

(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
2017年11月30日(30.11.2017)



(10) 国際公開番号

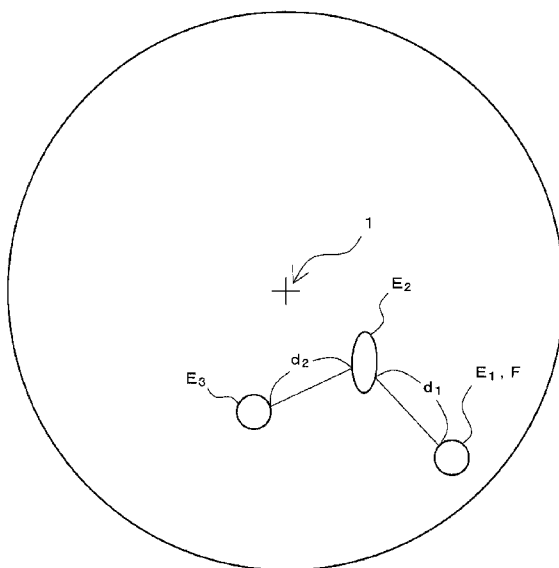
WO 2017/204076 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/32 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/018644
- (22) 国際出願日: 2017年5月18日(18.05.2017)
- (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 2016-105596 2016年5月26日(26.05.2016) JP
- (71) 出願人: 古野電気株式会社 (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 啓介(GOTO, Keisuke); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 前野 仁(MAENO, Hitoshi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (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, 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, 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,

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE AND RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: 信号処理装置及びレーダ装置



(57) Abstract: [Problem] To accurately determine whether an echogram for which a determination is to be made is a desired echogram or not. [Solution] A signal processing device configured so as to have a determination unit which: determines whether a first echogram (E_1) is a false echo (F) or not, on the basis of the location information for the first echogram (E_1), which is included in an echo obtained from the reflected wave of a transmitted wave, and the location information for a second echogram (E_2) included in the echo; and/or determines whether the first echogram is an echogram produced by an object having different properties from those of the second echogram or not.

(57) 要約: 【課題】 判定対象となるエコー像が所望のエコー像であることを正確に判別する。【解決手段】 送信波の反射波から得られたエコーの中に含まれる第1エコー像 (E_1) の位置情報と、エコーの中に含まれる第2エコー像 (E_2) の位置情報とに基づき、第1エコー像 (E_1) が偽像 (F) であるか否かの判定、及び、第1エコー像が第2エコー像とは異なる属性を有する物標に起因するエコー像であるか否かの判定、の少なくとも一方を行う判定部を有する信号処理装置を構成する。

WO 2017/204076 A1

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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 信号処理装置及びレーダ装置

技術分野

[0001] 本発明は、エコーの中から所望のエコー像を判別する信号処理装置、及び該信号処理装置を備えたレーダ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、送信波の反射波から得られたエコーの中から所望のエコー像を判別する信号処理装置、及びその信号処理装置を備えたレーダ装置が知られている。例えば、特許文献1には、所望のエコー像としての偽像を低減するレーダ装置が開示されている。このレーダ装置では、エコー画像内における所定の領域を偽像領域とし、その偽像領域内のエコー像のエコーレベルを低減している。

[0003] また、特許文献2には、所望のエコー像として引き波を検出するレーダ装置が開示されている。引き波とは、特許文献2の図9を参照して、航行する船舶の後方に生じる一対の直線状の波である。特許文献2のレーダ装置では、海上の各地点における波頭速度ベクトルが導出される。そして、それらの波頭速度ベクトルのうち、互いに反対方向に進行し且つ周囲の波頭速度ベクトルよりも所定値以上大きい一対の波頭速度ベクトルを、引き波に起因する波頭速度ベクトルとして検出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：WO2014/192530号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記特許文献1に示すレーダ装置では、例えば偽像領域内に偽像でないエコー像が含まれている場合、そのエコー像についてもエコーレベル

が低減されてしまう。そうすると、探知対象となる物標を正確に探知できなくなるおそれが生じる。

[0006] また、上記特許文献2に示すレーダ装置では、例えば実際に引き波を構成する波頭速度ベクトルであっても、引き波である一对の波頭速度ベクトルのうち一方の速度ベクトルの大きさが所定値未満である場合には、その一对の波頭速度ベクトルは波頭速度ベクトルとして検出されず、残りの波頭速度ベクトルが、例えば他の物標として誤検出されてしまうおそれがある。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するためのものであり、その目的は、判定対象となるエコー像が所望のエコー像であることを正確に判別することである。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 上記課題を解決するため、本発明のある局面に係る信号処理装置は、送信波の反射波から得られたエコーの中に含まれる第1エコー像の位置情報と、前記エコーの中に含まれる第2エコー像の位置情報とに基づき、前記第1エコー像が偽像であるか否かの判定、及び、前記第1エコー像が前記第2エコー像とは異なる属性を有する物標に起因するエコー像であるか否かの判定、の少なくとも一方を行う判定部、を備えている。

[0009] なお、「属性」とは、本明細書中においては、各物標が有する大まかな特徴を指す用語として用いており、例えば一例として、船舶と海上に発生する波とは属性が異なる。一方、例えば一例として、大型船舶の属性と小型船舶の属性とは同じであり、曳航船の属性と被曳航船の属性とは同じである。

[0010] (2) 前記判定部は、前記第1エコー像の方位及び前記第2エコー像の方位に基づき、前記第1エコー像が偽像であるか否かを判定する偽像判定部を有している。

[0011] (3) 前記偽像判定部は、前記送信波の送波位置と前記第1エコー像との間に前記第2エコー像が位置すること、及び、前記第1エコー像から前記第2エコー像までの距離と前記第2エコー像から第3エコー像までの距離との差が所定の閾値以内であること、を条件として、前記第1エコー像が偽像であると判定する。

- [0012] (4) 前記判定部は、前記第2エコー像の進行方向に基づき、前記第1エコー像が引き波に起因するエコー像であるか否かを判定する引き波エコー判定部、を有している。
- [0013] (5) 前記引き波エコー判定部は、前記第2エコー像の進行方向に沿う直線と、前記第2エコー像と前記第1エコー像とを結ぶ直線と、がなす角度が、所定の角度範囲内に含まれていることを条件として、前記第1エコー像が引き波に起因するエコー像であると判定する。
- [0014] (6) 前記判定部は、追尾を行うことができなかった物標の中から少なくとも1つの物標を鳥であると判定する鳥エコー判定部、を有している。
- [0015] (7) 前記鳥エコー判定部は、追尾を行うことができなかった前記物標が鳥であるか否かの判定を、該物標のエコー強度に基づいて行う。
- [0016] (8) 前記判定部は、前記第1エコー像が偽像であるか否かの判定を行い、少なくとも1つの前記第1エコー像のうち偽像であると判定された第1エコー像を除いた偽像除外後エコー像を対象として、該偽像除外後エコー像が前記第2エコー像とは異なる属性を有する物標に起因するエコー像であるか否かの判定を行う。
- [0017] (9) 前記信号処理装置は、前記反射波から得られた前記エコーに含まれるエコー像から、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波エコー判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方を除外して、残りのエコー像を追尾物標として決定し該追尾物標を追尾する追尾処理部、を更に備えている。
- [0018] (10) 前記信号処理装置は、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波エコー判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方のエコー強度が低減されたエコー画像を生成する表示画像生成部、を更に備えている。
- [0019] (11) 前記信号処理装置は、前記反射波から得られた前記エコーに含まれるエコー像から、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波判定部で引き波に起因するエコー像であると判定され

た前記第1エコー像の少なくとも一方を除外して、残りのエコー像を強調するエコー強調部を有し、該エコー強調部で強調された前記残りのエコー像を含むエコー画像を生成する表示画像生成部、を更に備えている。

[0020] (12) 前記信号処理装置は、前記反射波から得られた前記エコーに含まれるエコー像から、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方を除外して、残りのエコー像の中から固定物に起因するエコー像を検出して該固定物の位置を推定する固定物位置推定部と、前記固定物位置推定部で推定された前記固定物の位置を記憶するデータベースと、前記データベースに記憶されている前記固定物の位置が反映された画像を生成する表示画像生成部と、を更に備えている。

[0021] (13) 上記課題を解決するため、本発明のある局面に係るレーダ装置は、上述したいずれかの信号処理装置を備えている。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、判定対象となるエコー像が所望のエコー像であることを正確に判別できる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の実施形態に係るレーダ装置のブロック図である。

[図2]図1に示す偽像処理部のブロック図である。

[図3]図2に示すエコー波形抽出部によって抽出されたエコー波形を、該エコー波形が抽出されたエコーサンプル列とともに示す図である。

[図4]自船に搭載されたレーダ装置と、自船周辺の海域及びエコー像とを模式的に示す図であって、図2に示す追尾物標候補検出部によって検出される追尾物標候補について説明するための図である。

[図5]偽像判定部によって偽像であるか否かの判定が行われるエコー像について説明するための図である。

[図6]図1に示すレーダ画像生成部によって生成されるレーダ画像の一例を模式的に示す図である。

[図7]エコー識別処理部のブロック図である。

[図8]特徴ベクトル算出部によって特徴ベクトルの算出が行われるエコー波形の一例を示す図である。

[図9]特徴ベクトルと、該特徴ベクトルから生成される特徴ベクトルグラフとを示す図である。

[図10]記憶部が記憶しているテンプレートTP（種別データ）の模式図である。

[図11]表示画像生成部によって生成される表示画像の一例を示す図であって、表示器に表示される画像を示す図である。

[図12]変形例に係るレーダ装置のブロック図である。

[図13]図12に示す引き波エコー処理部のブロック図である。

[図14]図13に示すエコー波形抽出部によって抽出されたエコー波形を、該エコー波形が抽出されたエコーサンプル列とともに示す図である。

[図15]自船に搭載されたレーダ装置と、自船周辺の海域及びエコー像とを模式的に示す図であって、図13に示す追尾物標候補検出部によって検出される追尾物標候補について説明するための図である。

[図16]引き波判定部によって引き波であるか否かの判定が行われるエコー像について説明するための図である。

[図17]図12に示すレーダ画像生成部によって生成されるレーダ画像の一例を模式的に示す図である。

[図18]変形例に係るレーダ装置のブロック図である。

[図19]図18に示す鳥エコー処理部のブロック図である。

[図20]図19に示すエコー波形抽出部によって抽出されたエコー波形を、該エコー波形が抽出されたエコーサンプル列とともに示す図である。

[図21]自船に搭載されたレーダ装置と、自船周辺の海域及びエコー像とを模式的に示す図であって、図19に示す追尾物標候補検出部によって検出される追尾物標候補について説明するための図である。

[図22]鳥エコー判定部によって鳥に起因するエコー像であるか否かの判定が

行われるエコー像について説明するための図である。

[図23]図18に示すレーダ画像生成部によって生成されるレーダ画像の一例を模式的に示す図である。

[図24]変形例に係るレーダ装置のブロック図である。

[図25]変形例に係るレーダ装置のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明に係る信号処理装置としての信号処理部7を有するレーダ装置1の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

[0025] 図1は、本発明の実施形態に係るレーダ装置1のブロック図である。本実施形態のレーダ装置1は、例えば、船用レーダであって、主に他船等の物標の探知に用いられる。また、レーダ装置1は、追尾物標として選択された物標を追尾することが可能に構成されている。尚、以下では、レーダ装置1が備えられている船舶を「自船」という。

[0026] そして、レーダ装置1では、詳細は後述するが、検出されたエコー像が鏡面反射偽像であるか否かが判定され、鏡面反射偽像であると判定されたエコー像については、そのエコーレベルが表示画面中において低減されるとともに、追尾物標から除外される。

[0027] 図1に示すように、レーダ装置1は、アンテナユニット2と、信号処理部7（信号処理装置）と、表示器6と、を備えている。

[0028] アンテナユニット2は、アンテナ2aと、受信部2bと、A/D変換部2cと、を含んでいる。

[0029] アンテナ2aは、指向性の強いパルス状電波（送信波）を送波可能なレーダアンテナである。また、アンテナ2aは、物標からの反射波を受波するように構成されている。レーダ装置1は、パルス状電波を送波してから反射波を受波するまでの時間を測定する。これにより、レーダ装置1は、物標までの距離を検出することができる。アンテナ2aは、水平面上で360°回転可能に構成されている。アンテナ2aは、パルス状電波の送波方向を変えながら（アンテナ角度を変えながら）、電波の送受波を各タイミングで行うよ

うに構成されている。以上の構成で、レーダ装置1は、自船周囲の平面上の物標を、 360° にわたり探知することができる。

[0030] なお、以下の説明では、パルス状電波を送波してから次のパルス状電波を送波するまでの動作を「スイープ」という。また、電波の送受信を行いながらアンテナを 360° 回転させる動作を「スキャン」と呼ぶ。

[0031] 受信部2bは、アンテナ2aで受波した反射波から得られるエコー信号を検波して増幅する。受信部2bは、増幅したエコー信号を、A/D変換部2cへ出力する。A/D変換部2cは、アナログ形式のエコー信号をサンプリングし、複数ビットからなるデジタルデータに変換する。このデジタルデータは、エコーデータである。このエコーデータは、アンテナ2aが受波した反射波から得られたエコー信号の強度を特定するデータを含んでいる。A/D変換部2cは、エコーデータを、信号処理部7へ出力する。

[0032] [信号処理部の構成]

信号処理部7は、偽像処理部20と、レーダ画像生成部3と、追尾処理部4と、エコー識別処理部10と、表示画像生成部5とを有している。

[0033] 信号処理部7は、ハードウェア・プロセッサ8（例えば、CPU、FPGA等）及び不揮発性メモリ等のデバイスで構成される。例えば、CPUが不揮発性メモリからプログラムを読み出して実行することにより、信号処理部7を、偽像処理部20、レーダ画像生成部3、追尾処理部4、エコー識別処理部10、及び表示画像生成部5として機能させることができる。

[0034] 図2は、図1に示す偽像処理部20のブロック図である。偽像処理部20は、図2に示すように、エコー波形抽出部21と、追尾物標候補検出部22と、偽像判定部23とを有している。

[0035] 図3は、図2に示すエコー波形抽出部21によって抽出されたエコー波形 EW_1 、 EW_2 を、該エコー波形 EW_1 、 EW_2 が抽出されたエコーサンプル列 ES_1 とともに示す図である。また、図4は、自船に搭載されたレーダ装置1と、自船周辺の海域及びエコー像とを模式的に示す図であって、図2に示す追尾物標候補検出部22によって検出される追尾物標候補について説明する

ための図である。なお、図3に示すエコーサンプル列 ES_1 は、図4における直線 L_1 に沿って得られたものである。

[0036] エコー波形抽出部21は、図3に示すように、横軸をサンプル番号（自船位置からの距離に対応）、縦軸をエコーの振幅値とする座標上に、1回のスイープ時に得られる複数のサンプルをプロットして得られたエコーサンプル列 ES_1 の中から、エコー波形 EW_1 、 EW_2 を抽出する。具体的には、エコー波形抽出部21は、エコーサンプル列 ES_1 を構成する複数のサンプル点のうち所定の閾値 Thr_1 以上の振幅値を有し且つサンプル番号が連続する複数のサンプル点を、エコー波形 EW_1 、 EW_2 として抽出する。図3に示す例では、2つのエコー波形 EW_1 、 EW_2 が抽出される。エコー波形抽出部21は、スイープ毎に生成されるエコーサンプル列毎に、エコー波形 EW_1 、 EW_2 を抽出する。

[0037] 追尾物標候補検出部22は、エコー波形抽出部21で抽出されたエコー波形の地理的な位置を、各スイープで得られるスイープ信号を取得したときのアンテナ方位及びサンプリングレートから算出し、エコー波形間の距離が所定値以内となるもの同士を同一物標からのエコー波形としてグループ化し、それを追尾物標候補として検出する。図4では、各追尾物標候補に対応するエコー像 E_1 、 E_2 、 E_3 が検出された例が示されている。

[0038] 図5は、偽像判定部23によって偽像であるか否かの判定が行われるエコー像について説明するための図である。偽像判定部23は、追尾物標候補として検出されたエコー像 E_1 、 E_2 、 E_3 の全てを対象として、各追尾物標候補が偽像であるか否かを判定する。以下では、エコー像 E_1 が偽像であるか否かについて判定される例について説明する。

[0039] 偽像判定部23は、方位条件判定部24と、距離条件判定部25とを有している。

[0040] 方位条件判定部24は、レーダ装置1の位置（より正確にはアンテナ2aの位置）と判定対象となるエコー像 E_1 とを繋ぐ直線上に他のエコー像が存在しているか否かを判定する。なお、以下では、エコー像 E_1 を第1エコー像 E

E_1 と称する。方位条件判定部24は、その直線上に他のエコー像が存在していない場合、偽像判定部23は、前記第1エコー像が偽像でないと判定する。

[0041] 距離条件判定部25は、前記直線上に他のエコー像（以下では便宜上、このエコー像 E_2 を第2エコー像 E_2 と称する）が存在していると前記方位条件判定部24が判定した場合に、所定の判定を行う。具体的には、距離条件判定部25は、第1エコー像 E_1 から第2エコー像 E_2 までの距離 d_1 と、前記第2エコー像から他のエコー像（図5に示す例の場合、第3エコー像 E_3 ）まで距離 d_2 との距離差 Δd を算出し、その距離差 Δd を所定の閾値と比較する。そして、距離条件判定部25は、距離差 Δd が閾値よりも大きい場合には、第1エコー像 E_1 が第3エコー像 E_3 に起因する鏡面反射偽像でないと判定する。一方、距離条件判定部25は、距離差 Δd が閾値以下の場合には、第1エコー像 E_1 が第3エコー像 E_3 に起因する鏡面反射偽像 F であると判定する。偽像判定部23によって偽像 F と判定されたエコー像 E_1 に関するデータ（具体的には、エコー像 E_1 の位置、及びエコー像 E_1 の各位置におけるエコー強度）は、レーダ画像生成部3、追尾処理部4、及びエコー識別処理部10へ通知される。

