

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6444319号  
(P6444319)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 S	7/62	(2006.01)	GO 1 S	7/62	A
GO 1 S	15/96	(2006.01)	GO 1 S	15/96	
GO 1 S	15/89	(2006.01)	GO 1 S	15/89	A
GO 1 S	15/42	(2006.01)	GO 1 S	15/42	
GO 1 S	15/93	(2006.01)	GO 1 S	15/93	

請求項の数 17 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2015-557157 (P2015-557157)  
 (86) (22) 出願日 平成26年2月10日 (2014.2.10)  
 (65) 公表番号 特表2016-510106 (P2016-510106A)  
 (43) 公表日 平成28年4月4日 (2016.4.4)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/015558  
 (87) 国際公開番号 W02014/126847  
 (87) 国際公開日 平成26年8月21日 (2014.8.21)  
 審査請求日 平成29年2月2日 (2017.2.2)  
 (31) 優先権主張番号 61/764,163  
 (32) 優先日 平成25年2月13日 (2013.2.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 515220476  
 ファーサウンダー、 インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 ロードアイランド 02  
 888, ワーウィック, ラバン アベ  
 ニュー 151  
 (74) 代理人 100078282  
 弁理士 山本 秀策  
 (74) 代理人 100113413  
 弁理士 森下 夏樹  
 (74) 代理人 100181674  
 弁理士 飯田 貴敏  
 (74) 代理人 100181641  
 弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 統合されたソナーデバイスおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ソナーシステムであって、前記ソナーシステムは、  
 ボートの船体上に装着するために構成された変換器モジュールと、  
 前記変換器モジュールによって格納された前方視ソナーサブシステムと、  
 前記変換器モジュールによって格納された第2のソナーサブシステムであって、前方以  
 外の方向において音波画像を取得するように動作可能な第2のソナーサブシステムと、  
 前記前方視ソナーサブシステムおよび前記第2のソナーサブシステムに動作可能に結合  
 された処理モジュールであって、前記処理モジュールは、前記前方視ソナーサブシステム  
 によって検出された標的と、前記第2のソナーサブシステムによって取得された前記音波  
 画像とを相関させるように動作可能である、処理モジュールと、

前記処理モジュールに接続されたディスプレイモジュールであって、前記前方視ソナー  
 サブシステムおよび前記第2のソナーサブシステムによって収集される情報を含む図画を  
 表示するように動作可能なディスプレイモジュールと  
 を備える、ソナーシステム。

【請求項 2】

前記第2のソナーサブシステムは、側方走査ソナーサブシステムであり、前記ソナーシ  
 ステムは、前記変換器モジュール内に格納された音響測深機サブシステムをさらに備える  
 、請求項1に記載のソナーシステム。

【請求項 3】

10

20

相互に干渉することなく、前記前方視ソナーサブシステムと前記側方走査ソナーサブシステムと前記音響測深機サブシステムとを動作させるように構成されたサブシステムコントローラをさらに備える、請求項 2 に記載のソナーシステム。

【請求項 4】

前記サブシステムコントローラは、前記側方走査ソナーサブシステムによって使用される同一の信号の 2 つ以上の間で前記音響測深機サブシステムの伝送信号を切り替える、請求項 3 に記載のソナーシステム。

【請求項 5】

前記サブシステムコントローラは、前記側方走査ソナーサブシステムおよび前記音響測深機サブシステムの伝送信号と直交する前記前方視ソナーサブシステムの伝送信号を維持する、請求項 3 に記載のソナーシステム。

10

【請求項 6】

ロール、ピッチ、方位のうちの 1 つ以上を提供するためのセンサをさらに備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記処理モジュールは、

G P S ユニットからの地理的場所入力を受信することと、

前記地理的場所入力をを用いて、検出された標的の地理的場所を決定することと  
を行うように動作可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

20

前記処理モジュールは、場所センサの船舶場所に対するソナーセンサの船舶場所、固定座標系に対する前記ソナーシステムの配向、前記ソナーセンサに対する前記検出された標的の場所のうちの 1 つ以上を使用して、前記場所を決定する、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記処理モジュールは、場所センサからの入力と、ロール、ピッチ、方位センサからの入力とを用いて、船舶運動を補償するように動作可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記処理モジュールは、標的速度、標的移動方向、標的強度、標的形状、標的深度、標的重心のうちの 1 つ以上を含む、追跡された標的に関する特徴を抽出するように動作可能である、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 11】

前記処理モジュールは、検出された標的の場所を固定座標系に対して比較することによって、前方視システムによって検出された標的と前記側方走査ソナーサブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能である、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記処理モジュールは、前記音響測深機サブシステムのビーム範囲と、前記音響測深機サブシステムのビーム配向と、瞬時ロールおよびピッチとを測定可能なロールおよびピッチセンサによって測定された固定座標系への参照に基づいて、前記ボートの下方の深度を計算するように動作可能である、請求項 2 に記載のシステム。

40

【請求項 13】

前記処理モジュールは、測定された深度データを使用して、音速プロファイルに相当する音屈折率を計算するように動作可能であり、前記処理モジュールは、前記測定された屈折率を使用して、前方視標的測定値を補正するように動作可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記処理モジュールは、前記第 2 のソナーサブシステムによって検出された標的と前記前方視ソナーサブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能であり、前記ディスプレイモジュールは、前記相関された標的を強調する、請求項 1 に記載のシ

50

ステム。

【請求項 15】

前記ディスプレイモジュールは、側方走査ソナーデータに相関された前方視データから抽出された1つ以上の特徴に基づいて強調される側方走査ソナー標的を有する表示を提示するように動作可能である、請求項1に記載のシステム。

【請求項 16】

前記ディスプレイモジュールは、2つの区分を含む図画を表示し、

一方の区分は、前記**ボート**の直下から前記前方視**ソナー**サブシステムの最遠範囲までの前方の区域を表し、

他方の区分は、前記音響測深機**サブシステム**によって発生させられる単一ビームの時間履歴を表し、垂直軸は、前記**ボート**の下方の深度を表し、水平軸は、履歴時間を表す、請求項2に記載のシステム。

10

【請求項 17】

前記ディスプレイモジュールは、単一ビームに沿った時間履歴とともに、1つ以上の区分を含む図画を表示し、垂直軸は、船舶から前記**単一ビーム**の方向に沿った範囲を表し、水平軸は、履歴時間を表し、ユーザは、前記**前方視ソナーサブシステム**、**前記側方走査ソナーサブシステム**、**前記音響測深機サブシステム**のうちの1つ以上からの特定のビームを規定することができる、請求項2に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

(関連出願への相互参照)

本願は、米国仮特許出願第61/764,163号(2013年2月13日出願)の利益および優先権を主張し、その内容は、参照によって援用される。

【0002】

(発明の分野)

本発明は、概して、前方視センサと、下方視音響測深機、側方走査ソナー、または両方とを統合するボート用ソナーデバイスに関する。

【背景技術】

【0003】

30

(背景)

乗船者は、危険を通り抜けてそのボートを誘導するためにソナーに依拠する。海中の岩は、ボートを沈没させ得る。ボートが、浅水域で座礁する場合、乗船している人々は、立ち往生し得る。ソナーは、船を沈没および破壊することを意図する爆発機雷を検出するために使用される。ソナーはまた、海底マッピングならびに他の地理的および生物学的研究においても使用される。加えて、人々は、魚、沈没船、および他の着目特徴を探すためにもソナーを使用する。どの用途が最も重要であるかに応じて、乗船者は、そのボートに設置することを所望するソナーのタイプを選定する。

【0004】

例えば、典型的な下方視音響測深機は、ボートの船体の底部に装着され、狭音響ビームを使用して、海底を走査する。音が戻るまでの時間を計算することによって、音響測深機は、水の深度ならびに魚の存在および場所を明らかにすることができる。実際、多くの音響測深機は、魚群探知機として販売されている。

40

【0005】

しかしながら、誘導および危険回避が目標である場合、前方視ソナーが、使用される。前方視ソナーは、船舶の前方を走査する。これらのデバイスは、船舶の前方の海底および障害物を示す。いくつかの前方視デバイスを用いると、単一ピングによって、船舶の正面の区域の3次元マップを生成することができる。

【0006】

最大区域を探索するためには、側方走査ソナーが、使用される。その名が示唆するよう

50

に、側方撮像ユニットが、ボートの側面を走査し、ボートの側面から詳細な履歴図画を生成することができる。側方走査ソナーは、魚の発見または誘導には最適ではないが、その有効範囲の幅は、岩礁、沈没船、および魚が群集する傾向がある他の場所を見つけるために良好である。

#### 【 0 0 0 7 】

残念ながら、いったん乗船者が、音響測深機、前方視ソナー、または側方スキャナを使用することを決定すると、その1つの使用は、任意のその他を使用する能力を損なわせる。乗船者は、当然のことながら、そのボートの船体を通して付加的な孔をあけることに気が進まないだけでなく、ユニットの動作は、実際には、相互に干渉する。例えば、音響測深機からの音波信号は、側方スキャナからの信号と重複し、したがって、混濁する。したがって、乗船者が、魚群探知機を使用することを選定する場合、信号干渉による前方視ソナー内またはそこからの誤報がないかどうか確認しなければならず、これは、ソナーエンジニアではない通常のユーザにとって、非常に複雑なタスクである。

#### 【 発明の概要 】

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 0 8 】

##### ( 概要 )

本発明は、乗船者が、魚および海底上の他の特徴を見つけるためのソナーもまた使用しながら、信頼性のある誘導ツールを有することができるように、1つ以上の他のソナーデバイスと統合された方式で動作する前方視ソナーデバイスを含むソナーシステムを提供する。前方視ソナーは、前方の物体および海底の3次元音響読取を行う変換器アレイを含むことができる。音響データを処理する電子機器はまた、下方視ソナー、側方走査ソナー、または両方からのデータを処理することができ、情報を統合することにより拡張表示を提示し、ボートの正面、その周囲、その下方の海の内容および海底を明らかにすることができる。漁礁が、識別されることができ、一方、魚群および個々の魚さえ、追跡されることができ(1つのソナーユニット場から別のソナーユニット場に通過するだけでも)、全ての差し迫った危険は、検出および回避される。ソナー変換器は、単一エンクロージャである、変換器モジュール内に格納されることができ。変換器モジュールが、船体貫通型である場合でも、設置は、ポートへの変更は殆ど要求せず、簡単である。本発明のデバイスは、設置が容易であり、複数のソナーモダリティからの信号処理を統合するため、乗船者は、下方視能力、側方走査、または両方と完全に統合された真の3次元前方視ソナーを有することができる。

#### 【 0 0 0 9 】

ある側面では、本発明は、前方視ソナーサブシステムと、前方以外の方向において音波画像を取得するように構成された第2のソナーサブシステムとの両方を格納する、ボートの船体に装着されるように構成された変換器モジュールを含むソナーシステムを提供する。本システムはまた、前方視ソナーサブシステムおよび第2のソナーサブシステムに動作可能に結合される処理モジュールと、処理モジュールに接続され、前方視ソナーサブシステムおよび第2のソナーサブシステムによって収集される情報の統合されたビューを与える図画を表示するディスプレイモジュールとを含む。

