

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7597416号
(P7597416)

(45)発行日 令和6年12月10日(2024.12.10)

(24)登録日 令和6年12月2日(2024.12.2)

(51)国際特許分類		F I		
B 6 0 L	58/18 (2019.01)	B 6 0 L	58/18	
B 6 0 L	58/24 (2019.01)	B 6 0 L	58/24	
B 6 0 L	7/12 (2006.01)	B 6 0 L	7/12	Q
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00	P
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	H 0 1 M	10/44	Q
請求項の数 38 (全26頁)				
(21)出願番号	特願2023-517320(P2023-517320)	(73)特許権者	523092427	
(86)(22)出願日	令和3年9月14日(2021.9.14)		ビーアイイー パワー エルエルシー	
(65)公表番号	特表2023-542140(P2023-542140 A)		アメリカ合衆国、9 4 0 2 5 カリフォルニア州、メンロー パーク、ウェイバリー ストリート 3 3 6、スイート 3	
(43)公表日	令和5年10月5日(2023.10.5)	(74)代理人	110001896	
(86)国際出願番号	PCT/US2021/050319		弁理士法人朝日奈特許事務所	
(87)国際公開番号	WO2022/056486	(72)発明者	ジョンソン、デレク シー	
(87)国際公開日	令和4年3月17日(2022.3.17)		アメリカ合衆国、8 0 5 2 5 コロラド州、フォート コリンズ、ナバ パレードライブ 8 4 4	
審査請求日	令和5年5月12日(2023.5.12)	審査官	篠原 将之	
(31)優先権主張番号	63/078,175			
(32)優先日	令和2年9月14日(2020.9.14)			
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)			
最終頁に続く				

(54)【発明の名称】 高エネルギーおよび高電力要件用の電気化学エネルギー貯蔵システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回生電気エネルギーを有する電気式自律型自動車のための電気化学エネルギー貯蔵のための装置であって、
前記電気式自律型自動車の加速を与えることができ、および、前記電気式自律型自動車の前記回生電気エネルギーから充電を受けるための、少なくとも1つの三次バッテリー、前記少なくとも1つの三次バッテリーよりも高エネルギー密度且つ前記少なくとも1つの三次バッテリーよりも低電力密度の少なくとも1つのコアバッテリー、
前記少なくとも1つのコアバッテリーから電気エネルギーを受け取るために前記少なくとも1つのコアバッテリーに直列接続しており、前記電気式自律型自動車の推進を与えるための、前記少なくとも1つのコアバッテリーと前記少なくとも1つの三次バッテリーの中間の電力密度および前記少なくとも1つのコアバッテリーと前記少なくとも1つの三次バッテリーの中間のエネルギー密度の少なくとも1つの二次バッテリー、
前記少なくとも1つの二次バッテリーを、選ばれた温度に維持するための熱管理システム、ならびに
バッテリーコントローラ
を備える、装置。

【請求項2】

遠隔運転サイクル管理命令を前記電気式自律型自動車へ送信するための送受信器と、前記運転サイクル管理命令を受信するための、および、前記運転サイクル管理命令を前記電気

式自律型自動車内で実現するための送受信器とをさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記電気式自律型自動車から監視情報を受信するための送受信器、および遠隔送受信器をさらに備えており、前記送受信器は、前記監視情報を前記遠隔送受信器に送信する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの二次バッテリーは、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーから電気エネルギーを受け取ることに加えて、前記電気式自律型自動車の前記回生電気エネルギー源から充電を受ける、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記バッテリーコントローラは、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーに、前記少なくとも 1 つの二次バッテリーに、および、前記少なくとも 1 つの三次バッテリーに、前記電気式自律型自動車の電気負荷を制御可能に分配する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのコアバッテリーへの電気負荷分配が略 10 % および略 95 % 間の充電状態範囲について実現され、および、前記少なくとも 1 つの二次バッテリーへの電気負荷分配が略 5 % および略 20 % 間の最小充電状態範囲で実現され、よって、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーは前記少なくとも 1 つの二次バッテリーに電気エネルギーを供給する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの二次バッテリーは、略 3 C 未満の充電レートで、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーから電気エネルギーを受け取る、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの三次バッテリーへの電気負荷分配は、略 30 % および略 100 % 間の充電状態範囲で実現される、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つのコアバッテリーは、リチウムイオンバッテリー、リチウム金属バッテリー、ニッケル金属水素化合物バッテリー、ナトリウムニッケル塩化物バッテリー、および、それらの組み合わせから選ばれる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記リチウムイオンバッテリーおよび前記リチウム金属バッテリーは、硫化物、ポリマー、酸化物、またはそれらの組み合わせの化学的性質を有するソリッドステートバッテリーを備える、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの三次バッテリーは、リン酸鉄リチウム陰極、黒鉛陽極、および、熱安定性液体電解質を備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記少なくとも 1 つの二次バッテリーは、低ニッケル濃度のニッケルマンガンコバルト酸化物陰極を備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの三次バッテリーが、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーおよび前記少なくとも 1 つの二次バッテリーに並列に電氣的に接続されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

前記少なくとも 1 つの二次バッテリーが、互いに並列に、且つ、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーに直列に、電氣的に接続されている 2 つの二次バッテリーを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

前記少なくとも 1 つのコアバッテリーは複数のコアバッテリーを含み、前記複数のコアバッテリーが前記電気式自律型自動車内に分散して配置されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

回生電気エネルギーを有する電気式自律型自動車のためのバッテリーの充電および使用のための方法であって、

前記電気式自律型自動車がアイドル状態にあるときに前記電気式自律型自動車の外部の充電器を使用して、少なくとも1つの三次バッテリーよりも高エネルギー密度且つ前記少なくとも1つの三次バッテリーよりも低電力密度の少なくとも1つのコアバッテリーを充電するステップと、

前記少なくとも1つのコアバッテリーに直列接続している、前記少なくとも1つのコアバッテリーと前記少なくとも1つの三次バッテリーの中間の電力密度および前記少なくとも1つのコアバッテリーと前記少なくとも1つの三次バッテリーの中間のエネルギー密度の少なくとも1つの二次バッテリーを前記少なくとも1つのコアバッテリーからの電気エネルギーを使用して充電するステップと、

10

前記電気式自律型自動車の推進を、前記少なくとも1つの二次バッテリーを使用して与えるステップと、

前記少なくとも1つの二次バッテリーを選ばれた温度に維持するステップと、

前記少なくとも1つの三次バッテリーを、前記電気式自律型自動車の前記回生電気エネルギー源から充電するステップと、

前記電気式自律型自動車の加速要件を、前記少なくとも1つの三次バッテリーを使用して与えるステップと、

バッテリー充電、並びに前記電気式自律型自動車の加速、及び推進の前記ステップを、バッテリーコントローラを使用して制御するステップと、

20

を含む方法。

【請求項 17】

遠隔運転サイクル管理命令を使用して前記電気式自律型自動車を制御するステップをさらに含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記少なくとも1つの二次バッテリーを前記少なくとも1つのコアバッテリーからの電気エネルギーを使用して充電する前記ステップに加えて、前記少なくとも1つの二次バッテリーを、前記電気式自律型自動車の前記回生電気エネルギー源から充電するステップをさらに備える、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

30

前記少なくとも1つのコアバッテリーに、前記少なくとも1つの二次バッテリーに、および、前記少なくとも1つの三次バッテリーに、前記バッテリーコントローラを使用して前記電気式自律型自動車の電気負荷を制御可能に分配するステップをさらに含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 20】

前記少なくとも1つのコアバッテリーは、リチウムイオンバッテリー、リチウム金属バッテリー、ニッケル金属水素化物バッテリー、ナトリウムニッケル塩化物バッテリー、および、それらの組み合わせから選ばれる、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

前記リチウムイオンバッテリーおよび前記リチウム金属バッテリーは、硫化物、ポリマー、酸化物、またはそれらの組み合わせの化学的性質を有するソリッドステートバッテリーを備える、請求項 20 に記載の方法。

40

【請求項 22】

前記少なくとも1つの三次バッテリーは、リン酸鉄リチウム陰極、黒鉛陽極、および熱安定性液体電解質を備える、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 23】

前記少なくとも1つの二次バッテリーは、低ニッケル濃度のニッケルマンガンコバルト酸化物陰極を備える、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 24】

前記少なくとも1つの三次バッテリーが、前記少なくとも1つのコアバッテリーおよび前記少

50

なくとも 1 つの二次バッテリーに並列に電氣的に接続されている、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 25】

前記少なくとも 1 つの二次バッテリーが、互いに並列に、且つ、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーに直列に、電氣的に接続されている 2 つの二次バッテリーを備える、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 26】

前記 2 つの二次バッテリーは、(a) 両方の二次バッテリーが同時に、電力を供給し、および電気エネルギーを貯蔵する、(b) 1 つの二次バッテリーが電力を供給し、および電気エネルギーを貯蔵し、第 2 の二次バッテリーがアイドル状態にある、および (c) 1 つの二次バッテリーが電力を供給し、前記第 2 の二次バッテリーが前記少なくとも 1 つのコアバッテリーにより再充電される、から選ばれる手順により、電力を前記電気式自律型自動車に供給し、および前記電気式自律型自動車のための電気エネルギーを貯蔵する、請求項 25 に記載の方法。

10

【請求項 27】

前記少なくとも 1 つのコアバッテリーは複数のコアバッテリーを含み、前記複数のコアバッテリーが前記電気式自律型自動車内に分散して配置されている、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 28】

回生電気エネルギー源を有する電気エネルギー貯蔵のための装置であって、前記回生電気エネルギー源から充電を受けるための、少なくとも 1 つの三次バッテリー、前記少なくとも 1 つの三次バッテリーよりも高エネルギー密度且つ前記少なくとも 1 つの三次バッテリーよりも低電力密度の少なくとも 1 つのコアバッテリー、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーから電気エネルギーを受け取るために前記少なくとも 1 つのコアバッテリーに直列接続している、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーと前記少なくとも 1 つの三次バッテリーの中間の電力密度および前記少なくとも 1 つのコアバッテリーと前記少なくとも 1 つの三次バッテリーの中間のエネルギー密度の少なくとも 1 つの二次バッテリー、前記少なくとも 1 つの二次バッテリーを、選ばれた温度に維持するための熱管理システム、ならびに

20

バッテリーコントローラ

を備える、装置。

【請求項 29】

前記装置は、電気式自律型自動車に電力を供給する、請求項 28 に記載の装置。

30

【請求項 30】

前記電気式自律型自動車は、遠隔運転サイクルガバナをさらに備える、請求項 29 に記載の装置。

【請求項 31】

前記少なくとも 1 つの二次バッテリーは、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーから電気エネルギーを受け取ることに加えて、前記回生電気エネルギー源から充電を受ける、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 32】

