

(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2014-32080
(P2014-32080A)

(43) 公開日 平成26年2月20日(2014.2.20)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
GO1S 3/86 (2006.01) GO1S 3/86 5J083
GO1S 7/526 (2006.01) GO1S 7/526 M

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-172194 (P2012-172194)
 (22) 出願日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(71) 出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100109313
 弁理士 机 昌彦
 (74) 代理人 100124154
 弁理士 下坂 直樹
 (72) 発明者 齊藤 亮平
 東京都港区芝五丁目7番1号
 日本電気株式会社内
 (72) 発明者 今泉 万寿美
 東京都港区芝五丁目7番1号
 日本電気株式会社内

最終頁に続く

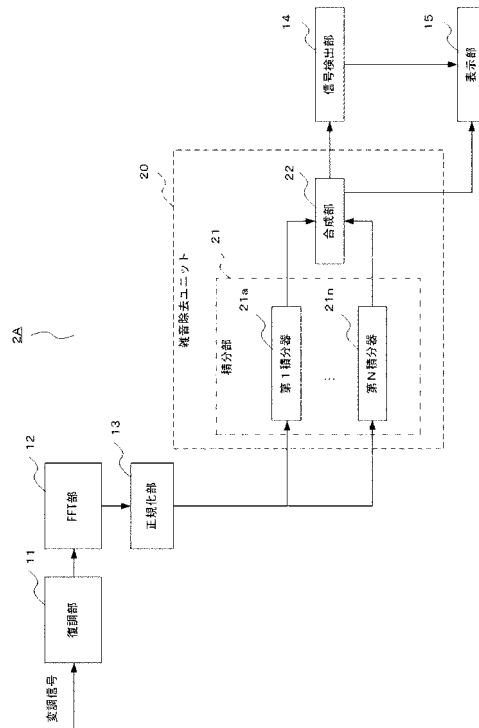
(54) 【発明の名称】 アクティブソナー装置、アクティブソナー信号処理方法、及び、その信号処理プログラム

(57) 【要約】

【課題】 複数の周波数からなる雑音であっても、この雑音を効率よく抑圧して目標物の検出精度を向上させる。

【解決手段】 受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、これをFFT信号として出力するFFT部と、FFT信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化部と、正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化処理された信号を合成することにより、反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去ユニットと、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音波を放射し、その反射音から目標物を検出するアクティブソナー装置であって、
受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、
これを FFT 信号として出力する FFT 部と、
前記 FFT 信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化部と、
前記正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化処理された信号を合成することにより、前記反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去ユニットと、
を備えることを特徴とするアクティブソナー装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアクティブソナー装置であって、
前記雑音除去ユニットは、複数の積分器により形成された積分部と、
複数の前記積分器の出力を合成する合成部と、を備え、
複数の前記積分器は、それぞれ異なる積分時定数で前記正規化信号を積分することを特徴とするアクティブソナー装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のアクティブソナー装置であって、
複数の前記積分器の積分時定数は、それぞれ逓倍関係をなすことを特徴とするアクティブソナー装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載のアクティブソナー装置であって、
前記目標物検出のための音波が放射されていないときに受信した音波の周波数特性を前記正規化信号から算出する周波数算出部と、
前記周波数算出部で算出された周波数特性から前記積分時定数を算出して、前記積分器に出力するパラメータ算出部と、を備えることを特徴とするアクティブソナー装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のアクティブソナー装置であって、
前記雑音除去ユニットは、放射した音波の周波数が時間と共に変化する場合に、その反射音に対応した前記正規化信号に対し、時間方向に平滑化処理を行う PDPC 部と、
所定のマスクを用いて前記反射音に対応した前記正規化信号に対して平滑化処理を行うメディアン部と、
前記 PDPC 部からの出力と、前記メディアン部からの出力とを合成して前記雑音が抑制された画像を出力する合成部と、
を備えることを特徴とするアクティブソナー装置。

30

【請求項 6】

請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のアクティブソナー装置であって、
前記合成部から出力された信号に対して閾値処理を行うことにより目標物のデータを抽出する信号検出部を備えることを特徴とするアクティブソナー装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のアクティブソナー装置であって、
前記合成部からの合成信号に基づく画像を表示すると共に、当該画像に前記信号検出部で検出した目標物を抽出してなる検出信号に基づく画像を重ねて表示する表示部を備えることを特徴とするアクティブソナー装置。

40

【請求項 8】

音波を放射し、その反射音から目標物を検出するアクティブソナー信号処理方法であって、
受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、
これを FFT 信号として出力する FFT 手順と、
前記 FFT 信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化手順と、

50

前記正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化処理された信号を合成することにより、前記反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去手順と、

を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のアクティブソナー信号処理方法であって、

前記雑音除去手順は、積分時間の異なる複数の積分手順と、

複数の前記積分手順により得られた信号を合成する合成手順と、を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のアクティブソナー信号処理方法であって、

