

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3599183号

(P3599183)

(45) 発行日 平成16年12月8日(2004.12.8)

(24) 登録日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H04B 7/155

F I

H04B 7/155

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2001-93595 (P2001-93595)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成13年3月28日(2001.3.28)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2002-290300 (P2002-290300A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成14年10月4日(2002.10.4)	(74) 代理人	100105511
審査請求日	平成14年2月15日(2002.2.15)		弁理士 鈴木 康夫
		(74) 代理人	100109771
			弁理士 白田 保伸
		(72) 発明者	縄田 日出
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
		審査官	青木 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衛星通信送信制御方式及び小型地球局

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

1つの中心局と複数の小型地球局とから構成され衛星中継器を介し周波数多元接続方式の通信用チャンネルにより通信を行う衛星通信送信制御方式であって、前記中心局は、高精度な周波数のクロック信号に基づき前記小型地球局を制御/監視する信号を共通チャンネルで送信するための変調器を有し、前記小型地球局は、通信情報を変調する変調器と、前記変調器の出力を中間周波数もしくは無線周波数の変調キャリアに変換する局部発振器と、前記共通チャンネルを介して受信した信号からクロック信号を再生して出力する復調器と、電源投入後に前記復調器からのクロック信号を基準として、前記局部発振器の周波数誤差を検出し、周波数誤差が予め設定した許容誤差範囲内に入るまで前記変調キャリアの送出を停止する信号を生成する周波数比較器と、を有することを特徴とする衛星通信送信制御方式。

10

## 【請求項2】

前記小型地球局は、前記変調器の出力に前記局部発振器の出力を乗算するミキサーを備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサーへの送出を停止することを特徴とする請求項1記載の衛星通信送信制御方式。

## 【請求項3】

前記小型地球局は、通信情報を変調する前記変調器に対する変調器用局部発振器を備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器用局

20

部発振器の出力の通信情報を変調する前記変調器への送出手を停止することを特徴とする請求項 1 記載の衛星通信送信制御方式。

【請求項 4】

前記周波数比較器は、前記クロック信号を基準とする一定時間のゲート期間を規定するタイマーと、前記ゲート期間の前記局部発振器の出力を計数するカウンターと、前記カウンターの計数値と予め設定した許容誤差範囲とを比較する比較器とを備え、前記比較器の比較結果、前記計数値が前記許容誤差範囲外である場合に前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサーへの送出手を停止することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の衛星通信送信制御方式。

【請求項 5】

前記局部発振器は、温度補償型水晶発振器を源振とするシンセサイザーで構成され、前記温度補償型水晶発振器の逡倍出力を出力とすることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の衛星通信送信制御方式。

【請求項 6】

1 つの中心局から衛星中継器の共通チャネルを介して送信された高精度な周波数のクロック信号に基づく信号により制御/監視され、通信用チャネルにより通信する周波数多元接続方式における小型地球局であって、通信情報を変調する変調器と、前記変調器の出力を中間周波数もしくは無線周波数の変調キャリアに変換する局部発振器と、前記共通チャネルを介して受信した信号からクロック信号を再生して出力する復調器と、電源投入後に前記復調器からのクロック信号を基準として、前記局部発振器の周波数誤差を検出し、周波数誤差が予め設定した許容誤差範囲内に入るまで前記変調キャリアの送出手を停止する信号を生成する周波数比較器と、を有することを特徴とする小型地球局。

【請求項 7】

前記変調器の出力に前記局部発振器の出力を乗算するミキサーを備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサーへの送出手を停止することを特徴とする請求項 6 記載の小型地球局。

【請求項 8】

通信情報を変調する前記変調器に対する変調器用局部発振器を備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器用局部発振器の出力の通信情報を変調する前記変調器への送出手を停止することを特徴とする請求項 6 記載の小型地球局。

【請求項 9】

前記周波数比較器は、前記クロック信号を基準とする一定時間のゲート期間を規定するタイマーと、前記ゲート期間の前記局部発振器の出力を計数するカウンターと、前記カウンターの計数値と予め設定した許容誤差範囲とを比較する比較器とを備え、前記比較器の比較結果、前記計数値が前記許容誤差範囲外である場合に前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサーへの送出手を停止することを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の小型地球局。

【請求項 10】

前記局部発振器は、温度補償型水晶発振器を源振とするシンセサイザーで構成され、前記温度補償型水晶発振器の逡倍出力を出力とすることを特徴とする請求項 6、7、8 又は 9 記載の小型地球局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、デジタル衛星通信システムに関し、1 つの中心局と複数の小型地球局とからなり、衛星中継器を介して周波数多元接続方式の通信を行うための衛星通信送信制御方式及び小型地球局に関する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来 の 技 術 】

1つの中心局と、複数の地球局とから構成されるデジタル衛星通信システムであって、中心局と複数の地球局との間、もしくは複数の地球局同士が衛星中継器を介して変調キャリアを送受する周波数多元接続 (Frequency Division Multiple Access : 以下、FDMAともいう) 方式の通信を行う衛星通信方式が知られている。

## 【 0 0 0 3 】

このようなFDMA方式による衛星通信方式では、衛星中継器の周波数軸上において隣接する変調キャリア同士が互いに影響を及ぼさないように、各変調キャリアの中心周波数の精度を充分高くすることが必要である。つまり、中心局及び複数の地球局は、変調キャリアの送出に当たって常に不安定な信号を送出しないことが要求される。

