

(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1月2日(02.01.2020)



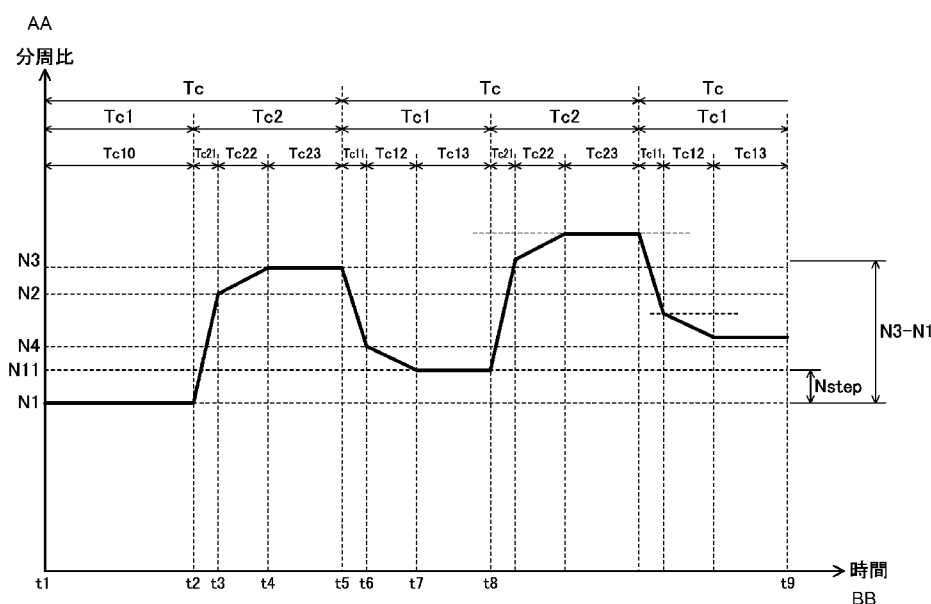
(10) 国際公開番号

WO 2020/003349 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/023996
- (22) 国際出願日: 2018年6月25日(25.06.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:株式会社ソシオネクスト(SOCIONEXT INC.) [JP/JP]; 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目10番23 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者:林 錠二(HAYASHI Joji); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目10番23 株式会社ソシオネクスト内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所 (MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番1号 新ダイビル23階 Osaka (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: FREQUENCY SWEEP CIRCUIT AND RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: 周波数掃引回路およびレーダー装置



AA Frequency division ratio
BB Time

(57) Abstract: A frequency divider control circuit (215) outputs a frequency division control signal such that a frequency division ratio is caused to increase from a first frequency division ratio through a second frequency division ratio greater than the first frequency division ratio to a third frequency division ratio greater than the second frequency division ratio, and then the frequency division ratio is returned from the third frequency division ratio through a fourth frequency division ratio smaller than the third frequency division ratio to a fifth frequency division ratio that is smaller than the fourth



WO 2020/003349 A1

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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

frequency division ratio and greater than the first frequency division ratio. Moreover, a control is performed so that the absolute value of a time change rate of the frequency division ratio during the increase from the second frequency division ratio to the third frequency division ratio is less than the absolute value of a time change rate of the frequency division ratio during the increase from the first frequency division ratio to the second frequency division ratio.

(57) 要約 : 分周器制御回路 (2 1 5) は、分周比を第 1 の分周比から、第 1 の分周比よりも大きい第 2 の分周比を介して、第 2 の分周比よりも大きい第 3 の分周比に増加させた上で、第 3 の分周比よりも小さい第 4 の分周比を介して、第 4 の分周比よりも小さくかつ第 1 の分周比よりも大きい第 5 の分周比に戻すような分周器制御信号を出力する。しかも、第 2 の分周比から第 3 の分周比への分周比の増加における分周比の時間変化率の絶対値は、第 1 の分周比から第 2 の分周比への分周比の増加における分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御される。

明 細 書

発明の名称：周波数掃引回路およびレーダー装置

技術分野

[0001] 本発明は、周波数掃引回路およびそれを用いたレーダー装置に関するものである。

背景技術

[0002] マイクロ波やミリ波を用いて距離計測等を行う各種レーダーセンサーでは、FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 方式やFMSK (Frequency Modulated Shift Keying)方式、パルス変調方式等が採用されている。

[0003] 例えば、特許文献1では、レーダー装置において、距離および速度の測定の精度向上のために、互いに周波数間隔を持ち、かつそれぞれが周波数ステップを持って段階的に出力周波数に変更された送信波を用いることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許6864832号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般的に、上記のような送信波を生成するために、周波数掃引回路には、電圧制御発振器 (VCO) を備えたPLL (Phase Locked Loop) 回路が用いられている。この回路構成には、出力周波数の切り替えのたびに送信波にオーバーシュート/アンダーシュートが発生する課題があり、特に、互いに周波数間隔を持った送信波において顕著である。

[0006] このように出力周波数にオーバーシュート/アンダーシュートが発生すると、そのオーバーシュート/アンダーシュートが収まるまで待つことにより、距離計測等を行うためのセンシング期間を大きくとることができず、測定値のS/N比が低下する。さらに、電波法などで規定される占有周波数帯域

幅の制約を満たせない。そうかと言ってブランク期間を延長すれば、レーダーセンサーの距離や速度の計測精度が粗くなる。

[0007] 本発明は、上記課題を解決することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の第1の観点によれば、互いに周波数間隔を有する複数の発振信号を出力する周波数掃引回路であって、基準周波数信号が入力される入力端子と、出力周波数信号に接続された出力端子と、位相比較信号に基づき前記出力周波数信号を出力する電圧制御発振器と、分周器制御信号を出力する分周器制御回路と、前記出力周波数信号が入力され、前記分周器制御信号で指定される分周比で前記出力周波数信号を分周して分周周波数信号を出力する分周器と、前記基準周波数信号と前記分周周波数信号との位相を比較し、前記位相比較信号を出力する位相比較器とを備え、前記分周器制御回路は、前記分周比を第1の分周比から、前記第1の分周比よりも大きい第2の分周比を介して、前記第2の分周比よりも大きい第3の分周比に増加させた上で、前記第3の分周比よりも小さい第4の分周比を介して、前記第4の分周比よりも小さくかつ前記第1の分周比よりも大きい第5の分周比に戻すような前記分周器制御信号を出力し、前記第2の分周比から前記第3の分周比への前記分周比の増加における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第1の分周比から前記第2の分周比への前記分周比の増加における前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御される。

[0009] 上記第1の観点によれば、第1の分周比から第2の分周比への分周比の増加区間と、第2の分周比から第3の分周比への分周比の増加区間とを比較すると、後者の区間の方が、分周比の時間変化率の絶対値が小さいので、過渡変動が生じにくい。

[0010] また、本発明の第2の観点によれば、互いに周波数間隔が設定された複数の発振信号を出力する周波数掃引回路であって、基準周波数信号が入力される入力端子と、出力周波数信号に接続された出力端子と、位相比較信号に基

づき前記出力周波数信号を出力する電圧制御発振器と、分周器制御信号を出力する分周器制御回路と、前記出力周波数信号が入力され、前記分周器制御信号で指定される分周比で前記出力周波数信号を分周して分周周波数信号を出力する分周器と、前記基準周波数信号と前記分周周波数信号との位相を比較し、前記位相比較信号を出力する位相比較器とを備え、前記分周器制御回路は、前記分周比を第1の分周比から、前記第1の分周比よりも小さい第2の分周比を介して、前記第2の分周比よりも小さい第3の分周比に減少させた上で、前記第3の分周比よりも大きい第4の分周比を介して、前記第4の分周比よりも大きくかつ前記第1の分周比よりも小さい第5の分周比に戻すような前記分周器制御信号を出力し、前記第2の分周比から前記第3の分周比への前記分周比の減少における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第1の分周比から前記第2の分周比への前記分周比の減少における前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御される。

