

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4551204号  
(P4551204)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int.Cl. F I  
GO 1 R 27/02 (2006.01) GO 1 R 27/02 A

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-358842 (P2004-358842)	(73) 特許権者	303046277 旭化成エレクトロニクス株式会社 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
(22) 出願日	平成16年12月10日(2004.12.10)	(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一
(65) 公開番号	特開2006-162572 (P2006-162572A)	(72) 発明者	棚橋 友厚 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成 マイクロシステム株式会社内
(43) 公開日	平成18年6月22日(2006.6.22)	(72) 発明者	山羽 義郎 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成 マイクロシステム株式会社内
審査請求日	平成19年11月28日(2007.11.28)	審査官	荒井 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インピーダンス測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定対象である、所定のインピーダンスを持ったインピーダンス素子と、該インピーダンス素子に直列接続されたコンデンサと、前記インピーダンス素子と前記コンデンサからなる回路に負の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを充電する第1の直流電圧発生手段と、前記コンデンサの端子電圧が正のしきい値電圧に達すると正の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを放電する第2の直流電圧発生手段と、前記コンデンサの端子電圧が0ボルトに達すると、前記第1の直流電圧発生手段により再び負の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを充電し、この充放電時間を測定するカウント手段と、該カウント手段による測定値から前記インピーダンス素子のインピーダンスを演算する演算手段とを備え、充放電回数を可変にすることで、広い範囲のインピーダンスを測定可能にし、

10

前記インピーダンス素子を破壊することなくインピーダンスを測定するために、測定時に前記インピーダンス素子を流れる直流電流を平均すると0になるようにしたことを特徴とするインピーダンス測定装置。

【請求項2】

前記コンデンサは、低容量のコンデンサを1つ設けたものであることを特徴とする請求項1に記載のインピーダンス測定装置。

【請求項3】

前記カウント手段が、測定開始時からの充放電の回数をカウントする充放電カウンタ及び測定開始時からのクロックをカウントする測定用カウンタからなり、前記測定用カウン

20

タの値を前記充放電カウンタの値で割った値から、前記演算手段を構成する記憶手段に格納されたルックアップテーブルを検索することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のインピーダンス測定装置。

【請求項 4】

離散的な前記ルックアップテーブルの各点を線形演算で近似することを特徴とする請求項 3 に記載のインピーダンス測定装置。

【請求項 5】

前記カウント手段の前段に、前記コンデンサの充電電圧値と閾値電圧とを比較する比較手段を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のインピーダンス測定装置。

10

【請求項 6】

前記比較手段の閾値電圧の代わりに、前記第 2 の直流電源からの正の一定直流電圧を用いたことを特徴とする請求項 5 に記載のインピーダンス測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インピーダンス測定装置に関し、より詳細には、低容量のコンデンサを 1 つ設けることで広範囲のインピーダンスを高精度に測定できるようにしたインピーダンス測定装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来から、機器の使用環境における温度、湿度、風速等の変量を測定するインピーダンス測定装置については提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この種のインピーダンス測定装置において、低コストで高精度が維持できるようにすることが求められている。

【0003】

図 6 は、従来のインピーダンス測定装置を説明するための構成図で、図中符号 5 1 はパルスカウンタ、5 2 は CPU、5 3 は湿度センサ、5 4 はパルス発生装置、5 5 a、5 5 b はパルスカウンタ 5 1 のクロック信号を発生するためのオシレータ、5 6 a、5 6 b はアナログスイッチ、1 0 1、1 0 2 はトランジスタ、2 0 2、2 0 3、2 0 4 はコンデンサ、3 0 1 はコンパレータを示している。

30

【0004】

まず、CPU 5 2 からアナログスイッチ 5 6 a に 2 ビットの信号を出力して被測定対象コンデンサをコンデンサ 2 0 2 に決定し（“00”ならコンデンサ 2 0 2、“01”ならコンデンサ 2 0 3、“10”ならコンデンサ 2 0 4、なお、コンデンサ 2 0 2、2 0 3、2 0 4 はそれぞれ 9 1 0 0 pF、2 2 pF、0.9 1 μF である。）、また、アナログスイッチ 5 6 b に 1 ビットの信号を出力してカウンタクロックをオシレータ 5 5 a の出力に決定する（“0”なら標準クロックオシレータ 5 5 a、“1”なら高周波数オシレータ 5 5 b）。

