

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3136635号
(P3136635)

(45) 発行日 平成13年2月19日(2001.2.19)

(24) 登録日 平成12年12月8日(2000.12.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 S 7/526

G 0 1 S 7/52

J

請求項の数4(全7頁)

(21) 出願番号 特願平3-77745

(22) 出願日 平成3年4月10日(1991.4.10)

(65) 公開番号 特開平4-310886

(43) 公開日 平成4年11月2日(1992.11.2)

審査請求日 平成10年2月27日(1998.2.27)

(73) 特許権者 000002853
ダイキン工業株式会社
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
梅田センタービル

(72) 発明者 上田 智章
滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2
ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内

(74) 代理人 100087804
弁理士 津川 友士

審査官 松下 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 探査方法およびその装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信波を送波し、反射波を受信して受信波に基づいて媒体の密度が変化する境界面の位置を計測する探査方法において、送信波を複数個のパルスからなるパルス列として記録しておくとともに、受信波を所定のパルス幅のデータ列として得、得られたデータ列に対してパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得ることを特徴とする探査方法。

【請求項2】 送信波を送波し、反射波を受信して受信波に基づいて媒体の密度が変化する境界面の位置を計測する探査装置において、送信波を複数個のパルス列として記録するパルス列記録手段と、受信波を所定のパルス幅のデータ列に変換する受信波変換手段(6)と、受信波変換手段(6)により得られたデータ列に対してパル

2

ス列記録手段(2, 21, 22, . . . 2i, 50, 51, 52, . . . 5i)に記録されているパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得る演算手段(1, 11, 12, . . . 1i, 2, 21, 22, . . . 2i, 31, 32, . . . 3i, 4, 5, 50, 51, 52, . . . 5i)とを含むことを特徴とする探査装置。

【請求項3】 演算手段が、パルス列記録手段(2, 21, 22, . . . 2i)に記録されたパルス数に基づいて定まる段数の遅延手段(31, 32, . . . 3i)と、遅延手段(31, 32, . . . 3i)の各段からの遅延出力にパルス列の各パルスのピーク値に基づいて定まる定数を乗算する乗算手段(2)と、パルス列の所定のパルスのピーク値に基づいて定まる定数をデータ列に乗算する乗算手段(21, 22, . . . 2i)と、各乗

10

算手段(2, 21, 22, . . . 2i)から出力される乗算結果に基づく加算を行なって境界面のインパルス応答を得、インパルス応答を遅延手段に供給する加算手段(4)とを含んでいる請求項2に記載の探査装置。

【請求項4】 演算手段が、パルス列記録手段(50, 51, 52, . . . 5i)に記録されたパルス数に基づいて定まる段数の遅延手段(31, 32, . . . 3i)と、パルス列の所定のパルスのピーク値に基づいて定まる重み付けが設定される複数の入力端子を有する累積加算手段(5, 50, 51, 52, . . . 5i)とを含み、累積加算手段(5)の各入力端子(50, 51, 52, . . . 5i)に遅延手段(31, 32, . . . 3i)の各段からの出力信号およびデータ列を供給しているとともに、累積加算手段(5)からの累積加算出力を遅延手段(31)に供給している請求項2に記載の探査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は探査方法およびその装置に関し、さらに詳細に言えば、超音波を用いる音響探査に代表される、パルスエコー法と同じ原理に基づく探査方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から図5に示すように、送波点91から超音波パルスを定期的に送波し、反射体92により反射して戻ってくるパルスエコーを受波点93においてとらえ、エコーの強度に基づいて媒体の密度が代わる境界面の位置を計測する、いわゆるパルスエコー法が広く知られている。

【0003】また、近年、医用無侵襲計測機器の中で超音波断層撮影装置が著しい普及を遂げ、診断精度の向上に大きく貢献してきた。超音波断層撮影装置に代表される超音波診断装置の動作原理はアクティブ・ソナーの原理として広く知られているパルスエコー法と同じである。ここで、反射波の強度の時間波形を観測するモードをAモード(図6参照)、1次元的に接触子を走査し閾値を設けて走査方向と深さ方向の2次元影像を観測するモードをBモード(図7参照)、走査を2次元的に行なって同じ深さの2次元影像を観測するモードをCモード(図8参照)という。