#### 【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態では、第2のソナーサブシステムは、側方走査ソナーサブシステムであり、本システムはまた、変換器モジュール内に格納される音響測深機サブシステムをさらに含む。変換器モジュールは、ポート船体上に装着するために、船体貫通型の筐体として提供されることができ。

#### 【 0 0 1 1 】

前方視ソナーサブシステムは、3次元アレイを含んでもよい。処理モジュールは、ソナーの前方の前方視導出等深線を提供すること、ソナーの前方の前方視導出水中標的を提供すること、ソナーの側面の側方走査ソナー導出撮像を提供すること、ソナーの下方の音響測深機導出水底深度を提供すること、ソナーの下方の音響測深機導出水中標的検出を提供

すること、またはそれらの組み合わせを行うように動作されることができる。本システムは、加えて、随意に、変換器モジュールのロール、ピッチ、および方位測定値を提供可能な1つ以上のセンサを含んでもよい。処理モジュールは、ソナーデータの固定座標系処理のために、ロール、ピッチ、および方位測定値を使用することができる。

#### 【0012】

加えて、本システムは、随意に、相互に干渉せずに、前方視ソナーサブシステム、側方走査ソナーサブシステム、および音響測深機サブシステムを動作させるように構成されるサブシステムコントローラを含んでもよい。サブシステムコントローラは、所与の側方走査ソナー聴取周期の間、側方走査ソナーサブシステムのピングレートを最大限にし、音響測深機サブシステムの伝送と側方走査サブシステムの伝送を同期させ、側方走査サブシステムの伝送信号を1つ以上の直交信号間で切り替え、音響測深機サブシステムの伝送信号を側方走査ソナーサブシステムによって使用される同一の信号の2つ以上間で切り替え、音響測深機サブシステムの伝送信号を側方走査ソナーサブシステムの伝送信号に直交するように維持し、所与の聴取周期の間、前方視サブシステムのピングレートを最大限にし、側方走査および音響測深機サブシステムの伝送信号と直交する前方視サブシステムの伝送信号を提供する等の機能、他の機能、またはそれらの組み合わせを行うことができる。

#### 【0013】

いくつかの実施形態では、側方走査サブシステムおよび音響測深機サブシステムの伝送信号は、チャープ信号であり、チャープ信号は、同一の周波数帯域内のアップチャープとダウンチャープとの間で切り替わる。前方視ソナーサブシステムの伝送信号は、2つ以上の直交信号間で切り替わってもよい。前方視ソナーサブシステムの伝送信号は、同一の周波数帯域内のアップチャープとダウンチャープとの間で切り替わるチャープ信号であることができる。

#### 【0014】

本システムはさらに、ロール、ピッチ、および方位のうちの1つ以上を提供するためのセンサ、船舶上に装着されている間、変換器モジュールの静的配向を測定するためのデバイス、または両方を含んでもよい。好ましくは、処理モジュールは、ソナーシステムの直下の深度を測定すること、またはソナーシステムの前方の複数の深度を測定することさえ行うように動作可能である。いくつかの実施形態では、処理モジュールは、測定された深度データを使用して、音速プロファイルに相当する音屈折率を計算する（かつ、例えば、測定された屈折率を有形の非一過性メモリ内に記憶する）ように動作可能である。本システムは、測定された屈折率を使用して、前方視標的測定値を補正することができる。

#### 【0015】

ある実施形態では、本システムは、前方視ソナーサブシステム、音響測深機サブシステム、または両方を使用して、近距離深度を測定する。音響測深機サブシステムは、下方視マルチビームを含んでもよい。

#### 【0016】

いくつかの実施形態では、処理モジュールは、GPSユニットから地理的場所入力を受信し、地理的場所入力を用いて、検出された標的の地理的場所を決定するように動作可能である。処理モジュールは、場所センサの船舶場所に対するソナーセンサの船舶場所、固定座標系に対するシステムの配向、およびソナーセンサに対する検出された標的の場所のうちの1つ以上を使用して、場所を決定する。さらに、処理モジュールは、地理的基準場所に対して検出された標的場所を比較することによって、前方視ソナーサブシステムを使用して検出された標的と、側方走査ソナーサブシステムによって検出された標的とを相関させることができる。処理モジュールは、側方走査サブシステムからのデータを処理するために使用される自動検出アルゴリズムへの入力として、前方視ソナーサブシステムによって検出された標的の場所を使用するように動作可能であってもよい。

#### 【0017】

いくつかの実施形態では、処理モジュールは、側方走査サブシステムによって検出された標的と、前方視サブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能で

10

20

30

40

50

ある。ディスプレイモジュールは、相関された標的を強調する。本システムは、場所センサからの入力と、ロール、ピッチ、および方位センサからの入力とを用いて、船舶運動を補償する。加えて、本システムは、複数の伝送を横断して、前方視サブシステムからのデータからの標的を自動的に検出および追跡する。

【 0 0 1 8 】

好ましくは、処理モジュールは、標的速度、標的移動方向、標的強度、標的形状、標的深度、および標的重心のうちの1つ以上を含む、追跡された標的に関する特徴を抽出するように動作可能である。処理モジュールは、固定座標系に対する検出された標的場所を比較することによって、前方視システムによって検出された標的と側方走査ソナーサブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能である。ディスプレイモジュールは、側方走査ソナーデータに相関された前方視データから抽出された1つ以上の特徴に基づいて強調される側方走査ソナー標的を有する表示を示す。側方走査ソナー標的を強調するために使用される特徴は、標的速度であることができる。

10

【 0 0 1 9 】

処理モジュールは、随意に、音響測深機サブシステムのビーム範囲、音響測深機サブシステムのビーム配向、ならびに瞬時ロールおよびピッチを測定可能なロールおよびピッチセンサによって測定された固定座標系への参照に基づいて、船舶の下方の深度を計算することができる。

【 0 0 2 0 】

処理モジュールは、音響測深機サブシステムを使用して、かつ瞬時ロールおよびピッチを測定可能なロールおよびピッチセンサによって測定された固定座標系を参照して、船舶の側面から離れたところにある海底表面をモデル化することができる。

20

【 0 0 2 1 】

好ましくは、音響測深機変換器は、一次サイドローブが、側方走査サブシステムおよび前方視ソナーサブシステムのメインローブおよび一次サイドローブの外側にあるように、成形および配向される。

【 0 0 2 2 】

物理的構築のために、前方視サブシステムは、圧電受信器要素、P V D F材料、または両方を使用してもよい。本システムは、アレイアセンブリ内に内蔵され、P V D Fと前置増幅器との間の容量損失による信号損失を最小限にするように動作可能である前置増幅器電子機器を有してもよい。本システムは、船舶場所を示す地理的場所データを提供するためのユニットを含んでもよい。

30

【 0 0 2 3 】

処理モジュールによる統合は、側方走査サブシステムからのデータのモザイクを作成することと、固定座標系に参照されたモザイク加工されたデータを表示することとを含むことができる。処理モジュールは、前方視サブシステムからのデータをモザイク加工し、固定座標系に参照されたモザイク加工されたデータを表示するように動作可能である。ある実施形態では、処理モジュールは、前方視サブシステムからのデータを音響測深機データとして処理し、処理されたデータをディスプレイに提示するように動作可能であり、ディスプレイにおいて、垂直軸は、深度であり、水平軸は、船舶の前方の範囲である。

40

【 0 0 2 4 】

ある実施形態では、ディスプレイモジュールは、2つの区分を伴う図画を表示し、一方の区分は、船舶の直下から前方視サブシステムの最遠範囲までの前方の区域を表し、他方の区分は、音響測深機によって発生させられる単一ビームの時間履歴を表し、垂直軸は、船舶の下方の深度を表し、水平軸は、履歴時間を表す。ディスプレイモジュールは、単一ビームに沿った時間履歴を表示可能である1つ以上の区分を備える図画を表示してもよく、垂直軸は、船舶からビーム方向に沿った範囲を表し、水平軸は、履歴時間を表し、ユーザは、ソナーサブシステムのうちの1つ以上からの特定のビームを規定することができ、側方走査ソナーおよび下方視音響測深機サブシステムを含むことは、随意である。図画は、少なくとも、ユーザ規定の最小数の伝送から作成されたトラックを有する標的、または

50

ユーザ規定の範囲内にある値を伴うユーザ規定のトラック特徴を有する標的を示すことができる。

【 0 0 2 5 】

関連側面では、本発明は、音響測深機サブシステムおよび側方走査サブシステムを有する、変換器モジュールと、システムが船舶上に設置されて動作させられると、側方走査ソナーサブシステムから画像を導出するプロセッサとを伴うソナーシステムを提供する。本システムは、音響測深機サブシステムから水底深度を導出し、船舶の下方の標的を検出することができる。本システムは、統合コントローラを含み、側方走査サブシステムの伝送および音響測深機サブシステムを同期させ、音響測深機サブシステムの伝送信号および側方走査サブシステムの信号を切り替え、音響測深機サブシステムの伝送信号と側方走査サブシステムの信号との間に直交関係を維持することができる。

10

【 0 0 2 6 】

好ましくは、音響測深機は、下方視型であり、本システムはまた、前方視サブシステムを有する。本システムは、音響測深機データから水底深度を導出し、前方視ソナーデータから船舶の前方の水底深度を導出し、音速プロファイルに相当する音屈折率を計算する。いくつかの実施形態では、プロセッサは、屈折率を使用することにより、前方視サブシステムによって測定される水底深度を補正する。

【 0 0 2 7 】

側方走査サブシステムは、変換器モジュールの側面に対する等深線を測定することができ、プロセッサは、屈折率を使用することにより、等深線側方走査ソナーによって測定される水底深度を補正することができる。

20

【 0 0 2 8 】

本発明の側面は、変換器モジュールが、前方視ソナーユニットと、変換器モジュールの中に統合された静的ロールおよびピッチを測定可能な1つ以上のセンサと、変換器モジュール上に装着され、瞬時ピッチおよびロールを測定するように動作可能なセンサとを含むソナーシステムを提供する。プロセッサは、前方視ソナーユニットからのデータから船舶の前方の等深線および標的情報を導出し、センサを使用して、行われた測定に基づいて、固定座標系内の等深線および標的情報を提供するように動作可能である。

【 0 0 2 9 】

好ましくは、本システムは、変換器モジュールの側面に対して等深線測定を行うように動作可能な側方走査ソナーを含む。本システムは、等深線側方走査ソナーデータを固定座標系に対してモザイク加工する。本システムは、前方視ソナーユニットからの等深線情報および側方走査ソナーからの等深線情報を表示するように構成されたディスプレイユニットを含むことができる。プロセッサは、前方視ソナーの伝送毎に、固定座標系内の等深線および標的情報を提供するための計算を行う。

30

本発明は、例えば、以下を提供する。

( 項目 1 )

ソナーシステムであって、前記システムは、  
ボートの船体に装着されるように構成された変換器モジュールと、  
前記変換器モジュール内に格納された前方視ソナーサブシステムと、  
前記変換器モジュール内に格納され、前方以外の方向において音波画像を取得するように構成された第2のソナーサブシステムと、  
前記前方視ソナーサブシステムおよび前記第2のソナーサブシステムに動作可能に結合された処理モジュールと、  
前記処理モジュールに接続され、前記前方視ソナーサブシステムおよび前記第2のソナーサブシステムによって収集された情報の統合されたビューを含む図画を表示するように動作可能である、ディスプレイモジュールと  
を備える、システム。

