

(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
2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/075992 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/523 (2006.01) *G01S 15/96* (2006.01)
G01S 7/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072999
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 2 日(02.09.2014)
- (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 2013-241838 2013 年 11 月 22 日(22.11.2013) 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 5 2 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 山口 武治(YAMAGUCHI, Takeharu); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

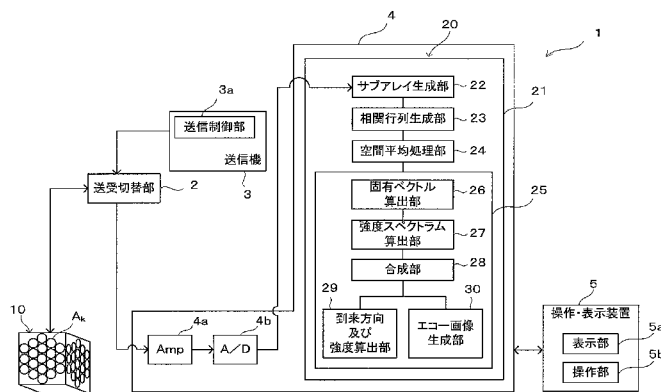
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))

(54) Title: DETECTION DEVICE, UNDERWATER DETECTION DEVICE, AND RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: 探知装置、水中探知装置、及びレーダ装置



- 2 Transmission/reception switching unit
3 Transmitter
3a Transmission control unit
5 Operation and display device
5a Display unit
5b Operation unit
22 Sub-array generation unit
23 Correlation matrix generation unit
24 Spatial averaging processing unit
26 Eigenvector calculation unit
27 Intensity spectrum calculation unit
28 Combination unit
29 Incoming direction and intensity calculation unit
30 Echo image generation unit

(57) Abstract: [Problem] To separate incoming waves from multiple directions from each other. [Solution] A detection device (1) is provided with a reception unit (10) that has at least two planar reception arrays comprising a plurality of reception elements (A_k) aligned along each of at least two planar surfaces having different normal directions and receives echo signals using each of the plurality of reception elements (A_k), an intensity spectrum calculation unit (27) for calculating an intensity spectrum for each of the at least two planar reception arrays on the basis of the echo signals received by each of the planar reception arrays, and an echo image generation unit (30) for combining the plurality of intensity spectrums calculated by the intensity spectrum calculation unit (27) and generating an echo image.

(57) 要約: 【課題】複数の方位から帰来する到来波を互いに分離する。【解決手段】互いに法線方向が異なる少なくとも2つの平面のそれぞれに沿って配列された複数の受信素子 A_k で構成された少なくとも2つの平面受信アレイを有し、複数の受信素子 A_k のそれぞれでエコー信号を受信する受信部10と、各平面受信アレイが受信するエコー信号に基づいて、前記少なくとも2つの平面受信アレイごとに強度スペクトラムを算出する強度スペクトラム算出部27と、強度スペクトラム算出部27で算出された複数の強度スペクトラムを合成してエコー画像を生成するエコー画像生成部30と、を備えた探知装置1を構成する。

クトラム算出部27と、強度スペクトラム算出部27で算出された複数の強度スペクトラムを合成してエコー画像を生成するエコー画像生成部30と、を備えた探知装置1を構成する。

明 細 書

発明の名称： 探知装置、水中探知装置、及びレーダ装置

技術分野

[0001] 本発明は、到来波の到来方向を推定するための探知装置、水中探知装置、及びレーダ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、送信された超音波又は電磁波のエコー（到来波）の到来方向を推定するための探知装置が知られている。そして、このような探知装置において、例えば非特許文献1に開示されるような空間平均法を用いると、到来波のサンプリングデータによって生成される相関行列のランクを回復できるため、複数の方位から同時に帰来する到来波を分離しやすくなる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：菊間信良著「アレーアンテナによる適応信号処理」科学技術出版、1998年11月25日、P163～P170

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述のような空間平均法は、アレイから、平行移動しても同じ配列となるサブアレイを複数取り出せる場合（例えば、同一素子による等間隔リニアアレイ等の場合）に適用することができる。

[0005] 一方、平行移動しても同じ配列となる複数のサブアレイを取り出せないアレイ（例えば円環に沿って配列されたアレイ等）については、上記空間平均法を適用することができない。

[0006] 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、複数の方位から帰来する到来波を互いに分離することである。

課題を解決するための手段

[0007] （1）上記課題を解決するために、この発明のある局面に係る探知装置は

、物標を探知する探知装置であって、互いに法線方向が異なる少なくとも2つの平面のそれぞれに沿って配列された複数の受信素子で構成された少なくとも2つの平面受信アレイを有し、前記複数の受信素子のそれぞれでエコー信号を受信する受信部と、各前記平面受信アレイが受信するエコー信号に基づいて、前記少なくとも2つの平面受信アレイごとに強度スペクトラムを算出する強度スペクトラム算出部と、前記強度スペクトラム算出部で算出された複数の前記強度スペクトラムを合成してエコー画像を生成するエコー画像生成部と、を備えている。

[0008] (2) 好ましくは、前記エコー画像生成部は、前記強度スペクトラム算出部で算出された前記強度スペクトラムに、各前記エコー信号の方位に応じて設定された重みを乗算し、該重みが乗算された各前記強度スペクトラムが互いに加算された値に基づいて前記エコー画像を生成する。

[0009] (3) 好ましくは、前記強度スペクトラム算出部は、各前記平面受信アレイから抽出される複数のサブアレイに基づき前記強度スペクトラムを算出する。

[0010] (4) 更に好ましくは、前記探知装置は、前記複数のサブアレイのそれぞれから生成される相関行列に対して、空間平均法を用いた空間平均処理を行う空間平均処理部を更に備え、前記強度スペクトラム算出部は、前記空間平均処理が行われることにより生成される空間平均相関行列に基づき前記強度スペクトラムを算出する。

[0011] (5) 更に好ましくは、前記強度スペクトラム算出部は、前記空間平均処理部で生成された前記空間平均相関行列に基づいてビームフォーミング又は適応ビームフォーミングを行うことにより、前記強度スペクトラムを算出する。

[0012] (6) 好ましくは、前記探知装置は、前記空間平均処理部で生成された前記空間平均相関行列の固有ベクトルを算出する固有ベクトル算出部を更に備え、前記強度スペクトラム算出部は、前記固有ベクトル算出部で算出された前記固有ベクトルに基づき、前記強度スペクトラムを算出する。

- [0013] (7) 好ましくは、前記探知装置は、各前記平面受信アレイで受信された前記エコー信号で構成されるデータ行列を生成するデータ行列生成部と、前記データ行列生成部で生成された前記データ行列を特異値分解する特異値分解部と、を更に備え、前記強度スペクトラム算出部は、前記特異値分解部が前記データ行列を特異値分解することにより得られる特異ベクトルに基づき、前記強度スペクトラムを算出する。
- [0014] (8) 好ましくは、前記受信部は、前記少なくとも2つの平面のうちの少なくとも1つの平面の一辺が、前記少なくとも2つの平面のうちの他の平面の一辺と共通している。
- [0015] (9) 更に好ましくは、前記受信部は、前記少なくとも2つの平面を含む複数の平面で構成された多面体状に形成されている。
- [0016] (10) 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係る水中探知装置は、上述したいずれかの探知装置としての水中探知装置であって、前記複数の受信素子としての複数の超音波振動子、で構成された前記平面受信アレイを有し、前記複数の超音波振動子のそれぞれで前記エコー信号を受信する前記受信部としてのアレイトランスデューサ、を備えている。
- [0017] (11) 上記課題を解決するために、この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探知装置としてのレーダ装置であって、前記複数の受信素子としての複数のアンテナ素子、で構成された前記平面受信アレイを有し、前記複数のアンテナ素子のそれぞれで前記エコー信号を受信する前記受信部としてのアレイアンテナ、を備えている。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、複数の方位から帰来する到来波を互いに分離できる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明の実施形態に係る水中探知装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]図1に示す水中探知装置のトランスデューサの概略形状を模式的に示す図である。
- [図3]サブアレイの生成処理、及び空間平均処理について説明するための模式

図である。

[図4]図2に示すトランスデューサを上方から見た図であって、各受信アレイが探知する領域である分割領域について説明するための図である。

[図5]各受信アレイに対応する分割領域の各地点におけるエコー強度に乘算される重みを示すグラフである。

[図6]操作・表示装置に表示されるエコー画像の一例を示す図である。

[図7]図1に示す水中探知装置の動作を示すフローチャートである。

[図8]所定の条件で生成されたエコー画像の一例を示す図であって、図6に対応させて示す図である。

[図9]変形例に係る水中探知装置の構成を示すブロック図である。

[図10]本発明の実施形態に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の実施形態に係る水中探知装置について、図を参照して説明する。本発明の実施形態に係る探知装置としての水中探知装置1は、水中の物標（例えば魚群）を探知するために用いられる。水中探知装置1は、例えば漁船等の船舶に装備される。

[0021] [構成]

図1は、本発明の実施形態に係る水中探知装置1の構成を示すブロック図である。水中探知装置1は、図1に示すように、トランスデューサ10（受信部、アレイトランスデューサ）と、送受切替部2と、送信機3と、受信機4と、操作・表示装置5とを備えている。

[0022] 図2は、本実施形態におけるトランスデューサ10の概略形状を模式的に示す図である。トランスデューサ10は、超音波の送受信を行うため、例えば、船底に装備されて海中に露出されている。

