(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5839218号
(P5839218)

(45)発行日　平成28年1月6日(2016.1.6)　(24)登録日　平成27年11月20日(2015.11.20)

(51)Int.Cl.			F I		
H04L	7/08	(2006.01)	H04L	7/08	
H04L	7/04	(2006.01)	H04L	7/04	200
H04J	3/06	(2006.01)	H04J	3/06	B

請求項の数 10　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2011-115122(P2011-115122)
(22)出願日　平成23年5月23日(2011.5.23)
(65)公開番号　特開2012-244550(P2012-244550A)
(43)公開日　平成24年12月10日(2012.12.10)
審査請求日　平成26年5月13日(2014.5.13)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100082131
弁理士　稲本　義雄
(74)代理人　100121131
弁理士　西川　孝
(72)発明者　岸本　直道
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　高岡　勝美
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】受信装置および受信方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
所定間隔で既知信号を含む受信信号に対して、前記既知信号との相関演算を行う相関演算部と、
前記相関演算部によって検出される相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれているかを新たな相関ピークが検出される毎に判定する判定部と、
相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定された回数をカウントするカウント部と
を備え、
前記判定部は、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていないと判定した場合、および、前記所定間隔からずれていると判定した場合であって、前記カウント部によるカウント値が設定値以上の場合、相関ピークの間隔がずれていないことを表す第１の情報を出力し、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定した場合であって前記カウント値が前記設定値より少ない場合、相関ピークの間隔がずれていることを表す第２の情報を出力する
受信装置。
【請求項２】
前記受信信号は、GB20600-2006規格に規定された信号であり、
前記既知信号は、GB20600-2006規格に規定されたPN(Pseudo Noise)信号である
請求項１に記載の受信装置。

【請求項３】
相関ピークの位置を保持する保持部をさらに備える
請求項１または２に記載の受信装置。
【請求項４】
前記判定部は、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定した場合、前記カウント値が前記設定値より少ないときには前記保持部に保持されている相関ピークの位置を出力し、前記設定値以上のときには前記新たな相関ピークの位置を出力し、
前記保持部は、前記カウント値が前記設定値以上のとき、それまで保持していた相関ピークの位置に代えて前記新たな相関ピークの位置を保持する
請求項３に記載の受信装置。
【請求項５】
前記判定部から前記第１の情報が出力された場合、前記新たな相関ピークの位置を基準とした所定の位置の相関値を出力し、前記第２の情報が出力された場合、前記保持部に保持されている相関ピークの位置を基準とした所定の位置の相関値を出力する相関値出力部をさらに備える
請求項４に記載の受信装置。
【請求項６】
前記相関演算部によって検出される各相関ピーク間の位相差に基づいて周波数誤差を検出する周波数誤差検出部を有する
請求項１乃至５のいずれかに記載の受信装置。
【請求項７】
前記判定部によって、前記相関演算部において検出される相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれていると判定された場合に、前記周波数誤差に対して補正を行う周波数誤差補正部を有する
請求項６に記載の受信装置。
【請求項８】
前記相関演算部によって検出される相関ピークの位置に基づいてタイミング誤差を検出するタイミング誤差検出部を有する
請求項１乃至７のいずれかに記載の受信装置。
【請求項９】
前記判定部によって、前記相関演算部において検出される相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれていると判定された場合に、前記タイミング誤差に対して補正を行うタイミング誤差補正部を有する
請求項８に記載の受信装置。
【請求項１０】
所定間隔で既知信号を含む受信信号に対して、前記既知信号との相関演算を行い、
相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれているかを新たな相関ピークが検出される毎に判定し、
相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定した回数をカウントし、
相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていないと判定した場合、および、前記所定間隔からずれていると判定した場合であって、前記回数のカウント値が設定値以上の場合、相関ピークの間隔がずれていないことを表す第１の情報を出力し、
相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定した場合であって前記カウント値が前記設定値より少ない場合、相関ピークの間隔がずれていることを表す第２の情報を出力する
ステップを含む受信方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本技術は、特に、マルチパス環境においても安定した同期の制御を行うことができるよ

うにした受信装置および受信方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
地上デジタル放送のDTMB(Digital Terrestrial Multimedia Broadcast)規格(GB20600-2006)では、送信フレームに所定のPN(Pseudo-random Noise)系列が付加される。
【０００３】
図１は、DTMB規格で規定されているフレーム構造を説明する図である。
【０００４】
DTMBのフレーム構造は4階層からなり、上位階層から、Calendar Day Frame１０，Minute Frame１１，Super Frame１２，Signal Frame１３で構成される。
【０００５】
最下位層のSignal Frame１３は、Frame body１５とFrame Header１４から構成される。
【０００６】
Frame Body１５は、変調方式や符号化率などの情報を格納するSystem informationが36シンボルと、データが3744シンボルの合計3780シンボルから構成される。Frame Body１５の時間長は、シンボルレートが7.56Mspsと規定されており、500usとなる。
【０００７】
Frame Header１４は420シンボル(約55.6us)、595シンボル(約78.7us)、945シンボル(125us)、のいずれかの長さの所定のPN系列である。
【０００８】
Super Frame１２は、合計で125msとなるような数のSignal Frame１３から構成される。
【０００９】
Minute Frame１１は、480のSuper Frame１２で構成され、時間長は1分である。
【００１０】
Calendar Day Frame１０は、1440のMinute Frame１１で構成され、時間長は24時間である。
【００１１】
本明細書では、以下、フレームをSignal Frame１３の意味で用いる。
【００１２】
DTMBの受信機においては、受信データと受信機で生成するPN系列との畳み込み演算を行った結果であるPN系列との相関値を生成し、1フレーム長の間で相関値電力がピークとなる位置を基準として所定の位置の相関値を用いて、キャリア同期やシンボルタイミング同期などの各種の同期の制御を行うことが知られている。
【００１３】
図２は、DTMB信号を受信してPN系列との相関値を計算し、電力ピーク位置を基準として所定の位置の相関値を出力するPN相関演算部２０の構成を示す図である。
【００１４】
PN相関演算部２０に入力された入力データD(n)は畳み込み演算部２１に入力される。畳み込み演算部２１は、入力信号D(n)と、DTMB規格で定められるPN系列の全部もしくはPN系列の一部分であるPN(k)との畳み込み演算を行う。相関値の計算に用いるPN系列の長さをLシンボルとすると、畳み込み演算部２１の出力信号である相関値Corr(n)は下式（１）で表される。
【数１】

$$Corr(n)=\sum_{k=1}^{L-1}PN(k)\cdot D(n-k) \qquad \cdots(1)$$

【００１５】
畳み込み演算部２１は、畳み込み演算の結果であるCorr(n)を電力計算部２２および相関値出力部２８に出力する。
【００１６】

電力計算部２２は、畳み込み演算部２１からの入力であるCorr(n)の電力Pow(n)を計算し、Pow(n)をピーク位置サーチ部２３に出力する。Pow(n)は、下式（２）で表される。

【数２】

$$Pow(n) = |Corr(n)|^2 \quad \cdots (2)$$

【００１７】

ピーク位置サーチ部２３は、現在のシンボル位置を示すmを相関値出力部２８に出力する。また、ピーク位置サーチ部２３は、電力計算部２２からの入力であるPow(n)が1フレーム長の間で最大となるピーク位置Pos_maxを相関値出力部２８に出力する。ここで、シンボル位置mは、0からFLEN-1の値をとる。ただし、FLENはフレーム長である。

