

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4135953号
(P4135953)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 R 13/20 (2006. 01)	GO 1 R 13/20 J
GO 1 R 19/04 (2006. 01)	GO 1 R 13/20 Q
	GO 1 R 19/04 A
	GO 1 R 19/04 D

請求項の数 12 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-351037 (P2005-351037)	(73) 特許権者	390009531
(22) 出願日	平成17年12月5日 (2005. 12. 5)		インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
(65) 公開番号	特開2007-155498 (P2007-155498A)		INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
(43) 公開日	平成19年6月21日 (2007. 6. 21)		アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャードロード
審査請求日	平成20年1月21日 (2008. 1. 21)		
早期審査対象出願		(74) 代理人	100086243 弁理士 坂口 博
		(74) 代理人	100091568 弁理士 市位 嘉宏
		(74) 代理人	100108501 弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波形測定装置及びその測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力信号から大振幅変化成分を取り除き小振幅のノイズ成分を残して出力するデジタル・フィルタと、

前記入力信号と前記デジタル・フィルタの出力信号との差分信号を生成する差分信号生成手段と、

前記差分信号を入力し、当該差分信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成するウィンドウ生成部と、

前記デジタル・フィルタの出力信号のうち、前記ウィンドウ生成部により生成されたウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピークピーク幅を測定するリングング測定部と

を備える、波形測定装置。

【請求項 2】

前記デジタル・フィルタが、異なる振幅の波形成分を含む信号から一定値を超える大きさの振幅を持つ成分を取り除き、当該一定値以下の大きさの振幅を持つ成分を残して出力するεフィルタである、請求項 1 に記載の波形測定装置。

【請求項 3】

前記ウィンドウ生成部は、信号を 2 次微分し、得られた波形を所定の閾値で区切って前記ウィンドウを生成する、請求項 1 に記載の波形測定装置。

【請求項 4】

10

20

入力信号から大振幅変化成分を取り除き小振幅のノイズ成分を残して出力する第1のデジタル・フィルタと、

前記入力信号から小振幅のノイズ成分を取り除き大振幅変化成分を残して出力する第2のデジタル・フィルタと、

前記第2のデジタル・フィルタの出力信号を入力し、当該信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成するウィンドウ生成部と、

前記第1のデジタル・フィルタの出力信号のうち、前記ウィンドウ生成部により生成されたウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピークーピーク幅を測定するリンギング測定部と

を備える、波形測定装置。

10

【請求項5】

前記第1のデジタル・フィルタが、異なる振幅の波形成分を含む信号から一定値を超える大きさの振幅を持つ成分を取り除き、当該一定値以下の大きさの振幅を持つ成分を残して出力する ε フィルタであり、

前記第2のデジタル・フィルタが、異なる振幅の波形成分を含む信号から一定値以下の大きさの振幅を持つ成分を取り除き、当該一定値を超える大きさの振幅を持つ成分を残して出力する ε フィルタである、

請求項4に記載の波形測定装置。

【請求項6】

前記ウィンドウ生成部は、信号を2次微分し、得られた波形を所定の閾値で区切って前記ウィンドウを生成する、請求項4に記載の波形測定装置。

20

【請求項7】

処理対象である信号の波形から小振幅のノイズ成分を抽出するステップと、

処理対象の前記信号と当該信号から抽出された前記小振幅のノイズ成分との差分信号を生成するステップと、

前記差分信号を入力し、当該差分信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成するステップと、

処理対象の前記信号から抽出された前記小振幅のノイズ成分のうち、前記ウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピークーピーク幅を測定するステップと

30

を含む、波形測定方法。

【請求項8】

前記ウィンドウを生成するステップは、

前記差分信号を2次微分するステップと、

2次微分により得られた波形を所定の閾値で区切って前記ウィンドウを生成するステップと

を含む、請求項7に記載の波形測定方法。

【請求項9】

処理対象である信号の波形から小振幅のノイズ成分を抽出するステップと、

前記信号から小振幅のノイズ成分を取り除き、当該小振幅のノイズ成分が除かれた信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成するステップと、

40

処理対象の前記信号から抽出された前記小振幅のノイズ成分のうち、前記ウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピークーピーク幅を測定するステップと

