(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月30日(30.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/155683 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 13/90 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/006941

(22) 国際出願日： 2018年2月26日(26.02.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-034122 2017年2月24日(24.02.2017) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (**JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY**) [JP/JP]; 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目４４番地１ Tokyo (JP).

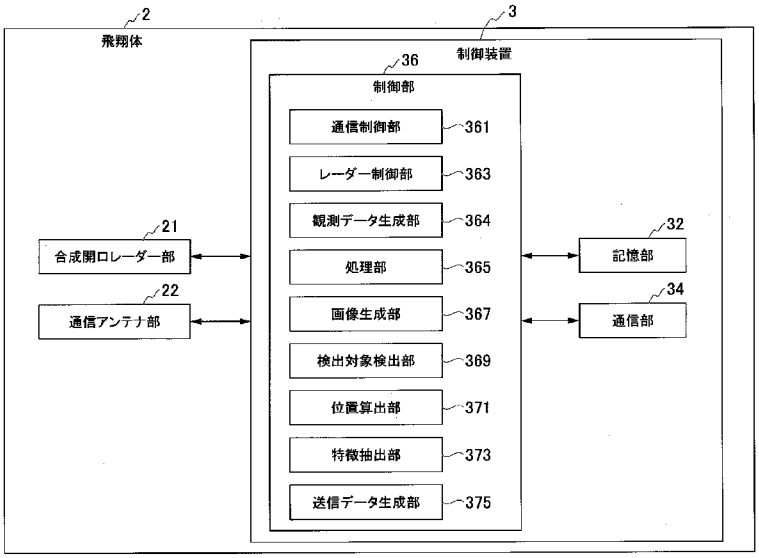
(72) 発明者: 稲場 典康(**INABA Noriyasu**); 〒3058505 茨城県つくば市千現２－１－１ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構内 Ibaraki (JP). 小澤 悟(**OZAWA Satoru**); 〒3058505 茨城県つくば市千現２－１－１ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構内 Ibaraki (JP). 杉本 洋平(**SUGIMOTO Yohei**); 〒3058505 茨城県つくば市千現２－１－１ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (**TANAI Sumio** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** FLYING BODY, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 飛翔体、及びプログラム



2...Flying body
3...Control device
21...Synthetic aperture radar unit
22...Communication antenna unit
32...Storage unit
34...Communication unit
36...Control unit
361...Communication control unit
363...Radar control unit
364...Observation-data generation unit
365...Processing unit
367...Image generation unit
369...Detection-target detection unit
371...Location calculation unit
373...Feature extraction unit
375...Transmission-data generation unit

(57) **Abstract:** This flying body comprises: an observation-data generation unit that generates observation data on the basis of radio waves received by radar; an image generation unit that, on the basis of the observation data generated by the observation-data generation unit, generates an image that represents a monitoring space; and a detection unit that detects a detection target on the basis of the image generated by the image generation unit.

(57) 要約：この飛翔体は、レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、観測データ生成部により生成された観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成する画像生成部と、画像生成部により生成された画像に基づいて検出対象を検出する検出部と、を備える。

WO 2018/155683 A1

［続葉有］

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

— 補正された請求の範囲及び説明書(条約第19条(1))

明　細　書

発明の名称 ： 飛翔体、及びプログラム

技術分野

[0001] この発明は、飛翔体、及びプログラムに関する。

本願は、２０１７年２月２４日に、日本に出願された特願２０１７－０３４１２２号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 観測対象との間において電波を送受信する人工衛星に関する技術の研究や開発が行われている。このような人工衛星は、例えば、観測対象から受信した電波に基づいて観測対象を表す観測データを生成し、生成した観測データを地上の受信装置に向けて送信する。受信装置は、受信した観測データに基づく処理を行う。

[0003] これに関し、観測データを複数のチャネルへ周波数多重分離し、当該複数のチャネルのそれぞれに対してハードウェアによる圧縮を実行する人工衛星が知られている（特許文献１参照）また、受信装置によって人工衛星から受信された観測データに基づいて、観測対象を表す画像を生成する技術が知られている。また、当該画像に基づいて、観測対象に含まれる海域における船舶を検出するソフトウェアが知られている（非特許文献１、非特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表２０１４－５１０９１３号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：VESSELFINDER powered by HuygensWorks: http://www.mss.co.jp/information/20141205/VesselFinder2.pdf

非特許文献2：MARITIME PRODUCTS USING TERRASAR-X and SENTINEL-1 IMAGERY: S.Lehner, B.Tings, The International Archives of the Photogrammetr

y, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 2015

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の人工衛星では、観測データのデータ量を圧縮することはできるが、観測対象以外の観測データも地上局に送信する。このため、データ伝送に要する時間（衛星からダウンリンクする時間、地上局バッファストレージでの待機時間、バッファストレージからデータ処理センターまでの伝送時間等を含めた時間）が長くなる場合がある。その結果、従来の人工衛星では、観測対象の迅速な発見ができない可能性がある。また、従来のソフトウェアでは、観測対象を表す画像に基づいて観測対象に含まれる海域における船舶を検出するため、人工衛星によって当該船舶が観測された時間と、当該ソフトウェアにより当該船舶が検出された時間との差分が、およそ十数時間程度から数日程度となる可能性がある。その結果、ユーザーが監視したい所望の海域における船舶をユーザーが検出したい所望のタイミングで検出することができない可能性が有る。

[0007] 本発明は、地上局側へデータを送信する際に、送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができ、所望の検出対象が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる飛翔体、及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様は、レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、前記観測データ生成部により生成された前記観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成する画像生成部と、前記画像生成部により生成された前記画像に基づいて検出対象を検出する検出部と、を備える飛翔体である。

[0009] 本発明の他の態様は、レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、前記観測データ生成部により生成された前記観

測データをレンジ圧縮する処理部と、前記処理部によりレンジ圧縮された信号に基づいて検出対象を検出する検出部と、を備える飛翔体である。

[0010] 本発明の他の態様は、飛翔体において、前記監視空間には、海域が含まれ、前記検出対象には、前記海域における船舶が含まれる、構成が用いられてもよい。

[0011] 本発明の他の態様は、飛翔体において、前記検出部は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、前記監視空間における前記検出対象の候補の中から前記検出対象と推定される対象を前記検出対象として検出する、構成が用いられてもよい。

[0012] 本発明の他の態様は、飛翔体において、前記検出部は、ベースマップと、前記画像生成部により生成された画像とを比較することにより前記検出対象を検出する、構成が用いられてもよい。

[0013] 本発明の他の態様は、飛翔体において、前記検出対象には、前記監視空間における地殻変動が含まれる、構成が用いられてもよい。

[0014] 本発明の他の態様は、飛翔体において、前記検出部により検出された前記検出対象の位置を算出し、算出した位置を示す位置情報を生成する位置算出部を更に備える、構成が用いられてもよい。

[0015] 本発明の他の態様は、飛翔体において、前記検出部により検出された前記検出対象の特徴を抽出する特徴抽出部を更に備える、構成が用いられてもよい。

[0016] 本発明の他の態様は、飛翔体が備えるコンピューターに、レーダーが受信した電波に基づく観測データを生成し、生成した前記観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成し、生成された前記画像における検出対象を検出させる、プログラムである。

[0017] 本発明の他の態様は、飛翔体が備えるコンピューターに、レーダーが受信した電波に基づく観測データを生成し、生成した前記観測データをレンジ圧縮し、レンジ圧縮された信号に基づいて検出対象を検出させる、プログラムである。

発明の効果

[0018] 上記した飛翔体、及びプログラムによれば、地上局側へデータを送信する際に、送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができる。これにより、所望の検出対象が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]衛星観測システム１の構成の一例を示す図である。

[図2]制御装置３のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図3]制御装置３の機能構成の一例を示す図である。

[図4]制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄに含まれる船舶を検出する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図5]二値化画像の一例を示す図である。図５に示した画像Ｐ１は、二値化画像の一例である。

[図6]制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄ２に含まれる船舶を検出する処理の流れの他の例を示すフローチャートである。

[図7]領域Ｄ２に１艘の船舶が含まれている場合における圧縮データ画像の一例を示す図である。

[図8]制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄ２に含まれる検出対象を検出する処理の流れの更に他の例を示すフローチャートである。

[図9]制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄに含まれる陸域の少なくとも一部において生じる地殻変動を検出する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] ＜実施形態＞

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

[0021] ＜衛星観測システムの概要＞

まず、実施形態に係る衛星観測システム１の概要について説明する。図１は、衛星観測システム１の構成の一例を示す図である。

[0022] 衛星観測システム１は、飛翔体２と、受信装置４を備える。

飛翔体２は、本実施形態において、地球ＥＴの地表上空を予め決められた周回軌道に沿って周回する人工衛星である。なお、飛翔体２は、地球ＥＴの地表上空に代えて、他の天体や物体の表面上空を当該周回軌道に沿って周回する人工衛星であってもよい。当該天体には、火星や金星等の地球ＥＴと異なる他の惑星、月やタイタン等の衛星、イトカワ等の小惑星等が含まれる。また、当該物体には、岩石等が含まれる。また、飛翔体２は、人工衛星に代えて、飛行機、ドローン等の他の飛翔体であってもよい。

[0023] 飛翔体２は、本実施形態において、地球ＥＴの地表に含まれる領域のうちの一部である領域Ｄを観測したい所望の対象である観測対象として観測する。すなわち、飛翔体２は、領域Ｄに向けて電波を照射（送信）する。観測対象は、換言すると、飛翔体２が監視する監視空間のことである。当該監視空間（すなわち、観測対象）は、この一例における領域Ｄのように二次元平面であってもよく、二次元平面に代えて、三次元空間であってもよい。

なお、飛翔体２は、当該領域の一部を観測対象として観測する構成に代えて、地球ＥＴ上に存在する他の物体を観測対象として観測する構成であってもよい。飛翔体２は、当該地表上空のうち領域Ｄに電波を照射可能な上空を通過する際、飛翔体２から照射される電波が領域Ｄに照射されるように姿勢を制御される。以下では、飛翔体２の姿勢の制御方法については、既知の制御方法を用いてもよく、これから開発される方法を用いてもよいため、説明を省略する。飛翔体２は、領域Ｄに照射してから領域Ｄの表面において反射された電波を受信することにより、領域Ｄの観測を行う。

[0024] より具体的には、飛翔体２は、合成開口レーダー部２１と、通信アンテナ部２２と、制御装置３を備える。飛翔体２は、飛翔体の一例である。

[0025] 合成開口レーダー部２１には、第１方向に配列された複数のアンテナ素子がフェーズドアレイアンテナＡ１として設けられている。以下の説明において、フェーズドアレイアンテナＡ１は、送信と受信の両方の機能を有している。しかしながら、フェーズドアレイアンテナＡ１は、送信アンテナと受信

のアンテナが別体の構成を有していてもよい。フェーズドアレイアンテナＡ１は、合成開口レーダー部２１の予め決められた位置に設けられている。当該位置は、フェーズドアレイアンテナＡ１から電波を第２方向に向けて照射（送信）可能な位置である。当該電波は、合成開口レーダー部２１が制御装置３から取得した信号に応じた電波である。第２方向は、第１方向と直交する方向のことである。飛翔体２が地球ＥＴの地表上空のうち領域Ｄに電波を照射可能な上空を通過する際、第２方向は、領域Ｄに向かう方向と一致する。以下では、一例として、第１方向がアジマス方向である場合について説明する。アジマス方向は、飛翔体２の進行方向のことである。すなわち、この一例における第２方向は、レンジ（サイドルッキング方式におけるスラントレンジ）方向である。また、フェーズドアレイアンテナＡ１は、フェーズドアレイアンテナＡ１に向かって到来する電波を受信する。なお、第１方向は、アジマス方向に代えて、他の方向であってもよい。すなわち、第２方向は、レンジ方向に代えて、他の方向であってもよい。また、合成開口レーダー部２１は、フェーズドアレイアンテナＡ１に代えて、スロットアンテナ、パラボラアンテナ等の他のアンテナを備える構成であってもよい。また、合成開口レーダー部２１が備えるアンテナは、本実施形態におけるフェーズドアレイアンテナＡ１と同様に、送信アンテナと受信アンテナが別体であってもよい。この場合、飛翔体２は、当該受信アンテナのみを備え、当該送信アンテナを備える衛星とタンデム衛星を構成してもよい。

[0026] 通信アンテナ部２２は、受信装置４との間で各種の情報に応じた電波の送受信を行うアンテナを備える。当該アンテナは特に限定されず、パラボラアンテナであってもよく、フェーズドアレイアンテナであってもよい。

[0027] 制御装置３は、飛翔体２の全体を制御する。制御装置３は、本実施形態において、飛翔体２に内蔵されている。なお、制御装置３は、飛翔体２と別体であってもよい。この場合、例えば、制御装置３は、他の人工衛星に備えられており、無線通信によって当該人工衛星から飛翔体２を制御する。

[0028] 制御装置３は、合成開口時間（すなわち、１サイクル）内においてＰＲＩ

（Pulse Repetition Frequency）間隔で送信パルス信号を合成開口レーダー部２１に出力する。これにより、制御装置３は、領域Ｄに向けて送信パルス信号に応じた電波を照射電波としてフェーズドアレイアンテナＡ１に照射（送信）させる。送信パルス信号は、チャープ信号であり、時間の経過とともに周波数が変化する信号である。送信パルス信号の周波数帯は、本実施形態において、マイクロ波の周波数帯である。なお、送信パルス信号の周波数帯は、マイクロ波の周波数帯に代えて、マイクロ波の周波数帯より低い周波数帯であってもよく、マイクロ波の周波数帯より高い周波数帯であってもよい。