[0042] 図6は、レーダ画像生成部3によって生成されるレーダ画像 P_r の一例を模式的に示す図である。レーダ画像生成部3は、A/D変換部2cから出力されたエコーデータに基づき、自船位置を中心とした水平方向の360度に亘るレーダ画像 P_r を生成する。また、レーダ画像生成部3は、偽像判定部23によって偽像 F であると判定されたエコー像 E_1 の輝度を低減する処理を行う。これにより、図6を参照して、偽像 F を表示画面上において除去することができる。なお、図6におけるドットの密度は、物標からの反射波のエコー強度に対応している。具体的には、高強度のエコーが観測された場所は密度が高いドットで図示され、低強度のエコーが観測された場所は密度が低いドットで図示されている。

[0043] 追尾処理部4は、A/D変換部2cから出力されたエコーデータに基づいて追尾物標を特定し、当該追尾物標を追尾する追尾処理を行うように構成さ

れている。具体的には、追尾処理部4は、過去のスキャン時における追尾物標の座標から推測される速度ベクトルに基づき、追尾物標の座標、及び予測速度ベクトルを算出する。追尾処理部4は、算出した追尾物標の座標及び予測速度ベクトルを、表示画像生成部5へ出力する。

[0044] なお、追尾処理部4は、偽像判定部23によって偽像Fであると判定されたエコー像 E_1 については、追尾物標から除外する。これにより、追尾処理時の演算負荷を軽減することができる。なお、追尾処理部4が行う処理は、従来から知られている追尾処理装置によって行われる処理と同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0045] 図7は、エコー識別処理部10のブロック図である。エコー識別処理部10は、受信部2bから出力されたエコーデータに基づいて追尾物標を抽出するとともに、当該追尾物標がどのような物標か（例えば、大型船舶、中型船舶、小型船舶、のいずれか）を識別し、その識別結果を表示画像生成部5に出力する。エコー識別処理部10は、図7に示すように、特徴ベクトル生成部11と、記憶部12と、識別部13とを備えている。

[0046] 図8は、特徴ベクトル生成部11によって特徴ベクトルの生成が行われるエコー波形EWの一例を示す図である。特徴ベクトル生成部11は、エコー波形抽出部21によってエコーサンプル列ESから抽出されたエコー波形EWのうち、偽像のエコー像に含まれるエコー波形を除くエコー波形、すなわち追尾物標のエコー波形毎に複数の特徴量を算出し、算出された複数の特徴量から特徴ベクトルを生成する。特徴ベクトル生成部11は、特徴ベクトルを生成するために、まず、第1から第4の特徴量 $C_1 \sim C_4$ を算出する。なお、エコー波形EWは、上述した偽像処理部20の場合と同様、エコーサンプル列ESを構成する複数のサンプル点のうち所定の閾値 Thr_1 以上の振幅値を有し且つサンプル番号が連続する複数のサンプル点で構成される。

[0047] 図8を参照して、第1特徴量 C_1 は、エコー波形EWにおける立ち上がり部分のサンプル数 N_1 （言い換えると、閾値 Thr_1 を超えたサンプル Smp_1 からピーク値 V_p を有するサンプル Smp_2 まで連続するサンプルの数）

に基づいて算出される。本実施形態では、第1特徴量C1は、該サンプルの数N1が0から5の範囲内に収まるように規格化された値として算出される。

[0048] 第2特徴量C2は、エコー波形EWのピーク値Vpに基づいて算出される。本実施形態では、第2特徴量C2は、ピーク値Vpが0から5の範囲内に収まるように規格化された値として算出される。

[0049] 第3特徴量C3は、エコー波形EWにおける立ち下がり部分のサンプル数N2（言い換えると、ピーク値Vpを有するサンプルSmp2から閾値Thr1を下回るサンプルSmp3まで連続するサンプルの数）に基づいて算出される。本実施形態では、第3特徴量C3は、該サンプルの数が0から5の範囲内に収まるように規格化された値として算出される。

[0050] 第4特徴量C4は、ピーク値Vpを有するサンプルSmp2から閾値Thr1を下回るサンプルSmp3まで連続するサンプルのそれぞれの振幅値をピーク値Vpから減算した値、を積分した値A1を、サンプルSmp2からサンプルSmp3まで連続するサンプルの振幅値を積分した値A2で除算した値（具体的には、 $A1/A2$ ）に基づいて算出される。すなわち、第4特徴量は、図8における斜線ハッチング部分の面積を、クロスハッチング部分の面積で除算した値に基づいて算出される。本実施形態では、第4特徴量C4は、 $A1/A2$ の値が0から5の範囲内に収まるように規格化された値として算出される。

[0051] 図9は、特徴ベクトルCVと、該特徴ベクトルCVから生成される特徴ベクトルグラフGcvとを示す図である。特徴ベクトル生成部11は、各エコー波形に対応して算出される第1から第4の特徴量C1~C4を1つの組とした特徴ベクトルCVを生成する。そして、特徴ベクトル生成部11は、この特徴ベクトルCVから、図9に示すような特徴ベクトルグラフGcvを生成する。特徴ベクトルグラフGcvは、直交座標の軸上に各特徴量C1~C4がプロットされ、周方向に隣接する特徴量C1~C4同士が直線で結ばれることにより生成されたグラフである。

[0052] 図10は、記憶部12が記憶しているテンプレートTP（種別データ）の模式図である。テンプレートTPは、特徴ベクトルグラフ G_{CV} と同じ座標を有しているグラフであって、実験等によって予め準備されたグラフである。具体的には、テンプレートTPは、既にその形状が分かっている物標に対して実験を行い、その反射波から得られた特徴ベクトルから生成された特徴ベクトルグラフである。テンプレートTPには、例えば一例として、詳しくは後述する識別部13によって追尾物標を識別するための大型船舶用テンプレート TP_L 、中型船舶用テンプレート TP_M 、及び小型船舶用テンプレート TP_S 、が含まれている。各テンプレートTPは、上述した特徴ベクトルグラフ G_{CV} と比較されることにより、当該特徴ベクトルを有する追尾物標がいずれの大きさの船舶であるかを識別するための識別用特徴ベクトルグラフとして生成されている。なお、図10で示す各テンプレートTPの特徴量は、単に一例として図示したものに過ぎず、実際に実験等によって得られた特徴量とは無関係である。

[0053] 船舶の特徴ベクトルは、船舶の大きさによって異なる。具体的には、例えば一例として、大型船舶のエコーから得られるエコー波形の最大値（すなわち特徴量C2）は、小型船舶のエコーから得られるエコー波形の最大値よりも大きくなる。このように、船舶の大きさによって互いに異なる特徴ベクトルのテンプレートTPを、船舶の大きさ毎に予め準備し、追尾物標の特徴ベクトルCVを、記憶部12で記憶されている各テンプレートTPと比較することにより、追尾物標（船舶）の大きさを推定することができる。

[0054] また、船舶の特徴ベクトルは、自船に対する他船の向き、すなわち、自船から視た場合における他船の向きによっても異なる。この点につき、記憶部12は、他船の向きによって互いに異なる特徴ベクトルのテンプレートTPを、大型船舶、中型船舶、及び小型船舶のそれぞれにおいて、複数、記憶している。

[0055] 識別部13は、特徴ベクトル生成部11によって生成された特徴ベクトルグラフ G_{CV} を、記憶部12に記憶されている全てのテンプレートTPと比較

し、その比較結果に基づいて、追尾物標としての船舶の大きさ（大型船舶、中型船舶、或いは小型船舶のいずれか）を識別する。やや詳しくは、識別部 13 は、特徴ベクトルグラフ G_{CV} と各テンプレート TP との類似度をそれぞれ算出し、最も類似度が高いテンプレート TP が示す船舶の大きさを、その船舶の大きさであると識別する。

[0056] 具体的には、識別部 13 は、追尾物標の特徴ベクトルグラフ G_{CV} を構成する各特徴量 $C1 \sim C4$ によって特定される 4 次元空間の位置と、各テンプレートを構成する各特徴量 $C1_{tmp} \sim C4_{tmp}$ によって特定される 4 次元空間の位置と、のユークリッド距離を、類似度として算出する。そして、識別部 13 は、そのユークリッド距離が最も小さいテンプレートが示す大きさを、追尾物標の大きさであると識別する。識別部 13 での識別結果（すなわち、追尾物標が大型船舶であるか、中型船舶であるか、或いは小型船舶であるか）は、表示画像生成部 5 に通知される。

[0057] 図 11 は、表示画像生成部 5 によって生成される表示画像 P の一例を示す図であって、表示器 6 に表示される画像を示す図である。表示画像生成部 5 は、レーダ画像生成部 3 で生成されたレーダ画像と、追尾処理部 4 から通知された追尾物標の座標及び予測速度ベクトルと、エコー識別処理部 10 での追尾物標の識別結果と、に基づき、表示器 6 で表示される表示画像 P を生成する。

[0058] 具体的には、表示画像生成部 5 は、追尾処理部 4 から通知された追尾物標の座標に基づき、追尾物標に対応するエコー像 E_2 、 E_3 が追尾物標であることを示すための当該エコー像 E_2 、 E_3 を囲むマーカー $MK2$ 、 $MK3$ の画像を生成する。このマーカー $MK2$ 、 $MK3$ の大きさは、識別部 13 によって識別された追尾物標の識別結果に基づいて決定される。図 11 に示す表示画像 P では、中型船舶と識別されたエコー像 E_2 は、半径が中くらいの円形状のマーカー $MK2$ によって囲まれ、小型船舶と識別されたエコー像 E_3 は、半径が小さい円形状のマーカー $MK3$ によって囲まれる。なお、図 11 での図示は省略するが、大型船舶と識別されたエコー像については、半径が大きい円

形状のマーカーによって囲まれる。これにより、ユーザは、各船舶の大きさを容易に把握することができる。

[0059] [効果]

以上のように、本実施形態に係るレーダ装置1の信号処理部7は、第1エコー像 E_1 の位置情報と、第2エコー像 E_2 の位置情報とに基づき、第1エコー像 E_1 が偽像であると判定している。すなわち、信号処理部7によれば、判定対象となるエコー像が偽像であるか否かの判定を、エコー像毎に行っている。そうすると、上述した特許文献1のように偽像でないエコーのエコー強度まで低減してしまうおそれなくなり、偽像を正確に判別することができる。

[0060] 従って、信号処理部7では、判定対象となるエコー像が所望のエコー像であること（本実施形態の場合、偽像であること）を正確に判別できる。

[0061] また、信号処理部7では、第1エコー像 E_1 の方位及び第2エコー像 E_2 の方位に基づき、第1エコー像 E_1 が偽像であるか否かの判定が行われている。第1エコー像 E_1 が鏡面反射偽像であれば、第1エコー像 E_1 は第2エコー像 E_2 と概ね同じ方位に存在することになる。すなわち、信号処理部7によれば、鏡面反射偽像である偽像Fの特性に基づき、偽像Fを適切に判別することができる。

[0062] また、信号処理部7では、アンテナ2aと第1エコー像 E_1 との間に第2エコー像 E_2 が位置すること、及び、第1エコー像 E_1 から第2エコー像 E_2 までの距離 d_1 と第2エコー像 E_2 から第3エコー像 E_3 までの距離 d_2 との距離差 Δd が所定の閾値以内であること、を条件として、第1エコー像 E_1 が偽像Fであると判定される。第1エコー像 E_1 が第3エコー像 E_3 の鏡面反射偽像であれば、アンテナ2aと第1エコー像 E_1 との間に第2エコー像 E_2 が位置し、且つ距離 d_1 と距離 d_2 とが概ね等しくなる。すなわち、信号処理部7によれば、鏡面反射偽像である偽像Fの特性に基づき、偽像Fをより適切に判別することができる。

[0063] また、信号処理部7では、偽像Fであると判定されたエコー像 E_1 が追尾対

象から除外される。これにより、追尾処理時の演算負荷を軽減することができる。

[0064] また、信号処理部 7 では、偽像 F であると判定されたエコー像 E_1 の表示画面中における輝度が低減される。これにより、ユーザが偽像 F を物標として誤認識してしまう可能性を低減できる。

[0065] また、レーダ装置 1 によれば、判定対象となるエコー像が所望のエコー像（本実施形態の場合、偽像）であることを正確に判別可能な信号処理部 7 を備えたレーダ装置を提供できる。

[0066] また、レーダ装置 1 では、各追尾物標のエコー像 E_2 、 E_3 に重ねて表示されるマーカー MK 2、MK 3 の大きさによって、その追尾物標の大きさを知ることができる。

[0067] [変形例]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

[0068] (1) 図 1 2 は、変形例に係るレーダ装置 1 a のブロック図である。また、図 1 3 は、図 1 2 に示す引き波エコー処理部 3 0 のブロック図である。本変形例に係るレーダ装置 1 a も、上記実施形態の場合と同様、船用レーダとして用いられ、追尾物標として選択された物標を追尾することが可能に構成されている。

[0069] そして、レーダ装置 1 a では、上記実施形態の場合と異なり、検出されたエコー像が引き波に起因するものであるか否かが判定され、引き波に起因するものであると判定されたエコー像については、そのエコーレベルが表示画面中において低減されるとともに、追尾物標から除外される。本変形例のレーダ装置 1 a の信号処理部 7 a（信号処理装置）は、上記実施形態の偽像処理部 2 0 の代わりに、引き波エコー処理部 3 0 を有している。以下では、上記実施形態と異なる箇所について主に説明し、その他の箇所については説明を省略する。

- [0070] 引き波エコー処理部30は、図13を参照して、エコー波形抽出部21と、追尾物標候補検出部22と、引き波エコー判定部31とを有している。
- [0071] 図14は、図13に示すエコー波形抽出部21によって抽出されたエコー波形 EW_3 を、該エコー波形 EW_3 が抽出されたエコーサンプル列 ES_2 とともに示す図である。また、図15は、自船に搭載されたレーダ装置1aと、自船周辺の海域及びエコー像 E_4 、 E_5 とを模式的に示す図であって、追尾物標候補検出部22によって検出される追尾物標候補について説明するための図である。追尾物標候補検出部22によって検出される追尾物標候補について説明するための図である。なお、図14に示すエコーサンプル列 ES_2 は、図15における直線 L_2 に沿って得られたものである。また、図15の破線は、エコー像 E_5 （他船）の引き波を模式的に示したものである。
- [0072] エコー波形抽出部21は、上記実施形態の場合と同様にして、エコーサンプル列 ES_2 の中からエコー波形 EW_3 を抽出する。本変形例では、図14を参照して、1つのエコー波形 EW_3 が検出される。なお、エコーサンプル列 ES_2 には、他船の引き波に起因する波形 EW_a が含まれているが、この波形 EW_a のピーク値は閾値 Thr_2 以下であるため、エコー波形として抽出されない。
- [0073] 追尾物標候補検出部22は、上記実施形態の場合と同様にして、追尾物標候補のエコー像を検出する。図15では、2つの追尾物標候補のエコー像 E_4 、 E_5 が検出された例が示されている。
- [0074] 図16は、引き波エコー判定部31によって引き波であるか否かの判定が行われるエコー像について説明するための図である。引き波エコー判定部31は、追尾物標候補として検出されたエコー像 E_4 、 E_5 の全てを対象として、各追尾物標候補が引き波であるか否かを判定する。以下では、エコー像 E_4 （第1エコー像 E_4 ）が引き波に起因するエコー像であるか否かについて判定される例について説明する。
- [0075] 引き波エコー判定部31は、進行方向推定部32と、角度条件判定部33とを有している。

[0076] 進行方向推定部32は、引き波であるか否かの判定が行われるエコー像 E_4 以外のエコー像 E_5 （第2エコー像 E_5 ）の進行方向を推定する。具体的には、進行方向推定部32は、エコー像 E_5 について追尾処理を行うことにより、該エコー像 E_5 の進行方向を推定する。なお、追尾処理については、従来から知られている一般的な処理であるため、その説明を省略する。

[0077] 角度条件判定部33は、エコー像 E_5 の進行方向に沿う直線と、エコー像 E_4 とエコー像 E_5 とを結ぶ直線と、がなす角度 θ が所定の角度範囲内に含まれているか否かを判定する。具体的には、角度条件判定部33は、前記角度 θ が、所定角度（例えば 19° ）を中心とした所定の角度範囲に含まれているか否か（例えば一例として、 θ が、 $18^\circ < \theta < 20^\circ$ の条件を満たしているか否か）を判定する。そして、角度条件判定部33は、 $\theta \leq 18^\circ$ 、又は $\theta \geq 20^\circ$ の場合には、エコー像 E_4 がエコー像 E_5 の引き波ではないと判定する。一方、角度条件判定部33は、 $18^\circ < \theta < 20^\circ$ の場合には、エコー像 E_4 がエコー像 E_5 の引き波であると判定する。角度条件判定部33によって引き波に起因するエコー像であると判定されたエコー像 E_4 に関するデータ（具体的には、エコー像 E_4 の位置、及びエコー像 E_4 の各位置におけるエコー強度）は、レーダ画像生成部3、追尾処理部4、及びエコー識別処理部10へ通知される。

[0078] 図17は、図12に示すレーダ画像生成部3によって生成されるレーダ画像 P_r の一例を模式的に示す図である。レーダ画像生成部3は、上記実施形態の場合と同様にして、A/D変換部2cから出力されたエコーデータに基づき、自船位置を中心とした水平方向の360度に亘るレーダ画像 P_r を生成する。また、レーダ画像生成部3は、引き波エコー判定部31によって引き波に起因するエコー像であると判定されたエコー像 E_4 のエコーレベルを低減する処理を行う。これにより、図17を参照して、引き波のエコー像 E_4 を表示画面上において除去することができる。

[0079] 以上のように、本変形例に係るレーダ装置1aの信号処理部7aは、第1エコー像 E_4 の位置情報と、第2エコー像 E_5 の位置情報とに基づき、第1エ

