



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：通信装置、通信方法、および通信システム

### 技術分野

[0001] 本開示は、近距離無線通信（NFC；Near Field Communication）において用いられる通信装置、およびそのような通信装置に用いられる通信方法、ならびにそのような通信装置を備えた通信システムに関する。

### 背景技術

[0002] 近距離無線通信は、交通系や課金、認証等でアジア圏を中心に普及が進んでいる技術であり、国際標準規格として承認された技術である。近距離無線通信の規格（以下NFC規格ともいう）は、例えばTypeA規格、TypeB規格、FeliCa（登録商標）規格、ISO15693規格などの様々な規格と、いわゆる上位互換としての互換性を有している。すなわち、例えば、NFC規格に準拠しているリーダライタやカードは、これらの全ての規格にも準拠することとなる。

[0003] 近距離無線通信では、例えば、リーダライタは、カードに対してASK（Amplitude Shift Keying）変調によりデータを送信し、カードは、リーダライタに対して、負荷変調によりデータを送信する。例えば、特許文献1，2には、負荷変調（パッシブ負荷変調）により通信を行うことができる通信装置が開示されている。

[0004] ところで、電子回路では、例えば特許文献3に示したように、位相同期回路（PLL；Phase Locked Loop）がしばしば用いられる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2013-62605号公報  
特許文献2：特開2011-254156号公報  
特許文献3：特開2012-205137号公報

### 発明の概要

- [0006]   ところで、一般に、通信においては、通信品質を高めることが望まれており、通信品質のさらなる向上が期待されている。
- [0007]   通信品質を高めることができる通信装置、通信方法、および通信システムを提供することが望ましい。
- [0008]   本開示の一実施の形態における通信装置は、位相同期部と、変調部と、制御部とを備えている。位相同期部は、閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うことにより、通信相手から受け取った第1の信号に基づいて第2の信号を生成するものである。変調部は、第2の信号に基づいて第1の信号を変調可能に構成されたものである。制御部は、位相同期部および変調部の動作を制御するものである。
- [0009]   本開示の一実施の形態における通信方法は、位相同期部に対して、閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行わせることにより、通信相手から受け取った第1の信号に基づいて第2の信号を生成させ、変調部に対して、第2の信号に基づいて第1の信号を変調させるものである。
- [0010]   本開示の一実施の形態における通信システムは、第1の通信装置と、第2の通信装置とを備えている。第1の通信装置は、第1の信号を送信するものである。第2の通信装置は、位相同期部と、変調部と、制御部とを有している。位相同期部は、閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うことにより、第1の通信装置から受け取った第1の信号に基づいて第2の信号を生成するものである。変調部は、第2の信号に基づいて第1の信号を変調可能に構成されたものである。制御部は、位相同期部および変調部の動作を制御するものである。
- [0011]   本開示の一実施の形態における通信装置、通信方法、および通信システムでは、通信相手から受け取った第1の信号に基づいて、位相同期部により第2の信号が生成される。そして、この第2の信号に基づいて、第1の信号が変調される。上記位相同期部では、閉ループ動作または開ループ動作が選択的に行われる。
- [0012]   本開示の一実施の形態における通信装置、通信方法、および通信システム

によれば、位相同期部が、閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うようにしたので、通信品質を高めることができる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれの効果があってもよい。

### 図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本開示の一実施の形態に係る通信システムの一構成例を表すブロック図である。
- [図2]図1に示した位相同期部の一構成例を表すブロック図である。
- [図3]第1の実施の形態に係る信号生成部の一動作例を表すタイミング波形図である。
- [図4]アクティブ負荷変調の概念を説明するための模式図である。
- [図5]第1の実施の形態に係る通信システムの一動作例を表すタイミング波形図である。
- [図6]第1の実施の形態に係る通信システムの他の動作例を表すタイミング波形図である。
- [図7]図1に示した通信システムの一特性例を表す特性図である。
- [図8]第1の実施の形態の変形例に係る信号生成部の一動作例を表すタイミング波形図である。
- [図9]第1の実施の形態の他の変形例に係る通信システムの一構成例を表すブロック図である。
- [図10]第1の実施の形態の他の変形例に係る通信システムの一動作例を表すフローチャートである。
- [図11]第1の実施の形態の他の変形例に係る通信システムの一動作例を表すフローチャートである。
- [図12]第1の実施の形態の他の変形例に係る通信システムの一構成例を表すブロック図である。
- [図13]第1の実施の形態の他の変形例に係る通信システムの一動作例を表すフローチャートである。

[図14]第2の実施の形態に係る信号生成部の一動作例を表す波形図である。

[図15]第2の実施の形態に係る通信システムの一動作例を表すタイミング波形図である。

[図16]第2の実施の形態の変形例に係る信号生成部の一動作例を表すタイミング波形図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態
2. 第2の実施の形態

[0015] <1. 第1の実施の形態>

[構成例]

図1は、第1の実施の形態に係る通信装置を備えた通信システム1の一構成例を表すものである。通信システム1は、近距離無線通信により通信を行うものである。なお、本開示の実施の形態に係る通信方法は、本実施の形態により具現化されるので、併せて説明する。通信システム1は、通信装置10と、通信装置20とを備えている。

[0016] 通信装置10および通信装置20は、磁界を介して互いに通信を行うものである。具体的には、通信システム1では、通信装置10のコイル15（後述）と通信装置20のコイル21（後述）とが磁界を介して結合することにより、電磁誘導によりデータを送受信するようになっている。その際、通信装置10は、ASK変調により、通信装置20に対してデータを送信し、通信装置20は、いわゆるアクティブ負荷変調により、通信装置10に対してデータを送信するようになっている。通信装置10は、例えばリーダライタに適用されるものであり、TypeA規格、TypeB規格、FeliCa規格、ISO15693規格などの様々な規格のうちのいずれか一つに準拠している。通信装置20は、例えばカードに適用されるものであり、これらの規格の上位互換であるNFC規格に準拠している。

- [0017] 通信装置10は、キャリア信号生成部11と、データ生成部12と、変調部13と、アンプ14と、コイル15と、キャパシタ16と、復調部17とを有している。
- [0018] キャリア信号生成部11は、キャリア信号を生成するものである。キャリア信号の周波数は、例えば、13.56MHzである。データ生成部12は、送信すべきデータD1を生成するものである。
- [0019] 変調部13は、キャリア信号をデータD1を用いてASK変調により変調することにより、信号SIG11を生成するものである。
- [0020] アンプ14は、信号SIG11に基づいて信号SIG12を生成し、その信号SIG12を第1の出力端子および第2の出力端子の端子間信号として出力するものである。アンプ14の第1の出力端子は、コイル15の一端およびキャパシタ16の一端に接続されている。アンプ14の第2の出力端子は、コイル15の他端およびキャパシタ16の他端に接続されている。
- [0021] コイル15は、信号SIG12に基づいて磁界を発生させるものであり、通信装置20のコイル21（後述）と磁界を介して結合するものである。コイル15の一端は、アンプ14の第1の出力端子およびキャパシタ16の一端に接続され、他端は、アンプ14の第2の出力端子およびキャパシタ16の他端に接続されている。キャパシタ16の一端は、コイル15の一端およびアンプ14の第1の出力端子に接続され、他端は、コイル15の他端およびアンプ14の第2の出力端子に接続されている。
- [0022] 復調部17は、コイル15の他端における信号に基づいて復調動作を行うことにより、通信装置20から送信されたデータD2を受け取るものであり、例えば、いわゆるI/Q（In-phase/Quadrature）復調器を用いて構成されるものである。通信システム1では、通信装置20は、通信装置10にデータを送信する際、負荷変調により通信を行う。具体的には、通信装置10が通信装置20に対してキャリア信号を送信している期間において、通信装置20の通信制御部28（後述）が、送信すべきデータD2に応じて、通信装置10からみた負荷を変化させる。この負荷の変化は、通信装置10におい

て、例えば、コイル15の他端における電圧信号の振幅や位相の変化として現れる。復調部17は、コイル15の他端における電圧信号の振幅や位相を検出することにより、通信装置20から送信されたデータD2を受け取る。そして、復調部17は、このデータD2を、通信装置10内の他のブロックに供給するようになっている。

[0023] なお、この例では、復調部17は、コイル15の他端における信号に基づいて動作するようにしたが、これに限定されるものではない。例えば、復調部17は、コイル15の一端における信号に基づいて動作するようにしてもよいし、コイル15の両端間の信号に基づいて動作するようにしてもよい。

[0024] 通信装置20は、コイル21と、キャパシタ22と、位相同期部30と、アンプ24A、24Bと、スイッチ23A、23Bと、データ生成部27と、通信制御部28と、信号生成部29と、復調部26とを有している。

[0025] コイル21は、通信装置10のコイル15と磁界を介して結合するものであり、電磁誘導により、通信装置10における信号SIG12に対応する信号SIG21を生成するものである。コイル21の一端は、キャパシタ22の一端およびスイッチ23Aの一端に接続され、他端は、キャパシタ22の他端およびスイッチ23Bの一端に接続されている。キャパシタ22の一端は、コイル21の一端およびスイッチ23Aの一端に接続され、他端は、コイル21の他端およびスイッチ23Bの一端に接続されている。

[0026] 位相同期部30は、コイル21の他端における信号Sinに基づいて、信号SIG30を生成するものであり、PLL (Phase Locked Loop) を用いて構成されるものである。

[0027] 図2は、位相同期部30の一構成例を表すものである。位相同期部30は、PFD (Phase Frequency Detector) 31と、チャージポンプ32と、スイッチ33と、ループフィルタ34と、VCO (Voltage Controlled Oscillator) 35とを有している。

[0028] PFD31は、信号Sinの位相と、VCO35から出力された信号SIG30の位相とを比較するものである。チャージポンプ32は、PFD31に

おける比較結果に基づいて、選択的に、ループフィルタ34に対して電流を流し、またはループフィルタ34から電流をシンクするものである。チャージポンプ32の出力端子は、スイッチ33を介してループフィルタ34の入力端子に接続されている。スイッチ33は、オン状態になることによりチャージポンプ32の出力端子とループフィルタ34の入力端子とを互いに接続するものであり、ループ制御信号CT2に基づいてオンオフするものである。ループフィルタ34は、位相同期部30におけるループ応答特性を定めるためのものであり、入力端子は、スイッチ33を介してチャージポンプ32の出力端子に接続され、出力端子は、VCO35の入力端子に接続されている。VCO35は、ループフィルタ34の出力電圧に応じた周波数で発振することにより、信号SIG30を生成するものである。

[0029] この構成により、位相同期部30は、信号Sinに基づいて、信号SIG30を生成する。その際、位相同期部30は、ループ制御信号CTL2に基づいて、開ループ動作または閉ループ動作を選択的に行うことができるようになっていてる。

[0030] アンプ24A(図1)は、信号SIG30を増幅し、増幅した信号を出力するものである。アンプ24Bは、信号SIG30を反転増幅し、反転増幅した信号を出力するものである。

[0031] スイッチ23Aの一端は、コイル21の一端およびキャパシタ22の一端に接続され、他端はアンプ24Aの出力端子に接続されている。スイッチ23Bの一端は、コイル21の他端およびキャパシタ22の他端に接続され、他端はアンプ24Bの出力端子に接続されている。スイッチ23A、23Bは、変調制御信号CTL1に基づいてオンオフするようになっている。

[0032] この構成により、通信装置20では、変調制御信号CTL1に基づいてスイッチ23A、23Bをオンオフさせることにより、アクティブ負荷変調を行うようになっている。

[0033] データ生成部27は、送信すべきデータD2を生成し、そのデータD2を通信制御部28に供給するものである。通信制御部28は、データD2に基

づいて、変調制御信号CTL1を生成し、その変調制御信号CTL1をスイッチ23A、23Bに供給するとともに、信号生成部29に供給するものである。

[0034] 信号生成部29は、変調制御信号CTL1に基づいてループ制御信号CTL2を生成し、そのループ制御信号CTL2を位相同期部30に供給するものである。

[0035] 図3は、信号生成部29の一動作例を表すものであり、(A)は変調制御信号CTL1の波形を示し、(B)はループ制御信号CTL2の波形を示す。この例では、スイッチ23A、23Bは、変調制御信号CTL1が低レベルである期間においてオフ状態になり、変調制御信号CTL1が高レベルである期間においてオン状態になる。また、位相同期部30は、ループ制御信号CTL2が低レベルである期間において閉ループ動作を行い、ループ制御信号CTL2が高レベルである期間において開ループ動作を行う。