[0029] ここで、フェーズドアレイアンテナＡ１から照射された照射電波のうちの一部の電波は、領域Ｄの表面の各位置における仮想的な点状後方散乱体によって、フェーズドアレイアンテナＡ１に向けて反射される。制御装置３は、このように反射された当該電波をフェーズドアレイアンテナＡ１によって受信する。このため、以下では、説明の便宜上、当該各位置における点状後方散乱体を後方散乱体と称して説明する。

[0030] 制御装置３は、フェーズドアレイアンテナＡ１が受信した電波の強度と、当該電波を受信した時刻とに基づく観測データを生成する。観測データは、フェーズドアレイアンテナＡ１が電波を受信した時刻を表すセルを有する二次元データである。観測データの各セルには、各セルが表す時刻にフェーズドアレイアンテナＡ１が受信した電波の強度が対応付けられている。制御装置３が観測データを生成する方法は、既知の方法であってもよく、これから開発される方法であってもよい。このため、以下では、当該方法について、これ以上の詳細な説明（例えば、ノイズ除去を行う処理等の説明）を省略する。

[0031] ここで、制御装置３と異なる制御装置Ｘ（例えば、従来の制御装置）は、生成した観測データを通信アンテナ部２２に出力し、当該観測データに応じた電波を通信アンテナ部２２に地球ＥＴの地表に設置された受信装置に向けて送信させる。これにより、当該受信装置は、ユーザーからの要求に応じて

、制御装置Ｘから受信した観測データを当該要求に応じたタイミングで当該要求に応じた装置に送信することができる。しかし、当該タイミングは、あるユーザー１人の都合によって決めることができない場合が多い。また、制御装置Ｘから当該受信装置への観測データの伝送（送信）に要する時間は、観測データのデータ量が大きくなるほど長くなる。このような事情から、制御装置Ｘを備える衛星観測システムは、領域Ｄにおける検出対象の検出をユーザーが所望するタイミングで行うことができない場合があった。ここで、ユーザーは、例えば、地上において当該装置を操作する人である。なお、ユーザーは、当該人に代えて、他の人であってもよい。

[0032] そこで、制御装置３は、生成した観測データに基づいて領域Ｄ（すなわち、観測対象）における検出対象を検出する。すなわち、飛翔体２自身が当該観測データに基づいて領域Ｄにおける検出対象を検出する。これにより、飛翔体２は、データを送信する対象（この一例において、受信装置４）に送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができる。また、飛翔体２は、当該データを記憶するために必要な記憶容量を小さくすることができる。これにより、飛翔体２は、所望の検出対象が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる。また、地上局に直接伝送可能な地域の観測については、送信データを記憶部に記憶せず、通信部に直接送ってもよい。制御装置３は、検出対象を検出した後、検出対象を検出した結果を示す情報を含む送信データを生成する。制御装置３は、生成した送信データを通信アンテナ部２２に出力し、送信データを通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させる。制御装置３は、通信アンテナ部２２を介して受信装置４からの各種の制御信号に応じた電波を受信する。制御装置３は、受信した当該電波に応じた処理を行う。

[0033] 受信装置４は、飛翔体２との間で各種の情報を電波によって送受信可能なアンテナを備える。受信装置４は、例えば、当該アンテナを接続された専用又は汎用のコンピューターである。受信装置４は、地球ＥＴの地表のうちのユーザーが所望する位置に設置される。

受信装置４は、飛翔体２が受信装置４に向けて送信した送信データを受信データとして受信する。受信装置４は、受信した受信データを記憶する。これにより、ユーザーは、受信装置４により記憶された受信データに含まれる検出対象を示す情報に応じた作業を行うことができる。

[0034] ここで、以下では、制御装置３の機能構成と、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄにおける検出対象を検出する処理とについて詳しく説明する。

[0035] ＜制御装置のハードウェア構成＞

以下、図２を参照し、制御装置３のハードウェア構成について説明する。図２は、制御装置３のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0036] 制御装置３は、例えば、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）３１と、記憶部３２と、通信部３４を備える。これらの構成要素は、バスＢｕｓを介して相互に通信可能に接続されている。また、制御装置３は、通信部３４を介して合成開口レーダー部２１、通信アンテナ部２２のそれぞれと通信を行う。なお、制御装置３は、ＦＰＧＡ３１に代えて、ＣＰＵ（Central Processing Unit）を備える構成であってもよい。

[0037] ＦＰＧＡ３１は、後述する制御装置３の機能構成をハードウェア機能部によって実現する。

記憶部３２は、例えば、ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable Read－Only Memory）、ＲＯＭ（Read－Only Memory）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、フラッシュメモリー等を含む。記憶部３２は、制御装置３が処理する各種の情報、各種の画像等を格納する。

通信部３４は、例えば、各種の通信規格に応じたアナログ又はデジタルの入出力ポート等を含んで構成される。

[0038] ＜制御装置の機能構成＞

以下、図３を参照し、制御装置３の機能構成について説明する。図３は、制御装置３の機能構成の一例を示す図である。

[0039] 制御装置３は、記憶部３２と、通信部３４と、制御部３６を備える。

[0040] 制御部３６は、制御装置３の全体を制御する。制御部３６は、通信制御部３６１と、レーダー制御部３６３と、観測データ生成部３６４と、処理部３６５と、画像生成部３６７と、検出対象検出部３６９と、位置算出部３７１と、特徴抽出部３７３と、送信データ生成部３７５を備える。制御部３６が備えるこれらの機能部のうちの一部又は全部は、ＬＳＩ（Large Scale Integration）やＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）等のハードウェア機能部であってもよい。

[0041] 通信制御部３６１は、通信アンテナ部２２によって受信装置４との間で各種の情報に応じた電波の送受信を行う。具体的には、例えば、通信制御部２６１は、通信アンテナ部２２によって受信装置４から各種の制御信号に応じた電波を受信する。また、通信制御部２６１は、送信データ生成部２７５が生成した送信データに応じた電波を受信装置４に向けて通信アンテナ部２２に送信させる。

[0042] レーダー制御部３６３は、合成開口時間（すなわち、１サイクル）内においてＰＲＩ間隔で送信パルス信号を合成開口レーダー部２１に出力する。そして、レーダー制御部３６３は、領域Ｄに向けて送信パルス信号に応じた照射電波を合成開口レーダー部２１のフェーズドアレイアンテナＡ１に照射（送信）させる。また、レーダー制御部３６３は、フェーズドアレイアンテナＡ１から照射された照射電波のうちの一部の電波であって各後方散乱体において反射された電波をフェーズドアレイアンテナＡ１によって受信する。

[0043] 観測データ生成部３６４は、合成開口レーダー部２１のフェーズドアレイアンテナＡ１によって受信された電波に基づいて前述の観測データを生成する。

[0044] 処理部３６５は、観測データ生成部３６４により生成された観測データに各種の処理を行う。

[0045] 画像生成部３６７は、処理部３６５により生成された観測データに基づいて、領域Ｄ（すなわち、観測対象）を表す画像を生成する。

[0046] 検出対象検出部３６９は、観測データ生成部３６４により生成された観測

データに基づいて、領域Ｄにおける検出対象を検出する。

[0047] 位置算出部２７１は、観測データ生成部３６４により生成された観測データに基づいて、検出対象検出部３６９により検出された検出対象の位置を算出する。

[0048] 特徴抽出部３７３は、観測データ生成部３６４により生成された観測データに基づいて、検出対象検出部３６９により検出された検出対象の特徴を抽出する。

[0049] 送信データ生成部３７５は、画像生成部３６７により生成された画像と、位置算出部２７１により算出された位置を示す位置情報と、特徴抽出部３７３により検出された特徴を示す特徴情報とのうちの一部又は全部を含む情報を送信データとして生成する。

[0050] ＜制御装置が観測データに基づいて観測対象における検出対象を検出する処理＞

以下、図４を参照し、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄにおける検出対象を検出する処理について説明する。以下では、一例として、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄにおける船舶を検出対象として検出する処理について説明する。この場合、領域Ｄには、地球ＥＴの地表に含まれる領域のうちの海域が少なくとも含まれている。図４は、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄにおける船舶（すなわち、当該海域における船舶）を検出する処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、検出対象には、船舶に加えて、他の物体や現象が含まれる構成であってもよい。

[0051] レーダー制御部３６３は、飛翔体２の位置が領域Ｄの少なくとも一部に合成開口レーダー部２１から照射電波を照射可能な位置である場合、合成開口レーダー部２１を制御し、領域Ｄを観測する（ステップＳ１１０）。具体的には、当該場合、レーダー制御部３６３は、合成開口時間（すなわち、１サイクル）内においてＰＲＩ間隔で送信パルス信号を合成開口レーダー部２１に出力する。そして、レーダー制御部３６３は、領域Ｄに向けて送信パルス信号に応じた照射電波を合成開口レーダー部２１のフェーズドアレイアンテ

ナＡ１に照射（送信）させる。レーダー制御部３６３は、飛翔体２の位置が領域Ｄの少なくとも一部に合成開口レーダー部２１から照射電波を照射不可能な位置まで移動した場合に、合成開口レーダー部２１への送信パルス信号の出力を停止する。また、レーダー制御部３６３は、フェーズドアレイアンテナＡ１から照射された照射電波のうちの一部の電波であって各後方散乱体において反射された当該電波をフェーズドアレイアンテナＡ１によって受信する。そして、レーダー制御部３６３は、受信した当該電波を示す受信電波情報に対してＡ／Ｄ変換等の処理を行う。なお、本実施形態では、当該処理についての説明を省略する。このようにして、レーダー制御部３６３は、合成開口レーダー部２１によって領域Ｄを観測する。

[0052] 次に、観測データ生成部３６４は、ステップＳ１１０において受信した電波を示す受信電波情報に基づいて観測データを生成する（ステップＳ１２０）。ここで、観測データ生成部３６４は、ステップＳ１２０において観測データを生成した後、生成した観測データを記憶部３２に記憶する構成であってもよく、当該観測データを記憶部３２に記憶しない構成であってもよい。

[0053] 次に、画像生成部３６７は、ステップＳ１２０において生成された観測データに基づいて、領域Ｄを表す画像を生成する（ステップＳ１５０）。具体的には、画像生成部３６７は、レンジ方向についての圧縮と、アジマス方向についての圧縮とを当該観測データに対して行い、領域Ｄを表す画像として生成する。ここで、画像生成部３６７により生成された画像の各画素の位置は、前述の後方散乱体の当該画像上での位置を表し、当該各画素の画素値は、後方散乱体において反射された電波の輝度値を表す。また、当該画像の各画素には、各画素が表す後方散乱体からフェーズドアレイアンテナＡ１に向かって到来する電波の位相を示す位相情報が対応付けられる。画像生成部３６７は、例えば、レンジドップラー法、チャープスケーリング法、オメガ・カッパー法等によって領域Ｄを表す画像を生成する。この際、画像生成部３６７は、高精度軌道決定処理、電離層遅延補正を行うことによって、当該位相の算出精度を向上させてもよい。また、画像生成部３６７は、記憶部３２

に予め記憶されたデジタルエレベーションモデルを用いて、領域Ｄの表面における高度に起因する位相成分を除去する処理を行う構成であってもよい。この場合、画像生成部３６７は、記憶部３２からデジタルエレベーションモデルを読み出す。ここで、デジタルエレベーションモデルは、地球ＥＴの表面の少なくとも一部の形状を表す三次元モデルのことである。なお、画像生成部３６７は、これらの方法と異なる既知の方法によって当該観測データから当該画像を生成する構成であってもよく、これから開発される方法によって当該観測データから当該画像を生成する構成であってもよい。このため、画像生成部３６７による当該画像の生成方法については、これ以上の詳細な説明を省略する。

[0054] 次に、検出対象検出部３６９は、ステップＳ１５０において画像生成部３６７により生成された画像に基づいて、当該画像に含まれる船舶と考えられる（推定される）物体を船舶として検出する（ステップＳ１６０）。なお、当該画像に含まれる船舶として考えられる（推定される）物体には、本物の船舶の他に、海上の構造物、小島等の物体が含まれる場合がある。ここで、ステップＳ１６０の処理について説明する。例えば、検出対象検出部３６９は、領域Ｄに含まれる領域のうち海域と異なる領域である陸域を示す陸域情報を記憶部３２から読み出す。陸域は、領域Ｄに含まれる領域のうちの陸地の領域のことである。検出対象検出部３６９は、読み出した陸域情報に基づいて、当該画像に陸域フィルターを適用する。具体的には、検出対象検出部３６９は、当該画像において、当該陸域情報が示す陸域の部分に含まれる画素の輝度値を予め決められた第１輝度値に変更する。第１輝度値は、例えば、０である。なお、第１輝度値は、０に代えて、後述する第３輝度値との輝度値の違いを検出対象検出部３６９が区別可能な輝度値であれば如何なる輝度値であってもよい。以下では、説明の便宜上、当該画像に陸域フィルターを適用した後の画像を陸域除去画像と称して説明する。

[0055] 陸域除去画像を生成した後、検出対象検出部３６９は、陸域除去画像に二値化フィルターを適用する。具体的には、検出対象検出部３６９は、陸域除

去画像を構成する複数の画素のうち輝度値が所定輝度値未満の画素の輝度値を第２輝度値に設定し、陸域除去画像を構成する複数の画素のうち輝度値が第１所定輝度値以上の画素の輝度値を予め決められた第３輝度値に設定することにより、陸域除去画像の二値化を行う。第２輝度値は、例えば、０である。なお、第２輝度値は、０に代えて、後述する第３輝度値との輝度値の違いを検出対象検出部３６９が区別可能な輝度値であれば如何なる輝度値であってもよい。第３輝度値は、例えば、２５５である。なお、第３輝度値は、２５５に代えて、第１輝度値及び第２輝度値の両方との輝度値の違いを検出対象検出部３６９が区別可能な輝度値であれば如何なる輝度値であってもよい。第１所定輝度値は、第１輝度値及び第２輝度値の両方よりも大きく、第３輝度値よりも小さい輝度値であれば如何なる輝度値であってもよい。

