

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3788117号  
(P3788117)

(45) 発行日 平成18年6月21日(2006.6.21)

(24) 登録日 平成18年4月7日(2006.4.7)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 S 13/50 (2006.01)** GO 1 S 13/50 B  
**GO 1 S 7/292 (2006.01)** GO 1 S 7/292 A  
**GO 1 S 13/28 (2006.01)** GO 1 S 13/28 A

請求項の数 5 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-213716                  (22) 出願日 平成11年7月28日(1999.7.28)                  (65) 公開番号 特開2001-42031(P2001-42031A)                  (43) 公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)                  審査請求日 平成16年8月25日(2004.8.25)</p>	<p>(73) 特許権者 000006013                  三菱電機株式会社                  東京都千代田区丸の内二丁目7番3号                  (74) 代理人 100113077                  弁理士 高橋 省吾                  (74) 代理人 100112210                  弁理士 稲葉 忠彦                  (74) 代理人 100108431                  弁理士 村上 加奈子                  (74) 代理人 100128060                  弁理士 中鶴 一隆                  (72) 発明者 橋田 直樹                  東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三                  菱電機株式会社内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ信号処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーダ装置から入力された目標受信信号をパルス圧縮するパルス圧縮部と、上記パルス圧縮部でパルス圧縮された目標受信信号の時間による距離ずれを補正する距離補正部と、上記距離補正部で補正された目標受信信号の時間による位相ずれを補正する位相補正部と、上記位相補正部で補正された目標受信信号のドップラ周波数を分離する周波数分析部と、上記周波数分析部で周波数分析された目標受信信号の周波数スペクトルを画像データに変換する検波部とを備えたレーダ信号処理装置において、上記位相補正部を上記距離補正部で補正された目標受信信号及びレーダと目標重心との初期距離を格納するバッファ回路と、上記バッファ回路より出力されたレーダと目標重心との初期距離における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路と、上記区分周波数分析回路で得られた周波数と振幅の波形について周波数方向における信号の振幅変動のうち変動周期が小さい成分を除去する低域通過フィルタと、上記低域通過フィルタにより上記変動周期が小さい成分が除去された周波数と振幅の波形について閾値を越える周波数領域のデータを切り出すデータ切り出し回路と、上記データ切り出し回路でデータを切り出す際に必要な上記閾値を設定する閾値設定回路と、上記データ切り出し回路で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路と、上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の平均値を基準点周波数とする平均周波数検出回路と、上記平均周波数検出回路で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路と、上記平滑

10

20

化回路で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路と、上記位相補正量算出回路で算出された位相補正量を用いて上記バッファ回路から出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路とによって構成したことを特徴とするレーダ信号処理装置。

【請求項2】

レーダ装置から入力された目標受信信号をパルス圧縮するパルス圧縮部と、上記パルス圧縮部でパルス圧縮された目標受信信号の時間による距離ずれを補正する距離補正部と、上記距離補正部で補正された目標受信信号の時間による位相ずれを補正する位相補正部と、上記位相補正部で補正された目標受信信号のドップラ周波数を分離する周波数分析部と、上記周波数分析部で周波数分析された目標受信信号の周波数スペクトルを画像データに変換する検波部とを備えたレーダ信号処理装置において、上記位相補正部を上記距離補正部で補正された目標受信信号及びレーダと目標重心との初期距離を格納するバッファ回路と、上記バッファ回路より出力されたレーダと目標重心との初期距離における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路と、上記区分周波数分析回路で得られた周波数と振幅の波形について周波数方向における信号の振幅変動のうち変動周期が小さい成分を除去する低域通過フィルタと、上記低域通過フィルタにより上記変動周期が小さい成分が除去された周波数と振幅の波形について閾値を越える周波数領域のデータを切り出すデータ切り出し回路と、上記データ切り出し回路でデータを切り出す際に必要な上記閾値を設定する閾値設定回路と、上記データ切り出し回路で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路と、上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の中心値を基準点周波数とする中心周波数検出回路と、上記中心周波数検出回路で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路と、上記平滑化回路で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路と、上記位相補正量算出回路で算出された位相補正量を用いて上記バッファ回路から出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路とによって構成したことを特徴とするレーダ信号処理装置。

10

20

【請求項3】

レーダ装置から入力された目標受信信号をパルス圧縮するパルス圧縮部と、上記パルス圧縮部でパルス圧縮された目標受信信号の時間による距離ずれを補正する距離補正部と、上記距離補正部で補正された目標受信信号の時間による位相ずれを補正する位相補正部と、上記位相補正部で補正された目標受信信号のドップラ周波数を分離する周波数分析部と、上記周波数分析部で周波数分析された目標受信信号の周波数スペクトルを画像データに変換する検波部とを備えたレーダ信号処理装置において、上記位相補正部を上記距離補正部で補正された目標受信信号及びレーダと目標重心との初期距離を格納するバッファ回路と、上記バッファ回路より出力されたレーダと目標重心との初期距離における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路と、上記区分周波数分析回路で得られた周波数と振幅の波形について周波数方向における信号の振幅変動のうち変動周期が小さい成分を除去する低域通過フィルタと、上記低域通過フィルタにより上記変動周期が小さい成分が除去された周波数と振幅の波形について閾値を越える周波数領域のデータを切り出すデータ切り出し回路と、上記データ切り出し回路でデータを切り出す際に必要な上記閾値を設定する閾値設定回路と、上記データ切り出し回路で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路と、上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の最小値を基準点周波数とする最小周波数検出回路と、上記最小周波数検出回路で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路と、上記平滑化回路で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路と、上記位相補正量算出回路で算出された位相補正量を用いて上記バッファ回路から出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路とによって構成したことを特徴とするレーダ信号処理装置。

30

40

50

## 【請求項4】

レーダ装置から入力された目標受信信号をパルス圧縮するパルス圧縮部と、上記パルス圧縮部でパルス圧縮された目標受信信号の時間による距離ずれを補正する距離補正部と、上記距離補正部で補正された目標受信信号の時間による位相ずれを補正する位相補正部と、上記位相補正部で補正された目標受信信号のドップラ周波数を分離する周波数分析部と、上記周波数分析部で周波数分析された目標受信信号の周波数スペクトルを画像データに変換する検波部とを備えたレーダ信号処理装置において、上記位相補正部を上記距離補正部で補正された目標受信信号及びレーダと目標重心との初期距離を格納するバッファ回路と、上記バッファ回路より出力されたレーダと目標重心との初期距離における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路と、上記区分周波数分析回路で得られた周波数と振幅の波形について周波数方向における信号の振幅変動のうち変動周期が小さい成分を除去する低域通過フィルタと、上記低域通過フィルタにより上記変動周期が小さい成分が除去された周波数と振幅の波形について閾値を越える周波数領域のデータを切り出すデータ切り出し回路と、上記データ切り出し回路でデータを切り出す際に必要な上記閾値を設定する閾値設定回路と、上記データ切り出し回路で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路と、上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の最大値を基準点周波数とする最大周波数検出回路と、上記最大周波数検出回路で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路と、上記平滑化回路で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路と、上記位相補正量算出回路で算出された位相補正量を用いて上記バッファ回路から出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路とによって構成したことを特徴とするレーダ信号処理装置。