【0005】

40

CPU 5 2 からパルス発生装置 5 4 にパルス発生の命令を出力すると、トランジスタ 1 0 1、1 0 2 を介して b 点には AC 電圧が印加される。それと同時に湿度センサ 5 3、コンデンサ 2 0 2 にも印加される（湿度センサに DC 電圧を数百 ms 以上連続して印加すると湿度センサを急速に素子劣化させることになるので、このように AC 電圧を印加している。）。

【0006】

b 点を 0 V に切換えた後、CPU 5 2 からパルス発生を止める信号及びカウンタ 5 1 に対してスタート信号を出力する。すると、トランジスタ 1 0 1、1 0 2 は共にオフし、湿度センサ 5 3 とコンデンサ 2 0 2 の直列回路に + 1 V が印加される状態となり、コンデンサ 2 0 2 は充電を始め、V r e f と同電位になるとコンパレータ 3 0 1 より “H” の信号

50

がカウンタ51に出力され(c点にはVrefに相当する電圧が抵抗分圧により発生している)、このカウンタ51の動作がストップする。以上の動作と同時にCPU52内部のカウンタによってカウンタ51に対してスタート信号を出力した後の時間をカウンタしている。そして、そのカウント値をCPU52に送り、コンデンサ202の充電電圧がVrefに達するまでの時間tを測定する。

【0007】

ここで、この充電時間tが10msから100μsの範囲内であれば、湿度センサ53の抵抗値及び実際の湿度の値は、時間tを変数とした、ある一次関数 $R(t) = t +$  (Rは湿度センサの抵抗値、は定数)によって求めることができる。

【0008】

また、実際の湿度は、R(t)を変数としたある関数F(R(t))で求められる。この処理はCPU52内部で行われる。

【0009】

上述した測定手法は、環境条件の湿度が中湿度域(およそ20%~60%)であれば測定完了となるが、湿度が約20%以下では湿度センサ53の抵抗値が数10M、Gのオーダとなるので充電時間が10ms以上となり、湿度センサ53にはDC電圧を連続的に数百ms以上印加すると急速な劣化が起こることから、CPU52内のカウンタで計測した充電時間が10ms以上になった瞬間にCPU52からパルス発生装置54にパルス発生信号、カウンタ51にカウントストップ信号、コンデンサ選択信号“01”がアナログスイッチ56aに送られ、コンデンサ203(22pF)を選択する。

【0010】

その後、上述した場合と同様にコンデンサ203の充電時間を求め、湿度センサ53の抵抗値及び実際の湿度を求める。湿度が約60%以上であれば湿度センサ53の抵抗値が数K、数10Kのオーダとなり、充電時間が100μs以下となるので、カウンタ51のカウント値の精度に影響してしまうことから、CPU52からパルス発生装置54にパルス発生信号がアナログスイッチ56aに容量選択信号“10”が送られ、容量204(0.91μF)を選択する。

【0011】

その後、コンデンサ204の充電時間を求め、湿度センサ53の抵抗値及び実際の湿度を求める。また、容量204(0.91μF)の充電時間が100μs以下であるならば測定精度を向上させるために、アナログスイッチ56bに1ビットのカウントクロック選択信号“1”を出力してクロック周波数を上げ、再度コンデンサ204の充電時間を求め、湿度センサ53の抵抗値及び実際の湿度を求める。

【0012】

このような従来技術によれば、測定対象とする湿度範囲を少なくとも3種類の範囲に分割するとともに、湿度センサと容量の組合せもこの分割数に合わせて備え、湿度域にあわせて組合せを切り換えることによって測定可能な湿度範囲が広がる。