[0023] トランスデューサ10は、図2に示すように、四角筒状に形成された筐体部15と、筐体部15に取り付けられた複数の（本実施形態では、K個の）超音波振動子 A_k （ $k = 1, 2, \dots, K$ ）と、を有している。トランスデューサ10では、各超音波振動子 A_k が、電気信号を超音波に変換して水中に超音

波を送信するとともに、受信した超音波を電気信号に変換する。各超音波振動子 A_k は、所定の時刻毎に受信信号 x_k を受信する。ある時刻における全ての超音波振動子 A_k ($k = 1, 2, \dots, K$) の複素受信信号を、入力ベクトル x ($= [x_1, x_2, \dots, x_K]^T$) と表すことができる。

[0024] 超音波振動子 A_k は、筐体部 15 における 4 つの側面 11 ~ 14 のそれぞれにおいて、図 2 に示すようなハニカム状に配列された状態で、筐体部 15 に取り付けられている。このように各側面 11 ~ 14 に取り付けられた複数の超音波振動子 A_k によって、トランスデューサ 10 の各側面 11 ~ 14 に、受信アレイ（平面受信アレイ） $AR_1 \sim AR_4$ が形成される。具体的には、図 2 に示すように、側面 11 に受信アレイ AR_1 が、側面 12 に受信アレイ AR_2 が、側面 13 に受信アレイ AR_3 が、側面 14 に受信アレイ AR_4 が、それぞれ形成される。各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ を構成する複数の超音波振動子は、それぞれ、隣接する超音波振動子との中心間距離が、超音波の半波長となるように配列されている。なお、図 2 においては、図面が煩雑になるのを避けるため、受信アレイ AR_3 及び受信アレイ AR_4 の図示を省略している。

[0025] 本実施形態では、トランスデューサ 10 は、四角筒状の筐体部 15 の筒軸方向が鉛直方向に沿うように船底に装備されて海中に露出される。これにより、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ は、海中において、4 等分化された各方位に向かうように配置される。そして、詳しくは後述するが、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ は、探知領域（トランスデューサ 10 を中心とした水平方向 360 度に亘る領域）のうち該各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ の法線方向側の領域を探知する。すなわち、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ は、該各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ が向かっている方向側の領域を探知する。

[0026] 送受切替部 2 は、送信時には、送信機 3 からトランスデューサ 10 に送信信号（パルス波）が送られる接続に切り替える。また、送受切替部 2 は、受信時には、トランスデューサ 10 によって超音波から変換された電気信号がトランスデューサ 10 から受信機 4 に送られる接続に切り替える。

[0027] 送信機 3 は、操作・表示装置 5 において設定された条件に基づいてパルス

波を生成する。また、送信機 3 は、送受切替部 2 を介して、該パルス波が所定時刻毎に各超音波振動子 A_k から送信されるように、該パルス波をトランスデューサ 10 に対して出力する。このパルス波により、各超音波振動子 A_k が駆動され、トランスデューサ 10 から所定時刻毎に、各方位にパルス波（超音波）が放射される。

[0028] 受信機 4 は、増幅部 4 a と、A/D 変換部 4 b と、信号処理部 20 とを有している。増幅部 4 a は、複数の超音波振動子 A_k のそれぞれから送受切替部 2 を介して送られてきた電気信号を増幅し、各超音波振動子 A_k に対応する受信信号を A/D 変換部 4 b に対して出力する。A/D 変換部 4 b は、増幅部 4 a から出力される受信信号（エコー信号）を I/Q 検波等により複素デジタル信号に変換し、この複素デジタル信号に変換後の受信信号を信号処理部 20 に出力する。

[0029] 信号処理部 20 は、到来方向推定部 21 を有している。到来方向推定部 21 は、A/D 変換部 4 b から出力される受信信号を処理して角度スペクトラム $P(\theta)$ を生成するとともに、該角度スペクトラム $P(\theta)$ に基づき到来波の到来方向および強度を推定する処理を行う。また、信号処理部 20 は、角度スペクトラム $P(\theta)$ に基づいて映像信号を生成する処理を行う。信号処理部 20 は、生成した映像信号を操作・表示装置 5 に出力する。到来方向推定部 21 については、詳しくは後述する。

[0030] 操作・表示装置 5 は、表示部 5 a と、操作部 5 b とを有している。表示部 5 a は、映像信号に応じた映像を表示画面に表示する。操作部 5 b は、例えば種々の入力キーなどを有し、超音波の送受信や映像表示に必要な種々の設定や種々のパラメータなどを入力できるように構成されている。

[0031] [到来方向推定部]

到来方向推定部 21 は、受信信号を処理して到来波の到来方向および強度を推定する処理を行う。以下、到来方向推定部 21 について詳細に説明する。

[0032] 到来方向推定部 21 は、図 1 に示すように、サブアレイ生成部 22 と、相

関行列生成部 23 と、空間平均処理部 24 と、到来波演算部 25 とを備えている。この到来方向推定部 21 は、例えば図示しない CPU、FPGA、及びメモリなどのデバイス（コンピュータ）を用いて構成される。

[0033] 図 3 は、以下で説明する相関行列の算出、及び空間平均処理について説明するための模式図である。図 1 及び図 3 を参照して、到来方向推定部 21 の各構成要素について説明する。

[0034] サブアレイ生成部 22 は、4 つの受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ のそれぞれを構成する複数の超音波振動子 A_k から、複数のサブアレイのそれぞれの受信データベクトルであるサブアレイ受信データベクトル $Sub_m = [x_m, x_{m+1}, \dots, x_{m+N-1}]$ ($m = 1, 2, \dots, M$ 、 M は各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ から抽出しうるサブアレイの個数、 N は各サブアレイに含まれる超音波振動子の個数) を生成する。具体的には、サブアレイ生成部 22 は、図 3 に示すように、ある超音波振動子と、該超音波振動子に隣接する超音波振動子とから構成されるサブアレイの受信データベクトル Sub_1 (図 3 におけるハッチングがかけられた超音波振動子) を、図 3 における D_1 方向、 D_2 方向、 D_3 方向に 1 つずつずらしながら、互いに異なる超音波振動子 A_k で構成された複数個のサブアレイ受信データベクトル $Sub_1, Sub_2, \dots, Sub_M$ を生成する。各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ のサブアレイは、該各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ を構成する複数の超音波振動子の中から生成される。

[0035] 相関行列生成部 23 は、サブアレイ受信データベクトル Sub_m のそれぞれについて、相関行列 R_{sub_m} を算出する。相関行列 R_{sub_m} は、次の (1) 式で与えられる。

[0036] [数 1]

$$R_{sub_m} = E [Sub_m Sub_m^H] \quad \dots (1)$$

[0037] 空間平均処理部 24 は、相関行列 R_{sub_m} の空間平均を行って空間平均相関行列 R_{AVE} を算出する空間平均相関行列算出部として設けられている。具体的には、空間平均処理部 24 は、図 3 に示すように、相関行列 (部分相関行列) $R_{sub_1}, R_{sub_2}, \dots, R_{sub_m}$ を平均する処理 (空間平均処理)

を行う。これにより、空間平均処理部 24 は、空間平均相関行列 R_{AVE} を算出する。

[0038] 到来波演算部 25 は、空間平均処理部 24 で算出された空間平均相関行列 R_{AVE} に基づいてビームフォーミング又は適応ビームフォーミングを行い、到来波に関する演算を行う。到来波演算部 25 は、固有ベクトル算出部 26 と、強度スペクトラム算出部 27 と、合成部 28 と、到来波方向及び強度算出部 29 と、エコー画像生成部 30 と、を有している。

[0039] 固有ベクトル算出部 26 は、例えば、MUSIC法を用いた数値計算によって空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを算出する。

[0040] 図 4 は、図 2 に示すトランスデューサを上方から視た模式図である。強度スペクトラム算出部 27 は、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ が探知する領域である分割領域における強度スペクトラムを、上述したMUSIC法を用いた数値計算によって算出する。本実施形態では、例えば一例として、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ の分割領域は、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ が向かう水平方向（ AR_1 は 0 度、 AR_2 は 90 度、 AR_3 は 180 度、 AR_4 は 270 度）を中心とした ± 60 度の範囲に設定される。すなわち、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ は、該各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ が向かう水平方向を中心とした ± 60 度の範囲に存在する物標を探知する。なお、MUSIC法については、公知であるため詳細な説明は省略する。

[0041] 合成部 28 は、角度スペクトラムの算出対象となるエコー信号の方位中に応じて、強度スペクトラム算出部 27 で算出された各分割領域の各地点におけるエコー強度に所定の重み（ウェイト）を乗算して重み付けを行う。そして、合成部 28 は、重み付けが行われたエコー強度を地点毎に合成することで、最終的な角度スペクトラム $P(\phi)$ を算出する。

[0042] 図 5 は、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ で得られた出力に対して乗算される重み $w_1 \sim w_4$ を示すグラフである。合成部 28 は、受信アレイ AR_1 で得られた出力に対して、図 5 で示す重み w_1 を乗算する。同様に、合成部 28 は、受信アレイ $AR_2 \sim AR_4$ のそれぞれで得られた出力に対して、図 5 で示す重み w_2

～ w_4 のそれぞれを乗算する。

[0043] 具体的には、合成部28は、角度スペクトラムの算出対象となるエコーデータの方位が、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ が向かう水平方向（ AR_1 は0度、 AR_2 は90度、 AR_3 は180度、 AR_4 は270度）を中心とした±30度の範囲（図4における範囲 Z_A ）にある場合、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ で得られた出力に重み1が乗算された出力を、各地点における最終的なエコー強度とする。