[0036] タイミングt1において変調制御信号CTL1が立ち上がると、信号生成部29は、この立ち上がりに応じて、ループ制御信号CTL2を低レベルから高レベルに変化させる。そして、タイミングt2において変調制御信号CTL1が立ち下がると、信号生成部29は、この立ち下がりに応じて、その立ち下がりタイミングt2から所定の時間が経過したタイミングt3において、ループ制御信号CTL2を高レベルから低レベルに変化させる。言い換えれば、信号生成部29は、変調制御信号CTL1の立ち下がりタイミングをシフト量 $\Delta t$ 分だけ遅らせることにより、変調制御信号CTL1よりもパルス幅が長いループ制御信号CTL2を生成する。これにより、位相同期部30は、スイッチ23A、23Bがオン状態になるタイミングt1～t2の期間に対応する期間（タイミングt1～t3の期間）において、開ループ動作を行うようになっている。

[0037] なお、この例では、ループ制御信号CTL2の立ち上がりタイミングは、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングと等しくしたが、これに限定されるものではない。例えば、例えば、ループ制御信号CTL2の立ち上が

リタイミングは、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングよりも、回路遅延分だけ遅くてもよい。また、例えば、信号生成部29を、図示しないクロック信号により動作するように構成した場合には、ループ制御信号CTL2の立ち上がりタイミングは、セットアップタイムなどの回路動作に必要な時間だけ、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングよりも遅くてもよい。

[0038] 復調部26（図1）は、コイル21の他端における信号Sinに基づいて復調動作を行うことにより、通信装置10から送信されたデータD1を受け取るものであり、ASK復調器を用いて構成されるものである。そして、復調部26は、このデータD1を、通信装置20内の他のブロックに供給するようになっている。

[0039] なお、この例では、位相同期部30および復調部26は、コイル21の他端における信号Sinに基づいて動作するようにしたが、これに限定されるものではない。例えば、位相同期部30および復調部26は、コイル21の一端における信号に基づいて動作するようにしてもよいし、コイル21の両端間の信号に基づいて動作するようにしてもよい。

[0040] ここで、通信装置20は、本開示における「通信装置」の一具体例に対応する。アンプ24A、24B、およびスイッチ23A、23Bは、本開示における「変調部」の一具体例に対応する。通信制御部28および信号生成部29は、本開示における「制御部」の一具体例に対応する。

[0041] [動作および作用]

続いて、本実施の形態の通信システム1の動作および作用について説明する。

[0042] （全体動作概要）

まず、図1を参照して、通信システム1の全体動作概要を説明する。

[0043] 通信装置10は、ASK変調により、通信装置20に対してデータD1を送信する。具体的には、まず、通信装置10では、キャリア信号生成部11がキャリア信号を生成し、データ生成部12が送信すべきデータD1を生成

する。変調部13は、キャリア信号を、データD1を用いてASK変調により変調することにより、信号SIG11を生成する。アンプ14は、信号SIG11に基づいて信号SIG12を生成する。コイル15は、信号SIG12に基づいて磁界を発生させる。通信装置20では、コイル21が、コイル15が生成した磁界に基づいて信号SIG21を生成する。復調部26は、コイル21の他端における信号Sinに基づいて復調動作を行うことにより、通信装置10から送信されたデータD1を受け取る。

[0044] 通信装置20は、アクティブ負荷変調により、通信装置10に対してデータD2を送信する。具体的には、まず、通信装置10が通信装置20に対してキャリア信号を送信している期間において、通信制御部28は、データD2に基づいて、変調制御信号CTL1を生成する。信号生成部29は、この変調制御信号CTL1に基づいてループ制御信号CTL2を生成する。位相同同期部30は、ループ制御信号CTL2に基づいて開ループ動作または閉ループ動作を選択的に行い、信号Sinに基づいて信号SIG30を生成する。アンプ24Aは、位相同同期部30の出力信号SIG30を増幅し、増幅した信号を出力する。アンプ24Bは、位相同同期部30の出力信号SIG30を反転増幅し、反転増幅した信号を出力する。スイッチ23A、23Bは、変調制御信号CTL1に基づいてオンオフする。これにより、通信装置10からみた負荷がデータD2に応じて変化する。通信装置10の復調部17は、コイル15の他端における信号に基づいて復調動作を行うことにより、通信装置20から送信されたデータD2を受け取る。

[0045] (アクティブ負荷変調について)

通信装置20は、いわゆるアクティブ負荷変調により、通信装置10に対してデータD2を送信する。以下に、アクティブ負荷変調について詳細に説明する。

[0046] アクティブ負荷変調では、通信装置10が通信装置20に対してキャリア信号を送信している期間において、通信制御部28が、データD2に応じて、スイッチ23A、23Bをオンオフする。スイッチ23A、23Bがオン

状態になると、アンプ24Aの出力信号がコイル21の一端に供給されるとともに、アンプ24Bの出力信号がコイル21の他端に供給される。これにより、コイル21は、磁界を発生させる。このように、アクティブ負荷変調では、通信装置10が通信装置20に対してキャリア信号を送信している期間において、通信装置20のコイル21が磁界を発生させることにより、磁界を大きく変化させることができ、通信装置10からみた負荷を大きく変化させることができる。通信装置10の復調部17は、この負荷の変化に基づいて、復調動作を行うことにより、通信装置20から送信されたデータD2を受け取る。これにより、通信システム1では、例えば、通信距離を延ばすことができ、あるいはアンテナ（コイル15，21）を小型化することができる。

[0047] 図3は、アクティブ負荷変調の動作を模式的に表すものである。通信装置10のコイル15は、キャリア信号W1に基づいて磁界を生成し、通信装置20のコイル21は、スイッチ23A，23Bがオン状態になる期間において、キャリア信号に同期した信号W2に基づいて磁界を生成する。そして、通信装置10の復調部17は、キャリア信号W1および信号W2の合成信号W3に基づいて、復調動作を行う。この合成信号W3は、以下のように表すことができる。

[数1]

$$A\sin(\omega t) + B\sin(\omega t + \theta) = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta} \sin(\theta + \phi) \cdots (1)$$

ここで、左辺第1項は、キャリア信号W1を示し、左辺第2項は、信号W2を示す。このように、合成信号W3は、正弦波の合成定理を用いて表すことができる。この合成信号W3の振幅は、キャリア信号W1の振幅Aと、信号W2の振幅Bおよび位相 $\theta$ により変化する。よって、状況によって、この合成信号W3の振幅が極めて小さくなってしまふことがあり得る。このとき、通信装置20では、コイル21の他端の信号Sinの振幅もまた小さくなってしまふ。通信装置20では、以下に説明するように、アクティブ負荷変調を

行う期間（後述する変調期間P1）に対応する期間（後述する開ループ動作期間P2）において、位相同期部30が開ループ動作を行うように制御する。これにより、通信装置20では、アクティブ負荷変調により信号Sinの振幅が小さくなってしまう場合でも、位相同期部30が誤動作するおそれを低減することができる。

[0048] （動作例1）

図5は、通信システム1の一動作例を表すものであり、（A）は変調制御信号CTL1の波形を示し、（B）はループ制御信号CTL2の波形を示し、（C）は信号Sinの波形を示す。この例では、通信装置20は、変調期間P1においてアクティブ負荷変調を行う。その際、位相同期部30は、この変調期間P1に対応した開ループ動作期間P2において、開ループ動作を行う。以下に、この動作について詳細に説明する。

[0049] タイミングt11以前において、通信装置20の通信制御部28は、変調制御信号CTL1を低レベルにする（図5（A））。これにより、スイッチ23A、23Bはオフ状態になる。よって、コイル21の他端には、通信装置10が送信するキャリア信号に対応する信号Sinが現れる（図5（C））。また、信号生成部29は、変調制御信号CTL1に基づいて、ループ制御信号CTL2を低レベルにする（図5（B））。これにより、位相同期部30は、閉ループ動作を行う。すなわち、位相同期部30は、信号Sinに基づいて、この信号Sinに同期した信号SIG30を生成する。

[0050] 次に、通信制御部28は、タイミングt11において、変調制御信号CTL1を低レベルから高レベルに変化させる（図5（A））。これにより、スイッチ23A、23Bはオン状態に変化し、通信装置20はアクティブ負荷変調を開始する。また、これと同時に、信号生成部29は、変調制御信号CTL1に基づいて、ループ制御信号CTL2を低レベルから高レベルに変化させる（図5（B））。これにより、位相同期部30は、開ループ動作を開始する。位相同期部30では、スイッチ33がオフ状態になる。このとき、ループフィルタ34は、出力電圧を維持するため、位相同期部30の出力信

号S I G 3 0の周波数は維持される。この例では、スイッチ2 3 A, 2 3 Bがオン状態になることにより、通信装置1 0が送信するキャリア信号と信号S I G 3 0とが合成され、信号S inの振幅が所定の時定数で小さくなっていく(図5 (C))。そして、この信号S inの振幅は、タイミングt 1 2まで、小さいまま維持される。

[0051] 次に、通信制御部2 8は、タイミングt 1 2において、変調制御信号C T L 1を高レベルから低レベルに変化させる(図5 (A))。これにより、スイッチ2 3 A, 2 3 Bはオフ状態に変化する。その結果、信号S inの振幅は、所定の時定数で大きくなっていき、タイミングt 1 1前の振幅に近づいていく(図5 (C))。

[0052] 次に、信号生成部2 9は、タイミングt 1 2からシフト量 $\Delta t$ に対応する時間が経過したタイミングt 1 3において、ループ制御信号C T L 2を高レベルから低レベルに変化させる(図5 (B))。これにより、位相同期部3 0は、閉ループ動作を開始する。

[0053] 通信システム1では、このような動作を繰り返すことにより、通信装置2 0が、通信装置1 0に対してデータD 2を送信する。

[0054] このように、通信システム1では、変調期間P 1に対応する開ループ動作期間P 2において、位相同期部3 0が開ループ動作を行うようにしたので、位相同期部3 0が誤動作するおそれを低減することができる。

[0055] すなわち、例えば、位相同期部3 0が常に閉ループ動作を行うように構成した場合には、変調期間P 1において信号S inの振幅が小さくなると、位相同期部3 0は、誤動作するおそれがある。具体的には、信号S inの振幅が極めて小さい場合には、位相同期部3 0のP F D 3 1は、信号S inの遷移を検出することができないため、位相比較動作を行うことができない。これにより、ループフィルタ3 4の出力電圧は、所望の電圧から徐々に離れ、その結果、信号S I G 3 0の周波数が所望の周波数からずれてしまう。このような場合には、位相同期部3 0は、変調期間P 1が終了して信号S inの振幅が大きくなっても、信号S I G 3 0の周波数を所望の周波数に戻すことができない。

いおそれがある。また、このように周波数がずれることにより、使用する無線信号の周波数が近距離無線通信で使用することができる周波数帯域から外れてしまい、近距離無線通信の規格を満たさなくなるおそれがある。

[0056] 一方、通信システム 1 では、変調期間 P 1 に対応する開ループ動作期間 P 2 において、位相同期部 3 0 が開ループ動作を行うようにした。これにより、図 5 に示したように、アクティブ負荷変調により信号 S<sub>in</sub> の振幅が小さくなった場合でも、位相同期部 3 0 のスイッチ 3 3 はオフ状態であるため、ループフィルタ 3 4 の出力電圧は維持され、その結果、信号 S<sub>I G 3 0</sub> の周波数は維持される。よって、その後に、位相同期部 3 0 が閉ループ動作を開始すると、位相同期部 3 0 は、より確実に信号 S<sub>I G 3 0</sub> を信号 S<sub>in</sub> に同期させることができる。このように、通信装置 2 0 では、位相同期部 3 0 が誤動作するおそれを低減することができる。その結果、通信システム 1 では、通信品質を高めることができる。

[0057] また、通信システム 1 では、開ループ動作期間 P 2 の終了タイミングを、変調期間 P 1 の終了タイミングよりも遅くしたので、位相同期部 3 0 が誤動作するおそれを低減することができる。