【0013】

また、コンデンサを中容量 小容量 大容量と切り換えて行くので、一般的には短時間で測定が完了でき、湿度センサの素子劣化を避け、測定精度を維持できる。

【0014】

なお、本発明に係るその他の従来技術を記載したものとしては、特許文献2乃至6がある。

【0015】

【特許文献1】特開平6-221882号公報

【特許文献2】特開平5-149905号公報

【特許文献3】特開平7-12768号公報

【特許文献4】特開平7-270355号公報

【特許文献5】特開平7-311169号公報

【特許文献6】特開2004-309501号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0016】

しかしながら、低コストで高精度が維持できるインピーダンス測定装置を実現するためには、なお一層の改良の余地が残されている。つまり、上述したような広い範囲で高精度にインピーダンスを測定する従来技術としては、例えば、インピーダンスの大きさによって容量が異なる複数のコンデンサを切り替える手法（特許文献1参照）があるが、このような従来手法では、低インピーダンスを測定するために大容量のコンデンサが必要になり、結果として低コストで測定装置を実現できないという問題があった。

## 【0017】

また、ルックアップテーブルを用いた検索手段としては、例えば、上述したような特許文献1に示すような方法があるが、この従来方法では、測定精度を高くしようとすると記憶装置の容量が大きくなるため、コストが高くなるという問題があった。

## 【0018】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、低容量のコンデンサを1つ設けることで広範囲のインピーダンスを高精度に測定できるようにしたインピーダンス測定装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0019】

本発明は、このような目的を達成するためになされたもので、請求項1に記載の発明は、被測定対象である、所定のインピーダンスを持ったインピーダンス素子と、該インピーダンス素子に直列接続されたコンデンサと、前記インピーダンス素子と前記コンデンサからなる回路に負の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを充電する第1の直流電圧発生手段と、前記コンデンサの端子電圧が正のしきい値電圧に達すると正の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを放電する第2の直流電圧発生手段と、前記コンデンサの端子電圧が0ボルトに達すると、前記第1の直流電圧発生手段により再び負の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを充電し、この充放電時間を測定するカウント手段と、該カウント手段による測定値から前記インピーダンス素子のインピーダンスを演算する演算手段とを備え、充放電回数を可変にすることで、広い範囲のインピーダンスを測定可能にし、前記インピーダンス素子を破壊することなくインピーダンスを測定するために、測定時に前記インピーダンス素子を流れる直流電流を平均すると0になるようにしたことを特徴とする。

## 【0020】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記コンデンサは、低容量のコンデンサを1つ設けたものであることを特徴とする。

## 【0023】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、前記カウント手段が、測定開始時からの充放電の回数をカウントする充放電カウンタ及び測定開始時からのクロックをカウントする測定用カウンタからなり、前記測定用カウンタの値を前記充放電カウンタの値で割った値から、前記演算手段を構成する記憶手段に格納されたルックアップテーブルを検索することを特徴とする。

## 【0024】

また、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、離散的な前記ルックアップテーブルの各点を線形演算で近似することを特徴とする。

## 【0025】

また、請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の発明において、前記カウント手段の前段に、前記コンデンサの充電電圧値と閾値電圧とを比較する比較手段を設けたことを特徴とする。

## 【0026】

また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の発明において、前記比較手段の閾値電圧の代わりに、前記第2の直流電源からの正の一定直流電圧を用いたことを特徴とする

10

20

30

40

50

## 【0027】

このように、本発明のインピーダンス測定装置は、あるインピーダンスを持ったインピーダンス素子とコンデンサを接続し、この回路に負の一定直流電圧を印加してコンデンサを充電し、コンデンサの端子電圧が正のしきい値電圧に達すると正の一定直流電圧を印加してコンデンサを放電し、コンデンサの端子電圧が0ボルトに達すると再び負の一定直流電圧を印加してコンデンサを充電し、この充放電時間をカウント手段で測定し、この測定値から演算手段によってインピーダンス素子のインピーダンスを求めるものである。