40

( 項目 2 )

前記第2のソナーサブシステムは、側方走査ソナーサブシステムであり、前記システム

50

は、前記変換器モジュール内に格納された音響測深機サブシステムをさらに備える、項目 1 に記載のソナーシステム。

(項目 3)

前記変換器モジュールのロール、ピッチ、および方位測定値を提供可能な 1 つ以上のセンサをさらに備える、項目 1 に記載のソナーシステム。

(項目 4)

前記処理モジュールは、ソナーデータの固定座標系処理のために、前記ロール、ピッチ、および方位測定値を使用する、項目 3 に記載のソナーシステム。

(項目 5)

相互に干渉せずに、前記前方視ソナーサブシステム、前記側方走査ソナーサブシステム、および前記音響測深機サブシステムを動作させるように構成されたサブシステムコントローラをさらに備える、項目 2 に記載のソナーシステム。

10

(項目 6)

前記変換器モジュールは、船体貫通型筐体を備える、項目 2 に記載のソナーシステム。

(項目 7)

前記前方視ソナーサブシステムは、3次元アレイを備える、項目 1 に記載のソナーシステム。

(項目 8)

ソナーシステムであって、前記システムは、  
音響測深機サブシステムおよび側方走査サブシステムを備える変換器モジュールと、  
前記システムが船舶上に設置されて動作させられると、側方走査ソナーサブシステムから画像を導出し、前記音響測深機サブシステムから水底深度を導出し、前記船舶の下方の標的を検出するように動作可能なプロセッサと、

20

前記側方走査サブシステムおよび前記音響測深機サブシステムの伝送を同期させ、前記音響測深機サブシステムの伝送信号および前記側方走査サブシステムの信号を切り替え、前記音響測深機サブシステムの伝送信号と前記側方走査サブシステムの信号との間の直交関係を維持するように動作可能な統合コントローラと

を備える、システム。

(項目 9)

前記音響測深機は、下方視型であり、前記システムはさらに、前方視サブシステムを備え、前記プロセッサは、水底深度を音響測深機データから導出し、前記船舶の前方の水底深度を前方視ソナーデータから導出し、音速プロファイルに相当する音屈折率を計算するように動作可能である、項目 8 に記載のシステム。

30

(項目 10)

前記プロセッサはさらに、前記屈折率を使用して、前記前方視サブシステムによって測定される水底深度を補正するように動作可能である、項目 9 に記載のシステム。

(項目 11)

ソナーシステムであって、前記システムは、  
変換器モジュールと、

前記変換器モジュールに統合される、静的ロールおよびピッチを測定可能な 1 つ以上のセンサを含む、前方視ソナーユニットと、

40

前記変換器モジュール上に装着され、瞬時ピッチおよびロールを測定するように動作可能なセンサと、

前記前方視ソナーユニットからのデータから船舶の前方の等深線および標的情報を導出し、前記センサを使用して行われた測定に基づいて、固定座標系内の前記等深線および標的情報を提供するように動作可能なプロセッサと

を備える、システム。

(項目 12)

前記変換器モジュールの側面の等深線測定を行うように動作可能な側方走査ソナーをさらに備え、さらに、前記プロセッサは、等深線側方走査ソナーデータを前記固定座標系に

50



対してモザイク加工可能である、項目 1 1 に記載のシステム。

(項目 1 3)

前記前方視ソナーユニットからの前記等深線情報および前記側方走査ソナーからの前記等深線情報を表示するように構成されたディスプレイユニットをさらに備える、項目 1 2 に記載のシステム。

(項目 1 4)

ソナーシステムであって、前記システムは、  
ボートの船体上に装着するために構成された変換器モジュールと、  
前記変換器モジュールによって格納された前方視ソナーサブシステムと、  
前記変換器モジュールによって格納され、前方以外の方向において音波画像を取得する  
ように動作可能な第 2 のソナーサブシステムと、

前記前方視ソナーサブシステムおよび前記第 2 のソナーサブシステムに動作可能に結合  
された処理モジュールと、

前記処理モジュールに接続され、前記前方視ソナーサブシステムおよび前記第 2 のソナ  
ーサブシステムによって収集される情報を含む図画を表示するように動作可能なディスプ  
レイモジュールと

を備える、システム。

(項目 1 5)

前記第 2 のソナーサブシステムは、側方走査ソナーサブシステムであり、前記システム  
はさらに、前記変換器モジュール内に格納された音響測深機サブシステムを備える、項目  
1 4 に記載のソナーシステム。

(項目 1 6)

相互に干渉せずに、前記前方視ソナーサブシステム、前記側方走査ソナーサブシステム  
、および前記音響測深機サブシステムを動作させるように構成されたサブシステムコント  
ローラをさらに備える、項目 1 5 に記載のソナーシステム。

(項目 1 7)

前記サブシステムコントローラは、前記側方走査ソナーサブシステムによって使用され  
る同一の信号の 2 つ以上の間で前記音響測深機サブシステムの伝送信号を切り替える、項  
目 1 6 に記載のソナーシステム。

(項目 1 8)

前記サブシステムコントローラは、前記側方走査サブシステムおよび音響測深機サブシ  
ステムの伝送信号と直交する前記前方視サブシステムの伝送信号を維持する、項目 1 6 に  
記載のソナーシステム。

(項目 1 9)

前記側方走査サブシステムおよび前記音響測深機サブシステムの伝送信号は、チャープ  
信号であり、前記チャープ信号は、同一の周波数帯域内のアップチャープとダウンチャー  
プとの間で切り替わる、項目 1 5 に記載のシステム。

(項目 2 0)

前記前方視ソナーサブシステムの伝送信号は、2 つ以上の直交信号の間に切り替わる、  
項目 1 4 に記載のシステム。

(項目 2 1)

ロール、ピッチ、および方位のうちの 1 つ以上を提供するためのセンサをさらに備える  
、項目 1 4 に記載のシステム。

(項目 2 2)

前記処理モジュールは、  
GPS ユニットからの地理的場所入力を受信し、  
前記地理的場所入力を用いて、検出された標的の地理的場所を決定する  
ように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

(項目 2 3)

前記処理モジュールは、場所センサの船舶場所に対するソナーセンサの船舶場所、固定

10

20

30

40

50

座標系に対する前記システムの配向、および前記ソナーセンサに対する検出された標的の場所のうちの1つ以上を使用して、前記場所を決定する、項目22に記載のシステム。

(項目24)

前記処理モジュールは、地理的基準場所に対して検出された標的場所を比較することによって、前記前方視ソナーサブシステムを使用して検出された標的と、側方走査ソナーサブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能である、項目23に記載のシステム。

(項目25)

前記処理モジュールは、場所センサからの入力と、ロール、ピッチ、および方位センサからの入力とを用いて、船舶運動を補償するように動作可能である、項目14に記載のシステム。

10

(項目26)

前記処理モジュールはさらに、複数の伝送を横断して、前記前方視サブシステムからのデータから標的を自動的に検出および追跡するように動作可能である、項目25に記載のシステム。

(項目27)

前記処理モジュールは、標的速度、標的移動方向、標的強度、標的形状、標的深度、および標的重心のうちの1つ以上を含む、追跡された標的に関する特徴を抽出するように動作可能である、項目14に記載のシステム。

(項目28)

20

前記処理モジュールは、固定座標系に対して前記検出された標的場所を比較することによって、前方視システムによって検出された標的と前記側方走査ソナーサブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能である、項目15に記載のシステム。

(項目29)

前記処理モジュールは、前記音響測深機サブシステムのビーム範囲、前記音響測深機サブシステムのビーム配向、ならびに瞬時ロールおよびピッチを測定可能なロールおよびピッチセンサによって測定された固定座標系への参照に基づいて、前記船舶の下方の深度を計算するように動作可能である、項目15に記載のシステム。

(項目30)

前記処理モジュールは、前記音響測深機サブシステムのビーム範囲、前記音響測深機サブシステムのビーム配向、ならびに瞬時ロールおよびピッチを測定可能なロールおよびピッチセンサによって測定された固定座標系への参照に基づいて、前記船舶の側面までの表面を計算するように動作可能である、項目15に記載のシステム。

30

(項目31)

船舶場所を示す地理的場所データを提供するためのユニットをさらに備え、前記処理モジュールは、前記地理的場所データを用いて、検出された標的の地理的場所を決定するように動作可能である、項目15に記載のシステム。

(項目32)

前記処理モジュールは、前記側方走査サブシステムからのデータをモザイク加工し、前記固定座標系へ参照されたモザイク加工されたデータを表示するように動作可能である、項目31に記載のシステム。

40

(項目33)

前記処理モジュールは、前記前方視サブシステムからのデータをモザイク加工し、前記固定座標系へ参照されたモザイク加工されたデータを表示するように動作可能である、項目31に記載のシステム。

(項目34)

前記処理モジュールは、前記前方視サブシステムからのデータを音響測深機データとして処理し、前記処理されたデータをディスプレイ内に提示するように動作可能であり、前記ディスプレイにおいて、垂直軸は、深度であり、水平軸は、前記船舶の前方の範囲である、項目31に記載のシステム。

50

( 項目 3 5 )

前記処理モジュールは、前記ソナーの前方の前方視導出等深線を提供するように動作可能である、項目 1 4 に記載のソナーシステム。

( 項目 3 6 )

前記処理モジュールは、前記ソナーの前方の前方視導出水中標的を提供するように動作可能である、項目 1 4 に記載のソナーシステム。

( 項目 3 7 )

前記処理モジュールは、前記ソナーの側面に対する側方走査ソナー導出撮像を提供するように動作可能である、項目 1 4 に記載のソナーシステム。

( 項目 3 8 )

前記処理モジュールは、前記ソナーの下方の音響測深機導出水底深度を提供するように動作可能である、項目 1 4 に記載のソナーシステム。

( 項目 3 9 )

前記サブシステムコントローラは、所与の側方走査ソナー聴取周期の間、前記側方走査ソナーサブシステムのピングレートを最大限にする、項目 1 6 に記載のソナーシステム。

( 項目 4 0 )

前記サブシステムコントローラは、前記音響測深機サブシステムの伝送と前記側方走査サブシステムの伝送を同期させる、項目 1 6 に記載のソナーシステム。

( 項目 4 1 )

前記サブシステムコントローラは、前記側方走査サブシステムの伝送信号を 1 つ以上の直交信号の間で切り替える、項目 1 6 に記載のソナーシステム。

( 項目 4 2 )

前記サブシステムコントローラは、前記側方走査ソナーサブシステムによって使用される同一の信号の 2 つ以上の間で前記音響測深機サブシステムの伝送信号を切り替える、項目 1 6 に記載のソナーシステム。

( 項目 4 3 )

前記サブシステムコントローラは、前記音響測深機サブシステムの伝送信号を前記側方走査ソナーサブシステムの伝送信号に対して直交に維持する、項目 1 6 に記載のソナーシステム。

