

(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 11 月 17 日(17.11.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/181694 A1

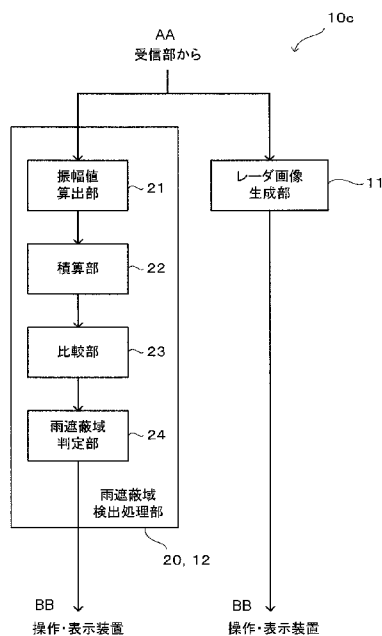
- (51) 国際特許分類:
G01S 13/95 (2006.01) *G01W 1/00* (2006.01)
G01S 7/41 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057287
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 9 日(09.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-098967 2015 年 5 月 14 日(14.05.2015) JP
- (71) 出願人: 古野電気株式会社 (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 浅田 泰暢 (ASADA, Yasunobu); 〒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). 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).

[続葉有]

(54) Title: SHIELDED-REGION DETECTION DEVICE, RADAR DEVICE, METEOROLOGICAL RADAR DEVICE, AND SHIELDED-REGION DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 遮蔽域検出装置、レーダ装置、気象レーダ装置、及び遮蔽域検出方法

[図7]



- 11 Radar image generating unit
20, 12 Rain shielded-region detection processing unit
21 Amplitude value calculation unit
22 Integration unit
23 Comparison unit
24 Rain shielded-region determination unit
AA From reception unit
BB To operation/display device

(57) Abstract: [Problem] To appropriately determine a shielded region which is a region in which precipitation cannot be observed through use of transmission waves. [Solution] The present invention relates to a shielded-region detection device 12 for detecting a shielded-region which is a region in which transmission waves transmitted from a wave transmission unit are shielded. The shielded-region detection device 12 is provided with a comparison subject value calculation unit 22 for calculating a comparison subject value which is a value obtained from an echo signal based on a reflected wave of a transmission wave and corresponds to the distance advanced by the transmission wave, a comparison unit 23 for comparing the comparison subject value and a threshold value, and a shielded-region determination unit 24 for determining a shielded region on the basis of the result of comparison by the comparison unit 23.

(57) 要約: 【課題】送信波によって降水を観測することができない領域である遮蔽域を適切に判定する。【解決手段】送波部から送波される送信波が遮蔽される領域である遮蔽域を検出する遮蔽域検出装置 12 を対象とする。遮蔽域検出装置 12 は、送信波の反射波に基づくエコー信号から得られる値であって送信波が進んだ距離に応じた比較対象値、を算出する比較対象値算出部 22 と、比較対象値と閾値とを比較する比較部 23 と、比較部 23 の比較結果に基づいて遮蔽域を判定する遮蔽域判定部 24 と、を備えている。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

遮蔽域検出装置、レーダ装置、気象レーダ装置、及び遮蔽域検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、送信波が遮蔽される遮蔽域を検出する遮蔽域検出装置、この遮蔽域検出装置を備えたレーダ装置及び気象レーダ装置、並びに遮蔽域検出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、例えば特許文献 1 及び 2 に開示されるような気象レーダ装置が知られている。これらの気象レーダ装置では、アンテナから送波された送信波が雨で反射して帰来する反射波に基づいて、探知範囲の各地点における降水強度を算出している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 6 － 2 2 6 7 1 3 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 3 － 1 9 5 1 6 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述した送信波は、降水域を進むにつれて減衰（電波消散）するため、降水域よりも遠い領域であって送信波が十分に届かない領域（以下、遮蔽域と称する）においては、降水を観測することができない。この遮蔽域を適切に判定することは、当該領域に送信波が十分に届いていないことをユーザに通知することによりユーザが当該領域で降水していないと誤認識することを防止する上で、非常に重要である（遮蔽域では、降水している可能性もある）。しかしながら、上述した特許文献 1 及び 2 には、遮蔽域の判定については、何ら記載されていない。

[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、送信波に

よって降水を観測することができない領域である遮蔽域を適切に判定することである。

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に、この発明のある局面に係る遮蔽域検出装置は、送波部から送波される送信波が遮蔽される領域である遮蔽域を検出する遮蔽域検出装置であって、前記送信波の反射波に基づくエコー信号から得られる値であって、前記送信波が進んだ距離に応じた比較対象値、を算出する比較対象値算出部と、前記比較対象値と閾値とを比較する比較部と、前記比較部での比較結果に基づいて前記遮蔽域を判定する遮蔽域判定部と、を備えている。
- [0007] (2) 好ましくは、前記比較対象値算出部は、前記エコー信号の振幅値を前記送波部側から前記送波部を中心として離れる距離方向に順次積算した値を、前記比較対象値として順次算出する。
- [0008] (3) 好ましくは、前記比較対象値算出部は、前記エコー信号に基づいて算出された降水強度を前記送波部側から前記送波部を中心として離れる距離方向に順次積算した値を、前記比較対象値として順次算出する。
- [0009] (4) 好ましくは、前記送波部は、互いに偏波方向が異なる2つの前記送信波を送波し、前記比較対象値算出部は、2つの前記送信波が降水域で反射して帰来する反射波の偏波間位相差を、前記比較対象値として算出する。
- [0010] (5) 好ましくは、前記遮蔽域判定部は、順次算出された前記比較対象値が前記閾値を超えた場合、該比較対象値が算出された距離以遠の領域を前記遮蔽域として判定する。
- [0011] (6) 好ましくは、前記遮蔽域検出装置は、前記エコー信号からグランドクラッタ成分を除去してグランドクラッタ除去信号を生成するグランドクラッタ除去部と、前記エコー信号から前記グランドクラッタ除去信号を減算した信号としてのグランドクラッタ信号から、そのエコー強度である固定物比較対象値を算出する固定物比較対象値算出部と、前記固定物比較対象値と閾値とを比較する前記比較部と、前記比較部での比較結果に基づいて前記固定

物遮蔽域を判定する固定物遮蔽域判定部とを有している。

[0012] (7) 好ましくは、前記遮蔽域検出装置は、前記遮蔽域判定部によって判定された前記遮蔽域に関する情報を外部装置に出力する。

[0013] (8) 更に好ましくは、前記遮蔽域検出装置は、前記遮蔽域判定部によって判定された前記遮蔽域に関する情報を前記外部装置としての表示装置に出力し、該表示装置には前記遮蔽域に関する情報が表示される。

[0014] (9) 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遮蔽域検出装置を備えている。

[0015] (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レーダ装置としての気象レーダ装置は、気象に関する情報と前記遮蔽域に関する情報とが表示される表示装置を有している。

[0016] (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遮蔽域検出方法は、送波部から送波される送信波が遮蔽される領域である遮蔽域を検出する遮蔽域検出方法であって、前記送信波の反射波に基づくエコー信号から得られる値であって、前記送信波が進んだ距離に応じた比較対象値、を算出するステップと、前記比較対象値と閾値とを比較するステップと、前記比較するステップでの比較結果に基づいて前記遮蔽域を判定するステップと、を含む。

