

(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2010-101706

(P2010-101706A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 R 31/36 (2006.01)	G O 1 R 31/36 A	2 G O 1 6
H O 1 M 10/48 (2006.01)	H O 1 M 10/48 P	5 H O 3 0
	H O 1 M 10/48 A	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-272301 (P2008-272301)	(71) 出願人	000213297
(22) 出願日	平成20年10月22日 (2008.10.22)		中部電力株式会社
		(74) 代理人	100096840
			弁理士 後呂 和男
		(74) 代理人	100124187
			弁理士 村上 二郎
		(74) 代理人	100124198
			弁理士 水澤 圭子
		(72) 発明者	服部 雅典
			名古屋市緑区大高町字北関山20番地の1
			中部電力株式会社エネルギー応用研究所
			内
		Fターム(参考)	2G016 CB05
			5H030 AS20 FF41 FF51

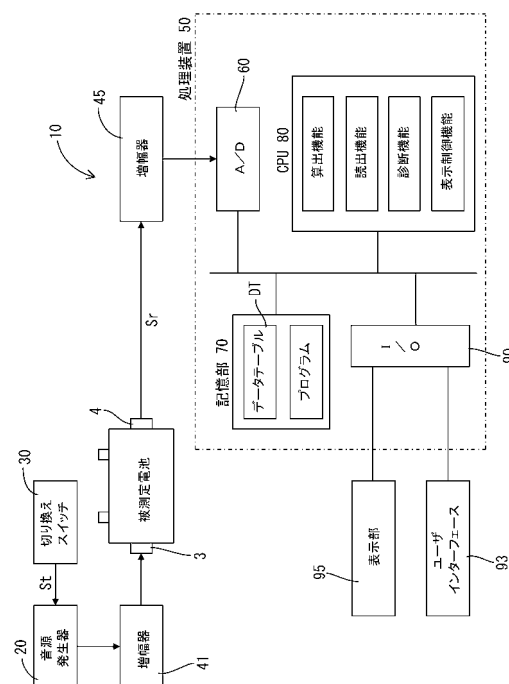
(54) 【発明の名称】 二次電池の劣化診断方法、及び電池の劣化診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波の通り易さの異なる二次電池について劣化診断を可能とすることを目的とする。

【解決手段】超音波発振子より発振される超音波の音圧レベルを、予め設定された音圧レベルに切り換える切り換えステップと、切り換えた音圧レベルにて超音波を発振させ二次電池に印加させる印加ステップと、超音波受信子によって超音波を受信する受信ステップと、前記超音波受信子から出力される前記超音波の受信信号をデータ処理して当該受信信号の特徴量を算出する算出ステップと、前記データテーブルから、診断対象となる二次電池と同じタイプの定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量を択一的に読み出す読出ステップと、読み出した定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と、前記算出ステップにて算出した二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量とを比較して二次電池の劣化を診断する診断ステップと、を有する。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次電池に対して超音波の通り易さに応じて予め設定した音圧レベルの超音波を印加し、その二次電池内を進んで電池外壁に達する超音波を受信する超音波検出動作を、超音波の通り易さが異なる各定格容量二次電池に対して行って得た各受信信号をデータ処理して算出した各特徴量をデータとして持つデータテーブルを使用して、二次電池の劣化を診断する劣化診断方法であって、

診断対象となる二次電池の外側に取り付けた超音波発振子より発振される超音波の音圧レベルを、その二次電池に対する超音波の通り易さに応じて予め設定された前記音圧レベルに切り換える切り換えステップと、

切り換えた音圧レベルにて超音波を発振させ二次電池に印加させる印加ステップと、

診断対象となる二次電池の外側に取り付けた超音波受信子によって、前記二次電池内を進み電池外壁に達する超音波を受信する受信ステップと、

前記超音波受信子から出力される前記超音波の受信信号をデータ処理して当該受信信号の特徴量を算出する算出ステップと、

前記データテーブルから、診断対象となる二次電池と同じタイプの定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量を択一的に読み出す読出ステップと、

読み出した定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と、前記算出ステップにて算出した二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量とを比較することにより、診断対象となる二次電池の劣化を診断する診断ステップと、を有する二次電池の劣化診断方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の二次電池の劣化診断方法であって、

前記データテーブルに、前記特徴量の大きさと対定格容量比の対応関係を示す関係式を、超音波の通り易さが異なる各二次電池のそれぞれについて記憶させておき、

前記読出ステップにて、前記データテーブルに記憶された各関係式の中から、診断対象となる二次電池に対応する関係式を読み出し、

前記診断ステップにて、診断対象となる二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と読み出した前記関係式とに基づいて診断対象となる二次電池の対定格容量比を求め、求めた対定格容量比から診断対象となる二次電池の劣化を診断することを特徴とする。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の二次電池の劣化診断方法であって、

前記超音波発振子と前記超音波受信子とを、診断対象となる二次電池に対して、超音波が電池内の電極に対して垂直に透過するように向かい合わせて配置すると共に、前記超音波発振子から複数の周波数成分を含む超音波を発振して診断対象となる二次電池に印加するものにおいて、

前記超音波の受信信号をフーリエ変換してパワースペクトルデータを求め、更に、求めたパワースペクトルデータから算出される超音波のパワー総和値を前記特徴量とすることを特徴とする。

【請求項 4】

二次電池の劣化診断装置であって、

診断対象となる二次電池の外側に取り付けられ、超音波を発振して前記二次電池に印加させる超音波発振子と、

前記超音波発振子から発振される超音波の音圧レベルを切り換える切換手段と、

診断対象となる二次電池の外側に取り付けられ、前記二次電池内を進み電池外壁に達する超音波を受信する超音波受信子と、

前記超音波受信子から出力される前記超音波の受信信号をデータ処理して当該受信信号の特徴量を算出する算出手段と、

二次電池に対して超音波の通り易さに応じて予め設定した音圧レベルの超音波を印加し、その二次電池内を進んで電池外壁に達する超音波を受信する超音波検出動作を、超音波の通り易さが異なる各定格容量二次電池に対して行って得た各受信信号をデータ処理して

10

20

30

40

50

算出した各特徴量をデータとして持つデータテーブルを記憶した記憶部と、

前記記憶部に記憶されたデータテーブルから、診断対象となる二次電池と同じタイプの定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量を択一的に読み出す読出手段と、

読み出した定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と、前記算出手段にて算出した診断対象となる二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量とを比較することにより、診断対象となる二次電池の劣化を診断する診断手段と、を備えた二次電池の劣化診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の劣化診断装置であって、