( 項目 4 4 )

前記サブシステムコントローラは、所与の聴取周期の間、前記前方視サブシステムのピングレートを最大限にする、項目 1 6 に記載のソナーシステム。

( 項目 4 5 )

前記変換器モジュールを船舶の船体の外側に前記船体から固定距離で締結するための機械的手段をさらに備え、ケーブルが前記船体を貫通して入る、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 4 6 )

前記前方視ソナーサブシステムの伝送信号は、チャープ信号であり、それらは、同一の周波数帯域内のアップチャープとダウンチャープとの間で切り替わる、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 4 7 )

船舶上に装着されている間、前記変換器モジュールの静的配向を測定するためのデバイスをさらに備える、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 4 8 )

前記処理モジュールは、前記ソナーシステムの直下の深度を測定するように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 4 9 )

前記処理モジュールは、前記ソナーシステムの前方の複数の深度を測定するように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 5 0 )

10

20

30

40

50

前記処理モジュールは、測定された深度データを使用して、音速プロファイルに相当する音屈折率を計算するように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 5 1 )

前記処理モジュールは、前記測定された屈折率を有形の非一過性メモリ内に記憶するように動作可能である、項目 5 0 に記載のシステム。

( 項目 5 2 )

前記処理モジュールは、前記測定された屈折率を使用して、前方視標的測定値を補正するように動作可能である、項目 5 0 に記載のシステム。

( 項目 5 3 )

前記システムは、前記前方視ソナーサブシステムを使用して、近距離深度を測定するように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

10

( 項目 5 4 )

前記システムは、前記音響測深機サブシステムを使用して、近距離深度を測定するように動作可能である、項目 1 5 に記載のシステム。

( 項目 5 5 )

前記側方走査ソナーサブシステムは、前記システムの側面に対する標的深度を測定可能な等深線側方走査である、項目 1 5 に記載のシステム。

( 項目 5 6 )

前記音響測深機サブシステムは、下方視マルチビームを備える、項目 1 5 に記載のシステム。

20

( 項目 5 7 )

前記処理モジュールは、前記側方走査サブシステムによって検出された標的と前記前方視サブシステムによって検出された標的とを相関させるように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 5 8 )

前記ディスプレイモジュールは、前記相関された標的を強調する、項目 5 7 に記載のシステム。

( 項目 5 9 )

前記ディスプレイモジュールは、側方走査ソナーデータに相関された前記前方視データから抽出された 1 つ以上の特徴に基づいて、強調される側方走査ソナー標的とともに表示を提示するように動作可能である、項目 1 4 に記載のシステム。

30

( 項目 6 0 )

側方走査ソナー標的を強調するために使用される前記特徴は、標的速度である、項目 5 9 に記載のシステム。

( 項目 6 1 )

前記側方走査ソナーサブシステムは、合成開口ソナーを備える、項目 1 5 に記載のシステム。

( 項目 6 2 )

前記音響測深機サブシステムは、反音響変換器に対する法線軸まわりに非対称であるビームパターンを作成するように動作可能である、項目 1 5 に記載のシステム。

40

( 項目 6 3 )

前記音響測深機変換器は、音響測深機サイドローブが側方走査ビームパターンおよび前方視ビームパターンの外側にあるように成形される、項目 6 2 に記載のシステム。

( 項目 6 4 )

前記前方視サブシステムは、圧電受信器要素を備える、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 6 5 )

前記前方視サブシステムは、P V D F 材料を備える、項目 1 4 に記載のシステム。

( 項目 6 6 )

アレイアセンブリ内に内蔵され、前記 P V D F と前置増幅器との間の容量損失による信号損失を最小限にするように動作可能である前置増幅器電子機器をさらに備える、項目 6

50

5 に記載のシステム。

(項目 6 7)

前記ディスプレイは、前記側方走査サブシステムからのデータを含む、項目 1 4 に記載のシステム。

(項目 6 8)

前記ディスプレイモジュールは、2 つの区分を含む図画を表示し、

一方の区分は、前記船舶の直下から前記前方視サブシステムの最遠範囲までの前方の区域を表し、

他方の区分は、前記音響測深機によって発生させられる単一ビームの時間履歴を表し、垂直軸は、前記船舶の下方の深度を表し、水平軸は、履歴時間を表す、

項目 1 5 に記載のシステム。

(項目 6 9)

前記ディスプレイモジュールは、単一ビームに沿った時間履歴とともに、1 つ以上の区分を含む図画を表示し、垂直軸は、船舶から前記ビーム方向に沿った範囲を表し、水平軸は、履歴時間を表し、ユーザは、前記ソナーサブシステムのうちの 1 つ以上からの特定のビームを規定することができる、項目 1 5 に記載のシステム。

(項目 7 0)

前記図画は、少なくとも、ユーザ規定の最小数の伝送から作成されたトラックを有する標的を示す、項目 1 4 に記載のシステム。

(項目 7 1)

前記側方走査サブシステムは、前記変換器モジュールの側面に対する等深線を測定するように動作可能であり、前記プロセッサは、屈折率を使用し、前記等深線側方走査ソナーによって測定された水底深度を補正する、項目 1 5 に記載のシステム。

(項目 7 2)

前記プロセッサは、前記前方視ソナーの伝送毎に、前記固定座標系内の等深線および標的情報を提供するための計算を行う、項目 1 4 に記載のシステム。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図 1】図 1 は、ソナーデバイスを伴うボートを描写する。

【図 2】図 2 は、動作時の 3 次元前方視ソナーを示す。

【図 3】図 3 は、3 次元前方視ソナーアレイを提示する。

【図 4】図 4 は、ある実施形態による、変換器モジュールを示す。

【図 5】図 5 は、図 4 に示される変換器モジュールの側面図を与える。

【図 6】図 6 は、ソナーシステムの構成要素を概略する。

【図 7】図 7 は、変換器の配列を示す。

【図 8】図 8 は、ソナービームのパターンをマップする。

【図 9】図 9 は、フェアリングを伴うソナーデバイスを図示する。

【図 10】図 10 は、前方視音響測深機および下方視音響測深機の統合を実証する。

【図 11】図 11 は、音速プロファイルを推定する方法のチャートである。

【図 12】図 12 は、水底計算を補正する結果を示す。

【図 13】図 13 は、ある実施形態による、ディスプレイを示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

(詳細な説明)

本発明は、前方以外の方向に音波放出 (emission) する 1 つ以上のソナーユニットと統合された前方視ソナーを提供する。各ソナーユニットは、アクティブソナーユニットであってもよい。アクティブソナーは、音を伝送および受信する。統合は、望ましくない相互作用 (例えば、音響干渉) を伴わずに、これらのセンサを協働させることを含む。

【0032】

10

20

30

40

50

センサを統合するための方法およびデバイスは、異なるキャリア周波数を有するセンサの使用、時間重複を防止するための伝送および受信動作の同期、空間内のビームパターンの最適化、他の方法、またはそれらの組み合わせを含むことができる。いくつかの実施形態では、1つ以上のセンサは、可能性として考えられるドメイン、すなわち、空間（ビームパターンを最適化する）、周波数、およびタイミングのうちの1つ以上における干渉を最小限にするように、最初から設計される。

#### 【0033】

統合はさらに、複数のセンサからのデータを並列にともに表示し、ユーザが、データを視覚的に解釈することを可能にすることを含んでもよい。統合の別のレベルは、種々のソナーの出力データを補完的データとして使用し、これらのデータをともに処理することによって動作してもよい。例えば、海底マッピングのための干渉側方走査ソナーは、広幅有効範囲を伴って、水底を検出することができるが、直下域（キール直下）に間隙を有し得る。下方視マルチビームソナーは、多くの場合、本間隙を充填するために使用される。本種類の統合では、2つのソナーにおいて処理される水底検出信号は、接続されない。統合は、出力（水底検出）データレベルでのみ行われる。しかしながら、本実装では、ユーザは、データを解釈する必要はない。最終水底画像は、自動的に、融合される。全体的システム性能は、より深いレベルで、すなわち、信号（出力データだけではない）処理内部で統合を行うことによって、改良されることができる。

#### 【0034】

図1は、本発明の変換器モジュール107を伴う船舶101を示す。変換器モジュール107は、1つ以上のソナー伝送または受信変換器を含むことができ、随意に、ソナー処理電子機器の一部または全部を含んでもよい。好ましくは、変換器モジュール107内のユニットは、オペレータによって船舶101内でアクセス可能なディスプレイユニットに結合される。変換器モジュール107を伴うソナーシステムは、例えば、海底調査、機雷検出、および釣り等の娯楽追求を含む、種々の目的のために使用されてもよい。

#### 【0035】

図2は、海底調査を行う船舶101を描写する。海底調査は、海底マッピング（地理的調査）または海底タイプ/生息地分類（生物学的調査）を含むことができる。先行技術システムは、ボートが、多数回のジグザグ走行によって、調査区域を網羅することを要求し、したがって、全体のプロセスは、時間がかかるものであった。本発明のシステムおよび方法は、ソナーデータを組み合わせ、各走行の水底有効範囲（幅）を改善し、走行回数を最小限にし、かつデータを処理し、同時に、深度および分類データを抽出する。

#### 【0036】

機雷掃討は、海底調査に類似するが、低音響反射率を伴う小型物体である機雷を見つけることを意図する。機雷掃討は、本発明のソナーデバイスを含む、遠隔操作機（ROV）の使用を伴う。データは、ROVから、母船指令・制御センターとして動作する船舶101にストリーミングされることができる。

#### 【0037】

本発明のシステムおよび方法は、娯楽追求のためのいくつかの機能を提供する。ソナーは、安全性のために、ボート101の前方の危険な浅瀬および障害物を検出するために使用されることができる。ソナーシステムは、魚検出のために使用されることができ、ボートの周囲（キール直下だけではない）の広範な距離に及ぶことができる。本発明のシステムおよび方法はさらに、たくさんの魚が存在し得る「漁礁」物体（沈没船、積み重なった岩、岩礁等）を検出するために使用されることができる。

#### 【0038】

特に、娯楽追求に好適であるように、本発明のシステムは、小型で、入手可能で、かつ設置が容易である。本発明の洞察は、ボート所有者が、複数目的ソナーを達成するために、複数の別個のユニットを購入および設置することに気が進まないというものである。本発明のデバイスは、良好な流体力学特性を伴う水中構成要素を含む。本デバイスは、小型であり、抗力を最小限にする。さらに、本発明のデバイスの動作は、「漁礁」物体を探索

しながらボートを走行させる時間を最小限にする。本明細書に提示されるソナーシステムは、他のソナーと統合される前方視ソナーを含むため、広視野を伴う前方視ソナーを使用して、関心のある物体を見つけ、次いで、側方走査または下方視ソナーを用いて、物体を眺めることが可能である。加えて、本発明のシステムは、深度推定および標的位置推定を変位させ得る、非均一音速プロファイル環境内における音伝搬の影響を最小限にする。