[0017] また、他の局面に係る遮蔽域検出装置は、送信波が遮蔽される領域である遮蔽域を検出する遮蔽域検出装置であって、前記送信波の反射波に基づくエコー信号からグラウンドクラッタ成分を除去してグラウンドクラッタ除去信号を生成するグラウンドクラッタ除去部と、前記エコー信号から前記グラウンドクラッタ除去信号を減算してグラウンドクラッタ信号を生成する減算部と、前記グラウンドクラッタ信号と閾値とを比較する比較部と、前記比較部での比較結果に基づいて前記遮蔽域を判定する遮蔽域判定部と、を備えている。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、送信波によって降水を観測することができない領域である遮蔽域を適切に判定できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施形態に係る気象レーダ装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図 1 に示す信号処理部の構成を示すブロック図である。

[図3]図 1 に示す操作・表示装置に表示されるレーダ画像の一例を示す図である。

[図4]図 2 に示す積算部によって順次、算出される積算値について説明するためのグラフである。

[図5]変形例に係る気象レーダ装置の信号処理部の構成を示すブロック図である。

[図6]変形例に係る気象レーダ装置の信号処理部の構成を示すブロック図である。

[図7]変形例に係る気象レーダ装置の信号処理部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] 図 1 は、本発明の実施形態に係る遮蔽域検出処理部 12（遮蔽域検出装置）を含む気象レーダ装置 1 の構成を示すブロック図である。以下では、本発明の実施形態に係る気象レーダ装置 1 について、図を参照して説明する。図 1 に示す気象レーダ装置 1 は、所定エリア内の各地点における降水強度を算出可能に構成されている。

[0021] [全体構成]

気象レーダ装置 1 は、図 1 に示すように、アンテナ 2 と、送受信装置 3 と、信号処理部 10 と、操作・表示装置 4（外部装置、表示装置）とを備えている。

[0022] アンテナ 2 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 2 は、物標からの反射波を受波するように構成されている。アンテナ 2 から送波された送信波は、距離方向（アンテナ 2 を中心とした径方向）に向かって進む一方、その途中に物標（本実施形態

の場合、雨、構造物等）が存在する場合には当該物標で反射して受信波としてアンテナ 2 に帰来する。気象レーダ装置 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、気象レーダ装置 1 は、該気象レーダ装置 1 を基準とした物標までの距離、を検出することができる。アンテナ 2 は、水平面上で 360° 回転可能、且つ仰角 ϕ を $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で変更可能に構成されている。アンテナ 2 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）、電波の送受波を所定のタイミング毎に繰り返し行うように構成されている。以上の構成で、気象レーダ装置 1 は、気象レーダ装置 1 周辺の降水の観測を、水平面上の 360° 及び仰角 $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲にわたり（すなわち、半球状の範囲内で）行うことができる。アンテナ 2 で受波された反射波は、電気信号に変換された後、受信部 7 に出力される。

[0023] 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水平面上の 360° 及び仰角 $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で動かす動作を「スキャン」と呼ぶ。

[0024] 送受信装置 3 は、送受切替部 5 と、送信部 6 と、受信部 7 とを備えている。送受切替部 5 は、送信時には、送信部 6 からアンテナ 2 に送信信号が送られる接続に切り替える。また、送受切替部 5 は、受信時には、アンテナ 2 からの電気信号が受信部 7 に送られる接続に切り替える。

[0025] 送信部 6 は、操作・表示装置 4 において設定された条件に基づいて生成した送信信号を、送受切替部 5 を介してアンテナ 2 に対して出力する。本実施形態の送信部 6 は、アンテナ 2 から送波される送信波の基となる送信信号をアンテナ 2 に出力する。

[0026] 受信部 7 は、アンテナ 2 から送られた電気信号を増幅し、増幅した受信信号を A/D 変換する。その後、受信部 7 は、デジタル信号に変換された受信信号を、信号処理部 10 に対して出力する。なお、信号処理部 10 に出力される受信信号は、そのエコー強度がアンテナ 2 からの距離に応じて補正され

たものである。

[0027] 信号処理部 10 は、受信部 7 から出力される受信信号を処理する。信号処理部 10 は、レーダ画像生成部 11 と、遮蔽域検出処理部 12 と、を備えている。

[0028] レーダ画像生成部 11 は、受信部 7 から出力される受信信号を処理し、気象レーダ装置 1 を中心とした半球状の所定範囲の各地点における降水に起因するエコーの強度からレーダ画像を生成する。レーダ画像生成部 11 は、レーダ画像を、所定のタイミング毎に生成する。レーダ画像生成部 11 によって生成されたレーダ画像は、順次、操作・表示装置 4 に出力される。これにより、操作・表示装置 4 には、最新の雨レーダ画像が表示される。

[0029] 遮蔽域検出処理部 12 は、降水強度の観測可能エリア内に存在する遮蔽域を検出するための処理を行う。遮蔽域とは、遮蔽物よりも遠方の領域であって、アンテナ 2 から送波された送信波が遮蔽物によって遮蔽されることで送信波による雨の観測ができない領域をいう。上述した遮蔽物としては、ビル等の構造物、山、或いは雨等が挙げられる。遮蔽域検出処理部 12 の構成及び動作については、詳しくは後述する。

[0030] 図 3 は、操作・表示装置 4 に表示されるレーダ画像の一例を示す図である。操作・表示装置 4 では、気象レーダ装置 1 を中心とした所定範囲内の各地点の降水強度が、その降水強度に対応した色調によって表される。具体的には、例えば一例として、1 時間あたりの降水強度が 50 mm 以上の地点が赤、20 mm 以上 50 mm 未満の地点が黄、1 mm 以上 20 mm 未満の地点が青、で表される。なお、図 3 に示す例では、降水強度をドットの濃度に対応させて示している。

[0031] また、操作・表示装置 4 では、遮蔽域検出処理部 12 によって検出された遮蔽域 Z_r 、 Z_s の範囲が表示される。具体的には、例えば一例として、遮蔽域 Z_r 、 Z_s は、図 3 を参照して、破線によって囲まれた領域として示される。ユーザは、当該破線で囲まれた範囲を、遮蔽域 Z_r 、 Z_s として認識

できる。

[0032] [遮蔽域検出処理部の構成]

遮蔽域検出処理部 12 は、送信波による降水強度の観測を行うことができない領域である遮蔽域を検出するための処理を行う。遮蔽域検出処理部 12 は、雨遮蔽域検出処理部 20 と、固定物遮蔽域検出処理部 13 と、を備えている。

[0033] 雨遮蔽域検出処理部 20 は、遮蔽物としての雨による遮蔽域を検出するための処理を行う。雨遮蔽域検出処理部 20 は、振幅値算出部 21 と、積算部 22（比較対象値算出部）と、比較部 23 と、雨遮蔽域判定部 24 と、を有している。

[0034] 振幅値算出部 21 は、受信部 7 から出力されたエコー信号の振幅値を、気象レーダ装置 1 に近い側のサンプル点から遠い側へ向かって順に、算出する。振幅値算出部 21 は、このような算出処理を、スイープ毎（方位毎及び仰角毎）に行う。振幅値算出部 21 は、順次算出した各サンプル点の振幅値を、順次、積算部 22 に出力する。

[0035] 図 4 は、積算部 22 によって算出される積算値の時間変化を示すグラフである。積算部 22 は、振幅値算出部 21 から出力される振幅値を順次積算し、その積算値を都度、比較部 23 へ出力する。

[0036] 比較部 23 は、積算部 22 から順次出力される積算値を、第 1 閾値 Thr_1 と順次比較する。比較部 23 は、その比較結果（積算値が第 1 閾値 Thr_1 以下か、又は積算値が第 1 閾値 Thr_1 を超えているか）を都度、雨遮蔽域判定部 24 へ出力する。