コー像 E_4 が第2エコー像 E_5 とは異なる属性を有する物標に起因するエコー像であるか否かの判定を行っている。こうすると、例えば特許文献2に開示されるレーダ装置のように、引き波に起因する波頭速度ベクトルが船舶等の物標として誤検出されてしまう可能性を低減できる。

[0080] 従って、信号処理部7aでは、判定対象となるエコー像が所望のエコー像であること（本変形例の場合、引き波に起因するエコー像であること）を正確に判別できる。

[0081] また、信号処理部7aでは、第1エコー像 E_4 の位置及び第2エコー像 E_5 の位置だけでなく、第2エコー像 E_5 の進行方向にも基づき、第1エコー像 E_4 が引き波に起因するエコー像であるか否かが判定される。これにより、船舶の進行方向反対側に生じるという引き波の特性に基づき、引き波に起因するエコー像を適切に判別することができる。

[0082] また、信号処理部7aでは、第2エコー像 E_5 の進行方向に沿う直線（図16の一点鎖線）と、第1エコー像 E_4 と第2エコー像 E_5 とを結ぶ直線と、がなす角度 θ が、所定の範囲内に含まれていることを条件として、第1エコー像 E_4 が引き波に起因するエコー像であると判定される。これにより、船舶の引き波が、該船舶の進行方向に沿う直線に対して所定角度の方向に形成される特性に基づき、引き波に起因するエコー像をより適切に判別できる。

[0083] （2）図18は、変形例に係るレーダ装置1bのブロック図である。また、図19は、図18に示す鳥エコー処理部40のブロック図である。本変形例に係るレーダ装置1bも、上記実施形態の場合と同様、船用レーダとして用いられ、追尾物標として選択された物標を追尾することが可能に構成されている。

[0084] そして、レーダ装置1bの信号処理部7b（信号処理装置）は、上記実施形態の信号処理部7が有する各構成要件の他に、鳥エコー処理部40を有している。以下では、上記実施形態と異なる箇所について主に説明し、その他の箇所については説明を省略する。

[0085] 鳥エコー処理部40は、図19を参照して、エコー波形抽出部21と、追

尾物標候補検出部 22 と、鳥エコー判定部 41 とを有している。

[0086] 図 20 は、エコー波形抽出部 21 によって抽出されたエコー波形 EW_4 を、該エコー波形が抽出されたエコーサンプル列 ES_3 とともに示す図である。また、図 21 は、自船に搭載されたレーダ装置 1b と、自船周辺の海域及びエコー像 $E_6 \sim E_9$ とを模式的に示す図であって、図 19 に示す追尾物標候補検出部 22 によって検出される追尾物標候補について説明するための図である。なお、図 20 に示すエコーサンプル列 ES_3 は、図 21 における直線 L_3 に沿って得られたものである。

[0087] エコー波形抽出部 21 は、上記実施形態の場合と同様にして、エコーサンプル列 ES_3 の中からエコー波形を抽出する。本変形例では、図 20 を参照して、1つのエコー波形 EW_4 が検出される。

[0088] 追尾物標候補検出部 22 は、上記実施形態の場合と同様にして、追尾物標候補のエコー像を検出する。図 21 では、4つの追尾物標候補のエコー像 E_6 、 E_7 、 E_8 、 E_9 が検出された例が示されている。

[0089] 図 22 は、鳥エコー判定部 41 によって鳥に起因するエコー像であるか否かの判定が行われるエコー像について説明するための図であって、図 21 に示すエコー像が得られたスキャンの次のスキャン時に得られたエコー画像を示す図である。なお、図 22 では、図 21 に示すエコー像（すなわち、図 22 に示すエコー像が得られたスキャンの前のスキャン時に得られたエコー像）を破線で模式的に示している。

[0090] 鳥エコー判定部 41 は、追尾物標候補として検出されたエコー像 $E_6 \sim E_9$ の全てを対象として、各追尾物標候補が鳥であるか否かを判定する。

[0091] 鳥エコー判定部 41 は、追尾部 42 と、追尾物標選別部 43 とを有している。

[0092] 追尾部 42 は、各エコー像 $E_6 \sim E_9$ を対象として追尾処理を行い、追尾を行うことができたエコー像の移動ベクトルを算出する。なお、追尾処理については、従来から知られている一般的な処理であるため、その説明を省略する。

[0093] 追尾物標選別部43は、上述した追尾部42による追尾を行うことができなかったエコー像（図22に示す例の場合、 $E_{10} \sim E_{12}$ ）の全てを対象として、それらのエコー像のうちいずれのエコー像を追尾物標から除外するかを選別する。具体的には、追尾物標選別部43は、例えば一例として、追尾を行うことができなかった全てのエコー像 $E_{10} \sim E_{12}$ を、各エコー像の最大振幅値が大きい順に順位付けし、最大振幅値が小さい方の所定数のエコー像を追尾物標から除外する。なお、図22に示す例では、追尾を行うことができなかった全てのエコー像 $E_{10} \sim E_{12}$ のうち、最大振幅値が小さい方の2つのエコー像 E_{10} 、 E_{11} が追尾物標から除外される例が示されている。追尾物標選別部43によって追尾物標から除外されたエコー像 E_{10} 、 E_{11} に関するデータ（具体的には、エコー像 E_{10} 、 E_{11} の位置、及びエコー像 E_{10} 、 E_{11} の各位置におけるエコー強度）は、レーダ画像生成部3、追尾処理部4、及びエコー識別処理部10へ通知される。

[0094] ここで、追尾物標選別部43によって追尾物標から除外されたエコー像 E_{10} 、 E_{11} が、鳥に起因するエコー像である可能性が高い理由について説明する。一般的に、鳥について追尾処理を行うと、異なる時刻（すなわち、異なるスキャン）で得られた鳥のエコー像の相関度が低く、追尾処理を行うことができない場合が多い。よって、追尾処理を行うことができなかったエコー像については、鳥に起因する可能性が高いと考えることができる。なお、ここで説明した相関度としては、エコー像の面積の一致度合等が挙げられる。

[0095] なお、追尾を行うことができなかったエコー像のうち追尾物標から除外されないエコー像（図22に示す例の場合、エコー像 E_{12} ）も、追尾を行うことができなかったという観点からすると、鳥に起因するエコー像である可能性はある。しかしながら、エコー像 E_{12} は、他のエコー像 E_{10} 、 E_{11} よりもエコー強度が高い。一般的に、船舶のエコー像のエコー強度は、鳥よりのエコー像のエコー強度よりも高い。よって、本変形例の場合、船舶に起因するエコー像である可能性が他のエコー像 E_{10} 、 E_{11} よりも高いエコー像 E_{12} については、追尾物標から除外しない。

[0096] 図23は、図18に示すレーダ画像生成部3によって生成されるレーダ画像Prの一例を模式的に示す図である。レーダ画像生成部3は、上記実施形態の場合と同様にして、A/D変換部2cから出力されたエコーデータに基づき、自船位置を中心とした水平方向の360度に亘るレーダ画像Prを生成する。また、レーダ画像生成部3は、鳥エコー判定部41によって鳥に起因するエコー像であると判定されたエコー像E₁₀、E₁₁のエコーレベルを低減する処理を行う。これにより、図23を参照して、鳥に起因するエコー像E₁₀、E₁₁を表示画面上において除去することができる。

[0097] 以上のように、本変形例に係るレーダ装置1bでは、異なるスキャン間で追尾を行うことができなかった（すなわち、移動ベクトルを算出することができなかった）エコー像E₁₀～E₁₂のうちの少なくとも1つを、鳥に起因するエコー像E₁₀、E₁₁と判定している。上述のように、鳥に起因するエコー像は、異なるスキャン間での相関度が低く、追尾を行うことができない場合が多い。よって、本変形例のように、追尾を行うことができなかったエコー像E₁₀～E₁₂の少なくとも1つを鳥に起因するエコー像であると判定することで、鳥に起因するエコー像を、鳥の特性に応じて適切に判定できる。

[0098] また、レーダ装置1bでは、追尾を行うことができなかったエコー像であっても、エコー強度（より具体的には、エコーの最大振幅値）が高いエコー像E₁₂については、追尾物標から除外していない。これにより、船舶に起因する可能性があるエコー像E₁₂を誤って追尾物標から除外してしまう可能性を低減できる。

[0099] なお、本変形例では、鳥エコー判定部41が、追尾物標候補検出部22によって検出された全ての追尾物標候補を対象として、各追尾物標候補が鳥であるか否かを判定したが、これに限らない。具体的には、鳥エコー判定部41は、それらの追尾物標候補のうち、偽像判定部23によって偽像であると判定された物標を判定対象から除外し、残りの物標（偽像除外後第1エコー像）について、鳥に起因するエコーであるか否かを判定してもよい。すなわ

ち、偽像判定部 23 による偽像判定を行った後、鳥エコー判定部 41 での鳥エコー判定を行ってもよい。これにより、鳥エコー判定部 41 での判定対象を適切に絞り込むことができるため、鳥エコー判定部 41 にかかる演算負荷を軽減できる。

[0100] (3) 図 24 は、変形例に係るレーダ装置 1c のブロック図である。本変形例に係るレーダ装置 1c は、エコー画像に含まれるエコー像であって、探知対象となるターゲットの候補となるターゲット候補エコーを検出する。そして、レーダ装置 1c は、そのターゲット候補エコーの中から不要ターゲットを除外し、その残りのエコー像をターゲットエコーとして強調して表示するように構成されている。

[0101] 具体的には、本変形例のレーダ装置 1c は、上述した実施形態及び各変形例で説明した偽像判定部 23、引き波エコー判定部 31、及び鳥エコー判定部 41 を有している。レーダ装置 1c は、偽像判定部 23 で偽像であると判定されたエコー像、引き波エコー判定部 31 で引き波に起因すると判定されたエコー像、及び鳥エコー判定部 41 で鳥に起因すると判定されたエコー像を不要ターゲットとし、これらの不要ターゲットについては強調して表示しない。

[0102] レーダ装置 1c は、図 24 に示すように、アンテナユニット 2 と、信号処理部 7c (信号処理装置) と、表示器 6 と、を備えている。アンテナユニット 2 及び表示器 6 については、上記実施形態の場合と同様であるため、その説明を省略する。

[0103] 信号処理部 7c は、ターゲット候補検出部 15 と、不要ターゲット検出部 16 と、スキャン間相関部 17 と、ターゲットエコー強調部 18 を有する表示画像生成部 5a と、を有している。

[0104] ターゲット候補検出部 15 は、上記実施形態で説明した追尾物標候補検出部 22 と概ね同様の動作を行う。具体的には、ターゲット候補検出部 15 は、スイープ毎に得られるエコーサンプル列の中から抽出された複数のエコー波形の地理的な位置を、各スイープで得られるスイープ信号を取得したとき

のアンテナ方位及びサンプリングレートから算出する。そして、ターゲット候補検出部 15 は、エコー波形間の距離が所定値以内となるもの同士を同一物標からのエコー波形としてグループ化し、それをターゲット候補として検出する。

[0105] 不要ターゲット検出部 16 は、偽像判定部 23 と、引き波エコー判定部 31 と、鳥エコー判定部 41 とを有している。不要ターゲット検出部 16 は、偽像判定部 23 で偽像であると判定されたエコー像、引き波エコー判定部 31 で引き波に起因すると判定されたエコー像、及び鳥エコー判定部 41 で鳥に起因すると判定されたエコー像を不要ターゲットとして検出する。偽像判定部 23、引き波エコー判定部 31、及び鳥エコー判定部 41 の構成については、上記実施形態及び各変形例で説明したものと同様であるため、その説明を省略する。

[0106] スキャン間相関部 17 は、スキャン間の相関性の高いエコー像を停止ターゲットと判定する。具体的には、例えば一例として、スキャン間相関部 17 は、時間的に連続する 2 つのエコー画像のそれぞれに含まれるエコー像のうち、位置及びエコー強度が類似する 2 つのエコー像を、停止ターゲットと判定する。

[0107] ターゲットエコー強調部 18 は、ターゲット候補検出部 15 で検出されたターゲット候補及び停止ターゲットから不要ターゲットを除いた全てのターゲットのエコー像を強調する。ターゲットエコー強調部 18 は、例えば一例として、エコー像の輝度を、実際に得られたエコー像のエコー強度に対応する輝度よりも高くすることにより、エコー像を強調する。表示画像生成部 5a は、このように強調されたエコー像を含むエコー画像を、表示器に表示される表示画像として生成する。表示器 6 に表示されるエコー画像には、上述のようにして強調されたエコー像が表示される。

[0108] 以上のように、本変形例に係るレーダ装置 1c では、ターゲット候補検出部によって検出されたターゲット候補の中から不要ターゲットを除外した残りのターゲットエコーが強調して表示している。そうすると、例えば当該レ

ーダ装置 1 c を搭載した自船と衝突するおそれのないターゲット（偽像、引き波等）が強調して表示されることがないため、衝突危険性を正確に判断することができる。

[0109] （４）図 25 は、変形例に係るレーダ装置 1 d のブロック図である。本変形例に係るレーダ装置 1 d は、検出されたエコー像から不要なターゲットに起因するエコー像を除外し、残りのエコー像の中から固定物（例えば陸地、岸壁等）を検出するように構成されている。そして、レーダ装置 1 d では、検出された固定物に関する情報（例えば位置、大きさ等）がデータベースに保存され、その情報に基づいて自船周辺の地図が生成されて表示される。

[0110] レーダ装置 1 d は、図 25 に示すように、アンテナユニット 2 と、信号処理部 7 d（信号処理装置）と、表示器 6 と、を備えている。アンテナユニット 2 及び表示器 6 については、上記実施形態の場合と同様であるため、その説明を省略する。

[0111] 信号処理部 7 d は、不要ターゲット検出部 16 と、固定物位置推定部 26 と、固定物位置登録部 27 と、データベース 28 と、固定物位置取得部 29 と、表示画像生成部 5 b とを有している。これらのうち、不要ターゲット検出部 16 については、図 24 を用いて説明した変形例と同じであるため、その説明を省略する。

[0112] 固定物位置推定部 26 は、送信波の反射波から得られたエコーに含まれるエコー像から、不要ターゲット検出部 16 で検出された不要ターゲット（具体的には、偽像、引き波、及び鳥）に起因するエコー像を除外する。そして、固定物位置推定部 26 は、その残りのエコー像（以下、このエコー像を固定物候補エコー像と称する）の中から固定物に起因するエコー像を検出する。例えば一例として、固定物位置推定部 26 は、固定物候補エコー像に対して追尾処理を行い、移動している物標（他船等）に起因するエコーを障害物エコーとする。そして、固定物位置推定部 26 は、上述した固定物候補エコー像から前記障害物エコーを除外することにより、岸壁等の固定物を検出する。

- [0113] そして、固定物位置推定部 26 は、検出した固定物の絶対位置を推定する。具体的には、固定物位置推定部 26 は、自船に搭載された GPS 等の測位機器（図示省略）から得られる自船の絶対位置と、自船を基準とした前記固定物の相対位置とに基づき、検出した固定物の絶対位置を推定する。
- [0114] 固定物位置登録部 27 は、固定物位置推定部 26 によって推定された固定物の絶対位置をデータベース 28 に登録する。
- [0115] データベース 28 は、固定物位置登録部 27 によって登録された固定物の絶対位置を記憶して蓄積する。
- [0116] 固定物位置取得部 29 は、表示画像生成部 5b で画像が生成される海域内に含まれる固定物の位置に関する情報を、データベース 28 から取得する。
- [0117] 表示画像生成部 5b は、表示器 6 に表示される表示画像を生成する。具体的には、表示画像生成部 5b が生成する表示画像には、固定物位置取得部 29 が取得した固定物の位置情報に基づき、表示画像中の対応する位置に、前記固定物が表示される。
- [0118] 以上のように、本変形例に係るレーダ装置 1d の信号処理部 7d によれば、該レーダ装置 1d が搭載された船舶が航行した海域で検出された固定物に関する情報に基づき、簡易的に地図を生成することができる。これにより、地図データを予め準備することなく、航路周辺の地図を得ることができる。
- [0119] また、信号処理部 7d によれば、予め地図データが準備されている場合において、その地図情報を、本レーダ装置 1d で検出された最新情報に置き換えることが可能となる。これにより、地図データを随時更新して最新の地図を得ることができる。
- [0120] そして、信号処理部 7d によれば、不要なターゲットを除去した上で固定物を検出することができるため、当該不要なターゲット（例えば偽像等）が地図情報に反映されてしまうことを防止できる。これにより、正確な地図を得ることができる。

符号の説明

- [0121] 1, 1a ~ 1d レーダ装置

7, 7 a ~ 7 d	信号処理部 (信号処理装置)
2 3	偽像判定部 (判定部)
3 1	引き波エコー判定部 (判定部)

請求の範囲

- [請求項1] 送信波の反射波から得られたエコーの中に含まれる第1エコー像の位置情報と、前記エコーの中に含まれる第2エコー像の位置情報とに基づき、前記第1エコー像が偽像であるか否かの判定、及び、前記第1エコー像が前記第2エコー像とは異なる属性を有する物標に起因するエコー像であるか否かの判定、の少なくとも一方を行う判定部、を備えていることを特徴とする、信号処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の信号処理装置において、
前記判定部は、前記第1エコー像の方位及び前記第2エコー像の方位に基づき、前記第1エコー像が偽像であるか否かを判定する偽像判定部を有していることを特徴とする、信号処理装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の信号処理装置において、
前記偽像判定部は、前記送信波の送波位置と前記第1エコー像との間に前記第2エコー像が位置すること、及び、前記第1エコー像から前記第2エコー像までの距離と前記第2エコー像から第3エコー像までの距離との差が所定の閾値以内であること、を条件として、前記第1エコー像が偽像であると判定することを特徴とする、信号処理装置。
- [請求項4] 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の信号処理装置において、
前記判定部は、前記第2エコー像の進行方向に基づき、前記第1エコー像が引き波に起因するエコー像であるか否かを判定する引き波エコー判定部、を有していることを特徴とする、信号処理装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の信号処理装置において、
前記引き波エコー判定部は、前記第2エコー像の進行方向に沿う直線と、前記第2エコー像と前記第1エコー像とを結ぶ直線と、がなす角度が、所定の角度範囲内に含まれていることを条件として、前記第1エコー像が引き波に起因するエコー像であると判定することを特徴

