

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年9月3日(03.09.2015)



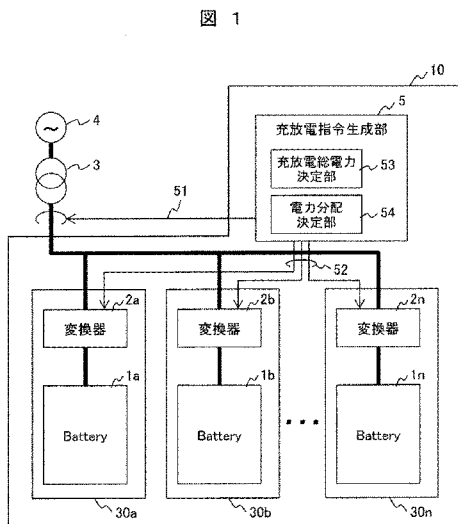
(10) 国際公開番号
WO 2015/129087 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 7/02 (2006.01) H02J 3/32 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/074985
- (22) 国際出願日: 2014年9月22日(22.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-035062 2014年2月26日(26.02.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 有田 裕 (ARITA Hiroshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 井上 秀樹 (INOUE Hideki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 赤津 徹 (AKATSU Tooru); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 豊田 昌司 (TOYOTA Masashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: CONTROL METHOD FOR ELECTRICAL STORAGE SYSTEM

(54) 発明の名称: 蓄電システムの制御方式



1a, 1b, 1n Battery
2a, 2b, 2n Converter
5 Charge/discharge command generation unit
53 Total charge/discharge power determination unit
54 Power distribution determination unit

(57) Abstract: Provided is a control method for an electrical storage system, with which the efficiency of the entire electrical storage system can be improved. This control method is for an electrical storage system in which multiple sets of storage cells and converters are connected in parallel to a power system, and is characterized by being provided with a total charge/discharge power determination unit for setting total charge/discharge power by the multiple sets of storage cells and converters, and a power distribution determination unit for distributing to the multiple sets of storage cells and converters the total charge/discharge power that has been set by the total charge/discharge power determination unit; the power distribution determination unit comparing the total charge/discharge power and the critical power observed when the conversion efficiency of the converters reaches a benchmark efficiency or above, and when the total charge/discharge power is greater than or equal to the critical power, determines the number of operating sets at which the output of all of the operating sets of storage cells and converters is equal to or greater than the critical power.

(57) 要約: 蓄電システム全体での効率を向上させることができる蓄電システムの制御方式を提供する。蓄電池と変換器の組が複数並列に電力系統に接続された蓄電システムの制御方式であって、複数の蓄電池と変換器の組による充放電総電力を定める充放電総電力決定部と、充放電総電力決定部が定めた充放電総電力を複数の蓄電池と変換器の組に分配する電力分配決定部を備え、電力分配決定部においては、変換機の変換効率が基準効率以上となるときに限界出力と充放電総電力を比較し、充放電総電力が限界出力以上である時、運転する全ての蓄電池と変換器の組の出力を限界出力以上とする運転台数を決定することを特徴する。

WO 2015/129087 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：蓄電システムの制御方式

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装置と交流直流変換機能を有する電力変換器から構成される蓄電システムの制御方式に関する。

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、これらに連携する電力系統に対して周波数や電力等の変動が発生する可能性がある。その対策の1つとして、自然エネルギー発電装置に蓄電装置を併設し、電力系統の電圧変動を抑制する方法が提案されている。また、電力系統側に、蓄電池を設置し、系統の周波数及び電圧変動を検出し、その変動を抑制する方法も提案されている。

[0003] 係る蓄電装置を使用する蓄電システムは、ハイブリッド自動車、電気自動車などのような移動体に搭載される蓄電システムとは異なる。電力用の場合は大型化・重量化が許される一方で、電力系統へ電力を補うために大容量化、高出力が要求されるため、蓄電池に電力変換装置を接続した蓄電ユニットを複数並列接続した蓄電システムが必要となる。

[0004] その際、最大出力に合わせて、蓄電システムを構成するため、負荷に応じて充放電を行う蓄電ユニット数を変化させ台数制御を行うことが必要となる。この蓄電ユニットの台数制御を行うに当たり、例えば特許文献1には、各蓄電ユニットを均等に使用することで、各蓄電ユニット内の蓄電池を均等に劣化させる方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-102572号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に開示の装置は、蓄電池の残量や使用状況に応じて台数決定しているため、電力変換装置の変換効率の観点で考慮されず、蓄電システム全体としての効率低下は解消されないという問題点があった。

[0007] また、電池のみが対象であり、電力変換器などを含めたシステム全体としての効率を向上させるものではない。また常時稼働を考慮せず、切り離しに関しては考慮されていない。

[0008] 以上のことから本発明においては、蓄電システム全体での効率を向上させることができる蓄電システムの制御方式を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため本発明においては、蓄電池と変換器の組が複数並列に電力系統に接続された蓄電システムの制御方式であって、複数の蓄電池と変換器の組による充放電総電力を定める充放電総電力決定部と、充放電総電力決定部が定めた充放電総電力を複数の蓄電池と変換器の組に分配する電力分配決定部を備え、電力分配決定部においては、変換機の変換効率が基準効率以上となる際の限界出力と充放電総電力を比較し、充放電総電力が限界出力以上である時、運転する全ての蓄電池と変換器の組の出力を限界出力以上とする運転台数を決定することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、システムの電圧及び周波数変動を低減するために、蓄電装置と変換器の組合せを複数並列に接続した蓄電システムにおいて、系統への充放電出力が低出力の際は、充放電を行う蓄電装置数を制限し、変換器1台あたりの出力を大きくすることで、変換器の変換効率の悪い低出力領域の利用を回避することができる。これにより、蓄電システム全体での効率を向上させることができる。また、低出力時に停止した変換器及び蓄電装置に対して、メンテナンス処理を行うことができ、メンテナンス用に余分な蓄電装置を追加する必要がなくなる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明による蓄電システムの概略図。
- [図2]変換器出力と、変換効率 η の関係を図。
- [図3]充放電電力決定部が与える充放電総電力の一例を示す図。
- [図4]効率の観点から台数を決定する考え方を示す図。
- [図5]稼働台数制御による蓄電システム全体の効率を示す図。
- [図6]複数の蓄電装置を均等に使用して等しく劣化させた場合の劣化曲線Lを示す図。
- [図7]複数の蓄電装置を不均等に使用して劣化させた場合の個別劣化曲線Lを示す図。
- [図8]個別劣化制御を行う際に使用するテーブルを示す図。
- [図9]蓄電装置の内部抵抗成分を測定する方法を示す図。

発明を実施するための形態

- [0012] 以下本発明の実施形態について、図を用いて詳細に説明する。

実施例 1

- [0013] 図1に本発明の蓄電池システムの概略構成を示す。
- [0014] 本発明の蓄電池システム10は、充放電可能な複数の蓄電装置1（1aから1n）と、蓄電装置1に設けられた変換器2（2aから2n）と、変換器2を制御する制御部である充放電指令生成部5とで構成されている。この蓄電池システム10は、充放電可能な蓄電装置1に対し、入力された直流電力を3相交流に変換する変換器2が接続されたものが複数並列接続され、絶縁と電圧変換を行うトランス3を介して、電力系統4に接続されている。
- [0015] またこれらの蓄電装置1と変換器2で構成された蓄電ユニット30（30aから30n）のために、充放電指令生成部5は各蓄電池1に対する充放電指令52を出力する。充放電指令生成部5では、センサ51により電力系統4側の電圧・電流情報を入手し、その変化から系統の電圧及び電流を安定させるために必要な充放電する総電力（充放電総電力）を決定し、この充放電総電力を各蓄電装置1の状態に合わせて分配する。この分配の際に、運転台