【0004】したがって、超音波診断装置を使用し、目的とする診断の種類に応じてAモード、Bモード、Cモードを選択することにより、人体に傷をつけることなく人体内部の診断を行なうことができる。また、同様の原理に基づく超音波探傷装置を使用することにより各種構造物の内部の傷の有無等を検査することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記超音波診断装置の空間分解能は5mm程度であり、癌の早期発見等の用途に要求される空間分解能(1mm程度)と比較すれば空間分

解能が低すぎるのであるから、癌の早期発見等の用途には適用できないという不都合がある。また、空間分解能を高めるために(解像度を高めるために)、送信超音波のバースト波の長さを短くすることが考えられている。具体的には、超音波の周波数を高くすることによりバースト波形を簡単に短くできるのであるから、送信超音波パルスの周波数として高い周波数を選択してバースト波を短くすることが一般的に選択される。しかし、周波数を高くすれば、超音波の減衰が顕著になり、人体の深部の診断には適用できなくなってしまうという新たな不都合が発生する。また、周波数を高くすることなくバースト波形を短くするために、短いバースト波形を出力できる探触子を使用することが考えられるが、新たな探触子の開発には試行錯誤による素材の研究を伴ない、必然的に開発が長期化してしまうという不都合があり、現状において直ちに適用できるものではない。

【0006】さらに、超音波パルスの周波数を高めることなく空間分解能を向上させる方法として、送信波形および受信波形に基づいて高速フーリエ変換演算(以下、FFT演算と略称する)を行なってインパルス応答を求める方法が知られている。しかし、データのサンプル数が 2^n 個でなければならないという制約があるのみならず、演算装置が大型化し、しかもリアルタイム性がなくなってしまうという不都合があるので、リアルタイム性が重視される人体の診断には余り用いられていない。

【0007】以上には超音波診断装置における探査方法についてのみ説明したが、超音波探傷装置、レーダ等においても同様の不都合がある。

【0008】

【発明の目的】この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、送信波を変更しなくても空間分解能を高めることができ、しかもリアルタイム性を達成できる新規な探査方法およびその装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための、請求項1の探査方法は、送信波を複数個のパルスからなるパルス列として記録しておくとともに、受信波を所定のパルス幅のデータ列として得、得られたデータ列に対してパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得る方法である。

【0010】請求項2の探査装置は、送信波を複数個のパルス列として記録するパルス列記録手段と、受信波を所定のパルス幅のデータ列に変換する受信波変換手段と、受信波変換手段により得られたデータ列に対してパルス列記録手段に記録されているパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得る演算手段とを含んでいる。但し、演算手段がパルス列記録手段を含んでいてもよい。

【0011】請求項3の探査装置は、演算手段が、パルス列記録手段に記録されたパルス数に基づいて定まる段数の遅延手段と、遅延手段の各段からの遅延出力にパルス列の各パルスのピーク値に基づいて定まる定数を乗算する乗算手段と、パルス列の所定のパルスのピーク値に基づいて定まる定数をデータ列に乗算する乗算手段と、各乗算手段から出力される乗算結果に基づく加算を行なって境界面のインパルス応答を得、インパルス応答を遅延手段に供給する加算手段とを含んでいる。

【0012】請求項4の探査装置は、演算手段が、パルス列記録手段に記録されたパルス数に基づいて定まる段数の遅延手段と、パルス列の所定のパルスのピーク値に基づいて定まる重み付けが設定される複数の入力端子を有する累積加算手段とを含み、累積加算手段の各入力端子に遅延手段の各段からの出力信号およびデータ列を供給しているとともに、累積加算手段からの累積加算出力を遅延手段に供給している。

【0013】

【作用】請求項1の探査方法であれば、送信波を送波し、反射波を受信して受信波に基づいて媒体の密度が変化する境界面の位置を計測する場合に、送信波を複数個のパルスからなるパルス列として記録しておくとともに、受信波を所定のパルス幅のデータ列として得、得られたデータ列に対してパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得るのであるから、特殊な送波器、受波器を用いなくても高い空間分解能を達成できる。そして、高周波帯域での減衰率が大きい媒質であっても、送信波のパルス周波数を低くし、しかも受信波のサンプリング・レートを高めることにより、探査範囲の拡大および高空間分解能化を達成できる。さらに、FFT処理と異なり、リアルタイムでインパルス応答を得ることができる。

