体
 321～325 … マルチセルブロック
 321A … 電気化学セル
 326 … バランススイッチ構成
 327 … マイクロコントローラ
 328 … バッテリシステムインターフェイス
 329 … バッテリ電力端子
 332 … 基板
 334 … 圧力分配器
 336 … 圧力トランスミッタ
 800 … システム
 810 … コンピュータ
 820 … 処理ユニット
 821 … システムバス
 830 … システムメモリ
 831 … リードオンリーメモリ（ROM）
 832 … ランダムアクセスメモリ（RAM）
 833 … 基本入出力システム
 834、844 … オペレーティングシステム

30

40

50

835、845 … 用途プログラム
 836、849 … 他のプログラムモジュール
 837、847 … プログラムデータ
 840、850 … インターフェイス
 841 … ハードディスクドライブ
 851 … 磁気ディスクドライブ
 852 … 磁気ディスク
 855 … 光ディスクドライブ
 859 … 光ディスク
 871 … ローカルエリアネットワーク (LAN)
 873 … ワイドエリアネットワーク (WAN)
 880 … リモートコンピュータ
 881 … メモリデバイス
 891 … ポインティングデバイス
 892 … キーボード
 897 … スピーカ
 899 … プリンタ

10

【図面】

【図 1 A】

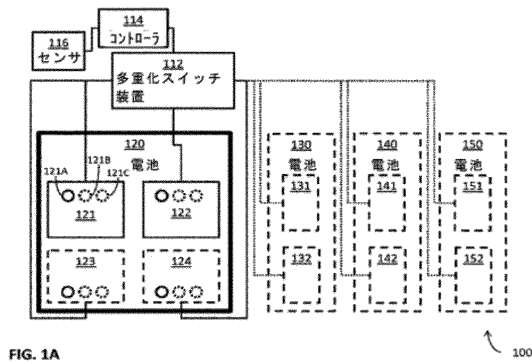


FIG. 1A

【図 1 B】

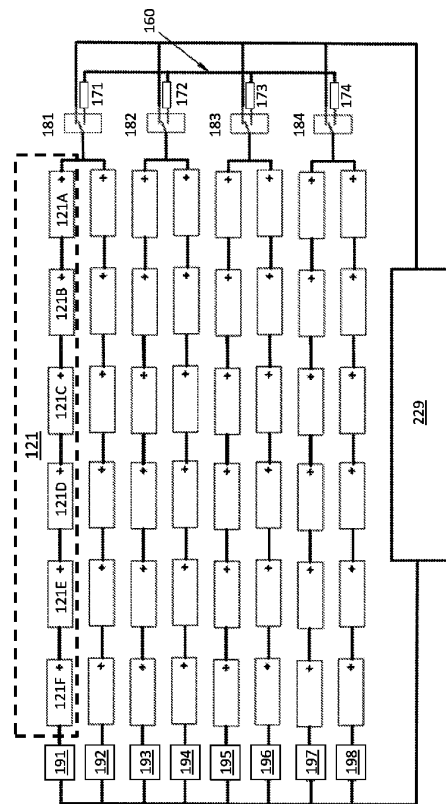


FIG. 1B

20

30

40

50

【図 1 C】

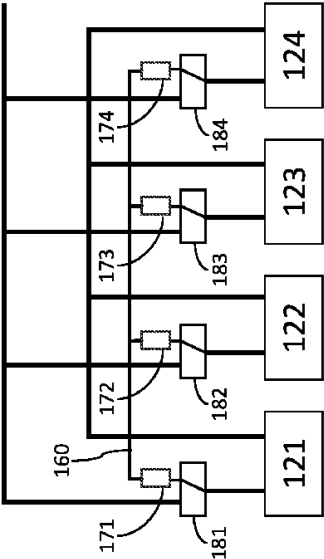


FIG. 1C

【図 1 D】

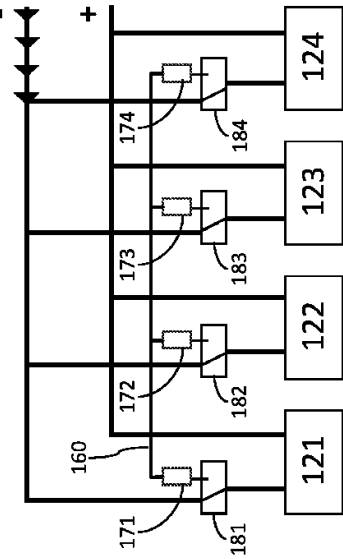


FIG. 1D

【図 1 E】

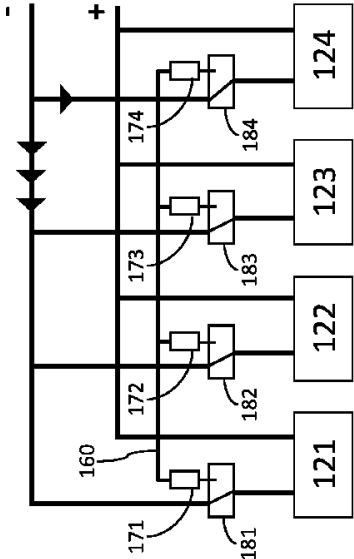


FIG. 1E

【図 1 F】

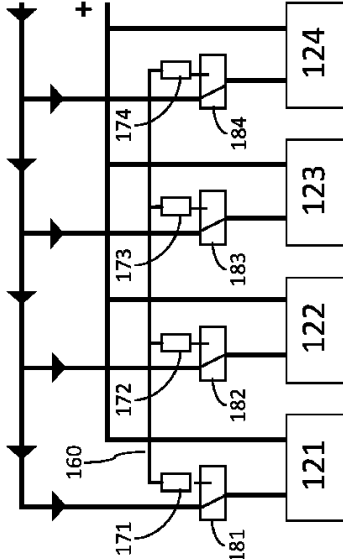


FIG. 1F

10

20

30

40

50

【図 1 G】

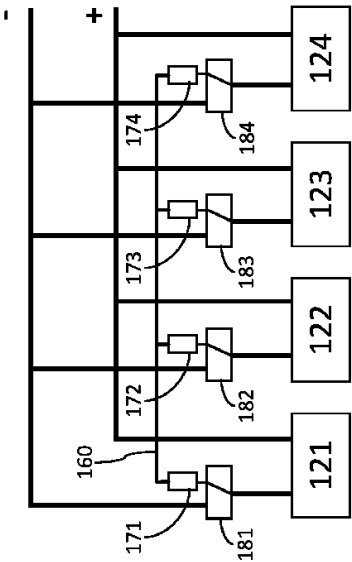


FIG. 1G

【図 1 H】

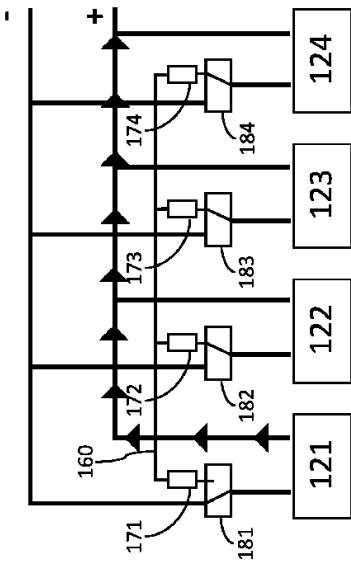


FIG. 1H

【図 1 I】