電気負荷が、前記バッテリーコントローラにより、前記少なくとも 1 つのコアバッテリーに、前記少なくとも 1 つの二次バッテリーに、および、前記少なくとも 1 つの三次バッテリーに、制御可能に分配される、請求項 28 に記載の装置。

40

【請求項 33】

前記少なくとも 1 つのコアバッテリーは、リチウムイオンバッテリー、リチウム金属バッテリー、ニッケル金属水素化物バッテリー、ナトリウムニッケル塩化物バッテリー、および、それらの組み合わせから選ばれる、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 34】

前記リチウムイオンバッテリーおよびリチウム金属バッテリーは、硫化物、ポリマー、酸化物、またはそれらの組み合わせの化学的性質を有するソリッドステートバッテリーを備える、請求項 33 に記載の装置。

【請求項 35】

50

前記少なくとも１つの三次電池は、リン酸鉄リチウム陰極、黒鉛陽極、および、熱安定性液体電解質を備える、請求項２８に記載の装置。

【請求項３６】

前記少なくとも１つの二次電池は、低ニッケル濃度のニッケルマンガンコバルト陰極を備える、請求項２８に記載の装置。

【請求項３７】

前記少なくとも１つの三次電池が、前記少なくとも１つのコア電池および前記少なくとも１つの二次電池に並列に電氣的に接続されている、請求項２８に記載の装置。

【請求項３８】

前記少なくとも１つの二次電池が、互いに並列に、且つ、前記少なくとも１つのコア電池に直列に、電氣的に接続されている２つの二次電池を備える、請求項２８に記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

[関連出願の相互参照]

本出願は、２０２０年９月１４日に出願された「Electrochemical Energy Storage System For High-Energy And High-Power Requirements」と題する、米国仮特許出願番号６３／０７８，１７５の利益を主張し、その出願の内容全体はこれにより、それが開示し、および教示するすべてについて参照により本明細書中に具体的に取り込まれる。

20

【背景技術】

【０００２】

据置型および移動型のいずれものアプリケーション用の、よりクリーンなエネルギーに対する需要が、環境および政府いずれもの力により駆り立てられるにつれ、電化が多くの業界において加速している。しかし、電化を成功させるためには、（１）現行の最新式の電気化学エネルギー貯蔵デバイスの性能における向上、および（２）経済的な実行可能性を確実にするための、これらのデバイスのコストにおける低減が必要である。

【０００３】

デュアルドライブトレイン電気自動車では、前後輪いずれもが駆動され、それは、自動車の推進に、および他の自動車の機能にエネルギー貯蔵デバイスを必要とする。その最も単純な形態では、これらのアプリケーション用のエネルギー貯蔵は、高エネルギー／低電力電池を使用して実現され、それは、一般に、再充電される前の電気自動車の運転中にほぼ使い尽くされる。上記自動車のエネルギー需要を満たす電池が、例として回生ブレーキからの高電力または高エネルギー電気パルスを使用して再充電され得ないことが知られているが、それは、そうしたパルスが電池劣化の加速をもたらすからである。むしろ、そうした電池は、充電中に発生する電極劣化プロセスを低減させ、および、寿命末期の電池要件を満たすために、よりゆっくりと再充電される。

30

【０００４】

電池の容量が高いほど、電流パルスの絶対的な大きさは高くなり得るが、それでもなお、Ｃレートの定義によれば、電池の総容量と比べて、低い充電レートをもたらす。許容可能なサイクル寿命、電力、ＤＣ抵抗の増加、寿命末期エネルギー、および自動車レベルで求められる機能的安全性を保証するために、特定のアプリケーションの電気パルスの大きさが、低いＣレートをもたらす場合、そうした電池は余裕をもって設計されていなければならない。これらの余裕のある設計の要求は、しばしば、寿命初期の要件のみを考慮に入れた場合に最適に設計されるシステムと比較すると、さらなるスペースを要し、余分なコストを加えるデバイスにつながる。さらに、そうした電池は、性能を保証するために大幅な温度制御も必要とし、それにより、電池セルなどの、エネルギーを貯蔵するコンポーネントに使用される電池の割合として定義される充填密度が低い状態をもたらす、本来、非効率なエネルギー回収を有する。逆に、電池が、余裕のある設計

40

50

をされていない場合、すなわち、寿命初期時要件に対して設計されている場合、安全および他の問題につながる、バッテリーシステムの寿命末期における性能ギャップが存在する。

【 0 0 0 5 】

より複雑なシステムは、2つのバッテリー、すなわち、電気自動車のエネルギー要件を備えるように構成されたもの、および、電力要件を備えるための第2のものを含む。電力要件を備え得るバッテリーは、一般に、自動車内の回生デバイスから電気パルスを受け入れることが可能であるが、回収されたエネルギーを貯蔵するための十分な容量を有さない。これは、高レートパルスからのエネルギーを受け入れ得るが、回収されたエネルギー、もしくはアプリケーションに必要なエネルギーを貯蔵する容量を有さないバッテリーを設計するか、または、エネルギーを貯蔵し得るが、高レートでエネルギーを受け入れる能力を有さないバッテリーを設計するか、という難問につながる。

10

【 0 0 0 6 】

革新から採用までの、予想より速いサイクルがオンデマンド輸送分野において主流になるにつれ、ロボット型配送車、自動運転タクシー、無人長距離トラックなどの自律型自動車（AV）は、自律型技術を自らのビジネスモデルに取り込むように一層多くの数の企業を駆り立てている。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

電気化学エネルギー貯蔵デバイスの観点から、遠隔運転サイクルおよび熱管理制御により、バッテリーに対する負荷を制御することができることは、貯蔵デバイスの寿命を増加させるのに有利である。自律型自動車（AV）用のような、自律型アプリケーション用の本電気自動車推進システムの実施形態は、コアコンポーネントが、有益には、所定のSOC（充電状態）範囲で、完全な運転サイクル毎に、AVアプリケーションの場合通常一日毎に、一度完全に充電および放電されるだけであるように、少なくとも1つの二次バッテリーコンポーネントに電力/エネルギーを供給し得る、少なくとも1つのコアまたは一次バッテリーコンポーネントを含む。本明細書中で説明された電気化学エネルギー貯蔵デバイスは、電気化学エネルギー貯蔵デバイス容量全体の約75%を備え得る一次またはコアバッテリーコンポーネントが、顕著な内部熱を発生させないレートで充電および放電するように設計される。これは、一次コンポーネントが、受動冷却システムで、または冷却なしで動作させられることを可能にし、それにより、能動熱管理を必要とするコンポーネントと比較した場合、充填密度を増加させる。総容量の観点から、一次バッテリーは、最も多くのエネルギーを含んでおり、このコンポーネントの熱管理をなくし、または大幅に簡略化することは、エネルギー密度を増加させ、および、電気化学エネルギー貯蔵デバイス全体のコストを低減させる。

20

30

【 0 0 0 8 】

少なくとも1つの二次バッテリーコンポーネントは一次コンポーネントと直列に接続されており、再充電を必要とする前に、二次コンポーネントのSOCが一旦、容量の略5%および略20%間の範囲内の最小充電に達すると、一次コンポーネントからの電気エネルギーを受け入れることができる。略0%および略75%間の最小充電が使用され得るが、バッテリーの過剰な消耗が問題であり得る。本発明により使用される二次コンポーネントも、回生ブレーキまたは他のエネルギー回収プロセスから、コンポーネントコントローラにより導かれたエネルギーを受け入れ得る。しかし、二次コンポーネントの充電受入のレートは、このコンポーネントの所望の寿命を維持するために、1C未満の有益な充電レート、2C未満の許容可能な充電レート、および、3C未満の最大充電レートについて選択されるバッテリーケミストリにより規定されるCレート未満に保たれる。複数の二次コンポーネントは、一次バッテリーからのエネルギーを連続的に受け入れる一方で、並列に接続され得る。二次コンポーネントは、推進（propulsion）、補助的（ancillary）、および/または自律的自動車機能に必要な電力を供給するために複数の構成で動作させられ得る。2つのそうしたコンポーネントを前提とすると、以下に詳細に説明されるように、有用な構成は、（1）両方が電力を同時に供給すること、（2）1つが、2つ目がアイドル状態にある間に電

40

50

力を供給すること、および、(3)1つが、2つ目がコアバッテリーコンポーネントにより再充電されている間に電力を供給することを含む。また、さらに詳細に後述されるように、これらの構成により、A Vは、二次または三次コンポーネント内の電力の欠乏のために停止することを要せずに、毎日約15時間の日次運転サイクルを完了することができる。

【0009】

二次コンポーネントの寿命を延長して寿命末期の効果的な性能を保証するために、能動熱管理が二次コンポーネントに提供されて、高温のために(複数の)コンポーネントが早期に劣化しないことを確実にする。能動熱管理は、携帯型市場用の現行の電気化学エネルギー貯蔵デバイスには一般的である。上述されたように、本装置は現行の最新式のシステムに対する優位性をもたらす。というのは、電気化学エネルギー貯蔵システム全体の温度を能動的に管理するのは対照的に、能動熱管理を必要とするシステムの部分が最小にされるからである。たとえば、約140k hの使用可能なエネルギーを必要とするA Vは、本教示によれば、能動熱管理システムの場合、30k Wh、または約20%を必要とするに過ぎない。これは、電気化学エネルギー貯蔵システムの大半またはすべてが、能動温度管理を有することを必要とする最新式のシステムと対照的である。これは、コスト、質量、体積、およびシステムの複雑度の低減の点で、かなり大きい利点である。

【0010】

コアバッテリーは最小限の大きさに作られる場合がある。というのは、それが、再充電を必要とする前に、A Vのエネルギー需要から、遠隔能動運転サイクル監視および/または管理(ガバナンス、governance)を通じた所定の期間の間の回生ブレーキのようなエネルギー回収プロセスを経るルートで供給されるものを差し引いた分に対して備えるだけで、高電流パルスを受け入れず、または放電しないからである。さらに詳細に後述されるように、これは、一次バッテリーコンポーネントが寿命初期および寿命末期いずれもの要件を最適に満たすことを可能にする。