以下では、説明の便宜上、陸域除去画像に二値化フィルターを適用した後の画像を二値化画像と称して説明する。図５は、二値化画像の一例を示す図である。図５に示した画像Ｐ１は、二値化画像の一例である。画像Ｐ１において、領域ＳＣ１は、輝度値が第３輝度値である画素によって構成された領域を表している。また、ハッチングされた領域である領域ＳＣ２は、輝度値が第２輝度値である画素によって構成された領域を表している。また、検出対象検出部３６９は、二値化フィルターの代わりに標準偏差フィルターにより、陸域除去画像の二値化を行う構成であってもよい。

[0056] 検出対象検出部３６９は、輝度値が第３輝度値である画素であって所定数以上の画素によって構成された１以上の領域が二値化画像に含まれている場合、当該領域のそれぞれ（すなわち、前述の船舶と考えられる物体に対応する領域）を船舶として検出する。所定数は、例えば、１０である。なお、所定数は、１０より小さい数であってもよく、１０より大きい数であってもよい。ここで、図５に示した領域ＳＣ１は、輝度値が第３輝度値であって所定数の画素によって構成された領域の一例である。すなわち、図５に示した例では、検出対象検出部３６９は、領域ＳＣ１を船舶として検出する。

[0057] なお、ステップＳ１６０における検出対象検出部３６９は、ステップＳ１

５０において生成された画像に対して陸域フィルターと二値化フィルターと標準偏差フィルターとの少なくとも一部を適用することなく、機械学習のアルゴリズムを用いて当該画像から船舶を検出する構成であってもよい。この場合、検出対象検出部３６９には、船舶が含まれている複数の画像と当該画像のそれぞれにおける船舶の位置及び形状とを対応付けた情報と、船舶が含まれていない複数の画像と当該画像のそれぞれにおいて船舶が含まれていないことを示す情報とが複数のパラメーターとして予め記憶（学習）されている。ここで、当該画像のそれぞれは、１シーンの画像を切り抜いた船舶画像である。そして、検出対象検出部３６９は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、ステップＳ１５０において生成された画像に含まれる船舶の候補の中から船舶として尤もらしい候補を船舶として検出する。また、当該場合、検出対象検出部３６９は、ステップＳ１６０において当該アルゴリズムを用いて、当該尤もらしい候補を船舶として検出するとともに、後述するステップＳ１８０の処理（具体的には、ステップＳ１６０において検出した船舶の特徴の抽出）を行う構成であってもよい。ここで、当該アルゴリズムは、既知の如何なるアルゴリズム（深層学習を含む）であってもよく、これから開発されるアルゴリズムであってもよい。

このため、当該機械学習のアルゴリズムについて、これ以上の詳細な説明を省略する。

[0058] ステップＳ１６０の処理が行われた後、検出対象検出部３６９は、ステップＳ１６０において船舶が検出されたか否かを判定する（ステップＳ１６５）。ステップＳ１６０において船舶が検出されていないと検出対象検出部３６９が判定した場合（ステップＳ１６５－ＮＯ）、制御部３６は、処理を終了する。一方、ステップＳ１６０において船舶が検出されていると検出対象検出部３６９が判定した場合（ステップＳ１６５－ＹＥＳ）、画像生成部３６７、位置算出部２７１、特徴抽出部３７３、通信制御部３６１、送信データ生成部３７５のそれぞれは、ステップＳ１６０において検出された１以上の船舶毎に、ステップＳ１７０～ステップＳ２１０の処理を繰り返し行う（

ステップＳ１６７）。以下では、説明の便宜上、ステップＳ１６７において選択された船舶を対象船舶と称して説明する。

[0059] ステップＳ１６７において対象船舶が選択された後、位置算出部２７１は、対象船舶の位置を算出する（ステップＳ１７０）。具体的には、位置算出部２７１は、ステップＳ１６０において二値化画像に含まれる領域のうち対象船舶として検出された領域の所定位置が表す緯度及び経度を対象船舶の位置として算出する。この際、位置算出部２７１は、各時刻における飛翔体２の位置を示す飛翔体位置情報（例えば、ＧＰＳ（Global Positioning System）の情報）と、各時刻における飛翔体２の姿勢を示す飛翔体姿勢情報（例えば、ＡＣＳ（Attitude Control System）の情報）とのそれぞれを取得し、取得した飛翔体位置情報及び飛翔体姿勢情報に基づいて、当該所定位置が表す緯度及び経度を対象船舶の位置として算出する。当該所定位置は、例えば、当該領域の図心（又は重心）の位置である。なお、当該所定位置は、当該領域の図心の位置に代えて、当該領域に基づく他の位置であってもよい。

[0060] 次に、画像生成部３６７は、ステップＳ１７０において算出された対象船舶の位置に基づいて、ステップＳ１５０において生成された画像をトリミングする（ステップＳ１７５）。具体的には、画像生成部３６７は、領域Ｄに含まれる領域のうちステップＳ１７０において算出された対象船舶の位置を中心とした所定形状の領域を表す部分画像を当該画像からトリミングする（切り抜く）。当該所定形状は、例えば、所定距離四方の矩形である。また、当該所定形状は、当該画像における緯度方向に平行な辺と、経度方向と平行な辺とを有する矩形の領域である。当該所定距離は、例えば、５００メートルである。なお、当該所定距離は、５００メートルよりも短い距離であってもよく、５００メートルよりも長い距離であってもよい。また、当該所定形状は、矩形に代えて、円形、楕円形等の他の形状であってもよい。画像生成部３６７は、トリミングした当該部分画像を送信画像として生成する。

[0061] 次に、特徴抽出部３７３は、対象船舶の特徴を抽出する（ステップＳ１８０）。この一例において、当該特徴には、対象船舶の全長、対象船舶の種類

、対象船舶の針路、対象船舶の速力、対象船舶の航行状態が含まれる。対象船舶の航行状態は、対象船舶が停止している状態と、対象船舶が移動している状態とのいずれかの状態のことである。なお、当該特徴には、これらの一部又は全部に代えて、対象船舶の特徴を表す他の情報が含まれる構成であってもよく、当該一部又は全部に加えて、対象船舶の特徴を表す他の情報が含まれる構成であってもよい。ここで、ステップＳ１８０の処理について説明する。

[0062] 特徴抽出部３７３は、機械学習のアルゴリズムを用いて、ステップＳ１６０において生成された二値化画像と、画像生成部３６７が生成した送信画像とに基づいて対象船舶の特徴を抽出する。この場合、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す領域の特徴と、対象船舶の特徴のそれぞれとが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶（学習）されている。当該領域の特徴には、この一例において、当該領域の長手方向の長さ、当該領域の短手方向の長さ、当該領域の長手方向が向かう方角、当該領域の形状、当該領域の面積が含まれる。なお、当該特徴には、これらの一部又は全部に代えて、当該領域を表す他の情報が含まれる構成であってもよく、当該一部又は全部に加えて、当該領域を表す他の情報が含まれる構成であってもよい。

[0063] すなわち、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す領域の長手方向の長さ、当該領域の短手方向の長さ、当該領域の長手方向が向かう方角、当該領域の形状当該領域の面積の組み合わせと、船舶の全長とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、二値化画像に含まれる対象船舶を表す領域とに基づいて、対象船舶の全長の候補の中から当該全長としてとして尤もらしい候補を当該全長として抽出する。

[0064] また、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す領域の長手方向の長さ、当該領域の短手方向の長さ、当該領域の長手方向が向かう方角、当該領域の形状当該領域の面積の組み合わせと、船舶の種類とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は

、予め記憶された当該パラメーターと、二値化画像に含まれる対象船舶を表す領域とに基づいて、対象船舶の種類（カテゴリ）の候補の中から当該種類としてとして尤もらしい候補を当該種類として抽出する。

[0065] また、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す領域の長手方向の長さ、当該領域の短手方向の長さ、当該領域の長手方向が向かう方角、当該領域の形状、当該領域の面積の組み合わせと、船舶の針路とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、二値化画像に含まれる対象船舶を表す領域とに基づいて、対象船舶の針路の候補の中から当該針路としてとして尤もらしい候補を当該針路として抽出する。

[0066] また、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す領域の長手方向の長さ、当該領域の短手方向の長さ、当該領域の長手方向が向かう方角、当該領域の形状、当該領域の面積、当該領域外に航跡があれば航跡の組み合わせと、船舶の速力とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、二値化画像に含まれる対象船舶を表す領域とに基づいて、対象船舶の速力の候補の中から当該速力としてとして尤もらしい候補を当該速力として抽出する。

[0067] また、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す領域の長手方向の長さ、当該領域の短手方向の長さ、当該領域の長手方向が向かう方角、当該領域の形状、当該領域の面積、当該領域外に航跡があれば航跡の組み合わせと、船舶の航行状態とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、二値化画像に含まれる対象船舶を表す領域とに基づいて、対象船舶の航行状態の候補の中から当該航行状態としてとして尤もらしい候補を当該航行状態として抽出する。

[0068] ここで、特徴抽出部３７３がステップＳ１８０において用いる機械学習のアルゴリズムは、既知の如何なるアルゴリズム（深層学習を含む）であって

もよく、これから開発されるアルゴリズムであってもよい。このため、当該機械学習のアルゴリズムについて、これ以上の詳細な説明を省略する。なお、特徴抽出部３７３は、機械学習のアルゴリズムを用いて、ステップＳ１５０において生成された画像（すなわち、ステップＳ１６０において二値化フィルターを適用する前の画像や標準偏差フィルターを適用する画像）から対象船舶の特徴を抽出する構成であってもよい。

[0069] 次に、送信データ生成部３７５は、送信データを生成する（ステップＳ２００）。具体的には、送信データ生成部３７５は、ステップＳ１９０においてＡＩＳ信号が受信されている場合、対象船舶の船舶識別情報と、対象船舶の船舶位置情報と、送信画像と、対象船舶の船舶特徴情報と、ＡＩＳ情報とを含む情報を送信データとして生成する。当該船舶識別情報は、対象船舶を識別する情報である。なお、当該船舶識別情報は、ステップＳ１６０において検出された１以上の船舶のそれぞれを識別可能であれば如何なる情報であってもよい。当該船舶位置情報は、対象船舶の位置であってステップＳ１７０において算出された位置を示す情報である。当該送信画像は、ステップＳ１７５において生成された送信画像である。当該船舶特徴情報は、対象船舶の特徴であってステップＳ１８０において検出された特徴のそれぞれを示す情報である。当該ＡＩＳ情報は、ステップＳ１９０において記憶部３２に記憶されたＡＩＳ情報である。また、送信データ生成部３７５は、ステップＳ１９０においてＡＩＳ信号が受信されていない場合、当該船舶識別情報と、当該船舶位置情報と、当該送信画像と、当該船舶特徴情報と、ステップＳ１９０においてＡＩＳ信号が受信されていないことを示す情報とを含む情報を送信データとして生成する。

[0070] なお、送信データ生成部３７５は、ステップＳ１９０においてＡＩＳ信号が受信されている場合、対象船舶の船舶特徴情報と当該ＡＩＳ信号が示すＡＩＳ情報との照合（マッチング）を行う構成であってもよい。この場合、送信データ生成部３７５は、当該船舶特徴情報が示す複数の情報のうち当該ＡＩＳ情報が示す複数の情報のいずれかと一致している情報を特定する。また

、送信データ生成部３７５は、当該船舶特徴情報が示す複数の情報のうち当該ＡＩＳ情報が示す複数の情報のいずれとも一致していない情報を特定する。送信データ生成部３７５は、ステップＳ２００において、特定したこれらの情報と、対象船舶の船舶識別情報と、対象船舶の船舶位置情報と、送信画像と、対象船舶の船舶特徴情報と、ＡＩＳ情報とを含む情報を送信データとして生成する。

[0071] 次に、送信データ生成部３７５は、ステップＳ２００において生成した送信データを記憶部３２に記憶させる（ステップＳ２１０）。

[0072] このように、飛翔体２は、ステップＳ１６７～ステップＳ２１０の処理を繰り返し行うことにより、ステップＳ１６０において検出された１以上の船舶毎に送信データを生成し、生成した送信データを記憶部３２に記憶させることができる。

[0073] ステップＳ１６７～ステップＳ２１０の繰り返し処理が行われた後、通信制御部３６１は、ステップＳ２１０において記憶部３２に記憶された送信データのそれぞれを通信アンテナ部２２に出力し、送信データに応じた電波を通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させ（ステップＳ２２０）、処理を終了する。これにより、飛翔体２は、例えば、受信装置４に送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができ、検出対象の一例である船舶が検出されたことを示す情報をユーザーに提供する時間を短縮することができる。

[0074] なお、ステップＳ２２０において、通信制御部３６１は、記憶部３２に記憶された送信データの一部を通信アンテナ部２２に出力し、送信データに応じた電波を通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させる構成であってもよい。また、通信制御部３６１は、ステップＳ２００において、送信データ生成部３７５により生成された送信データを通信アンテナ部２２に出力し、送信データに応じた電波を通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させる構成であってもよい。