複数の前記積分手順における積分時定数は、それぞれ逡倍関係をなすことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載のアクティブソナー信号処理方法であって、

前記目標物検出のための音波が放射されていないときに受信した音波の周波数特性を前記正規化信号から算出する周波数算出手順と、

前記周波数算出手順で算出された周波数特性から前記積分時定数を算出して、前記積分手順における前記積分時定数とするパラメータ算出手順と、を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 12】

請求項 8 に記載のアクティブソナー信号処理方法であって、

前記雑音除去手順は、放射した音波の周波数が時間と共に変化する場合に、その反射音に対応した前記正規化信号に対し、時間方向に平滑化処理を行う P D P C 手順と、

所定のマスクを用いて前記反射音に対応した前記正規化信号に対して平滑化処理を行うメディアン手順と、

前記 P D P C 手順からの出力と、前記メディアン手順からの出力とを合成して前記雑音抑制された画像を出力する合成手順と、

を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 13】

請求項 9 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のアクティブソナー信号処理方法であって、

前記合成手順から出力された信号に対して閾値処理を行うことにより目標物のデータを抽出する信号検出手順を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のアクティブソナー信号処理方法であって、

前記合成手順からの合成信号に基づく画像を表示すると共に、当該画像に前記信号検出手順で検出した目標物を抽出してなる検出信号に基づく画像を重ねて表示する表示手順を含む

ことを特徴とするアクティブソナー信号処理方法。

【請求項 15】

音波を放射し、その反射音から目標物を検出するアクティブソナー信号処理プログラムであって、

受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、これを F F T 信号として出力する F F T ステップと、

前記 F F T 信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化ステップと、

前記正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化処理された信号を合成することにより、前記反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去ステップと、

を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理プログラム。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

請求項 15 に記載のアクティブソナー信号処理プログラムであって、
前記雑音除去ステップは、積分時間の異なる複数の積分ステップと、
複数の前記積分ステップにより得られた信号を合成する合成ステップと、を含むことを
特徴とするアクティブソナー信号処理プログラム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載のアクティブソナー信号処理プログラムであって、
複数の前記積分ステップにおける積分時定数は、それぞれ逡倍関係をなすことを特徴と
するアクティブソナー信号処理プログラム。

【請求項 18】

請求項 16 又は 17 に記載のアクティブソナー信号処理プログラムであって、
前記目標物検出のための音波が放射されていないときに受信した音波の周波数特性を前
記正規化信号から算出する周波数算出ステップと、
前記周波数算出ステップで算出された周波数特性から前記積分時定数を算出して、前記
積分ステップにおける前記積分時定数とするパラメータ算出ステップと、を含むことを特
徴とするアクティブソナー信号処理プログラム。

【請求項 19】

請求項 15 に記載のアクティブソナー信号処理プログラムであって、
前記雑音除去ステップは、放射した音波の周波数が時間と共に変化する場合に、その反
射音に対応した前記正規化信号に対し、時間方向に平滑化処理を行う P D P C ステップと
、

所定のマスクを用いて前記反射音に対応した前記正規化信号に対して平滑化処理を行う
メディアンスステップと、

前記 P D P C ステップからの出力と、前記メディアンスステップからの出力とを合成して
前記雑音が抑制された画像を出力する合成ステップと、

を含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理プログラム。

【請求項 20】

請求項 16 乃至 19 のいずれか 1 項に記載のアクティブソナー信号処理プログラムで
あって、

前記合成ステップから出力された信号に対して閾値処理を行うことにより目標物のデー
タを抽出する信号検出ステップを含むことを特徴とするアクティブソナー信号処理プロ
グラム。

【請求項 21】

請求項 20 に記載のアクティブソナー信号処理プログラムであって、

前記合成ステップからの合成信号に基づく画像を表示すると共に、当該画像に前記信号
検出ステップで検出した目標物を抽出してなる検出信号に基づく画像を重ねて表示する表
示ステップを含む

ことを特徴とするアクティブソナー信号処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクティブソナー装置、アクティブソナー信号処理方法、及び、その信
号処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、アクティブソナーは、海中に音波を放射して、目標物からの反射音を検出す
る。そして、放射音と反射音との時間差や反射音の検出方位から目標物の位置や距離を測
定している。しかし、受信した音には、反射音の他に波等による雑音が含まれているため
、高精度に目標物を検出することが困難である。そこで、検出精度を向上させるための種
々の提案がなされている。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、特開 2004 - 118108 号公報には、ブロードバンド信号も検出可能にするための提案が開示されている。即ち、音響信号データを FFT 処理することにより周波数毎に時間積分を行い、所定の周波数区間長の局所平均値を求める。そして、周波数の振幅レベルを局所平均値で除算して局所的な正規化を行う。その後、予め設定した周波数幅を平均区間長として局所平均値を求めて、その周波数の振幅レベル値を局所平均値で置き換えることにより、雑音の除去を行っている