[0011] 上記第2の観点によれば、第1の分周比から第2の分周比への分周比の減少区間と、第2の分周比から第3の分周比への分周比の減少区間とを比較すると、後者の区間の方が、分周比の時間変化率の絶対値が小さいので、過渡変動が生じにくい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、周波数掃引回路の出力周波数に生じる過渡変動の悪影響を緩和することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]第1の実施形態に係るレーダー装置の回路ブロック図

[図2]図1中の周波数掃引回路の構成を示すブロック図

[図3]図2中の分周器制御回路の詳細構成例を示すブロック図

[図4]周波数掃引回路の理想的経時変化を示すグラフ

[図5]図2の周波数掃引回路を用いた場合の図4に対応した分周比制御の例を示すグラフ

[図6]図2の周波数掃引回路を用いた場合の図4に対応した分周比制御の例を

示す表

[図7]図5の分周比制御の場合の出力周波数 f_{vco} の実経時変化の例を示すグラフ

[図8]図5の分周比制御の他の例を示すグラフ

[図9]周波数掃引回路の他の例に係る理想的経時変化を示すグラフ

[図10]周波数掃引回路の他の例に係る理想的経時変化を示すグラフ

[図11]第2の実施形態に係るレーダー装置の回路ブロック図

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0015] <第1の実施形態>

図1は、第1の実施形態に係るレーダー装置の回路ブロック図である。図1のレーダー装置は、送信系100と、受信系120と、局部発振信号を出力する周波数掃引回路150と、レーダー装置全体の制御を司るデジタルシグナルプロセッサ(DSP)160とを備える。

[0016] 送信系100は、周波数掃引回路150から局部発振信号を受ける送信用入力110と、送信用入力110を介して受けた局部発振信号を増幅して送信信号を生成する電力増幅器(PA)101と、目標物へ向けて送信信号を電磁波として送出する送信アンテナ102とを有する。

[0017] 受信系120は、送信用入力110とは別に周波数掃引回路150から局部発振信号を受ける受信用入力140と、送信信号に基づく目標物からの反射波を受信する受信アンテナ121とに加えて、低雑音増幅器(LNA)123、I/Q生成回路124と、ミキサ(MIXI, MIXQ)126, 127と、アナログデジタル変換(ADC)回路134とを有する。

[0018] また、ミキサ126, 127とADC回路134との間のI/F信号及びI/FQ信号の経路には、I/F増幅器130, 131と、フィルタ132, 133とが設けられている。

[0019] 図2は、図1中の周波数掃引回路150の構成を示している。図2の周波数掃引回路150は、入力端子210と、位相比較器211と、ループフィ

ルタ212と、電圧制御発振器（VCO）213と、分周器214と、分周器制御回路215と、出力端子216とを備えている。入力端子210には、一定の基準周波数 f_{ref} を有する基準周波数信号 RCLK が入力される。基準周波数信号 RCLK は、例えば水晶発振器から供給を受けることができる。出力端子216は、可変の出力周波数 f_{vco} を有する出力周波数信号 OUT に接続されている。電圧制御発振器213は、位相比較器211からループフィルタ212を経由して供給された位相比較信号に基づき、発振信号としての出力周波数信号 OUT を出力する。出力周波数信号 OUT は、局部発振信号として送信用入力110および受信用入力140に与えられる。分周器制御回路215は、分周比 N を指定する分周器制御信号を出力する。分周器214は、出力周波数信号 OUT が入力され、分周器制御信号で指定された分周比 N で出力周波数信号 OUT を分周して、分周周波数 f_{div} を有する分周周波数信号 CLK を出力する。位相比較器211は、基準周波数信号 RCLK と分周周波数信号 CLK との位相を比較し、位相比較信号を出力する。分周器制御回路215は、タイミング制御のために分周器214から分周周波数信号 CLK の入力を受ける。ただし、分周器制御回路215は、分周周波数信号 CLK に代えて基準周波数信号 RCLK を入力してもよい。

[0020] 図1の周波数掃引回路150によれば、 $f_{vco} = f_{ref} \times N$ となり、分周比 N に比例して出力周波数 f_{vco} が変化する。

[0021] 図3は、図2中の分周器制御回路215の詳細構成例を示している。図3の分周器制御回路215は、積分器220と、カウンタ221と、制御回路222とを備えている。制御回路222は、周波数系列間の分周比間隔 N_{step} を受け、分周比の初期値 N_{start} と、1クロック当たりの分周比の増分 ΔN とを指定する2つの信号を積分器220へ、当該増分 ΔN を採用すべき時間である周波数系列の1系列の長さ T_c を指定する信号をカウンタ221へそれぞれ供給する。

[0022] 積分器220は、初期値 N_{start} が設定された後、分周周波数信号 C

CLKの1クロック毎に増分 ΔN を加算していくことで、初期値 N_{start} から時間の経過とともに増分 ΔN ずつ変化する分周比 N を指定する分周器制御信号を出力する。ここで、増分 ΔN が正の値であれば分周比 N が時間経過とともに増加し、増分 ΔN が負の値であれば分周比 N が時間経過とともに減少し、増分 ΔN が0であれば分周比 N が一定値を保持することになる。

[0023] 一方、カウンタ221は、分周周波数信号CLKのクロック数をカウントし、設定された時間 T_c に相当するカウント数になれば、すなわち時間 T_c が経過した時点でカウント終了信号STOPを出力する。制御回路222は、カウント終了信号STOPを受けると、3つの出力 N_{start} 、 ΔN 、 T_c を更新する。積分器220は、カウント終了信号STOPを受けると、更新された N_{start} 、 ΔN によって次の動作を開始する。

[0024] 図4は、周波数掃引回路150の出力周波数 f_{vco} の理想的経時変化を示すグラフである。図4によれば、時刻 t_1 から時刻 $t_x + T_c$ までが、出力周波数 f_{vco} を第1の周波数 f_1 から第2の周波数 $f_x + \Delta f$ ($f_1 < f_x$)まで略直線的に上げるアップチャープ期間である。周波数掃引回路150では、この時刻 t_1 から時刻 $t_x + T_c$ までの動作が繰り返される。そして、このアップチャープ期間の周波数掃引が距離計測に利用される。

[0025] 図4では、時刻 t_1 から時刻 $t_x + T_c$ までの間における周波数系列数 m が X である、換言すると、図4では、 T_c の期間が X 回にわたって繰り返される ($t_x + T_c - t_1 = T_c \times X$)。周波数掃引回路150は、各周波数系列において、互いに Δf ($\Delta f > 0$)の周波数間隔を有する2つの出力周波数信号OUT (出力周波数= f_{vco})を出力する。そして、周波数系列間には、分周比間隔 N_{step} に基づく周波数間隔 f_{step} ($f_{step} < \Delta f$)が設定されている。換言すると、周波数系列が切り替わると、次の周波数系列では、各分周比 N に分周比間隔 N_{step} が加算されることで、各周波数値に周波数間隔 f_{step} が加算され、それが $(X - 1)$ 回繰り返される (図6参照)。ここで、 T_c のうち、出力周波数 f_{vco} の切替までの長さを T_{c1} といい、同切替後の長さを T_{c2} という。なお、図4では、