10

20

## 【請求項5】

レーダ装置から入力された目標受信信号をパルス圧縮するパルス圧縮部と、上記パルス圧縮部でパルス圧縮された目標受信信号の時間による距離ずれを補正する距離補正部と、上記距離補正部で補正された目標受信信号の時間による位相ずれを補正する位相補正部と、上記位相補正部で補正された目標受信信号のドップラ周波数を分離する周波数分析部と、上記周波数分析部で周波数分析された目標受信信号の周波数スペクトルを画像データに変換する検波部とを備えたレーダ信号処理装置において、上記位相補正部を上記距離補正部で補正された目標受信信号及びレーダと目標重心との初期距離を格納するバッファ回路と、上記バッファ回路より出力されたレーダと目標重心との初期距離における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路と、上記区分周波数分析回路で得られた周波数と振幅の波形について周波数方向における信号の振幅変動のうち変動周期が小さい成分を除去する低域通過フィルタと、上記低域通過フィルタにより上記変動周期が小さい成分が除去された周波数と振幅の波形について閾値を越える周波数領域のデータを切り出すデータ切り出し回路と、上記データ切り出し回路でデータを切り出す際に必要な上記閾値を設定する閾値設定回路と、上記データ切り出し回路で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路と、上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の中央値を基準点周波数とする中央周波数検出回路と、上記中央周波数検出回路で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路と、上記平滑化回路で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路と、上記位相補正量算出回路で算出された位相補正量を用いて上記バッファ回路から出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路とによって構成したことを特徴とするレーダ信号処理装置。

30

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば、高分解能レーダ装置のレーダ信号処理装置における目標受信信号の

50

位相ずれの補正に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

図 1 2 は高分解能レーダ装置のレーダ信号処理装置の構成図であり、図中、1 はレーダ装置から入力された目標受信信号 S M を内部で処理できるデータ形式に変換するデータインタフェース部、2 はデータインタフェース部 1 で変換された目標受信信号をパルス圧縮するパルス圧縮部、3 はパルス圧縮部 2 でパルス圧縮された目標受信信号の時間による距離ずれを補正する距離補正部、4 は距離補正部 3 で補正された目標受信信号の時間による位相ずれを補正する位相補正部、5 は位相補正部 4 で補正された目標受信信号のドップラ周波数を分離する周波数分析部、6 は周波数分析部 5 で周波数分析された目標受信信号の周波数スペクトルを画像データに変換する検波部、7 は検波部 6 で得られた画像データと表示器のインタフェースを調整し表示画像データを生成する表示器インタフェース部、S M はレーダ装置から入力された目標受信信号、R S は距離補正部 3 で時間による距離ずれが補正された目標受信信号、R G はレーダと目標重心との初期距離、R D は位相補正部 4 で時間による位相ずれが補正された目標受信信号、D は表示画像データである。

10

【 0 0 0 3 】

図 1 3 は図 1 2 のレーダ信号処理装置における従来の位相補正部 4 の構成図であり、図中、R S , R G , R D 及び 4 は図 1 2 と同じであり、8 は距離補正部 3 より出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G を格納するバッファ回路、9 はバッファ回路 8 より出力されたレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路、1 0 は区分周波数分析回路 9 で得られた周波数と振幅の波形に対して振幅値が最大となる周波数を基準点周波数として検出する振幅値最大検出回路、1 1 は振幅値最大検出回路 1 0 で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路、1 2 は平滑化回路 1 1 で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路、1 3 は位相補正量算出回路 1 2 で算出された位相補正量を用いてバッファ回路 8 より出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路、G S はレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号である。

20

【 0 0 0 4 】

次に、動作について説明する。レーダ装置から入力された目標受信信号 S M はデータインタフェース部 1 で内部で処理できるデータ形式に変換され、パルス圧縮部 2 でパルス圧縮された後、距離補正部 3 で時間による距離ずれを補正し、目標受信信号 R S として位相補正部 4 に出力する。また、距離補正部 3 ではレーダと目標重心との初期距離 R G を算出し、位相補正部 4 に出力する。位相補正部 4 では時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G を用いて目標受信信号 R S の時間による位相ずれを補正し、目標受信信号 R D として周波数分析部 5 に出力する。この目標受信信号 R D は周波数分析部 5 で周波数分析されることによって周波数スペクトルに変換され、検波部 6 で画像データに変換された後、表示器インタフェース部 7 で表示器とのインタフェースを調整し、表示画像データ D として出力される。

30

【 0 0 0 5 】

次に、位相補正部 4 の動作について説明する。距離補正部 3 から入力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G はバッファ回路 8 に格納され、目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号 G S として出力される。このレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号 G S は区分周波数分析回路 9 で時間方向に小区間で周波数分析され、得られた周波数と振幅の波形に対して振幅値最大検出回路 1 0 で振幅値が最大となる周波数を基準点周波数として検出した後、平滑化回路 1 1 に出力される。平滑化回路 1 1 では基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化し、平滑化された軌跡から位相補正量算出回路 1 2 で位相補正量を算出する。位相補正回路 1 3 は位相補正量算出回路 1 2 で算出した位相補正量を用いてバッファ回路 8 から出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号

40

50

RSの位相を補正し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号RDとして周波数分析部5へ出力する。

【0006】

更に、位相補正部4を図14を用いて説明する。図14は位相補正部4の処理方法を示した図である。時間による距離ずれが補正された目標受信信号RSを $S_{i,j}$ （ここで、iはレンジピン番号、jはパルスヒット番号、i,jは自然数である。）、レーダと目標重心との初期距離RGの存在するレンジピン番号をrと定義するとレーダと目標重心との初期距離RGにおける目標受信信号GSは $S_{r,j}$ と表され、図14(a)のような波形が得られる。 $S_{r,j}$ に対し、区分周波数分析回路9で時間方向（パルスヒット方向）に小区間で周波数分析を行うと図14(b)のような波形が得られ、周波数 $f_m$ と振幅 $A_m^k$ の関係（ここで、kは区分周波数分析番号、mは周波数ピン番号、k,mは自然数である。）は“数1”で表される。

10

【0007】

【数1】

$$A_m^k = F_k(f_m)$$

ここで、 $F_k$ は関数を表す。

20

【0008】

振幅値最大検出回路10で各区分周波数分析番号kに対し、振幅 $A_m^k$ が最大値をとる時の周波数を検出し、それを基準点周波数 $f^k$ とすると、時間 $t_k$ と基準点周波数 $f^k$ の関係は図14(c)のプロットのようなになる。平滑化回路11で図14(c)のプロットに対し、平滑化を行うと図14(c)の実線のような波形が得られ、時間 $t_k$ と周波数 $f'^k$ の関係は“数2”で表される。

30

【0009】

【数2】

$$f'^k = F'(t_k)$$

ここで、 $F'$ は関数を表す。

40

【0010】

位相補正量算出回路12では、位相補正量 $W_j$ を“数3”で算出する。

【0011】

【数3】

50

$$W_j = -2\pi \int_{t_1}^{t_2} F'(t) dt$$

ここで、 $F'$  は関数を表す。

10

【0012】

位相補正回路13では、 $S_{i,j}$  の位相を位相補正量 $W_j$ を用いて“数4”で補正する。但し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号RDを $S'_{i,j}$ と定義する。