を含む、波形測定方法。

【請求項10】

前記ウィンドウを生成するステップは、

前記小振幅のノイズ成分が除かれた信号を2次微分するステップと、

2次微分により得られた波形を所定の閾値で区切って前記ウィンドウを生成するステップと

50

を含む、請求項 9 に記載の波形測定方法。

【請求項 1 1】

信号の波形を測定する測定装置の内部コンピュータを、
前記測定装置の入力手段により入力された信号から小振幅のノイズ成分を抽出する手段と、

処理対象の前記信号と当該信号から抽出された前記小振幅のノイズ成分との差分信号を入力し、当該差分信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成する手段と、

処理対象の前記信号から抽出された前記小振幅のノイズ成分のうち、前記ウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピークーピーク幅を測定する手段として

10

機能させる、プログラム。

【請求項 1 2】

信号の波形を測定する測定装置の内部コンピュータを、
前記測定装置の入力手段により入力された入力信号から小振幅のノイズ成分を抽出する手段と、

前記入力信号から小振幅のノイズ成分を取り除く手段と、
前記小振幅のノイズ成分が除かれた信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成する手段と、

処理対象の前記信号から抽出された前記小振幅のノイズ成分のうち、前記ウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピークーピーク幅を測定する手段として

20

機能させる、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気信号の波形を測定する装置およびその方法に関し、特にリングングを含む波形の測定を行う装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

種々の電子機器や電気機器のテストにおいて、電気信号の波形を測定することが一般的に行われる。この波形の測定において、リングングと呼ばれる波形に対する測定が必要となる場合がある。リングングとは、方形波などの急峻な変化をする信号が、回路網を通過したとき等に生じる波打った波形であり、配線のインダクタンスや、伝送帯域幅の不足などによって生じる。

30

【0003】

図 10 は、リングングを含む波形の例を示す図である。

図 10 に示すように、リングングを含む波形は、エッジの部分でオーバーシュートやアンダーシュートが起り、波形が波打っている。

さて、電気信号の波形の測定は、オシロスコープ等の測定器を用いて行われるが、この種の一般的な測定器は、信号のオーバーシュート（図 10 の α ）やアンダーシュートを測定することはできるが、リングングにおけるピークーピーク幅（図 10 の β ）の測定は行っていない（例えば、非特許文献 1 参照）。

40

【0004】

【非特許文献 1】 TDS3000B シリーズ ユーザ・マニュアル（P3-44～P3-46）、[online]、T e c t r o n i x、[平成 17 年 10 月 19 日検索]、インターネット<http://www.tek.com/site/mn/mnfinder_detail/1,1096,,00.html?id=5455&pn=071096604>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

上述したように、電気信号の波形の測定において、リングングに対する測定を行う場合、従来の測定器は、信号のオーバーシュートやアンダーシュートは測定できるが、リングングのピーク－ピーク幅は測定できない。そのため、リングングの発生原因を解析しようとする場合等、このリングングのピーク－ピーク幅を測定したい場合であっても、従来の測定器では、かかる測定を行うことができない。

【0006】

本発明は、上記のような技術的課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、電気信号の波形の測定において、リングングに関し、ピーク－ピーク幅を含む種々の測定を可能とすることにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0007】

上記の目的を達成する本発明は、次のように構成された波形測定装置として実現される。この装置は、入力信号から大振幅変化成分を取り除き小振幅のノイズ成分を残して出力するデジタル・フィルタと、この入力信号とデジタル・フィルタの出力信号との差分信号を入力し、この差分信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成するウィンドウ生成部と、デジタル・フィルタの出力信号のうち、ウィンドウ生成部により生成されたウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピーク－ピーク幅を測定するリングング測定部とを備える。

【0008】

また、この波形測定装置は、入力信号から大振幅変化成分を取り除き小振幅のノイズ成分を残して出力する第1のデジタル・フィルタと、入力信号から小振幅のノイズ成分を取り除き大振幅変化成分を残して出力する第2のデジタル・フィルタと、第2のデジタル・フィルタの出力信号を入力し、信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを生成するウィンドウ生成部と、第1のデジタル・フィルタの出力信号のうち、ウィンドウ生成部により生成されたウィンドウで示される部分を抽出し、抽出した波形の少なくともピーク－ピーク幅を測定するリングング測定部とを備える構成とすることもできる。