【００１８】

ピーク位置サーチ部２３は、制御部２４、シンボルカウンタ２５、電力保持部２６、およびシンボル位置保持部２７により構成される。

【００１９】

制御部２４は、電力計算部２２により求められたPow(n)を受信した場合、シンボルカウンタ２５に対して、シンボル位置mのインクリメントを指示する。続いて、制御部２４は、入力されたPow(n)と、電力保持部２６が保持する電力Pow_largerとを比較してPow(n)の方が大きい場合、Pow_largerをPow(n)に置き換えるように電力保持部２６に指示し、また、シンボル位置保持部２７が保持するシンボル位置Pos_largerをシンボル位置mに置き換えるように指示する。制御部２４は、このようにして、より電力の大きくなるシンボル位置Pos_largerを更新していく。

【００２０】

制御部２４は、以上の処理をm=0からm=FLEN-1となる1フレーム長の間の入力データに対して行う毎に、Pos_maxをPos_largerとして出力する。

【００２１】

シンボルカウンタ２５は、制御部２４の指示により、インクリメント、あるいは0に初期化するようなシンボル位置mを保持する。シンボルカウンタ２５は、保持しているシンボル位置mを相関値出力部２８に対して出力する。

【００２２】

電力保持部２６は、電力Pow_largerを保持する。電力保持部２６は、制御部２４からの指示を受け、Pow_larger = Pow(n)とするようにして、保持する電力の置き換えを行う。

【００２３】

シンボル位置保持部２７は、シンボル位置Pos_largerを保持する。シンボル位置保持部２７は、制御部２４からの指示を受け、Pos_larger=mとするようにして、保持するシンボル位置の置き換えを行うか、Pos_larger=0とするようにして、保持するシンボル位置の初期化を行う。

【００２４】

図３は、ピーク位置サーチ部２３の動作を説明するフローチャートである。

【００２５】

ステップＳ１１において、制御部２４は、新たなPow(n)が電力計算部２２から入力されたか否かを判定する。

【００２６】

ステップＳ１１において新たなPow(n)が入力されていないと判定した場合、制御部２４は、新たなPow(n)が入力されるまで待機する。

【００２７】

一方、ステップＳ１１において新たなPow(n)が入力されたと判定した場合、ステップＳ１２において、制御部２４は、シンボルカウンタ２５に対して、シンボル位置mを0に初期化するように指示する。

【００２８】

ステップＳ１３において、制御部２４は、シンボル位置保持部２７に対して、シンボル

位置pos_largerを0に初期化するように指示する。
【００２９】
ステップＳ１４において、制御部２４は、電力保持部２６に対して、電力pow_largerをPow(n)に初期化するように指示する。
【００３０】
ステップＳ１５において、制御部２４は、新たなPow(n)が入力されたか否かを判定する。
【００３１】
ステップＳ１５において新たなPow(n)が入力されていないと判定した場合、制御部２４は、新たなPow(n)が入力されるまで待機する。
【００３２】
一方、ステップＳ１５において新たなPow(n)が入力されたと判定した場合、ステップＳ１６において、制御部２４は、シンボルカウンタ２５に対してシンボル位置mを1だけインクリメントするように指示する。
【００３３】
ステップＳ１７において、制御部２４は、Pow(n)が、電力保持部２６が保持するpow_largerよりも大きいか否かを判定する。
【００３４】
ステップＳ１７において、Pow(n)がpow_largerよりも大きくないと判断した場合、処理はステップＳ２０に進む。
【００３５】
一方、ステップＳ１７においてPow(n)がpow_largerよりも大きいと判断した場合、ステップＳ１８において、制御部２４は、シンボル位置保持部２７に対して、シンボル位置pos_largerをmに置き換えるように指示する。
【００３６】
ステップＳ１９において、制御部２４は、電力保持部２６に対して、電力pow_largerをPow(n)に置き換えるように指示し、処理をステップＳ２０に進める。
【００３７】
ステップＳ２０において、制御部２４は、シンボルカウンタ２５のシンボル位置mがFLEN-1であるか否かを判定する。
【００３８】
ステップＳ２０においてシンボルカウンタ２５のシンボル位置mがFLEN-1ではないと判定した場合、制御部２４は、処理をステップＳ１５に戻し、ステップＳ１５からステップＳ２０の処理をmがFLEN-1となるまで繰り返す。
【００３９】
一方、ステップＳ２０においてシンボルカウンタ２５のシンボル位置mがFLEN-1であると判定した場合、ステップＳ２１において、制御部２４は、出力値Pos_maxをシンボル位置Pos_largerとして更新する。
【００４０】
以上の処理により、1フレーム長の間の入力電力が最大となるようなピーク位置Pos_maxが求まる。ステップＳ２１の処理の後、ステップＳ１１に戻り、次のフレーム長の間の入力電力に対してピーク位置をサーチする処理が行われる。
【００４１】
図２の相関値出力部２８は、畳み込み演算部２１からの入力信号であるCorr(n)、ピーク位置サーチ部２３からの入力信号であるシンボル位置mおよびピーク位置Pos_maxから、後段の同期回路が要求するピーク位置を基準として所定の位置dの相関値Corr_pを出力する。
【００４２】
相関値出力部２８は、制御部２９と相関値バッファ３０から構成される。
【００４３】

相関値バッファ３０は、フレーム長分のバッファCorr_buf(k)(k=0..FLEN-1)である。相関値バッファ３０へのデータの書き込み、相関値バッファ３０からのデータの読み出しが制御部２９の指示により行われる。

【００４４】

制御部２９は、畳み込み演算部２１からの入力信号であるCorr(n)を受信すると、シンボル位置mをアドレスとして、相関値バッファ３０にCorr_buf(m) = Corr(n)を書き込む。

【００４５】

また、制御部２９は、ピーク位置サーチ部２３からのPos_maxを受信すると、ピーク位置Pos_maxを基準として所定の位置dの相関値を、下式（３）のように相関値バッファ３０から読み出し、後段の回路に出力する。

【数３】

$$Corr_p = Corr_buf((Pos_max+d)\%FLEN) \quad \cdots (3)$$

【００４６】

図４は、相関値出力部２８の動作を説明するフローチャートである。

【００４７】

ステップＳ３１において、制御部２９は、新たなCorr(n)が畳み込み演算部２１から入力されたか否かを判定する。

【００４８】

ステップＳ３１において新たなCorr(n)が入力されていないと判定した場合、制御部２９は、新たなCorr(n)が入力されるまで待機する。

【００４９】

一方、ステップＳ３１において新たなCorr(n)が入力されたと判定した場合、ステップＳ３２において、制御部２９は、新たなPos_maxがピーク位置サーチ部２３から入力されたか否かを判定する。

【００５０】

ステップＳ３２において新たなPos_maxが入力されていないと判定した場合、制御部２９は、処理をステップＳ３４に進める。

【００５１】

一方、ステップＳ３２において新たなPos_maxが入力されたと判定した場合、ステップＳ３３において、制御部２９は、後段の回路が要求する、Pos_maxを基準として所定の位置dの相関値を相関値バッファ３０から読み出して後段の回路に出力し、処理をステップＳ３４に進める。

