

(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
2020年8月27日(27.08.2020)



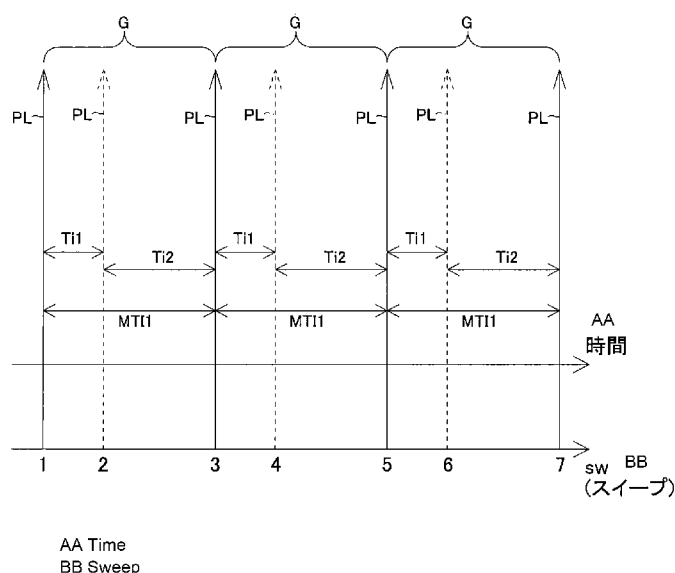
(10) 国際公開番号

WO 2020/170690 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/524 (2006.01) *G01S 7/292* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/001818
- (22) 国際出願日: 2020年1月21日(21.01.2020)
- (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 2019-030214 2019年2月22日(22.02.2019) JP
- (71) 出願人: 古野電気株式会社 (**FURUNO ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 箕輪 昌裕 (**MINOWA, Masahiro**); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** RADAR CONTROL DEVICE, RADAR CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: レーダ制御装置、レーダ制御方法及びプログラム



(57) **Abstract:** [Problem] To provide a radar control device that makes it possible to improve the precision with which ground clutter is removed and to reduce the necessary computer resources. [Solution] A radar control device that has: a transmission pattern setting part 60 that sets a transmission pattern that is transmission timing for a plurality of pulse signals PL that includes at least two different transmission intervals (Ti1 - 3) and is to be cyclically repeated; an MTI cycle determination part 61 that determines an MTI cycle (MTI1 - 7) that is a time period that is the sum of at least

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

two different chronologically consecutive transmission intervals; a Doppler velocity calculation part 64 that uses the MTI cycle (MTI1-7) and reception signals for pulse signals PL transmitted on the basis of the transmission pattern to calculate a Doppler velocity from the phase variation between the reception signals that correspond to the first pulse signal and the final pulse signal of the MTI cycle (MTI1 - 7); and a land removal part 65 that removes a land signal on the basis of the Doppler velocity.

(57) 要約: 【課題】 グラウンドクラッタの除去精度の向上と、必要な計算機資源を少なくすることとを実現可能な、レーダ制御装置を提供する。 【解決手段】 レーダ制御装置は、少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 (T i 1 ~ 3) を含み、周期的に繰り返される、複数のパルス信号 PL の送信タイミングである送信パターンを設定する送信パターン設定部 6 0 と、時系列で連続する少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を足した時間である MT I 周期 (MT I 1 ~ 7) を決定する MT I 周期決定部 6 1 と、送信パターンに基づき送信されたパルス信号 PL の受信信号と MT I 周期 (MT I 1 ~ 7) とを用い、受信信号のうち、前記 MT I 周期 (MT I 1 ~ 7) における最初のパルス信号に対応する受信信号と最後のパルス信号に対応する受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出するドップラ速度算出部 6 4 と、ドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去する陸地除去部 6 5 と、を有する。

明 細 書

発明の名称：レーダ制御装置、レーダ制御方法及びプログラム
技術分野

[0001] 本開示は、レーダ制御装置、レーダ制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 気象レーダは、所定の送信間隔を有するパルス信号をアンテナを介して放射する。放射されたパルス信号の一部は、気象目標から反射され、一部は地面や山等の気象目標以外のものから反射される。反射された信号はアンテナで受信され、受信処理を行うプロセッサに入力される。プロセッサにおいて、不要な信号である山や地面等からの反射信号（陸地エコー、グラウンドクラッタ）を除去し、降水エコー等の気象目標のみを抽出することが要求される。

[0003] 特許文献1には、送信間隔が異なる2種類のパルス信号を送信し、受信信号に対してグラウンドクラッタを除去することについての記載がある。送信間隔が異なる二種類のパルス信号を送信することは2重PRF（Pulse Repetition Frequency）であると説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-215235号公報

特許文献2：特開平6-214016号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] グラウンドクラッタの除去法として、MTI（Moving Target Indicator）法が知られている。一般的なMTI処理は、入力信号と、入力信号の1パルス前の信号との、信号強度と位相差からドップラ速度を算出し、ドップラ速度がゼロ又は略ゼロとなる領域を陸地と判定して除去する処理である。なお、特許文献2にMTI処理についての開示がある。

- [0006] しかしながら、一般的なMTI処理を2重PRFに適用した場合には、次の問題が生じる。2重PRFにおいて第1パルスの送信から第1送信間隔経過後に第2パルスが送信され、第2パルスの送信から第2送信間隔経過後に第1パルスが送信される。第1パルスと第2パルスとが繰り返し送信される。2重PRFに一般的なMTI処理を適用したとすれば、送信間隔が異なる第1パルスと第2パルスとに対応するそれぞれの受信信号間の位相差に基づきグラントクラッタを除去するため、送信間隔が異なるパルスの受信信号同士を、一方の送信間隔と等しいMTI周期で比較することになり、クラッタ除去の精度が悪化する。また、送信間隔が2つ存在するので、第1送信間隔用のMTI処理ブロックと、第2送信間隔用のMTI処理ブロックとの2つの処理ブロックが必要となり、必要な計算機資源が冗長化してしまう。
- [0007] 本開示の目的は、グラントクラッタの除去精度の向上と、必要な計算機資源を少なくすることとを実現可能な、レーダ制御装置、レーダ制御方法及びプログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0008] 本開示のレーダ制御装置は、
- 少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を含み、周期的に繰り返される、複数のパルス信号の送信タイミングである送信パターンを設定する送信パターン設定部と、
 - 前記少なくとも2つ以上の異なる送信間隔は時系列で連続し、当該少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を足した時間であるMTI周期を決定するMTI周期決定部と、
 - 前記送信パターンに基づき送信されたパルス信号の受信信号と前記MTI周期とを用い、前記受信信号のうち、前記MTI周期における最初のパルス信号に対応する受信信号と最後のパルス信号に対応する受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出するドップラ速度算出部と、
 - 前記ドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去する陸地除去部と、
- を備える。

[0009] このようにすれば、MTI周期が一定時間幅となるので、MTI処理を一つの処理ブロックで共用でき、計算機資源を削減可能となる。それでいて、MTI周期が周期的であるので、計算タイミングを周期的に得ることが可能となり、グラントクラッタの除去精度を向上できる場合がある。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]一実施形態に係るレーダ装置及びレーダ制御装置の構成を示す図
[図2]送信概念を模式的に示した図
[図3]周期的に繰り返し送信される複数のパルス信号PLの送信タイミング及び送信間隔を示す図
[図4]図3に示す送信パターンに基づき決定される第1MTI周期を示す図
[図5]図3に示す送信パターンに基づき決定される第2MTI周期を示す図
[図6]3つの送信間隔が繰り返される送信パターンにおいて採用可能なMTI周期を示す図
[図7]3つの送信間隔が繰り返される送信パターンにおいて採用可能なMTI周期を示す図
[図8]レーダ装置が実行する処理を示すフローチャート

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本開示の一実施形態を、図面を参照して説明する。
- [0012] 図1は、本実施形態のレーダ装置及びレーダ装置を制御するレーダ制御装置の構成を示す図である。図2は、送信概念を模式的に示した図である。図3は、周期的に繰り返し送信される複数のパルス信号PLの送信タイミング及び送信間隔を示す図である。
- [0013] 図1に示すように、レーダ装置は、アンテナ1と、サーキュレータ2と、送信部3と、受信部4と、送信部3の制御及び受信部4からの信号を処理するプロセッサ6と、を有する。プロセッサ6がレーダ制御装置となる。プロセッサ6は、送信パターン設定部60、MTI周期決定部61、干渉除去処理部62、MTI処理部63を実現する。MTI処理部63は、ドップラ速度算出部64及び陸地除去部65を有する。