#### 【0039】

本発明のソナーデバイスは、発明的なデバイスが、統合された側方走査または音響測深機を有することができ、周波数、時間、または空間において、統合されたシステムの一部としての側方走査または音響測深機と協調された前方視ソナーを使用することができると  
10  
いう点において、先行技術の限界を克服する。ピングあたり単一2Dスライスを実際に作成し、単一ピングを用いて3D水底を作成することができない先行技術システムと異なり、本発明のデバイスは、単一ピングを用いて、3D水底画像を作成することができる。3D前方視能力は、側方走査ソナー、音響測深機、または両方と統合される。

#### 【0040】

先行技術システムにおける他の深刻な限界は、生成された水底および障害物データが、Far SounderおよびEchopilotによる特定の独立型デバイスにおけるものを除き、真の3Dではないことである。先行技術デバイスは、真の3Dではないが、代わりに、低レベル下方視マルチビームから導出される、ボートの背後の履歴データである、魚データを生成することができるにすぎない。先行技術側方走査デバイスを用いて漁礁物体を見つけることは、乗船者が、「調査型」経路内でボートを運転する時間を費やす必要  
20  
があることを要求する。先行技術側方走査デバイスは、劣等な魚群探知機である。対照的に、本発明は、海洋船舶のための統合探索ソナーをもたらす。

#### 【0041】

図3は、ある実施形態による、真の3D前方視ソナーサブシステム111を描写する。好ましくは、少なくとも1つの前方視ソナーサブシステム111が、変換器モジュール107とともに含まれる。伝送デバイス119および受信アレイ115が、変換器モジュール107内または変換器モジュール外部に位置してもよい。受信器静電容量特性のため、受信器前置増幅器が、各受信器要素に近接して（例えば、随意に、変換器モジュール107内に）位置してもよい。受信器チャンネル数のため、受信器電子機器の残りは、変換器モジュール107内に位置する可能性が最も高い。これは変換器モジュール107からプロセッサモジュールまで延在する必要がある個々の導体の数を減少させる。前方視サブシステム111は、単一ピングを用いて、船舶の前方の海底の3次元画像を生成可能であるはずである。本発明の好ましい実施形態では、前方視サブシステム111の受信アレイ115は、アレイが垂直指向性および水平指向性の両方を有するように配向される要素を伴う、2次元アレイから成る。本発明の一実施形態では、従来のビーム形成が、垂直方向および水平方向の両方において利用される。別の実施形態では、ビーム形成は、水平方向において利用され、干渉測定が、垂直方向において利用される。本実施形態の一変形例では、受信器要素は、水平配向より垂直配向が長くなるように成形される。前述の実施形態の一変形例では、受信器アレイは、非平坦形状に共形となる。3Dソナーシステムは、Zimmermanの米国特許第7,035,166号に説明されており、その内容は、参照することによって組み込まれる。  
30  
40

#### 【0042】

好ましい実施形態では、伝送変換器119は、受信アレイ115と別個であり、単一伝送が船舶の前方の着目体積全体に音波放出することができ、かつ本着目体積が受信器システムの垂直および水平有効範囲全体に対応するほどに十分な大きさの水平および垂直ビームパターンを有する。本実施形態の一変形例では、送信器は、伝送されたビームパターンが、標準的位相または時間遅延ビーム操向の使用によって、垂直方向に操向され得るように、2つ以上の水平列から成る。前方視サブシステムは、好ましくは、変換器モジュール107内に格納される。

#### 【0043】

10

20

30

40

50

図4は、ある実施形態による、変換器モジュール107を描写する。1つ以上の支柱121が、モジュール107から延在し、ソナーサブシステムから関連付けられた電子機器への接続を支持する。ここでは、モジュール107は、船体貫通装着可能変換器モジュールとして示されるが、他の形状因子（ブラケット装着または後方牽引等）も、本発明の範囲内である。モジュール107はまた、随意に、側方走査ソナーサブシステム125、音響測深機サブシステム129、またはそれらの組み合わせのうちの1つ以上を含む。好ましくは、変換器モジュール107は、抗力を最小限にするための流体力学形状因子において提供される。

#### 【0044】

図5は、モジュール107の側面図を与える。ソナーシステムは、概して、情報処理のための電子機器を含む。電子または情報処理サブシステムのいずれかまたは全部は、モジュール107内に装着されてもよい。好ましくは、本発明のサブシステムは、ポート101上の乗船者による使用のためのディスプレイユニットに動作可能に結合される。

#### 【0045】

図6は、ソナーシステム104の構成要素の略図である。ソナーシステム104は、少なくとも1つの前方視ソナーサブシステム111と、ディスプレイモジュール149とを含む。前方視サブシステム111は、側方走査サブシステム125、音響測深機サブシステム129、または両方のうちの1つ以上と一体的に協働する。処理モジュール145は、少なくとも1つのプロセッサ（例えば、マイクロチップ）を含み、好ましくは、有形の非一過性コンピュータメモリを含む。システム104のサブシステムおよびモジュールは、電力モジュール141を介して、電力を受け取る。

#### 【0046】

全レベルにおける、前方視ソナーデータと他のシステムモジュールの統合は、本発明の重要な特徴である。統合は、前方視サブシステム111ならびに側方走査サブシステム125および音響測深機サブシステム129のいずれか内の変換器アセンブリから、ユーザーインターフェースおよび可視化まで及ぶ。本発明のシステムおよび方法は、船舶の前方の等深線を用いた真の3次元前方視ソナー撮像と、単一ピングを用いた誘導上有意な範囲における水中標的の検出とを提供する。本発明はさらに、等深線／撮像の組み合わせまたは撮像専用構成のいずれかにおける側方走査情報、下方視深度および魚発見能力、または両方を提供する。変換器モジュール107は、排水型船体または浮上性船体アダプタのいずれかのための選択肢を伴う、船体貫通構成を有してもよい。モダリティ（前方、側方、および下方視）間の統合は、個々のシステムが相互に干渉しない協調様式で提供される。システム104は、水中標的の自動検出、前方視サブシステム111によって検出された標的と、側方走査サブシステム125または音響測深機サブシステム129によって検出された標的との自動相関、船舶の前方の標的との起こり得る衝突に対する自動化されたアラーム、全センサデータを固定座標系に参照する能力、変換器モジュール設置配向を外部ロール、ピッチ、および／または方位センサに対して較正するための方法、3次元前方視ソナーデータを処理し、船舶の前方の等深線を測定するための方法、またはそれらの組み合わせを提供する。標的検出および分類のための方法は、Schwartzの米国特許第7,916,933号に論じられており、その内容は、参照することによって組み込まれる。随意に、本発明はまた、3次元前方視ソナーデータおよび随意に音響測深機データを処理し、水を通した屈折による深度誤差を補正するための革新的な方法、前方視測深機情報、前方視マルチビーム深度情報、標的の分類を含む調査において使用するための側方走査および前方視ソナーセンサからの標的特徴、船舶が移動中に、測定値を提供可能なロール、ピッチ、方位、および地理的位置センサからの入力、またはそれらの組み合わせを提供する。

#### 【0047】

前方視サブシステム111は、側方走査サブシステム125または音響測深機サブシステム129のうちの1つ以上とともに、好ましくは、変換器モジュール107内の音響システムの中に統合される。これらのサブシステムの動作は、サブシステムが、著しく限定

10

20

30

40

50



された物理的指向性を有する必要なく、また、サブシステムの時間多重化が厳密に要求されないように統合される。変換器モジュール107は、コンパクトであることができ、任意の所望のピングレートを有することができ、かつエンドユーザが、複数の非関連ソナーシステムからの結果を知的に「統合」することを要求しない。本発明と併用するために適合され得る、統合方法は、Colemanの米国特許第8,300,499号、Sprankleの米国特許第5,537,380号、Boucherの米国特許第5,390,152号、およびRiordanの米国特許出願公開第2010/0157736号に論じられており、そのそれぞれの内容は、参照することによって組み込まれる。

#### 【0048】

好ましい実施形態では、音響測深機サブシステム129ハードウェアが、変換器モジュール107内に含まれる。伝送および受信電子機器は、変換器モジュール内または変換器モジュール外部に位置してもよい。音響測深機変換器（単数または複数）は、下向きに指向される。音響測深機のエネルギーが、側方走査および前方視ソナーと干渉しないために、狭ビームを有することが必要である。従来の単純音響測深機は、円板の法線軸まわりに対称であるビームパターンを有する円板変換器要素から構築される。

#### 【0049】

本発明の特定の実施形態では、所与の周波数に対して、機械的シェーディングを伴う変換器要素が、使用されてもよい。例えば、四辺形状が、ソナーに沿ったソナーを交差する方向に面する角とともに採用されることができる。これは、ピークサイドローブが角間の面に対する法線となるようにする。菱形形状が使用される場合、ピークサイドローブは、前方視ソナーおよび側方走査ソナーの視野の外側にあるように操向されることができる（例えば、図7および8参照）。

#### 【0050】

ある実施形態では、側方走査ソナーサブシステム125は、変換器モジュール107内に含まれる。伝送および受信電子機器は、変換器モジュール内または変換器モジュール外部に位置してもよい。側方走査ソナーは、側面あたり単一の受信器要素を伴う撮像タイプであってもよく、または側方走査ソナーは、当技術分野において公知のように構成される複数の変換器を伴う、等深線／撮像の組み合わせ型であってもよい。

#### 【0051】

本発明のサブシステムは、有用配向において設置されることができ、本発明の構成要素の配向は、船舶101が直立位置に保持される（例えば、静水上に運動を伴わずに浮遊している）とき、船舶101を長手方向に2分する、垂直配向基準平面Pを参照することによって説明されることができる。

#### 【0052】

図7は、ある実施形態による、サブシステム送受信器の配列を描写する。前方視サブシステム111は、角度シータ（ $\theta$ ）、好ましくは、約90°によって、側方範囲内で境界される前方方向に音信号を指向する。好ましくは、シータは、変換器107が設置されると、基準平面Pによって2分される。側方走査サブシステム125は、好ましくは、少なくとも2つの音波変換器を含み、それぞれ、図7に示されるように、基準平面Pに対する法線に沿って伝搬する音を伝送または受信するように配向される。音響測深機サブシステム129は、前方視サブシステム111または側方走査サブシステム125によって伝送または受信される音の中間方向に伝搬する音を伝送または受信することができる。

#### 【0053】

先行技術のマルチモーダルソナーの主な限界の1つは、種々のサブシステムが、単一本体上に近接して位置するとき、同期および協調される方法である。これらの限界は、ソナーの周波数が、標的検出および誘導上有意な範囲を可能にするために十分に低いとき、最大側方走査および音響測深機ピングレートが、最大前方視ソナーピングレートと併用されることを可能にしない。本発明は、サブシステムのビームパターンフットプリント、動作周波数、およびピングレートを同時に同期および協調することによって、これらの限界を克服する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 4 】

図 8 は、前方視サブシステム 1 1 1、側方走査サブシステム 1 2 5、および音響測深機サブシステム 1 2 9 のビームパターンを描写する。好ましくは、音響測深機サブシステム 1 2 9 は、下方視ソナーモダリティである。好ましい実施形態では、音響測深機サブシステム 1 2 9 は、側方走査ビームパターン 1 0 5 または前方視ビームパターン 1 1 3 に重複しないほど十分に狭い、音響測深機ビームパターン 1 1 7 を生成する。サイドローブが、全方向に抑制されることができない場合、音響測深機は、ピークサイドローブが他のサブシステムのフットプリントの外側に操向されるように、機械的にシェーディングされること

