

(11)特許出願公開番号

特開2012-249484

(P2012-249484A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

H02J 7/00 (2006.01)

H02 J 7/00

A

5G066

H02J 3/38 (2006.01)

H02 J 3/38

C

5G503

HO 1 M 10/44 (2006.01)

HO 1 M 10/44

P

5H030

HO 1 M 10/48 (2006.01)

HO 1 M 10/48

P

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2011-121223 (P2011-121223)

(22) 出願日 平成23年5月31日 (2011. 5. 31)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(74) 代理人 100098660

弁理士 戸田 裕二

(74) 代理人 100091720

弁理士 岩崎 重美

(72) 發明者 山内 晋

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社日立製作所

日立研究所内

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 蓄電システム

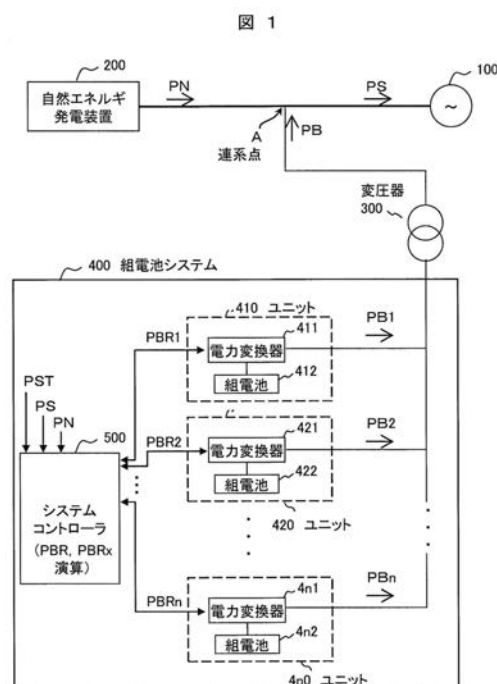
(57) 【要約】

【課題】組電池システムの劣化や寿命低下を促進することなく組電池システムを制御するための充放電技術の提供を課題とする。ここに、本発明は、二次電池と電力変換器とをユニットとし、前記ユニットが複数並列接続され各ユニットの充放電電力を制御する機能を備えた組電池システムであって、組電池システムは各ユニットが充電もしくは放電を少なくとも 1 回以上実施した場合、所定の休止時間を経過するまでは充放電を実施しないよう各ユニットの充放電を制御することを特徴とする。

【解決手段】上記課題は、二次電池と電力変換器とをユニットとし、前記ユニットが複数並列接続され各ユニットの充放電電力を制御する機能を備えた組電池システムにおいて、組電池システムは各ユニットが充電もしくは放電を少なくとも1回以上実施した場合、所定の休止時間を経過するまでは充放電を実施しないよう各ユニットの充放電を制御する、ことにより解決することができる。

○

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

蓄電器と電力変換器とをユニットとして、このユニットを複数、電氣的に並列に接続し、各ユニットの充放電電力を制御する機能を備えた蓄電システムであって、前記各ユニットが充電もしくは放電を少なくとも 1 回以上実施した場合、所定の休止時間を経過するまでは充放電を実施しないよう前記各ユニットの充放電を制御することを特徴とする蓄電システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、放電の場合には、前記各ユニットの SOC が高い順に、放電に用いるユニットを選択して使用し、充電の場合には、SOC が低い順に、充電に用いるユニットを選択して使用することを特徴とする蓄電システム。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、前記各ユニットを構成する蓄電器に使用されるセルの材料に応じて休止時間を設定し、オリビン酸系では 1 8 0 sec ~ 9 0 0 sec、コバルト酸リチウム系では 1 2 0 sec ~ 8 4 0 sec、ニッケル・コバルト酸リチウム系では 6 0 sec ~ 7 8 0 sec とすることを特徴とする蓄電システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、前記各ユニットの SOC に応じて、SOC が大きいほど休止時間が短くなるよう設定することを特徴とする蓄電システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、休止中のユニットが存在し、システムに要求される電力が休止中のユニットを除いた全ユニットが出力可能な電力の合計値を上回る場合には、休止時間に関わらず前記各ユニットの充放電を制御することを特徴とする蓄電システム。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、系統に供給した電力と系統の要求電力の差からシステムの出力の補正值を演算する出力補正部と、前記出力補正部の出力と系統の要求電力と発電装置から供給される電力に基づいてシステムの目標出力を演算する目標値演算部と、前記各ユニットの出力値または出力の目標値に基づいて前記各ユニットの休止時間を演算する休止時間演算部と、前記出力補正部の出力と、前記目標値演算部の出力と、前記各ユニットの充電状態である SOC と、前記休止時間演算部の出力に基づいて、前記各ユニットに対応する充放電指令値の配分を決定する充放電指令値配分部とを有することを特徴とする蓄電システム。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば電力系統の負荷変動を抑制するために用いられる蓄電システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

風力発電や太陽光発電等の自然エネルギーを利用する自然エネルギー発電装置の電力系統への導入に伴い、それに連系する電力系統に周波数変動や電圧変動等の悪影響を及ぼす可能性がある。その対策の一つとして、自然エネルギー発電装置に蓄電装置を併設し、その電力系統の電圧変動を抑制する方法が提案されている。例えば、特許文献 1 に記載の自然エネルギー発電装置の出力変動を補償する蓄電装置は、互いに並列接続された複数のリチウム電池の直列電池ユニットと制御装置を具備した組電池システムを構成し、自然エネルギー発電装置の出力変動に応じて充放電を切り替えるものである。また、各直列電池ユニットには、電流制御素子が備えられており、電池ユニットの電圧、温度、内部抵抗またはユニットを構成する電池セルの電圧、温度、内部抵抗に応じて、電流制御素子を制御し、各ユニット間で電圧のばらつきが生じないように制御している。

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-29015号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の組電池システムでは、例えば他のユニットに比べて容量が小さいユニットが存在した場合、充放電によってユニット間に電圧差を生じさせないために容量が大きいユニットへ負荷を集中させるよう電流制御素子が制御され、当該ユニットに負荷が集中することになる。このような使用方法を継続すると、電池の劣化が促進され最終的には組電池システムの寿命が短くなる可能性がある。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本願の代表的な発明は、長寿命化を図ることができる蓄電システムを提供する。

【0006】

ここに、本願の代表的な発明は、蓄電器と電力変換器とをユニットとし、このユニットを複数、電氣的と並列に接続し、各ユニットの充放電電力を制御する機能を備えた蓄電システムであって、各ユニットが充電もしくは放電を少なくとも1回以上実施した場合、所定の休止時間を経過するまでは充放電を実施しないように各ユニットの充放電を制御することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0007】

本願の代表的な発明によれば、蓄電器の劣化による寿命低下促進を抑制できるので、蓄電システムの長寿命化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施形態における組電池システムの構成例。

【図2】組電池システムのシステムコントローラの構成例。

【図3】休止時間の演算方法の一例。

30

【図4】休止時間の演算方法の一例。

【図5】充放電出力の配分方法の一例。

【図6】充放電出力の配分方法の一例。

【図7】本発明の実施形態におけるフローチャートの一例。

【図8】本発明の実施形態におけるフローチャートの一例。

【図9】タイムチャートの一例。

【図10】リチウム電池セルの材料の違いによる600sec間の電圧プロファイルの一例。

【図11】600sec間の電圧プロファイルの計測方法の一例。

【図12】休止時間の決定方法の一例。

40

【図13】材料ごとの休止時間の計測結果。

【図14】オリビン酸系のリチウム電池セルにおける600secのセル電圧の計測結果。

【図15】コバルト酸リチウム系のリチウム電池セルにおける600secのセル電圧の計測結果。

【図16】ニッケル・コバルト酸リチウム系のリチウム電池セルにおける600secのセル電圧の計測結果。

【図17】オリビン酸系，コバルト酸リチウム系，ニッケル・コバルト酸リチウム系のリチウム電池セルにおける、SOC毎の休止時間の設定値の一例。

【発明を実施するための形態】

【0009】

50

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【実施例 1】

【0010】

以下本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0011】

図 1 は本発明の適用例の一例である。電力系統 100 には自然エネルギー発電装置 200 と変圧器 300 を介して組電池システム 400 が接続され、自然エネルギー発電装置からの出力電力 P_N と組電池システムからの出力電力 P_B が連系点 A で合流して P_S となり電力系統へ供給される。組電池システムは、電力変換器 411 とリチウム電池セルが複数直列並列接続された組電池 412 とを構成単位とするユニットが複数並列接続され、さらに各

