

(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
2016 年 10 月 20 日(20.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/167054 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/95 (2006.01) G01W 1/00 (2006.01)
G01S 7/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057282
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 9 日(09.03.2016)
- (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 2015-084191 2015 年 4 月 16 日(16.04.2015) 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: 箕輪 昌裕(MINOWA, Masahiro); 〒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, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

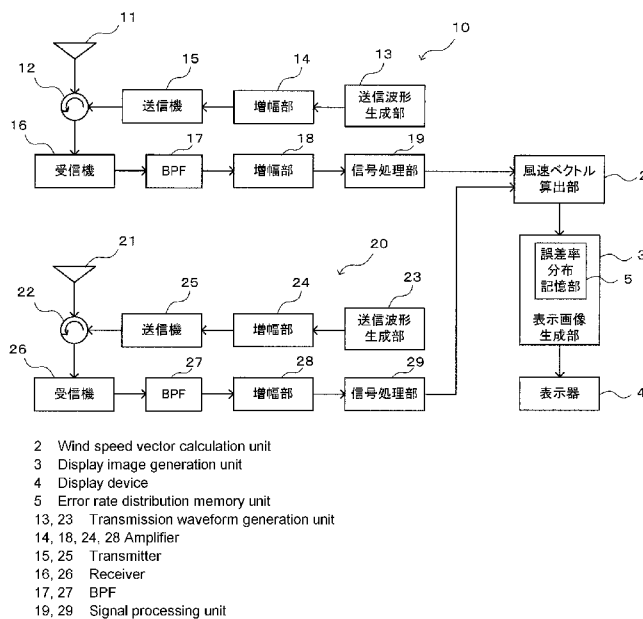
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: RADAR SYSTEM

(54) 発明の名称: レーダシステム

【図1】



(57) Abstract: [Problem] To provide a radar system that is capable of displaying, on a display device, the reliability of information relating to wind direction and wind speed, which are displayed on the display device. [Solution] A radar system 1 is provided with the following: a wind speed vector calculation unit 2 that, on the basis of a reception signal generated from reflected transmission waves which are transmitted by wave transmission units 11, 21, calculates the wind speed vector at each of multiple points and the wind speed vector distribution thereof; and a display device 4 on which the wind speed vector distribution is displayed. The display device 4 of this radar system 1 also displays the reliability of the wind speed vector.

(57) 要約: 【課題】表示器に表示される風向及び風速に関する情報の信頼度を、表示器に表示可能なレーダシステムを提供する。

【解決手段】送波部 11, 21 から送波された送信波の反射波から生成される受信信号に基づいて、各地点における風速ベクトル及びその分布である風速ベクトル分布を算出する風速ベクトル算出部 2 と、風速ベクトル分布が表示される表示器 4 と、を備えたレーダシステム 1 を対象とする。このレーダシステム 1 の表示器 4 には、風速ベ

クトルの信頼度も表示される。

明 細 書

発明の名称：レーダシステム

技術分野

[0001] 本発明は、風向及び風速を算出するとともに算出した風向及び風速を表示器に表示させるレーダシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、所定地域の各地点における風向及び風速の情報を表示する方法として、例えば非特許文献1に開示されるような表示方法が知られている。この非特許文献1で開示される画像では、近畿地方の各地点に矢印が表示されている。そして、この矢印の向きが風の向き（風向）を示すとともに、各矢印の色が風の速さ（風速）に対応している。これにより、ユーザは、近畿地方の各地点における風向及び風速を知ることができる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：気象庁、“アメダス：近畿地方”、[online]、[2015年2月16日検索]、インターネット、〈<http://www.jma.go.jp/jp/amedas/211.html?elementCode=1>〉

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、どのような手法によって風向及び風速を算出する場合であっても、各手法において風向及び風速を算出するために用いられるサンプル点数及び誤差等がデータの信頼性に大きく影響してくる。よって、そのデータの信頼性を知ることが、非常に重要である。しかしながら、上述した非特許文献1の表示画面によれば、地図上の各地点における風向及び風速については知ることができるものの、各地点に表示される風向及び風速の正確さの度合い（以下、本明細書中において、この正確さの度合いを、信頼度と称する場合もある）については、知ることができない。

[0005] 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、表示器に表示される風向及び風速に関する情報の信頼度を、表示器に表示可能なレーダシステムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] (1) 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システムは、送波部から送波された送信波の反射波から生成される受信信号に基づいて、各地点における風速ベクトル及びその分布である風速ベクトル分布を算出する風速ベクトル算出部と、前記風速ベクトル分布が表示される表示器と、を備えたレーダシステムであって、前記表示器には、前記風速ベクトルの信頼度も表示される。

[0007] (2) 好ましくは、前記レーダシステムは、それぞれが前記送波部を有し、各前記送波部が互いに異なる位置に配置される少なくとも2つのレーダ装置を備え、前記風速ベクトル算出部は、各前記レーダ装置によって受波された前記反射波から生成される受信信号に基づいて前記風速ベクトルを算出する。

[0008] (3) 更に好ましくは、前記レーダシステムは、前記少なくとも2つのレーダ装置が配置される位置に基づいて決定される、前記各地点における前記風速ベクトルの信頼度の分布である風速ベクトル信頼度分布、を記憶する信頼度分布記憶部、を更に備えている。

[0009] (4) 更に好ましくは、前記表示器には、前記風速ベクトル分布に、前記風速ベクトル信頼度分布が重ねて表示される。

[0010] (5) 好ましくは、前記レーダシステムは、デュアルドップラー法を用いて前記風速ベクトルを算出する。

[0011] (6) 好ましくは、前記レーダシステムは、それぞれが前記送波部を有し、各前記送波部が互いに異なる位置に配置される少なくとも3つのレーダ装置を備え、トリプルドップラー法を用いて前記風速ベクトルを算出する。

[0012] (7) 好ましくは、前記レーダシステムは、前記送波部を有する1つのレーダ装置を備え、前記風速ベクトル算出部は、前記送波部から送波された送

信波の反射波から生成される受信信号に基づいて、前記各地点における前記風速ベクトルを算出する。

[0013] (8) 更に好ましくは、前記レーダシステムは、前記各地点における前記風速ベクトル毎に前記信頼度を算出する信頼度算出部、を更に備え、前記表示器には、前記風速ベクトルに対応して前記信頼度が表示される。

[0014] (9) 更に好ましくは、前記風速ベクトル算出部は、簡略化 V V P 法を用いて前記風速ベクトルを算出する。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、表示器に表示される風向及び風速に関する情報の信頼度を算出可能なレーダシステムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態に係る気象レーダシステムのブロック図である。

[図2]図1に示す2つのレーダ装置が配置される位置の一例を示す図である。

[図3]図1に示す各信号処理部によって算出される風向及び風速を示す模式図である。

[図4]図1に示す風速ベクトル算出部によって算出された風速ベクトル分布を示す図である。

[図5]図1に示す誤差率分布記憶部に記憶されている誤差率分布の一例を示す図である。

[図6]表示画像生成部によって生成される画像であって、表示器に表示される表示画像を示す図である。

[図7]変形例に係る気象レーダシステムの表示器に表示される表示画像の一部を拡大して示す図である。

[図8]変形例に係る気象レーダシステムのブロック図である。

[図9]変形例に係る気象レーダシステムの表示器に表示される表示画面の一部を拡大して示す図である。

[図10]変形例に係る気象レーダシステムの表示器に表示される表示画面の一部を拡大して示す図である。

[図11]変形例に係る気象レーダシステムの表示器に表示される表示画面の一部を拡大して示す図である。

[図12]変形例に係る気象レーダシステムの表示器に表示される表示画面の一部を拡大して示す図である。

[図13]変形例に係る気象レーダシステムのブロック図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しつつ説明する。本発明は、風向及び風速を算出するとともに算出した風向及び風速を表示器に表示させる気象レーダシステムとして広く適用することができる。

[0018] 図1は、本発明の実施形態に係る気象レーダシステム1（以下では、単にレーダシステム1と記載する）のブロック図である。また、図2は、図1に示す2つのレーダ装置10、20が配置される位置の一例を示す図である。本実施形態に係るレーダシステム1は、所定エリア内の各地点における水平方向の風向及び風速を、互いに離れた位置に配置された2つのレーダ装置10、20を用いて算出するように構成されている。本実施形態に係るレーダシステム1では、送信波の周波数と、大気中の降水粒子（雨、雪、あられ、ひょう）に反射して帰来する反射波の周波数との差異に基づいて算出されるドップラー速度を用いて、各地点における風速の向き及び大きさ（すなわち風速ベクトルV）が算出される。すなわち、レーダシステム1では、ドップラー速度が観測された地点における風速ベクトルVが算出される。

[0019] レーダシステム1は、図1に示すように、2つのレーダ装置10、20と、風速ベクトル算出部2と、表示画像生成部3と、表示器4と、を備えている。

[0020] 各レーダ装置10、20は、アンテナ11、21と、サーキュレータ12、22と、送信波形生成部13、23と、増幅部14、24と、送信機15、25と、受信機16、26と、バンドパスフィルタ17、27と、増幅部18、28と、信号処理部19、29と、を備えている。各レーダ装置10、20は、設置される位置が異なる点を除いて、同じ構成である。よって以