10

## 【 0 0 0 4 】

これは、図8(A)に示すように複数の変調キャリアが衛星中継器に向けて発射されている場合、各々の変調キャリアの中心周波数の精度がよい場合は問題は生じないが、ある変調キャリアの中心周波数の誤差が大きい場合は、図8(B)に示すように隣接する変調キャリアに妨害を与えるとともに自分のキャリアも悪い影響を受けることになるからである。

## 【 0 0 0 5 】

ところで、従来より無線通信においては、送信装置側の送信制御方式として、送信装置の電源投入時等に過渡的な不安定な送信信号が送出される虞があり、これを防止する送信制御方式が知られている。

20

## 【 0 0 0 6 】

例えば、特公昭60-059778号公報には、電源の投入時に、水晶発振回路からアンテナまでの間で帰還による部分的な発振が生じて障害を起こすことを防止するために、アンテナ側の回路の電源のみを遅延して投入するタイマー(電源オンタイマー)を設け、水晶発振回路が立ち上がった後にアンテナから送信信号が送出されるように構成した無線送信機が記載されている。また、特許第2944480号公報には、送信装置に制御部(CPU)とハード制御部とパワーオンリセット回路(電源オンタイマー)を備え、電源投入時に前記ハード制御部で送信出力を制御し、前記制御部(CPU)が立ち上がった後は対向する受信装置側からの受信レベルの情報により送信出力の制御を行うようにパワーオンリセット回路(電源オンタイマー)により動作を切り換えるように構成した送信出力制御方式が記載されている。

30

## 【 0 0 0 7 】

また、特開昭64-001335号公報には、送信機の電源投入時に基準周波数発振器を備える自動位相制御回路(APC)の電圧制御発振器VCOが前記基準周波数発振器に基づく中心周波数から離れた周波数から立ち上がっても受信側で雑音が発生しないように、送信機のAPC内のデジタル位相比較器から発生するノイズを検出し、ノイズの発生が終了してから所定時間後に送信機の出力側のスイッチをオンに制御する雑音発生防止回路付送信機が記載されている。更に、特開平09-135178号公報には、同様のAPC内の位相検波器(位相比較器)の出力を監視し送信のオン/オフ切り換えを制御するアラーム検出回路と、パワーオンリセット回路(電源オンタイマー)を備え、電源立上時にパワーオンリセット回路(電源オンタイマー)により送信のオン切り換えを禁止し、アラーム検出回路の不安定動作による送信出力のばたつきを防ぐようにした送信出力制御方式が記載されている。

40

## 【 0 0 0 8 】

## 【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

以上述べたように、1つの中心局と複数の地球局との間、もしくは複数の地球局同士が衛星中継器を介して通信を行うデジタル衛星通信システムにおいては、各地球局等は衛星中継器を介してFDMA方式により通信を行うことから、互いに送信信号の周波数帯域が

50

重複することなく送信することが必要であり、特に、電源投入時に不安定な送信信号が送出されることを防止することが重要である。

【0009】

例えば、地球局が超小型地球局 (Very Small Aperture Terminal) で構成されるような衛星通信システムでよく使用されているKuバンドの周波数帯では、衛星に向かうアップリンクで14.0GHzから14.5GHzであり、変調キャリアの送信周波数誤差が1ppm ( $= 1 \times 10^{-6}$ ) とすると、これは14kHzの誤差になる。これは、広く使用されているADPCM音声通信用デジタル衛星通信の変調速度32kbpsからなる変調キャリアでは無視できない値である。そして、このような通信方式における許容される送信周波数の誤差である許容送信周波数誤差としては、概ね  $\pm 0.1$  ppm以下程度が要求される。

10

【0010】

ところが、地球局から発射される変調波の送信周波数の精度は、送信部にある送信周波数変換装置 (以下、U/C (アップコンバータ) という) に依存する。つまり、U/Cでは局部発振器を持ち、これにより変調キャリアの送信中心周波数が決定される。

【0011】

局部発振器はシンセサイザ式のPLL回路で構成されているため、数十MHz (例えば10MHz) の水晶発振器を源振として、これを逡倍して局部発振器として使用される (例えば10MHz源振の場合は1,400逡倍で14GHzとなる)。このため源振に1ppmの誤差があれば、そのまま逡倍されて局部発振器でも1ppmの誤差となって現れる。

20

【0012】

従って、源振の精度が変調キャリアの送信中心周波数を左右するので、源振となる水晶発振器は高精度を維持できるものでなくてはならない。

【0013】

通常、高精度を維持できる水晶発振器として広く用いられるのは、OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator) と呼ばれる温度補償型水晶発振器 (以下、OCXOともいう) である。これは、内部に熱を発生するヒーターを包含し水晶振動子や水晶発振回路を安定した温度のオーブンに閉じ込め、非常に高い周波数安定度を実現する恒温槽制御水晶発振器である。通常、OCXOの精度は  $\pm 0.005$  ppm ~  $\pm 0.01$  ppm程度に維持できる。

30

【0014】

ところが、OCXOを起動する (回路に電源を入れる) 時は、内部のオーブンが暖まり恒温槽として安定した温度が得られるまでの周波数精度は非常に悪く、数十ppmにものぼる。また、安定した周波数が得られるようになるまでの立ち上がり時間は数分かかるのが現状である。