20

【0009】

より詳細には、これらの波形測定装置において、第1のデジタル・フィルタは、異なる振幅の波形成分を含む信号から一定値を超える大きさの振幅を持つ成分を取り除き、この一定値以下の大きさの振幅を持つ成分を残して出力するεフィルタにより実現できる。第2のデジタル・フィルタは、異なる振幅の波形成分を含む信号から一定値以下の大きさの振幅を持つ成分を取り除き、一定値を超える大きさの振幅を持つ成分を残して出力するεフィルタにより実現できる。ウィンドウ生成部は、信号を2次微分し、得られた波形を所定の閾値で区切ってウィンドウを生成する。

30

【0010】

また、上記の目的を達成する本発明は、上記のように構成された装置による波形測定方法としても把握される。さらに、上述した波形測定装置の内部コンピュータを制御して上記各構成要素の機能を実現するプログラムとしても実現される。このプログラムは、磁気ディスクや光ディスク、半導体メモリ、その他の記録媒体に格納して配布したり、ネットワークを介して配信したりすることにより、提供することができる。

40

【発明の効果】

【0011】

以上のように構成された本発明によれば、電気信号の波形の測定において、信号からリングング成分を抜き出し、そのピーク－ピーク幅を含む各種特性を測定することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態（以下、実施形態）について詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態による波形測定装置の構成を示す図である。

50

図 1 に示すように、本実施形態の波形測定装置は、この装置の信号入力手段により入力される測定対象の波形（入力信号）からリング成分を抽出するためのデジタル・フィルタ 10 と、波形測定用のウィンドウを生成するウィンドウ生成部 20 と、リング成分に対する測定を行うリング成分測定部 30 とを備える。

【0013】

デジタル・フィルタ 10 は、信号から小振幅ランダム・ノイズ成分を分離するために用いられる非線形フィルタであり、例えば、特開 2002-278585 号公報に記載されるような ε フィルタを用いることができる。この ε フィルタは、入力信号から大振幅変化成分を取り除き小振幅ランダム・ノイズ成分を残して出力する特性を持っており、次式（1）で表される。

$$\begin{aligned} y &= x : -\varepsilon \leq x \leq \varepsilon \text{ のとき} \\ y &= 0 : x < -\varepsilon \text{ および } x > \varepsilon \text{ のとき} \end{aligned} \quad \cdots (1)$$

なお、 ε の値は、抽出しようとする小振幅ランダム・ノイズ成分の振幅に応じて適宜設定することができる。

【0014】

図 2 は、（1）式で表される ε フィルタの特性を示す図、図 3 は、図 2 の ε フィルタを用いて波形中のリング成分を抽出する様子を示す図である。図 3（A）に示す信号は、方形波であって、エッジ部分にリング成分が含まれている。

（1）式で表される ε フィルタの特性は、図 2 に示すようになる。ここで、 ε の値は、方形波の変化幅よりも小さく、リング成分の振幅よりも大きい値である。この ε フィルタで図 3（A）に示す信号を処理すると、図 3（B）に示すように、方形波による急峻かつ大振幅の変化成分が消えて、リング成分のみが抽出される。

【0015】

ウィンドウ生成部 20 は、デジタル・フィルタ 10 によって抽出された入力信号のリング成分のうち、1 回のリング成分による波形にフォーカスするためのウィンドウを生成する。上述したデジタル・フィルタ 10 を経た信号の波形は、大振幅の変化成分は除かれているものの、その立ち上がりのときに発生したリング成分の波形と立ち下がりのときに発生したリング成分の波形とが混在し、繰り返されている。立ち上がりのときに発生したリング成分の波形と立ち下がりのときに発生したリング成分の波形とは、一般に相異なる。そのため、リング成分の波形についてピークピーク幅の測定を行うには、このデジタル・フィルタ 10 の出力信号から単一のリング成分の波形を抽出することが必要である。そこで、ウィンドウ生成部 20 は、デジタル・フィルタ 10 によって除かれた大振幅の変化成分を利用して、個々のリング成分が発生している場所を特定するためのウィンドウを生成する。具体的なウィンドウの生成方法は、次の通りである。