[0075] また、上記において説明した検出対象検出部３６９と位置算出部２７１と

特徴抽出部３７３とのうちの一部又は全部は、一体の機能部として構成されてもよい。検出対象検出部３６９と位置算出部２７１とが一体の機能部であった場合、位置算出部２７１と一体に構成された検出対象検出部３６９は、ステップＳ１６０において１以上の船舶を検出するとともに、検出したそれぞれの船舶の位置を算出（検出）する。また、検出対象検出部３６９と特徴抽出部３７３とが一体の機能部であった場合、特徴抽出部３７３と一体に構成された検出対象検出部３６９は、ステップＳ１６０において１以上の船舶を検出するとともに、検出したそれぞれの船舶の特徴を抽出する。また、検出対象検出部３６９と位置算出部２７１と特徴抽出部３７３とが一体の機能部であった場合、位置算出部２７１及び特徴抽出部３７３と一体に構成された検出対象検出部３６９は、ステップＳ１６０において１以上の船舶を検出するとともに、検出したそれぞれの船舶の位置を算出（検出）し、更に、検出したそれぞれの船舶の特徴を抽出する。また、図４に示したフローチャートにおいて、ステップＳ１７５～ステップＳ１９０の処理は、互いに並列に行われてもよく、図４に示した順序と異なる順序で行われてもよい。

[0076] なお、上記実施形態においては、船舶検出（Ｓ１６０）後に特徴抽出（Ｓ１８０）を行う検出処理を示しているが、上記態様に限定されず、例えば特徴抽出の一環として船舶検出（船舶検出と特徴検出とを同じタイミング）してもよい。つまり、図４における画像生成（Ｓ１５０）を行い、その後特徴（船舶であるか否か、長さ（船舶の全長）、進行方向（船舶の航行方向）、種類（船種）など）を抽出としてもよい。

[0077] 以上説明したように、本実施形態に係る飛翔体２は、レーダー（この一例において、合成開口レーダー部２１）が受信した電波に基づいて観測データを生成し、生成した観測データに基づいて監視空間（この一例において、観測対象）を表す画像を生成し、生成した画像に基づいて検出対象（この一例において、船舶）を検出する。これにより、飛翔体２は、データを送信する対象（この一例において、受信装置４）に送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができ、所望の検出対象が検出され

たことを、より早くユーザーに通知することができる。

[0078] また、飛翔体２は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、監視空間における検出対象の候補の中から検出対象として尤もらしい候補を検出対象として検出する。これにより、飛翔体２は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、所望の検出対象が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる。

[0079] また、飛翔体２は、検出した検出対象の位置を算出し、算出した位置を示す位置情報を生成する。これにより、飛翔体２は、所望の検出対象が検出されたこととともに、検出対象の位置を、より速くユーザーに通知することができる。

[0080] また、飛翔体２は、検出した検出対象の特徴を抽出する。これにより、飛翔体２は、所望の検出対象が検出されたこととともに検出対象の特徴を、より早くユーザーに通知することができる。

[0081] ＜実施形態の変形例１＞

以下、図６及び図７を参照し、実施形態の変形例１について説明する。なお、実施形態の変形例１では、実施形態と同様な構成部に対して同じ符号を付して説明を省略する。当該変形例１では、制御装置３は、領域Ｄを表す画像を生成することなく、観測データから１以上の船舶を検出する。具体的には、制御装置３は、図４に示したフローチャートの処理に代えて、図６に示したフローチャートの処理を実行する。また、当該変形例１では、実施形態と同様に、一例として、検出対象が船舶である場合を説明する。また、当該変形例１では、飛翔体２が、領域Ｄを観測する構成に代えて、領域Ｄ２を観測する場合について説明する。領域Ｄ２は、地球ＥＴの地表に含まれる領域のうちの海域のみを含む（すなわち、前述の陸域を含まない）領域である。

[0082] 図６は、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄ２における船舶を検出する処理の流れの他の例を示すフローチャートである。なお、図６に示したステップＳ１１０～ステップＳ１２０の処理、ステップＳ１６５～ステップＳ１６７の処理、ステップＳ１８０～ステップＳ２１０の処理、ステップＳ

２２０の処理のそれぞれは、図４に示したステップＳ１１０～ステップＳ１２０の処理、ステップＳ１６５～ステップＳ１６７の処理、ステップＳ１８０～ステップＳ２１０の処理、ステップＳ２２０の処理のそれぞれと同様の処理であるため、説明を省略する。

[0083] 図６に示したステップＳ１２０の処理が行われた後、検出対象検出部３６９は、当該ステップＳ１２０において生成された観測データに基づいて、領域Ｄ２における１以上の船舶を検出する（ステップＳ３１０）。ここで、ステップＳ３１０の処理について説明する。

[0084] 検出対象検出部３６９は、図６に示したステップＳ１２０において生成された観測データを送信チャープ信号に基づいてレンジ方向のパルス圧縮を行う。以下では、説明の便宜上、当該パルス圧縮（レンジ圧縮）が行われた観測データを圧縮データと称して説明する。

[0085] ここで、領域Ｄ２にある１以上の船舶が含まれている場合、横軸をレンジセル数とし、縦軸をアジマスセル数としたグラフに、圧縮データに含まれる電波の強度をプロットした圧縮データ画像であって複数のセルによって構成される圧縮データ画像には、当該船舶に応じた領域であって図７に示したような円弧形状の領域である船舶領域が１以上現れる。

この円弧形状の領域は、圧縮データに含まれるレンジカーバチャーを表す領域である。ここで、レンジセル数（図７では、レンジセルと記載されている）は、圧縮データ画像の横軸におけるセルの数であり、レンジ距離に変換可能な数値である。また、アジマスセル数（図７では、アジマスセルと記載されている）は、圧縮データ画像の縦軸におけるセルの数であり、時刻に変換可能な数値である。図７は、領域Ｄ２に１艘の船舶が含まれている場合における圧縮データ画像の一例を示す図である。図７に示した画像Ｐ２は、圧縮データ画像の一例である。画像Ｐ２を構成する画素の輝度値は、当該強度を表している。当該輝度値は、当該強度が強いほど大きくなる。図７に示した領域Ｆ１は、当該１艘の船舶に応じた船舶領域の一例である。また、図７に示した例では、領域Ｆ１を構成している複数の画素の輝度値は、第２所定

輝度値以上の輝度値である。船舶領域は、圧縮データ画像内において、縦軸とほぼ平行な部分領域を有する。図７に示した例では、当該部分領域は、領域Ｆ１の部分領域であって画像Ｐ２における領域Ｗ１によって示した部分領域である。

検出対象検出部３６９は、このような部分領域を圧縮データから検出することにより、船舶領域を検出することができる。

[0086] 具体的には、検出対象検出部３６９は、圧縮データに含まれる１以上のレンジカーバチャーのそれぞれを１つずつ選択する。検出対象検出部３６９は、選択したレンジカーバチャーを構成する各セルにおける電波の強度の合計である合計強度を算出する（例えば、当該強度を積分して当該合計値を算出する）。検出対象検出部３６９は、レンジカーバチャー毎に算出した合計強度のうち所定強度以上の合計強度に対応するレンジカーバチャーを特定する。検出対象検出部３６９は、特定した１つ以上のレンジカーバチャーのそれぞれを船舶として検出する。

[0087] なお、領域Ｄ２に陸域が含まれている場合、検出対象検出部３６９は、圧縮データに対して陸域フィルターを適用する等の方法を用いることにより、ステップＳ３１０の処理を行うことができる。また、検出対象検出部３６９は、機械学習のアルゴリズムを用いて、圧縮データから船舶領域を検出する構成であってもよい。この場合、検出対象検出部３６９には、船舶が含まれている複数の圧縮データと当該圧縮データのそれぞれにおける船舶領域の位置及び形状等とを対応付けた情報と、船舶が含まれていない複数の圧縮データと当該圧縮データのそれぞれにおいて船舶が含まれていないことを示す情報とが複数のパラメーターとして予め記憶（学習）されている。そして、検出対象検出部３６９は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、ステップＳ３１０において生成した圧縮データに含まれる船舶領域の候補の中から船舶領域として尤もらしい候補を船舶領域として検出する。ここで、当該アルゴリズムは、既知の如何なるアルゴリズム（深層学習を含む）であってもよく、これから開発されるアルゴリズムであってもよい。このため、当

該機械学習のアルゴリズムについて、これ以上の詳細な説明を省略する。

[0088] 図６に示したステップＳ１６７において対象船舶が選択された後、位置算出部２７１は、対象船舶の位置を算出する（ステップＳ３２０）。具体的には、位置算出部２７１は、ステップＳ３１０において対象船舶として特定したレンジカーバチャーを構成するセルのうち、レンジ距離が最も小さなセルを特定する。位置算出部２７１は、特定したセルに対応付けられた電波の強度のうち所定閾値以上の強度に対応付けられた１以上のセルを特定する。そして、位置算出部２７１は、特定した１以上のセルのうち受信時刻が最も古いセルと、受信時刻が最も新しいセルとの中点となるセルに対応する緯度及び経度を対象船舶の位置として算出する。この際、位置算出部２７１は、各時刻における飛翔体２の位置を示す飛翔体位置情報と、各時刻における飛翔体２の姿勢を示す飛翔体姿勢情報とのそれぞれを取得し、取得した飛翔体位置情報及び飛翔体姿勢情報に基づいて、当該セルに対応する緯度及び経度を対象船舶の位置として算出する。なお、位置算出部２７１は、機械学習のアルゴリズムを用いて、圧縮データから対象船舶の位置を特定する構成であってもよい。この場合、位置算出部２７１には、船舶が含まれている複数の圧縮データと当該圧縮データのそれぞれにおける船舶の位置及び形状等とを対応付けた情報と、船舶が含まれていない複数の圧縮データと当該圧縮データのそれぞれにおいて船舶が含まれていないことを示す情報とが複数のパラメーターとして予め記憶（学習）されている。そして、位置算出部２７１は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、ステップＳ３１０において生成した圧縮データに含まれる船舶の位置の候補の中から船舶の位置として尤もらしい候補を船舶の位置として特定する。ここで、当該アルゴリズムは、既知の如何なるアルゴリズム（深層学習を含む）であってもよく、これから開発されるアルゴリズムであってもよい。このため、当該機械学習のアルゴリズムについて、これ以上の詳細な説明を省略する。

[0089] 次に、画像生成部３６７は、ステップＳ１２０において生成された観測データと、ステップＳ３２０において算出された対象船舶の位置とに基づいて

、当該位置を中心とした所定形状の領域を表す画像を送信画像として生成する（ステップＳ３３０）。なお、画像生成部３６７は、ステップＳ３３０において、当該観測データに代えて、ステップＳ３１０において生成した圧縮データに基づいて当該送信画像を生成する構成であってもよい。ステップＳ３３０において当該観測データ又は当該圧縮データに基づいて当該送信画像を生成する処理方法は、既知の方法であってもよく、これから開発される方法であってもよい。このため、以下では、当該処理方法について、これ以上の詳細な説明を省略する。

[0090] 以上のように、実施形態の変形例１に係る飛翔体２は、レーダー（この一例において、合成開口レーダー部２１）が受信した電波に基づいて観測データを生成し、生成した観測データをレンジ圧縮し、レンジ圧縮した信号に基づいて検出対象（この一例において、船舶）を検出する。これにより、飛翔体２は、領域Ｄ２を表す画像を生成するために要する時間を短縮することができ、検出対象が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる。

[0091] ＜実施形態の変形例２＞

以下、図８を参照し、実施形態の変形例２について説明する。なお、実施形態の変形例２では、実施形態と同様な構成部に対して同じ符号を付して説明を省略する。当該変形例２では、実施形態と同様に、一例として、検出対象が船舶である場合を説明する。また、当該変形例２では、実施形態の変形例１と同様に、飛翔体２が、領域Ｄ２を観測する場合について説明する。また、当該変形例２では、制御装置３は、領域Ｄ２を表す画像を生成することなく、観測データから領域Ｄ２における１以上の船舶それぞれの特徴を検出する。具体的には、制御装置３は、図４に示したフローチャートの処理に代えて、図８に示したフローチャートの処理を実行する。

[0092] 図８は、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄ２における検出対象を検出する処理の流れの更に他の例を示すフローチャートである。なお、図８に示したステップＳ１１０～ステップＳ３２０の処理、ステップＳ３３０～

ステップＳ２１０の処理、ステップＳ２２０のそれぞれは、図６に示したステップＳ１１０～ステップＳ３２０の処理、ステップＳ３３０～ステップＳ２１０の処理、ステップＳ２２０の処理のそれぞれと同様の処理であるため、説明を省略する。

[0093] 図８に示したステップＳ３２０の処理が行われた後、特徴抽出部３７３は、当該ステップＳ３１０において生成された圧縮データに基づいて、対象船舶の特徴を抽出する（ステップＳ４１０）。具体的には、特徴抽出部３７３は、機械学習のアルゴリズムを用いて、当該圧縮データから対象船舶の特徴を抽出する。この場合、特徴抽出部３７３には、対象船舶を表す船舶領域の特徴と、対象船舶の特徴のそれぞれとが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶（学習）されている。当該船舶領域の特徴には、例えば、圧縮データに含まれる船舶領域の経度方向における幅、船舶領域の形状、船舶領域の面積が含まれる。なお、当該特徴には、これらの一部又は全部に代えて、当該船舶領域を表す他の情報が含まれる構成であってもよく、当該一部又は全部に加えて、当該船舶領域を表す他の情報が含まれる構成であってもよい。

[0094] すなわち、特徴抽出部３７３には、圧縮データに含まれる船舶領域の経度方向における幅、船舶領域の形状、船舶領域の面積の組み合わせと、船舶の全長とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、ステップＳ３１０において生成された圧縮データに含まれる対象船舶を表す船舶領域とに基づいて、対象船舶の全長の候補の中から当該全長としてとして尤もらしい候補を当該全長として抽出する。

[0095] また、特徴抽出部３７３には、圧縮データに含まれる船舶領域の経度方向における幅、船舶領域の形状、船舶領域の面積の組み合わせと、船舶の種類とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、ステップＳ３１０において生成された圧縮データに含まれる対象船舶を表す船舶領