数と、実際に運転する号機と、各号機が負担する電力を定める。

[0016] 以下詳細に充放電指令生成部5の動作を説明する。充放電指令生成部5は、充放電総電力決定部53と、電力分配決定部54から構成される。充放電総電力決定部53は、センサ51から系統側の電圧情報を入手し、規定の電圧の範囲にあるかを判定する。もし、規定範囲内の場合は、本蓄電システム1からの充放電総電力は0となり、蓄電装置1と変換器2で構成された蓄電ユニット30を用いた電力制御は実行しない。

[0017] 一方、規定範囲外の場合は下記のとおりとなる。まず、電圧が低い場合、供給電力が不足しているため、蓄電池1から電力を出力（放電）する。これに対し電圧が高い場合、供給電力過剰のため、蓄電池1に電力を充電する。なお、充電及び放電の総電力は、規定の電圧の範囲からのずれ幅とその系統の特性から決まる係数をかけたものから決定される。

[0018] 充放電総電力決定部53により決定された充放電総電力を基に、電力分配決定部54は、各蓄電装置1への個別の充放電電力を決定する。本発明は、この電力分配決定部54における新規な分配方式に関するものであるが、本発明方式の説明に入る前に、周辺技術及び課題などを明確にしておく。

[0019] まず分配における一番簡単な方法は、当該充放電総電力 P を蓄電装置1の数 n で割り、各蓄装置1に対して、等しい充放電指令 P/n を出力する方法である。この場合の問題点は下記のとおりある。

[0020] 問題1：図2には、変換器出力（蓄電池の充放電出力 $k w$ ）と、変換効率 η の関係を縦横に示している。この図2に示す通り変換器2は、充放電出力に対して変換効率 η が異なり、特に充放電出力が低い場合に、変換効率が悪化する。図2の例では、充放電出力が効率上の限界出力 P_0 以下になると、効率が低下し始める。このため、充放電総電力決定部53から出力された充放電総電力 P が小さい場合、蓄電装置1の数 n で均等割りすると、それぞれの蓄電装置1への充放電電力指令値 P/n が小さくなり、結果として P/n が効率上の限界出力 P_0 を下回ると、蓄電システム1の全体の効率が低下してしまう。

- [0021] なお効率上の限界出力 P_0 の時の効率 η を基準効率 η_0 ということにする。この基準効率 η_0 は適宜に設定してよいが例えば変換効率が90%以上の領域で運転することを期待する場合には90%を基準効率 η_0 として設定する。基準効率 η_0 の時の出力（効率上の限界出力 P_0 ）は、変換器にもよるが基準効率 η_0 が90%である場合には概ね定格出力に対して30乃至50%程度の範囲内に位置している。
- [0022] 問題2：蓄電装置1の充電量には上限と下限がある。充電量が上限に達するとそれ以上の充電ができなくなり、下限に達するとそれ以上の放電が出来なくなる。そのため、蓄電池1ごとに充電量のアンバランスがある場合、各蓄電池1に対して均等の充放電を続けると、蓄電池1の1つでも上限（下限）に達してしまうと、蓄電システム1はそれ以上の充電（放電）はできなくなってしまう。
- [0023] 問題3：系統向けの蓄電システム1は、MW級の大容量の蓄電システムが要求され、電池の最小単位である単電池（セル）は数千～数万本必要となる。単電池は充放電に伴い徐々に劣化し充放電性能（容量や充放電出力）が低下していくため、充放電性能が要求性能を下回ると、全単電池を交換する必要がある。しかし、先述のとおり、数万本を一度に交換する場合、電池コスト並びに交換工数（コスト）がかかり、一度に全単電池を交換するのは現実的でない場合がある。
- [0024] 上記の想定される問題に対し、本発明では以下の対応を施す。ここでの対応は、図3に例を示すような充放電総電力が充放電電力決定部53から出力された場合を想定している。図3の充放電総電力は時間の経過とともに変動し、充電と放電を繰り返す。また充放電の大きさは大小さまざまである。かかる想定のもとで、問題1～3の解決策は下記のとおりである。
- [0025] 問題1の解決策：図4に示す通り、充放電総電力 P に対して、稼働する変換器20の台数（蓄電ユニットの台数）を、変換器の効率の観点から決定する。ここで図4の縦軸には充放電総電力 P を表記しており、この場合に P_0 は図2に示した効率上の限界出力を意味している。また図4において横軸は

稼働させる蓄電ユニットの運転台数である。

[0026] 図4に図示の考え方によれば、例えば充放電総電力 P が P_0 の範囲内である時、基準効率 η_0 の1号機による1台運転とする。図2に比較して明らかのように、この状態では変換効率 η が低い状態（基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以下の効率）での運転になることを避けられない。本発明では、この期間については高効率（基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以上）での運転を放棄している。

[0027] これに対し、充放電総電力 P が P_0 以上となる領域では常に全ての蓄電ユニットにおける運転効率を基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以上に確保する。例えば充放電総電力 P が P_0 から $2P_0$ の範囲内にあるとき、引き続き1号機による1台運転を実行する。このときの運転効率 η が基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以上に確保されていることは図2から明らかである。

[0028] そして充放電総電力 P が $2P_0$ に達したことをもって2号機を追加し運転台数を2台に増加する。ここでは追設に際し出力 $2P_0$ の1号機の出力を P_0 に落とし、追加した2号機の出力を瞬時に P_0 に増加する。これにより、2台での同出力の並列運転を実行する。1号機と2号機による2台同出力並列運転は、充放電総電力 P が例えば $3P_0$ に達するまで継続される。なお追加した2号機の出力は瞬時に P_0 に増加されるために、この間の変換効率低下期間はごくわずかであり、最終的な蓄電ユニットの総合効率に影響を及ぼすものではない。このときも運転効率 η が基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以上に確保されていることは図2から明らかである。

[0029] 以後の充放電総電力 P の増加に伴う運転台数制御の考え方は上記説明から明らかであるが、念のために充放電総電力 P が $3P_0$ に達したときの考え方を述べておく。

[0030] 充放電総電力 P が $3P_0$ に達したときには、3号機を追加し運転台数を3台に増加する。ここでは出力 $1.5P_0$ の初号機と2号機の出力を P_0 に落とし、追加した3号機の出力を瞬時に P_0 に増加する。これにより、3台での同出力の並列運転を実行する。1号機と2号機、3号機による3台同出力並列運転は、充放電総電力 P が $4P_0$ に達するまで継続される。なお追加し

た3号機の出力は瞬時に P_0 に増加されるために、この間の変換効率低下期間はごくわずかであり、最終的な総合効率に影響を及ぼすものではない。このときも運転効率 η が基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以上に確保されていることは図2から明らかである。

[0031] 以上要するに、効率上の限界出力 P_0 以下の充放電総電力 P の状態では効率低下を看過するが、効率上の限界出力 P_0 以上の充放電総電力 P の状態では、全ての号機が基準効率 $\eta_0 = 90\%$ 以上の高効率領域で運転されることになる。

[0032] なお図4に示した台数決定は、図示の手法に限定されるものではない。例えば2台での同出力並列運転を $4P_0$ まで継続（各号機では $2P_0$ ）し、3台目の追加を各号機 $4P_0/3$ から開始することでもよい。要するに追加起動号機の最初の負担を効率上の限界出力 P_0 以上に確保すればよい。