【0015】

即ち、電源を入れて安定した周波数が得られるようになるまでの数分間は、局部発振器であるPLLの源振としては使用できないことになり、この間は送信信号を送出すると隣接するキャリアとの干渉を起こすことになる。

40

【0016】

図9は、電源の投入後のOCXOの発振周波数誤差の一例を示す図である。ここで横軸は電源を入れてから経過した時間を示しており、縦軸は定格周波数との誤差を示している。例えば、10ppmの誤差があるときに変調キャリアを発射した場合、14GHz帯では140kHzもずれた周波数に変調キャリアの中心周波数が移行してしまうために、隣接するキャリアを妨害する。

【0017】

一方、電源投入時に不正な信号の送信を防止するための従来の技術として、前述の公報記載の送信制御方式が知られているが、前記特公昭60-059778号公報記載の無線送信機では、単に電源オン時に一定時間のみ送信をオフに制御する電源オンタイマーを使用

50

する方式であり、何らかの障害により発振器が定常状態に達することができず本来の周波数からの周波数誤差が大きい場合にも、一定時間後に送信が開始される制御方式であるから、前記周波数多元接続の送信制御には適用不可能である。また、特許第2944480号公報記載の送信出力制御方式は、相手受信局からの受信情報を利用するものの、利用する受信情報は受信レベルのみを問題として送信出力レベルを制御するものにすぎず、電源オンタイマー動作後は、送信キャリアの中心周波数からの周波数誤差に関係なく送信信号が出力され、例えば送信周波数を決定する発振器が故障して誤った周波数で発振していても時間がくれば誤った周波数で出力され、やはり前記周波数多元接続における送信制御には適用不可能である。

【0018】

また、特開昭64-001335号公報、特開平09-135178号公報記載の送信制御においては、位相比較器の出力（APC電圧）を監視するように構成しているものの、基準周波数発振器の周波数が規定の周波数からかなりの誤差、例えば、数十ppm程度の誤差があっても正常と判断されるものであり、このような制御方式を採用すると周波数誤差の大きなキャリアが送信されてしまうという問題がある。

【0019】

このように前記従来の技術は、1つの中心局と複数の超小型地球局とから構成されるデジタル衛星通信システムであって、中心局と複数の超小型地球局、もしくは複数の超小型地球局同士が衛星中継器を介して周波数多元接続方式で通信を行う場合における中心局の変調器の送信制御に適用することはできないものであった。

【0020】

勿論、衛星中継器において使用可能な占有帯域幅を広く設定すれば、各地球局の送信信号の周波数誤差の影響を回避することが可能であるが、周波数の有効利用に反する上、経済的にも不利であることは明らかである。

【0021】

（発明の目的）

本発明の目的は、局部発振器の周波数が不安定となる電源立ち上げ時の時間帯に、変調キャリアを放射しないようにすることが可能な衛星通信送信制御方式及び小型地球局を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明の衛星通信送信制御方式は、1つの中心局と複数の小型地球局とから構成され衛星中継器を介し周波数多元接続方式の通信用チャンネルにより通信を行う衛星通信送信制御方式であって、前記中心局は、高精度な周波数のクロック信号に基づき前記小型地球局を制御/監視する信号を共通チャンネルで送信するための変調器を有し、前記小型地球局は、通信情報を変調する変調器と、前記変調器の出力を中間周波数もしくは無線周波数の変調キャリアに変換する局部発振器と、前記共通チャンネルを介して受信した信号からクロック信号を再生して出力する復調器と、電源投入後に前記復調器からのクロック信号を基準として、前記局部発振器の周波数誤差を検出し、周波数誤差が予め設定した許容誤差範囲内に入るまで前記変調キャリアの送出を停止する信号を生成する周波数比較器と、を有すること

【0023】

また、前記小型地球局は、前記変調器の出力に前記局部発振器の出力を乗算するミキサーを備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサーへの送出を停止すること、又は前記小型地球局は、通信情報を変調する前記変調器に対する変調器用局部発振器を備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器用局部発振器の出力の通信情報を変調する前記変調器への送出を停止すること、を特徴とし、前記周波数比較器は、前記クロック信号を基準とする一定時間のゲート期間を規定するタイマーと、前記ゲート期間の前記局部発振器の出力を計数するカウンターと、前記カウ

10

20

30

40

50

ンターの計数値と予め設定した許容誤差範囲とを比較する比較器とを備え、前記比較器の比較結果、前記計数値が前記許容誤差範囲外である場合に前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサへの送出を停止することを特徴とする。

【0024】

前記各衛星通信送信制御方式において、前記局部発振器は、温度補償型水晶発振器を源振とするシンセサイザーで構成され、前記温度補償型水晶発振器の逡倍出力を出力とすることを特徴とする。

【0025】

本発明の小型地球局は、1つの中心局から衛星中継器の共通チャネルを介して送信された高精度な周波数のクロック信号に基づく信号により制御/監視され、通信用チャネルにより通信する周波数多元接続方式における小型地球局であって、通信情報を変調する変調器と、前記変調器の出力を中間周波数もしくは無線周波数の変調キャリアに変換する局部発振器と、前記共通チャネルを介して受信した信号からクロック信号を再生して出力する復調器と、電源投入後に前記復調器からのクロック信号を基準として、前記局部発振器の周波数誤差を検出し、周波数誤差が予め設定した許容誤差範囲内に入るまで前記変調キャリアの送出を停止する信号を生成する周波数比較器と、を有することを特徴とする。