とする、信号処理装置。

[請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の信号処理装置において、

前記判定部は、追尾を行うことができなかつた物標の中から少なくとも1つの物標を鳥であると判定する鳥エコー判定部、を有していることを特徴とする、信号処理装置。

[請求項7] 請求項6に記載の信号処理装置において、

前記鳥エコー判定部は、追尾を行うことができなかつた前記物標が鳥であるか否かの判定を、該物標のエコー強度に基づいて行うことを特徴とする、信号処理装置。

[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の信号処理装置において、

前記判定部は、前記第1エコー像が偽像であるか否かの判定を行い、少なくとも1つの前記第1エコー像のうち偽像であると判定された第1エコー像を除いた偽像除外後エコー像を対象として、該偽像除外後エコー像が前記第2エコー像とは異なる属性を有する物標に起因するエコー像であるか否かの判定を行うことを特徴とする、信号処理装置。

[請求項9] 請求項2から請求項8のいずれか1項に記載の信号処理装置において、

前記反射波から得られた前記エコーに含まれるエコー像から、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波エコー判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方を除外して、残りのエコー像を追尾物標として決定し該追尾物標を追尾する追尾処理部、を更に備えていることを特徴とする、信号処理装置。

[請求項10] 請求項2から請求項9のいずれか1項に記載の信号処理装置において、

前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波エコー判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方のエコー強度が低減されたエコー画像を生成する表示画像生成部、を更に備えていることを特徴とする、信号処理装置。

[請求項11] 請求項2から請求項10のいずれか1項に記載の信号処理装置において、

前記反射波から得られた前記エコーに含まれるエコー像から、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方を除外して、残りのエコー像を強調するエコー強調部を有し、該エコー強調部で強調された前記残りのエコー像を含むエコー画像を生成する表示画像生成部、を更に備えていることを特徴とする、信号処理装置。

[請求項12] 請求項2から請求項11のいずれか1項に記載の信号処理装置において、

前記反射波から得られた前記エコーに含まれるエコー像から、前記偽像判定部で偽像であると判定された前記第1エコー像、及び前記引き波判定部で引き波に起因するエコー像であると判定された前記第1エコー像の少なくとも一方を除外して、残りのエコー像の中から固定物に起因するエコー像を検出して該固定物の位置を推定する固定物位置推定部と、

前記固定物位置推定部で推定された前記固定物の位置を記憶するデータベースと、

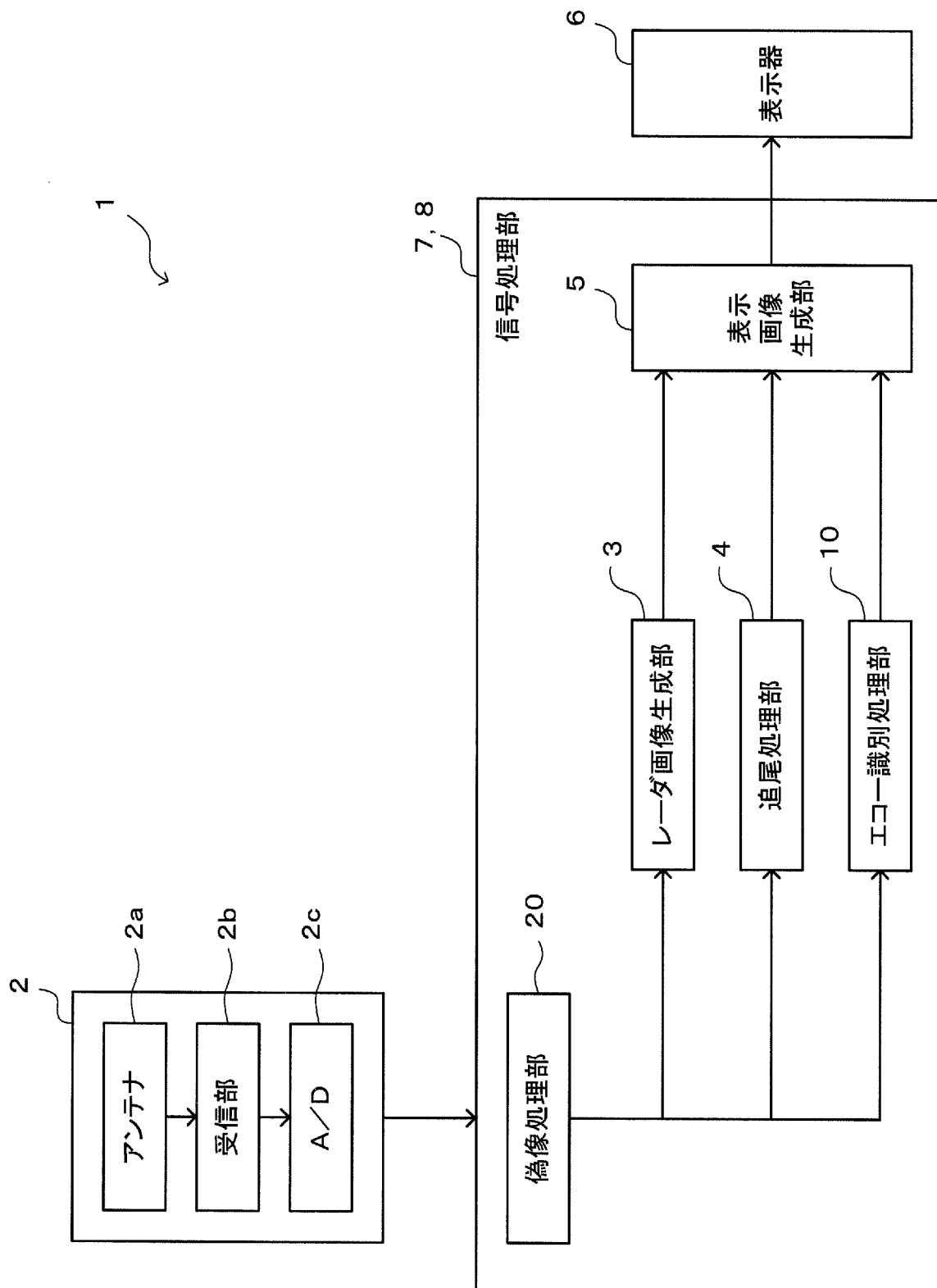
前記データベースに記憶されている前記固定物の位置が反映された画像を生成する表示画像生成部と、

を更に備えていることを特徴とする、信号処理装置。

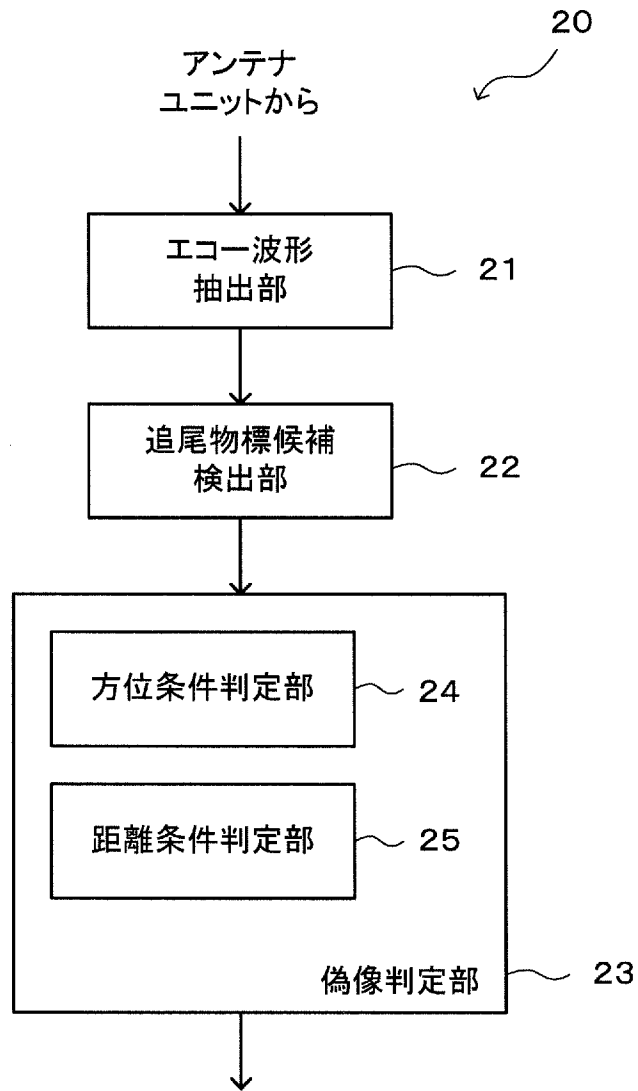
[請求項13] 請求項1から請求項12のいずれか1項に記載の信号処理装置を備

えていることを特徴とする、レーダ装置。

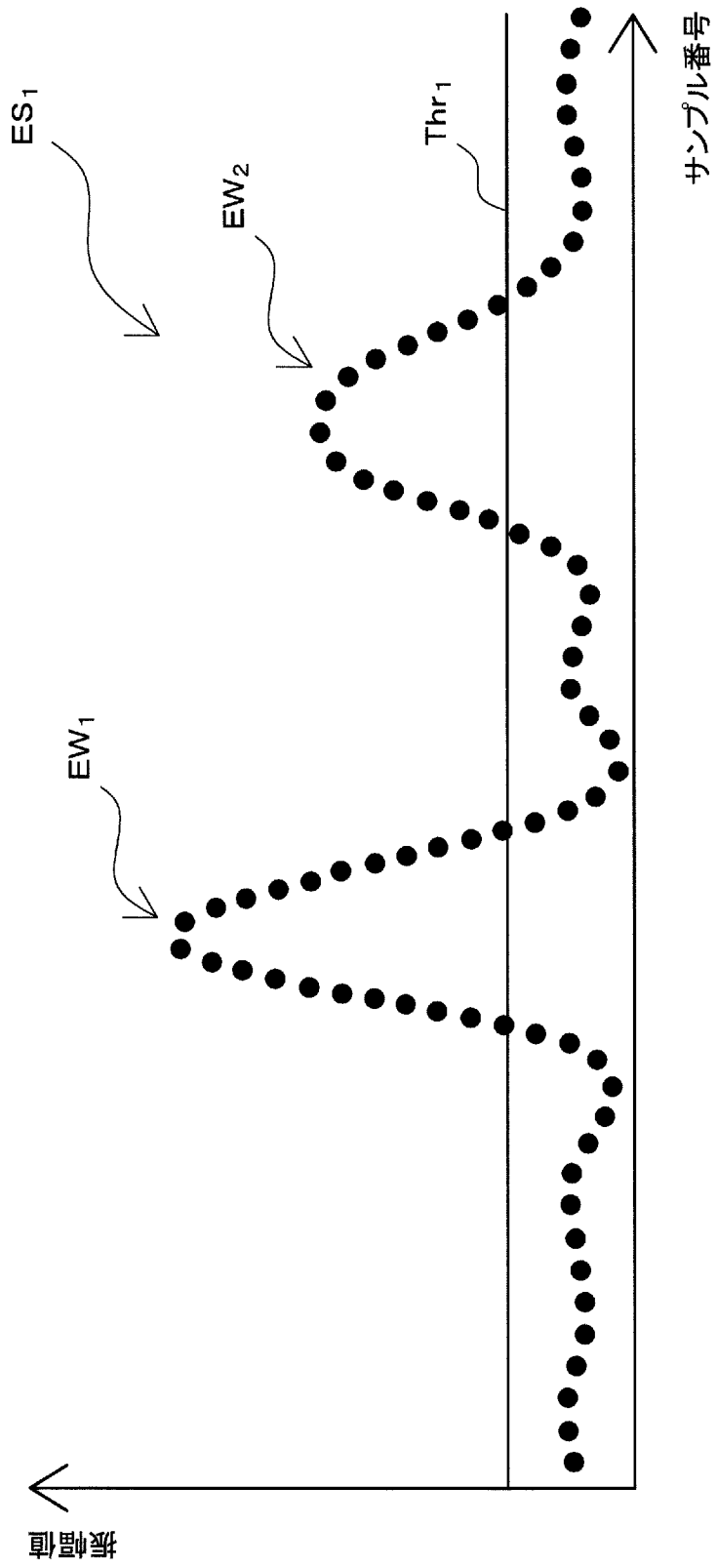
[図1]



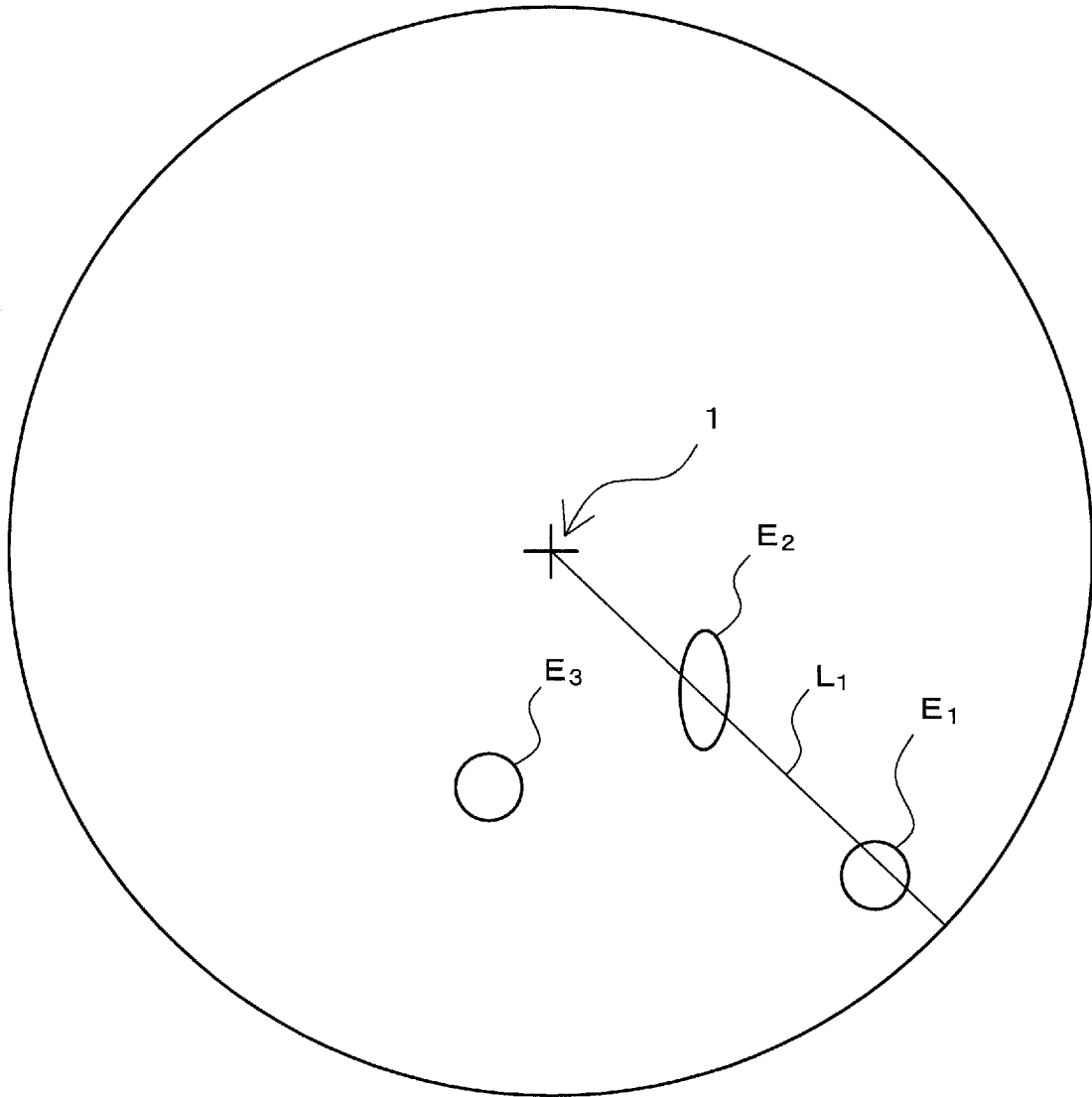
[図2]



