

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-54265

(P2010-54265A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

|                                |               |             |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F I           | テーマコード (参考) |
| <b>G 0 4 G</b> 7/02 (2006.01)  | G 0 4 G 7/02  | 2 F 0 0 2   |
| <b>G 0 1 D</b> 18/00 (2006.01) | G 0 1 D 18/00 | 2 F 0 7 6   |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

|           |                              |          |                                  |
|-----------|------------------------------|----------|----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-217873 (P2008-217873) | (71) 出願人 | 301022471                        |
| (22) 出願日  | 平成20年8月27日 (2008. 8. 27)     |          | 独立行政法人情報通信研究機構                   |
|           |                              |          | 東京都小金井市貫井北町4-2-1                 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100082669                        |
|           |                              |          | 弁理士 福田 賢三                        |
|           |                              | (74) 代理人 | 100095337                        |
|           |                              |          | 弁理士 福田 伸一                        |
|           |                              | (74) 代理人 | 100061642                        |
|           |                              |          | 弁理士 福田 武通                        |
|           |                              | (74) 代理人 | 100095061                        |
|           |                              |          | 弁理士 加藤 恭介                        |
|           |                              | (72) 発明者 | 今村 國康                            |
|           |                              |          | 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内 |

最終頁に続く

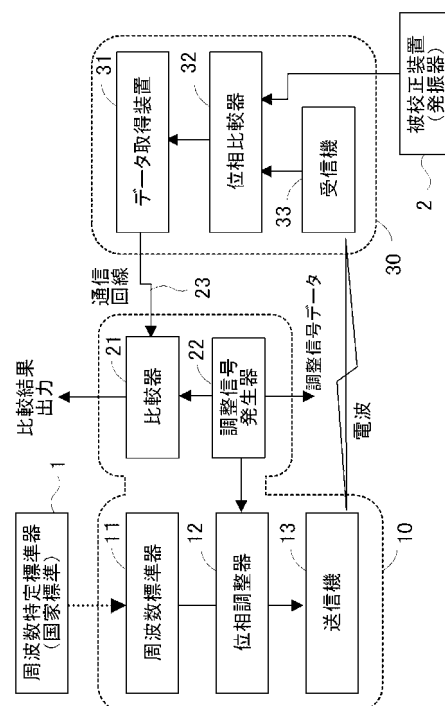
(54) 【発明の名称】 標準電波を利用した遠隔周波数校正装置

## (57) 【要約】

【課題】長波標準電波を用いて遠隔校正を行なう場合に、種々の擾乱を受けるが、校正のための測定値が適正かどうか判別できるようにする。

【解決手段】周波数標準となる標準電波を送信する送信機と、標準電波を受信する受信機と、を備え、受信した標準電波で被校正装置を校正する。送信機は、標準電波を位相変調する位相変調器を備え、受信機は、受信した位相変調波から変調信号を検出する復調器と、変調信号を発生する変調信号発生器と、受信機で検出した変調信号と変調信号発生器からの変調信号とを比較する比較器と、受信機から比較器で検出した変調信号を伝送する伝送路と、変調信号発生器から比較器に変調信号を伝送する伝送路と、を備える。特に、比較器は、受信機で検出した変調信号と変調信号発生器から信号との比較によって、被校正装置の校正時間内の標準電波の送受信の良否を判定するための比較データを出力する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

周波数標準となる標準電波を送信する送信機と、  
上記標準電波を受信する受信機と、を備え、  
受信した標準電波から生成した信号で被校正装置を校正する周波数校正装置において、  
上記送信機は、送信する標準電波を変調信号で位相変調する位相変調器を備え、  
上記受信機は、受信した位相変調波から上記変調信号を検出する復調器を備え、  
さらに  
上記変調信号を発生する変調信号発生器と、  
上記受信機で検出した変調信号と上記変調信号発生器からの変調信号とを比較する比較器と、  
上記受信機から上記比較器に検出した変調信号を伝送する伝送路と、  
上記変調信号発生器から上記比較器に上記変調信号を伝送する伝送路と、  
を備え、  
上記比較器は、上記受信機で検出した変調信号と上記変調信号発生器からの変調信号との比較によって、上記被校正装置での校正時間内の上記標準電波の送受信の良否を判定するための比較データを出力することを特徴とする標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 2】

