

(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
2019年8月1日(01.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/146643 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 7/02 (2006.01) H01Q 3/26 (2006.01)
G01S 13/34 (2006.01) H01Q 21/08 (2006.01)
H01Q 1/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/002084

(22) 国際出願日: 2019年1月23日(23.01.2019)

(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 2018-009666 2018年1月24日(24.01.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 北村 堯之 (KITAMURA, Takayuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). ▲高▼山 卓也 (TAKAYAMA, Takuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー

一内 Aichi (JP). 青木 一浩 (AOKI, Kazuhiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 名古屋国際特許業務法人 (NAGOYA INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目20番19号 名神ビル Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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.

(54) Title: RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: レーダ装置

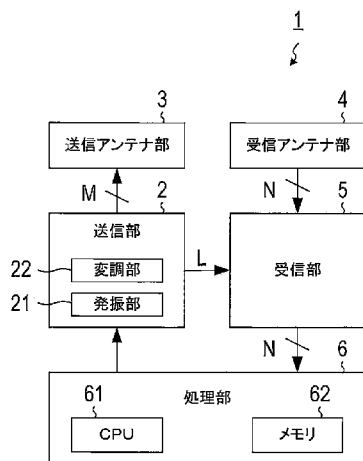


FIG. 1

- 2 Transmission unit
- 3 Transmission antenna unit
- 4 Reception antenna unit
- 5 Reception unit
- 6 Processing unit
- 21 Oscillation unit
- 22 Modulation unit
- 62 Memory

(57) Abstract: In the present invention, a transmission antenna unit (3) has a plurality of transmission antennas arranged in a row along a preset array direction at a preset first interval. A reception antenna unit (4) has a plurality of reception antennas arranged in a row along an array direction at a second interval that is set so as to differ from the first interval. In a radar device (1), a virtual array having a plurality of virtual reception antennas arranged in a row along an array direction is formed by the plurality of transmission antennas and the plurality of reception antennas. The first interval is equivalent to a value obtained by multiplying a minimum interval, which is a minimum value of the arrangement interval of the plurality of virtual reception antennas, by a first multiple, which is an integer of 2 or greater. The second interval is equivalent to a value obtained by multiplying the minimum interval by a second multiple, which is an integer of 2 or greater and is set so as to differ from the first multiple. The first multiple and the second multiple are mutually prime.

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 送信アンテナ部 (3) は、予め設定された第 1 間隔で、予め設定された配列方向に沿って一列に配置される複数の送信アンテナを有する。受信アンテナ部 (4) は、第 1 間隔とは異なるように設定された第 2 間隔で、配列方向に沿って一列に配置される複数の受信アンテナを有する。レーダ装置 (1) では、複数の送信アンテナと複数の受信アンテナとにより、複数の仮想受信アンテナが配列方向に沿って一列に配置される仮想アレーが形成される。第 1 間隔は、複数の仮想受信アンテナの配置間隔の最小値である最小間隔と、2 以上の整数である第 1 倍数との乗算値に等しく、第 2 間隔は、最小間隔と、2 以上の整数であり且つ第 1 倍数と異なるように設定された第 2 倍数との乗算値に等しい。第 1 倍数および第 2 倍数は互いに素である。

明 細 書

発明の名称：レーダ装置

関連出願の相互参照

- [0001] 本国際出願は、2018年1月24日に日本国特許庁に出願された日本国特許出願第2018-9666号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第2018-9666号の全内容を参照により本国際出願に援用する。

技術分野

- [0002] 本開示は、複数のアンテナを介して電波を送受信することで物体を検出するレーダ装置に関する。

背景技術

- [0003] 特許文献1には、予め設定された配列方向に沿って一列に配置される複数の送信アンテナを有する送信アンテナ部と、配列方向に沿って一列に配置される複数の受信アンテナを有する受信アンテナ部とを備えたレーダ装置が記載されている。
- [0004] 特許文献1に記載のレーダ装置では、2個の送信アンテナの配置間隔が $4d$ であり、4個の受信アンテナの配置間隔が d である。このため、特許文献1に記載のレーダ装置では、8個の仮想受信アンテナが配置間隔 d で配列方向に沿って一列に配置される仮想アレーが形成される。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特表2011-526370号公報

発明の概要

- [0006] しかし、発明者の詳細な検討の結果、特許文献1に記載のレーダ装置では、受信アンテナの配置間隔が仮想受信アンテナの配置間隔と一致しており、受信アンテナの配置間隔が狭いために、受信チャネルのアイソレーションが悪く、物体の方位の検出精度が低下してしまうという課題が見出された。

- [0007] 本開示は、物体の方位の検出精度を向上させる。
- [0008] 本開示の一態様は、送信アンテナ部と、発振部と、変調部と、受信アンテナ部と、処理部とを備えるレーダ装置である。
- [0009] 送信アンテナ部は、予め設定された第1間隔で、予め設定された配列方向に沿って一列に配置される複数の送信アンテナを有する。発振部は、連続波の共通信号を発生させるように構成される。変調部は、共通信号を複数の送信アンテナと同数に分岐させた複数の分岐信号のそれぞれについて、それぞれが異なる位相回転量で、予め設定された繰返周期毎に分岐信号の位相を回転させる位相偏移変調を行うことで、複数の送信アンテナに入力される複数の送信信号を生成するように構成される。受信アンテナ部は、第1間隔とは異なるように設定された第2間隔で、配列方向に沿って一列に配置される複数の受信アンテナを有する。処理部は、受信アンテナ部にて受信された複数の受信信号のそれぞれから抽出される、複数の送信信号に対応した複数の信号成分に基づいて、送信アンテナ部からの放射波を反射した物体に関する情報を生成するように構成される。
- [0010] そして、本開示のレーダ装置では、複数の送信アンテナと複数の受信アンテナとにより、複数の仮想受信アンテナが配列方向に沿って一列に配置される仮想アレーが形成される。また、第1間隔は、複数の仮想受信アンテナの配置間隔の最小値である最小間隔と、2以上の整数である第1倍数との乗算値に等しく、第2間隔は、最小間隔と、2以上の整数であり且つ第1倍数と異なるように設定された第2倍数との乗算値に等しい。そして、第1倍数および第2倍数は互いに素である。
- [0011] このように構成された本開示のレーダ装置は、複数の受信アンテナの配置間隔が仮想受信アンテナの配置間隔の2倍以上であり、物理的な受信チャンネル間隔を広げることができるために、受信チャンネル間のアイソレーションを向上させることができ、物体の方位の検出精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]レーダ装置の構成を示すブロック図である。

[図2]送信アンテナおよび受信アンテナと物体との関係を示す図である。

[図3]仮想アレーにおける受信アンテナの配置を示す図である。

[図4]送信アンテナおよび受信アンテナの配置と、仮想アレーの受信アンテナの配置とを示す図である。

[図5]発振部の機能を示す図である。

[図6]変調部での位相偏移変調に使用する位相回転量の例を示す図である。

[図7]物体検出処理を示すフローチャートである。

[図8]選択可および選択不可な位相回転量の組み合わせパターンを示す図である。

[図9]位相回転量の選択例を示す図である。

[図10]速度スペクトラムに出現する同一物体ピーク群の例を示す図である。

[図11]情報生成処理を示すフローチャートである。

[図12]ターゲットの推定軌跡を示す図である。

[図13]受信スペクトラムを示す図である。

[図14]MUSIC法を用いてターゲット方位を推定した場合の方位スペクトラムを示す図である。

[図15] $d_T = 2d$ 且つ $d_R = 3d$ である場合における仮想アレーの受信アンテナの配置を示す図である。

[図16] $d_T = 3d$ 且つ $d_R = 4d$ である場合における仮想アレーの受信アンテナの配置を示す図である。

[図17] $d_T = 3d$ 且つ $d_R = 5d$ である場合における仮想アレーの受信アンテナの配置を示す図である。

[図18]車両の高さ方向に沿って一列に配置された送信アンテナおよび受信アンテナを示す図である。

[図19]配列方向および垂直配列方向に沿って配置された送信アンテナおよび受信アンテナを示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に本開示の実施形態を図面とともに説明する。

- [0014] 本実施形態のレーダ装置 1 は、車両に搭載され、車両の周囲に存在する様々な物体を検出する。レーダ装置 1 は、複数のアンテナで同時に電波を送受信する MIMO レーダである。MIMO は、Multi Input Multi Output の略である。
- [0015] レーダ装置 1 は、図 1 に示すように、送信部 2 と、送信アンテナ部 3 と、受信アンテナ部 4 と、受信部 5 と、処理部 6 とを備える。
- [0016] 送信アンテナ部 3 は、M 個の送信アンテナを有する。M は 2 以上の整数である。各送信アンテナは、予め設定された第 1 間隔 d_T で、予め設定された配列方向に沿って一列に配置される。本実施形態では、配列方向は、車両の幅方向である。
- [0017] 受信アンテナ部 4 は、N 個の受信アンテナを有する。N は 2 以上の整数である。各受信アンテナは、第 1 間隔 d_T とは異なる第 2 間隔 d_R で、送信アンテナの配列方向と同じ方向に沿って配置される。
- [0018] ここで、 $M = 2$ 、 $N = 2$ の場合に各受信アンテナで受信される信号について説明する。図 2 に示すように、検出対象となる物体が、送信アンテナ部 3 および受信アンテナ部 4 の正面方向に対して角度 θ だけ傾いた方向に存在すると仮定する。また、物体での反射係数を D 、送信アンテナ $TX1$ から物体に至る経路での信号の位相変化を α_T で表し、物体から受信アンテナ $RX1$ に至る経路での信号の位相変化を α_R で表す。なお、 α_T および α_R は複素数で表現される。
- [0019] この場合、送信アンテナ $TX1$ から送信され受信アンテナ $RX1$ で受信される信号は式 (1) で表される。送信アンテナ $TX1$ から送信され受信アンテナ $RX2$ で受信される信号は式 (2) で表される。送信アンテナ $TX2$ から送信され受信アンテナ $RX1$ で受信される信号は式 (3) で表される。送信アンテナ $TX2$ から送信され受信アンテナ $RX2$ で受信される信号は式 (4) で表される。
- [0020]

[数1]

$$\alpha_T \cdot D \cdot \alpha_R \quad (1)$$

$$\alpha_T \cdot D \cdot \alpha_R \cdot \exp(jkd_R \sin \theta) \quad (2)$$

$$\alpha_T \cdot D \cdot \alpha_R \cdot \exp(jkd_T \sin \theta) \quad (3)$$

$$\alpha_T \cdot D \cdot \alpha_R \cdot \exp(jk(d_T + d_R) \sin \theta) \quad (4)$$

これらの式は、図3に示すように、4つの受信アンテナを、基準となる一つの受信アンテナからの距離が、それぞれ d_R 、 d_T 、 $d_T + d_R$ となる位置に並べた場合と等価である。図3では、最も左に位置する受信アンテナを基準としている。このように並んだ仮想的な受信アンテナ（以下、仮想受信アンテナ）を仮想アレーという。

[0021] MIMOレーダでは、仮想アレーを用いることで、1個の送信アンテナと $M \times N$ 個の受信アンテナとを備える場合と同等の角度分解能が、 $M + N$ 個の送信アンテナおよび受信アンテナによって実現される。

[0022] 本実施形態では、図4に示すように、 $d_T = 3d$ であり、 $d_R = 2d$ である。 d は、仮想アレーの最小間隔である。なお、図4では、図示の簡略化のために $M = 2$ としている。すなわち、図4は、2個の送信アンテナ $TX1$ 、 $TX2$ と、 N 個の受信アンテナ $RX1$ 、 $RX2$ 、 $\dots$ 、 RXN が配列方向に沿って配置されている場合における仮想アレーを示している。