[0033] これにより、充放電総電力の値が低い出力時は、稼働する変換器2の数が減り、結果として、変換器2の一台あたりの出力を大きくすることができる。このため、図5に示す通り、充放電総電力の全領域において、稼働する変換器2について、その変換効率を高い状態を維持することが可能となり、変換器2における損失を低減し、蓄電システム10全体としての総合効率を向上することが可能となる。

[0034] 以上の台数決定の考え方に従う時の出力制御方法を整理して示すと、効率上の限界出力 P_0 以下の充放電総電力 P のときは1台運転を行う。効率上の限界出力 P_0 以下の充放電総電力 P のときは複数台並列運転を行うが、この時の出力配分の考え方の一つが個別運転であり、他の一つが複数台同出力並列運転である。

[0035] 上記説明では複数台同出力並列運転を中心に説明を行ったが、この場合のデメリットは急速な出力変化時に各変換装置の出力変化タイミングがずれた場合に出力が乱れることがある点である。

[0036] 個別運転の手法としては、特定の1台が可変出力運転を行い、他の号機は出力固定とすることが考えられる。この方式の場合、出力急変時の制御が容

易であるというメリットがある。例えば出力急増の場合には、未稼働の号機を立ち上げ、出力急減の場合には、稼働中の固定出力の号機を停止し、微調整は特定の1台による可変出力運転での対応が可能である。また一定時間出力が一定である場合、可変出力運転の号機を適宜切り替え使用することで電池の均等充放電による電池の劣化制御が可能となる。

[0037] 問題2の解決策：本発明においては、基本的に上記の運転（効率の観点からの台数決定と複数台同出力並列運転による蓄電ユニットの高効率運転確保）を実行するが、問題2の対策時には以下のように対応する。この場合には、複数台同出力並列運転を行わず、高効率確保できる領域内で以下のように異なる出力での並列運転とする。

[0038] つまり、複数ある蓄電装置1間で充電量に差がある場合、各蓄電装置1の充電量に応じて、充放電総電力の割り振りを行う。つまり、充放電総電力をP、各蓄電装置1の充電量をSOC_iとした時の各蓄電装置1の充放電電力P_iは、下記の(1)式から(4)式で求めることができる。但しこの式においてα_iは各蓄電装置1の係数、SOC_{max}とSOC_{min}は充電量SOCの上限または下限の制限値である。

[数1]

$$P_i = \alpha_i \times P \quad (1)$$

[数2]

$$\text{SUM}(\alpha_i) = 1 \quad (2)$$

[数3]

$$\text{放電時} : \alpha_i = (\text{SOC}_i - \text{SOC}_{\text{min}}) / \text{SUM}(\text{SOC}_i - \text{SOC}_{\text{min}}) \quad (3)$$

[数4]

$$\text{充電時} : \alpha_i = (\text{SOC}_{\text{max}} - \text{SOC}_i) / \text{SUM}(\text{SOC}_{\text{max}} - \text{SOC}_i) \quad (4)$$

この(1)式によれば、各蓄電装置1の充放電電力P_iは、充放電総電力Pに各蓄電装置1の係数α_iを乗じたものとして求められる。(2)式によ

れば、蓄電装置1ごとの係数 α_i の合計は1なので、運転する蓄電装置1の充放電電力 P_i の合計は充放電総電力 P に合致するように配分される。

[0039] また係数 α_i は、充電時と放電時で異なる式で蓄電装置1ごとに求められ、充電時の算出式が(3)式として、放電時の算出式が(4)式として記載されている。この式によれば、係数 α_i は蓄電装置全体の余裕充電量に対する個別蓄電装置の余裕充電量の割合として定められる。なお余裕充電量とは、充電量SOCの上限または下限の制限値(SOC_{max} と SOC_{min})と、蓄電装置の充電量SOCの差として定義されている。

[0040] これにより、蓄電装置全体としては、要求された充放電総電力 P を達成し、かつ個別の蓄電装置は、その上限又は下限の制限値(SOC_{max} と SOC_{min})に対する余裕度に応じて制御されることになる。つまり個別の蓄電装置についてみると、充電時は充電量の上限(SOC_{max})に、放電時は充電量の下限(SOC_{min})に近い蓄電装置1への充放電電力は小さくなる。逆に充電時は充電量の上限(SOC_{max})に、放電時は充電量の下限(SOC_{min})に遠い、余裕度が高い蓄電装置1への充放電電力は大きくなる。本発明ではこのように、充電量に応じて充放電電力の分配が可能となる。なお、電池の特性に合わせて α_i を関数で求めることもある。

[0041] 上記不平衡運転は、可能な限り高効率領域で実施される。これは1台運転による出力 P_0 以下での運転範囲を除き、高効率領域で運転することである。

[0042] 問題3の解決策：図6は、縦軸に劣化度、横軸に時間を取り、この座標上に複数の蓄電装置を均等に使用して等しく劣化させた場合の劣化曲線 L を示している。係る均等運用の事例では、各蓄電装置1を構成する単電池が一様に劣化していくので、全単電池が同時に交換時期となるため、交換費用のコストが一気にかかる。

[0043] そこで、図7に示す通り、蓄電装置1単位で劣化速度を操作し、交換時期をずらして定期的な交換とすることで、一回当たりの交換費用を抑え、利用者のメンテナンス費用を抑えることが可能となる。この実現にはいくつかの

方式が想定される。なお図7において縦横の項目は図6のそれと同じである。ここでは1号機の劣化曲線をL1、2号機の劣化曲線をL2、n号機の劣化曲線をLnで示している。各号機の劣化曲線が図7に示すように運転実績を定めていくことで、各号機の設備交換時期が順次発生するようにコントロールすることができる。図示の場合、最も過酷に運転された1号機の交換時期が時刻t1であり、次いで過酷に運転された2号機の交換時期が時刻t1後の時刻t2であり、最も大事に運転されたn号機の交換時期が時刻tnである。

[0044] 図7の個別劣化を実現するための第1の方式について説明する。これは下記の通りに求める。まず電池の劣化は充放電電力の累積と比例することが知られている。したがって、各蓄電装置1への充放電電力Piについて、蓄電装置1aを他の蓄電装置1bなどより2倍伸ばす場合、蓄電装置1aの充放電電力P1を、他の蓄電装置1bの充放電電力P2などの2倍とすればよい。P1 = 2 × P2とすればよい。

[0045] つまり、各蓄電装置1の寿命倍率をyiとすると（上記の例では、y1 = 2、y2 = … = yn = 1）、各蓄電装置1への充放電電力Piは下記の（5）式から（7）式のとおりとなる。

[数5]

$$P_i = \beta_i \times P \quad (5)$$

[数6]

$$\text{SUM}(\beta_i) = 1 \quad (6)$$

[数7]

$$\beta_i = (y_i * \text{SUM}(1/y_i))^{-1} \quad (7)$$

この（5）式によれば、各蓄電装置1の充放電電力Piは、充放電総電力Pに各蓄電装置1の係数βiを乗じたものとして求められる。（6）式によれば、蓄電装置1ごとの係数βiの合計は1なので、運転する蓄電装置1の充放電電力Piの合計は充放電総電力Pに合致するように配分される。また（7）式によれば、蓄電装置1ごとの係数βiが各蓄電装置1の寿命倍率y