下では、レーダ装置 10 の構成のみを説明し、レーダ装置 20 の構成の説明を省略する。

[0021] アンテナ 11 は、送信波としての電磁波を送波する送波部として設けられているとともに、送信波の反射波を受波する受波部として設けられている。アンテナ 11 には、送信機 15 から出力された送信信号がサーキュレータ 12 を介して入力される。アンテナ 11 からは、当該送信信号から生成される送信波が送波される。また、アンテナ 11 は、受波した反射波から得られる受信信号を、サーキュレータ 12 を介して受信機 16 へ出力する。

[0022] サーキュレータ 12 は、送波時には、送信機 15 からアンテナ 11 に送信信号が送られる接続に切り替える。また、サーキュレータ 12 は、受波時には、アンテナ 11 によって受波された受信波から得られた受信信号がアンテナ 11 から受信機 16 へ送られる接続に切り替える。

[0023] 送信波形生成部 13 は、アンテナ 11 から送波される送信波の基となる波形を有する送信信号を生成する。送信波形生成部 13 で生成された送信信号は、増幅部 14 によって増幅された後、送信機 15 及びサーキュレータ 12 を介してアンテナ 11 へ出力される。

[0024] 受信機 16 は、アンテナ 11 によって受波された受信波から得られた受信信号を、サーキュレータ 12 を介して受信する。受信機 16 で受信された受信信号は、バンドパスフィルタ 17 によってノイズ等の不要な信号が除去され、増幅部 18 によって増幅された後、信号処理部 19 に出力される。

[0025] 図 3 は、信号処理部 19, 29 によって算出される、ある地点 p での風速ベクトル V_{p10} , V_{p20} を示す模式図である。

[0026] 図 3 を参照して、信号処理部 19 によって算出可能な風速ベクトル（風向及び風速）は、対象地点 P における風速ベクトル V_p のうちの、当該信号処理部 19 が設けられたレー

ダ装置 10 と、対象地点 P とを結ぶ直線に沿った方向 d_{10} の成分 V_{p10} 、のみである。一方、信号処理部 29 によって算出可能な風速ベクトルは、対象地点 P における風速ベクトル V_p のうちの、当該信号処理部 29 が設けられ

たレーダ装置 20 と、風向及び風速が算出される対象地点 P とを結ぶ直線に沿った方向 d_{20} の成分 $V_{p_{20}}$ のみである。ここで、上述のように、レーダ装置 10 とレーダ装置 20 とは、互いに対して異なる位置に配置されているため、信号処理部 19 によって算出可能な風向と、信号処理部 29 によって算出可能な風向とは、その方向が異なる。

[0027] 図 3 を参照して、風速ベクトル算出部 2 は、レーダ装置 10 の信号処理部 19 で算出された風速ベクトル $V_{p_{10}}$ と、レーダ装置 20 の信号処理部 29 で算出された風速ベクトル $V_{p_{20}}$ に基づき、対象地点 P の風速ベクトル V_p を算出する。具体的には、風速ベクトル算出部 2 は、ベクトル $V_{p_{10}}$ とベクトル $V_{p_{20}}$ とを合成することにより、対象地点 P の風速ベクトル V_p を算出する。なお、ここで説明した風速ベクトル V_p の算出手法は、デュアルドップラー法と呼ばれる手法である。

[0028] 図 4 は、風速ベクトル算出部 2 によって算出された風速ベクトル分布 VM を示す図である。風速ベクトル算出部 2 は、上述したベクトル合成処理を、ドップラー速度が観測された各地点について行うことにより、各地点における風速ベクトル V の分布である風速ベクトル分布 VM を生成する。この風速ベクトル分布 VM においては、風速の向きが、図 4 に示す矢印の向きに対応し、風速の大きさが、図 4 に示す矢印の長さに対応している。

[0029] 図 5 は、表示画像生成部 3 の誤差率分布記憶部 5（信頼度分布記憶部）に記憶されている誤差率分布 EM （信頼度分布）の一例を示す図である。また、図 6 は、表示画像生成部 3 によって生成される画像であって、表示器 4 に表示される表示画像を示す図である。

[0030] 本実施形態に係るレーダシステム 1 では、図 3 を用いて上述したデュアルドップラー法を用いて、各地点の風速ベクトル V を算出している。一方、デュアルドップラー法を用いて各地点の風速を算出する場合、2 つのレーダ装置 10、20 に対する風速算出対象地点の位置によって、その地点における風速の誤差の大小が決まる。図 5 を参照して説明すると、図 5 においてドットの密度が高い領域 Z_a は速度誤差率が小さく、ドットの密度が低い領域 Z

cは速度誤差率が大きい。すなわち、領域Z aに含まれる地点の速度ベクトルは、信頼度が高く、領域Z cに含まれる地点の速度ベクトルは、信頼度が低い。具体的には、本実施形態では、領域Z aに含まれる地点の速度ベクトルの速度誤差率は30%未満であり、領域Z bに含まれる地点の速度ベクトルの速度誤差率は30%以上50%未満であり、領域Z cに含まれる地点の速度ベクトルの速度誤差率は50%以上である。本実施形態に係るレーダシステム1の場合、互いに異なる位置に設置された2つのレーダ装置10, 20が設置される位置によって決定する速度誤差率の分布が、誤差率分布EMとして誤差率分布記憶部5に記憶されている。なお、ここで例示した各領域Z a, Z b, Z cに含まれる地点の速度誤差率の範囲（30%以上50%未満、等）は、あくまで一例であり、それ以外の範囲であってもよい。

[0031] 表示画像生成部3は、図6に示すように、風速ベクトル算出部2によって生成された風速ベクトル分布VMと、誤差率分布記憶部5に記憶されている誤差率分布EMとが重ねられた画像を生成する。具体的には、表示画像生成部3は、風速ベクトル分布VMにおいて各レーダ装置10, 20が設置されている位置と、誤差率分布EMにおける2つのレーダ装置10, 20の位置とが一致するように、風速ベクトル分布VMと誤差率分布EMとが重ねられた画像を生成する。表示器4には、当該画像が表示される。これにより、ユーザは、当該表示画面を見て、各地点における風速の誤差率を、一目で把握することができる。例えば、図6を参照して、地点P1は、誤差率分布EMにおける風速の誤差率が30%以内の領域Z aに含まれているため、当該地点P1の風速の誤差は、30%以内であると推測できる。具体的には、地点P1における風速が10 m/sであるとする、当該地点P1の風速は、7～13 m/sの範囲内であると推測できる。一方、地点P2は、誤差率分布EMにおける風速の誤差率が50%以上の領域Z cに含まれているため、当該地点P2の風速の誤差は、50%以上であると推測できる。

[0032] [効果]

以上のように、本実施形態に係るレーダシステム 1 によれば、ドップラー速度が観測される各地点の風速ベクトル V の誤差率が、各地点に対応して算出された風速ベクトル V の信頼度として表示器 4 に表示される。これにより、ユーザは、各地点に対応して算出された風速ベクトル V の正確さの度合（すなわち、風速ベクトル V の信頼度）を知ることができるため、各地点の風速ベクトル V をより正確に把握することができる。

[0033] 従って、レーダシステム 1 によれば、表示器 4 に表示される風速ベクトル V の誤差率（信頼度）を、表示器 4 に表示可能なレーダシステムを提供できる。

[0034] また、レーダシステム 1 によれば、互いに異なる位置に配置された 2 つのレーダ装置 10, 20 によって風速ベクトル V を算出している。こうすると、例えば本実施形態のように、ドップラー速度を利用して風速ベクトル V を算出することができるため、各地点における風速ベクトル V を適切に算出することができる。

[0035] また、レーダシステム 1 によれば、2 つのレーダ装置が配置される位置に基づいて決定される、各地点における風速の誤差率の分布である誤差率分布 EM 、が記憶されている。すなわち、レーダシステム 1 によれば、各地点において算出された風速ベクトル V のそれぞれについて風速の誤差率を算出する必要がない。よって、レーダシステム 1 によれば、各地点における風速の誤差率を算出するための演算負荷を小さくすることができる。

[0036] また、レーダシステム 1 によれば、風速ベクトル分布 VM と誤差率分布 EM とが重ねて表示される。これにより、ユーザは、各地点での風速ベクトル V が実際にどの程度の範囲内に収まっているかを、容易に推測することができる。

[0037] また、レーダシステム 1 によれば、各地点での風速ベクトル V が、いわゆるデュアルドップラー法に基づいて算出されるため、各地点での風速ベクトル V を適切に算出することができる。

[0038] [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。

[0039] (1) 上記実施形態に係るレーダシステム 1 では、風速の誤差率（信頼度）のみが表示されたが、これに限らず、風向の信頼度のみが表示されてもよく、或いは、風速の信頼度及び風向の信頼度の双方が表示されてもよい。