【0014】請求項2の探査装置であれば、送信波を送波し、反射波を受信して受信波に基づいて媒体の密度が変化する境界面の位置を計測する場合に、受信波変換手段により受信波を所定のパルス幅のデータ列に変換し、演算手段により、受信波変換手段により得られたデータ列に対してパルス列記録手段に記録されているパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得るのであるから、特殊な送波器、受波器を用いなくても高い空間分解能を達成できる。そして、高周波帯域での減衰率が大きい媒質であっても、送信波のパルス周波数を低くし、しかも受信波のサンプリング・レートを高めることにより、探査範囲の拡大および高空間分解能化を達成できる。さらに、FFT処理と異なり、リアルタイムでインパルス応答を得ることができる。

【0015】請求項3の探査装置であれば、演算手段が、遅延手段、乗算手段および加算手段のみで構成でき、何ら特殊な電子部品を必要としないのであるから、

探査装置を簡単に構成できるとともに、請求項2の探査装置と同様の作用を達成できる。請求項4の探査装置であれば、演算手段が、遅延手段および累積加算手段のみで構成でき、何ら特殊な電子部品を必要としないのであるから、探査装置を簡単に構成できるとともに、請求項2の探査装置と同様の作用を達成できる。

【0016】

【実施例】以下、実施例を示す添付図面によって詳細に説明する。図1はこの発明の探査方法の一実施例としての超音波探査方法を示すフローチャートであり、ステップSP1において所定のパルス周波数の超音波を送波器から送波し、ステップSP2において送波超音波を複数個のパルスからなるパルス列として得、ステップSP3においてパルス列の各パルスのピーク値を得て保持する。そして、ステップSP4において受波器により反射波を受波し、ステップSP5において受信波形を所定のサンプリング・レートでサンプリングすることによりデータ列を得、ステップSP6においてデータ列に対してパルス列の各パルスのピーク値に基づく逆畳み込み演算を行なって境界面のインパルス応答を得、再びステップSP4の処理を反復する。

【0017】さらに詳細に説明すると、ステップSP3において得られる各パルスのピーク値 $x()$ を x_0, x_1, \dots, x_i とし、境界面のインパルス応答を g_0, g_1, \dots, g_j とし、ステップSP5において最終的に得られるデータ列 $y(t)$ を y_0, y_1, \dots, y_k （但し、 i, j, k はそれぞれ自然数である）とすれば、 $y(t)$ は送波超音波 $x()$ とインパルス応答 $g(t -)$ との乗算結果の積分値であるから、 $y(t) = x() \cdot g_0 + x() \cdot g_1 + \dots + x() \cdot g_j$ で表わされる。そして、データ列 $y(t)$ の1番目のデータ y_0 は $x_0 \cdot g_0$ と等しいのであるから、 y_0 / x_0 の逆畳み込み演算を行なうことによりインパルス応答 g_0 が得られる。また、2番目のデータ y_1 は $x_1 \cdot g_0 + x_0 \cdot g_1$ と等しいのであるから、 $(y_1 - x_1 \cdot g_0) / x_0$ の逆畳み込み演算を行なうことによりインパルス応答 g_1 が得られる。さらに、3番目のデータ y_2 は $x_2 \cdot g_0 + x_1 \cdot g_1 + x_0 \cdot g_2$ と等しいのであるから、 $(y_2 - x_2 \cdot g_0 - x_1 \cdot g_1) / x_0$ の逆畳み込み演算を行なうことによりインパルス応答 g_2 が得られる。以下、同様にしてデータが得られる毎に既知のピーク値および既に得られたインパルス応答に基づいて順次インパルス応答を得ることができる。

【0018】以上の説明から明らかなように、データが得られる毎に直ちにインパルス応答を得ることができ、リアルタイム処理を達成できる。また、送出パルスの周波数を低くして減衰を小さくし、データ列を得るためのサンプリング・レートを高めることにより簡単に高解像度化できる。