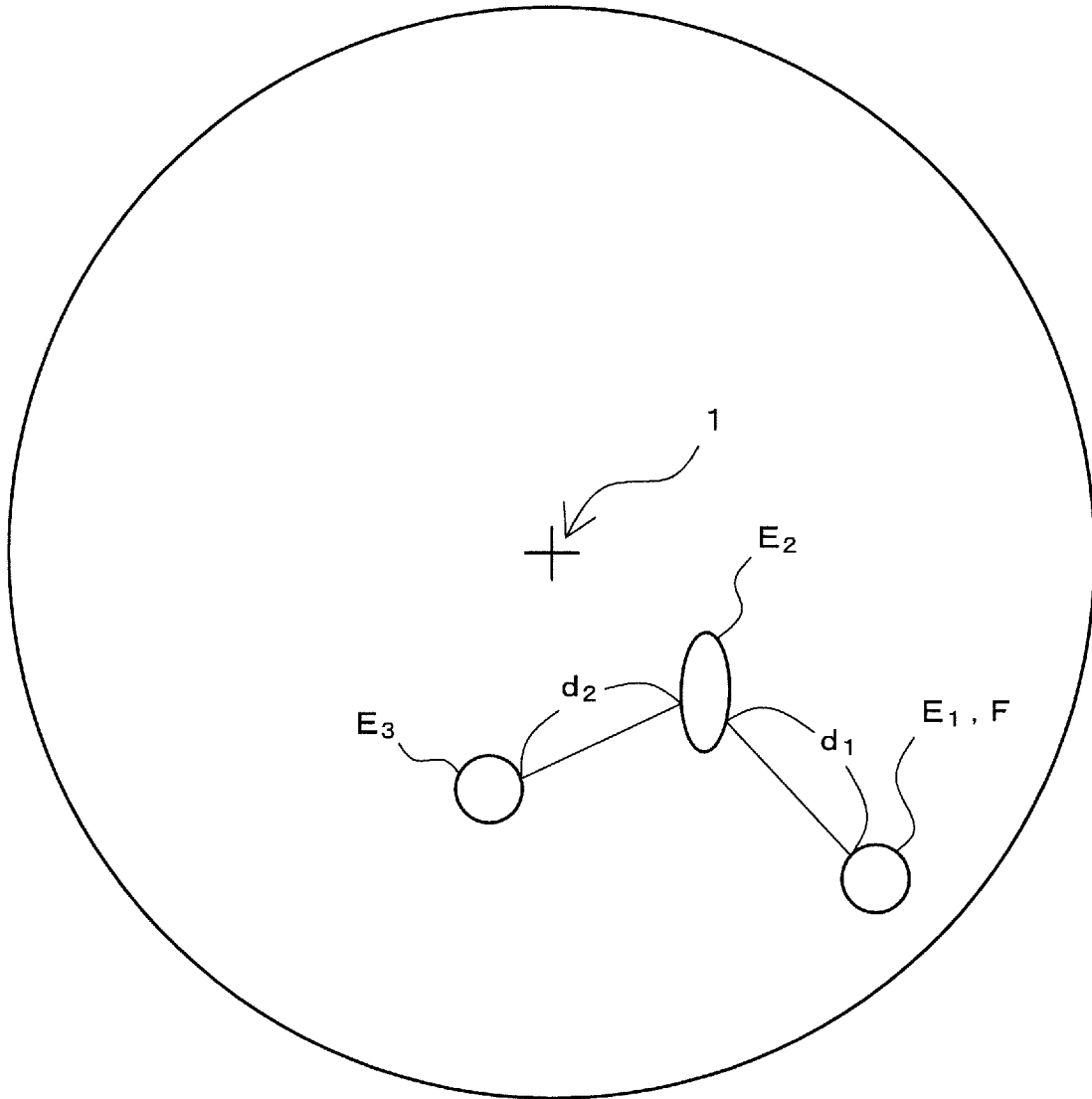
[図3]



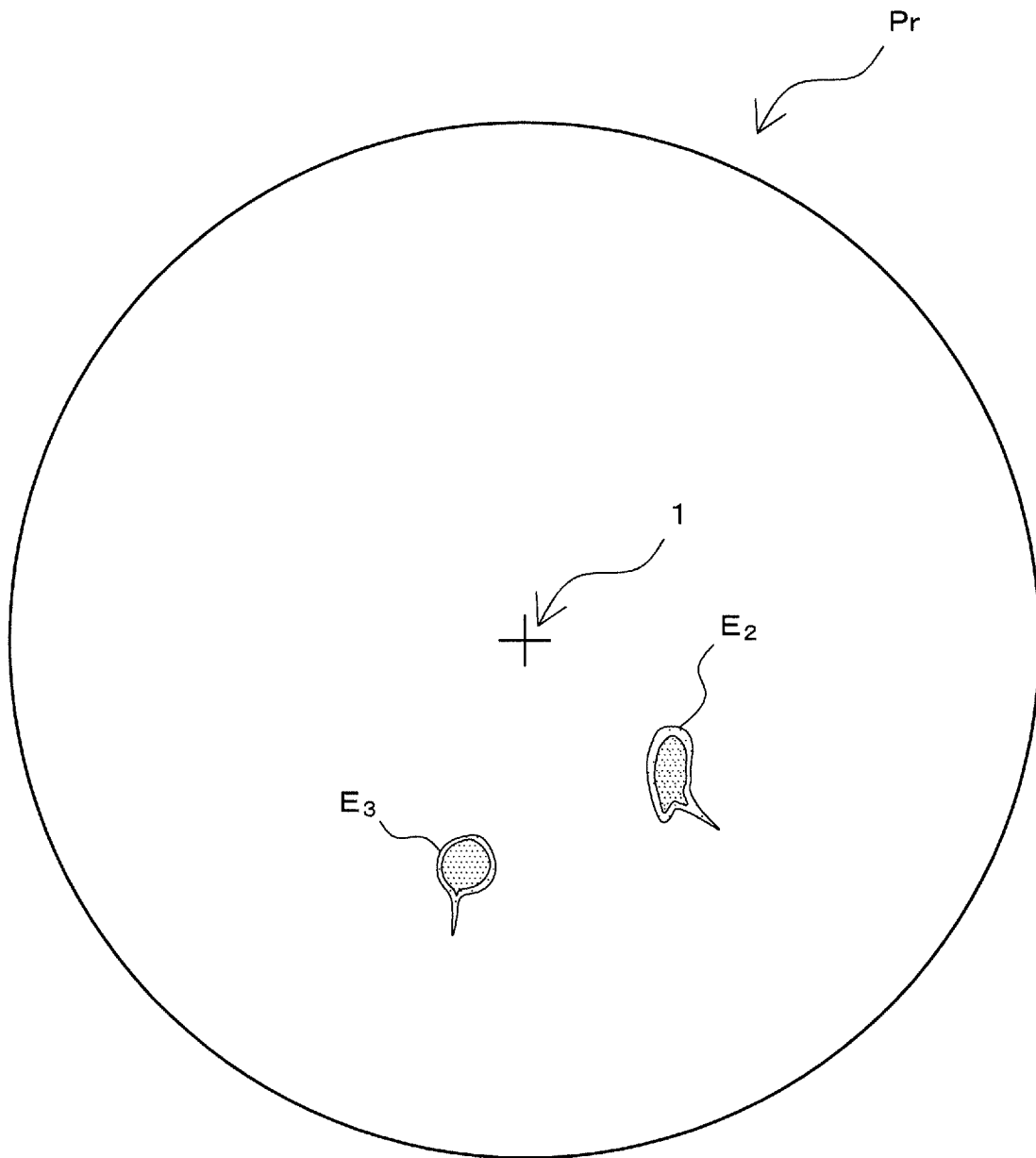
[図4]



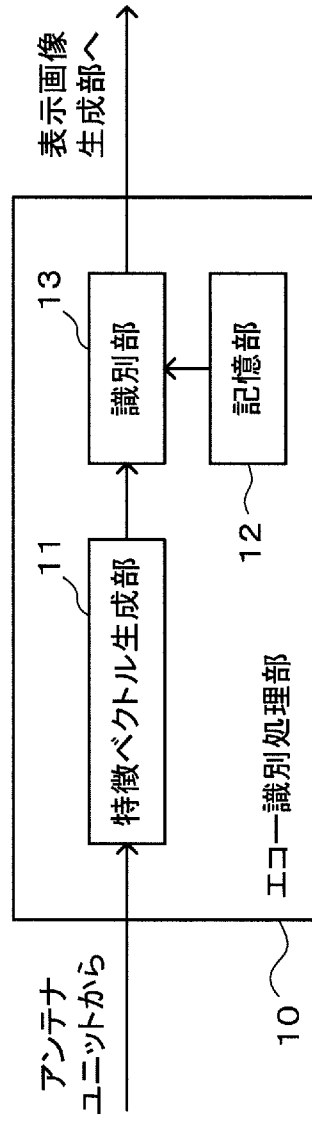
[図5]



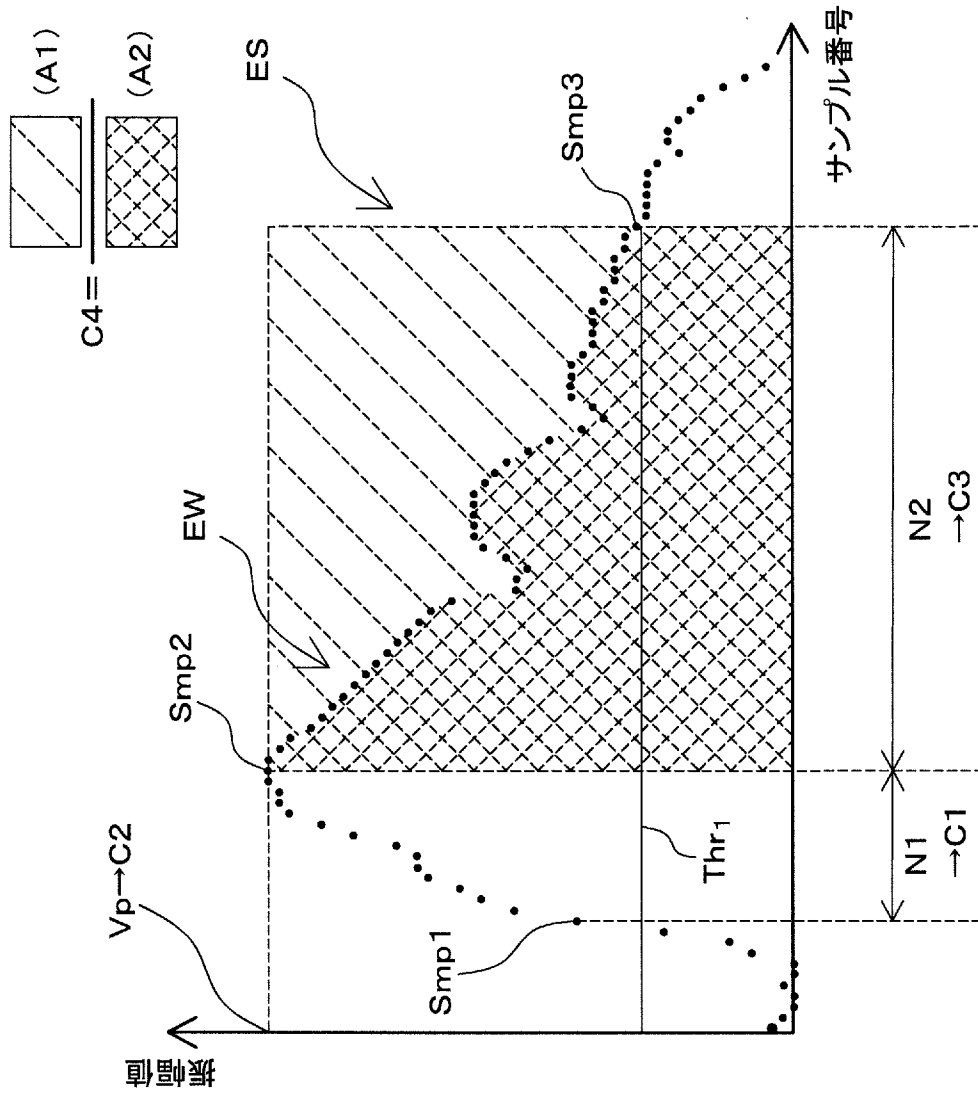
[図6]



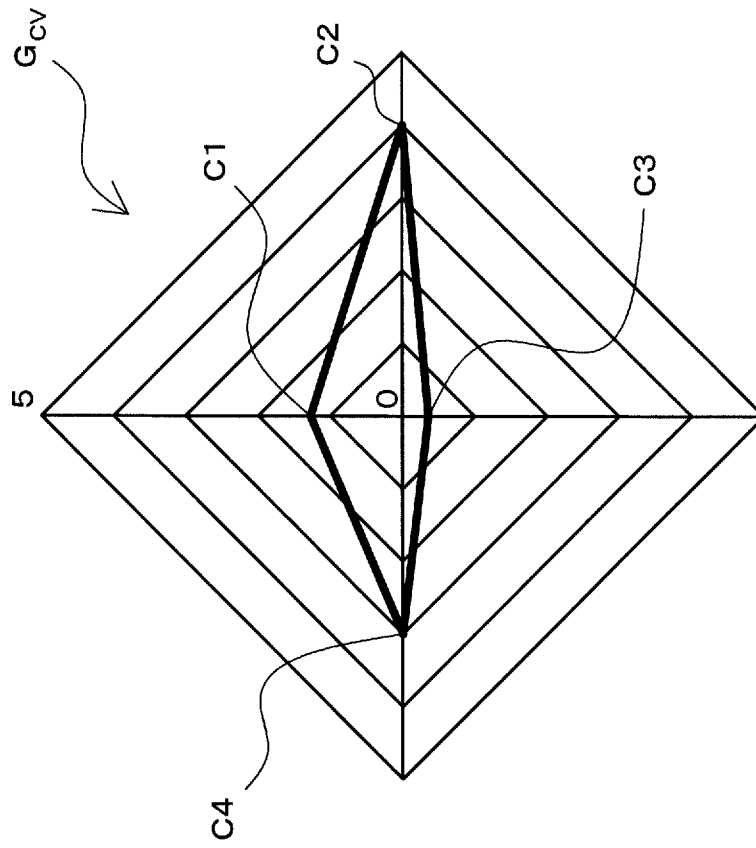
[図7]



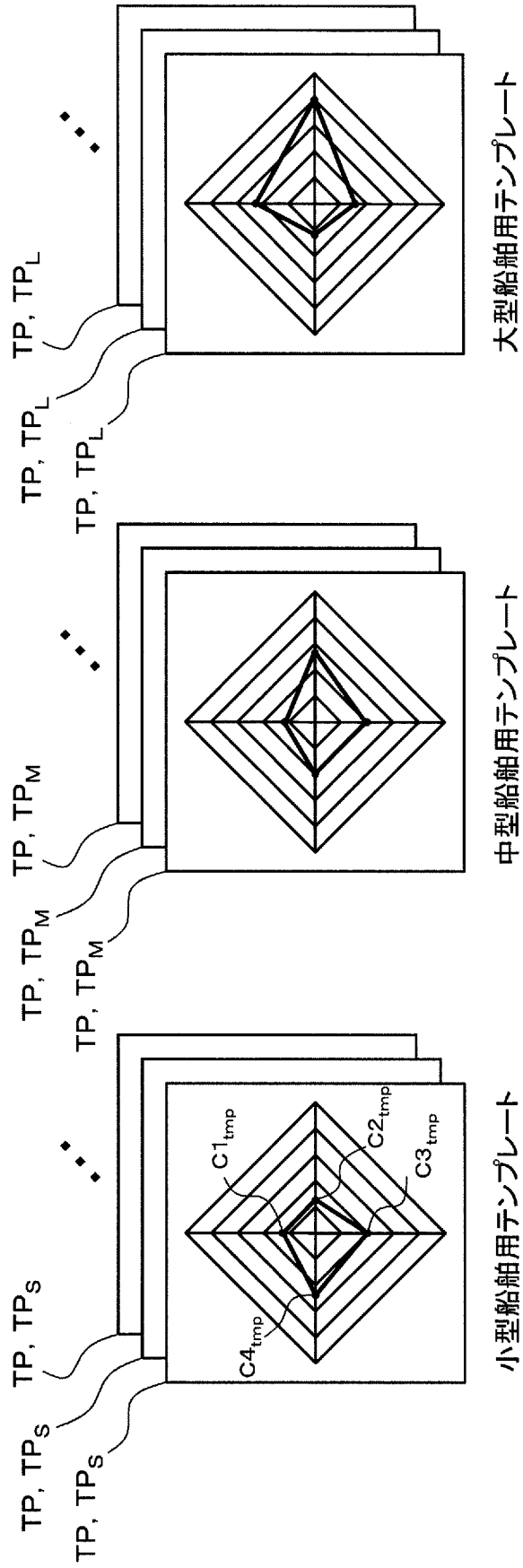
[図8]



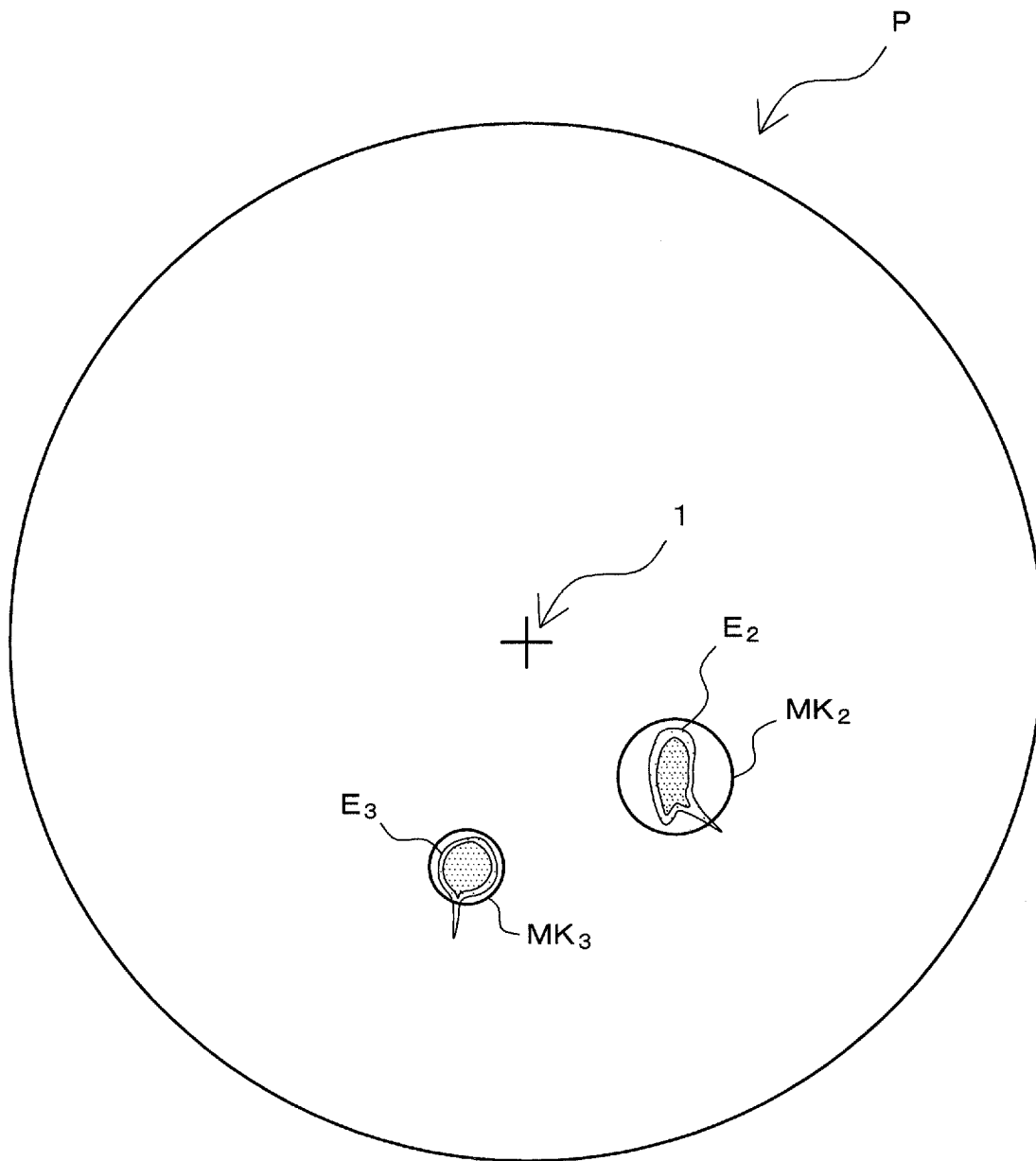
[9]

