

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-148056

(P2005-148056A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36	GO 1 R 31/36	2GO 16
HO 1 M 10/48	HO 1 M 10/48	5GO 03
HO 2 J 7/00	HO 2 J 7/00	5HO 30

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L 外国語出願 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2004-294852 (P2004-294852)	(71) 出願人	501397528
(22) 出願日	平成16年10月7日 (2004.10.7)		ミッドトロニクス インコーポレイテッド
(31) 優先権主張番号	10/705020		アメリカ合衆国 60527 イリノイ州
(32) 優先日	平成15年11月11日 (2003.11.11)		、ウィロウブルック、モンロウ ストリート 7000
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100084870
			弁理士 田中 香樹
		(74) 代理人	100079289
			弁理士 平木 道人
		(74) 代理人	100119688
			弁理士 田邊 壽二
		(72) 発明者	ジェイムス ケイ. クラング
			アメリカ合衆国 60515 イリノイ州
			、ダウナーズ グローブ、フォックスファ
			イアー コート 211
			最終頁に続く

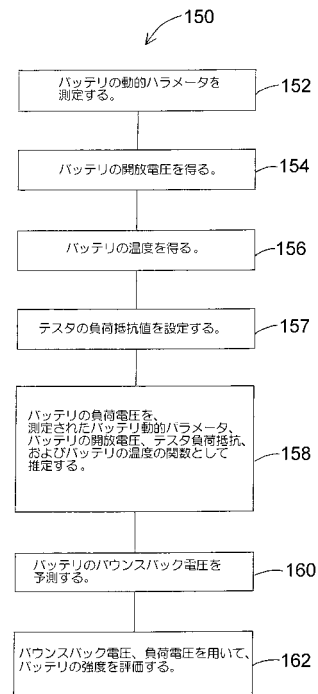
(54) 【発明の名称】 定抵抗負荷を用いるバッテリーテストを模擬するための装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】日本工業規格 (J I S) に基づいて分類される日本の電池の強度を評価する、広く用いられている日本の負荷テスト等の定抵抗負荷を用いるバッテリーテストを模擬するための方法及び装置を提供する。

【解決手段】本発明は、大きな電流負荷を誘発することなく該装置を模擬し、馴染みのある結果を出し、既存のデータベースを利用し、より決定的なテストを提供する。方法は、バッテリーの開放電圧 (O C V)、温度及び動的パラメータの測定を含む。まず、該バッテリーの負荷電圧を、測定されたバッテリーの動的パラメータ、O C V、負荷テストの負荷抵抗値、及びバッテリー温度の関数として推定し、その後、該バッテリーのバウンスバック電圧 (B B V) を予測する。該 B B V、負荷電圧及びバッテリー温度を用いて、該バッテリーの強度を評価する。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

日本工業規格（JIS）を用いて評価される蓄電池をテストする方法であって、

- (a) バッテリーの動的パラメータを測定するステップと、
- (b) 前記バッテリーの開放電圧を得るステップと、
- (c) 前記バッテリーの温度を得るステップと、
- (d) 所定の負荷抵抗値を設定するステップと、
- (e) 前記測定されたバッテリーの動的パラメータ、バッテリーの開放電圧、負荷抵抗値及びバッテリー温度の関数として、前記バッテリーの負荷電圧を推定するステップと、
- (f) 前記バッテリーのバウンスバック（bounceback）電圧を予測するステップと、
- (g) 前記バウンスバック電圧、負荷電圧及びバッテリー温度を用いて JIS 寸法区分番号の分類に従って前記バッテリーの強度を評価するステップとを含む方法。

10

【請求項 2】

蓄電池をテストする方法であって、

- (a) バッテリーの動的パラメータを測定するステップと、
- (b) 前記バッテリーの開放電圧を得るステップと、
- (c) 前記バッテリーの温度を得るステップと、
- (d) 所定の負荷抵抗値を設定するステップと、
- (e) 前記測定されたバッテリーの動的パラメータ、バッテリーの開放電圧、負荷抵抗値及びバッテリー温度の関数として、前記バッテリーの負荷電圧を推定するステップと、
- (f) 前記バッテリーのバウンスバック電圧を予測するステップと、
- (g) 前記バウンスバック電圧、負荷電圧及びバッテリー温度を用いて前記バッテリーの強度を評価するステップとを含む方法。

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記所定の負荷抵抗値を設定するステップ（d）が、模擬する負荷テストにとって適当な負荷抵抗値を設定するステップを含む方法。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記バッテリー温度を得るステップ（c）が、使用者から提供される入力として前記バッテリー温度を得るステップを含む方法。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記バッテリー温度を得るステップ（c）が、温度センサからの入力として前記バッテリー温度を得るステップを含む方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記動的パラメータを測定するステップ（a）が、印加される電流パルスに対するバッテリーの応答を測定するステップを含む方法。

【請求項 7】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記測定されるバッテリーの動的パラメータ値がバッテリーのコンダクタンスである方法。

【請求項 8】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記測定されるバッテリーの動的パラメータ値がバッテリーの抵抗値である方法。

40

【請求項 9】

電子バッテリーテストであって、

- バッテリーの正端子に結合される正コネクタと、
 - 前記バッテリーの負端子に結合される負コネクタと、
 - 前記バッテリーの開放電圧を測定するよう構成される電圧センサと
 - 前記バッテリーの温度を得るよう構成される入力と、
- バッテリーテスト回路であって、

- (a) 第 1 及び第 2 のコネクタを用いて前記バッテリーの動的パラメータを測定し、
- (b) 前記測定されたバッテリーの動的パラメータ、バッテリーの開放電圧、負荷抵抗値及

50

びバッテリー温度の関数として、前記バッテリーの負荷電圧を推定し、

(c) 前記バッテリーのバウンスバック電圧を予測し、

(d) 前記バウンスバック電圧、負荷電圧及びバッテリー温度を用いて J I S 寸法区分番号の分類に従って前記バッテリーの強度を評価するよう構成されるバッテリーテスト回路とを備える、電子バッテリーテスト。

【請求項 10】

電子バッテリーテストであって、

バッテリーの正端子に結合される正コネクタと、

前記バッテリーの負端子に結合される負コネクタと、

前記バッテリーの開放電圧を測定するよう構成される電圧センサと

前記バッテリーの温度を得るよう構成される入力と、

バッテリーテスト回路であって、

(a) 第 1 及び第 2 のコネクタを用いて前記バッテリーの動的パラメータを測定し、

(b) 前記測定されたバッテリーの動的パラメータ、バッテリーの開放電圧、負荷抵抗値及び前記バッテリー温度の関数として、前記バッテリーの負荷電圧を推定し、

(c) 前記バッテリーのバウンスバック電圧を予測し、

(d) 前記バウンスバック電圧、負荷電圧及びバッテリー温度を用いて前記バッテリーの強度を評価するよう構成されるバッテリーテスト回路とを備える、電子バッテリーテスト。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の装置であって、前記入力が入力者が使用者から前記バッテリー温度を得るよう構成される装置。