前記データテーブルに、前記特徴量の大きさと対定格容量比の対応関係を示す関係式を、超音波の通り易さが異なる各二次電池のそれぞれについて記憶させておき、

前記読出手段は、前記データテーブルに記憶された各関係式の中から、診断対象となる二次電池に対応する関係式を読み出し、

前記診断手段は、診断対象となる二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と読み出した前記関係式とに基づいて診断対象となる二次電池の対定格容量比を求め、求めた対定格容量比から診断対象となる二次電池の劣化を診断することを特徴とする。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 に記載の劣化診断装置であって、

前記超音波発振子と前記超音波受信子とを、診断対象となる二次電池に対して、超音波が電池内の電極に対して垂直に透過するように向かい合わせて配置すると共に、前記超音波発振子から複数の周波数成分を含む超音波を発振して診断対象となる二次電池に印加するものにおいて、

前記超音波の受信信号をフーリエ変換してパワースペクトルデータを求め、更に、求めたパワースペクトルデータから算出される超音波のパワー総和値を前記特徴量とすることを特徴とする。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の劣化診断方法と、その装置に関する。

【背景技術】

【0002】

以下の特許文献 1 には、次のような二次電池の劣化診断方法が開示されている。まず、超音波発振子 3 によって診断対象の二次電池に超音波を印加させ、電池内を透過した超音波を電池の外側に取り付けた超音波受信子 4 により受信する。そして、受信した超音波に基づき、二次電池の劣化を診断している。このような方法であれば、診断対象の二次電池を充放電させることなく、簡易的に劣化を診断出来る。

【特許文献 1】特開 2005-291832 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

一般に、超音波受信子 4 により計測可能な超音波は、音圧レベルに一定の幅がある。というも、受信時の音圧レベルが高すぎると出力される受信信号が飽和した状態となり、また受信時の音圧レベルが低すぎると超音波それ自体を受信出来ず、この場合も計測できない。

【0004】

その一方、電池に対する超音波の通り易さは診断対象となる電池の内部構造、定格容量（大きさ）で異なる。例えば、小容量の電池は、電池サイズが小さく超音波の透過距離が短くなるから、超音波は通り易くなる（電池内部での減衰が小さくなる）。これに対して、大容量の電池では、電池サイズが大きく超音波の透過距離が長くなるから、超音波は通り難くなる（電池内部での減衰が大きくなる）。従って、発振時における超音波の音圧レ

10

20

30

40

50

ベルを一定にしておく、その電池に対する超音波の通り易さにより、受信時の音圧レベルが高くなり過ぎて受信信号が飽和した状態となったり、またそれとは反対に受信時の音圧レベルが低くなり過ぎて受信できない恐れがある。

本発明は上記のような事情に基づいて完成されたものであって、超音波の通り易さの異なる二次電池について劣化診断を可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、二次電池の劣化診断方法であって、二次電池に対して超音波の通り易さに応じて予め設定した音圧レベルの超音波を印加し、その二次電池内を進んで電池外壁に達する超音波を受信する超音波検出動作を、超音波の通り易さが異なる各定格容量二次電池に対して行って得た各受信信号をデータ処理して算出した各特徴量をデータとして持つデータテーブルを使用して、二次電池の劣化を診断する劣化診断方法であって、診断対象となる二次電池の外側に取り付けた超音波発振子より発振される超音波の音圧レベルを、その二次電池に対する超音波の通り易さに応じて予め設定された前記音圧レベルに切り換える切り換えステップと、切り換えた音圧レベルにて超音波を発振させ二次電池に印加させる印加ステップと、診断対象となる二次電池の外側に取り付けた超音波受信子によって、前記二次電池内を進み電池外壁に達する超音波を受信する受信ステップと、前記超音波受信子から出力される前記超音波の受信信号をデータ処理して当該受信信号の特徴量を算出する算出ステップと、前記データテーブルから、診断対象となる二次電池と同じタイプの定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量を択一的に読み出す読出ステップと、読み出した定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と、前記算出ステップにて算出した二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量とを比較することにより、診断対象となる二次電池の劣化を診断する診断ステップと、を有する。

【0006】

本発明は、二次電池の劣化診断装置であって、診断対象となる二次電池の外側に取り付けられ、超音波を発振して前記二次電池に印加させる超音波発振子と、前記超音波発振子から発振される超音波の音圧レベルを切り換える切換手段と、診断対象となる二次電池の外側に取り付けられ、前記二次電池内を進み電池外壁に達する超音波を受信する超音波受信子と、前記超音波受信子から出力される前記超音波の受信信号をデータ処理して当該受信信号の特徴量を算出する算出手段と、二次電池に対して超音波の通り易さに応じて予め設定した音圧レベルの超音波を印加し、その二次電池内を進んで電池外壁に達する超音波を受信する超音波検出動作を、超音波の通り易さが異なる各定格容量二次電池に対して行って得た各受信信号をデータ処理して算出した各特徴量をデータとして持つデータテーブルを記憶した記憶部と、前記記憶部に記憶されたデータテーブルから、診断対象となる二次電池と同じタイプの定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量を択一的に読み出す読出手段と、読み出した定格容量二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と、前記算出手段にて算出した診断対象となる二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量とを比較することにより、診断対象となる二次電池の劣化を診断する診断手段と、を備える。

【0007】

本発明では、超音波発振子から発振される超音波の音圧レベルが、診断対象となる二次電池に対する超音波の通り易さに応じて切り換えられる。例えば、小容量の二次電池など、超音波が通り易いものに対しては、発振時における超音波の音圧レベルが低いレベルに切り換えられるから、受信時の超音波の音圧レベルが高くなり過ぎない。また、大容量の二次電池など、超音波が通り難いものに対しては、発振時における超音波の音圧レベルが高いレベルに切り換えられるから、受信時の超音波の音圧レベルが低くなり過ぎない。よって、電池に対する超音波の通り易さの度合いに拘わらず、受信時における超音波の音圧レベルが測定に適した一定の音圧レベルになる。

【0008】

そして、本発明では、各電池のタイプ（超音波の通り易さ）ごとに特徴量を求めたデータテーブルを設けてあり、診断対象となる二次電池の劣化を診断するときには、データテ

10

20

30

40

50

ーブルの中からその電池のタイプと同タイプの定格容量二次電池に関する特徴量読み出し、診断対象の二次電池のそれ（特徴量）と比較するようにしている。そのため、条件不一致（超音波の通り易い電池と通り難い電池の特徴量同士を比較してしまうなど）による診断ミスがほぼなくなり、信頼性の高い診断結果が得られる。

