

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3887047号  
(P3887047)

(45) 発行日 平成19年2月28日(2007.2.28)

(24) 登録日 平成18年12月1日(2006.12.1)

(51) Int.C1.

F 1

HO2J 7/00 (2006.01)

HO2J 7/00

N

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平8-290165  
 (22) 出願日 平成8年10月31日(1996.10.31)  
 (65) 公開番号 特開平9-215207  
 (43) 公開日 平成9年8月15日(1997.8.15)  
 審査請求日 平成15年10月28日(2003.10.28)  
 (31) 優先権主張番号 9512864  
 (32) 優先日 平成7年10月31日(1995.10.31)  
 (33) 優先権主張国 フランス(FR)

(73) 特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 Koninklijke Philips Electronics N. V.  
 オランダ国 5621 ペーーー アインドーフェン フルーネヴアウツウェッハ  
 1  
 Groenewoudseweg 1, 5  
 621 BA Eindhoven, The Netherlands  
 (74) 代理人 100072051  
 弁理士 杉村 興作  
 (74) 代理人 100089576  
 弁理士 富田 典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】監視システム、ホスト装置及び監視システムのニューラルネットワーク発生方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放電 / 充電サイクルに依存して放電周期と交互に変わる充電周期を有する充電可能なバッテリに結合したバッテリの放電 / 充電サイクルを監視する監視システムであって、このシステムは、

前記バッテリの放電 / 充電サイクルの放電周期の開始時に、第1パラメータと称される動作パラメータのバッチを収集するとともに、予め設定されたクリティカルな放電電圧のしきい値の値を入力部で受信するために配置され、かつ、前記バッテリがこの放電周期の終了に相当するこのクリティカルなしきい値に到達する瞬時の計算された予測表示を出力部に発生させるように配置した第1適応計算手段と、

前記第1計算手段に結合し、開始瞬時と称される前記バッテリの放電周期の開始時に、開始電圧と称される前記バッテリの電圧の値及び前記放電周期前に行われるこのバッテリの放電 / 充電サイクルの開始数の値を入力部で受信するとともに、前記開始瞬時から開始する短い時間の経過後に前記開始電圧の変動の値を受信するように配置され、前記バッテリの電圧の値、前記バッテリの放電 / 充電サイクルの開始数の値及び前記開始電圧の変動の値を開始値とし、かつ、近似パラメータのバッチ及び対応する訂正パラメータのバッチをそれぞれ出力部に発生させ、これらのパラメータを互いに加算して、前記第1計算手段に課される前記第1パラメータを形成する第2及び第3適応計算手段を具えることを特徴とする監視システム。

## 【請求項 2】

前記バッテリの放電電圧測定及びこの測定に対応する現瞬時によってそれぞれ形成される瞬時の実数値のバッチを前記放電周期中に記録する読み出し／書き込み記憶区域と、計算器とを更に見え、

前記システムにおいて、各放電／充電サイクルの放電周期に続く前記バッテリの充電周期中、

前記第1計算手段を、前記放電電圧測定を入力部に課するとともに対応する現瞬時を出力に課する間、瞬時的な実数値のバッチが課される状況のこれら第1計算手段の作動に対応する実パラメータと称されるパラメータを自動的に計算するためにも配置し、

前記計算器を、前記放電周期中前記第2計算手段によって計算された前記近似パラメータを受信するとともに前記充電周期中前記第1計算手段によって計算された前記実パラメータを受信し、かつ、誤差パラメータと称されるこれらパラメータ間の差をそれぞれ発生させるように配置し、

前記第3計算手段を、前記誤差パラメータを前記第3計算手段の出力部に課するとともに以前の放電周期の開始値を前記第3計算手段の入力部に課する状況でこれら第3計算手段の作動に対応する適応パラメータと称されるパラメータを独立して計算するように配置し、

このシステムの第3計算手段は、次の放電／充電サイクルの後の放電周期における前記第3計算手段に対する動作パラメータとして、前記充電周期で計算された適応パラメータを保管するようにしたことを特徴とする請求項1記載の監視システム。

#### 【請求項3】

前記第1、第2及び第3計算手段を、第1、第2及び第3ニューラルネットワークによってそれぞれ形成し、前記作動パラメータを、前記第1ニューラルネットワークのシナップス係数とし、前記第1ニューラルネットワークは、電圧値用の入力セル及び時間値用の出力セルを有し、前記第2ニューラルネットワークは、前記開始値用の三つの入力セルと、前記第1ニューラルネットワークのシナップス係数と同様の量の近似パラメータ用の複数の出力セルとを有し、前記第3ニューラルネットワークは、前記開始値用の三つの入力セルと、前記第1ニューラルネットワークのシナップス係数と同様の量の訂正パラメータ用の複数の出力セルとを有し、

前記計算器を、前記近似パラメータ及び訂正パラメータを受信するとともにこれらを互いに加算し、かつ、前記第1ニューラルネットワークに課された前記シナップス係数を発生させるように配置したことを特徴とする請求項1又は2記載の監視システム。

#### 【請求項4】

前記第1計算手段を形成する第1ニューラルネットワークを、各放電／充電サイクルの放電周期に続く充電周期中、逆伝播法により、瞬時の実数値の各バッチに対して前記放電電圧の測定をその入力部に課するとともに対応する現瞬時をその出力部に課する状況で、それ自体の実シナップス係数とする実パラメータを計算するために配置し、

前記計算器を、前記充電周期中前記第1ニューラルネットワークによって計算された前記シナップス係数と、前記以前の放電周期に対して前記第2ニューラルネットワークによって計算された前記近似パラメータとの間の各差によって形成した誤差パラメータを発生させるように配置し、

前記第3計算手段を形成する前記第3ニューラルネットワークを、逆伝播法によって、前記誤差パラメータをその出力部に課するとともに前記以前の放電周期の開始値をその入力部に課する状況で、それ自体の適応シナップス係数とする適応パラメータを計算するように配置し、

前記次の放電／充電サイクルの次の放電周期のこの第3ニューラルネットワークは、前記充電周期で計算されたこれら適応シナップス係数を維持するようにしたことを特徴とする請求項3記載の監視システム。

#### 【請求項5】

前記計算器を、現瞬時の測定及び前記第1適応計算手段によって生じたクリティカルな瞬時の予測表示に基づいて、この現瞬時以前からバッテリが予め設定されたクリティカル

10

20

30

40

50

な放電電圧のしきい値に到達するまで経過した時間の経過の予測表示を計算するとともに現瞬時ごとに発生させるようにも配置したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の監視システム。

【請求項 6】

前記計算器を、現瞬時の測定及び前記第 1 ニューラルネットワークによって生じたクリティカルな瞬時の予測表示に基づいて、この現瞬時以前からバッテリが予め設定されたクリティカルな放電電圧のしきい値に到達するまで経過した時間の経過の予測表示を計算するとともに現瞬時ごとに発生させるようにも配置したことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の監視システム。

【請求項 7】

前記第 2 ニューラルネットワークを前記第 1 ニューラルネットワークに直列結合し、前記第 3 ニューラルネットワークを前記第 2 ニューラルネットワークに並列結合したことを特徴とする請求項 3, 4 又は 6 記載の監視システム。

【請求項 8】

前記第 1 ニューラルネットワークは三つの層を有し、そのうちの一つである電圧値用のニューラルセルの入力層はニューラルセルの隠れ層を有し、出力層は単一ニューラル層を有し、前記隠れ層のセルは、セルごとに変動する勾配を有するシグモイダル活性化関数を有し、前記出力層のセルは、線形活性化関数を有することを特徴とする請求項 7 記載の監視システム。

【請求項 9】

前記第 2 ニューラルネットワークは三つのニューラルセル層を有し、そのうちの一つを、前記開始値の各々に対する三つのニューラルセルの入力層とし、そのうちの一つを隠れセルの層とし、そのうちの一つをニューラルセルの出力層とし、前記隠れ層のセルは、セルごとに相違する勾配を有するシグモイダル活性化関数を有し、前記出力層のセルは、前記第 1 ニューラルネットワークの作動に必要なシナプス係数と同数であり、シグモイダル活性化関数を有することを特徴とする請求項 8 記載の監視システム。

【請求項 10】

前記第 3 ニューラルネットワークは三つのニューラルセル層を有し、そのうちの一つを、前記開始値の各々に対する三つのニューラルセルの入力層とし、そのうちの一つを単一の隠れセルとし、そのうちの一つをニューラルセルの出力層とし、前記出力層のセルは、前記第 1 ニューラルネットワークの作動に必要なシナプス係数と同数であり、シグモイダル活性化関数を有することを特徴とする請求項 9 記載の監視システム。