## 【0028】

インピーダンスを持ったインピーダンス素子に正または負の直流電圧を印加してコンデンサを充放電し、インピーダンス素子のインピーダンスが大きいときは、インピーダンス素子を流れる電流が微小であるため、コンデンサの充放電時間が大きくなる。このとき、測定用カウンタで1回の充放電時間を測定する。インピーダンスが小さいときは、インピーダンス素子を流れる電流が増大してコンデンサの1回の充放電時間が短くなるため、カウンタによる測定精度が悪くなる。このため、インピーダンスが小さいときは、充放電時間の合計が所定のカウンタ値以上（例えば、32カウント以上）になるまで充放電を繰り返し、この充放電時間を測定用カウンタで測定することで高精度に測定できる。

## 【0029】

また、充放電回数を可変にすることで、広い範囲のインピーダンスを高精度に測定することが出来る。例えば、数k から数100MEG まで指数関数的にインピーダンスが変化するインピーダンス素子であっても高精度に測定することが出来る。

## 【発明の効果】

## 【0030】

本発明によれば、被測定対象である、所定のインピーダンスを持ったインピーダンス素子と、インピーダンス素子に直列接続されたコンデンサと、インピーダンス素子とコンデンサからなる回路に負の一定直流電圧を印加してコンデンサを充電する第1の直流電圧発生手段と、コンデンサの端子電圧が正のしきい値電圧に達すると正の一定直流電圧を印加して前記コンデンサを放電する第2の直流電圧発生手段と、コンデンサの端子電圧が0ボルトに達すると、第1の直流電圧発生手段により再び負の一定直流電圧を印加してコンデンサを充電し、この充放電時間を測定するカウント手段と、カウント手段による測定値からインピーダンス素子のインピーダンスを演算する演算手段とを備え、充放電回数を可変にすることで、広い範囲のインピーダンスを測定可能にし、インピーダンス素子を破壊することなくインピーダンスを測定するために、測定時にインピーダンス素子を流れる直流電流を平均すると0になるようにしたので、低容量のコンデンサを1つ設けることで広範囲のインピーダンスを高精度に測定できるようにしたインピーダンス測定装置を実現することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0031】

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

## 【実施例1】

## 【0032】

図1は、本発明のインピーダンス測定装置の実施例1を説明するための構成図、図2は、図1における回路構成の各信号波形を示す図である。図中符号1は被測定対象のインピーダンス素子、2はコンデンサ、3は負の一定直流電圧を発生する第1の直流電源、4は正の一定直流電圧を発生する第2の直流電源、5は充放電回数カウンタ、6はコントローラ、7は記憶装置（ROM）、8は測定用カウンタ、9は測定用クロック発生装置、10はオペアンプ、11～16は第1～第6のアナログスイッチSW1～SW6、17はコンパレータ、18は閾値電圧発生電源、20は演算装置を示している。

## 【0033】

本発明のインピーダンス装置は、所定のインピーダンスを持ったインピーダンス素子1

と、このインピーダンス素子 1 に直列接続されたコンデンサ 2 と、インピーダンス素子 1 とコンデンサ 2 からなる回路に負の一定直流電圧を印加してコンデンサ 2 を充電する第 1 の直流電源 3 と、コンデンサ 2 の端子電圧が正のしきい値電圧に達すると正の一定直流電圧を印加してコンデンサを放電する第 2 の直流電源 4 と、コンデンサ 2 の端子電圧が 0 ボルトに達すると、第 1 の直流電源 3 により再び負の一定直流電圧を印加してコンデンサ 2 を充電し、この充放電時間を測定するカウンタ 5 と、このカウンタ 5 による測定値からインピーダンス素子 1 のインピーダンスを演算する演算装置 20 とから構成されている。

【 0 0 3 4 】

また、演算装置 20 は、充放電回数カウンタ 5 と接続されているコントローラ 6 と、このコントローラ 6 と接続されている記憶装置 7 と、コントローラ 6 と接続されている測定用カウンタ 8 と、この測定用カウンタ 8 と接続されている測定用クロック発生装置 9 とから構成されている。また、アナログスイッチ SW 1 ~ SW 6 は、コントローラ 6 で制御されている。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、実施例 1 のインピーダンス測定装置の動作を説明するためのフローチャートを示す図である。