域とに基づいて、対象船舶の種類の候補の中から当該種類としてとして尤もらしい候補を当該種類として抽出する。

[0096] また、特徴抽出部３７３には、圧縮データに含まれる船舶領域の経度方向における幅、船舶領域の形状、船舶領域の面積の組み合わせと、船舶の針路とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、ステップＳ３１０において生成された圧縮データに含まれる対象船舶を表す船舶領域とに基づいて、対象船舶の針路の候補の中から当該針路としてとして尤もらしい候補を当該針路として抽出する。

[0097] また、特徴抽出部３７３には、圧縮データに含まれる船舶領域の経度方向における幅、船舶領域の形状、船舶領域の面積の組み合わせと、船舶の速力とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、ステップＳ３１０において生成された圧縮データに含まれる対象船舶を表す船舶領域とに基づいて、対象船舶の速力の候補の中から当該速力としてとして尤もらしい候補を当該速力として抽出する。

[0098] また、特徴抽出部３７３には、圧縮データに含まれる船舶領域の経度方向における幅、船舶領域の形状、船舶領域の面積の組み合わせと、船舶の航行状態とが対応付けられた情報が複数のパラメーターとして予め記憶されている。そして、特徴抽出部３７３は、予め記憶された当該パラメーターと、ステップＳ３１０において生成された圧縮データに含まれる対象船舶を表す船舶領域とに基づいて、対象船舶の航行状態の候補の中から当該航行状態としてとして尤もらしい候補を当該航行状態として抽出する。

[0099] ここで、特徴抽出部３７３がステップＳ４１０において用いる機械学習のアルゴリズムは、既知の如何なるアルゴリズム（深層学習を含む）であってもよく、これから開発されるアルゴリズムであってもよい。このため、当該機械学習のアルゴリズムについて、これ以上の詳細な説明を省略する。

[0100] 以上のように、実施形態の変形例２に係る飛翔体２は、領域Ｄ２を表す画

像を生成することなく、観測データから１以上の船舶それぞれの特徴を抽出する。その結果、飛翔体２は、当該画像を生成するために要する時間を短縮することができ、検出された船舶の特徴を示す船舶特徴情報を、より早くユーザーに通知することができる。

[0101] ＜実施形態の変形例３＞

以下、図９を参照し、実施形態の変形例３について説明する。なお、実施形態の変形例３では、実施形態と同様な構成部に対して同じ符号を付して説明を省略する。当該変形例３では、実施形態の変形例１と同様に、飛翔体２が領域Ｄを観測する場合について説明する。また、当該変形例３では、検出対象が地殻変動である場合について説明する。具体的には、制御装置３は、領域Ｄに含まれる陸域の少なくとも一部において生じる隆起又は沈降を地殻変動として検出する。当該地殻変動を検出するため、制御装置３は、図４に示したフローチャートの処理に代えて、図９に示したフローチャートの処理を実行する。なお、検出対象には、地殻変動に加えて、他の物体や現象が含まれる構成であってもよい。

[0102] 図９は、制御装置３が観測データに基づいて領域Ｄに含まれる陸域の少なくとも一部において生じる地殻変動を検出する処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図９に示したステップＳ１１０～ステップＳ１５０の処理のそれぞれは、図４に示したステップＳ１１０～ステップＳ１５０の処理のそれぞれと同様の処理であるため、説明を省略する。

[0103] 図９に示したステップＳ１５０の処理が行われた後、検出対象検出部３６９は、記憶部３２に予め記憶されたベースマップを記憶部３２から読み出す（ステップＳ５２０）。ベースマップは、この一例において、制御装置３によって過去に実行されたステップＳ１５０において生成された領域Ｄを表す画像である。

[0104] 次に、検出対象検出部３６９は、図９に示したステップＳ１５０において生成された領域Ｄを表す画像と、ステップＳ５２０において読み出されたベースマップとに基づいて、領域Ｄに含まれる陸域の少なくとも一部において

生じる地殻変動を検出する（ステップＳ５３０）。ここで、ステップＳ５３０の処理について説明する。以下では、説明の便宜上、当該画像を構成する複数の画素のそれぞれを第１画素と称し、ベースマップを構成する複数の画素のそれぞれを第２画素と称して説明する。

[0105] 検出対象検出部３６９は、図９に示したステップＳ１５０において生成された領域Ｄを表す画像を構成する複数の第１画素毎に、第１画素に対応する第２画素を選択する。当該第２画素は、当該第１画素が表す後方散乱体の位置と同じ後方散乱体を表す画素であってベースマップを構成する画素のことである。検出対象検出部３６９は、ある第１画素に対応付けられた位相と、当該第２画素に対応付けられた位相との差分を算出する。算出された差分から不要な位相成分を除去したものを地殻変動による位相成分として抽出する。検出対象検出部３６９は、抽出された位相成分が所定値以上である場合、当該第１画素を第３画素として特定する。一方、検出対象検出部３６９は、算出した差分が所定値未満である場合、当該第１画素を第４画素として特定する。なお、検出対象検出部３６９は、当該場合、特に何もしない構成であってもよい。検出対象検出部３６９は、第２画素の選択から第３画素又は第４画素の特定までの処理を、すべての第１画素のそれぞれについて繰り返し行う。

[0106] そして、検出対象検出部３６９は、特定された１以上の第３画素のうち互いに隣り合う第３画素同士を１つのまとまりとして特定する。検出対象検出部３６９は、特定した１以上のまとまりから、まとまりを構成する第３画素の数が所定数未満のまとまりをノイズとして除外する。検出対象検出部３６９は、除外されずに残った１以上のまとまりのそれぞれを地殻変動として検出する。

[0107] ステップＳ５３０の処理が行われた後、検出対象検出部３６９は、ステップＳ５３０において地殻変動が検出されたか否かを判定する（ステップＳ５３５）。ステップＳ５３０において地殻変動が検出されていないと検出対象検出部３６９が判定した場合（ステップＳ５３５－ＮＯ）、制御部３６は、

処理を終了する。一方、ステップＳ５３０において地殻変動が検出されたと検出対象検出部３６９が判定した場合（ステップＳ５３５－ＹＥＳ）、位置算出部２７１、画像生成部３６７、送信データ生成部３７５、通信制御部３６１のそれぞれは、ステップＳ５３０において検出された１以上の地殻変動毎に、ステップＳ５４０～ステップＳ５６０の処理を繰り返し行う（ステップＳ３５７）。以下では、説明の便宜上、ステップＳ５３０において選択された地殻変動を対象地殻変動と称して説明する。

[0108] ステップＳ５３０において対象地殻変動が選択された後、位置算出部２７１は、対象地殻変動の位置を算出する（ステップＳ５４０）。具体的には、位置算出部２７１は、ステップＳ５３０において地殻変動として検出された第３画素のまとまりの所定位置を対象地殻変動の位置として算出する。当該所定位置は、例えば、当該まとまりにより構成される領域の図心（又は重心）の位置である。なお、当該所定位置は、当該領域の図心の位置に代えて、当該領域に基づく他の位置であってもよい。

[0109] 次に、画像生成部３６７は、ステップＳ５４０において算出された対象地殻変動の位置に基づいて、ステップＳ１５０において生成された画像をトリミングする（ステップＳ５４５）。具体的には、画像生成部３６７は、領域Ｄに含まれる領域のうちステップＳ５４０において算出された対象地殻変動の位置を中心とした所定形状の領域を表す部分画像を当該画像からトリミングする（切り抜く）。当該所定形状は、例えば、所定距離四方の矩形である。また、当該所定形状は、当該画像における緯度方向に平行な辺と、経度方向と平行な辺とを有する矩形の領域である。当該所定距離は、例えば、５００メートルである。なお、当該所定距離は、５００メートルよりも短い距離であってもよく、５００メートルよりも長い距離であってもよい。また、当該所定形状は、矩形に代えて、円形、楕円形等の他の形状であってもよい。画像生成部３６７は、トリミングした当該部分画像を送信画像として生成する。

[0110] 次に、送信データ生成部３７５は、送信データを生成する（ステップＳ５

５０）。具体的には、送信データ生成部３７５は、地殻変動識別情報と、地殻変動位置情報と、送信画像とを含む情報を送信データとして生成する。当該地殻変動識別情報は、対象地殻変動を識別する情報である。なお、地殻変動識別情報は、ステップＳ５３０において検出された１以上の地殻変動のそれぞれを識別可能であれば如何なる情報であってもよい。当該地殻変動位置情報は、対象地殻変動の位置であってステップＳ５４０において算出された位置を示す情報である。当該送信画像は、ステップＳ５４５において生成された送信画像である。

[0111] 次に、送信データ生成部３７５は、ステップＳ５５０において生成した送信データを記憶部３２に記憶させる（ステップＳ５６０）。

[0112] このように、飛翔体２は、ステップＳ３５７～ステップＳ５６０の処理を繰り返し行うことにより、ステップＳ５３０において検出された１以上の地殻変動毎に送信データを生成し、生成した送信データを記憶部３２に記憶させることができる。

[0113] ステップＳ３５７～ステップＳ５６０の繰り返し処理が行われた後、通信制御部３６１は、ステップＳ５５０において記憶部３２に記憶された送信データのそれぞれを通信アンテナ部２２に出力し、送信データに応じた電波を通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させ（ステップＳ５７０）、処理を終了する。これにより、飛翔体２は、例えば、データを送信する対象（この一例において、受信装置４）に送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができ、検出対象の一例である地殻変動が検出されたことを示す情報をユーザーに提供する時間を短縮することができる。

[0114] なお、ステップＳ５７０において、通信制御部３６１は、記憶部３２に記憶された送信データの一部を通信アンテナ部２２に出力し、送信データに応じた電波を通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させる構成であってもよい。また、通信制御部３６１は、ステップＳ５５０において、送信データ生成部３７５により生成された送信データを通信アンテナ部２２に出

力し、送信データに応じた電波を通信アンテナ部２２に受信装置４に向かって送信させる構成であってもよい。

[0115] また、飛翔体２は、このような地殻変動の検出に適用される構成に代えて、局所災害検出、火山活動のモニター、インフラモニター等に適用されてもよい。また、飛翔体２は、図９に示したステップＳ３５７～ステップＳ５４５の処理が行われる期間に含まれる任意のタイミングにおいて、対象地殻変動の特徴を検出する構成であってもよい。この場合、飛翔体２は、機械学習のアルゴリズムを用いて当該特徴を検出する。そして、飛翔体２は、ステップＳ５５０において、当該特徴を示す情報を含む送信データを生成する。

[0116] 以上のように、実施形態の変形例３に係る飛翔体２は、ベースマップと、生成した領域Ｄを表す画像とを比較することにより地殻変動を検出する。これにより、飛翔体２は、ベースマップと、生成した領域Ｄを表す画像とに基づいて、地殻変動が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる。

[0117] なお、上記において説明した制御装置３は、飛翔体２に代えて、飛行機等の他の飛翔体に搭載される構成であってもよい。この場合、当該飛翔体には、合成開口レーダー部２１と、通信アンテナ部２２とのそれぞれに対応する機能部が搭載される。また、検出対象検出部３６９は、ベースマップと、生成した領域Ｄを表す画像との位相差を算出する構成に代えて、コヒーレンス解析により画像類似度、コヒーレンス低下等を求め、領域Ｄにおける地表面の局所的な変化を検出する構成であってもよい。

[0118] 以上、この発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない限り、変更、置換、削除等されてもよい。

[0119] また、以上に説明した装置（例えば、飛翔体２）における任意の構成部の機能を実現するためのプログラムを、コンピューター読み取り可能な記録媒体に記録し、そのプログラムをコンピューターシステムに読み込ませて実行するようにしてもよい。なお、ここでいう「コンピューターシステム」とは

、ＯＳ（Operating System）や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ（Compact Disk）－ＲＯＭ等の可搬媒体、コンピューターシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。

さらに「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバーやクライアントとなるコンピューターシステム内部の揮発性メモリー（ＲＡＭ）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

[0120] また、上記のプログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピューターシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピューターシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。

また、上記のプログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、上記のプログラムは、前述した機能をコンピューターシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

産業上の利用可能性

[0121] 上記した飛翔体、及びプログラムによれば、地上局側へデータを送信する際に、送信するデータのデータ量を観測データのデータ量よりも小さくすることができる。これにより、所望の検出対象が検出されたことを、より早くユーザーに通知することができる。

符号の説明

[0122] １ 衛星観測システム

２ 飛翔体

３　制御装置

４　受信装置

２１　合成開口レーダー部

２２　通信アンテナ部

３１　ＦＰＧＡ

３２　記憶部

３４　通信部

３６　制御部

３６１　通信制御部

３６３　レーダー制御部

３６４　観測データ生成部

３６５　処理部

３６７　画像生成部

３６９　検出対象検出部

３７１　位置算出部

３７３　特徴抽出部

３７５　送信データ生成部

請求の範囲

[請求項1] レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、

前記観測データ生成部により生成された前記観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成する画像生成部と、

前記画像生成部により生成された前記画像に基づいて検出対象を検出する検出部と、

を備える飛翔体。

[請求項2] 前記検出部は、前記画像生成部により生成された前記画像の二値化により前記検出対象を検出する、

請求項１に記載の飛翔体。

[請求項3] レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、

前記観測データ生成部により生成された前記観測データをレンジ圧縮する処理部と、

前記処理部によりレンジ圧縮された信号に基づいて検出対象を検出する検出部と、

を備える飛翔体。

[請求項4] 前記監視空間には、海域が含まれ、

前記検出対象には、前記海域における船舶が含まれる、

請求項１から３のうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項5] 前記検出部は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、前記監視空間における前記検出対象の候補の中から前記検出対象と推定される対象を前記検出対象として検出する、

請求項１から４のうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項6] 前記検出部は、ベースマップと、前記画像生成部により生成された画像とを比較することにより前記検出対象を検出する、