[0058] すなわち、例えば、信号生成部 2 9 を設けず、位相同期部 3 0 が変調制御信号 C T L 1 に基づいて開ループ動作または閉ループ動作を選択的に行うように構成した場合には、位相同期部 3 0 は、タイミング t 1 2 において閉ループ動作を開始する。このとき、信号 S<sub>in</sub> の振幅は、このタイミング t 1 2 の直後ではまだ小さいので、位相同期部 3 0 が誤動作するおそれがある。

[0059] 一方、通信システム 1 では、開ループ動作期間 P 2 の終了タイミングを、変調期間 P 1 の終了タイミングよりも遅くした。言い換えれば、信号生成部 2 9 は、変調制御信号 C T L 1 の立ち下がりタイミングをシフト量 Δ t 分だけ遅らせることによりループ制御信号 C T L 2 を生成した。これにより、通信システム 1 では、信号 S<sub>in</sub> の振幅が大きくなったタイミング t 1 3 において位相同期部 3 0 が閉ループ動作を開始するため、位相同期部 3 0 が誤動作するおそれを低減することができる。その結果、通信システム 1 では、通信

品質を高めることができる。

[0060] (動作例 2)

図 6 は、通信システム 1 の他の動作例を表すものであり、(A) は変調制御信号 C T L 1 の波形を示し、(B) はループ制御信号 C T L 2 の波形を示し、(C) は信号 S in の波形を示す。

[0061] 動作例 1 (図 5) と同様に、タイミング  $t_{21}$  以前において、通信装置 20 の通信制御部 28 は、変調制御信号 C T L 1 を低レベルにし (図 6 (A))、信号生成部 29 は、ループ制御信号 C T L 2 を低レベルにする (図 6 (B))。そして、コイル 21 の他端には、通信装置 10 が送信するキャリア信号に対応する信号 S in が現れる (図 6 (C))。

[0062] 通信制御部 28 は、タイミング  $t_{21}$  において、変調制御信号 C T L 1 を低レベルから高レベルに変化させる (図 6 (A))。これにより、スイッチ 23 A, 23 B はオン状態に変化し、通信装置 20 はアクティブ負荷変調を開始する。また、これと同時に、信号生成部 29 は、変調制御信号 C T L 1 に基づいて、ループ制御信号 C T L 2 を低レベルから高レベルに変化させる (図 6 (B))。これにより、位相同期部 30 は、開ループ動作を開始する。この例では、スイッチ 23 A, 23 B がオン状態になることにより、通信装置 10 が送信するキャリア信号と信号 S I G 30 とが合成され、信号 S in の振幅が所定の時定数で大きくなっていく (図 6 (C))。そして、この信号 S in の振幅は、タイミング  $t_{22}$  まで、大きいまま維持される。

[0063] 次に、通信制御部 28 は、タイミング  $t_{22}$  において、変調制御信号 C T L 1 を高レベルから低レベルに変化させる (図 6 (A))。これにより、スイッチ 23 A, 23 B はオフ状態に変化する。その結果、信号 S in の振幅は所定の時定数で小さくなっていく (図 6 (C))。その際、信号 S in の振幅は、波形 W 1 に示したように過渡的に極めて小さくなり、その後、徐々に大きくなっていき、タイミング  $t_{21}$  前の振幅に近づいていく。

[0064] 次に、信号生成部 29 は、タイミング  $t_{22}$  からシフト量  $\Delta t$  に対応する時間が経過したタイミング  $t_{23}$  において、ループ制御信号 C T L 2 を高レ

ベルから低レベルに変化させる（図6（B））。これにより、位相同期部30は、閉ループ動作を開始する。

[0065] 通信システム1では、このような動作を繰り返すことにより、通信装置20が、通信装置10に対してデータD2を送信する。

[0066] この例では、信号S<sub>in</sub>の振幅は、変調期間P1において大きくなり、変調期間P1が終了した後に小さくなる。その際、波形W1に示したように、変調期間P1が終了した後に、信号S<sub>in</sub>の振幅が過渡的に極めて小さくなってしまふ。通信システム1では、開ループ動作期間P2の終了タイミングを、この波形W1が現れた後のタイミングt<sub>23</sub>にした。これにより、位相同期部30は、信号S<sub>in</sub>の振幅が極めて小さい期間に閉ループ動作を行わないため、誤動作するおそれを低減することができる。その結果、通信システム1では、通信品質を高めることができる。

[0067] （通信距離について）

このように、通信システム1では、信号生成部29が、変調制御信号CTL1の立ち下がりタイミングをシフト量 $\Delta t$ 分だけ遅らせることにより、ループ制御信号CTL2を生成した。通信システム1では、以下に示すように、このシフト量 $\Delta t$ を大きくすることにより、通信距離を延ばすことができる。

[0068] 図7は、通信システム1の通信特性を表すものであり、横軸はシフト量 $\Delta t$ を示し、縦軸は通信距離を示す。通信距離が長い場合には、図4に示したキャリア信号W1の振幅Aが小さくなる。よって、通信距離に応じて、合成信号W3の振幅が変化する。このように通信距離が長い場合には、シフト量 $\Delta t$ を大きくすることにより、位相同期部30が誤動作するおそれを低減することができる。このように、通信システム1では、シフト量 $\Delta t$ を大きくすることにより、通信距離を延ばすことができる。

[0069] [効果]

以上のように本実施の形態では、負荷変調に対応する開ループ動作期間において、位相同期部が開ループ動作を行うようにしたので、位相同期部が誤

動作するおそれを低減することができるため、通信品質を高めることができる。

[0070] 本実施の形態では、開ループ動作期間の終了タイミングを、変調期間の終了タイミングよりも遅くしたので、位相同期部が誤動作するおそれを低減することができるため、通信品質を高めることができる。

[0071] 本実施の形態では、このように、位相同期部が誤動作するおそれを低減することにより、通信距離を延ばすことができる。

[0072] [変形例 1 - 1]

上記実施の形態では、信号生成部 29 は、変調制御信号 CTL 1 の立ち下がりタイミングをシフト量  $\Delta t$  分だけ遅らせることにより、ループ制御信号 CTL 2 を生成した。このシフト量  $\Delta t$  は、図 8 に示すように、変更可能に構成してもよい。本変形例に係る信号生成部 29 A は、ループ制御信号 CTL 2 の立ち下がりタイミングを、タイミング  $t_{31} \sim t_{38}$  のいずれかに設定できるようにしている。なお、この例では、ループ制御信号 CTL 2 の立ち下がりタイミングを 8 通りに設定できるようにしたが、これに限定されるものではなく 7 通り以下でもよいし、9 通り以上でもよい。

[0073] [変形例 1 - 2]

上記実施の形態では、シフト量  $\Delta t$  を固定したが、これに限定されるものではなく、これに代えて、例えば、通信状態などに応じて変化させるようにしてもよい。以下に、本変形例について詳細に説明する。

[0074] 図 9 は、本変形例に係る通信システム 1 B の一構成例を表すものである。通信システム 1 B は、通信装置 20 B を備えている。通信装置 20 B は、復調部 26 B と、信号生成部 29 B とを有している。

[0075] 復調部 26 B は、コイル 21 の他端における信号  $S_{in}$  に基づいて復調動作を行うとともに、通信装置 10 が準拠する規格（通信規格 SP）を判別するものである。その判別方法としては、例えば、通信装置 10 から送信された信号の変調度を用いることができる。すなわち、上述したように、通信装置 10 は、TypeA規格、TypeB規格、FeLiCa規格、IS015693規格などの様々な規

格のうちのいずれか一つに準拠しており、通信装置 10 の変調部 13 は、準拠している規格に対応した変調度で ASK 変調を行う。よって、復調部 26 B は、通信装置 10 から送信された信号の変調度に基づいて、通信装置 10 が準拠する規格（通信規格 S P）を判別することができる。なお、これに限定されるものではなく、復調部 26 B は、信号のその他の特徴（コーディング、ビットレート、サブキャリア）などに基づいて通信規格 S P を判別してもよい。また、復調部 26 B は、例えば、通信装置 10 が送信するデータ D 1 に、通信規格 S P に応じた情報が含まれている場合には、その情報に基づいて通信規格 S P を判別してもよい。

[0076] 信号生成部 29 B は、上記変形例 1-1 に係る信号生成部 29 A と同様に、シフト量  $\Delta t$  を変更可能に構成されたものであり、通信規格 S P に基づいてシフト量  $\Delta t$  を設定するものである。

[0077] 図 14 は、通信システム 2 B の一動作例を表すものである。通信システム 2 B では、まず、通信装置 10 が、データ D 1 を通信装置 20 B に対して送信する。そして、通信装置 20 B は、データ D 2 を通信装置 10 に対して送信することにより応答する。以下に、この動作について詳細に説明する。

[0078] まず、通信装置 10 が、ASK 変調により、データ D 1 を通信装置 20 B に対して送信する（ステップ S 1）。

[0079] 次に、通信装置 20 B の復調部 26 B が、データ D 1 を受信したか否かを確認する（ステップ S 2）。復調部 26 B がデータ D 1 を受信した場合には、通信装置 20 B のデータ生成部 27 は、通信装置 10 に応答するためのデータ D 2 を生成し、ステップ S 3 に進む。また、復調部 26 B がそのデータ D 1 を受信できなかった場合には、ステップ S 1 に戻り、受信するまでステップ S 1, S 2 を繰り返す。

[0080] 次に、通信装置 20 B の復調部 27 B が、通信規格 S P を判別する（ステップ S 3）。そして、通信装置 20 B の信号生成部 29 B は、ステップ S 3 において判別した通信規格 S P に基づいて、シフト量  $\Delta t$  を設定する（ステップ S 4）。次に、通信装置 20 B は、アクティブ負荷変調により、データ

D 2 を通信装置 1 0 に対して送信する（ステップ S 5）。

[0081] 以上でこのフローは終了する。

[0082] このように、通信システム 2 B では、通信規格 S P に基づいて、シフト量  $\Delta t$  を設定するようにしたので、シフト量  $\Delta t$  を設定する際の自由度を高めることができる。具体的には、例えば、通信規格 S P が、通信距離が長い用途に用いられる規格である場合には、通信可能な距離が長くなるように、シフト量  $\Delta t$  を大きい値に設定することができる。その結果、通信システム 2 B では、通信品質を高めることができる。

[0083] 以上では、通信規格 S P に基づいてシフト量  $\Delta t$  を設定したが、これに限定されるものではない。例えば、ビットレート B R に基づいてシフト量  $\Delta t$  を設定してもよい。次に、本変形例に係る通信システム 1 C について説明する。

[0084] 図 9 に示したように、通信システム 1 C は、通信装置 2 0 C を備えている。通信装置 2 0 C は、復調部 2 6 C と、信号生成部 2 9 C とを有している。復調部 2 6 C は、コイル 2 1 の他端における信号 S in に基づいて復調動作を行うとともに、通信装置 1 0 と通信装置 2 0 C との間で通信を行う際のビットレート B R を判別するものである。その判別方法としては、例えば、通信装置 1 0 から送信された信号の周波数を検出することにより、ビットレート B R を取得することができる。また、復調部 2 6 C は、例えば、通信装置 1 0 が送信するデータ D 1 に、ビットレート B R に応じた情報が含まれている場合には、その情報に基づいてビットレート B R を判別してもよい。信号生成部 2 9 C は、ビットレート B R に基づいてシフト量  $\Delta t$  を設定するものである。

[0085] 図 1 1 は、通信システム 1 C の一動作例を表すものである。まず、通信システム 1 B の場合（図 1 0）と同様に、通信装置 1 0 が、A S K 変調により、データ D 1 を通信装置 2 0 C に対して送信し（ステップ S 1）、通信装置 2 0 C の復調部 2 6 C が、そのデータ D 1 を受信したか否かを確認する（ステップ S 2）。次に、通信装置 2 0 C の復調部 2 6 C が、ビットレート B R

を判別する（ステップS13）。そして、通信装置20Cの信号生成部29Cは、ステップS13において判別したビットレートBRに基づいて、シフト量 $\Delta t$ を設定する（ステップS14）。次に、通信装置20Cは、通信システム1Bの場合（図10）と同様に、アクティブ負荷変調により、データD2を通信装置10に対して送信する（ステップS5）。

[0086] このように、通信システム2Cでは、ビットレートBRに基づいて、シフト量 $\Delta t$ を設定するようにしたので、シフト量 $\Delta t$ を設定する際の自由度を高めることができる。具体的には、例えば、ビットレートBRが高い場合には、各送信シンボルに対応する時間が短くなるので、シフト量 $\Delta t$ を小さい値に設定することが望ましい。その結果、通信システム2Cでは、通信品質を高めることができる。