また、特開 2005 - 351721 号公報には、方位毎に指向性合成されたビームのグラムデータを 1 チャンネル分に圧縮することにより、指向性合成処理の処理利得を損なわないうで信号表示する提案が開示されている。即ち、複数の指向性ビームの形成、周波数分析を行い、その後に雑音の平均レベルを計算して正規化を行う。そして、正規化された信号に対して積分を行うことにより雑音の変動を抑制している。

10

【0004】

さらに、特開 2009 - 253911 号公報には、精度の高いキャリアセンスを行うための提案が開示されている。即ち、入力信号に対してフーリエ変換、積分期間内でのパワー演算を行って雑音の抑圧された正規化自己相関値を算出する。そして、正規化自己相関値の大きさが閾値よりも大きいかなにかに応じて所望の周波数ビンに狭帯域信号が含まれるかなかを判断する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 118108 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 351721 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 253911 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した各特許文献にかかる提案では、雑音を十分に抑圧することが困難であった。例えば、特開 2004 - 118108 号公報においては、音響信号データを FFT 処理することにより周波数毎に時間積分を行っているが、その際の積分時定数は、固定であるため雑音の周波数に対応していない場合があった。即ち、雑音の音源を波と考えた場合、波には大きく波打つ波と砕ける波とが存在する。即ち、波の周波数は、単一周波数ではない。従って、周波数毎に時間積分を行っても、その積分時定数が固定の場合には、十分な雑音抑制が行えない。

30

【0007】

そこで、本発明の主目的は、複数の周波数からなる雑音であっても、この雑音を効率よく抑圧して目標物の検出精度を向上させたアクティブソナー装置、アクティブソナー信号処理方法、及び、その信号処理プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、音波を放射し、その反射音から目標物を検出するアクティブソナー装置は、受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、これを FFT 信号として出力する FFT 部と、FFT 信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化部と、正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化処理された信号を合成することにより、反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去ユニットと、を備えることを特徴とする。

40

【0009】

また、音波を放射し、その反射音から目標物を検出するアクティブソナー信号処理方法は、受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、これを FFT 信号として出力する FFT 手順と、FFT 信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化手順と、正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化

50

処理された信号を合成することにより、反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去手順と、を含むことを特徴とする。

【0010】

さらに、音波を放射し、その反射音から目標物を検出するアクティブソナー信号処理プログラムは、受信した音波に対して高速フーリエ変換を行うことにより周波数スペクトルを導出し、これをFFT信号として出力するFFTステップと、FFT信号を正規化して、正規化信号として出力する正規化ステップと、正規化信号に対して複数の平滑化処理を施し、各平滑化処理された信号を合成することにより、反射音と共に受信された雑音を抑圧した合成信号を出力する雑音除去ステップと、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明によれば、複数の周波数からなる雑音であっても、周波数に応じた積分時定数で積分し、これを合成するため、雑音を効率よく抑圧することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるアクティブソナー装置のブロック図である。

【図2】第1実施形態のアクティブソナー装置にかかる信号処理手順を示すフローチャートである。

【図3】第1実施形態のアクティブソナー装置にかかる処理段階における画像を示した図で、(a)は正規化信号による画像、(b)は3セルで移動平均した積分画像、(c)は20セルで移動平均した積分画像、(d)は(b)と(c)との合成画像である。

20

【図4】本発明の第2実施形態にかかるアクティブソナー装置のブロック図である。

【図5】第2実施形態のアクティブソナー装置における信号処理手順を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第3実施形態にかかるアクティブソナー装置のブロック図である。

【図7】第3実施形態のアクティブソナー装置にかかる処理段階における画像を示した図で、(a)は正規化信号を画像表示した図、(b)は正規化信号に対してPDPC(Post Detection Pulsed Compression)処理を施した画像、(c)は正規化信号に対してメディアン処理を施した画像、(d)はPDPC処理による画像とメディアン処理による画像とを合成した画像である。

30

【発明を実施するための形態】

【0013】

<第1実施形態>

本発明の第1実施形態を説明する。図1は、本実施形態にかかるアクティブソナー装置2Aのブロック図である。アクティブソナー装置2Aは、復調部11、FFT部12、正規化部13、雑音除去ユニット20、信号検出部14、表示部15を備える。

【0014】

アクティブソナー装置2Aは、探知音を放射し、その反射音を受信する。そして、復調部11は、受信された反射音のアナログ信号をデジタル信号に変換(A/D変換)する。なお、探知音は、種々の方式で放射できる。本実施形態では、探知音の周波数が一定であるPCW(Pulsed Continuous Wave)を例に説明する。

40

【0015】

FFT部12は、A/D変換された信号に対してFFT処理を行う。このFFT処理は、信号を所定の時間窓で切り取り、切り取った時間毎の音響信号データを高速フーリエ変換し、周波数スペクトルを導出する処理である。