から求められている。

[0046] また、電池劣化は、充放電電力の累積の比例の他に、ルート則（平方根）に比例する場合もある。また、他に、最大電流、使用充電量範囲などで規定されることもある。たとえば、充放電電力の累積のルート則に従う場合、蓄電装置 1 ごとの係数 β_i は各蓄電装置 1 の寿命倍率 y_i から (8) 式により求めればよい。

[数 8]

$$\beta_i = (y_i^2 * \text{SUM}(1 / y_i^2))^{-1} \quad (8)$$

蓄電装置に対する出力配分をこのようにすることで、例えば、電池劣化が充放電電力の累積に比例する場合は $y_i = i$ とすると、蓄電装置 $1 - k$ ($2 \leq k \leq n$) の寿命は、蓄電装置 1 a の寿命が 1 年だった場合、それぞれ k 年後に寿命となるように制御できる。以上のように、解決策 1 ~ 3 を組合せることで、各蓄電池装置 1 の状態（充電量、劣化）に応じて、充放電総電力 P を配分することが可能となる。

[0047] ところで図 7 のように余寿命制御しようとする、どの変換器 2 を動かすかが課題となる。その決定を図 8 に示すテーブルを用いて行う。図 8 のテーブルには各蓄電装置 1 の累積充放電電力 S_{pi} 及び解決策 3 の寿命倍率 y_i が記載されている。なお、解決策 3 は (2) 式を用いるものとして、以下説明を行う。

[0048] 最初に解決策 1 に示す効率の観点から変換器 2 の稼働数を決定する。この処理は先に示したとおりであるので説明を省略する。

[0049] 次に複数台の変換器の中から、実際に稼働する前記可動数の変換器 2 を決定する。ここでは各変換器 2 について、図 8 のテーブルを参照して累積充放電電力 $S_{pi} /$ 寿命倍率 y_i を計算する。この算出結果に応じて、算出値の小さい順から該稼働数分の変換器を決定する。なお以下の説明では、稼働する変換器 2 の台数は k 台とし、簡単のため、変換器 2 a から 2 k を稼働させるものとする。

[0050] 稼働する k 台の各変換器 (2 a から 2 k) に接続された各蓄電装置 1 (1

aから1 k) について、充電量: SOC_iの情報、係数 α_i 、寿命倍率 y_i 、及び係数 β_i を得る。これらは図8のテーブルを参照し、あるいは上記式などを実行することにより得られる。

[0051] 次いで分配係数を決定する。ここでは稼働するk台の各蓄電装置1 (1 aから1 k) についての係数 α_i と係数 β_i のうち小さい方を係数 γ_i として抽出する。そのうえで抽出した係数 γ_i を小さい順に並べ、最も小さい係数 γ_i を γ_1 として最初に決定し、 $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1$ として、それを(1)または(5)式に代入して最初の蓄電装置1に対する充放電電力 P_1 として定める。また残った係数 $\alpha_2 \sim \alpha_k$ 、 $\beta_2 \sim \beta_k$ の中から、同様に γ_i の最も小さいものを γ_2 として決定し、最終的に γ_k まで決定する。順次決定された係数は、同様に(1)または(5)式に代入して次の蓄電装置1に対する充放電電力 P_2 、 P_k として定められる。

[0052] なお、 $y_i = 1$ (均等に劣化する) とした場合、 $\gamma_i = \alpha_i$ となるため、(8)式での計算は不要となる。

[0053] 以上の運転方式の採用により各蓄電ユニットでは、以下のような取り扱いが可能となる。まず、低出力時に充放電を停止した変換器2及び蓄電装置1には電流が流れていないため、この状態において電流センサのキャリブレーションつまり、オフセット調整などを実施することができる。

[0054] また、停止した蓄電ユニットは系統4に対して充放電を行っていないことから、変換器2の動作を試験モードに切り替え、パルス電流を流し、その時の蓄電装置1の電圧変動を測定することで、蓄電装置1の内部抵抗成分を測定することができる。図9は横軸に電流、縦軸に電圧をとって示す蓄電池の内部抵抗特性である。これは、蓄電装置1に対して、3つの電流値(例えば、1 A, 30 A, 90 A)を流し、その時の電圧をプロットし、その傾きを抵抗成分として求めたものである。

[0055] また、一定電流を流した際の電圧変化により、当該蓄電装置1の容量を測定することが可能となる。これは、電流を流す前の充電量(SOC₀)と流した後の充電量(SOC₁)を取り、その間の電流積算値をq(正が充電)

とした時に、蓄電装置 1 の容量 $Q = q / (SOC1 - SOC0)$ で求めることができ、この測定方式は広く知られている。

[0056] なおメンテナンスに必要な時間を確保するため、停止した変換器 1 に対して、一定時間は再稼働しないようにするのがよい。

符号の説明

- [0057] 1 : 蓄電装置
2 : 変換器
3 : 変圧器
4 : 系統
5 : 充放電指令生成部
10 : 蓄電池システム
53 : 充放電総電力決定部
54 : 電力分配決定部