【0009】

この発明の実施態様として、以下の構成とすることが好ましい。

・データテーブルに、特徴量の大きさと対定格容量比の対応関係を示す関係式を、超音波の通り易さが異なる各二次電池のそれぞれについて記憶させておき、データテーブルに記憶された各関係式の中から、診断対象となる二次電池に対応する関係式を読み出し、診断対象となる二次電池に係る超音波の受信信号の特徴量と読み出した前記関係式とに基づいて診断対象となる二次電池の対定格容量比を求め、求めた対定格容量比から診断対象となる二次電池の劣化を診断する。この方法であれば、劣化の診断結果と共に、定格容量比を表示させることが可能となる。

10

【0010】

・超音波発振子と超音波受信子とを、診断対象となる二次電池に対して、超音波が電池内の電極に対して垂直に透過するように向かい合わせて配置すると共に、超音波発振子から複数の周波数成分を含む超音波を発振して診断対象となる二次電池に印加するものにおいて、超音波の受信信号をフーリエ変換してパワースペクトルデータを求め、更に、求めたパワースペクトルデータから算出される超音波のパワー総和値を前記特徴量とする。出願人によれば、電池の劣化の度合いと、パワースペクトルの総和値との間には強い相関があるので、受信信号の特徴量としてパワースペクトルの総和値を算出するようにしておけば、電池の劣化をより、一層正確に診断することが可能となる。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、超音波の通り易さの異なる二次電池について劣化診断が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

<実施形態1>

本発明の実施形態1を図1ないし図11によって説明する。

30

1. 二次電池の劣化診断原理

本発明は、診断対象の二次電池（定格100Ah程度の容量の格子状集電体に電池活物質を付着させた電極Eを有する鉛蓄電池など）Bに対して超音波を外部から印加し、電池内を透過して電池外壁に達する超音波を受信する超音波検出動作を行い、得られた超音波の受信信号Srに基づいて二次電池の劣化を診断するものである。

【0013】

例えば、図1にて示すように、診断対象の鉛蓄電池Bについて、超音波発振子3を鉛蓄電池Bの外壁の一方の側面に取り付け、他方の外壁の他方の側面に超音波受信子4を取り付けておく。そして、超音波発振子3から複数の周波数成分を持つ超音波を電池B内に印加し、電池内の電極Eに対して垂直に透過しつつ電池外壁に達する超音波を超音波受信子4で受信する。

40

【0014】

これにより、超音波受信子4からは、例えば、図2に示すような受信信号Srが出力される。図3は、超音波受信子4より出力された図2の受信信号Srをフーリエ変換して、受信信号Srのパワースペクトルデータ（各周波数成分ごとのパワーの分布）を算出したものである。

【0015】

かくして、得られる受信信号Srのパワースペクトルデータは、電池の劣化と強い相関を示す。具体的には、図3のデータは劣化した状態にある鉛蓄電池（対定格容量比が小さくなった鉛蓄電池）のパワースペクトルデータ、図4のデータは劣化していない鉛蓄電池（対定格容量比が100%にほぼ近い鉛蓄電池）のパワースペクトルデータである。

50

【0016】

図3と図4を比較して明らかなように、各スペクトルのパワー（強さ）は、鉛蓄電池Bの劣化が進むにつれて増大傾向となる。このような傾向を示すのは、電池の劣化が進むと、電池内部では電極Eの崩落が起きたり、活物質の一部が剥離した状態になることから、超音波が電池内を透過しやすくなるためと考えられるからである。

【0017】

そして、対定格容量比の異なる同種の鉛蓄電池Bについて、パワースペクトルデータを計測する試験をそれぞれ行ったところ、対定格容量比と超音波のパワー総和値（図5にてグレーで示す領域の面積）は、ほぼ比例関係があり、図6に示すような相関線2（関係式2）で表せることが解っている。

10

【0018】

以上のことから、診断したい鉛蓄電池に上記した超音波検出動作を行い、得られる超音波のパワースペクトルデータからパワー総和値を求めてやれば、求めたパワー総和値と図6の相関線2とに基づいて、鉛蓄電池Bの対定格容量比を算出でき、もって、劣化を診断することが可能となる。例えば、閾値が対定格容量比90%に設定されている場合において、診断対象の鉛蓄電池Bに係る超音波のパワー総和値が「-29000dB」であったとすると、図6にて示すように、対定格容量比は「約93%」になり、閾値である「90%」を上回るから、このときは、「劣化していない」と判定される。また、診断対象の鉛蓄電池に係る超音波のパワー総和値が「-27000dB」であったとすると、図6にて示すように、対定格容量比は「約86%」になり、閾値である「90%」を下回るから、このときは、「劣化している」と判定される。

20

【0019】

さて、一般に、超音波受信子4により計測可能な超音波は、音圧レベルに一定の幅があり、受信時の音圧レベルが高すぎると出力される受信信号が飽和した状態となる。また受信時の音圧レベルが低すぎると超音波それ自体を受信出来ず、この場合も計測できない。

【0020】

その一方、電池に対する超音波の通り易さは、電池の容量（定格容量の大きさ）により異なる。小容量の電池では、電池サイズそのものが小さく、超音波の透過距離（発振子3から受信子4までの距離）Lが短くなるから、超音波は当然通り易くなる。また、大容量の電池では、電池サイズそのものが大きく透過距離Lが長くなるから、超音波は当然通り難くなる。

30

【0021】

そのため、発振時における超音波の音圧レベルを一定値に固定しておく、電池によっては、受信時の音圧レベルが高くなり過ぎて受信信号が飽和した状態となったり、またそれとは反対に受信時の音圧レベルが低くなり過ぎて受信できない恐れがある。

【0022】

この点を鑑み、本実施形態のものは、超音波発振子3にて発振する超音波の音圧レベルを、電池の容量（電池に対する超音波の通り易さ）に応じて切り換えるようにした。具体的には、受信時の音圧レベルが高いことが予想される小容量の電池に対しては、発振時における超音波の音圧レベルを予め低いレベルに設定することとし、また、受信時の音圧レベルが低いことが予想される大容量の電池に対しては、発振時における超音波の音圧レベルを予め高いレベルに設定することとした。

40

【0023】

このようにすることで、電池に対する超音波の通り易さが異なっても、受信時における超音波の音圧レベルは測定に適した一定の音圧レベルになる結果、一台の装置で、超音波の通り易さの異なる鉛蓄電池の劣化を診断することが可能となる。