[0023] これにより、 $2N$ 個の仮想受信アンテナ VRX_1 、 VRX_2 、 VRX_3 、 VRX_4 、 $\dots$ 、 VRX_2N-3 、 VRX_2N-2 、 VRX_2N-1 、 VRX_2N が配列方向に沿って配置される仮想アレーが形成される。仮想受信アンテナ VRX_1 と仮想受信アンテナ VRX_2 との間の距離と、仮想受信アンテナ VRX_2N-1 と仮想受信アンテナ VRX_2N との間の距離とが $2d$ である。その他の隣接する仮想受信アンテナ間の距離は d である。

[0024] 送信部2は、図1に示すように、発振部21と、変調部22とを備える。発振部21は、連続波の共通信号を生成する。発振部21は、生成した共通

信号を、変調部22に供給するとともに、ローカル信号Lとして受信部5にも供給する。また発振部21は、図5に示すように、測定周期 T_f （例えば、50ms）を1フレームとして、各フレームの先頭の測定期間 T_m （例えば、10ms）の間、連続的に周波数が変化するチャープ信号を、繰返周期 T_p （例えば、50 μ s）毎に繰返し生成する。

[0025] 発振部21は、測定周期 T_f 、測定期間 T_m および繰返周期 T_p を、処理部6からの指示に従って適宜変更できるように構成されている。なお、繰返周期の間に变化させるチャープ信号の周波数幅は、繰返周期 T_p によらず一定である。つまり、繰返周期 T_p を変化させることで、チャープ信号の周波数の変化率 Δf が変化するように構成されている。

[0026] また、繰返周期 T_p の許容範囲、ひいてはチャープ信号の周波数の変化率 Δf の許容範囲は、送信信号と受信信号とを混合して生成するビート信号を解析した時に、物体との相対速度に応じて生じる周波数偏移が、物体との距離に応じて生じる周波数偏移と比較して無視できる程度に小さくなるように設定される。

[0027] 変調部22は、発振部21が生成した共通信号を分岐させ、送信アンテナ部3に属する送信アンテナと同数であるM個の分岐信号を生成する。変調部22は、M個の分岐信号のそれぞれについて、繰返周期 T_p 毎に分岐信号の位相を変化させる位相偏移変調を行う。これにより、送信アンテナのそれぞれに供給するM個の送信信号を生成する。位相偏移変調では、M個の分岐信号のそれぞれに対して互いに異なる大きさの位相回転量 $\Delta\phi$ を設定し、繰返周期毎に、その位相回転量 $\Delta\phi$ だけ分岐信号の位相を回転させる。

[0028] ここで、位相偏移変調で使用する位相の数をPとする。PはMより大きい整数である。変調部22では、 $p = 0, 1, 2, \dots, P-1$ として、 $\Delta\phi = p \times 360^\circ / P$ で表されるP種類の位相回転量を用いる。例えば、 $P = 4$ の場合、図6に示すように、 $p = 0$ では $\Delta\phi = 0^\circ$ となり、変調前の信号である分岐信号（すなわち、共通信号）に対する変調後の信号である送信信号の位相差は、全ての繰返周期 T_p で 0° となる。 $p = 1$ では $\Delta\phi = 90^\circ$ とな

り、共通信号に対する送信信号の位相差は繰返周期 T_p 毎に切り替わり、 $0^\circ \rightarrow 90^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 270^\circ \rightarrow 0^\circ$ （以下同様）の順に変化する。 $p = 2$ では $\Delta\phi = 180^\circ$ となり、共通信号に対する送信信号の位相差は繰返周期毎に切り替わり、 $0^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 0^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 0^\circ$ （以下同様）の順に変化する。 $p = 3$ では $\Delta\phi = 270^\circ$ となり、共通信号に対する送信信号の位相差は繰返周期毎に切り替わり、 $0^\circ \rightarrow 270^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 90^\circ \rightarrow 0^\circ$ （以下同様）の順に変化する。

[0029] 上述したように $P > M$ に設定されるため、位相偏移変調には、 P 種類の位相回転量 $\Delta\phi$ の全種類が使用されることはなく、その一部が使用される。

[0030] 変調部 22 は、位相数 P の設定、 P 種類の位相回転量 $\Delta\phi$ のうち位相偏移変調に使用する M 種類の位相回転量の選択、選択された M 種類の位相回転量と M 個の送信アンテナとの対応関係の設定を適宜変更できるように構成されている。設定の変更は、処理部 6 からの指示に従ってもよいし、自動的に行ってもよい。自動的に変更する場合は、予め決められたパターンに従って行ってもよいし、ランダムに行ってもよい。

[0031] 受信部 5 は、図 1 に示すように、受信アンテナ部 4 に属する各受信アンテナから出力される N 個の受信信号のそれぞれについて、ローカル信号 L との差信号であるビート信号を生成し、生成されたビート信号をサンプリングして処理部 6 に供給する。以下、各受信アンテナに対応して受信信号から各ビート信号を生成するための構成（例えば、各受信アンテナに対応して設けられているミキサ、増幅器および A/D 変換器）を、一括して受信チャネルと呼ぶ。

[0032] 処理部 6 は、CPU 61 およびメモリ 62 等を備えた周知のマイクロコンピュータを中心に構成された電子制御装置である。メモリ 62 は、例えば ROM および RAM 等である。マイクロコンピュータの各種機能は、CPU 61 が非遷移的実体的記録媒体に格納されたプログラムを実行することにより実現される。この例では、メモリ 62 が、プログラムを格納した非遷移的実体的記録媒体に該当する。また、このプログラムの実行により、プログラム

に対応する方法が実行される。なお、CPU 61 が実行する機能の一部または全部を、一つあるいは複数の IC 等によりハードウェア的に構成してもよい。また、処理部 6 を構成するマイクロコンピュータの数は 1 つでも複数でもよい。

[0033] 次に、処理部 6 が実行する物体検出処理の手順を説明する。物体検出処理は、処理部 6 が起動した後に繰り返し実行される処理である。

[0034] この物体検出処理が実行されると、処理部 6 は、図 7 に示すように、まず S 110 にて、発振部 21 に生成させる共通信号に関するパラメータである繰返周期 T_p を設定する。上述したように、繰返周期を変化させると、チャープ信号の周波数の変化率 Δf が変化する。なお、繰返周期 T_p は固定値であってもよいし、本処理が実行される毎に予め決められたパターンに従って或いはランダムに複数種類の値の中から選択して繰返周期 T_p が設定されるようにしてもよい。また、S 110 において、測定周期 T_f および測定期間 T_m が適宜可変設定されるようにしてもよい。

[0035] 処理部 6 は、S 120 にて、変調部 22 での位相偏移変調に用いる位相数 P を設定する。位相数 P は、少なくとも送信アンテナ数 M より大きな値が用いられる。例えば、 $P = M + 1$ に設定してもよい。繰返周期 T_p と同様に、位相数 P は固定値であってもよいし、本処理が実行される毎に予め決められたパターンに従って或いはランダムに複数種類の値の中から選択して位相数 P が設定されるようにしてもよい。

[0036] 処理部 6 は、S 130 にて、位相数 P によって決まる P 種類の位相回転量のうち、変調部 22 での位相偏移変調に用いる M 種類の位相回転量を選択する。 M 種類の位相回転量は、 360° の中で各回転量が均等に配置されることがないように、すなわち、不均一な配置となるように選択される。

[0037] 具体的には、 P と M とが公約数を持たない場合は、任意に位相回転量を選択することができる。 P と M とが公約数を有する場合は、配置間隔が同一パターンの繰り返しとなることがないように注意して選択する必要がある。

[0038] 例えば、図 8 に示すように、 $P = 4$ 且つ $M = 2$ である場合、位相回転量の

組み合わせとして、 $(0^\circ, 90^\circ)$ 、 $(90^\circ, 180^\circ)$ 、 $(180^\circ, 270^\circ)$ 、 $(270^\circ, 0^\circ)$ は選択可であるが、 $(0^\circ, 180^\circ)$ 、 $(90^\circ, 270^\circ)$ は選択不可である。また、 $P=4$ 且つ $M=3$ である場合、位相回転量の組み合わせとして、 $(0^\circ, 90^\circ, 180^\circ)$ 、 $(90^\circ, 180^\circ, 270^\circ)$ 、 $(180^\circ, 270^\circ, 0^\circ)$ 、 $(270^\circ, 0^\circ, 90^\circ)$ の全てが選択可である。但し、本実施形態では、必ず $\Delta\phi=0^\circ$ を含んだ組み合わせを選択する。

[0039] なお、位相回転量の選択は、常に一定でもよいし、本処理が実行される毎に、選択可能な組み合わせの中で、予め決められたパターンに従って又はランダムに切り替えられるようにしてもよい。

[0040] 処理部6は、S140にて、S130で選択されたM種類の位相回転量と、各送信アンテナとの対応関係を設定する。この対応づけは、例えば、予め設定された規則に従って割り当てられてもよいし、ランダムに割り当てられてもよい。また、対応付けは、常に一定でもよいし、本処理が実行される毎に、予め決められたパターンに従って或いはランダムに切り替えられてもよい。

[0041] 図9は、 $P=4$ 且つ $M=2$ であり、位相回転量の組み合わせとして $(0^\circ, 90^\circ)$ が選択され、送信アンテナTX1に $\Delta\phi=0^\circ$ 、送信アンテナTX2に $\Delta\phi=90^\circ$ を割り当てた場合に、送信アンテナTX1、TX2のそれぞれに供給される送信信号の位相が変化する様子を表現している。

[0042] 処理部6は、S150にて、測定開始タイミングであるか否かを判断する。処理部6は、測定開始タイミングでない場合には、測定開始タイミングになるまで、S150の処理を繰り返すことで待機する。処理部6は、測定開始タイミングである場合には、S160に移行する。測定開始タイミングとは、測定周期 T_f によって長さが決まるフレームが切り替わるタイミングである。

[0043] S160に移行すると、処理部6は、S110～S140での設定結果に従って送信部2を作動させ、レーダ測定を実施する。具体的には、送信部2

に、測定期間 T_m の間、繰返周期 T_p 毎にチャープ信号を繰り返し送信させ、その受信信号から生成されるビート信号のサンプリング結果を取得する。以下、測定期間 T_m 中に繰り返し送信されるチャープ信号の数を K 個とする。

[0044] 処理部 6 は、S 1 7 0 にて、 N 個の受信アンテナから得られるビート信号のサンプリング結果を、受信アンテナ毎に、且つ、チャープ信号毎に周波数解析することによって、 N 個の受信アンテナのそれぞれについて K 個ずつの距離スペクトラムを算出する。各距離スペクトラムでは、送信アンテナから送信された放射波を反射した物体を往復するのに要した時間（すなわち、物体までの距離）に応じた周波数にピークが出現する。

[0045] 処理部 6 は、S 1 8 0 にて、S 1 7 0 にて算出された $N \times K$ 個の距離スペクトラムを用いて、受信アンテナ毎に速度スペクトラムを算出する。具体的には、着目する受信アンテナに関する K 個の距離スペクトラムから、同一周波数 b_{in} の信号を抽出し、抽出した信号に対して時間軸方向への周波数解析処理を実行する。この処理を全ての周波数 b_{in} （すなわち、距離）について実行する。

[0046] 速度スペクトラムでは、送信アンテナ部 3 からの放射波を反射した物体との相対速度がゼロである場合は、各送信アンテナに割り当てられた位相回転量に応じた周波数が、ドップラ周波数として抽出される。つまり、 $\Delta \phi = 0^\circ$ に対応する信号成分の周波数は 0 Hz である。

[0047] なお、ドップラ周波数が観測される範囲（以下、ドップラ観測範囲）は、繰返周期 T_p によって決まる。また、ドップラ周波数は、図 1 0 に示すように、ドップラ観測範囲を P 分割した地点のうち、 M 個の地点にて検出される。図 1 0 では、ドップラ観測範囲の上限が 1 に正規化されている。