【請求項 11】

計算を実行して第 1、第 2 及び第 3 ニューラルネットワーク並びに計算器を形成するマイクロプロセッサと、データを記憶するメモリ区域とを具え、これら記憶区域は前記マイクロプロセッサを介してアクセス可能であり、前記ニューラルネットワークの構成データ、固定パラメータ及び前記第 2 ニューラルネットワークのシナプス係数を記憶するメモリ区域と、変動する測定、並びに第 1 及び第 3 ネットワークのシナプス係数を記憶し又は発生させるランダムアクセスメモリ区域とを含むことを特徴とする請求項 4 から 10 のうちのいずれかに記載の監視システム。

【請求項 12】

このシステムを、充電可能なバッテリと、時間計測手段と、電圧測定手段と、表示手段とに結合し、この表示手段を、前記バッテリが前記クリティカルな電圧しきい値に到達するクリティカルな瞬時の表示、使用以前の現瞬時から前記バッテリが予め設定されたクリティカルな電圧のしきい値に到達するまで経過した時間の経過の表示、又はこれら二つの表示、及び場合によっては前記バッテリの充電周期の終了の表示を行うために配置したことを特徴とする請求項 1 から 11 のうちのいずれかに記載の監視システム。

【請求項 13】

充電可能なバッテリから給電されるとともに、このバッテリに結合した請求項 1 から 12 のうちのいずれかに記載された監視システムを具えるホスト装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 14】**

請求項 7 から 12 のうちのいずれかに記載された監視システムのニューラルネットワークを発生させるに当たり、学習周期中、

通常電圧値用に意図した第 1 ニューラルネットワークの入力に放電電圧を課するとともに、この第 1 ニューラルネットワークのシナプス係数のベクトルによって形成されたデータベースを形成するための出力に対応する瞬時を課する間、放電電圧の関数として放電時間曲線を第 1 ニューラルネットワークによって学習し、

前記開始値と、前記第 1 ニューラルネットワークの学習手順で決定されるそのシナプス係数との間の関係を第 2 ニューラルネットワークによって学習し、

それ自体の適応シナプス係数を決定しうるように第 3 ニューラルネットワークによって学習し、この学習は、

1 ) バッテリの放電 / 充電サイクルの放電周期中、前記開始値と、対応する現瞬時の関数としてのバッテリ電圧の値と、第 2 ニューラルネットワークによって生じた近似パラメータとを記憶するステップと、

2 ) 次の充電周期のステップとを具え、この学習は、

2 a ) 瞬時の電圧の値及び時間の値をその入力部及び出力部にそれぞれ課する際それ自体の実シナプス係数を前記第 1 ニューラルネットワークによって計算し、

2 b ) 実パラメータと前記近似パラメータとの間の差を計算することによって誤差パラメータを計算し、

2 c ) 前記誤差パラメータを出力部に課するとともに前記開始値を入力部に課する際に適応パラメータと称するそれ自体のシナプス係数を前記第 3 ニューラルネットワークによって計算し、

前記監視システムを使用するに当たり、次の放電 / 充電サイクルの後の放電周期中前記第 3 ニューラルネットワークのシナプス係数として適応パラメータを使用することを特徴とする監視システムのニューラルネットワーク発生方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、スマートバッテリを形成するために充電可能なバッテリの放電 / 充電サイクルを開始する監視システムに関するものである。同様に、本発明は、スマートバッテリを含むホスト装置に関するものである。

**【0002】**

本発明は、例えば個人用又は職務用のセルラー電話機、コードレスツール、ポータブルコンピュータ、玩具等のような充電可能なバッテリを設備した変調装置に適用される。

**【0003】****【従来の技術】**

スマートバッテリは、充電の状態を監視するシステムに結合した充電可能なバッテリを意味するものと理解されたい。このシステムは、バッテリの充電状態のデータを収集する手段と、将来の放電状態に関する計算された予測情報信号を発生させる手段とを具える。

**【0004】**

将来の放電状態についての予測情報信号を充電可能な電池に対して決定する際に課される技術的な問題は、バッテリの製造パラメータの変動及びホスト装置のユーザの癖の変動に依存する。

**【0005】**

個別に考察されるバッテリの製造パラメータの変動は、同タイプのバッテリの製造中の構成データの拡大が原因となる。

**【0006】**

ユーザの癖が変動するのは使用に適切でなく、これによってバッテリが損傷されるとともに後の充電の見込みに悪影響を及ぼす。これらの不適切な使用の癖には、長時間の充電、又は、過度に放電されたバッテリの頻繁な充電がある。

10

20

30

40

50

## 【0007】

他の技術的な問題は、充電可能なバッテリの現在の用途において、利用できるエネルギーの量に関して所定の瞬時で非常に正確であることを要求していることにある。

## 【0008】

ニューラルネットワークを利用するバッテリの充電状態を監視するシステムは、1991年4月8～10日にポルトガルのリスボンでの“10TH EUROPEAN PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONFERENCE”におけるMARCUS STOLLによる“NEURAL NETWK, A PROPER APPROACH THE ENERGY MANAGEMENT PROBLEM”という表題の刊行物の427～430頁から既知である。

## 【0009】

引用した刊行物は、充電システム（RES）の鉛蓄電池の充電状態（SOC）を推定するタスクを引き受けるニューラルネットワークの使用が記載されている。引用した刊行物によれば、充電状態（SOC）の決定は、バッテリのエネルギーレベルを監視するのを実行すべき重要なタスクである。より詳細には、充電状態を推定することにより、継続できるエネルギーの使用を計画し、ホスト装置の使用状態を最適にし、かつ、バッテリの放電／充電サイクルの種々の周期に関する限定を行うことができる。

## 【0010】

ニューラルネットワークを、充電状態（SOC）の推定においてデータベースに関連させる。コストを低減するために、ニューラルネットワークは、バッテリの放電範囲のごく一部のみ係わらせる。放電電流は大抵の時間中非常に小さいので、ニューラルネットワークの関わりはこの範囲にある。

## 【0011】

ニューラルネットワークの学習周期において、放電電流、放電電圧及び使用の標準状態の下、すなわち20の固定温度及び固定電流での充電状態を含むデータベースが使用されている。これに加えて、このデータベースは、放電サイクル、放電がどの程度生じたか、及びバッテリの平均温度に関する情報を含む。入力ベクトルを形成するこれらデータの種々のバッテリは、ニューラルネットワークに供給されて、ネットワークにバッテリの放電動作の情報を提供される。ニューラルネットワークを、バッテリの動作を適切に表示するために配置する。

## 【0012】

ニューラルネットワークの区分周期において、放電電流及び電圧のみがニューラルネットワークに供給され、その出力部に対応するバッテリの充電状態を発生させる。

## 【0013】

## 【発明が解決しようとする課題】

既知のシステムの使用に起因する問題は、このシステムが、クリティカルな放電電圧のしきい値に到達する前に経過する時間の経過を直接予測できないことである。

## 【0014】

既知のシステムの使用に起因する他の問題は、以前の充電／放電サイクルの数に対応するデータ及びこれらサイクルの放電の程度を正確に考慮できないことである。実際には、これらデータは、動作中バッテリを形成する実際の使用の関数として非常に変動し、放電サイクルの所定の瞬時にバッテリに存在する実際の充電状態に大いに影響を及ぼし、それに対して、引用した文献の既知のシステムでは、ニューラルネットワークの重みは、最終的には学習周期の終了から固定される。

## 【0015】

本発明の目的は、バッテリ放電電圧の予め設定されたクリティカルなしきい値に到達する瞬時に関する予測情報、より詳しくは、使用以前の各現瞬時からこの予め設定された放電電圧のクリティカルなしきい値に到達する瞬時まで経過する残りの時間の経過に関する予測情報を発生させるバッテリの放電／充電サイクルを監視するシステムを提供することである。

## 【0016】

本発明の目的は、既に以前に行われた放電充電サイクルの数の関数としてバッテリの各放

10

20

20

30

40

50

電周期とともに変動する新たな電圧データにそれ自体を自動的に適合させるような予測情報を発生させるバッテリの放電／充電サイクルを監視するシステムを提供することである。

【0017】

本発明の目的は、平均動作に関連する個々のバッテリの動作に拡張するために新たな実電圧データに関連するバッテリの各放電周期とともに変動する前記電圧データにそれ自体を適合させる予測情報を発生させるこのような監視システムを提供することである。

【0018】

これら問題は、放電／充電サイクルに依存して放電周期と交互に変わる充電周期を有する充電可能なバッテリに結合したバッテリの放電／充電サイクルを監視する監視システムであって、このシステムは、

前記バッテリの放電／充電サイクルの放電周期の開始時に、第1パラメータと称される動作パラメータのバッチを収集するとともに、予め設定されたクリティカルな放電電圧のしきい値の値を入力部で受信するために配置され、かつ、前記バッテリがこの放電周期の終了に相当するこのクリティカルなしきい値に到達する瞬時の計算された予測表示を出力部に発生させるように配置した第1適応計算手段と、