[0087] 以上では、ビットレートBRに基づいてシフト量 $\Delta t$ を設定したが、これに限定されるものではない。例えば、信号 $S_{in}$ の電圧振幅に基づいてシフト量 $\Delta t$ を設定してもよい。次に、本変形例に係る通信システム1Dについて説明する。

[0088] 図12は、通信システム1Dの一構成例を表すものである。通信システム1Dは、通信装置20Dを備えている。通信装置20Dは、振幅検出部25Dと、信号生成部29Dとを有している。振幅検出部25Dは、信号 $S_{in}$ に基づいて、その信号 $S_{in}$ の振幅値 $V_{sw}$ を検出するものである。信号生成部29Dは、振幅値 $V_{sw}$ に基づいてシフト量 $\Delta t$ を設定するものである。

[0089] 図13は、通信システム1Dの一動作例を表すものである。まず、通信システム1Bの場合（図10）と同様に、通信装置10が、ASK変調により、データD1を通信装置20Dに対して送信し（ステップS1）、通信装置20Dの復調部26が、そのデータD1を受信したか否かを確認する（ステップS2）。次に、通信装置20Dの振幅検出部25Dが、信号 $S_{in}$ の振幅値 $V_{sw}$ を検出する（ステップS23）。

[0090] 次に、通信装置20Dの信号生成部29Dは、ステップS23において検出された振幅値 $V_{sw}$ を所定のしきい値 $V_{th}$ と比較する（ステップS24）。

振幅値  $V_{sw}$  がしきい値  $V_{th}$  以上である場合 ( $V_{sw} \geq V_{th}$ ) には、信号生成部 29D は、シフト量  $\Delta t$  をシフト量  $\Delta t_1$  に設定する (ステップ S25)。また、振幅値  $V_{sw}$  がしきい値  $V_{th}$  未満である場合 ( $V_{sw} < V_{th}$ ) には、信号生成部 29D は、シフト量  $\Delta t$  をシフト量  $\Delta t_2$  に設定する (ステップ S26)。

[0091] 次に、通信装置 20D は、通信システム 1B の場合 (図 10) と同様に、アクティブ負荷変調により、データ D2 を通信装置 10 に対して送信する (ステップ S5)。

[0092] このように、通信システム 2D では、信号  $S_{in}$  の振幅値  $V_{sw}$  に基づいて、シフト量  $\Delta t$  を設定するようにしたので、シフト量  $\Delta t$  を設定する際の自由度を高めることができる。具体的には、例えば、信号  $S_{in}$  の振幅値  $V_{sw}$  が小さい場合には、通信装置 10 と通信装置 20D との間の通信距離が長いため、シフト量  $\Delta t$  を大きい値に設定することが望ましい。その結果、通信システム 2D では、通信品質を高めることができる。

[0093] なお、この通信システム 2D では、信号  $S_{in}$  の振幅値  $V_{sw}$  を 1 つのしきい値  $V_{th}$  と比較したが、これに限定されるものではなく、複数のしきい値と比較してもよい。これにより、シフト量  $\Delta t$  をより細かく設定することができる。また、信号  $S_{in}$  の振幅値  $V_{sw}$  が十分に大きい場合には、シフト量  $\Delta t$  を 0 (ゼロ) に設定するようにしてもよい。

[0094] また、通信規格 SP、ビットレート BR、および信号  $S_{in}$  の振幅値  $V_{sw}$  のうちの 2 つ以上に基づいてシフト量  $\Delta t$  を設定してもよい。

[0095] <2. 第 2 の実施の形態>

次に、第 2 の実施の形態に係る通信システム 2 について説明する。本実施の形態は、信号生成部の動作が、上記第 1 の実施の形態と異なるものである。なお、上記第 1 の実施の形態に係る通信システム 1 と実質的に同一の構成部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0096] 図 1 に示したように、通信システム 2 は、通信装置 40 を備えている。通信装置 40 は、信号生成部 49 を有している。信号生成部 49 は、変調制御

信号CTL1に基づいてループ制御信号CTL2を生成し、そのループ制御信号CTL2を位相同期部30に供給するものである。

[0097] 図14は、信号生成部49の一動作例を表すものであり、(A)は変調制御信号CTL1の波形を示し、(B)はループ制御信号CTL2の波形を示す。タイミングt41において変調制御信号CTL1が立ち上がると、信号生成部49は、この立ち上がりに応じて、この立ち上がりタイミングt41から所定の時間が経過したタイミングt42において、ループ制御信号CTL2を低レベルから高レベルに変化させる。そして、タイミングt43において変調制御信号CTL1が立ち下がると、信号生成部49は、この立ち下がりに応じて、その立ち下がりタイミングt43から所定の時間が経過したタイミングt44において、ループ制御信号CTL2を高レベルから低レベルに変化させる。言い換えれば、信号生成部49は、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングおよび立ち下がりタイミングをシフト量 $\Delta t$ 分だけ遅らせることにより、ループ制御信号CTL2を生成するようになっている。

[0098] 図15は、通信システム2の一動作例を表すものであり、(A)は変調制御信号CTL1の波形を示し、(B)はループ制御信号CTL2の波形を示し、(C)は信号Sinの波形を示す。この図15は、第1の実施の形態に係る動作例1(図5)に対応するものである。

[0099] 通信制御部28は、タイミングt51において、変調制御信号CTL1を低レベルから高レベルに変化させる(図15(A))。これにより、スイッチ23A、23Bはオン状態に変化し、通信装置40はアクティブ負荷変調を開始する。これにより、通信装置10が送信するキャリア信号と信号SIG30とが合成され、信号Sinの振幅が所定の時定数で小さくなっていく(図15(C))。そして、この信号Sinの振幅は、タイミングt53まで、小さいまま維持される。

[0100] 次に、信号生成部49は、タイミングt51からシフト量 $\Delta t$ に対応する時間が経過したタイミングt52において、ループ制御信号CTL2を低レ

ベルから高レベルに変化させる（図15（B））。これにより、位相同期部30は、開ループ動作を開始する。位相同期部30では、スイッチ33がオフ状態になる。このとき、ループフィルタ34は、出力電圧を維持するため、位相同期部30の出力信号SIG30の周波数は維持される。

[0101] 次に、通信制御部28は、タイミングt53において、変調制御信号CTL1を高レベルから低レベルに変化させる（図15（A））。これにより、スイッチ23A、23Bはオフ状態に変化する。その結果、信号Sinの振幅は、所定の時定数で大きくなっていき、タイミングt51前の振幅に近づいていく（図15（C））。

[0102] 次に、信号生成部49は、タイミングt53からシフト量 $\Delta t$ に対応する時間が経過したタイミングt54において、ループ制御信号CTL2を高レベルから低レベルに変化させる（図15（B））。これにより、位相同期部30は、閉ループ動作を開始する。

[0103] 通信システム2では、このような動作を繰り返すことにより、通信装置40が、通信装置10に対してデータD2を送信する。

[0104] このように、通信システム2では、開ループ動作期間P2の開始タイミングを、変調期間P1の開始タイミングよりも遅くした。これにより、位相同期部30は、タイミングt51～t52の期間において閉ループ動作を行うことができる。すなわち、この期間では、信号Sinの振幅は少しずつ小さくなってきているが、その振幅は、位相同期部30が閉ループ動作を行うことができる振幅である。よって、通信システム2では、この期間において、位相同期部30を動作させる。これにより、位相同期部30が閉ループ動作を行う期間を延ばすことができるため、より確実に信号SIG30を信号Sinに同期させることができる。その結果、通信システム2では、通信品質を高めることができる。

[0105] 以上のように本実施の形態では、開ループ動作期間の開始タイミングを、変調期間の開始タイミングよりも遅くしたので、位相同期部が閉ループ動作を行う期間を延ばすことができるため、通信品質を高めることができる。そ

の他の効果は、上記第1の実施の形態の場合と同様である。

[0106] [変形例2-1]

上記実施の形態では、信号生成部49は、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングおよび立ち下がりタイミングをシフト量 $\Delta t$ 分だけ遅らせることにより、ループ制御信号CTL2を生成した。このシフト量 $\Delta t$ は、図16に示すように、変更可能に構成してもよい。本変形例に係る信号生成部49Aは、ループ制御信号CTL2の立ち上がりタイミングを、タイミング $t_{61} \sim t_{64}$ のいずれかに設定するとともに、ループ制御信号CTL2の立ち下がりタイミングを、タイミング $t_{71} \sim t_{74}$ のいずれかに設定できるようにしている。なお、この例では、ループ制御信号CTL2の立ち上がりタイミングおよび立ち下がりタイミングを4通りに設定できるようにしたが、これに限定されるものではなく3通り以下でもよいし、5通り以上でもよい。

[0107] 以上、いくつかの実施の形態および変形例を挙げて本技術を説明したが、本技術はこれらの実施の形態等には限定されず、種々の変形が可能である。

[0108] 例えば、第2の各実施の形態では、信号生成部48は、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングおよび立ち下がりタイミングをシフト量 $\Delta t$ 分だけ遅らせることにより、ループ制御信号CTL2を生成したが、これに限定されるものではない。これに代えて、変調制御信号CTL1の立ち上がりタイミングをシフト量 $\Delta t_a$ 分だけ遅らせるとともに、立ち下がりタイミングをシフト量 $\Delta t_b$ 分だけ遅らせることにより、ループ制御信号CTL2を生成してもよい。本変形例では、このように、立ち上がり時でのシフト量 $\Delta t_a$ と立ち下がり時でのシフト量 $\Delta t_b$ とを異ならせることにより、動作の自由度を高めることができる。

[0109] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0110] なお、本技術は以下のような構成とすることができる。

[0111] (1) 閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うことにより、通信相

手から受け取った第 1 の信号に基づいて第 2 の信号を生成する位相同期部と、

前記第 2 の信号に基づいて前記第 1 の信号を変調可能に構成された変調部と、

前記位相同期部および前記変調部の動作を制御する制御部とを備えた通信装置。

(2) 前記制御部は、変調期間において、前記変調部に対して前記第 1 の信号を変調させるとともに、前記変調期間に対応する開ループ動作期間において、前記位相同期部に対して前記開ループ動作を行わせる

前記 (1) に記載の通信装置。

(3) 前記変調期間の終了タイミングは、前記開ループ動作期間内にある前記 (2) に記載の通信装置。

(4) 前記制御部は、前記変調期間において第 1 の論理レベルになり、前記変調期間以外の期間において第 2 の論理レベルになる変調制御信号を生成するとともに、前記変調制御信号に基づいて、前記開ループ動作期間において第 3 の論理レベルになり、前記開ループ動作期間以外の期間において第 4 の論理レベルになるループ制御信号を生成し、

前記変調部は、前記変調制御信号に基づいて前記第 1 の信号を変調し、前記位相同期部は、前記ループ制御信号に基づいて前記閉ループ動作または前記開ループ動作を選択的に行う

前記 (2) または (3) に記載の通信装置。

(5) 前記制御部は、前記変調制御信号の前記第 1 の論理レベルから前記第 2 の論理レベルへの第 1 の遷移タイミングを遅らせることにより、前記ループ制御信号を生成する

前記 (4) に記載の通信装置。

(6) 前記制御部は、前記通信相手との通信方法に基づいて、前記第 1 の遷移タイミングを遅らせる量を決定する

前記 (5) に記載の通信装置。

(7) 前記制御部は、前記通信相手との間の通信における通信レートに基づいて、前記第1の遷移タイミングを遅らせる量を決定する

前記(5)または(6)に記載の通信装置。

(8) 前記制御部は、前記第1の信号の信号振幅に基づいて、前記第1の遷移タイミングを遅らせる量を決定する

前記(5)から(7)のいずれかに記載の通信装置。

(9) 前記制御部は、さらに、前記変調制御信号の前記第2の論理レベルから前記第1の論理レベルへの第2の遷移タイミングを遅らせることにより、前記ループ制御信号を生成する

前記(5)から(8)のいずれかに記載の通信装置。

(10) 前記変調部は、スイッチを有し、

前記位相同期部は、前記通信相手からコイルを介して前記第1の信号を受け取り、

前記スイッチは、オン状態になることにより前記第2の信号を前記コイルに供給する

前記(1)から(9)のいずれかに記載の通信装置。

(11) 位相同期部に対して、閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行わせることにより、通信相手から受け取った第1の信号に基づいて第2の信号を生成させ、