10

【0012】

図 2 に上記システムコントローラの構成について詳細を示す。

【0013】

システムコントローラは、電力系統の要求電力 P_{ST} と実際に供給された電力 P_S の差を積算し組電池システムの出力 P_B の補正值 P_{SC} を演算する出力補正部 501、電力系統の要求電力 P_{ST} と補正值 P_{SC} の加算結果から自然エネルギー発電装置の出力電力 P_N を減算し組電池システムの目標充放電電力 P_{BR} を求める充放電電力目標値演算手段 502、ユニットの充放電電力 P_{Bx} または充放電電力の指令値 P_{BRx} から各ユニットの充放電後の休止時間 B_{Tx} を演算する休止時間演算部 503、 P_{BR} と各ユニットの充電状態である SOC_x (State of Charge) と B_{Tx} から各ユニットへの充放電指令値 P_{BRx} を演算する充放電指令値配分部 504 で構成される。なお SOC は電池容量に対して充電している電気量を比率で表したものである。

20

【0014】

さらに、図 3 および図 4 を用いて休止時間演算部 503 での休止時間の演算方法を説明する。

30

【0015】

図 3 は P_{Bx} を用いて休止時間を求めるケースを示す。 P_{Bx} の絶対値が所定値 P 以下となる時刻 t_1 からシステムコントローラ内の制御周期毎に制御周期の時間と一致した値を積算し B_{Tx} とする。

【0016】

なお、所定値 P の決定方法は、各ユニットの最大出力に対して十分小さな値とし、例えば電力、電圧、電流、の各センサの誤差を考慮してその各センサによる計測誤差以上となるよう決定する。また、十分小さい値として予め所定値を与えても良い。

【0017】

図 4 には、 P_{BRx} を用いて休止時間を求めるケースを示す。

40

【0018】

この場合は $P_{BRx} = 0$ が成立した時刻 t_2 からシステムコントローラ内の制御周期毎に制御周期の時間と一致した値を積算し B_{Tx} とする。

【0019】

次に、図 5 と図 6 を用いて充放電指令値配分部 504 の動作について詳細を説明する。

【0020】

図 5 (a) は放電場合の充放電指令値の配分方法を示す。

【0021】

充放電指令値配分部では、各ユニットの SOC の情報に基づき、 SOC が高い順にユニ

50

ットの放電最大出力値 $PBDM$ を配置する。

【 0 0 2 2 】

図 5 の (a) では、ユニット 4 1 0 , ユニット 4 2 0 , ユニット 4 3 0 の順に SOC が高かったものとして表わしている。従って、優先順位は上記の順となり、この場合の充放電指令値 $PBRx$ はユニット 4 1 0 に放電最大出力値である $PBDM1$ 、ユニット 4 2 0 には PBR から $PBDM1$ を減算した値が配分される。また、その他のユニットへの $PBRx$ はゼロとなる。

【 0 0 2 3 】

同様に図 5 (b) は充電の場合を示している。充電の場合は、 SOC が低い順に優先順位が付けられ、図 5 (b) では、ユニット 4 1 0 , ユニット 4 2 0 , ユニット 4 3 0 の順に SOC が低い場合を示している。従って、 $PBRx$ はユニット 4 1 0 に充電最大出力値である $PBCM1$ 、ユニット 4 2 0 には $PBRx$ から $PBCM1$ を減算した値が配分される。放電同様にその他のユニットへの $PBRx$ はゼロとなる。

【 0 0 2 4 】

次に、図 6 を用いて休止時間が短く使用できないユニットがある場合の動作について説明する。

【 0 0 2 5 】

図 6 (a) は、ユニット 4 1 0 の休止時間が短く使用不可と判定されている場合の放電の例を示している。ユニット 4 1 0 は SOC の大きさに関わらず使用不可とされ、ユニットの優先順位はユニット 4 2 0 , ユニット 4 3 0 , ユニット 4 4 0 となる。従って、ユニット 4 2 0 の $PBRx$ は $PBDM2$ 、ユニット 4 3 0 には PBR から $PBDM2$ を減算した値となる。その他のユニット、そしてユニット 4 1 0 の $PBRx$ はゼロとなる。休止時間により使用不可判定を実施する方法については後述する。

【 0 0 2 6 】

同様に図 6 (b) は充電の例を示している。

【 0 0 2 7 】

ユニット 4 1 0 の使用時間が短い時は、ユニット 4 1 0 が不使用と判定され、ユニットの優先順位はユニット 4 2 0 , ユニット 4 3 0 , ユニット 4 4 0 となる。従って、ユニット 4 2 0 の $PBRx$ は $PBCM2$ 、ユニット 4 3 0 には PBR から $PBCM2$ を減算した値となる。その他のユニット、そしてユニット 4 1 0 の $PBRx$ はゼロとなる。

【 0 0 2 8 】

図 7 に、本発明を適用した組電池システムが放電する場合のフローチャートの一例を示す。

【 0 0 2 9 】

システムコントローラの起動 ($Start$) 後、 $S701$ でシステムコントローラは系統電力 PS , 系統要求電力 PST , 自然エネルギー発電装置の出力 PN , 各ユニットの充電状態 $SOCx$, 充放電電力 PBx , 充放電最大出力値 $PBDMx$, $PBCMx$ を計測し、さらに $S702$ で、組電池システムの出力補正值 PSC , システムの出力目標値 PBR , 各ユニットの休止時間 PBx を演算する。そして $S703$ で、休止時間 BTx と所定値 LT を比較し、 $S703$ の処理が成立した場合は $S704$ にて条件が成立したユニットを不使用ユニットの候補とする。 $S703$ の処理が非成立、または $S704$ の処理の終了後は $S705$ となり、全ユニットの $PBDM$ の合計値から不使用ユニットの候補となったユニットの $PBDM$ の合計を減算し、その結果を PBR と比較する。なお、不使用ユニットが無い場合は不使用ユニットの $PBDM$ の合計値はゼロである。 $S705$ が成立した場合は、不使用ユニットを抜いて残ったユニットに PBR を配分することが可能であることを意味するため、 $S706$ にて不使用候補だったユニットを不使用と決定する。 $S705$ が非成立の場合は、残ったユニットで PBR を配分しきれず出力が不足することを意味するため、 $S707$ にて不使用ユニット「無し」とし $S708$ へ移行する。 $S708$ では、 $SOCx$ の高い順に放電の優先順位を決定し、 $S709$ にて前述の方法に従い充放電指令値 $PBRx$ 演算し各ユニットへ $PBRx$ を配分する。システムコントローラが起動している間

10

20

30

40

50

は、S 7 0 1 から S 7 0 9 を繰り返し実行する。なお、所定値 L T の決定方法について後述する。

【 0 0 3 0 】

同様に図 8 に、本発明を適用した組電池システムが充電する場合のフローチャートの一例を示す。

【 0 0 3 1 】

S 8 0 1 でシステムコントローラは系統電力 P S , 系統要求電力 P S T , 自然エネルギー発電装置の出力 P N , 各ユニットの充電状態 S O C x , 充放電電力 P B x , 充放電最大出力値 P B D M x , P B C M x を計測し、さらに S 8 0 2 で、組電池システムの出力補正值 P S C , システムの出力目標値 P B R , 各ユニットの休止時間 P B x を演算する。そして S 8 0 3 で、休止時間 B T x と所定値 L T を比較し、S 8 0 3 の処理が成立した場合は S 8 0 4 にて条件が成立したユニットを不使用ユニットの候補とする。S 8 0 3 の処理が非成立、または S 8 0 4 の処理の終了後は S 8 0 5 となり、全ユニットの P B C M の合計値から不使用ユニットの候補となったユニットの P B C M の合計を減算し、その結果を P B R と比較する。なお、不使用ユニットが無い場合は不使用ユニットの P B C M の合計値はゼロである。S 8 0 5 が成立した場合は、不使用ユニットを抜いて残ったユニットに P B R を配分することが可能であることを意味するため、S 8 0 6 にて不使用候補だったユニットを不使用と決定する。S 8 0 5 が非成立の場合は、残ったユニットで P B R を配分しきれず出力が不足することを意味するため、S 8 0 7 にて不使用ユニット「無し」とし S 8 0 8 へ移行する。S 8 0 8 では、S O C x の低い順に放電の優先順位を決定し、S 8 0 9 にて前述の方法に従い充放電指令値 P B R x 演算し各ユニットへ P B R x を配分する。システムコントローラが起動している間は、S 8 0 1 から S 8 0 9 を繰り返し実行する。