[0044] 一方、合成部28は、角度スペクトラムの算出対象となるエコーデータの方位が、隣接する2つの受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ の中心から水平方向に±15度の範囲（図4における範囲 Z_B ）にある場合、該隣接する2つの受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ のそれぞれで得られた強度スペクトラムに、図5で示される重み $w_1 \sim w_4$ のそれぞれを乗算する。そして、合成部28は、は、当該重み付けが行われた2つの値が加算された値を、最終的な出力とする。

[0045] これにより、合成部28は、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ によって探知された各分割領域における強度スペクトラムを互いに合成し、トランスデューサ10によって探知可能な探知領域（トランスデューサ10を中心とした水平方向360度に亘る範囲）における角度スペクトラム $P(\Phi)$ を生成する。

[0046] 到来方向及び強度算出部29は、合成部28で生成された角度スペクトラム $P(\Phi)$ に基づき、到来波の到来方向と強度とを計算する。計算例として、到来方向及び強度算出部29は、角度スペクトラム $P(\Phi)$ のピーク（極大値）の位置（方位 Φ ）から到来方向の推定を行うとともに、上記極大値から到来波の強度を計算する。当該到来方向及び強度は、操作・表示装置5の表示部5aに表示される。

[0047] 図6は、エコー画像生成部30によって生成されたエコー画像の一例を示す図である。エコー画像生成部30は、合成部28で生成された角度スペクトラム $P(\Phi)$ に基づき、エコー画像を生成する。当該エコー画像は、操作・表示装置5の表示部5aに表示される。図6に示す例のエコー画像では、当該画像の中心部からやや離れた位置に、単体魚又は魚群に起因すると思わ

れる円弧状のエコー像と、海底に起因する円環状のエコー像とが表示される。ユーザは、表示部5aに表示される当該エコー画像、及び到来波の到来方向及び強度を見て、物標（単体魚、魚群等）に関する情報（自船からの位置及び距離、魚群の状態等）を推測することができる。

[0048] [動作]

図7は、水中探知装置1の動作を説明するためのフローチャートである。以下では、水中探知装置1の動作について説明する。

[0049] まず、ステップS1で、トランスデューサ10から水中へ向かってパルス波が送信される。具体的には、送信機3は、ステップS1で、各超音波振動子 A_k からパルス波が送信されるように、トランスデューサ10に送信信号を出力する。パルス波は、所定時刻毎に、各超音波振動子 A_k から一斉に送信される。

[0050] 次に、ステップS2で、トランスデューサ10が反射波を受信する。これらの反射波から得られた入力ベクトル x は、到来方向推定部21に出力される。

[0051] 次に、ステップS3で、サブアレイ生成部22は、図3に示すように、4つの受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ のそれぞれを構成する複数の超音波振動子 A_k から、複数のサブアレイ受信データベクトル Sub_m ($m = 1, 2, \dots, M$)を生成するサブアレイ生成処理を行う。

[0052] 次に、ステップS4で、相関行列生成部23は、図3に示すように、複数のサブアレイ受信データベクトル Sub_m のそれぞれから、各サブアレイ受信データベクトル Sub_m に対応する相関行列 R_{sub_m} を算出する。

[0053] 次に、ステップS5で、空間平均処理が行われる。具体的には、空間平均処理部24は、ステップS5で、図3に示すように、相関行列 $R_{sub_1}, R_{sub_2}, \dots, R_{sub_M}$ を平均することにより、空間平均相関行列 R_{AVE} を算出する。

[0054] 次に、ステップS6で、固有ベクトル算出部26は、空間平均相関行列の固有ベクトルを算出する。

[0055] 次に、ステップS 7で、強度スペクトラム算出部2 7は、各受信アレイA R₁～A R₄が探知する各分割領域の各地点におけるエコー強度を、MUSIC法を用いた数値計算によって算出する。

[0056] 次に、ステップS 8で、合成部2 8は、エコー信号の方位に応じて、各分割領域の各地点におけるエコー強度に、図5に示す重みを乗算して重み付けを行い、当該重み付けが行われたエコー強度を合成することで、最終的な角度スペクトラムP (Φ)を算出する。

[0057] 次に、ステップS 9 aで、到来方向及び強度算出部2 9は、合成部2 8で生成された角度スペクトラムP (Φ)に基づき、到来波の到来方向及び強度を計算する。一方、ステップS 9 bで、エコー画像生成部3 0は、合成部2 8で生成された角度スペクトラムP (Φ)に基づき、エコー画像を生成する。ステップS 9 aで計算された到来波の到来方向及び強度と、ステップS 9 bで生成されたエコー画像とは、操作・表示装置5の表示部5 aに表示される。

[0058] [トランスデューサの形状について]

ところで、水中探知装置の探知可能エリアにおいて複数の物標が存在する場合、各物標に起因する到来波を分離するためには、相関行列のランクを回復することにより、複数の方位から帰来する到来波が分離しやすくすることが考えられる。そして、相関行列のランクを回復するための手法として、例えば上述した非特許文献1に開示されるような空間平均法を用いることが、一般的に知られている。しかし、この空間平均法は、平行移動しても同じ配列となる複数のサブアレイを取り出せないアレイには適用できない。すなわち、一般的に知られている円環状に沿って配列された複数の受信素子を有するトランスデューサには、周方向については空間平均法を適用することができない。よって、相関行列のランクを十分に回復できない可能性がある。

[0059] 例えば一例として、円筒状に形成された筐体部の外周面に沿って配列された超音波素子の場合、サブアレイを筒軸方向に平行移動することにより複数のサブアレイを取り出すことが可能である。しかし、サブアレイを円周方向

に移動することにより複数のサブアレイを取り出すことはできない。すなわち、円筒状に形成されたトランスデューサについては、抽出可能なサブアレイの数に限りがあるため、空間平均相関行列を算出することによる相関行列のランクの回復に限界がある。

[0060] これに対して、本実施形態に係る水中探知装置 1 では、四角筒状に形成された筐体部 15 の側面 11～14 に沿って複数の超音波振動子 A_k を配列している。こうすると、サブアレイを、複数方向（本実施形態の場合、図 3 における D_1 , D_2 , D_3 方向）に平行移動することができる。これにより、従来の場合と比べて多くのサブアレイを取り出すことができるため、相関行列のランクを回復しやすく、複数の方位から帰来する到来波を互いに分離しやすくなる。

[0061] [合成部による各エコー強度に対する重み付けについて]

上述のように、本実施形態に係る水中探知装置 1 では、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ によって探知された各分割領域におけるエコー強度に対して重み付けがされた値を互いに合成することにより、トランスデューサ 10 を中心とした水平方向 360 度に亘る範囲における角度スペクトラム $P(\Phi)$ を生成している。

[0062] 例えば一例として、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ によって探知される分割領域を、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ が向かう水平方向を中心とした ± 45 度の範囲に設定し、各分割領域の各地点におけるエコー強度を、該各分割領域に対応する受信アレイのみで行う場合を考える。そうすると、図 8 に示すように、各分割領域の境界部分において境目 L が発生しやすくなり、ユーザにとって違和感のある画像になってしまう。

[0063] これに対して、水中探知装置 1 では、各分割領域の境界付近の領域については、隣接する受信アレイのそれぞれによって得られたエコー強度に重み付けを行い、該重み付けが行われた各エコー強度を加算することにより、最終的なエコー強度を算出している。こうすると、図 6 に示すように、図 8 で生じる境目 L が発生しにくくなるため、自然なエコー画像を生成することがで

きる。

[0064] [効果]

以上のように、本実施形態に係る水中探知装置 1 では、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ を構成する超音波振動子 A_k を、法線方向の異なる複数の平面（側面 11～14）のそれぞれに沿って配列している。こうすると、各側面 11～14 において、図 3 に示すように、サブアレイを複数方向にずらすことにより多くのサブアレイを生成することが可能になる。そうすると、これらから算出可能な空間平均相関行列 R_{AVE} のランクを回復しやすくなる。

[0065] 従って、水中探知装置 1 では、複数の方位から帰来する到来波を互いに分離しやすくなる。

[0066] また、水中探知装置 1 では、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ に対応する分割領域における強度スペクトラムに基づいて、水平方向の 360° に亘る領域のエコー画像を生成している。これにより、水中探知装置 1 において探知可能な探知領域の全範囲に亘って、複数の方位から到来する到来波を互いに分離することができる。

[0067] また、水中探知装置 1 では、空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを算出することにより、到来波の到来方向及び強度スペクトラムを算出することができる。

[0068] また、水中探知装置 1 では、空間平均相関行列 R_{AVE} を算出し、当該空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルに基づいて、到来波の到来方向及び強度スペクトラムを算出している。これにより、到来波の到来方向及び強度スペクトラムを適切に算出できる。

[0069] また、水中探知装置 1 では、上述のように算出された空間平均相関行列 R_{AVE} に基づいて、MUSIC 法等の適応ビームフォーミング法を用いることができる。

[0070] また、水中探知装置 1 では、トランスデューサ 10 の各側面 11～14 の一辺が、他の側面 11～14 の一辺と共通している。これにより、互いの一辺が共通している側面 11～14 については、両側面の間に隙間が形成され

ないため、トランスデューサの大型化を抑制できる。

[0071] また、水中探知装置 1 では、トランスデューサ 10 の筐体部 15 を、多面体状、より具体的には四角筒状に形成している。これにより、各側面 11 ～ 14 の間に隙間が形成されないため、より効率的にトランスデューサの大型化を抑制できる。