【００５２】

ステップＳ３４において、制御部２９は、相関値バッファ３０のアドレスmであるCorr_buf(m)に相関値Corr(n)を書き込む。ステップＳ３４の後、ステップＳ３１に戻り、以上の処理が繰り返される。

【００５３】

以上の処理により、シンボル位置mおよびピーク位置Pos_maxから、後段の同期回路が要求する、ピーク位置Pos_maxを基準として所定の位置dシンボルずれた位置の相関値を出力することができる。

【００５４】

図５は、マルチパスがない1波環境時のPN相関演算部２０の動作を説明するタイミングチャートである。

【００５５】

ピーク位置Pos_maxに応じた出力の例として、ピーク位置Pos_maxの相関値Corr_pを示している。1波環境では、パスが存在するシンボル位置Path1で常に電力Pow(n)が最大となり、相関値Corr_pとして、常に同じパスの相関値Corr_buf(Path1)が出力される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【００５６】
【非特許文献１】Dazhi He, Weiqiang Liang, Wenjun Zhang, Ge Huang, Yunfeng Guan, Feng Ju, "Error rotated decision feedback equalizer for Chinese DTTB Receiver", Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, 2008 IEEE International Symposium on
【非特許文献２】Liu, M., Crussiere, M., Helard, J.-F., "A Combined Time and Frequency Algorithm for Improved Channel Estimation in TDS-OFDM", Communications (ICC), 2010 IEEE International Conference on
【非特許文献３】Zi-Wei Zheng, Zhi-Xing Yang, Chang-Yong Pan, and Yi-Sheng Zhu, Senior Member, IEEE, "Novel Synchronization for TDS-OFDM-Based Digital Television Terrestrial Broadcast Systems", IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, VOL. 50, NO. 2, JUNE 2004
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００５７】
反射波が存在するマルチパス環境では、チャネル時変動などにより、それぞれのパスの電力が変動することがある。これにより、電力Pow(n)が最大となるパス位置がフレーム毎に変化し、PN相関演算部２０の出力である、ピーク位置を基準として所定の位置の相関値も、フレーム毎に異なったパスの相関値を出力してしまうことがある。
【００５８】
異なったパスの相関値がPN相関演算部２０から出力されると、後段の同期回路は、フレーム毎に異なったパスに同期させようと働いてしまうため、安定した同期の制御を行うことができなくなってしまう。
【００５９】
本技術はこのような状況を鑑みてなされたものであり、マルチパス環境においても安定した同期の制御を行うことができるようにするものである。
【課題を解決するための手段】
【００６０】
本技術の一側面の受信装置は、所定間隔で既知信号を含む受信信号に対して、前記既知信号との相関演算を行う相関演算部と、前記相関演算部によって検出される相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれているかを新たな相関ピークが検出される毎に判定する判定部と、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定された回数をカウントするカウント部とを備える。前記判定部は、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていないと判定した場合、および、前記所定間隔からずれていると判定した場合であって、前記カウント部によるカウント値が設定値以上の場合、相関ピークの間隔がずれていないことを表す第１の情報を出力し、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定した場合であって前記カウント値が前記設定値より少ない場合、相関ピークの間隔がずれていることを表す第２の情報を出力する。
【００６１】
前記受信信号は、GB20600-2006規格に規定された信号であり、前記既知信号は、GB20600-2006規格に規定されたPN(Pseudo Noise)信号であるようにすることができる。
相関ピークの位置を保持する保持部をさらに設けることができる。
前記判定部には、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定した場合、前記カウント値が前記設定値より少ないときには前記保持部に保持されている相関ピークの位置を出力させ、前記設定値以上のときには前記新たな相関ピークの位置を出力させ、前記保持部には、前記カウント値が前記設定値以上のとき、それまで保持していた相関ピークの位置に代えて前記新たな相関ピークの位置を保持させることができる。
前記判定部から前記第１の情報が出力された場合、前記新たな相関ピークの位置を基準とした所定の位置の相関値を出力し、前記第２の情報が出力された場合、前記保持部に保持されている相関ピークの位置を基準とした所定の位置の相関値を出力する相関値出力部

をさらに設けることができる。
【００６２】
前記相関演算部によって検出される各相関ピーク間の位相差に基づいて周波数誤差を検出する周波数誤差検出部を設けることができる。
【００６３】
前記判定部によって、前記相関演算部において検出される相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれていると判定された場合に、前記周波数誤差に対して補正を行う周波数誤差補正部を設けることができる。
【００６４】
前記相関演算部によって検出される相関ピークの位置に基づいてタイミング誤差を検出するタイミング誤差検出部を設けることができる。
【００６５】
前記判定部によって、前記相関演算部において検出される相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれていると判定された場合に、前記タイミング誤差に対して補正を行うタイミング誤差補正部を設けることができる。
【００６６】
本技術の一側面においては、所定間隔で既知信号を含む受信信号に対して、前記既知信号との相関演算が行われ、相関ピークの間隔が、前記所定間隔からずれているかが新たな相関ピークが検出される毎に判定され、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定された回数がカウントされる。また、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていないと判定された場合、および、前記所定間隔からずれていると判定された場合であって、前記回数のカウント値が設定値以上の場合、相関ピークの間隔がずれていないことを表す第１の情報が出力され、相関ピークの間隔が前記所定間隔からずれていると判定された場合であって前記カウント値が前記設定値より少ない場合、相関ピークの間隔がずれていることを表す第２の情報が出力される。
【発明の効果】
【００６７】
本技術によれば、マルチパス環境においても安定した同期の制御を行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【００６８】
【図１】DTMB規格におけるフレーム構造を説明する図である。
【図２】PN相関演算部のブロック図である。
【図３】ピーク位置サーチの動作を説明するフローチャートである。
【図４】ピーク位置の相関値の出力動作を説明するフローチャートである。
【図５】マルチパスがない環境での動作を説明するタイミングチャートである。
【図６】本技術を適用した受信装置の第１実施の形態の構成例を示すブロック図である。
【図７】ピーク位置のずれを検出する動作を説明するフローチャートである。
【図８】ピーク位置のずれを検出した時の相関値の出力動作を説明するフローチャートである。
【図９】マルチパスがある環境での受信装置の動作を説明するタイミングチャートである。
【図１０】マルチパスがある環境での受信装置の動作を説明するタイミングチャートである。
【図１１】本技術を適用した受信装置の第２実施の形態の構成例を示すブロック図である。
【図１２】本技術を適用した同期部の構成例を示すブロック図である。
【図１３】本技術を適用した同期部の他の構成例を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００６９】
以下、本技術を実施するための形態について説明する。