【 0 0 3 2 】

図 9 は、図 7 のフローチャートを実行し、組電池システムを放電した場合のタイムチャートの一例である。

【 0 0 3 3 】

ここでは簡単のため組電池システム内にユニットが 2 つ (ユニット 1 , ユニット 2) の場合を示している。また、両ユニットの容量は同じであるが、ユニット 1 の S O C 1 がわずかにユニット 2 よりも大きいとする。

【 0 0 3 4 】

ある時刻 T 0 から T 1 までは P B R が最大値で放電した場合であり、ユニット 1 およびユニット 2 の両方もが放電し S O C が低下する。ここで、時刻 T 1 から P B R が最大値から P 1 に低下し、どちらかのユニットで出力が賄えるようになると、S O C が小さいユニット 2 の放電が停止し、ユニットの停止時間 B T 2 が積算される。その後は、ユニット 1 のみが放電し、時刻 T 2 で各ユニットの S O C が一致して、T 2 以降はユニット 1 の S O C がユニット 2 よりも小さくなるものの、ユニット 2 の休止時間が所定値 L T に到達していないためにユニット 1 の放電は、B T 2 が L T に到達する T 3 まで継続される。T 3 からは、ユニット 2 が放電となりこの間 P B R が P 2 に変更されたとしても、ユニット 2 で賄える範囲であればユニット 2 のみでの放電が継続され、時刻 T 5 でユニット 1 とユニット 2 の S O C が等しくなるものの、ユニット 1 の休止時間 B T 1 が L T に到達する T 6 まではユニット 2 の放電が継続される。

【 0 0 3 5 】

次に、図 1 0 から図 1 7 を用いて、休止時間 L T の決定方法について説明する。

【 0 0 3 6 】

まず、図 1 0 に、現在のリチウム電池セルに一般的に使用される材料であるオリビン酸系、コバルト酸リチウム系、ニッケルコバルト酸リチウム系の材料を用いて作成したリチウム電池 (1 8 6 5 0 型) の S O C 4 0 % におけるセル電圧の経過を示す。このグラフは、図 1 1 に示すように、各電池セルともに、S O C 2 0 % から 0 . 5 C の定電流充電を行い S O C 4 0 % に到達後 6 0 0 sec 放置した際のセルのプロフィールである。時間 0 sec は充電を停止した時刻を示している。いずれのセルも充電停止直後の電圧の降下が大きく、

10

20

30

40

50

600 secが経過する頃には殆ど電圧の変化が無い。この現象は分極電圧と呼ばれ、充放電によってリチウム電池の電極表面のイオンが材料の内部に拡散して行くことに主要因である。イオンが拡散しきらない内に充放電を行うと、電極表面でイオンが結晶化してしまい電極表面を覆うことや電解液との反応により電極表面の状態が悪化して、リチウム電池の性能が低下する。従って、休止時間は拡散が進み、時間に対する電圧の変化が十分に小さくなるまで設定するのが望ましい。

【0037】

そこで、図12に休止時の計算例を示す。

【0038】

図10の結果から、ここでは一例として600 secの電圧を基準として充電停止直後(100 sec)での電圧との差がA%低下した時間を休止時間とした。

10

【0039】

図13に、図10のデータから各セルでA = 80%として休止時間を算出した結果を示す。

【0040】

この結果、オリビン酸系では約420 sec、コバルト酸リチウム系は約360 sec、ニッケル・コバルト酸リチウム系では約300 secとなり、材料により休止時間が異なることが分かった。

【0041】

さらに図14から図16には各材料において600 secのセル電圧のプロフィールをSOC40%とSOC60%で計測した場合の結果を示す。

20

【0042】

いずれにおいても、SOC60%の方が、電圧変化が平坦になるまでの時間が約60 sec程度短くなる傾向が見られた。

【0043】

そこで、図17にSOC40%とSOC60%における休止時間の結果を外挿しSOC0%から100%までの休止時間を求めた結果を示す。

【0044】

この結果、オリビン酸系のリチウム電池の場合は約240 secから540 sec、コバルト酸リチウム系のリチウム電池の場合は約180 secから480 sec、ニッケル・コバルト酸リチウム系のリチウム電池の場合は約120 secから420 sec程度の時間を、休止時間の所定値LTとしてSOCに応じて与えるのが良い。

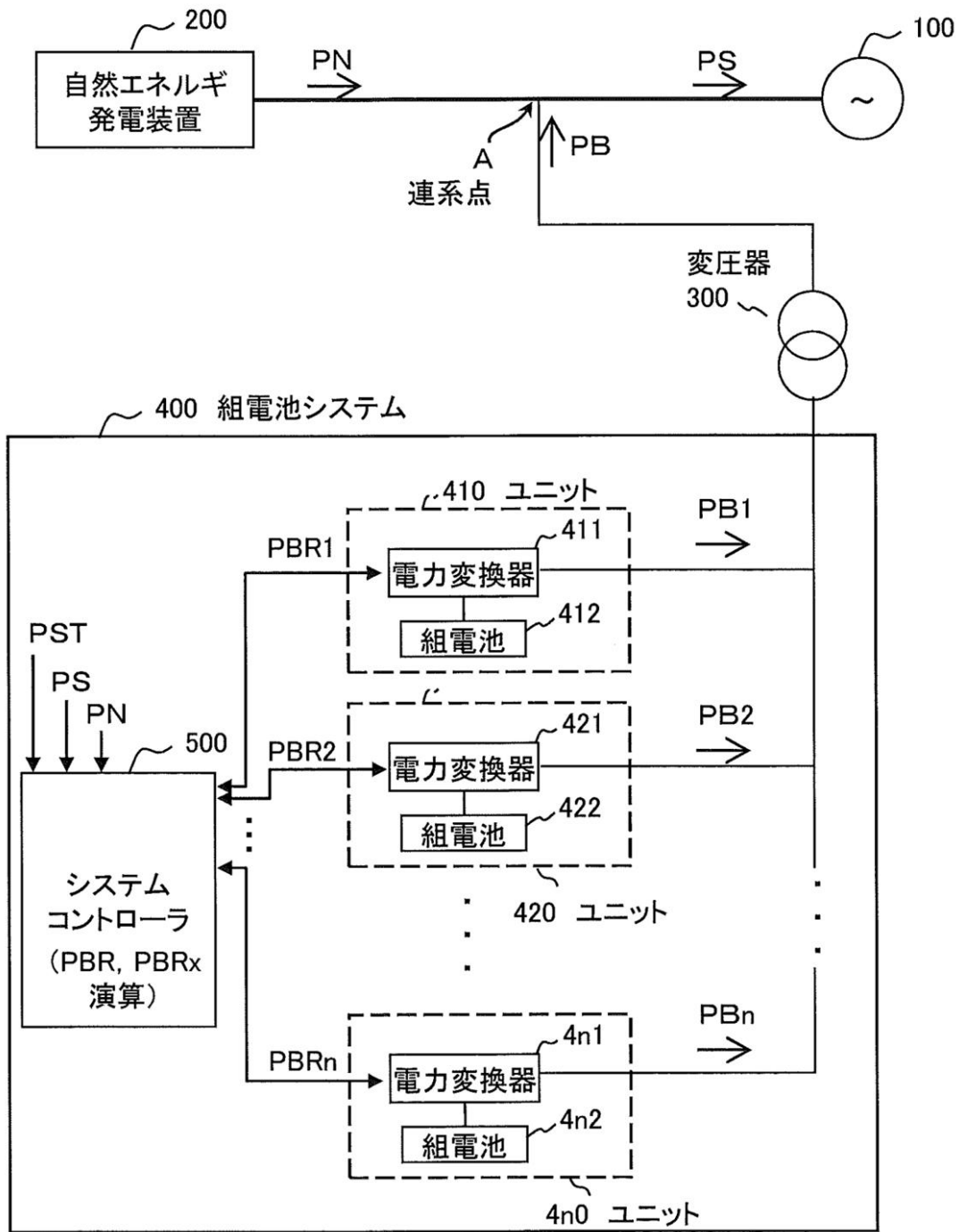
30

【0045】

また、本実施形態では休止時間を求める際のAの値を80%としたが、電池を適用する用途や要求される寿命によってAの値は変わる。このため、Aを小さくした場合は、LTの値を図17よりも短く、Aを大きくした場合は大きくする必要がある。