[0072] また、水中探知装置 1 では、超音波振動子 A_k を、各側面 11 ～ 14 においてハニカム状に配列している。これにより、限られたスペース内において、超音波振動子 A_k を高密度で配列することができる。

[0073] また、水中探知装置 1 では、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ で受信されたエコー信号の方位に応じて該エコー信号に所定の重みを乗算している。そして、該重みが乗算された各エコー強度のうち対応する位置のエコー強度、が互いに加算された値に基づいて、エコー画像を生成している。これにより、エコー信号の方位に応じた重み付けが行われたエコー強度に基づいてエコー画像を生成できるため、適切なエコー画像を生成することができる。

[0074] また、水中探知装置 1 では、上述のようなエコー強度の加算を、図 4 に示す Z_B の領域（隣接する側面 11 ～ 14 の間の部分からトランスデューサ 10 の外側に向かって延びる扇状の領域）について行っている。こうすると、図 6 に示すように、図 8 で表示される境目 L が表示されなくなるため、ユーザにとって自然なエコー画像を生成することができる。

[0075] 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。

[0076] （1）上記実施形態では、いわゆる MUSIC 法を用いて到来波に関する演算を行っているが、これに限らない。例えば、Capon 法、Prony 法など、その他の適応ビームフォーミング法を用いて到来波に関する演算を行ってもよい。更には、適応ビームフォーミング法ではないビームフォーミング法（例えば、マルチビーム法）を用いて到来波に関する演算を行ってもよい。

[0077] (2) 上記実施形態に係る水中探知装置 1 は、四角筒状のトランスデューサ 10 を備えているが、これに限らず、トランスデューサの形状は、四角筒以外の多角筒状、又は角錐状であってもよい。更には、トランスデューサの形状は、上記形状に限らず、法線方向が異なる複数の平面のそれぞれに沿って超音波振動子が配列された形状であれば、どのような形状であってもよい。

[0078] (3) 上記実施形態に係る水中探知装置 1 のトランスデューサ 10 では、超音波振動子 A_k がハニカム状に配列されているが、これに限らず、各側面 11 ~ 14 に沿って配列されていれば、どのように配列されていてもよい。例えば一例として、マトリックス状に配列されていてもよい。また、トランスデューサ 10 では、隣接する超音波振動子 A_k の中心間距離が超音波の半波長となるように配列されているが、これに限らず、その他の間隔で配列されていてもよく、或いは、ランダムに配列されていてもよい。

[0079] (4) 図 9 に、変形例に係る水中探知装置 1 a の構成を示すブロック図を示す。上記実施形態では、複数の超音波振動子 A_k が得た受信信号に基づいて空間平均相関行列 R_{AVE} を算出し、該空間平均相関行列 R_{AVE} から算出された固有ベクトルに基づいて到来波の到来方位を検出した。しかし、本変形例では、空間平均相関行列 R_{AVE} を算出することなく、該空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを算出している点において、上記実施形態と異なる。本変形例は、到来方向推定部 21 a が、空間平均相関行列 R_{AVE} 等の相関行列を算出することなく該空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを算出するように構成されている。以下では、到来方向推定部 21 a の構成について主に説明し、その他の部分については説明を省略する。

[0080] 図 9 に示すように、本変形例に係る到来方向推定部 21 a は、データ行列生成部 31 と、特異値分解部 32 と、到来波演算部 25 a と、を有している。

[0081] データ行列生成部 31 は、各受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ で得られた入力ベクトル $x(t)$ からデータ行列 X を生成する。データ行列 X は、図 3 に示すサ

ブレイ受信データベクトル $S u b_1, S u b_2, \dots S u b_M$ を構成する各超音波振動子の入力ベクトルを順に並べた形式のものであって、次の式 (2) のように示すことができる。

[0082] [数2]

$$X = [S u b_1, S u b_2, \dots, S u b_M] \quad \dots (2)$$

[0083] 特異値分解部 32 は、データ行列生成部 31 で生成されたデータ行列 X を、次の式 (3) のように分解 (特異値分解) する。

[0084] [数3]

$$X = U S V^H \quad \dots (3)$$

[0085] 上式 (3) において、 S は対角行列であり、その対角要素が特異値と呼ばれる。また、 U 及び V は、列ベクトルが互いに直交するユニタリ行列であり、それぞれが特異ベクトルと呼ばれる。なお、式 (3) における U は左特異ベクトル、 V は右特異ベクトル、とも呼ばれる。

[0086] 到来波演算部 25a は、固有ベクトル算出部 26a と、強度スペクトラム算出部 27 と、合成部 28 と、到来波方向及び強度算出部 29 と、エコー画像生成部 30 と、を有している。

[0087] 固有ベクトル算出部 26a は、特異値分解部 32 で算出された左特異ベクトル U から、空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを算出する。

[0088] ここで、データ行列 X と空間平均相関行列 R_{AVE} との関係は、次の式 (4) で与えられる。

[0089] [数4]

$$R_{AVE} = \frac{1}{N} X X^H \dots (4)$$

[0090] 式 (4) において、 $X X^H = R$ 、とした場合、データ行列 X の左特異ベクトル U は、 R の固有ベクトルに等しい。固有ベクトル算出部 26a は、これらの関係を用いて、空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを算出する。

[0091] 強度スペクトラム算出部 27、合成部 28、到来波方向及び強度算出部 29、及びエコー画像生成部 30 については、上記実施形態の場合と同様に動

作する。

[0092] 以上のように、本変形例によれば、空間平均相関行列 R_{AVE} を算出することなく、該空間平均相関行列 R_{AVE} の固有ベクトルを求めることができる。すなわち、上記実施形態の場合とは異なるアプローチで、ランクが回復した相関行列（空間平均相関行列 R_{AVE} ）の固有ベクトルを算出することができる。これにより、上記実施形態の場合と同様、複数の方位から帰来する到来波を互いに分離することができる。

[0093] （５）上記実施形態に係る水中探知装置１のトランスデューサ１０は、４つの平面受信アレイ $AR_1 \sim AR_4$ を有しているが、これに限らず、少なくとも２つ、有していればよい。具体的には、例えば、トランスデューサが、互いに法線方向が異なる２つの平面受信アレイを有していれば、他の受信アレイの形状は、曲面状など、どのような形状であってもよい。

[0094] （６）上記実施形態及び上記変形例では、探知装置の一例として水中探知装置を挙げて説明したが、これに限らず、レーダ装置に適用することもできる。

[0095] 図１０は、本発明の実施形態に係るレーダ装置１ｂの構成を示すブロック図である。レーダ装置１ｂは、海上の物標（例えば他船）を探知するために用いられる。レーダ装置１ｂは、例えば漁船等の船舶に装備される。

[0096] 以下、レーダ装置１ｂについて、上記実施形態に係る水中探知装置１と異なる点について主に説明し、上記水中探知装置１と同様の構成の説明については、図面において同一の符号を付すことで又は同一の符号を引用して説明することで、省略する。

[0097] [構成]

図１０に示すように、レーダ装置１ｂは、アレイアンテナ１０ａと、送信機３と、送受切替部２と、受信機４と、操作・表示装置５とを備えている。

[0098] アレイアンテナ１０ａは、電磁波の送受信を行うため、例えば船上に装備されている。本変形例におけるアレイアンテナ１０ａは、送信素子アレイ及び受信素子アレイの双方として動作する。アレイアンテナ１０ａは、送信素

子及び受信素子の双方として動作するアンテナ素子 B_k ($k = 1, 2, \dots, K$) を複数有している。これらのアンテナ素子 B_k は、例えば、上記実施形態及び上記変形例の場合と同様、多角形、多角錐等の形状の表面上に配列される。

[0099] そして、レーダ装置 1 b の送信機 3、送受切替部 2、受信機 4、操作・表示装置 5 は、送信信号（パルス波）及び受信信号として電磁波を取り扱う点を除き、上記実施形態に係る水中探知装置 1 の場合と同様に動作する。

[0100] 従って、レーダ装置 1 b によれば、上記実施形態に係る水中探知装置 1 の場合と同様、複数の方位から帰来する到来波を互いに分離することができる。

符号の説明

[0101]	1, 1 a	水中探知装置（探知装置）
	1 b	レーダ装置（探知装置）
	4	受信機
	1 0	トランスデューサ（受信部）
	1 1 ~ 1 4	側面（平面）
	2 7	強度スペクトラム算出部
	3 0	エコー画像生成部
	A_k	超音波振動子（受信素子）
	$A R_1 \sim A R_4$	受信アレイ（平面受信アレイ）

請求の範囲

[請求項1]

物標を探知する探知装置であって、

互いに法線方向が異なる少なくとも2つの平面のそれぞれに沿って配列された複数の受信素子で構成された少なくとも2つの平面受信アレイを有し、前記複数の受信素子のそれぞれでエコー信号を受信する受信部と、

各前記平面受信アレイが受信するエコー信号に基づいて、前記少なくとも2つの平面受信アレイごとに強度スペクトラムを算出する強度スペクトラム算出部と、

前記強度スペクトラム算出部で算出された複数の前記強度スペクトラムを合成してエコー画像を生成するエコー画像生成部と、

を備えていることを特徴とする、探知装置。

[請求項2]

請求項1に記載の探知装置において、

前記エコー画像生成部は、前記強度スペクトラム算出部で算出された前記強度スペクトラムに、各前記エコー信号の方位に応じて設定された重みを乗算し、該重みが乗算された各前記強度スペクトラムが互いに加算された値に基づいて前記エコー画像を生成することを特徴とする、探知装置。