【００７０】
＜第１実施の形態＞
図６は、本技術を適用した受信装置の第１実施の形態の構成例を示すブロック図である。
【００７１】
図６に示す構成のうち、図２の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。
【００７２】
図６のPN相関演算部４０の構成は、ピーク位置ずれ検出部４１が新たに設けられ、相関値出力部２８の代わりに相関値出力部４５が設けられている点で図２のPN相関演算部２０の構成と異なる。
【００７３】
図６のPN相関演算部４０は、ピーク位置のずれを観測して、低頻度のずれに対しては保護段をかけて、ずれが発生する前のピーク位置を基準として所定の位置の相関値を出力する。
【００７４】
ピーク位置ずれ検出部４１は、ピーク位置サーチ部２３からの入力であるピーク位置Pos_maxに保護段をかけてピーク位置Pos_lockを出力し、また、ピーク位置がずれたことを示すピーク位置ずれ検出フラグPos_diffを出力する。ピーク位置Pos_lockとピーク位置ずれ検出フラグPos_diffは相関値出力部４５に供給される。
【００７５】
詳細には、ピーク位置ずれ検出部４１は、制御部４２、ピークずれ回数カウンタ４３、およびピーク位置保持部４４から構成される。
【００７６】
制御部４２は、ピーク位置サーチ部２３からのPos_maxと、ピーク位置保持部４４が保持するピーク位置Pos_lockとを比較し、ピーク位置がずれているか否かを判定する。
【００７７】
ピーク位置がずれていないと判定した場合、制御部４２は、ピークずれ回数カウンタ４３（ピークずれ回数カウンタ４３のカウント値）を0とし、ピーク位置保持部４４が保持するPos_lockをPos_maxによって置き換え、Pos_diff=0を出力する。
【００７８】
一方、ピーク位置がずれていると判定した場合、制御部４２は、ピークずれ回数カウンタ４３を1だけインクリメントし、Pos_diff=1を出力する。ただし、ピークずれ回数カウンタが設定値以上である場合、制御部４２は、ピーク位置保持部４４が保持するPos_lockをPos_maxによって置き換え、ピークずれ回数カウンタ４３を0としてPos_diff=0を出力する。
【００７９】
ピークずれ回数カウンタ４３は、制御部４２の指示により、カウンタ値を0に初期化、もしくは1だけインクリメントする。
【００８０】
ピーク位置保持部４４は、ピーク位置Pos_lockを保持し、制御部４２の指示により、Pos_lockをPos_maxに置き換える。
【００８１】
図７は、ピーク位置ずれ検出部４１の動作を説明するフローチャートである。
【００８２】
ステップＳ４１において、制御部４２は、新たなPos_maxがピーク位置サーチ部２３から入力されたかを判定する。
【００８３】
ステップＳ４１において新たなPos_maxが入力されていないと判定した場合、制御部４２は、新たなPos_maxが入力されたと判定するまで待機する。

【００８４】
一方、ステップＳ４１において新たなPos_maxが入力されたと判定した場合、ステップＳ４２において、制御部４２は、ピーク位置保持部４４に対してPos_lock=Pos_maxに初期化するように指示する。
【００８５】
ステップＳ４３において、制御部４２は、ピークずれ回数カウンタ４３を0に初期化し、ステップＳ４４においてPos_diff=0を出力する。
【００８６】
ステップＳ４５において、制御部４２は、新たなPos_maxが入力されたか否かを判定する。
【００８７】
ステップＳ４５において新たなPos_maxが入力されていないと判定した場合、制御部４２は、Pos_maxが入力されたと判定するまで待機する。
【００８８】
一方、ステップＳ４５において新たなPos_maxが入力されたと判定した場合、ステップＳ４６において、制御部４２は、新たに入力されたPos_maxが、ピーク位置保持部４４が保持するPos_lockと等しいか否かを判定する。
【００８９】
ステップＳ４６においてPos_maxがPos_lockと等しいと判定した場合、制御部４２は、処理をステップＳ５０に進める。
【００９０】
一方、ステップＳ４６においてPos_maxがPos_lockと等しくないと判定した場合、ステップＳ４７において、制御部４２は、ピークずれ回数カウンタ４３が設定値より小さいか否かを判定する。
【００９１】
ステップＳ４７においてピークずれ回数カウンタ４３が設定値より小さいと判定した場合、ステップＳ５１において、制御部４２は、ピークずれ回数カウンタ４３を１だけインクリメントする。
【００９２】
ステップＳ５２において、制御部４２は、Pos_diff=1を出力し、処理をステップＳ４５に戻す。
【００９３】
一方、ステップＳ４７においてピークずれ回数カウンタ４３が設定値より小さくないと判定した場合、ステップＳ４８において、制御部４２は、ピーク位置保持部４４に対して、Pos_lockをPos_maxに置き換えるように指示する。
【００９４】
ステップＳ４９において、制御部４２はピークずれ回数カウンタ４３を0に初期化する。
【００９５】
ステップＳ５０において、制御部４２は、Pos_diff=0を出力し、処理をステップＳ４５に戻す。
【００９６】
以上の処理により、入力されたPos_maxに保護段をかけた出力ピーク位置Pos_lockと、ピーク位置がずれたことを示すフラグであるピーク位置ずれ検出フラグPos_diffを出力することができる。
【００９７】
図６の相関値出力部４５の構成は、制御部２９の代わりに制御部４６が設けられている点で図２の相関値出力部２８の構成と異なる。
【００９８】
相関値出力部４５は、畳み込み演算部２１からの入力信号である相関値Corr(n)、ピー

ク位置サーチ部２３からの入力信号であるシンボル位置mとピーク位置Pos_max、ピーク位置ずれ検出部４１からの入力信号であるロックしたピーク位置Pos_lockとピーク位置ずれ検出フラグPos_diffから、後段の同期回路が要求する、ピーク位置から所定の位置dシンボルずれた位置の相関値Corr_pを出力する。

【００９９】

制御部４６は、Corr(n)を受信した場合、シンボル位置mをアドレスとして、相関値バッファ３０にCorr_buf(m) = Corr(n)を書き込む。

【０１００】

また、制御部４６は、Pos_maxを受信した場合、Pos_diff==0であるときにはPos_maxを基準として所定の位置dの相関値を、Pos_diff==1であるときにはPos_lockを基準として所定の位置dの相関値を、相関値バッファ３０から読み出して後段の回路に出力する。

【０１０１】

つまり、制御部４６は、

Pos_diff==0の時、

Corr_p = Corr_buf((Pos_max +d)%FLEN)

を出力し、

Pos_diff==1の時、

Corr_p = Corr_buf((Pos_lock +d)%FLEN)

を出力する。

【０１０２】

図８は、相関値出力部４５の動作を説明するフローチャートである。

【０１０３】

ステップＳ６１において、制御部４６は、新たなCorr(n)が入力されたか否かを判定する。

【０１０４】

ステップＳ６１において新たなCorr(n)が入力されていないと判定した場合、制御部４６は、新たなCorr(n)が入力されたと判定するまで待機する。

【０１０５】

一方、ステップＳ６１において新たなCorr(n)が入力されたと判定した場合、ステップＳ６２において、制御部４６は、新たなPos_maxが入力されたか否かを判定する。

【０１０６】

ステップＳ６２において新たなPos_maxが入力されていないと判定した場合、制御部４６は、処理をステップＳ６６に進める。

【０１０７】

一方、ステップＳ６２において新たなPos_maxが入力されたと判定した場合、ステップＳ６３において、制御部４６は、Pos_diffが0と等しいか否かを判定する。

【０１０８】

ステップＳ６３においてPos_diffが0と等しいと判定した場合、ステップＳ６４において、制御部４６は、Pos_maxを基準として所定の位置dの相関値を相関値バッファ３０から読み出して後段の回路に出力する。制御部４６は、その後、処理をステップＳ６６に進める。