$T_{c1} = T_{c2}$ の例を示しているが、 T_{c1} と T_{c2} の長さが互いに異なってもよい。

[0026] 図5は、図2の周波数掃引回路150を用いた場合の図4に対応した分周比制御の例を示すグラフである。

[0027] 図5に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間（長さ： T_{c1} ）、第1の分周比 N_1 （ $= f_1 / f_{ref}$ ）が継続される。

[0028] その後、時刻 t_2 から時刻 t_3 までで（長さ： T_{c21} ）、第1の分周比 N_1 から第2の分周比 N_2 （ $= f_2 / f_{ref}$ ）へ直線的に増加させられる（ $N_1 < N_2$ ）。さらに、時刻 t_3 から時刻 t_4 までで（長さ： T_{c22} ）、第2の分周比 N_2 から第3の分周比 N_3 （ $= f_3 / f_{ref}$ ）へ直線的に増加させられ（ $N_2 < N_3$ ）、時刻 t_4 から時刻 t_5 までの間（長さ： T_{c23} ）、第3の分周比 N_3 が継続される。ここで、時刻 t_2 から時刻 t_5 までの長さが T_{c2} である。

[0029] 次に、時刻 t_5 から時刻 t_6 までで（長さ： T_{c11} ）、第3の分周比 N_3 から第4の分周比 N_4 （ $= f_4 / f_{ref}$ ）へ直線的に減少させられる（ $N_3 > N_4$ ）。さらに、時刻 t_6 から時刻 t_7 までで（長さ： T_{c12} ）、第4の分周比 N_4 から次の周波数系列における第1の分周比 N_{11} （ $= f_{11} / f_{ref} = f_1 / f_{ref} + N_{step}$ ）へ直線的に減少させられ（ $N_4 > N_{11}$ ）、時刻 t_7 から時刻 t_8 までの間（長さ： T_{c13} ）、第1の分周比 N_{11} が継続される。ここで、時刻 t_5 から時刻 t_8 までの長さが T_{c1} である。

[0030] それ以降、時刻 t_2 から時刻 t_8 までの動作が繰り返される。このとき、繰り返しのたびに、分周比間隔 N_{step} が加算されるようになっている（図6の時刻 t_8 から時刻 t_9 を参照）。

[0031] ここで、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間における、第2の分周比 N_2 から第3の分周比 N_3 への分周比 N の増加における分周比 N の時間変化率（グラフの傾き）の絶対値は、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における、第1の分周比 N_1 から第2の分周比 N_2 への分周比 N の増加における分周比 N の時間

変化率（グラフの傾き）の絶対値よりも小さくなるように制御される。

[0032] 同様に、時刻 t_6 から時刻 t_7 までの間における、第4の分周比 N_4 から第1の分周比 N_{11} への分周比 N の減少における分周比 N の時間変化率（グラフの傾き）の絶対値は、時刻 t_5 から時刻 t_6 までの間における、第3の分周比 N_3 から第4の分周比 N_4 への分周比 N の減少における分周比 N の時間変化率（グラフの傾き）の絶対値よりも小さくなるように制御される。

[0033] 図7は、図5の分周比制御の場合の出力周波数 f_{vco} の実経時変化の例を示すグラフである。

[0034] 図7に示すように、第1の分周比 N_1 から第2の分周比 N_2 への増加時（時刻 t_2 から時刻 t_3 ）における分周比 N の時間変化率の絶対値が大きいため、第1の分周比 N_1 から第2の分周比 N_2 への切り替わりのタイミングにて出力周波数 f_{vco} にオーバーシュートが発生する。しかしながら、この過渡現象を見越して第2の分周比 N_2 を設定することにより、オーバーシュートによる出力周波数 f_{vco} の変動を所定の周波数帯域幅（例えば、第1の周波数 f_1 から第3の周波数 f_3 まで）の中に収めることが可能である。さらに、周波数遷移時に周波数が安定するまでの時間を短縮することができる。

[0035] 同様に、第3の分周比 N_3 から第4の分周比 N_4 への減少時（時刻 t_5 から時刻 t_6 ）における分周比 N の時間変化率の絶対値が大きいため、第3の分周比 N_3 から第4の分周比 N_4 への切り替わりのタイミングにて出力周波数 f_{vco} にアンダーシュートが発生する。しかしながら、この過渡現象を見越して第4の分周比 N_4 を設定することにより、アンダーシュートによる出力周波数 f_{vco} の変動を所定の周波数帯域幅（例えば、第3の周波数 f_3 から第1の周波数 f_{11} まで）の中に収めることが可能である。さらに、周波数遷移時に周波数が安定するまでの時間を短縮することができる。

[0036] ー変形例ー

上記実施形態の構成は、以下のようにしてもよい。なお、その場合においても、具体的な動作およびその効果は、上記実施形態と同様であり、ここで

はその詳細説明を省略する。

[0037] 例えば、上記実施形態では、時刻 t_2 から時刻 t_4 において、第1の分周比 N_1 から第2の分周比 N_2 および第2の分周比 N_2 から第3の分周比 N_3 への2段階でそれぞれ直線的に増加させられるものとしたが、これに限定されず、3段階以上で増加させることにしてもよい。

[0038] 図8では、時刻 t_2 から時刻 t_5 の間において分周比を6段階で増加させた例を示している。図8によれば、分周比 N を増加させる局面では段階が上がるごとに、分周比を減少させる局面では段階が下がるごとに、分周比 N の時間変化率（グラフの傾き）の絶対値が小さくなっている。これにより、オーバーシュート量／アンダーシュート量をさらに減らすことができる。

[0039] また、上記実施形態では、出力周波数信号 OUT の周波数系列内における出力周波数信号 OUT の周波数間隔 Δf がプラス ($\Delta f > 0$) であるものとしたが、図9に示すように、周波数系列内における出力周波数信号 OUT の周波数間隔 Δf がマイナス ($\Delta f < 0$) であってもよい。

[0040] また、上記実施形態では、各周波数系列において、互いに Δf ($\Delta f > 0$) の周波数間隔 Δf を有する2つの出力周波数信号 OUT を出力するものとしたが、これに限定されず、3つ以上の出力周波数信号 OUT を出力するようにしてもよい。

[0041] 図10では、周波数掃引回路150が、各周波数系列において、マイナスの周波数間隔 Δf ($\Delta f < 0$) を有する3つの出力周波数信号 OUT を出力する例を示している。図10に示すように、周波数系列内における、1つ目の出力周波数信号 OUT （長さ： T_{c1} ）と2つ目の出力周波数信号 OUT （長さ T_{c2} ）との周波数間隔 Δf_1 ($\Delta f_1 < 0$) と、2つめの出力周波数信号 OUT （長さ： T_{c2} ）と3つ目の出力周波数信号 OUT （長さ T_{c3} ）との周波数間隔 Δf_2 ($\Delta f_2 < 0$) とが互いに等しくてもよいし、互いに異なってもよい。

[0042] さらに、上記実施形態では、周波数掃引回路150において、時刻 t_1 から時刻 $t_x + T_c$ までの動作（アップチャープ期間）が繰り返されるものと

したが、これに限定されない。具体的な図示は省略するが、例えば、周波数掃引回路150が、所定の期間内に出力周波数 f_{vco} が第1の周波数 f_1 から第2の周波数 $f_x - \Delta f$ ($f_1 > f_x$, $\Delta f > 0$)まで略直線的に下げるダウンチャープの特性を有し、そのダウンチャープ期間が繰り返されるようにしてもよい。