【0013】

【数4】

$$S'_{i,j} = S_{i,j} \times e^{j \cdot W_j}$$

ここで、 $J$ は虚数単位を表す。

20

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来のレーダ信号処理装置では、区分周波数分析後の周波数と振幅の波形が多峰で、かつ振幅値が最大となる峰の位置が時間毎に大きく変動するような場合、検出した基準点周波数がふらついて正確な位相補正量を算出することができず、画像がぼけたり、にじんだりするという課題があった。

【0015】

この発明はかかる課題を解決するためになされたもので、検出した基準点周波数がふらついて正確な位相補正量を算出することができず、画像がぼけたり、にじんだりすることを防止するレーダ信号処理装置を得ることを目的とする。

30

【0016】

【課題を解決するための手段】

第1の発明に係るレーダ信号処理装置は、上記位相補正部を上記距離補正部で補正された目標受信信号及びレーダと目標重心との初期距離を格納するバッファ回路と、上記バッファ回路より出力されたレーダと目標重心との初期距離における目標受信信号を時間方向に小区間で周波数分析する区分周波数分析回路と、上記区分周波数分析回路で得られた周波数と振幅の波形について高周波成分を除去する低域通過フィルタと、上記低域通過フィルタにより高周波成分が除去された周波数と振幅の波形についてデータを切り出すデータ切り出し回路と、上記データ切り出し回路でデータを切り出す際に必要な閾値を設定する閾値設定回路と、上記データ切り出し回路で切り出された周波数と振幅の波形について極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路と、上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の平均値を基準点周波数とする平均周波数検出回路と、上記平均周波数検出回路で検出された基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化する平滑化回路と、上記平滑化回路で平滑化された基準点周波数の時間方向に対する軌跡から位相補正量を算出する位相補正量算出回路と、上記位相補正量算出回路で算出された位相補正量を用いて上記バッファ回路から出力された目標受信信号の位相を補正する位相補正回路とによって構成したものである。

40

【0017】

50

また、第2の発明に係るレーダ信号処理装置は上記位相補正部の基準点周波数検出手段として、上記平均周波数検出回路を上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の中心値を基準点周波数とする中心周波数検出回路に置き換えたものである。

【0018】

第3の発明に係るレーダ信号処理装置は上記位相補正部の基準点周波数検出手段として、上記平均周波数検出回路を上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の最小値を基準点周波数とする最小周波数検出回路に置き換えたものである。

【0019】

また、第4の発明に係るレーダ信号処理装置は上記位相補正部の基準点周波数検出手段として、上記平均周波数検出回路を上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の最大値を基準点周波数とする最大周波数検出回路に置き換えたものである。

10

【0020】

第5の発明に係るレーダ信号処理装置は上記位相補正部の基準点周波数検出手段として、上記平均周波数検出回路を上記極大点周波数検出回路で検出された周波数の中央値を基準点周波数とする中央周波数検出回路に置き換えたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は、図12に示すレーダ信号処理装置におけるこの発明の位相補正部の実施の一形態を示すものである。図において、4、RS、RG及びRDは図12及び図13と同じである。また、図において、8、9、11、12、13及びGSは図13と同じである。22は区分周波数分析回路9で得られた周波数と振幅の波形について高周波成分を除去する低域通過フィルタ、14は低域通過フィルタ22により高周波成分が除去された周波数と振幅の波形についてデータを切り出すデータ切り出し回路、15はデータ切り出し回路14でデータを切り出す際に必要な閾値を設定する閾値設定回路、16はデータ切り出し回路14で切り出された周波数と振幅の波形について極大となる点を検出しその時の周波数を算出する極大点周波数検出回路、17は極大点周波数検出回路16で検出された周波数の平均値を基準点周波数とする平均周波数検出回路である。

20

【0022】

次に、上記図1のように構成された位相補正部4の動作について説明する。距離補正部3から入力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号RS及びレーダと目標重心との初期距離RGはバッファ回路8に格納され、目標受信信号RS及びレーダと目標重心との初期距離RGにおける目標受信信号GSとして出力される。このレーダと目標重心との初期距離RGにおける目標受信信号GSは区分周波数分析回路9で時間方向に小区間で周波数分析され、低域通過フィルタ22で高周波成分を除去した後、得られた周波数と振幅の波形に対してデータ切り出し回路14で各振幅値が閾値設定回路15で設定した閾値を越える領域についてデータが切り出される。閾値設定回路15では、例えば、メインロープレベルとサイドロープレベルの間に一定の閾値を設定する固定スレッシュホールドやアダプティブに閾値を設定するCFAR (Constant False Alarm Rate) 等を用いて、各区分周波数分析後の波形毎に閾値を設定する。極大点周波数検出回路16ではデータ切り出し回路14で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大点を検出し、その時の周波数を算出する。平均周波数検出回路17では極大点周波数検出回路16で算出された全極大点における周波数に対し、それらの平均周波数を基準点周波数として検出した後、平滑化回路11に出力する。平滑化回路11では基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化し、平滑化された軌跡から位相補正量算出回路12で位相補正量を算出する。位相補正回路13は位相補正量算出回路12で算出した位相補正量を用いてバッファ回路8から出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号RSの位相を補正し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号RDとして周波数分析部5へ出力する。

30

40

【0023】

次に、上記図1のように構成された位相補正部4を図14、図6及び図7を用いて説明す

50

る。図 1 4 は位相補正部 4 の処理方法、図 6 は区分周波数分析後の波形、低域通過フィルタ通過後の波形及び極大点周波数の検出方法を示した図、図 7 は平均周波数検出回路 1 7 における基準点周波数の検出方法を示した図である。時間による距離ずれが補正された目標受信信号  $R S$  を  $S_{i,j}$  (ここで、 $i$  はレンジピン番号、 $j$  はパルスヒット番号、 $i, j$  は自然数である。)、レーダと目標重心との初期距離  $R G$  の存在するレンジピン番号を  $r$  と定義するとレーダと目標重心との初期距離  $R G$  における目標受信信号  $G S$  は  $S_{r,j}$  と表され、図 1 4 ( a ) のような波形が得られる。 $S_{r,j}$  に対し、区分周波数分析回路 9 で時間方向 (パルスヒット方向) に小区間で周波数分析を行うと図 1 4 ( b ) のような波形が得られ、周波数  $f_m$  と振幅  $A_m^k$  の関係 (ここで、 $k$  は区分周波数分析番号、 $m$  は周波数ピン番号、 $k, m$  は自然数である。) は “数 1 ” で表される。

10

【 0 0 2 4 】

各区分周波数分析番号  $k$  において周波数  $f_m$  と振幅  $A_m^k$  の波形は図 6 ( a ) のように表される。図 6 ( b ) は、図 6 ( a ) で表される波形に対して、低域通過フィルタ 2 2 により高周波成分を除去したものである。図 6 ( c ) では、図 6 ( b ) で表される波形に対し、各振幅値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値 (例えば、図 6 ( c ) 中の一点破線  $u$ ) を越える周波数領域についてデータ切り出し回路 1 4 でデータ切り出しを行い、次に切り出された周波数領域について極大点周波数検出回路 1 6 で全ての極大点を検出し、その時の周波数  $f'_n{}^k$  (ここで、 $n = 1, \dots, N$  であり、 $n$  は極大点番号、 $N$  は極大点数、 $n, N$  は自然数である。) を算出する。