【0016】

正規化部13は、FFT処理された信号の正規化を行い、これを正規化信号として出力する。この正規化方法としては公知の方法が適用できる。例えば、各周波数において、予め設定した周波数区間長での局所平均を求め、その平均値で、その周波数の振幅レベルを除算することにより局所的な正規化を行う。そして、このような局所的な正規化を全ての

50

周波数について順次実施する。

【0017】

雑音除去ユニット20は、積分部21と、合成部22とを備える。積分部21は、第1積分器21a～第N積分器21nを含んで、正規化信号をそれぞれ異なる積分時定数で積分する。ここでNは、2以上の正の整数である。

【0018】

なお、積分時定数として、例えば第1積分器21aの積分時定数 t を $t = t_1$ としたとき、第 k 積分器の積分時定数 t_k を $t_k = t_1 / k$ とする方法が可能である。ここで k は、 $1 < k < N$ を満たす正の整数である。このとき、第1積分器21aの積分時定数 t は、雑音の一般的な周波数に基づき設定することが好ましい。

10

【0019】

合成部22は、各積分器21からの積分信号を合成して、合成画像データを作成する。

【0020】

次に、このようなアクティブソナー装置2Aにおける信号処理手順を説明する。図2は、信号処理手順を示したフローチャートである。

【0021】

ステップSA1： 受信信号は、復調部11、FFT部12を経て正規化部13に入力する。そして、正規化部13で正規化される。

【0022】

ステップSA2, SA3： 正規化部13の正規化処理により取得された正規化信号は、第1積分器21a～第N積分器21nに入力する。これにより、各積分器は、予め設定されたそれぞれ異なる積分時定数で積分する。

20

【0023】

なお、それぞれ異なる積分時定数で積分する理由は、以下の通りである。即ち、反射音に含まれる波音等の雑音パワーは、レーレー(Rayleigh)分布を持ち、その継続時間は短い。これに対し、目標物から反射音のパワーは、同じレベルで一定時間継続することが多い。なお、継続時間の長短は、目標物からの反射音と雑音との間で意味を持つ相対的な値である。そこで、雑音の継続時間に対応する時間を積分時定数として用いる。積分処理は、平滑化処理に類似した処理であるため、雑音の継続時間に基づき設定した積分時定数を用いることにより、雑音を効率よく抑圧することができる。

30

【0024】

そして、各積分器は、同期して出力するとは限らないので、全ての積分器が積分処理を終了するまでタイミング待ちをする。

【0025】

ステップSA4： 第1積分器21a～第N積分器21nからの出力が、合成部22で合成される。第1積分器21a～第N積分器21nからの出力は、雑音が抑圧されている。従って、このような信号を合成して得られた合成信号は、雑音の信号(継続時間の短い信号)が抑圧され、かつ、目標物による反射音の信号(継続時間の長い信号)が強調された信号となる。

【0026】

ステップSA5： 次に、合成信号に対して、閾値処理が行なわれる。この閾値処理は、予め設定された閾値を超えるレベルの信号を抽出する処理である。目標物による反射音の信号(継続時間の長い信号)が強調されているので、目標を示す信号の抽出が容易に行えるようになる。

40

【0027】

ステップSA6： 以上により表示部15には合成部22からの合成信号と、信号検出部14からの検出信号とが入力する。表示部15は、合成信号による画像(以下、基本画像と記載する)を表示すると共に、この基本画像に検出信号により検出画像を重ねて表示する。無論、検出画像を重ねないで、文字情報、数値情報、マーク等により表示することも可能である。

50

【0028】

図3は、各処理段階における画像を示した図で、図3(a)は正規化信号による画像(原画像)、図3(b)は3セルで移動平均した積分画像、図3(c)は20セルで移動平均した積分画像である。また、図3(d)は、図3(b)と図3(c)との合成画像である。なお、各図において、横軸は時間、縦軸は周波数を示している。また、図3において黒色のデータは、目標物の反射音又は雑音によるデータを示している。そして、図3において点線で囲まれた領域には目標物のデータが含まれている。

【0029】

図3から積分時定数(移動平均のセル数)の増大に伴い画像密度は小さくなる反面、各データは時間方向に流れる傾向にあることが理解できる。画像密度が小さくなった理由は、雑音が抑圧されたためである。また、時間方向に流れた画像となったのは、時間方向に信号がボケためである。しかしながら、目標物のデータは少なくとも、20セルで移動平均しても抑圧されずに残っている。

10

【0030】

図3(d)は、図3(b)と図3(c)との画像を合成し、その結果から閾値処理を行った際の画像である。雑音は合成処理により除去される。従って、合成画像に対して閾値処理を行うと、目標物からの信号が抽出されると共に、そのボケが除去されことになる。

【0031】

以上説明したように、雑音を含む信号(正規化信号)を積分時定数の異なる複数の積分器で積分し、合成することにより、雑音が抑圧され、かつ、目標物の信号が強調された画像を得ることができる。従って、目標物の識別性が向上して、信頼性の高いアクティブソナー装置が提供できるようになる。