[0014] レーダ装置は、送信部3及び送信パターン設定部60を有する。送信部3は、図2及び図3に示すパルス信号PLを生成し、順次、サーキュレータ2へ出力する。これにより、アンテナ1を介してパルス信号PLが繰り返し送信される。送信パターン設定部60は、送信パターンを送信部30に与えることにより、送信部30を制御する。送信パターンは、図2及び図3に示すように、複数のパルス信号PLの送信タイミングを表す。送信タイミングは、少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 T_{i1} 、 T_{i2} を含み、周期的に繰り返される。図3に示すように、少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 T_{i1} 、 T_{i2} が時系列で連続している。図2及び図3の例では、第1スイープ $sw1$ のパルス信号PLと第2スイープ $sw2$ のパルス信号PLとの第1送信間隔 T_{i1} が $1/2000$ 秒（ 2000Hz ）であり、第2スイープ $sw2$ のパルス信号PLと第3スイープ $sw3$ のパルス信号PLとの第2送信間隔 T_{i2} が $1/1600$ 秒（ 1600Hz ）である。以後、第1送信間隔 T_{i1} 及び第2送信間隔 T_{i2} が繰り返され、第3スイープ $sw3$ （パルス信号PL）、第4スイープ $sw4$ （パルス信号PL）、第5スイープ $sw5$ （パルス信号PL）、第6スイープ $sw6$ （パルス信号PL）、第7スイープ $sw7$ （パルス信号PL）が順次送信される。これにより、図3に示すように、第1送信間隔 T_{i1} と、第1送信間隔 T_{i1} に続く第2送信間隔 T_{i2} とを有する送信パルス群Gが繰り返し送信されることになる。

[0015] なお、送信間隔 T_{i1} 、 T_{i2} の長さ（周波数）は説明の便宜のための例示であり、これに限定されない。

[0016] サーキュレータ2は、送信部30から出力されたパルス信号PLをアンテナ1に伝送する。アンテナ1は、サーキュレータ2を介して入力された複数のパルス信号PL（第1～第6のスイープ $sw1\sim6$ ）を所定の指向性で外部へ放射する。この構成により、図2に示すように複数のパルス信号PLが、方位を順次変えながら放射される。

[0017] アンテナ1は、外部から到来した電波を受信して受信信号をサーキュレータ2へ出力する。この受信信号には、アンテナ1から放射したパルス信号P

Lの反射信号が含まれている。サーキュレータ2は、アンテナ1から伝搬された受信信号を受信部4へ伝送する。受信部4は、入力された信号をサンプリングし、デジタル化した信号を干渉除去処理部62へ入力する。

[0018] 干渉除去処理部62は、受信信号に混入する他のレーダ装置の送信信号と、クラッタ等による多重反射等の干渉・影響を除去する干渉除去処理を実行する。干渉除去処理は、広く知られているので詳細な説明は省略する。干渉除去処理部62で処理されたデータは、MTI処理部63に入力される。

[0019] MTI周期決定部61は、送信パターン設定部60が設定した送信パターンに基づいてMTI周期を決定する。MTI周期は、MTI処理部63で 사용되는。MTI周期決定部61は、図4又は図5に示すように、少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 T_{i1} 、 T_{i2} を足した時間であるMTI周期 MTI_1 、 MTI_2 を決定する。本実施形態では、MTI周期決定部61は、第1MTI周期 MTI_1 、又は、第2MTI周期 MTI_2 の少なくともいずれかのMTI周期を決定する。第1MTI周期 MTI_1 は、図4に示すように、第1送信間隔 T_{i1} を先頭とし、第1送信間隔 T_{i1} 、第2送信間隔 T_{i2} の順に各送信間隔が時系列に連続している。第2MTI周期 MTI_2 は、図5に示すように、第2送信間隔 T_{i2} を先頭とし、第2送信間隔 T_{i2} 、第1送信間隔 T_{i1} の順に各送信間隔が時系列に連続している。第1MTI周期 MTI_1 及び第2MTI周期 MTI_2 は、 $1/2000$ 秒 $+1/1600$ 秒 $\approx 1/888$ 秒（約888Hz）であり、いずれも時間長さが同じである。時間長さを周波数で表現すれば周波数が同じである。

[0020] MTI処理部63は、MTI周期決定部61が決定したMTI周期と受信信号に基づきMTI処理を実行する。MTI処理は、ドップラ速度の算出及びドップラ速度に基づくグラントクラッタの除去である。MTI処理部63は、図1に示すように、ドップラ速度算出部64及び陸地除去部65を有する。ドップラ速度算出部64は、送信パターンに基づき送信されたパルス信号PLの受信信号とMTI周期とを用い、受信信号のうち、MTI周期における最初のパルス信号PLに対応する受信信号と最後のパルス信号に対応す

る受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出する。

[0021] 図4の例で説明すれば、第1MTI周期MTI1における最初のパルス信号と最後のパルス信号の組み合わせは、(第1スイープsw1、第3スイープsw3)、(第3スイープsw3、第5スイープsw5)、(第5スイープsw5、第7スイープsw7)である。よって、第1スイープsw1及び第3スイープsw3の受信信号間の位相変化量からドップラ速度が算出される。第3スイープsw3及び第5スイープsw5の受信信号間の位相変化量からドップラ速度が算出される。第5スイープsw5及び第7スイープsw7の受信信号間の位相変化量からドップラ速度が算出される。ドップラ速度の算出タイミングは、第3スイープsw3、第5スイープsw5及び第7スイープsw7の反射信号の受信時点に基づく。なお、スイープの受信信号をバッファに貯めておいて、順に信号処理してもよい。

[0022] 図5の例で説明すれば、第2MTI周期MTI2における最初のパルス信号と最後のパルス信号の組み合わせは、(第2スイープsw2、第4スイープsw4)、(第4スイープsw4、第6スイープsw6)である。よって、第2スイープsw2及び第4スイープsw4の受信信号間の位相変化量からドップラ速度が算出される。第4スイープsw4及び第6スイープsw6の受信信号間の位相変化量からドップラ速度が算出される。ドップラ速度の算出タイミングは、第2スイープsw2、第4スイープsw4及び第6スイープsw6の反射信号の受信時点に基づく。

[0023] 陸地除去部65は、ドップラ速度算出部64が算出したドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去する。ドップラ速度がゼロ、略ゼロ又は所定閾値以下であれば、陸地であるとして除去する。略ゼロは、観測データのゆらぎによって完全なゼロではないが、ゼロと扱ってよい値を意味する。なお、陸地除去部65が、上記位相変化量がゼロ、略ゼロ又は所定閾値以下であれば、陸地であるとして除去するようにしてもよく、処理としては同義である。

[0024] MTI処理部63は、第1MTI周期MTI1を用いたMTI処理のみを実行してもよいし、第2MTI周期MTI2を用いたMTI処理のみを実行

してもよいし、第1MTI周期MTI1を用いたMTI処理と第2MTI周期MTI2を用いたMTI処理との双方を実行して各結果を結合してもよい。

[0025] このようにすれば、各々のMTI周期（第1MTI周期MTI1、第2MTI周期MTI2）が一定時間幅となる。MTI周期の時間幅が異なれば、時間幅毎に計算機資源が必要となるが、MTI周期の時間幅が一定であるので、一つの計算機資源で第1MTI周期MTI1、第2MTI周期MTI2の双方に対応可能となる。

[0026] なお、本実施形態では、横方向の偏波（H波）及び縦方向の偏波（V波）を用いた二重偏波レーダの制御について説明しているが、これに限定されず、一偏波のレーダを用いてもよい。また、図2は、PPISキャン（アンテナ水平走査）について説明したが、これに限定されず、RHISキャン（アンテナ仰角操作）でも本開示を適用可能である。