【 0 0 2 5 】

平均周波数検出回路 1 7 では、図 7 のように極大点周波数検出回路 1 6 で検出された極大点周波数  $f'_n{}^k$  を用いて、“数 5 ” で基準点周波数  $f^k$  を算出する。

20

【 0 0 2 6 】

【数 5】

$$f^k = \frac{\sum_{n=1}^N f'_n{}^k}{N}$$

30

【 0 0 2 7 】

時間  $t_k$  と基準点周波数  $f^k$  の関係は図 1 4 ( c ) のプロットのようになる。平滑化回路 1 1 で図 1 4 ( c ) のプロットに対し、平滑化を行うと図 1 4 ( c ) の実線のような波形が得られ、時間  $t_k$  と周波数  $f^k$  の関係は “数 2 ” で表される。

【 0 0 2 8 】

位相補正量算出回路 1 2 では、位相補正量  $W_j$  を “数 3 ” で算出する。

40

【 0 0 2 9 】

位相補正回路 1 3 では、 $S_{i,j}$  の位相を位相補正量  $W_j$  を用いて “数 4 ” で補正する。但し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号  $R D$  を  $S'_{i,j}$  と定義する。

【 0 0 3 0 】

実施の形態 2 .

図 2 に示される実施の形態では、上記実施の形態 1 における位相補正部 4 の基準点周波数検出手段として、平均周波数検出回路 1 7 を極大点周波数検出回路 1 6 で検出された周波数の中心値を基準点周波数とする中心周波数検出回路 1 8 に置き換えている。このような実施態様によれば、区分周波数分析後の周波数と振幅の波形に対し、低域通過フィルタ 2 2 で高周波成分を除去した後、極大点の周波数のみに着目して基準点周波数を決定するた

50

め、高周波成分による極大点の誤検出を低減し、波形の振幅値に依存しない安定した基準点周波数を検出することができる。更に、極大点の周波数から中心周波数を検出するので、計算量の削減が可能である。

【 0 0 3 1 】

次に、上記図 2 のように構成された位相補正部 4 の動作について説明する。距離補正部 3 から入力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G はバッファ回路 8 に格納され、目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号 G S として出力される。このレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号 G S は区分周波数分析回路 9 で時間方向に小区間で周波数分析され、低域通過フィルタ 2 2 で高周波成分を除去した後、得られた周波数と振幅の波形に対してデータ切り出し回路 1 4 で各振幅値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値を越える領域についてデータが切り出される。閾値設定回路 1 5 では、例えば、メインロープレベルとサイドロープレベルの間に一定の閾値を設定する固定スレッシュホールドやアダプティブに閾値を設定する C F A R (Constant False Alarm Rate) 等を用いて、各区分周波数分析後の波形毎に閾値を設定する。極大点周波数検出回路 1 6 ではデータ切り出し回路 1 4 で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大点を検出し、その時の周波数を算出する。中心周波数検出回路 1 8 では極大点周波数検出回路 1 6 で算出された全極大点における周波数に対し、それらの中心周波数を基準点周波数として検出した後、平滑化回路 1 1 に出力する。平滑化回路 1 1 では基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化し、平滑化された軌跡から位相補正量算出回路 1 2 で位相補正量を算出する。位相補正回路 1 3 は位相補正量算出回路 1 2 で算出した位相補正量を用いてバッファ回路 8 から出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S の位相を補正し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号 R D として周波数分析部 5 へ出力する。

【 0 0 3 2 】

次に、上記図 2 のように構成された位相補正部 4 を図 6 及び図 8 を用いて説明する。図 8 は中心周波数検出回路 1 8 における基準点周波数の検出方法を示した図である。各区分周波数分析番号 k において周波数  $f_m$  と振幅  $A_m^k$  の波形は図 6 ( a ) のように表される。図 6 ( b ) は、図 6 ( a ) で表される波形に対して、低域通過フィルタ 2 2 により高周波成分を除去したものである。図 6 ( c ) では、図 6 ( b ) で表される波形に対し、各振幅値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値 (例えば、図 6 ( c ) 中の一点破線 u) を越える周波数領域についてデータ切り出し回路 1 4 でデータ切り出しを行い、次に切り出された周波数領域について極大点周波数検出回路 1 6 で全ての極大点を検出し、その時の周波数  $f'_n{}^k$  (ここで、 $n = 1, \dots, N$  であり、 $n$  は極大点番号、 $N$  は極大点数、 $n, N$  は自然数である。) を算出する。

【 0 0 3 3 】

中心周波数検出回路 1 8 では、図 8 のように極大点周波数検出回路 1 6 で検出された極大点周波数  $f'_n{}^k$  を用いて、“数 6” で基準点周波数  $f^k$  を算出する。

【 0 0 3 4 】

【数 6】

$$f^k = \frac{f'_1{}^k + f'_N{}^k}{2}$$

【 0 0 3 5 】

実施の形態 3 .

図3に示される実施の形態では、上記実施の形態1における位相補正部4の基準点周波数検出手段として、平均周波数検出回路17を極大点周波数検出回路16で検出された周波数の最小値を基準点周波数とする最小周波数検出回路19に置き換えている。このような実施態様によれば、区分周波数分析後の周波数と振幅の波形に対し、低域通過フィルタ22で高周波成分を除去した後、極大点の周波数のみに着目して基準点周波数を決定するため、高周波成分による極大点の誤検出を低減し、波形の振幅値に依存しない安定した基準点周波数を検出することができる。更に、極大点の周波数から最小周波数を検出するので、計算量の削減が可能である。

#### 【0036】

次に、上記図3のように構成された位相補正部4の動作について説明する。距離補正部3から入力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号RS及びレーダと目標重心との初期距離RGはバッファ回路8に格納され、目標受信信号RS及びレーダと目標重心との初期距離RGにおける目標受信信号GSとして出力される。このレーダと目標重心との初期距離RGにおける目標受信信号GSは区分周波数分析回路9で時間方向に小区間で周波数分析され、低域通過フィルタ22で高周波成分を除去した後、得られた周波数と振幅の波形に対してデータ切り出し回路14で各振幅値が閾値設定回路15で設定した閾値を越える領域についてデータが切り出される。閾値設定回路15では、例えば、メインロープレベルとサイドロープレベルの間に一定の閾値を設定する固定スレッシュホールドやアダプティブに閾値を設定するCFAR (Constant False Alarm Rate) 等を用いて、各区分周波数分析後の波形毎に閾値を設定する。極大点周波数検出回路16ではデータ切り出し回路14で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大点を検出し、その時の周波数を算出する。最小周波数検出回路19では極大点周波数検出回路16で算出された全極大点における周波数に対し、それらの最小周波数を基準点周波数として検出した後、平滑化回路11に出力する。平滑化回路11では基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化し、平滑化された軌跡から位相補正量算出回路12で位相補正量を算出する。位相補正回路13は位相補正量算出回路12で算出した位相補正量を用いてバッファ回路8から出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号RSの位相を補正し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号RDとして周波数分析部5へ出力する。

#### 【0037】

次に、上記図3のように構成された位相補正部4を図6及び図9を用いて説明する。図9は最小周波数検出回路19における基準点周波数の検出方法を示した図である。各区分周波数分析番号kにおいて周波数 $f_m$ と振幅 $A_m^k$ の波形は図6(a)のように表される。図6(b)は、図6(a)で表される波形に対して、低域通過フィルタ22により高周波成分を除去したものである。図6(c)では、図6(b)で表される波形に対し、各振幅値が閾値設定回路15で設定した閾値(例えば、図6(c)中の一点破線u)を越える周波数領域についてデータ切り出し回路14でデータ切り出しを行い、次に切り出された周波数領域について極大点周波数検出回路16で全ての極大点を検出し、その時の周波数 $f'_n{}^k$ (ここで、 $n=1, \dots, N$ であり、 $n$ は極大点番号、 $N$ は極大点数、 $n, N$ は自然数である。)を算出する。

#### 【0038】

最小周波数検出回路19では、図9のように極大点周波数検出回路16で検出された極大点周波数 $f'_n{}^k$ を用いて、“数7”で基準点周波数 $f^k$ を算出する。

#### 【0039】

#### 【数7】

10

20

30

40

$$f^k = f_1^k$$

## 【 0 0 4 0 】

実施の形態 4 .