20

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態を説明する。なお、第1実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

【0032】

第1の実施形態においては、各積分器の積分時定数は予め設定されていた。これに対し、本実施形態においては、積分時定数を自動検出して設定する。

【0033】

図4は、本実施形態にかかるアクティブソナー装置2Bのブロック図である。本実施形態にかかるアクティブソナー装置2Bは、第1実施形態にかかるアクティブソナー装置2Aに対してパラメータ算出ユニット30が追設されている。そして、このパラメータ算出ユニット30により積分時定数を自動検出して設定する。

30

【0034】

パラメータ算出ユニット30は、周波数算出部31、パラメータ算出部32を備える。アクティブソナー装置が受信する音波は、放射した音波が目標物により反射された反射音、波等のように自分で音を発生する物体からの音が含まれる。波音は、目標物検出の観点から雑音となる。

【0035】

そこで、本実施形態においては、目標物の検出のための音波を放射しない状態で受信した音から雑音の積分時定数を算出する。このため、周波数算出部31において雑音の周波数特性を取得し、パラメータ算出部32で取得した周波数特性から積分時定数を算出する。

40

【0036】

図5は、このようなアクティブソナー装置2Bの信号処理手順を示したフローチャートである。なお、図2に示した信号手順に対して、ステップSB2の変動周波数算出処理、ステップSB3のパラメータ算出処理が追加されている。即ち、ステップSB1はステップSA1に相当し、ステップSB4~ステップSB8は、ステップSA2~ステップSA6に相当している。そこで、相当するステップについては、説明を省略する。

【0037】

50

ステップS B 2 : 周波数算出部 3 1 は、正規化信号から信号レベルの変動周波数を算出する。正規化信号を画像表示すると、例えば図 3 (a) に示したように、白黒斑点模様の画像となる。なお、白黒の色は、表示の都合によるものであるが、一方が他方に対して優位のデータ (検出データ) であることを意味している。図 3 においては、黒表示されたデータが優位のデータである。以下、黒表示されたデータを優位データと記載する。

【 0 0 3 8 】

そして、継続時間の長い優位データは雑音や目標物による信号を示し、継続時間の短い優位データは雑音による信号を示している。しかし、目標検出のための音波を放射していないときに受信された音波の正規化信号は、図 3 (a) に類似した画像となる。このことは、雑音といっても、継続時間がまちまちであることを意味している。そこで、周波数算出部 3 1 は、周波数毎に優位データの継続時間を計測する。

10

【 0 0 3 9 】

ステップS B 3 : パラメータ算出部 3 2 は、周波数毎の継続時間から積分時定数を設定して、積分部 2 1 に出力する。

【 0 0 4 0 】

なお、上記説明では、目標検出のための音波を放射しない状態で受信された音波から積分時定数を求めた。しかし、本実施形態はかかる構成に限定するものではない。例えば、周波数算出部 3 1 で計測した優位データの継続時間に、時間長さの異なる複数の計測時間が存在する場合、最適な継続時間を設定するために、表示処理結果に基づき継続時間 (積分時定数) が変更できるようにしても良い。

20

【 0 0 4 1 】

この場合、最適な継続時間であるか否かの判断は、ユーザが検出信号に基づく表示画像を見て判断してもよいが、例えば最も長い継続時間に対応した画像 (目標物のデータ) の輝度が最大になるように、周波数算出部 3 1 で計測した優位データの継続時間を選択しても良い。

【 0 0 4 2 】

以上説明したように、複数の積分器で用いる積分時定数を自動で検出して設定するので、効率よく雑音の抑圧が行えるようになる。従って、目標物の識別性が向上して、信頼性の高いアクティブソナー装置が提供できるようになる。

< 第 3 実施形態 >

30

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。なお、第 1 実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、本実施形態にかかるアクティブソナー装置 2 C のブロック図である。アクティブソナー装置 2 C は、復調部 1 1、FFT 部 1 2、雑音除去ユニット 4 0、信号検出部 1 4、表示部 1 5 を備える。また、雑音除去ユニット 4 0 は、PDPC 部 4 1、メディアン部 4 2、合成部 4 3 を含んでいる。PDPC 部 4 1 及びメディアン部 4 2 は共に平滑化処理を行う。

【 0 0 4 4 】

これまでの実施形態においては、キャリアは PCW (Pulsed Continuous Wave) 変調されている場合について説明した。これに対して、本実施形態は LFM (Linear Frequency Modulation) 変調されている場合について説明する。なお、LFM 変調は、周波数が時間と共に直線状に変化する変調方式である。