【0011】

本バッテリーシステムの少なくとも1つの三次コンポーネントは、最大のエネルギー回収率を確実にするために二次コンポーネントが相当余裕をもって設計されていない限り、二次コンポーネントの急激な劣化を回避するために、回生ブレーキおよび他のエネルギー回収プロセスから電気エネルギーを高レートで受け入れ、および放電するために使用される。これは、それが特質上A Vアプリケーションの日次電力需要の20%以上を相殺し得るので、エネルギー回収プロセスにより利用可能なエネルギーが、すべてではない場合には最大限、獲得されることを確実にする。たとえば、特徴的な運転サイクルは、約25k Wh時間の回収に利用可能なエネルギーを伴う125k Whの日次エネルギー要件を有し得る。本装置の実施形態によれば、このエネルギーは、電気化学エネルギー貯蔵デバイス全体の性能に悪影響をおよぼすことなく効果的に回収され、それにより、有効な日次エネルギー負荷を100k Whに低減させる。このエネルギー回収の便益は、より高い電力および、より高いエネルギーを単一のデバイスに取り込む現行の最新式のデバイスと比較した場合、より低い全体コスト、より低い質量、およびより小さい体積である。さらに、三次コンポーネントは、受動熱管理システムを有するか、または、熱管理システムを有さない。

【0012】

本A Vエネルギーシステムはしたがって、関連付けられた電気制御システムとともに、少なくとも1つの三次コンポーネントを含む。有益には一次および二次コンポーネントと並列に配置される三次コンポーネントの充電受入および放電レートは調整されていない。しかし、電氣的に並列若しくは直列、または2つの任意の組み合わせである全てのコンポーネントから便益を得るアプリケーション、および、周期的な電流調整を必要とし得る、三次元コンポーネントに関する熱要件を有するアプリケーションが存在することがある。

【0013】

本システムは、前方または後方駆動デバイスとして動作させられ得、または、デュアルドライブ能力を与えるために組み合わせられ得る。

【0014】

本発明の実施形態の目的によれば、本明細書中で具体的に表現され、および、広範に説明されているように、本明細書の、利用可能な回生電気エネルギーを有する電気自動車の高エネルギーおよび高電力要件を与える装置の実施形態は、上記自動車の上記回生電気エネルギーにより充電される高電力低エネルギー密度の少なくとも1つのバッテリー、高エネルギー密度の少なくとも1つのコアバッテリー、上記コアバッテリーから、上記高電力低エネルギー密度の少なくとも1つのバッテリーから、および、上記自動車の上記利用可能な回生電気エネルギーから、選ばれた充電レートまで電気エネルギーを受け取るために上記コアバッテリーに直列接続しており、加速、自律的機能をサポートするのに必要な電気負荷、および、必要に応じて上記自動車の補助的電気負荷を与えるための中間の電力およびエネルギー密度の少なくとも1つの二次バッテリー、上記少なくとも1つの二次バッテリーを、選ばれた温度に維持するための冷却システム、ならびにバッテリーコントローラを備える。

10

【0015】

本発明の実施形態の目的によれば、本明細書中で具体的に表現され、および、広範に説明されているように、本明細書の、利用可能な回生電気エネルギーを有する電気自動車用の電気化学エネルギーバッテリーの充電および使用のための方法の実施形態は、上記自律型自動車がアイドル状態にあるときに、上記自律型自動車の外部の充電器を使用して少なくとも1つのコアバッテリーを充電するステップと、上記少なくとも1つのコアバッテリーに直列接続している中間の電力およびエネルギー密度の少なくとも1つの二次バッテリーを上記少なくとも1つのコアバッテリーを使用して充電するステップと、上記自律型自動車の推進および他の電気的要件を、上記少なくとも1つの二次バッテリーを使用して与えるステップと、上記少なくとも1つの二次バッテリーを選ばれた温度に維持するステップと、少なくとも1つの高電力、低エネルギー密度の貯蔵バッテリーを、上記自律型自動車の上記回生電気エネルギー能力から充電するステップと、上記自律型自動車の加速要件を、上記高電力低エネルギー密度の貯蔵バッテリーを使用して与えるステップと、バッテリー充電、ならびに上記自律型自動車の加速、推進、および他の電気的要件の前記ステップを、バッテリーコントローラを使用して制御するステップと、を含む。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明の実施形態の便益および利点は、限定でないが、自律型アプリケーション、たとえばAV電気自動車用の電気化学エネルギー貯蔵システムであって、電気化学エネルギー貯蔵システムの大半またはすべてが能動熱管理を有することを必要とする最新式のシステムとは対照的に、受動冷却を伴って、または冷却なしで、有益には、AVアプリケーションの場合には1日毎に一度である、特徴的な運転サイクル毎に一度、コアコンポーネントが完全に充電され、および放電されるだけであるように、少なくとも1つの二次バッテリーコンポーネントに電力/エネルギーを供給し得る少なくとも1つのコアまたは一次バッテリーコンポーネントを含むことにより、システムの総エネルギー消費量における増加に対処し得る、電気化学エネルギー貯蔵システムを提供することを含む。これは、コスト、質量、体積、およびシステムの複雑度の低減の点で、かなり大きい利点である。能動的に冷却される(複数の)二次コンポーネントは、推進、補助的、および/または自律的自動車機能に対する必要な電力を供給し、電気化学エネルギー貯蔵デバイスの寿命にわたり、最も大きいエネルギースループットを有するシステムのコンポーネントを意味する。少なくとも1つの三次コンポーネントが、二次コンポーネントの急激な劣化を回避するために、回生ブレーキおよび他のエネルギー回収プロセスからの電気エネルギーを、高レートで、受け入れおよび放電するために使用される。本発明の実施形態のさらなる利点は、寿命初期および寿命末期いずれもの要件を最適に満たすための一次バッテリーコンポーネントの能力を含み、それはさらに、システムの寿命を延ばし、ならびにコストを減少させる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

本明細書に組み入れられて一部を構成する添付図面は、本発明の実施形態を示しており、説明とともに本発明の原理を説明する役目を務める。

50

【 0 0 1 8 】

【図 1 A】コンポーネントコントローラにより制御される、高電力、および高エネルギー、バッテリーコンポーネント両方と、高電力、および高エネルギー、バッテリーコンポーネント両方を充電するために使用される回生ブレーキシステムと有する、従来技術のバッテリーシステムの模式図である。

【図 1 B】貯蔵システムが寿命初期要件に対して設計され、且つシステムの劣化または経年変化の寿命末期における適合を保証するように制御される本システムの曲線 (c) と比較した、最新式の電気化学エネルギー貯蔵システムの模式図であって、曲線 (a) システムが寿命末期要件への適合を保証するために寿命初期について余裕を持って設計されるか、または、曲線 (b) 寿命末期における適合を犠牲にする一方で寿命初期要件に対して設計されている。

10

【図 2】互いに、およびコンポーネントコントローラに直列に電氣的に接続している、一次またはコアバッテリーと二次バッテリーとを含んでいる高エネルギーコンポーネントを示す、本発明のバッテリーシステムの実施形態の模式図であって、回生エネルギー源からの電気エネルギーがコンポーネントコントローラにより導かれて二次バッテリーおよび三次バッテリーを充電し、コアバッテリーが自動車運転中にのみ放電される。

【図 3】A V の前方および後方車軸いずれからも電気エネルギーを供給し、および受け取るように構成されており、単一のコアバッテリーを有し、それによりバッテリーシステムの主要なコストドライバとしてのバッテリー冗長度をなくす、バッテリーシステムの別の実施形態の模式図である。

20

【図 4】A V の前方および後方車軸いずれからも電気エネルギーを供給し、および受け取るように構成され、一次コンポーネントが A V の至る所に分配され得る、本バッテリーシステムの模式図である。

【図 5】本発明の実施形態のコアおよび二次バッテリーの充電状態のグラフであって、これらのバッテリーコンポーネント間の電気エネルギーの区分を、最大充電からその中間値までの自律型自動車運転時間の関数として示している。

【図 6】本発明の実施形態のコアおよび二次バッテリーの充電状態のグラフであって、これらのバッテリーコンポーネント間の電気エネルギーの区分を、コアおよび二次バッテリー両方について図 5 の中間時間から最小充電状態までの自律型自動車運転時間の関数として示している。

30

【図 7】(a) S O C および (b) 充電パルス持続時間の関数である、本発明の三次バッテリーの実施形態の充電状態の関数としての充電受入レートまたは C レートのグラフである。

【図 8 A】4 つの有用な構成において動作させられる 2 つの二次バッテリーコンポーネントを示す模式図であって、(1) いずれもコアバッテリーにより充電されるが、アイドル状態にある自動車に給電しないもの (図 8 A (a))、(2) いずれも自動車に電力を供給するが、それら自体がコアバッテリーにより充電されないもの (図 8 B (a))、(3) 1 つが自動車に電力を供給し、2 つ目がコアバッテリーにより再充電されるもの (図 8 A (b) および 8 A (c))、ならびに (4) 1 つが自動車に電力を供給し、2 つ目がアイドル状態にあるもの (図 8 B (b) および 8 B (c))、を含んでいる。

【図 8 B】4 つの有用な構成において動作させられる 2 つの二次バッテリーコンポーネントを示す模式図であって、(1) いずれもコアバッテリーにより充電されるが、アイドル状態にある自動車に給電しないもの (図 8 A (a))、(2) いずれも自動車に電力を供給するが、それら自体がコアバッテリーにより充電されないもの (図 8 B (a))、(3) 1 つが自動車に電力を供給し、2 つ目がコアバッテリーにより再充電されるもの (図 8 A (b) および 8 A (c))、ならびに (4) 1 つが自動車に電力を供給し、2 つ目がアイドル状態にあるもの (図 8 B (b) および 8 B (c))、を含んでいる。

40

【図 9】コアバッテリーコンポーネントに二次バッテリーコンポーネントを再充電させる自動車停止中に自律的および補助的自動車機能に給電するために、日次運転サイクルのエネルギーを超えてより多くのエネルギーが必要であることを、図 9 (b) に示されるような、より高い容量の二次コンポーネントと比較した場合の、図 9 (a) に示されるような、より低

50

い容量を有する単一の二次バッテリーコンポーネントのかなり大きい劣化とともに表すグラフである。

【図 1 0】互いに並列に、およびコアバッテリー貯蔵コンポーネントに直列に構成された 2 つの二次バッテリーコンポーネントの特性電圧プロファイルを示すグラフであって、曲線 (a) が、二次コンポーネントのうちの 1 つが、当初、三次コンポーネントと協調して自動車に電力を供給することを示し、曲線 (b) が、別の二次コンポーネントがアイドル状態で始まり、そして、上記図 8 A および 8 B に記載のように、使い尽くされた二次コンポーネントがコアバッテリーコンポーネントにより充電されるにつれ、自動車に電力を供給することを示している。

【図 1 1】それぞれ、二次およびコアバッテリーコンポーネント両方の容量保持プロットのグラフであって、前方および後方両方の駆動推進 (それぞれ、図 1 1 A の曲線 (a) および (b)) を前提として、特徴的な自律型自動車運転サイクル下で動作する場合の電気化学エネルギー貯蔵デバイスの 4 年の寿命にわたるこれらのコンポーネントの劣化を記録しているである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