[0040] (2) 図 7 は、変形例に係るレーダシステムの表示器に表示される表示画像の一部を拡大して示す図である。上記実施形態に係るレーダシステム 1 では、信頼度として風速の誤差率分布 E M が表示されたが、これに限らず、その他の信頼度が表示されてもよい。具体的には、図 7 を参照して、例えば、各地点での風速の誤差率がその大きさに応じて（例えば A～D に）ランク分けされ、その A～D のアルファベットが、各地点に表示された風速ベクトル V の矢印付近に表示されてもよい。

[0041] (3) 上記実施形態に係るレーダシステム 1 では、風速ベクトル分布 V M と誤差率分布 E M とを重ねて表示したが、これに限らず、風速ベクトル分布 V M と誤差率分布 E M とを、表示器 4 において別々に表示してもよい。或いは、例えば一例として、ユーザが風速ベクトル分布 V M において所望の地点の風速ベクトルを選択すると、当該地点の速度ベクトルの風速の誤差率が表示されるような構成であってもよい。

[0042] (4) 上記実施形態に係るレーダシステム 1 では、2 つのレーダ装置 1 0 , 2 0 を用いて各地点の風向及び風速を算出したが、これに限らず、1 又は 3 以上のレーダ装置によって、各地点の風向及び風速を算出してもよい。

[0043] (5) 図 8 は、変形例に係るレーダシステム 1 a の構成を示すブロック図である。上記実施形態に係るレーダシステム 1 では、2 つのレーダ装置 1 0 , 2 0 を用いて、いわゆるデュアルドップラー法に基づいて各地点の風向及び風速を算出したが、これに限らない。以下で詳しく説明するレーダシステム 1 a では、いわゆる簡略化 V V P (Velocity Volume Processing) 法に基

づいて、各地点の風向及び風速を算出する。

[0044] なお、上述した簡略化VVP法とは、VVP法を簡略化した手法であって、局所域（小領域、以下では、この局所域を、セルと称する）における風向及び風速を算出可能な手法である。この簡略化VVP法は、局所VAD法とも呼ばれる手法である。簡略化VVP法については、公知の技術であるため、その詳細な説明を省略する。

[0045] レーダシステム1aは、図8に示すように、1台のレーダ装置10aと、風速ベクトル算出部2aと、表示画像生成部3aと、表示器4と、を備えている。1台のレーダ装置10aの構成は、上述した実施形態の各レーダ装置10、20の構成と同様である。一方、風速ベクトル算出部2a及び表示画像生成部3aは、上記実施形態の風速ベクトル算出部2a及び表示画像生成部3aとは、その動作が異なる。以下では、上記実施形態と異なる部分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。

[0046] 風速ベクトル算出部2aは、レーダ装置10aによって計測された、各セルに含まれる複数地点のそれぞれでのドップラー速度、を用いて、各セルの風向及び風速を算出する。具体的には、風速ベクトル算出部2aは、セル内の複数地点のそれぞれでのドップラー速度 V_r と、風の水平速度 u 、 v （ u は東西方向の速度、 v は南北方向の速度）との間に、以下の式が成り立つことを利用して、各セルの風向及び風速を算出する。

[0047] [数1]

$$V_r = u \cdot \cos \theta \sin \phi + v \cdot \cos \theta \cos \phi \quad \cdots (1)$$

[0048] 但し、 θ は仰角、 ϕ は方位角、である。

[0049] 本実施形態の場合、風速ベクトル算出部2aは、それぞれの仰角について、所定間隔の方位角 ϕ_i （ i は自然数であって、セル内に含まれる各地点に対応して付される数）で測定したドップラー速度 V_{r_i} を算出する。そして、風速ベクトル算出部2aは、例えば最小二乗法等を用いて、 V_{r_i} のうち所定条件を満たす V_{r_i} を抽出し、抽出された V_{r_i} が最もフィットするように式（1）の係数 u 、 v を決定する。これにより、各セルにおける風向及び風速が

算出される。なお、所定条件を満たす $V r_i$ とは、係数 u , v が決定された式 (1) に対する離間幅が所定の閾値未満となっている $V r_i$ である。また、以下では、所定条件を満たす $V r_i$ (上述のように抽出された $V r_i$) を有するサンプルを、信頼度算出対象サンプルと称する。

[0050] また、風速ベクトル算出部 2 a は、信頼度算出部 6 を更に備えている。信頼度算出部 6 は、以下で詳しく説明するようにして、各セルに対応して算出された風向及び風速の信頼

度を算出する。やや詳しくは、信頼度算出部 6 は、複数の信頼度 (第 1 から第 4 の信頼度) を 1 から 4 のいずれかの値として算出し、これら複数の信頼度を統合して総合信頼度を A から D のいずれかとして算出する。各信頼度 (第 1 から第 4 の信頼度) では、その値が大きくなるにつれて信頼性が高いデータであることが示される。また、総合信頼度では、D から A へ行くにつれて信頼性が高いデータであることが示される。

[0051] 信頼度算出部 6 は、第 1 信頼度を算出するために、各セルにおいてドップラー速度が算出された地点の数 n_a と、上述した係数 u , v を決定するために用いられた $V r_i$ が算出された地点の数 n_b (すなわち、信頼度算出対象サンプルの数) と、に基づいて、第 1 信頼度を算出する。具体的には、信頼度算出部 6 は、 n_b を n_a で除した値 N_1 の数値に応じて、第 1 信頼度を決定する。例えば一例として、信頼度算出部 6 は、 $N_1 < 0.25$ の場合には第 1 信頼度を 1 とし、 $0.25 \leq N_1 < 0.5$ の場合には第 1 信頼度を 2 とし、 $0.5 \leq N_1 < 0.75$ の場合には第 1 信頼度を 3 とし、 $N_1 \geq 0.75$ の場合には第 1 信頼度を 4 とする。

[0052] また、信頼度算出部 6 は、第 2 信頼度を算出するために、各セルにおける風速の絶対値と、各セルにおける風速の誤差と、に基づいて、第 2 信頼度を算出する。具体的には、信頼度算出部 6 は、セル毎に算出される、風速の誤差を風速の絶対値で除した値 N_2 の数値に応じて、第 2 信頼度を決定する。例えば一例として、信頼度算出部 6 は、 $N_2 \geq 0.5$ の場合には第 2 信頼度を 1 とし、 $0.4 \leq N_2 < 0.5$ の場合には第 2 信頼度を 2 とし、 0.3

$\leq N_2 < 0$ 、4 の場合には第 2 信頼度を 3 とし、 $N_2 \leq 0$ 、3 の場合には、第 2 信頼度を 4 とする。

[0053] また、信頼度算出部 6 は、第 3 信頼度を算出するために、各セルにおける風向誤差の絶対値に基づいて、第 3 信頼度を算出する。例えば一例として、信頼度算出部 6 は、上記風向誤差の絶対値 N_3 が 45 度以上の場合には第 3 信頼度を 1 とし、 N_3 が 30 度以上 45 度未満の場合には第 3 信頼度を 2 とし、 N_3 が 12 度以上 30 度未満の場合には第 3 信頼度を 3 とし、 N_3 が 12 度未満の場合には第 3 信頼度を 4 とする。

[0054] また、信頼度算出部 6 は、第 4 信頼度を算出するために、レーダ位置と各セルの中心点とを結ぶ直線と、各セルに対応して算出された風向とがなす角度に基づいて、第 4 信頼度を算出する。例えば一例として、信頼度算出部 6 は、上記角度 N_4 が 87.5 度以上且つ 90 度以下の場合には第 4 信頼度を 1 とし、 N_4 が 85 度以上且つ 87.5 度未満の場合には第 4 信頼度を 2 とし、 N_4 が 80 度以上且つ 85 度未満の場合には第 4 信頼度を 3 とし、 N_4 が 80 度未満の場合には第 4 信頼度を 4 とする。

[0055] そして、信頼度算出部 6 は、上述のようにして算出した第 1 信頼度から第 4 信頼度の値に基づいて、総合信頼度を算出する。具体的には、信頼度算出部 6 は、第 1 信頼度から第 4 信頼度の合計が 14 から 16 の場合には総合信頼度を A とし、前記合計が 10 から 13 の場合には総合信頼度を B とし、前記合計が 6 から 9 の場合には総合信頼度を C とし、前記合計が 4 又は 5 の場合には総合信頼度を D とする。この総合信頼度は、各セルに対応して算出された風速ベクトル V のそれぞれに対して、算出される。

[0056] 図 7 は、本変形例に係るレーダシステム 1a の表示器 4 に表示される表示画面の一部を拡大して示す図である。本変形例に係るレーダシステム 1a では、各地点に対応して算出された総合信頼度が、A、B、C、D のいずれかのアルファベットとして、各地点の風速ベクトル V 付近に表示される。これにより、ユーザは、A のアルファベットが付されている風速ベクトル V の向き及び大きさについては、信頼性が高いと判断できる。一方、ユーザは、D

のアルファベットが付されている風速ベクトルVの向き及び大きさについては、信頼性が低いと判断できる。

[0057] 以上のように、本変形例に係るレーダシステム1aによれば、1つのレーダ装置10aによって風速ベクトルVを算出することができるため、上記実施形態に係るレーダシステム1の場合と比べて、その構成を簡略化することができる。