【請求項 12】

請求項 9 または 10 に記載の装置であって、前記入力が入力者が温度センサから前記バッテリー温度を得るよう構成される装置。

【請求項 13】

請求項 9 または 10 に記載の装置であって、前記バッテリーテスト回路が、印加される電流パルスに対する前記バッテリーの応答を測定することによって前記ステップ (a) の動的パラメータを測定するよう構成される装置。

【請求項 14】

請求項 9 または 10 に記載の装置であって、前記測定されるバッテリーの動的パラメータがバッテリーのコンダクタンスである装置。

【請求項 15】

請求項 9 または 10 に記載の装置であって、前記測定されるバッテリーの動的パラメータがバッテリーの抵抗値である装置。

【請求項 16】

請求項 9 または 10 に記載の装置であって、前記正コネクタが第 1 のケルビンコネクタであり、前記負コネクタが第 2 のケルビンコネクタである装置。

【請求項 17】

蓄電池をテストする方法であって、

(a) バッテリーから流れる負荷電流の値を測定するステップと、

(b) 前記負荷電流の下で前記バッテリーが達する電圧値を測定するステップと、

ステップ (a) 及び (b) で判断された値を用いて前記バッテリーの強度を評価するステップとを含む方法。

【請求項 18】

蓄電池をテストする方法であって、

(a) バッテリーの開放電圧を得るステップと、

(b) 前記バッテリーの温度を得るステップと、

(c) 前記開放電圧及びバッテリー温度の関数として前記バッテリーのバウンスバック電圧を予測するステップとを含む方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は蓄電池のテストに関する。より詳しくは、本発明は、日本工業規格（JIS）に基づいて分類される日本の電池の強度を評価する、広く用いられている日本の負荷テスト等の定抵抗負荷を用いるバッテリーテストの模擬（simulating）に関する。本発明は、大きな電流負荷を誘起することなく該装置を模擬し、馴染みのある結果を出し、既存のデータベースを利用し、より確実なテストを提供する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、バッテリーの健全性の判断はバッテリーの評価規格に基づいて行われる。日本のバッテリー製造業者は日本工業規格（JIS）に従ってバッテリーの設計及び製造を行う。自動車の始動、点灯及び点火等の目的で用いられる鉛酸蓄電池はJIS規格D5301で規定されている。この規格は、JIS規格のバッテリーの性能、試験、構造及び尺度のラベリングを定めるものである。

10

【0003】

日本のバッテリーテストの1つのタイプとして、抵抗型負荷下でのバッテリー電圧およびその後の回復電圧を測定し、JIS規格のバッテリーとしてのサービスの実行可能性を見るものがある。該テストは、JIS規格番号で区分されるバッテリー寸法の幾つかの範囲、および複数の温度範囲に対応できる。バッテリーは、その応答に応じて「良」、「まもなく交換」、「交換」等と判断される。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このテストは、相当な速さでバッテリーを放電する定負荷抵抗器であるため（例えば150アンペアで5～6秒）、かなり大型であり、またテストを繰り返すと熱くなる場合がある。さらに、負荷および回復時間が完了するのを待つのに適度な時間がかかり、またバッテリー電荷が消耗する。さらに、このテストはバッテリーと直接接続されない電圧検出リードを有するため、バッテリー端末で電圧を正確に読み取るには、ケーブルがオーム的（ohmically）に完璧で電流が正確にわからなければならない。また、テストがテストするバッテリーから電力を供給される場合、高負荷によって弱いまたは放電されたバッテリーが放出されることによって、テストは制御回路の動作を維持するための十分な電力を消耗し、リセットされる。

30

【0005】

従って、より制御しやすいテスト技術を用いて、上述の日本の負荷テスト及び他の負荷テストが提供可能な負荷テスト結果を得ることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

日本工業規格（JIS）に基づいて分類される日本の電池の強度を評価する、日本の負荷テスト等の定抵抗負荷を用いるバッテリーテストを模擬するための方法及び装置を提供する。本発明による方法は、バッテリーの動的パラメータを測定し、バッテリーの開放電圧を得ることを含み、その後、バッテリーの温度を得る。そして、測定されたバッテリーの動的パラメータ、バッテリーの開放電圧、負荷テストの負荷抵抗値、及びバッテリーの温度の関数として、該バッテリーの負荷電圧を推定した後、該バッテリーのバウンスバック電圧（bounceback voltage）を予測する。そして、バウンスバック電圧、負荷電圧及びバッテリー温度を用いて、JIS規格のバッテリーのJIS寸法区分番号の分類に従って該バッテリーの強度を評価する。さらに、本発明の装置及び方法は、各寸法区分の基準CCA（Cold Cranking Amps）の範囲を用いることで、JIS規格外のバッテリーに用いることも可能である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明は、日本工業規格（JIS）に基づいて分類される日本のバッテリーの強度を評価

50

する日本の負荷テスト等の、定抵抗負荷を用いるバッテリーテストを模擬する装置及び方法を提供する。本発明のバッテリーテストは、日本工業規格（JIS）に従って評価されるバッテリーの、コンダクタンス等の動的パラメータを評価し、模擬されるテストの負荷の抵抗、JIS規格のバッテリーの開放電圧（open circuit voltage）及び温度と共に、JIS寸法区分番号の分類に従ってJIS規格のバッテリーの強度を評価するために用いられる算出値を出力する。さらに、該テストは、各寸法区分の基準CCA（Cold Cranking Amps）範囲を用いることによりJIS規格外のバッテリーにも用いることができる。

【0008】

図1は、本発明の1つの実施形態に係るバッテリーテスト回路16の簡略化されたブロック図である。図1において、装置16は、正端子22及び負端子24を有するバッテリー12と連結されている。バッテリー12は、JIS規格のバッテリーでも、またはCCA規格のバッテリー等、JIS規格外のバッテリーでもよい。

10

【0009】

回路16は、本発明の1つの実施形態に従って作動し、バッテリー12のコンダクタンス（G）、バッテリー12の端子22、24間の開放電圧（OCV）、およびバッテリー12のバウンスバック電圧（bounceback voltage）（バッテリーが負荷から開放された当初から一定時間（例えば3秒）が経過するまでの電圧の変化）を測定する。回路16は、電流源50、差動増幅器52、A/D変換器54、及びマイクロプロセッサ56を備える。増幅器52は、コンデンサC₁、C₂を介してバッテリー12に容量結合される。増幅器52は、A/D変換器54の入力と接続される出力を有する。マイクロプロセッサ56は、システムクロック58、メモリ60、及びA/D変換器54と接続されている。また、マイクロプロセッサ56は、入力装置66、68からの入力を受け取ることにもできる。さらに、マイクロプロセッサ56は出力装置72にも接続されている。