請求の範囲

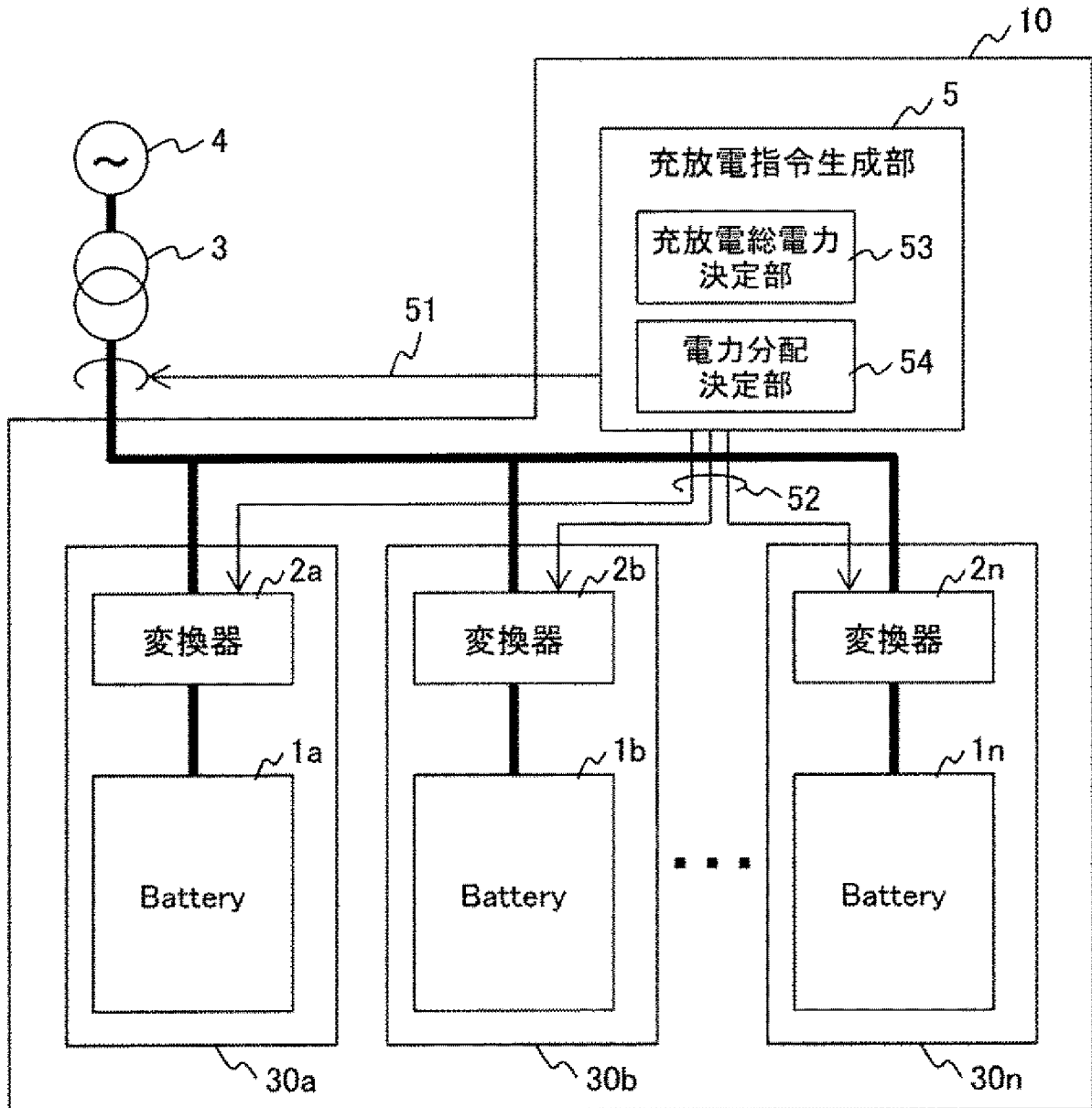
- [請求項1] 蓄電池と変換器の組が複数並列に電力系統に接続された蓄電システムの制御方式であって、
- 前記複数の蓄電池と変換器の組による充放電総電力を定める充放電総電力決定部と、該充放電総電力決定部が定めた充放電総電力を前記複数の蓄電池と変換器の組に分配する電力分配決定部を備え、
- 前記電力分配決定部においては、前記変換機の変換効率が基準効率以上となるときの限界出力と前記充放電総電力を比較し、前記充放電総電力が前記限界出力以上である時、運転する全ての前記蓄電池と変換器の組の出力を前記限界出力以上とする運転台数を決定することを特徴する蓄電システムの制御方式。
- [請求項2] 請求項1に記載の蓄電システムの制御方式であって、
- 運転中の複数の前記蓄電池と変換器の組により、複数台同出力並列運転を実施することを特徴する蓄電システムの制御方式。
- [請求項3] 請求項1に記載の蓄電システムの制御方式であって、
- 運転中の複数の前記蓄電池と変換器の組により、その一部を固定出力運転とし、他の一部を可変出力運転とすることを特徴する蓄電システムの制御方式。
- [請求項4] 請求項1に記載の蓄電システムの制御方式であって、
- 運転する全ての前記蓄電池と変換器の組の出力は前記限界出力以上とされ、かつ個々の前記蓄電池は、その充電量SOCの上限または下限の制限値の範囲内で使用されていることを特徴する蓄電システムの制御方式。
- [請求項5] 請求項4に記載の蓄電システムの制御方式であって、
- 前記蓄電池は、その充電量SOCと充電量の上限または下限の制限値の間の余裕度に応じて、負担する出力の配分が決定されていることを特徴する蓄電システムの制御方式。
- [請求項6] 請求項1に記載の蓄電システムの制御方式であって、

運転する全ての前記蓄電池と変換器の組の出力は前記限界出力以上とされ、かつ個々の前記蓄電池は、寿命管理の観点から出力が配分されていることを特徴する蓄電システムの制御方式。

- [請求項7] 請求項6に記載の蓄電システムの制御方式であって、
前記蓄電池の劣化状態に応じて、前記稼働数変換器間の電力分配に差をつけることを特徴とする蓄電システムの制御方式。
- [請求項8] 請求項6に記載の蓄電システムの制御方式であって、
前記蓄電池の劣化が異なるように、前記稼働数変換器間の電力分配に差をつけることを特徴とする蓄電システムの制御方式。
- [請求項9] 請求項6に記載の蓄電システムの制御方式であって、
前記蓄電池に対する充放電積算量に応じて、電力分配を決定することを特徴とする蓄電システムの制御方式。
- [請求項10] 請求項6に記載の蓄電システムの制御方式であって、
前記充放電指令に応じて、停止した前記変換器に対して、前記変換器及び前記蓄電池に対して、メンテナンスを行うことを特徴とする蓄電システムの制御方式。
- [請求項11] 請求項6に記載の蓄電システムの制御方式であって、
メンテナンスに必要な期間を確保するため、メンテナンス対象の前記変換器及び前記蓄電池に対して、電力分配を行わないことを特徴とする蓄電システムの制御方式。

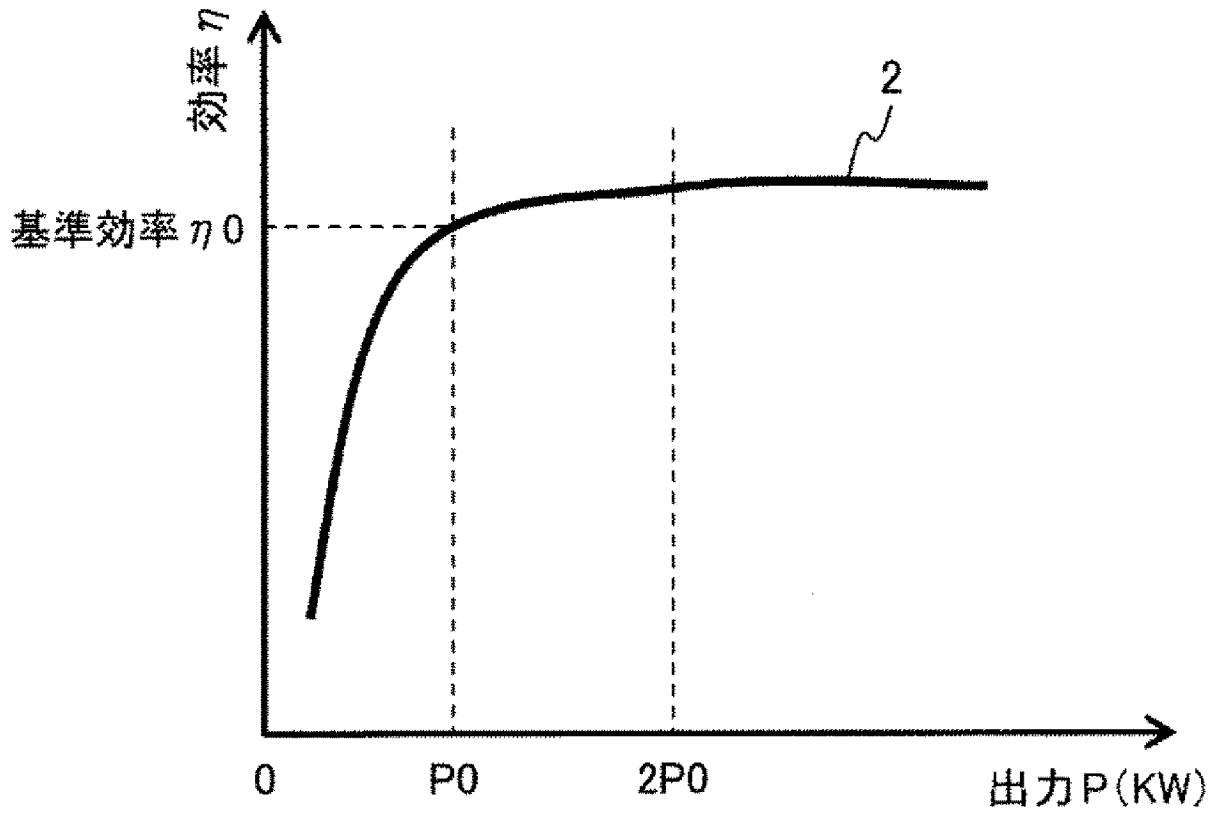
[図1]