変調部に対して、前記第2の信号に基づいて前記第1の信号を変調させる通信方法。

(12) 第1の信号を送信する第1の通信装置と、

第2の通信装置と

を備え、

前記第2の通信装置は、

閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うことにより、前記第1の通信装置から受け取った前記第1の信号に基づいて第2の信号を生成する位相同期部と、

前記第2の信号に基づいて前記第1の信号を変調可能に構成された変調部と、

前記位相同同期部および前記変調部の動作を制御する制御部とを有する通信システム。

[0112] 本出願は、日本国特許庁において2015年7月10日に出願された日本特許出願番号2015-138445号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願のすべての内容を参照によって本出願に援用する。

[0113] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

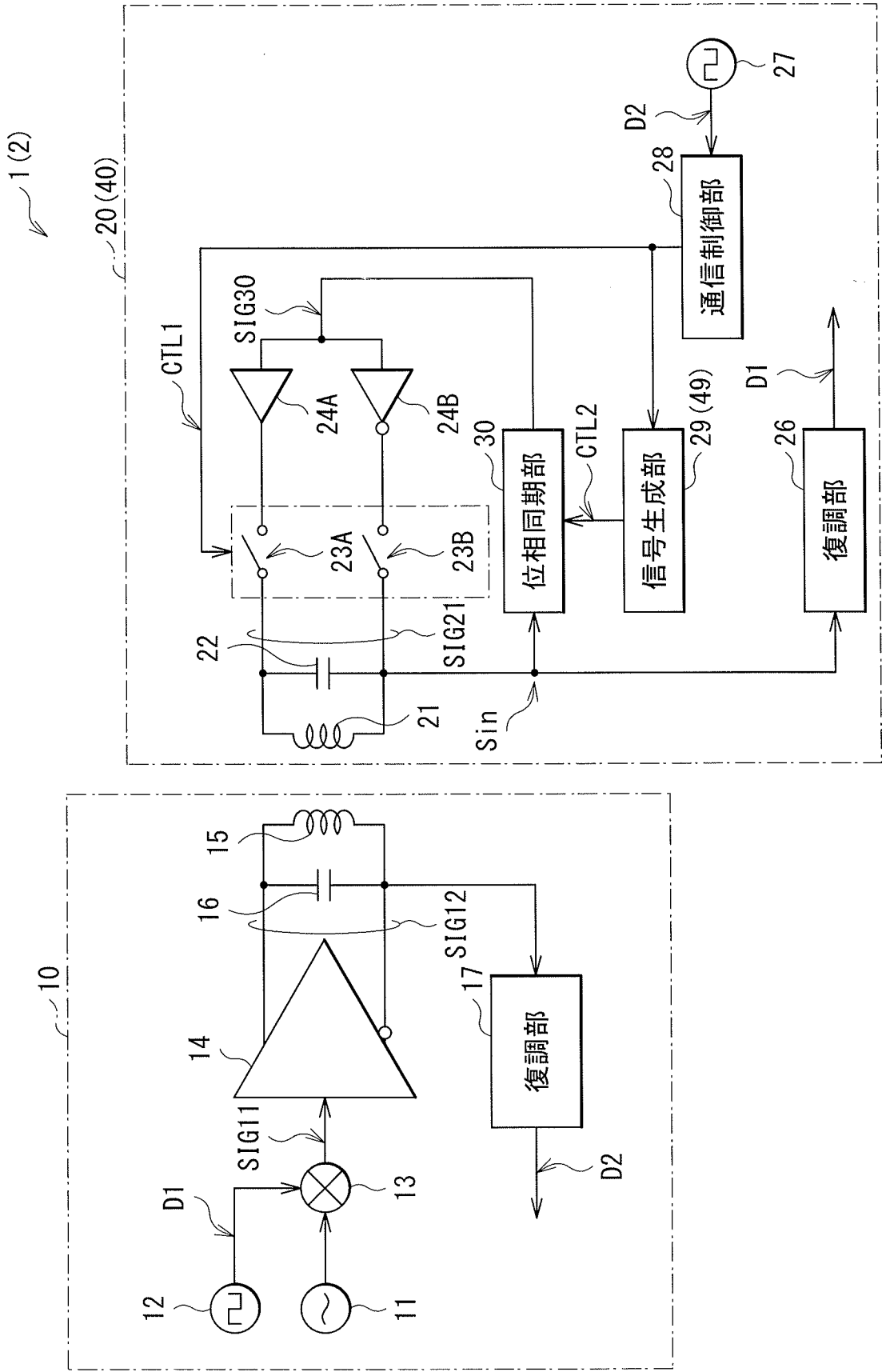
## 請求の範囲

- [請求項1] 閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うことにより、通信相手から受け取った第1の信号に基づいて第2の信号を生成する位相同期部と、  
前記第2の信号に基づいて前記第1の信号を変調可能に構成された変調部と、  
前記位相同期部および前記変調部の動作を制御する制御部とを備えた通信装置。
- [請求項2] 前記制御部は、変調期間において、前記変調部に対して前記第1の信号を変調させるとともに、前記変調期間に対応する開ループ動作期間において、前記位相同期部に対して前記開ループ動作を行わせる請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記変調期間の終了タイミングは、前記開ループ動作期間内にある請求項2に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記変調期間において第1の論理レベルになり、前記変調期間以外の期間において第2の論理レベルになる変調制御信号を生成するとともに、前記変調制御信号に基づいて、前記開ループ動作期間において第3の論理レベルになり、前記開ループ動作期間以外の期間において第4の論理レベルになるループ制御信号を生成し、  
前記変調部は、前記変調制御信号に基づいて前記第1の信号を変調し、  
前記位相同期部は、前記ループ制御信号に基づいて前記閉ループ動作または前記開ループ動作を選択的に行う請求項2に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記変調制御信号の前記第1の論理レベルから前記第2の論理レベルへの第1の遷移タイミングを遅らせることにより、前記ループ制御信号を生成する請求項4に記載の通信装置。

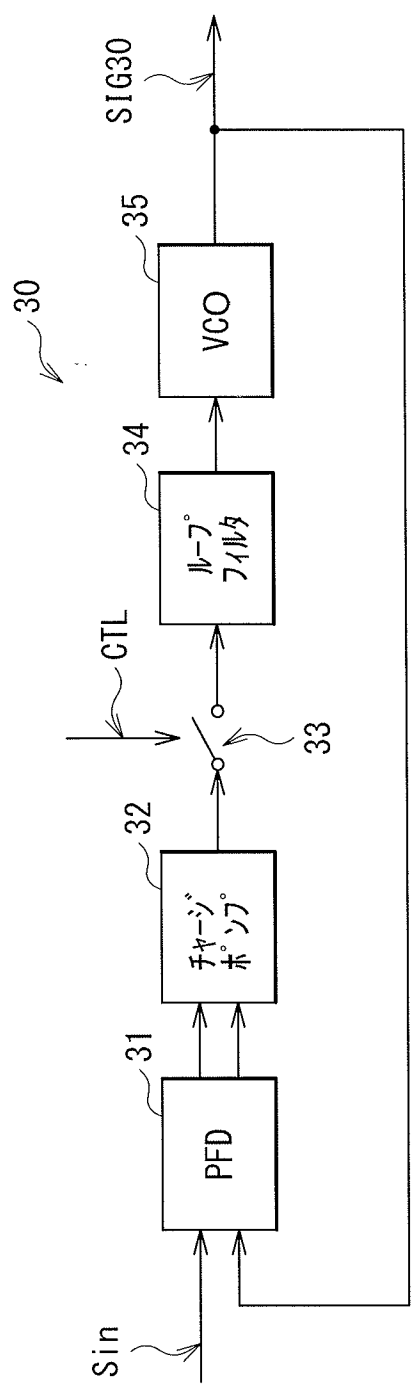
- [請求項6] 前記制御部は、前記通信相手との通信方法に基づいて、前記第1の遷移タイミングを遅らせる量を決定する  
請求項5に記載の通信装置。
- [請求項7] 前記制御部は、前記通信相手との間の通信における通信レートに基づいて、前記第1の遷移タイミングを遅らせる量を決定する  
請求項5に記載の通信装置。
- [請求項8] 前記制御部は、前記第1の信号の信号振幅に基づいて、前記第1の遷移タイミングを遅らせる量を決定する  
請求項5に記載の通信装置。
- [請求項9] 前記制御部は、さらに、前記変調制御信号の前記第2の論理レベルから前記第1の論理レベルへの第2の遷移タイミングを遅らせることにより、前記ループ制御信号を生成する  
請求項5に記載の通信装置。
- [請求項10] 前記変調部は、スイッチを有し、  
前記位相同期部は、前記通信相手からコイルを介して前記第1の信号を受け取り、  
前記スイッチは、オン状態になることにより前記第2の信号を前記コイルに供給する  
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項11] 位相同期部に対して、閉ループ動作または開ループ動作を選択的に  
行わせることにより、通信相手から受け取った第1の信号に基づいて  
第2の信号を生成させ、  
変調部に対して、前記第2の信号に基づいて前記第1の信号を変調  
させる  
通信方法。
- [請求項12] 第1の信号を送信する第1の通信装置と、  
第2の通信装置と  
を備え、

前記第 2 の通信装置は、  
閉ループ動作または開ループ動作を選択的に行うことにより、前記第 1 の通信装置から受け取った前記第 1 の信号に基づいて第 2 の信号を生成する位相同期部と、  
前記第 2 の信号に基づいて前記第 1 の信号を変調可能に構成された変調部と、  
前記位相同期部および前記変調部の動作を制御する制御部と  
を有する  
通信システム。

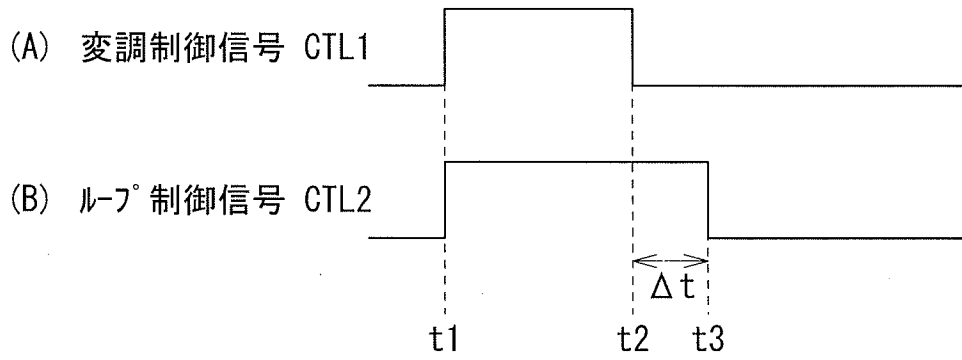
[図1]



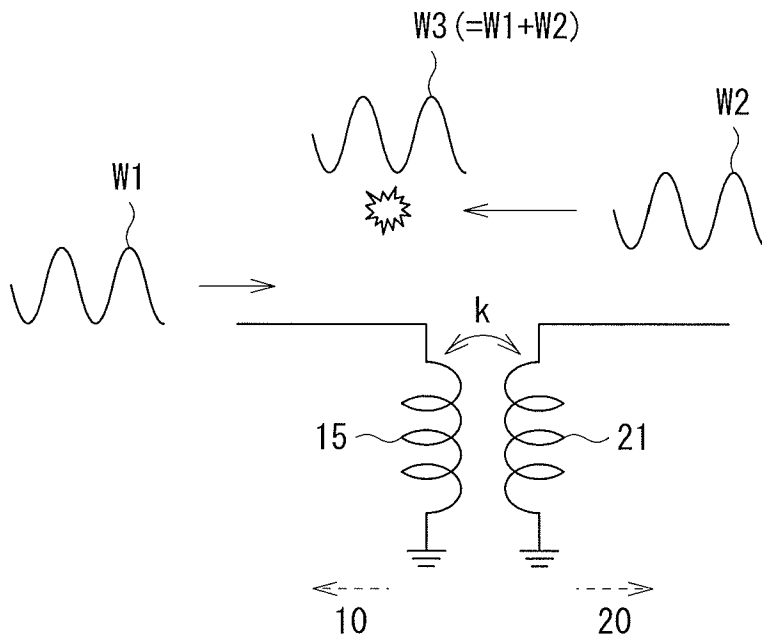
[図2]