[0043] <第2の実施形態>

図11は、本開示の第2の実施形態に係るレーダー装置の回路ブロック図である。図11のレーダー装置は、各々図1中の送信系100の構成を有する2つの送信系回路100a, 100bと、各々図1中の受信系120の構成を有する2つの受信系回路120a, 120bと、局部発振信号を出力する周波数掃引回路150と、レーダー装置全体の制御を司るDSP160とを備える。図11においても、周波数掃引回路150の構成は、図2および図3に示したものと共通の構成を適用でき、同様の効果が得られる。

産業上の利用可能性

[0044] 以上説明してきたとおり、本発明に係る周波数掃引回路は、出力周波数に生じる過渡変動の悪影響を緩和する効果を有し、距離計測センサー用の周波数掃引回路等として有用である。

符号の説明

- [0045] 150 周波数掃引回路
210 入力端子
211 位相比較器
213 電圧制御発振器 (VCO)
214 分周器
215 分周器制御回路
216 出力端子

請求の範囲

- [請求項1] 互いに周波数間隔を有する複数の発振信号を出力する周波数掃引回路であって、
- 基準周波数信号が入力される入力端子と、
 - 出力周波数信号に接続された出力端子と、
 - 位相比較信号に基づき前記出力周波数信号を出力する電圧制御発振器と、
 - 分周器制御信号を出力する分周器制御回路と、
 - 前記出力周波数信号が入力され、前記分周器制御信号で指定される分周比で前記出力周波数信号を分周して分周周波数信号を出力する分周器と、
 - 前記基準周波数信号と前記分周周波数信号との位相を比較し、前記位相比較信号を出力する位相比較器とを備え、
 - 前記分周器制御回路は、前記分周比を第1の分周比から、前記第1の分周比よりも大きい第2の分周比を介して、前記第2の分周比よりも大きい第3の分周比に増加させた上で、前記第3の分周比よりも小さい第4の分周比を介して、前記第4の分周比よりも小さくかつ前記第1の分周比よりも大きい第5の分周比に戻すような前記分周器制御信号を出力し、
 - 前記第2の分周比から前記第3の分周比への前記分周比の増加における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第1の分周比から前記第2の分周比への前記分周比の増加における前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御される
- ことを特徴とする周波数掃引回路。
- [請求項2] 請求項1記載の周波数掃引回路において、
- 前記第4の分周比から前記第5の分周比への前記分周比の減少における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第3の分周比から前記第4の分周比への前記分周比の減少における前記分周比の時間変化率

の絶対値よりも小さくなるように制御されることを特徴とする周波数掃引回路。

[請求項3]

請求項1または2に記載の周波数掃引回路において、
前記第2の分周比は、順次増加する方向の周波数間隔を有する複数の第2の分周比からなり、
前記各第2の分周比間の前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第3の分周比に近づくのにしたがって次第に小さくなり、かつ、前記第2の分周比の最大分周比から前記第3の分周比への増加における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記各第2の分周比間の前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御されることを特徴とする周波数掃引回路。

[請求項4]

互いに周波数間隔が設定された複数の発振信号を出力する周波数掃引回路であって、
基準周波数信号が入力される入力端子と、
出力周波数信号に接続された出力端子と、
位相比較信号に基づき前記出力周波数信号を出力する電圧制御発振器と、
分周器制御信号を出力する分周器制御回路と、
前記出力周波数信号が入力され、前記分周器制御信号で指定される分周比で前記出力周波数信号を分周して分周周波数信号を出力する分周器と、
前記基準周波数信号と前記分周周波数信号との位相を比較し、前記位相比較信号を出力する位相比較器とを備え、
前記分周器制御回路は、前記分周比を第1の分周比から、前記第1の分周比よりも小さい第2の分周比を介して、前記第2の分周比よりも小さい第3の分周比に減少させた上で、前記第3の分周比よりも大きい第4の分周比を介して、前記第4の分周比よりも大きくかつ前記第1の分周比よりも小さい第5の分周比に戻すような前記分周器制御

信号を出力し、

前記第2の分周比から前記第3の分周比への前記分周比の減少における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第1の分周比から前記第2の分周比への前記分周比の減少における前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御されることを特徴とする周波数掃引回路。

[請求項5]

請求項4記載の周波数掃引回路において、

前記第4の分周比から前記第5の分周比への前記分周比の増加における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第3の分周比から前記第4の分周比への前記分周比の増加における前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御されることを特徴とする周波数掃引回路。

[請求項6]

請求項4または5に記載の周波数掃引回路において、

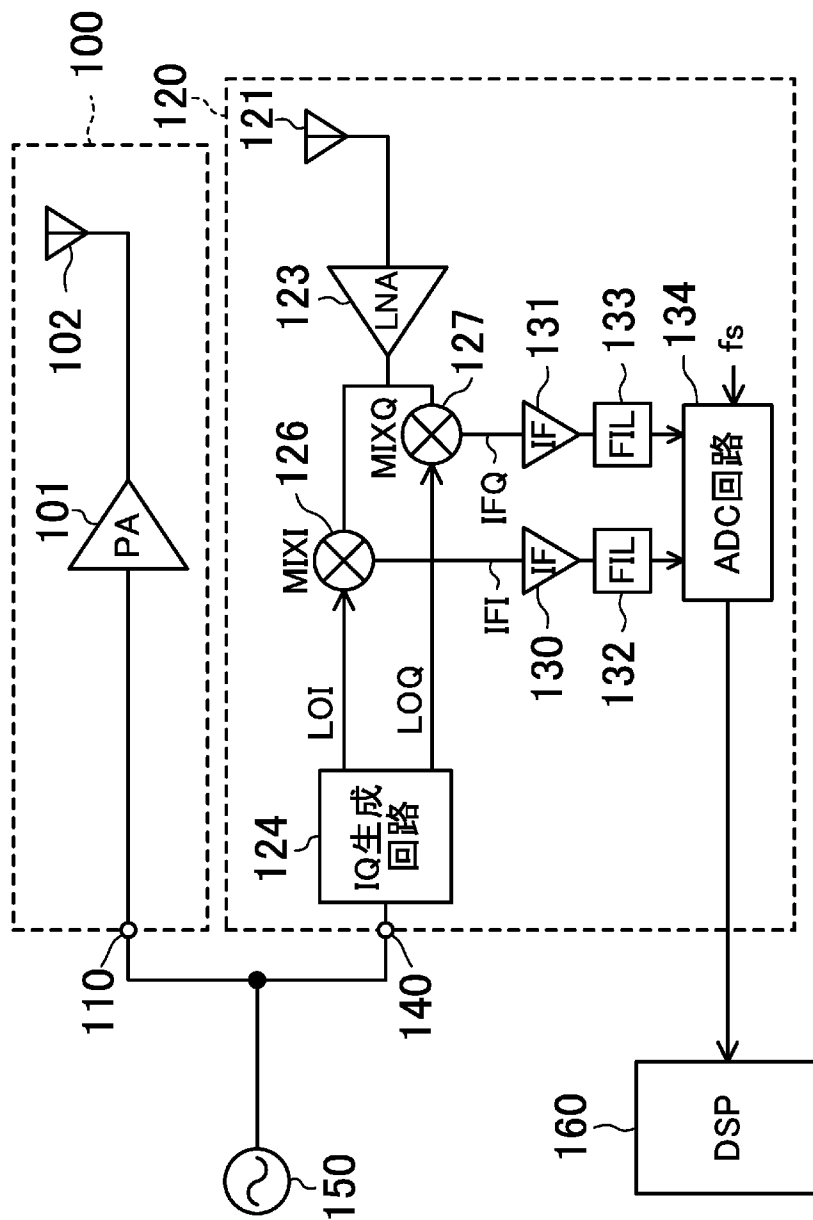
前記第2の分周比は、順次減少する方向の周波数間隔を有する複数の第2の分周比からなり、