10

【0026】

また、前記小型地球局は、前記変調器の出力に前記局部発振器の出力を乗算するミキサを備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサへの送出を停止すること、又は前記小型地球局は、通信情報を変調する前記変調器に対する変調器用局部発振器を備え、前記周波数比較器により周波数誤差が予め設定した誤差範囲内に入るまで前記変調器用局部発振器の出力の通信情報を変調する前記変調器への送出を停止すること、を特徴とし、前記周波数比較器は、前記クロック信号を基準とする一定時間のゲート期間を規定するタイマーと、前記ゲート期間の前記局部発振器の出力を計数するカウンターと、前記カウンターの計数値と予め設定した許容誤差範囲とを比較する比較器とを備え、前記比較器の比較結果、前記計数値が前記許容誤差範囲外である場合に前記変調器の出力を停止又は前記局部発振器の出力の前記ミキサへの送出を停止することを特徴とする。

20

【0027】

また、前記各小型地球局において、前記局部発振器は、温度補償型水晶発振器を源振とするシンセサイザーで構成され、前記温度補償型水晶発振器の逡倍出力を出力とすることを特徴とする。

30

【0028】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の一実施の形態として、1つの中心局(以下、HUB局という)と複数の超小型地球局(VSAT; very small aperture terminal、以下、VSAT局という)とから構成されるデジタル衛星通信システムの衛星通信送信制御方式について図面を参照して以下詳細に説明する。

【0029】

(構成の説明)

図1は、HUB局と複数のVSAT局を使用するデジタル衛星通信システムの構成及び通信機能を示す概念図である。図1(a)に示すように、中継器を備える通信衛星(SAT)、中央コンピュータや情報端末が接続されたHUB局(HUB)及びパーソナル・コンピュータ、電話機等の情報端末が接続された複数のVSAT局(VSAT-A、VSAT-B、...)とから構成され、HUB局と複数のVSAT局、もしくは複数のVSAT局同士が衛星中継器を介して周波数多元接続(Frequency Division Multiple Access)方式の通信を行う。

40

【0030】

このデジタル衛星通信システムでは、HUB局から衛星通信に参加する全てのVSAT局を衛星中継器を介して制御/監視する共通チャネルのコモン・シグナリング・チャネル

50

(以下、CSCという)回線とVSAT局同士のデータ通信用の回線とが使用される。

【0031】

共通チャネル(CSC回線)は、複数の局が同一の周波数を時分割で使用して通信を行うチャネルであり、TDM(Time Division Multiplexing)方式やTDMA(Time Division Multiple Access)方式、スロット付きアロハ方式などを用いて通信が行われるチャネルである。

【0032】

図1(b)に示すように、共通チャネル(CSC回線)は、HUB局からVSAT局への下り回線(OB: Out Bound)と、VSAT局からHUB局への上り回線(IB: In Bound)とからなり、それぞれ異なる周波数帯域でユニークワード(UW) 10  
によるフレーム構成の時分割方式の制御信号が送受信される。

【0033】

VSAT局は、CSC回線によりHUB局から制御/監視されるとともに、各VSAT局はVSAT局同士でCSC回線の周波数とは別の周波数でデータ通信用の互いに異なる周波数帯域の回線を利用して変調キャリアを送受信し、FDMA方式の通信を行う。このための通信制御の手順は以下のとおりである。

【0034】

図1に示すように、1 HUB局は、常時CSC回線の下り回線(OB)により、例えば、各VSAT局の診断(Health Check)制御、VSAT局からの要求による回線割当制御等、VSAT局に対する監視/制御を行っている。2 ここで、例えば 20  
VSAT局VSAT-Aは、VSAT局VSAT-Bに対する通信の要求が生じた場合、CSC回線の上り回線(IB)を介してHUB局に対してデータ通信用の回線の割り当てを要求し、これに対しHUB局はCSC回線の下り回線(OB)によりVSAT局VSAT-A、VSAT-Bに対するそれぞれのデータ通信用の回線の割り当てを行う。3  
VSAT局VSAT-A、VSAT-Bは、HUB局から割り当てられた、データ通信用の異なる回線を使用してVSAT局VSAT-A、VSAT-Bの間で双方向通信を行う。

【0035】

以上の通信制御が確実かつ安定に実行できるようにするために、HUB局にはCSC回線に送信する制御信号の送信クロックを発生する非常に周波数精度が高い発振器を備え、電源断などのない極めて安定した運転を行っている。 30

【0036】

図2は、本実施の形態の衛星通信送信制御方式におけるVSAT局の一構成例を示す図である。同図に示すように、VSAT局は、通信情報を変調する変調器1と、変調器1の変調波を導通または切断するスイッチ2と、スイッチ2からの変調波をFDMA方式の搬送波信号(変調キャリア)に周波数変換する送信周波数変換装置3と、HUB局との間の送受信を行うパラボラアンテナや高周波回路等からなるアンテナ及びRF装置4と、HUB局からの変調キャリアを周波数変換する受信周波数変換装置5と、周波数変換された受信信号の内、CSC回線の信号を復調し受信クロックを出力する復調器6と、周波数比較器7とから構成される。 40