図 4 に示される実施の形態では、上記実施の形態 1 における位相補正部 4 の基準点周波数 10  
 検出手段として、平均周波数検出回路 1 7 を極大点周波数検出回路 1 6 で検出された周波  
 数の最大値を基準点周波数とする最大周波数検出回路 2 0 に置き換えている。このような  
 実施態様によれば、区分周波数分析後の周波数と振幅の波形に対し、低域通過フィルタ 2  
 2 で高周波成分を除去した後、極大点の周波数のみに着目して基準点周波数を決定するた  
 め、高周波成分による極大点の誤検出を低減し、波形の振幅値に依存しない安定した基準  
 点周波数を検出することができる。更に、極大点の周波数から最大周波数を検出するの  
 で、計算量の削減が可能である。

## 【 0 0 4 1 】

次に、上記図 4 のように構成された位相補正部 4 の動作について説明する。距離補正部 3  
 から入力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心 20  
 との初期距離 R G はバッファ回路 8 に格納され、目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心  
 との初期距離 R G における目標受信信号 G S として出力される。このレーダと目標重心と  
 の初期距離 R G における目標受信信号 G S は区分周波数分析回路 9 で時間方向に小区間で  
 周波数分析され、低域通過フィルタ 2 2 で高周波成分を除去した後、得られた周波数と振  
 幅の波形に対してデータ切り出し回路 1 4 で各振幅値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値  
 を越える領域についてデータが切り出される。閾値設定回路 1 5 では、例えば、メインロ  
 ーレベルとサイドローレベルの間に一定の閾値を設定する固定スレッシュホールドやアダ  
 プティブに閾値を設定する C F A R ( Constant False Alarm Rate ) 等を用いて、各区分  
 周波数分析後の波形毎に閾値を設定する。極大点周波数検出回路 1 6 ではデータ切り出し  
 回路 1 4 で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大点を検出し、その時の周 30  
 波数を算出する。最大周波数検出回路 2 0 では極大点周波数検出回路 1 6 で算出された全  
 極大点における周波数に対し、それらの最大周波数を基準点周波数として検出した後、平  
 滑化回路 1 1 に出力する。平滑化回路 1 1 では基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平  
 滑化し、平滑化された軌跡から位相補正量算出回路 1 2 で位相補正量を算出する。位相補  
 正回路 1 3 は位相補正量算出回路 1 2 で算出した位相補正量を用いてバッファ回路 8 から  
 出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S の位相を補正し、時間によ  
 る位相ずれが補正された目標受信信号 R D として周波数分析部 5 へ出力する。

## 【 0 0 4 2 】

次に、上記図 4 のように構成された位相補正部 4 を図 6 及び図 1 0 を用いて説明する。図  
 1 0 は最大周波数検出回路 2 0 における基準点周波数の検出方法を示した図である。各区 40  
 分周波数分析番号 k において周波数  $f_m^k$  と振幅  $A_m^k$  の波形は図 6 ( a ) のように表される。  
 図 6 ( b ) は、図 6 ( a ) で表される波形に対して、低域通過フィルタ 2 2 により高周波  
 成分を除去したものである。図 6 ( c ) では、図 6 ( b ) で表される波形に対し、各振幅  
 値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値 ( 例えば、図 6 ( c ) 中の一点破線 u ) を越える周  
 波数領域についてデータ切り出し回路 1 4 でデータ切り出しを行い、次に切り出された周  
 波数領域について極大点周波数検出回路 1 6 で全ての極大点を検出し、その時の周波数  $f'$   
 $n^k$  ( ここで、  $n = 1, \dots, N$  であり、  $n$  は極大点番号、  $N$  は極大点数、  $n, N$  は自然  
 数である。 ) を算出する。

## 【 0 0 4 3 】

最大周波数検出回路 2 0 では、図 1 0 のように極大点周波数検出回路 1 6 で検出された極 50

大点周波数  $f_n^k$  を用いて、“数 8” で基準点周波数  $f^k$  を算出する。

【 0 0 4 4 】

【 数 8 】

$$f^k = f_n^k / N$$

10

【 0 0 4 5 】

実施の形態 5 .

図 5 に示される実施の形態では、上記実施の形態 1 における位相補正部 4 の基準点周波数検出手段として、平均周波数検出回路 1 7 を極大点周波数検出回路 1 6 で検出された周波数の中央値を基準点周波数とする中央周波数検出回路 2 1 に置き換えている。このような実施態様によれば、区分周波数分析後の周波数と振幅の波形に対し、低域通過フィルタ 2 2 で高周波成分を除去した後、極大点の周波数のみに着目して基準点周波数を決定するため、高周波成分による極大点の誤検出を低減し、波形の振幅値に依存しない安定した基準点周波数を検出することができる。更に、極大点の周波数から中央周波数を検出するので、計算量の削減が可能である。

20

【 0 0 4 6 】

次に、上記図 5 のように構成された位相補正部 4 の動作について説明する。距離補正部 3 から入力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G はバッファ回路 8 に格納され、目標受信信号 R S 及びレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号 G S として出力される。このレーダと目標重心との初期距離 R G における目標受信信号 G S は区分周波数分析回路 9 で時間方向に小区間で周波数分析され、低域通過フィルタ 2 2 で高周波成分を除去した後、得られた周波数と振幅の波形に対してデータ切り出し回路 1 4 で各振幅値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値を越える領域についてデータが切り出される。閾値設定回路 1 5 では、例えば、メインロープレベルとサイドロープレベルの間に一定の閾値を設定する固定スレッシュホールドやアダプティブに閾値を設定する C F A R (Constant False Alarm Rate) 等を用いて、各区分周波数分析後の波形毎に閾値を設定する。極大点周波数検出回路 1 6 ではデータ切り出し回路 1 4 で切り出された周波数と振幅の波形について全ての極大点を検出し、その時の周波数を算出する。中央周波数検出回路 2 1 では極大点周波数検出回路 1 6 で算出された全極大点における周波数に対し、それらの中央周波数を基準点周波数として検出した後、平滑化回路 1 1 に出力する。平滑化回路 1 1 では基準点周波数の時間方向に対する軌跡を平滑化し、平滑化された軌跡から位相補正量算出回路 1 2 で位相補正量を算出する。位相補正回路 1 3 は位相補正量算出回路 1 2 で算出した位相補正量を用いてバッファ回路 8 から出力された時間による距離ずれが補正された目標受信信号 R S の位相を補正し、時間による位相ずれが補正された目標受信信号 R D として周波数分析部 5 へ出力する。