【 0 0 3 6 】

まず、コントローラ 6 からアナログスイッチ SW 1 ~ SW 6 に制御信号を出力し、SW 1, SW 2, 及び SW 6 を OFF し、SW 3, SW 4, 及び SW 5 を ON する。同時に充放電カウンタ値及び測定用カウンタ値を 0 に設定する (S 1)。このとき回路は非測定状態である。その後、回路が測定状態に遷移し、コントローラ 6 が SW 3 及び SW 4 を OFF し、SW 1 を ON すると (S 2)、図 2 に示すように、A 点に負の直流電圧が印加されるため測定対象のインピーダンス素子 1 に正の一定直流電流が流れ、コンデンサ 2 が充電されていく (S 3)。このとき、測定用カウンタ 8 は、コンデンサ 2 の充放電の時定数より速いクロック (測定用クロック発生装置 9) でカウントされる。

【 0 0 3 7 】

そして、コンデンサ 2 の充電電圧値 (C 点) がコンパレータ 17 のマイナス入力側 (B 点) に与えられている閾値電圧に等しくなった瞬間、コンパレータ 17 から "H" 信号が出力され (S 4)、コントローラ 6 が SW 1 及び SW 5 を OFF し、SW 2 及び SW 6 を ON する (S 5)。すると、A 点には正の直流電圧が印加されるため測定対象のインピーダンス素子 1 に負の一定直流電流が流れ、コンデンサ 2 が放電されていく (S 6)。そして、コンデンサ 2 の充電電圧値 (C 点) がコンパレータ 17 のマイナス入力側 (B 点) に与えられている 0 Volt になった瞬間、コンパレータ 17 から "L" 信号が出力され (S 7)、充放電カウンタ値に 1 を加算する (S 8)。

【 0 0 3 8 】

ここで、測定用カウンタ値が閾値 (例えば 32) より小さい場合 (S 9)、コントローラ 6 は SW 2 及び SW 6 を OFF し、SW 1 及び SW 5 を ON し、再びコンデンサ 2 の充放電動作を繰り返す (S 10)。測定用カウンタ値が閾値 (例えば 32) より大きい場合 (S 9)、コントローラ 6 は SW 1, SW 2 及び SW 6 を OFF し、SW 3, SW 4 及び SW 5 を ON し (S 11)、コントローラ 6 は充放電カウンタ値、測定用カウンタ値及び図 4 に示すような記憶装置 7 に格納されたルックアップテーブルを参照して線形演算でインピーダンスを求める (S 12)。

【 0 0 3 9 】

具体的には、まず、(測定用カウンタ値 ÷ 充放電カウンタ値) を記憶装置 7 のルックアップテーブルの 01 番地と比較し、(測定用カウンタ値 ÷ 充放電カウンタ値) > (01 番地のデータ) であれば 02 番地のデータと比較する。このようにして、ルックアップテーブルのアドレスを変えながら比較し、アドレス P 番地で (測定用カウンタ値 ÷ 充放電カウンタ値) < (ルックアップテーブルのデータ) となると、コントローラ 6 はアドレス (P - 1) 番地と P 番地のデータを線形補間してインピーダンスを求める。

【 実施例 2 】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

図 5 は、本発明のインピーダンス測定装置の実施例 2 を説明するための構成図で、図 1 と同じ機能を有する構成要素については同一の符号を付してある。図 1 に示した実施例 1 との相違は、コンパレータ 17 の閾値電圧である B 点が、S W 5 を介して正の直流電圧を発生する第 2 の直流電源 4 に接続されている点である。なお、信号波形図、フローチャート及び記録装置に格納されるルックアップテーブルは、実施例 1 と同様である。

## 【 0 0 4 1 】

本実施例 2 において、S W 5 は第 2 の直流電源 4 に接続されており、コンパレータ 17 の閾値電圧発生電源 18 をなくして、測定対象のインピーダンス素子 1 に印加する正の一定直流電圧を用いていることが特徴である。このため、実施例 1 よりもさらに低コストで