[0058] また、レーダシステム1aによれば、各地点での風速ベクトルV毎に信頼度（総合信頼度）が算出され、それらの総合信頼度が各地点での風速ベクトルV付近に表示される。これにより、ユーザは、各地点での風速ベクトルVの信頼度を容易に把握することができる。

[0059] また、レーダシステム1aによれば、簡略化VVP法によって風速ベクトルVが算出されるため、風速ベクトルVを適切に算出することができる。

[0060] また、レーダシステム1aによれば、複数の信頼度（第1から第4の信頼度）を総合的に評価した総合信頼度が算出され、この総合信頼度が各地点の速度ベクトルに対応して表示される。これにより、より高い確度を有する信頼度を算出することができる。

[0061] （6）図8を用いて説明した変形例に係るレーダシステム1aによれば、各地点における風速ベクトルVを、簡略化VVP法によって算出したが、これに限らず、その他の手法によって風速ベクトルVを算出してもよい。例えば一例として、VVP法を用いて風速ベクトルVを算出してもよい。

[0062] （7）図9は、変形例に係るレーダシステムの表示画面の一部を拡大して示す図である。本変形例に係るレーダシステムでは、図8を用いて説明した変形例の信頼度算出部6が算出した値N1の大きさに応じて、各風速ベクトルVに対応して描画された丸印の径の大きさが決定される。これにより、ユーザは、丸印の径が大きければ、当該丸印が付された風速ベクトルVの信頼度が高いと判断できる一方、丸印の径が小さければ、当該丸印が付された風速ベクトルVの信頼度が低いと判断できる。

[0063] （8）図10は、変形例に係るレーダシステムの表示画面の一部を拡大し

て示す図である。本変形例に係るレーダシステムでは、図 8 を用いて説明した変形例の信頼度算出部 6 が算出した N_2 及び N_3 の値に応じて、各速度ベクトルがとり得る風速の向き及び大きさを、エラーバーとして表示する。これにより、ユーザは、各風速ベクトル V の誤差をエラーバーによって直接的に把握することができる。

[0064] (9) 図 11 は、変形例に係るレーダシステムの表示画面の一部を拡大して示す図である。本変形例に係るレーダシステムでは、図 8 を用いて説明した変形例の信頼度算出部 6 が算出した N_4 の値に基づいて、各風速ベクトル V を実線表示又は点線表示する。具体的には、例えば一例として、 N_4 の値が 87.5 度以上且つ 90 度以下となる風速ベクトル V は点線で表示され、 N_4 の値が 87.5 度未満となる風速ベクトル V は実線で表示される。これにより、ユーザは、実線で表示された風速ベクトル V の大きさ及び向きについては信頼性が高いと判断でき、点線で表示された風速ベクトル V の大きさ及び向きについては信頼性が低いと判断できる。

[0065] (10) 図 12 は、変形例に係るレーダシステムの表示画面の一部を拡大して示す図である。図 12 に示すように、表示画面に表示される信頼度の表示方法として、図 9 を用いて説明した丸印と、図 10 を用いて説明したエラーバーと、図 11 を用いて説明した風速ベクトル V の点線表示とを組み合わせてもよい。

[0066] (11) 図 13 は、変形例に係るレーダシステム 1b のブロック図である。上記実施形

態に係るレーダシステム 1 では、2 つのレーダ装置 10, 20 を用いて、いわゆるデュアルドップラー法に基づいて各地点の風向及び風速を算出したが、これに限らない。レーダシステム 1b では、いわゆるトリプルドップラー法に基づいて、各地点の風向及び風速が算出される。

[0067] レーダシステム 1b は、上記実施形態に係るレーダシステム 1b が備える 2 つのレーダ装置 10, 20 の他に、もう 1 つのレーダ装置 30 を備えている。すなわち、レーダシステム 1b は、3 つのレーダ装置 10, 20, 30

を備えている。レーダ装置 30 は、他のレーダ装置 10, 20 と同様、アンテナ 31 と、サーキュレータ 32 と、送信波形生成部 33 と、増幅部 34 と、送信機 35 と、受信機 36 と、バンドパスフィルタ 37 と、増幅部 38 と、信号処理部 39 と、を備えている。レーダ装置 30 が備えるこれらの構成要素の構成及び動作は、レーダ装置 10, 20 が備える各構成要素と同じであるため、その説明を省略する。

[0068] そして、レーダシステム 1 b では、3 つのレーダ装置 10, 20, 30 を用いたトリプルドップラー法を用いることにより、水平方向及び鉛直方向の風向及び風速（すなわち、3 次元空間における風速ベクトル）が算出される。このように、レーダシステム 1 b によれば、水平方向における風向及び風速だけでなく、鉛直方向における風向及び風速も算出できる。レーダシステム 1 b では、少なくとも 1 つのレーダ装置（例えば、レーダ装置 30）が、他のレーダ装置と異なる高さ位置に設置されている。これにより、上述のような鉛直方向における風向及び風速を算出することが可能となる。なお、トリプルドップラー法は公知の技術であるため、その詳細な説明を省略する。

[0069] そして、レーダシステム 1 b でも、上記実施形態の場合と同様、各地点の風速ベクトルの誤差率が、各地点に対応して算出された風速ベクトルの信頼度として表示器 4 に表示される。これにより、上記実施形態の場合と同様、各地点の風速ベクトル V をより正確に把握することができる。

符号の説明

[0070] 1, 1 a, 1 b レーダシステム
2, 2 a 風速ベクトル算出部
4 表示器

請求の範囲

- [請求項1] 送波部から送波された送信波の反射波から生成される受信信号に基づいて、各地点における風速ベクトル及びその分布である風速ベクトル分布を算出する風速ベクトル算出部と、前記風速ベクトル分布が表示される表示器と、を備えたレーダシステムであって、
前記表示器には、前記風速ベクトルの信頼度も表示されることを特徴とする、レーダシステム。
- [請求項2] 請求項1に記載のレーダシステムであって、
それぞれが前記送波部を有し、各前記送波部が互いに異なる位置に配置される少なくとも2つのレーダ装置を備え、
前記風速ベクトル算出部は、各前記レーダ装置によって受波された前記反射波から生成される受信信号に基づいて前記風速ベクトルを算出することを特徴とする、レーダシステム。
- [請求項3] 請求項2に記載のレーダシステムであって、
前記少なくとも2つのレーダ装置が配置される位置に基づいて決定される、前記各地点における前記風速ベクトルの信頼度の分布である風速ベクトル信頼度分布、を記憶する信頼度分布記憶部、を更に備えていることを特徴とする、レーダシステム。
- [請求項4] 請求項3に記載のレーダシステムであって、
前記表示器には、前記風速ベクトル分布に、前記風速ベクトル信頼度分布が重ねて表示されることを特徴とする、レーダシステム。
- [請求項5] 請求項2から請求項4のいずれか1項に記載のレーダシステムであって、デュアルドップラー法を用いて前記風速ベクトルを算出することを特徴とする、レーダシステム。
- [請求項6] 請求項2から請求項4のいずれか1項に記載のレーダシステムであって、
それぞれが前記送波部を有し、各前記送波部が互いに異なる位置に配置される少なくとも3つのレーダ装置を備え、

トリプルドップラー法を用いて前記風速ベクトルを算出することを特徴とする、レーダシステム。

[請求項7]

請求項1に記載のレーダシステムであって、

前記送波部を有する1つのレーダ装置を備え、

前記風速ベクトル算出部は、前記送波部から送波された送信波の反射波から生成される受信信号に基づいて、前記各地点における前記風速ベクトルを算出することを特徴とする、レーダシステム。

[請求項8]