40

【 0 0 4 5 】

LFM 変調して放射された音波の反射音に基づく画像は、図 7 (a) に示すように斜め方向 (時間方向) に流れたようになる。なお、図 7 (a) は、正規化信号を画像表示した図 (原画像) である。また、図 7 (b) は正規化信号に対して PDPC 部 4 1 による PDPC 処理を施した信号を画像表示した図であり、図 7 (c) は正規化信号に対してメディアン部 4 2 によるメディアン処理を施した信号を画像表示した図である。さらに、図 7 (

50

d) は、P D P C 処理による画像 (図 7 (b)) と、メディアン処理による画像 (図 7 (c)) とを合成した画像である。なお、図 7 (a) ~ 図 7 (d) において、点線で囲んだ領域が胡麻塩状の雑音に対応している。

【 0 0 4 6 】

このように正規化信号の画像は斜めに流れたような特性を持つので、平滑化処理はこの特性を埋れさせない処理であることが望まれる。そこで、本実施形態においては、雑音除去ユニット 4 0 を P D P C 部 4 1 とメディアン部 4 2 とで構成している。

【 0 0 4 7 】

P D P C 部 4 1 は、正規化信号に対して斜め方向に平滑化する処理 (P D P C 処理) を行う。しかし、P D P C 処理を行うと、画素のエッジにボケが生じると共に、原画像に含まれる胡麻塩状の雑音も斜め方向に引き伸ばされてしまい、雑音か否かの判断が困難となる。

【 0 0 4 8 】

一方、メディアン部 4 2 は、斜めのマスクを用い、このマスク内における真ん中の画素の濃度を当該マスク内の全体の画素とすることにより平滑化を行う処理 (メディアン処理) を行う。このメディアン処理の場合には、エッジのボケは発生せず、かつ、マスクサイズを適正に選択することで、胡麻塩雑音も除去できる。しかし、P D P C 処理と同様に、画像が斜め方向に引き伸ばされてしまう。

【 0 0 4 9 】

ところが、P D P C 処理により得られる画像と、メディアン処理により得られる画像とは、輝度の高い領域で違いが生じる。P D P C 処理及びメディアン処理とでは、目標物からの反射音に基づく正規化信号に対応した画像の輝度は大きい、雑音に対応した画素の輝度は大きく異なる。即ち、P D P C 処理とメディアン処理とによる画像の大きな相違点は、画像の輝度であり、輝度が大きく異なる領域が雑音を示している。

【 0 0 5 0 】

そこで、本実施形態では、合成部 4 3 により P D P C 処理により得られる画像と、メディアン処理により得られる画像とを合成して、雑音による映像を除去している (図 7 (d) 参照) 。

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、放射する音波の周波数が時間と共に変化する場合であっても、効率よく雑音を除去することが可能になる。従って、目標物の識別性が向上して、信頼性の高いアクティブソナー装置が提供できるようになる。

【 0 0 5 2 】

なお、上述した各実施形態にかかる信号処理方法をコンピュータが処理できるプログラムにコーディングすることは可能である。この場合、当該プログラムを情報記録媒体に記録して頒布し、またコンピュータにインストールすることが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