[0048] また、速度スペクトラムでは、物体との間に相対速度がある場合は、これら M 個のドップラ周波数は、相対速度に応じた大きさだけシフトし、相対速度の大きさによっては、周波数の折り返しが発生する。

[0049] これら S 1 7 0 および S 1 8 0 の算出結果から、レーダ波を反射した物体

との距離および相対速度を表す二次元スペクトラム（以下、受信スペクトラム）が、受信アンテナ毎に生成される。

[0050] 図7に示すように、処理部6は、S190にて、受信アンテナ毎に、受信スペクトラムを用いて、レーダ波を反射した物体との距離および相対速度と、物体が存在する方位とを算出する情報生成処理を実行し、物体検出処理を終了する。

[0051] 次に、S190で実行される情報生成処理の手順を説明する。

[0052] 情報生成処理が実行されると、処理部6は、図11に示すように、まずS310にて、S180にて受信アンテナ毎に生成されたN個の受信スペクトラムを、インコヒーレント積分して、一つの統合スペクトラム $g(r, v)$ を算出する。受信アンテナ毎の受信スペクトラムを $s(r, v, Rch)$ で表すものとして、統合スペクトラム $g(r, v)$ は、式(5)を用いて算出される。 r は距離であり、 v は、ドップラ観測範囲の上限周波数に対応する速度を1とする正規化ドップラ速度であり、 Rch は、受信アンテナを識別する番号である。

[0053] [数2]

$$g(r, v) = \sum_{Rch=1}^N |s(r, v, Rch)|^2 \quad (5)$$

処理部6は、S320にて、統合スペクトラム上で、予め設定された閾値以上の強度を有するピークがM個以上検出されている距離を候補距離として、候補距離のうち、以下のS330からS380での処理の対象として未だ選択されていない距離を、対象距離 r として選択する。

[0054] 処理部6は、S330にて、S320で選択された対象距離 r で検出される複数のピークのうち、以下のS340からS370での処理対象として未だ選択されていないピークに対応する速度を対象速度 v として選択する。ここでは、速度が小さいものから順番に選択する。

[0055] 処理部6は、S340にて、対象速度 v のピークが、位相回転量 $\Delta\phi=0$

° に対応したピークであると仮定し、式（６）に従って、他の位相回転量に対応したピークが存在すると推定される $M-1$ 個の対応点 (r, v_j) 、但し、 $j = 2 \sim M$ を算出する。 $x(j)$ は、 $S130$ で選択された $\Delta\phi = 0^\circ$ 以外の位相回転量である。 v, v_j は正規化されたドップラ周波数であり、 $0 \sim 1$ の値をとる。 $\text{mod}(a, m)$ は、 a を m で割った後の余りを示す。

[0056] [数3]

$$v_j = v + \text{mod}(x(j) - x(1)/P, 1) \quad (6)$$

処理部 6 は、 $S350$ にて、 $S340$ で推定された対応点の全てについて、統合スペクトラム上でピーク（すなわち、二次極大点）が存在するか否かを判断し、肯定判断された場合は $S360$ に移行し、否定判断された場合は、 $S390$ に移行する。以下では、対応点に対応する M 個のピークを候補ピーク群という。

[0057] $S360$ に移行すると、処理部 6 は、候補ピーク群が電力条件を満たすか否かを判断し、肯定判断された場合は、 $S370$ に移行し、否定判断された場合は、 $S390$ に移行する。ここでは、電力条件として、候補ピーク群に属するピークの信号強度差が、予め設定された許容範囲内にあることを用いる。これは、同一物体からの反射波に基づくピークの信号強度は、いずれも類似しているはずであるとの知見に基づく。

[0058] $S370$ に移行すると、処理部 6 は、候補ピーク群が位相条件を満たすか否かを判断し、肯定判断された場合は、 $S380$ に移行し、否定判断された場合は、 $S390$ に移行する。ここでは、位相条件として、基準受信チャンネルとそれ以外の受信チャンネル位相差を算出し、候補ピーク間でこの位相差の差異が予め設定された許容範囲にあることを用いる。これは、同一物体からの反射波に基づくピークは、いずれも同じ方向から到来するはずであるとの知見に基づき、同じ方向から到来するピークの受信間位相差は、いずれも似たような大きさになることに基づく。以下では、 $S370$ にて肯定判断さ

れた候補ピーク群を、同一物体ピーク群という。

[0059] S 3 8 0に移行すると、処理部 6 は、対象距離 r と対象速度 v との組を、物体情報として登録する。更に、処理部 6 は、以下のようにして算出した方位 θ も物体情報に追加する。すなわち、受信アンテナ毎に算出された N 個の受信スペクトラムのそれぞれから、 M 個の同一物体ピーク群に対応する各ピークを抽出する。抽出された $M \times N$ 個のピークを、仮想アレーに含まれる $M \times N$ 個の受信アンテナからの受信信号とみなして、MUSIC またはビームフォーミング等の方位検出処理を実行することで、物体の方位 θ を算出する。MUSIC は、Multiple signal classification の略である。

[0060] なお、 N 個の受信アンテナの受信信号それぞれから、同一物体ピーク群として抽出される、各 M 個のピークは、仮想アレーから得られる $M \times N$ 個の受信信号に相当する。

[0061] S 3 9 0に移行すると、処理部 6 は、対象距離 r で検出される全てのピーク（すなわち、速度）が、対象速度 v として選択された否かを判断し、肯定判断された場合は S 4 0 0 に移行し、否定判断された場合は、S 3 3 0 に移行する。

[0062] S 4 0 0 に移行すると、処理部 6 は、全ての候補距離が対象距離 r として選択されたか否かを判断し、肯定判断された場合は、情報生成処理を終了し、否定判断された場合は、S 3 2 0 に移行する。

[0063] このように構成されたレーダ装置 1 は、送信アンテナ部 3 と、発振部 2 1 と、変調部 2 2 と、受信アンテナ部 4 と、処理部 6 とを備える。

[0064] 送信アンテナ部 3 は、予め設定された第 1 間隔 d_T で、予め設定された配列方向に沿って一列に配置される M 個の送信アンテナを有する。発振部 2 1 は、連続波の共通信号を発生させる。変調部 2 2 は、共通信号を M 個の送信アンテナと同数に分岐させた M 個の分岐信号のそれぞれについて、それぞれが異なる位相回転量で、予め設定された繰返周期 T_p 毎に分岐信号の位相を回転させる位相偏移変調を行うことで、複数の送信アンテナに入力される M 個の送信信号を生成する。受信アンテナ部 4 は、第 1 間隔 d_T とは異なるように

設定された第2間隔 d_R で、配列方向に沿って一列に配置される N 個の受信アンテナを有する。処理部6は、受信アンテナ部4にて受信された N 個の受信信号のそれぞれから抽出される、 M 個の送信信号に対応した複数の信号成分に基づいて、送信アンテナ部3からの放射波を反射した物体に関する物体情報を生成する。

[0065] そしてレーダ装置1では、 M 個の送信アンテナと N 個の受信アンテナとにより、複数の仮想受信アンテナが配列方向に沿って一列に配置される仮想アレーが形成される。また、第1間隔 d_T は、複数の仮想受信アンテナの配置間隔の最小値である最小間隔 d と、2以上の整数である第1倍数との乗算値に等しく、第2間隔は、最小間隔 d と、2以上の整数であり且つ第1倍数と異なるように設定された第2倍数との乗算値に等しい。そして本実施形態では、第1倍数は3、第2倍数は2であり、第1倍数および第2倍数は互いに素である。

[0066] このようにレーダ装置1は、 N 個の受信アンテナの配置間隔が仮想受信アンテナの配置間隔の2倍以上であり、物理的な受信チャネル間隔を広げることができるために、受信チャネル間のアイソレーションを向上させることができ、物体の方位の検出精度を向上させることができる。

[0067] また、本実施形態のレーダ装置1は、ターゲット信号とミラーゴースト信号とが重畳する状況において、ターゲットの方位推定精度を向上させることができる。

[0068] MIMOを用いて方位を推定する場合には、送信信号の方位を示す送信ステアリングベクトルと、受信信号の方位を示す受信ステアリングベクトルとを同一方向に揃えた状態で方位スキャンを行う。

[0069] 真のターゲットで反射して受信アンテナで直接受信された信号（以下、ターゲット信号）では、送信ステアリングベクトルと、受信ステアリングベクトルとが、真のターゲットが存在する方位を向く。一方、ミラーゴースト信号（例えば、送信アンテナ→ターゲット→壁→受信アンテナの経路で受信される信号）では、送信ステアリングベクトルは、真のターゲットが存在する方位

を向き、受信ステアリングベクトルは壁が存在する方位を向いている。

[0070] このため、複数の仮想受信アンテナ毎に得られるミラーゴースト信号の方位スペクトラムには、送信アンテナの間隔に対応する角度毎に周期的な誤差が乗ってしまう。この周期的な誤差は、送信ステアリングベクトルの方位と受信ステアリングベクトルの方位との不一致に起因して発生する。なお、上記の方位スペクトラムは、横軸を方位、縦軸を信号強度として、各方位に対する信号強度の分布を示す。

[0071] 図12は、従来および本実施形態のMIMOアンテナの配置におけるターゲットの推定軌跡を示す図である。グラフG1は、従来のMIMOアンテナの配置におけるターゲットの推定軌跡を示す。グラフG2は、本実施形態のMIMOアンテナの配置におけるターゲットの推定軌跡を示す。

[0072] グラフG1、G2では、 $(x, y) = (0 \text{ [m]}, 0 \text{ [m]})$ の位置に、レーダ装置1を搭載した自車両MCが配置され、 $(x, y) = (2 \text{ [m]}, 0 \sim 200 \text{ [m]})$ の位置に壁WLが配置されている状態で、移動軌跡L1に示すように自車両MCに接近するターゲットの推定軌跡を複数の丸印で示している。

[0073] グラフG1では、従来のMIMOアンテナの配置として、 $M=2$ 、 $N=6$ 、 $d_T=6d$ 、 $d_R=d$ としている。グラフG2では、本実施形態のMIMOアンテナの配置として、 $M=2$ 、 $N=6$ 、 $d_T=3d$ 、 $d_R=d/2$ としている。

[0074] 従来のMIMOアンテナの配置では、互いに隣接する送信アンテナ間の間隔が広いために、ミラーゴースト信号の周期的な誤差が、低周波となり、ミラーゴースト信号の方位の周辺に集中する。ミラーゴースト信号の周期的な誤差がミラーゴースト信号の方位の周辺に集中することにより、ミラーゴースト信号の方位の周辺において誤差の強度が大きくなる。そして、ターゲット信号とミラーゴースト信号との方位差は小さい。このため、ターゲット信号とミラーゴースト信号との分別が困難となってしまう。

[0075] 一方、本実施形態のMIMOアンテナの配置では、互いに隣接する送信ア

ンテナ間の間隔が狭いために、ミラーゴースト信号の周期的な誤差が、高周波となり、広い方位範囲に分散される。このため、ターゲット信号とミラーゴースト信号との方位差は小さくても、ミラーゴースト信号の方位の周辺で発生する誤差の影響が小さくなり、ターゲット信号とミラーゴースト信号との分別が容易となる。

[0076] グラフG1に示すように、従来のMIMOアンテナの配置では、 $(x, y) = (0 \text{ [m]}, 0 \sim 20 \text{ [m]})$ の位置において、ターゲットの移動軌跡と推定軌跡とがほぼ一致している。一方、グラフG2に示すように、本実施形態のMIMOアンテナの配置では、 $(x, y) = (0 \text{ [m]}, 0 \sim 70 \text{ [m]})$ の位置において、ターゲットの移動軌跡と推定軌跡とがほぼ一致している。このように、本実施形態のレーダ装置1は、従来のMIMOアンテナの配置と比較して、ターゲットの方位をより正確に推定することができる。