述べられているように、自律型アプリケーション、および、具体的には自律型自動車 (A V) の電化を成功させるには、現行の最新式の電気化学エネルギー貯蔵デバイスの性能における向上が、経済的な実行可能性を確実にするための上記デバイスのコストにおける低減とともに必要である。本明細書中に説明された、本発明の実施形態は、いくつかの新興の電力使用市場に対するエネルギーおよび電力要件を満たし得るハイブリッド型バッテリーシステムを使用することにより、これらの性能およびコストの問題に対処する。本発明の実施形態は、例として、鉱業に、家庭用の据置型電気貯蔵に、および電気グリッド貯蔵に加えて、 A V に適用され得る。自律型自動車は、上記実施形態について説明し、および例証するために終始用いられる。

【 0 0 2 0 】

単一のケミストリを使用する現行の最新式の電気化学エネルギー貯蔵デバイスは、自動車の寿命にわたり、商用および乗用車の運転を完全に自動化するのに必要なエネルギーおよび電力密度を提供することができない。上記提供不能は、従来の自動車アプリケーションと比較した場合、自律型アプリケーションのエネルギー消費の特徴的な性質から生じる。すなわち、自律型自動車 (A V) が、自動車に電力を供給すること、または回生ブレーキなどのエネルギー回収プロセスによりエネルギーを回収することによって電気化学貯蔵デバイスからの電力を使用している時間の量は、乗用車と比較した場合、より大きい。たとえば、特徴的な日次の運転サイクルは、自動車が 1 日毎に 1 5 時間程度稼働し、日次のエネルギー消費量が 1 0 0 k W h よりも大きいことをもたらし得る。さらに、 A V アプリケーションを駆動するための電力パルスの大きさは、現行の乗用車と比較した場合、より高い。よって、自律型自動車の運転の総エネルギー消費量は大幅に増加させられ、 A V アプリケーションは高エネルギーおよび高電力いずれをも必要とする。

【 0 0 2 1 】

既存の単一ケミストリバッテリーシステムは、再充電前の推進エネルギー要件をサポートするために高エネルギー / 低電力であり、デバイス劣化の加速をもたらす高電力または高電流パルスを受け入れ得ない。従来の手法は、電流パルスがコアコンポーネントに対する損傷をもたらさないように、および、寿命末期のエネルギー、十分なサイクル寿命、電力、および機能的な安全要件が満たされることを確実にするために、単一ケミストリおよび単一セル設計で高エネルギーコンポーネントを過度に余裕をもって設計することである。それらは、寿命末期の要件を満たすために過大に作られているため、そうしたより大きいシステムは、コストがより高く、より多くのスペースを占め、および、より複雑な熱制御戦略を必要とする。さらに、これは、例として、このエネルギーがより効率的に自動車の推進または他の補助的アプリケーションに利用され得るときに回生ブレーキからの非効率的な回収をもたらす。商用アプリケーションの広範にわたる A V の採用を実現するためには、自動車

10

20

30

40

50

を推進し、車載電子機器およびセンサを駆動するための、高エネルギー密度および高電力特性いずれをも含む、低所有コストのエネルギーソリューションが必要である。

【 0 0 2 2 】

拡張された自動車の動作範囲のための高エネルギー、および自動車の加速または高負荷条件のための高電力いずれをも有するエネルギー貯蔵システムが知られている。図 1 A は、コンポーネントコントローラ 16 により制御される、高電力 12 および高エネルギー 14 のバッテリーコンポーネントを有する従来技術のバッテリーシステム 10 の模式図である。例として、自動車 19 の回生ブレーキシステム 18 からの再充電電力が、高電力 12 および高エネルギー 14 のバッテリーコンポーネントいずれをも充電するために使用されることが示されている。コンポーネントコントローラ 16 は、自動車 19 の電気モータを、そこに上記複数のバッテリーから電流が流れるときに駆動するためにも使用され得る。電氣的に再充電可能な好適な高エネルギー密度のバッテリーは、たとえば、リチウムイオンバッテリー、硫化物、ポリマー、酸化物、またはそれらの組み合わせなどの種々の化学的性質を有するソリッドステートバッテリー、ニッケル金属水素化物バッテリー、および、ナトリウムニッケル塩化物バッテリーを含み得る。

【 0 0 2 3 】

図 1 B は、最新式の電気化学エネルギー貯蔵システムの模式図であり、システムが寿命末期要件への適合を保証するために寿命初期について余裕を持って設計されるか（所望の寿命末期性能を実現するようにシミュレートされた性能を示す曲線（a））、または、寿命末期における適合を犠牲にする一方で寿命初期要件に対して設計されている（所望の寿命初期性能を実現するようにシミュレートされた性能を示す曲線（b））。曲線（c）は、シミュレートされた本貯蔵システムを示し、システムが、寿命初期要件に対して設計されており、且つ、システムの劣化または経年変化の寿命末期における適合を保証するように制御された運転サイクル / 電気化学負荷を用いる最適化されたエネルギーおよび電力区分を使用して制御される。

【 0 0 2 4 】

表 1 は、A V アプリケーションについて推測されるものと比較した場合の、現行の自動車用途のバッテリー特性を表している。

【 0 0 2 5 】

【表 1】

表 1

バッテリー特性	現行の自動車	自律型自動車
サイクル寿命	80%容量まで、~2000サイクル (~350サイクル/年)	80%容量まで、~6000サイクル (~1500サイクル/年)
エネルギー密度	使用の関数 (スタート/ストップ~100 Wh/kg; PHEV ~200 Wh/kg; EV ~200-300 Wh/kg)	高エネルギー密度 ~250-300 Wh/kg
電力密度	1-3 C 充電(スタート/ストップ ~7000 W/kg; PHEV ~ 2500 W/kg; EV ~1000 W/kg)	C/2 充電(1000-7000W/kgが 装置負荷および 回生ブレーキに必要)
コスト	EV < \$100/kWh	~\$100/kWh
寿命	8~10年	4年(~24,000時間) 各日の約70%使用される

【 0 0 2 6 】

よって、A V の商業的な導入により、セルレベルにおける現行コストを維持する一方で

、性能要件を、現行のコンピュータ自動車業界のものに対して大幅に増加させることにより、性能およびコストいずれもの観点から、電気化学貯蔵デバイスに対する、より大きい要求が課されることになる。大規模ＡＶ群の運用は、複数の自動車がそれらの運用寿命のかなり大きい部分にわたり使用されることを必要とする、すなわち、バッテリーパックは、ほぼ一定の使用の下で約４年間持続しなければならない。バッテリーパックに対しては、その初期容量の８０％以上を維持する一方で、４年の期間にわたり、２４，０００時間および４００，０００マイルの要求が課されると見積もられている。現行のＥＶ／ＰＨＥＶ（電気自動車／プラグインハイブリッド電気自動車）システムは、ドライブトレイン要件を満たし、約８～１０年および１００，０００マイル持続するように設計されており、これは、ＡＶアプリケーションのマイレージ要求の２５％であり、自律型群アプリケーションの、より積極的な性能目標は、現行のバッテリーパック設計を使用して実現され得ない。１２Ｖリチウムイオンスタターバッテリーからプラグインハイブリッドおよび完全に電氣的なシステムを通して４８Ｖスタート／ストップマイクロハイブリッドシステムに至るアプリケーションに対する現行の自動車要件は、自律型アプリケーションに対する性能およびコスト要求に、単独で達しない。

10

【００２７】

要件におけるこの変化に対応するために、本発明の実施形態は、自動車の動作寿命にわたる自動車の推進、補助的システム、およびＡＶ動作負荷に効果的に対処し得る異なる性能特性を有する３つの貯蔵デバイスにエネルギー消費量を区分する。簡潔に言えば、本発明の実施形態は、遠隔能動運転サイクル監視および／または管理、ならびに熱管理制御を有する、自律型自動車用の電気化学エネルギー貯蔵のための装置および方法を含む。装置は、（１）低コストを有しており、消耗し、且つ交換可能であるように設計された高電力低エネルギー密度の三次貯蔵バッテリー、（２）高エネルギー密度のコアバッテリーまたは一次コンポーネント、（３）コアバッテリー上の負荷を軽減するための中間の電力およびエネルギー密度の二次バッテリー、ならびに（４）バッテリーコントローラを含み得る。より詳細に後述されるように、ＡＶエネルギー要件および消費レートが、システムの寿命にわたる性能劣化が低減されるように与えられる。いくつかのバッテリーケミストリが想定される。

20

【００２８】

複数のエネルギー貯蔵デバイスが併せて機能し得るやり方の例は、コアまたは一次コンポーネントが、バッテリー劣化を回避するために略１０％および略９５％間の選ばれたＳＯＣ（充電状態）範囲で、理想的には運転サイクル毎に一度、ＡＶアプリケーションの場合の特徴的な運転サイクルは１日毎に一度、コアコンポーネントが完全に充電および放電されるだけであるように電力／エネルギーを二次コンポーネントに供給し得ることである。操作上、コアバッテリーは、劣化が問題でない場合、略０％および略１００％間の範囲内のＳＯＣで充電され得る。二次コンポーネントは一次コンポーネントに直列に配置される場合があり、再充電を必要とする前に、二次コンポーネントのＳＯＣが一旦略５％および略２０％間の範囲内の最小値に達すると、一次コンポーネントからエネルギーを受け入れ得る。再充電の前に、略０％および略７５％間の最小充電が採用され得るが、この場合もまた、バッテリー劣化が問題であり得る。二次バッテリーは、回生ブレーキからコンポーネントコントローラを介して導かれた、または、三次コンポーネント内に貯蔵された余剰エネルギーからのエネルギーを受け入れてもよい。二次コンポーネントの充電受入のレートは、バッテリーケミストリにより規定される定格Ｃレートに制限され、それは、略１Ｃ未満であるように選択される。許容可能な充電レートは最大略２Ｃであり得るが、最大充電レートは、二次コンポーネントの適度な寿命を確実にするために３Ｃ未満であるべきである。

30

40

【００２９】

バッテリーの充電および放電が、それらの最大容量に関連するＣレートにより規定され、バッテリーの容量が一般に１Ｃと見積もられ、それが、１Ａｈと見積もられた完全に充電されたバッテリーが、バッテリーが放電される１時間の間１Ａを供給することを意味することに留意されたい。０．５Ｃで放電する同じバッテリーが、２時間の間５００ｍＡを供給し、２Ｃでは、３０分の間２Ａを供給する。