【0016】

ウィンドウ生成部 20 は、まず、入力信号とデジタル・フィルタ 10 の出力信号との差分を入力し、この差分信号を 2 次微分する。上述したようにデジタル・フィルタ 10 の出力信号は、入力信号から大振幅の変化成分を除いたリング成分であるため、これと入力信号との差分は、入力信号からリング成分が取り除かれた、本来の波形（図 3 の例では方形波）である。

図 4 は、方形波（図 4（A））を 2 次微分して得られる波形（図 4（B））を示す図である。

【0017】

次に、ウィンドウ生成部 20 は、入力した差分信号を 2 次微分して得られた波形（以下、2 次微分波形）から、この差分信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウを算出する。

2 次微分波形からウィンドウを生成する様子を示す図である図 5 を参照して、ウィンドウの算出方法を具体的に説明する。なお、差分信号は方形波であるものとする。

図 5 に示すように、ウィンドウ生成部 20 は、生成した 2 次微分波形を所定の閾値 t_h

10

20

30

40

50

および $-t_h$ で区切る。そして、閾値の信号点を基準としてその前後の信号点の様子に基づき、方形波の立ち上がりエッジの位置と立ち下がりエッジの位置とを識別する。具体的には、図 5 (A) のように、 t_h の点が 2 回、 $-t_h$ の点が 2 回現れ、各点での波形の向きが正、負、負、正である場合、これは立ち上がりエッジから得られた波形である。これに対し、図 5 (B) のように、 $-t_h$ の点が 2 回、 t_h の点が 2 回現れ、各点での波形の向きが負、正、正、負である場合、これは立ち下がりエッジから得られた波形である。

【0018】

以上のようにして、方形波の立ち上がりエッジ用のウィンドウと立ち下がりエッジ用のウィンドウが算出される。ウィンドウ生成部 20 は、このようにして得られたウィンドウのサイズをリングングの長さに合わせて適宜変更（拡大または縮小）することができる。図 5 (B) には、2 次微分波形から得られたウィンドウのサイズが拡大されている様子が示されている。なお、図 5 には、方形波の立ち上がりと立ち下がりのエッジを示すウィンドウの波形が記載されているが、実際には、ウィンドウは波形として出力する必要はなく、単に情報（位置情報）としてウィンドウ生成部 20 からリングング測定部 30 へ渡すようにしても良い。

【0019】

リングング測定部 30 は、ウィンドウ生成部 20 により生成されたウィンドウを用いて、デジタル・フィルタ 10 の出力信号における単一のリングングの波形にフォーカスし、その特性、すなわちピーク・ピーク幅、長さ、周期等を測定する。上述したように、信号の立ち上がりのときに発生したリングングの波形と立ち下がりのときに発生したリングングの波形とは、一般に相異なるため、それぞれのリングングの波形を個別に抽出し、測定を行うことが好ましい。抽出された単一のリングングの特性は、非特許文献 1 に示したような既存のオシロスコープ等の装置により測定することが可能である。

【0020】

図 6 は、以上のように構成された本実施形態の波形測定装置によるリングングの測定方法の全体的な流れを示すフローチャートである。

図 6 に示すように、まず入力信号がデジタル・フィルタ 10 に入力され、入力信号の波形のリングング成分が抽出される（ステップ 601）。次に、入力信号とデジタル・フィルタ 10 の出力信号（ステップ 601 で求めたリングング成分）との差分がウィンドウ生成部 20 に入力され、この差分信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウが生成される（ステップ 602）。そして、リングング測定部 30 において、このウィンドウに基づいてデジタル・フィルタ 10 の出力信号から単一のリングング成分が抽出され（ステップ 603）、波形の測定が行われる（ステップ 604）。

【0021】

ところで、上記の実施形態では、ウィンドウを生成するために入力信号からリングング成分を取り除く手法として、入力信号とデジタル・フィルタ 10 の出力信号との差分を取った。これに対し、デジタル・フィルタ 10 に用いたものとは反対の、入力信号から大振幅変化成分を抽出する特性を持つ ε フィルタを用いることにより、入力信号からリングング成分を直接取り除いた波形を得ることが可能である。そのような装置構成を下記において説明する。

