

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-516359

(P2016-516359A)

(43) 公表日 平成28年6月2日(2016.6.2)

(51) Int.Cl.  
H03D 7/18 (2006.01)F I  
H03D 7/18

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-502719 (P2016-502719)  
(86) (22) 出願日 平成26年3月14日 (2014.3.14)  
(85) 翻訳文提出日 平成27年11月6日 (2015.11.6)  
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/028158  
(87) 国際公開番号 W02014/143956  
(87) 国際公開日 平成26年9月18日 (2014.9.18)  
(31) 優先権主張番号 13/840,816  
(32) 優先日 平成25年3月15日 (2013.3.15)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 398062286  
エルー3 コミュニケーションズ コーポ  
レーション  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 100  
16 ニューヨーク サードアベニュー  
600  
(74) 代理人 100109634  
弁理士 舩谷 威志  
(74) 代理人 100129263  
弁理士 中尾 洋之  
(74) 代理人 100163991  
弁理士 加藤 慎司  
(74) 代理人 100146374  
弁理士 有馬 百子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波数ミキサ、方法及びシステム

## (57) 【要約】

特に衛星通信用に望ましい薄膜回路は、RF及びLOのギガヘルツ範囲入力信号を混合し、LO及びRF信号を二つに分割し、生成した信号の一つに180度の位相シフトを導入することによってIF信号を得る。そのとき、LO及びRF信号は各々平行ミキサ内で混合される。ミキサの出力は、RFまたはLO信号の周波数の倍数である周波数のスプリアス(スプール)信号を含むIF信号を有する。出力は共に混合され、その結果、スプール信号は互いに相殺され、IF信号が同相で付加される。

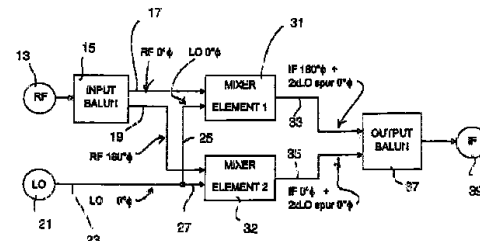


FIG. 3

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも 1 ギガヘルツ (GHz) の第一の周波数を有する第一の入力信号を受信し、前記第一の周波数で二つの出力信号を出力するように構成された第一のコンポーネントであって、前記出力信号は互いに 180 度位相がずれた第一のコンポーネントと、

各々が前記第一のコンポーネントに接続され、各々前記第一のコンポーネントからそれぞれ対応する前記出力信号の一つを受信するよう構成され、各々少なくとも 1 ギガヘルツ (GHz) の第二の周波数を有する第二の入力信号を受信するよう構成され、各々、前記各出力信号を前記第二の入力信号と混合し、それによって、各ミキサ出力信号を得るように構成された第一及び第二のミキサ素子であって、ミキサ出力信号は各々前記第一及び前記第二の周波数の和または差である第三の周波数での一次出力信号、及び、前記第一または前記第二の入力信号の高調波である少なくとも一つのスプール信号を含み、前記一次出力信号または前記スプール信号のどちらかは互いに 180 度位相がずれた第一及び第二のミキサ素子と、

前記第一及び第二のミキサ素子に接続され、前記ミキサ出力信号を受信し、合成して、前記一次出力信号から成る合成出力信号を生成するように構成された信号合成コンポーネントであって、前記スプール信号を部分的にまたは全体的に相殺する信号合成コンポーネントと、を備えるミキサ回路。

**【請求項 2】**

前記第一のコンポーネントに前記第一の入力信号として少なくとも 1 GHz の RF 周波数を有する RF 信号を供給する RF ソースと、

前記第一及び第二のミキサ素子に少なくとも 1 GHz の LO 周波数を有するローカル発振信号を供給する LO ソースと、をさらに備え、

前記ミキサ回路は、前記一次出力信号として少なくとも 1 GHz の IF 周波数を有する IF 信号を生成し、

前記 IF 周波数は、前記 LO 周波数と RF 周波数との間である、請求項 1 の発明。

**【請求項 3】**

前記 RF 周波数は 25 ~ 35 GHz であり、前記 LO 周波数は 5 ~ 15 GHz である、請求項 2 の発明。

**【請求項 4】**

前記第一のコンポーネントは、第一の入力リードと第一及び第二の出力リードを有し、零度の位相シフトを有する前記第一の出力信号として、且つ、180 度の位相シフトを有する前記第二の出力信号として、前記第一の入力信号を送信するように構成されたバランを備える、請求項 1 の発明。

**【請求項 5】**

前記ミキサ素子は、互いに 180 度位相がずれた前記一次出力信号及び互いに同相の前記スプール信号を送信するように構成され、

前記信号合成コンポーネントは二つの入力を持つ第二のバランであり、その二つの入力は各々が前記ミキサ出力信号の各々一つを受信するように接続されており、前記合成コンポーネントは前記ミキサ出力信号の一つに 180 度の位相シフトを導入し、前記ミキサ出力信号を合成して、それによって前記第二のバランの出力に前記合成出力信号を得る、請求項 4 の発明。