【０１０９】

一方、ステップＳ６３においてPos_diffが0と等しくないと判定した場合、ステップＳ６５において、制御部４６は、Pos_lockを基準として所定の位置dの相関値を相関値バッファ３０から読み出して後段の回路に出力する。制御部４６は、その後、処理をステップＳ６６に進める。

【０１１０】

ステップＳ６６において、制御部４６は、相関値バッファ３０のアドレスmにCorr_buf(m) = Corr(n)を書き込む。ステップＳ６６の後、ステップＳ６１に戻り、以上の処理が繰り返される。

【０１１１】
以上の処理により、後段の同期回路が要求するピーク位置Pos_maxに応じた相関値、もしくはピーク位置がずれた場合にはピーク位置Pos_lockに応じた相関値を出力することができる。
【０１１２】
図９は、マルチパスがある時のPN相関演算部４０の動作を説明するタイミングチャートである。図９のタイミングチャートは2波環境時の例を示している。
【０１１３】
例として、後段の回路はd=0、つまり、ピーク位置の相関値を用いる場合の例を示している。一方のパスが存在するシンボル位置がPath1、他方のパスが存在するシンボル位置がPath2である。また、ピーク位置ずれ検出部４１の設定値は7としている。
【０１１４】
パスの電力変動により、ピーク位置が、1フレーム目から順に、Path1,Path2,Path1,Path2,Path１と変化している。
【０１１５】
1フレーム目では、Pos_lockにPath1が保持され、ピークずれ回数カウンタ４３は0に初期化される。また、Corr_p=Corr_buf(Path1)のピーク位置の相関値が出力される。
【０１１６】
2フレーム目では、Path2がピーク位置となり、Pos_max == Pos_lockではない。この時、ピークずれ回数は0で設定値7より小さいため、Pos_diff=1となり、ピークずれ回数カウンタ４３がインクリメントされ、1となる。Pos_diff=1であるため、Corr_pとしては、Corr_buf(Path2)の代わりに、Pos_lock位置の相関値であるCorr_buf(Path1)が出力される。
【０１１７】
3フレーム目では、Path1がピーク位置となり、Pos_max == Pos_lockであるため、ピークずれ回数カウンタ４３が0に初期化される。また、Pos_diff=0となり、Corr_pとしては、Corr_buf(Path1)が出力される。
【０１１８】
4フレーム目では、Path2がピーク位置となり、Pos_max == Pos_lockではない。この時、ピークずれ回数は0で設定値7より小さいため、Pos_diff=1となり、ピークずれ回数カウンタ４３がインクリメントされ、1となる。Pos_diff=1であるため、Corr_pとしては、Corr_buf(Path2)の代わりに、Pos_lock位置の相関値であるCorr_buf(Path1)が出力される。
【０１１９】
5フレーム目では、Path1がピーク位置となり、Pos_max == Pos_lockであるため、ピークずれ回数カウンタ４３が0に初期化される。また、Pos_diff=0となり、Corr_pとしては、Corr_buf(Path1)が出力される。
【０１２０】
以上のように、ピーク位置のずれがあっても、同じパス位置の相関値を出力でき、後段の同期回路において安定した同期の制御を実現することができる。
【０１２１】
図１０は、マルチパスがある時のPN相関演算部４０のピーク位置Pos_lockが変化する動作を説明するタイミングチャートである。図１０のタイミングチャートは、2波環境時の例を示している。
【０１２２】
例として、後段の回路はd=0、つまり、ピーク位置の相関値を用いる場合の例を示している。一方のパスが存在するシンボル位置がPath1、他方のパスが存在するシンボル位置がPath2である。
【０１２３】
1フレーム目ではPath1に存在するパスの電力の方が大きいが、2フレーム目以降では、Path2に存在するパスの電力の方が大きくなることを想定する。また、ピーク位置ずれ検出部４１の設定値を7としている。

【０１２４】
1フレーム目では、Pos_lockにPath1が保持され、Corr_p=Corr_buf(Path1)が出力される。
【０１２５】
2フレーム目では、Path2がピーク位置となり、Pos_max == Pos_lockでない。この時、ピークずれ回数は0で設定値7より小さいため、Pos_diff=1となり、ピークずれ回数カウンタ４３がインクリメントされ、1となる。Pos_diff=1のため、Corr_pとしては、Corr_buf(Path2)の代わりに、Pos_lock位置の相関値であるCorr_buf(Path1)が出力される。
【０１２６】
3フレーム目から8フレーム目までは、2フレーム目と同様に、Pos_max == Pos_lockではなく、ピークずれ回数は設定値7より小さいため、Pos_diff=1となり、ピークずれ回数カウンタ４３が1ずつインクリメントされる。Corr_pとしては、Corr_buf(Path2)の代わりにCorr_buf(Path1)が出力される。
【０１２７】
9フレーム目では、ピークずれ回数が7であり、設定値7より小さくないため、Pos_diff=0が出力され、Pos_lock=Path2と置き換えられる。また、ピークずれ回数カウンタ４３が0に初期化され、Corr_pとしては、Pos_maxであるPath2の相関値Corr_buf(Path2)が出力される。
【０１２８】
10フレーム目以降は、Pos_max == Pos_lockであり、Pos_diff=0であるため、Corr_pとしては、Pos_maxであるPath2の相関値Corr_buf(Path2)が出力される。
【０１２９】
このように、電力が最大となるパスが恒常的に変化している場合、そのパスの相関値を出力するようにして処理が行われる。後段の同期回路では、電力が最大となるパスに同期させることが可能になる。
【０１３０】
＜第２実施の形態＞
図１１は、本技術を適用した受信装置の第２実施の形態の構成例を示すブロック図である。
【０１３１】
図１１に示す構成のうち、図２もしくは図６の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。
【０１３２】
図１１の構成は、ピーク位置ずれ検出部４１が新たに設けられ、ピーク位置ずれ検出部４１の出力であるピーク位置ずれ検出フラグPos_diffが後段の回路への出力になっている点で図２の構成と異なる。
【０１３３】
図１１のPN相関演算部５０は、ピーク位置のずれを観測して、Pos_diffを後段の同期回路に出力する。後段の同期回路においては、Pos_diffが0であれば通常の動作が行われる。一方、Pos_diffが1であれば、後段の同期回路において、PN相関値を用いて計算された誤差結果を0に置き換える、誤差結果にリミッタをかける、あるいは、ループゲインを絞る、等の処理が行われる。
【０１３４】
なお、図１１のPN相関演算部５０では、ピーク位置ずれ検出部４１が出力するPos_lockは不使用となる。
【０１３５】
図１２は、図１１のPN相関演算部５０を、PN相関を用いたキャリア同期を含む同期回路である同期部６０に適用した例を示す図である。
【０１３６】
同期部６０に入力されたデータは、周波数誤差補正値生成部６５の周波数誤差補正値を