50

【 0 0 3 0 】

長い日次運転サイクルに対応するために、上述のように、複数の二次バッテリーコンポーネントは、バッテリー毎のSOCが最小値に達すると一次バッテリーからエネルギーを連続的に受け入れる一方で並列に配置され得る。この構成は、自動車が、停止することなく運転サイクル全体を完了し得ること、および、コアバッテリーコンポーネントの加速された劣化を引き起こし得る、コアバッテリーコンポーネントから自動車の推進のための電力を引き出し得ないことを、確実にする。二次コンポーネントは、推進、補助的、および/または自律的自動車機能のための必要な電力を供給するために複数の構成で動作させられ得る。これらの構成は、(1)多くの二次バッテリーコンポーネントが電力をAVに同時に供給し、同時に回生エネルギーを受け入れること、(2)1つの二次コンポーネントが、2つ目が上方で規定された最小SOCとその完全に充電された状態との間のどこかであるSOCでアイドル状態にある一方で、電力を供給し且つ回生エネルギーを受け入れること、(3)1つの二次バッテリーコンポーネントが、2つ目のバッテリーがコアバッテリーコンポーネントにより再充電されて上方で規定されたように最小値と完全に充電されたSOCとの間のSOCを有する一方で、電力を供給すること、を含んでいる。

10

【 0 0 3 1 】

三次バッテリーコンポーネントは高レートでエネルギーを受け入れることができ、回生ブレーキに対して最大の効率を与えるように選ばれる。このコンポーネントの充電受入および放電レートは高くなり、そして、無調整であることを要しない。例として、三次システムは、黒鉛陽極、および、熱安定性を有する液体電解質を伴う、リン酸鉄リチウム(LFP)、または高レートが可能な他の陰極であってよく、一次および二次バッテリーに並列に配線され得る。しかし、高レートが可能要件を実現する別のバッテリーケミストリを有する、並列であり、直列であり、または両者の組み合わせであるコンポーネントすべてから便益を得るアプリケーションが存在し得る。

20

【 0 0 3 2 】

単ードライブトレインシステムでは前輪または後輪が駆動される一方、デュアルドライブトレインは前後輪をいずれも駆動し、複数のエネルギー貯蔵デバイスを必要とする。運転時間、増加する電力強度、および推進に必要なエネルギーなどの、AVに対する、より高い要求の動作条件が、エネルギー貯蔵デバイスの寿命にわたり利用可能であり、システムの寿命にわたる性能劣化を低減させる複数のエネルギー貯蔵デバイスおよびケミストリが、前または後方駆動自動車、およびデュアルドライブシステムに適用され得る。

30

【 0 0 3 3 】

二次コンポーネントの寿命を延長して、寿命末期における効果的な性能を確実にするために、(複数の)二次コンポーネントが、高温のために早期にコンポーネントが劣化しないことを確実にするための能動熱管理を必要とすることが予想される。コアおよび三次コンポーネントが受動熱管理システムを有するか、または熱管理システムを何ら有していないことも予想される。これは、コアバッテリーコンポーネントが、かなり大きい内部熱を発生させないレートで充電および放電することにより可能にされる。能動熱管理は、移動用市場の現行の電気化学エネルギー貯蔵デバイスにとって一般的である。本発明の実施形態は、能動熱管理が最小にされるので利点をもたらす。これは、電気化学エネルギー貯蔵システムの大半またはすべてが能動的に管理されることを必要とする現行システムと対照的である。この利点は、コスト、質量、体積、およびシステムの複雑度においてかなり大きい低減をもたらす。

40

【 0 0 3 4 】

次に、本発明の本実施形態が複数、詳細に参照され、それらの例は添付図面中に示される。複数の図中、同様の構造は同一の参照符号を使用して識別される。複数の図が、本発明の特定の複数の実施形態を説明する目的で示されており、本発明をそれらに限定することを意図しないことが理解されよう。次に図2に移れば、本発明のバッテリーシステムの実施形態20の模式図が示されている。高エネルギーコンポーネント14は、互いに、およびコンポーネントコントローラ16に直列に電氣的に接続している、一次またはコアバッテ

50

り 2 2 と、二次バッテリーまたはコンポーネント 2 4 と、を含んでいる。回生エネルギー 1 8 からの、たとえば回生ブレーキからの電気エネルギーは、コンポーネントコントローラ 1 6 により導かれて、二次コンポーネントまたはバッテリー 2 4 および三次コンポーネントまたはバッテリー 1 2 を充電する。コンポーネントコントローラ 1 6 は、自動車 1 9 の電気モータを、二次バッテリー 2 4 からそこへ電流が流れると、駆動し、およびその他の電気的要件を与える。二次バッテリー 2 4 は、その寿命にわたり、最も大きいエネルギーループを有する、実施形態 2 0 の構成要素であり、選ばれた温度に温度コントローラ 2 5 により保たれる。A V に対する遠隔能動運転サイクル管理命令は、コンポーネントコントローラ 1 6 を遠隔に制御するために、A V の他の機能のうち送信器 / 受信器 2 6 から送信されて受信器 / 送信器 2 8 により受信され、A V 監視情報が、送信器 / 受信器 2 8 により A V から受信され、送信器 / 受信器 2 6 に送信される。ここで図 3 および 4 は、前方および後方駆動システム毎に 1 つずつ、2 つの送信器 / 受信器を示す参照符号 2 8 a および 2 8 b を示しているが、多くの場合、単一の送信器 / 受信器が使用される。

10

【 0 0 3 5 】

本発明の実施形態の教示によれば、コアバッテリー 2 2 は、それが二次バッテリー 2 4 を再充電する期間中である自動車動作中にのみ放電される一方、回生充電は二次バッテリー 2 4 および三次バッテリー 1 2 について自動車動作中にも行われる。コアバッテリー 2 2 は通常、外部充電器 3 0 により、運転サイクルの終了時に A V のアイドル時間中に充電される。デュアルドライブ A V 内の自動車のバッテリーシステムと前方および後方車軸両方との間でエネルギーが交換される場合、2 つのコンポーネントコントローラ、2 つの二次バッテリー、および 2 つの三次バッテリーが、車軸毎に 1 つずつ、改めれば、車軸毎に各タイプの 1 つが、存在している。2 つの一次バッテリーも存在し得る。

20

【 0 0 3 6 】

図 3 は、A V の前方および後方車軸いずれからも電気エネルギーを供給し、および受け取るように構成された本バッテリーシステムの別の実施形態の模式図である。回生電気エネルギー 1 8 a は A V 1 9 の前方車軸からエネルギーを引き出し、それは、コンポーネントコントローラ 1 6 a により、三次バッテリー 1 2 a および温度制御された (2 5 a) 二次バッテリー 2 4 a 内に導かれる一方、回生エネルギー 1 8 b はその後方車軸からエネルギーを引き出し、それはコンポーネントコントローラ 1 6 b により、三次バッテリー 1 2 b および温度制御された (2 5 b) 二次バッテリー 2 4 b 内に導かれる。本実施形態では、一次またはコアコンポーネント 2 2 は、A V の 2 つの別個の車軸またはデュアルドライブの実施形態と比較した場合、より高い容量のものでなければならず、しかし、バッテリー冗長度をなくすことは、一次コンポーネントがバッテリーシステムの主要なコストドライバになるので有益である。

30

【 0 0 3 7 】

本明細書中で説明される本発明のさらなる実施形態が、A V の前方および後方車軸両方からの電気エネルギーを供給し、および受け取るように構成されたバッテリーシステムであって、一次コンポーネント 2 2 が A V 1 9 の至る所に分配され得る本バッテリーシステムの模式図である図 4 に示されている。これは、一次バッテリーコンポーネント 2 2 の受動熱管理をもたらす。というのは、バッテリーコンポーネントを備えるセルが中央位置に限られず、それが、早期のバッテリー劣化を低減させるために効果的な熱伝達を確実にするからである。分散一次バッテリーコンポーネントの安全で高信頼度の動作を確実にするために、衝突に対して耐性を有する濫用耐性セルコンポーネントが使用され、然もなくば、セルを押しつぶすか貫通して発火をもたらすかもしれない。分散一次バッテリーコンポーネントを使用する別の便益は、早期の故障があった場合に、セルを含むモジュールまたは (複数の) モジュールにアクセスし、およびそれを交換することができることである。モジュール耐性における差を補償するためのモジュールまたはセルの能動的バランシングも、モジュールまたは (複数の) モジュールが交換されるなら、効果的且つ安全な動作のために必要になる。これは、現行の最新式のシステムに対して、これらの技術はコンポーネントが早期に経年変化する場合に電気化学エネルギー貯蔵システム全体が大きなコストで交換されることを

40

50

必要とするので、有利である。

【 0 0 3 8 】

使用中、図 2 に示される、本発明の実施形態のバッテリーシステムに流入し、および、それを流出する電気エネルギーの区分が図 5 および 6 に示されている。さて図 5 および 6 に移れば、コアバッテリー 2 2 を充電することは、バッテリーに応じて、選ばれた C レートでのみ行われ、C レートの範囲は、自動車が運転中でない時間中 ($t = 0$)、有益には略 C / 5 と略 C / 1 0 との間であり、許容可能な範囲が略 C / 3 と略 C / 2 0 との間であり、動作可能な範囲が略 1 C と略 C / 5 0 との間である。コアバッテリー 2 2 は、(a) 上述されたように、二次バッテリー 2 4 の選ばれた最小充電状態 (SOC) に達すると、装置 2 0 の二次コンポーネントを再充電する、および (b) A V の運転および機能的な安全性を確実にするために、保守のために戻るように A V が指示される状況である二次バッテリー 2 4 が故障したときにエネルギーを推進または補助的機能に伝達する、の 2 つの状況に対して使用される。

10

【 0 0 3 9 】

装置 2 0 の二次バッテリー 2 4 の充電状態 (SOC) が、図 4 および 5 に示されるような時点 $t = x$ 、 y 、または z に対応する、上で規定されたような、選ばれた SOC 値以下の場合、二次バッテリー 2 4 は、装置 2 0 のコアバッテリー 2 2 の能力に一致する最大 C レートで再充電される。コアバッテリー 2 2 の C レートに関連付けられた電流は、二次バッテリー 2 4 のものと同等でない。コアバッテリー 2 2 の選ばれた C レートについて算出される電流は、二次バッテリー 2 4 の C レートを算出するために使用された場合、より高い C レートをもたらし、すなわち、コアバッテリー 2 2 の選ばれた電流 C レートは、二次バッテリー 2 4 の C レートよりも小さい。