前記各第2の分周比間の前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記第3の分周比に近づくのにしたがって次第に小さくなり、かつ、前記第2の分周比の最大分周比から前記第3の分周比への減少における前記分周比の時間変化率の絶対値は、前記各第2の分周比間の前記分周比の時間変化率の絶対値よりも小さくなるように制御されることを特徴とする周波数掃引回路。

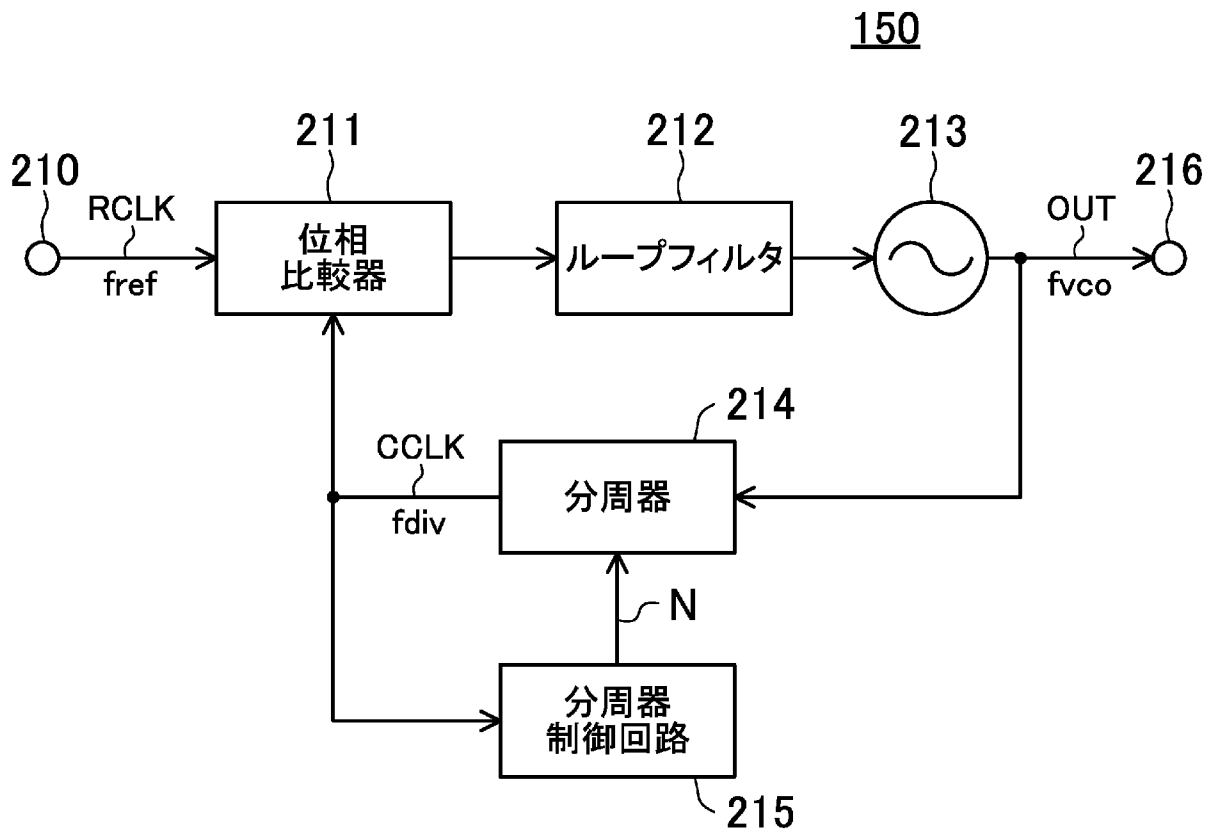
[請求項7]

請求項1から6のうちのいずれか1項に記載の周波数掃引回路を備えたレーダー装置。

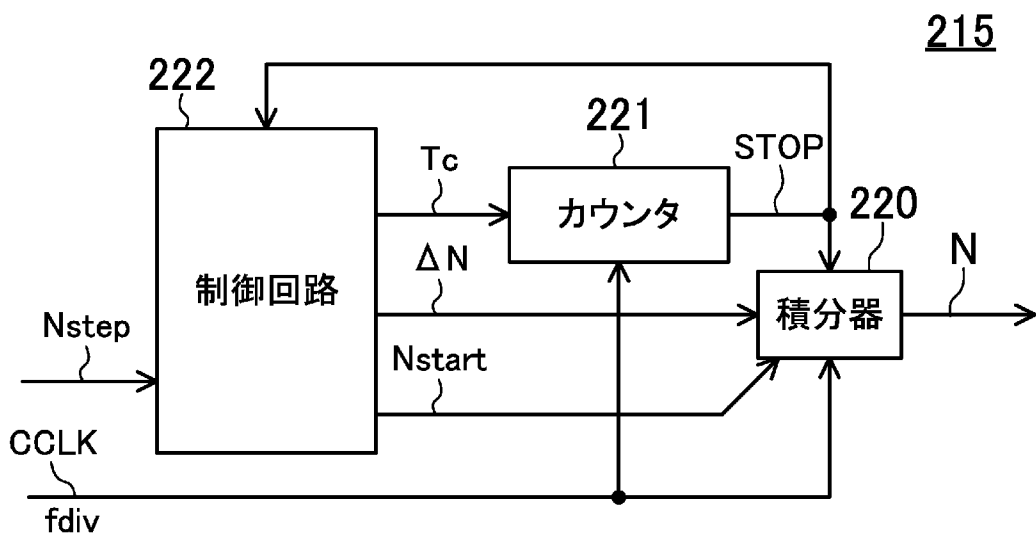
[図1]



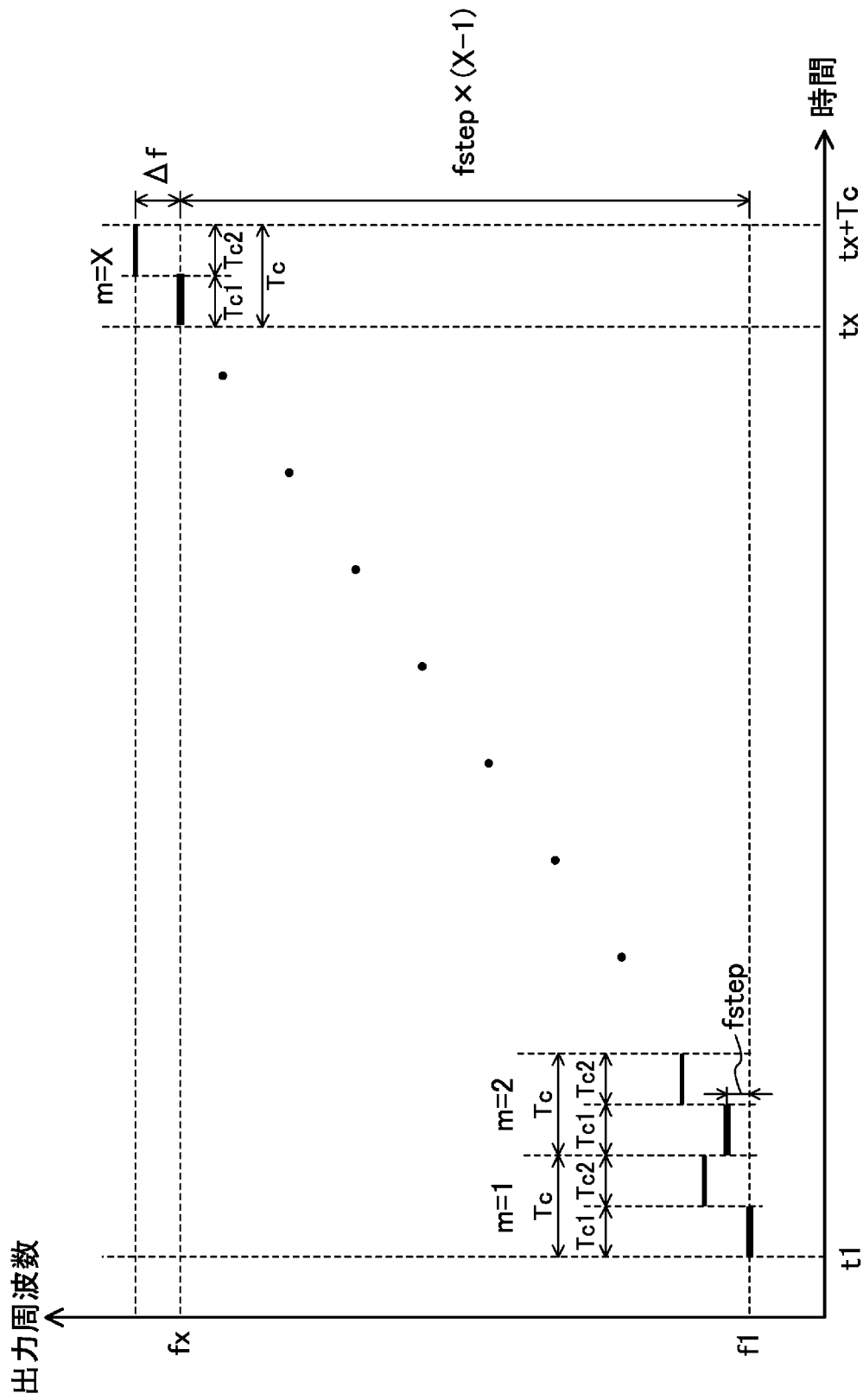
[図2]