30

40

【 0 0 4 7 】

次に、上記図 5 のように構成された位相補正部 4 を図 6 及び図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 は中央周波数検出回路 2 1 における基準点周波数の検出方法を示した図である。各区分周波数分析番号  $k$  において周波数  $f_m$  と振幅  $A_m^k$  の波形は図 6 ( a ) のように表される。図 6 ( b ) は、図 6 ( a ) で表される波形に対して、低域通過フィルタ 2 2 により高周波成分を除去したものである。図 6 ( c ) では、図 6 ( b ) で表される波形に対し、各振幅値が閾値設定回路 1 5 で設定した閾値 (例えば、図 6 ( c ) 中の一点破線  $u$ ) を越える周波数領域についてデータ切り出し回路 1 4 でデータ切り出しを行い、次に切り出された周波数領域について極大点周波数検出回路 1 6 で全ての極大点を検出し、その時の周波数  $f_n^k$  (ここで、 $n = 1, \dots, N$  であり、 $n$  は極大点番号、 $N$  は極大点数、 $n, N$  は自然

50

数である。)を算出する。

【0048】

中央周波数検出回路21では、極大点周波数検出回路16で検出された極大点周波数 $f'_n{}^k$ を用いて、“数9”で基準点周波数 $f^k$ を算出する。

【0049】

【数9】

$$f^k = f'_n{}^k \left( \frac{1+N}{2} \right)$$

10

【0050】

“数9”の右辺において極大点数 $N$ が奇数である場合、 $(1+N)/2 = n$ は整数となるため、該当する極大点周波数 $f'_n{}^k$ は存在する。従って、容易に基準点周波数 $f^k$ を算出することができる。しかし、極大点数 $N$ が偶数である場合には、 $(1+N)/2 = n$ は整数とならない(2で割り切れず、実数となる)ため、該当する極大点周波数 $f'_n{}^k$ は存在しない。そこで、極大点数 $N$ が偶数の場合には、例えば以下に示す方法のうち、いずれかの方法で基準点周波数 $f^k$ を算出するようにすればよい。

20

【0051】

“数10”に $(1+N)/2$ の小数点以下を切り捨てる方法、“数11”に $(1+N)/2$ の小数点以下を切り上げる方法、“数12”に“数10”と“数11”の平均をとる方法を示す。なお、図11では“数12”を用いて基準点周波数 $f^k$ を算出している。

【0052】

【数10】

30

$$f^k = f'_n{}^k C \left( \frac{1+N}{2} \right)$$

ここで、 $C(\alpha)$ は $\alpha$ の小数点以下を切り捨てる関数を表す。

40

【0053】

【数11】

$$f^k = f'_D \left( \frac{1+N}{2} \right)$$

ここで、 $D(\beta)$ は $\beta$ の小数点以下を切り上げる関数を表す。

【 0 0 5 4 】

【 数 1 2 】

10

$$f^k = \frac{f'_C \left( \frac{1+N}{2} \right) + f'_D \left( \frac{1+N}{2} \right)}{2}$$

ここで、 $C(\alpha)$ は $\alpha$ の小数点以下を切り捨てる関数、 $D(\beta)$ は $\beta$ の小数点以下を切り上げる関数を表す。

20

【 0 0 5 5 】

【 発明の効果 】

第1の発明は以上説明した通り、区分周波数分析後の周波数と振幅の波形から低域通過フィルタにより高周波成分を除去した後、設定した閾値に基づいてデータを切り出し、切り出した波形の極大点に着目して、全極大点における周波数の平均値を基準点周波数として検出するので、まず最初に高周波成分による極大点の誤検出を低減することができる。また、周波数と振幅の波形が多峰で、かつ振幅値が最大となる峰の位置が時間毎に大きく変動するような場合でも変動の影響を受けにくく、安定して基準点周波数を検出することができ、画像のぼけやにじみを除去することができるという効果がある。

30

【 0 0 5 6 】

また、第2の発明は区分周波数分析後の周波数と振幅の波形から低域通過フィルタにより高周波成分を除去した後、設定した閾値に基づいてデータを切り出し、切り出した波形の極大点に着目して、全極大点における周波数の中心値を基準点周波数として検出するので、まず最初に高周波成分による極大点の誤検出を低減することができる。また、計算量を削減できるとともに、周波数と振幅の波形が多峰で、かつ振幅値が最大となる峰の位置が時間毎に大きく変動するような場合でも変動の影響を受けにくく、安定して基準点周波数を検出することができ、画像のぼけやにじみを除去することができるという効果がある。

40

【 0 0 5 7 】

第3の発明は区分周波数分析後の周波数と振幅の波形から低域通過フィルタにより高周波成分を除去した後、設定した閾値に基づいてデータを切り出し、切り出した波形の極大点に着目して、全極大点における周波数の最小値を基準点周波数として検出するので、まず最初に高周波成分による極大点の誤検出を低減することができる。また、計算量を削減できるとともに、周波数と振幅の波形が多峰で、かつ振幅値が最大となる峰の位置が時間毎に大きく変動するような場合でも変動の影響を受けにくく、安定して基準点周波数を検出することができ、画像のぼけやにじみを除去することができるという効果がある。

50

## 【 0 0 5 8 】

また、第4の発明は区分周波数分析後の周波数と振幅の波形から低域通過フィルタにより高周波成分を除去した後、設定した閾値に基づいてデータを切り出し、切り出した波形の極大点に着目して、全極大点における周波数の最大値を基準点周波数として検出するので、まず最初に高周波成分による極大点の誤検出を低減することができる。また、計算量を削減できるとともに、周波数と振幅の波形が多峰で、かつ振幅値が最大となる峰の位置が時間毎に大きく変動するような場合でも変動の影響を受けにくく、安定して基準点周波数を検出することができ、画像のぼけやにじみを除去することができるという効果がある。

## 【 0 0 5 9 】

第5の発明は区分周波数分析後の周波数と振幅の波形から低域通過フィルタにより高周波成分を除去した後、設定した閾値に基づいてデータを切り出し、切り出した波形の極大点に着目して、全極大点における周波数の中央値を基準点周波数として検出するので、まず最初に高周波成分による極大点の誤検出を低減することができる。また、計算量を削減できるとともに、周波数と振幅の波形が多峰で、かつ振幅値が最大となる峰の位置が時間毎に大きく変動するような場合でも変動の影響を受けにくく、安定して基準点周波数を検出することができ、画像のぼけやにじみを除去することができるという効果がある。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態1を示す位相補正部の構成図である。