前記第1計算手段に結合し、開始瞬時と称される前記バッテリの放電周期の開始時に、開始電圧と称される前記バッテリの電圧の値、この開始瞬時から開始する短い時間の経過後のこの開始電圧の変動の値、及び前記放電周期前に行われるこのバッテリの放電／充電サイクルの開始数の値を開始値として入力部で受信するように配置され、かつ、近似パラメータのバッチ及び対応する訂正パラメータのバッチをそれぞれ出力部に発生させ、これらのパラメータを互いに加算して、前記第1計算手段に課される前記第1パラメータを形成する第2及び第3適応計算手段を具えることを特徴とする監視システムによって解決される。

【0019】

これら問題は、特に、前記バッテリの放電電圧測定及びこの測定に対応する現瞬時によってそれぞれ形成される瞬時の実数値のバッチを前記放電周期中に記録する読み出し／書き込み記憶区域と、計算器とを更に具え、

前記システムにおいて、各放電／充電サイクルの放電周期に続く前記バッテリの充電周期中、

前記第1計算手段を、前記放電電圧測定を入力部に課するとともに対応する現瞬時を出力に課する間、瞬時的な実数値のバッチが課される状況のこれら第1計算手段の作動に対応する実パラメータと称されるパラメータを自動的に計算するためにも配置し、

前記計算器を、前記放電周期中前記第2計算手段によって計算された前記近似パラメータを受信するとともに前記充電周期中前記第1計算手段によって計算された前記実パラメータを受信し、かつ、誤差パラメータと称されるこれらパラメータ間の差をそれぞれ発生させるように配置し、

前記第3計算手段を、前記誤差パラメータを前記第3計算手段の出力部に課するとともに以前の放電周期の開始値を前記第3計算手段の入力部に課する状況でこれら第3計算手段の作動に対応する適応パラメータと称されるパラメータを独立して計算するように配置し、

このシステムの第3計算手段は、次の放電／充電サイクルの後の放電周期における前記第3計算手段に対する動作パラメータとして、前記充電周期で計算された適応パラメータを保管するようにしたことを特徴とする既に規定したようなシステムによって解決される。

【0020】

好適例では、これら問題は、前記第1、第2及び第3計算手段を、第1、第2及び第3ニューラルネットワークによってそれぞれ形成し、前記作動パラメータを、前記第1ニューラルネットワークのシナプス係数とし、前記第1ニューラルネットワークは、電圧値用の入力セル及び時間値用の出力セルを有し、前記第2ニューラルネットワークは、前記開始

値用の三つの入力セルと、前記第1ニューラルネットワークのシナプス係数と同様の量の近似パラメータ用の複数の出力セルとを有し、前記第3ニューラルネットワークは、前記開始値用の三つの入力セルと、前記第1ニューラルネットワークのシナプス係数と同様の量の訂正パラメータ用の複数の出力セルとを有し、

前記計算器を、前記近似パラメータ及び訂正パラメータを受信するとともにこれらを互いに加算し、かつ、前記第1ニューラルネットワークに課された前記シナプス係数を発生させるように配置したことを特徴とする冒頭で規定したような監視システムによって解決される。

#### 【0021】

他の好適例では、これら問題を、前記第1計算手段を形成する第1ニューラルネットワークを、各放電／充電サイクルの放電周期に続く充電周期中、逆伝播法により、瞬時の実数値の各バッチに対して前記放電電圧の測定をその入力部に課するとともに対応する現瞬時をその出力部に課する状況で、それ自体の実シナプス係数とする実パラメータを計算するために配置し、

前記計算器を、前記充電周期中前記第1ニューラルネットワークによって計算された前記シナプス係数と、前記以前の放電周期に対して前記第2ニューラルネットワークによって計算された前記近似パラメータとの間の各差によって形成した誤差パラメータを発生させるように配置し、

前記第3計算手段を形成する前記第3ニューラルネットワークを、逆伝播法によって、前記誤差パラメータをその出力部に課するとともに前記以前の放電周期の開始値をその入力部に課する状況で、それ自体の適応シナプス係数とする適応パラメータを計算するように配置し、

前記次の放電／充電サイクルの次の放電周期のこの第3ニューラルネットワーク( N N 3 )は、前記充電周期で計算されたこれら適応シナプス係数を維持するようにしたことを特徴とする冒頭で規定したような監視システムによって解決する。

#### 【0022】

これら二つの例のうちのいずれか一つのこの監視システムの利点は、所定のタイプのバッテリ又は種々のタイプのバッテリに対してこの監視システムに結合したバッテリの個別の放電／充電特性に予測表示を適合させる点である。その理由は、この監視システムは、任意の新たな放電／充電サイクルに適合するという利点を提供するからである。

#### 【0023】

他の利点は、これら予測された表示が正確かつ非常に信頼性があるという点である。

#### 【0024】

他の利点は、これら表示は、このような「スマート」バッテリを具えるホスト装置をユーザが使用の最適状態で作動させることができる測定に関する、という点である。

#### 【0025】

本発明の適用モードにおいて、ホスト装置は、充電可能なバッテリによって給電され、このバッテリに結合したこのような監視システムをえる。

#### 【0026】

このシステムの利点は、使用が非常に簡単であるということである。このシステムに結合したホスト装置は特に良好に応答する。

#### 【0027】

#### 【発明の実施の形態】

図10を参照すると、監視装置100を充電可能なバッテリ110に結合して、スマートバッテリ120と称される全システムを形成する。この充電可能なバッテリは、連続的な放電／充電サイクルで交互に現れる充電周期及び放電周期を有する。監視装置100は、充電可能なバッテリの放電／充電サイクルの放電周期及び場合によっては充電周期を監視する。この監視装置100は、放電周期においてバッテリ110が予め設定されたクリティカルな電圧のしきい値 $V_{TH}$ に到達した瞬時 $t_{TH}$ 、より詳細には、放電電圧のこの予め設定されたクリティカルなしきい値 $V_{TH}$ に到達する前に経過する時間の経過 $t_{TH}$ 、又はこ

10

20

30

40

50

これら二つを表示する計算器 160 を具える。このスマートバッテリの総体を、このホスト装置 130 に統合すなわち結合することができる。この場合、この充電可能なバッテリ 110 を、接続部 D1, D2 によってこのホスト装置 130 に結合する。このホスト装置は、ユーザに時間表示  $t_{TH}$ 、 $t_{TH}$  又はこれら二つを提供する表示手段 140 も具える。

【0028】

監視システム 100 を、時間計測及びバッテリ電圧測定手段 150 にも結合する。

【0029】

放電 / 充電サイクルの放電周期中の監視システム 100 の動作手順

バッテリの放電周期に作動する監視システムを表す図 1A を参照すると、この監視システム 100 は、一方では、放電 / 充電サイクル中のバッテリの放電周期の開始と一致する開始瞬時  $t_0$ 。と称される瞬時における開始値と称される値を獲得する。これら開始値をこの開始瞬時  $t_0$  の開始バッテリ電圧と称されるバッテリ電圧  $V_0$ 。と、

バッテリが開始瞬時  $t_0$  とその後の瞬時  $t'$ 。=  $t_0 + t_0$  の間で使用される非常に短い時間の第 1 経過  $t_0$  中測定される、開始電圧変動と称されるバッテリ電圧の変動  $V_0$ 。と、

考察した開始瞬時  $t_0$  の前に既に行われた放電 / 充電サイクルの数  $N_0$ 。とする。考察したサイクルが、以前に新たに再充電されていないバッテリを最初に用いるサイクルである場合には、 $N_0$  を、所望に応じて 0 (零) に等しくすることができる。この  $N_0$  を、開始サイクル数とする。

【0030】

このシステム 100 は、一方では、この同一放電周期の連続的な各現瞬時  $t$  の瞬時値を獲得することができる。この瞬時値を、現瞬時  $t$  のバッテリ電圧  $V_t$  と、対応する瞬時  $t$  とする。

【0031】

図 1A を参照すると、充電可能なバッテリ 110 の充放電サイクルを監視するシステム 100 は、放電周期で開始電圧値  $V_0$ 、 $V_0$ 、 $N_0$  及びクリティカルな電圧しきい値  $V_{TH}$  の固定値に基づいてクリティカル瞬時  $t_{TH}$  と称される瞬時の予測表示を発生させる第 1、第 2 及び第 3 の結合された適応予測計算手段 NN1, NN2 及び NN3 を具える。同一放電周期のこのクリティカル瞬時  $t_{TH}$  において、バッテリ電圧は、このクリティカルしきい値  $V_{TH}$ 、より詳細には、この放電電圧しきい値  $V_{TH}$  に到達する前に経過すべき時間の経過

$t_{TH}$  の予測表示に到達する。このしきい値は、バッテリ電圧がこのしきい値  $V_{TH}$  に到達する前に予め決定されているので、バッテリ 110 は、正確に既知であるとともに所定の範囲にある動作エネルギーを保持し、この場合、このエネルギーを、給電されるホスト装置 130 の動作に正確に適合させる。