用いて回転器６６で回転演算される。回転器６６の出力は、PN相関演算部５０に入力される。

【０１３７】

PN相関演算部５０からは、ピーク位置の相関値Corr_p0とピーク位置ずれ検出フラグPos_diffが出力され、キャリア同期部６１に入力される。

【０１３８】

キャリア同期部６１の周波数誤差検出部６２は、ピーク位置の相関値Corr_p0を用いて周波数誤差ferr(n)を算出する。周波数誤差ferr(n)の算出方法としては、例えば下式（４）により算出する方法が知られている。

【数４】

$$ferr(n)=arg(Corr_p0(n)\times conj(Corr_p0(n-1))) \quad \cdots(4)$$

【０１３９】

周波数誤差補正部６３は、Pos_diff=0である場合、周波数誤差検出部６２の出力である周波数誤差ferr(n)をそのままループフィルタ６４に出力する。一方、Pos_diff=1である場合、周波数誤差補正部６３は、周波数誤差ferr(n)に対して補正をかけて出力する。

【０１４０】

周波数誤差ferr(n)の補正は、例えば、ferr(n)=0に置き換える、直前のPos_diff=0であった時のferr(n)に置き換える、ferr(n)にリミッタをかける、ferr(n)に補正係数をかけるなどによって行われる。

【０１４１】

周波数誤差検出部６３から出力された周波数誤差ferr(n)は、ループフィルタ６４によりフィルタリング処理が施された後、周波数誤差補正値生成部６５に供給される。

【０１４２】

周波数誤差補正値生成部６５は、周波数誤差ferr(n)に基づいて周波数誤差補正値を生成し、回転器６６に供給する。

【０１４３】

これにより、マルチパス環境で別のパスが最大電力となった場合でもキャリア同期部６１が破綻せず、安定した動作を実現することが可能となる。

【０１４４】

図１３は、図１１のPN相関演算部５０を、PN相関を用いたシンボルタイミング同期を含む同期回路である同期部７０に適用した例を示す図である。

【０１４５】

同期部７０に入力されたデータは、タイミング誤差補正値生成部７５のタイミング誤差補正値を用いて補間器７６で時間補間される。補間器７６の出力は、PN相関演算部５０に入力される。

【０１４６】

PN相関演算部５０からは、ピーク位置-1シンボル目の相関値Corr_pm1、ピーク位置+1シンボル目の相関値Corr_pp1、およびピーク位置ずれ検出フラグPos_diffが出力され、シンボルタイミング同期部７１に入力される。

【０１４７】

シンボルタイミング同期部７１のタイミング誤差検出部７２は、Corr_pm1、Corr_pp1を用いてタイミング誤差terr(n)を算出する。タイミング誤差terr(n)の算出方法としては、例えば下式（５）により算出する方法が知られている。

【数５】

$$terr(n)=|Corr_pp1(n)|-|Corr_pm1(n)| \quad \cdots(5)$$

【０１４８】

タイミング誤差補正部７３は、Pos_diff=0である場合、タイミング誤差検出部７２の出力であるタイミング誤差terr(n)をそのままループフィルタ７４に出力する。一方、Pos_d

iff=1である場合、タイミング誤差補正部７３は、タイミング誤差terr(n)に対して補正をかけて出力する。

【０１４９】

タイミング誤差terr(n)の補正は、例えば、terr(n)=0に置き換える、直前のPos_diff=0であった時のterr(n)に置き換える、terr(n)にリミッタをかける、terr(n)に補正係数をかけるなどによって行われる。

【０１５０】

タイミング誤差補正部７３から出力されたタイミング誤差terr(n)は、ループフィルタ７４によりフィルタリング処理が施された後、タイミング誤差補正値生成部７５に供給される。

【０１５１】

タイミング誤差補正値生成部７５は、タイミング誤差terr(n)をタイミング誤差補正値に変換し、補間器７６に出力する。

【０１５２】

これにより、マルチパス環境で別のパスが最大電力となった場合でもシンボルタイミング同期部７１が破綻せず、安定した動作を実現することが可能となる。

【０１５３】

［構成の組み合わせ例］

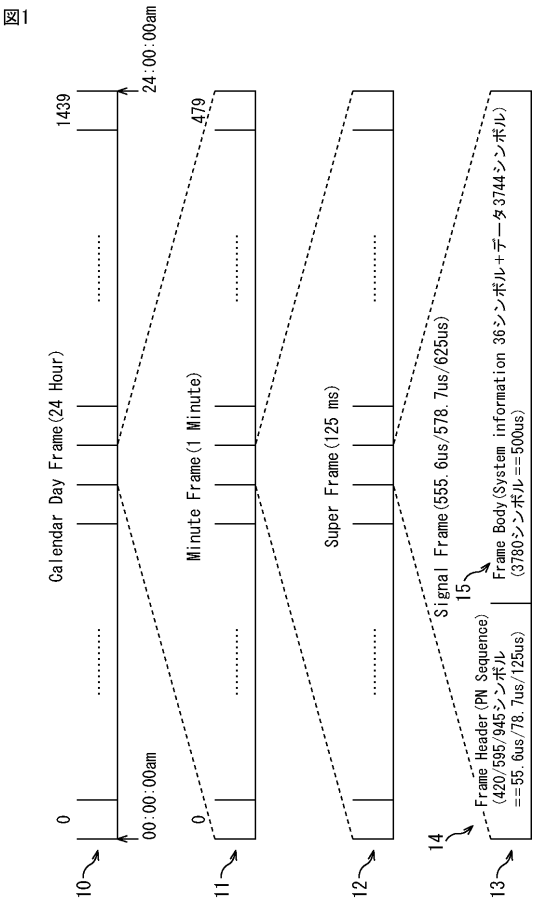
本技術は、以下のような構成をとることもできる。

【符号の説明】

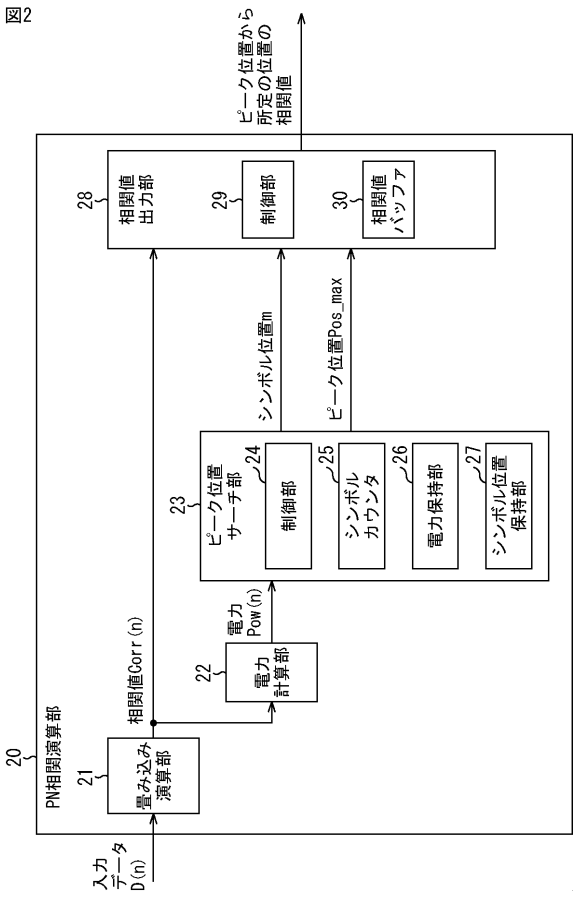
【０１６０】

２１　畳み込み演算部，　２２　電力計算部，　２３　ピーク位置サーチ部，　３０　相関値バッファ，　４０　PN相関演算部，　４１　ピーク位置ずれ検出部，　４２　制御部，　４３　ピークずれ回数カウンタ，　４４　ピーク位置保持部，　４５　相関値出力部，　４６　制御部