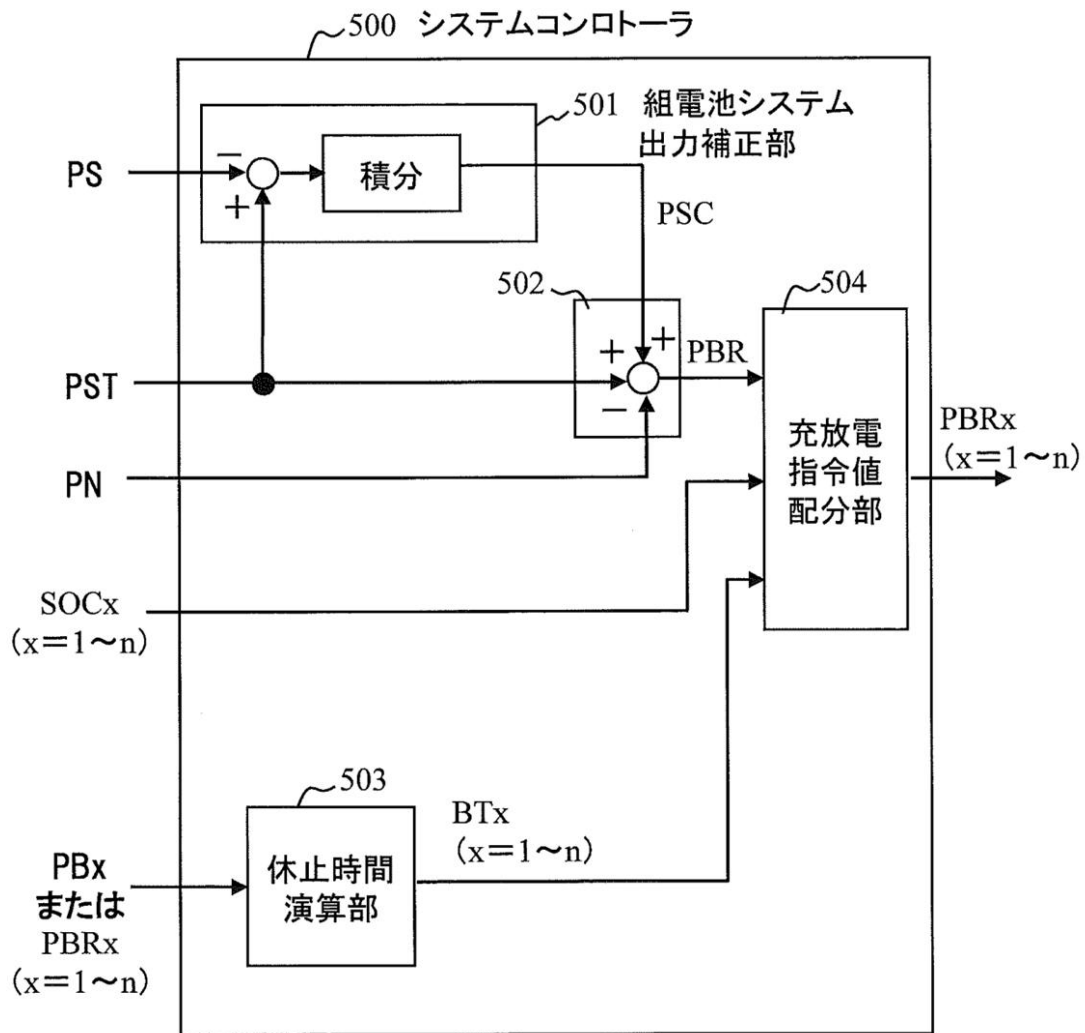
【図 1】

図 1



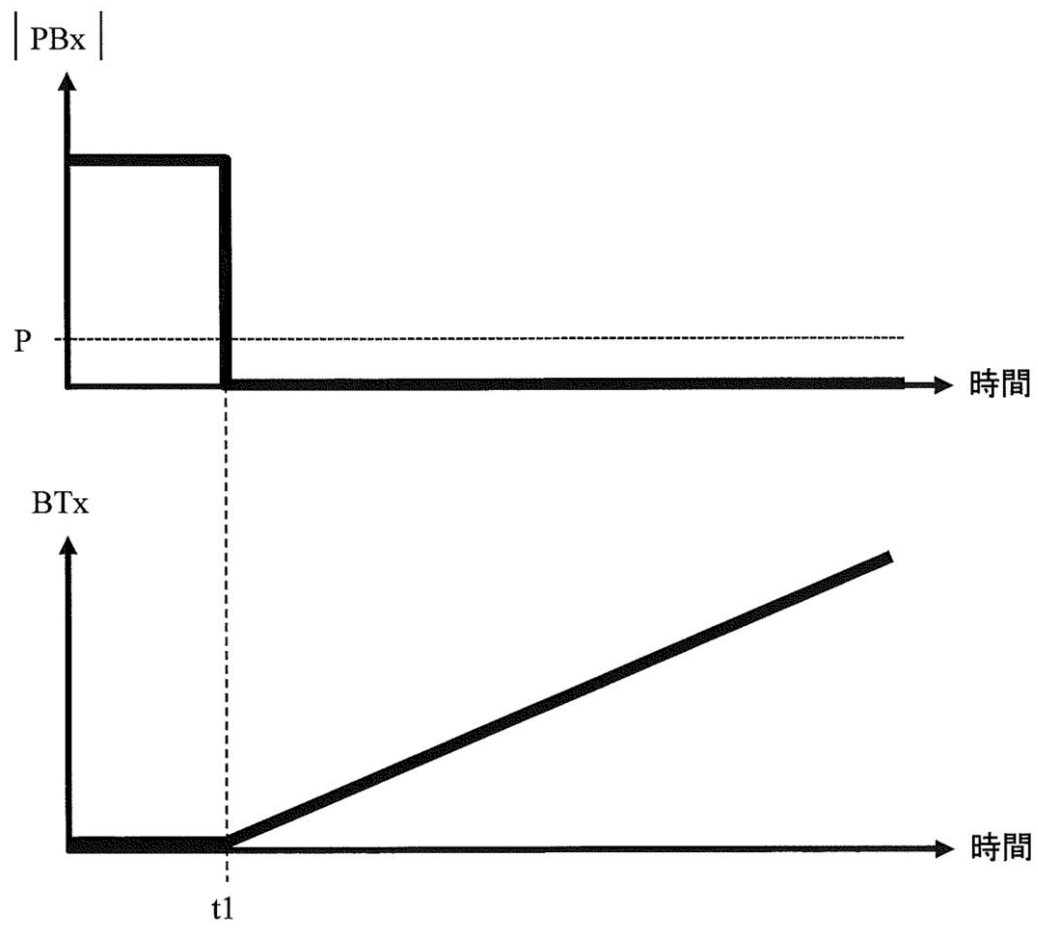
【図 2】

図 2



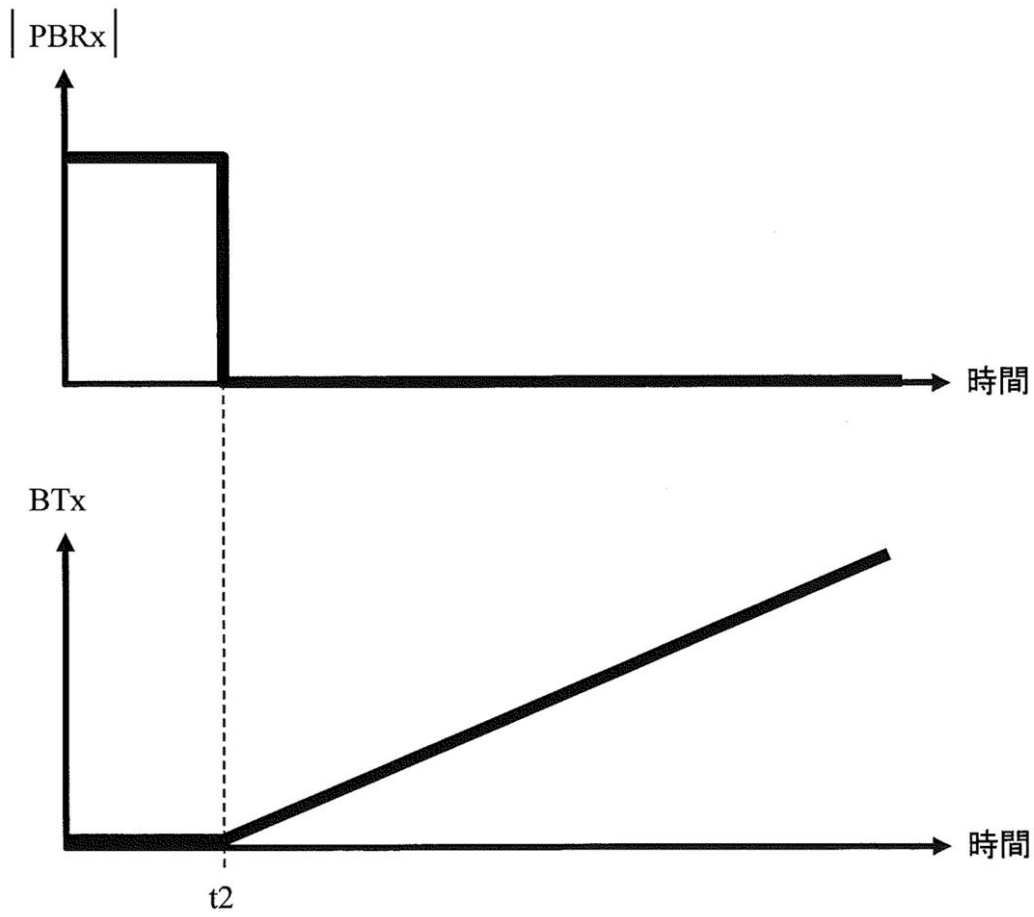
【 図 3 】

図 3



【 図 4 】

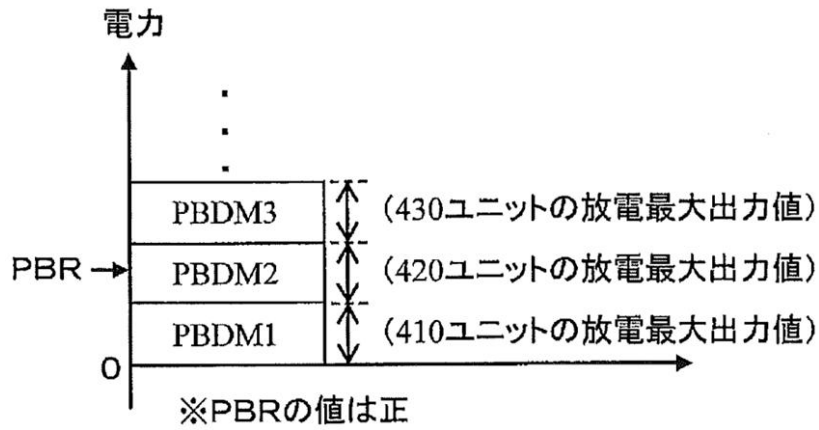
図 4



【図 5】

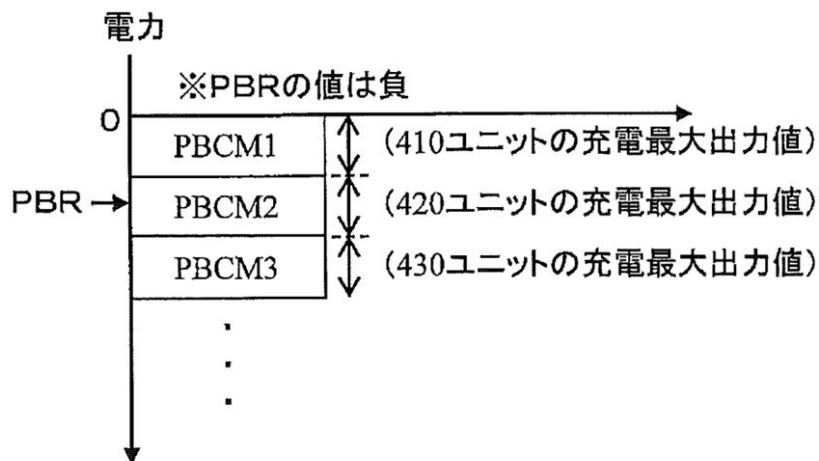
図 5

(a) 放電の場合



PBDM1, PBDM2, PBDM3の並びは、SOC(%)の高い順

(b) 充電の場合