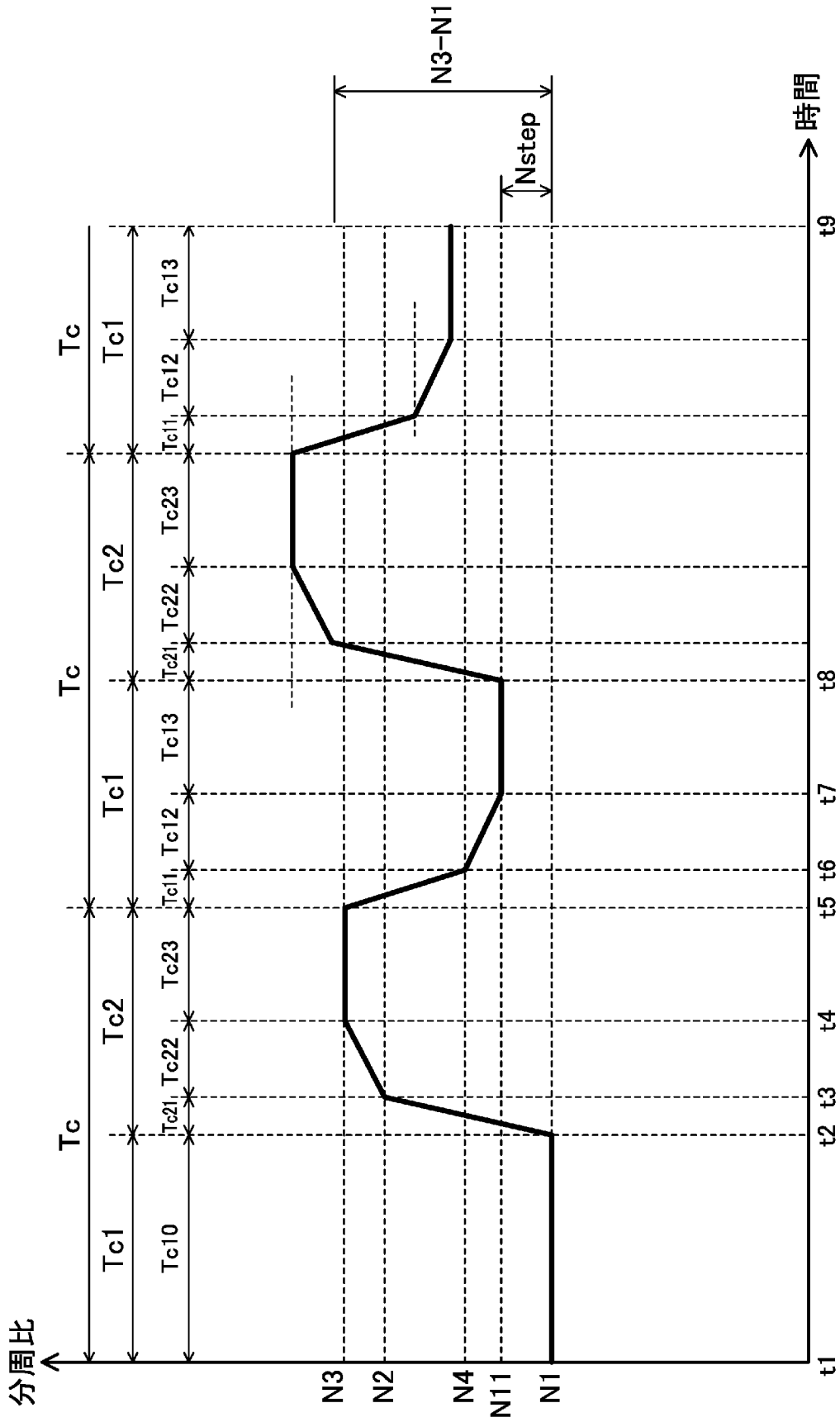
[図3]



[図4]



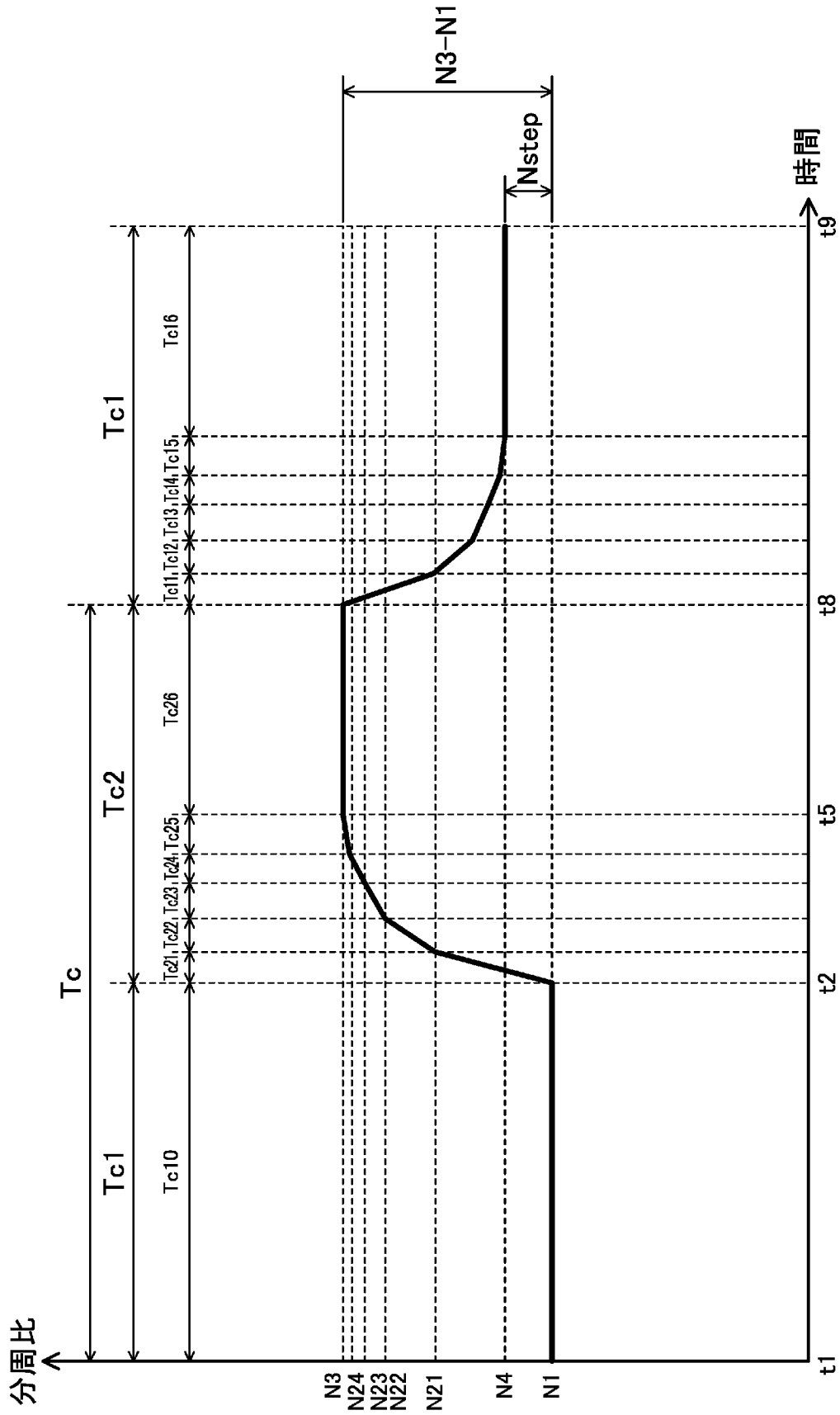
[図5]