【0022】

図 7 は、本発明の他の実施形態による波形測定装置の構成を示す図である。

図 7 に示すように、本実施形態の波形測定装置は、この装置の信号入力手段により入力される測定対象の波形（入力信号）からリングング成分を抽出するためのデジタル・フィルタ 10 と、入力信号からリングング成分を取り除き大振幅変化成分を抽出するためのデジタル・フィルタ 40 と、波形測定用のウィンドウを生成するウィンドウ生成部 20 と、リングングに対する測定を行うリングング測定部 30 とを備える。

【0023】

図 7 に示す構成において、デジタル・フィルタ 10、ウィンドウ生成部 20 およびリングング測定部 30 は、図 1 に示した波形装置における各構成要素と同様であるため、同一

10

20

30

40

50

の符号を付して説明を省略する。

デジタル・フィルタ４０は、上述したように、デジタル・フィルタ１０とは反対に、入力信号から小振幅ランダム・ノイズ成分を取り除き大振幅変化成分を残して出力する特性を持ったεフィルタで実現される。このデジタル・フィルタ４０（εフィルタ）の特性は、次式（２）で示される。

$$\begin{aligned} y &= x : x < -\varepsilon \text{ および } x > \varepsilon \text{ のとき} \\ y &= 0 : -\varepsilon \leq x \leq \varepsilon \text{ のとき} \end{aligned} \quad \dots (2)$$

【００２４】

図８は、（２）式で表されるεフィルタの特性を示す図である。

10

デジタル・フィルタ４０を用いることで、入力信号からリング成分が取り除かれた本来の波形（例えば方形波）が直接得られ、ウィンドウ生成部２０に供給することが可能となる。敢えてデジタル・フィルタ１０とは別のεフィルタを用いることにより、例えば、入力信号にリング成分以外の小振幅（ただし、リング成分よりも大きい振幅）のノイズが重畳されている場合に、より正確にリング成分の測定が可能になる。すなわち、εの値を適当に選択することで、デジタル・フィルタ１０では入力信号のリング成分のみを抽出し、デジタル・フィルタ４０では入力信号から全てのノイズ成分を取り除いて本来の波形のみを残すことができる。したがって、デジタル・フィルタ４０の出力を入力するウィンドウ生成部２０は、他のノイズを含まない本来の波形からウィンドウを生成することができる。

20

【００２５】

図９は、図７に示したように構成された本実施形態の波形測定装置によるリングの測定方法の全体的な流れを示すフローチャートである。

図９に示すように、まず入力信号がデジタル・フィルタ１０に入力され、入力信号の波形のリング成分が抽出される（ステップ９０１）。一方、この入力信号がデジタル・フィルタ４０にも入力され、入力信号からリング成分を含む各種ノイズが取り除かれる（ステップ９０２）。そして、このデジタル・フィルタ４０の出力信号（ノイズが除去された信号）がウィンドウ生成部２０に入力され、この信号のエッジ部分の位置を示すウィンドウが算出される（ステップ９０３）。最後に、リング測定部３０において、このウィンドウに基づいてデジタル・フィルタ１０の出力信号から単一のリング成分が抽出され（ステップ９０４）、波形の測定が行われる（ステップ９０５）。

30

なお、図９には、デジタル・フィルタ１０による信号処理とデジタル・フィルタ４０による信号処理とが順次行われるようにステップを分けて記載されているが、これらの処理は独立しており、どちらが先に実行されても良いし、並列に行われても構わない。

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【図１】本発明の一実施形態による波形測定装置の構成を示す図である。