## 【 0 0 5 5 】

好ましい実施形態では、側方走査ビームパターン 1 0 5 のサイドローブは、外向きであり、船舶進行方向に対して垂直、かつ基準平面 P に対する法線の方を向く。水平におけるサイドローブは、側方走査変換器の開口のため、小さいはずである。垂直におけるサイドローブは、下方視音響測深機とわずかに重複し得る。

## 【 0 0 5 6 】

好ましい実施形態では、前方視ビームパターン 1 1 3 のメインローブは、少なくとも、送信器のメインローブ全体を網羅する受信器指向性を伴って、水平および垂直方向の両方に広い。前方視ビームパターン 1 1 3 は、前方視ソナー視野 1 0 9 の全体を網羅するように操向されることができる。操向可能前方走査ソナーは、H i c k s の米国特許第 5 , 6 7 5 , 5 5 2 号に論じられており、その内容は、参照することによって組み込まれる。前方視ビームパターン 1 1 3 のサイドローブは、好ましくは、音響測深機ビームパターン 1 1 7 のいずれにも対応しない。本発明の一実施形態では、前方視サブシステム 1 1 1 は、受信器ビームが下向きに操向されるとき、垂直におけるビームパターン 1 1 3 のサイドローブが個々の受信器ビームの垂直サイドローブと重複しないように角度付けられる。送信器は、受信器アレイに対して若干下向きに配向に物理的に指向され得る。または、送信器のメインローブは、標準的位相または時間遅延技法を介して操向されてもよい。

## 【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、側方走査サブシステム 1 2 5 および音響測深機サブシステム 1 2 9 は、同一の周波数帯域内で動作する。各システムは、他方と強直交する信号を送送する。一実施形態では、チャープまたは掃引として知られる周波数変調信号が、使用され、一方のシステムは、アップチャープを送送する一方、他方のシステムは、ダウンチャープを送送する。側方走査からのフットプリントまたはサイドローブフットプリントが、音響測深機のフットプリントまたはサイドローブフットプリントの一部に重なる場合、信号は、整合フィルタリングを介して分化されることができる。

## 【 0 0 5 8 】

前述の実施形態の一変形例では、側方走査および音響測深機は、同時に伝送する。本実施形態の別の変形例では、チャープの方向は、側方走査からの連続ピングが、常時、チャープ方向を切り替え、音響測深機からの連続ピングが、常時、チャープ方向を切り替え、側方走査および音響測深機からの同時発生ピングが、常時、反対チャープ方向にあるように、伝送毎に切り替わる。連続ピングにおいてチャープ方向を切り替えることによって、現在のピングのチャープ方向のための整合フィルタリングは、以前の伝送からの側方走査ソナーの最大聴取範囲を超える大型標的からのエコーをフィルタリングする。

## 【 0 0 5 9 】

本発明の好ましい実施形態では、前方視ソナーは、音響測深機および側方走査ソナーの周波数帯域と別々の周波数帯域内で動作する。本発明の一実施形態では、連続前方視ソナー伝送は、直交信号を使用する。本実施形態の変形例では、前方視ソナーは、チャープ信号を送送し、チャープ方向は、連続伝送間で切り替わる。連続ピングにおいてチャープ方向を切り替えることによって、現在のピングのチャープ方向のための整合フィルタリングは、以前の伝送からの前方視ソナーの最大聴取範囲を超える大型標的からのエコーをフィルタリングする。前方視ソナーはさらに、T h o m p s o n の米国特許第 7 , 8 8 9 , 6

10

20

30

40

50

00号、Bachelorの米国特許第7,606,114号、Zimmermanの米国特許第7,355,924号、Zimmermanの米国特許第7,035,166号、Chiangの米国特許第6,842,401号、Whitehurstの米国特許第5,530,680号、およびBachelorの米国特許出願公開第2005/0007882号に論じられており、そのそれぞれの内容は、参照することによって組み込まれる。

#### 【0060】

好ましい実施形態では、側方走査サブシステム125および音響測深機サブシステム129は、同時に伝送する。これらの2つのサブシステムのための最大ピングレートは、音波がこれらの2つのソナーのための選択される範囲の最大値を進行するための双方向進行時間によって限定される。フットプリント指向性および信号直交性が、これらの2つのサブシステム間の干渉を防止するために依拠される。

10

#### 【0061】

好ましい実施形態では、前方視サブシステム111は、側方走査および音響測深機から独立したレートおよび時間で伝送する。フットプリント指向性および信号直交性が、これらの2つのサブシステム間の干渉を防止するために依拠される。

#### 【0062】

サブシステムの全変換器は、好ましくは、小型の流線型本体、すなわち、時として、ゴンドラとして知られる、変換器モジュール107内にパッケージ化される。小型船舶のために好適であるために、変換器モジュール107は、可能な限り小型であるべきである。これは、種々の変換器がともに近接してパッケージ化されることを意味する。したがって、それらの種々の音響サブシステムは、強く協調および同期される。

20

好ましい実施形態では、機械的振動緩衝材料が、受信器変換器をゴンドラパッケージに装着するために使用される。これは、ゴンドラが、船舶の船体に堅く装着され(図1参照)、依然として、機械的振動雑音が受信器の信号に進入しないように緩和することを可能にする。好ましい実施形態では、受信器アレイは、要素間の機械的クロストークが最小限にされるように製造されるべきである。

#### 【0063】

好ましい実施形態では、変換器モジュール107は、船体貫通設置を介して、船体に取り付けられる(図9および図1参照)。船体貫通取付は、Ousleyの米国特許第5,700,172号およびAhearnの米国特許第5,526,765号に説明されており、そのそれぞれの内容は、参照することによって組み込まれる。変換器モジュール107は、船舶101の船体を貫通する、導管121(図4)を含む。変換器モジュール107の導管121は、標準的封止技法を使用して、船体において防水される。導管の上部は、ケーブル進入/退出をもたらす。好ましい実施形態では、変換器モジュールは、変換器モジュールの正面が前方を向くよう配向されるように、船舶の外側から設置される。変換器モジュールは、船体がソナーの視野を遮断しないように十分な深さに装着されるべきである。スペーサが、変換器モジュールを船体の下方に保持するため、流体力学を最適化するため、または両方のために含まれてもよい。

30

#### 【0064】

図9は、変換器モジュール107を船舶101の船体から離間するためのスペーサとして動作するフェアリング131を示す。他の船体貫通装着センサに典型的であるように、フェアリング131は、船体の船底勾配に一致するように切断されることができる。フェアリングブロックは、抗力を最小限にするように適切に成形される。排水型船体の場合、変換器モジュール107は、船体に近接することが推奨される。浮上性船体の場合、モジュール107は、船体の下方により深く降下され、ソナーセンサが船体近傍の任意の乱流水/空気境界下にあることを確実にすることが推奨される。

40

#### 【0065】

ソナーデータを固定座標系(地線等)に関連付けるために、固定座標系に対するソナーセンサのロール、ピッチ、および方位を測定することが有用である。これは、変換器モジ

50

ジュールの内側に対する受信器毎の指向性の固定配向を把握し、次いで、各ソナーセンサの取得周期の間、それに対する変換器モジュールの瞬時ロール、ピッチ、および方位を測定することを要求する。当技術分野において公知の処理方法が、次いで、受信されたデータを固定座標系に対して配向するために使用されることができる。

【 0 0 6 6 】

変換器モジュールの瞬時ロール、ピッチ、および方位を測定するために、ロール、ピッチ、および方位センサが、変換器モジュールに対して固定配向で設置され、固定座標系に対して較正されなければならない。本発明の一実施形態では、ロール、ピッチおよび方位センサは、変換器モジュールアセンブリ内に含まれ、変換器モジュールの配向を直接測定する。

10

【 0 0 6 7 】

動的移動船舶上で配向を測定可能なデバイスの統合は、そのようなデバイスが船舶上にすでに設置されている場合があるため、ある場合には、必要ない場合がある。本発明の別の実施形態では、変換器モジュールの外部の変換器モジュールに対して固定されるロール、ピッチ、および方位センサが、センサと変換器モジュールとの間の既知の配向差と併用されることができる。

【 0 0 6 8 】

多くの場合、これは、手動で測定することは困難であり得る。動的移動船舶上で配向を測定可能なデバイスのコストは、静的プラットフォームの配向を測定可能なセンサのコストと比較して高価であり得る。本発明の別の実施形態では、静的配向を測定可能な安価なセンサが、変換器モジュール 1 0 7 の中に統合される。船舶 1 0 1 が、水から出ており、固定配向にある間、変換器モジュール 1 0 7 が設置され、動的配向測定が可能な外部デバイスが設置された後、変換器モジュール 1 0 7 の内側の静的配向センサは、現在固定静的配向にある外部動的センサに対する変換器モジュール 1 0 7 の配向を測定するために使用されることができる。これらの測定値は、次いで、外部センサと変換器モジュール 1 0 7 の配向との間のオフセットとして適用されることができる。

20

【 0 0 6 9 】

本発明の別の実施形態では、ロール、ピッチ、および方位の動的測定は、変換器モジュール 1 0 7 の内部のセンサと変換器モジュール 1 0 7 の外部の 1 つ以上のセンサとの間で分割される。

30

【 0 0 7 0 】

本発明は、加えて、信号処理のためのシステムおよび方法を提供する。いくつかの実施形態では、前方視ソナーは、水平角度のためのビーム形成および垂直角度のための干渉測定を使用する。基準水底深度は、前方視水底マップ検出ゲートを定義するために使用されることができる。これは、2 D マルチビーム処理に一般的である。しかしながら、ゲートは、訓練されたオペレータによって手動で定義される。本発明では、基準水底は、統合された音響測深機サブシステム 1 2 9、音響測深モードで動作される前方視サブシステム 1 1 1、または両方から導出される。基準水底は、前方視サブシステム 1 1 1 からの音響測深機データおよび急峻垂直操向角度データに良好に作用する、ロバストな水底検出アルゴリズムから生成される。基準水底は、これらの信頼性のあるビームからのいくつかの最近のピングを平均化することによって計算される。

40

【 0 0 7 1 】

前方視ソナーにおける標的の自動検出は、側方走査における標的を関連付けるために使用されることができる。水中標的が、前方視ソナーにおいて追跡されることができる場合、それは、乗船者が着目するために十分に大きい可能性が高く、側方走査画像内で自動的に強調される。加えて、側方走査画像は、標的分類のために、前方視ソナーと併用されることができる。これは、標準的の先行技術手技が下方視ソナーのみを使用するため、魚資源査定のために有用であり得る。

【 0 0 7 2 】

前方視ソナーは、大きな単一ピング有効範囲を有するため、追跡された標的は、標的速

50

度を測定するために、時間的に分析されることができる。標的は、次いで、速度別に分類されることができる。前方視ソナーから追跡され、側方走査画像と相関される標的は、速度の関数として強調されることができる。例えば、移動標的のみが、側方走査ソナーデータ内で強調され得る。従来の側方走査ソナーは、1Dであり、いずれの時間情報も有していないため、側方走査データの先行技術の分類方法は、時間行列を利用することができない。本明細書に説明される発明は、することができる。加えて、前方視データから導出される任意の他の分類特徴または分類特徴群が、側方走査において相関された標的を自動的に強調するためのフィルタとして使用されることができる。随意に、センサデータの一部または全部は、固定座標系に対して地理的に配向されることができ、1つ以上のデータタイプは、当技術分野において一般的であるように、モザイク加工され、ユーザに表示されることができる。