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 4 2 】

【 図 1 】 本発明のインピーダンス測定装置の実施例 1 を説明するための構成図である。

【 図 2 】 図 1 における回路構成の各信号波形を示す図である。

【 図 3 】 実施例 1 のインピーダンス測定装置の動作を説明するためのフローチャートを示す図である。

【 図 4 】 記憶装置に格納されたルックアップテーブルを示す図である。

【 図 5 】 本発明のインピーダンス測定装置の実施例 2 を説明するための構成図である。

【 図 6 】 従来のインピーダンス測定装置を説明するための構成図である。

20

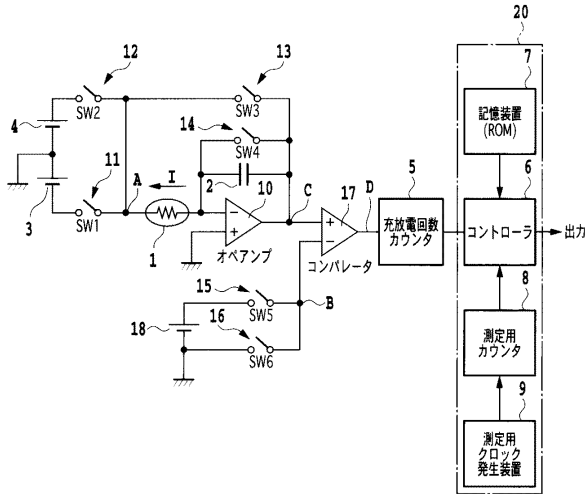
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 3 】

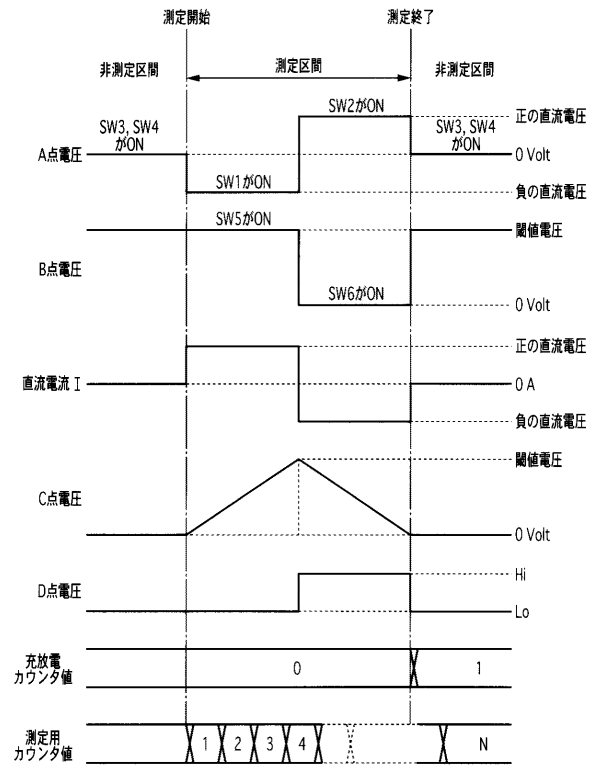
- 1 被測定対象のインピーダンス素子
- 2 コンデンサ
- 3 負の一定直流電圧を発生する第 1 の直流電源
- 4 正の一定直流電圧を発生する第 2 の直流電源
- 5 充放電回数カウンタ
- 6 コントローラ
- 7 記憶装置 ( R O M )
- 8 測定用カウンタ
- 9 測定用クロック発生装置
- 10 オペアンプ
- 11 ~ 16 第 1 ~ 第 6 のアナログスイッチ S W 1 ~ S W 6
- 17 コンパレータ
- 18 閾値電圧発生電源
- 20 演算装置