【0037】

変調器1は、当該VSAT局からの通信情報を変調して変調波を出力し、スイッチ2は、周波数比較器7からの制御信号により導通/遮断し、前記変調波の前記送信周波数変換装置3への入力を制御する。

【0038】

前記送信周波数変換装置3は、スイッチ2を介して入力された変調波を当該VSAT局から発射する搬送周波数まで上げるアップコンバータとして機能する。送信周波数変換装置3は、局部発振器32と、前記局部発振器32の出力と前記変調波を乗算する周波数変換用のミキサー31とを備える。

【0039】

局部発振器 3 2 は、水晶振動子を使用した源振（基準周波数発振器）としての O C X O を含むシンセサイザー式の P L L 回路で構成され、前記 O C X O の出力周波数を逡倍した局部信号を出力する。

【 0 0 4 0 】

前記受信周波数変換装置 5 は、アンテナ及び R F 装置 4 からの変調キャリアの周波数を復調器 6 の動作周波数まで下げるダウンコンバータとしての機能を有し、復調器 6 は C S C 回線の信号を復調し受信クロックを出力する。

【 0 0 4 1 】

前記周波数比較器 7 は、C S C 回線から復調器 6 により再生された受信クロックの周波数と、局部発振器 3 2 の出力の周波数とを比較し、その誤差が決められた一定の周波数の誤差範囲内であれば前記スイッチ 2 を導通して変調波を通過させ、前記周波数誤差範囲外ならば前記スイッチ 2 を非導通として変調波の通過を遮断するための制御信号を出力する。

10

【 0 0 4 2 】

図 3 は、本実施の形態の衛星通信送信制御方式における H U B 局の一構成例を示す図である。同図に示すように H U B 局は、変調器 9 と、送信クロックを生成する高安定な発振器 8 と、送信周波数変換装置 1 0 と、アンテナ及び R F 装置 1 1 とで構成される。

【 0 0 4 3 】

変調器 9 は各 V S A T 局を制御 / 監視する C S C 回線の制御信号等の送信用変調器であり、前記制御信号等は発振器 8 からの非常に高精度な周波数の送信クロックに基づいて生成される。また、送信周波数変換装置 1 0 は、前記制御信号等の変調波を H U B 局から発射する変調キャリアの搬送周波数まで上げるアップコンバータとしての機能を有し、アンテナ及び R F 装置 1 1 は各 V S A T 局との間での送受信機能を有する。

20

【 0 0 4 4 】

図 4 は、V S A T 局の局部発振器 3 2 の具体的構成の一例を示す図である。O C X O 3 2 1 と、その出力を分周する  $1 / m$  分周器（ $m$  : 正の整数）3 2 2 と、電圧制御発振器（V C O）3 2 3 と、その出力を分周する  $1 / n$  分周器（ $n$  : 正の整数）3 2 4 と、前記分周器の各出力の位相を比較する位相比較器 3 2 5 と、前記位相比較器 3 2 5 からの位相誤差信号の低周波成分を抽出する低域通過フィルタ（Low Pass Filter）と、前記低周波信号を増幅するループ増幅器 3 2 7 とからなる P L L 回路構成を有する。

【 0 0 4 5 】

図 5 は、V S A T 局の周波数比較器 7 の具体的構成の一例を示す図である。許容誤差範囲設定器 2 1 と、比較器 2 2 と、タイマー 2 3 と、ゲート 2 4 と、カウンター 2 5 とから構成される。許容誤差範囲設定器 2 1 は、周波数誤差の範囲を設定する設定器であり、タイマー 2 3 は受信クロックにより規定される一定時間の間、ゲート 2 4 を導通させるタイマーである。カウンター 2 5 は前記一定時間の間の局部発振器 3 2 の出力を計数する計数器であり、比較器 2 2 は、カウンター 2 5 の計数値が許容誤差範囲設定器 2 1 に予め設定された設定値の範囲内か否かにより前記制御信号を出力する。

30

【 0 0 4 6 】

（動作の説明）

次に、本実施の形態の衛星通信送信制御方式の V S A T 局の電源投入による始動時の動作について、以下説明する。

40

【 0 0 4 7 】

図 2 に示す V S A T 局は、当初電源が入っておらず、衛星中継器を介するデジタル衛星通信システムの通信がコールドスタンバイ状態にあるとし、当該 V S A T 局のスイッチ 2 は切断状態にある。ここで、V S A T 局の装置に電源を投入すると、電源投入によりスイッチ 2 は切断状態で立ち上がる。また、図 4 に示す O C X O 3 2 1 を基準周波数発振器とする P L L 回路で構成した局部発振器 3 2 にも電源が投入され、V S A T 局の起動が開始する。

【 0 0 4 8 】

P L L 回路は、O C X O 3 2 1 の出力を  $1 / m$  分周した出力信号と電圧制御発振器 3 2 3

50

の出力信号との位相差が位相比較器 3 2 5 の特性により決定される所定位相差、典型的にはゼロ位相差になるように、低周波通過フィルタ 3 2 6 の出力のループ利得増幅器 3 2 7 を介する誤差信号により前記電圧制御発振器 3 2 3 を制御する原理により、電圧制御発振器 3 2 3 の発振出力の周波数 ( $f_{vco}$ ) を、OCXO 3 2 1 の基準発振周波数 ( $f_{ref}$ ) の  $n/m$  倍 ( $n/m \gg 1$ ) した通倍出力 ( $f_{vco} = n/m \cdot f_{ref}$ ) を局部信号として出力する。