【0024】

また、各容量の鉛蓄電池Bに対して超音波検出動作を行っておき、先に説明した対定格容量比と超音波のパワー総和値との関係を示す相関線をそれぞれ求めておくことが好ましい。そして、劣化の診断過程において、対定格容量比を算出する場合には、その容量の鉛

50

蓄電池 B に対応した相関線を用いることが好ましい。これは、図 6～図 8 にて示すように、電池の容量が異なると、それに対応して相関線の傾き、切片の値が変わるからである。尚、上記相関線を求めるために行う超音波検出動作においても、発振時の超音波の音圧レベルを、超音波の通り易さに応じて予め設定した音圧レベルにて行うことが、無論必要である。

【0025】

2. 劣化診断装置の構成

次に、上記した劣化診断方法を実現させる劣化診断装置 10 の説明を行う。尚、ここでは、診断対象として、小容量の鉛蓄電池、中容量の鉛蓄電池、大容量の鉛蓄電池の 3 タイプの電池があり、これら各電池に対応した 3 パターンの相関線（図 6～図 8）を数式で置き換えた 3 パターンの関係式 1～関係式 3 をデータとして持つデータテーブル（図 9 に示す）が、後述する記憶部 70 に予め記憶されているものとする。

【0026】

図 10 に示すように、本劣化診断装置 10 は、大まかに言うと、超音波発振子 3 と、超音波受信子 4 と、処理装置 50 とを主体に構成されている。

【0027】

超音波発振子 3 としては、例えば圧電素子を使用出来る。係る超音波発振子 3 は増幅器（パワーアンプ）41 を介して音源発生器 20 に接続されている。本実施形態の音源発生器 20 は、図 11 にて示されるように、42 段 M 系列のシフトレジスタ 21 と、ローパスフィルタ 23 と、プリアンプ 25 と、から構成されている。

【0028】

42 段 M 系列のシフトレジスタ 21 は擬似バイナリ信号を生成する機能を担うものである。ローパスフィルタ 23 はカットオフ周波数が 500 kHz に設定してあり、それを超える帯域の信号を抑圧する機能を担う。また、プリアンプ 25 は、2 つのアンプ A とアッテネータ 27 と、から構成されている。

【0029】

そして、42 段 M 系列のシフトレジスタ 21 にて生成された擬似バイナリ信号は、ローパスフィルタ 23 を通されることにより、振幅が正規分布し周波数特性が平坦（1 kHz から 500 kHz）なホワイトノイズ波（電気信号）となる。そして、このホワイトノイズ波（以下、単にノイズ波）はその後、プリアンプ 25 にて、所定の電圧レベルにまで増幅される。

【0030】

プリアンプ 25 により所定の電圧レベルに増幅されたノイズ波（電気信号）は、増幅器 41 を通して再び増幅され、超音波発振子 3 に入力される。これにより、超音波発振子 3 が駆動され、500 kHz までの周波数成分を含む超音波が発振される。

【0031】

また、図 10 に示す切り換えスイッチ（手動操作式の回転操作子）30 は、超音波発振子 3 から発振される超音波の音圧レベルを切り換えるものである。すなわち、この切り換えスイッチ 30 を操作すると、プリアンプ 25 を構成するアッテネータ 27 に対して切換信号 S_t が出力され、アッテネータ 27 にて信号の減衰量が自動的に切り換えられる構成となっている。

【0032】

これにより、超音波発振子 3 に送られるノイズ波（電気信号）の電圧レベル、引いては超音波発振子 3 から発振される超音波の音圧レベルが切り換わることとなる。

【0033】

既に説明してあるように、本実施形態の劣化診断装置 10 は診断対象として小容量の鉛蓄電池、中容量の鉛蓄電池、大容量の鉛蓄電池の 3 タイプを想定しており、アッテネータ 27 による信号の減衰量（1/2、1/4、1/20）、引いては超音波の音圧レベルが 3 段階（音圧レベル 1～音圧レベル 3）に切り換えられるようになっている。

【0034】

10

20

30

40

50

超音波受信子 4 は例えば、圧電素子よりなり、超音波を受信して、その超音波の波長、振幅、周波数に応じた受信信号 S_r を出力する機能を担う。この超音波受信子 4 の出力側は増幅器 45 を介して、処理装置 50 に設けられる A/D 変換器 60 に接続されている。これにより、超音波受信子 4 から出力された超音波の受信信号 S_r は増幅器 45 で増幅された後、A/D 変換器 60 にてデジタル信号に変換される構成となっている。

【0035】

処理装置 50 は記憶部 70、CPU 80、入出力部 90などを備える。記憶部 70 には、CPU 80 が各種演算処理を行う際に実行するプログラム、データテーブル DT が記憶されている。データテーブル DT については既に説明した通りであり、図 9 にて示すように、電池のタイプごとに、関係式と音圧レベルがそれぞれ対応付けされた状態で記憶されている。

10

【0036】

CPU 80 は処理装置 50 の全体を制御するものであって、大別すると、以下の 4 つの機能を担っている。

- (1) 算出機能
- (2) 読出機能
- (3) 診断機能
- (4) 表示制御機能

【0037】

算出機能というのは、デジタル値に変換された受信信号 S_r をフーリエ変換 (FFT) して超音波のパワースペクトルデータを求め、更に、求めたパワースペクトルデータから超音波のパワー総和値 (パワースペクトルの積分値) を算出する機能である。尚、この CPU 80 が担う算出機能により本発明の算出手段の果たす処理機能、すなわち「前記超音波受信子から出力される前記超音波の受信信号をデータ処理 (ここでは FFT、積分演算など) して当該受信信号の特徴量 (ここでは、パワー総和値) を算出する」が実現されている。

20

【0038】

読出機能というのは、データテーブル DT にアクセスして、診断対象となる鉛蓄電池 B のタイプに対応した関係式を読み出す機能である。尚、この CPU 80 が担う読出機能により、本発明の読出手段の果たす処理機能が実現されている。

30

【0039】

診断機能というのは、算出した超音波のパワー総和値と読み出した関係式とに基づいて、診断対象となる鉛蓄電池 B の対定格容量比を算出すると共に、これを閾値として設定された対定格容量比と大小比較することにより、診断対象となる鉛蓄電池が劣化しているか、どうか診断する機能である。尚、この CPU 80 が担う診断機能により、本発明の診断手段の果たす処理機能が実現されている。

【0040】

表示制御機能というのは、入出力部 90 に接続された表示部 95 の表示内容を制御する機能である。本実施形態のものは、CPU 80 の制御下のもと、測定開始時には必要となる案内表示が、測定終了後には診断結果 (劣化の有無) と共に対定格容量比が表示部 95 に表示される構成となっている。