【図２】本実施形態で用いられるεフィルタの特性を示す図である。

【図３】図２のεフィルタを用いて波形中のリング成分を抽出する様子を示す図である。

40

【図４】方形波を２次微分して得られる波形を示す図である。

【図５】２次微分波形から本実施形態で用いられるウィンドウを生成する様子を示す図である。

【図６】本実施形態の波形測定装置によるリングの測定方法の全体的な流れを示すフローチャートである。

【図７】本発明の他の実施形態による波形測定装置の構成を示す図である。

【図８】本実施形態で用いられる第２のεフィルタの特性を示す図である。

【図９】本実施形態の波形測定装置によるリングの測定方法の全体的な流れを示すフローチャートである。

【図１０】リングを含む波形の例を示す図である。

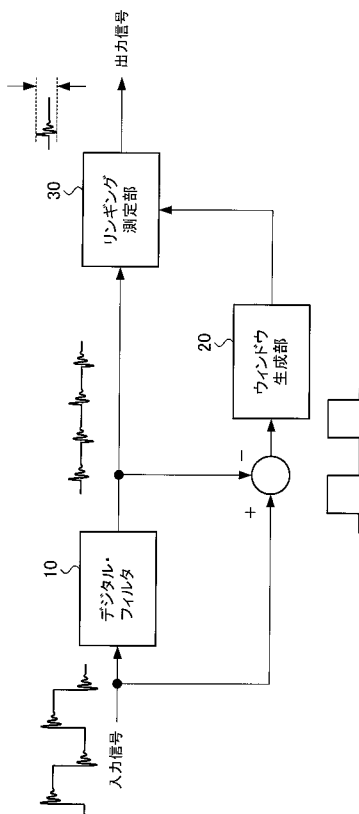
50

【符号の説明】

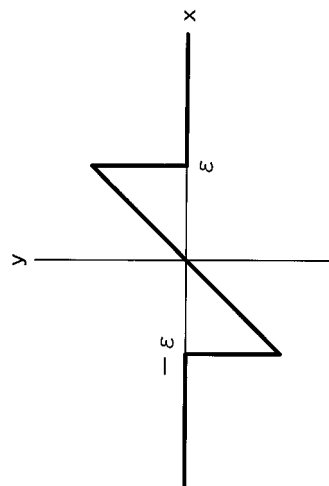
【 0 0 2 7 】

1 0、4 0 …デジタル・フィルタ、2 0 …ウィンドウ生成部、3 0 …リングング測定部

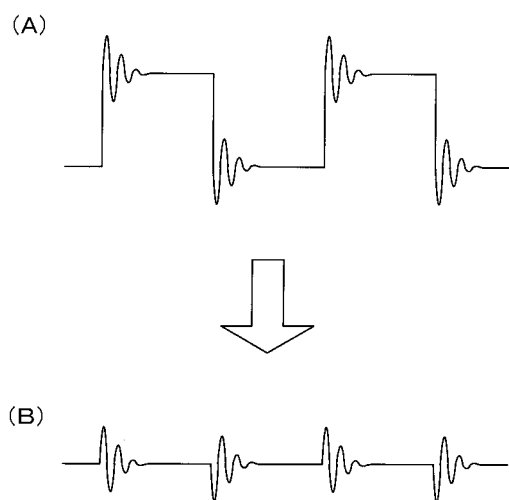
【図 1】



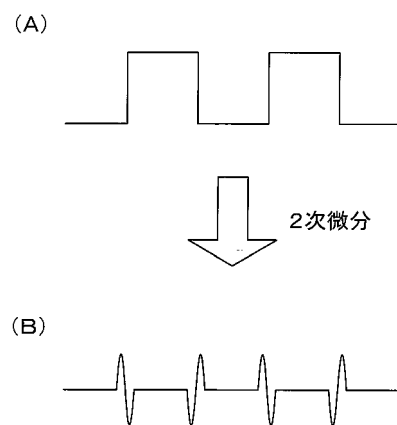
【図 2】



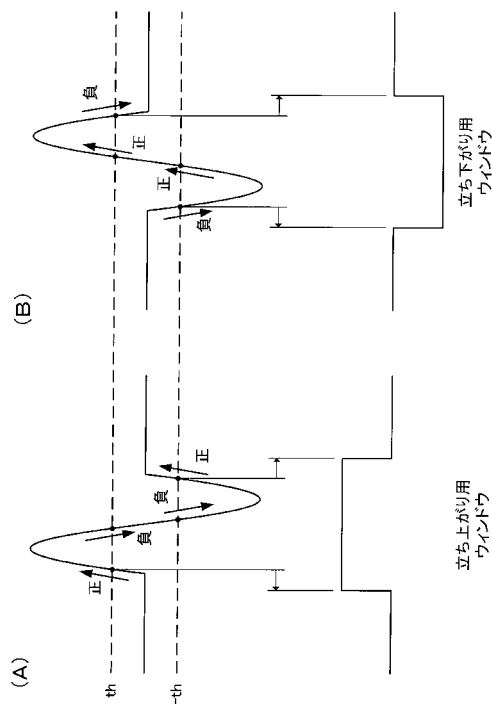
【図 3】



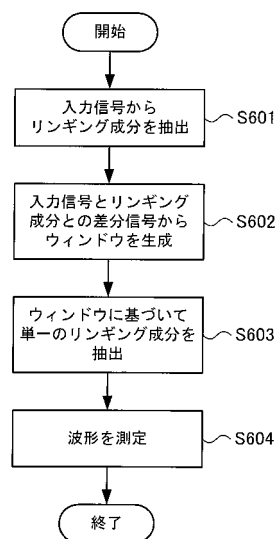