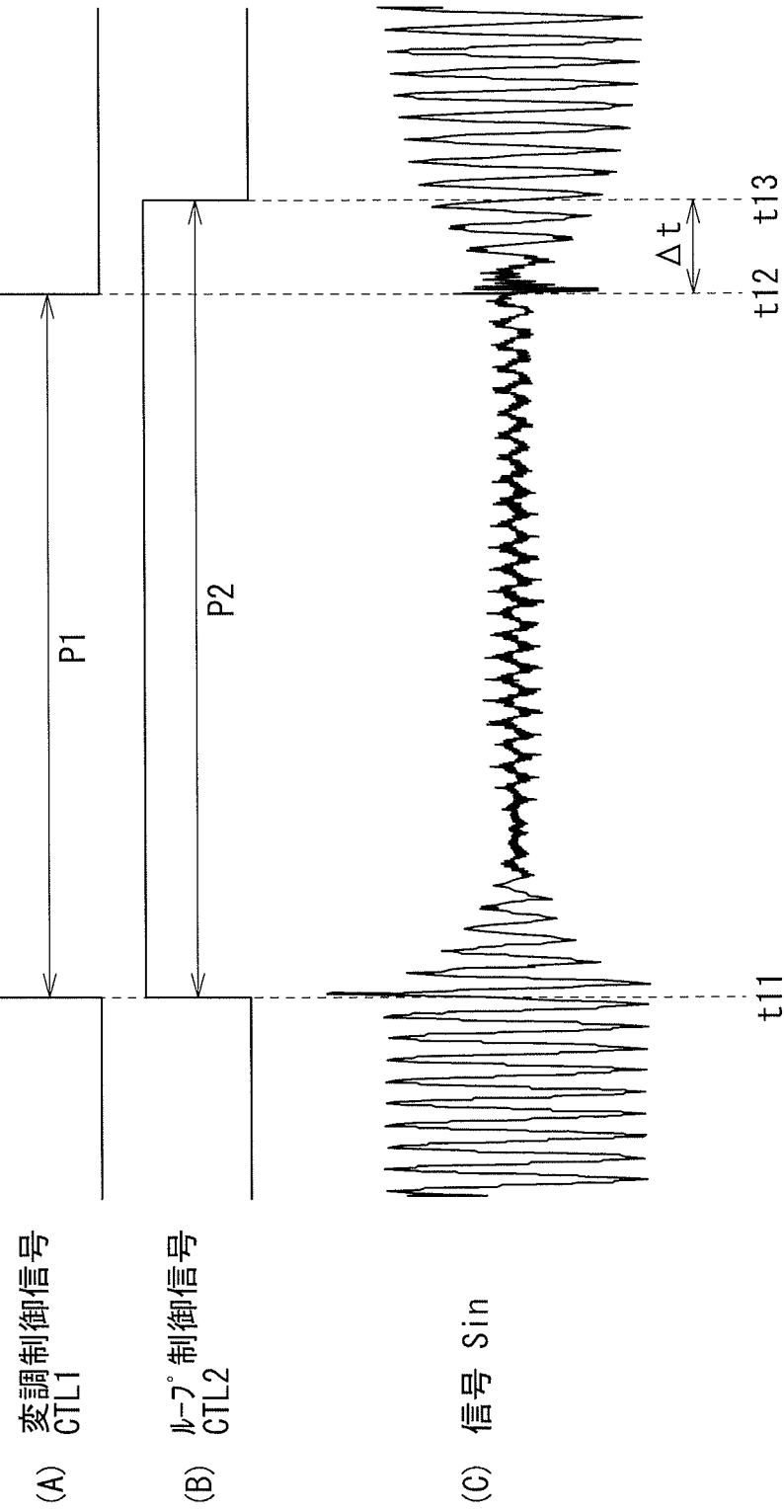
[図3]



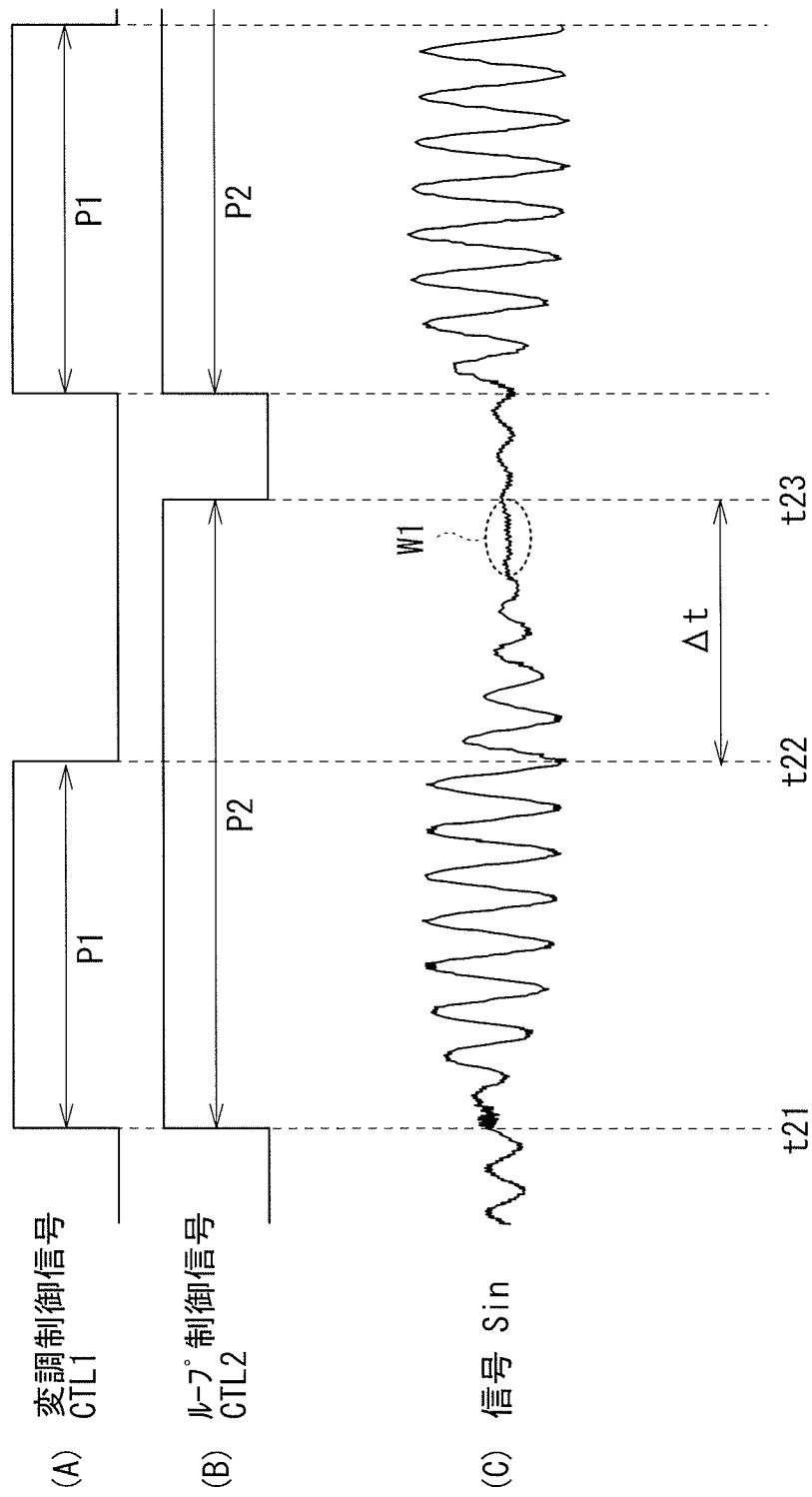
[図4]



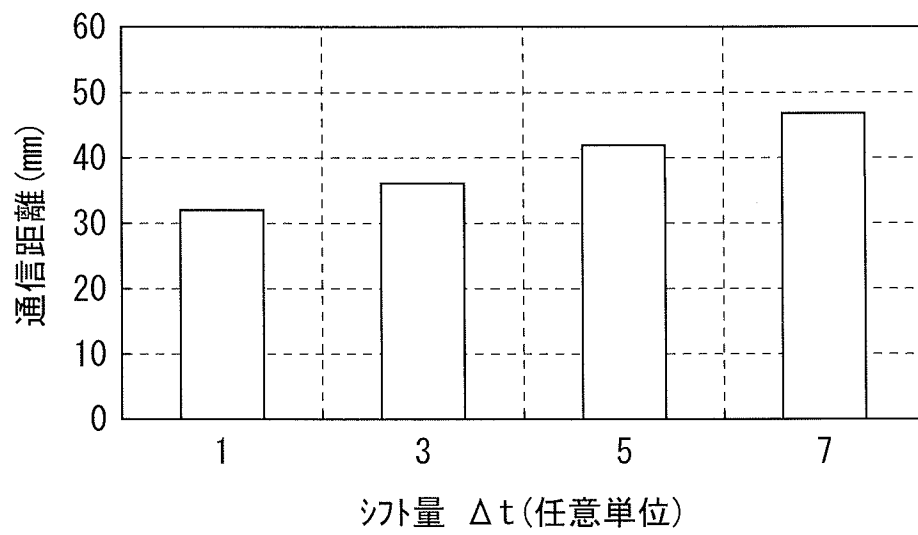
[図5]



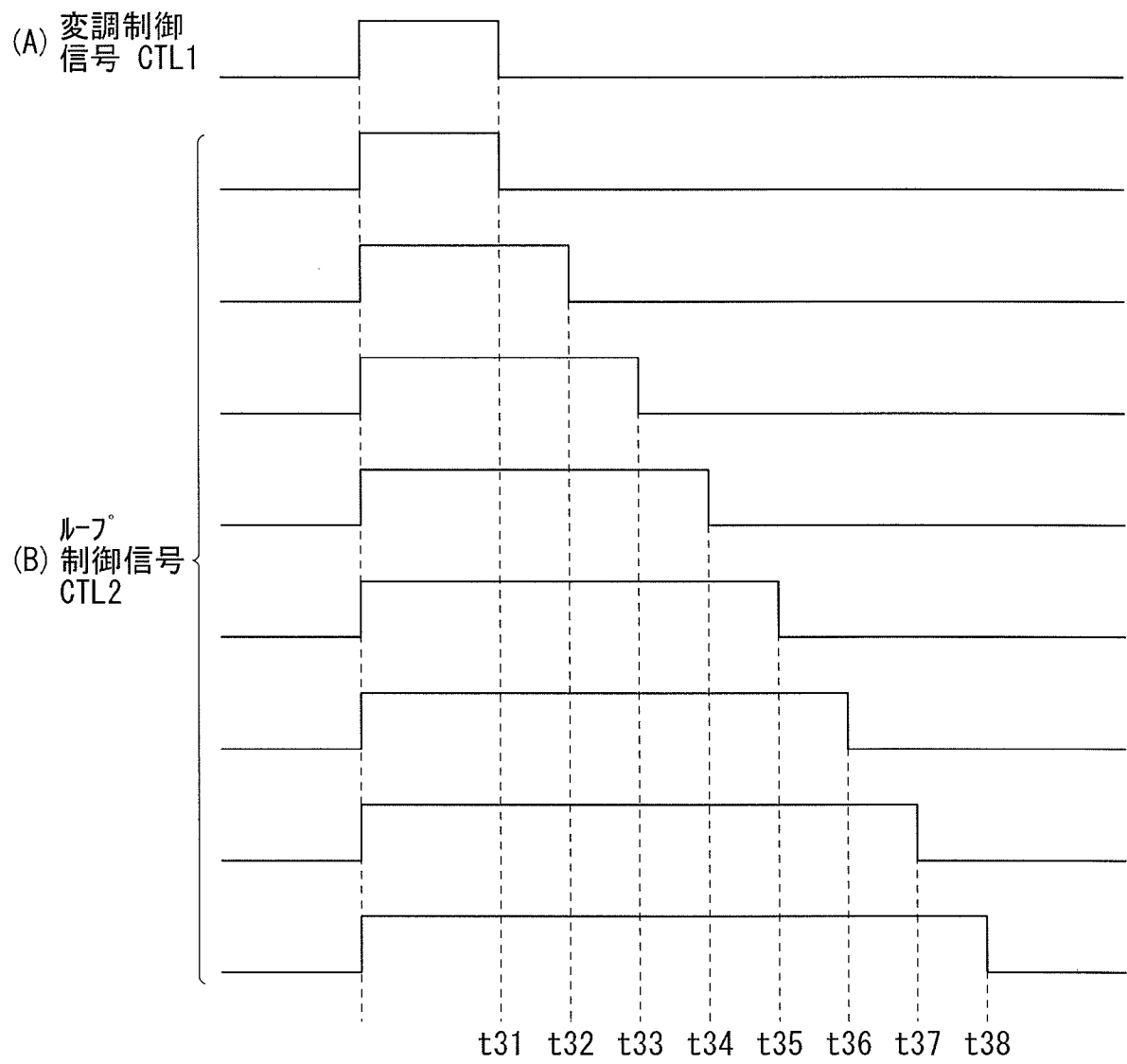
[図6]