【 図 2 】 この発明の実施の形態2を示す位相補正部の構成図である。

【 図 3 】 この発明の実施の形態3を示す位相補正部の構成図である。

【 図 4 】 この発明の実施の形態4を示す位相補正部の構成図である。

【 図 5 】 この発明の実施の形態5を示す位相補正部の構成図である。

【 図 6 】 区分周波数分析後の波形、低域通過フィルタ通過後の波形及び極大点周波数の検出方法を示す図である。

【 図 7 】 平均周波数検出回路における基準点周波数の検出方法を示す図である。

【 図 8 】 中心周波数検出回路における基準点周波数の検出方法を示す図である。

【 図 9 】 最小周波数検出回路における基準点周波数の検出方法を示す図である。

【 図 10 】 最大周波数検出回路における基準点周波数の検出方法を示す図である。

【 図 11 】 中央周波数検出回路における基準点周波数の検出方法を示す図である。

【 図 12 】 高分解能レーダ装置におけるレーダ信号処理装置の構成図である。

【 図 13 】 従来有位相補正部の構成図である。

【 図 14 】 位相補正部の処理方法を示す図である。

## 【 符号の説明 】

1 データインタフェース部、2 パルス圧縮部、3 距離補正部、4 位相補正部、5 周波数分析部、6 検波部、7 表示器インタフェース部、8 バッファ回路、9 区分周波数分析回路、10 振幅値最大検出回路、11 平滑化回路、12 位相補正量算出回路、13 位相補正回路、14 データ切り出し回路、15 閾値設定回路、16 極大点周波数検出回路、17 平均周波数検出回路、18 中心周波数検出回路、19 最小周波数検出回路、20 最大周波数検出回路、21 中央周波数検出回路、22 低域通過フィルタ。