40

【0041】

また、入出力部 90 にはユーザインターフェース 93 が電氣的に接続されている。このユーザインターフェース 93 は、キーボード、マウスなどであり、これを用いて、診断対象となる鉛蓄電池 B のタイプ、閾値など診断に必要な条件を、入力操作できる。

【0042】

3. 診断動作

次に上記の如く構成された劣化診断装置 10 を用いて行われる具体的な診断動作について説明を行う。尚、ここでは超音波発振子 3 及び超音波受信子 4 を、診断対象となる鉛蓄電池 B に対して図 1 の状態に取り付けてあるものとして説明を行う。

50

【0043】

診断を開始するべく劣化診断装置10の電源を投入すると、装置が起動状態になる。すると、CPU80による表示制御がなされ、表示部95の表示画面中に、以下の表示がなされる。

【0044】

- (a) 診断対象となる電池のタイプ（小容量、中容量、大容量）の選択を促す表示
- (b) 閾値の入力を促す表示

【0045】

ここでは、ユーザにより、電池のタイプとして「中容量」が選択され、また閾値が「対定格容量比90%」に設定されたものとして説明を進める。尚、これら電池タイプの選択、閾値の設定は、いずれもユーザインターフェース93によって行うことが出来る。

10

【0046】

電池タイプの選択、閾値の設定が行われると、CPU80は、入力された閾値のデータを記憶部70に記憶させると共に、データテーブルDTにアクセスして、選択された電池タイプに対応する「音圧レベル」を読み出す処理を行う。これにより「中容量」に対応する「音圧レベル2」が読み出されることとなる。

【0047】

そして、診断対象の鉛蓄電池Bに対応する「音圧レベル」が読み出されると、CPU80は、ユーザに「音圧レベル」の切り換えを行わせるべく、表示部95の表示画面中に「切り換えスイッチ30を操作して超音波の音圧レベルを音圧レベル2に切り換えて下さい」などの案内表示を行う。

20

【0048】

上記の表示がされたら、切り換えスイッチ30を操作して「音圧レベル」を「2」に合わせてやればよく、これを行うと、切換信号Stがアッテネータ27に入力される。すると、アッテネータ27にて、超音波発振子3から発振される超音波の音圧レベルが「音圧レベル2」になるように、信号の減衰量が自動的に切り換えられる（切り換えステップ）。

【0049】

そして、音圧レベルの切り換え操作が完了したら、あとは、表示部95の表示画面中に表示される開始スイッチを操作してやればよく、これを行うと、音源発生器20が作動する。これにより、超音波発振子3から「音圧レベル2」の超音波が発振され診断対象となる鉛蓄電池Bに印加される（印加ステップ）。

30

【0050】

鉛蓄電池Bに印加された超音波は電池内を透過し、反対側の外壁に取り付けた超音波受信子4にて受信される。すると、超音波受信子4から、受信した超音波の波長、振幅、周波数に応じた受信信号Srが出力される（受信ステップ）。

【0051】

出力された超音波の受信信号Srは増幅器45にて増幅された後、処理装置50内に取り込まれる。そして、処理装置50に設けられるA/D変換器60によりデジタル信号に変換される。その後、処理装置50内では、CPU80により、取り込まれた受信信号Srをフーリエ変換(FFT)して超音波のパワースペクトルデータを求め、更に、求めたパワースペクトルデータから超音波のパワー総和値が算出される（算出ステップ）。

40

【0052】

超音波のパワー総和値が算出されると、続いてCPU80は、データテーブルDTにアクセスして、診断対象となる鉛蓄電池Bのタイプに対応した関係式を読み出す処理を行う。ここでは、診断対象は「中容量」の鉛蓄電池Bであるから「関係式2」がデータテーブルDTから読み出されることとなる（読出ステップ）。

【0053】

そして、関係式が読み出されると、CPU80は、算出した超音波のパワー総和値と読み出した関係式とに基づいて、診断対象となる鉛蓄電池Bの対定格容量比を算出すると共

50

に、これを閾値として設定された対定格容量比と大小比較することにより、診断対象となる鉛蓄電池 B が劣化しているか、どうか診断する（診断ステップ）。ここでは、診断対象となる鉛蓄電池 B の対定格容量比が「約 93 %」であり、閾値である「90 %」を上回っており、「劣化していない」と判定されたものとする。

【0054】

かくして、診断対象となる鉛蓄電池 B について劣化の診断が行われると、CPU 80 は表示部 95 の表示画面上に診断結果と共に、算出した対定格容量比を表示する。これにより、表示画面中に「劣化なし」、対定格容量比「93 %」と表示されることとなる。

【0055】

続いて、タイプの違う鉛蓄電池 B、例えば、「小容量」の電池を診断する場合を説明してゆく。この場合も、先に説明した中容量の鉛蓄電池 B の場合と基本的には、同じ要領で作業が進められてゆくことになる。すなわち、まず、表示部 95 の表示画面中に表示される案内に従って、電池のタイプの選択作業と、それに合わせて閾値の設定が行われる。

【0056】

電池タイプの選択、閾値の設定が行われると、CPU 80 は、入力された閾値のデータを記憶部 70 に記憶させると共に、データテーブル DT にアクセスして、入力された電池のタイプに対応する「音圧レベル」を読み出す処理を行う。これにより選択された「小容量」に対応する「音圧レベル 1」が読み出されることとなる。

【0057】

そして、診断対象の電池タイプに対応する「音圧レベル」が読み出されると、CPU 80 はユーザに「音圧レベル」の切り換えを行わせるべく、表示部 95 の表示画面中に「切り換えスイッチ 30 を操作して超音波の音圧レベルを音圧レベル 1 に切り換えて下さい」などの案内表示を行う。

【0058】

上記の表示がされたら、切り換えスイッチ 30 を操作して「音圧レベル」を「1」に合わせてやればよく、これを行うと、切換信号 S t がアッテネータ 27 に入力される。すると、アッテネータ 27 にて、超音波発振子 3 から発振される超音波の音圧レベルが「音圧レベル 1」になるように、信号の減衰量が自動的に切り換えられる（切り換えステップ）。

【0059】

そして、音圧レベルの切り換え操作が完了したら、あとは、表示部 95 の表示画面中に表示される開始スイッチを操作してやればよく、これを行うと、音源発生器 20 が作動する。これにより、超音波発振子 3 から「音圧レベル 1」の超音波が発振され診断対象の鉛蓄電池 B に印加される（印加ステップ）。