[0027] プロセッサ6は、MTI処理部63の処理後のデータを処理する後処理部66を有する。後処理部66は、受信信号から船舶を除去する船舶除去処理、受信信号の位相情報からドップラ速度を算出する処理、受信信号の位相情報からマルチパラメータ $[\phi D p$ （偏波間位相差）、 $k d p$ （位相変化率）]を算出する処理、受信信号の強度情報から降水強度を算出する処理、受信信号の強度情報からマルチパラメータ $[Z h$ （H波の強度）、 $Z v$ （V波の強度）、 $Z d r$ （偏平度）]を算出する処理、等の少なくともいずれかが挙げられる。

[0028] [変形例]

上記実施形態では、送信パターンが2つの異なる第1送信間隔 $T i 1$ 及び第2送信間隔 $T i 2$ を含む例であるが、これに限定されない。送信パターンが3つ以上の異なる送信間隔 $T i 1$ 、 $T i 2$ 、 $T i 3$ を有する場合も本開示が適用可能である。図6は、3つの異なる送信間隔（第1送信間隔 $T i 1$ 、第2送信間隔 $T i 2$ 、第3送信間隔 $T i 3$ ）が周期的に繰り返される例である。この場合、MTI周期決定部61が決定可能なMTI周期は3つ（MT

13、MT14、MT15) 挙げられる。MT1周期MT13は、第1送信間隔 T_{i1} を先頭とし、第2送信間隔 T_{i2} 及び第3送信間隔 T_{i3} が順に時系列に連続する。MT1周期MT14は、第2送信間隔 T_{i2} を先頭とし、第3送信間隔 T_{i3} 及び第1送信間隔 T_{i1} が順に時系列に連続する。MT1周期MT15は、第3送信間隔 T_{i3} を先頭とし、第1送信間隔 T_{i1} 及び第2送信間隔 T_{i2} が順に時系列に連続する。MT1周期決定部61は、これらのMT1周期(MT13、MT14、MT15)のうち少なくとも1つの周期を決定すればよい。なお、時間幅の異なる複数のMT1周期を用いないのであれば、図7に示すように、MT1周期MT13の他、MT1周期MT16、又はMT1周期MT17のいずれかを決定可能である。

[0029] [レーダ制御方法]

図8は、上記レーダ装置が実行するフローを示す。ステップST100において、送信パターン設定部60が送信パターンを設定する。ステップST101において、送信部3が送信パターンに基づきパルス信号PLを送信する。ステップST102において、受信部4が受信信号を受信する。次のステップST103において、干渉除去処理部62が干渉除去処理を実行する。ステップST104において、MT1周期決定部61が送信パターンに基づきMT1周期を決定する。なお、MT1周期の決定は、ステップST100以降且つST105より前であれば、どの時点で実行してもよい。次のステップST105において、ドップラ速度算出部64がMT1周期を用いてドップラ速度を算出する。次のステップST106において、陸地除去部65がドップラ速度に基づき陸地を除去する。次のステップST107において、後処理部66が所定の後処理を実行する。

[0030] 以上のように、本実施形態のレーダ制御装置は、

少なくとも2つ以上の異なる送信間隔($T_{i1} \sim 3$)を含み、周期的に繰り返される、複数のパルス信号PLの送信タイミングである送信パターンを設定する送信パターン設定部60と、

少なくとも2つ以上の異なる送信間隔($T_{i1} \sim 3$)は時系列で連続し、

少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 ($T_i 1 \sim 3$) を足した時間である MTI 周期 ($MTI 1 \sim 7$) を決定する MTI 周期決定部 61 と、

送信パターンに基づき送信されたパルス信号 PL の受信信号と MTI 周期 ($MTI 1 \sim 7$) とを用い、受信信号のうち、前記 MTI 周期 ($MTI 1 \sim 7$) における最初のパルス信号に対応する受信信号と最後のパルス信号に対応する受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出するドップラ速度算出部 64 と、

ドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去する陸地除去部 65 と、
を備える。

[0031] 本実施形態のレーダ制御方法は、

少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 ($T_i 1 \sim 3$) を含み、周期的に繰り返される、複数のパルス信号 PL の送信タイミングである送信パターンを設定することと、

少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 ($T_i 1 \sim 3$) は時系列で連続し、
少なくとも2つ以上の異なる送信間隔 ($T_i 1 \sim 3$) を足した時間である MTI 周期 ($MTI 1 \sim 7$) を決定することと、

送信パターンに基づき送信されたパルス信号 PL の受信信号と MTI 周期 ($MTI 1 \sim 7$) とを用い、受信信号のうち、前記 MTI 周期 ($MTI 1 \sim 7$) における最初のパルス信号に対応する受信信号と最後のパルス信号に対応する受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出することと、

ドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去することと、
を含む。

[0032] このようにすれば、 MTI 周期が一定時間幅となるので、 MTI 処理を一つの処理ブロックで共用でき、計算機資源を削減可能となる。それでいて、 MTI 周期が周期的であるので、計算タイミングを周期的に得ることが可能となり、グラウンドクラッタの除去精度を向上できる場合がある。

[0033] 本実施形態のように、陸地除去部 65 は、ドップラ速度がゼロ、略ゼロ又は所定の閾値以下の信号を除去することが好ましい。好ましい実施例である

。

[0034] 図4又は図5に示すように、第1送信間隔 T_{i1} と、第1送信間隔 T_{i1} に続く第2送信間隔 T_{i2} とを有する送信パルス群Gが繰り返し送信され、

MTI周期決定部61は、第1送信間隔 T_{i1} を先頭とする第1MTI周期 MTI_1 、又は、第2送信間隔 T_{i2} を先頭とする第2MTI周期 MTI_2 の少なくともいずれかのMTI周期を決定し、

ドップラ速度の算出及び陸地となる信号の除去を含むMTI処理は、第1MTI周期 MTI_1 又は第2MTI周期 MTI_2 を用いて実行されることが好ましい。

[0035] このようにすれば、同じ送信間隔を有するパルス信号に対応する受信信号同士を、当該送信間隔を含むMTI周期で比較するので、陸地除去の精度を向上させることが可能となる。

[0036] 図4及び図5に示すように、MTI周期決定部61は、第1MTI周期 MTI_1 及び第2MTI周期 MTI_2 の双方を決定し、第1MTI周期 MTI_1 を用いたMTI処理と、第2MTI周期 MTI_2 を用いたMTI処理と、の双方を実行する。

[0037] このようにすれば、第1MTI周期 MTI_1 と第2MTI周期 MTI_2 は、互いに重なるので、サンプリング周波数が高くなり、グラントクラッタの除去性能を向上させることが可能となる。

[0038] 図4、図5、図6又は図7におけるMTI周期(MTI_3)のように、MTI周期決定部61は、少なくとも2つ以上の異なる送信間隔($T_{i1} \sim 2$ 、 $T_{i1} \sim 3$)の全てを足した時間をMTI周期として決定することが好ましい。

[0039] このようにすれば、MTI周期における最初と最後のパルス信号が、時間幅が同一である送信間隔にかかるパルス信号となり、同じ送信間隔を有するパルス信号に対応する受信信号同士を比較することになるので、陸地除去の精度を向上させることが可能となる。それでいて、全てのMTI周期の時間幅が同一になるので、単一の処理ブロックを共用でき、計算資源を削減可能

となる。

[0040] 本実施形態に係るプログラムは、上記方法を1又は複数のプロセッサに実行させるプログラムである。

[0041] 以上、本開示の実施形態について図面に基づいて説明したが、具体的な構成は、これらの実施形態に限定されるものでないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施形態の説明だけではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0042] 例えば、特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現できる。特許請求の範囲、明細書、および図面中のフローに関して、便宜上「まず」、「次に」等を用いて説明したとしても、この順で実行することが必須であることを意味するものではない。

[0043] 上記の各実施形態で採用している構造を他の任意の実施形態に採用することは可能である。

[0044] 各部の具体的な構成は、上述した実施形態のみに限定されるものではなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