20

【0010】

作動すると、電流源50はマイクロプロセッサ56によって制御され、図1の矢印で示される方向に電流Iを供給する。1つの実施形態において、これは方形波またはパルスである。差動増幅器52は、各コンデンサC₁、C₂を介してバッテリー12の各端子22、24とそれぞれ接続され、端子22、24間の電圧電位差に関する出力を提供する。1つの好適な実施形態において、増幅器52は高い入力インピーダンスを有する。回路16は、各端子24、22にそれぞれ接続される反転および非反転入力を有する差動増幅器70を備える。増幅器70は、端子22、24間におけるバッテリー12のOCVを測定するよう接続される。増幅器70の出力はA/D変換器54に供給され、端子22、24間の電圧がマイクロプロセッサ56で測定される。

30

【0011】

回路16は、ケルビン接続として周知の4点接続技術によってバッテリー12へ接続されている。このケルビン接続により、電流Iが第1の対の端子を介してバッテリー12に注入され、端子22、24間の電圧Vが第2の対の接続によって測定される。増幅器52を流れる電流がほんのわずかであるため、増幅器52への入力間の電圧降下は、バッテリー12の端子22、24間の電圧降下と実質的に同じである。差動増幅器52の出力はデジタル形式に変換され、マイクロプロセッサ56に提供される。マイクロプロセッサ56は、システムクロック58で決定された周波数で、メモリ60に格納されるプログラムの指示に従って作動する。

40

【0012】

マイクロプロセッサ56は、電流源50を用いて電流パルスIを印加することによって、バッテリー12のコンダクタンスを測定する。マイクロプロセッサ56は、増幅器52及びA/D変換器54を用いて電流パルスIによるバッテリー電圧の変化を測定する。電流源50によって生成される電流Iの値は既知であり、メモリ60内に格納されている。マイクロプロセッサ56は次の式を用いてバッテリー12のコンダクタンスを算出する。

$$\text{Conductance} = G = I / V \quad (\text{式1})$$

50

【0013】

ここで、 I は電流源50によりバッテリー12を流れる電流の変化、 V は印加される電流 I によるバッテリー電圧を変化を示す。本発明の1つの好適な実施形態において、バッテリー12の温度は、例えばテスト使用者によって入力66から入力される。別の実施形態では、バッテリー12と温度的に結合可能な、マイクロプロセッサ56と結合される温度センサ74を回路16に備えることにより、バッテリー12の温度を測定して、該バッテリー温度の測定値をマイクロプロセッサ56に提供する。1つの実施形態では、バッテリーの温度は、バッテリーの外部からの赤外信号を用いて測定される。また、マイクロプロセッサ56は、例えば操作者が入力装置66から提供する他の入力情報を用いることもできる。この情報には、バッテリーの具体的な種類、位置、時間、操作者名、バッテリーの寸法区分番号、バッテリー温度などが含まれる。 10

【0014】

マイクロプロセッサ56の制御の下で、バッテリーテスト16は、バッテリー12の負荷電圧を、バッテリーのコンダクタンス G (式1)、 OCV 、模擬されるテスト負荷の抵抗、及びバッテリー温度の関数として推定する。さらに、バッテリーテスト16は、上述の通り、バッテリーのバウンスバック電圧を予測する。バッテリーテスト16のマイクロプロセッサ56は、バウンスバック電圧、負荷電圧、及びバッテリー温度を用いて、 JIS 寸法区分番号の分類に従ってバッテリーの強度を評価する。バッテリー12のバウンスバック電圧および負荷電圧を推定するためにバッテリーテスト16が用いるアルゴリズムの一例の導出について、以下に詳述する。以下に示すアルゴリズムは、一般的な日本のバッテリー負荷テストの分析により導出されたものである。 20

【0015】

日本の負荷テストの分析

日本の負荷テストでは、使用者はケーブルクランプをバッテリーに接続した後、バッテリーの寸法及び温度を入力する必要がある。そして、使用者がスタートボタンを押すと、テストは5～6秒間、バッテリーに負荷を与え、その後、負荷電圧(LV)を記録する。そして、テストは2.5秒後にバウンスバック電圧または回復電圧を見て、該バッテリーに関する判断を行う。

【0016】

上記のように、使用者は、バッテリーの寸法を入力する。具体的には、クランキング電力幅が徐々に増加する10段階の寸法区分(0～9)にバッテリーを入力する。ただし、各区分はテストにプリントされる様々な JIS バッテリー番号と厳密に結び付いている。下記の表1は様々な寸法区分の範囲を示す。 30

【0017】

【表 1】

寸法区分	JISバッテリー番号	Cold Cranking Amp (CCA) 範囲
0	26A17, 26A19, 26B17, 28A19, 28B17, 28B19, 32C24	200-250 CCA
1	30A19, 32A19, 34A19, 34B17, 34B19, 36B20, 48B26	251-300 CCA
2	38B19, 40B19, 38B20, 40B20, 46B24, 50D20, 55D26	301-350 CCA
3	42B19, 42B20, 44B19, 50B24, 55D23, 65D31	351-400 CCA
4	55B24, 65D23, 65D26, 75D31	401-450 CCA
5	60B24, 70D23, 75D23, 75D26, 80D23, 80D26, 85D31, 95E41, 100E41, 105E41, 110E41	451-600 CCA
6	90D26, 95D31, 105D31, 115E41, 115F51	601-750 CCA
7	115D31, 120E41, 130E41, 130F51, 145F51, 145G51, 155G51	751-900 CCA
8	150F51, 170F51, 165G51, 190H52	901-1050 CCA
9	180G51, 195G51, 210H52, 225H52, 245H52	1051+ CCA

10

20

【0018】

上記のように、使用者は寸法区分に加えて温度も入力する。温度は、4区分で使用者により入力される（表2参照）。

30

【0019】

【表 2】

	温度範囲 (摂氏温度 (°C))
1	0
2	10
3	25
4	“駆動後” (50)

40

【0020】

バッテリーが負荷を与えている間にテストを支持する十分な電圧を供給するなら、テストは、回復後に、低電圧と報告される11.5ボルト(V)まで降下させたバッテリーのテストを可能にする。実際に電圧が非常に低くなった場合、負荷テストはリセットするだけであり、何も報告しない。

【0021】

良好な電圧の場合 (Vg ボルト) :

このタイプのテストに関する寸法区分 (0 ~ 9) と温度 () との基本的な関係は、次

50

の関係有する。

$$V_g = 8.8 + 0.1 \times \text{Group Size} + 0.02 \times \text{Temp C} \quad (\text{式 2})$$

ここで、Group Size = バッテリの寸法区分 (上記表 1)、Temp C = バッテリの摂氏温度 (上記表 2) である。

【0022】

電圧を交換する場合 (Vr ボルト) :

$$V_r = V_g - 0.3 \quad (\text{式 3})$$

10

ただし、バッテリーは放電または他の問題を伴う場合があるため、測定された回復電圧またはバウンスバック電圧 (BBV) を評価し、寸法区分の基準及び温度と組み合わせるような結果を出す (下記表 3 を参照)。