上記の位相変調器は、上記標準電波の複数の周期に渡って位相を遅らせるものであり、  
さらに、  
上記復調器は、位相を調整された時間帯を抽出するものであり、  
上記比較器は、位相を調整された部分の送信時刻と受信時刻とを比較するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 3】

上記の位相変調器は、調整した位相を補償する調整を校正時間内に行なうことを特徴とする請求項 2 に記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 4】

上記変調信号発生器は、ランダム符号信号を発生するものであり、  
上記復調器は、受信したランダム符号信号を復調するものであり、  
上記比較器は、上記変調信号発生器からのランダム符号信号と、上記復調器からのランダム符号信号とを比較して、比較結果を出力するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 5】

上記変調信号発生器は、発生した変調信号あるいは該変調信号の特徴を、少なくとも校正時間帯が経過するまで保持する記憶手段を備えることを特徴とする請求項 4 に記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 6】

上記変調信号発生器は、予め決められた符号に従って変調信号を発生するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 7】

上記の予め決められた符号は、何らかの伝送手段で受信機側に伝送されることを特徴とする請求項 6 に記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 8】

上記標準電波は、300kHz以下の周波数の電波であることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れか一つに記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 9】

上記標準電波は、時刻情報で振幅変調した電波であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 の何れか一つに記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

## 【請求項 10】

10

20

30

40

50

上記復調器は、受信した標準電波から生成した信号と、被校正装置からの信号の位相を比較する位相比較器であることを特徴とする請求項1から請求項9の何れか一つに記載の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、周波数標準器からの信号から生成した標準電波を、その遠隔地において受信し、復調した周波数標準器の信号と被校正装置の発振器の信号との比較を行うことで、周波数標準器からの遠隔地にある発振器の校正を行うものであって、特に、上記比較によって得られる校正値が適正なものであることを確認することが可能な、標準電波を利用した遠隔周波数校正装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

G P S衛星を利用して周波数の遠隔校正ができるG P S時刻・周波数同期受信機や、長波標準電波を受信して高精度な原子時計に同期した時刻信号および周波数基準信号を生成・出力するJ J Y時刻・周波数同期受信機などは、既に市販（例えば、日本通信機株式会社）されている。

【0003】

これらの受信機の受信する電波は、長距離の空間伝搬を経て受信されるので、伝搬路における擾乱が問題になる場合がある。

20

【0004】

たとえば、G P S衛星からの電波の周波数は、約1.5 G H zであって、直線性に優れておりマルチパスの影響を受けづらいため、また、大気中の伝搬距離を長波標準電波に比べてより短くできその影響をより小さくできる、などの利点がある。しかし、例えば、飛行機や鳥の群れ、激しい降雨などによって擾乱を受けやすい。

【0005】

また、長波標準電波の場合は、その周波数は40 k H zおよび60 k H zであり、地表波については、安定な伝搬特性が得られることが知られている。また、建造物の内部への侵入距離が大きいことから、室内アンテナでも受信できるという利点がある。しかし、雷雲の発生や地電位の変動による雑音や、電離層変動に伴う擾乱あるいは伝搬路の変化によって発生するサイクルスリップなどが問題になる。

30

【0006】

一般に、高精度の校正を行う場合は、信号受信が長時間にわたり、その間の擾乱による校正ミスがないことを確認することは困難である。

【0007】

本発明では、長波標準電波を用いて周波数の遠隔校正を行なうことを想定し、その校正時間中に伝搬路から受ける擾乱を、受信側で正しく検出できているかどうかを確認するための操作を行なうものである。その操作は、送信側で送信する標準電波の位相を故意にずらす操作を行ない、受信側でその位相のずれを正しく検出することを確認するものである。この確認の結果から問題ないと判断できれば、上記の遠隔校正で得られた結果が被校正装置に適用すべき校正値である、と判断できる。

40

【0008】

従来、計量機器の遠隔校正に関する技術として、特許文献1（特開2004-326671号公報）には、精密計測を行うための基準量を遠隔供給することにより、被校正機関あるいは産業界の利用者の現場における遠隔校正、および、その認証を行う、計量機器の遠隔校正システム、および、計量機器の遠隔校正方法が開示されている。これは、計測標準量を通信に適したパラメータに変換し、あるいは通信に適したパラメータとして生成して遠隔地（2）に送り、あるいは通信に適しない場合は輸送に適した形態の計測標準量にして遠隔地（2）に送り、到着した地点において計測標準に復元することにより校正を可能ならしめ、その結果を認証するものである。