請求項7に記載のレーダシステムであって、

前記各地点における前記風速ベクトル毎に前記信頼度を算出する信頼度算出部、を更に備え、

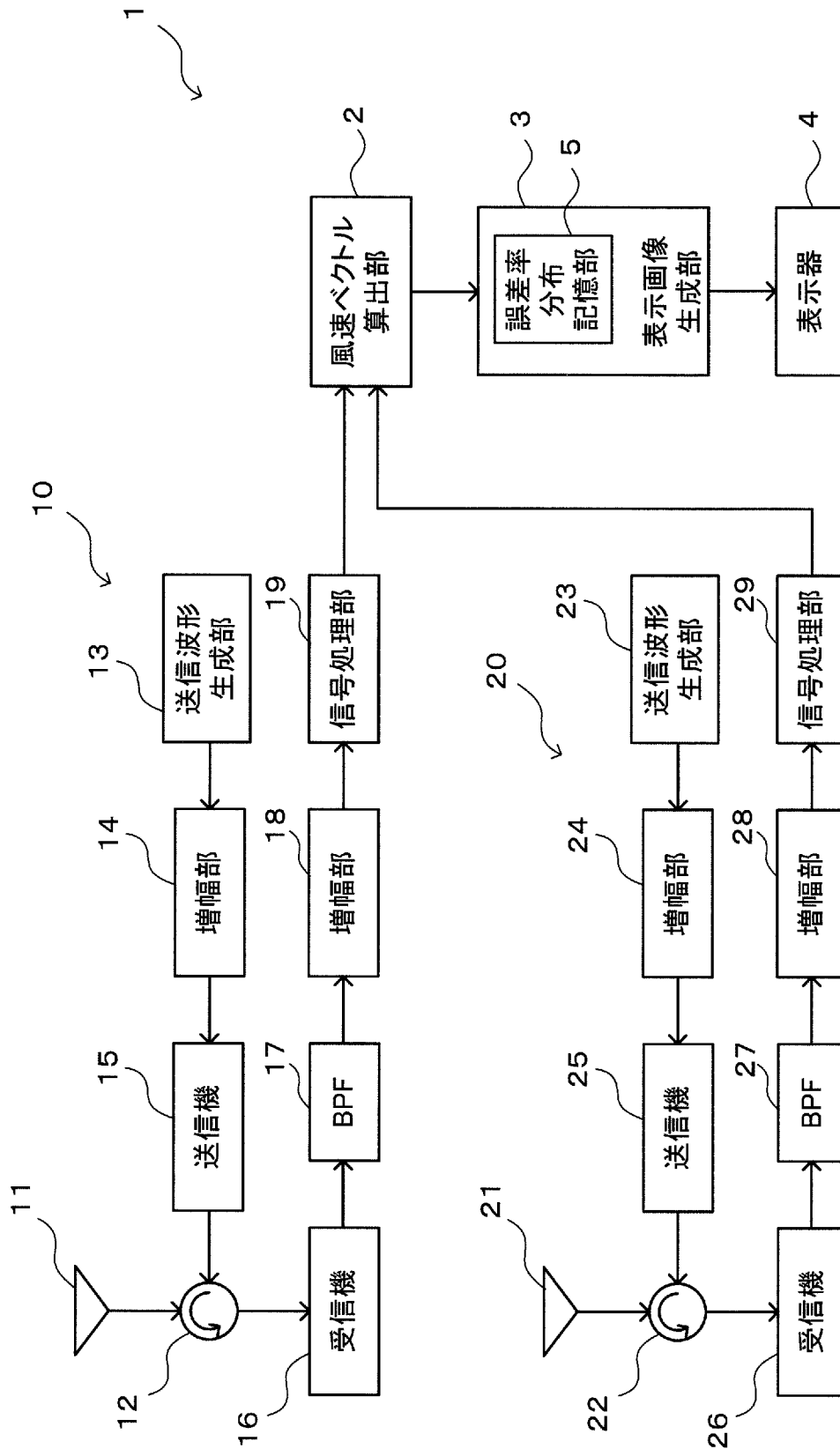
前記表示器には、前記風速ベクトルに対応して前記信頼度が表示されることを特徴とする、レーダシステム。

[請求項9]

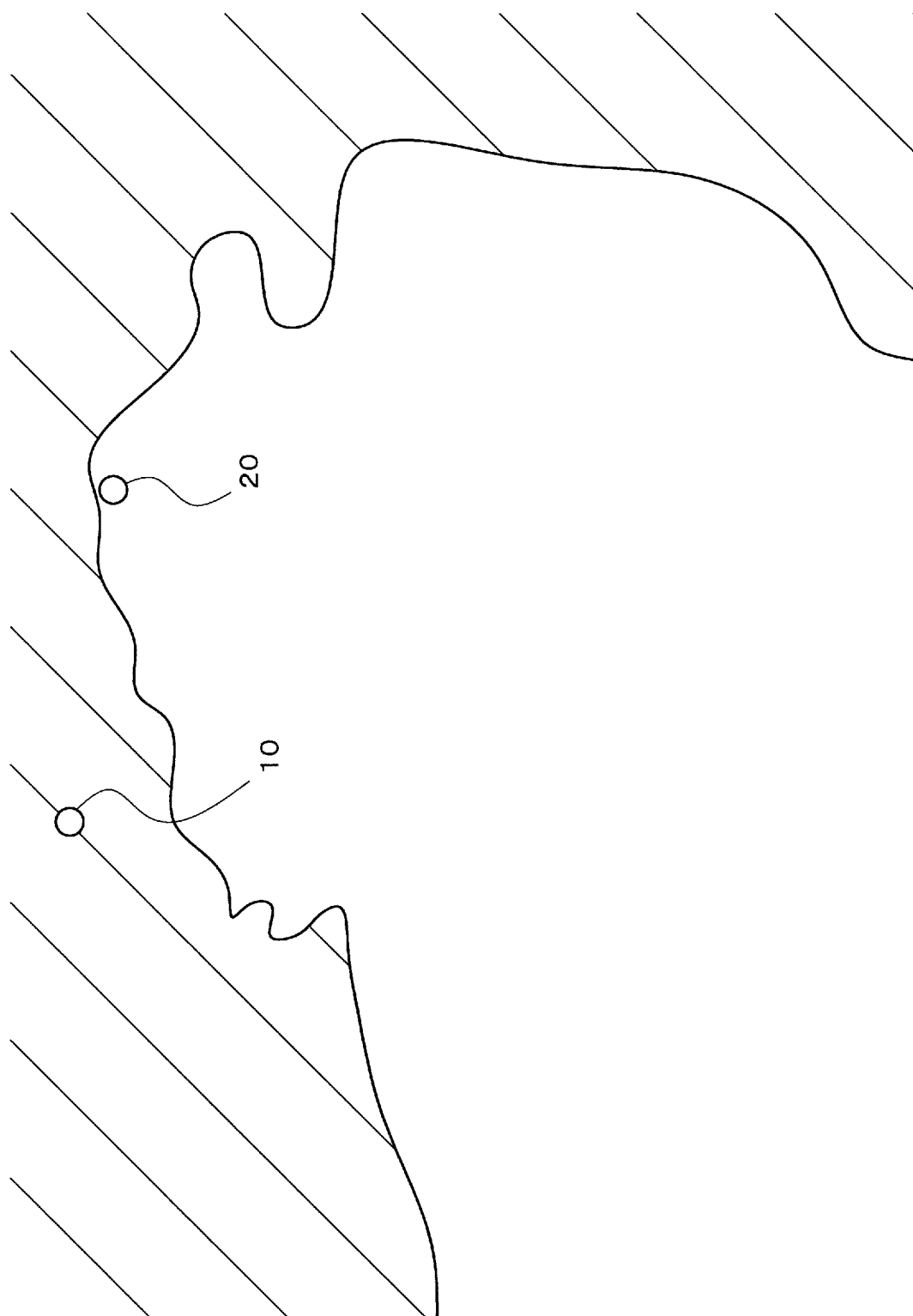
請求項8に記載のレーダシステムであって、

前記風速ベクトル算出部は、簡略化VVV法を用いて前記風速ベクトルを算出することを特徴とする、レーダシステム。

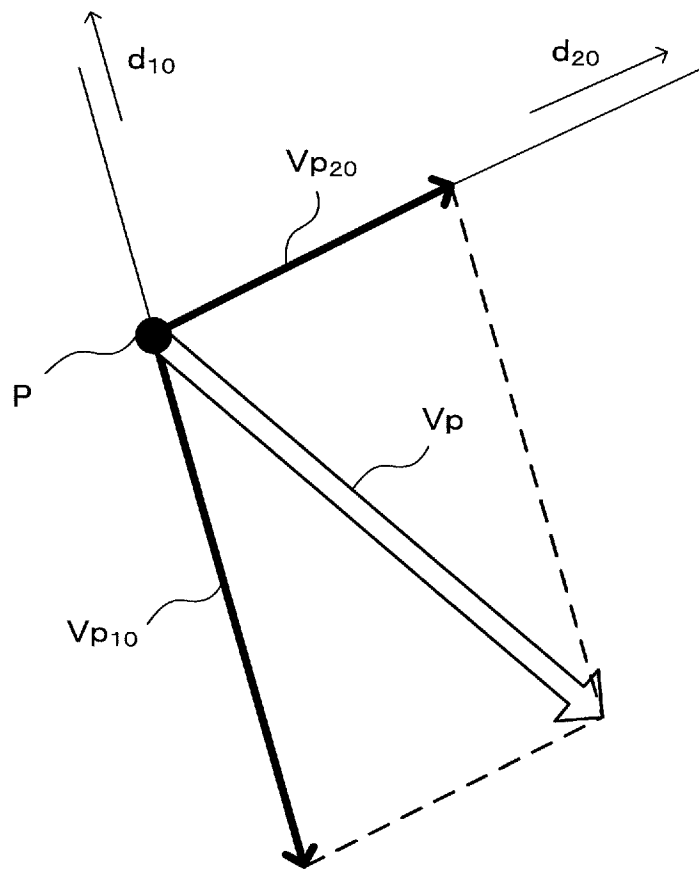
[図1]