[0037] 雨遮蔽域判定部 24 は、比較部 23 での比較結果に基づき、雨に起因する遮蔽域 Z_r を判定する。具体的には、雨遮蔽域判定部 24 は、積算値が第 1 閾値 Thr_1 以下の場合、その積算値が算出された地点を、遮蔽域 Z_r と判定しない。一方、雨遮蔽域判定部 24 は、その積算値が第 1 閾値 Thr_1 を超えた場合、その積算値が算出された地点以遠の領域を、遮蔽域 Z_r として判定する。図 4 を参照して説明すると、雨遮蔽域判定部 24 は、距離 r より

も近い位置での積算値は第1閾値 Thr_1 を超えていないため、気象レーダ装置

1からの距離が r までの領域については、遮蔽域 Z_r と判定しない。一方、雨遮蔽域判定部24は、距離 r 以遠の領域を遮蔽域 Z_r と判定する。雨遮蔽域判定部24は、このような判定処理を、各スweepにおいて行う。

[0038] 固定物遮蔽域検出処理部13は、遮蔽物としての固定物（山、ビル等の構造物等）に起因する遮蔽域 Z_s （固定物遮蔽域）を検出するための処理を行う。固定物遮蔽域検出処理部13は、グランドクラッタ除去部14（図2ではGCR部と記載）と、減算部15（固定物比較対象値算出部）と、比較部16と、固定物遮蔽域判定部17と、を有している。

[0039] グランドクラッタ除去部14は、受信部7から出力されるエコー信号のうち、山、ビル等の構造物等として設けられる固定物に起因するクラッタ（いわゆるグランドクラッタ）を除去するように構成されている。グランドクラッタ除去部14には、例えば、MTI (Moving Target Indicator) フィルタ、或いはハイパスフィルタ等が用いられる。グランドクラッタ除去部14によってグランドクラッタが除去されたエコー信号は、グランドクラッタ除去信号として、減算部15に出力される。

[0040] 減算部15は、受信部7から出力されるエコー信号からグランドクラッタ除去信号を減算する。エコー信号は、雨に起因するエコー信号とグランドクラッタとで構成されているため、減算部15での減算結果は、グランドクラッタ成分（固定物に起因する成分、固定物比較対象値）に相当することになる。減算部15は、受信部7からのエコー信号及びグランドクラッタ除去信号において、距離的に対応するサンプル点同士のエコー強度の差を算出する処理を行う。

[0041] 比較部16は、減算部15から出力された減算値を第2閾値 Thr_2 と比較する。比較部16は、その比較結果（減算値が第2閾値 Thr_2 以下か、又は積算値が第2閾値 Thr_2 を超えているか）を都度、固定物遮蔽域判定部17へ出力する。

[0042] 固定物遮蔽域判定部 17 は、比較部 16 での比較結果に基づき、固定物に起因する遮蔽域 Z_s を判定する。具体的には、固定物遮蔽域判定部 17 は、積算値が第 2 閾値 Thr_2 以下の場合、その減算値が算出された地点を、遮蔽域と判定しない。一方、固定物遮蔽域判定部 17 は、その減算値が第 2 閾値 Thr_2 を超えた場合、その減算値が算出された地点以遠の領域を、遮蔽域として判定する。

[0043] 上述のようにして雨遮蔽域検出処理部 20 によって検出された雨に起因する遮蔽域 Z_r は、図 3 に示すように、破線で囲まれた領域として操作・表示装置 4 に表示される。これにより、ユーザは、当該領域 Z_r では降雨の観測が不可能であることを認識できるため、当該領域 Z_r で雨が降っていないと一義的に誤認識することなく、雨が降っている可能性についても考慮することができる。

[0044] また、上述のようにして固定物遮蔽域検出処理部 13 によって検出された固定物 S_t (図 3 参照) に起因する遮蔽域 Z_s は、図 3 に示すように、破線で囲まれた領域として操作・表示装置 4 に表示される。これにより、ユーザは、当該領域 Z_s では降雨の観測が不可能であることを認識できるため、当該領域 Z_s で雨が降っていないと一義的に誤認識することなく、雨が降っている可能性についても考慮することができる。なお、図 3 で図示する固定物 S_t を示す一点鎖線は、便宜上図示したものであり、実際の操作・表示装置 4 では表示されない。

[0045] [効果]

以上のように、本実施形態に係る気象レーダ装置 1 の遮蔽域検出処理部 12 では、雨に起因する遮蔽物によって生成される遮蔽域 Z_r が検出される。これにより、気象レーダ装置 1 によって降水を観測することができない領域を把握することができるため、ユーザが一義的に、当該領域 Z_r において降水が観測されていないと判断してしまうことを防止できる。

[0046] また、遮蔽域検出処理部 12 では、遮蔽域 Z_r を判定するための比較対象

値を、送信波が進んだ距離に応じた値（本実施形態の場合、エコー振幅値の積算値）としている。遮蔽域 Z_r は、送信波が降水域を進むことにより徐々に減衰して届かなくなる領域であるため、本実施形態のように、比較対象値を、送信波が進んだ距離に応じた値とすることで、遮蔽域 Z_r を適切に判定することができる。

[0047] 従って、遮蔽域検出処理部12によれば、遮蔽域 Z_r を適切に判定することができる。

[0048] また、遮蔽域検出処理部12では、受信部7から出力されたエコー信号の振幅値を、サンプル番号順に（すなわち、気象レーダ装置1に近い側のサンプルから遠い側に向かって順に）積算した積算値を、上述した比較対象値として算出している。これにより、比較対象値を、受信部7から出力されたエコー信号の振幅値によって容易に求めることができる。

[0049] また、遮蔽域検出処理部12では、順次算出された積算値が第1閾値 T_{hr1} を超えた場合、その積算値が算出された距離以遠の領域を遮蔽域 Z_r として判定している。こうすると、該積算値が算出された距離以遠のサンプルのエコー信号の振幅値を積算する必要がなくなるため、遮蔽域検出処理部12にかかる演算負荷を軽減することができる。

[0050] また、遮蔽域検出処理部12では、エコー信号をグラウンドクラッタ除去信号で減算したグラウンドクラッタ信号のエコー強度に基づいて、固定物（山、構造物等）よりも遠い側にある遮蔽域 Z_s を検出している。これにより、固定物に起因する遮蔽域 Z_s を適切に判定することができる。

[0051] また、気象レーダ装置1では、遮蔽域 Z_r 、 Z_s に関する情報が外部装置に出力されるため、当該外部装置（本実施形態の場合、操作・表示装置4）によって前記遮蔽域 Z_r 、 Z_s を把握することができる。また、気象レーダ装置1では、外部装置としての操作・表示装置4に遮蔽域 Z_r 、 Z_s が表示されるため、ユーザは、視覚的に容易に遮蔽域 Z_r 、 Z_s の位置、大きさ等を把握することができる。

[0052] また、気象レーダ装置1では、適切に遮蔽域 Z_r 、 Z_s を検出可能な遮蔽

域検出処理部 12 を有するレーダ装置を構成することができる。

[0053] また、気象レーダ装置 1 では、検出された遮蔽域 Z_r 、 Z_s が気象に関する情報としてのレーダ画像上に重ねて表示されるため、ユーザは、当該レーダ画像を見ることにより、遮蔽域 Z_r 、 Z_s を把握することができる。そして、このように遮蔽域 Z_r 、 Z_s を把握することにより、ユーザは、当該領域 Z_r 、 Z_s に雨が観測されない原因が、送信波が当該領域 Z_r 、 Z_s に十分に届いていないことであると理解でき、当該領域 Z_r 、 Z_s において降水している可能性についても考慮することができる。