請求項１に記載の飛翔体。

[請求項7] 前記検出対象には、前記監視空間における地殻変動、地表面の局所的な変化の少なくとも一方が含まれる、

請求項６に記載の飛翔体。

[請求項8] 前記検出部により検出された前記検出対象の位置を算出し、算出した位置を示す位置情報を生成する位置算出部を更に備える、

請求項１から７のうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項9] 前記検出部により検出された前記検出対象の特徴を抽出する特徴抽出部を更に備える、

請求項１から８にうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項10] 飛翔体が備えるコンピューターに、

レーダーが受信した電波に基づく観測データを生成し、生成した前記観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成し、生成された前記画像における検出対象を検出させる、

プログラム。

[請求項11] 飛翔体が備えるコンピューターに、

レーダーが受信した電波に基づく観測データを生成し、生成した前記観測データをレンジ圧縮し、レンジ圧縮された信号に基づいて検出対象を検出させる、

プログラム。

補正された請求の範囲
[2018年7月27日(27.07.2018) 国際事務局受理]

[請求項 1](補正後) レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、

前記観測データ生成部により生成された前記観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成する画像生成部と、

前記画像生成部により生成された前記画像に基づいて検出対象を検出する検出部と、

を備え、

前記監視空間には、海域が含まれ、

前記検出対象には、前記海域における船舶が含まれる、

飛翔体。

[請求項 2] 前記検出部は、前記画像生成部により生成された前記画像の二値化により前記検出対象を検出する、

請求項１に記載の飛翔体。

[請求項 3](補正後) レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、

前記観測データ生成部により生成された前記観測データをレンジ圧縮する処理部と、

前記処理部によりレンジ圧縮された信号に基づいて検出対象を検出する検出部と、

を備え、

前記監視空間には、海域が含まれ、

前記検出対象には、前記海域における船舶が含まれる、

飛翔体。

[請求項 4](削除)

[請求項 5](補正後) 前記検出部は、予め記憶された複数のパラメーターに基づいて、前記監視空間における前記検出対象の候補の中から前記検出対象と推定される対象を前記検出対象として検出する、

請求項１から３のうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項6](補正後) レーダーが受信した電波に基づいて観測データを生成する観測データ生成部と、

前記観測データ生成部により生成された前記観測データに基づいて監視空間を表す画像を生成する画像生成部と、

前記画像生成部により生成された前記画像に基づいて検出対象を検出する検出部と、

を備え、

前記検出部は、ベースマップと、前記画像生成部により生成された画像とを干渉することにより前記検出対象を検出し、

前記検出対象には、前記監視空間における地殻変動、地表面の局所的な変化の少なくとも一方が含まれる、

飛翔体。

[請求項7](補正後) 前記画像生成部は、生成された前記画像から、前記検出対象を中心とした所定形状の領域を表す部分画像をトリミングし、

前記画像生成部は、トリミングした前記部分画像を送信画像として生成する、

請求項１から６のうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項8] 前記検出部により検出された前記検出対象の位置を算出し、算出した位置を示す位置情報を生成する位置算出部を更に備える、

請求項１から７のうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項9] 前記検出部により検出された前記検出対象の特徴を抽出する特徴抽出部を更に備える、

請求項１から８にうちいずれか一項に記載の飛翔体。

[請求項１０] (削除)

[請求項１１] (削除)

条約第１９条（１）に基づく説明書

請求の範囲第１項及び第３項において、出願時の請求の範囲第４項の限定事項を追記する補正を行った。これにより、請求の範囲第１項及び第３項は、監視空間に海域が含まれ、検出対象に、海域における船舶が含まれることが明確となった。

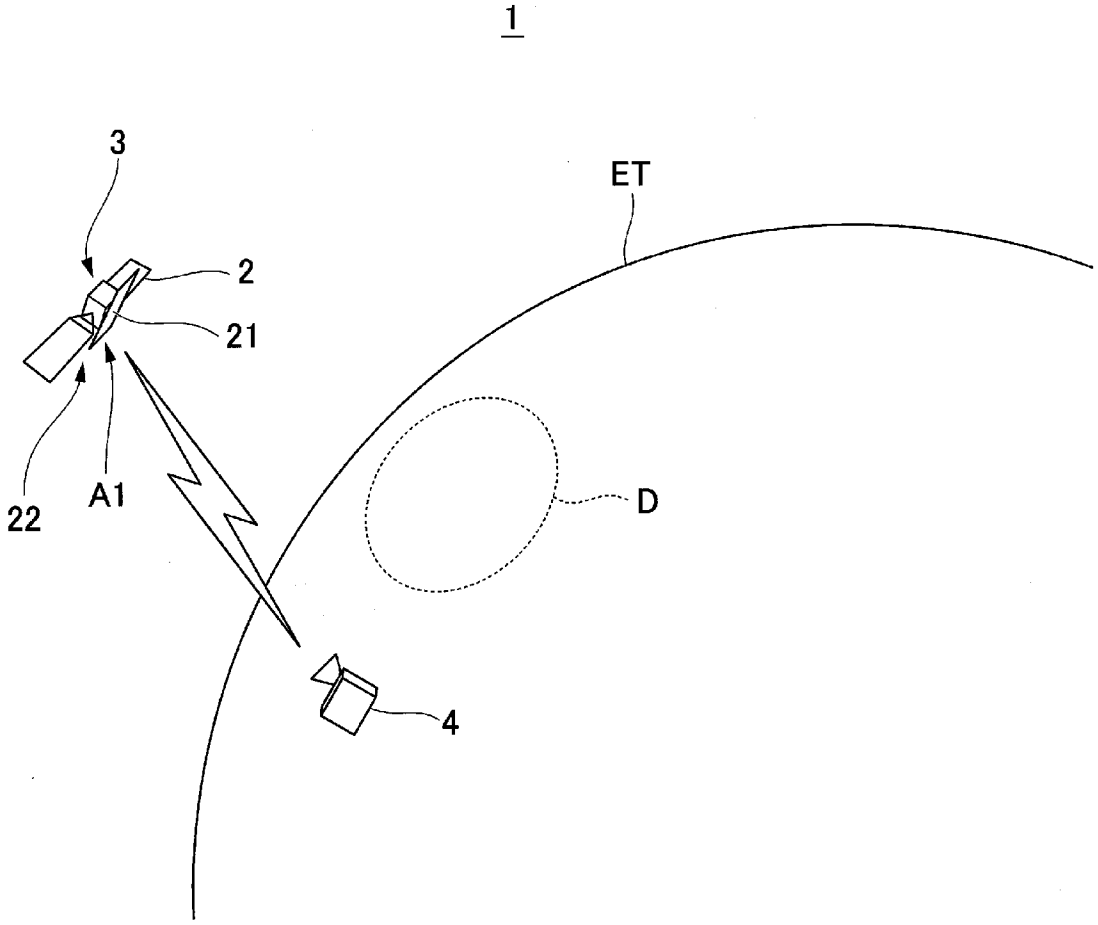
請求の範囲第４項は、上記請求の範囲第１項、請求の範囲第３項の補正に伴い、削除した。

請求の範囲第６項において、出願時の請求の範囲第１項の限定事項及び出願時の請求の範囲第７項の限定事項を追記する補正を行った。

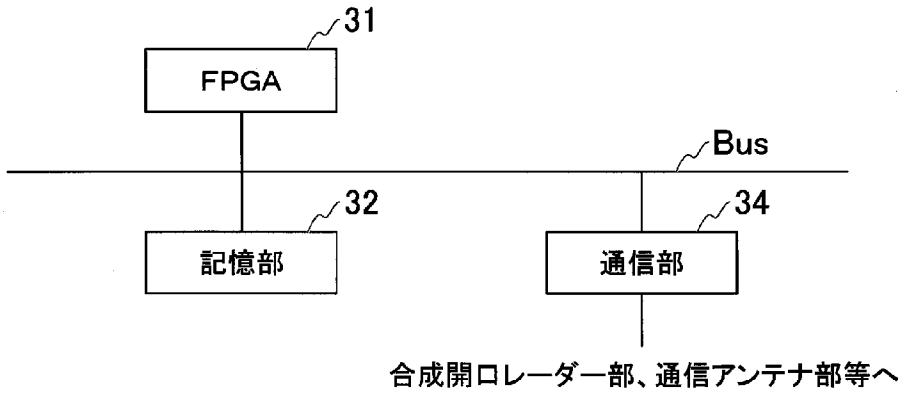
請求の範囲第７項において、「前記検出対象には、前記監視空間における地殻変動、地表面の局所的な変化の少なくとも一方が含まれる」を、「画像生成部は、生成された前記画像から、前記検出対象を中心とした所定形状の領域を表す部分画像をトリミングし、前記画像生成部は、トリミングした前記部分画像を送信画像として生成する」に補正した。この補正の根拠は、本願明細書段落［００６０］に記載されている。

プログラムについて規定されていた請求の範囲第10項、第11項を削除した。

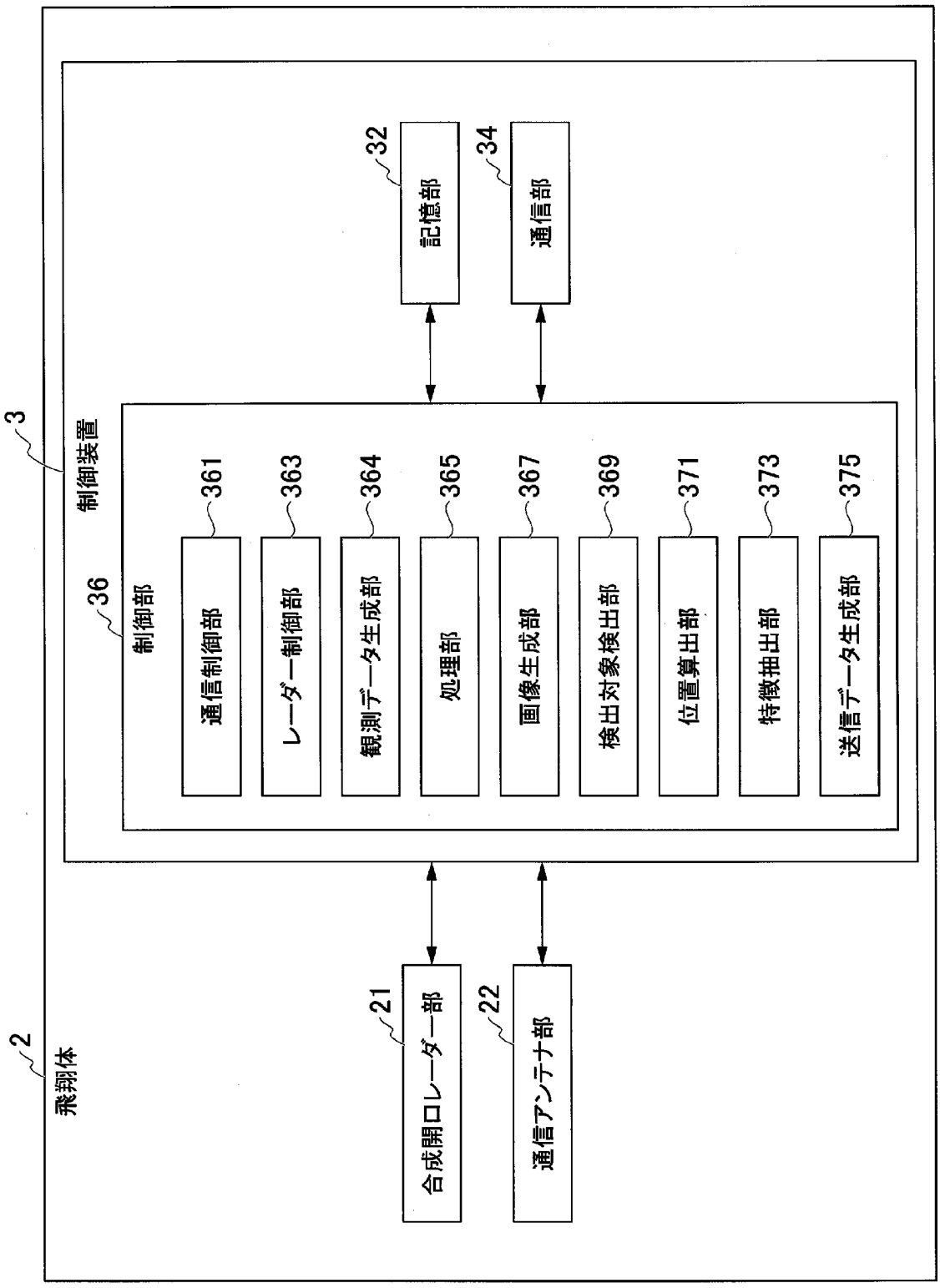
[図1]