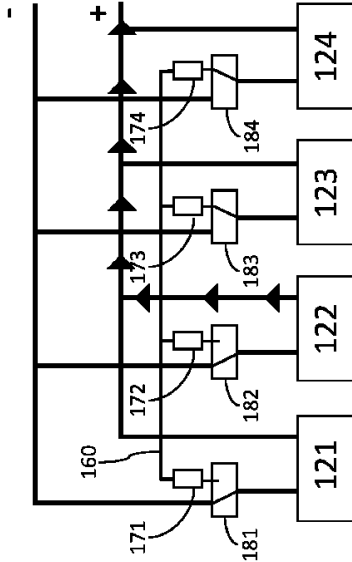


FIG. 1I

【図 1 J】

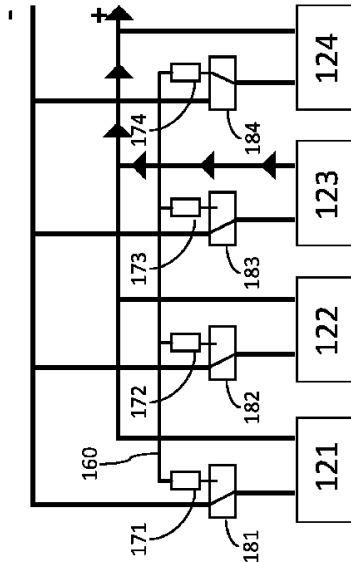


FIG. 1J

10

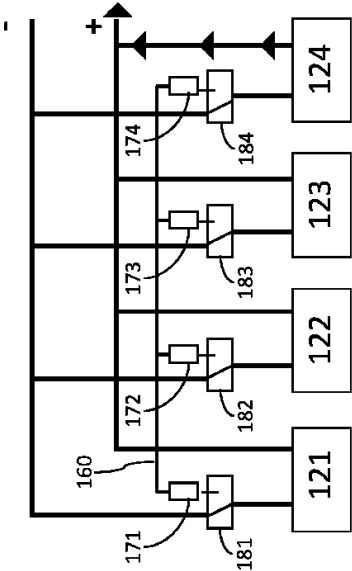
20

30

40

50

【図 1 K】



【図 2】

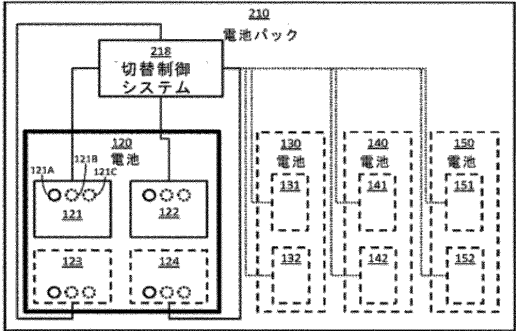


FIG. 2

FIG. 1K

【図 3 A】

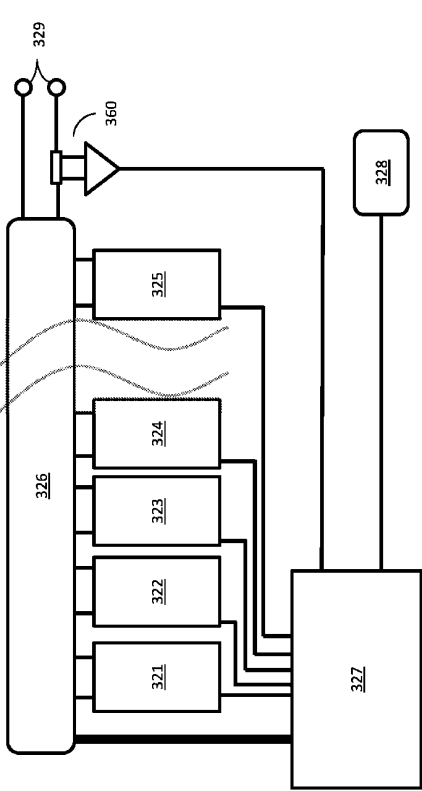


FIG. 3A

【図 3 B】

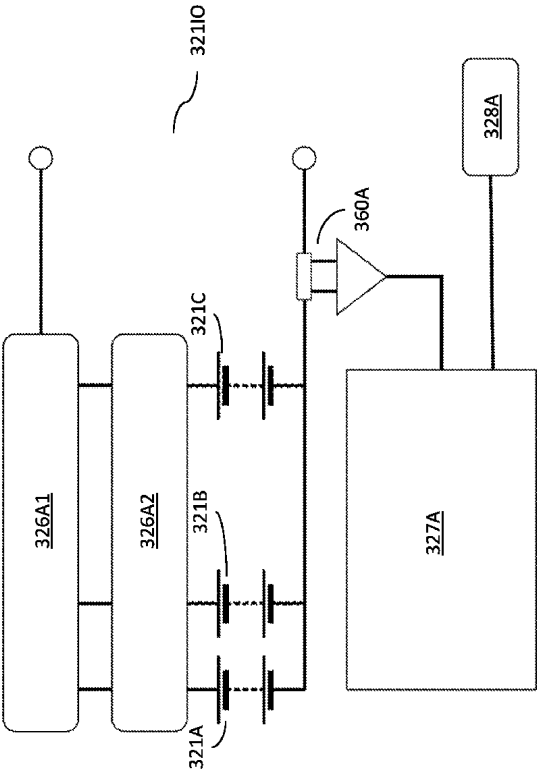


FIG. 3B

10

20

30

40

50

【図 3 C】

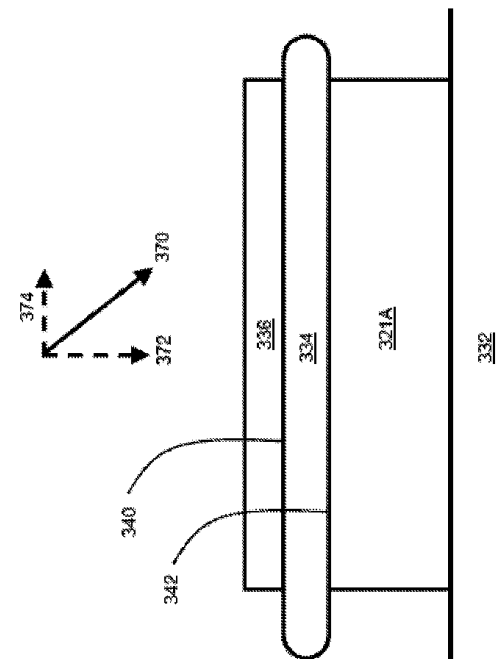


FIG. 3C

【図 3 D】

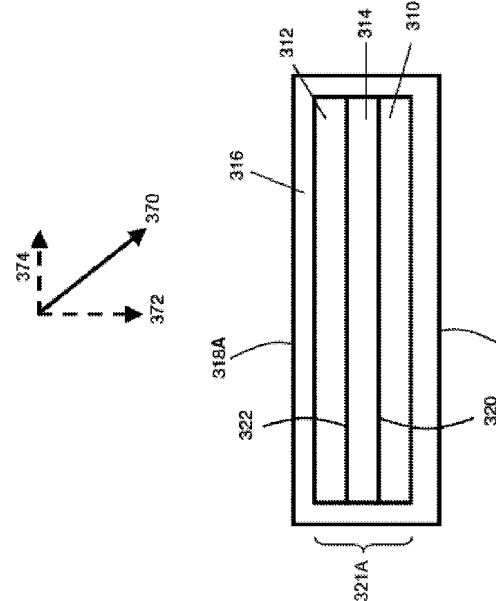


FIG. 3D

【図 4 A】

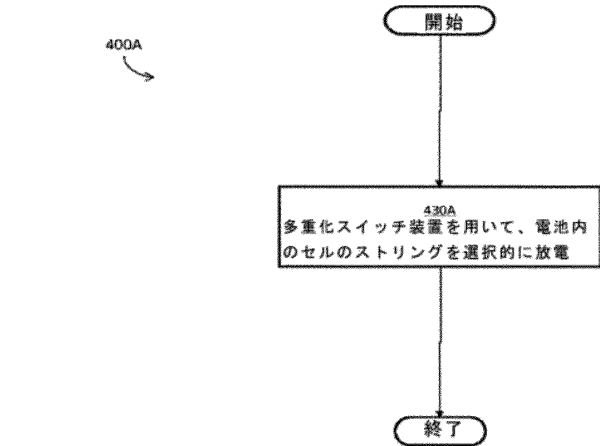


FIG. 4A

【図 4 B】

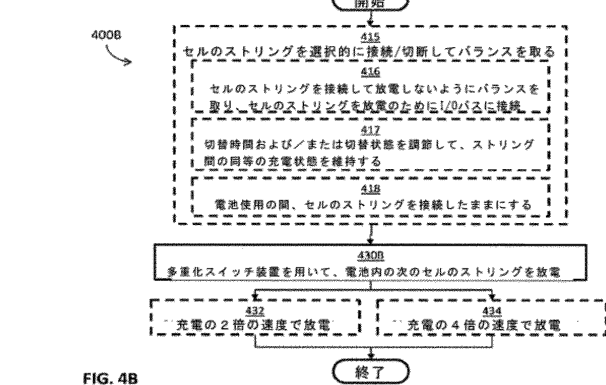