【0023】

【表 3】

比較	結果
LV >= Vg AND BBV >= 11.5V	良好
LV < Vg AND LV >= Vr AND BBV >= 11.5V	すぐに交換
LV < Vr AND LV >= 7V AND BBV >= 11.5V	交換
LV >= Vr AND LV < Vg AND BBV < 11.5V	注意 (すぐに充電)
LV >= 7V AND LV < Vr AND BBV < 11.5V	警告 (充電、再テスト)
LV < 7V (通常、テストは電力不足のために、単にリセットする。 バッテリーは充電後再びテストされる。)	故障/交換 (充電、再テスト)

20

30

【0024】

本発明によるバッテリーテストのアルゴリズム例

上記のように、本発明のバッテリーテストは、バッテリーのOCV、コンダクタンス、及び温度 (測定または使用者が入力) の測定値を用いて負荷電圧 (LV) を予測することによって機能する。

40

【0025】

負荷電圧をボルトで予測するために、次の関係が用いられる。

$$LV = V_{act} - I \times R \quad (\text{式 4})$$

ここで、Vact = 活性化電圧、I = 負荷電流、R = バッテリー抵抗である。

$$V_{act} = K1 \times OCV^2 + K2 \times OCV + K3 \times \text{Temp C} - K4 \quad (\text{式 5})$$

50

ここで、K 1、K 2、K 3 及び K 4 は定数であり、その値は模擬されるバッテリーテストの種類に基づいて選択される。

【0026】

バッテリーのコンダクタンス (G) は、式 1 を用いて前記の通り測定される。バッテリーの抵抗は、100 Hz で測定されたコンダクタンスを用いて、次の式により推定される。

$$R = K 5 / G + K 6 \quad (\text{式 6})$$

ここで、K 5 及び K 6 は定数である。ただし、日本のテストは定負荷抵抗を用いるため、電流はバッテリーの抵抗によって変動する。従って、負荷電流は最初に推定する必要がある。

10

【0027】

これは、次の関係を用いて行うことができる。

$$I = V_{act} / (R + R 1) \quad (\text{式 7})$$

ここで、R 1 は負荷テストの抵抗をオームで推定したものである。

【0028】

一般的に、負荷は 110 ~ 160 アンペアの間で変動することがわかっている。110 アンペアより低い場合、負荷テストはリセットされる。従って、負荷電圧を推定して、これをバッテリー強度の評価に用いることができる。

20

【0029】

さらに、開放電圧及び温度を用いて、二次方程式によって回復電圧またはバウンズバック電圧 (BBV) を推定できることがわかっている。

$$BBV = K 7 \times OCV + K 8 \times OCV - K 9 + K 10 \times (Temp C - K 11) \quad (\text{式 8})$$

ここで、K 7、K 8、K 9、K 10 及び K 11 は定数である。

【0030】

従って、これらの計算 (式 1 及び 4 ~ 8) を用いることにより、高負荷を掛けることなく、日本の負荷テストによって得られる値を予測することができる。

30

【0031】

図 2 は、本発明の 1 つの実施形態に従ってバッテリーテスト 16 をプログラムする方法のステップを示すフローチャート 100 である。フローチャート 100 に示すように、ステップ 102 で、バッテリーのコンダクタンス、温度、及び OCV から負荷電圧を推定するための数学的関係が確立される (上記式 1 及び 4 ~ 7)。ステップ 104 で、バッテリーのバウンズバック電圧を推定するための数学的関係が確立される (式 8)。ステップ 106 で、これらの数学的関係がバッテリーテスト 16 のメモリ 60 にプログラムされる。この時点で、バッテリーテスト 16 は、バッテリーの負荷電圧及びバウンズバック電圧を推定し、該推定したバウンズバック電圧、負荷電圧、及びバッテリー温度を用いて JIS 寸法区分番号の分類に従ってバッテリーの強度を評価する用意が整う。

40

【0032】

図 3 は、本発明の 1 つの実施形態に従ってバッテリーをテストする方法のステップを示すフローチャート 150 である。ステップ 152 で、バッテリーの動的パラメータを測定する。ステップ 154 で、バッテリーの開放電圧を得る。ステップ 156 で、バッテリーの温度を得る。ステップ 157 で、テストの負荷抵抗値を設定する。これは、模擬する負荷テストに適当な所定の負荷抵抗値である。ステップ 158 で、バッテリーの負荷電圧を、測定したバッテリーの動的パラメータ、バッテリーの開放電圧、負荷抵抗及びバッテリー温度の関数として推定する。ステップ 160 で、バッテリーのバウンズバック電圧を予測する。ステップ 1

50

62で、バウンスバック電圧、負荷電圧、及びバッテリー温度を用いてJIS寸法区分番号の分類に従ってバッテリーの強度を評価する。本発明の範囲及び精神を逸脱することなく、実質的に同様の機能を維持しながら、異なる技術を用いて図3のフローチャートに示すステップを実行することも可能であり、その幾つかは上述されている。

【0033】

さらに、本発明のテストからは負荷が掛けられないため、該テストは、標準的な負荷テストであればリセットされるエリアにおいても判定を行うことにより、標準的な負荷テストを改良することができる。特に、バウンスバック電圧が11.5Vを超え、負荷電圧が極めて低い(<7V)場合、該バッテリーが「不良/交換」の要因になることは確実である。バウンスバック電圧が11.5Vより低く、OCVが11Vを超え、負荷電圧がVrより低く推定された場合、判断は延期され、該バッテリーは「充電して再テスト」のカテゴリーに入れられる。さらに、テストは、OCVが11Vより低い場合、重要なコンダクタンスを見つけることによってショートする可能性のあるバッテリーを検出することができる。これらは「不良/交換」のカテゴリーに入れられる。電圧が極めて低い場合でコンダクタンスがほとんど存在しない場合、該バッテリーは「充電して再テスト」のカテゴリーに入れられる。改良された、より具体的な比較及び結果を下記の表4に示す。

【0034】

【表4】

比較	結果
$LV \geq Vg \text{ AND } BBV \geq 11.5V$	良好
$LV < Vg \text{ AND } LV \geq Vr \text{ AND } BBV \geq 11.5V$	すぐに交換
$LV < Vr \text{ AND } LV \geq 7 \text{ AND } BBV \geq 11.5V$	交換
$LV < 7V \text{ AND } BBV \geq 11.5V$	故障/交換
$LV \geq Vr \text{ AND } LV < Vg \text{ AND } BBV < 11.5V$ $\text{AND } OCV \geq 11V$	注意 (すぐに充電)
$LV < Vr \text{ AND } BBV < 11.5V \text{ AND } OCV \geq 11V$	警告 (充電、再テスト)
$OCV < 11V \text{ AND } CCA \geq f(\text{寸法区分})$ の場合 (短絡の可能性)	故障/交換
$OCV < 11V \text{ AND } CCA < f(\text{寸法区分})$ の場合	警告 (充電、再テスト)

【0035】

前記の本発明による実施形態の例はバッテリーのコンダクタンスの測定値に基づく負荷電圧の推定に関するものだが、本発明の精神及び範囲を逸脱することなくバッテリーのコンダクタンス以外の動的パラメータを用いることも可能である。他の動的パラメータの例としては、動的抵抗、アドミタンス、インピーダンス、リアクタンス、サセプタンス、またはこれらの組み合わせ等がある。本発明の好適な実施形態において、バッテリーテスト16は比較的小型で携帯できるものである。