符号の説明

- [0045]
- 60 送信パターン設定部
 - 61 MTI周期決定部
 - 64 ドップラ速度算出部
 - 65 陸地除去部
 - Ti1 第1送信間隔（送信間隔）
 - Ti2 第2送信間隔（送信間隔）
 - Ti3 送信間隔
 - PL パルス信号
 - MTI1 第1MTI周期（MTI周期）

MT I 2 第2 MT I 周期 (MT I 周期)

MT I 3 MT I 周期

MT I 4 MT I 周期

MT I 5 MT I 周期

MT I 6 MT I 周期

用語

[0046] 必ずしも全ての目的または効果・利点が、本明細書中に記載される任意の特定の実施形態に則って達成され得るわけではない。従って、例えば当業者であれば、特定の実施形態は、本明細書中で教示または示唆されるような他の目的または効果・利点を必ずしも達成することなく、本明細書中で教示されるような1つまたは複数の効果・利点を達成または最適化するように動作するように構成され得ることを想到するであろう。

[0047] 本明細書中に記載される全ての処理は、1つまたは複数のコンピュータまたはプロセッサを含むコンピューティングシステムによって実行されるソフトウェアコードモジュールにより具現化され、完全に自動化され得る。コードモジュールは、任意のタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体または他のコンピュータ記憶装置に記憶することができる。一部または全ての方法は、専用のコンピュータハードウェアで具現化され得る。

[0048] 本明細書中に記載されるもの以外でも、多くの他の変形例があることは、本開示から明らかである。例えば、実施形態に応じて、本明細書中に記載されるアルゴリズムのいずれかの特定の動作、イベント、または機能は、異なるシーケンスで実行することができ、追加、併合、または完全に除外することができる（例えば、記述された全ての行為または事象がアルゴリズムの実行に必要というわけではない）。さらに、特定の実施形態では、動作またはイベントは、例えば、マルチスレッド処理、割り込み処理、または複数のプロセッサまたはプロセッサコアを介して、または他の並列アーキテクチャ上で、逐次ではなく、並列に実行することができる。さらに、異なるタスクまたはプロセスは、一緒に機能し得る異なるマシンおよび/またはコンピューティ

ングシステムによっても実行され得る。

[0049] 本明細書中に開示された実施形態に関連して説明された様々な例示的論理ブロックおよびモジュールは、プロセッサなどのマシンによって実施または実行することができる。プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいが、代替的に、プロセッサは、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシン、またはそれらの組み合わせなどであってもよい。プロセッサは、コンピュータ実行可能命令を処理するように構成された電気回路を含むことができる。別の実施形態では、プロセッサは、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、またはコンピュータ実行可能命令を処理することなく論理演算を実行する他のプログラマブルデバイスを含む。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせ、例えば、デジタル信号プロセッサ(デジタル信号処理装置)とマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと組み合わせた1つ以上のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装することができる。本明細書中では、主にデジタル技術に関して説明するが、プロセッサは、主にアナログ素子を含むこともできる。例えば、本明細書中に記載される信号処理アルゴリズムの一部または全部は、アナログ回路またはアナログとデジタルの混合回路により実装することができる。コンピューティング環境は、マイクロプロセッサ、メインフレームコンピュータ、デジタル信号プロセッサ、ポータブルコンピューティングデバイス、デバイスコントローラ、または装置内の計算エンジンに基づくコンピュータシステムを含むが、これらに限定されない任意のタイプのコンピュータシステムを含むことができる。

[0050] 特に明記しない限り、「できる」「できた」「だろう」または「可能性がある」などの条件付き言語は、特定の実施形態が特定の特徴、要素および/またはステップを含むが、他の実施形態は含まないことを伝達するために一般に使用される文脈内での意味で理解される。従って、このような条件付き言語は、一般に、特徴、要素および/またはステップが1つ以上の実施形態に必

要とされる任意の方法であること、または1つ以上の実施形態が、これらの特徴、要素および/またはステップが任意の特定の実施形態に含まれるか、または実行されるかどうかを決定するための論理を必然的に含むことを意味するという訳ではない。

[0051] 語句「X、Y、Zの少なくとも1つ」のような選言的言語は、特に別段の記載がない限り、項目、用語等が X、Y、Z、のいずれか、又はそれらの任意の組み合わせであり得ることを示すために一般的に使用されている文脈で理解される(例: X、Y、Z)。従って、このような選言的言語は、一般的には、特定の実施形態がそれぞれ存在するXの少なくとも1つ、Yの少なくとも1つ、またはZの少なくとも1つ、の各々を必要とすることを意味するものではない。

[0052] 本明細書中に記載されかつ/または添付の図面に示されたフロー図における任意のプロセス記述、要素またはブロックは、プロセスにおける特定の論理機能または要素を実装するための1つ以上の実行可能命令を含む、潜在的にモジュール、セグメント、またはコードの一部を表すものとして理解されるべきである。代替の実施形態は、本明細書中に記載された実施形態の範囲内に含まれ、ここでは、要素または機能は、当業者に理解されるように、関連する機能性に応じて、実質的に同時にまたは逆の順序で、図示または説明されたものから削除、順不同で実行され得る。

[0053] 特に明示されていない限り、「一つ」のような数詞は、一般的に、1つ以上の記述された項目を含むと解釈されるべきである。従って、「～するように設定された一つのデバイス」などの語句は、1つ以上の列挙されたデバイスを含むことを意図している。このような1つまたは複数の列挙されたデバイスは、記載された引用を実行するように集合的に構成することもできる。例えば、「以下のA、BおよびCを実行するように構成されたプロセッサ」は、Aを実行するように構成された第1のプロセッサと、BおよびCを実行するように構成された第2のプロセッサとを含むことができる。加えて、導入された実施例の具体的な数の列挙が明示的に列挙されたとしても、当業者は、このような列挙が典型的には少なくとも列挙された数(例えば、他の修飾語を用いない「2

つの列挙と」の単なる列挙は、通常、少なくとも2つの列挙、または2つ以上の列挙を意味する)を意味すると解釈されるべきである。

[0054] 一般に、本明細書中で使用される用語は、一般に、「非限定」用語(例えば、「～を含む」という用語は「それだけでなく、少なくとも～を含む」と解釈すべきであり、「～を持つ」という用語は「少なくとも～を持っている」と解釈すべきであり、「含む」という用語は「以下を含むが、これらに限定されない。」などと解釈すべきである。)を意図していると、当業者には判断される。

[0055] 説明の目的のために、本明細書中で使用される「水平」という用語は、その方向に関係なく、説明されるシステムが使用される領域の床の平面または表面に平行な平面、または説明される方法が実施される平面として定義される。「床」という用語は、「地面」または「水面」という用語と置き換えることができる。「垂直/鉛直」という用語は、定義された水平線に垂直/鉛直な方向を指します。「上側」「下側」「下」「上」「側面」「より高く」「より低く」「上の方に」「～を越えて」「下の」などの用語は水平面に対して定義されている。

[0056] 本明細書中で使用される用語の「付着する」、「接続する」、「対になる」及び他の関連用語は、別段の注記がない限り、取り外し可能、移動可能、固定、調節可能、及び/または、取り外し可能な接続または連結を含むと解釈されるべきである。接続/連結は、直接接続及び/または説明した2つの構成要素間の中間構造を有する接続を含む。

[0057] 特に明示されていない限り、本明細書中で使用される、「およそ」、「約」、「および「実質的に」のような用語が先行する数は、列挙された数を含み、また、さらに所望の機能を実行するか、または所望の結果を達成する、記載された量に近い量を表す。例えば、「およそ」、「約」及び「実質的に」とは、特に明示されていない限り、記載された数値の10%未満の値をいう。本明細書中で使用されているように、「およそ」、「約」、「および「実質的に」などの用語が先行して開示されている実施形態の特徴は、さらに所望の機

能を実行するか、またはその特徴について所望の結果を達成するいくつかの可変性を有する特徴を表す。

[0058] 上述した実施形態には、多くの変形例および修正例を加えることができ、それらの要素は、他の許容可能な例の中にあるものとして理解されるべきである。そのような全ての修正および変形は、本開示の範囲内に含まれることを意図し、以下の請求の範囲によって保護される。