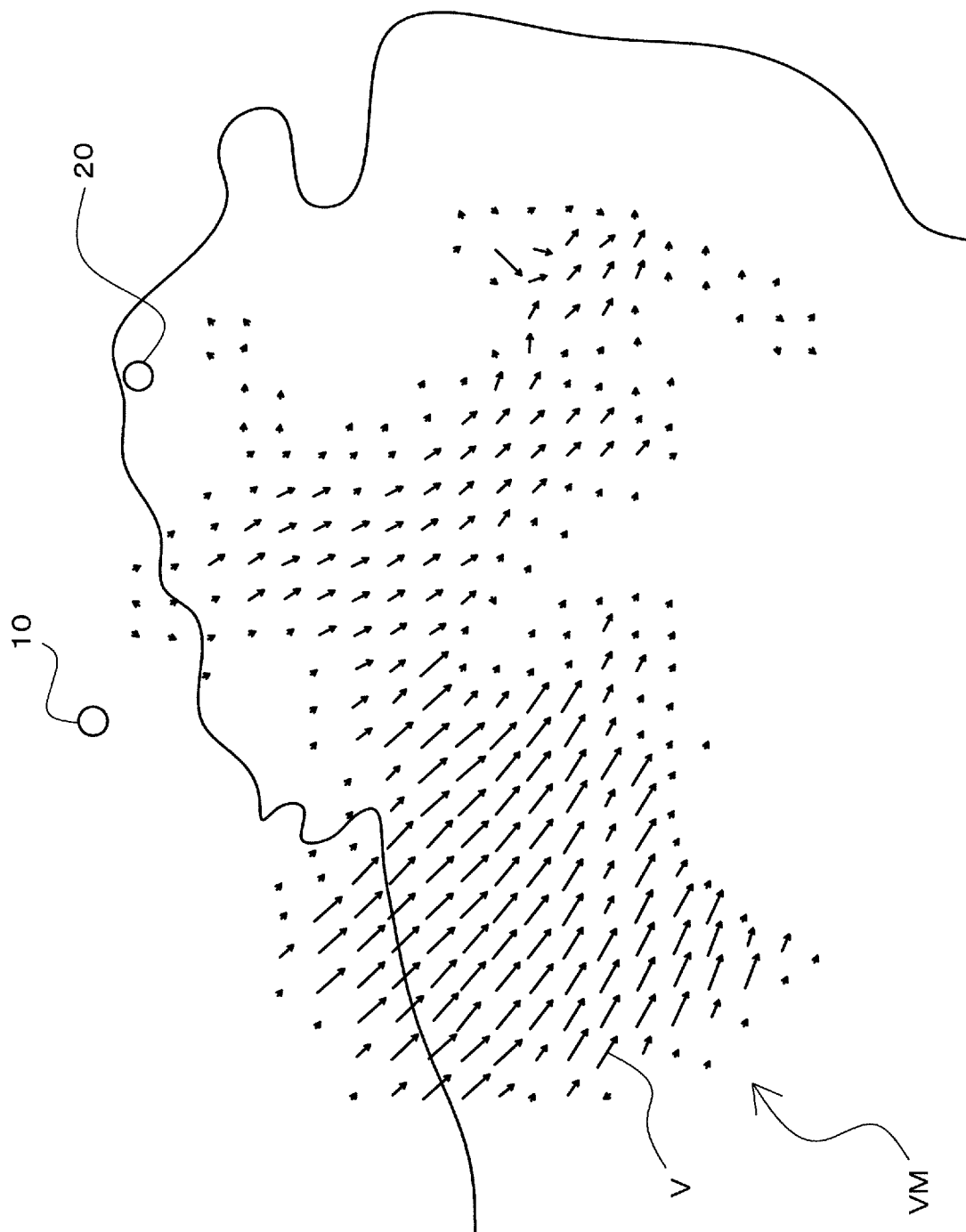
[図2]



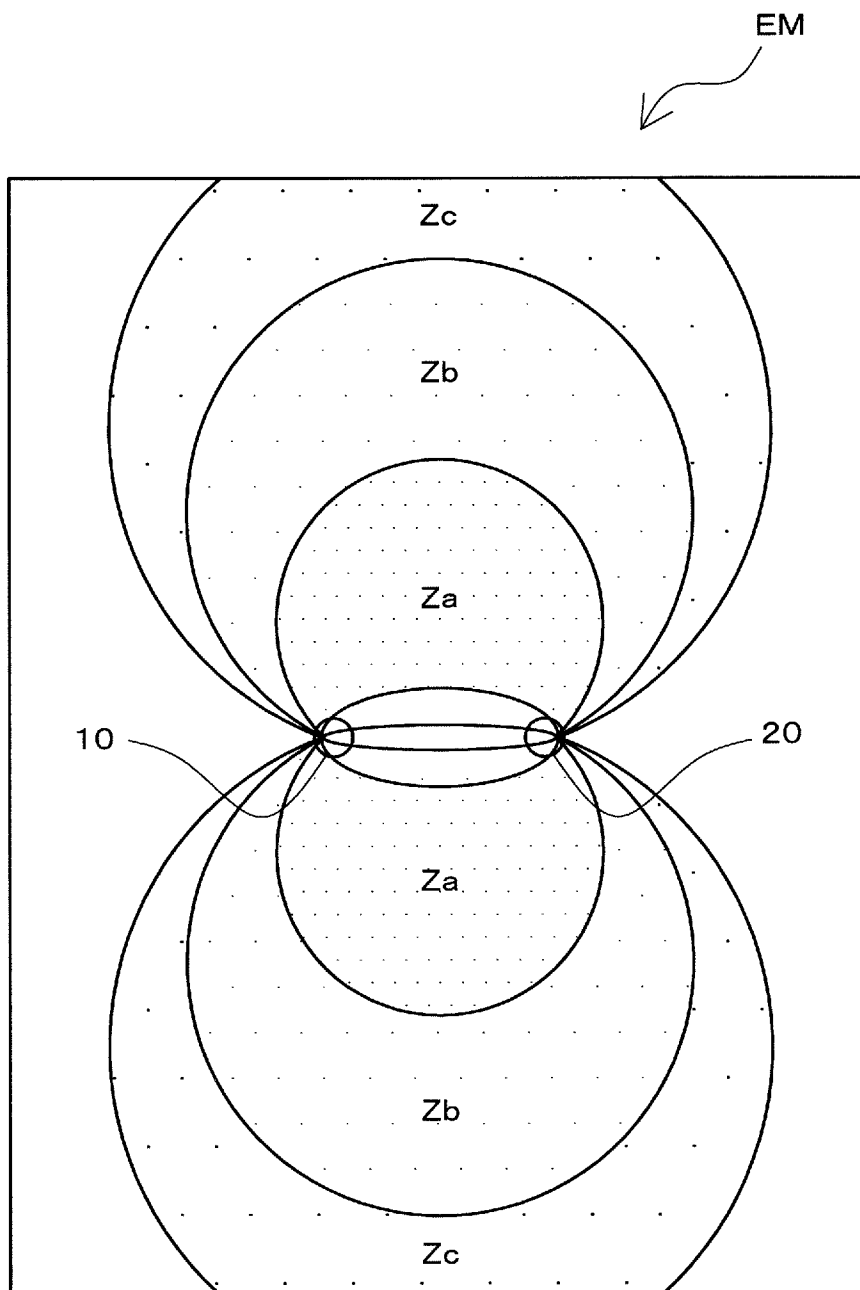
[図3]



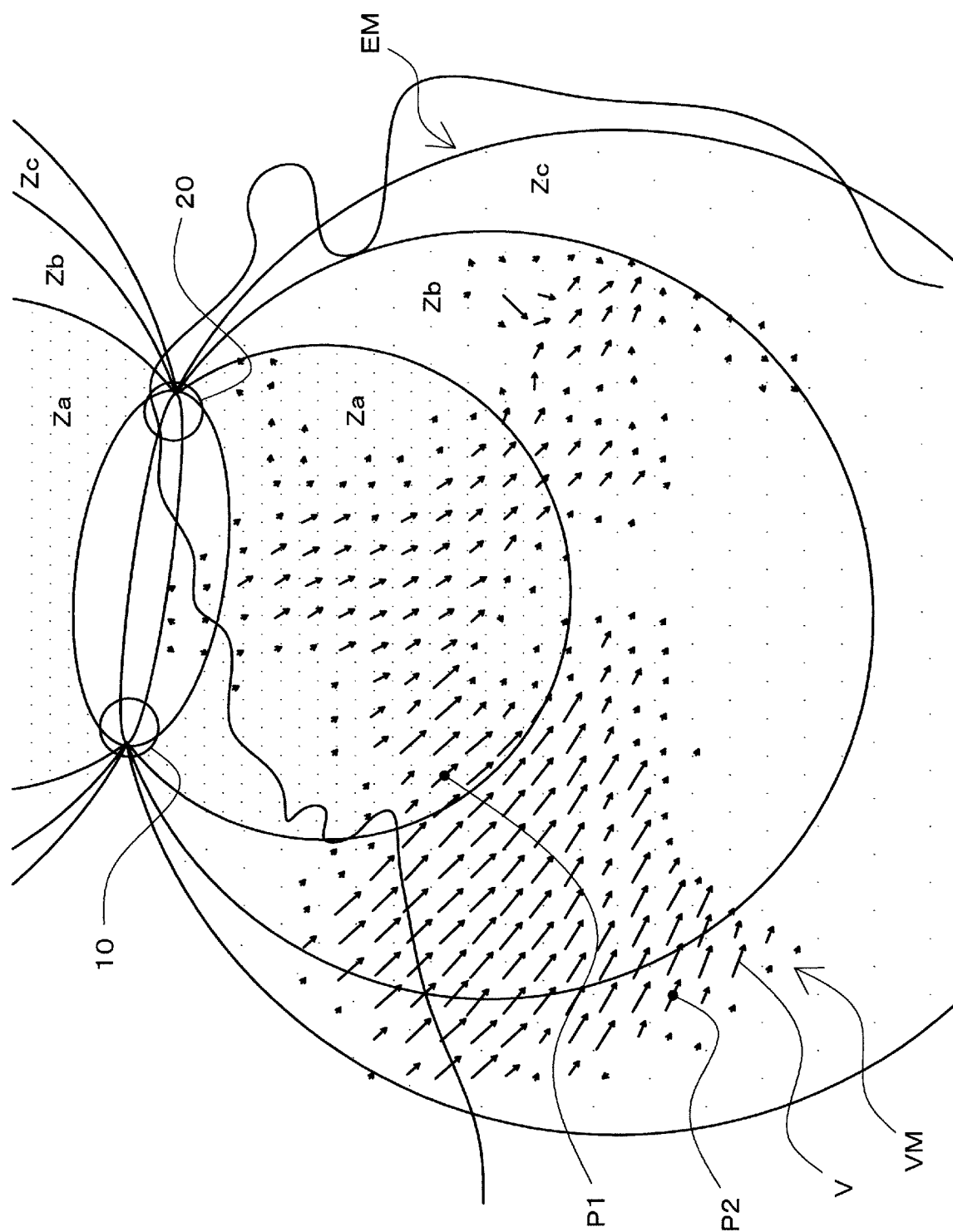
[図4]