【図１】

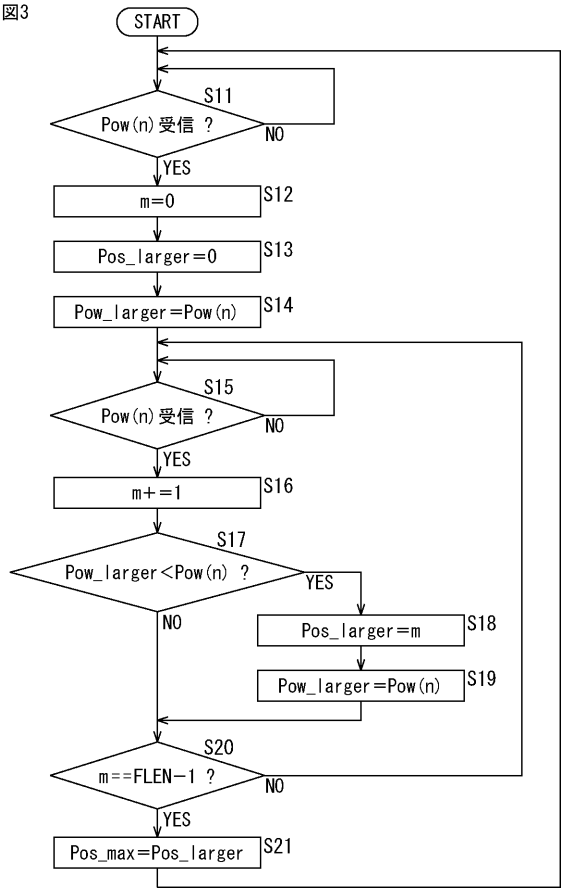


【図２】



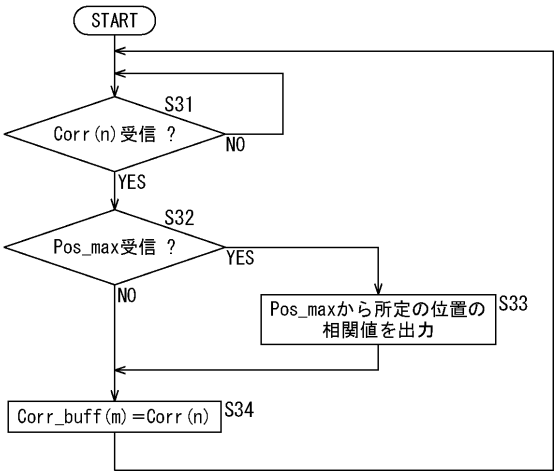
【図３】

図3



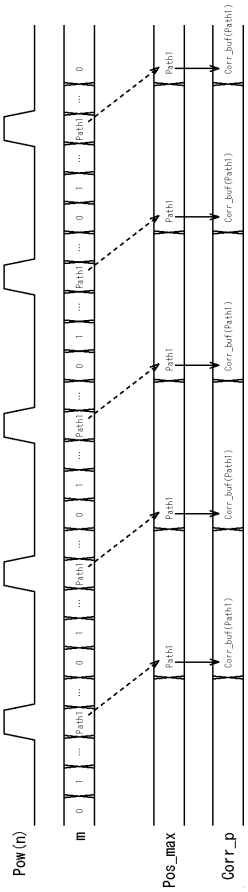
【図４】

図4



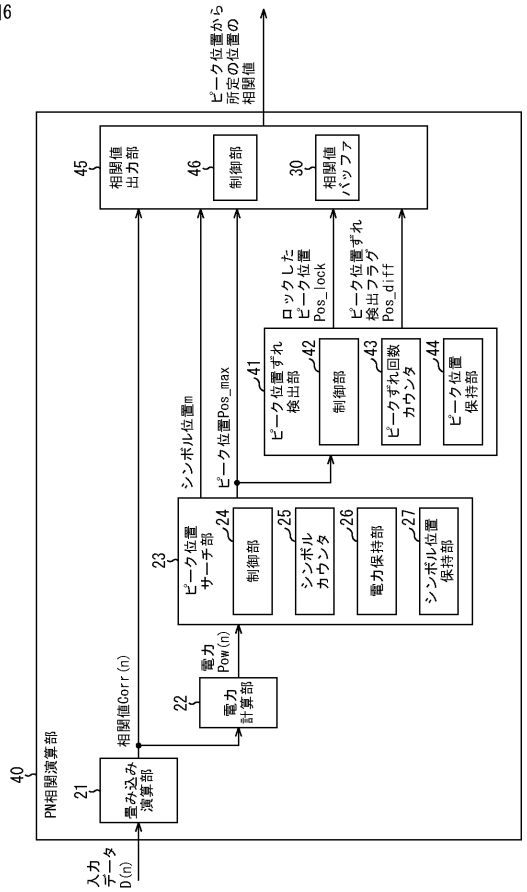
【図５】

図5

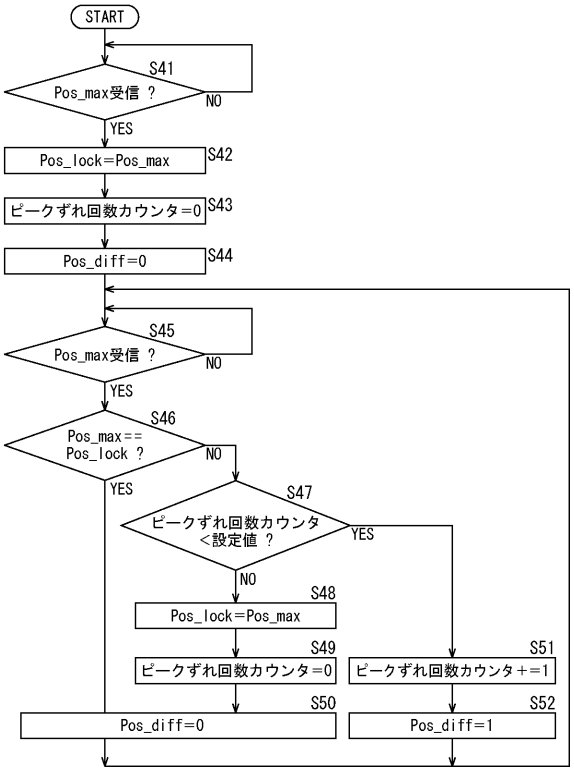


【図６】

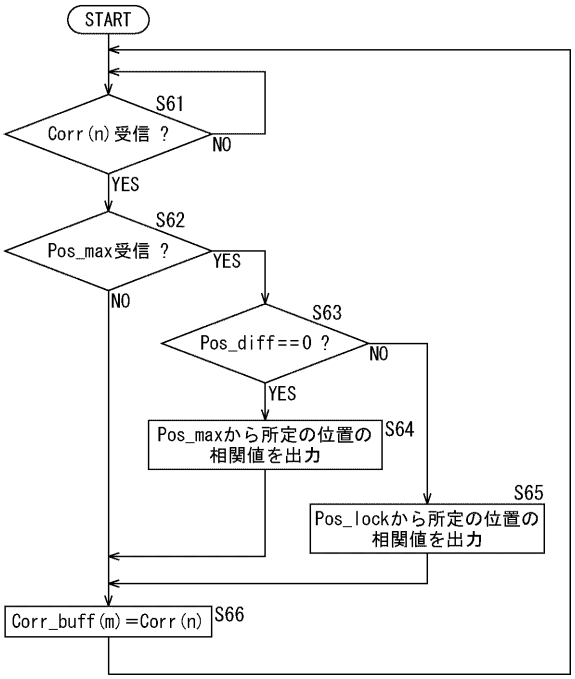
図6



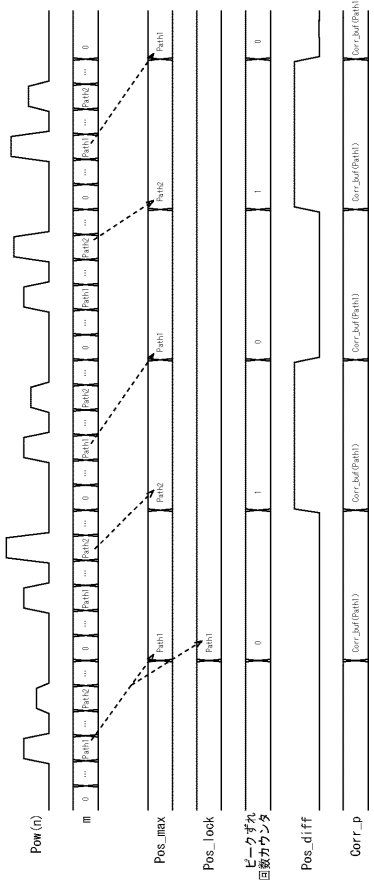
【図７】
図7



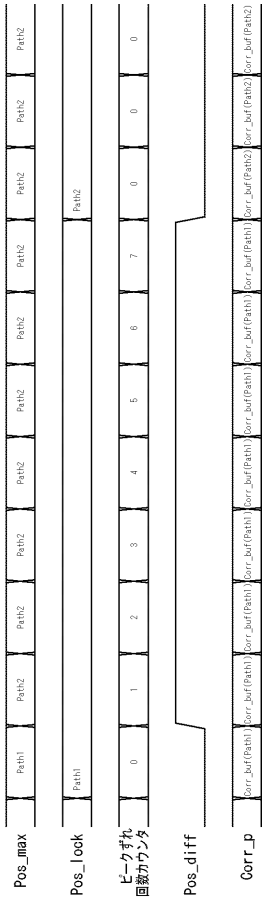
【図８】
図8



【図９】
図9

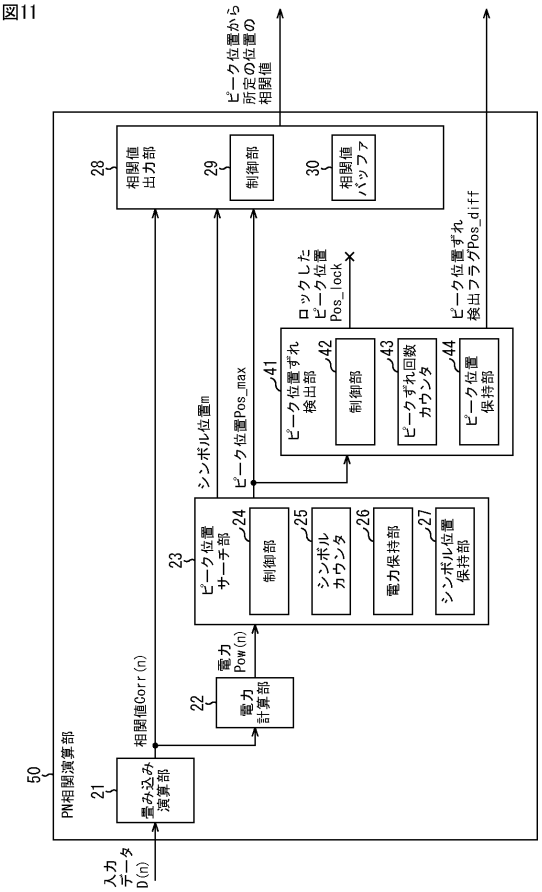