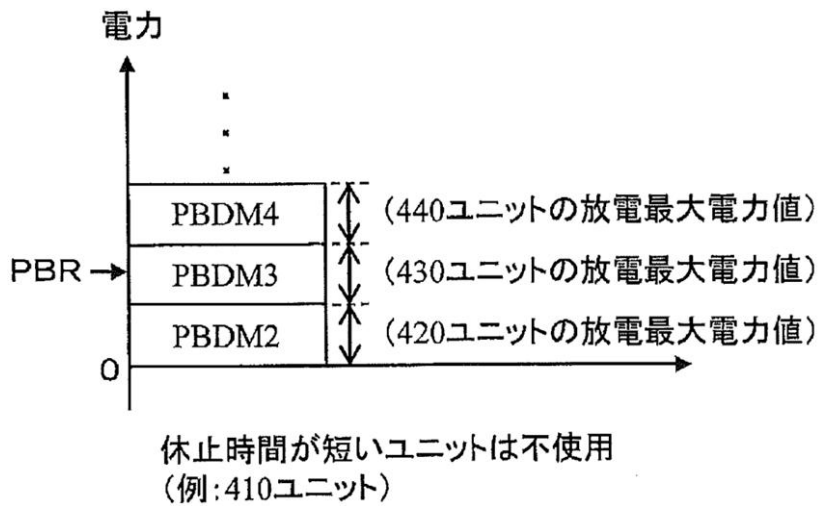


PBCM1, PBCM2, PBCM3の並びは、SOC(%)の低い順

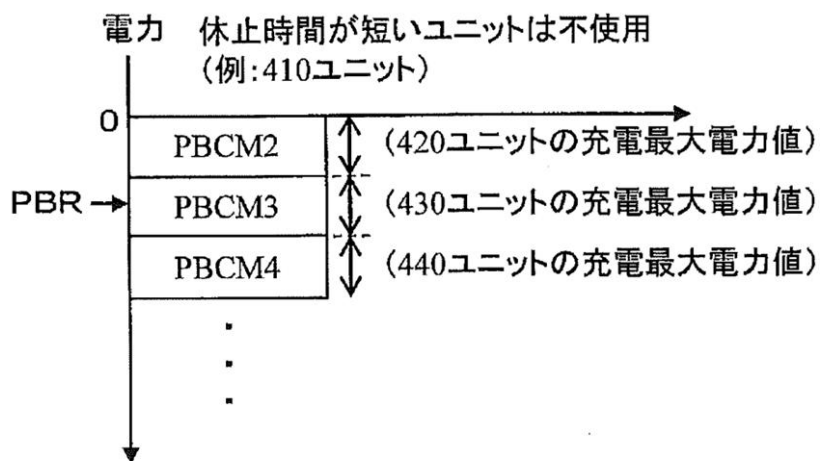
【図 6】

図 6

(a) 放電の場合

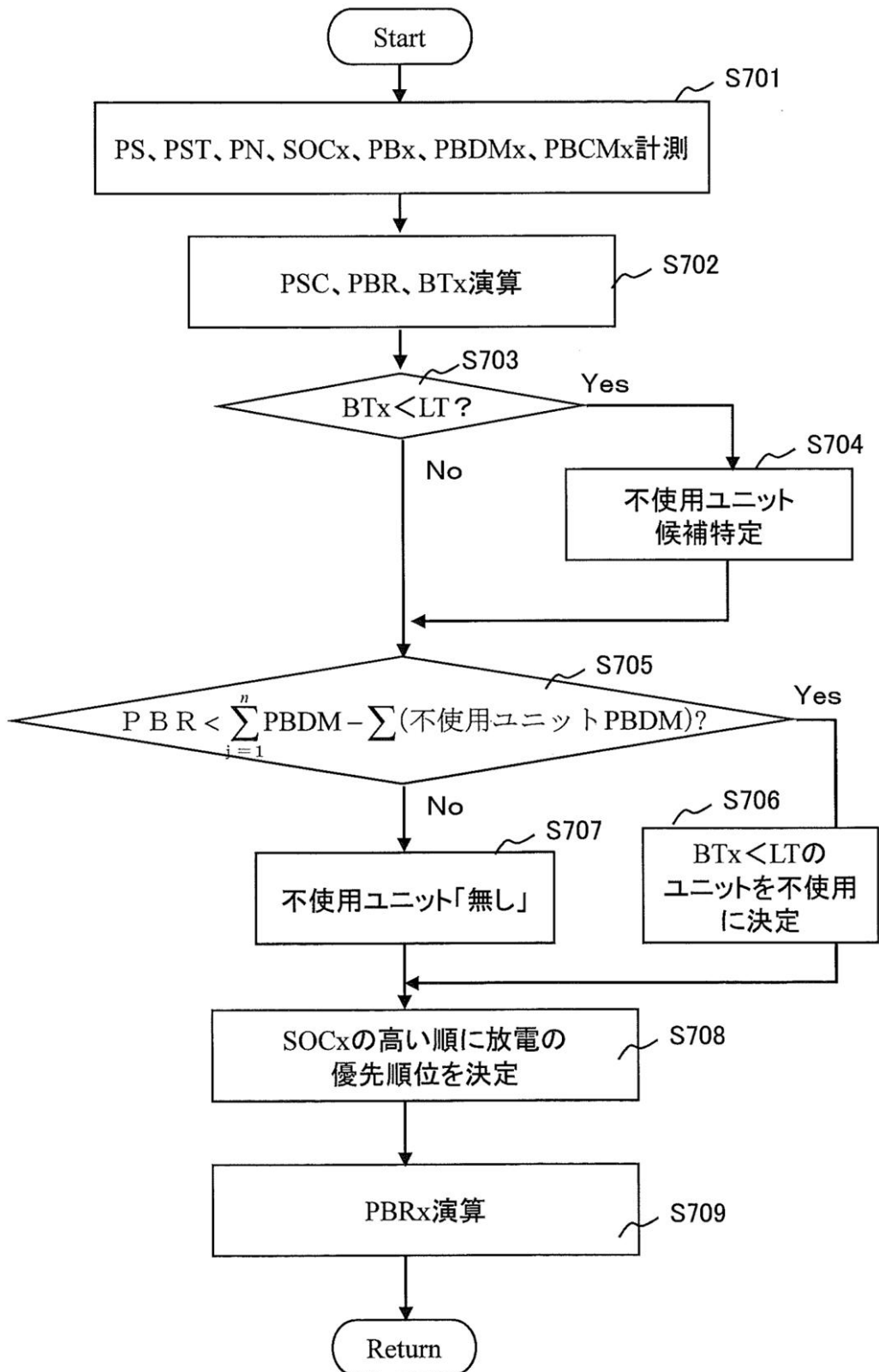


(b) 充電の場合



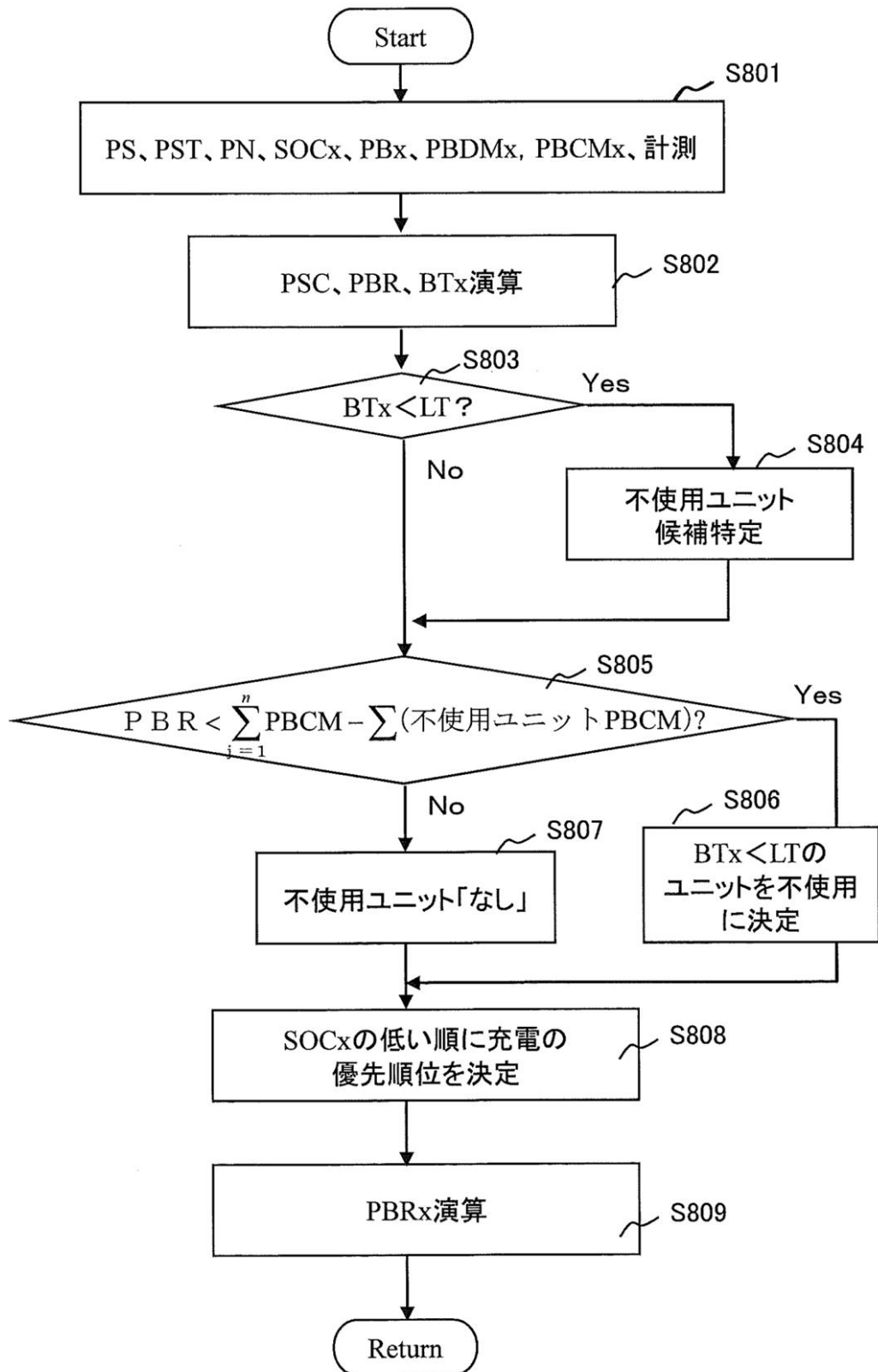
【図 7】

図 7



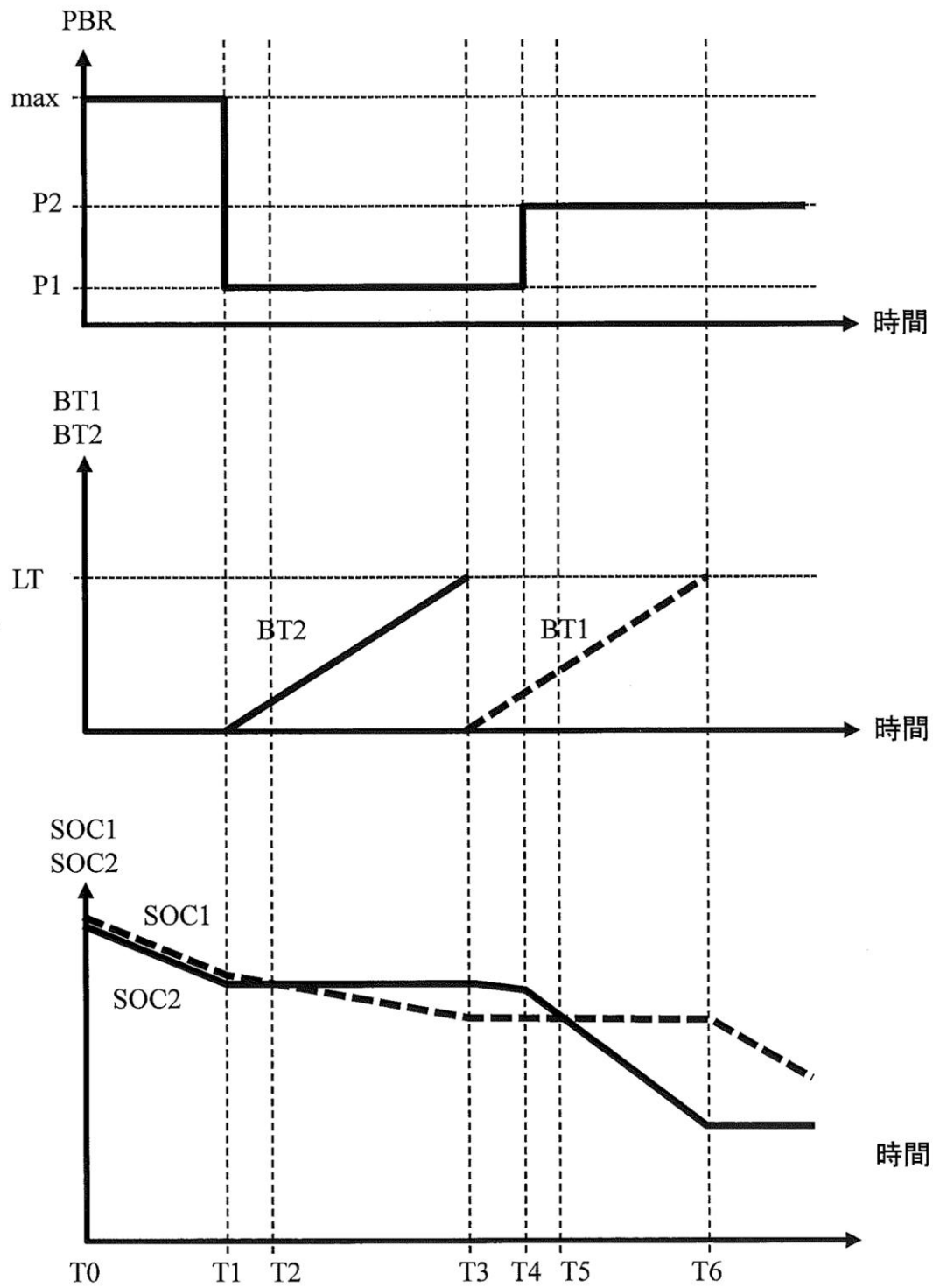
【図 8】

図 8



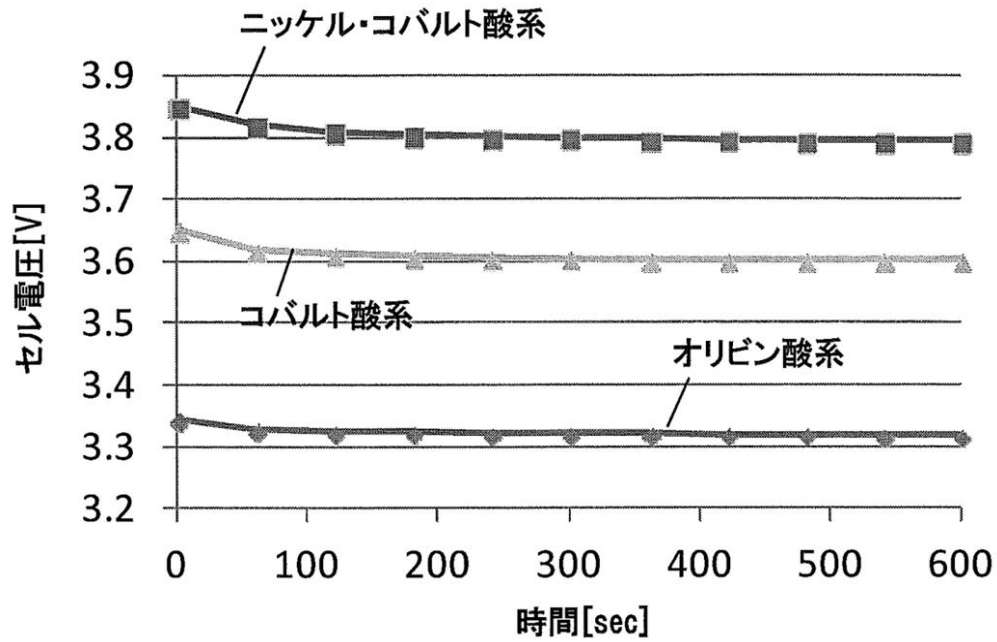
【図 9】

図 9