[請求項3]

請求項1又は請求項2に記載の探知装置において、

前記強度スペクトラム算出部は、各前記平面受信アレイから抽出される複数のサブアレイに基づき前記強度スペクトラムを算出することを特徴とする、探知装置。

[請求項4]

請求項3に記載の探知装置において、

前記複数のサブアレイのそれぞれから生成される相関行列に対して、空間平均法を用いた空間平均処理を行う空間平均処理部を更に備え、

前記強度スペクトラム算出部は、前記空間平均処理が行われることにより生成される空間平均相関行列に基づき前記強度スペクトラムを

算出することを特徴とする、探知装置。

[請求項5]

請求項4に記載の探知装置において、

前記強度スペクトラム算出部は、前記空間平均処理部で生成された前記空間平均相関行列に基づいてビームフォーミング又は適応ビームフォーミングを行うことにより、前記強度スペクトラムを算出することを特徴とする、探知装置。

[請求項6]

請求項4又は請求項5に記載の探知装置において、

前記空間平均処理部で生成された前記空間平均相関行列の固有ベクトルを算出する固有ベクトル算出部を更に備え、

前記強度スペクトラム算出部は、前記固有ベクトル算出部で算出された前記固有ベクトルに基づき、前記強度スペクトラムを算出することを特徴とする、探知装置。

[請求項7]

請求項1に記載の探知装置において、

各前記平面受信アレイで受信された前記エコー信号で構成されるデータ行列を生成するデータ行列生成部と、

前記データ行列生成部で生成された前記データ行列を特異値分解する特異値分解部と、を更に備え、

前記強度スペクトラム算出部は、前記特異値分解部が前記データ行列を特異値分解することにより得られる特異ベクトルに基づき、前記強度スペクトラムを算出することを特徴とする、探知装置。

[請求項8]

請求項1から請求項7のうちいずれか1項に記載の探知装置において、

前記受信部は、前記少なくとも2つの平面のうちの少なくとも1つの平面の一辺が、前記少なくとも2つの平面のうちの他の平面の一辺と共通していることを特徴とする、探知装置。

[請求項9]

請求項8に記載の探知装置において、

前記受信部は、前記少なくとも2つの平面を含む複数の平面で構成された多面体状に形成されていることを特徴とする、探知装置。

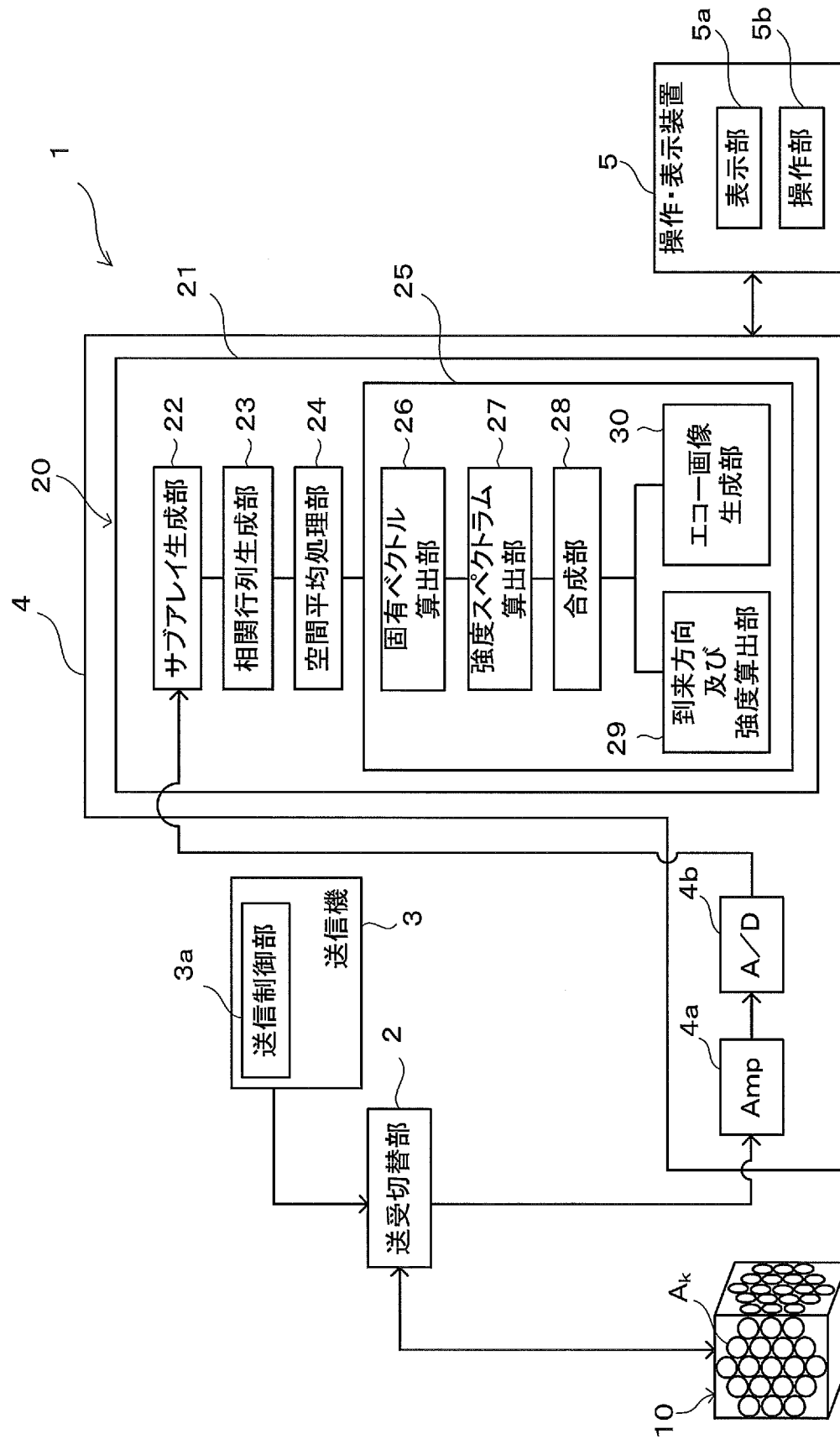
[請求項10] 請求項1から請求項9のうちいずれか1項に記載の前記探知装置としての水中探知装置であって、

前記複数の受信素子としての複数の超音波振動子、で構成された前記平面受信アレイを有し、前記複数の超音波振動子のそれぞれで前記エコー信号を受信する前記受信部としてのアレイトランスデューサ、を備えていることを特徴とする、水中探知装置。

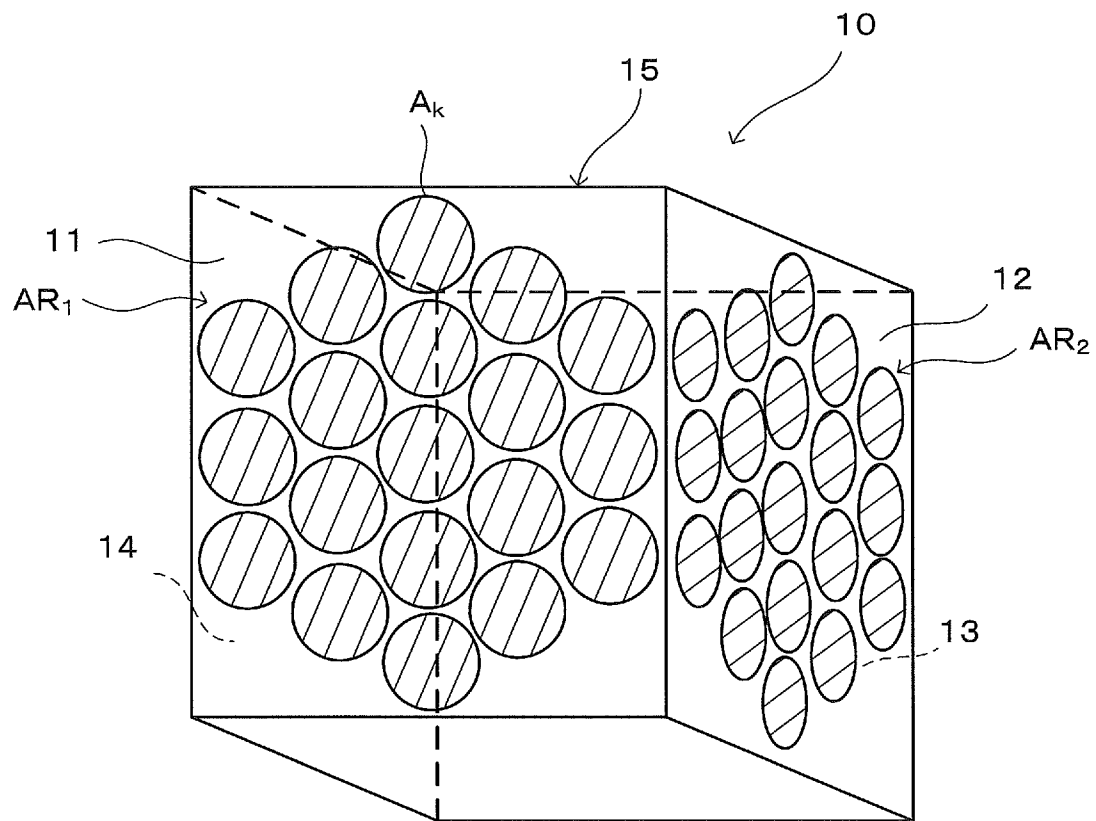
[請求項11] 請求項1から請求項9のうちいずれか1項に記載の前記探知装置としてのレーダ装置であって、