[0054] [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。

[0055] (1) 図 5 は、変形例に係る気象レーダ装置の信号処理部 10a の構成を示すブロック図である。本変形例の信号処理部 10a は、上述した実施形態の信号処理部 10 と比べて、雨遮蔽域検出処理部 25 の構成が異なっている。

[0056] 本変形例の雨遮蔽域検出処理部 25 は、降水強度算出部 26 と、積算部 27 (比較対象値算出部) と、比較部 28 と、雨遮蔽域判定部 29 と、を有している。

[0057] 降水強度算出部 26 は、受信部 7 から出力されたエコー信号に基づき、各地点における単位時間当たりの降水量である降水強度を算出する。降水強度算出部 26 は、例えば、Kdp 法等を用いて、各地点の降水強度を算出する。降水強度算出部 26 は、この算出処理を、スイープ毎 (方位毎及び仰角毎) に行う。降水強度算出部 26 は、順次算出した各サンプル点の降水強度を、順次、積算部 27 に出力する。

[0058] ここで、Kdp 法とは、水平偏波及び垂直偏波の伝搬位相差の微分値を用いて降水強度を算出する手法である。なおここでは、Kdp 法を用いて降水強度を算出する例を挙げて説明したが、これに限らず、その他の手法 (例え

ばZ h法)を用いて降水強度を算出してもよい。

[0059] 積算部27は、降水強度算出部26から出力される降水強度を順次積算し、その積算値を都度、比較部28へ出力する。

[0060] 比較部28は、積算部27から順次出力される積算値を閾値と順次比較する。比較部28は、その比較結果を都度、雨遮蔽域判定部29へ出力する。

[0061] 雨遮蔽域判定部29は、比較部28での比較結果に基づき、雨に起因する遮蔽域を判定する。具体的には、雨遮蔽域判定部29は、積算値が閾値以下の場合、その積算値が算出された地点を、遮蔽域と判定しない。一方、雨遮蔽域判定部29は、積算値が閾値を超えた場合、その積算値が算出された地点以遠の領域を、遮蔽域として判定する。雨遮蔽域判定部29は、このような判定処理を、スイープ毎(方位毎)に行う。

[0062] 以上のように、本変形例に係る気象レーダ装置の遮蔽域検出処理部12aでも、上記実施形態の遮蔽域検出処理部12の場合と同様、遮蔽域Zrを適切に判定することができる。

[0063] また、遮蔽域検出処理部12aでは、受信部7から出力されたエコー信号から得られる降水強度を、サンプル番号順に(すなわち、気象レーダ装置1に近い側のサンプルから遠い側に向かって順に)積算した積算値を、上述した比較対象値として算出している。これにより、比較対象値を、既知の手法として知られているKdp法、Zh法等を用いて容易に求めることができる。

[0064] (2) 図6は、変形例に係る気象レーダ装置の信号処理部10bの構成を示すブロック図である。本変形例の信号処理部10bは、上述した実施形態の信号処理部10と比べて、雨遮蔽域検出処理部30の構成が異なっている。

[0065] 本変形例の雨遮蔽域検出処理部30は、偏波間位相差算出部31(比較対象値算出部)と、比較部32と、雨遮蔽域判定部33と、を有している。

[0066] 偏波間位相差算出部31は、受信部7から出力されたエコー信号に基づき、各地点における偏波間位相差 ϕ_{dp} を算出する。偏波間位相差算出部31

は、この算出処理を、スイープ毎（方位毎）に行う。偏波間位相差算出部 31 は、順次算出した各サンプル点の偏波間位相差 $\phi d p$ を、順次、比較部 32 に出力する。なお、偏波間位相差 $\phi d p$ の算出手法は公知であるため、その詳細な説明を省略する。

[0067] 比較部 32 は、偏波間位相差算出部 31 から順次出力される偏波間位相差 $\phi d p$ を閾値と順次比較する。比較部 32 は、その比較結果を都度、雨遮蔽域判定部 33 へ出力する。

[0068] 雨遮蔽域判定部 33 は、比較部 32 での比較結果に基づき、雨に起因する遮蔽域を判定する。具体的には、雨遮蔽域判定部 33 は、偏波間位相差 $\phi d p$ が閾値以下の場合、その偏波間位相差 $\phi d p$ が算出された地点を、遮蔽域と判定しない。一方、雨遮蔽域判定部 33 は、偏波間位相差 $\phi d p$ が閾値を超えた場合、その偏波間位相差 $\phi d p$ が算出された地点以遠の領域を、遮蔽域として判定する。雨遮蔽域判定部 33 は、このような判定処理を、スイープ毎（方位毎）に行う。

[0069] 以上のように、本変形例に係る気象レーダ装置の遮蔽域検出処理部 12b でも、上記実施形態の遮蔽域検出処理部 12 の場合と同様、遮蔽域 Z_r を適切に判定することができる。

[0070] また、遮蔽域検出処理部 12b では、受信部 7 から出力されたエコー信号から得られる偏波間位相差 $\phi d p$ を、比較対象値として算出している。これにより、比較対象値を、既知の手法として知られている $\phi d p$ 法を用いて容易に求めることができる。

[0071] （3）図 7 は、変形例に係る気象レーダ装置の信号処理部 10c の構成を示すブロック図である。上述した実施形態では、固定物遮蔽域検出処理部 13 を備えた遮蔽域検出処理部 12 を例に挙げて説明したが、これに限らず、図 7 に示すように、固定物遮蔽域検出処理部 13 が省略された構成であってもよい。

符号の説明

[0072] 1 気象レーダ装置（レーダ装置）

2	アンテナ（送波部）
1 2, 1 2 a, 1 2 b	遮蔽域検出処理部（遮蔽域検出装置）
2 2, 2 7	積算部（比較対象値算出部）
2 3, 2 8, 3 2	比較部
2 4, 2 9, 3 3	雨遮蔽域判定部（遮蔽域判定部）
3 1	偏波間位相差算出部（比較対象値算出部）

請求の範囲

- [請求項1] 送波部から送波される送信波が遮蔽される領域である遮蔽域を検出する遮蔽域検出装置であって、
- 前記送信波の反射波に基づくエコー信号から得られる値であって、前記送信波が進んだ距離に応じた比較対象値、を算出する比較対象値算出部と、
- 前記比較対象値と閾値とを比較する比較部と、
- 前記比較部での比較結果に基づいて前記遮蔽域を判定する遮蔽域判定部と、
- を備えていることを特徴とする、遮蔽域検出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の遮蔽域検出装置において、
- 前記比較対象値算出部は、前記エコー信号の振幅値を前記送波部側から前記送波部を中心として離れる距離方向に順次積算した値を、前記比較対象値として順次算出することを特徴とする、遮蔽域検出装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の遮蔽域検出装置において、
- 前記比較対象値算出部は、前記エコー信号に基づいて算出された降水強度を前記送波部側から前記送波部を中心として離れる距離方向に順次積算した値を、前記比較対象値として順次算出することを特徴とする、遮蔽域検出装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の遮蔽域検出装置において、
- 前記送波部は、互いに偏波方向が異なる2つの前記送信波を送波し、
- 前記比較対象値算出部は、2つの前記送信波が降水域で反射して帰来する反射波の偏波間位相差を、前記比較対象値として算出することを特徴とする、遮蔽域検出装置。
- [請求項5] 請求項2から請求項4のいずれか1項に記載の遮蔽域検出装置において、