FIG. 4B

【図 4 C】

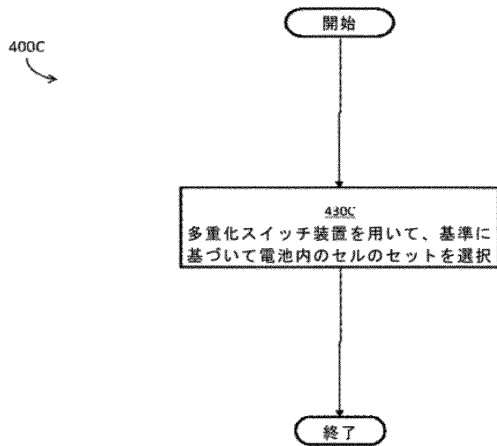


FIG. 4C

【図 4 D】

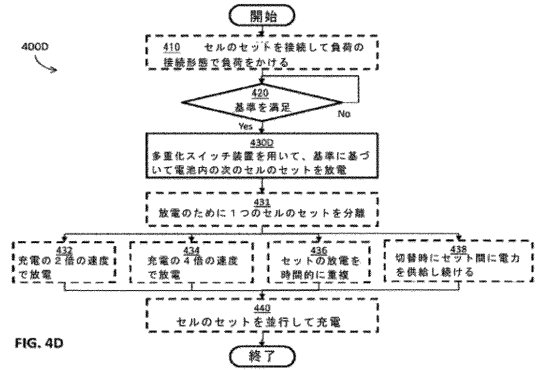


FIG. 4D

10

【図 5】

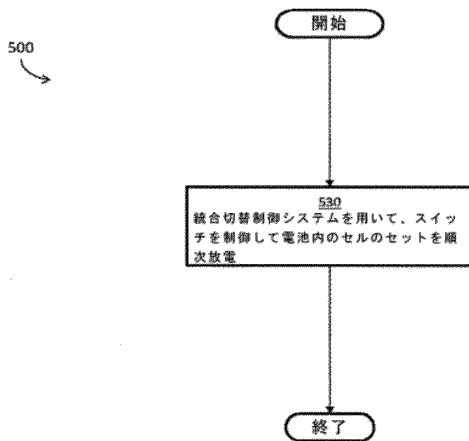


FIG. 5

【図 6 A】

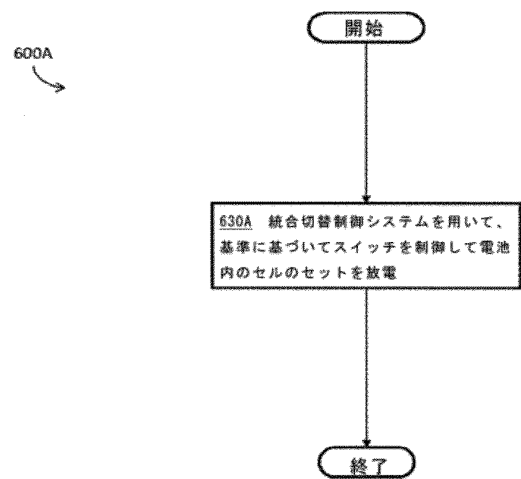


FIG. 6A

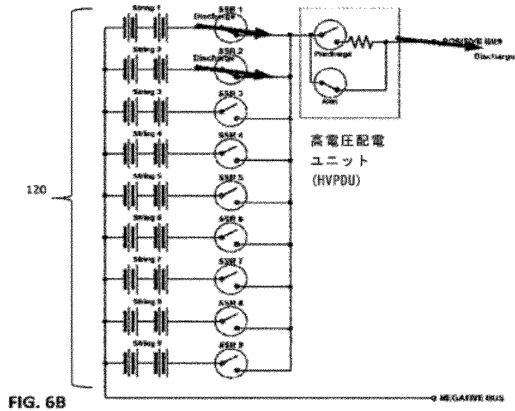
20

30

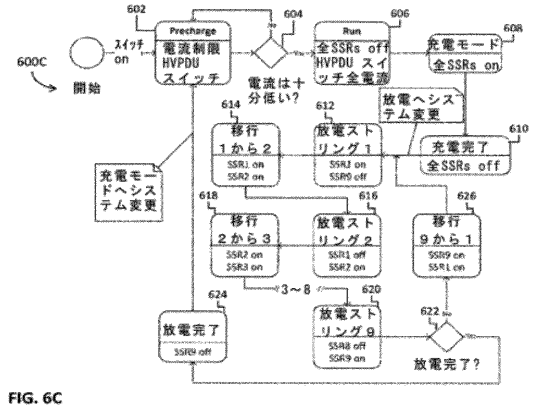
40

50

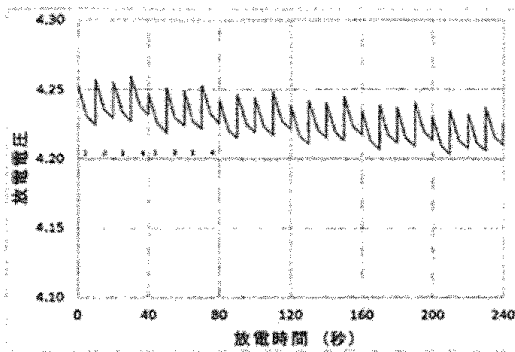
【図 6 B】



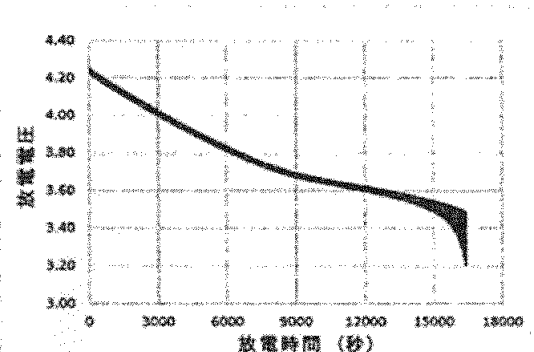
【図 6 C】



【図 7 A】



【図 7 B】



10

20

30

40

50

【図 7 C】

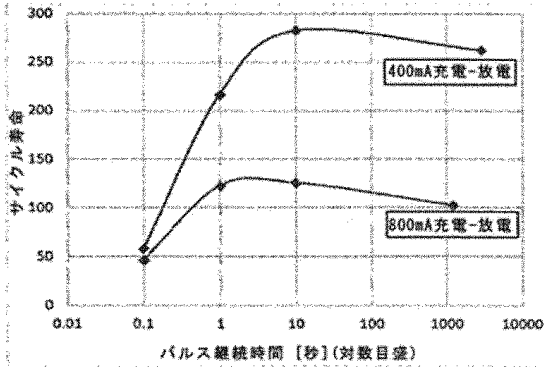


FIG. 7C

【図 8】