[0077] また、本実施形態のレーダ装置1は、複数のターゲットが存在している状況において、ターゲットの方位推定精度を向上させることができる。本実施形態のレーダ装置1は、例えば図13に示すように、送信アンテナTX1, TX2による各受信信号のうち、一方の送信アンテナによる受信信号のみに、干渉波が重畳する状態において、ターゲットの方位推定精度を向上させることができる。

[0078] 図14は、従来および本実施形態のMIMOアンテナの配置においてMUSIC法を用いてターゲット方位を推定した場合の方位スペクトラムを示す。グラフG3は、従来のMIMOアンテナの配置における方位スペクトラムを示す。グラフG4は、本実施形態のMIMOアンテナの配置における方位スペクトラムを示す。

[0079] 従来のMIMOアンテナの配置では、互いに隣接する送信アンテナ間の間隔が広いために、干渉波信号の信号成分が干渉波方位周辺に集中し、グラフG3に示すように、干渉波ピークをその方位に検出してしまう。

[0080] 一方、本実施形態のMIMOアンテナの配置では、互いに隣接する送信アンテナ間の間隔が狭いために、干渉波方位スペクトルの信号成分が広い方位

に分散され、グラフ G 4 に示すように、干渉波ピークを検出し難くなる。

[0081] またレーダ装置 1 では、第 1 間隔 d_T と第 2 間隔 d_R との差は、最小間隔 d に等しい。これにより、レーダ装置 1 は、第 1 倍数および第 2 倍数が互いに素であるように第 1 間隔 d_T および第 2 間隔 d_R を決定するためのレーダ装置 1 の設計者の作業を容易にすることができる。

[0082] 以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、種々変形して実施することができる。

[0083] [変形例 1]

例えば上記実施形態では、 $d_T = 3d$ 且つ $d_R = 2d$ である形態を示した。しかし、第 1 間隔 d_T は、仮想アレーの最小間隔 d と、2 以上の整数である第 1 倍数との乗算値に等しく、第 2 間隔 d_R は、最小間隔 d と、2 以上の整数であり且つ第 1 倍数と異なるように設定された第 2 倍数との乗算値に等しく、第 1 倍数および第 2 倍数は互いに素であればよい。例えば、図 15 に示すように $d_T = 2d$ 且つ $d_R = 3d$ であってもよいし、図 16 に示すように $d_T = 3d$ 且つ $d_R = 4d$ であってもよいし、図 17 に示すように $d_T = 3d$ 且つ $d_R = 5d$ であってもよい。図 15～図 17 に示すように、上記の何れの場合であっても、仮想アレーの最小間隔は d である。

[0084] [変形例 2]

上記実施形態では、送信アンテナおよび受信アンテナが車両の幅方向に沿って一列に配置される形態を示した。しかし、図 18 に示すように、送信アンテナおよび受信アンテナが車両の高さ方向 DH に沿って一列に配置されるようにしてもよい。これにより、レーダ装置 1 は、ターゲット信号と、道路での反射に起因したミラーゴースト信号(すなわち、送信アンテナ→ターゲット→道路→受信アンテナの経路で受信される信号)とが重畳する状況において、ターゲットの方位推定精度を向上させることができる。

[0085] [変形例 3]

上記実施形態では、送信アンテナおよび受信アンテナが車両の幅方向に沿って一列に配置される形態を示した。しかし、図 19 に示すように、送信ア

ンテナおよび受信アンテナが行列状に形成されるようにしてもよい。すなわち、送信アンテナ部3は、複数の送信アンテナが、配列方向に沿って第1間隔 d_T で配置されるとともに、配列方向に対して垂直な垂直配列方向に沿って第1間隔 d_T で配置される。また受信アンテナ部4は、複数の受信アンテナが、配列方向に沿って第2間隔 d_R で配置されるとともに、垂直配列方向に沿って第2間隔 d_R で配置される。これにより、レーダ装置1は、物体の位置を、二次元ではなく、3次元で検出することができる。例えば、配列方向が車両の幅方向であり、垂直配列方向が車両の高さ方向である場合には、車両の幅方向に沿った位置と、車両の高さ方向に沿った位置とにより、物体の位置を3次元で検出することができる。

[0086] また、上記実施形態における1つの構成要素が有する機能を複数の構成要素に分担させたり、複数の構成要素が有する機能を1つの構成要素に発揮させたりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加、置換等してもよい。

[0087] 上述したレーダ装置1の他、当該レーダ装置1を構成要素とするシステムなど、種々の形態で本開示を実現することもできる。

請求の範囲

- [請求項1] 予め設定された第1間隔で、予め設定された配列方向に沿って一列に配置される複数の送信アンテナを有する送信アンテナ部（3）と、
連続波の共通信号を発生させるように構成された発振部（21）と、
、
前記共通信号を前記複数の送信アンテナと同数に分岐させた複数の分岐信号のそれぞれについて、それぞれが異なる位相回転量で、予め設定された繰返周期毎に前記分岐信号の位相を回転させる位相偏移変調を行うことで、前記複数の送信アンテナに入力される複数の送信信号を生成するように構成された変調部（22）と、
前記第1間隔とは異なるように設定された第2間隔で、前記配列方向に沿って一列に配置される複数の受信アンテナを有する受信アンテナ部（4）と、
前記受信アンテナ部にて受信された複数の受信信号のそれぞれから抽出される、前記複数の送信信号に対応した複数の信号成分に基づいて、前記送信アンテナ部からの放射波を反射した物体に関する情報を生成するように構成された処理部（6）と
を備え、
前記複数の送信アンテナと前記複数の受信アンテナとにより、複数の仮想受信アンテナが前記配列方向に沿って一列に配置される仮想アレーが形成され、
前記第1間隔は、前記複数の仮想受信アンテナの配置間隔の最小値である最小間隔と、2以上の整数である第1倍数との乗算値に等しく、
、
前記第2間隔は、前記最小間隔と、2以上の整数であり且つ前記第1倍数と異なるように設定された第2倍数との乗算値に等しく、
前記第1倍数および前記第2倍数は互いに素であるレーダ装置（1）。

- [請求項2] 請求項1に記載のレーダ装置であって、
前記第1間隔と前記第2間隔との差は、前記最小間隔に等しいレーダ装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のレーダ装置であって、
前記レーダ装置は車両に搭載され、
前記配列方向は、前記車両の高さ方向であるレーダ装置。
- [請求項4] 請求項1～請求項3の何れか1項に記載のレーダ装置であって、
前記送信アンテナ部は、前記複数の送信アンテナが、前記配列方向に沿って前記第1間隔で配置されるとともに、前記配列方向に対して垂直な垂直配列方向に沿って前記第1間隔で配置されることにより、行列状に形成され、
前記受信アンテナ部は、前記複数の受信アンテナが、前記配列方向に沿って前記第2間隔で配置されるとともに、前記垂直配列方向に沿って前記第2間隔で配置されることにより、行列状に形成されるレーダ装置。

[図1]

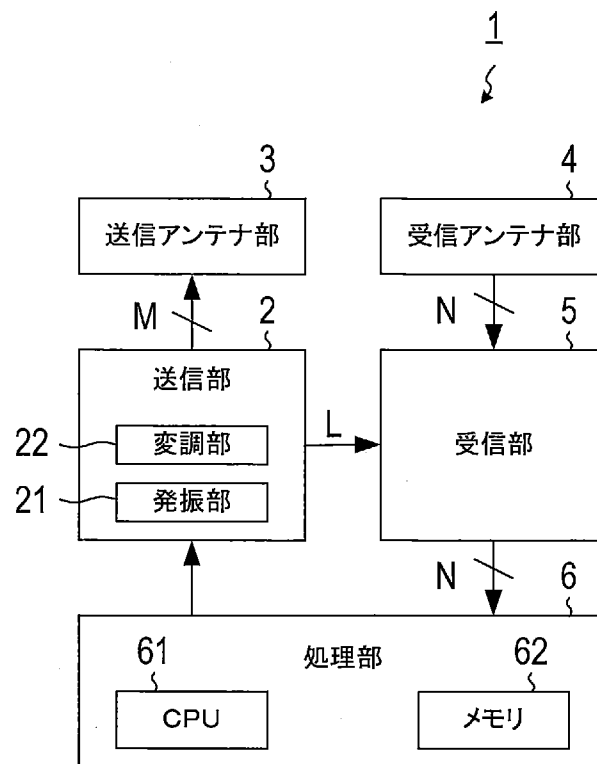


FIG. 1

[図2]

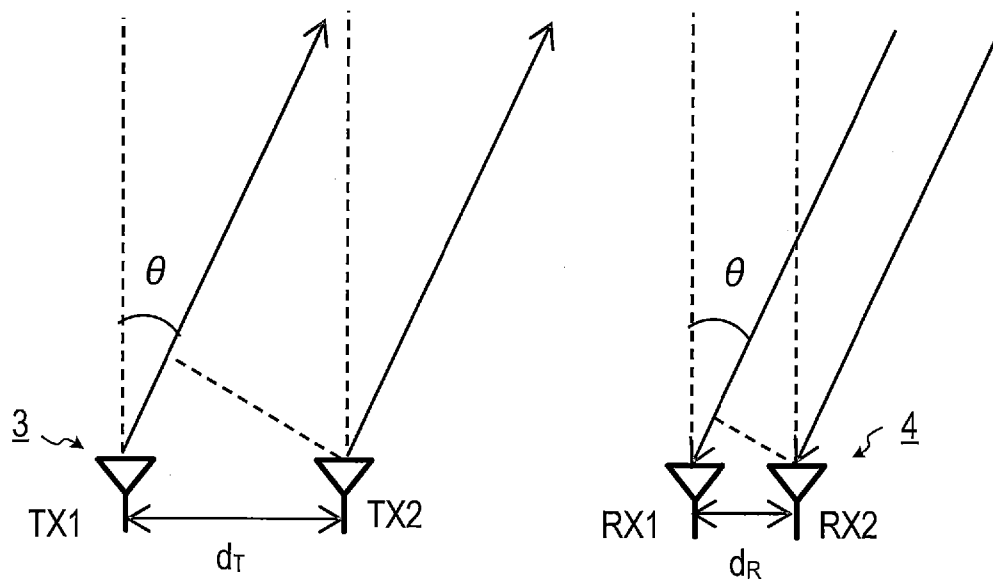


FIG. 2

[図3]