前記遮蔽域判定部は、順次算出された前記比較対象値が前記閾値を超えた場合、該比較対象値が算出された距離以遠の領域を前記遮蔽域として判定することを特徴とする、遮蔽域検出装置。

[請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の遮蔽域検出装置において、

前記エコー信号からグラウンドクラッタ成分を除去してグラウンドクラッタ除去信号を生成するグラウンドクラッタ除去部と、

前記エコー信号から前記グラウンドクラッタ除去信号を減算した信号としてのグラウンドクラッタ信号から、そのエコー強度である固定物比較対象値を算出する固定物比較対象値算出部と、

前記固定物比較対象値と閾値とを比較する前記比較部と、

前記比較部での比較結果に基づいて前記固定物遮蔽域を判定する固定物遮蔽域判定部と

を有していることを特徴とする、遮蔽域検出装置。

[請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の遮蔽域検出装置において、

前記遮蔽域判定部によって判定された前記遮蔽域に関する情報を外部装置に出力することを特徴とする、遮蔽域検出装置。

[請求項8] 請求項7に記載の遮蔽域検出装置において、

前記遮蔽域判定部によって判定された前記遮蔽域に関する情報を前記外部装置としての表示装置に出力し、該表示装置には前記遮蔽域に関する情報が表示されることを特徴とする、遮蔽域検出装置。