【図 10】

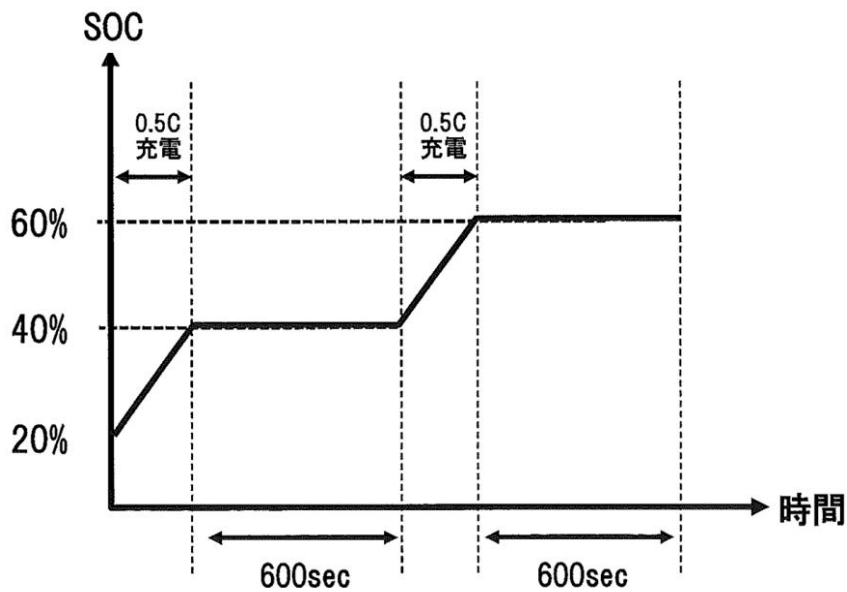
図 10



【図 11】

図 11

セル電圧の計測方法

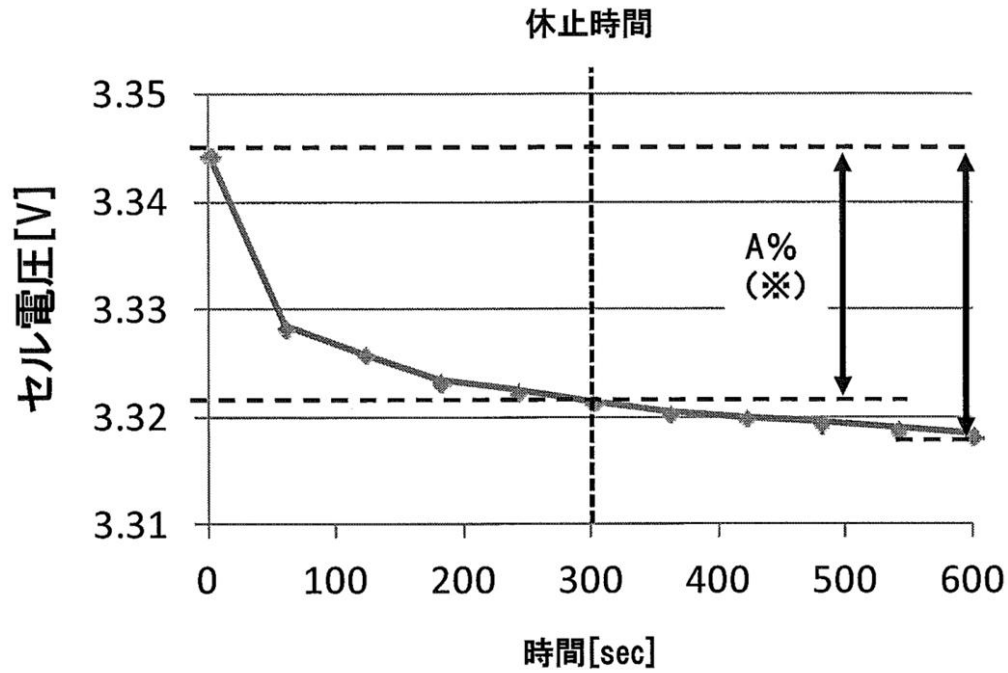


材質が異なるセルで600sec間のセル電圧を計測

【図 1 2】

図 12

休止電圧の計算例

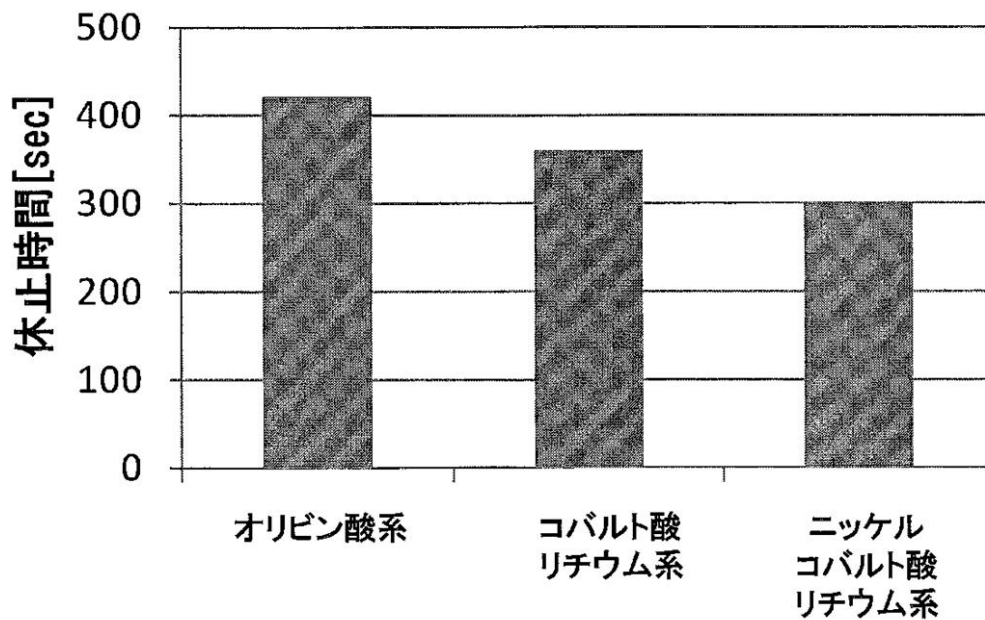


(※): 600sec時のセル電圧のA%相当

【図 1 3】

図 13

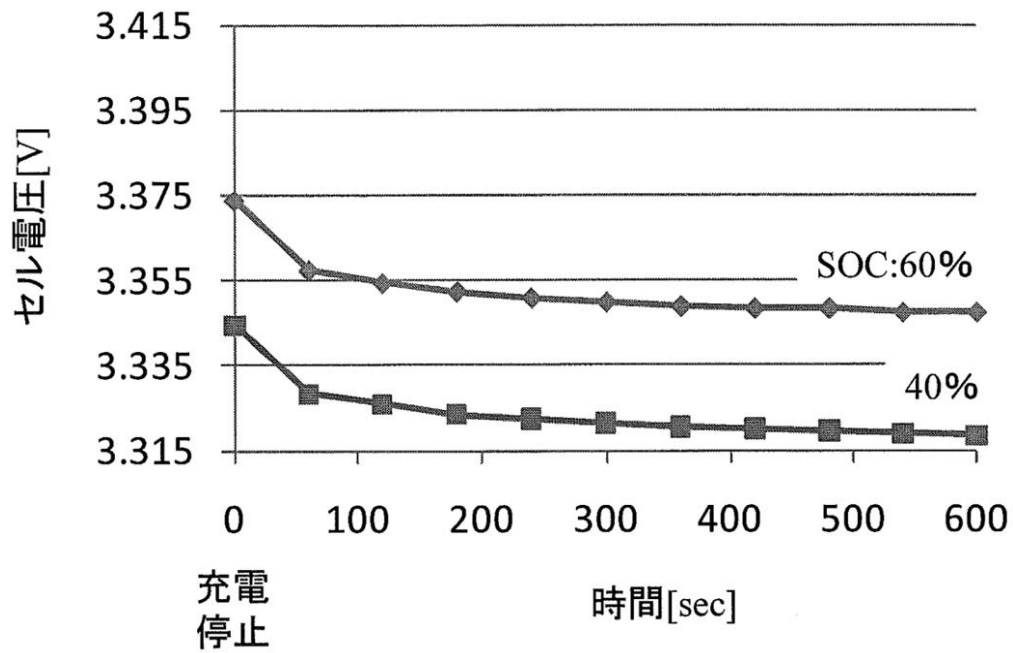
材料ごとの休止時間(A=80%電圧)



【図 14】

図 14