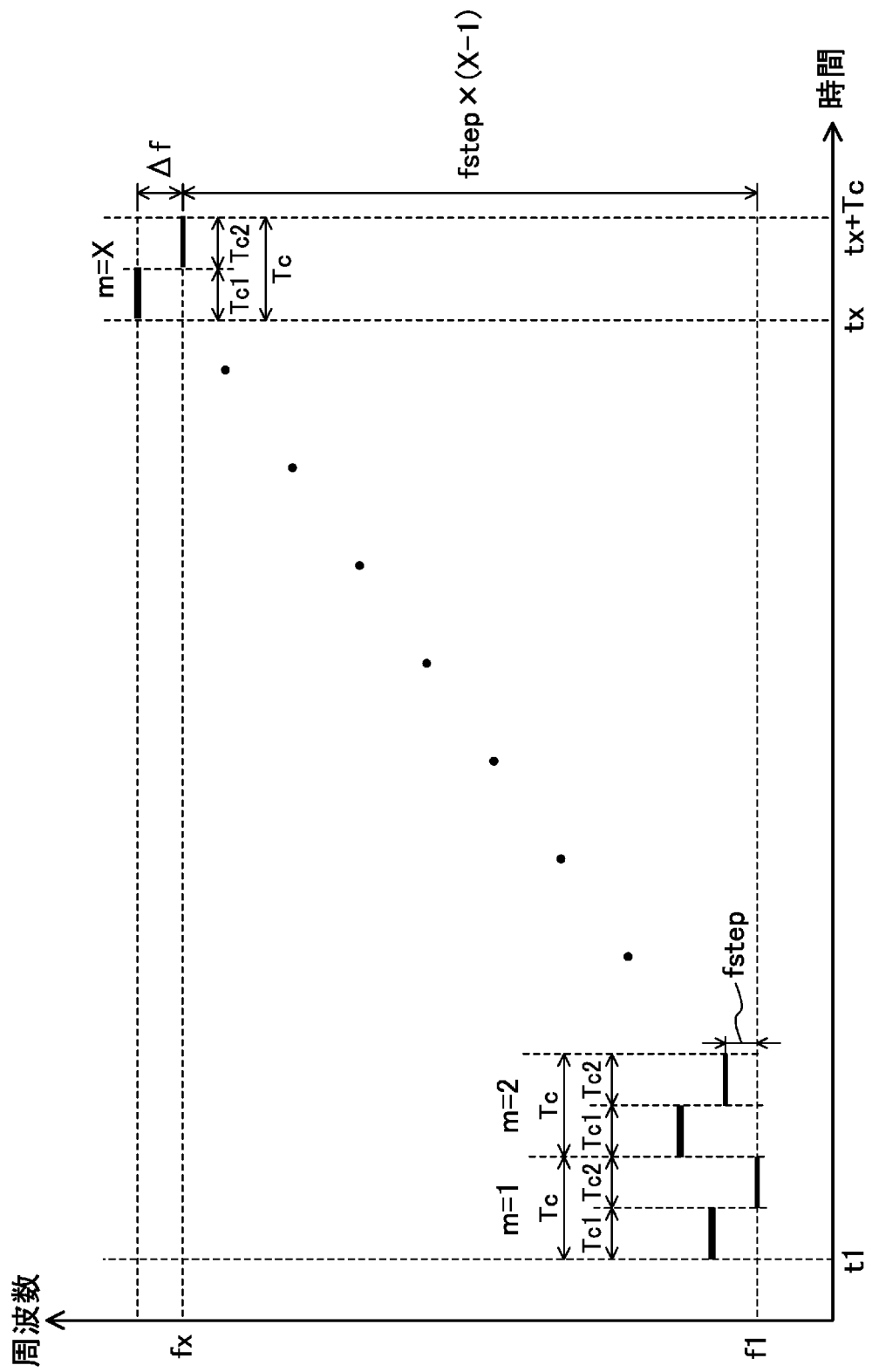
[図6]

Step	Tc	ΔN	Nstart
#0	Tc10	0	N1
#1	Tc21	$\Delta N1$	N1
#2	Tc22	$\Delta N2$	N2
#3	Tc23	0	N3
#4	Tc11	$\Delta N3$	N3
#5	Tc12	$\Delta N4$	N4
#6	Tc13	0	N11 (N1+Nstep)
#7	Tc21	$\Delta N1$	N11 (N1+Nstep)
#8	Tc22	$\Delta N2$	N12 (N2+Nstep)
#9	Tc23	0	N13 (N3+Nstep)
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
$\#(6*(X-1)+4)$	Tc21	$\Delta N1$	$N1+(X-1)*Nstep$
$\#(6*(X-1)+5)$	Tc22	$\Delta N2$	$N2+(X-1)*Nstep$
$\#(6*(X-1)+6)$	Tc23	0	$N3+(X-1)*Nstep$