[請求項9] 請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の遮蔽域検出装置を備えた、レーダ装置。

[請求項10] 気象に関する情報と前記遮蔽域に関する情報とが表示される表示装置を有する、請求項9に記載のレーダ装置としての気象レーダ装置。

[請求項11] 送波部から送波される送信波が遮蔽される領域である遮蔽域を検出する遮蔽域検出方法であって、

前記送信波の反射波に基づくエコー信号から得られる値であって、
前記送信波が進んだ距離に応じた比較対象値、を算出するステップと

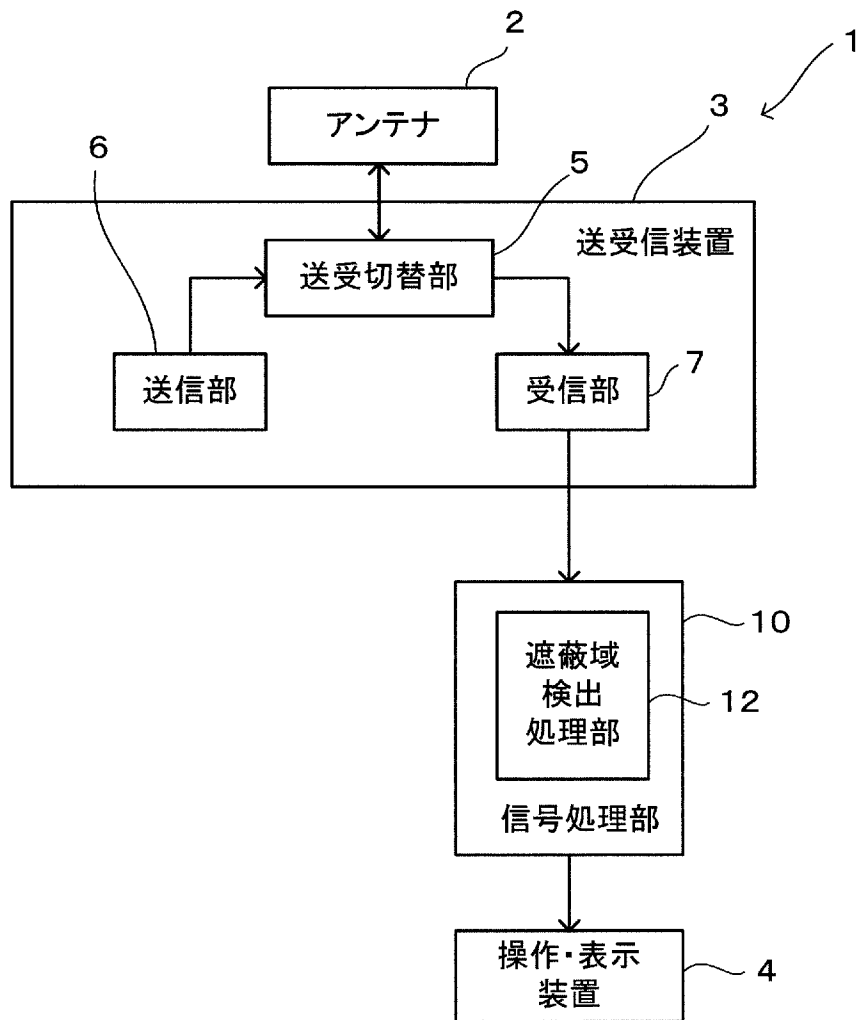
、

前記比較対象値と閾値とを比較するステップと、

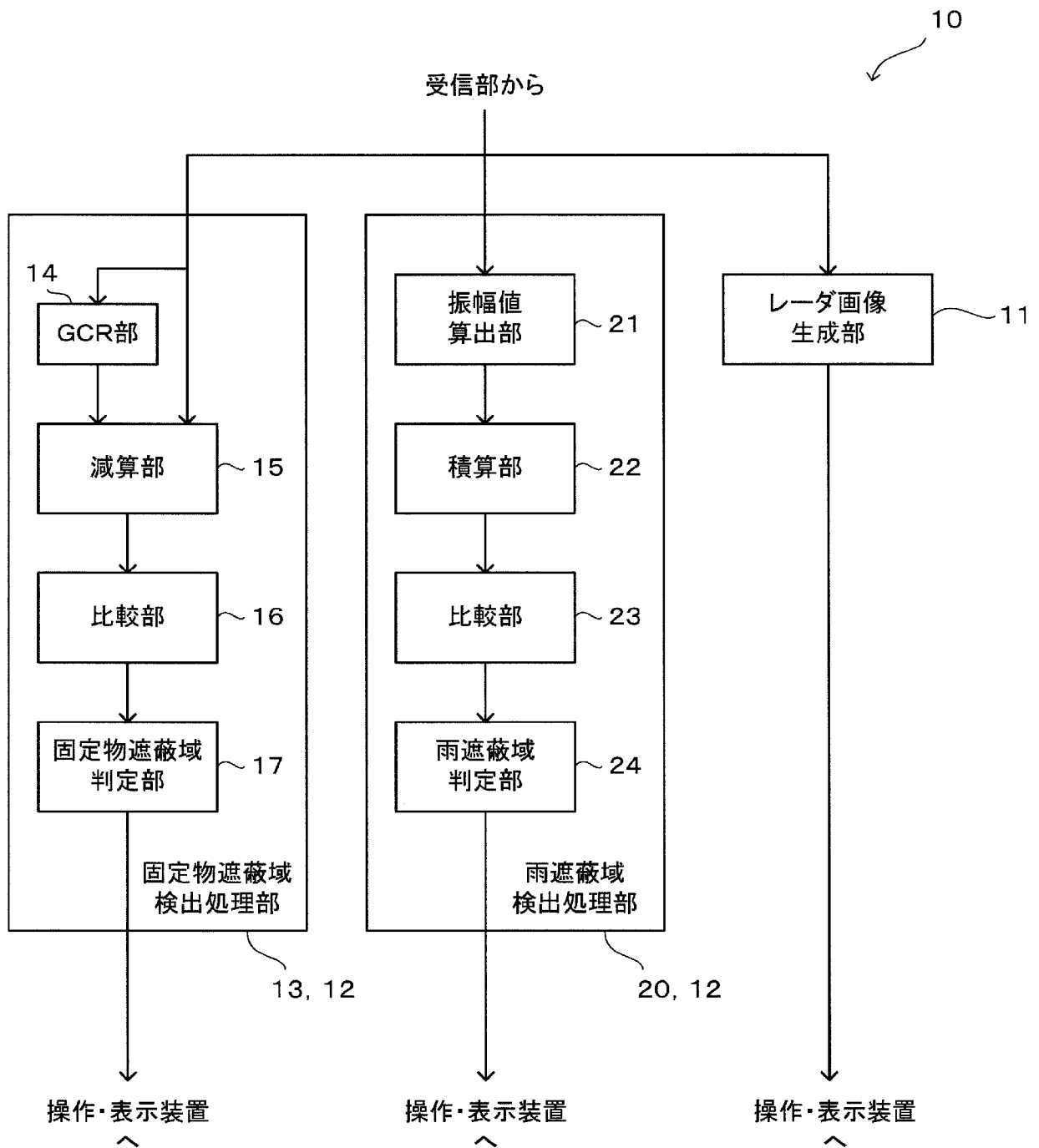
前記比較するステップでの比較結果に基づいて前記遮蔽域を判定するステップと、

を含むことを特徴とする、遮蔽域検出方法。

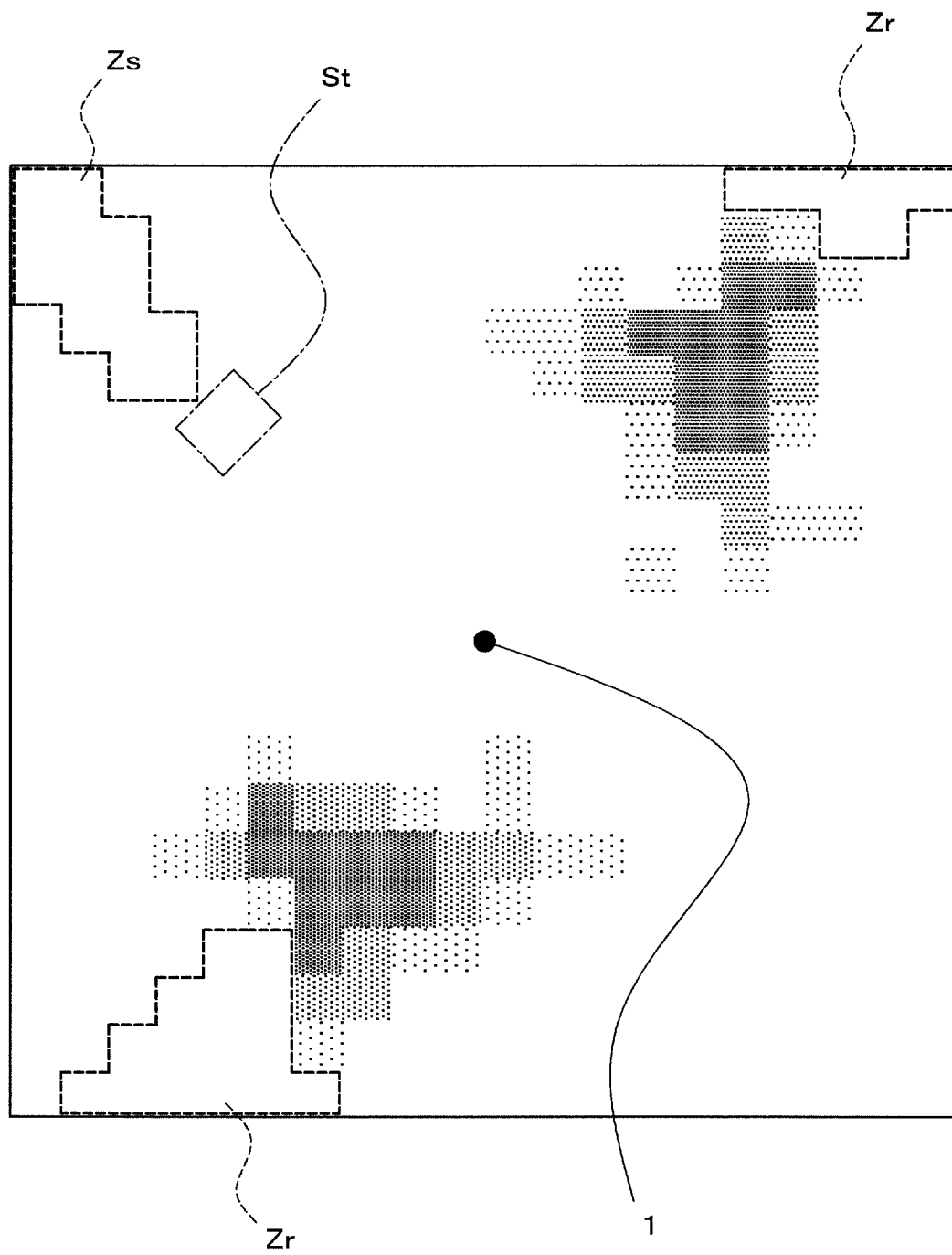
[図1]



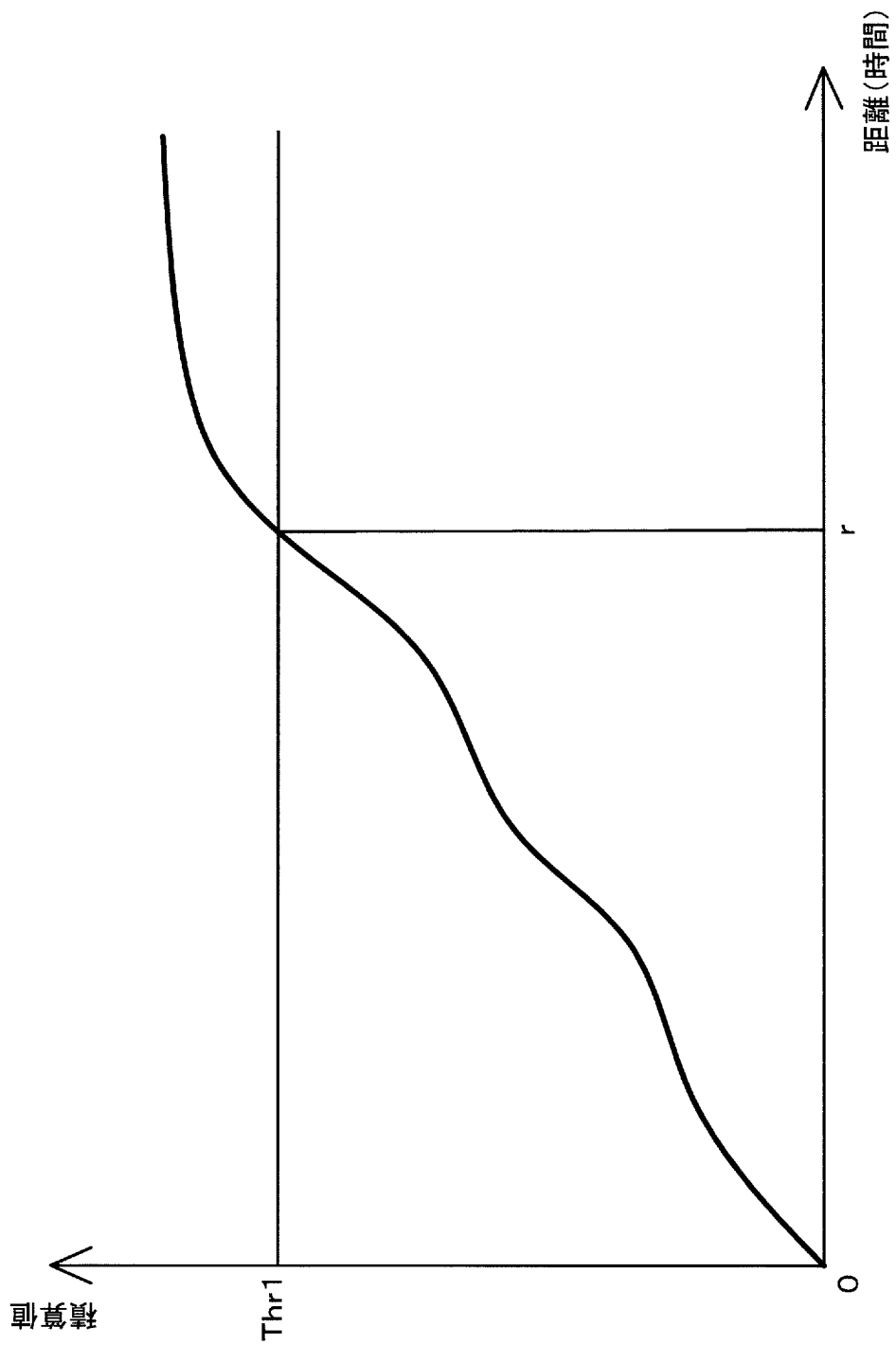
[図2]