【0019】

【実施例2】図2はこの発明の探査装置の一実施例としての音響探査装置の要部を示すブロック図であり、送出パルス $x(\)$ が $(i+1)$ 個のパルス列からなり、パルス列を構成する各パルスのピーク値が x_0, x_1, \dots, x_i である場合を示している。尚、これらのピーク値は例えば送出パルス $x(\)$ を所定のサンプリング・レートでサンプリングすることにより得られるが、予め得られているピーク値を保持しておくようにしてもよい。

【0020】サンプリング回路6により所定のサンプリング・レートで受信超音波をサンプリングすることにより得られた受信データ列を一方の入力とする減算器1と、減算器1の出力を入力として $1/x_0$ の乗算を行なう乗算器2と、乗算器2の出力が供給される i 段の遅延器 $3_1, 3_2, \dots, 3_i$ と、遅延器の各段からの出力を入力として対応するパルスのピーク値 x_1, x_2, \dots, x_i を乗算する乗算器 $2_1, 2_2, \dots, 2_i$ と、乗算器 $2_1, 2_2, \dots, 2_i$ の出力を入力とし、出力を減算器1の減算入力とする加算器4とを有している。尚、乗算器2の出力を得られたインパルス応答として外部に出力するようにしている。

【0021】上記構成の音響探査装置の作用は次のとおりである。受信データ列 $y(t)$ が y_0, y_1, \dots, y_k 、未知のインパルス応答が g_0, g_1, \dots, g_j であれば、 $y(t) = x(\) \cdot g_0 + x(\) \cdot g_1 + \dots + x(\) \cdot g_j$ であり、データ列 $y(t)$ が順次減算器1を通して乗算器2に供給され、インパルス応答として外部に出力するとともに、 i 段の遅延器 $3_1, 3_2, \dots, 3_i$ に供給する。また、遅延器の各段からの出力をそれぞれ乗算器 $2_1, 2_2, \dots, 2_i$ に供給し、乗算結果を加算器4に供給して加算結果を得、加算結果を減算値として減算器1に供給する。

【0022】したがって、最初のデータ y_0 が得られた時点においては、遅延器の各段からの出力が0であるから加算器4から出力される加算結果が0であり、乗算器2において単に y_0/x_0 の演算を行なうことによりインパルス応答 g_0 を得ることができる。次のデータ y_1 が得られた時点においては、遅延器 3_1 からインパルス応答 g_0 が出力され、乗算器 2_1 においてピーク値 x_1 が乗算され、かつ加算器4において加算された状態で減算器1に供給されるので、 $(y_1 - x_1 \cdot g_0)/x_0$ の演算を行なうことによりインパルス応答 g_1 を得ることができる。

【0023】以下、同様にして新たなデータが得られる毎に対応するインパルス応答を得ることができる。

【0024】

【具体例】送出パルス $x(\)$ が $1, 3, 5, -1, -4$ のパルス列であり、他の方法により測定したインパルス応答が $2, 4, -2, 1$ であれば、受信データ列 y

(t)は $2, 10, 20, 13, -19, -9, 7, -4$ になる。そして、最初のデータ2が得られた場合には、 $2/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が2になる。次のデータ10が得られた場合には、 $(10 - 2 \times 3)/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が4になる。3番目のデータ20が得られた場合には、 $(20 - 2 \times 5 - 4 \times 3)/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が-2になる。4番目のデータ13が得られた場合には、 $\{13 - 2 \times (-1) - 4 \times 5 - (-2) \times 3\}/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が1になる。5番目のデータ-19が得られた場合には、 $\{-19 - 2 \times (-4) - 4 \times (-1) - (-2) \times 5 - 1 \times 3\}/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が0になる。6番目のデータ-9が得られた場合には、 $\{-9 - 4 \times (-4) - (-2) \times (-1) - 1 \times 5 - 0 \times 3\}/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が0になる。7番目のデータ7が得られた場合には、 $\{7 - (-2) \times (-4) - 1 \times (-1) - 0 \times 5 - 0 \times 3\}/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が0になる。8番目のデータ-4が得られた場合には、 $\{-4 - 1 \times (-4) - 0 \times (-1) - 0 \times 5 - 0 \times 3\}/1$ の演算が行なわれるのでインパルス応答が0になる。