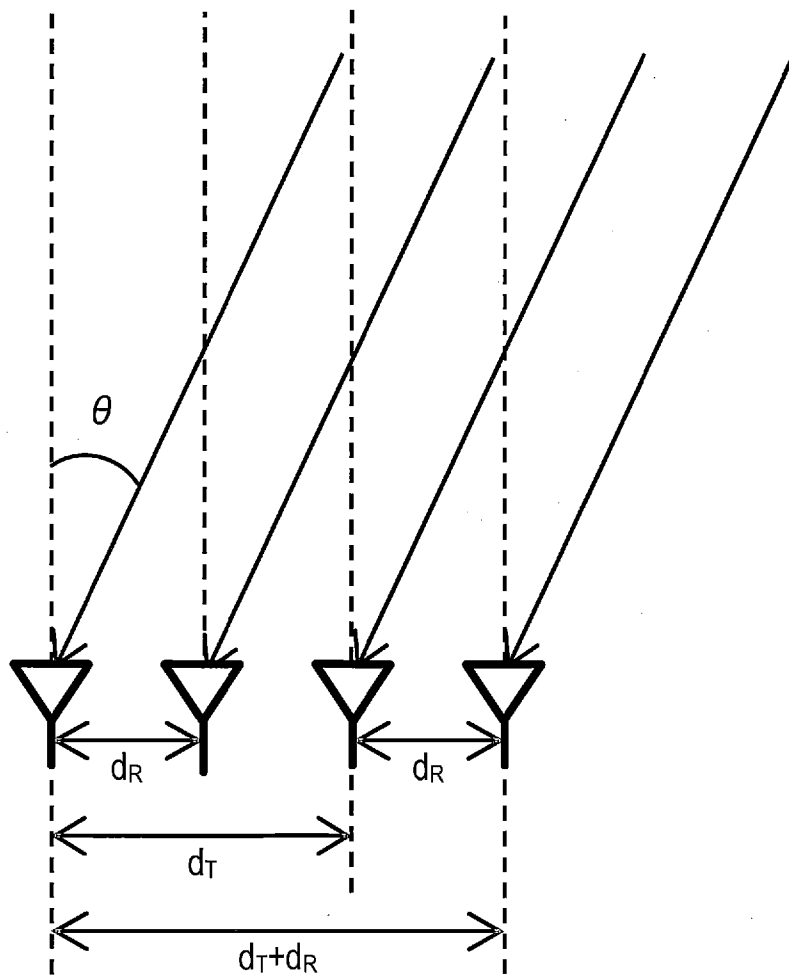


FIG. 3

[図4]

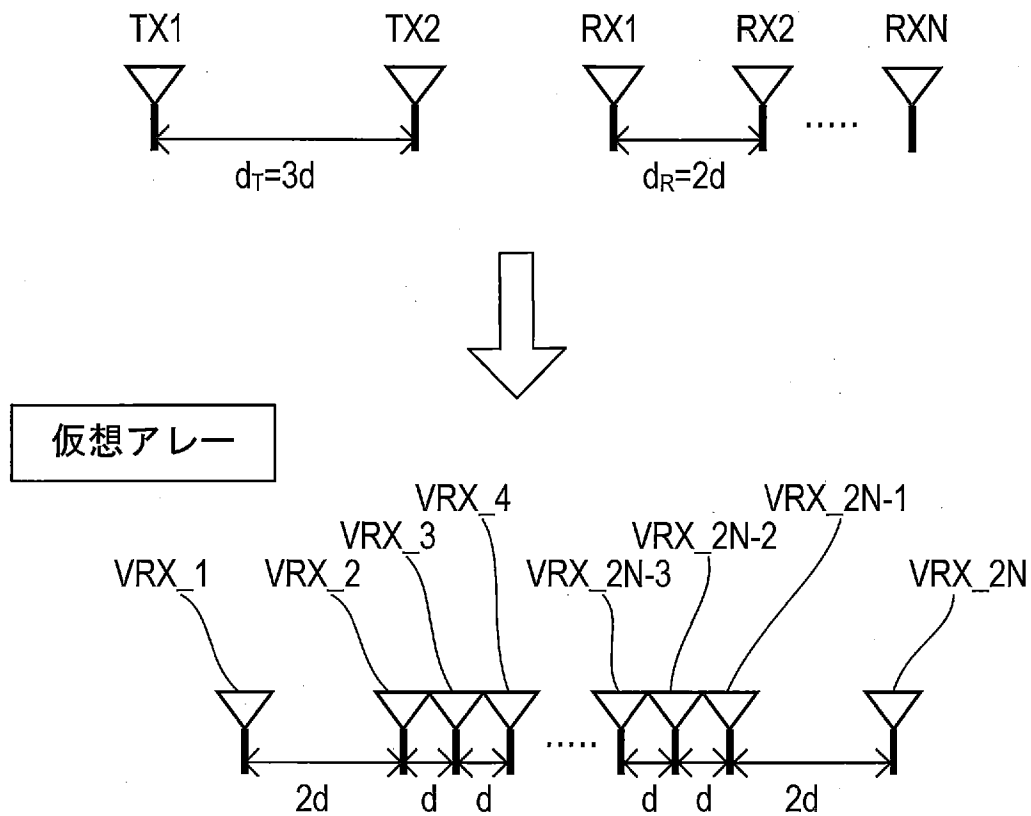


FIG. 4

[図5]

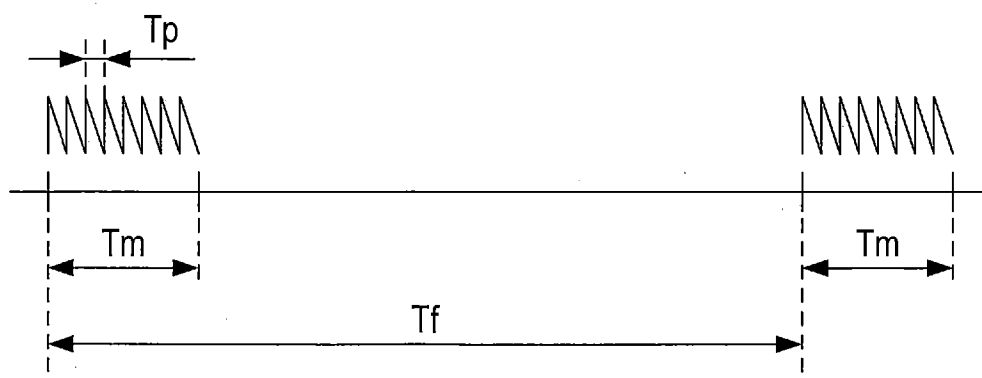


FIG. 5

[図6]

位相数P=4の場合

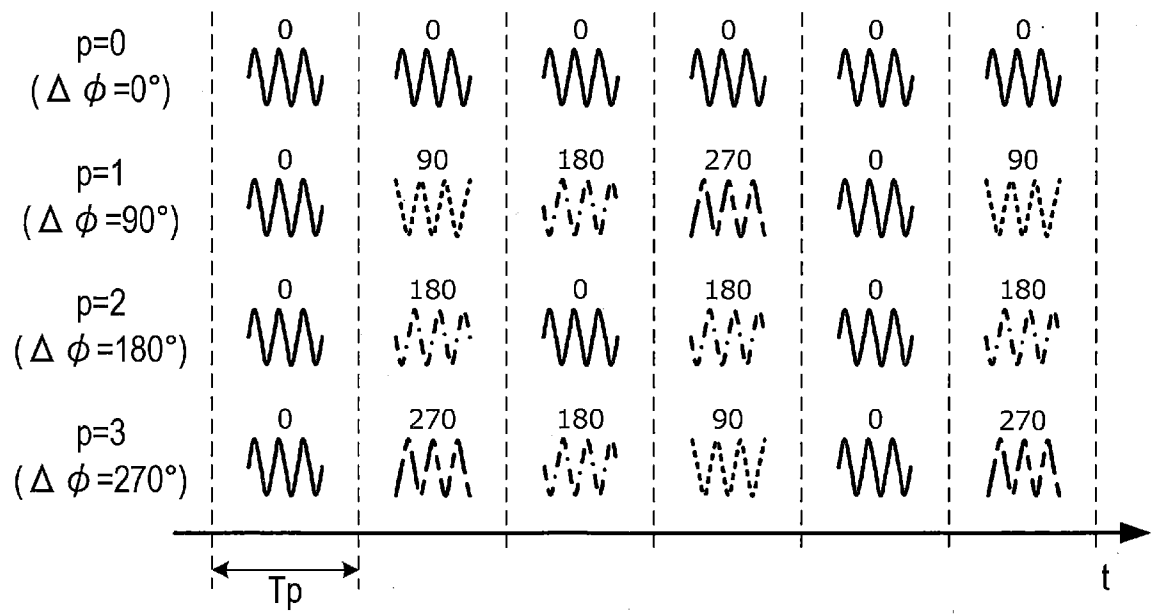


FIG. 6

[図7]

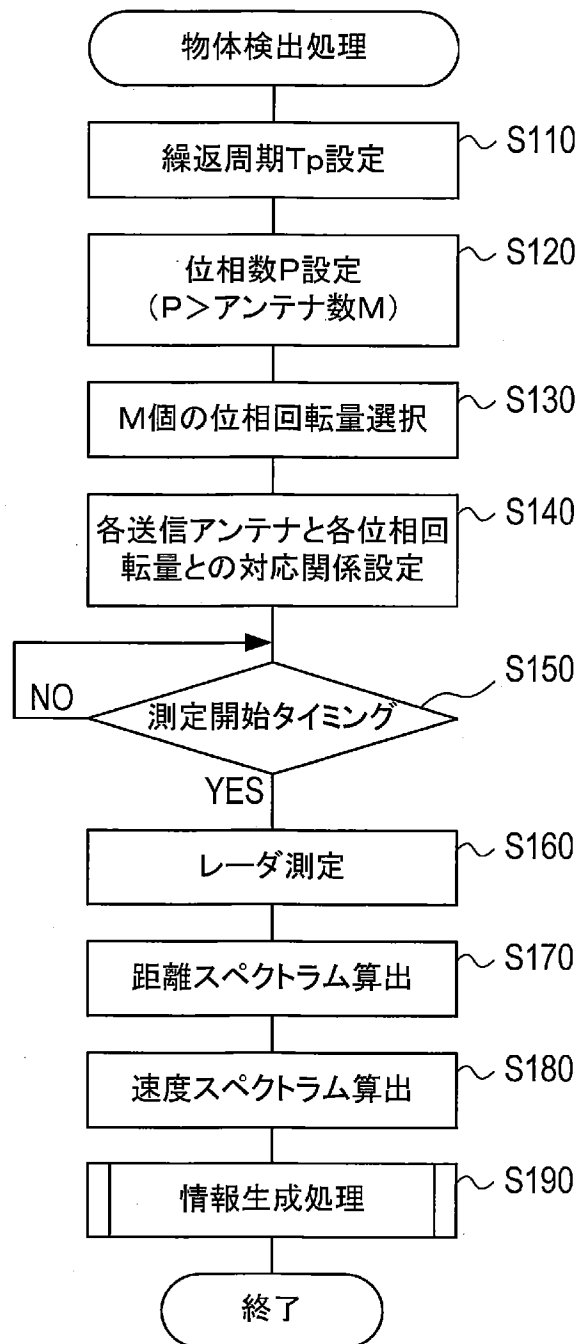


FIG. 7

[図8]

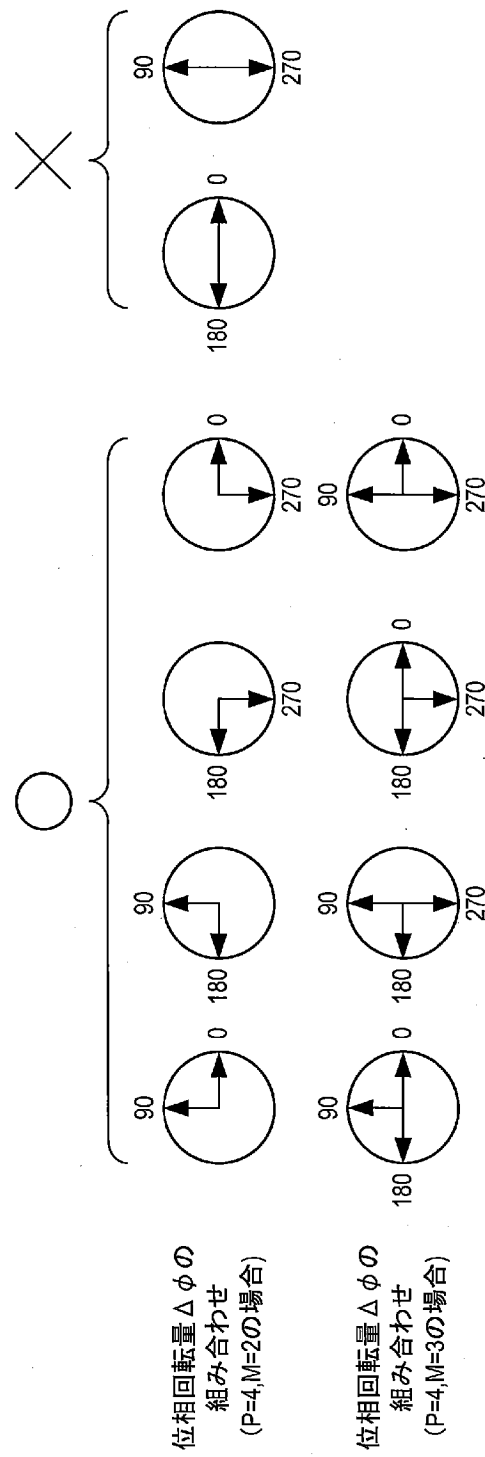


FIG. 8

[図9]