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を含み、周期的に繰り返される、複数のパルス信号の送信タイミングである送信パターンを設定する送信パターン設定部と、
- 前記少なくとも2つ以上の異なる送信間隔は時系列で連続し、当該少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を足した時間であるMTI周期を決定するMTI周期決定部と、
- 前記送信パターンに基づき送信されたパルス信号の受信信号と前記MTI周期とを用い、前記受信信号のうち、前記MTI周期における最初のパルス信号に対応する受信信号と最後のパルス信号に対応する受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出部と、
- 前記ドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去する陸地除去部と、
- を備える、レーダ制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のレーダ制御装置であって、
- 前記陸地除去部は、前記ドップラ速度がゼロ、略ゼロ又は所定の閾値以下の信号を除去する、レーダ制御装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のレーダ制御装置であって、
- 第1送信間隔と、前記第1送信間隔に続く第2送信間隔とを有する送信パルス群が繰り返し送信され、
- 前記MTI周期決定部は、前記第1送信間隔を先頭とする第1MTI周期、又は、前記第2送信間隔を先頭とする第2MTI周期の少なくともいずれかのMTI周期を決定し、
- 前記ドップラ速度の算出及び前記陸地となる信号の除去を含むMTI処理は、前記第1MTI周期又は前記第2MTI周期を用いて実行される、レーダ制御装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のレーダ制御装置であって、
- 前記MTI周期決定部は、前記第1MTI周期及び前記第2MTI

周期の双方を決定し、

前記第1 MT I 周期を用いた前記 MT I 処理と、前記第2 MT I 周期を用いた前記 MT I 処理と、の双方を実行する、レーダ制御装置。

[請求項5] 請求項1乃至4の何れかに記載のレーダ制御装置であって、
前記 MT I 周期決定部は、前記少なくとも2つ以上の異なる送信間隔の全てを足した時間を MT I 周期として決定する、レーダ制御装置。

[請求項6] 少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を含み、周期的に繰り返される、複数のパルス信号の送信タイミングである送信パターンを設定することと、

前記少なくとも2つ以上の異なる送信間隔は時系列で連続し、当該少なくとも2つ以上の異なる送信間隔を足した時間である MT I 周期を決定することと、

前記送信パターンに基づき送信されたパルス信号の受信信号と前記 MT I 周期とを用い、前記受信信号のうち、前記 MT I 周期における最初のパルス信号に対応する受信信号と最後のパルス信号に対応する受信信号との位相変化量からドップラ速度を算出することと、

前記ドップラ速度に基づき陸地となる信号を除去することと、
を含む、レーダ制御方法。

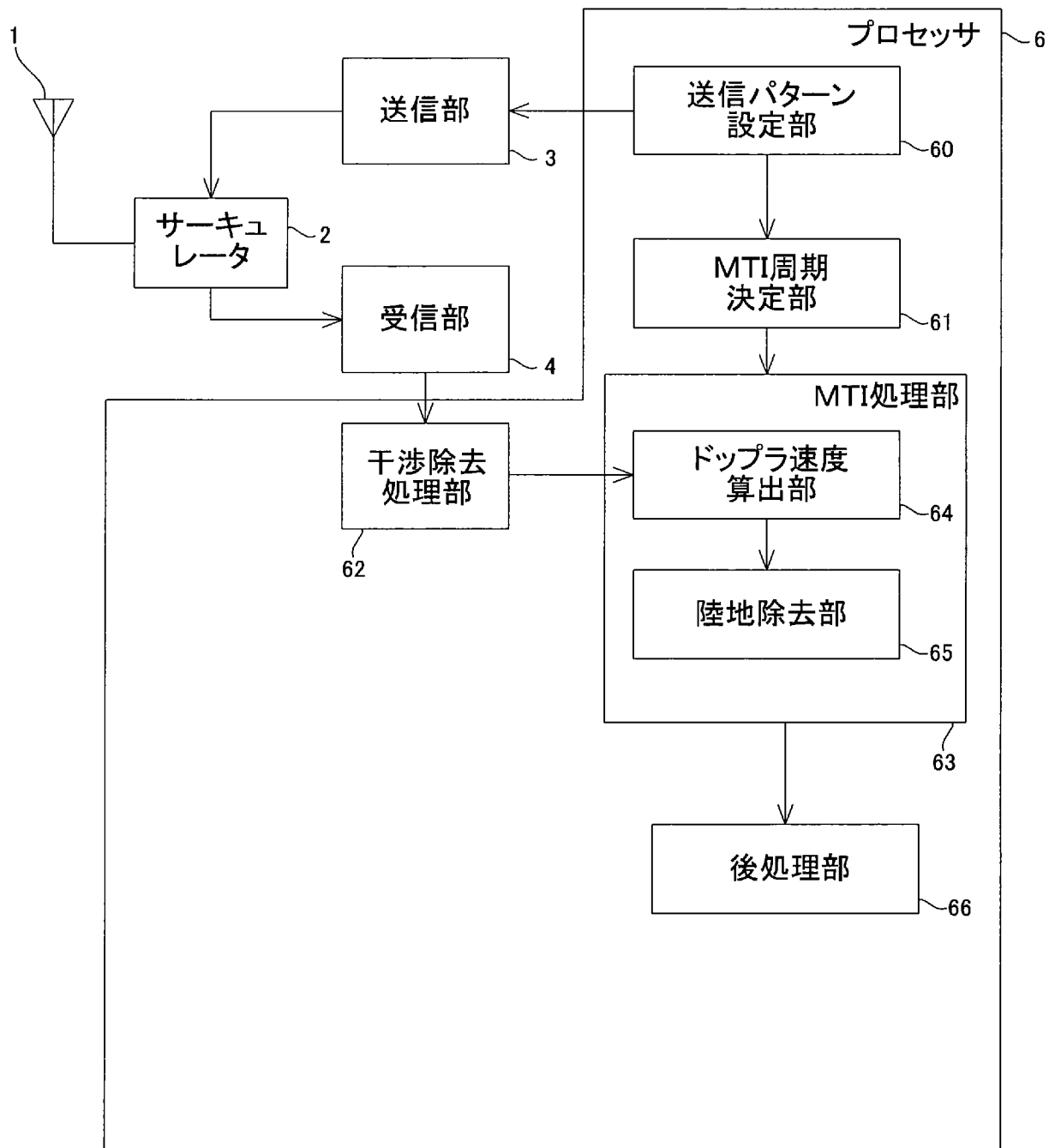
[請求項7] 請求項6に記載のレーダ制御方法であって、
前記ドップラ速度がゼロ、略ゼロ又は所定の閾値以下の信号を除去する、レーダ制御方法。

[請求項8] 請求項6又は7に記載のレーダ制御方法であって、
第1送信間隔と、前記第1送信間隔に続く第2送信間隔とを有する送信パルス群が繰り返し送信され、
前記 MT I 周期を決定することは、前記第1送信間隔を先頭とする第1 MT I 周期、又は、前記第2送信間隔を先頭とする第2 MT I 周期の少なくともいずれかの MT I 周期を決定することを含み、