【0025】以上の具体例から明らかなように、送出パルスのパルス列および受信データ列のみに基づいてリアルタイムにかつ正確にインパルス応答を得ることができる。また、送出パルスのパルス周波数を低くすることにより減衰を低減し、しかもサンプリング・レートを高めて送出パルス列を構成するパルス数を増加させることにより解像度を高めることができるのであるから、広範囲にわたって高解像度の音響探査を達成できる。さらに、特殊な電子部品を必要としないのであるから音響探査装置を簡単に構成できる。

【0026】但し、この実施例において、減算器1の出力を直接遅延器に供給するとともに、各乗算器において $1/x_0$ をも加味した乗算を行なわせ、さらに、インパルス応答出力部のみに $1/x_0$ の乗算を行なう乗算器を設けることが可能である。

【0027】

【実施例3】図3はこの発明の探査装置の他の実施例としての音響探査装置の要部を示すブロック図であり、 i 段の遅延器 $3_1, 3_2, \dots, 3_i$ と交互に直列接続される減算器 $1_1, 1_2, \dots, 1_i$ を配置し、最終段の遅延器 3_i からの出力に対して $1/x_0$ の乗算を行なう乗算器2を配置し、乗算器2の出力を入力として対応するパルスのピーク値 x_1, x_2, \dots, x_i を乗算して対応する減算器 $1_i, 1(i-1), \dots, 1_1$ に減算値として供給する乗算器 $2_1, 2_2, \dots, 2_i$ を配置している。尚、乗算器2からの出力をインパルス応答としてそのまま出力するようにしている。

【0028】したがって、この実施例の場合には、最初

のデータ y_0 が最終段の遅延器 3_i から出力され、乗算器 2 により $1/x_0$ の乗算が行なわれることにより最初のインパルス応答 g_0 が得られる。そして、このインパルス応答 g_0 は各乗算器に供給されて対応する減算器に供給されるべき減算値が得られるので、インパルス応答 g_0 に対応する値が減算された値が各減算器から出力され、次段の遅延器に供給される。そして、2 番目のデータ y_0 からインパルス応答 g_0 に対応する値 $g_0 \cdot x_1$ が減算された値が最終段の遅延器 3_i から出力されれば、乗算器 2 により $1/x_0$ の乗算が行なわれることにより 2 番目のインパルス応答 g_1 が得られる。以下、同様に最終段の遅延器 3_i から順次出力される値に対して乗算器 2 により $1/x_0$ の乗算を行なうだけで対応するインパルス応答を得ることができる。

【0029】また、この実施例においては、送出パルスのパルス列を構成するパルスの数が増加した場合であってもパイプライン接続する遅延器および減算器の段数を増加するだけでよいから、パルス数の増加に簡単に対処できる。

【0030】

【実施例 4】図 4 はこの発明の探査装置のさらに他の実施例としての音響探査装置の要部を示すブロック図であり、 i 段の遅延器 $3_1, 3_2, \dots, 3_i$ と累積加算器 5 とを有し、累積加算器 5 が $1/x_0, x_1/x_0, x_2/x_0, \dots, x_i/x_0$ の乗算を行なう乗算入力部 $5_0, 5_1, 5_2, \dots, 5_i$ を有し、累積加算器 5 からの出力が遅延器 3_1 に供給されている。そして、データ列 $y(t)$ が乗算入力部 5_0 に供給されているとともに、各遅延器からの出力が対応する乗算入力部に供給されている。尚、累積加算器 5 からの出力または何れかの遅延器からの出力をインパルス応答としてそのまま出力するようにしている。