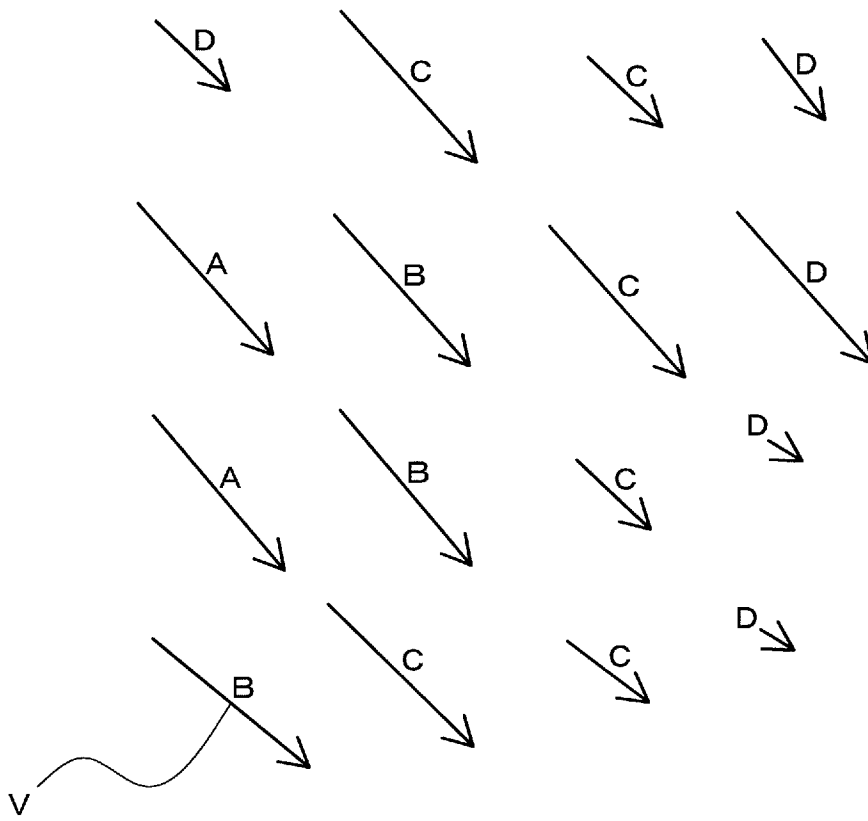
[図5]



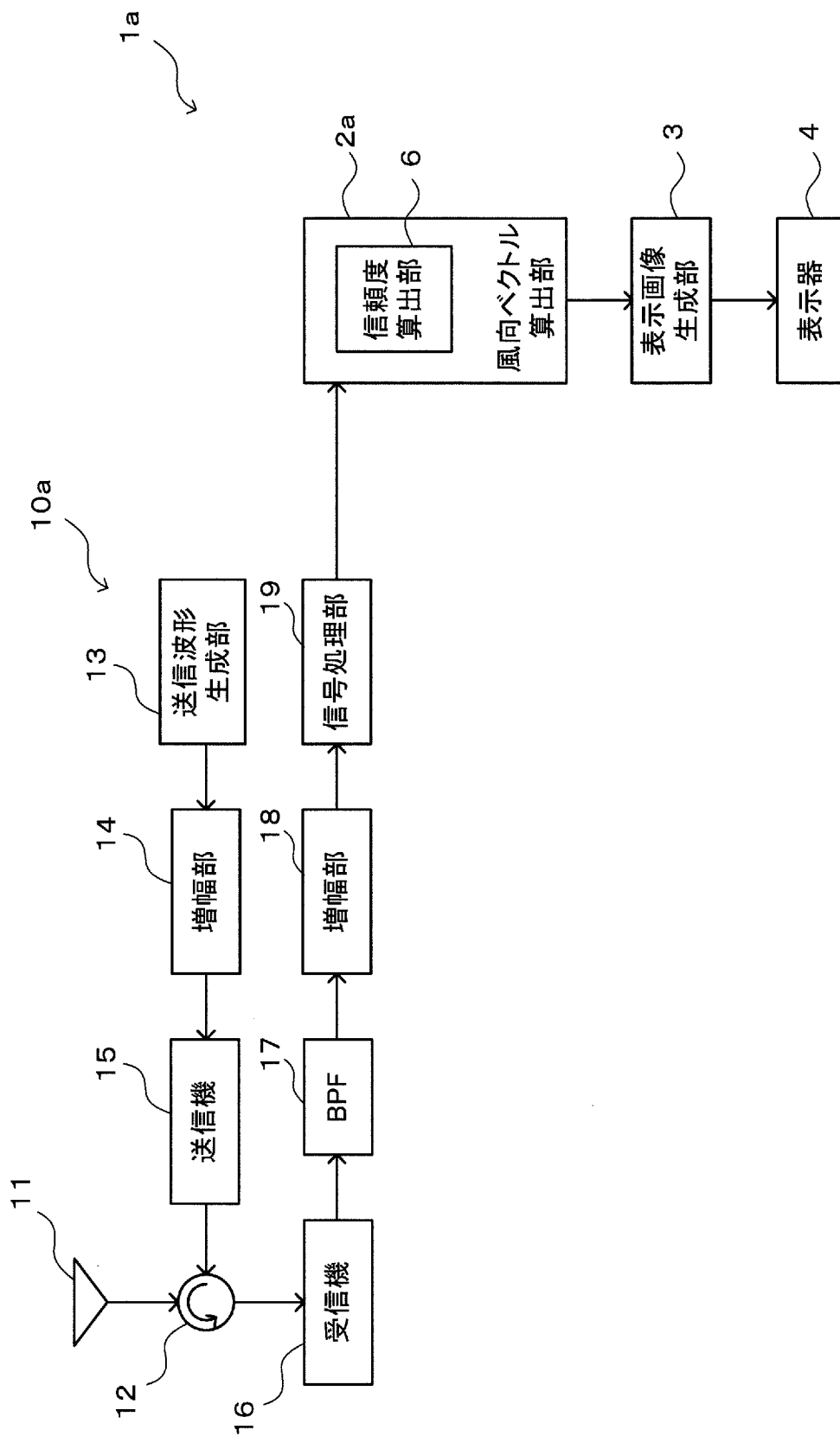
[図6]