図 1



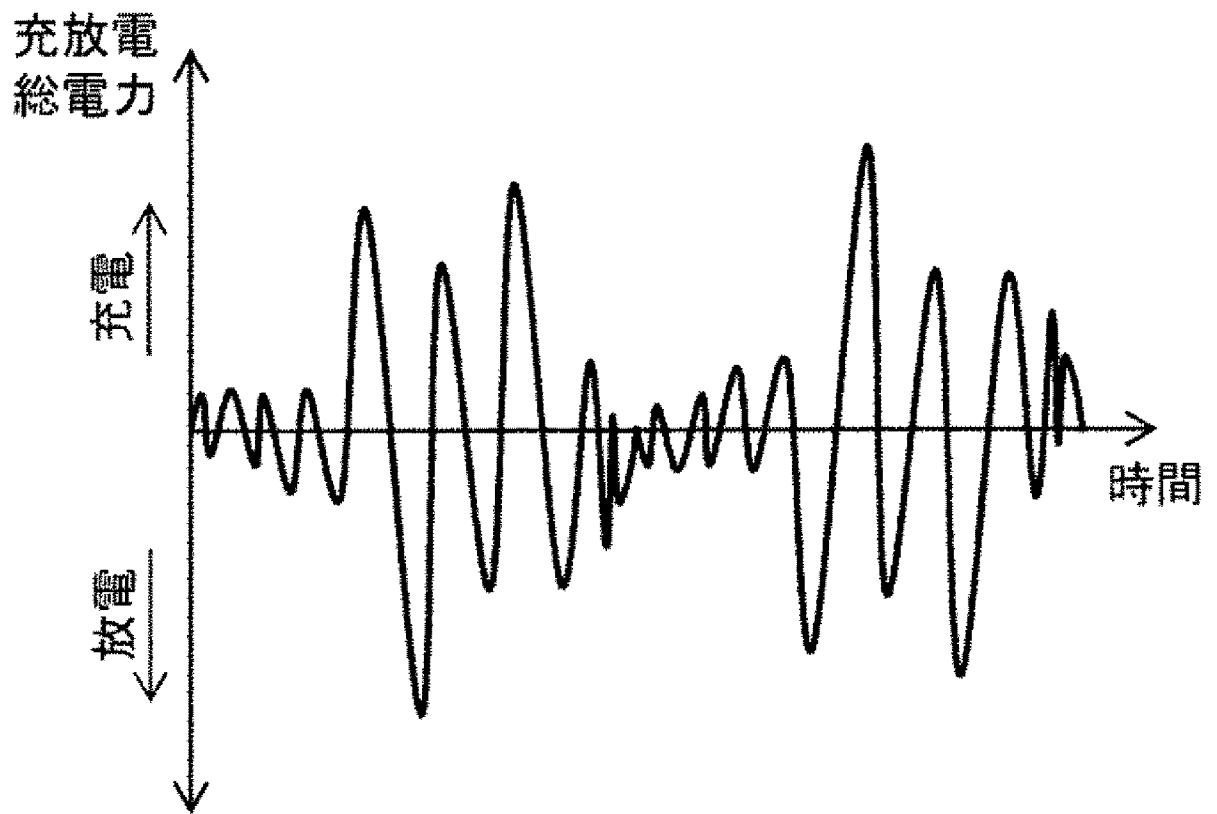
[図2]

図 2



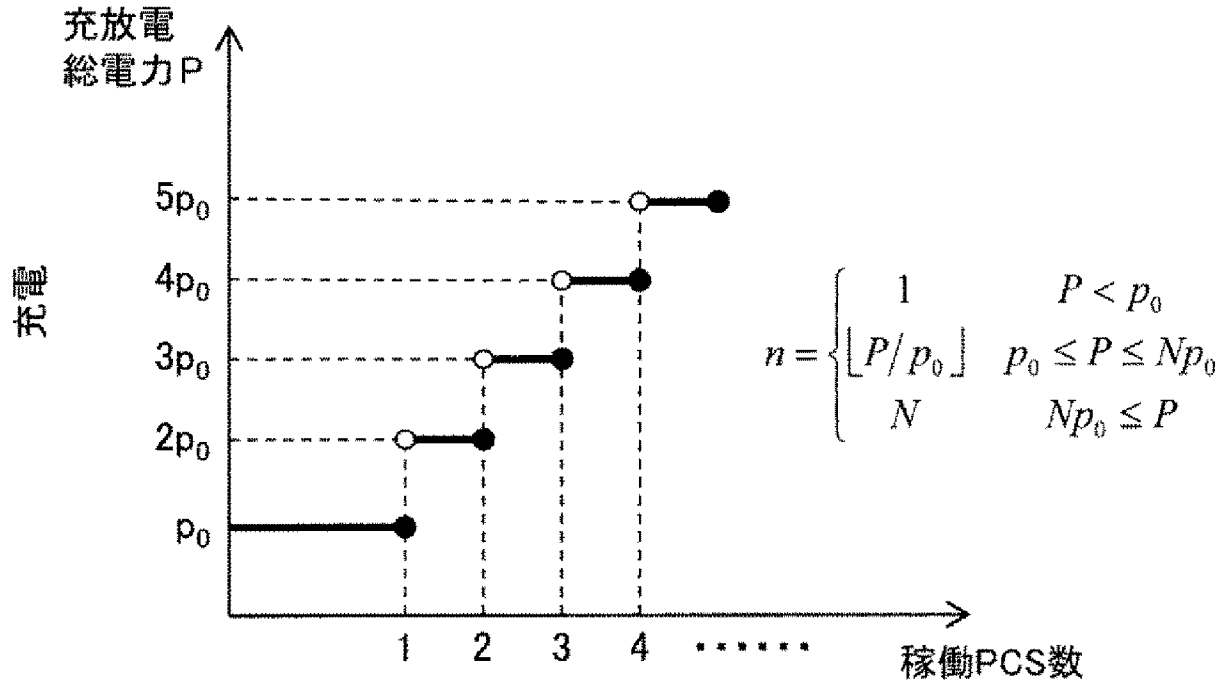
[図3]