【0032】

図 1A に図示した実施の形態では、監視システム 100 の第 1、第 2 及び第 3 の適応予測計算手段を、NN1 を付した第 1 ニューラルネットワークと、この第 1 ニューラルネットワーク NN1 に直列結合された NN2 を付した第 2 ニューラルネットワークと、この第 2 ニューラルネットワークに並列結合された NN3 を付した第 3 ニューラルネットワークとによって形成する。

【0033】

以下の説明において、放電 / 充電サイクルの瞬時  $t_0$  に開始する PD1 を付した第 1 放電周期を先ず考察し、放電電圧の予め設定されたクリティカルなしきい値  $V_{TH}$  を、固定して決定する。

【0034】

第 1 ニューラルネットワーク NN1 は、予め設定されたクリティカルなしきい値を形成する電圧  $V_{TH}$  に対する入力部を有するとともに、電圧のこの予め設定されたクリティカルなしきい値  $V_{TH}$  に到達する、現瞬時  $t$  の各々で例えば毎分発生させる瞬時  $t_{TH}$  の出力部を有する。

【0035】

10

20

30

40

50

図9を参照すると、第1ニューラルネットワークNN1を、現瞬時 $t$ の各々で計測を行う時間計測手段150aに結合し、かつ、加算器の機能を有するとともに現瞬時 $t$ と計算された瞬時の値 $t_{TH}$ との間の差として発生させる計算器160に結合する。

【0036】

この現瞬時 $t$ と計算された瞬時の値 $t_{TH}$ との間の差を、ホストシステム130に給電されるバッテリの通常の動作で予め決定されたクリティカルな放電電圧のしきい値 $V_{TH}$ に到達するまで経過するとともに、この動作が原因で通常放電される時間の経過の値 $t_{TH}$ とする。

【0037】

図示した実施の形態において、第1ニューラルネットワークNN1の13個のシナプス係数すなわち重みが存在し、これらに $W_{jA}$ を付し、この場合 $j$ を、1から13までの指標とする。これらは第1パラメータ $W_{jA}$ と称され、これらを、第1放電周期PD1中、第3ニューラルネットワークNN3と共同する第2ニューラルネットワークNN2によって自動的に計算し及び発生させる。

10

【0038】

第2ニューラルネットワークNN2は、この第1放電周期PD1の開始瞬時 $t$ 。で測定された開始電圧 $V$ 。と、開始瞬時 $t$ 。の後例えば1分後計算される短い時間経過 $t$ 。後に現れる瞬時 $t$ 。での開始電圧の変動 $V$ 。と、サイクルの開始数 $N$ 。とに対する三つの入力部を有するとともに、第1ニューラルネットワークNN1のシナプス係数すなわち重み $W_{jA}$ の形成に寄与する近似パラメータと称する13個の $W_{jB}$ に対する13個の入力部を有する。

20

【0039】

第3ニューラルネットワークNN3は、第2ニューラルネットワークNN2と同数の入力部すなわち三つの入力部を有し、これら入力部を、この第1放電周期PD1の開始瞬時 $t$ 。で測定された開始電圧 $V$ 。と、開始瞬時 $t$ 。の後例えば1分後計算される短い時間経過 $t$ 。後に現れる瞬時 $t$ 。での開始電圧の変動 $V$ 。と、サイクルの開始数 $N$ 。とに対する三つの入力部を有するとともに、第2ニューラルネットワークNN2から来る13個の近似パラメータ $W_{jB}$ の各々に対応する13個の訂正パラメータ $W_{jC}$ の13個の出力部を有する。

【0040】

30

加算器の機能を有する計算器160は、とりわけ、瞬時 $t$ 。で測定された開始電圧 $V$ 。と次の瞬時 $t$ 。で測定された次の電圧 $V$ 。との間の差すなわち $V = V - V'$ 。を計算することによって電圧の開始変動の値 $t$ 。を発生させる。

【0041】

この計算器160は、その加算器の機能において、第2ニューラルネットワークから来る近似パラメータ $W_{jB}$ と第3ニューラルネットワークから来る訂正パラメータ $W_{jC}$ とを加算することにより、この第1放電周期PD1中第1ニューラルネットワークの動作に必要なシナプス係数すなわち重み $W_{jA}$ も発生させる。

【0042】

13個の結果 $W_{jA} = W_{jB} + W_{jC}$ の各々は、第1動作パラメータとしてこの第1放電周期PD1中第1ニューラルネットワークに課される。

40

【0043】

図10を参照すると、監視システム100は、この場合第1及び第3ニューラルネットワークの可変の測定及び重みを記録し及び発生させるRAM区域170bと、ニューラルネットワークNN1, NN2及びNN3の構成データ並びに第2ニューラルネットワークNN2の固定パラメータ及び重みを記憶するROM区域170bとも見える。

【0044】

これらメモリは、監視システム100の動作に必要な計算を実行する計算器160によってアクセス可能である。

【0045】

50

ニューラルネットワークNN1, NN2及びNN3の各々を、連続的に出力するために計算を行うとともにこれら出力信号を発生させるように構成（すなわち配置）すべきである。この点に関して、これらの各々は、学習手順と、それらのシナプス係数を予め設定し及び所定の場合には固定する学習周期と称される試験手順とに支配される。

【0046】

ニューラルネットワークの学習手順

第1ニューラルネットワークNN1のタスクは、放電曲線モデルを学習すべきである。この学習により、 $V_t$ を付したバッテリ放電電圧の瞬時値とバッテリがこの電圧 $V_t$ に到達する現瞬時 $t$ との間の関係を形成することができる。第1ニューラルネットワークNN1は、この学習周期中、関係

10

【数1】

$$t = F w (V_t) \quad (1a)$$

を決定する関数 $F w$ を形成すべきである。ここで、 $F$ に付した指標 $w$ は、関数 $F$ が、第1ニューラルネットワークNN1の重み $W_{jA}$ すなわちシナプス係数にリンクされたことを表す。

【0047】

ニューラルネットワークNN1は、非線形関数 $F w$ を発生させるように形成される。

【0048】

図2を参照すると、第1ニューラルネットワークNN1は、-1に選択されたしきい値電圧を入力する第1ニューラルセルNC0A及び瞬時 $t$ で瞬時電圧値 $V_t$ を入力する第2ニューラルセルNC1Aを含む二つのニューラルセルによって形成された入力層と、-1に選択されたしきい値を入力する第1隠れニューラルセルNC0A及びNC1A～NC4Aを付した四つの隠れニューラルセルを含む五つのニューラルセルの隠れ層と、NSAを付した單一ニューラルセルを有する出力層とを具える。

20

【0049】

したがって、第1ニューラルネットワークNN1の学習手順中、その入力部EC1Aが瞬時電圧値 $V_t$ を受信し、それに対してこの同一の入力部が現使用中クリティカルな電圧しきい値 $V_{TH}$ の値を受信するのが観察される。

【0050】

NC1A～NC4Aを付した各隠れニューラルネットワークの構成及び動作式を、定型（基準）ニューロンのセルとし、これらを、一例として隠れセルNC1Aを示す図11に図示する。

30

【0051】

各々の所定の隠れニューロンNCiAは、 $W_{jA}$ を付した13個の重みのうちの一つの入力重みすなわち入力シナプス係数を有する瞬時電圧 $V_t$ を入力部で受信するとともに、 $W_{jA}$ を付した13個の重みのうちの他の一つに関係するその値として定数「-1」を有するしきい値も受信する。指標“i”を、各隠れニューラルセルNC1A～NC4Aの指標1～4とする。各隠れニューロンNCiAは、13個の重み $W_{jA}$ のうちの一つに関係させる $E_i(V_t)$ を付した入力の重み付けられた和を発生させるとともに、中間出力信号 $E_i(V_t)$ を計算する。

【0052】

40

各隠れニューロンNC1A～NC4Aは、 $S_i$ を付した活性化関数によってこの中間出力信号 $E_i(V_t)$ を変換するとともに、関係

【数2】

$$S_i(V_t) = S_i [E_i(V_t)] \quad (2a)$$

に基づいて $S_i(V_t)$ を付した出力信号を計算する。

【0053】

したがって、各隠れニューロンの活性化関数 $S_i(V_t)$ は、良好に規定された状態となる。あり得る活性化関数として、非線形関数のセットから選択した関数のみを採用する。

【0054】

好適には、活性化関数 $S_i$ を、後に示すように形成すべき放電曲線の形態に良好に適合させ

50

た正接の双曲線関数に等しいシグモイド関数 "tanh"とする。隠れ層において、このような四つのニューラルセルN C 1 A ~ N C 4 Aを、説明した例において非線形関数 "tanh"を示す。

【0055】

単一の出力ニューロンN S Aの構成を図12に図示する。を付した、全ての隠れニューロンN C i Aの出力信号 $S_i(V_t)$ の重み付け和を、シナプス係数 $W_{jA}$ を利用することによって実現し、この和に、隠れセルN C 0 Aから来る「-1」の値のしきい値を加算する。このしきい値を、シナプス係数 $W_{jA}$ のうちの一つによって出力ニューロンN S Aに導入する。