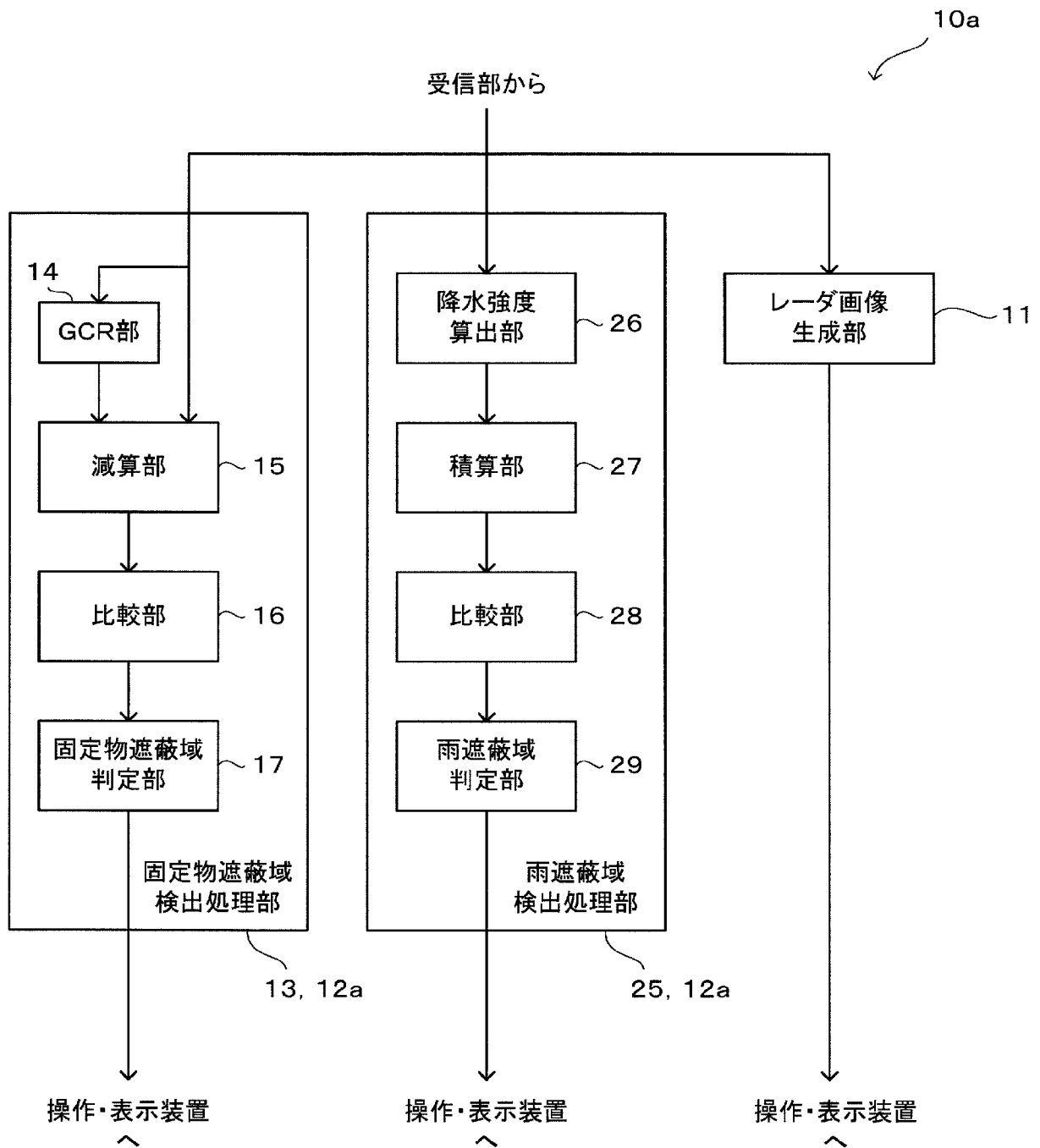
[図3]