20

【 0 0 4 0 】

SOC が、図 4 および 5 に示されるような時点 $t = x$ 、 y 、または z に対応する、上で規定されたような、二次バッテリー 2 4 について選ばれた SOC 値以下の場合、電流は、図 5 および 6 に示されたような、 $t = x + \Delta t$ 、 $y + \Delta t$ 、または $z + \Delta t$ に対応する時点で規定されるような、有利には略 9 5 % と略 8 0 % との間の範囲内にあり、動作可能な範囲が略 1 0 0 % と略 2 5 % との間である所望の SOC が達成されるまで、装置 2 0 のコアバッテリー 2 2 から受け入れられる (それは、A V の運転に応じて、変動する時間間隔を空けていることがあり、連続的でない場合がある)。SOC が、図 5 および 6 に示されるような時点 $t = x$ 、 y 、または z に対応する、やはり有利には略 9 5 % と略 8 0 % との間の範囲内にあり、動作可能な範囲が略 1 0 0 % と略 2 5 % との間である選ばれた SOC 値以上であり、且つ、規定された C レートが表 2 で強調表示されたもの以下である場合、電流は、規定された電流で推進および補助的機能のために供給される。コンポーネントコントローラ 1 6 内に含まれるバッテリー管理システム (BMS) は、一次および二次コンポーネントの SOC を算出して、コンポーネント毎の SOC 範囲の適切な機能および動作制御を確実にするために使用され得る。さらに、コンポーネント寿命を増加させるために二次コンポーネントに能動セルバランシングを使用することが有益であり得る。能動バランシングの要件は運転サイクル、および二次バッテリー内で使用されるケミストリの経年変化特性により、定められ得る。というのは、複数のセルが、それらの内部インピーダンスを変える異なるレートで経年変化し、それがそれらの相互バランシングを阻害するからである。

30

【 0 0 4 1 】

SOC が、バッテリーパックの設計に基づいて有利にはバッテリーの総充電の略 3 0 % と略 1 0 0 % との間であり、動作範囲が略 1 0 % と略 1 0 0 % との間である三次バッテリー 1 2 の選ばれた値以上の場合、電流は、推進および補助的機能のために自動車 1 9 へ印加され得る。三次バッテリー 1 2 の SOC が、上記選ばれた値未満であり、且つ C レートが以下の表 2 に規定されるような装置 2 0 の二次バッテリー 2 4 について上で規定されたような最大 C レート以上である場合、電流が、推進および補助的機能のために、C レートが二次バッテリー 2 4 の閾値を下回るまで印加され、その時点で二次バッテリー 2 4 は三次バッテリー 1 2 から負荷を引き継ぎ得る。SOC が上記選ばれた値未満であり、且つ C レートが、表 2 に

40

50

規定されるような、装置 20 の二次バッテリー 24 について規定されるような最大 C レート未満である場合、電流は装置 20 の三次バッテリー 12 から放電されるべきでなく、むしろ、電流は装置 20 の二次バッテリー 24 から供給されるべきである。

【0042】

図 2 に示される本発明の実施形態の回生ブレーキからのエネルギー回収効率を最適化するために、三次バッテリーが使用される。図 7 は、(a) SOC、および (b) 充電パルス持続時間の関数である、本発明の三次バッテリーの実施形態の充電状態の関数としての充電受入レートまたは C レートのグラフである。SOC および充電パルスの関数としての定量化可能な C レートおよび正確な傾きが三次バッテリーを備えるセルの関数になり、上述されたように、充電 C レートに対する制限が、回生エネルギーが効果的に取り戻されることを確実にするために、必要な場合、なくされ得ることがわかる。

10

【0043】

(a) 充電電流レート（または、充電電流の大きさ）が、（好ましくはセルレベルにおける）バッテリーの充電状態（SOC）が減少するにつれ、増加させられる場合があり、(b) 充電電流レートが、充電パルスの持続時間が減少するにつれ SOC にかかわらず増加することが、図 7 により認められる。高から低 SOC への、充電電流における増加は非線形であると認められ、したがって、エネルギー回収の効率を最大にするために、傾きにおける増加は、最適化された SOC で、与えられたパルス長で最大充電受入レートまたはそれ近くに達するために、高 SOC で最大にされる。

20

【0044】

本実施形態を効果的に実現するために、やはりコンポーネントコントローラ 16 に含まれる BMS が三次コンポーネントの SOC を算出 / 予測するために使用される場合があり、三次コンポーネントを備えるセルはうまくバランスされるものである。さらに、能動バランスングを本実施形態と組み合わせて、より効果的なエネルギー回収を促進し、および、コンポーネントの寿命を伸ばし得る。

【0045】

本発明の実施形態の概括的な詳細を説明してきたが、以下の例はさらなる詳細について記載している。

【0046】

(例 1)

表 2 は、AV アプリケーションが高エネルギーおよび高電力いずれをも必要とするので大きく異なる、本発明の実施形態の一次またはコア、二次、および三次バッテリーの電力およびエネルギー密度の範囲例を記載している。これらが有利な範囲であり、および例として記載されているが、本発明の実施形態の適用の範囲を限定することが意図されないことに留意されるべきである。

30

【0047】

40

50

【表 2】

表 2

性能指標	コアバッテリー	二次バッテリー	三次バッテリー
エネルギー密度 (Wh/kg)	> 280	180-210	110-140
電力密度 (W/kg)	500-1000	2000-3000	5000-7000
容量(Ah)	> 75	30-55	20-40
放電レート	≤ 0.5 C	4-6 C	10-30 C
充電レート	0.1-0.5 C	1-3 C	3-5 C (より短いパルスの場合、より高くなる)
サイクル寿命 (サイクル数)	> 1200 (85%使用)	> 4000 (制御された SOC 範囲)	> 3000 (60%容量保持)
効果的なケミストリ	高ニッケルNMC／ソリッドステート	低ニッケルNMC	LFP

10

【0048】

述べられたように、従来の手法は、高電流パルス（高電力）がコアバッテリーへの損傷をもたらさないように、単一のケミストリおよび単一のセル設計を有する高エネルギーバッテリーを余裕を持って設計することであった。高電流は相対的なものであるため、コアコンポーネントの容量が高いほど、電流パルスの絶対的な大きさはより高くなり、コアコンポーネントの容量全体と比較した場合、なお、低レートをもたらす得る。しかし、このレートを低く保つのに必要な余分なバッテリー容量は、余分なコスト、余分な重量、および余分な体積を意味し、それらすべては、AVアプリケーションの広い範囲にわたる採用に対する障壁である。本発明の実施形態の教示によれば、コアコンポーネントは、再充電前の所定の動作時間の間、デバイス（AV）のエネルギー需要をシンプルに満たすために、最小限の大きさに作られ、それにより、コストを低減させ得る。これらの動作条件下では、コアコンポーネントは高電流パルスを一切受け入れず、放電もしない。さらに、この所定の動作時間は、遠隔能動運転サイクル監視および／または管理がAVには新しいので、乗用または商用車では従来存在していない。

20

30

【0049】

二次バッテリーは、それが、長い期間の間、より高い電流パルスに耐え得るように選ばれる。このコンポーネントは、低～中間加速レートでの、または一定の速度での自動車の推進に効果的である一定レートでこの電流を供給し得る。上述されたように、一旦、このバッテリーが所定の充電状態値まで排出されると、コアバッテリーは、それが直列に電氣的に導通している二次バッテリーを充電するためのエネルギーを供給する。さらに、上述されたように、他の電氣的構成が見込まれる。この充電プロセスは、AVの連続運転中に複数回、行われ得る。二次バッテリーは、補助的デバイスに、自動車を運転させるAV機能に、および、必要な場合、例として自動車内の気候を制御するために電流を供給し得る。最適には、これは、電流の大きさが低く且つ安定するように定常状態でこれらのコンポーネントが動作しているときに、供給される。

40

【0050】

三次コンポーネントは、バッテリーの寿命を短縮することなく、充電および放電の高レートが許容され得るように選ばれ、それ故、このバッテリーは、（たとえば、回生ブレーキにより短時間に大電流を供給する高速ブレーキングからの、または、自動車がすばやく加速する必要があり、それにより、主にバッテリーから電気ドライブトレインへの大電流入力を必要とする場合の）電流サージを平準化するのに効果的である。充電の場合、印加され得る電流パルスが大きいほど、エネルギー回収はより効率的であり、それは次にコアおよび二

50

次バッテリーの消耗を低減させる（それにより、その寿命を増加させる）。このバッテリーはさらに、サージのときおよび定常状態の両方で、補助的デバイスの必要な電流を供給して、適切な動作を確実にし、および、二次バッテリーに余剰エネルギーを供給し得る。

【 0 0 5 1 】

（例 2 ）

表 3 は、コア、二次、および三次バッテリーを含んでいて異なるバッテリーケミストリおよびセル設計を有する可能性のある本発明の実施形態のバッテリーシステムのバッテリー容量（Ah）、コスト、および体積（L）を、1つのセルケミストリおよび1つのセル設計を有する従来のバッテリーシステムと比較している。本発明のバッテリーシステムが、従来の余裕を持って設計されたコアバッテリーよりも、低い容量で、低いコストで、および小さい体積で構成され得ることが表 3 により認められ得る。

10

【 0 0 5 2 】

【表 3】

表 3

		容量 (Ah)		
	コア	二次	三次	合計
本発明	120	30	21	171
従来	286	該当なし	該当なし	286
		コスト(USD)		
本発明	6,720	1,890	250	8,860
従来	16,000	該当なし	該当なし	16,000
		大きさ(L)		
本発明	65	21	4	90
従来	154	該当なし	該当なし	154

20

【 0 0 5 3 】

30

現行の最新式の、または従来のバッテリーに対する、本発明の便益を定量化するための算出において使用される情報は、以下の通りである。

（ a ） 従来のバッテリーが 1 0 0 k W h の設計（現行のコミュータ電気自動車（EV）の一般的なパック容量）に基づいている。

（ b ） 従来のバッテリーおよびコアバッテリー電圧は 3 5 0 V（先と同様に、3 5 0 V および 4 0 0 V 間の電圧範囲を有する、一般的な EV バッテリーパックの特性値）とみなされた。

（ c ） 従来の、およびコアバッテリーのコスト、および体積エネルギー密度がそれぞれ、\$ 1 6 0 / k W h および 6 5 0 W h / L であった。

（ d ） 従来の、およびコアバッテリーが、異なる機能を行う一方、使用される材料、セル設計、および W h 毎コストは同様である。

40

（ e ） 本発明の二次バッテリーは、より高い電力密度を、しかし、より低いエネルギー密度を有しており、したがって、W h 毎のコスト効果がより小さい。

（ f ） コストおよび体積を算出するために使用される値は、それぞれ、\$ 1 8 0 / k W h および 5 0 0 W h / L である。

（ g ） 三次バッテリーは、最高電力密度および最低エネルギー密度を有しており、W h により正規化されると、コストおよびスペースの観点から最も低効果的である。

（ h ） コストおよび体積を算出するために使用される値は、それぞれ、\$ 2 5 0 / k W h および 2 5 0 W h / L であり、偶然にも同じ値である。ならびに、