50

## 【0009】

また、特許文献2（特開2007-93323号公報）には、計量標準分野において精密計測を行うための基準量を遠隔供給することにより、遠隔校正および認証を可能とする、遠隔校正方法及び方式が開示されている。これは、上位の計測標準機関が計測の基準となる参照標準を仲介器によって遠隔地にある下位の標準機関に送り、到着した下位の標準機関において計測標準に復元することにより校正を可能ならしめ、その結果を上位の計測標準機関が認証するものであり、下位の標準機関の持つ計測機器の計測の標準が、上位の計測標準機関の参照標準にトレースして、かつその計測機器のもつ不確かさを上位の計測標準機関が検証して、適切な範囲にあるならば、その計測機器の測定値が校正されたものであることを上位の計測標準機関の責任において証明するものである。

10

## 【0010】

また、特許文献3（特開2007-263977号公報）には、精密計測を行うための基準量を遠隔供給することにより、被校正機関あるいは産業界の利用者の現場における遠隔校正、および、その認証を行う、計量機器の遠隔校正システム、および方法が開示されている。これは、計測標準量を、通信に適したパラメータに変換し、あるいは通信に適したパラメータとして生成して遠隔地（2）に送り、あるいは通信に適しない場合は輸送に適した形態の計測標準量にして遠隔地（2）に送り、到着した地点において計測標準に復元することにより校正を可能ならしめ、その結果を認証するものである。

## 【0011】

しかし、上記特許文献1から3においては、伝送、輸送あるいは復元したものが、校正標準として適切なものかどうかを確認するものではないので、明らかに本発明とは異なるものである。

20

## 【0012】

【特許文献1】特開2004-326671号公報

【特許文献2】特開2007-93323号公報

【特許文献3】特開2007-263977号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0013】

長波標準電波を用いて遠隔校正を行なう場合に、雷雲の発生や地電位の変動による雑音や、電離層変動に伴う擾乱あるいは伝搬路の変化によって発生するサイクルスリップなどの問題が発生するが、校正のための測定値が適正なものかどうか判別できるようにする。

30

【発明の効果】

## 【0014】

この発明によって、標準電波を用いて周波数の遠隔校正を適正に行なうことが可能になるので、校正に際して被校正装置を運搬するという作業を省くことができるようになる。

【課題を解決するための手段】

## 【0015】

本発明は概略、周波数標準器からの信号から生成した標準電波を利用した遠隔周波数校正装置であり、高い周波数精度で送信されている標準電波を、標準信号発生器から見た遠隔地において受信し、復調した周波数標準器の信号と被校正装置の発振器の信号と位相比較を行うことで、周波数標準器からの遠隔地にある発振器の校正を行うものであり、特に、空間伝搬時に受ける雑音による位相の乱れや電離層変動に伴う擾乱によって発生するサイクルスリップなどによる不適格校正を避けるための構成を備えるものである。

40

## 【0016】

本発明の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置は、周波数標準となる標準電波を送信する送信機と、上記標準電波を受信する受信機と、を備え、受信した標準電波から生成した信号で被校正装置を校正する周波数校正装置に属するものである。より詳細には、上記送信機は、送信する標準電波を変調信号で位相変調する位相変調器を備え、上記受信機は、受信した位相変調波から上記変調信号を検出する復調器を備え、さらに上記変調信号を

50

発生する変調信号発生器と、上記受信機で検出した変調信号と上記変調信号発生器からの変調信号とを比較する比較器と、上記受信機から上記比較器に検出した変調信号を伝送する伝送路と、上記変調信号発生器から上記比較器に上記変調信号を伝送する伝送路と、を備える。特に、上記比較器は、上記受信機で検出した変調信号と上記変調信号発生器からの変調信号との比較によって、上記被校正装置での校正時間内の上記標準電波の送受信の良否を判定するための比較データを出力するものである。

【0017】

また、上記の位相変調器は、上記標準電波の複数の周期に渡って位相を遅らせるものであり、さらに、上記復調器は、位相を調整された時間帯を抽出するものであり、上記比較器は、位相を調整された部分の送信時刻と受信時刻とを比較するものである。