2 A ~ 2 C アクティブソナー装置

1 1 復調部

1 3 正規化部

1 4 信号検出部

1 5 表示部

2 0、4 0 雑音除去ユニット

2 1 積分部

2 1 a ~ 2 1 n 積分器

2 2、4 3 合成部

3 0 パラメータ算出ユニット

3 1 周波数算出部

3 2 パラメータ算出部

10

20

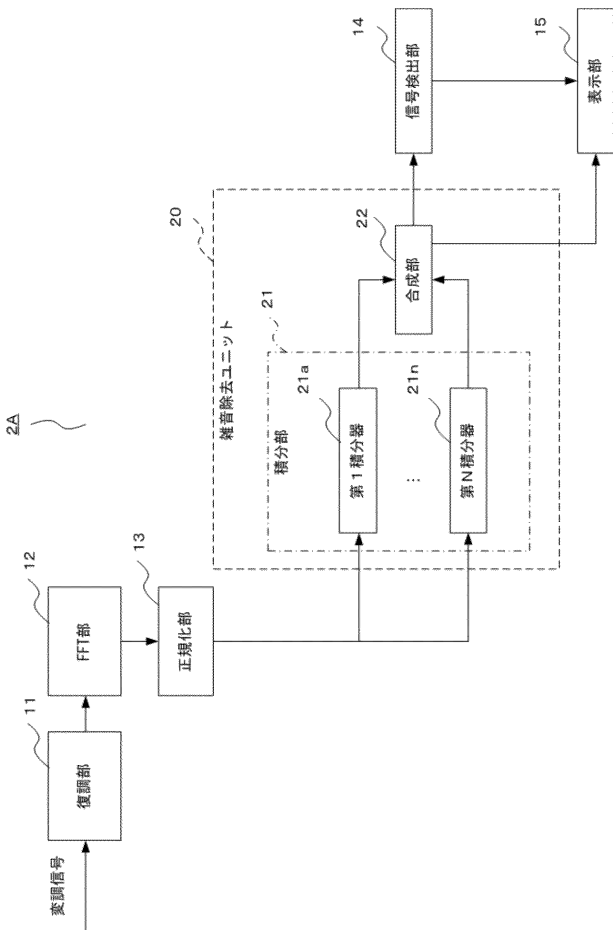
30

40

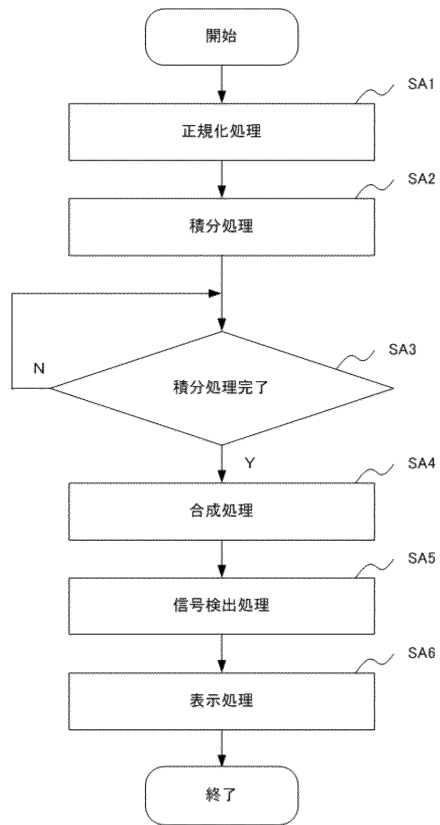
50

- 4 1 P D P C 部
- 4 2 メディアン部

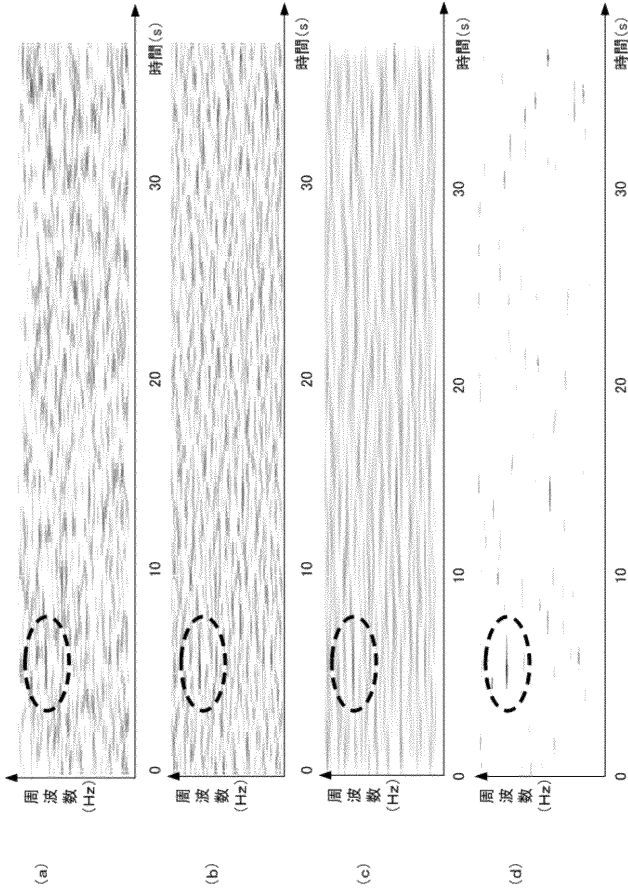
【図 1】



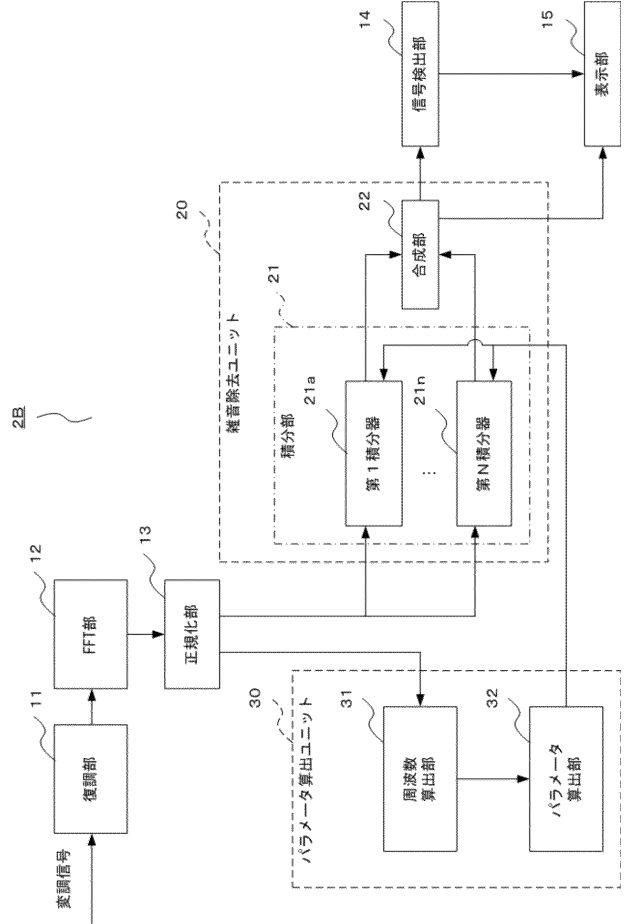
【図 2】