 $CV = (C1, C2, C3, C4)$

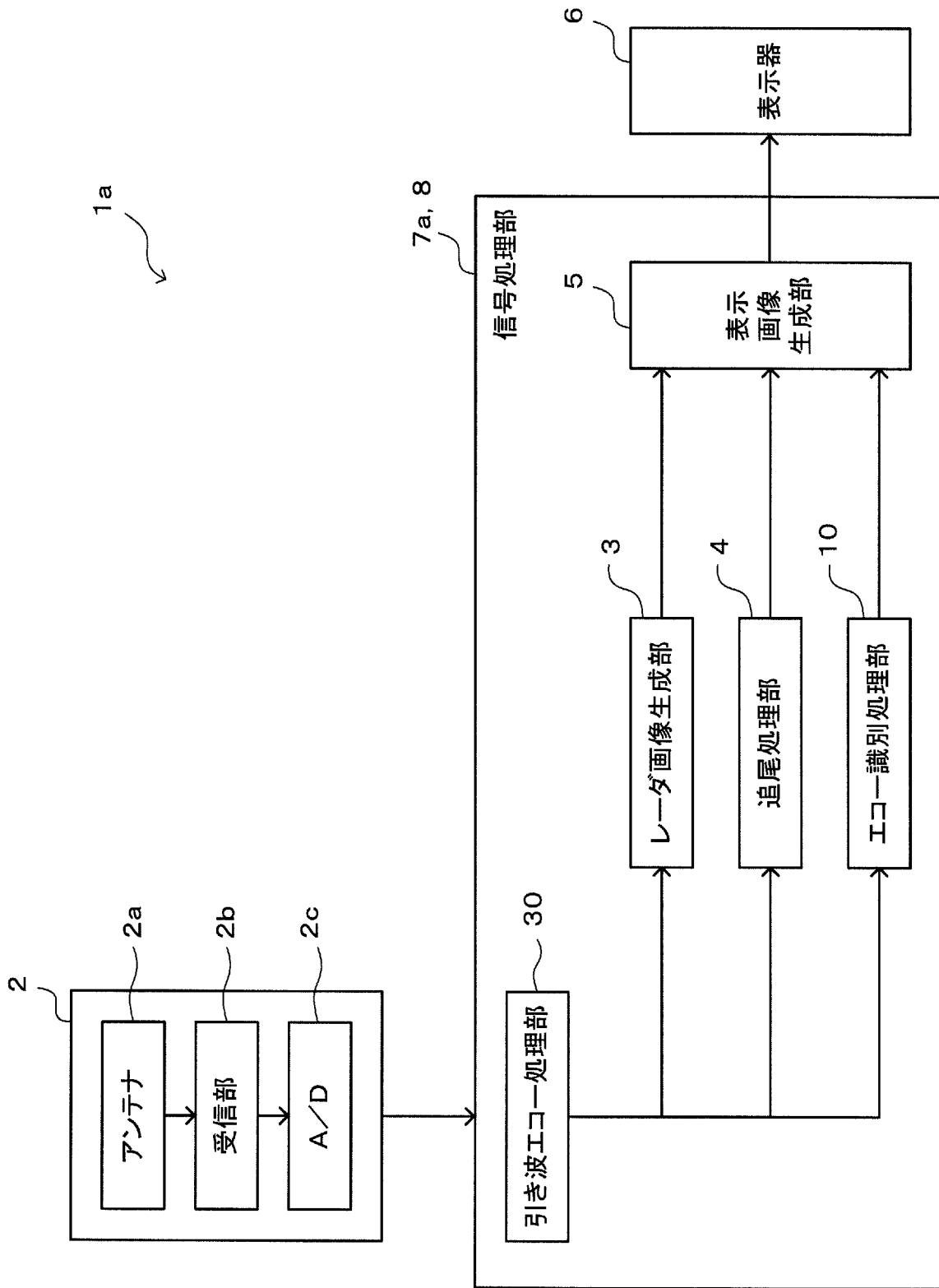
[図10]



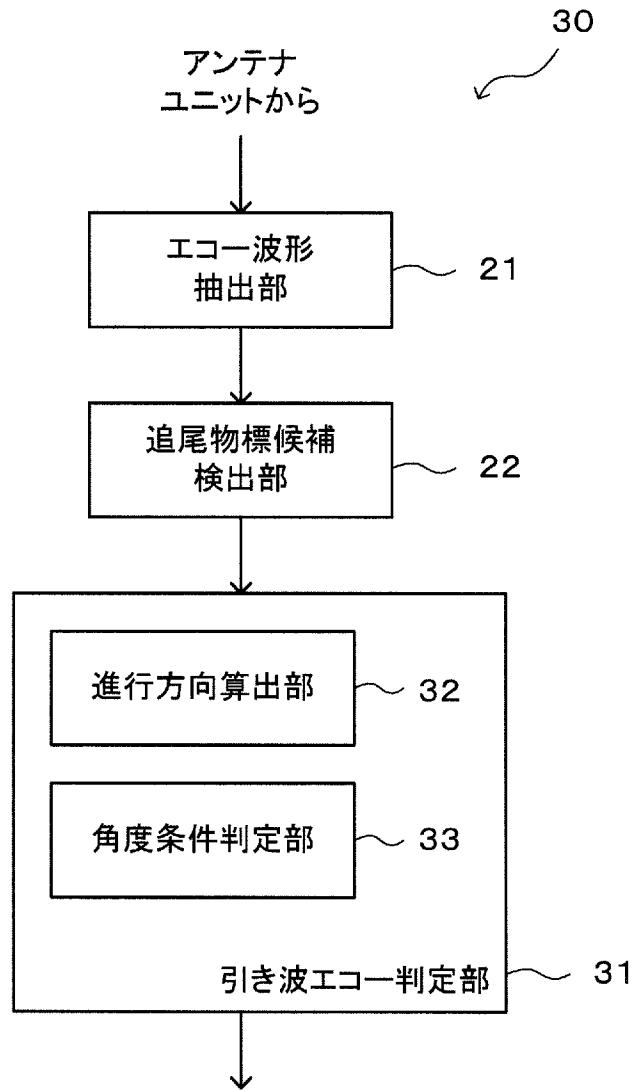
[図11]



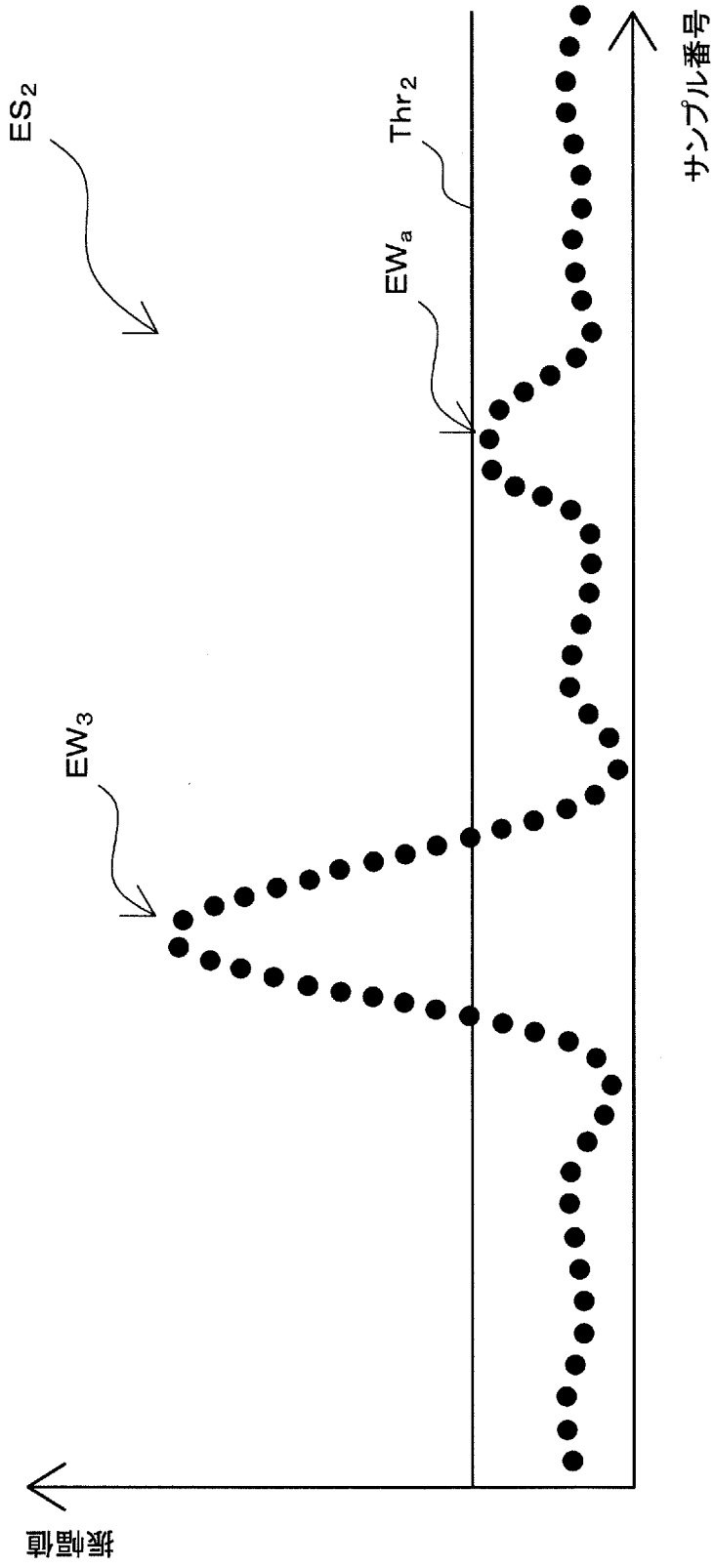
[図12]



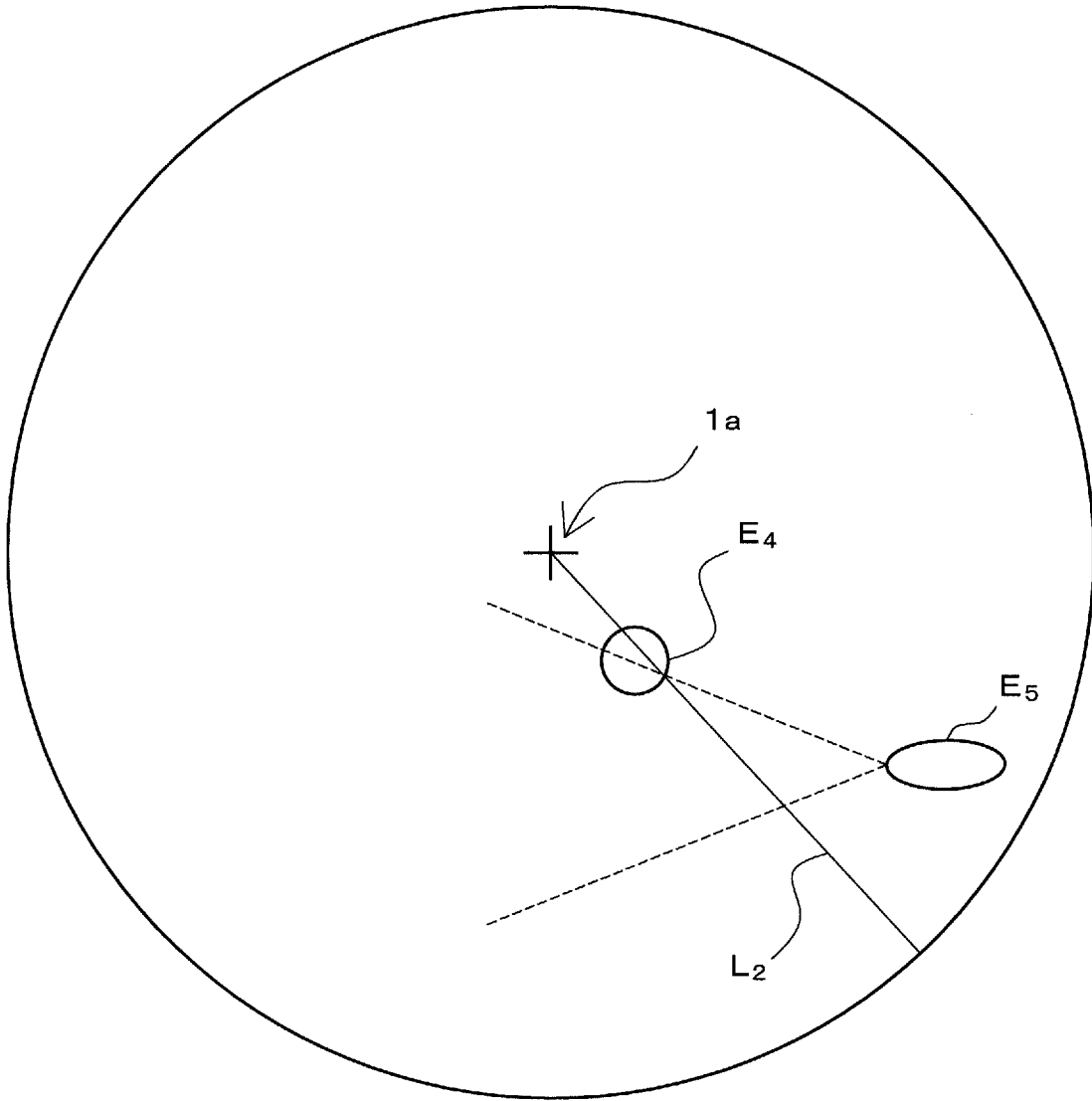
[図13]



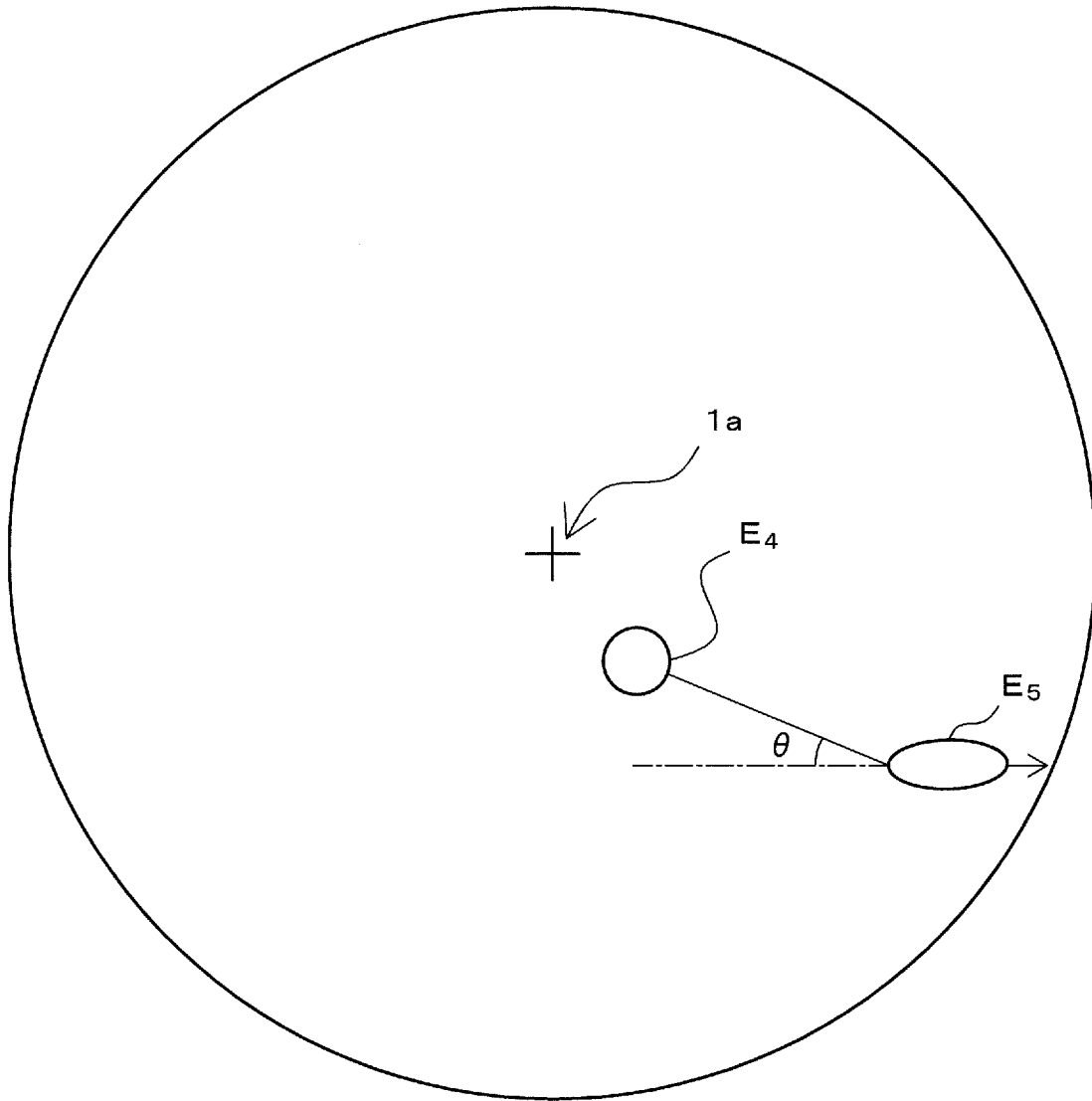
[図14]