1
3
ET
2
21
22
A1
D
4

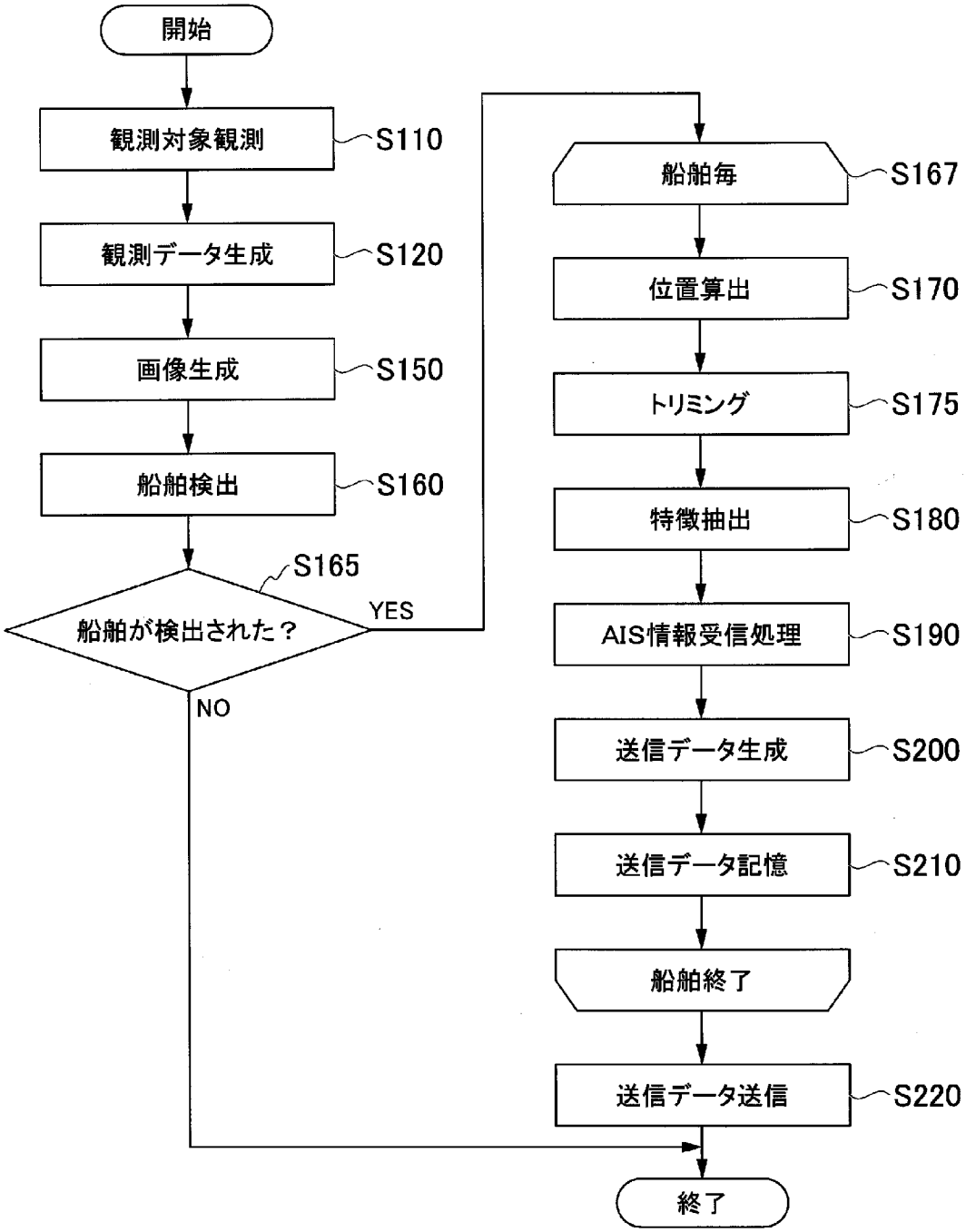
[図2]


31
FPGA
Bus
32
34
記憶部
通信部
合成開口レーダー部、通信アンテナ部等へ

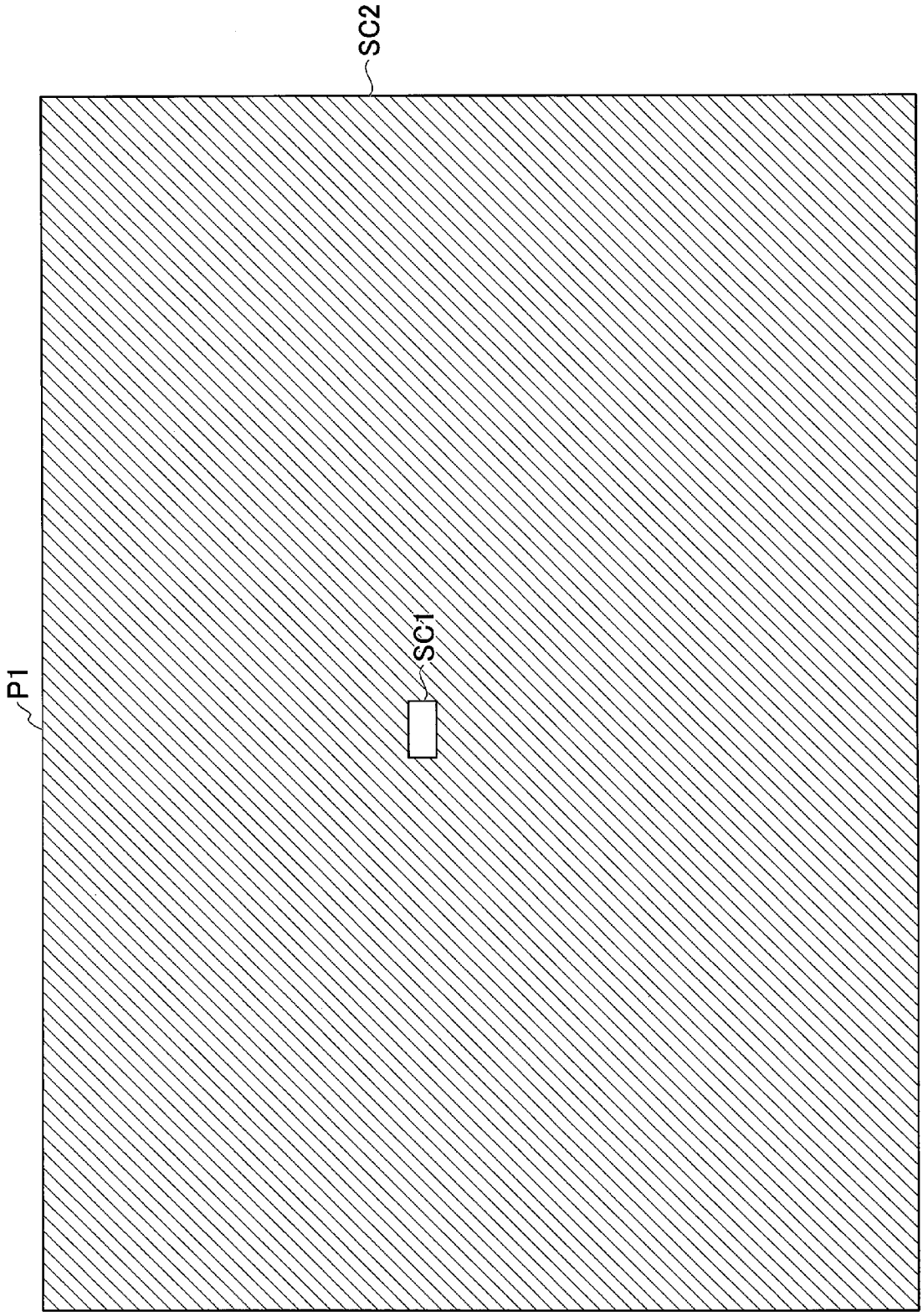
[図3]


2
飛翔体
3
制御装置
36
制御部
361
通信制御部
363
レーダー制御部
364
観測データ生成部
365
処理部
367
画像生成部
369
検出対象検出部
371
位置算出部
373
特徴抽出部
375
送信データ生成部
21
合成開口レーダー部
22
通信アンテナ部
32
記憶部
34
通信部

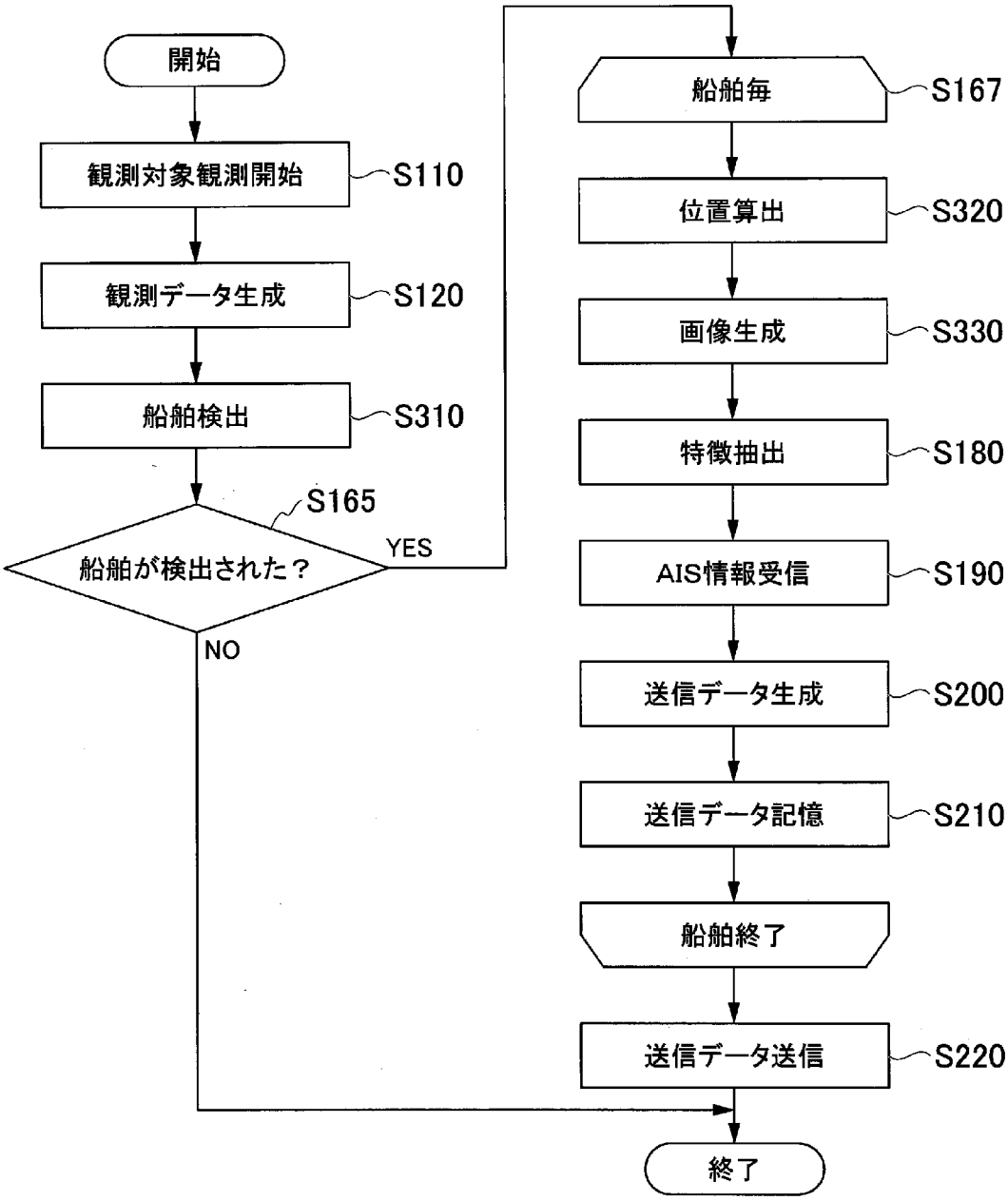
[図4]


開始
観測対象観測
S110
観測データ生成
S120
画像生成
S150
船舶検出
S160
S165
船舶が検出された？
YES
NO
船舶毎
S167
位置算出
S170
トリミング
S175
特徴抽出
S180
AIS情報受信処理
S190
送信データ生成
S200
送信データ記憶
S210
船舶終了
送信データ送信
S220
終了

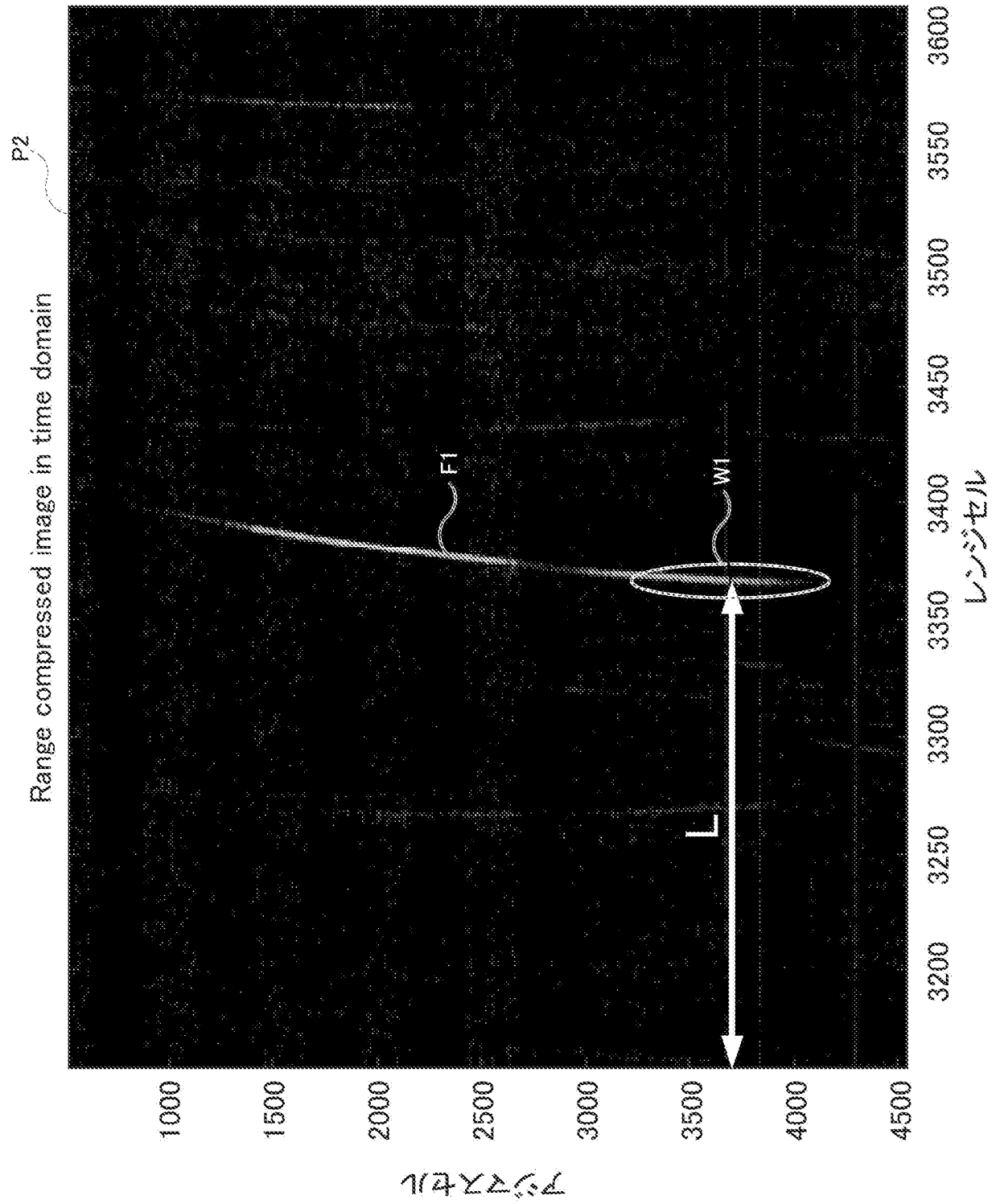
[図5]