【0036】

前記の本発明による実施形態は主に、日本の負荷テストの模擬に関して説明したものである。しかし、本発明の意義は必ずしも日本のテストを模倣することではなく、一般的に、定抵抗負荷を用いるあらゆるテストを模倣することである。一般的に、定抵抗負荷を用いるテストの模擬には、(1)バッテリーからどれ位の電流が流れるかを測定し(上記式7

)、(2) にかかる負荷の下でバッテリーがどれ位の電圧に達するかを測定する(上記式4)、2段階のプロセスがある。従来技術のアルゴリズムの多くは、負荷電流を規定して電圧を予測ことを前提としている。

【0037】

本発明は好適な実施形態を参照して説明したが、当業者であれば、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく形式及び詳細の変更が可能であることは認識されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明に係るバッテリーテスト回路を示す簡略化された模式図である。

【図2】本発明に係るバッテリーテストをプログラムする方法のステップを示す簡略化されたブロック図である。 10

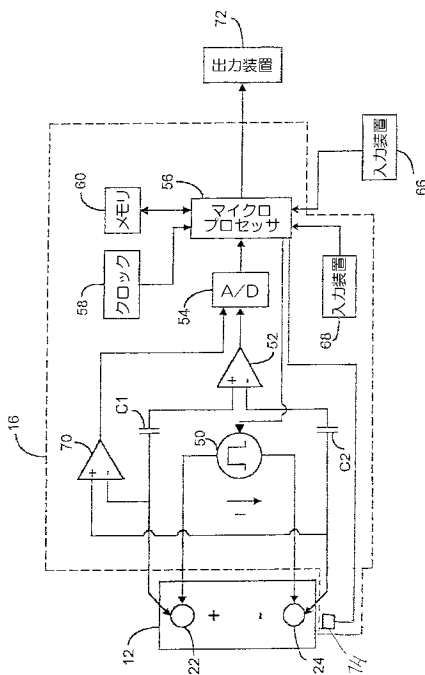
【図3】本発明に係るバッテリーをテストする方法のステップを示す簡略化されたブロック図である。

【符号の説明】

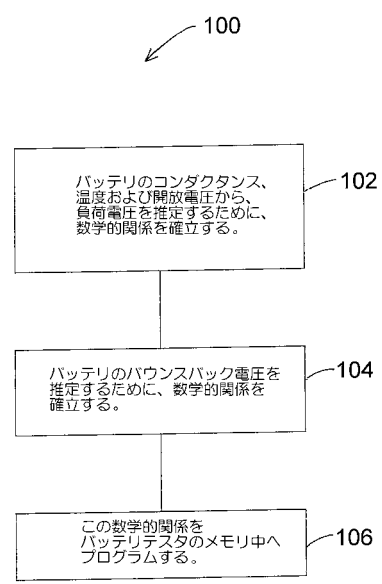
【0039】

12 バッテリー、16 バッテリーテスト回路、22 正端子、24 負端子、50 電流源、52 差動増幅器、54 A/D変換器、56 マイクロプロセッサ、58 システムクロック、60 メモリ、66, 68 入力装置、70 増幅器、72 出力装置、74 、バッテリー12と温度的に結合可能な、マイクロプロセッサ56と結合される、C₁、C₂ コンデンサ 20

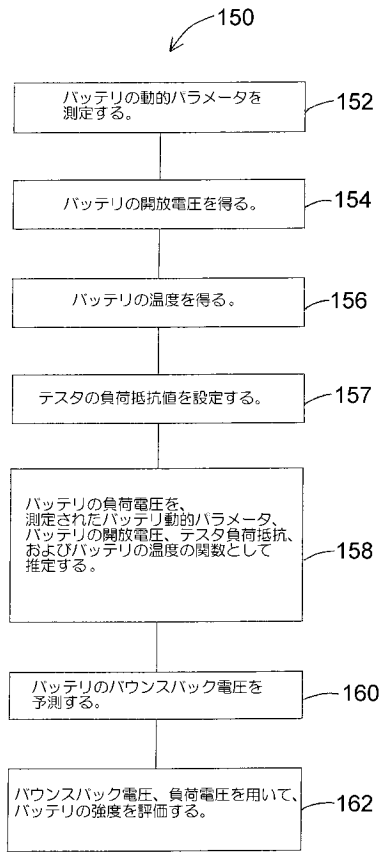
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G016 CB05 CB11 CB13 CC01 CC02 CC05 CC06 CC07 CC09 CC16
CC27 CC28 CD10 CD14 CF06
5G003 BA01 EA09 GC05
5H030 AS20 FF22 FF41 FF42 FF44

【外国語明細書】

**APPARATUS AND METHOD FOR SIMULATING A
BATTERY TESTER WITH A FIXED RESISTANCE LOAD**

BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to testing storage batteries. More specifically the present invention relates to simulating a battery tester with a fixed resistance load such as a widely used Japanese load tester that rates the strength of Japanese batteries that are categorized under the Japanese Industrial Standard (JIS). The present invention simulates such a device without invoking large current loads, yields familiar results, utilizes an existing database and provides more conclusive testing.

In general, battery state of health decisions are based on battery rating standards. Japanese battery manufacturers design and manufacture batteries according to Japanese Industrial Standards (JIS). Lead-acid storage batteries used for purposes such as starting, lighting and ignition of automobiles are defined by standard JIS D 5301. This standard defines performance, testing, construction, and labeling criteria for JIS rated batteries.

One type of Japanese battery tester uses measurements of battery voltage under a resistive load and subsequent recovery voltage to assess the viability of JIS rated batteries for further service. This tester encompasses several ranges of battery sizes grouped by JIS numbers and multiple temperature

ranges. Depending on the response, the battery is diagnosed, as "good," "replace soon," "replace," etc.

Because this tester has a fixed load resistor that discharges batteries at sizable rates (for example, 150 amperes for 5-6 seconds), the tester is rather bulky and may get hot with repeated tests. Also, waiting for the completion of the load and the recovery time takes a moderate amount of time and further depletes battery charge. Further, this tester has voltage sensing leads that are not directly connected to the battery, and therefore the cables must be ohmically perfect and the current must be exactly known to give the correct voltage reading at the battery terminals. Furthermore, if the tester is to be powered by the battery to be tested, then heavy loads can drain a weak or discharged battery causing the tester to lose sufficient power to keep its control circuits running thereby causing a reset.

Thus, it is desirable to obtain load test results, that the above-described Japanese load tester, and other such load testers, are capable of providing, using a more amenable testing technique.