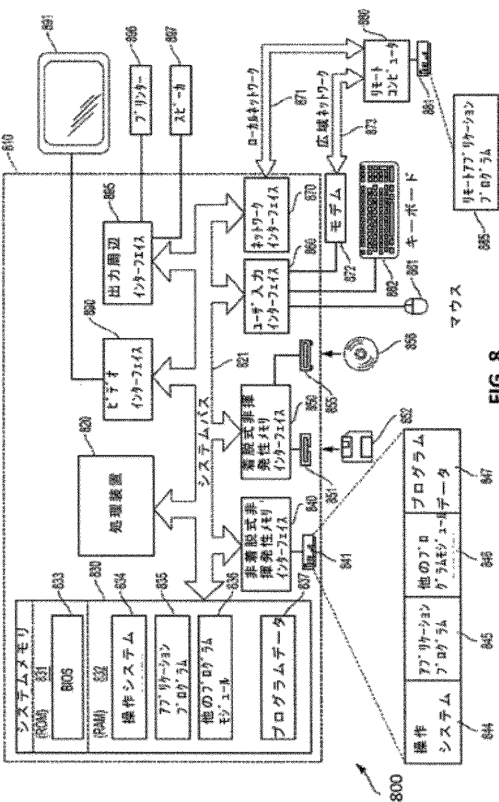


FIG. 8

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2021/048557

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02J7/00
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)
H02J

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/028485 A1 (SION POWER CORP [US]) 6 February 2020 (2020-02-06) figures 1-6 the whole document -----	1-87

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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 application or patent 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

10 December 2021