【0056】

したがって、この出力ニューロンは、中間出力信号 $E_s(V_t)$ を付与する重み付け和を先ず 10 発生させる。

【0057】

次いで、出力N S Aのニューロンは、 $L_s$ を付した活性化関数によって出力信号 $E_s(V_t)$ を変換し、関係

【数3】

$$F_w(V_t) = L_s [ E_s(V_t) ] \quad (3a)$$

に従って $F_w(V_t)$ を付した最終出力信号を計算する。

【0058】

この出力ニューロンの活性化関数 $L_s$ を線形に選択する。出力ニューロンの出力信号を、発生させようとする関数 $F_w$ とする。 20

【0059】

各隠れニューロンN C i Aの重みの表示を、図2において出力ニューロンN S Aの入力重みの表示のように表す。 $W_{1A} \sim W_{13A}$ を付したこれら重みのセットを、並列に接続した第2及び第3ニューラルネットワークNN 2及びNN 3によって伝送される13個の重み $W_{jA}$ のセットによって形成し、これらニューラルネットワークの出力部を、加算器の機能の計算器160によって結合する。

【0060】

図6を参照すると、一例として採用したニッケル-カドニウム電池の通常の放電曲線は、分の時間 $t$ に対してプロットしたボルトの瞬時電圧 $V_t$ を示す。この曲線は、例えば最初の100分の電池の第1作動周期の急な勾配と、これに続く100分と500分との間の使用におけるゆるやかな勾配と、500分を超えた後の再度の急な勾配とを示す。当然、この放電曲線は一例として全体的に付与される。 30

【0061】

しかしながら、本システムにおいて、第1ニューラルネットワークNN 1は、バッテリの電圧 $V_t$ の関数 $F_w$ である時間 $t$ を発生させる学習周期を経験すべきであることを思い出す。

【0062】

したがって、本明細書で関心のある放電曲線の例を図7に示す。この曲線は、バッテリ電圧 $V_t$ に対してプロットした時間 $t$ を示す。図7のこの曲線は、図6の時間軸上の値を図7のY軸に移すとともに図6のY軸上の値を図7のX軸に移すことによって簡単にプロットすることができる。この放電曲線は、曲線 "tanh"の形態にアプローチする形態を有することがわかる。したがって、シグモイドタイプの関数は、隠れ層のニューロンの活性化関数を実現するのに好適である。 40

【0063】

したがって、図7は、ボルトの電圧 $V_t$ に対してプロットした分の時間 $t$ を与える放電曲線を示し、これは、ほぼ平坦な両端部及び急な勾配を有する中央部を示す。したがって、第1ニューラルネットワークNN 1において、関係1aの放電曲線の中央部のモデル化を、活性化関数がそれぞれ急な勾配を有する隠れ層の二つのニューラルセルC N 1 A, C N 2 Aによって実行し、それに対して、これら曲線の端部のモデル化を、急でない勾配を有する活性化関数を示す次の隠れニューラルセルC N 3 A, C N 4 Aによって実行される。 50

## 【0064】

活性化関数を有するとともに比較的相違する勾配を示す隠れセルが存在すると、予め設定された相違するタスクの実行の際には各隠れセルを特定することになる。ニューラルネットワークNN1がこの特定化の存在なしに同一レベルのパフォーマンスの関数Fwを発生させるタスクを学習できることを明らかである。しかしながら、本発明によれば、ニューラルネットワークNN1の学習周期が相当短いことがわかる。その理由は、各セルは、予め設定されたタスクに専念するからである。

## 【0065】

隠れセルNC1A, NC2Aの活性化関数Siの勾配を、例えば7.0とし、それに続く隠れセルNC3A, NC4Aの活性化関数の勾配を、例えば2.0とする。

10

## 【0066】

第1ニューラルネットワークNN1の学習周期に際し、放電電圧V(t)に対してプロットした放電時間tの曲線を、例えば複数の放電サイクルNに対して毎分及び同一タイプのバッテリ110例えばニッケル-カドニウム電池に対して記録する。

## 【0067】

一例では、20個のバッテリを用いるとともに、140の放電/充電サイクルを経験する。その電圧が $V_0 = 9$  Vである場合バッテリが十分充電されたと考えられ、その電圧が $V_{TH} = 6$  Vに到達するとクリティカルな放電しきい値に到達したと考えられる。この方法により、 $20 \times 140 = 2800$ の放電曲線が記録され、その結果各曲線は1600個の点を発生させる。

## 【0068】

各曲線は、相違するネットワークNN1で点を取る。したがって、学習周期において、2800個のネットワークが、すなわち曲線ごとに一つのネットワークが開始される。各曲線において、例えば半分の点、すなわち800個の点が、対応するニューラルネットワークNN1の学習に用いられ、他の半分の点、すなわち他の800個の点が、前記ニューラルネットワークNN1を試験するのに用いられる。

20

## 【0069】

学習周期及び試験を具えるこの学習周期の開始では、2800のニューラルネットワークNN1の各々の13個の重みWjAは、図10で170bを付したRAM区域に記憶される。

## 【0070】

それらに基づいて、メモリの13個の重みWjAのバッチの値は、第2ニューラルネットワークNN2の学習に対するデータベースを形成する。

30

## 【0071】

第2ニューラルネットワークNN2のタスクは、バッテリ放電電圧に依存するパラメータ間の関係を学習すべきである。したがって、第2ニューラルネットワークNN2は、開始のサイクル数N<sub>0</sub>と、各放電曲線の最初に記録された電圧V<sub>0</sub>と、この放電曲線の開始時の勾配V<sub>1</sub>とを受信する。それは、これら測定に基づいて、第1ニューラルネットワークNN1の作動に必要な13個の重みWjAを計算できるようにすべきである。この関係は、関係

## 【数4】

$$WjA = G(V_0, V_1, N_0) \quad (4a)$$

40

の関数Gによって表現される。

## 【0072】

図3を参照すると、第2ニューラルネットワークNN2の構成は、そのタスクによって指令される。このニューラルネットワークNN2は、値V<sub>0</sub>, V<sub>1</sub>及びN<sub>0</sub>に対する三つの入力セルEC1B, EC2B, EC3B並びに-1のしきい値に対する入力セルEC0Bとを有する入力層と、第1ニューラルネットワークの求められた重みの値に隣接する値の13個の近似パラメータWjBの各々に対する13個の出力セルNS1B~NS13Bと、NC1B~NC8Bを付した8個の隠れニューラルセル及び-1のしきい値に対する一つの隠れセルNC0Bを有する単一隠れ層とを具える。

## 【0073】

50

本発明によれば、開始値  $V_0$  及び  $V_0$  によって形成された入力部を特に選択する。その理由は、それらが、バッテリの特性に対して最も敏感な値となるからである。

【0074】

サイクルの開始数  $N_0$  によって形成された第3入力部を特別に選択する。その理由は、この入力部はバッテリのエーディングの影響を考慮することができず、バッテリが放電／充電サイクルに支配される程度が大きくなるにしたがって、それを使用できる寿命が短くなり、すなわち、充電の影響が有効でなくなるとともに放電が急速になるからである。このエーディングの影響を図8に示し、これは、開始サイクルの数  $N_0$  に対してプロットした、開始瞬時  $t_0$  からクリティカルなしきい値  $V_{TH}$  に到達する放電周期  $t_{TH}$  に対応する測定点を示す。これらの測定は、サイクル数が多くなるにしたがって放電時間  $t_{TH}$  が短くなることを示す。  
10

【0075】

WnB を付したこの第2ニューラルネットワークのシナプス係数すなわち重みを、学習周期中固定するとともに、図10に図示したROM区域170aに記憶させる。

【0076】

ニューラルネットワークNN2への適用を試みると、その関数として非線形正接双曲線関数“tanh”を作動させ、八つの隠れセルを有するこのようなネットワークは、割り当てられたタスクを適切に管理することができる。

【0077】

第1ニューラルネットワークの出力セルNSAの相違が発生すると、第2ニューラルネットワークNN2のNS1B～NS13Bを付した出力セルは、好適には“tanh”的非線形活性化関数を有する。  
20

【0078】

第1ニューラルネットワークNN1のように、この第2ニューラルネットワークNN2は、シグモイダル活性化関数の勾配がセルごとに相違する隠れセルを有する。この実施の形態では、多数の隠れセルを使用しなくてもよくなる。

【0079】

したがって、第2ニューラルネットワークNN2では、1400のベクトルを、2800の記録された曲線により第1ニューラルネットワークNN1の学習によって発生した13個の重み値に使用し、発生した1400の他のベクトルを試験に使用する。  
30

【0080】

試験手順を次のように実現する。学習バッチに属しない1400のベクトルに対して、対応する開始値  $V_0$  ,  $V_0$  及び  $N_0$  を、第2ニューラルネットワークの入力部に供給する。このネットワークは、このネットワークが計算に導入されると、13個の重み値  $W_{jB}$  の出力ベクトルを計算する。