SUMMARY OF THE INVENTION

A method and apparatus for simulating a battery tester with a fixed resistance load, such as a Japanese load tester that rates the strength of Japanese batteries that are categorized under the Japanese Industrial Standard (JIS), are provided. The method includes measuring a dynamic parameter of the

battery and obtaining an open circuit voltage of the battery. A temperature of the battery is then obtained. A load voltage of the battery is estimated as a function of the measured battery dynamic parameter, the open circuit voltage of the battery, a load resistance value of the load tester and the temperature of the battery. A bounceback voltage of the battery is then predicted. The bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature are utilized to rate the strength of the battery by categories of JIS group size numbers for JIS rated batteries. In addition, the apparatus and method of the present invention can be employed for non-JIS batteries by using reference CCA (cold cranking amps) ranges for each group size.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The present invention provides an apparatus and method for simulating a battery tester with a fixed resistance load, such as a Japanese load tester that

rates the strength of Japanese batteries that are categorized under the Japanese Industrial Standard (JIS). A battery tester of the present invention assesses a dynamic parameter, such as conductance, of a battery rated according to Japanese Industrial Standards (JIS) and, together with the resistance of the tester load to be simulated, an open circuit voltage and the temperature of the JIS rated battery, outputs calculated values that are used to rate the strength of the JIS rated battery by categories of JIS group size numbers. In addition, the tester can be used for non-JIS batteries by using reference CCA (cold cranking amps) ranges for each group size.

Figure 1 is a simplified block diagram of battery test circuitry 16 in accordance with an embodiment of the present invention. Apparatus 16 is shown coupled to battery 12, which includes a positive battery terminal 22 and a negative battery terminal 24. Battery 12 may be a JIS rated battery or a non-JIS rated battery such as a CCA rated battery.

Circuitry 16 operates in accordance with one embodiment of the present invention and determines the conductance (G) of battery 12, the open circuit voltage (OCV) between terminals 22 and 24 of battery 12 and the bounceback voltage (change in voltage after the battery is initially released from a load until some time later (for example, 3 seconds)) of battery 12. Circuitry 16 includes current source 50, differential amplifier 52, analog-to-digital converter 54 and

microprocessor 56. Amplifier 52 is capacitively coupled to battery 12 through capacitors C_1 and C_2 . Amplifier 52 has an output connected to an input of analog-to-digital converter 54. Microprocessor 56 is connected to system clock 58, memory 60 and analog-to-digital converter 54. Microprocessor 56 is also capable of receiving an input from input devices 66 and 68. Microprocessor 56 also connects to output device 72.

In operation, current source 50 is controlled by microprocessor 56 and provides a current I in the direction shown by the arrow in Figure 1. In one embodiment, this is a square wave or a pulse. Differential amplifier 52 is connected to terminals 22 and 24 of battery 12 through capacitors C_1 and C_2 , respectively, and provides an output related to the voltage potential difference between terminals 22 and 24. In a preferred embodiment, amplifier 52 has a high input impedance. Circuitry 16 includes differential amplifier 70 having inverting and noninverting inputs connected to terminals 24 and 22, respectively. Amplifier 70 is connected to measure the OCV of battery 12 between terminals 22 and 24. The output of amplifier 70 is provided to analog-to-digital converter 54 such that the voltage across terminals 22 and 24 can be measured by microprocessor 56.

Circuitry 16 is connected to battery 12 through a four-point connection technique known as a Kelvin connection. This Kelvin connection allows current I

to be injected into battery 12 through a first pair of terminals while the voltage V across the terminals 22 and 24 is measured by a second pair of connections. Because very little current flows through amplifier 52, the voltage drop across the inputs to amplifier 52 is substantially identical to the voltage drop across terminals 22 and 24 of battery 12. The output of differential amplifier 52 is converted to a digital format and is provided to microprocessor 56. Microprocessor 56 operates at a frequency determined by system clock 58 and in accordance with programming instructions stored in memory 60.

Microprocessor 56 determines the conductance of battery 12 by applying a current pulse I using current source 50. The microprocessor determines the change in battery voltage due to the current pulse I using amplifier 52 and analog-to-digital converter 54. The value of current I generated by current source 50 is known and is stored in memory 60. Microprocessor 56 calculates the conductance of battery 12 using the following equation:

$$\text{Conductance} = G = \frac{\Delta I}{\Delta V}$$

Equation 1

where ΔI is the change in current flowing through battery 12 due to current source 50 and ΔV is the change in battery voltage due to applied current ΔI . In a preferred embodiment of the present invention,

the temperature of battery 12 is input by a tester user through input 66, for example. In other embodiments circuitry 16 also includes a temperature sensor 74, coupled to microprocessor 56, that can be thermally coupled to battery 12 to thereby measure a temperature of battery 12 and provide the measured battery temperature value(s) to microprocessor 56. In one embodiment, the battery temperature is measured using an infrared signal from the outside of the battery. Microprocessor 56 can also use other information input from input device 66 provided by, for example, an operator. This information may consist of the particular type of battery, location, time, the name of the operator, battery group size number, battery temperature, etc.

Under the control of microprocessor 56, battery tester 16 estimates a load voltage of battery 12 as a function of the battery conductance G (Equation 1), the OCV, the resistance of the simulated tester load and the battery temperature. Further, battery tester 16 predicts, as mentioned above, a bounceback voltage of the battery. The bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature are utilized by microprocessor 56 of battery tester 16 to rate the strength of the battery by categories of JIS group size numbers. Details regarding the derivation of an example algorithm utilized by battery tester 16 to estimate the bounceback voltage and load voltage of battery 12 are provided below. The algorithm included

below was derived by analyzing a popular Japanese battery load tester.

Analysis of Japanese Load Tester

The Japanese load tester requires the user, after connecting the cable clamps to a battery, to input the size of the battery and the temperature. The user then pushes a start button. The tester puts a load on a battery for 5-6 seconds and then records the load voltage (LV). It then looks at the bounceback or recovery voltage 2.5 seconds later and makes a decision about the battery.

As mentioned above, the user inputs battery size. Specifically, batteries are input in 10 group size ranges (0-9) that go in increasing cranking power range. Each range, however, is strictly associated with various JIS battery numbers printed on the tester(s). Table 1 below shows the different group size ranges.

Table 1

Group Size	JIS BATTERY NUMBER	Cold Cranking Amp (CCA) range
0	26A17, 26A19, 26B17, 28A19, 28B17, 28B19, 32C24	200-250 CCA
1	30A19, 32A19, 34A19, 34B17, 34B19, 36B20, 48B26	251-300 CCA
2	38B19, 40B19, 38B20, 40B20, 46B24, 50D20,	301-350 CCA

	55D26	
3	42B19, 42B20, 44B19, 50B24, 55D23, 65D31	351-400 CCA
4	55B24, 65D23, 65D26, 75D31	401-450 CCA
5	60B24, 70D23, 75D23, 75D26, 80D23, 80D26, 85D31, 95E41, 100E41, 105E41, 110E41	451-600 CCA
6	90D26, 95D31, 105D31, 115E41, 115F51	601-750 CCA
7	115D31, 120E41, 130E41, 130F51, 145F51, 145G51, 155G51	751-900 CCA
8	150F51, 170F51, 165G51, 190H52	901-1050 CCA
9	180G51, 195G51, 210H52, 225H52, 245H52	1051+ CCA

As mentioned above, in addition to group size, the user inputs temperature. The temperature is input by the user in four ranges (shown in Table 2):

Table 2

	Temperature range (degrees Celsius(°C))
1	0
2	10
3	25
4	"After Driving" (50)

The tester allows the battery to be tested down to 11.5 volts (V) after recovery where it is then reported as low voltage, provided that the battery provides enough voltage to support the tester during the load. If indeed the voltage goes very low, the load tester simply resets and reports nothing.