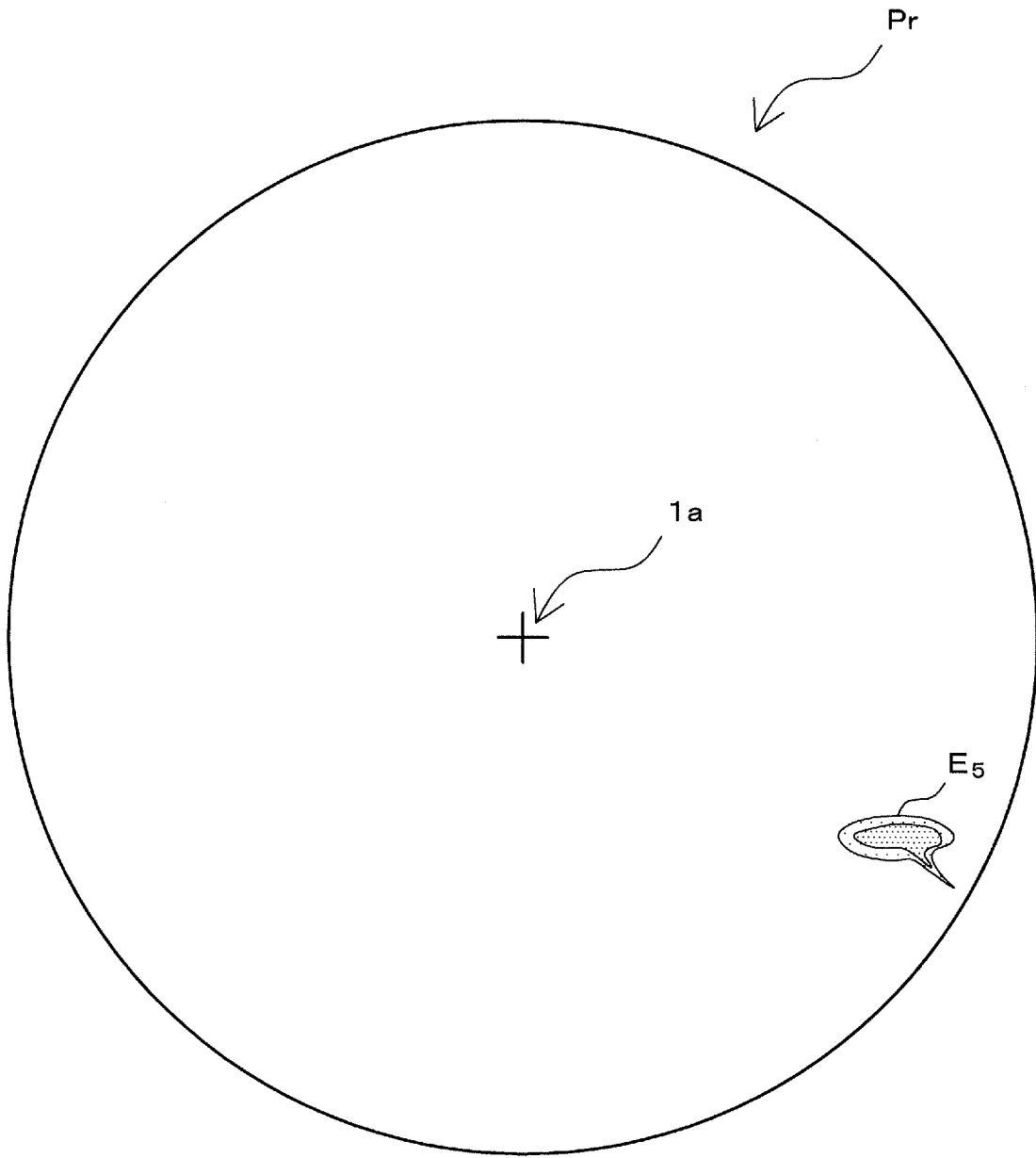
[図15]



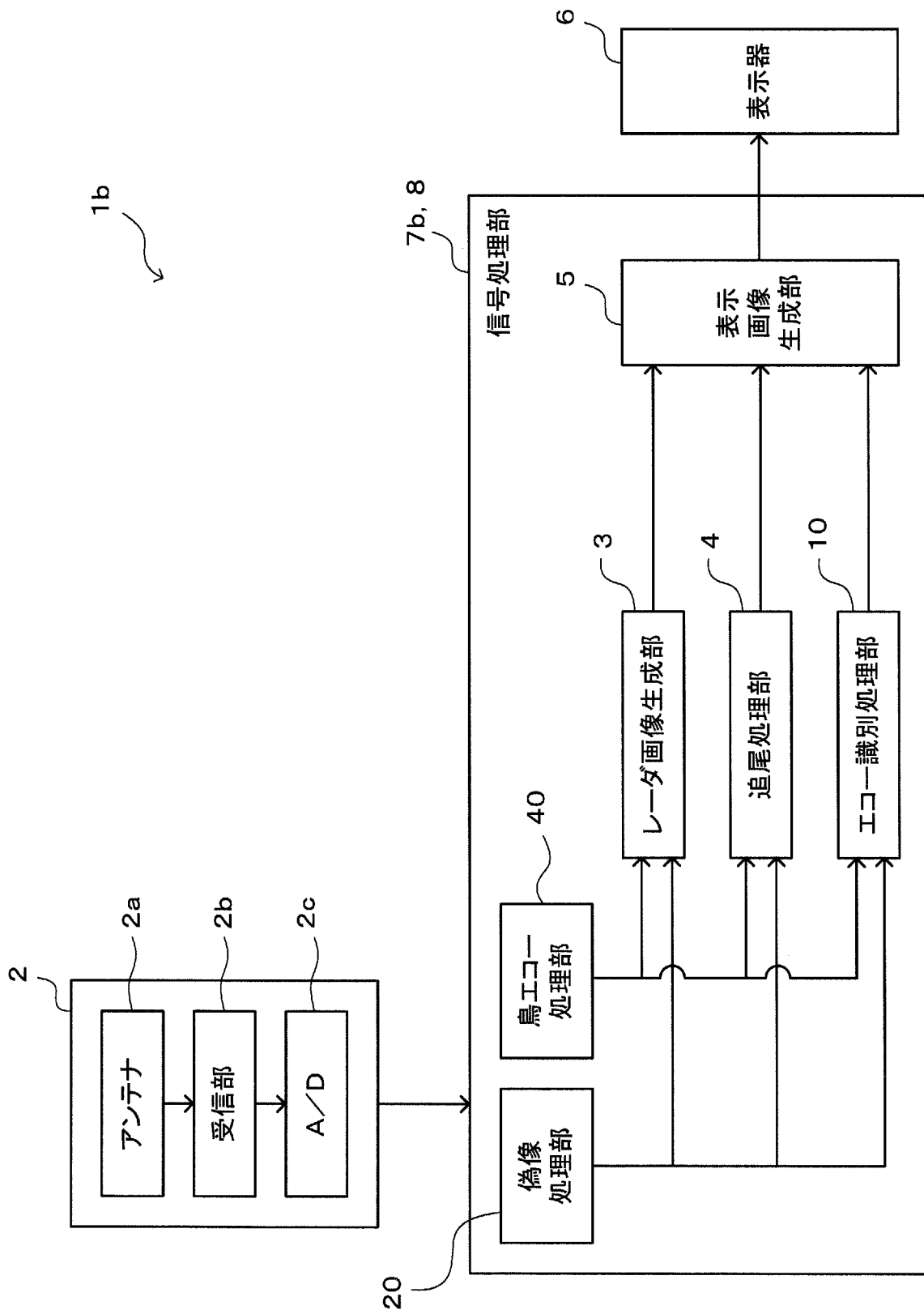
[図16]



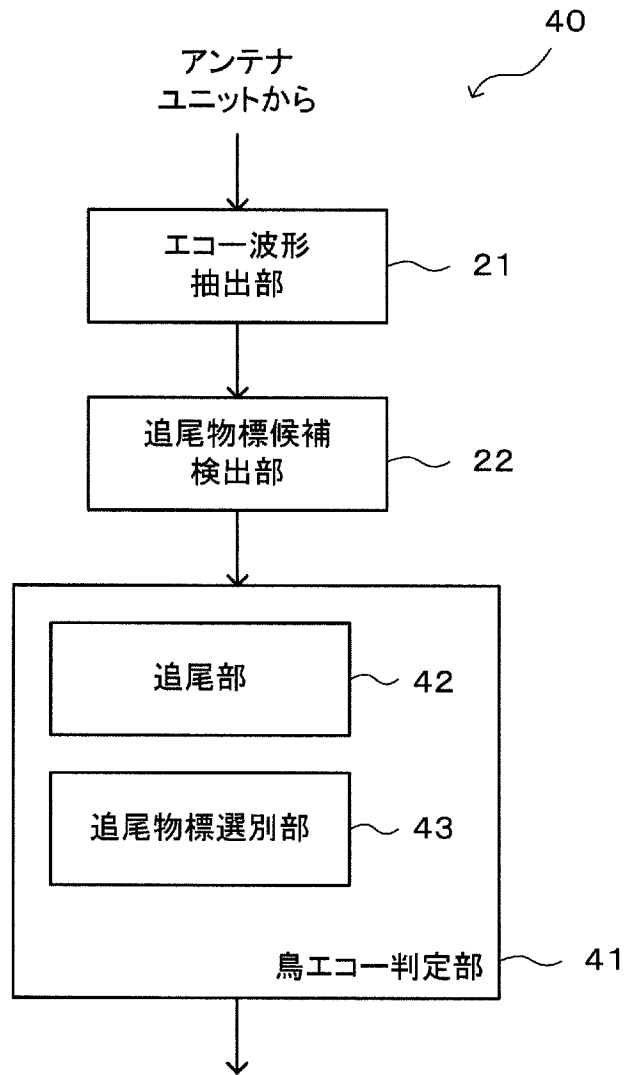
[図17]



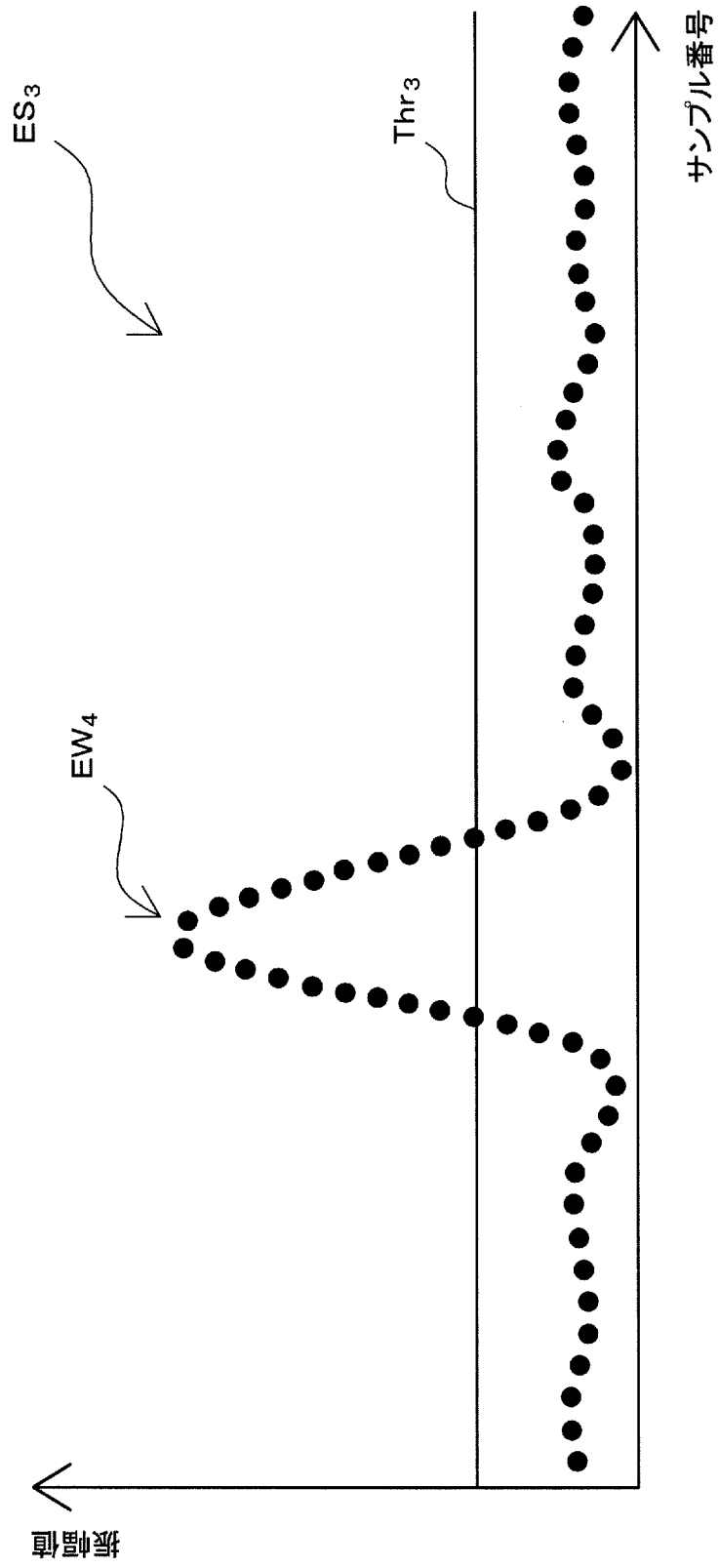
[図18]



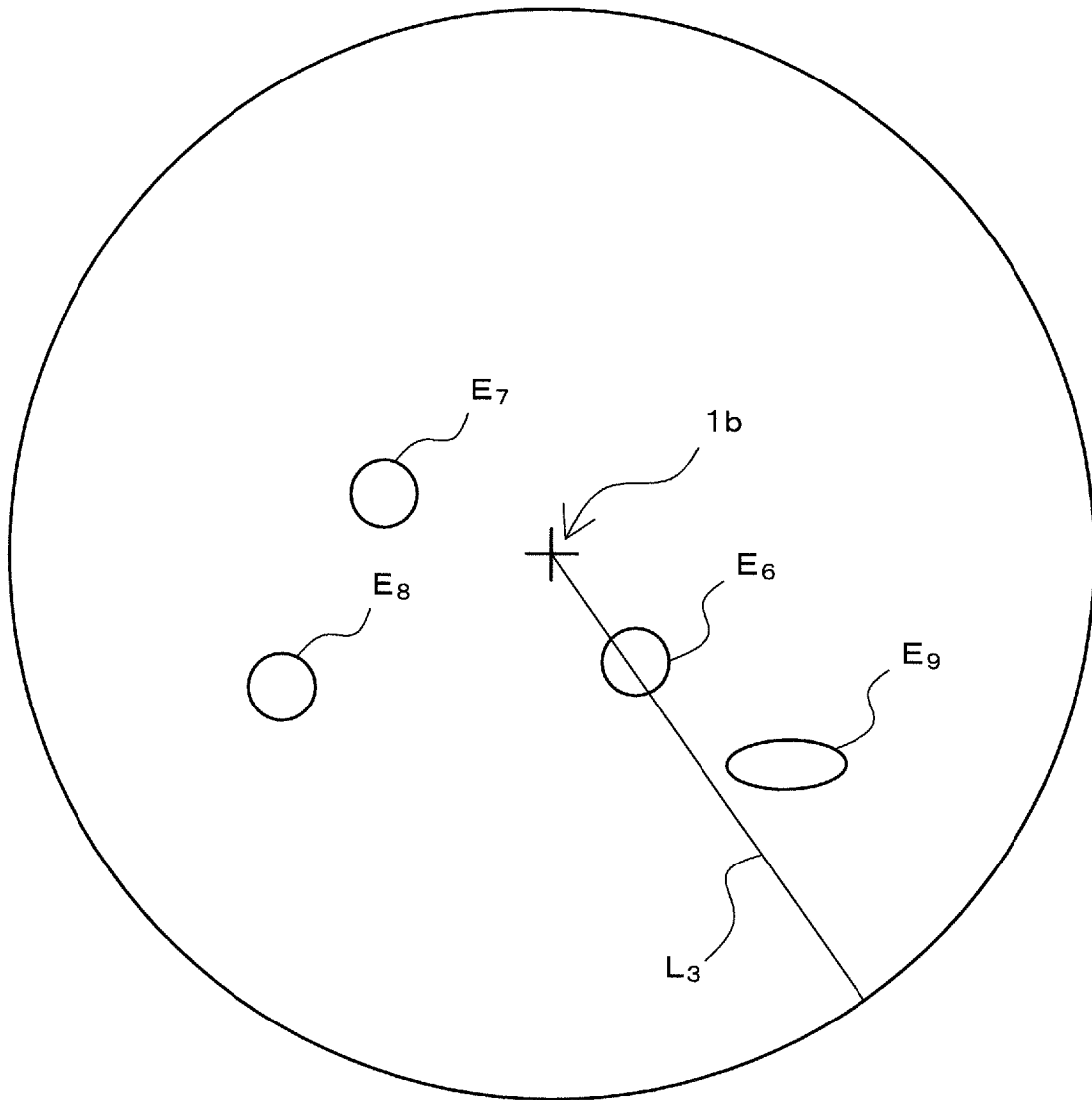
[図19]