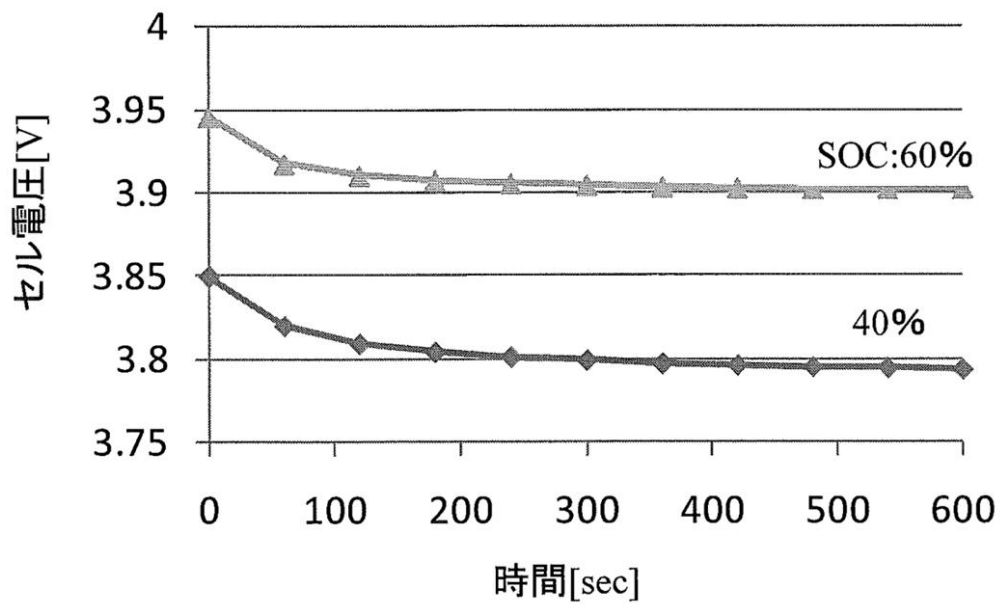
オリビン酸系のセル電圧



【図 15】

図 15

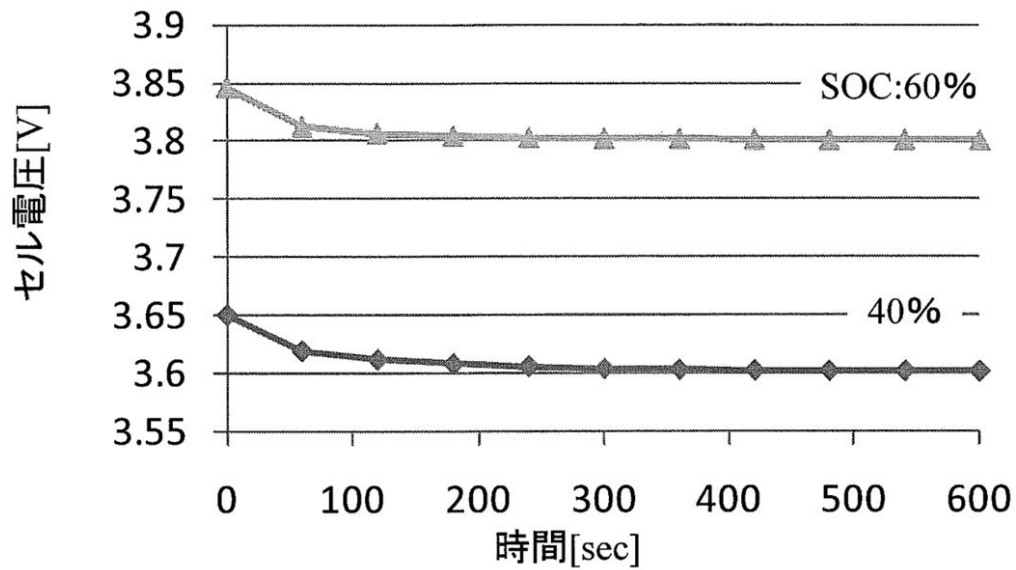
コバルト酸系のセル電圧



【図 16】

図 16

ニッケル・コバルト酸系のセル電圧



【図 17】

図 17

材料ごとの休止時間(600sec電圧の80%到達時間(※))

SOC	オリビン酸系	コバルト酸系	ニッケル・コバルト酸系
[%]	[sec]		
0	540	480	420
20	480	420	360
40	420	360	300
60	360	300	240
80	300	240	180
100	240	180	120

フロントページの続き

(72)発明者 二見 基生
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 本蔵 耕平
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 佐々木 寛文
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 久保田 修
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

F ターム(参考) 5G066 HA15 HB06 HB09 JA05 JB03
5G503 AA01 BA04 BB01 CA08 DA04 GC04
5H030 AA01 AA10 AS01 BB00 FF41