10

【0018】

また、上記の位相変調器は、調整した位相を補償する調整を校正時間内に行なうことで、構成時間内の総周波数が変わらないようにするものである。

【0019】

また、上記変調信号発生器は、ランダム信号を発生するものであり、ランダム信号に従って変調し、上記復調器は、受信信号からしたランダム信号を復調するものであり、上記比較器は、上記変調信号発生器からのランダム信号と、上記復調器からのランダム信号とを比較して、比較結果を出力するものである。

【0020】

上記変調信号発生器は、発生した変調信号あるいは該変調信号の特徴を、少なくとも校正時間帯が経過するまで保持する記憶手段を備えるもので、その経過まで外部出力を控えて秘匿するものである。

20

【0021】

また、上記変調信号発生器は、例えば公開されるなどして予め決められた符号に従って変調信号を発生するものである。これによって、受信機側だけで校正のための測定値が適正かどうかを判断することができる。

【0022】

また、上記の予め決められた符号は、公衆回線などの何らかの伝送手段で受信機側に伝送されるものである。この伝送によって、送信した変調データと受信した変調データとを比較することができる。この比較の結果を、上記の伝送手段で、受信側に送付することで、校正の認証を行なうことが出来る。

30

【0023】

また、伝搬特性の安定の点から、上記標準電波は、300kHz以下の周波数の電波である。

【0024】

また、上記標準電波は、時刻情報で振幅変調した電波であってもよい。この場合は、現在の電波時計用の標準電波を用いることになる。

【0025】

上記復調器は、受信した標準電波から生成した信号と、被校正装置からの信号の位相を比較する位相比較器である。これは、被校正装置の発振周波数の安定度が十分に高い場合に可能な構成であり、回路構成が簡素であるという長所がある。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下に、この発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の説明においては、同じ機能あるいは類似の機能をもった装置に、特別な理由がない場合には、同じ符号を用いるものとする。

【実施例1】

【0027】

図1に、本発明の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置の例を示す。標準電波送信機10では、まず、周波数特定標準器1にトレースされた周波数標準器11を元にした周波

50

数確度が明確な標準信号を生成する。

#### 【0028】

この標準信号の位相を位相調整器12を用いて、調整信号発生器22からの信号に従って、上記標準信号の複数周期でその位相を進める（あるいは遅らせる）。位相が進んだ（あるいは遅れた）状態をしばらく維持した後、その進み（あるいは遅れ）を補償するため上記とは逆の位相調整を行なう。ここで、複数周期で上記位相を進めるのは、上記標準信号の帯域幅を狭く維持するためである。位相調整器12は、よく知られた位相変調器で実現できる。また、この位相調整は、周波数標準器11で周波数特定標準器1をトレースする際に行なってもよい。このように位相調整された信号は送信機13から送信される。この送信の前で、時刻情報で振幅変調するようにしてもよい。

10

#### 【0029】

送信された電波は、校正端末30の受信機33で受信する。受信機33では、時刻情報の復調と搬送波の抽出を行なう。但し、時刻情報の復調は、必要が無い場合は、行なわない。位相比較器32では、受信機33からの搬送波と被校正装置2からの信号の位相を比較する。

#### 【0030】

この比較の結果をデータ取得装置31で累積し、時系列データとして記録する。この時系列データは、通信回線23を介して比較器21に伝送する。

#### 【0031】

一般に、被校正装置の特性は、標準電波の周波数から時間的に一様にずれたものであり、乱雑にずれたものではない。このため、上記時系列データは、正しく受信された場合、図2に示す様に、累積した位相差が位相の調整期間に相当する間だけ位相調整量に相当する分平行移動する。しかし、上記の様に、雷雲の発生や地電位の変動による雑音や、電離層変動に伴う擾乱あるいは伝搬路の変化によって発生するサイクルスリップなどの影響を受けた場合には、上記の位相の調整期間や位相調整量に関して、送信データと一致しなくなる。

20

#### 【0032】

このような、送信データである調整信号発生器22からの信号と、受信データであるデータ取得装置31からの信号とを比較器21で比較する。比較器21の結果は、校正結果として出力する。