【0081】

この試験法に従うと、これら13個の重み値  $W_{jB}$  は、予め設定されたクリティカルな放電電圧値  $V_{TH} = 6V$  がその入力部EC1Aに供給されるのと同時にニューラルネットワークNN1に課される。したがって、この第1ニューラルネットワークNN1は、試験曲線のものと比較された放電時間  $t_{TH}$  に自動的に適合した予測値を計算する。  
40

【0082】

図8を参照すると、このようにして獲得されたサイクル数  $N_0$  に対してプロットした放電時間の予測曲線をで図示する。

【0083】

以上説明した学習周期において、第3ニューラルネットワークNN3の存在は考慮しなかつた。

【0084】

図8を参照すると、第3ニューラルネットワークNN3が回路に含まれていない場合、サイクル数  $N_0$  に対してプロットした放電時間  $t_{TH}$  の予測表示を示す曲線は、実測定に依存する曲線と異なり、すなわち、監視システムは、バッテリがクリティカルな電圧しき  
50

い値  $V_{TH}$  に到達する瞬時  $t_{TH}$  を予測すると、約10分の平均誤差が生じる。

【0085】

したがって、この瞬時  $t_{TH}$  の予測的な決定に影響を及ぼすこの誤差を訂正することは重要である。

【0086】

この誤差は、第1ニューラルネットワークの作動に対して課された重みを訂正することにより訂正することができる。これは、第2ニューラルネットワークNN2によって計算されたパラメータ  $WjB$  を第1ニューラルネットワークNN1に直接供給しないことによって行う。その理由は、これらは、平均値であり、かつ、説明した誤差の原因となるからである。したがって、これは、第3ニューラルネットワークNN3によって生じた訂正パラメータ  $WjC$  によってこれら補正パラメータ  $WjB$  を補正することによって行い、その補正パラメータは、補正パラメータ  $WjB$  の数と同様な量を有する。

10

【0087】

結局は第1ニューラルネットワークNN1の最適重み  $WjA$  となるまで、近似パラメータ  $WjB$  及び訂正パラメータ  $WjC$  を、その加算器の機能の計算器160に互いに加算し、その結果を、この第1ニューラルネットワークNN1に課する。

【0088】

図1Bを参照すると、学習周期中、第3ニューラルネットワークNN3は、適合値としてのそれ自体のシナプス係数すなわち重みの計算を学習して、訂正パラメータ  $WjB$  を計算できるようにし、この訂正パラメータ  $WjB$  は、第2ニューラルネットワークNN2によって生じた補正パラメータ  $WjA$  に加算され、かつ、第1ニューラルネットワークNN1の動作に最適なシナプス係数すなわち重みを形成する。したがって、これら適合された重み  $WjA$  を有するこの第1ニューラルネットワークNN1は、放電周期中、実数値の最近クリティカル瞬時  $t_{TH}$  を予測する表示を発生させる。

20

【0089】

例えば、この第3ニューラルネットワークを用いると、 $t_{TH}$  の予測表示 と測定 との間の差は、図8に図示したように約1分まで低減される。これは、正確な予測表示を得るのに非常に有利である。その理由は、監視システムは、約570分の放電周期のうちの10分の誤差からこれらの570分のうちの1分の誤差に変わるものである。

【0090】

30

このように形成された監視システムは、非常に正確なシステムとなる。

【0091】

図4を参照すると、第3ニューラルネットワークNN3は、  
開始サイクルの数  $N_0$  と、

各放電曲線の曲線の最初に記録された電圧  $V_0$  と、

この放電曲線の開始時の勾配  $V_0'$  とを受信し、それは、これら測定に基づいて13個の訂正パラメータ  $WjC$  を計算できるようにすべきである。これら測定は、第1ニューラルネットワークNN1の作動に必要な重み  $WjA$  を13個の近似重み  $WjB$  とともに発生させるために共同する。

【0092】

40

図4を参照すると、第3ニューラルネットワークNN3の構成は、そのタスクによって指令される。このニューラルネットワークNN3は、  
値  $V_0$  ,  $V_0'$  及び  $N_0$  の三つの入力セル  $EC1C$  ,  $EC2C$  ,  $EC3C$  及び -1 のしきい値の入力セル  $EC0C$  と、

13個の訂正パラメータ  $WjC$  のうちの一つに対する13個の出力セル  $NS1C$  ~  $NS13C$  を具える。これら出力セルは、第2ニューラルネットワークNN2の対応する出力セルの関数と等しい活性化関数、すなわち同一勾配を有するシグモイダル関数 "tanh" を有する。

また、このニューラルネットワークは、しきい値の隠れセルを有しないAUを付した一つの隠れニューラルセルを有する単一隠れ層を具える。

50

## 【0093】

第3ニューラルネットワークは、動作の際に、入力部に4個のシナプス係数を必要とするとともに出力部に13個のシナプス係数を必要とする。すなわちkを1から17までの指標とする場合、合計17個のシナプス係数を必要とする。

## 【0094】

図5を参照して、第3ニューラルネットワークNN3の学習手順を明示する。この手順は次の手順を具える。

## 【0095】

1) 第1放電周期PD1に対応するブロック1によって示した第1ステップ。このステップ中、

10

第2ニューラルネットワークは、開始値 $V_0$ 、 $V_0$ 及び $N_0$ を受信するとともに、近似パラメータ $WjB$ を計算し、

RAM区域170bは、時間計測手段150a(図9)及び充電可能なバッテリ110の電圧測定手段150bによって生じた瞬時の測定を記録する。これら瞬時の測定は、前記第1放電周期PD1の現瞬時の各々で、例えば毎分記録され、現瞬時tの測定及び対応する電圧値 $V_t$ の測定を具える。

## 【0096】

2) 図5のブロック2及び図1Bに第2ステップを図示する。これは、第1放電周期PD1の終了に続く第1充電周期PC1に対応する計算器160及びニューラルネットワークの時間経過中連続的に発生する。このステップ中、これらサブステップを連続的に発生させる。

20

## 【0097】

2a) ブロック2aによって図示したサブステップ。この間、

先行する放電周期PD1の現瞬時の各々に測定された瞬時の測定 $V_t$ 、tのバッチを、第1ニューラルネットワークNN1に課し、その結果、

瞬時に測定された電圧値 $V_t$ を、第1ニューラルネットワークNN1の入力ECAに課し、

対応する瞬時tの瞬時の測定を、第1ニューラルネットワークNN1の出力NSAに課する。

## 【0098】

30

ニューラルネットワークでは従来既知の逆伝播法(reverse propagation)によって、第1ニューラルネットワークNN1は、これら課された瞬時の実数値に対応するその13個の内部重みを計算する。これら13個の計算された重みは実重みと称され、これに $WjA^*$ を付す。これら重み $WjA^*$ を、第1ニューラルネットワークNN1の作動に対する13個の最適のあり得るパラメータ値とし、それは、先行する放電周期PD1中記録された実充電曲線に対応する。

## 【0099】

2b) 充電周期PC1中に連続的に発生する、ブロック2bに図示したサブステップ。この間、

40

これら13個の実重み $WjA^*$ の最適値を計算器160に供給する。この計算器は、以前の放電周期PD1中第2ニューラルネットワークNN2によって計算された13個の近似パラメータ $WjB$ も受信する。

## 【0100】

この第2サブステップにおいて、加算器の機能の計算器160は、これら13個の実重み値 $WjA^*$ とこれら13個の近似パラメータ $WjB$ との間の差を計算して、 $WjC^*$ を付した13個の誤差パラメータを計算する。

## 【数5】

$$WjC^* = WjA^* - WjB$$

この場合、jを、本例の第1ニューラルネットワークの作動に必要な重みの数に対応する1から13までの数とする。

50

## 【0101】

2c) ブロック 2c によって示したサブステップを、充電周期 PC1 中常に連続的に発生させる。その間、

これら 13 個の誤りパラメータ  $WjC^*$  を、第 3 ニューラルネットワーク NN3 の 13 個の出力部 NS1C ~ NS13C の各々に課し、それに対して、以前の放電周期 PD1 中に用いた開始値  $V_0$ ,  $V_0$  及び  $N_0$  を、その入力部 EC1C ~ EC3C に課する。

## 【0102】

これら 13 個の誤差パラメータ  $WjC^*$  は、第 3 ニューラルネットワーク NN3 のあり得る最適の出力となる。

## 【0103】

既知の逆伝播法を用いて、第 3 ニューラルネットワーク NN3 は、RAM 区域 170b に記憶された  $WkC$  を付したそれ自体の適応シナプス係数を計算する。