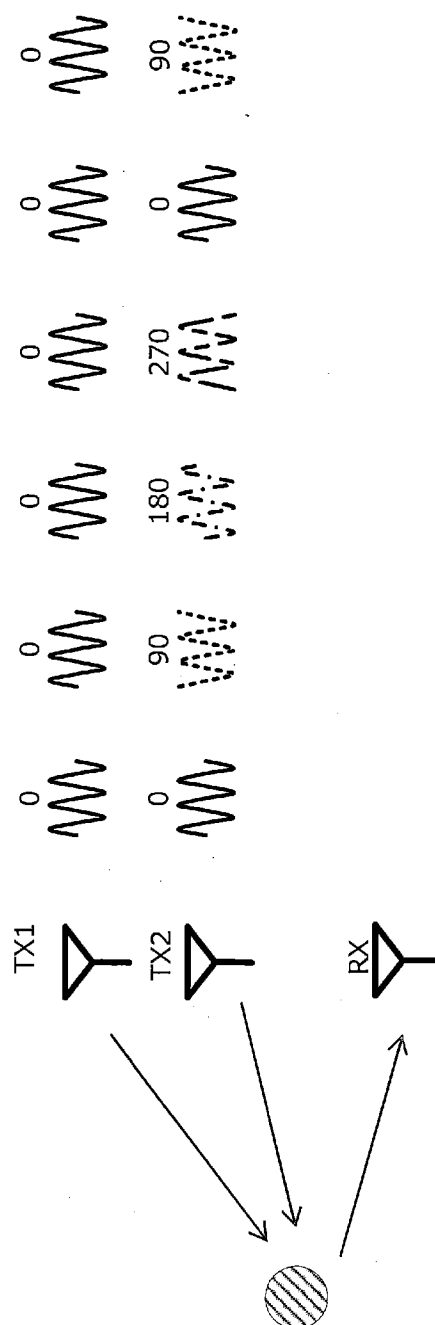


FIG. 9

[図10]

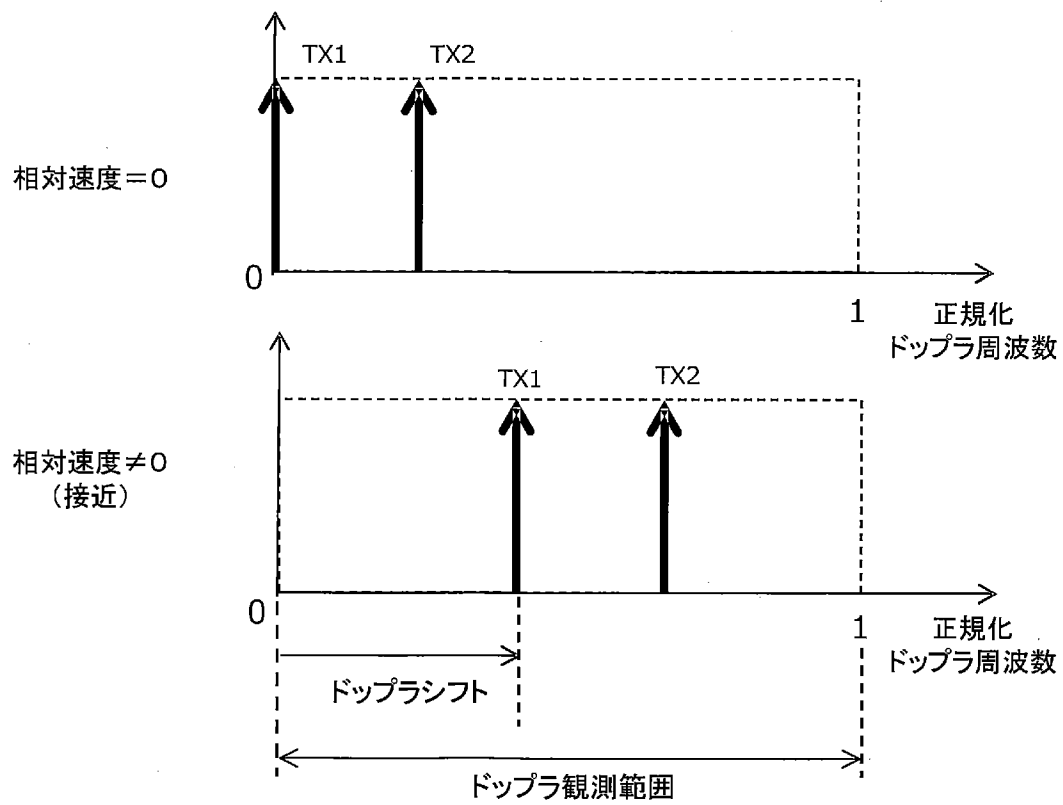


FIG. 10

[図11]

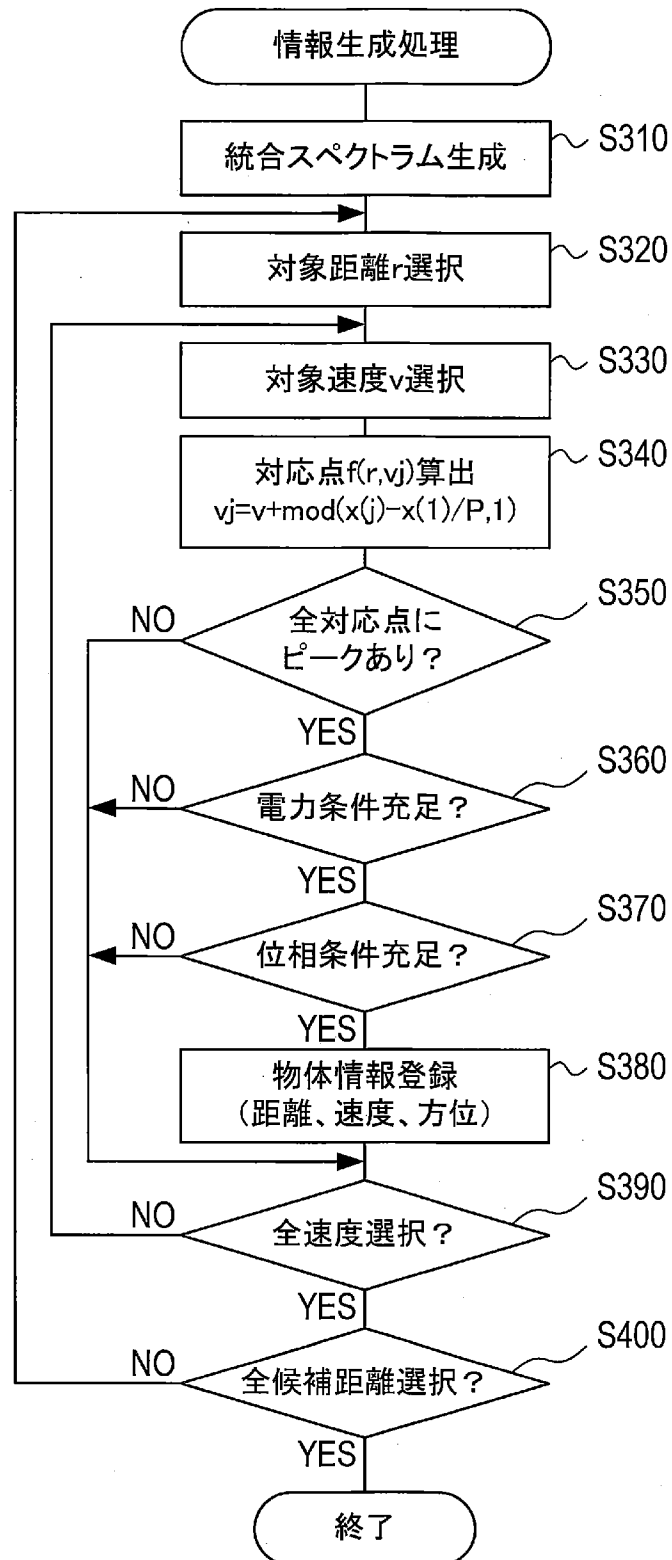


FIG. 11

[図12]

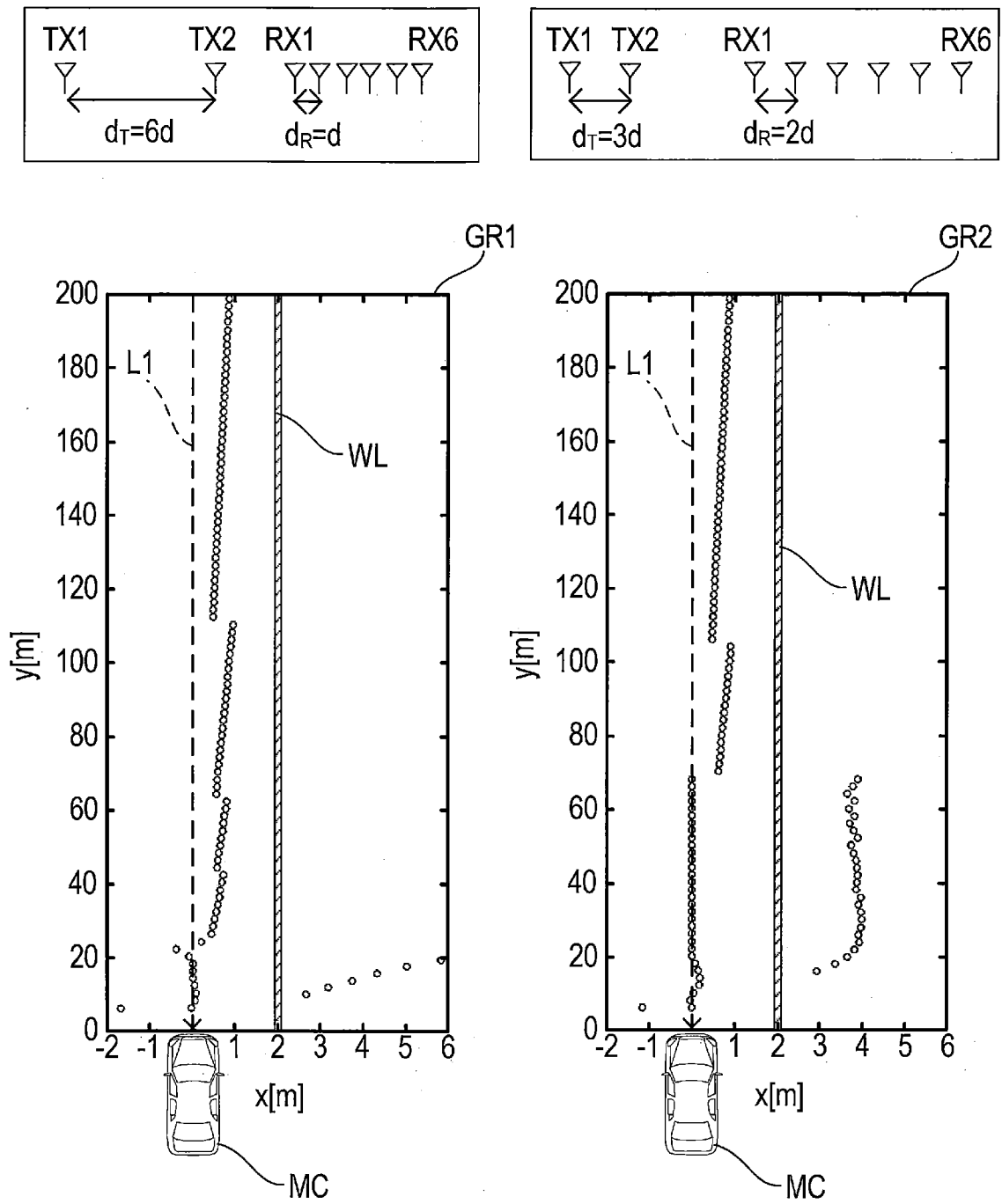


FIG. 12

[図13]