30

#### 【0033】

また、調整信号発生器22から、その調整信号あるいはその調整信号の特徴を持った調整信号データを出力する。この出力は、校正期間中は秘匿しておき、上記校正結果の出力とともに出力する。あるいは、送信に先立って公開しておく。このように秘匿する場合は、送信側で校正成績書の発行を行なうことができる。つまり、受信データから位相変化の量及び時刻を解析することで、正しく標準電波を受信していたことを確認することができるため、安全に証明を行うことができる。また、公開する場合は、これを利用することで、位相比較器が正しく動作しているかの受信側のみで自己校正を容易に行なうことができる。

#### 【実施例2】

40

#### 【0034】

図1に示す構成は、図3に示す様に回路をデジタル化することで、より簡単なものにすることができる。

#### 【0035】

標準電波送信機40では、まず、周波数特定標準器1にトレースされ周波数確度が明確な標準信号を生成するために、周波数特定標準器1からの信号をアナログデジタル（AD）変換器41でデジタル信号に変換する。このデジタル信号の位相を位相調整器42で調整する。この調整量は、調整信号発生器52からの信号で制御する。位相を調整されたデジタル信号は、デジタルアナログ（DA）変換器43でアナログ信号に変換する。このアナログ信号を送信機44で送信する。また、時刻情報を同時に送信する場合は、DA変換

50

器 4 3 の前段でデジタル信号に振幅変調に相当する演算を行なう。あるいは、D A 変換器 4 3 の後段でアナログ信号に振幅変調を行なう。

#### 【0036】

ここで、位相調整器 4 2 による位相の調整は、校正期間中に複数あることが望ましい。また、位相調整量あるいは送信位相の調整期間の長さは、それぞれ異なることが望ましい。さらに、位相調整量や送信位相の調整期間の長さは、ランダム発生器からのランダム信号によって決められることが望ましい。これは、調整信号発生器 5 2 にランダム信号発生器を設けることで実現できる。

#### 【0037】

送信された電波は、校正端末 6 0 の受信機 6 5 で受信する。受信機 6 5 では、時刻情報の復調と搬送波の抽出を行なう。但し、時刻情報の復調は、必要が無い場合は、行なわない。位相累積器 6 3 では、受信機 6 5 からの搬送波の位相の時間累積を行なう。同様に、位相累積器 6 4 は被校正装置 2 からの信号の位相の時間累積を行なう。位相累積器 6 3 と位相累積器 6 4 の差を位相差演算器 6 2 で算出する。

#### 【0038】

この位相差演算器 6 2 の出力を時系列記録器 6 1 で時系列データとして記録する。この時系列データは、通信回線 2 3 を介して比較器 5 1 に伝送する。

#### 【0039】

比較器 5 1 では、調整信号発生器 5 2 からの信号と時系列記録器 6 1 からの信号を比較する。比較器 2 1 の結果は、校正結果として出力する。

#### 【0040】

また、実施例 1 と類似であるが、調整信号発生器 5 2 から、その調整信号あるいはその調整信号の特徴を持った調整信号データを出力する。この出力は、校正期間中は秘匿しておき、上記校正結果の出力とともに出力する。あるいは、送信に先立って公開しておく。

#### 【0041】

図 3 の各ブロックの制御は、送信側、受信側に関して、それぞれ送信側制御器 7 1 、受信側制御器 7 2 が行う。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0042】

上記に於いては、長波帯電波での遠隔校正を説明したが、中波帯から極超短波帯での電波を用いても、上記と同様に遠隔校正が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0043】

【図 1】本発明の標準電波を利用した遠隔周波数校正装置の例を示すブロック図である。

【図 2】累積位相差が位相の調整期間に相当する間だけ位相調整量に相当する分平行移動することを示す図である。

【図 3】デジタル回路化した標準電波を利用した遠隔周波数校正装置の例を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0044】

- 1 周波数特定標準器
- 2 被校正装置
- 10 標準電波送信機
- 11 周波数標準器
- 12 位相調整器
- 13 送信機
- 21 比較器
- 22 調整信号発生器
- 23 通信回線
- 30 校正端末