前記複数の受信素子としての複数のアンテナ素子、で構成された前記平面受信アレイを有し、前記複数のアンテナ素子のそれぞれで前記エコー信号を受信する前記受信部としてのアレイアンテナ、を備えていることを特徴とする、レーダ装置。

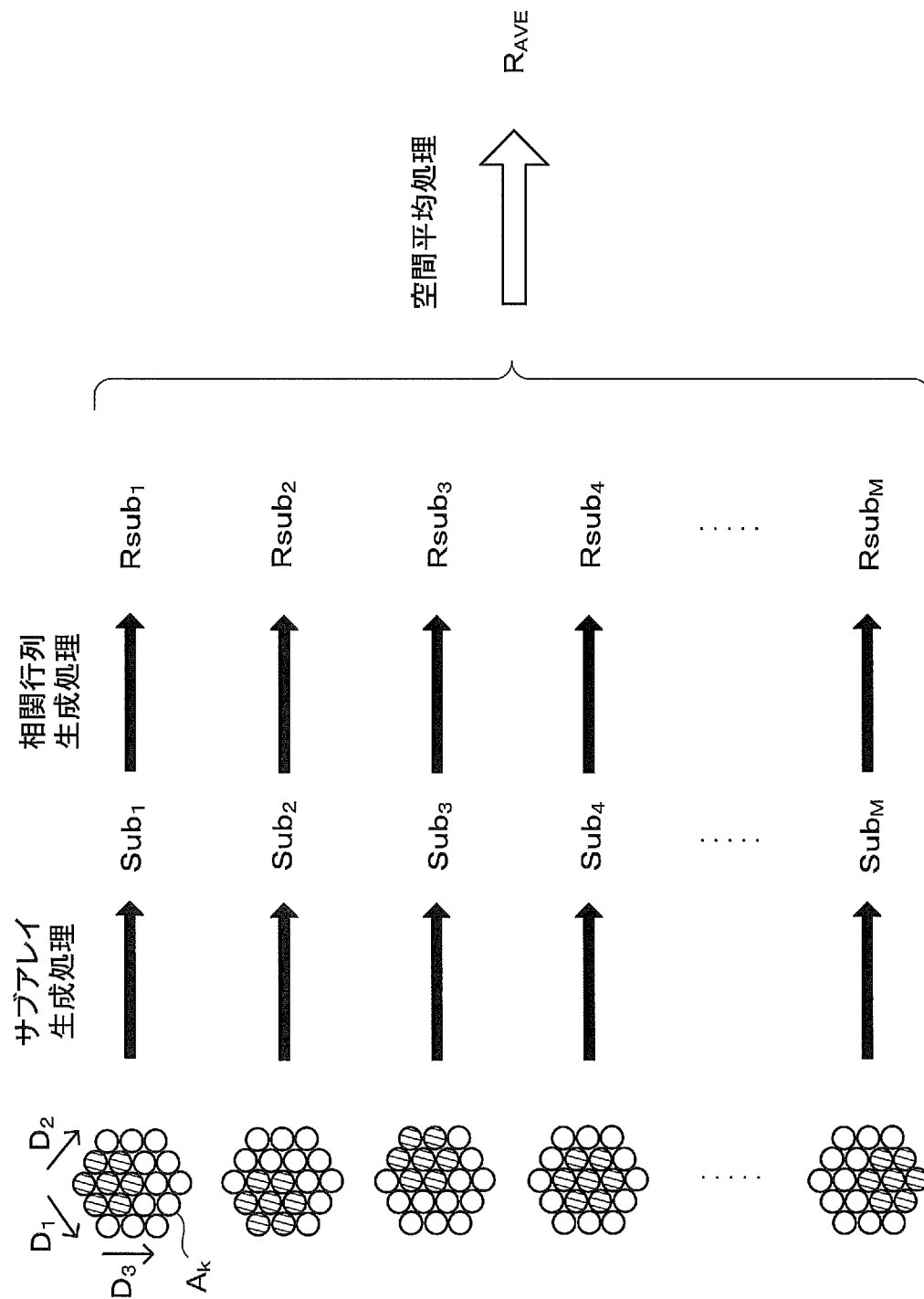
[図1]



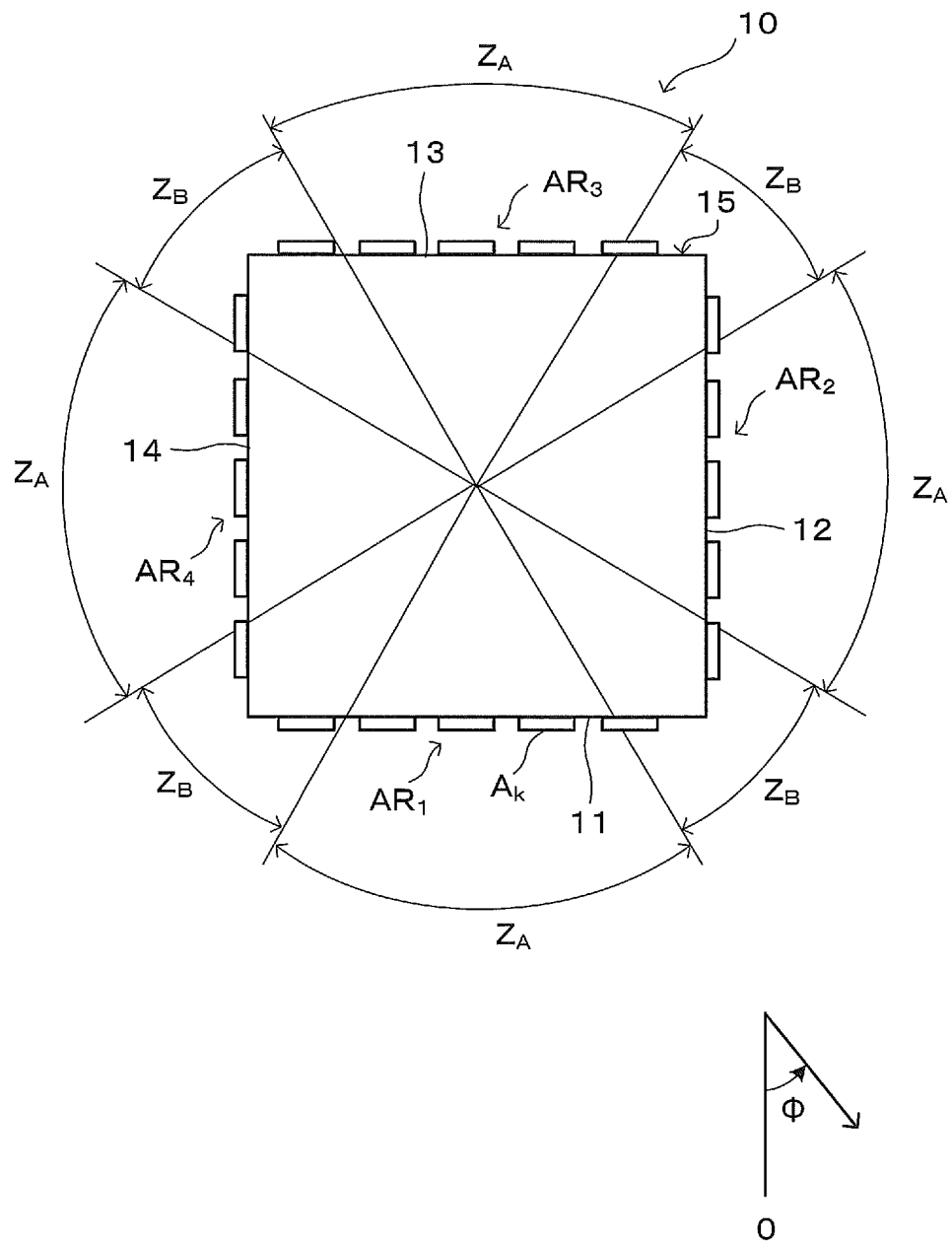
[図2]



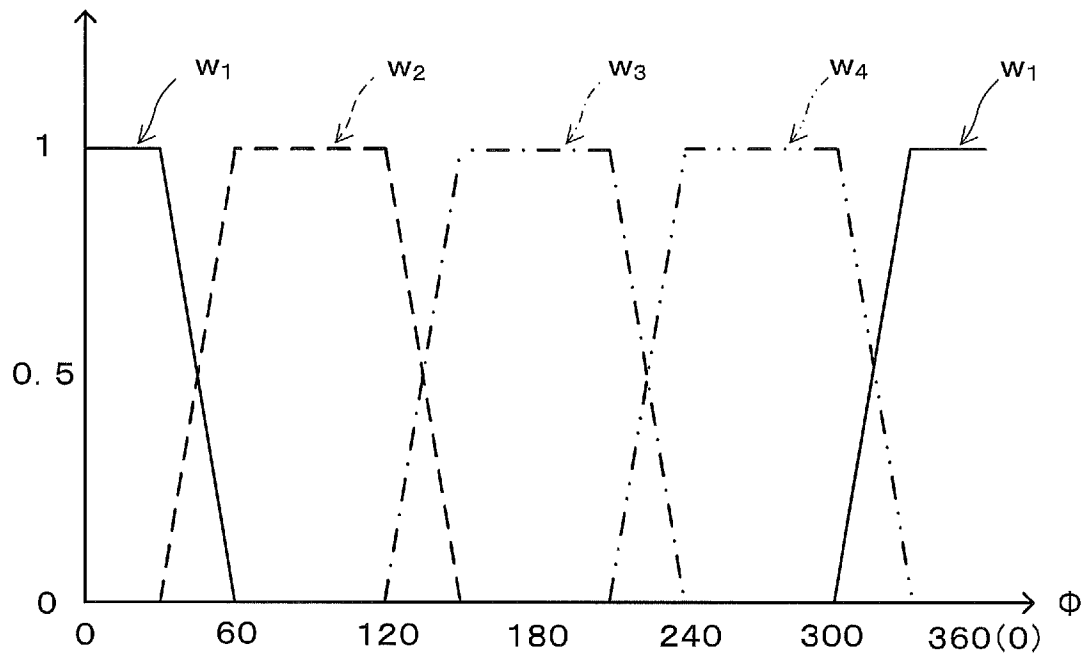
[図3]