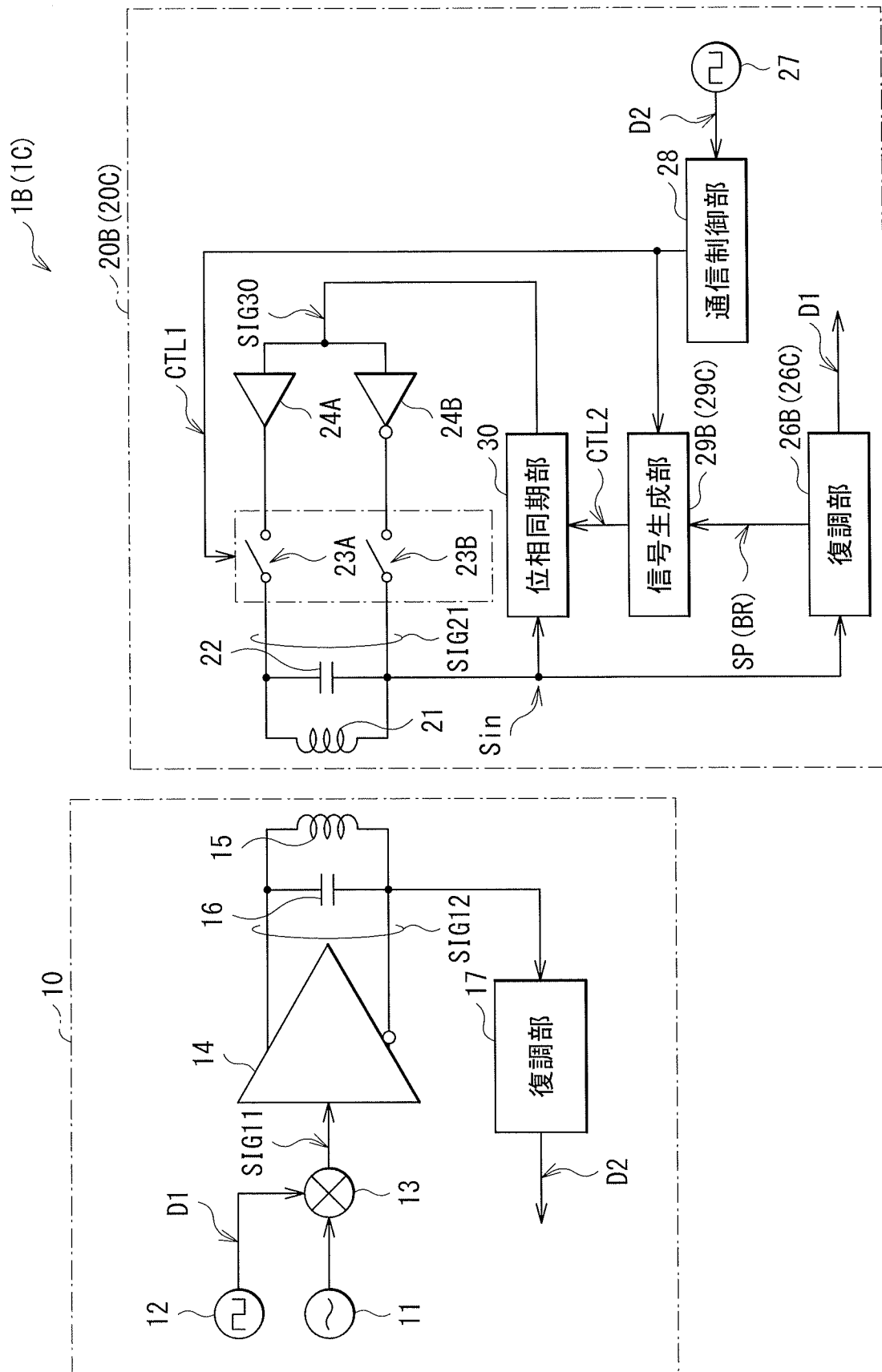
[図7]



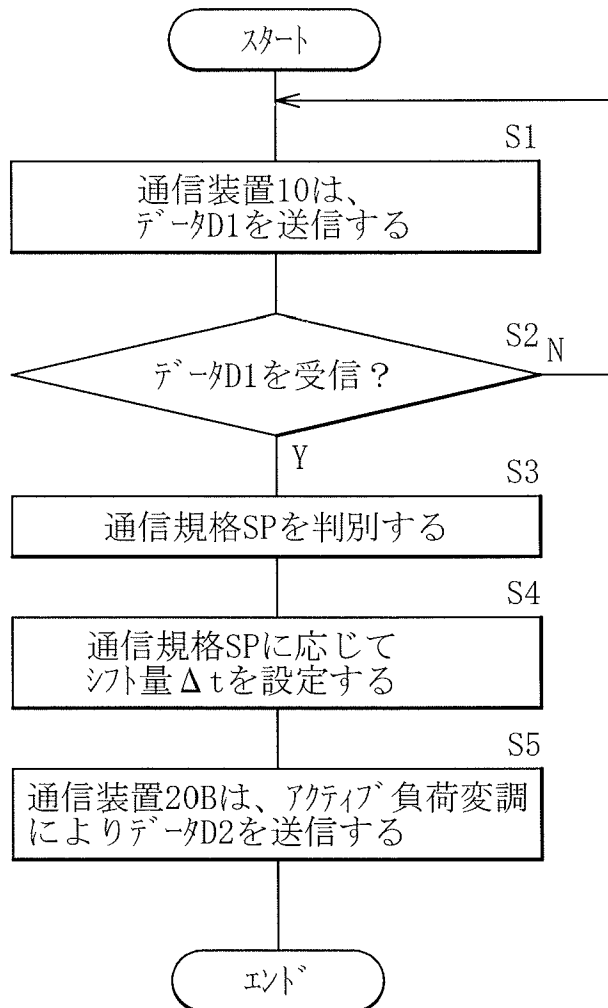
[図8]



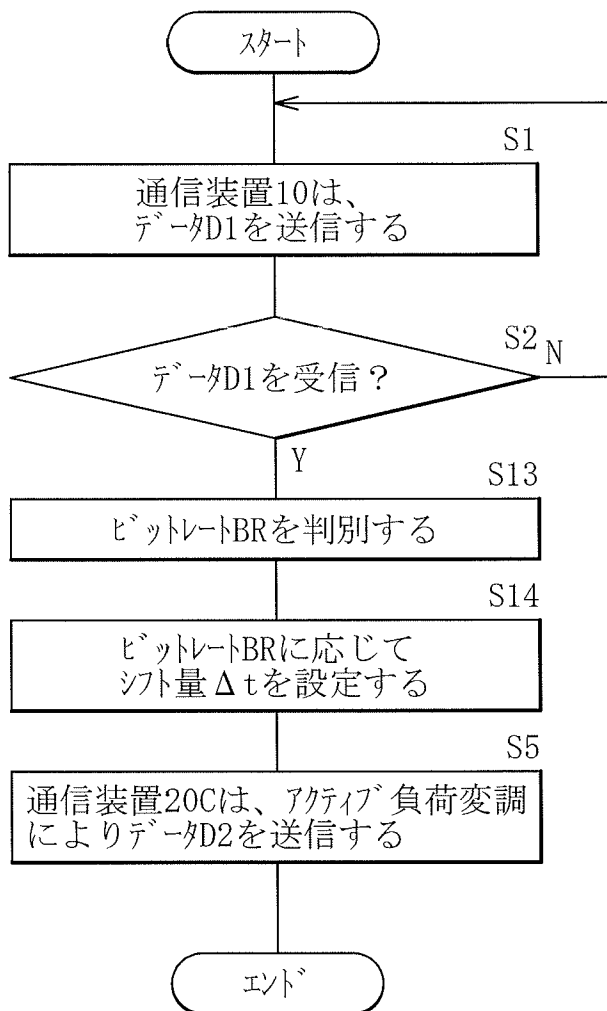
[図9]



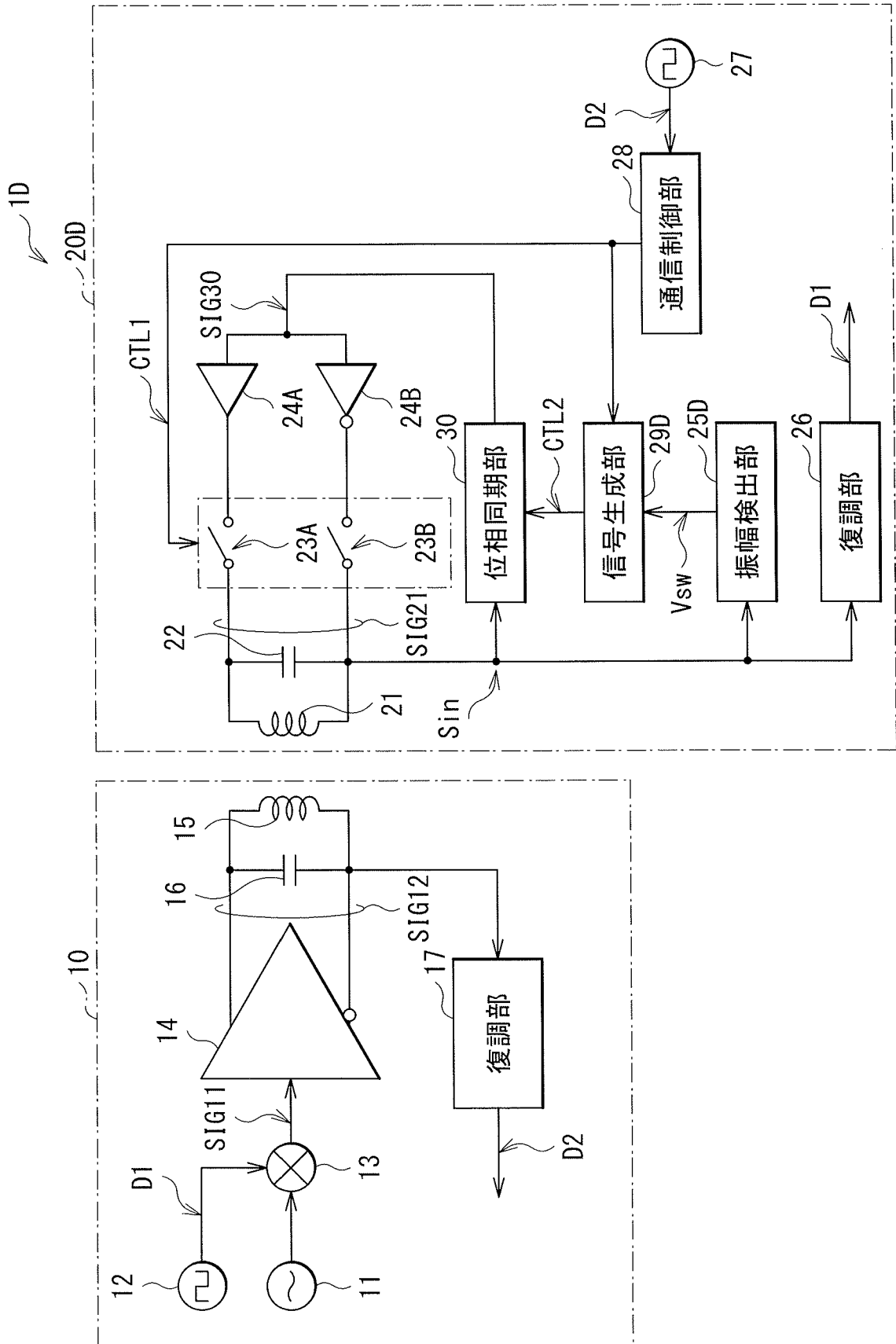
[図10]