【0060】

鉛蓄電池 B に印加された超音波は電池内を透過し、反対側の外壁に取り付けた超音波受信子 4 にて受信される。すると、超音波受信子 4 から、受信した超音波の波長、振幅、周波数に応じた受信信号 S r が出力される（受信ステップ）。

【0061】

出力された超音波の受信信号 S r は増幅器 45 にて増幅された後、A/D 変換器 60 によりデジタル信号に変換され、処理装置 50 に取り込まれる。その後、処理装置 50 内では、CPU 80 により、取り込まれた受信信号 S r をフーリエ変換（FFT）して超音波のパワースペクトルデータを求め、更に、求めたパワースペクトルデータから超音波のパワー総和値が算出される（算出ステップ）。

【0062】

超音波のパワー総和値が算出されると、続いて CPU 80 は、データテーブル DT にアクセスして、診断対象の鉛蓄電池の電池タイプに対応した関係式を読み出す処理を行う。ここでは、診断対象の鉛蓄電池の電池タイプは「小容量」であるから、「関係式 1」がデータテーブル DT から読み出されることとなる（読出ステップ）。

【0063】

10

20

30

40

50

そして、関係式 1 が読み出されると、CPU 80 は、算出した超音波のパワー総和値と読み出した関係式 1 とに基づいて診断対象の鉛蓄電池 B の対定格容量比を算出すると共に、これを閾値として設定された対定格容量比と大小比較することにより、診断対象の鉛蓄電池 B が劣化しているか、どうか診断する（診断ステップ）。

【0064】

かくして、診断対象の鉛蓄電池 B について劣化の診断が行われると、CPU 80 は表示部 95 の表示画面上に診断結果と共に、算出した対定格容量比を表示する。

【0065】

また、「大容量」の電池について劣化を診断する場合も「中容量」、「小容量」の電池について劣化を診断する場合と同様に、その電池のタイプに対応する音圧レベル、すなわち「音圧レベル 3」の超音波が超音波発振子 3 から発振され、これが診断対象の鉛蓄電池 B に印加される。

【0066】

そして、データテーブル DT から、「大容量」に対応する「関係式 3」を読み出され、読み出された「関係式 3」と超音波の受信信号 S_r より算出したパワー総和値とに基づいて、診断対象の鉛蓄電池 B の対定格容量比が算出され、その後、診断対象の鉛蓄電池 B が劣化しているか、どうか診断される。

【0067】

以上説明したように、本実施形態では、超音波発振子 3 から発振される超音波の音圧レベルが、診断対象の鉛蓄電池 B に対する超音波の通り易さに応じて切り換えられる。これにより、電池に対する超音波の通り易さが異なっても、受信時における超音波の音圧レベルは測定に適した一定の音圧レベルになる結果、一台の装置で、超音波の通り易さの異なる鉛蓄電池の劣化を診断することが可能となる。

【0068】

また、本実施形態では、各電池のタイプ（超音波の通り易さ）ごとに関係式を求めたデータテーブル DT を設けてあり、鉛蓄電池 B の劣化を診断するときには、データテーブル DT の中からその電池のタイプに対応した関係式が読み出され、それに基づいて、電池の対定格容量比が算出されるようになっている。そのため、対定格容量比を正確に求めることが可能となり、劣化の有無について、信頼性の高い診断結果を下すことが可能となる。

【0069】

＜実施形態 2＞

次に、本発明の実施形態 2 を図 12 ないし図 14 によって説明する。

実施形態 1 では、超音波の受信信号 S_r から特徴量としてパワー総和値を算出した。実施形態 2 では、超音波の受信信号 S_r から特徴量として受信継続時間を算出するようにしている。具体的に説明すると、この場合には、図 12 に示すように、鉛蓄電池 B の上面の一方の電極端子 T の近傍に超音波発振子 300 を取り付け、図 13 に示すような電気信号（例えば 150 kHz）を超音波発振子 300 に入力して、所定時間幅（例えば 50 μ 秒）の超音波を発振させ、鉛蓄電池 B 内に印加する。

【0070】

一方、超音波受信子 400 は、電池 B 内を伝播した超音波を検出するために、鉛蓄電池 B の上面の他方の電極端子 T またはその近傍に接触して取り付けておく。すると、電池内を伝播する超音波を受信した超音波受信子 400 から、図 14 に示すような波形の受信信号 S_r が出力される。

【0071】

そして、出力された受信信号 S_r から、電圧レベルが閾値を超える時間、すなわち受信継続時間を算出する（図 14 では時間 t）。係る受信継続時間は、電池の劣化により電極 E の崩落や活物質の剥離が起きると、超音波の伝達経路が短くなることから、時間短縮するものと考えられる。よって、係る受信継続時間を、定格容量のそれと比較してやれば、実施形態 1 の場合と同様に、電池の劣化を診断することが出来る。尚、受信継続時間は t にかえて、t₁～t₅ の総和とすることも出来る。

10

20

30

40

50

【0072】

＜他の実施形態＞

本発明は上記記述及び図面によって説明した実施形態に限定されるものではなく、例えば次のような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

【0073】

(1) 実施形態1では、電池を透過する超音波の通り易さが異なる例として、容量（定格容量）の相違を例にとったが、電池の内部構造、活物質の相違などでも、超音波の通り易さは変わる。この点を鑑み、発振時の音圧レベルの切り換えパターンを相当数用意しておけば、鉛蓄電池のほか、ニッケル水素電池、リチウム電池、ニッケルカドニウム電池などの各種二次電池を一台の劣化診断装置により診断することが可能となる。

10

【0074】

(2) 実施形態1では、超音波発振子3より発振される超音波の音圧レベルを、音源発生器20に設けたアッテネータ27により切り換える構成をとったが、例えば、増幅器41にてゲイン（信号の増幅率）を切り換えることにより、音圧レベルを切り換える構成とすることも可能である。また、実施形態1では音圧レベルを手動で切り換える方式をとったが、電池タイプに応じて自動で切り換える構成とすることも可能である。

【0075】

(3) 実施形態1では、データテーブルDTに対して各電池のタイプごとに関係式を記憶させておく構成をとった。そして、データテーブルDTの中から診断対象となる二次電池に対応する関係式を読み出すと共に、読み出した関係式と診断対象となる二次電池に係る超音波のパワー総和値とに基づいて二次電池の対定格容量比を求め、その結果から二次電池の劣化を診断した。劣化診断は、必ずしも関係式に基づいて対定格容量比を算出する方法に限られるものではなく、以下の方法であってもよい。例えば、データテーブルDTに対して各電池のタイプごとに定格容量二次電池に係る超音波の受信信号Srのパワー総和値を記憶されておく構成とする。そして、データテーブルDTの中から診断対象となる二次電池に対応する定格容量二次電池のパワー総和値を読み出し、読み出したパワー総和値と診断対象となる二次電池に係る超音波のパワー総和値を大小比較することにより、二次電池の劣化を診断（読み出したパワー総和値に対して診断対象側のパワー総和値が上回っている場合に、劣化と判定するなど）してもよい。