10

#### 【0073】

本発明のある随意の特徴では、前方視サブシステム111からのデータは、先行技術前方視音響測深機より情報が多い出力を提供することができるように処理される。前方視受信器は、水平方向および垂直方向の両方においてビーム形成可能である。所与の水平方向（垂直スライス）に対して、選択される垂直スライスに及ぶ、多くの重複ビームを有する。

#### 【0074】

図10は、音響測深機サブシステム129および前方視サブシステム111（すなわち、音響測深機モードで動作される）の統合される動作を実証する。図の上パネルでは、区域309は、前方視サブシステム111の重複ビームが及ぶ垂直スライスを表し、区域341は、所与の時間インスタンスにおいて音響測深機サブシステム129によって感知される区域を表す。前方視ビームからのデータの処理は、船舶の前方のいくつかの水底点の範囲および深度を提供する。従来の前方視音響測深機は、概して、海面から45度において、単一ビームに対してこれを行うにすぎない。本発明は、音響測深機サブシステム129から船舶の直下の深度を提供する。

20

#### 【0075】

前方区域309の範囲は、前方視サブシステム111の最浅垂直視角度に関連する。深度測定のために信頼性があり、前方視サブシステム111からの出力をより信頼性のあるものにするための基準として音響測深機サブシステム129からの適切な出力を使用して、データフィッティングおよびフィルタリングアルゴリズムを適用するように、複数の角度が、選択されることができる。測定値のフィルタリング後、前方視サブシステム111および音響測深機サブシステム129からの深度情報は、図10の下方パネルに示されるように、画像を生成するために統合されることができる。

30

#### 【0076】

ある実施形態では、音響測深機サブシステム129は、船舶の直下を視野に入れ（図10における区域341）、前方視サブシステム309は、海面から下方90度まですべてを視野に入れるわけではない。したがって、深度の最新測定値では、音響測深機または前方視音響測深機のいずれによっても網羅されない区域が存在する。そのような区域は、破線として図10の下方に表される。統合される処理は、船舶の直下および背後にある区域に関する音響測深機出力と、船舶のはるか前方の区域に関する前方視音響測深機出力とから成るシームレスな深度情報を提供する画像がユーザに提供されるように、正しく選択された以前の測定値を使用して、この間隙を充填する。そのような処理は、魚群を含む、任意の水中標的に適用される。図10における上および下両方のパネルは、魚検出を実証する。

40

#### 【0077】

ある実施形態では、本発明は、音速プロファイル推定のためのシステムおよび方法を提供する。誘導、調査、および娯楽ソナーの動作環境は、船舶が進行するにつれて変化する。ソナーの性能は、それらが動作するいくつかの水のパラメータによって影響される。水中の音の速度は、ソナー性能に大きな影響を及ぼす最も重要なパラメータのうちの1つで

50

ある。誘導および娛樂ソナーのほとんどは、水中の音の速度を一定パラメータとして仮定し、それらに最も適切な値を使用する。これは、より長い範囲における等深線情報の推定に対処しない、多くの用途にとって現実的仮定である。推定された等深線情報は、システムがまた、その周囲の音速をリアルタイムで推定することができる場合、補正され得る。音速プロファイル（SSP）推定技法のほとんどは、専用伝送受信ハードウェアを使用するか、またはバッチ処理を仮定するかのいずれかである。前方視ソナーのためのこれらの方法のいずれも、障害物検出および水底マッピングのその主要タスクを行いながら、副作業として、音速プロファイルをリアルタイムで推定しようとししない。

#### 【0078】

本発明のある随意の特徴は、前方視または組み合わせられた前方視および音響測深機データからの音速プロファイルを推定して、それらの推定を本発明内または外部システム内のさらなる処理のために使用することに関する。公知の先行技術方法のいずれも、障害物回避および水底マッピングのために、前方視ソナーによって収集されるデータを使用して、音速プロファイルのリアルタイム推定を提供しない。本発明のシステムおよび方法は、システムが障害物回避および水底マッピングのその主要作業を行いながら、任意の専用ハードウェアを伴わずに、音速プロファイルをリアルタイムで推定する。推定される音速は、システムによって測定された深度情報を補正するために使用されることができる。

#### 【0079】

本発明は、専用ハードウェアを使用せずに、音速プロファイルをリアルタイムで推定するためのシステムおよび方法を提供する。本システムは、音響測深機129と統合された前方視サブシステム111を含み、これらのサブシステムからのデータを用いて、リアルタイム音速プロファイル推定を提供し、任意の付加的データまたはサブシステムを要求しない。ある実施形態では、本システムは、約0.1秒～約10秒（例えば、約0.5秒～約2秒、好ましくは、約1秒）の更新レートを有する。本システムは、1秒未満（例えば、ミリ秒以内）で算出を完成することによって、リアルタイム音速プロファイル推定を提供する。加えて、本システムは、ソナーピング毎に、すなわち、毎秒、音速推定を提供可能であり、数値的に安定するはずである。

#### 【0080】

音速プロファイル推定は、実世界リアルタイム要件を満たすために十分に高速であり、CTD測定値、GISデータベースからの等深線情報等の基準データを要求せずに、数値的に安定する。

#### 【0081】

図11は、音速プロファイル推定のための方法の略図である。深度測定が、統合された前方視サブシステム111および音響測深機サブシステム129を使用して、船舶101の下方および前方において行われる。音響測深機および前方視音響測深機から収集された範囲および深度測定値は、音速プロファイル推定プロセスが開始し得る前に、満たされまたは合格されなければならない要件に対して検証される。いったん要件が、合格されると（すなわち、「Passed」=Y）、範囲および深度測定値は、音速プロファイル推定モジュールにフィードされる。音速プロファイル推定モジュールは、前方視サブシステム111から導出される深度と音響測深機サブシステム129から導出される深度との間の誤差を最小限にする、最適化アルゴリズムを実装する。最小限化の解は、音速プロファイルの推定を与える。

#### 【0082】

推定される音速プロファイルは、システム104によって測定された3D等深線データを補正するために使用される。システム104によって測定された3D等深線データは、統合されたシステムによって測定された水底点および水中標的の範囲および深度を含む。

#### 【0083】

図12は、推定された音速プロファイルを使用した2Dにおける水底補正の典型的シナリオを実証する。仮定された一定音速プロファイルから生じる、測定された水底413における不正確性は、補正された水底431が、可能な限り、真の水底417に近づけられ

得るように、推定された音速プロファイル測定された等深線データに適用することによって、補正されることができる。いったん音速プロファイル推定要件が満たされると、推定および補正プロセスは、ピング毎に行われることができる。したがって、音速プロファイル推定および補正プロセスは、空間的にも時間的にも疎らではない。これは、既存の方法より優れた主要利点である。

【 0 0 8 4 】

加えて、本発明のシステムおよび方法は、前方視サブシステム 1 1 1、側方走査サブシステム 1 2 5、および音響測深機サブシステム 1 2 9 のうちの 1 つ以上の使用を通して収集された統合されたデータのディスプレイを提供する。

【 0 0 8 5 】

図 1 3 は、ある実施形態における、ディスプレイモジュール 1 4 9 からの一例示的ディスプレイの再現である。好ましくは、ディスプレイは、音響測深機ビームのウォーターフォールを含む。これは、単一ダウンビームから生成されることができ、船舶のロールまたはピッチに対して深度補正されてもよい（例えば、プロセッサモジュール 1 4 5 によって）。自動水底トラックが、単一深度値として表示されてもよい。ディスプレイは、水底トラックから水底の上方の高度までズームを提供する、制御（例えば、タッチスクリーンおよびピンチジェスチャ、スクロールバー、またはボタン等のディスプレイ内 GUI 要素、あるいは矢印キーまたはコンピュータポインティングデバイス等のハードウェア制御）を含み得る。

【 0 0 8 6 】

ディスプレイはまた、側方走査ビームのウォーターフォール画像を含んでもよい。これらの画像の 1 つまたはいくつかは、空間的に位置し得、随意に、モザイク加工されてもよい（例えば、ベースマップまたは画像の上部に）。ディスプレイは、前方視マルチビーム（FLMB）等深線の上部に後方散乱オーバーレイを含んでもよい。ディスプレイは、FLMB 等深線を伴うモザイク加工された側方走査等深線、前方視ソナーによって検出、群化、または追跡された側方走査画像内の強調標的、前方視ソナーによって検出されなかった側方走査画像内の強調標的、またはそれらの組み合わせを含んでもよい。

【 0 0 8 7 】

前方視ソナーは、好ましくは、船舶 1 0 1 の前方の等深線の少なくとも 1 つの 3 次元画像を伴う、ディスプレイを提供する。ディスプレイはさらに、船舶 1 0 1 の前方の水中標的の局在化、音速プロファイルに対して補正された深度、FLMB を作成するための前方視ソナー等深線のモザイク、ユーザ選択された方角に沿った船舶の前方の 2 次元等深線スライス、前方視データからの前方視音響測深機モード、またはそれらの組み合わせを含んでもよい。

【 0 0 8 8 】

ディスプレイには、全てのウォーターフォールは、場所に基づいて、または時間別に、スクロールするように設定されることができる。これは、定常時、魚の発見を可能にする。任意のソナーサブシステムからの任意のビームが、ウォーターフォールとして表示されることができる。

【 0 0 8 9 】

本発明と併用するための付加的方法およびデバイスは、DePasqua の米国特許第 8,305,844 号、Riordan の米国特許第 8,305,841 号、Vogt の米国特許第 8,254,208 号、Zhu の米国特許第 7,315,487 号、Whitehurst の米国特許第 5,530,680 号、Parra の米国特許第 5,158,473 号、Kabel の米国特許出願公開第 2012/0290200 号、Brumley の米国特許出願公開第 2010/0302907 号、Zimmerman のおよび米国特許出願公開第 2003/0235112 号に論じられており、そのそれぞれの内容は、参照することによってその全体として組み込まれる。

【 0 0 9 0 】

本明細書で使用されるように、用語「または（or）」は、別様に示されない限り、時

10

20

30

40

50

として、「および/または ( and / or ) 」と記載または称されるように、「および ( and ) 、または、または ( or ) 」を意味する。

【 0 0 9 1 】

( 参照による援用 )

特許、特許出願、特許刊行物、雑誌、書籍、論文、ウェブコンテンツ等の他の文書に対する参照および引用が、本開示全体を通して行なわれる。そのような文書は全て、あらゆる目的のために、参照することによって、全体として本明細書に組み込まれる。

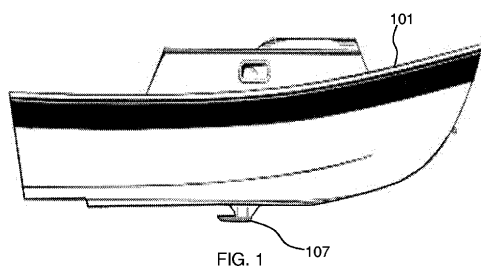
【 0 0 9 2 】

( 均等物 )