【0031】したがって、この実施例の場合には、最初のデータ y_0 に対して乗算器 5_0 により $1/x_0$ の乗算が行なわれることにより得られたインパルス応答 g_0 がそのまま累積加算器 5 から出力される。そして、2 番目のデータ y_0 に対して乗算器 5_0 により $1/x_0$ の乗算が行なわれることにより得られた値およびインパルス応答 g_0 に対して乗算器 5_1 により $-x_1/x_0$ の乗算が行なわれることにより得られた値が累積加算されるのであるから、累積加算器 5 から 2 番目のインパルス応答 g_1 が出力される。以下、同様に累積加算器 5 から対応するインパルス応答が出力される。

【0032】尚、この発明は上記の実施例に限定されるものではなく、例えば、超音波診断装置、ソナー、レーダ等種々の分野に適用することができるほか、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施

すことが可能である。

【0033】

【発明の効果】以上のように請求項 1 の発明は、特殊な送波器、受波器を用いなくても高い空間分解能を達成できるのみならず、高周波帯域での減衰率が大きい媒質であっても、送信波のパルス周波数を低くし、しかも受信波のサンプリング・レートを高めることにより、探査範囲の拡大および高空間分解能化を達成でき、さらに、FFT 処理と異なり、リアルタイムでインパルス応答を得ることができるという特有の効果を奏する。

【0034】請求項 2 の発明も、特殊な送波器、受波器を用いなくても高い空間分解能を達成できるのみならず、高周波帯域での減衰率が大きい媒質であっても、送信波のパルス周波数を低くし、しかも受信波のサンプリング・レートを高めることにより、探査範囲の拡大および高空間分解能化を達成でき、さらに、FFT 処理と異なり、リアルタイムでインパルス応答を得ることができるという特有の効果を奏する。

【0035】請求項 3 の発明は、請求項 2 の効果に加え、探査装置を簡単に構成できるという特有の効果を奏する。請求項 4 の発明も、請求項 2 の効果に加え、探査装置を簡単に構成できるという特有の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の探査方法の一実施例としての超音波探査方法を示すフローチャートである。

【図 2】この発明の探査装置の一実施例としての音響探査装置の要部を示すブロック図である。

【図 3】この発明の探査装置の他の実施例としての音響探査装置の要部を示すブロック図である。

【図 4】この発明の探査装置のさらに他の実施例としての音響探査装置の要部を示すブロック図である。

【図 5】パルス・エコー法の原理を説明する概略図である。

【図 6】反射波の強度の時間波形を観測するモードを説明する概略図である。

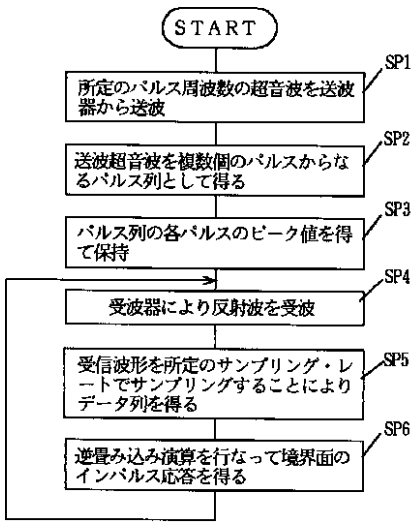
【図 7】1 次元的に接触子を走査し閾値を設けて走査方向と深さ方向の 2 次元影像を観測するモードを説明する概略図である。

【図 8】走査を 2 次元的に行なって同じ深さの 2 次元影像を観測するモードを説明する概略図である。

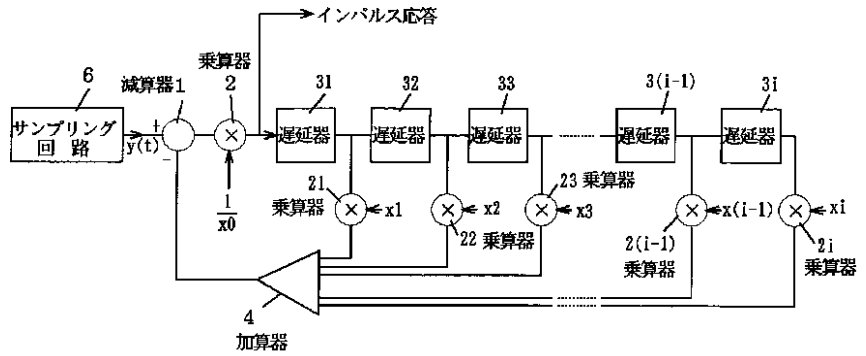
【符号の説明】

- 1, 11, 12, . . . 1*i* 減算器
- 2, 21, 22, . . . 2*i* 乗算器
- 31, 32, . . . 3*i* 遅延器
- 4 加算器 5 累積加算器
- 51, 52, . . . 5*i* 乗算入力部
- 6 サンプリング回路