【図 4】



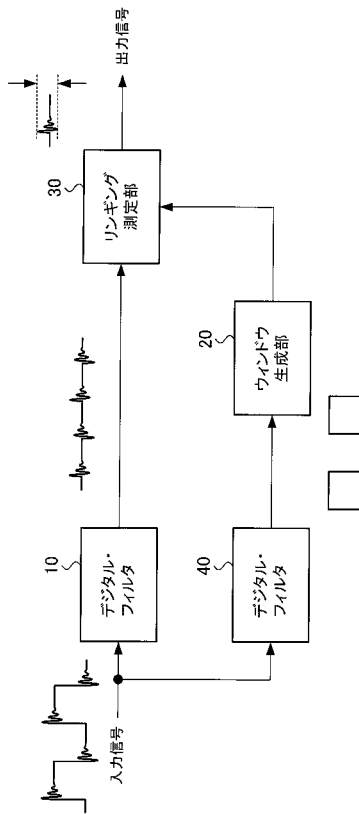
【図 5】



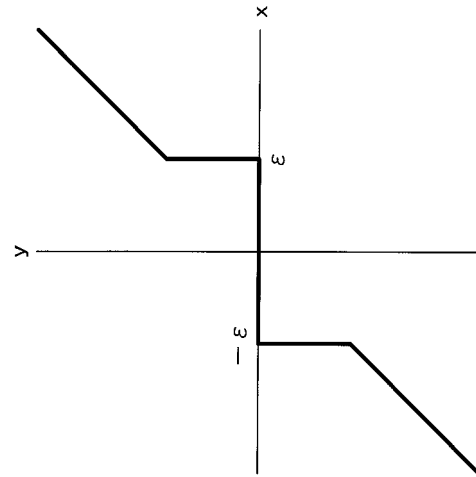
【図 6】



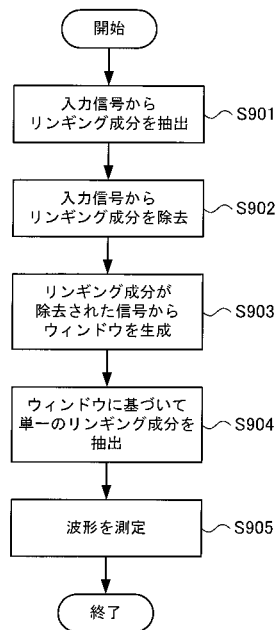
【図 7】



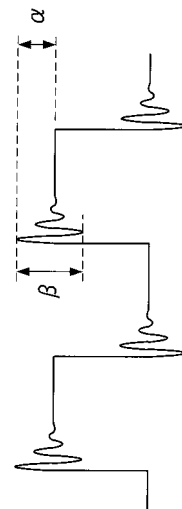
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人 100112690

弁理士 太佐 種一

(72)発明者 木村 誠聡

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

(72)発明者 岡田 忠幸

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

審査官 吉田 久

(56)参考文献 特開2002-278585 (JP, A)

特開昭57-17867 (JP, A)

特開平2-167479 (JP, A)

特開平7-151798 (JP, A)

特開2004-139682 (JP, A)

特開平05-045386 (JP, A)

特開2005-175743 (JP, A)

特開2004-007292 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 13/00~13/42

G01R 19/00~19/32