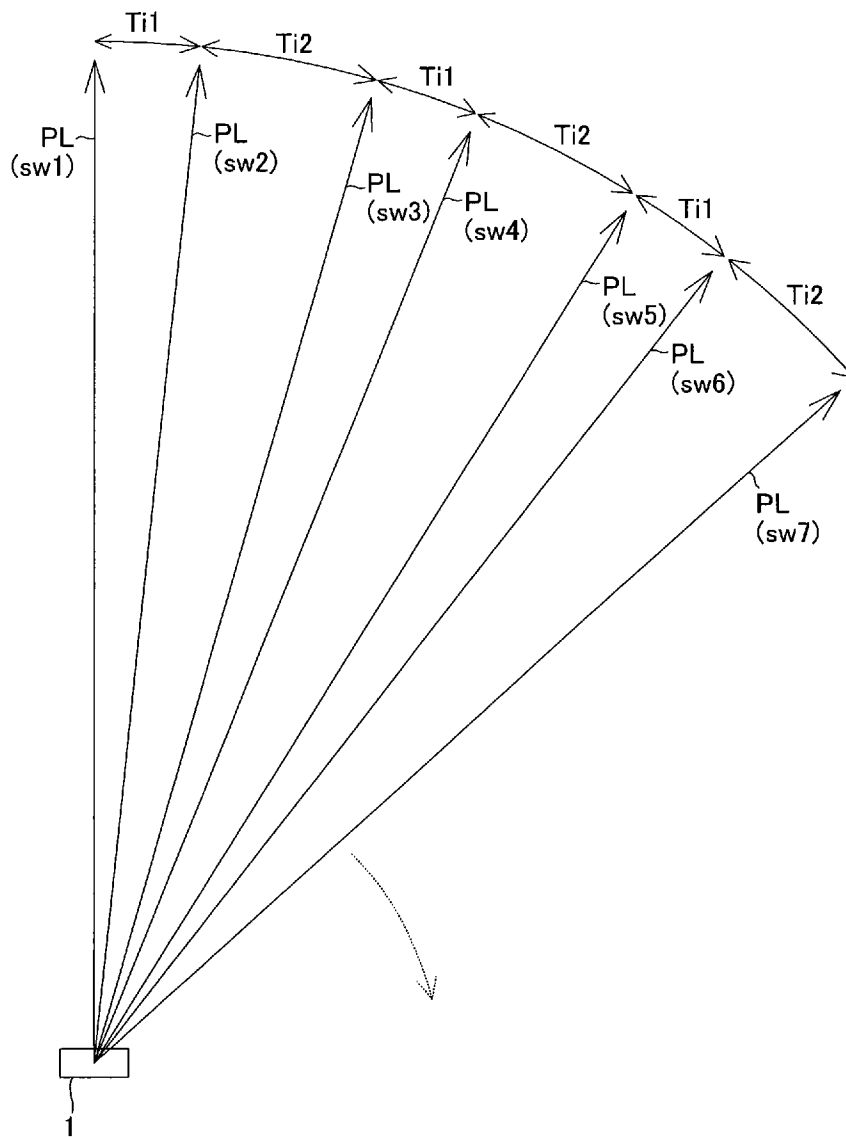
前記ドップラ速度の算出及び前記陸地となる信号の除去を含むMTI処理は、前記第1MTI周期又は前記第2MTI周期を用いて実行される、レーダ制御方法。

- [請求項9] 請求項8に記載のレーダ制御方法であって、
前記MTI周期を決定することは、前記第1MTI周期及び前記第2MTI周期の双方を決定することを含み、
前記第1MTI周期を用いた前記MTI処理と、前記第2MTI周期を用いた前記MTI処理と、の双方を実行する、レーダ制御方法。
- [請求項10] 請求項6乃至9のいずれかに記載のレーダ制御方法であって、
前記少なくとも2つ以上の異なる送信間隔の全てを足した時間をMTI周期として決定する、レーダ制御方法。
- [請求項11] 請求項6乃至10のいずれか一項に記載の方法を1又は複数のプロセッサに実行させるプログラム。

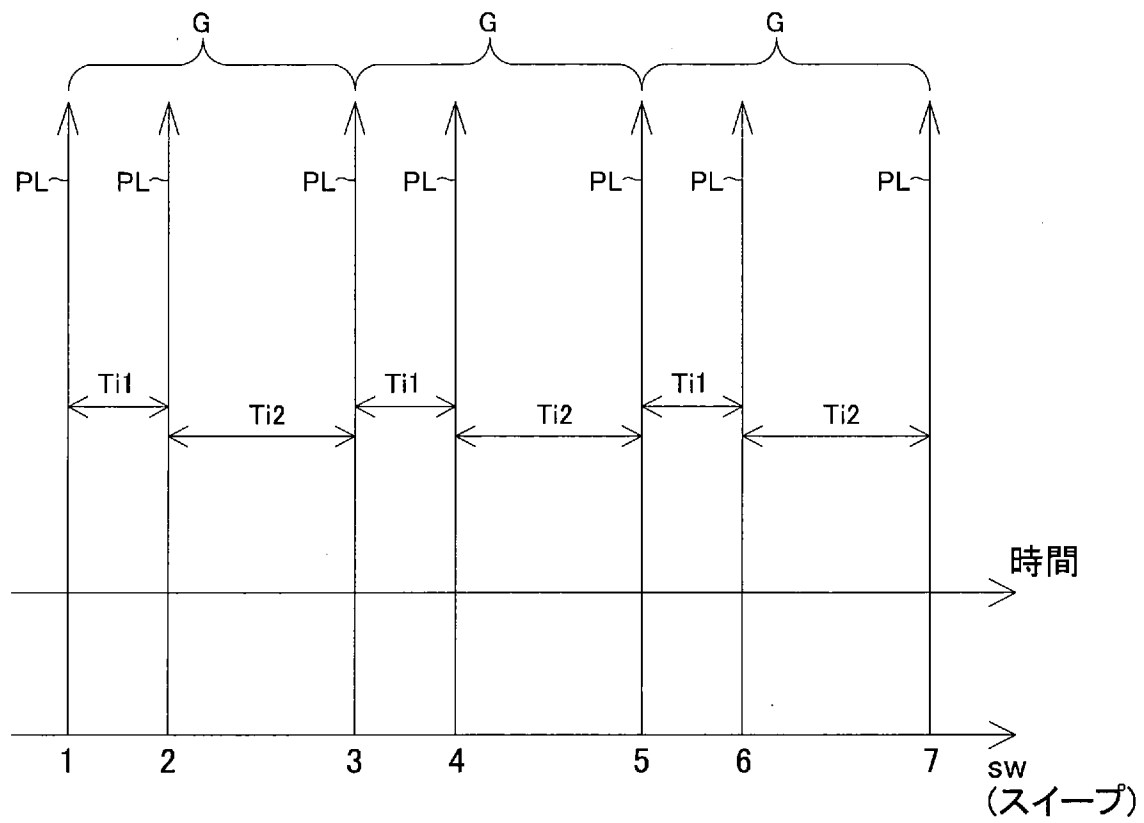
[図1]



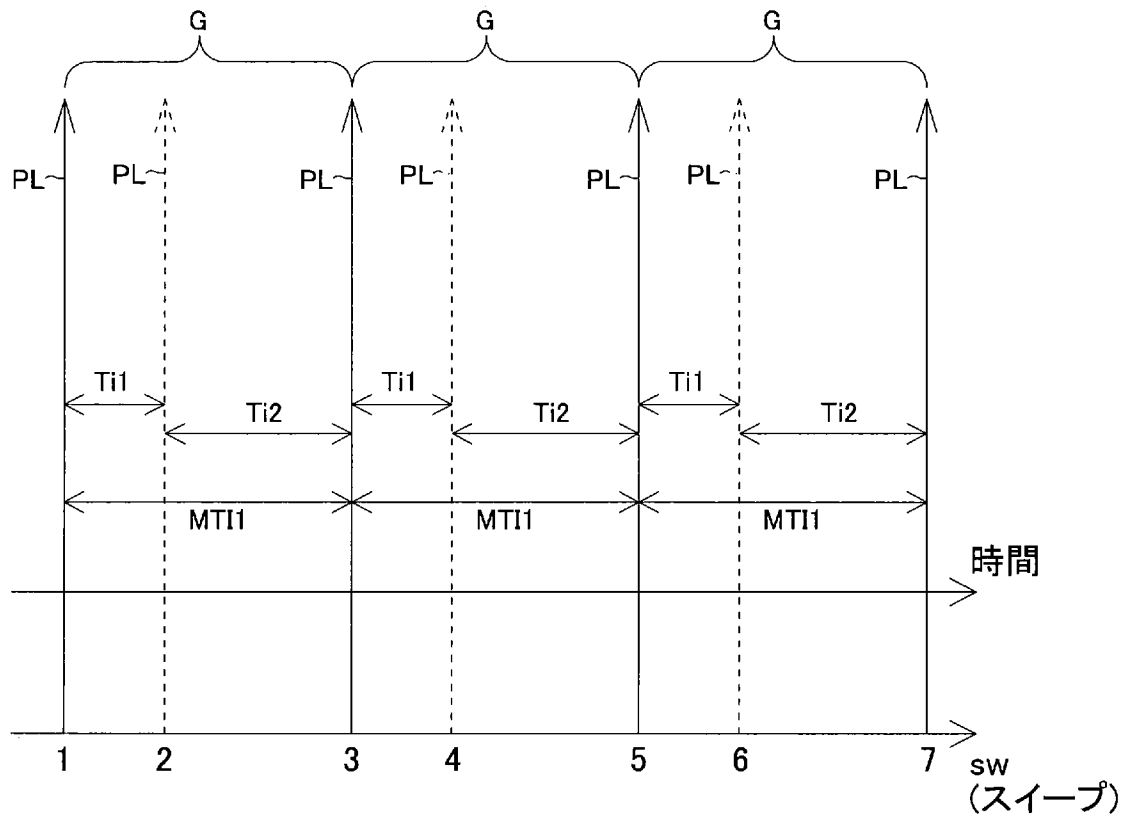
[図2]