（ i ） 動作中の本発明の実施形態の効果的なエネルギー回収、制御されていて効果的な

50

電気負荷の区分、ならびに、ＡＶアプリケーションにより与えられる制御された運転サイクル条件のために、自動車エネルギーをより効率的に利用するので、本発明のバッテリーの総容量が削減され得る。すなわち、本発明のバッテリーパックエネルギーは、自動車が一日の間、連続運転することができることを確実にするのに十分であり、本三次および二次バッテリーが、セルレベルの損傷をもたらすことなく、そうしたエネルギーを供給し、および受け取るのに、より効果的であるので電力について過度に余裕を持たせて設計されない。

【 0 0 5 4 】

(例 3)

前方および後方いずれもの推進を前提とする特徴的な自律型自動車運転サイクルが、回生エネルギー回収効率、および二次バッテリーコンポーネントの劣化を求めるために利用された。運転サイクルの属性は表 4 に記載されている。さらに、シミュレーションは、(1) 1 0 0 % 未満の完了は許されないと考えられた、運転サイクルの完了した割合、(2) 推進、自律的、および補助的自動車機能のための 1 0 0 % の取り戻しおよび利用を目標として、取り戻された回生エネルギーの割合、(3) 一次および二次バッテリーコンポーネントは必要でない一方、能動熱管理が必要であるため二次コンポーネントの大きさを最小にすることを目標としている二次バッテリーコンポーネントのエネルギー、を追跡した。さらに、1 つの構成が単一の二次バッテリーコンポーネントを含んでおり、2 つ目の構成が、図 8 に示されているように、互いに平行に、および、コアバッテリーコンポーネントと直列に配置されている 2 つの二次バッテリーコンポーネントを含んでいる、2 つの電気化学エネルギー貯蔵デバイス構成がモデル化された。

【 0 0 5 5 】

図 8 A および 8 B は、4 つの有用な構成において動作させられる 2 つの二次バッテリーコンポーネントの模式図であって、1 つの完全な運転サイクル中に二次コンポーネントから自動車への電力がとぎれないことを確実にする一方で、ＡＶの推進、補助的および/または自律的自動車機能に必要な電力を供給するために(1) いずれもコアバッテリーにより充電されるが、アイドル状態にある自動車に給電しないもの(図 8 A (a))、(2) いずれも自動車に電力を供給するが、それら自体がコアバッテリーにより充電されないもの(図 8 B (a))、(3) 1 つが自動車に電力を供給し、2 つ目がコアバッテリーにより再充電されるもの(図 8 A (b) および 8 A (c))、ならびに(4) 1 つが自動車に電力を供給し、2 つ目がアイドル状態にあるもの(図 8 B (b) および 8 B (c)) を含んでいる。後述されるように、さらなる二次バッテリーの使用が想定される。

【 0 0 5 6 】

シミュレーションからの結果は、単一の二次バッテリーコンポーネントの構成が、日次運転サイクル全体を完了し、および回生エネルギーすべてを回収するために、総電気化学エネルギー貯蔵容量のより高い割合を必要とするということである。上記結果の要約は表 5 に含まれている。さらに、コアバッテリーコンポーネントに二次バッテリーコンポーネントを再充電させる自動車停止中に自律的および補助的自動車機能に給電するために、日次運転サイクルのエネルギーを超えて約 1 2 % 多くのエネルギーが必要である。図 9 (b) に示されるような、より高い容量の二次コンポーネントと比較した場合の、この追加のエネルギー要件が、より低い容量を有する単一の二次バッテリーコンポーネントのかなり大きい劣化とともに、図 9 (a) に示され、上記複数の二次バッテリーコンポーネント構成の潜在的な利点を表している。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

【表 4】

表 4

性能特性	前方車軸	後方車軸	合計
時間*	> 15 時間/日	> 15 時間/日	> 15 時間/日
エネルギー	> 60 kWh	> 60 kWh	> 120 kWh
利用可能な 回生エネルギー	> 10 kWh	> 10 kWh	> 20 kWh
必要な総エネルギー**	> 50 kWh	> 50 kWh	> 100 kWh

備考* : 前方および後方車軸が推進を同時に与えている
備考** : 利用可能な回生エネルギーすべてが取り戻されることを前提としている

【 0 0 5 8 】

【表 5】

表 5

二次バッテリーコンポーネント (総容量の%)	回生エネルギー回収 (総量の%)	運転サイクル完了 (総量の%)
11.4%	75.3%	77.9%
20.2%	89.2%	89.7%
22.2%	92.4%	92.9%
27.7%	98.1%	97.9%
29.9%	100%	100%

【 0 0 5 9 】

図 10 は、総電気化学エネルギー貯蔵容量（合計 20 %）の約 10 % の 2 つのバッテリーが互いに並列に、およびコアバッテリー貯蔵コンポーネントに直列に構成された場合の、二次バッテリーコンポーネントの特性電圧プロファイルを示すグラフである。曲線（a）は、複数の二次コンポーネントのうち的一方が、上述された分配ロジックにより規定されるように三次コンポーネントと協調して推進、自律的運転、および補助的機能エネルギーを当初供給することを示している一方、曲線（b）は、他方の二次コンポーネントが、アイドル状態

【 0 0 6 0 】

この特徴的な自律型自動車の使用の利点として、（1）二次バッテリーコンポーネントを再充電するために自動車が停止させられている間の自律的および補助的機能に関連付けられる追加のエネルギー要件は全て無くされ、それにより、日次運転サイクルを完了するのに必要な総エネルギーを最小にし、（2）回生エネルギーはすべて、単一の二次バッテリーコンポーネントの比較と比較した場合、日次運転サイクルを完了する間に回収される場合があり、表 5 に強調表示されているように、総エネルギー容量の 30 % が必要であり、（3）二次

バッテリーコンポーネントの劣化は、電気化学エネルギー貯蔵デバイスの４年の寿命の末期での単一の二次コンポーネント構成における約３０％と比較した場合、元のコンポーネント容量の６５％と７０％との間に低減され、および（４）コアバッテリーコンポーネントの相対容量は、寿命（４年）末期での、その元の容量の約８４％であり、それにより、寿命末期要件を超えることが予測される。これらの予測値は、デバイスの総エネルギーがほぼ同等であると算出されるが４年終了時での容量保持が初期容量の約７７％と予測されるので、現行の最新式よりも優れている。これは、現行の最新式が電気化学エネルギー貯蔵デバイス全体の熱管理を必要とする一方で、本明細書中で説明された本発明は、電気化学エネルギー貯蔵デバイス内に含まれる総エネルギーの約２０％の熱管理を必要とすることに加えて、本発明の教示の明確な利点を強調している。

10

【００６１】

図１１Ａおよび１１Ｂは、それぞれ、二次およびコアバッテリーコンポーネント両方の容量保持プロットのグラフであって、前方および後方両方の駆動推進（それぞれ、図１１Ａの曲線（ａ）および（ｂ））を前提として、特徴的な自律型自動車運転サイクル下で動作する場合の電気化学エネルギー貯蔵デバイスの４年の寿命にわたるこれらのコンポーネントの劣化を記録している。図１１Ａの曲線（ａ）および（ｂ）は、電気化学エネルギー貯蔵デバイスが、２つの二次コンポーネントであって、これらのコンポーネントにかけられる、特徴的な運転サイクルからシミュレートされた負荷が、自律型運転の求めるところに従って変動することの結果として、それらの前方および後方コンポーネント容量保持曲線がわずかに異なる、２つの二次コンポーネントを有することを示している。特徴的な自律型自動車運転サイクルを適用し、および、本発明の実施形態を使用して動作させられた場合のコアバッテリーコンポーネント容量保持曲線は、寿命シミュレーションが、４年時点で８４％よりも大きい保持を予測しているため、重要な寿命末期性能指標である８０％よりも大きい容量保持が実現され得ることを示している。

20

【００６２】

本発明の前述の説明は、例証および説明の目的で示されており、網羅的であることを、または本発明を、開示された厳密な形態に限定することを意図するものでなく、明らかに、多くの修正および変形が上記教示に照らして可能である。実施形態は、本発明の原理、およびその実用的な応用を最もよく説明して、それにより、他の当業者が本発明を、種々の実施形態において、および、想定される特定の使用に好適であるような種々の修正を伴って、最もよく利用することを可能にするために選ばれ、および、説明されている。本発明の範囲が、本明細書に添付された請求項により画定されることが意図されている。