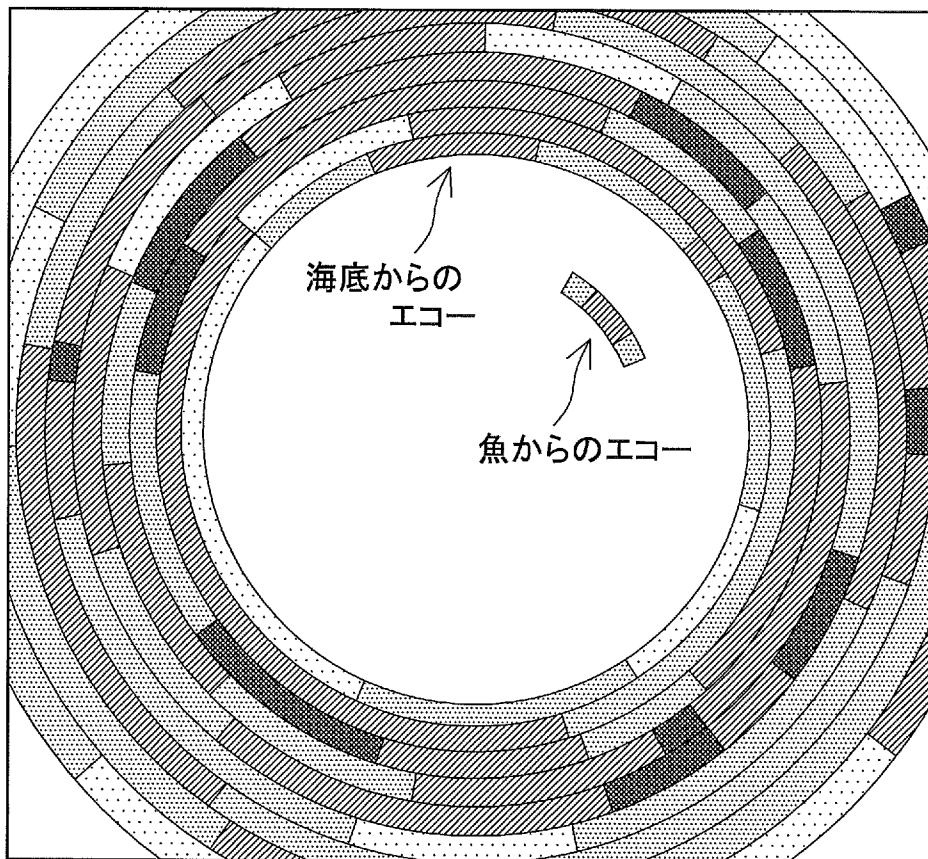
[図4]



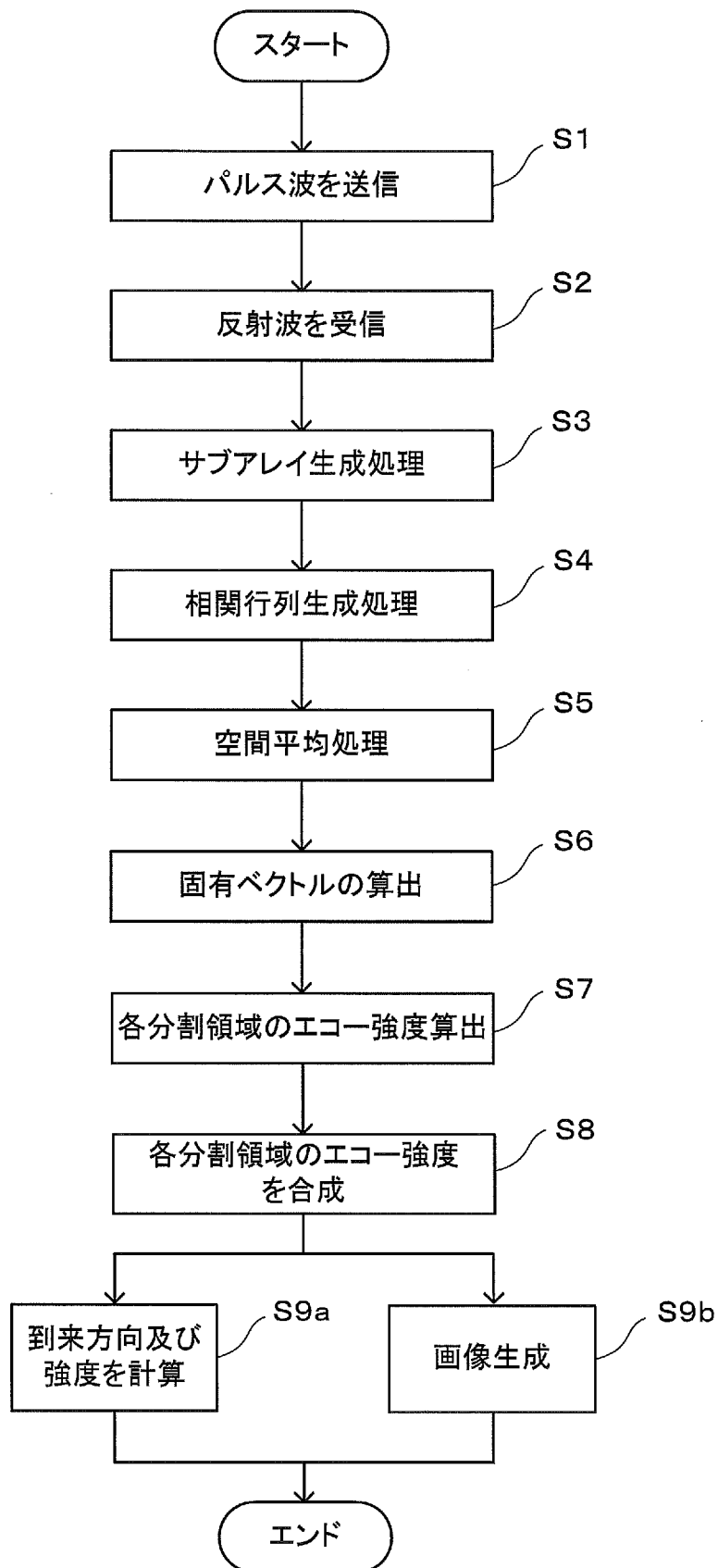
[図5]



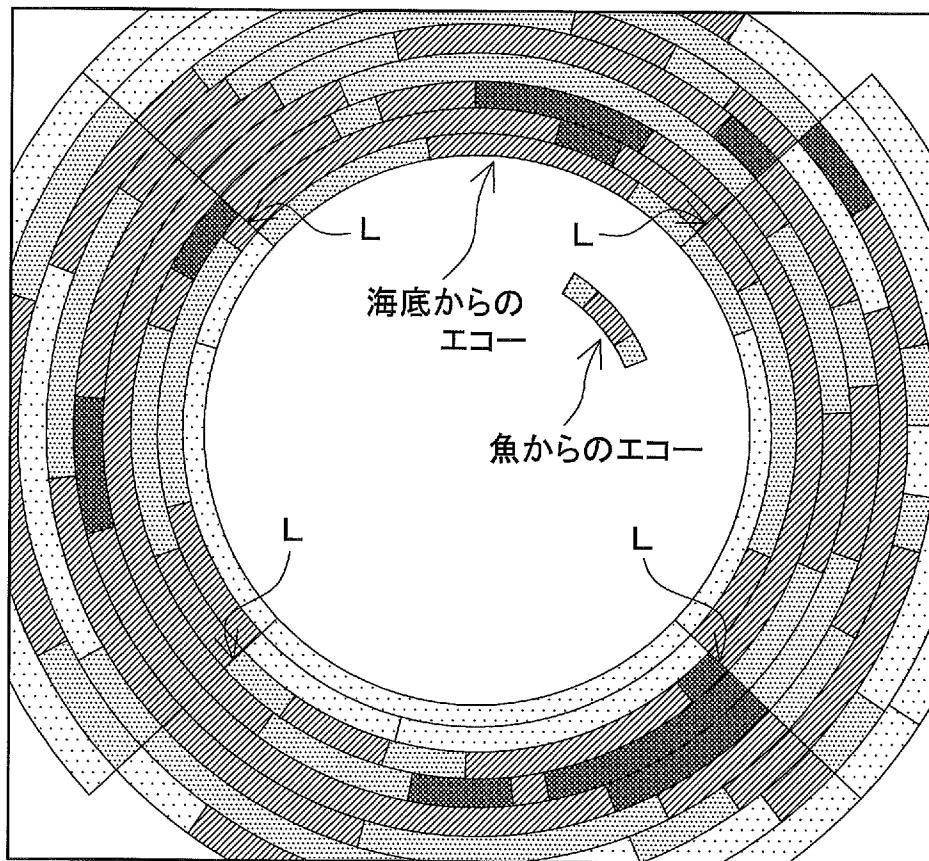
[図6]