30

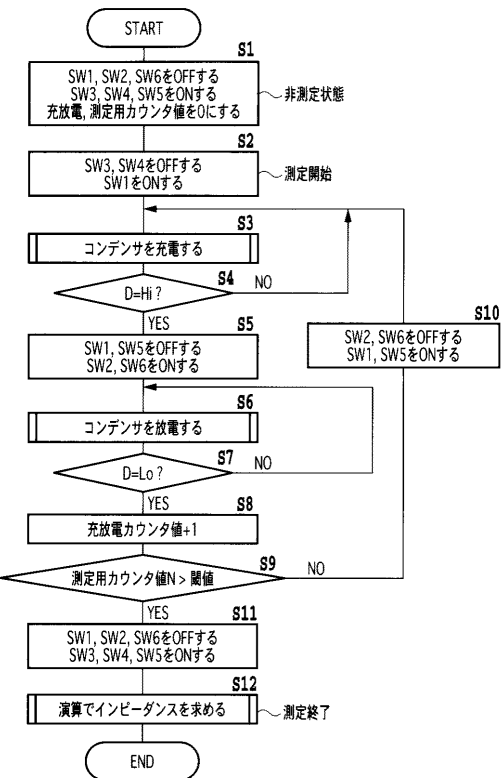
【図1】



【図2】



【図3】



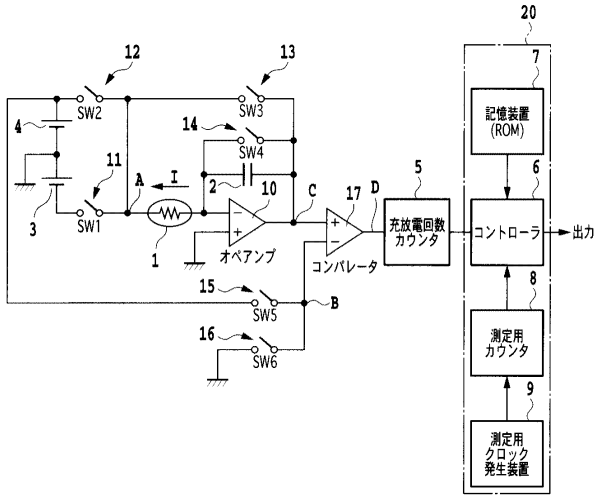
【図4】

1kΩから500MEGΩまで指数関数的に変化するインピーダンスを求める場合を示す

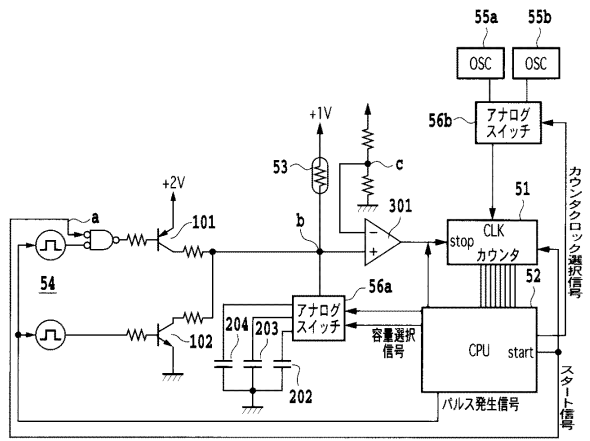
00番地	1kΩのデータ	0A番地	1024kΩのデータ
01番地	2kΩのデータ	0B番地	2048kΩのデータ
02番地	4kΩのデータ	0C番地	4096kΩのデータ
03番地	8kΩのデータ	0D番地	8192kΩのデータ
04番地	16kΩのデータ	0E番地	16384kΩのデータ
05番地	32kΩのデータ	0F番地	32768kΩのデータ
06番地	64kΩのデータ	10番地	65536kΩのデータ
07番地	128kΩのデータ	11番地	131072kΩのデータ
08番地	256kΩのデータ	12番地	262114kΩのデータ
09番地	512kΩのデータ	13番地	524288kΩのデータ



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 193437 (JP, A)  
特開平05 - 149905 (JP, A)  
特開昭62 - 261968 (JP, A)  
特開昭63 - 163179 (JP, A)  
特開2001 - 153903 (JP, A)  
特開2004 - 125460 (JP, A)  
特開2003 - 083044 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01R 27/02