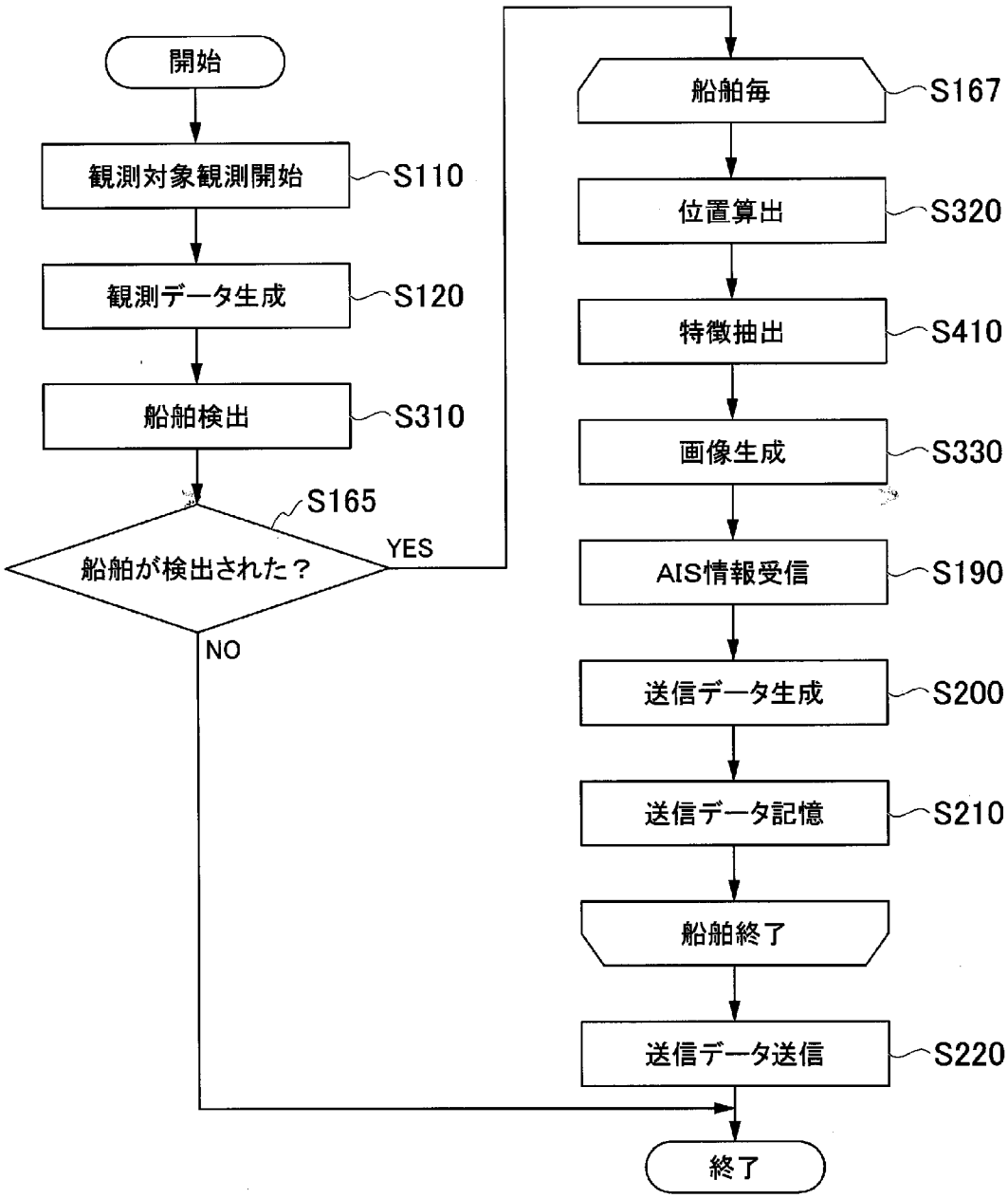
[図6]


開始
観測対象観測開始
S110
観測データ生成
S120
船舶検出
S310
S165
船舶が検出された？
YES
NO
船舶毎
S167
位置算出
S320
画像生成
S330
特徴抽出
S180
AIS情報受信
S190
送信データ生成
S200
送信データ記憶
S210
船舶終了
送信データ送信
S220
終了

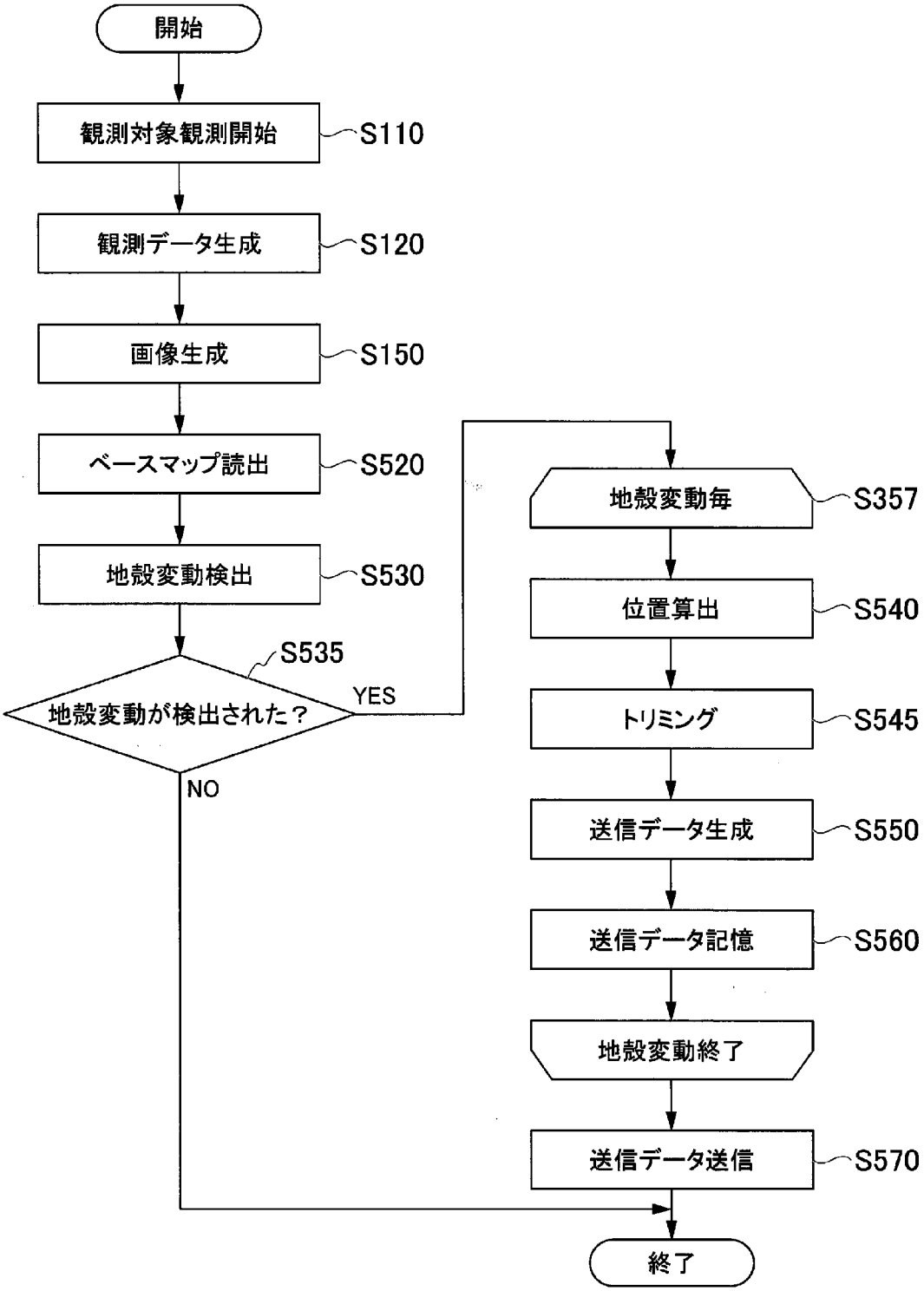
[図7]


P2
Range compressed image in time domain
F1
W1
L
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
3200
3250
3300
3350
3400
3450
3500
3550
3600

[図8]


開始
観測対象観測開始
S110
観測データ生成
S120
船舶検出
S310
S165
船舶が検出された？
YES
NO
船舶毎
S167
位置算出
S320
特徴抽出
S410
画像生成
S330
AIS情報受信
S190
送信データ生成
S200
送信データ記憶
S210
船舶終了
送信データ送信
S220
終了

[図9]


開始
観測対象観測開始
S110
観測データ生成
S120
画像生成
S150
ベースマップ読出
S520
地殻変動検出
S530
S535
地殻変動が検出された？
YES
NO
地殻変動毎
S357
位置算出
S540
トリミング
S545
送信データ生成
S550
送信データ記憶
S560
地殻変動終了
送信データ送信
S570
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/006941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01S13/90(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. G01S13/00-13/95, G01S7/00-7/42, G08C13/00-25/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-208961 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK) 20 October 2011, paragraphs [0004]-[0067], fig. 1-4 (Family: none)	3, 4, 9, 11 1, 2, 4-10
Y A	JP 2012-242216 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 10 December 2012, paragraph [0006] (Family: none)	1, 2, 4-10 3, 11
Y A	JP 2010-197337 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK) 09 September 2010, paragraphs [0028]-[0069], fig. 1-8 (Family: none)	5, 8, 9 1-4, 6, 7, 10, 11
Y A	WO 2008/016153 A1 (PASCO CORPORATION) 07 February 2008, paragraphs [0014]-[0030], fig. 1, 2 & US 2009/0256741 A1, paragraphs [0020]-[0036], fig. 1, 2 & EP 2053423 A1 & CN 101501524 A	6-9 1-5, 10, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14.05.2018	29.05.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/006941

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-63196 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK) 29 March 2012, paragraphs [0102]-[0104] (Family: none)	8, 9 1-7, 10, 11
A	WO 2014/010000 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 16 January 2014, paragraphs [0011]-[0044], fig. 1-3 & US 2015/0054678 A1, paragraphs [0011]-[0048], fig. 1-3 & EP 2873987 A1	1-11
A	US 5248979 A (TRW INC.) 28 September 1993, column 3, line 1 to column 5, line 61, fig. 1-5 (Family: none)	1-11
A	JP 2001-4398 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK) 12 January 2001, paragraphs [0012]-[0077], fig. 1-16 (Family: none)	1-11
A	JP 2004-170170 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK) 17 June 2004, paragraphs [0027]-[0095], fig. 1-9 (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００６９４１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S13/90(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S13/00-13/95, G01S7/00-7/42, G08C13/00-25/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2011-208961 A（三菱スペース・ソフトウエア株式会社）	3,4,9,11
Y	2011.10.20, 段落[0004]-[0067], 図１－４（ファミリーなし）	1,2,4-10
Y	JP 2012-242216 A（三菱電機株式会社）2012.12.10,	1,2,4-10
A	段落[0006]（ファミリーなし）	3,11

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１４．０５．２０１８	２９．０５．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　３９０２
吉田　久
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2010-197337 A (三菱スペース・ソフトウエア株式会社) 2010.09.09, 段落[0028]-[0069], 図１－８（ファミリーなし）	5,8,9 1-4,6,7,10,11
Y A	WO 2008/016153 A1 (株式会社パスコ) 2008.02.07, 段落[0014]-[0030], 図１－２ & US 2009/0256741 A1,[0020]-[0036],FIGs.1-2 & EP 2053423 A1 & CN 101501524 A	6-9 1-5,10,11
Y A	JP 2012-63196 A (三菱スペース・ソフトウエア株式会社) 2012.03.29, 段落[0102]-[0104]（ファミリーなし）	8,9 1-7,10,11
A	WO 2014/010000 A1 (三菱電機株式会社) 2014.01.16, 段落[0011]-[0044], 図１－３ & US 2015/0054678 A1,[0011]-[0048],FIGs.1-3 & EP 2873987 A1	1-11
A	US 5248979 A (TRW INC.) 1993.09.28, 第3欄第1行-第5欄第61行, FIGs.1-5（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2001-4398 A (三菱スペース・ソフトウエア株式会社) 2001.01.12, 段落[0012]-[0077], 図１－１６（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2004-170170 A (三菱スペース・ソフトウエア株式会社) 2004.06.17, 段落[0027]-[0095], 図１－９（ファミリーなし）	1-11