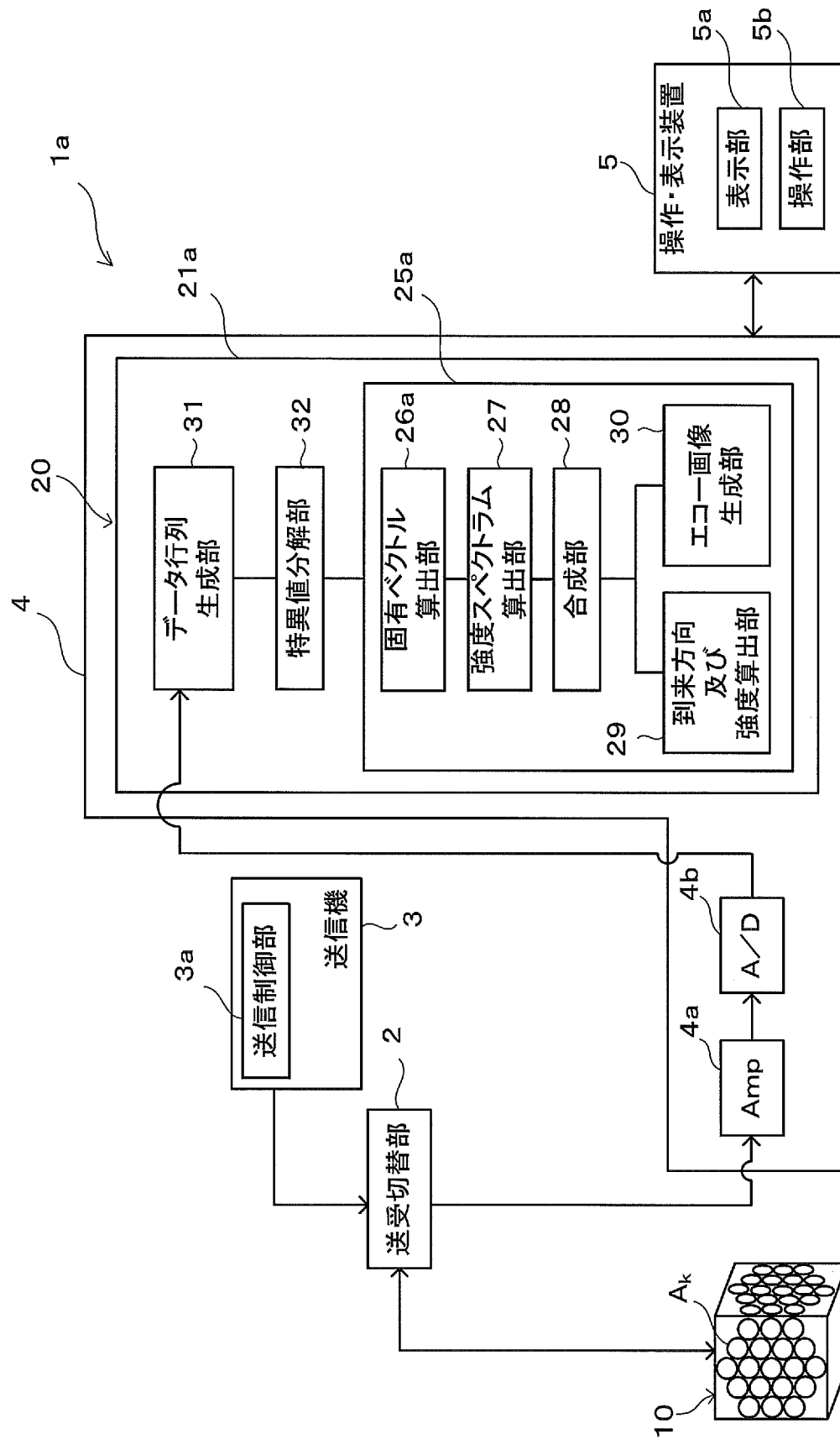
[図7]



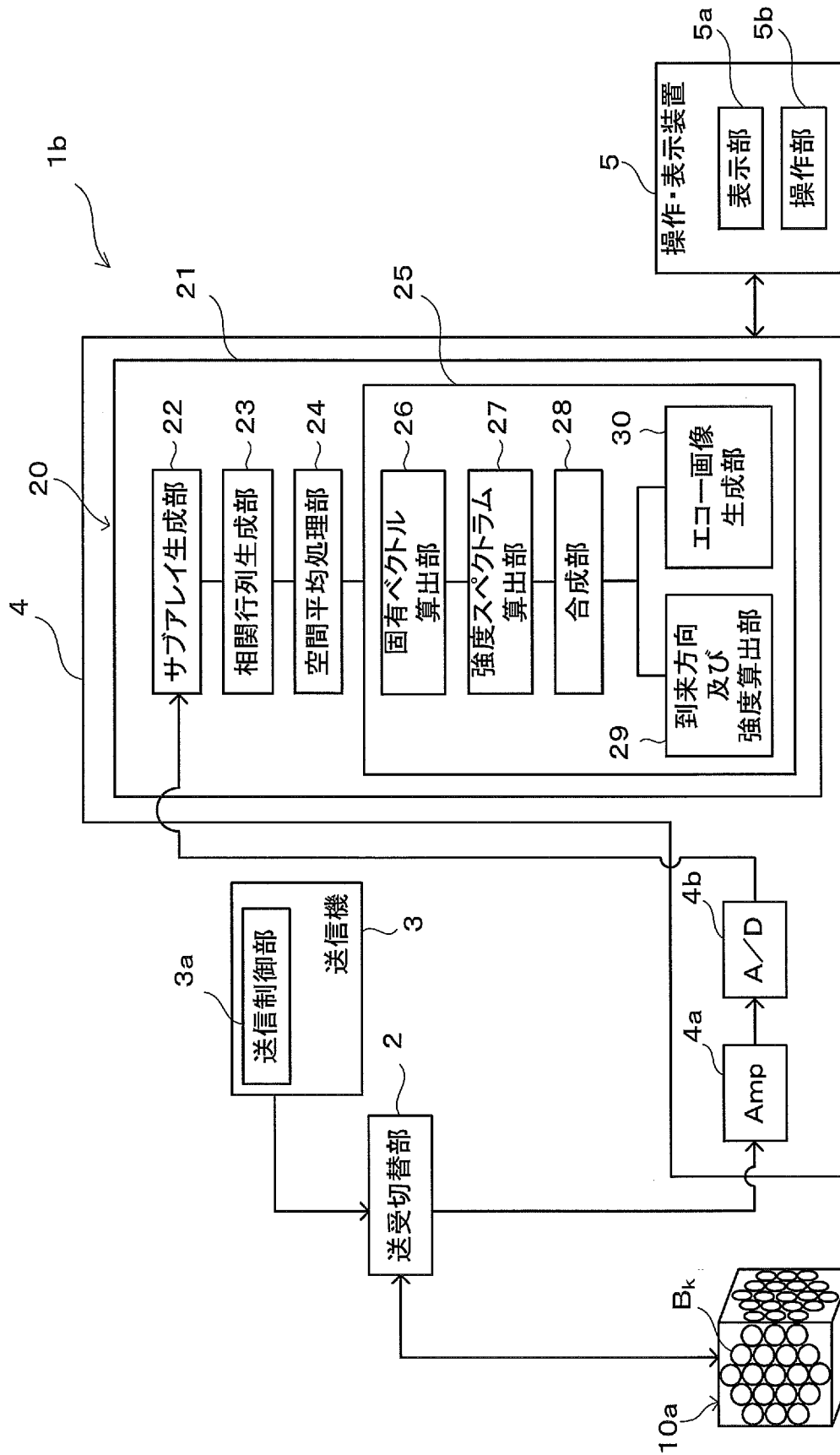
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072999

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S7/523(2006.01)i, G01S7/02(2006.01)i, G01S15/96(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)

G01S3/80-86, G01S7/00-42, G01S7/52-64, G01S13/00-95, G01S15/00-96

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2011-257350 A (Toshiba Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0014] to [0038]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 2, 7-11 3-6
Y	JP 2004-361377 A (Advanced Telecommunications Research Institute International), 24 December 2004 (24.12.2004), entire text; all drawings (Family: none)	3-6
A	JP 7-183717 A (Director General of Technical Research and Development Institute of Defense Agency), 21 July 1995 (21.07.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

☒ 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
29 October, 2014 (29.10.14)

Date of mailing of the international search report
11 November, 2014 (11.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072999

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-178332 A (NEC Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S7/523(2006.01)i, G01S7/02(2006.01)i, G01S15/96(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（I P C））

Int.Cl. G01S3/80-86, G01S7/00-42, G01S7/52-64, G01S13/00-95, G01S15/00-96

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2011-257350 A（株式会社東芝）2011. 12. 22, [0014]-[0038], 図 1-4（ファミリーなし）	1, 2, 7-11 3-6
Y	JP 2004-361377 A （株式会社国際電気通信基礎技術研究所）2004. 12. 24, 全文, 全図（ファミリーなし）	3-6

☒ 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

2 9 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

堀 圭史

2 S

3 0 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

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
A	JP 7-183717 A (防衛庁技術研究本部長) 1995. 07. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2007-178332 A (日本電気株式会社) 2007. 07. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11