図 3



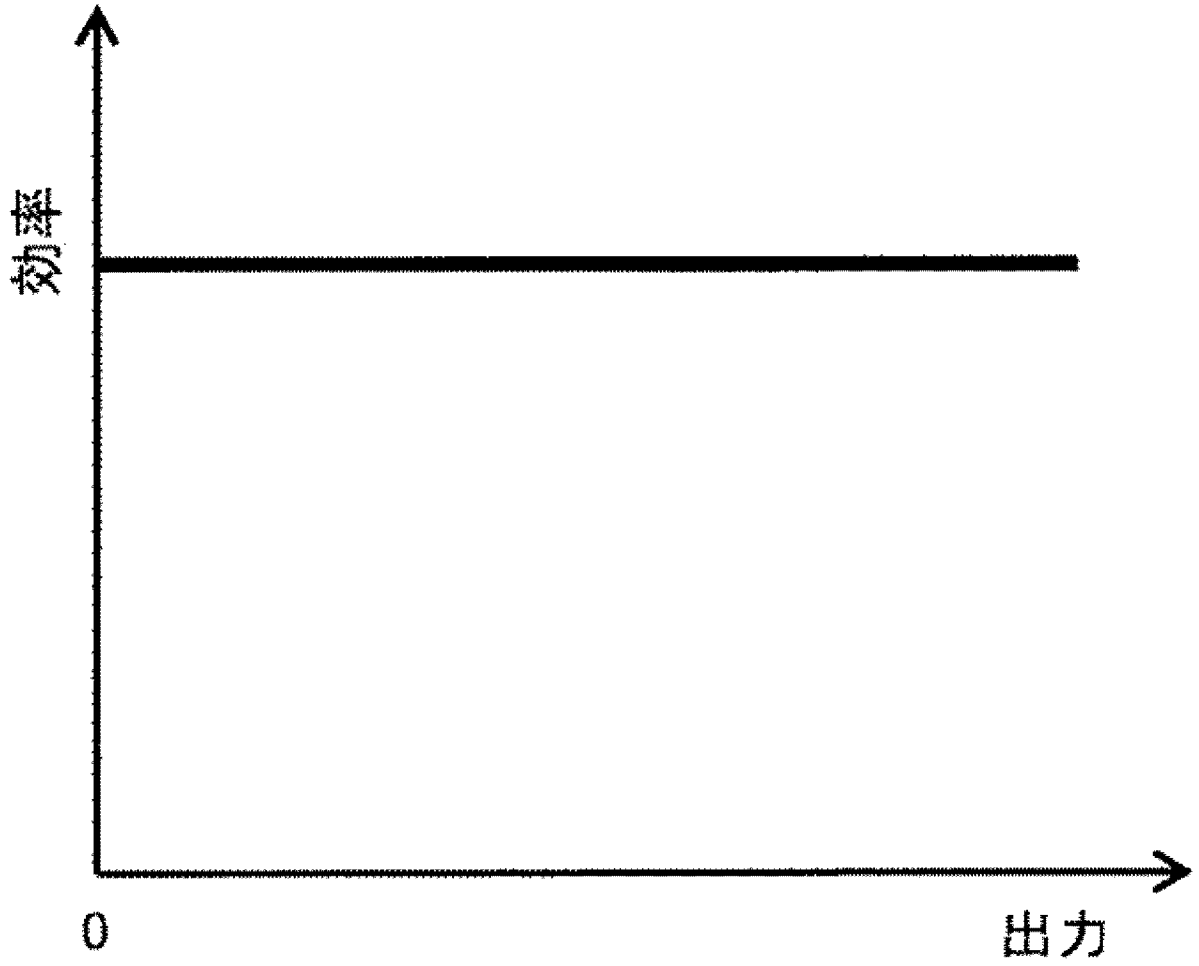
[図4]

図 4



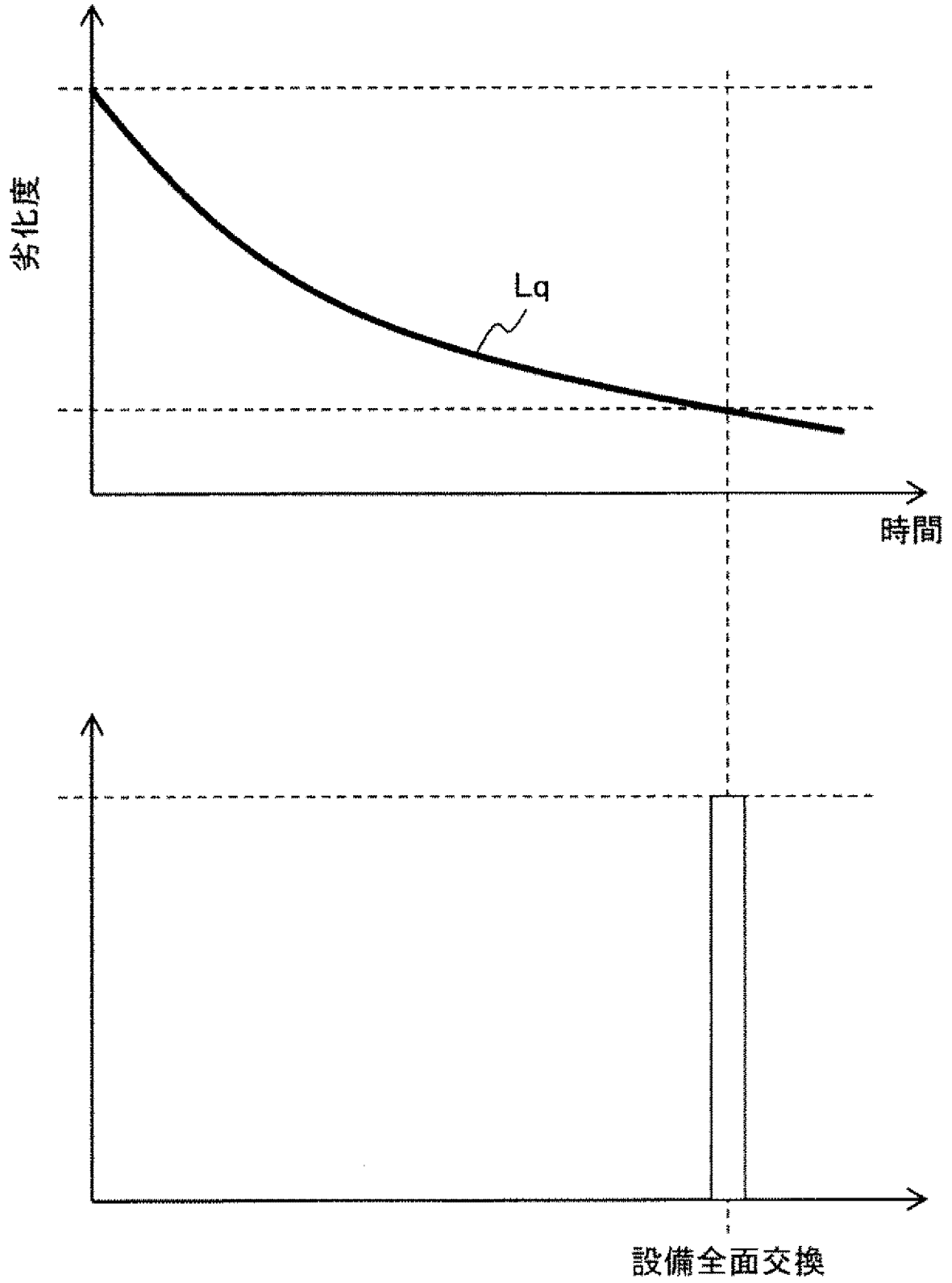
[図5]