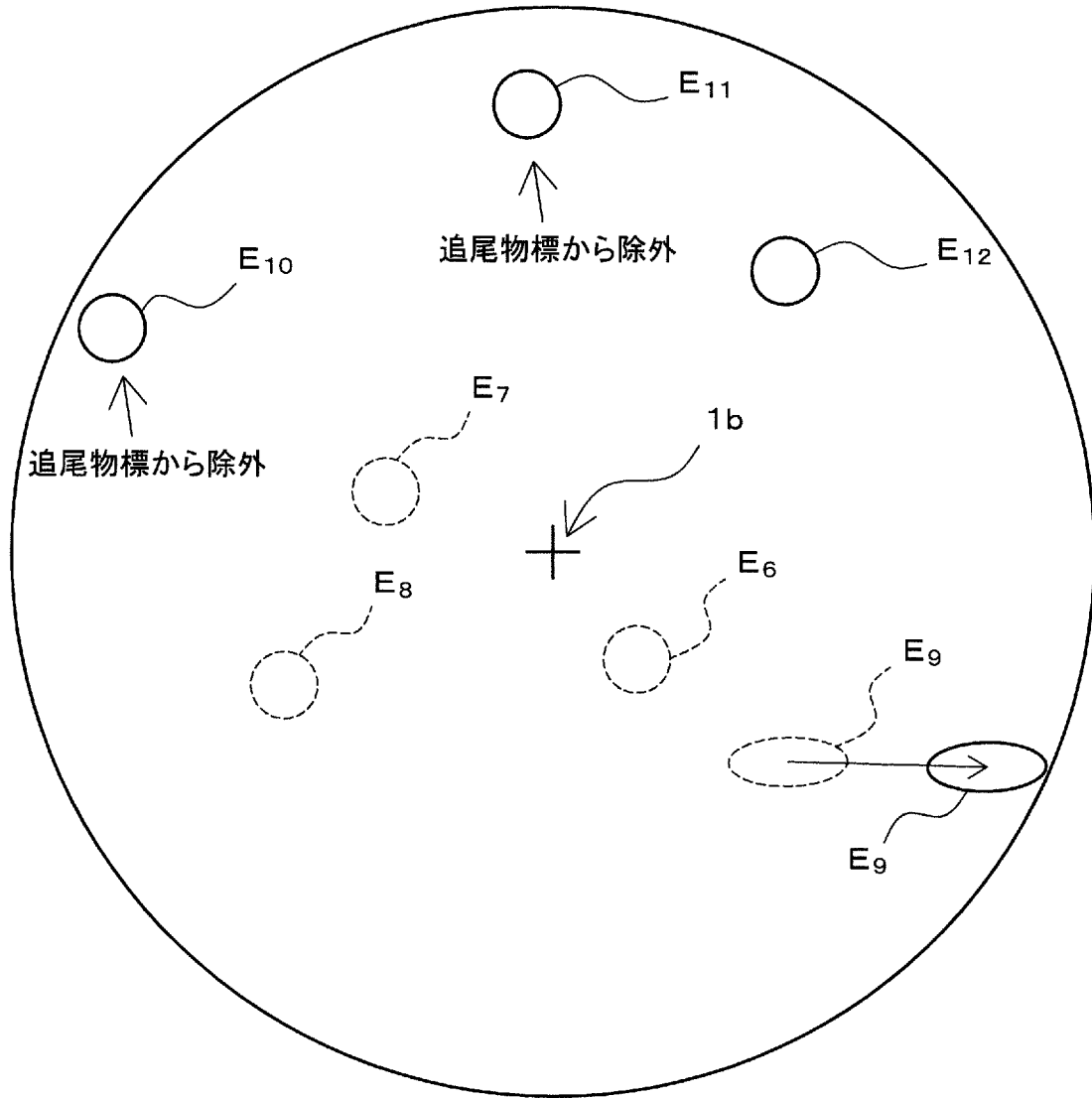
[図20]



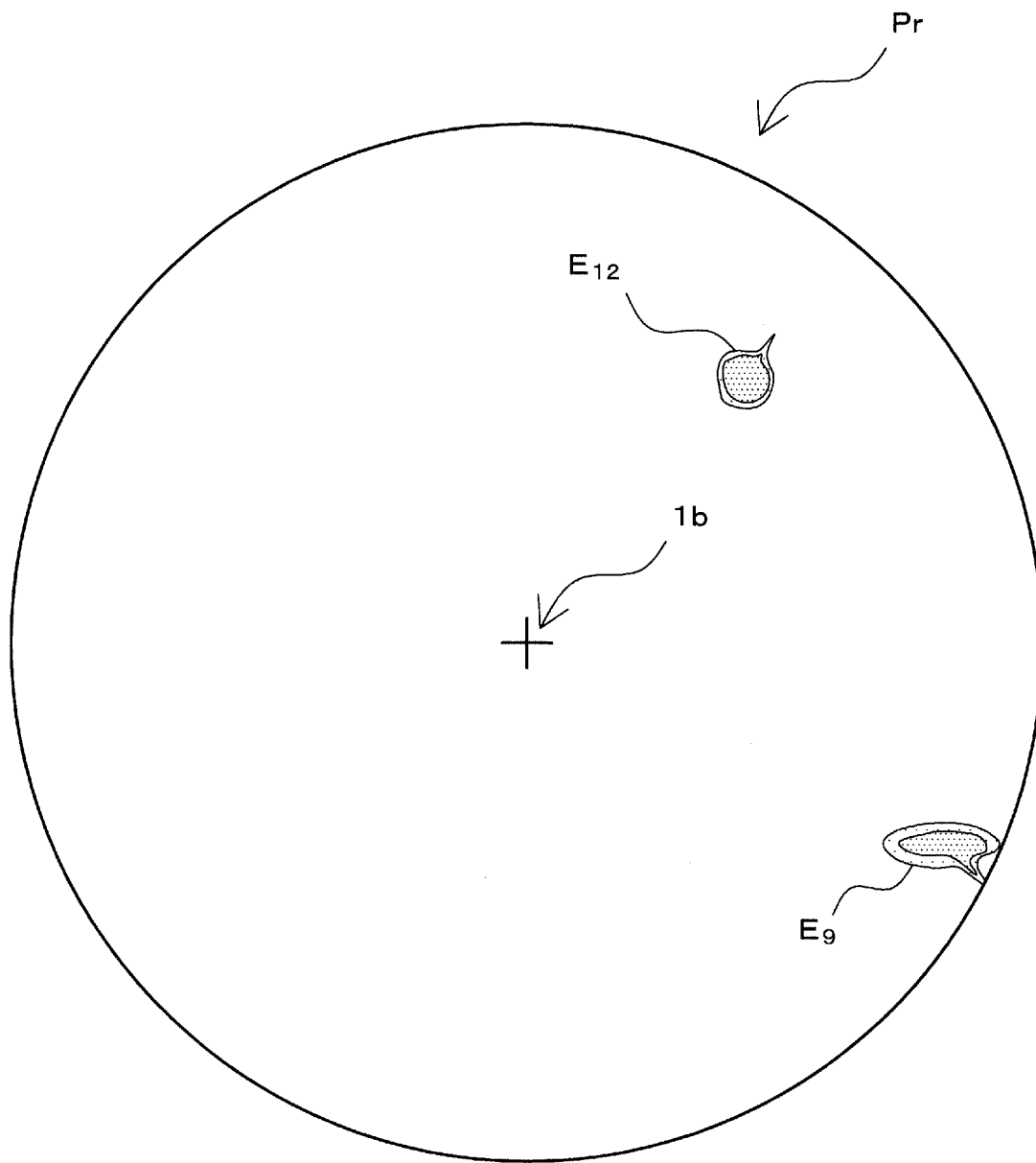
[図21]



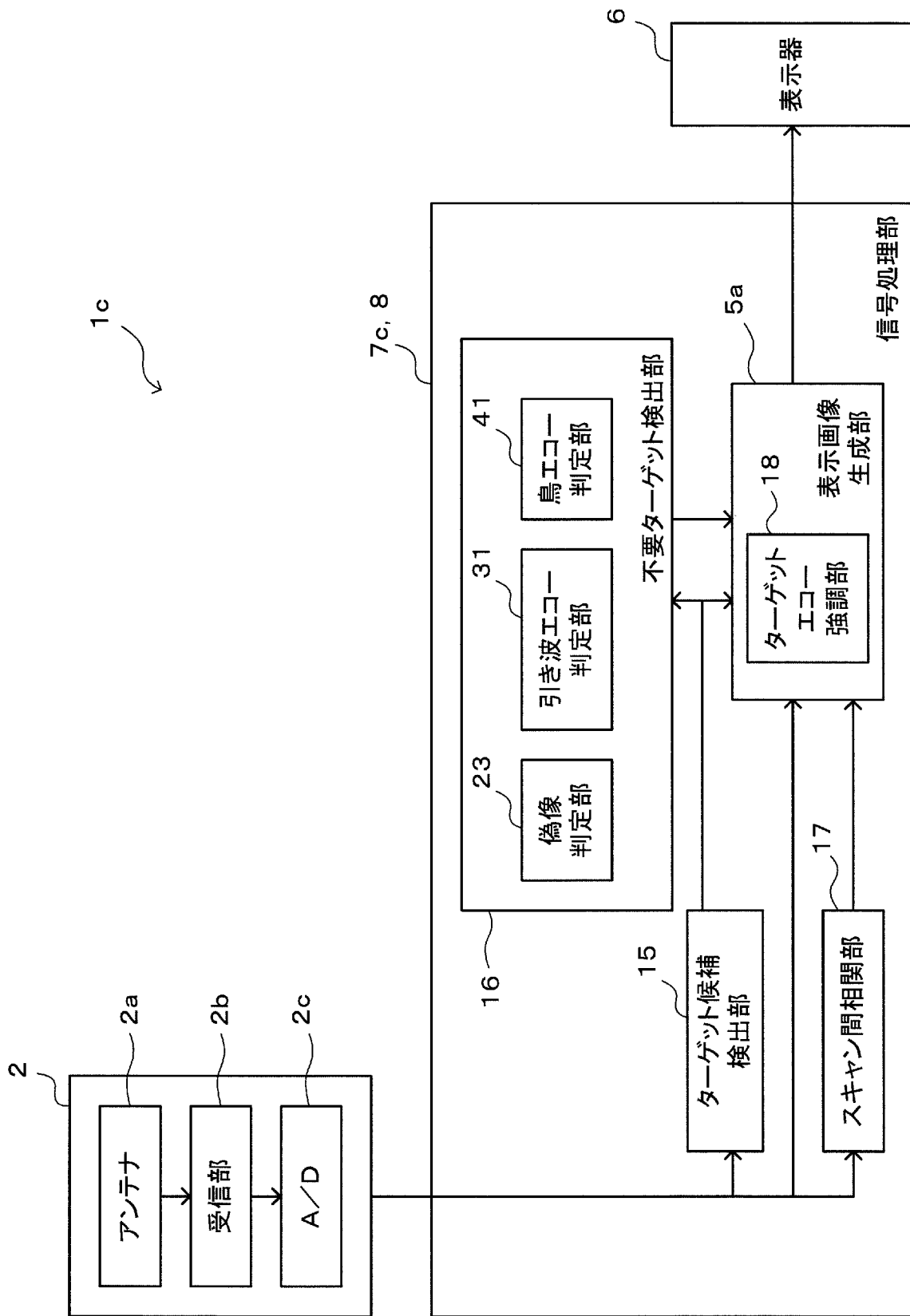
[図22]



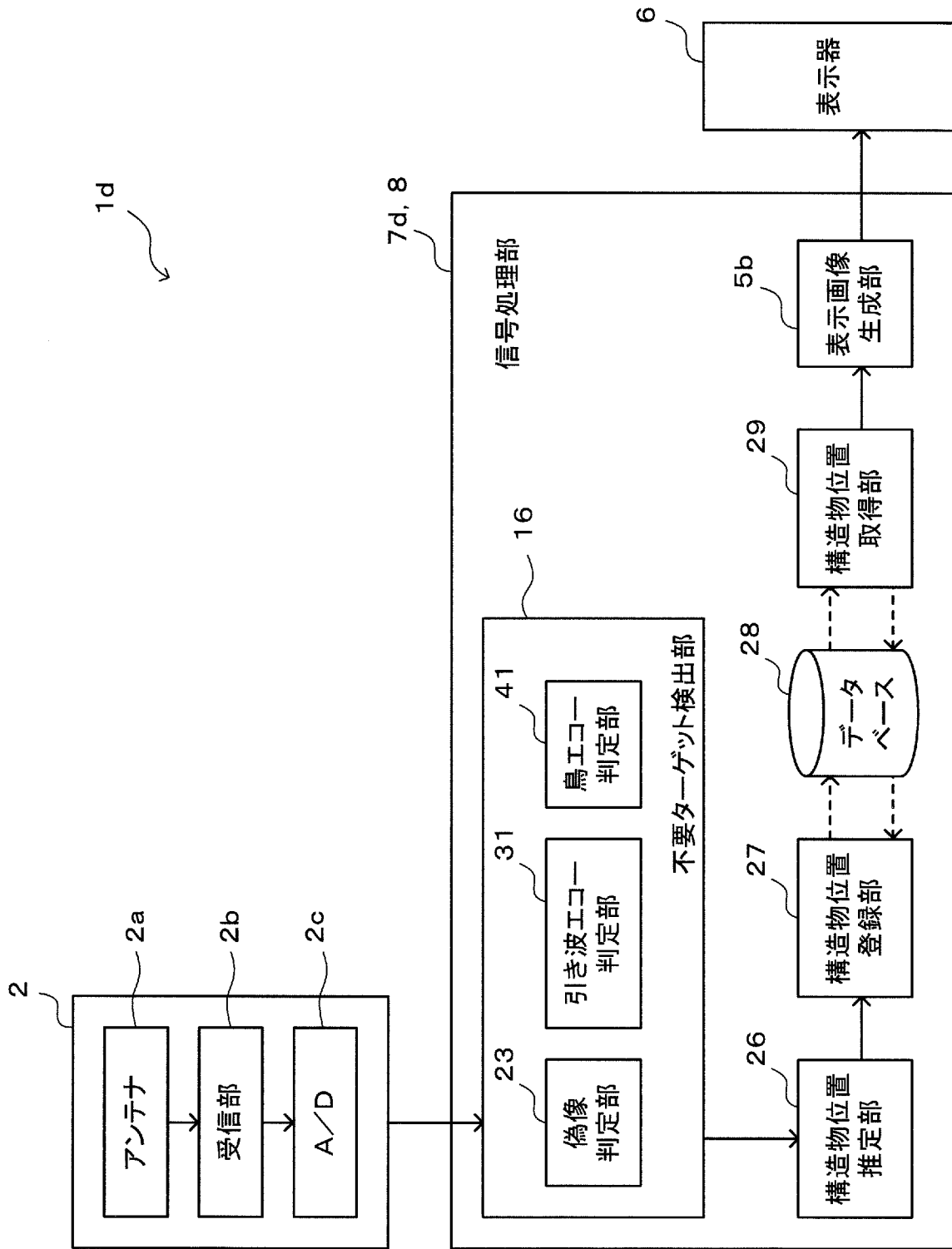
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/018644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S7/32(2006.01)i, G01S13/93(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)
G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 A	JP 3-26978 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 05 February 1991 (05.02.1991), page 1, lower right column, line 8 to page 4, lower right column, line 11; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3, 13 4, 6-12 5
Y A	JP 2006-292429 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), paragraphs [0022] to [0023]; fig. 3 to 4 (Family: none)	4, 6-12 5
Y A	JP 2011-145069 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 28 July 2011 (28.07.2011), paragraphs [0004] to [0010] & US 2011/0169685 A1 paragraphs [0006] to [0030] & EP 2345907 A2 & CN 102129065 A	10-12 5

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 25 July 2017 (25.07.17)	Date of mailing of the international search report 08 August 2017 (08.08.17)
--	---

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/JP2017/018644

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 60-11184 A (Japan Radio Co., Ltd.), 21 January 1985 (21.01.1985), page 2, upper left column, line 11 to page 4, upper right column, line 7; drawings (Family: none)	12 5
A	WO 2014/192530 A1 (Furuno Electric Co., Ltd.), 04 December 2014 (04.12.2014), paragraphs [0035] to [0042]; fig. 4 to 6 & JP 14-192530 A1	1-13
A	JP 9-61516 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 07 March 1997 (07.03.1997), paragraphs [0008] to [0019]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-13
A	JP 4-54478 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 21 February 1992 (21.02.1992), page 1, lower right column, line 14 to page 2, upper right column, line 3 (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/32(2006.01)i, G01S13/93(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. G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y A	JP 3-26978 A（沖電気工業株式会社）1991.02.05, 第1頁右下欄第8行-第4頁右下欄第11行, 第1-5図（ファミリーなし）	1-3, 13 4, 6-12 5
Y A	JP 2006-292429 A（三菱電機株式会社）2006.10.26, 段落0022-0023, 図3-4（ファミリーなし）	4, 6-12 5

☑ 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

25.07.2017

国際調査報告の発送日

08.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
 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）

山下 雅人

2S

9303

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 2011-145069 A (古野電気株式会社) 2011. 07. 28, 段落 0004-0010 & US 2011/0169685 A1, 段落 0006-0030 & EP 2345907 A2 & CN 102129065 A	10-12 5
Y A	JP 60-11184 A (日本無線株式会社) 1985. 01. 21, 第 2 頁左上欄第 11 行-第 4 頁右上欄第 7 行, 図面 (ファミリーなし)	12 5
A	WO 2014/192530 A1 (古野電気株式会社) 2014. 12. 04, 段落 0035-0042, 第 4-6 図 & JP 14-192530 A1	1-13
A	JP 9-61516 A (沖電気工業株式会社) 1997. 03. 07, 段落 0008-0019, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 4-54478 A (沖電気工業株式会社) 1992. 02. 21, 第 1 頁右下欄第 14 行-第 2 頁右上欄第 3 行 (ファミリーなし)	1-13