## 【0104】

3) 第 3 ステップは、PD2 を付した新たな放電周期で開始する第 2 放電 / 充電サイクルに相当する。

## 【0105】

この新たな放電周期 PD2 において、以前のサイクルの充電周期 PC1 中計算された図 4 に図示した第 3 ニューラルネットワークの構成と同様な、この場合  $k$  を 1 から 17 までの数とする適応シナプス係数  $WkC$  は、監視システムが作動中、既に説明したように第 1 ニューラルネットワーク NN1 のシナプス係数の他の計算に対して保持される。

## 【0106】

このように計算したこれら適応シナプス係数  $WkC$  とともに、第 3 ニューラルネットワーク NN3 は、この新たな放電周期 PD2 中、第 2 ニューラルネットワーク NN2 によって生じた近似パラメータ  $WjB$  の訂正に非常に良好に適合した訂正パラメータ  $WjC$  を発生させる。

## 【0107】

計算器 160 は、この第 2 放電周期中第 1 ニューラルネットワーク NN1 に良好に適合した新たなシナプス係数を発生させる  $WjB + WjC$  を互いに加算する間、この訂正を実行する。

## 【0108】

充電可能なバッテリを監視するシステムの動作モード

監視システム 100 は、開始モード、現使用モード及び適応モードと称される三つの動作モードを有する。

## 【0109】

開始モードは、バッテリ 110 が放電 / 充電サイクルの充電手順を終了する度したがって放電周期の新たなサイクルを開始する度に利用される。バッテリ 110 が動作に入ると、開始電圧  $V_0$  が直ぐに記録される。その後、好適には正確に 1 分の非常に短い時間経過  $t_0 - t'_0 = t_0$  の後の瞬時  $t'_0$  において、バッテリ電圧も、 $V'_0$  を付した発生値を記録し、開始電圧の差  $V_0 - V'_0 = V_0$  を、例えば図 9 及び 10 に図示した加算器 160 の機能の計算器によって計算する。その後、計算器 160 を用いて計算される既に発生した開始サイクル数  $N_0$  とともに、二つの値  $V_0$  及び  $V'_0$  を、第 2 ニューラルネットワーク NN2 の入力部に供給し、その後、第 1 ニューラルネットワーク NN1A に供給すべき 13 個の重み値  $WjB$  のベクトルを計算する。

## 【0110】

現使用モードを、放電周期それ自体の間に用いる。この現使用モードにおいて、瞬時電圧  $V_t$  を、第 3 ニューラルネットワークの重みを更新するために毎分測定し及び記憶する。バッテリがこの予め設定されたクリティカルな電圧しきい値  $V_{TH} = 6V$  に到達する前に経過した時間経過  $t_{TH}$  を、時間  $t_{TH}$  と時間  $t$  の間の差として計算する。ここで、 $t_{TH}$  を、その入力を  $V_{TH} = 6V$  に設定した場合のネットワーク NN1A の出力とし、 $t$  を、計測手段 150a によって計測した瞬時とする。時間  $t_{TH}$  又は時間の経過  $t_{TH}$  の表示を、このように毎分発生させる。

10

20

30

40

50

## 【0111】

適応モードを充電周期中に用い、これは、図1B及び5を参照して既に説明した手順に従って、実パラメータWjA\*と、第3ニューラルネットワークNN3と称する誤差パラメータWjC\*の計算と、tが第1ニューラルネットワークNN1に課される瞬時の実数値V<sub>t</sub>に基づく第3ニューラルネットワークNN3のシナプス重みWkcの計算をえる。

## 【0112】

一般的な方法では、図9を参照すると、監視システム100を、計算を実行するマイクロプロセッサ160と、データを記憶するメモリ区域170a, 170bによって使用する。これらメモリ区域は、マイクロプロセッサ160を介してアクセス可能であり、ニューラルネットワークNN1, NN2及びNN3の構成データ並びに第2ニューラルネットワークの固定パラメータ及び重みWnBを記憶するROM区域170aと、第1及び第3ニューラルネットワークの変動しうる測定及び重みベクトルWjC, WjA\*, WjC\*を記録し場合には発生させるRAM区域170bとを含む。マイクロプロセッサ160は、監視システムの動作に必要な計算を実行する。

10

## 【0113】

図10を参照すると、監視システム100を、時間t<sub>TH</sub>の表示、使用後の現瞬時tからバッテリがこの予め設定されたしきい値電圧V<sub>t<sub>TH</sub></sub>に到達する瞬時まで経過した時間の経過t<sub>TH</sub>の表示、又はこれら二つの表示をユーザに行う表示手段140に結合する。この表示手段140は、時間すなわち正確な時間表示も行うことができる。これら表示手段は、バッテリの放電周期に続く充電周期を開始する際の表示、充電周期を終了する際の表示、及び電池が例えば開始電圧V<sub>0</sub> = 9Vに到達する際の表示を行うこともできる。

20

## 【0114】

既に説明したように、監視システム100は、充電可能なバッテリ110に対する接続手段D1, D2を具えるホスト装置130の一部を形成する。充電可能なバッテリ110を監視システム100に結合して、スマートバッテリ120を形成する。ホスト装置130は、測定手段150例えばマルチメータと、マイクロプロセッサ160と、マイクロプロセッサにアクセス可能なメモリ区域170a, 170bと、表示手段140とを収容する。

## 【0115】

表示手段を実現するために、従来既知の種々の装置を用いることができる。装置を、表示が書き込まれ若しくは描写されるスクリーン、又は、ダイオードで形成されたパネルとする。

30

## 【図面の簡単な説明】

【図1】Aは、充電可能なバッテリの監視システムを表わす図であり、Bは、連続的な充電周期における学習周期中の監視システムを表す図である。

【図2】監視システムの第1ニューラルネットワークを表す図である。

【図3】監視システムの第2ニューラルネットワークを表す図である。

【図4】監視システムの第3ニューラルネットワークを表す図である。

【図5】放電周期に続く充電周期中の監視システムの三つのニューラルネットワークの学習手順の段階を表すプロック図である。

40

【図6】バッテリの放電電圧を時間に対してプロットした曲線を示す図である。

【図7】放電電圧に対してプロットしたバッテリの放電時間曲線を示す図である。

【図8】放電/充電サイクルの数に対してプロットしたバッテリの放電時間曲線を示す図である。

【図9】監視システムを動作させる素子を示す図である。

【図10】ホストシステムの監視システムを示す図である。

【図11】監視システムの第1ニューラルネットワークNN1の隠れ層のニューラルセルの構成を示す図である。

【図12】第1ニューラルネットワークNN1のニューラル出力セルの構成を示す図である。

50

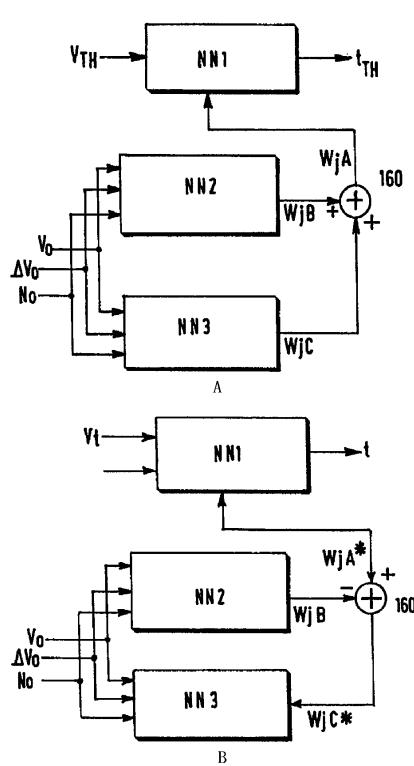
## 【符号の説明】

- 1 0 0    監視システム
  - 1 1 0    充電可能なバッテリ
  - 1 2 0    スマートバッテリ
  - 1 3 0    ホスト装置
  - 1 4 0    表示手段
  - 1 5 0    時間計測及び電圧測定手段
  - 1 5 0 a    時間計測手段
  - 1 5 0 b    電圧測定手段
  - 1 6 0    マイクロプロセッサ