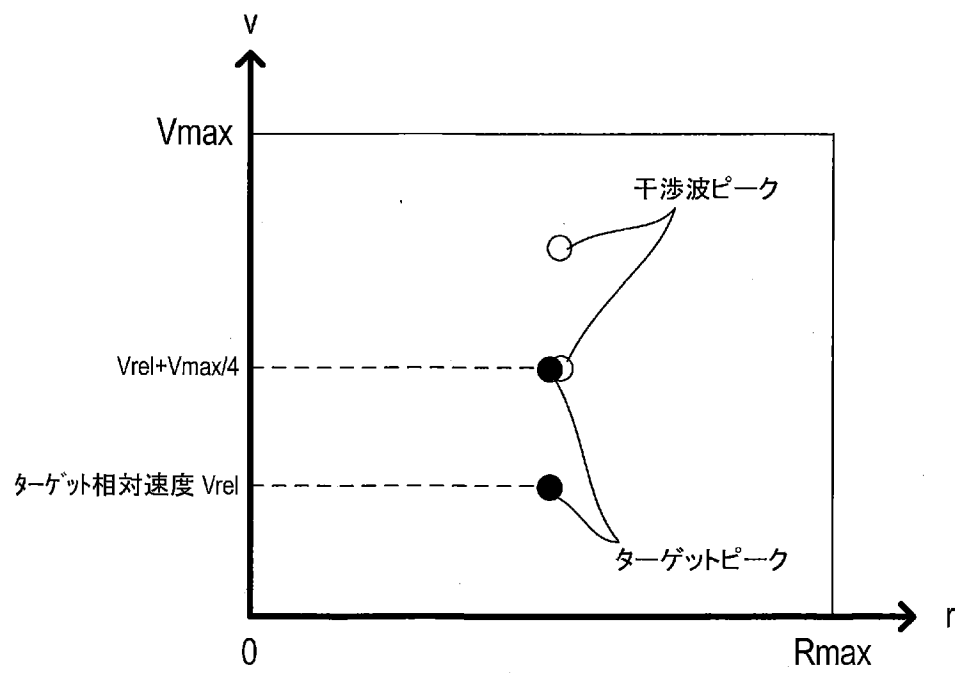


FIG. 13

[図14]

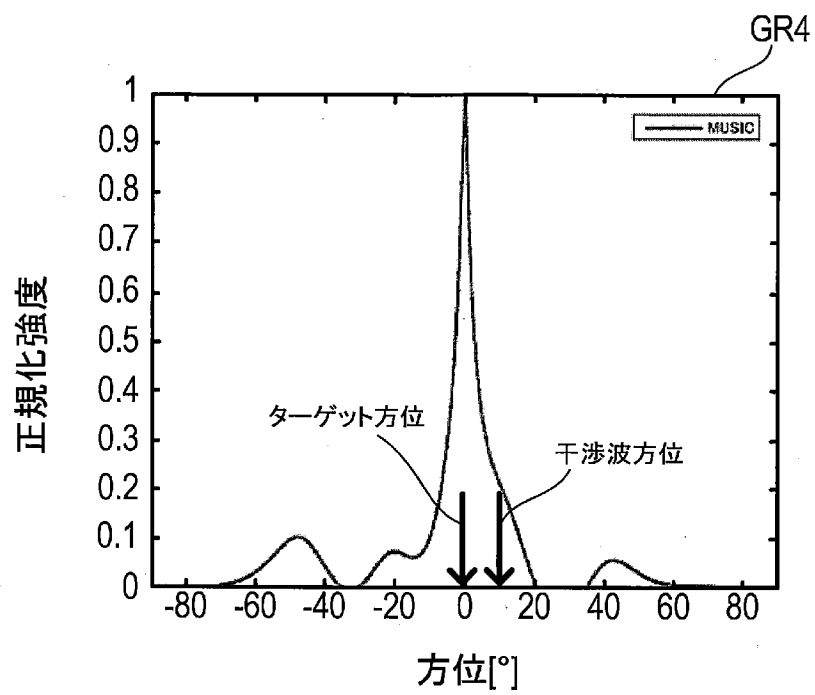
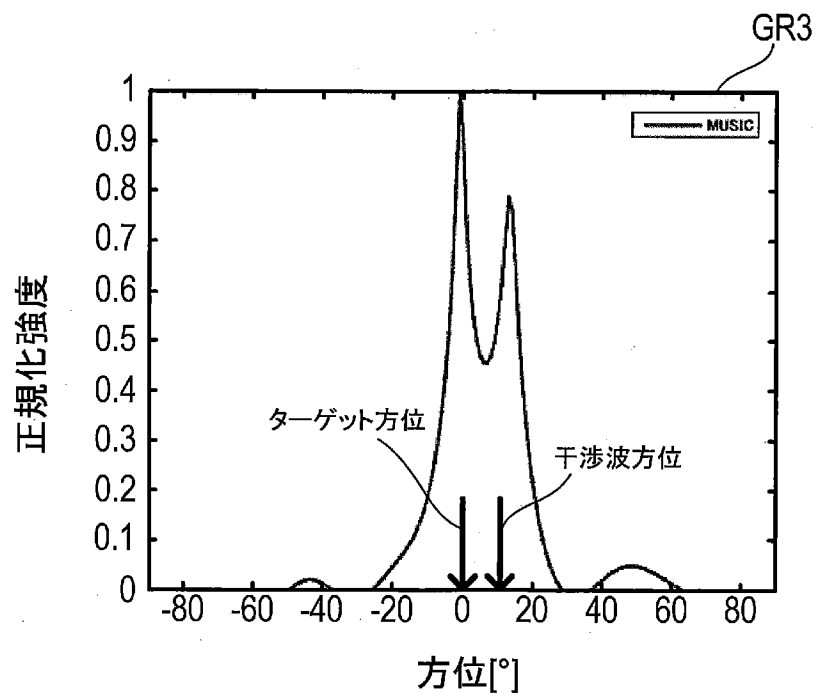


FIG. 14

[図15]

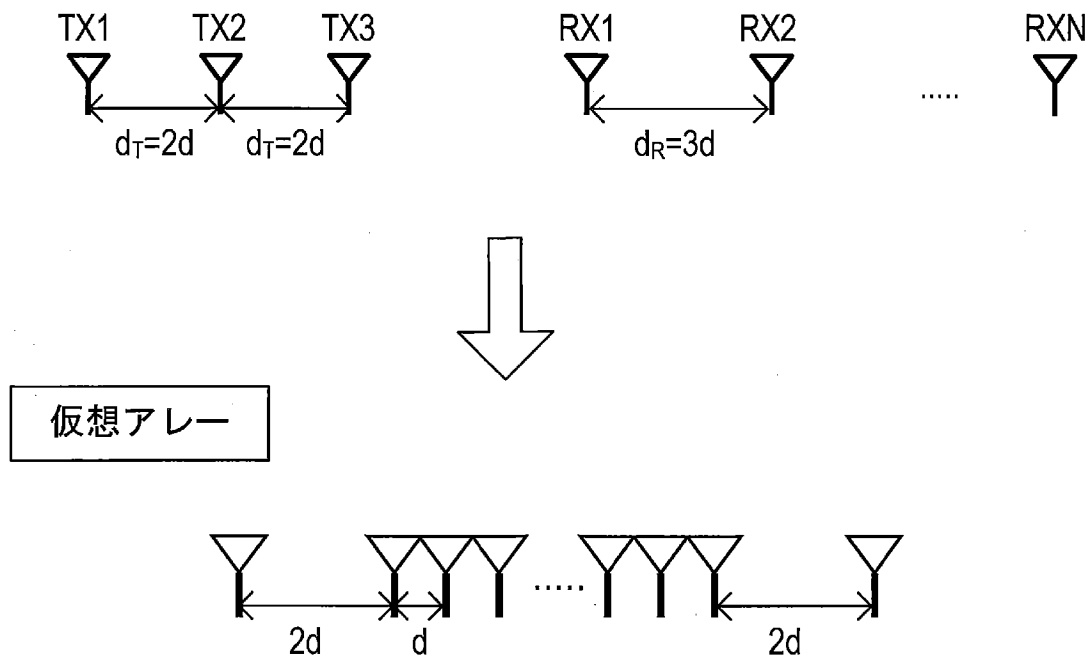


FIG. 15

[図16]

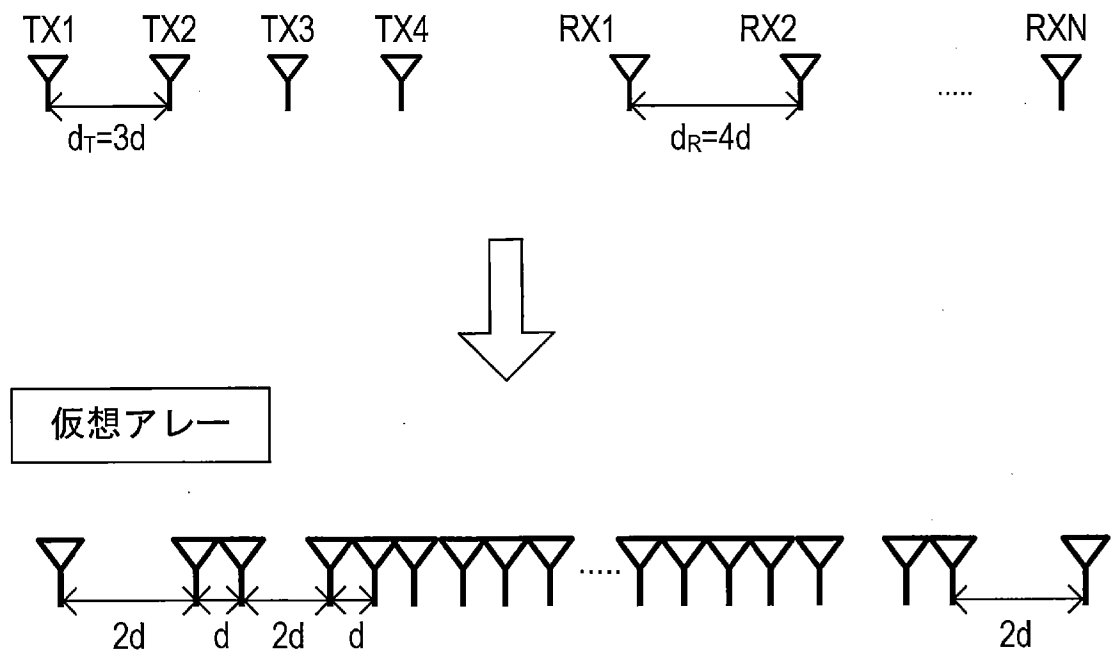


FIG. 16

[図17]