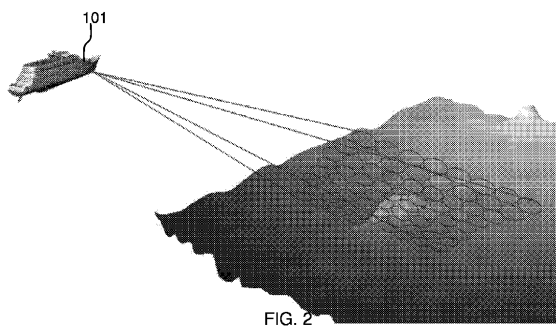
本明細書に図示および説明されるものに加え、本発明およびその多くのさらなる実施形態の種々の修正が、本明細書に引用される科学および特許文献の参考文献を含む、本書の全内容から、当業者に明白となる。本明細書における主題は、その種々の実施形態およびその均等物における本発明の実践に適合され得る、重要な情報、例示、および指針を含む。

10

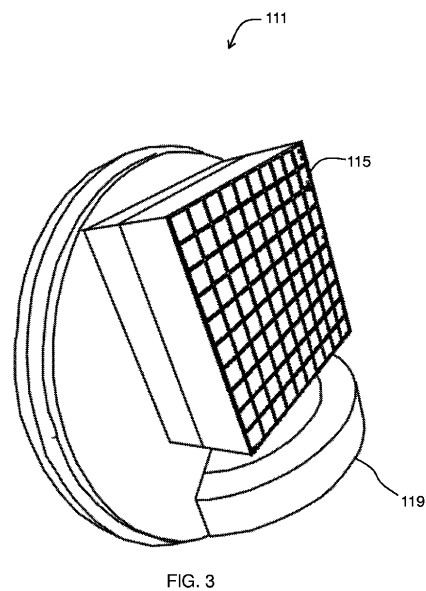
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】





【図 4】

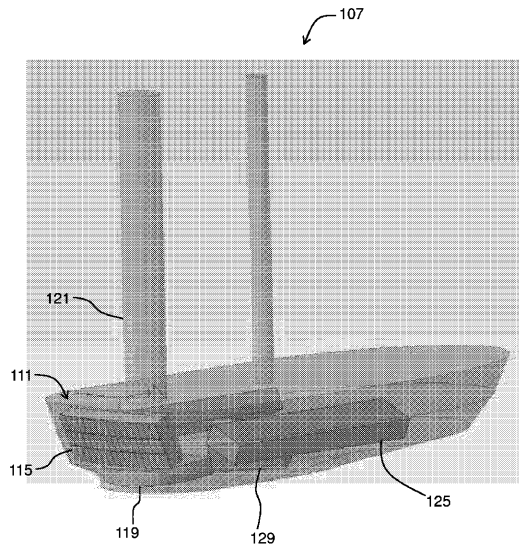


FIG. 4

【図 5】

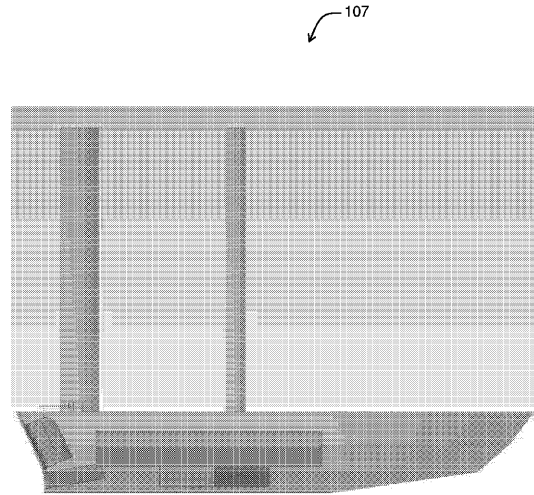


FIG. 5

【図 6】

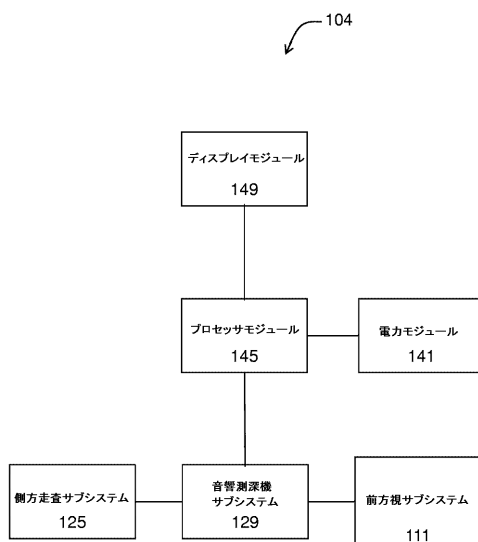


FIG. 6

【図 7】

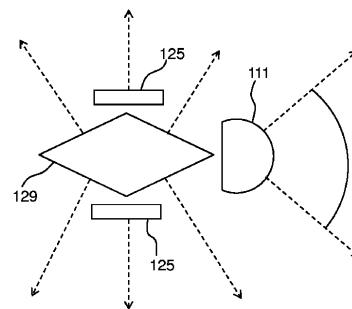
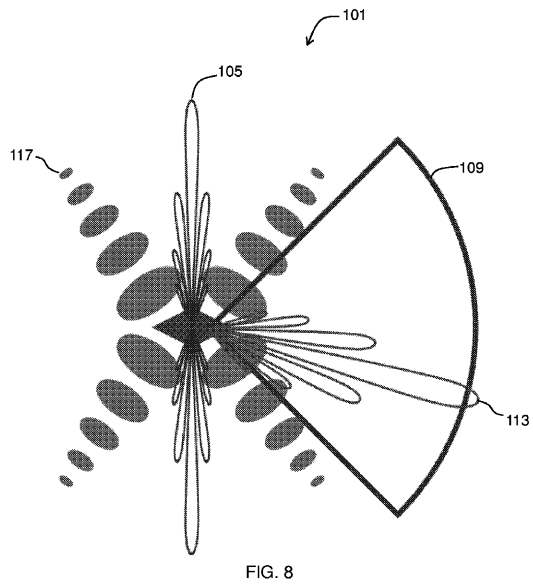
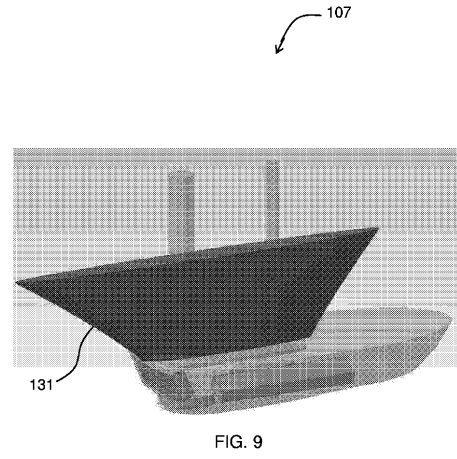


FIG. 7

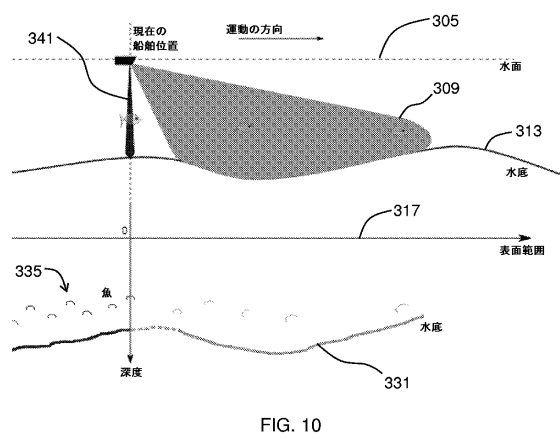
【図 8】



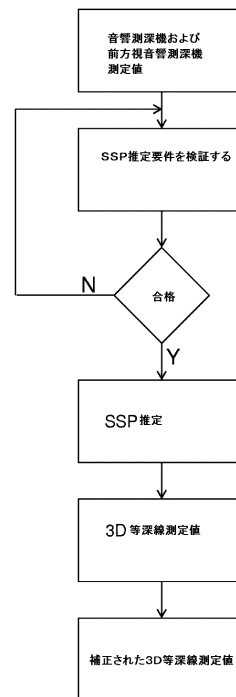
【図 9】



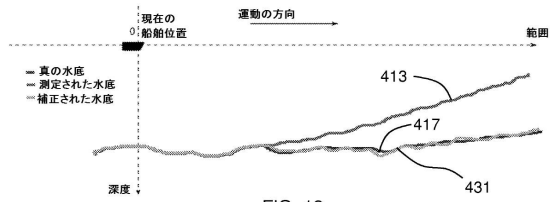
【図 10】



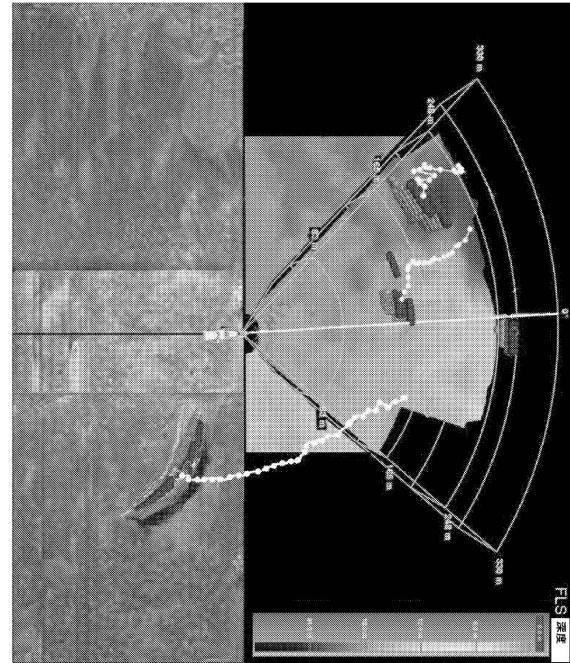
【図 11】



【図 12】



【図 13】



## フロントページの続き

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 ジーマン, マシュー ジェイソン

アメリカ合衆国 ロードアイランド 02888, ワーウィック, ラバン アベニュー 15  
1, ファーサウンダー, インコーポレイテッド 気付

(72)発明者 ヤクボフスキー, アレクサンダー

アメリカ合衆国 ロードアイランド 02888, ワーウィック, ラバン アベニュー 15  
1, ファーサウンダー, インコーポレイテッド 気付

(72)発明者 シャルマ, ナビン

アメリカ合衆国 ロードアイランド 02888, ワーウィック, ラバン アベニュー 15  
1, ファーサウンダー, インコーポレイテッド 気付

審査官 安井 英己

(56)参考文献 特開平07-063852(JP, A)

米国特許出願公開第2002/0071345(US, A1)

米国特許第05390152(US, A)

米国特許出願公開第2005/0099887(US, A1)

特開昭60-108782(JP, A)

特開平09-243735(JP, A)

特表2008-508539(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/52 - 7/64,

G01S 15/00 - 15/96