A basic relationship between the group size (0-9) and temperature (°C) for this type of tester follows the following relationship:

Good Voltage (Vg in Volts):

$$Vg = 8.8 + 0.1 * GroupSize + 0.02 * TempC$$

Equation 2

Where GroupSize = battery group size (Table 1 above)

TempC = battery temperature in degrees Celsius (Table 2 above)

Replace Voltage (Vr in Volts):

$$Vr = Vg - 0.3$$

Equation 3

However, because the battery may be discharged or have other problems, the measured recovery or bounceback voltage (BBV) is assessed and combined with the group size criteria and temperature gives the following (shown in Table 3 below):

Table 3

Comparison	Result
LV >= Vg AND BBV >= 11.5V	Good
LV < Vg AND LV >= Vr AND BBV >= 11.5V	Replace Soon
LV < Vr AND LV >= 7V AND BBV >= 11.5V	Replace
LV >= Vr AND LV < Vg AND BBV < 11.5V	Attention (Charge Soon)
LV >= 7V AND LV < Vr AND BBV < 11.5V	Warning (Charge and Retest)

LV < 7V (Normally the tester simply resets for lack of power. In such a case the battery is retested after charging.)	Fail/Replace (Charge and Retest)
---	-------------------------------------

Example Algorithm for Battery Tester of the Present Invention

As mentioned above, the battery tester of the present invention works by predicting the load voltage (LV) using measured values of the battery's OCV, conductance and temperature (measured or input by the user).

To predict the load voltage in Volts, the following relationship is used:

$$LV = V_{act} - I * R$$

Equation 4

Where V_{act} = activation voltage
 I = load current
 R = battery resistance

The activation voltage (V_{act}) can be estimated by:

$$V_{act} = K1 * OCV^2 + K2 * OCV + K3 * TempC - K4$$

Equation 5

where $K1$, $K2$, $K3$ and $K4$ are constants whose values are selected based upon the type of battery tester being simulated.

The battery conductance (G) is measured as described above using Equation 1. Using conductance

measured at 100Hz, the battery resistance can be estimated by:

$$R = K5/G + K6$$

Equation 6

where K5 and K6 are constants. However, because the Japanese tester uses a fixed resistor for loading, the current will vary with the resistance of the battery. Therefore, the load current must first be estimated. This can be carried out using the following relationship:

$$I = V_{act} / (R + R1)$$

Equation 7

where R1 is the estimated resistance of the load tester in ohms.

It was generally found that the load varies between 110 - 160 amperes; if below 110 amperes the load tester will reset. Therefore, the load voltage can be predicted and used for assessing the battery strength.

In addition, it was found that the recovery or bounceback voltage (BBV) could be predicted with a second order equation using the open circuit voltage and the temperature:

$$BBV = K7 * OCV + K8 * OCV - K9 + K10 * (TempC - K11)$$

Equation 8

where K7, K8, K9, K10 and K11 are constants.

Therefore, using these calculations (Equations 1 and 4-8), the values attained by the Japanese load tester can be predicted without invoking a high load.

Figure 2 is a flowchart 100 showing steps of a method of programming battery tester 16 in accordance with an embodiment of the present invention. As shown in flow chart 100, at step 102, mathematical relationships to estimate the load voltage from the conductance, temperature and OCV of the battery are established (Equations 1 and 4-7 above). At step 104, a mathematical relationship to estimate bounceback voltage of the battery is established (Equation 8). At step 106, the mathematical relationships are programmed into memory 60 of battery tester 16. At this point, battery tester 16 is ready to estimate battery load voltage and bounceback voltage and to utilize the estimated bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature to rate the strength of the battery by categories of JIS group size numbers.

Figure 3 is a flowchart 150 showing steps of a method of testing a battery in accordance with an embodiment of the present invention. At step 152, a dynamic parameter of the battery is measured. At step 154, an open circuit voltage of the battery is obtained. At step 156, a temperature of the battery is obtained. At step 157, a value of tester load resistance is set. This is a predetermined load resistance value that is appropriate for a load tester being simulated. At step 158, a load voltage of the battery is estimated as a function of the measured battery dynamic parameter, the open circuit

voltage of the battery, the load resistance and the battery temperature. At step 160, a bounceback voltage of the battery is predicted. At step 162, the bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature are utilized to rate the strength of the battery by categories of JIS group size numbers. Different techniques, some of which are set forth above, can be employed to carry out the steps shown in the flow chart of Figure 3 while maintaining substantially the same functionality without departing from the scope and spirit of the present invention.

Furthermore, because there is no load from the tester of this invention, the tester can improve upon the standard load tester by making judgements in areas that would reset the standard load tester. In particular, if the bounceback voltage is above 11.5V and the load voltage is very low ($<7V$), such a battery can be certain to be a cause for "Fail/Replace." If the bounceback voltage is below 11.5V, the OCV is greater than 11V and the load voltage estimate is less than V_r then a judgement can be deferred and the battery can be put in a "Charge and Retest" category. In addition, the tester can detect batteries with probable shorts by finding significant conductance when the OCV is less than 11V. These can be placed in a "Fail/Replace" category. If little conductance is present when the voltage is very low, the battery can be placed in a

"Charge and Retest" category. The improved and more specific comparisons and results are provided in Table 4 below.

Table 4

Comparison	Result
$LV \geq Vg$ AND $BBV \geq 11.5V$	Good
$LV < Vg$ AND $LV \geq Vr$ AND $BBV \geq 11.5V$	Replace Soon
$LV < Vr$ AND $LV \geq 7$ AND $BBV \geq 11.5V$	Replace
$LV < 7V$ AND $BBV \geq 11.5V$	Fail/Replace
$LV \geq Vr$ AND $LV < Vg$ AND $BBV < 11.5V$ AND $OCV \geq 11V$	Attention (Charge Soon)
$LV < Vr$ AND $BBV < 11.5V$ AND $OCV \geq 11V$	Warning (Charge and Retest)
IF $OCV < 11V$ AND $CCA \geq f(\text{GROUP SIZE})$ (PROBABLE SHORT)	Fail/Replace
IF $OCV < 11V$ AND $CCA < f(\text{GROUP SIZE})$	Warning (Charge and Retest)

Although the example embodiments of the present invention described above relate to estimating load voltage from battery conductance measurements, dynamic parameters other than battery conductance may be utilized without departing from the spirit and scope of the invention. Examples of other dynamic parameters include dynamic resistance, admittance, impedance, reactance, susceptance or their combinations. In preferred embodiments of the present

invention, battery tester 16 is relatively small and portable.