【0049】

ここで OCXO 3 2 1 の出力周波数は、電源投入直後はその発振周波数精度が低く、発振周波数が規定値に安定化するまでは一定の時間を要する。これは特に OCXO では、電源の投入後、内部のオープンが暖まり恒温槽として安定した温度に落ち着くまで周波数精度は不安定であり、周波数誤差が大きいので、これを基準周波数発振器とする PLL 回路でなる局部発振器では送信周波数を決めるその中心周波数も誤差が大きい。例えば、電源投入後の OCXO の周波数精度は、数十 ppm 程度にまで低下する虞があり、その間の電圧制御発振器 3 2 3 の発振出力の周波数 ( $f_{vco}$ ) は、 $(n/m) \times$  数十 ppm 程度と周波数誤差の度合いも拡大する。

10

【0050】

一方、VSAT 局の復調器 6 は、通常、HUB 局から送られている CSC 回線を受信するように設定されており、電源が入った直後から CSC 回線の受信動作が開始される。前述のごとく CSC 回線のクロックは極めて高い周波数精度の発振器により規定されており、高安定な制御信号が送信されており、これを復調再生した受信クロックもまた、高精度な

20

【0051】

周波数比較器 7 では、復調器 6 からの高精度な受信クロックをリファレンス (基準クロック) として、局部発振器 3 2 の局部信号の周波数を比較しその周波数誤差を検出し、前記スイッチ 2 に対する制御信号を出力する。つまり、周波数比較器 7 は、周波数誤差が所定の決められた範囲内であればスイッチ 2 を導通させ、同範囲外であればスイッチ 2 を遮断する制御信号を出力する。

【0052】

前述のように電源投入直後は OCXO 3 2 1 の周波数誤差は大きく、その通倍した局部信号の周波数誤差は大きいので、周波数比較器 7 の比較結果は前記誤差範囲外となり、電源投入時に遮断状態にあるスイッチ 2 は、周波数比較器 7 の比較結果に基づいて依然として遮断状態を維持するように制御され、変調器 1 から送信周波数変換装置 3 への変調波は遮断される。

30

【0053】

その後、局部信号の周波数誤差が小さくなり局部信号の周波数誤差が前記誤差範囲内に入ると周波数比較器 7 の比較結果が切り替わりスイッチ 2 は導通するように制御され、変調器 1 からの変調波が送信周波数変換装置 3 に入力される。送信周波数変換装置 3 では、ミキサ 3 1 において変調波が局部信号と乗算され中間周波信号あるいは無線周波数信号に周波数変換され、最終的に高い精度の中心周波数を有する変調キャリアがアンテナ/RF 装置 4 へ出力され、アンテナから送信される。

40

【0054】

以上の構成、動作により、VSAT 局が電源の投入により起動し、適宜通信に参加したとしても、起動時に不安定な変調キャリアが送信されないので、干渉による影響を相互に生起することはなく、各 VSAT 局同士で TDMA 方式の通信用チャネルを介する正常な通信の継続及び開始が可能となる。

【0055】

次に、図 5 を参照して周波数比較器における動作について説明する。同図の周波数比較器は、受信クロックの繰り返し周波数により決まる一定期間の局部信号を計数することにより、両者の周波数の偏差を判断する原理に基づくものである。つまり、タイマー 2 3 は周波数の精度の高い受信クロックを基準として、一定時間のパルス信号を出力しこのパルス

50

期間のみゲート 2 4 を導通させ、カウンタ 2 5 は局部発振器 3 2 からの局部信号を前記パルス期間に計数する。比較器 2 2 はカウンタ 2 5 の前記期間の計数値が許容誤差範囲設定器 2 1 に予め設定された上限及び下限等の設定値の範囲内にあるか否を判断し、制御信号を出力する。具体的な数値例で説明すると以下のとおりである。

【 0 0 5 6 】

例えば、パルス信号の一定時間を 1 秒とすると、前記タイマ 2 3 は、受信クロックが 3 5 k H z であれば受信クロック 3 5 , 0 0 0 個を計数することにより、また、受信クロックが 1 2 8 k H z であれば受信クロック 1 2 8 , 0 0 個を計数することにより 1 秒幅の前記パルス信号を出力することが可能である。

【 0 0 5 7 】

この 1 秒間、ゲート 2 4 を導通させ、被測定信号である局部発振器の出力をカウンタで計数する。O C X O のクロックの公称周波数が 1 0 M H z ならば、1 秒後のカウンタの計数値は 1 0 , 0 0 0 , 0 0 0 を示すはずであり、これが 1 0 , 0 0 0 , 0 0 1 であったならばその誤差は  $1 \times 10^{-7}$  である。

【 0 0 5 8 】

測定された周波数誤差と許容誤差範囲設定器 2 1 に予め設定されている許容誤差範囲とが比較され、最終的に周波数比較器の出力が生成される。例えば比較器 2 2 では、許容誤差範囲設定器 2 1 に設定した周波数誤差範囲  $\pm \times 10^{-7}$  等と比較し、その範囲内か範囲外か比較し、周波数比較器出力として前記制御信号を出力する。電源投入後においてこのような周波数誤差の検出動作を繰り返し、局部発振器の周波数が次第に安定し前記範囲内になるとスイッチ 2 が導通し、所定の送信動作が開始される。