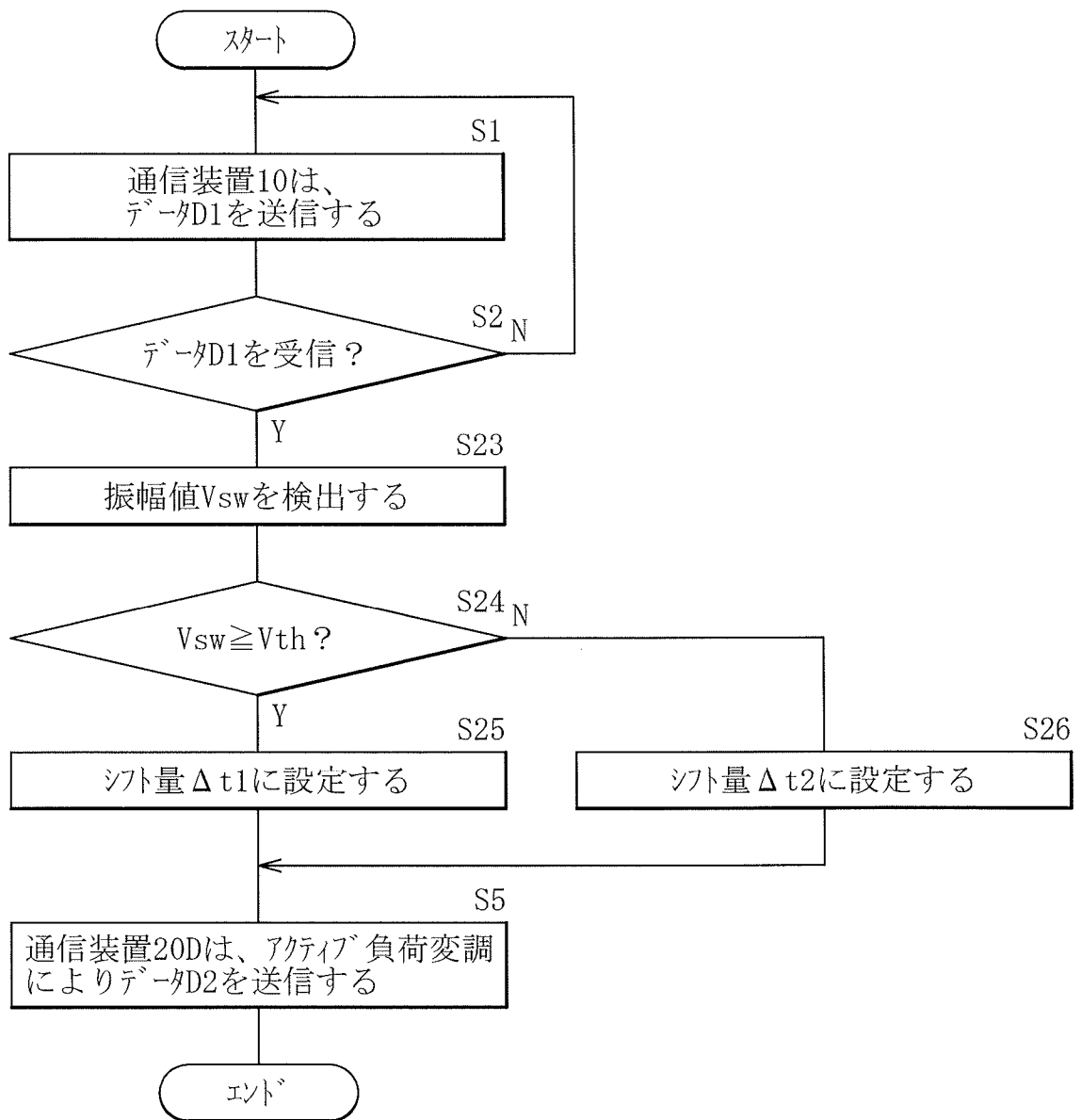
[図11]



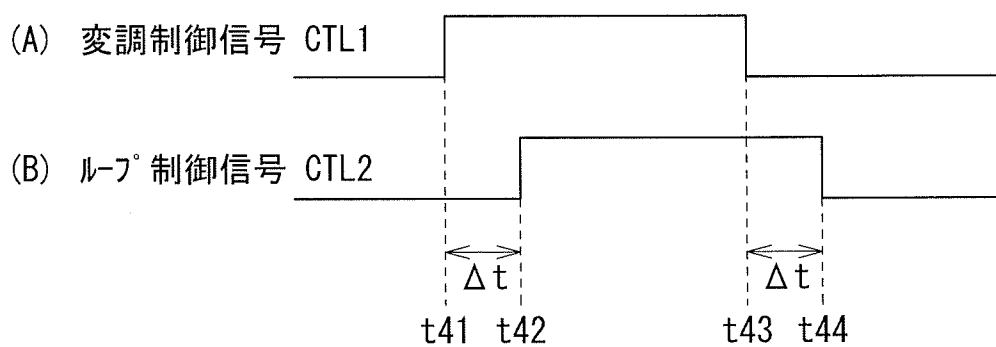
[図12]



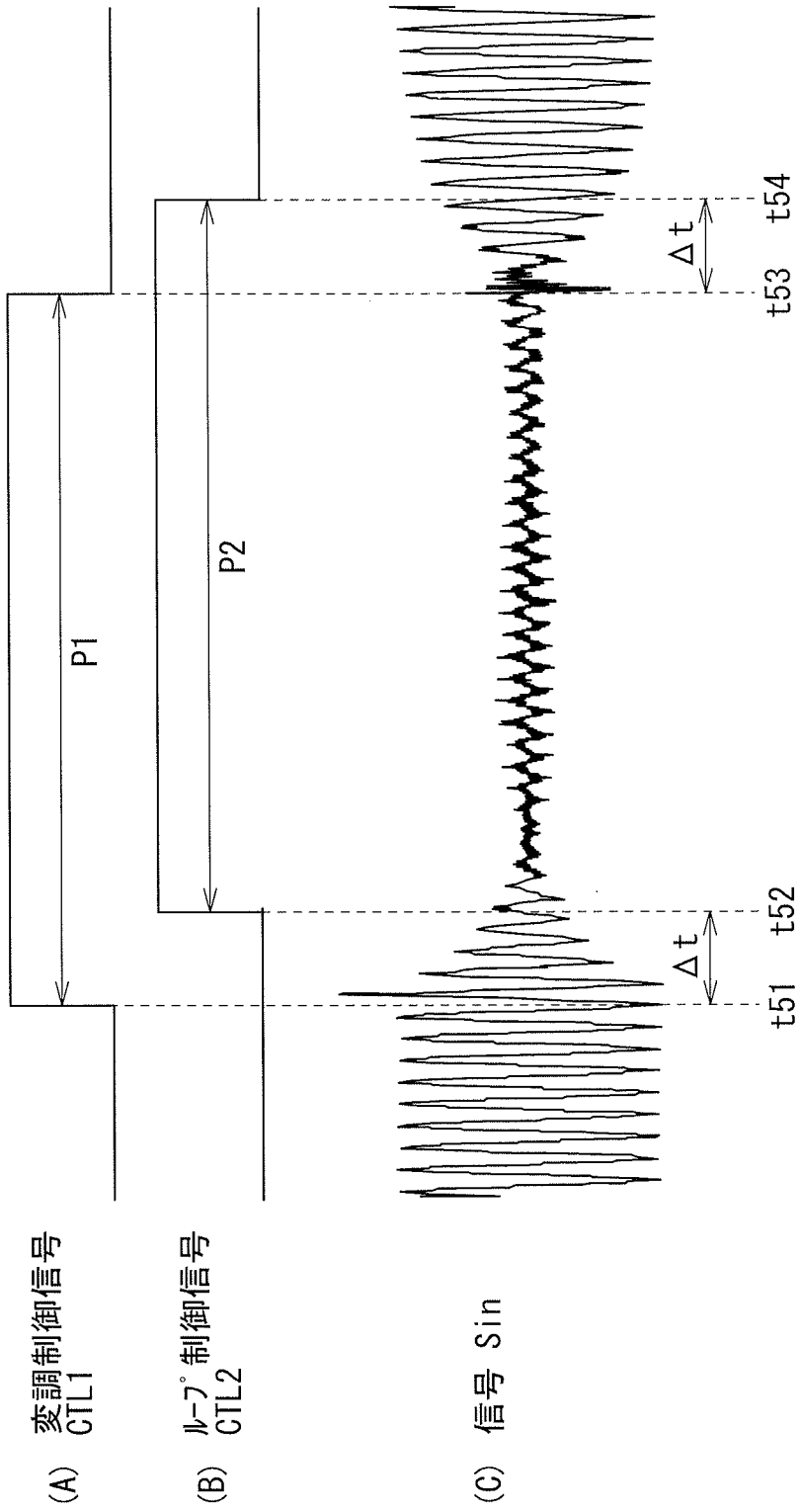
[図13]



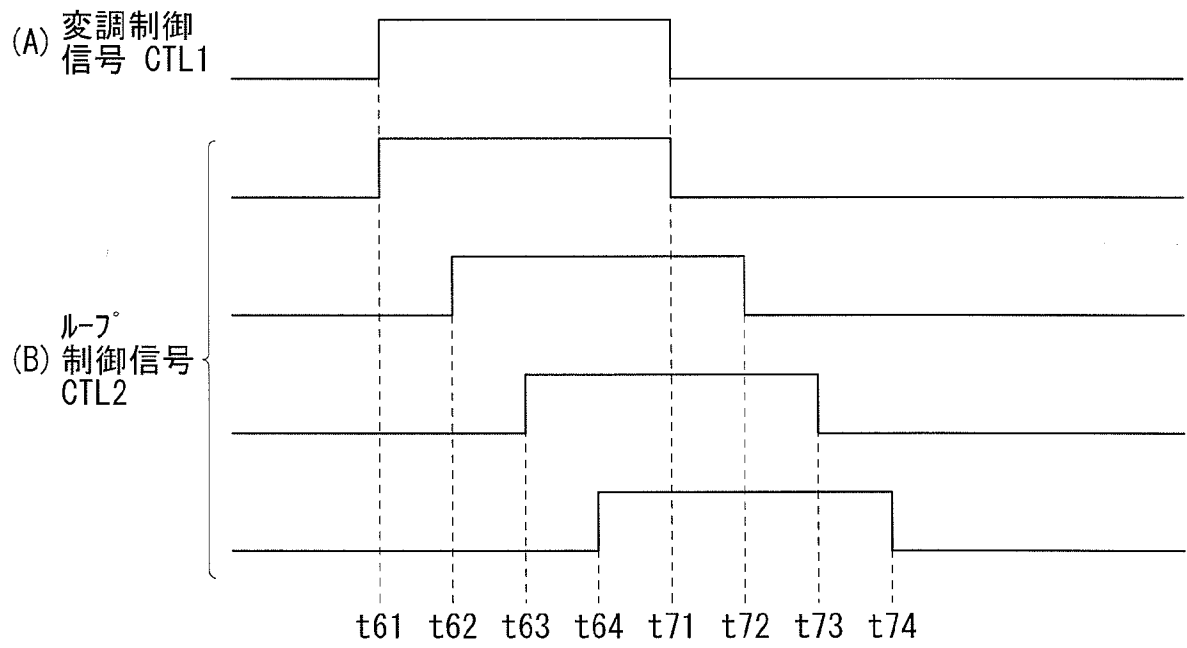
[図14]



[図15]



[図16]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/068062

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04B1/59(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)  
H04B1/59

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X A	JP 2009-175976 A (Sony Corp.), 06 August 2009 (06.08.2009), fig. 1, 8; paragraphs [0053], [0134] to [0148] (Family: none)	1-5, 9-12 6-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 June 2016 (29.06.16)	Date of mailing of the international search report 12 July 2016 (12.07.16)
--	---

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. H04B1/59(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. H04B1/59

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X A	JP 2009-175976 A（ソニー株式会社）2009.08.06, 図1, 8, 段落[0053], [0134]-[0148]（ファミリーなし）	1-5, 9-12 6-8

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                                | 「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

29.06.2016

国際調査報告の発送日

12.07.2016

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）

野元 久道

5K

9184

電話番号 03-3581-1101 内線 3556