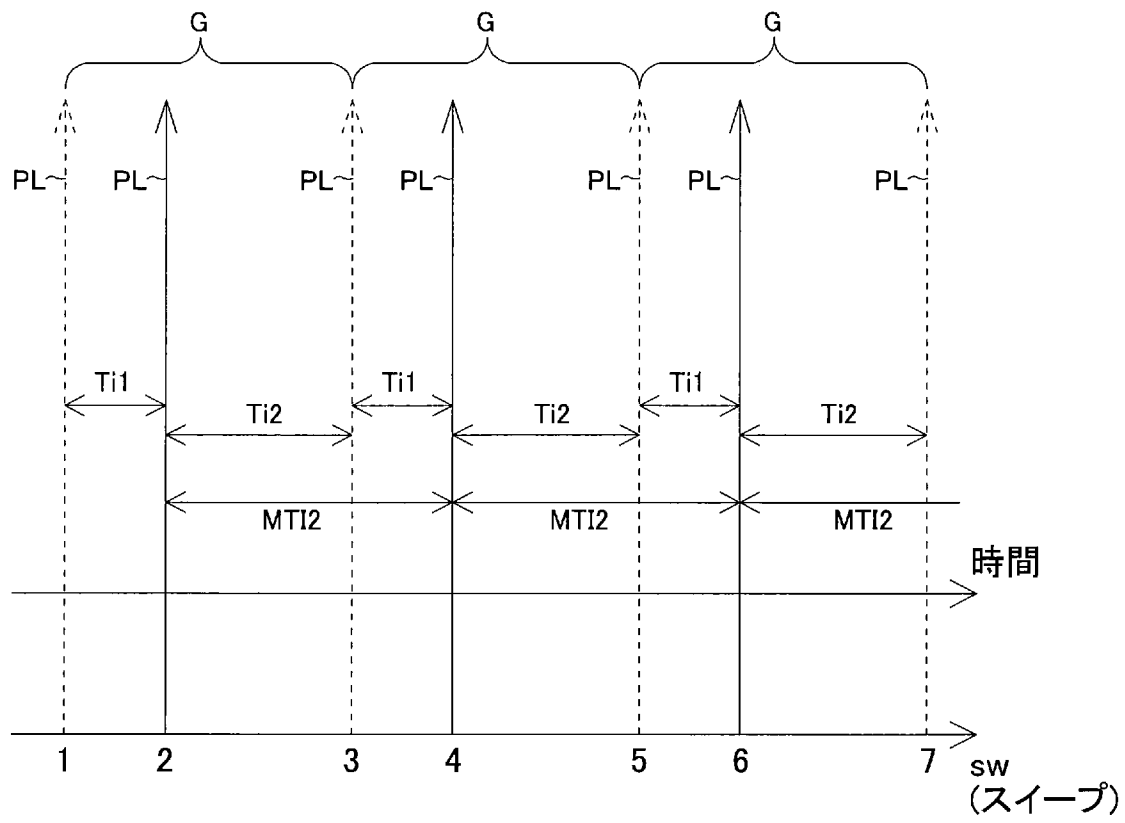
[図3]



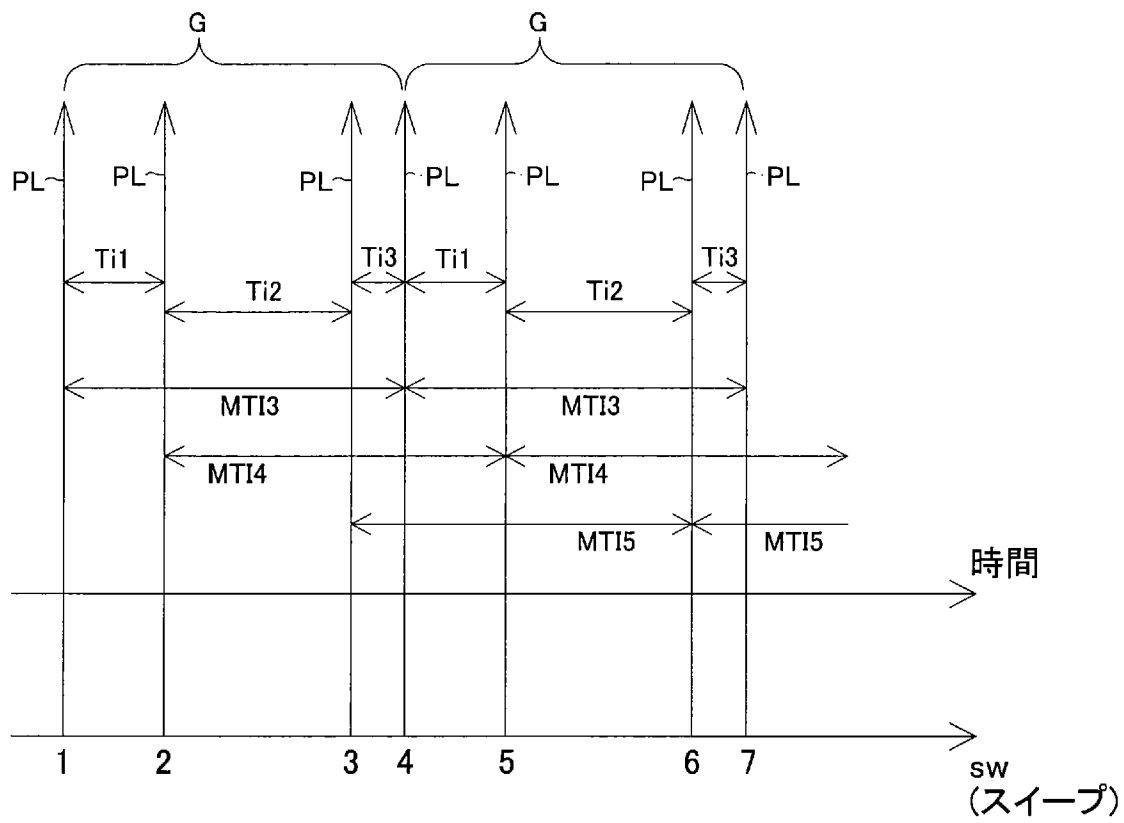
[図4]