The above embodiments of the present invention are primarily described in connection with simulating a Japanese load tester. However, the significance of this present invention is not necessarily that it mimics a Japanese tester, but that it mimics, in general, any tester with a fixed resistance load. In general, simulating a tester with a fixed resistance load is a two stage process: (1) determining what current will be drawn from the battery (Equation 7 above) and (2) determine what voltage the battery will achieve under that load (Equation 4 above). Many prior art algorithms assume that the load current is defined and then the voltage is predicted.

Although the present invention has been described with reference to preferred embodiments, workers skilled in the art will recognize that changes may be made in form and detail without departing from the spirit and scope of the invention.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a simplified schematic diagram showing battery test circuitry in accordance with the present invention.

Figure 2 is a simplified block diagram showing the steps of a method of programming a battery tester in accordance with the present invention.

Figure 3 is a simplified block diagram showing the steps of a method of testing a battery in accordance with the present invention.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A method of testing a storage battery rated using the Japanese Industrial Standard (JIS), the method comprising:

- (a) measuring a dynamic parameter of the battery;
- (b) obtaining an open circuit voltage of the battery;
- (c) obtaining a temperature of the battery;
- (d) setting a predetermined load resistance value;
- (e) estimating a load voltage of the battery as a function of the measured battery dynamic parameter, the open circuit voltage of the battery, the load resistance value and the temperature of the battery;
- (f) predicting a bounceback voltage of the battery; and
- (g) utilizing the bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature to rate a strength of the battery by categories of JIS group size numbers.

2. A method of testing a storage battery comprising:

- (a) measuring a dynamic parameter of the battery;

- (b) obtaining an open circuit voltage of the battery;
- (c) obtaining a temperature of the battery;
- (d) setting a predetermined load resistance value;

- (e) estimating a load voltage of the battery as a function of the measured battery dynamic parameter, the open circuit voltage of the battery, the load resistance value and the temperature of the battery;
- (f) predicting a bounceback voltage of the battery; and
- (g) utilizing the bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature to rate a strength of the battery.

3. The method of claim 1 or claim 2 wherein setting the predetermined load resistance value step (d) comprises setting the load resistance value to be appropriate for a load tester being simulated.

4. The method of claim 1 or claim 2 wherein the obtaining the temperature of the battery step (c) comprises receiving the temperature of the battery as an input provided by a user.

5. The method of claim 1 or claim 2 wherein the obtaining the temperature of the battery step (c) comprises receiving the temperature of the battery as an input from a temperature sensor.

6. The method of claim 1 or claim 2 wherein the dynamic parameter measurement step (a) comprises determining a response of the battery to an applied current pulse.

7. The method of claim 1 or claim 2 wherein the measured battery dynamic parameter value is battery conductance.

8. The method of claim 1 or claim 2 wherein the measured battery dynamic parameter value is battery resistance.

9. An electronic battery tester comprising:
a positive connector coupled to a positive terminal of the battery;
a negative connector coupled to a negative terminal of the battery;
a voltage sensor configured to measure an open circuit voltage of the battery;
an input configured to receive a temperature of the battery; and
battery test circuitry configured to:

- (a) measure a dynamic parameter of the battery using the first and second connectors;
- (b) estimate a load voltage of the battery as a function of the measured battery dynamic parameter, the open circuit voltage of the battery, a load resistance value and the temperature of the battery;
- (c) predict a bounceback voltage of the battery; and
- (d) utilize the bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature to rate a strength of the battery by categories of JIS group size numbers.

10. An electronic battery tester comprising:

- a positive connector coupled to a positive terminal of the battery;
- a negative connector coupled to a negative terminal of the battery;
- a voltage sensor configured to measure an open circuit voltage of the battery;
- a input configured to receive a temperature of the battery; and
- battery test circuitry configured to:

- (a) measure a dynamic parameter of the battery using the first and second connectors;
- (b) estimate a load voltage of the battery as a function of the measured battery dynamic parameter, the open circuit voltage of the battery, a load resistance value and the temperature of the battery;
- (c) predict a bounceback voltage of the battery; and
- (d) utilize the bounceback voltage, the load voltage and the battery temperature to rate a strength of the battery.

11. The apparatus of claim 9 or claim 10 wherein the input is configured to receive the temperature of the battery from a user.

12. The apparatus of claim 9 or claim 10 wherein the input is configured to receive the temperature of the battery from a temperature sensor.

13. The apparatus of claim 9 or claim 10 wherein the battery test circuitry is configured to measure the dynamic parameter step (a) by determining a response of the battery to an applied current pulse.

14. The apparatus of claim 9 or claim 10 wherein the measured battery dynamic parameter is battery conductance.

15. The apparatus of claim 9 or claim 10 wherein the measured battery dynamic parameter is battery resistance.

16. The apparatus of claim 9 or claim 10 wherein the positive connector is a first Kelvin connector and the negative connector is a second Kelvin connector.

17. A method of testing a storage battery comprising:

- (a) determining a value of load current that will be drawn from the battery;
- (b) determining the value of voltage that the battery will achieve under the load current; and
- (c) utilizing the values determined in steps (a) and (b) to rate a strength of the battery.

18. A method of testing a storage battery comprising:

- (a) obtaining an open circuit voltage of the battery;
- (b) obtaining a temperature of the battery; and
- (c) predicting a bounceback voltage of the battery as a function of the open circuit voltage and the temperature of the battery.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A method and apparatus for simulating a battery tester with a fixed resistance load, such as a widely used Japanese load tester that rates the strength of Japanese batteries that are categorized under the Japanese Industrial Standard (JIS), are provided. This invention simulates such a device without invoking large current loads, yields familiar results, utilizes an existing database and provides more conclusive testing. The method includes measuring an open circuit voltage (OCV), temperature and a dynamic parameter of the battery. A load voltage of the battery is estimated as a function of the measured battery dynamic parameter, the OCV, the load resistance value of the load tester and the battery temperature. A bounceback voltage (BBV) of the battery is then predicted. The BBV, the load voltage and the battery temperature are utilized to rate the strength of the battery.

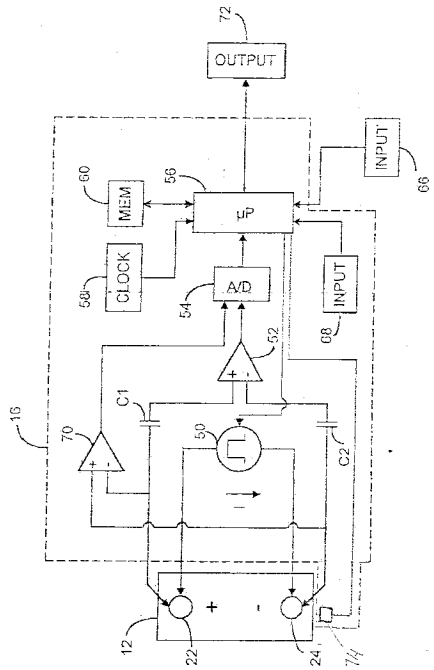


FIG. 1