【 0 0 5 9 】

タイマ 2 3 として、2 進カウンタ (リップルカウンタ等) を使用しその所定カウンタ段から受信クロックのデューティ 5 0 % の分周出力を生成して出力するように構成することにより、前記周波数誤差の検出動作の繰り返しを可能とするパルス信号を出力することができる。なお、基準となるタイマの時間は適宜変更可能であり、この時間を長くすることにより周波数誤差の測定精度を向上することが可能である。

【 0 0 6 0 】

(他の実施の形態)

以上説明した実施の形態において、不安定な変調キャリアの送出を防止する手段として変調器の出力側にスイッチを設けた構成を採用した例を説明したが、このような手段として各種の変形が可能である。つまり、変調器の出力側にスイッチを設ける代わりに、実質的にアンテナ / R F 装置 4 への変調キャリアの出力を停止する手段を設ける構成を採用することが可能である。

【 0 0 6 1 】

図 6、図 7 は、変調キャリアの送出を停止するための他の具体的手段を示す図である。図 6 に示す実施の形態では、送信周波数変換装置 3 からアンテナ / R F 装置 4 への変調キャリアの停止手段として、局部発振器 3 2 からミキサ 3 1 に至る局部信号の信号路にスイッチ 1 2 を設け周波数比較器 7 の出力により局部信号のオン / オフ制御を行う構成としたものであり、図 7 に示す実施の形態では、ベースバンドの通信情報を変調する変調器 1 に通常設けられる変調器用局部発振器 1 3 の出力にスイッチ 1 4 を設けて、該スイッチ 1 4 を周波数比較器 7 の出力により中間周波数の局部発振信号のオン / オフ制御を行う構成としたものである。

【 0 0 6 2 】

更に変調キャリアの送出を停止する手段として、送信周波数変換装置 3 とアンテナ / R F 装置 4 との間に変調キャリアをオン / オフ制御するスイッチを設ける構成とすることが可能であり、これらの少なくとも 2 つの組み合わせとすることが可能である。要するに変調キャリア自体を停波できる機能を持たせることにより実現することが可能である。

【 0 0 6 3 】

また、変調キャリアの停止期間に関連して、F D M A 方式の中心周波数の許容周波数誤差

10

20

30

40

50

が大きければ誤差範囲を広く設定してもよいので、周波数比較器に設定される許容誤差範囲を自由に設定できる構成とすることにより、FDMA方式の中心周波数の許容周波数誤差に応じて、変調キャリアを出力できるようになるまでの時間を可変にすることが可能である。

#### 【0064】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、制御・監視用の共通チャネルを介して中心局から受信される信号から得られる安定したクロック信号に基づき、小型地球局が電源投入直後からの局部発振器の周波数変動に起因する不安定な変調キャリアの送信を阻止することを可能としているから、変調キャリアを出力する衛星中継器の占有帯域幅を広く設定する必要がないため、周波数帯域の有効利用を図ることが可能である。また、隣接する変調キャリアに妨害を与えることも防ぐことが可能である。

10

#### 【0065】

本発明は、局部発振器の出力を安定な基準クロックとの絶対比較を行って変調キャリアの送信を制御するものであることから、所定の周波数誤差範囲内になれば直ちに変調キャリアを送信されることになり、電源オン時からタイマーを働かせて一定時間後に変調キャリアを送出する方法と比較して、出力周波数を決定する発振器の故障により誤った周波数で発振していても検出できず送信されるようなことはないだけでなく、出力周波数が正常になっても送信が阻止されるようなこともないという極めて顕著な効果を奏するものである。

20

#### 【0066】

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のHUB局と複数のVSAT局からなるデジタル衛星通信システムの構成及び通信機能を示す概念図である。

【図2】本実施の形態の衛星通信送信制御方式におけるVSAT局の一構成例を示す図である。

【図3】本実施の形態の衛星通信送信制御方式におけるHUB局の一構成例を示す図である。

【図4】VSAT局の局部発振器32の具体的構成の一例を示す図である。

【図5】VSAT局の周波数比較器7の具体的構成の一例を示す図である。

30

【図6】変調キャリアの送出手を停止するための他の例を示す図である。

【図7】変調キャリアの送出手を停止するための更に他の例を示す図である。

【図8】FDMA方式の変調キャリアの周波数配置の一例を示す図である。

【図9】電源の投入後のOCXOの発振周波数誤差の一例を示す図である。

##### 【符号の説明】

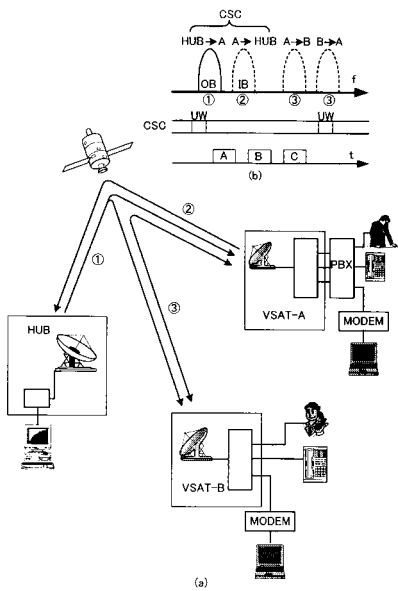
- 1、9 変調器
- 2、12、14 スイッチ
- 3、10 送信周波数変換装置
- 4、11 アンテナ/RF装置
- 5 受信周波数変換装置
- 6 復調器
- 7 周波数比較器
- 8 高安定発振器
- 13 変調器用局部発振器
- 31 ミキサー
- 32 局部発振器
- 21 許容誤差範囲設定器
- 22 比較器
- 23 タイマー
- 24 ゲート