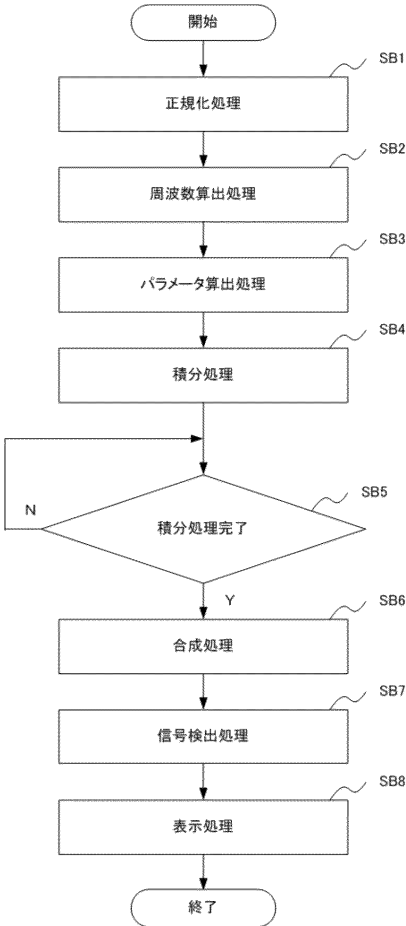
【図3】



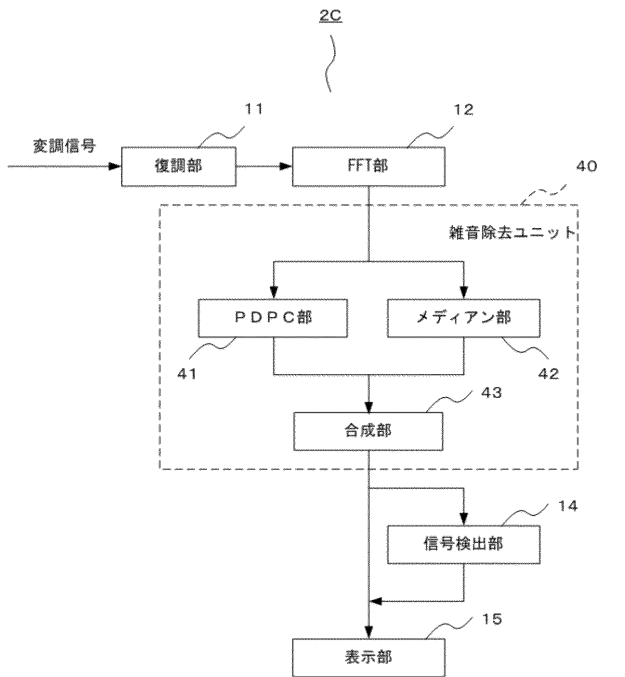
【図4】



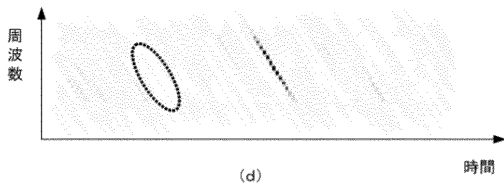
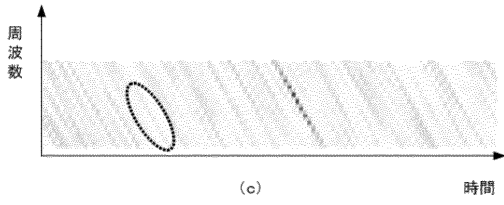
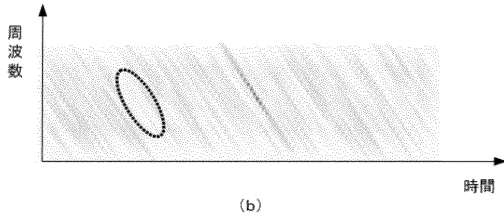
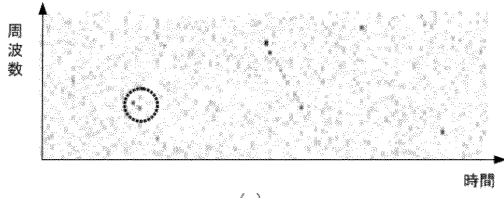
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 光二

東京都港区芝五丁目7番1号

日本電気株式会社内

Fターム(参考) 5J083 AA01 AC18 BA03 BE06 BE14 BE21 BE43