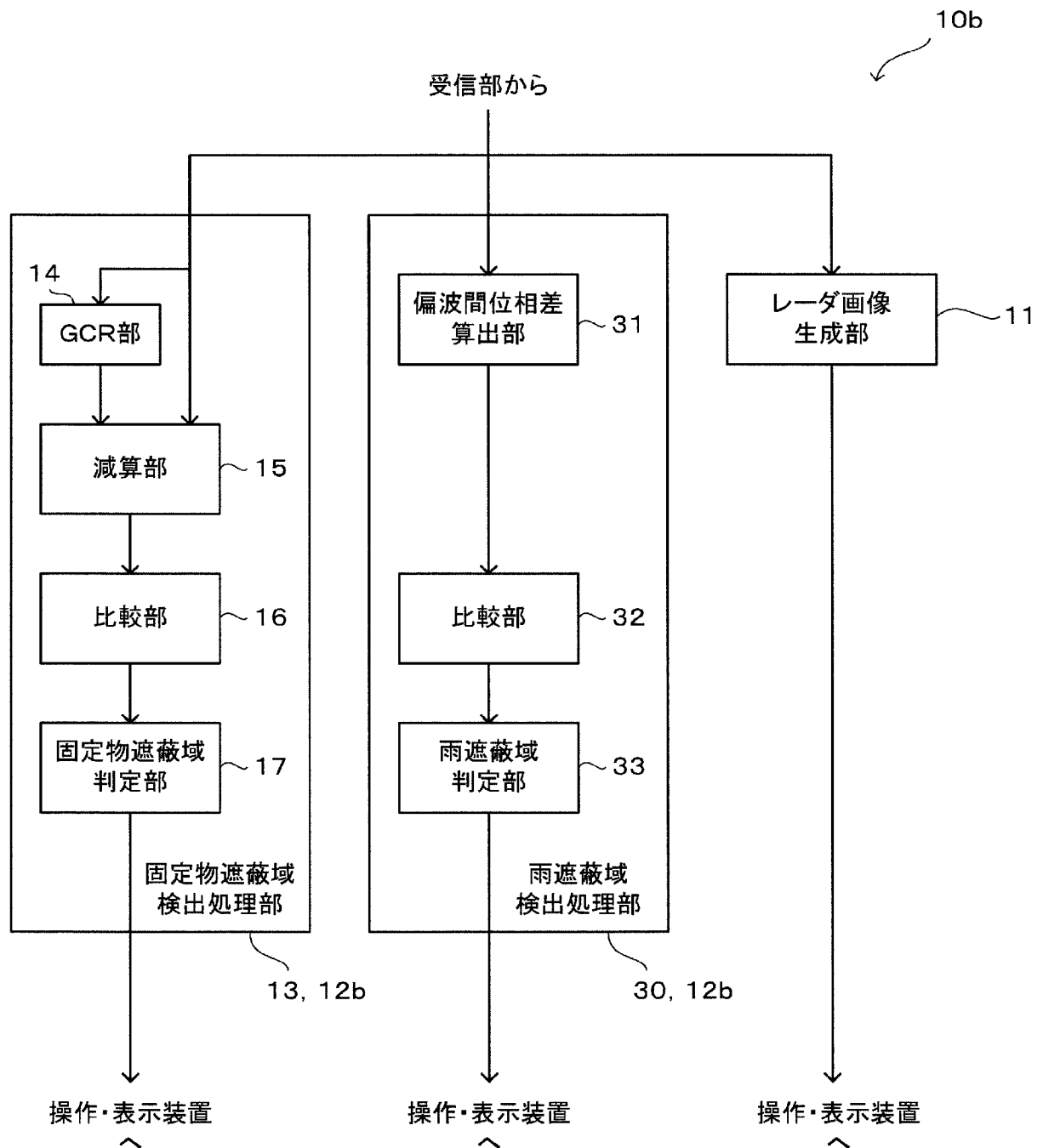
[図4]



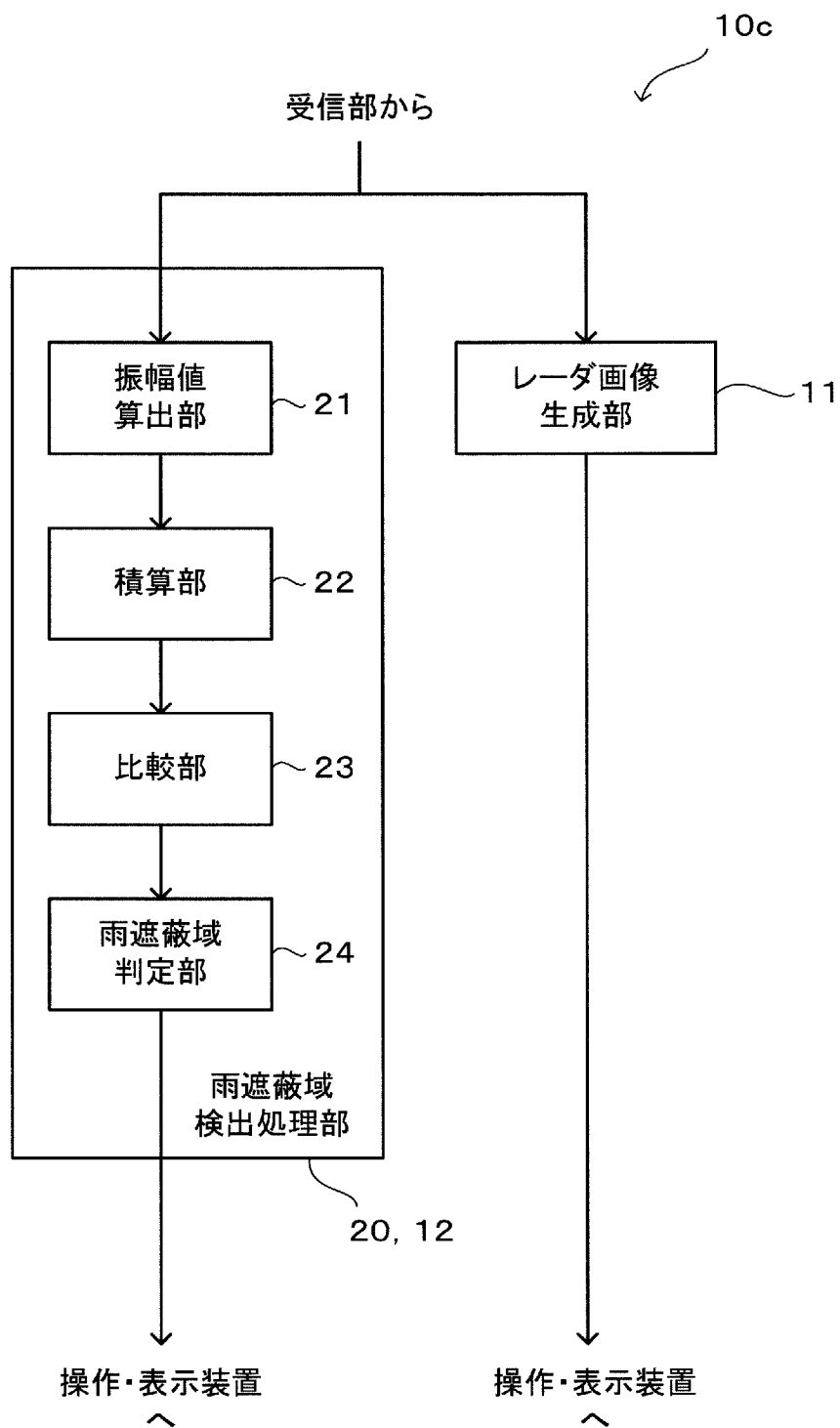
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S13/95(2006.01)i, G01S7/41(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)

G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95, 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.
X Y	JP 2009-098001 A (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention), 07 May 2009 (07.05.2009), paragraphs [0004] to [0006], [0019] to [0037]; fig. 1, 8 (Family: none)	1-5, 7-11 6
Y	JP 07-012920 A (Fujitsu Ltd.), 17 January 1995 (17.01.1995), paragraphs [0004] to [0006]; fig. 10 (Family: none)	6
Y	JP 11-211822 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 August 1999 (06.08.1999), paragraph [0002] (Family: none)	6

☒ 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
23 May 2016 (23.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

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/JP2016/057287

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 2009-008440 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	US 2014/0266856 A1 (LAPOINT Donald A.), 18 September 2014 (18.09.2014), entire text; all drawings & WO 2014/144550 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S13/95(2006.01)i, G01S7/41(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（IPC））

Int.Cl. G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2009-098001 A（独立行政法人防災科学技術研究所）2009.05.07, [0004] - [0006]、[0019] - [0037]、[図1]、 [図8]（ファミリーなし）	1-5, 7-11 6
Y	JP 07-012920 A（富士通株式会社）1995.01.17, [0004] - [0006]、 [図10]（ファミリーなし）	6
Y	JP 11-211822 A（三菱電機株式会社）1999.08.06, [0002]（フ ァミリーなし）	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

23.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

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）

三田村 陽平

2S

4001

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
A	JP 2009-008440 A (三菱電機株式会社) 2009.01.15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	US 2014/0266856 A1 (LAPPOINT Donald A.) 2014.09.18, 全文、全図 & WO 2014/144550 A1	1-11