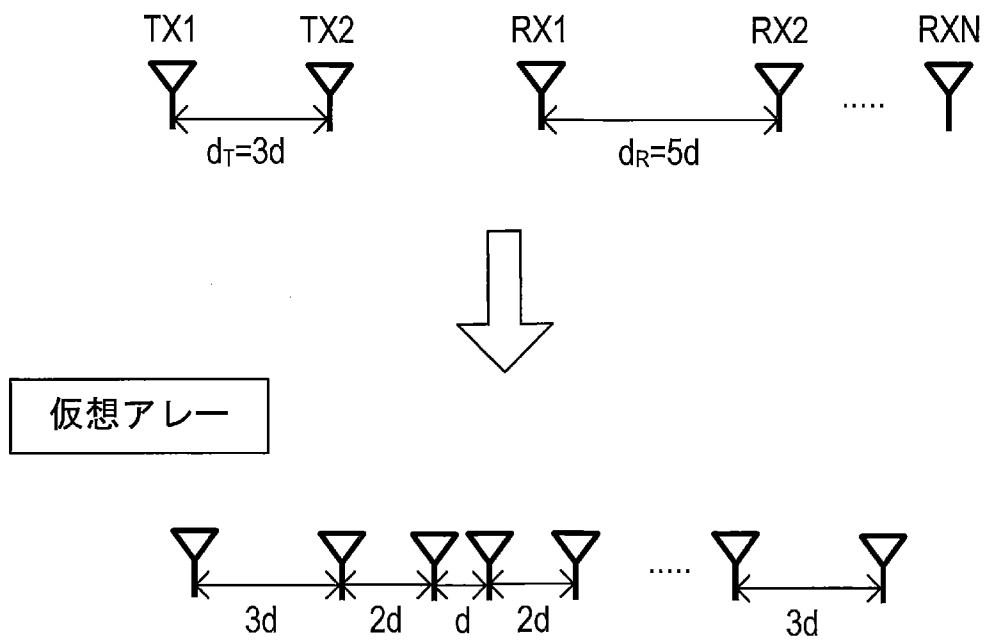


FIG. 17

[図18]

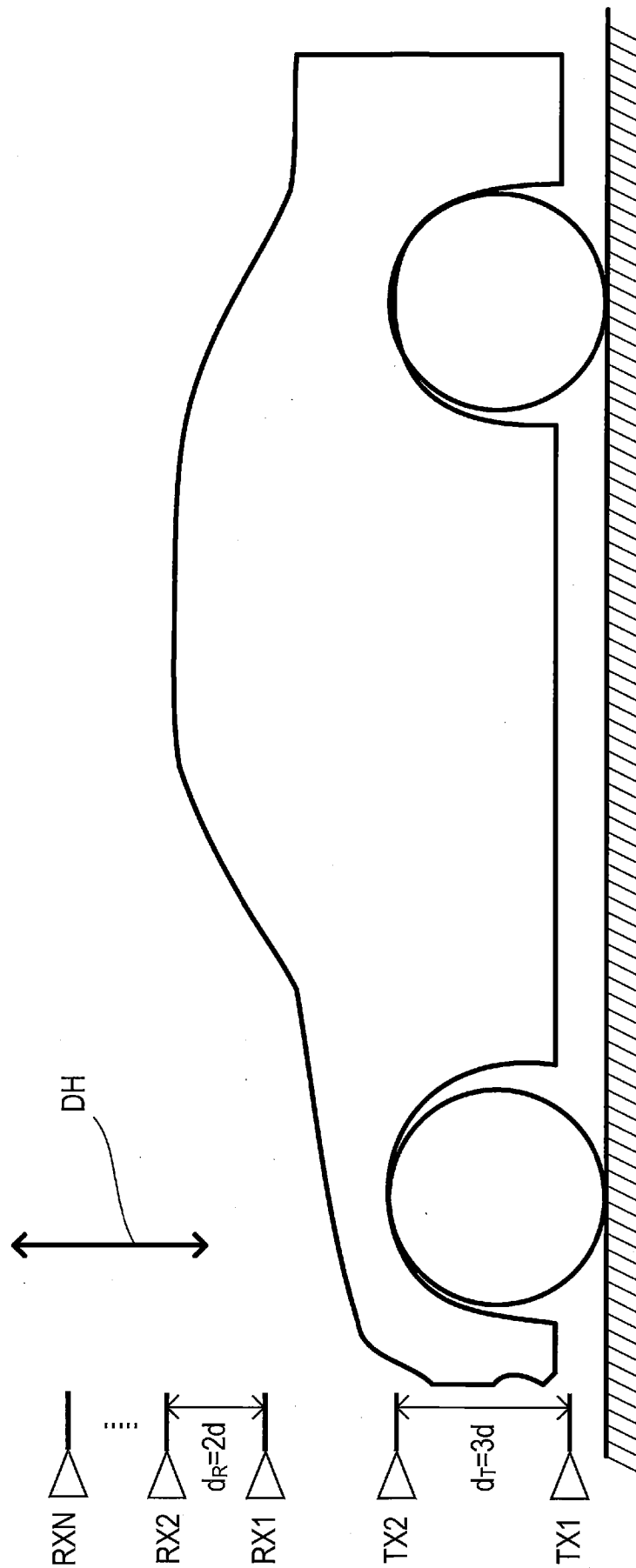


FIG. 18

[図19]

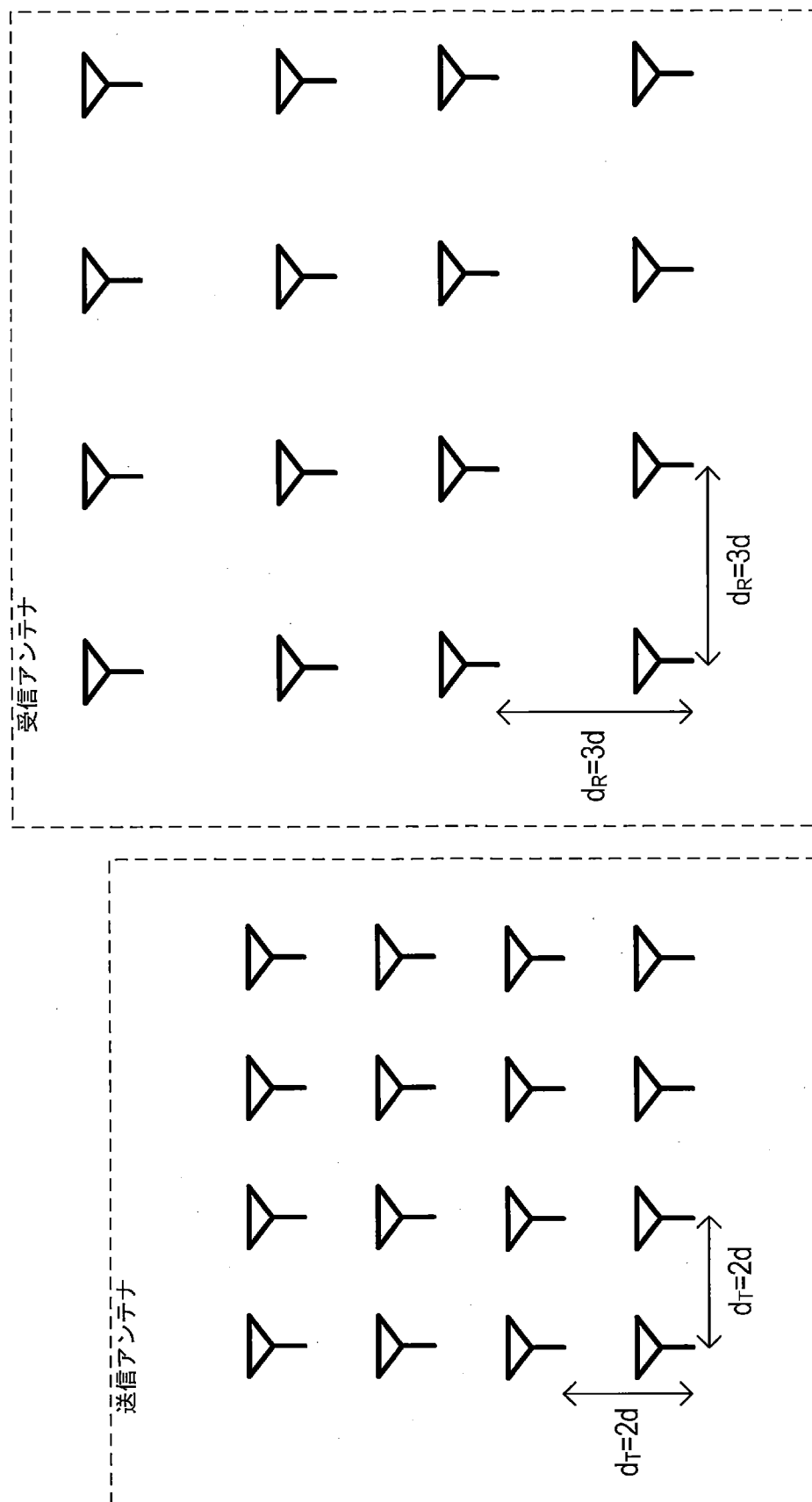


FIG. 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/002084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S7/02 (2006.01) i, G01S13/34 (2006.01) i, H01Q1/32 (2006.01) i, H01Q3/26 (2006.01) i, H01Q21/08 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01S7/00-G01S7/42, G01S13/00-G01S13/95, H01Q1/00-H01Q25/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2017-058359 A (PANASONIC CORP.) 23 March 2017, paragraphs [0018]-[0026], [0036]-[0054], fig. 1A-1C, 3 & US 2017/0082730 A1, paragraphs [0075]-[0083], [0093]-[0110], fig. 1A-1C, 3 & GN 106546983 A	1-4
Y	JP 2016-102745 A (PANASONIC CORP.) 02 June 2016, paragraphs [0015]-[0219], fig. 1-34 & US 2016/0154091 A1, paragraphs [0048]-[0253], fig. 1-34	1-4
Y	JP 2012-109877 A (FUJITSU LTD.) 07 June 2012, paragraphs [0014]-[0026], fig. 1-3 & US 2012/0128100 A1, paragraphs [0023]-[0036], fig. 1-3	1-4



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
05.04.2019

Date of mailing of the international search report
16.04.2019

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/JP2019/002084

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/182002 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 03 December 2015, paragraphs [0006]-[0008], [0020], fig. 2 & US 2017/0149147 A1, paragraphs [0006]-[0008], [0033], fig. 2 & DE 112014006707 T & GN 105415931 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S 7/02(2006.01)i, G01S 13/34(2006.01)i, H01Q 1/32(2006.01)i, H01Q 3/26(2006.01)i,
H01Q 21/08(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. G01S 7/00 - G01S 7/42, G01S 13/00 - G01S 13/95, H01Q 1/00 - H01Q 25/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2017-058359 A (パナソニック株式会社) 2017.03.23 * [0018]-[0026], [0036]-[0054], 図 1A-C, 3 * & US 2017/0082730 A1 * [0075]-[0083], [0093]-[0110], FIGS. 1A-1C, 3 * & CN 106546983 A	1-4
Y	JP 2016-102745 A (パナソニック株式会社) 2016.06.02 * [0015]-[0219], 図 1-34 * & US 2016/0154091 A1 * [0048]-[0253], FIGS. 1-34 *	1-4

☒ 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

05.04.2019

国際調査報告の発送日

16.04.2019

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)

田中 純

2S

7857

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	JP 2012-109877 A (富士通株式会社) 2012.06.07 * [0014]-[0026], 図 1-3 * & US 2012/0128100 A1 * [0023]-[0036], FIGS. 1-3 *	1-4
Y	WO 2015/182002 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2015.12.03 * [0006]-[0008], [0020], 図 2 * & US 2017/0149147 A1 *[0006]-[0008], [0033], FIG. 2* & DE 112014006707 T & CN 106415931 A	1-4