図 5



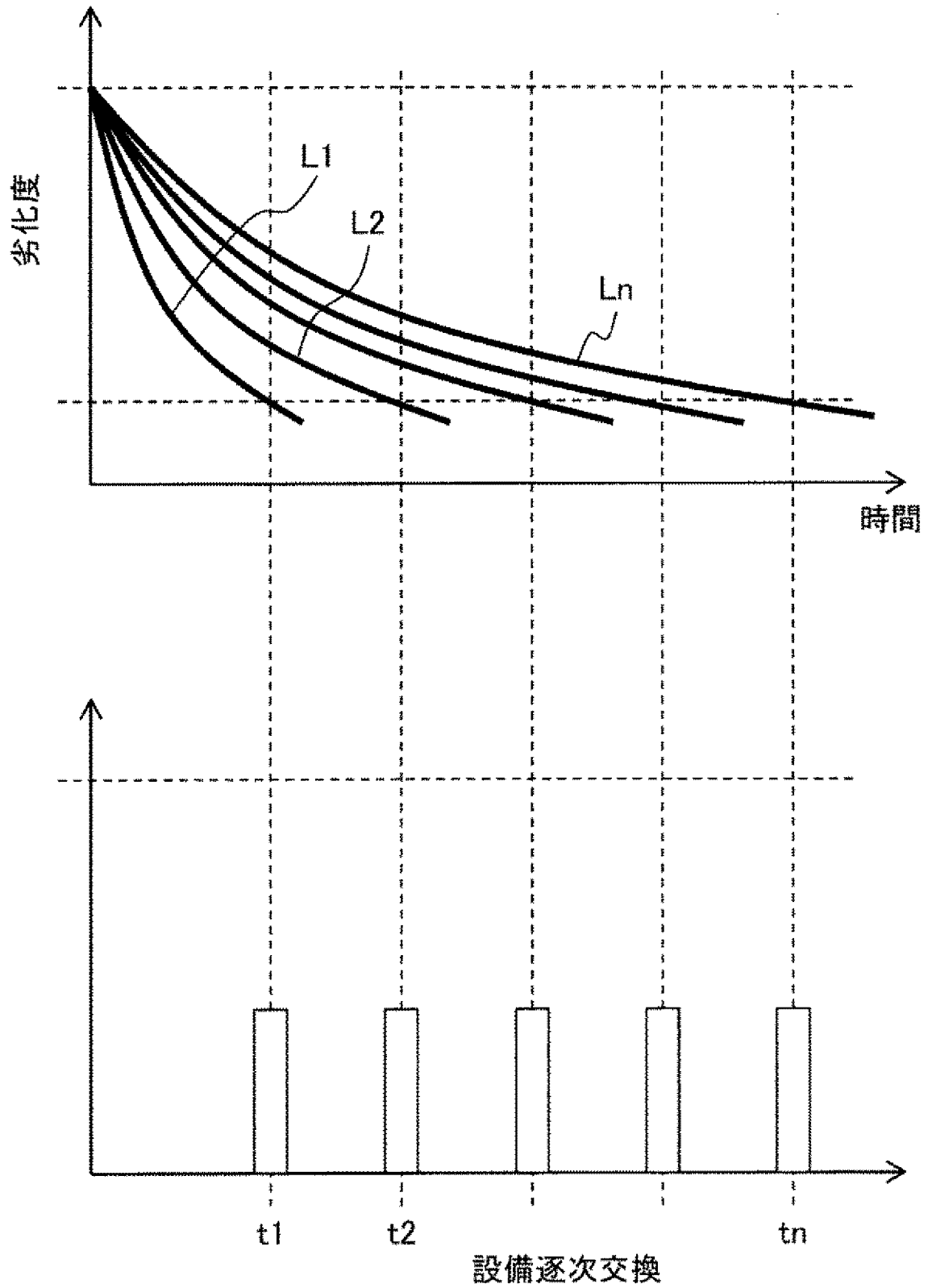
[図6]

図 6



[図7]

図 7



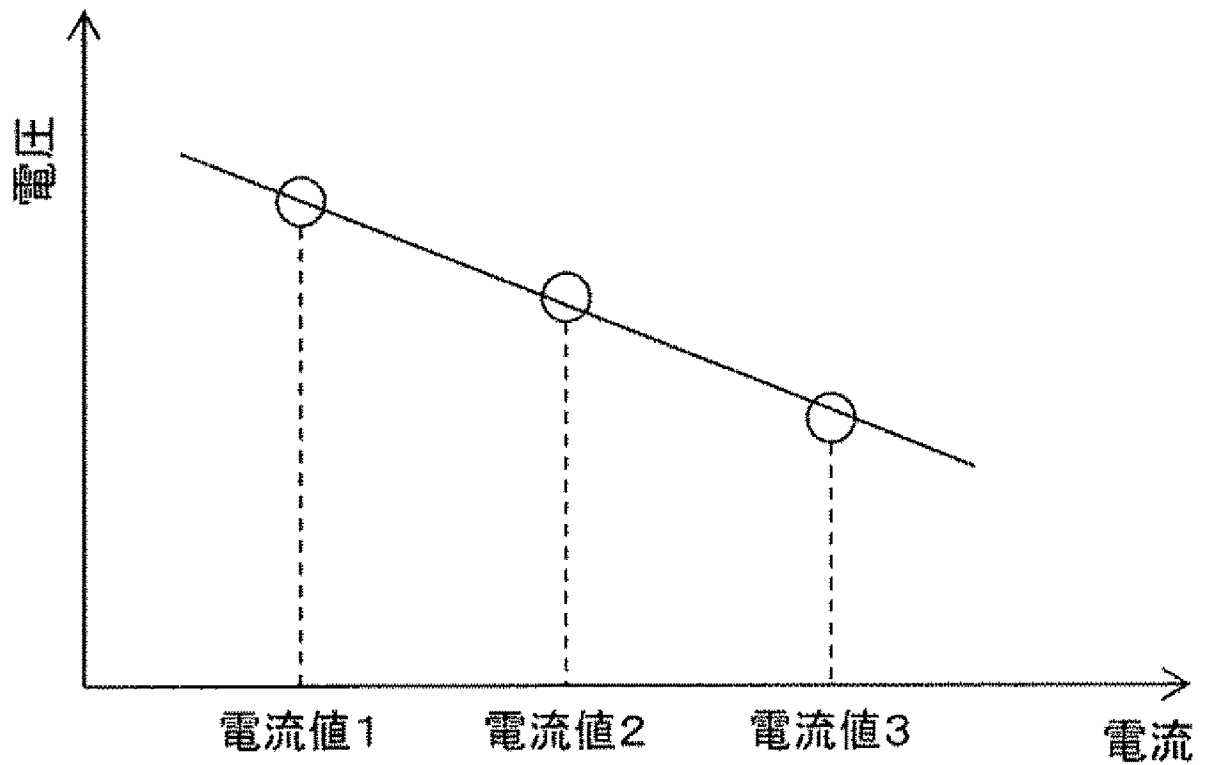
[図8]

図 8

No.	蓄電装置1	累積充放電電力 SP_i	寿命倍率 y_i
1	1a		
2	1b		
3	1c		

[図9]

図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/074985

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J7/02(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J3/32(2006.01)i

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)
H02J7/02, H01M10/48, H02J3/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-172567 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 September 2013 (02.09.2013), paragraphs [0031] to [0059]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-9 10, 11
Y	JP 2012-205480 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 22 October 2012 (22.10.2012), paragraphs [0014] to [0029]; fig. 1, 2 (Family: none)	10, 11
A	JP 2013-038957 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 October, 2014 (16.10.14)	Date of mailing of the international search report 28 October, 2014 (28.10.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02J7/02(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J3/32(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02J7/02, H01M10/48, H02J3/32		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2013-172567 A（三菱重工業株式会社）2013.09.02, 【0031】	1-9
Y	— 【0059】【図1】【図2】（ファミリーなし）	10, 11
Y	JP 2012-205480 A（三菱重工業株式会社）2012.10.22, 【0014】	10, 11
	— 【0029】【図1】【図2】（ファミリーなし）	
A	JP 2013-038957 A（東芝三菱電機産業システム株式会社） 2013.02.21, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16. 10. 2014	国際調査報告の発送日 28. 10. 2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 高野 誠治 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 3 5 6 7