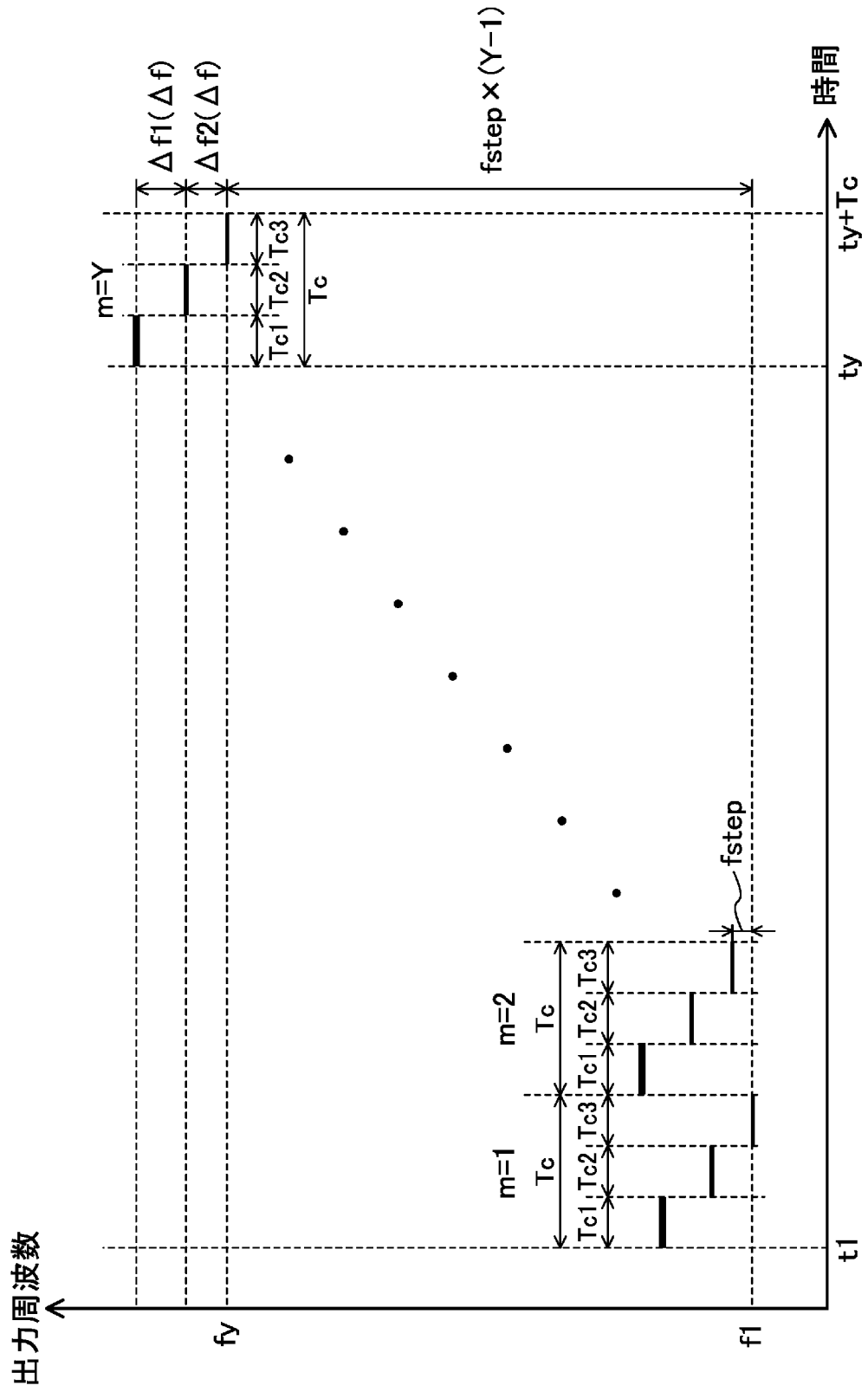
[図8]



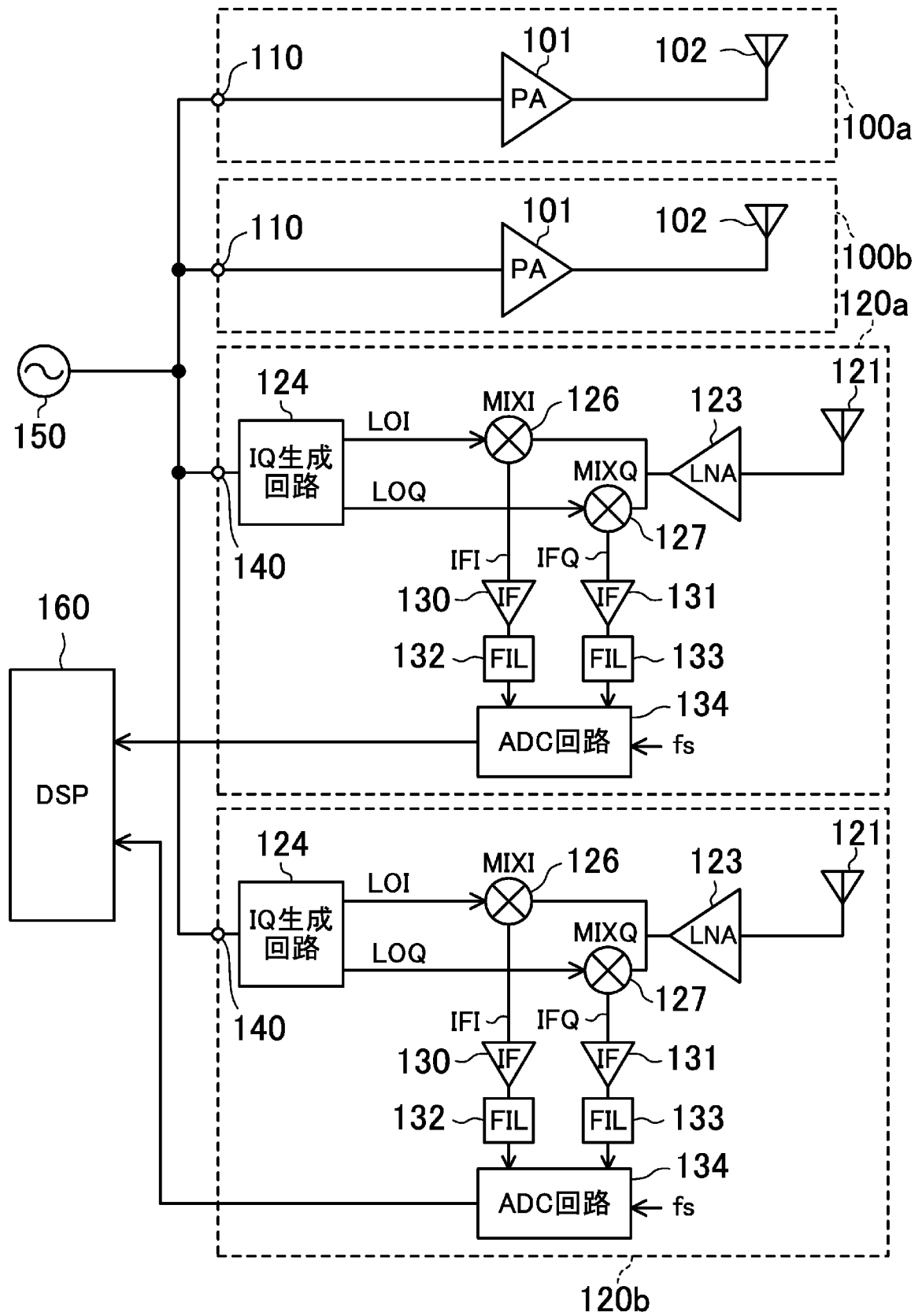
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01S13/34 (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, H03L7/00-H03L7/26

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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	WO 2017/056287 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 06 April 2017, whole document (Family: none)	1-7
A	JP 2009-194428 A (PANASONIC CORP.) 27 August 2009, whole document & US 2010/0315138 A1	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
- “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29.08.2018

Date of mailing of the international search report
11.09.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S 13/34(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, H03L 7/00 - H03L 7/26

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	WO 2017/056287 A1 (三菱電機株式会社) 2017.04.06 *Whole Document* (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2009-194428 A (パナソニック株式会社) 2009.08.27 *Whole Document* & US 2010/0315138 A1	1-7

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 29.08.2018	国際調査報告の発送日 11.09.2018
--------------------------	--------------------------

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) 山下 雅人 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 S	7 8 5 7
--	--	-----	---------