40

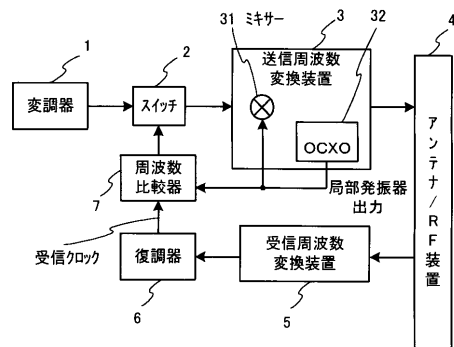
50

- 2 5 カウンター
- 3 2 1 温度補償型水晶発振器 ( O C X O )
- 3 2 2、3 2 4 分周器
- 3 2 3 電圧制御発振器 ( V C O )
- 3 2 5 位相比較器
- 3 2 6 低域通過フィルタ
- 3 2 7 ループ利得増幅器

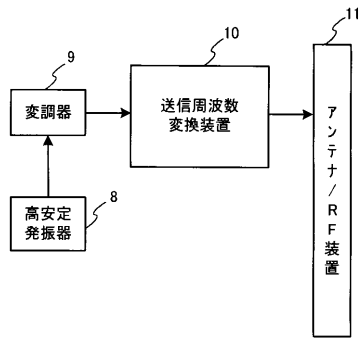
【 図 1 】



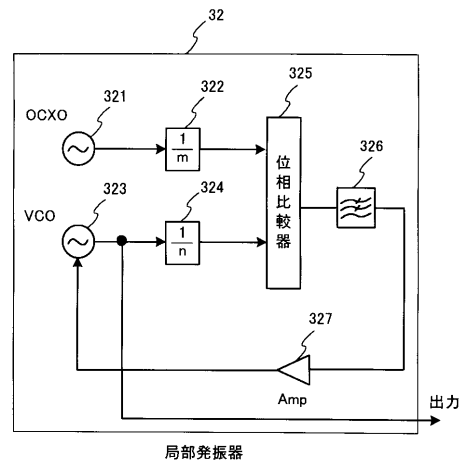
【 図 2 】



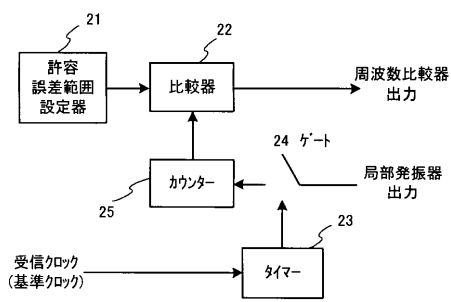
【 図 3 】



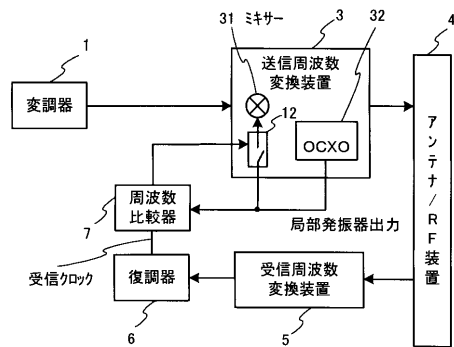
【 図 4 】



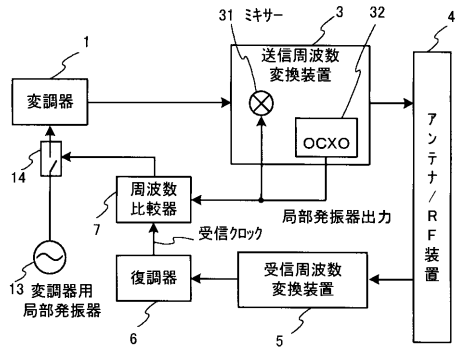
【 図 5 】



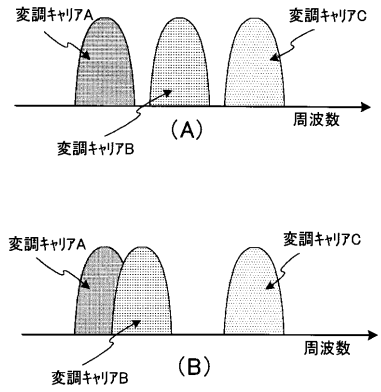
【 図 6 】



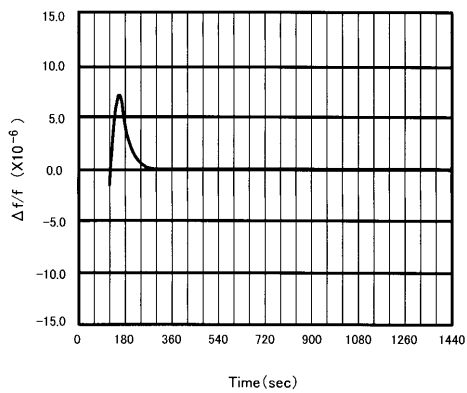
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-023093(JP,A)  
特開昭57-174953(JP,A)  
特開平06-006275(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H04B 7/14 - 7/22