30

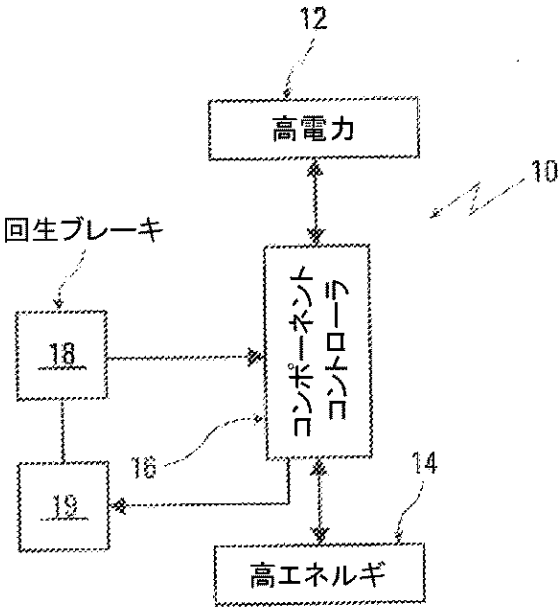
40

50

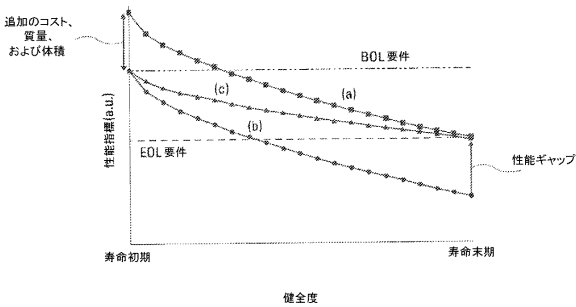
【図面】

【図 1 A】

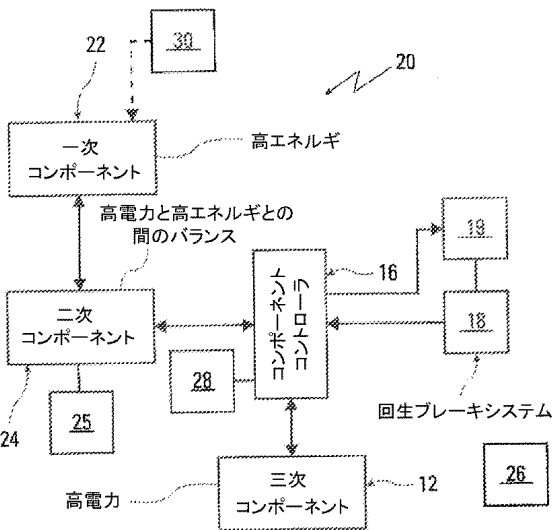
従来技術



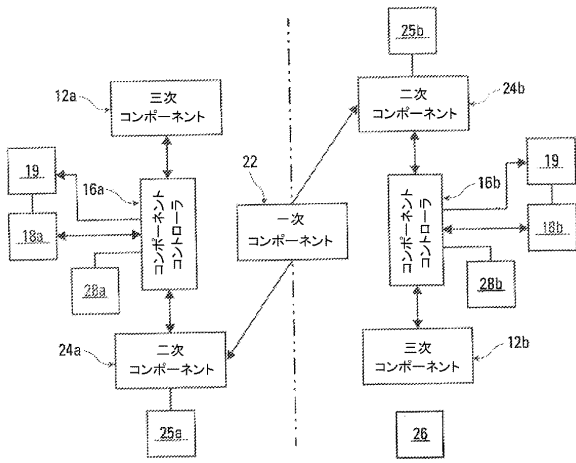
【図 1 B】



【図 2】



【図 3】



10

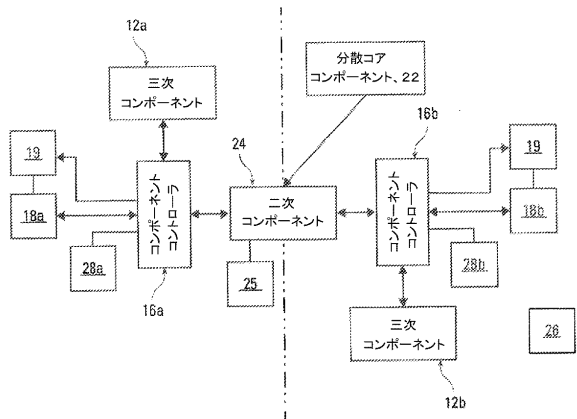
20

30

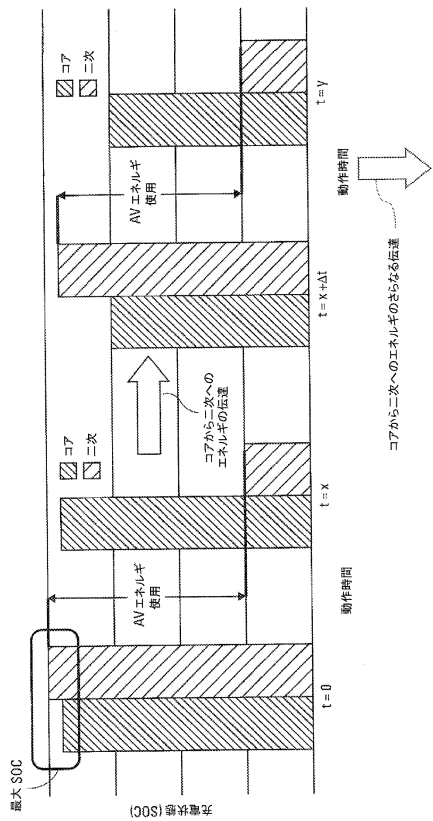
40

50

【図 4】



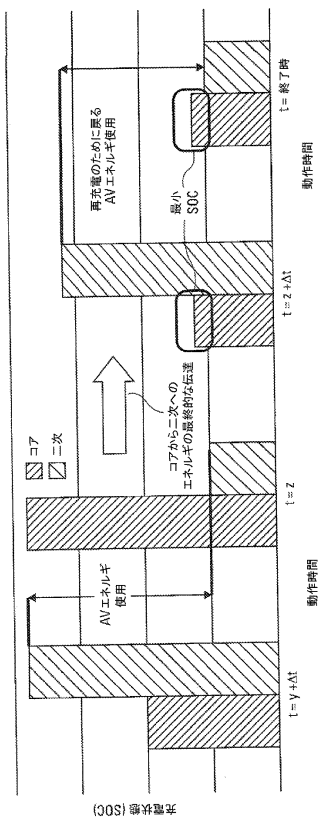
【図 5】



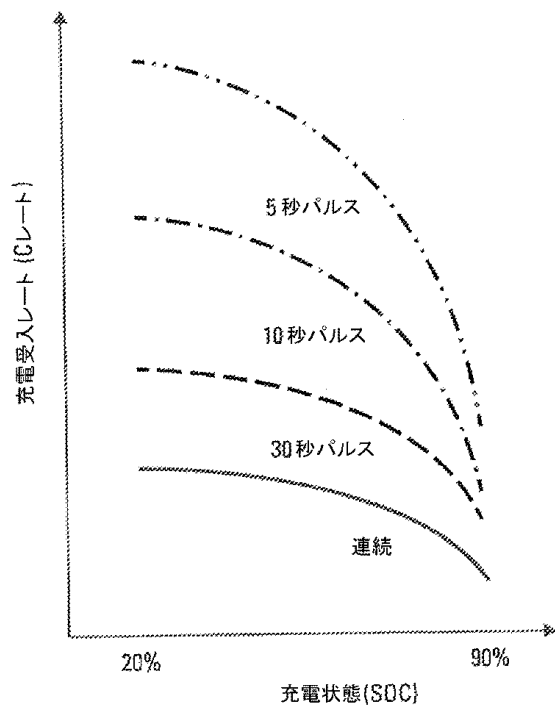
10

20

【図 6】



【図 7】

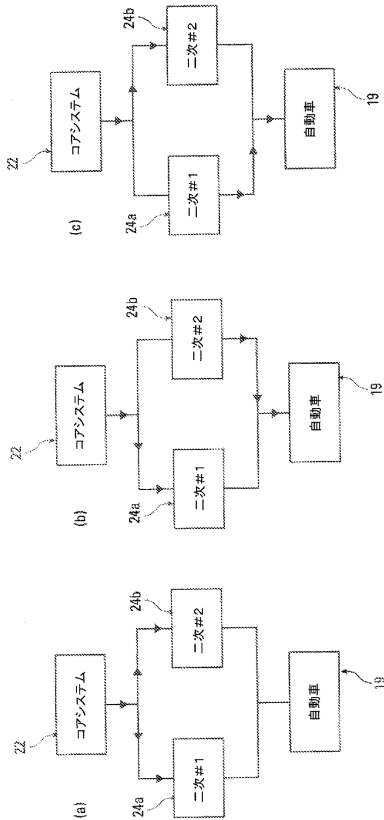


30

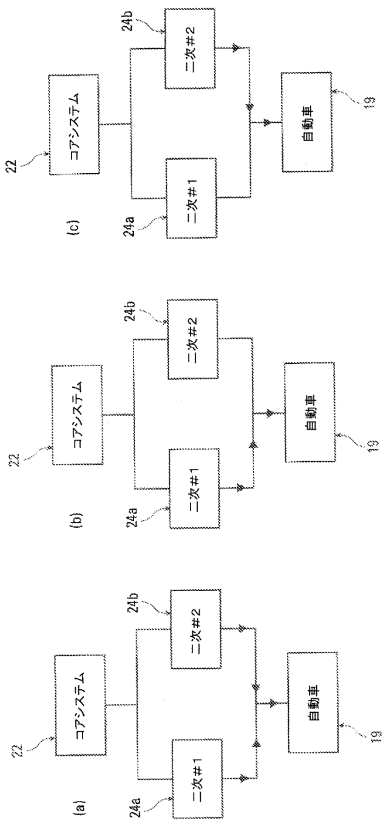
40

50

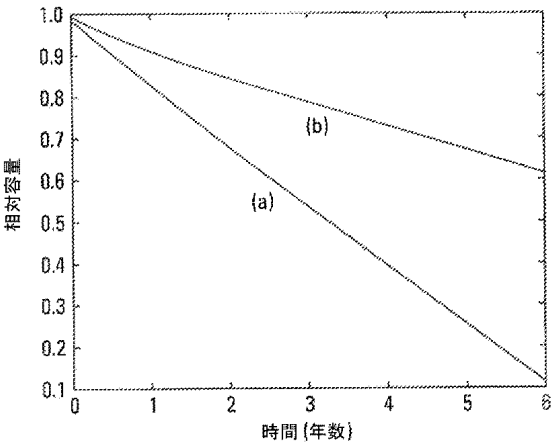
【図 8 A】



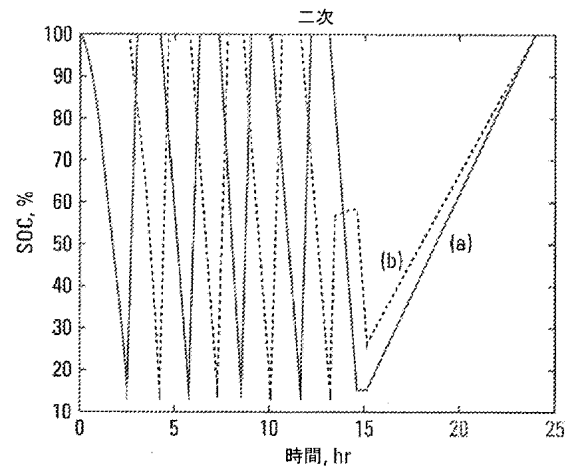
【図 8 B】



【図 9】



【図 10】



10

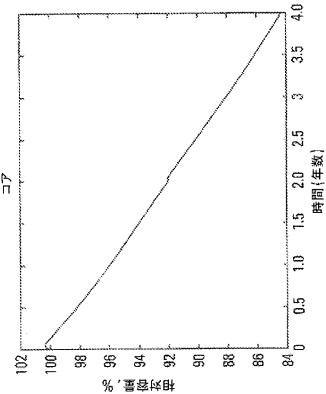
20

30

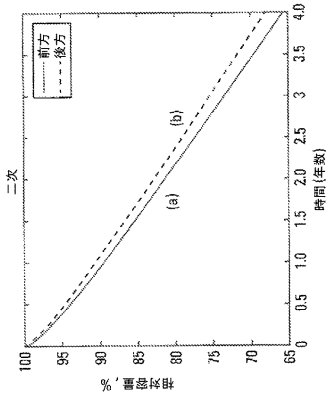
40

50

【図 11】



11B



11A

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 2 2 - 0 2 6 4 5 5 (J P , A)
特開 2 0 2 2 - 0 1 1 9 7 7 (J P , A)
特開 2 0 2 1 - 1 6 4 1 8 8 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 1 6 5 7 1 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 8 5 4 1 3 (J P , A)
特表 2 0 2 2 - 5 0 5 8 2 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 2 1 / 0 0 0 1 7 4 9 (U S , A 1)
中国特許出願公開第 1 1 0 5 4 9 9 0 5 (C N , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
B 6 0 L 7 / 1 2
B 6 0 L 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0
H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 1 M 1 0 / 4 4