【図１０】
図10



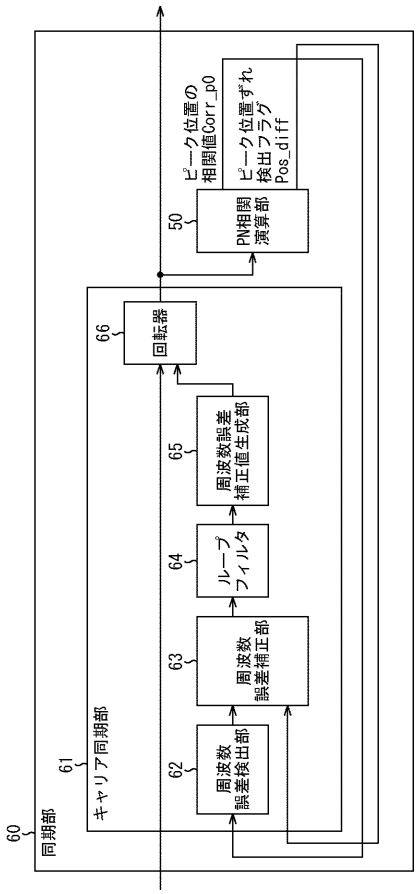
【図１１】

図11



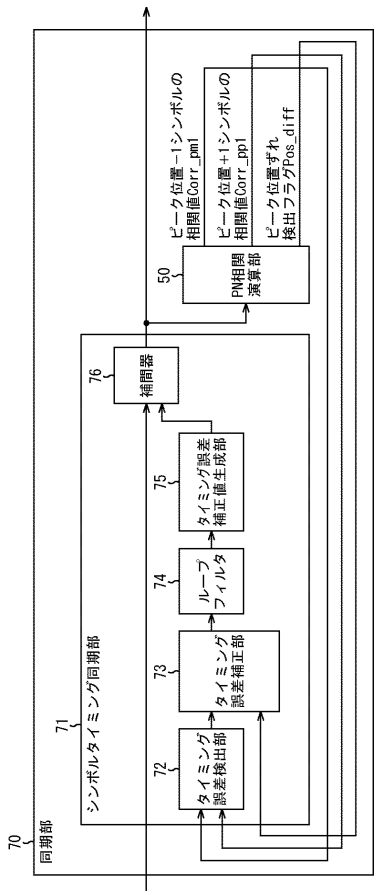
【図１２】

図12



【図１３】

図13



フロントページの続き

(72)発明者　鷹觜　和邦
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

審査官　森谷　哲朗

(56)参考文献　特開２００８－０４８２３９（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－３４０３１２（ＪＰ，Ａ）
欧州特許出願公開第０２２０２９３２（ＥＰ，Ａ１）
中国特許出願公開第１０１０９４０５２（ＣＮ，Ａ）
特開２００３－２５８７７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０５６２１８（ＪＰ，Ａ）