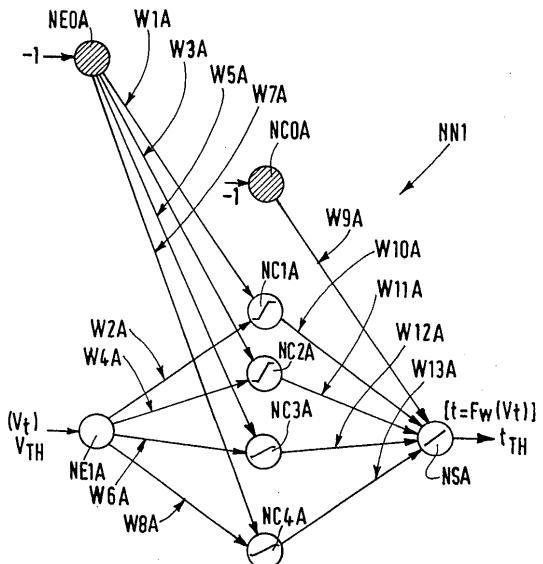
10

- NN1 第1ニューラルネットワーク  
NN2 第2ニューラルネットワーク  
NN3 第3ニューラルネットワーク

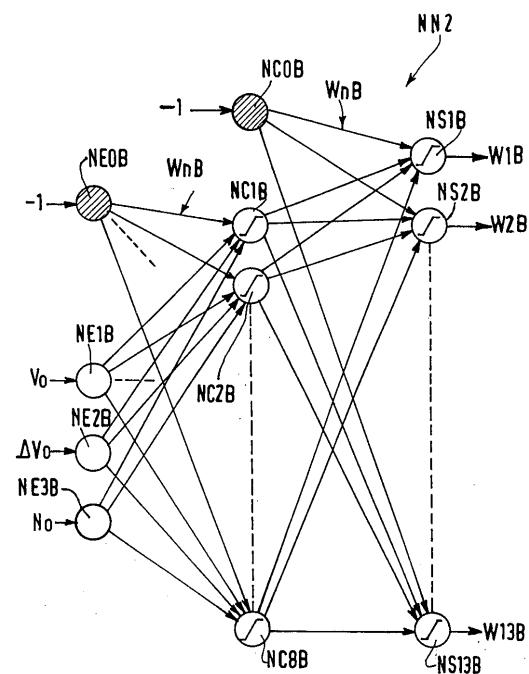
【 四 1 】



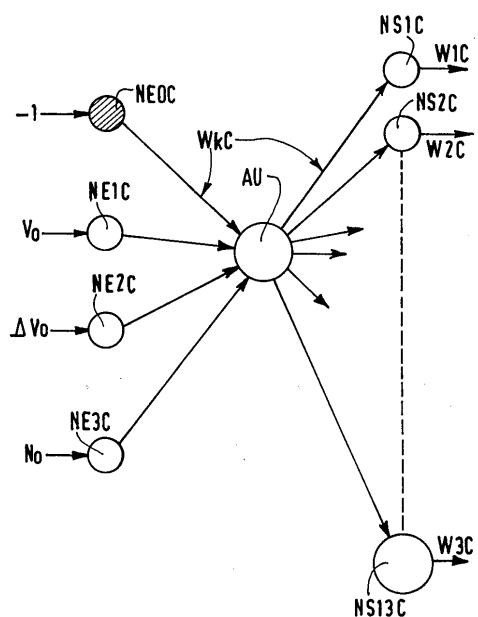
【 図 2 】



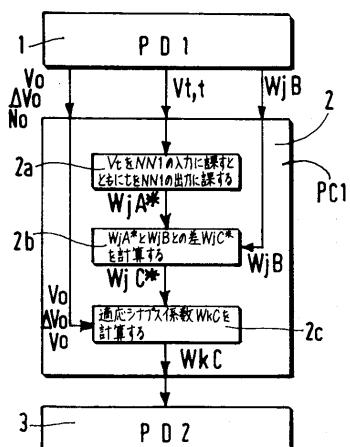
【図3】



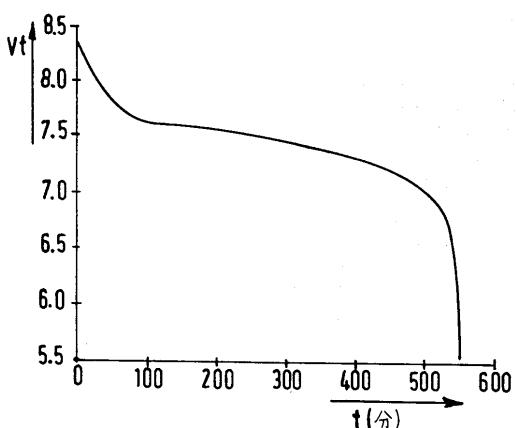
【図4】



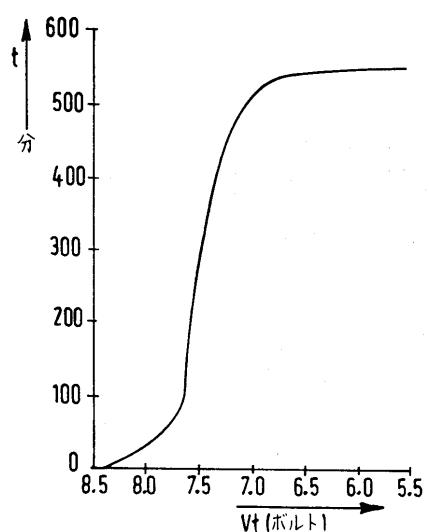
【図5】



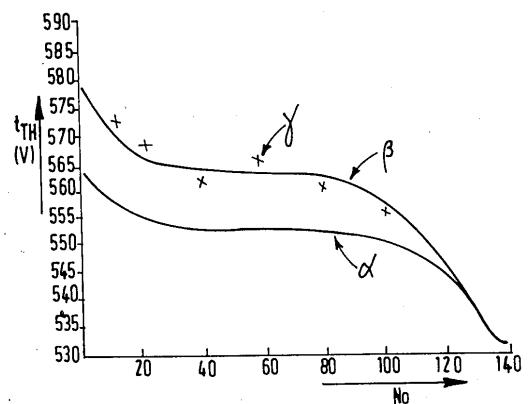
【図6】



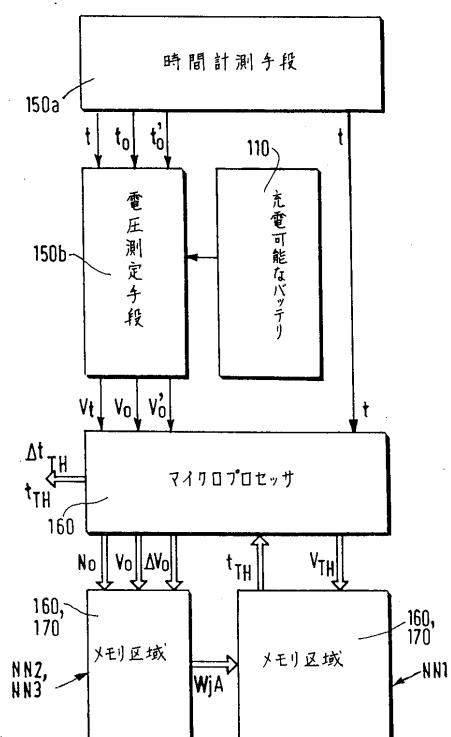
【図7】



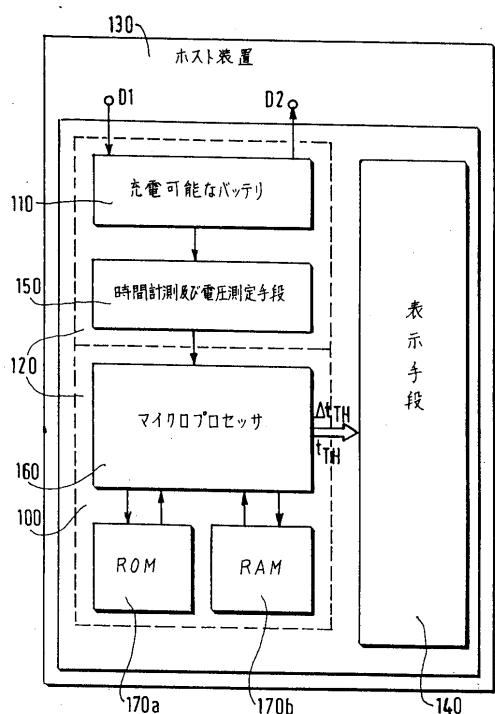
【図8】



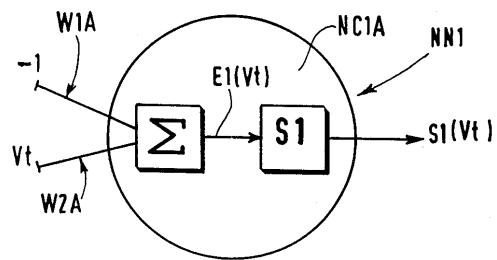
【図9】



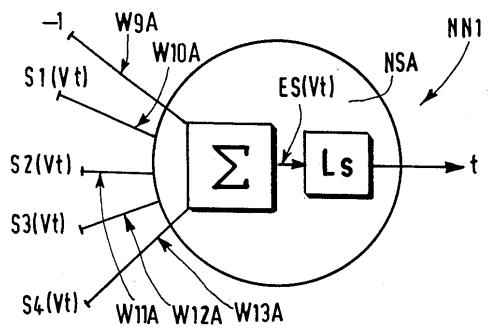
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100073313

弁理士 梅本 政夫

(72)発明者 ジャン-ノエル パティロン

フランス国 75013 パリ リュ ヴェルニヨ 54

(72)発明者 オリビエ ゲラール

フランス国 94100 サン-モール リュ ド マランビル 80

審査官 小曳 満昭

(56)参考文献 特開平03-015777 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00-7/12, 7/34-7/36