Date of mailing of the international search report

20/12/2021

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bourdon, Jérémy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International application No PCT/US2021/048557	
Information on patent family members					
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 2020028485 A1		06-02-2020	CN	112514196 A	16-03-2021
			EP	3830924 A1	09-06-2021
			JP	2021533714 A	02-12-2021
			KR	20210037700 A	06-04-2021
			US	2020044460 A1	06-02-2020
			US	2020259341 A1	13-08-2020
			WO	2020028485 A1	06-02-2020

10

20

30

40

50

フロントページの続き

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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. テフロン

ーソン、ノース・プロモントリー・ドライブ 8 4 0

(72)発明者 スコーディリス・ケリー、チャリクリー

アメリカ合衆国 8 5 7 4 8 アリゾナ州 ツーソン、イースト・ワイルドファイア・ドライブ 1 0 5 4
1

(72)発明者 ニエジヴィエツキ、マーク

アメリカ合衆国 8 5 7 3 7 アリゾナ州 ツーソン、ノース・サンド・キャニオン・プレイス 1 0 6 3
8

(72)発明者 ステュワート、スコット

アメリカ合衆国 8 5 6 4 1 アリゾナ州 ベール、サウス・カミノ・サン・クレメンテ 1 0 9 8 6

(72)発明者 ヒューズ、ジョン

アメリカ合衆国 8 5 7 1 6 アリゾナ州 ツーソン、ノース・クライスラー・ドライブ 2 1 2 6

F ターム (参考) 5G503 BA03 BA04 DA04 DA13 DA18 EA05 FA06 FA17 GD03

5H030 AA10 AS08 FF22 FF31 FF42 FF43 FF44 FF52

5H125 AA01 AC12 AC22 BC05 BC21 DD02 EE22 EE23