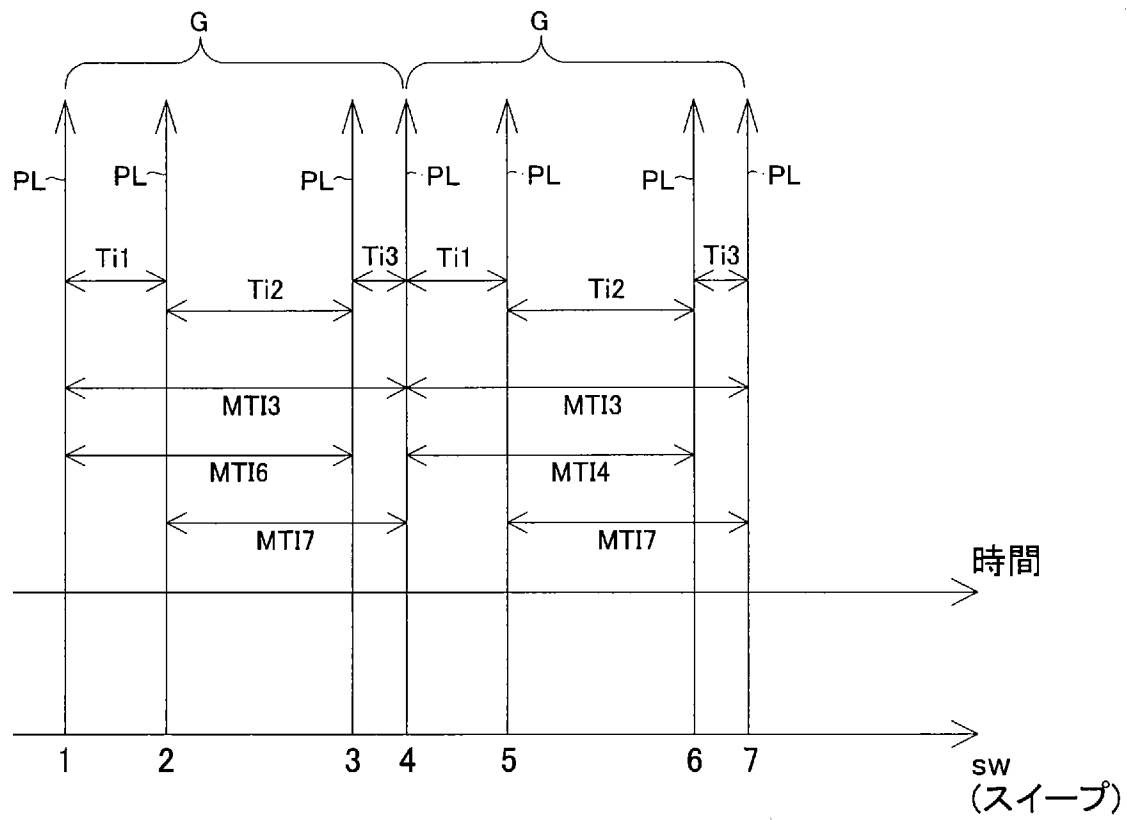
[図5]



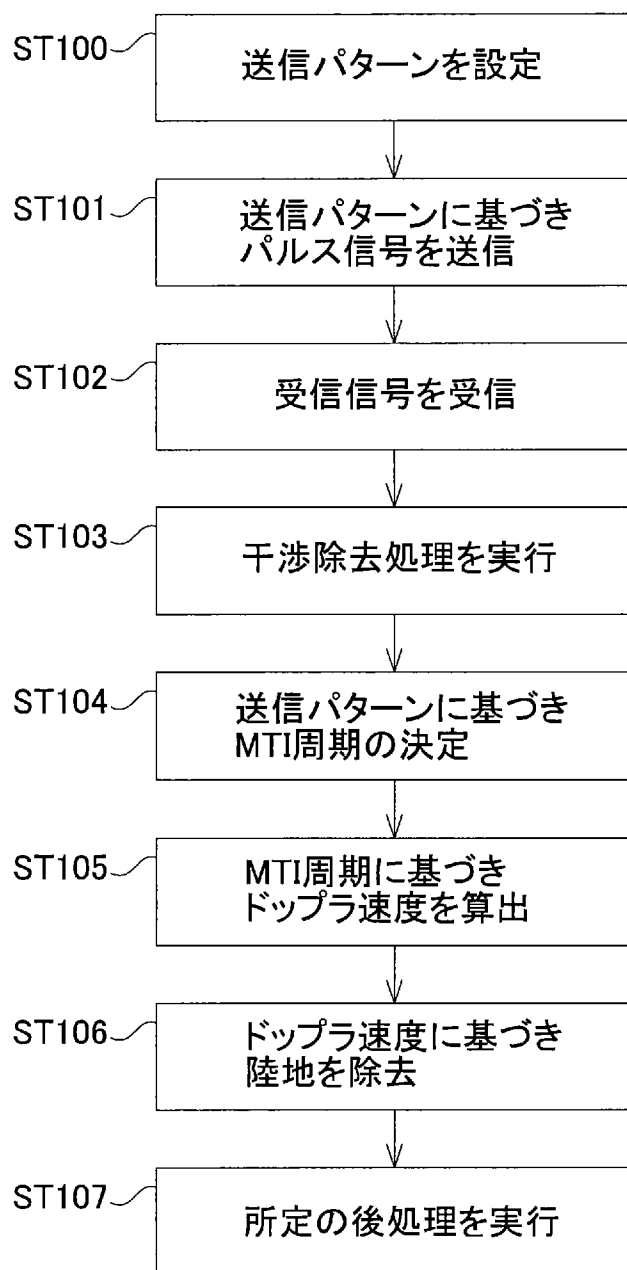
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/001818

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S13/524 (2006.01) i, G01S7/292 (2006.01) i
FI: G01S13/524, G01S7/292 210, G01S7/292 200

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

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	US 7728765 B1 (GRAY, G.) 01 June 2010, column 1, lines 20-64, column 4, lines 10-49, column 5, line 28 to column 6, line 30, column 7, lines 60-63, fig. 1-5	1-11
Y	US 2013/0271312 A1 (SELEX SISTEMI INTEGRATI S. P. A.) 17 October 2013, paragraphs [0004], [0014]	1-11
A	US 5247303 A (CORNELIUS, R. H.) 21 September 1993, column 12, line 58 to column 14, line 21, fig. 3-5	1-11
A	US 2006/0049978 A1 (SIEGEL, A.) 09 March 2006, abstract, paragraph [0073], fig. 1, 16	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
16.03.2020

Date of mailing of the international search report
24.03.2020

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/001818

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 11-183616 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 July 1999, paragraphs [0030]-[0059], fig. 1-6	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/001818

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 7728765 B1	01.06.2010	(Family: none)	
US 2013/0271312 A1	17.10.2013	EP 2610634 A1	
US 5247303 A	21.09.1993	WO 94/02866 A1	
US 2006/0049978 A1	09.03.2006	US 2010/0026559 A1	
		WO 2006/036189 A2	
JP 11-183616 A	09.07.1999	JP 3269441 B2	
		US 6097329 A	
		column 9, line 9 to column 16, line 24, fig. 1-6	
		DE 19859113 A1	
		FR 2772929 A1	
		FR 2799001 A1	
		CN 1221114 A	
		CN 1508563 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 13/524(2006.01)i; G01S 7/292(2006.01)i FI: G01S13/524; G01S7/292 210; G01S7/292 200		
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）） G01S 7/00 - G01S 7/42, G01S 13/00 - G01S 13/95		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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	US 7728765 B1 (GRAY, G.) 01.06.2010 (2010 - 06 - 01) * 第 1 欄第 20-64 行, 第 4 欄第 10-49 行, 第 5 欄第 28 行 - 第 6 欄第 30 行, 第 7 欄第 60-63 行, 図 1-5 *	1-11
Y	US 2013/0271312 A1 (SELEX SISTEMI INTEGRATI S.P.A.) 17.10.2013 (2013 - 10 - 17) * [0004], [0014] *	1-11
A	US 5247303 A (CORNELIUS, R.H.) 21.09.1993 (1993 - 09 - 21) * 第 12 欄第 58 行 - 第 14 欄第 21 行, 図 3-5 *	1-11
A	US 2006/0049978 A1 (SIEGEL, A.) 09.03.2006 (2006 - 03 - 09) * 要約, [0073], 図1, 16 *	1-11
A	JP 11-183616 A (三菱電機株式会社) 09.07.1999 (1999 - 07 - 09) * [0030]-[0059], 図 1-6 *	1-11
☐ 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抵触するものではなく、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 16.03.2020		国際調査報告の発送日 24.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 高場 正光 2S 2910 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/001818

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	7728765	B1	01.06.2010	(ファミリーなし)			
US	2013/0271312	A1	17.10.2013	EP	2610634	A1	
US	5247303	A	21.09.1993	WO	94/02866	A1	
US	2006/0049978	A1	09.03.2006	US	2010/0026559	A1	
				WO	2006/036189	A2	
JP	11-183616	A	09.07.1999	JP	3269441	B2	
				US	6097329	A	
				* 第 9 欄第 9 行 - 第 16 欄第 24 行, 図 1-6 *			
				DE	19859113	A1	
				FR	2772929	A1	
				FR	2799001	A1	
				CN	1221114	A	
				CN	1508563	A	