20

【図面の簡単な説明】

30

【0076】

【図1】本発明の実施形態1において、診断対象の鉛蓄電池Bに超音波発振子と超音波受信子を装着した状態を示す斜視図

【図2】超音波受信子から出力される超音波の受信信号の波形を示す図

【図3】電池が劣化したときの超音波の周波数に対するパワーの波形図

【図4】電池が劣化する前の超音波の周波数に対するパワーの波形図

【図5】パワースペクトルの積分値つまりパワー総和を示すパワーの波形図

【図6】超音波のパワー総和値と対定格容量比の関係を示すグラフ（中容量の電池）

【図7】超音波のパワー総和値と対定格容量比の関係を示すグラフ（小容量の電池）

【図8】超音波のパワー総和値と対定格容量比の関係を示すグラフ（大容量の電池）

40

【図9】データテーブルの構成を示す図

【図10】劣化診断装置の電氣的構成を示すブロック図

【図11】音源発生装置の電氣的構成を示すブロック図

【図12】本発明の実施形態2において、診断対象の鉛蓄電池Bに超音波発振子と超音波受信子を装着した状態を示す斜視図

【図13】超音波発振子に入力する電圧信号の波形図

【図14】超音波受信子から出力される電圧信号の波形図

【符号の説明】

【0077】

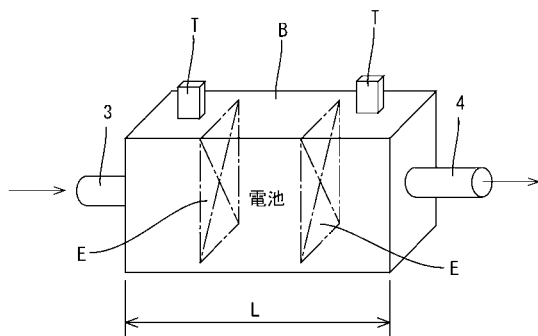
3…超音波発振子

50

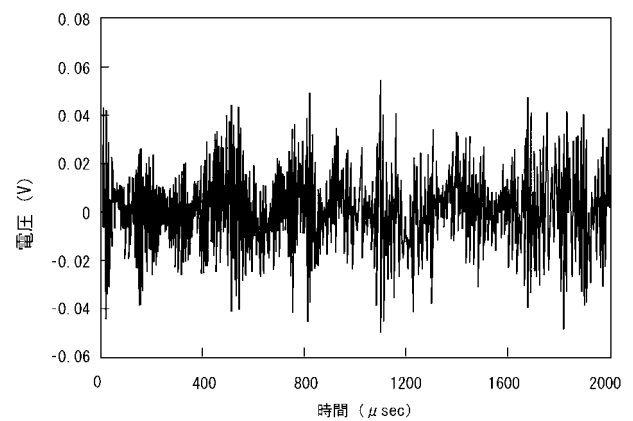
- 4 … 超音波受信子
- 20 … 音源発生器
- 27 … アッテネータ（本発明の「切換手段」に相当）
- 30 … 切り換えスイッチ（本発明の「切換手段」に相当）
- 50 … 処理装置
- 70 … 記憶部
- 80 … CPU（本発明の「算出手段、読出手段、診断手段」に相当）
- 93 … ユーザーインターフェース
- 95 … 表示部
- 300 … 超音波発振子
- 400 … 超音波受信子