10

20

30

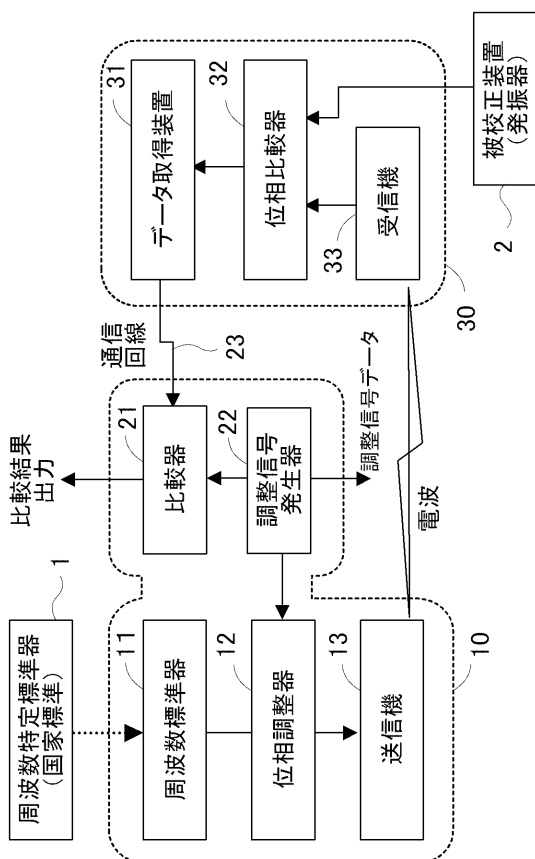
40

50

- 3 1 データ取得装置
- 3 2 位相比較器
- 3 3 受信機
- 4 0 標準電波送信機
- 4 1 アナログデジタル (A D) 変換器
- 4 2 位相調整器
- 4 3 デジタルアナログ (D A) 変換器
- 5 1 比較器
- 5 2 調整信号発生器
- 6 0 校正端末
- 6 1 時系列記録器
- 6 2 位相差演算器
- 6 3、6 4 位相累積器
- 6 5 受信機
- 7 1 送信側制御器
- 7 2 受信側制御器

10

【図 1】



【図 2】

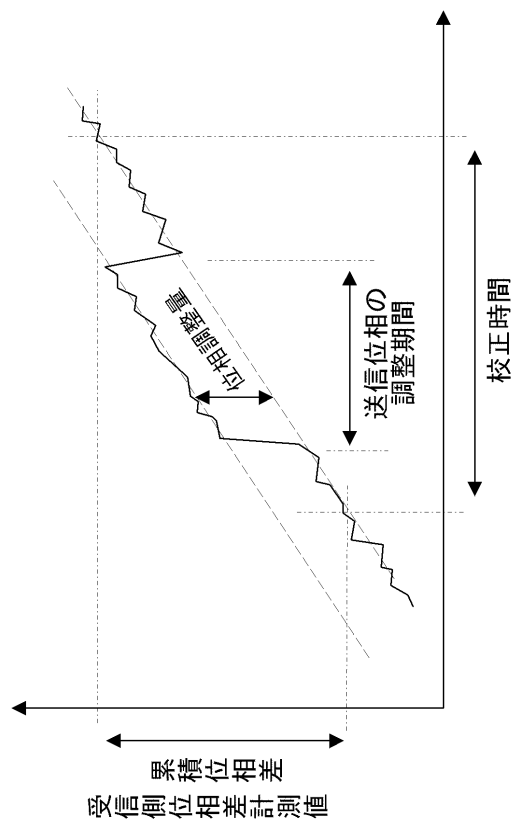




Figure 1 is a block diagram of a radio communication system. The system is divided into a transmitting side (40) and a receiving side (60), both controlled by a transmitting side controller (71) and a receiving side controller (72). The transmitting side (40) includes a wave number standard (周波数特定標準器) (41), an AD converter (AD変換器) (42), a phase adjuster (位相調整器) (43), a DA converter (DA変換器) (44), and a transmitter (送信機) (45). The receiving side (60) includes a phase calculator (位相差演算器) (62), a time series recorder (時系列記録器) (61), and a phase accumulator (位相累積器) (63). A communication line (通信回線) connects the two sides. A calibration device (被校正装置 (発振器)) (2) is connected to the phase accumulators (51, 52). A signal generator (調整信号発生器) and memory (記憶器) are also shown.

---

フロントページの続き

(72)発明者 細川 瑞彦

東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内

(72)発明者 齊藤 春夫

東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 2F002 AA12 FA16 GA04

2F076 AA01 BE18