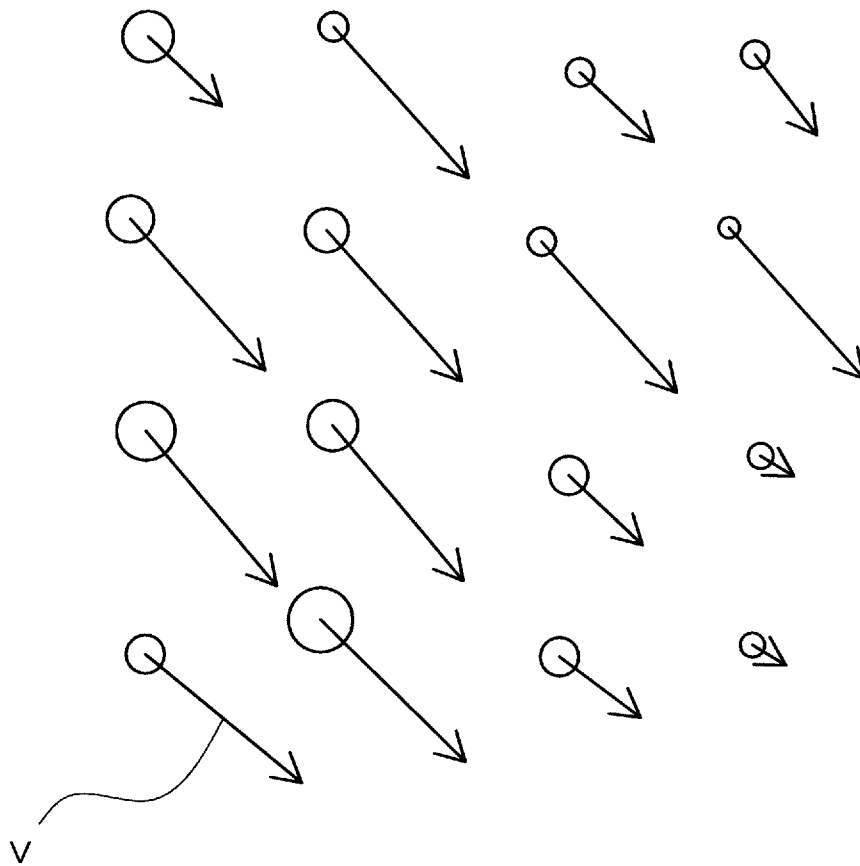
[図7]



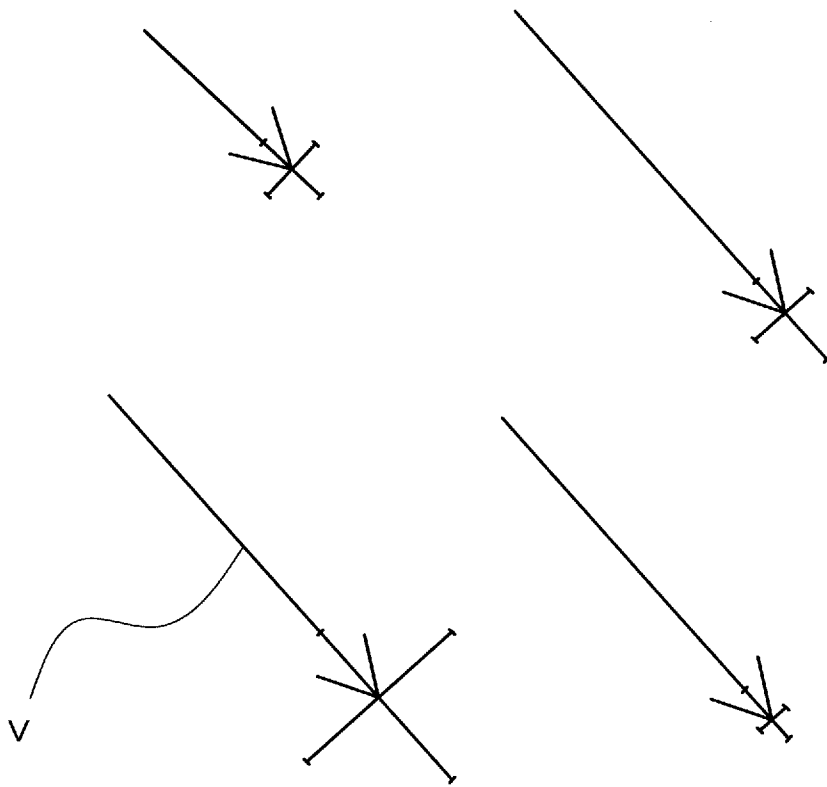
[図8]



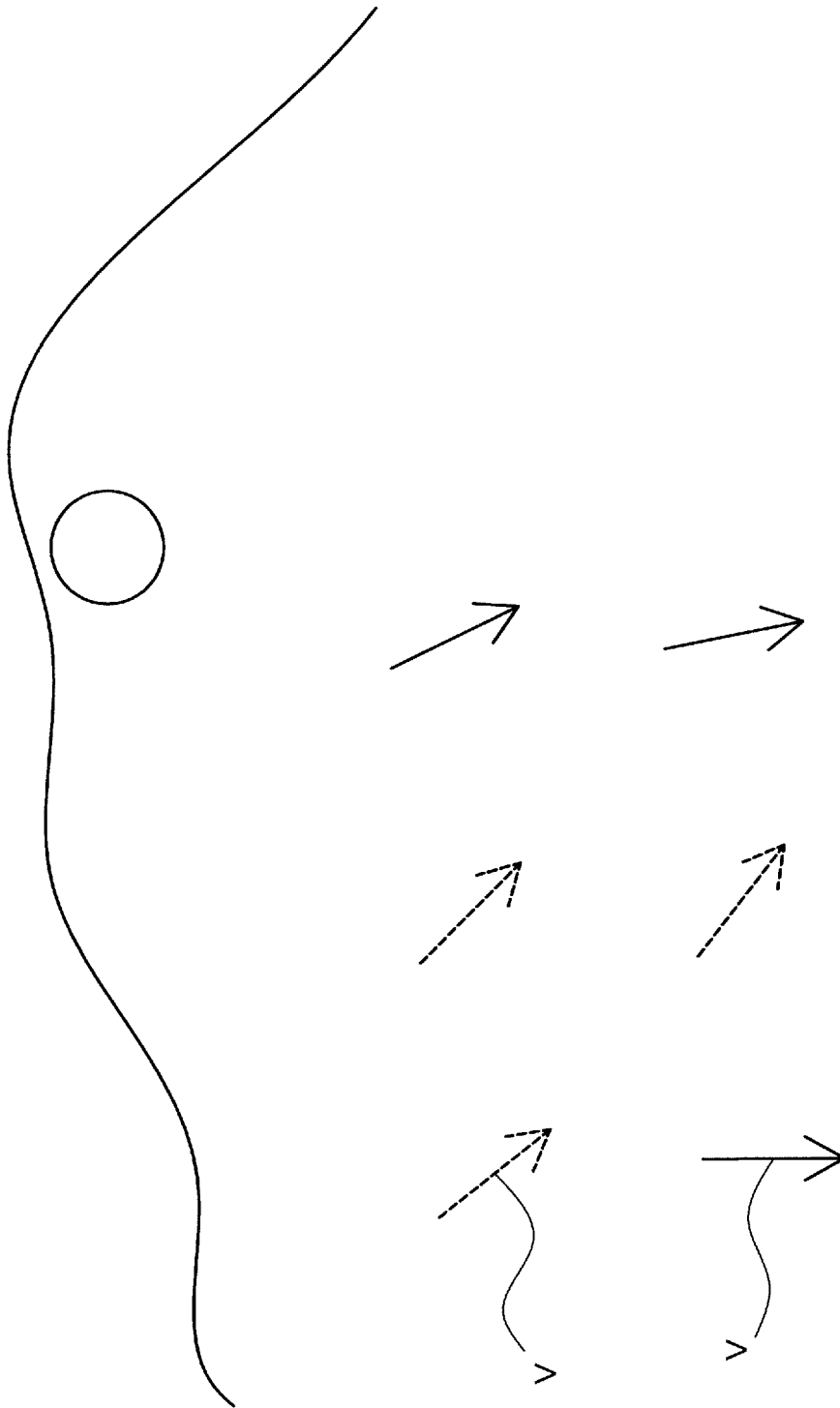
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S13/95(2006.01)i, G01S7/06(2006.01)i, G01W1/00(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)

G01S7/00-7/51, G01S13/00-13/95, G01S17/00-17/95, G01W1/00-1/18

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2004-085472 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 March 2004 (18.03.2004), paragraphs [0004] to [0009], [0062]; fig. 22 & US 2004/0041725 A1 paragraphs [0006] to [0011], [0084]; fig. 22A, 22B & FR 2844057 A	1-9
Y	JP 2010-217077 A (Japan Aerospace Exploration Agency), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraph [0041] (Family: none)	1-9

☒ 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
30 May 2016 (30.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

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/JP2016/057282

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-170859 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 July 2007 (05.07.2007), paragraph [0002] (Family: none)	2-6
A	US 2002/0126039 A1 (DALTON Shelly D.), 12 September 2002 (12.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S13/95(2006.01)i, G01S7/06(2006.01)i, G01W1/00(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. G01S7/00-7/51, G01S13/00-13/95, G01S17/00-17/95, G01W1/00-1/18

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
Y	JP 2004-085472 A（三菱電機株式会社）2004.03.18, [0004] - [0009], [0062], [図22] & US 2004/0041725 A1, [0006]-[0011], [0084], FIG. 22A, FIG. 22B & FR 2844057 A	1-9
Y	JP 2010-217077 A（独立行政法人 宇宙航空研究開発機構）2010.09.30, [0041]（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2007-170859 A（三菱電機株式会社）2007.07.05, [0002]（ファミリーなし）	2-6

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

3 0 . 0 5 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 6 . 2 0 1 6

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）

三田村 陽平

2 S

4 0 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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	US 2002/0126039 A1 (DALTON Shelly D.) 2002. 09. 12, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9