10

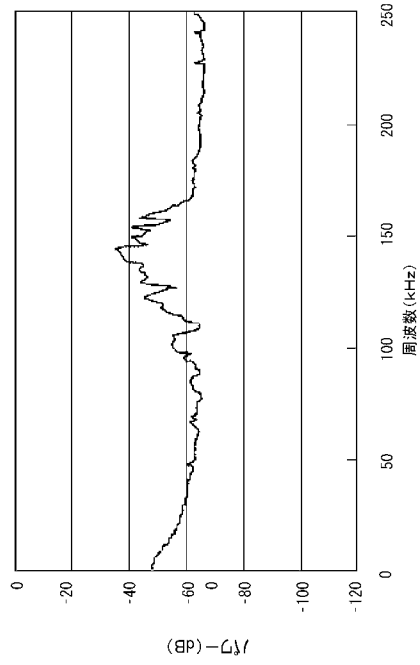
【図1】



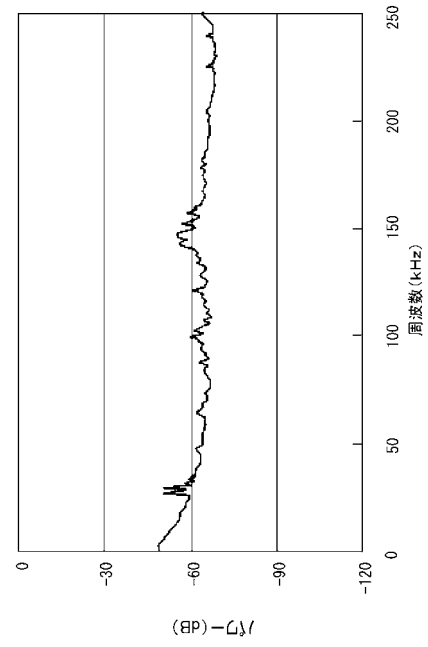
【図2】



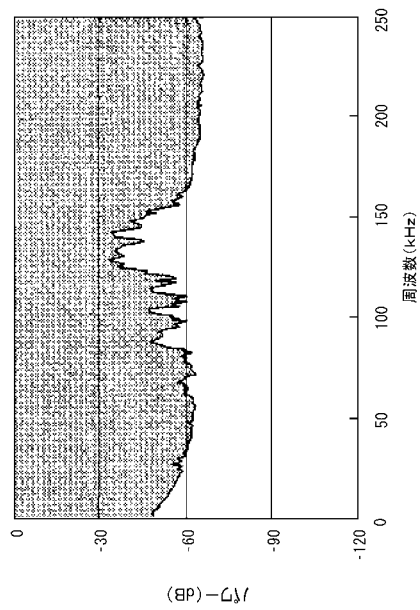
【図 3】



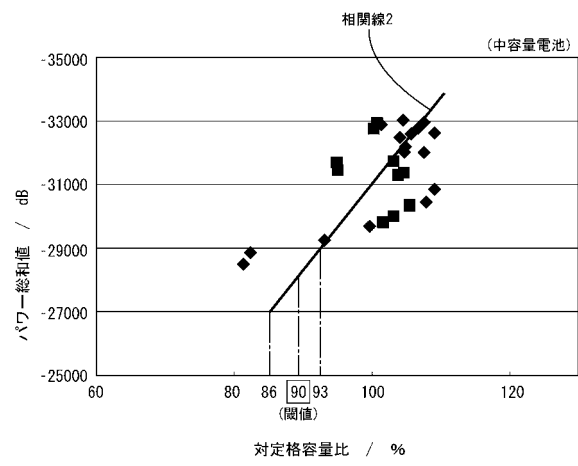
【図 4】



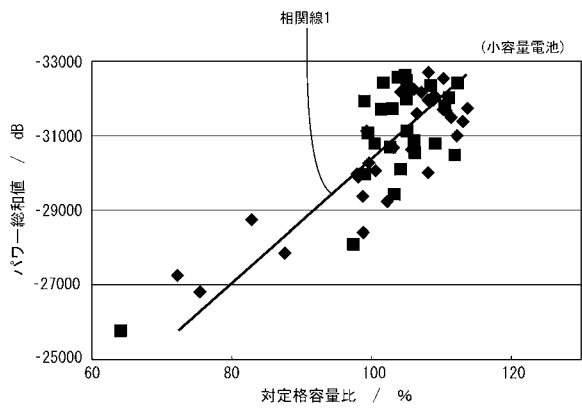
【図 5】



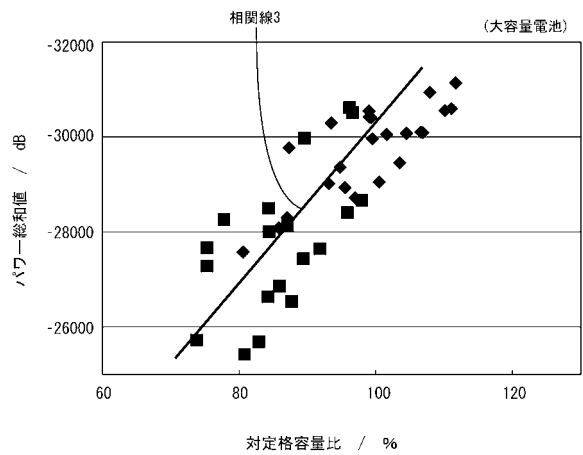
【図 6】



【図 7】



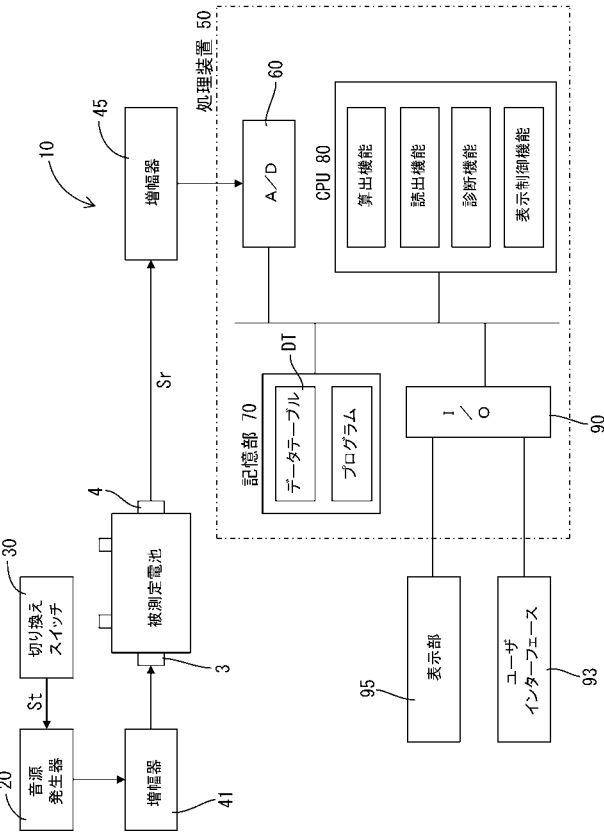
【図 8】



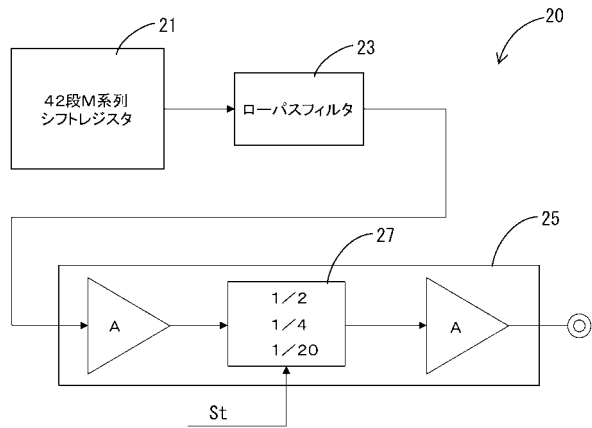
【図 9】

電池のタイプ	関係式	音圧レベル
小容量電池	関係式1	音圧レベル1
中容量電池	関係式2	音圧レベル2
大容量電池	関係式3	音圧レベル3

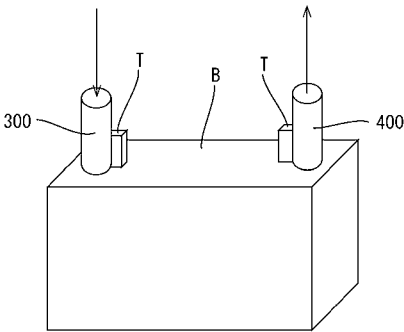
【図 10】



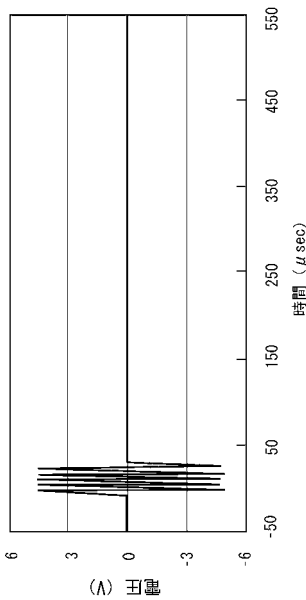
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