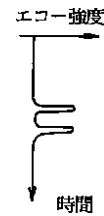
【図 1】



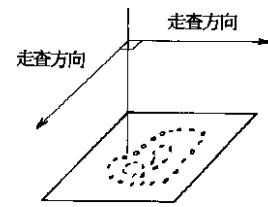
【図 2】



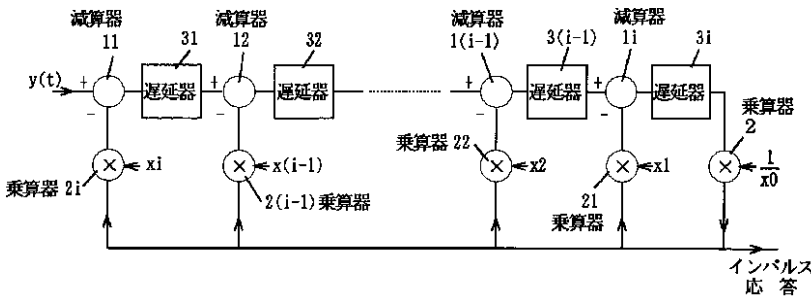
【図 6】



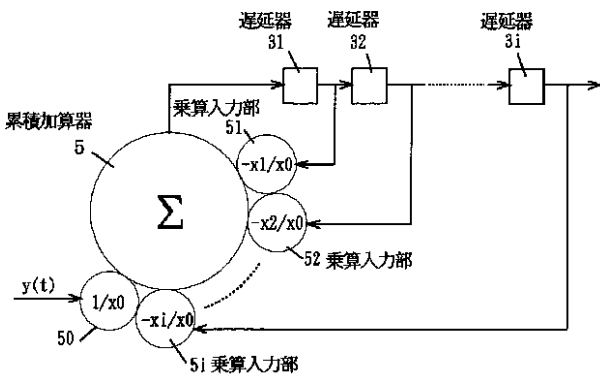
【図 8】



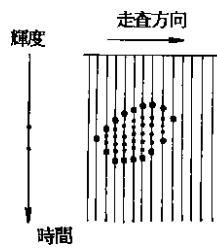
【図 3】



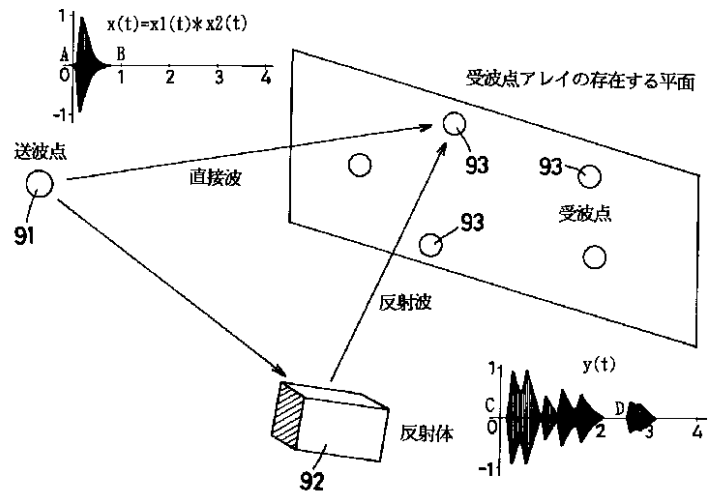
【図 4】



【図 7】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭60 - 31738 (J P , A)
 特開 平 1 - 212543 (J P , A)
 特開 平 4 - 125484 (J P , A)
 特開 昭61 - 95265 (J P , A)
 特開 昭60 - 113177 (J P , A)
 特許2718222 (J P , B 2)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
 G01S 7/00
 G01S 13/00
 G01S 15/00
 G01N 29/00