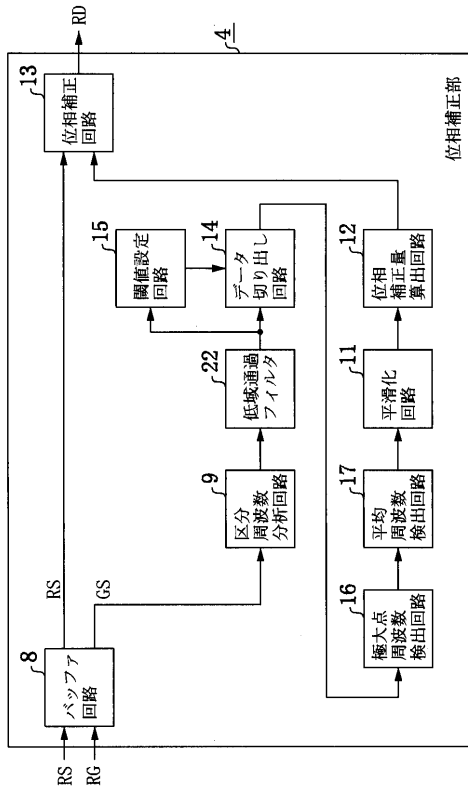
10

20

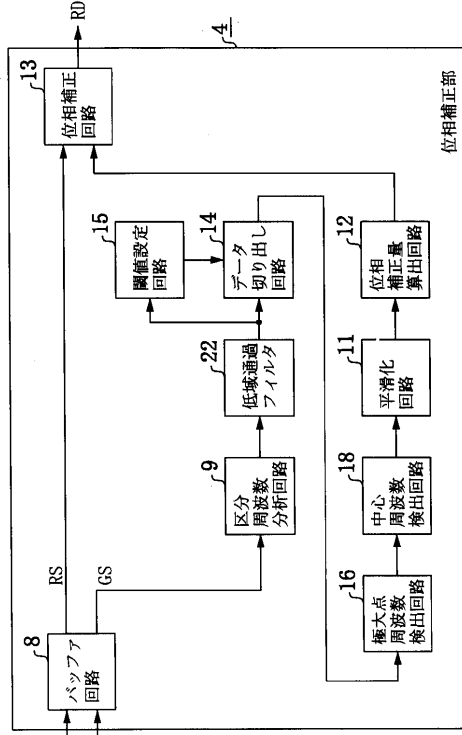
30

40

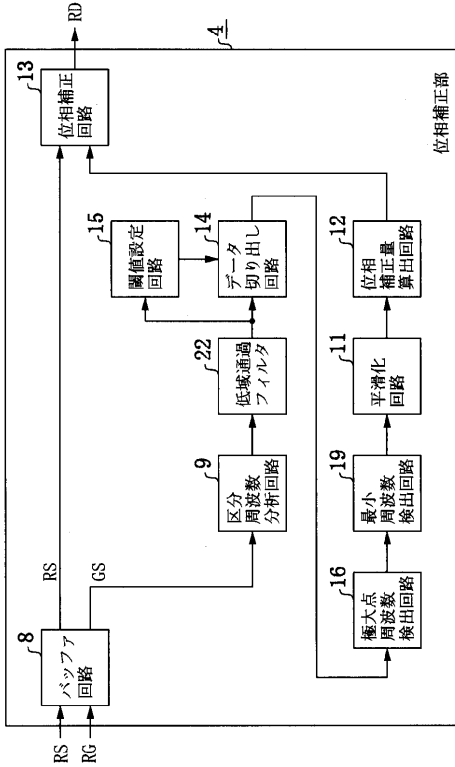
【図1】



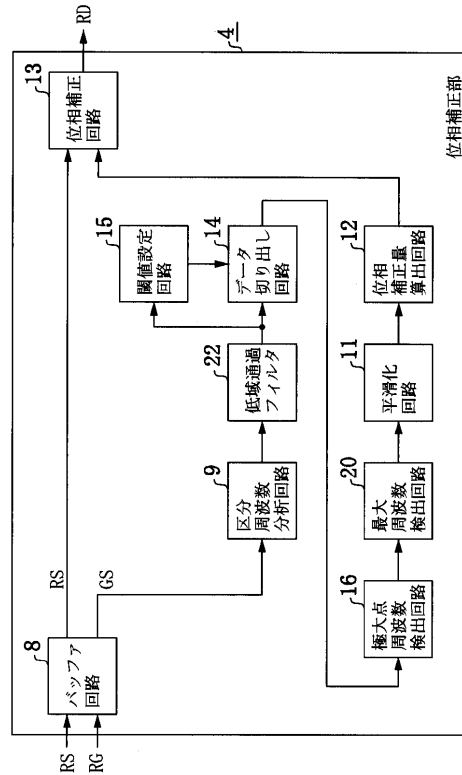
【図2】



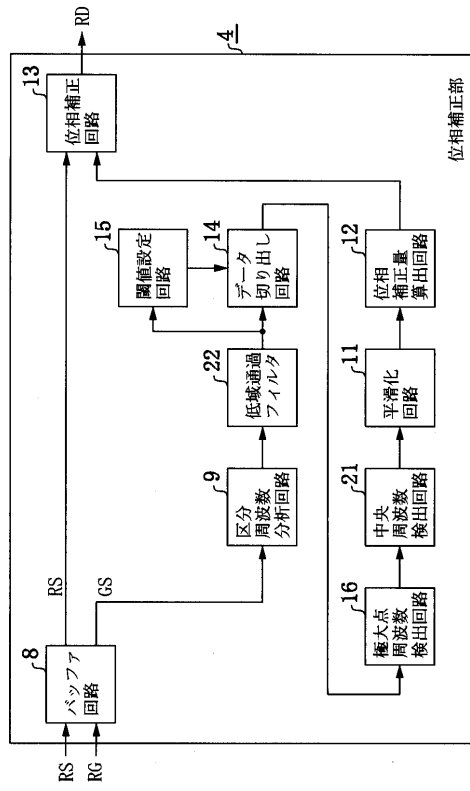
【図3】



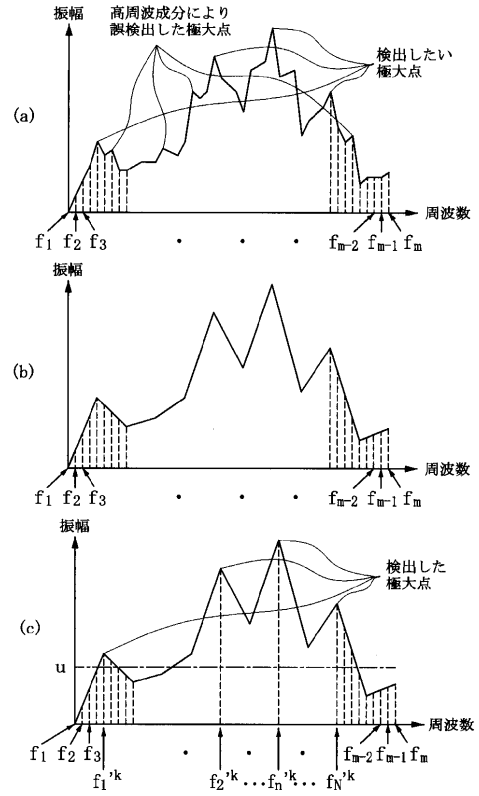
【図4】



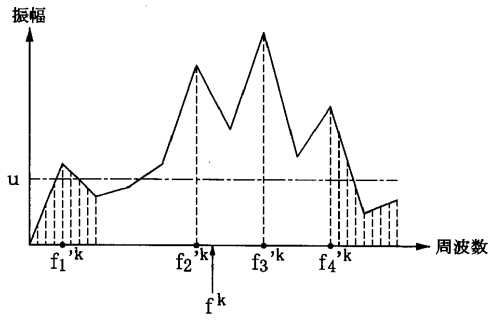
【 図 5 】



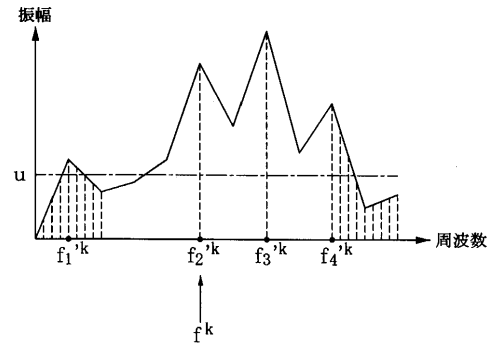
【 図 6 】



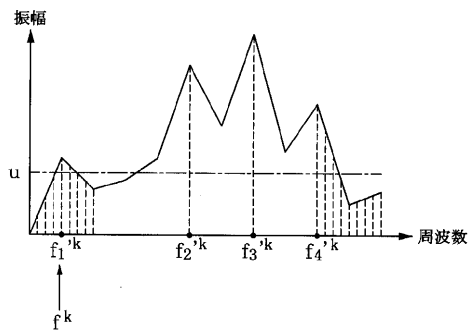
【 図 7 】



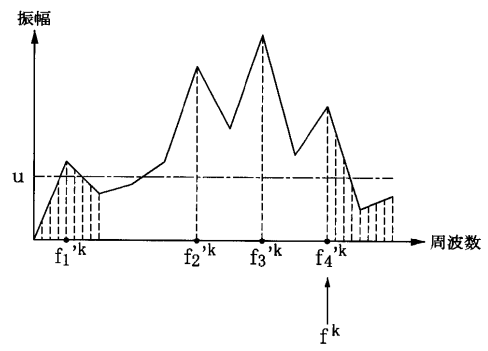
【 図 8 】



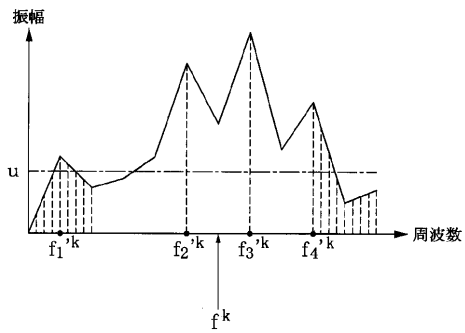
【図9】



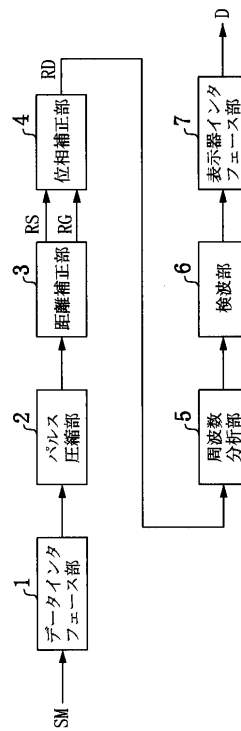
【図10】



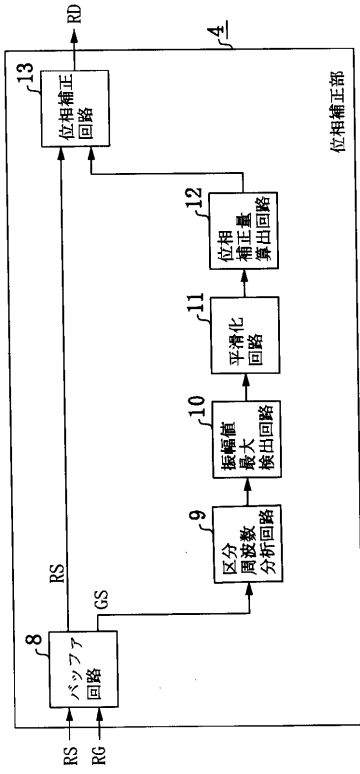
【図11】



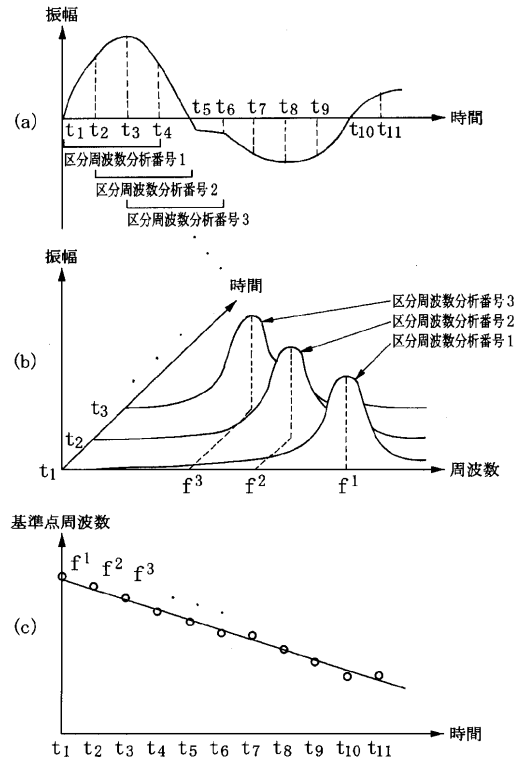
【図12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 白井 隆三郎  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 大和田 有軌

(56)参考文献 特開平06-201816(JP,A)  
特開平07-280923(JP,A)  
特開平10-090399(JP,A)  
特開平07-092257(JP,A)  
特開2000-171549(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01S 7/00- 7/42  
G01S13/00-13/95