**【請求項 6】**

前記信号合成コンポーネントは前記合成出力信号を無線で増幅し、送信するように構成された増幅器及びアンテナを含むアンテナ構造に接続される、請求項 1 の発明。

**【請求項 7】**

RF 信号を受信し、該 RF 信号を前記第一の入力信号として前記第一のバランに供給するように構成された受信アンテナ配置をさらに備え、前記ミキサ回路は RF 信号のダウンコンバータとして働く、請求項 1 の発明。

**【請求項 8】**

前記ミキサ回路は基板上に支持され、薄膜プロセスによって形成される、請求項 1 の発明。

【請求項 9】

前記ミキサ回路は衛星として打ち上げられるように構成された構造内に支持される、請求項 1 の発明。

【請求項 10】

信号生成方法であって、前記方法は、

1 GHz 以上の第一の周波数を有する第一の信号を供給し、

前記第一の信号を処理して、互いに 180 度位相がずれた二つの第一の出力信号を生成し、

1 GHz 以上の第二の周波数を有する第二の信号を供給し、

各ミキサにおいて前記第一の出力信号を各々前記第二の信号と混合し、それによって二つのミキサの積信号を生成し、各ミキサ積信号は、第三の周波数を有する各一次出力信号を有し、第三の周波数 = 第一の周波数 - 第二の周波数、或いは、第三の周波数 = 第一の周波数 + 第二の周波数であり、スプール信号は前記第二の周波数の倍数であるスプール周波数を有し、前記一次出力信号または前記スプール信号はミキサ積信号において互いに位相がずれており、

前記ミキサ積信号を、前記スプール信号が実質的に互いに相殺されるように合成し、及び、その結果、前記一次出力信号の合成から成る合成信号が得られる、信号生成方法。

【請求項 11】

前記の第一の信号の供給は、アンテナ経由の RF 信号の受信及び導体経由の RF 信号の balan への送信を含み、前記 balan は前記処理を実行する、請求項 10 の発明。

【請求項 12】

前記処理は、信号を二つの同一な中間信号に分割し、中間信号の一つに 180 度の位相シフトを付与することから成る、請求項 10 の発明。

【請求項 13】

前記ミキサ積信号において、前記一次出力信号は互いに 180 度位相がずれ、前記スプール信号は互いに同相であり、

前記合成は、前記ミキサ積信号の二つの入力を有する balan への送信によって実行され、前記 balan は前記ミキサ積信号の一つに 180 度の位相シフトを導入し、その後、前記ミキサ積信号は合成され、前記一次出力信号は同相で合成され、前記スプール信号は 180 度の位相ずれにより互いに相殺される、請求項 12 の発明。

【請求項 14】

前記第一の信号は RF 周波数を有する RF 信号であり、前記第二の信号は LO 周波数を有するローカル発振信号であり、前記一次出力信号は LO 周波数及び RF 周波数の間にある IF 周波数を有する IF 信号である、請求項 10 の発明。

【請求項 15】

前記 RF 周波数は 10 ~ 40 GHz であり、前記 LO 周波数は 5 ~ 20 GHz である、請求項 14 の発明。

【請求項 16】

さらに、アンテナ装置を経由して合成信号を送信する、請求項 10 の発明。

【請求項 17】

前記処理、混合及び合成は、薄膜プロセスによって形成されたミキサ回路で実行される、請求項 10 の発明。

【請求項 18】

前記方法が軌道内の衛星で実行される、請求項 10 の発明。

【請求項 19】

高周波 (RF) ソース及びローカル発振 (LO) 信号ソースであって、前記信号の両方がギガヘルツ周波数帯に各々の周波数を有するソースと、

ハウジング内に支持され、宇宙において衛星で利用されるように構成される軽量ミキサ

10

20

30

40

50

回路と、を備え、前記ミキサ回路は、  
薄膜セラミック基板と、

前記基板上にあり、前記 R F 信号ソースと接続された R F 信号入力を有する薄膜 R F バランであって、前記 R F バランは各々第一及び第二の R F 出力信号を送信する第一及び第二の R F 信号出力を有し、前記第二の R F 出力信号は前記第一の R F 出力信号に対してほぼ 180 度位相がずれ、前記第一及び第二の R F 出力信号はほぼ等しい振幅を有する薄膜 R F バランと、

前記基板上の第一及び第二の薄膜ミキサ素子であって、各ミキサ素子は前記基板上に形成されたクアドダイオードから成り、二つのミキサ入力及び一つのミキサ出力を有する平衡ミキサであり、各ミキサ素子は各 R F 信号出力に接続され、それから該各 R F 出力信号を受信するそのミキサ入力の一つを有する第一及び第二の薄膜ミキサ素子と、

前記 L O 信号ソース及び各ミキサ素子間の電気通信を提供し、L O 信号を受信し、該 L O 信号を第一及び第二の L O 入力信号として各々前記第一及び第二のミキサのもう一つの入力に送信する前記基板上の薄膜 L O 送信構造であって、前記 L O 送信構造は、第一及び第二の信号入力がミキサ素子の入力で互いにほぼ同相であるように調節可能な L O 位相アジャスタ素子を含む薄膜 L O 送信構造と、を備え、

前記第一及び第二のミキサ素子は、各々それらのミキサ出力において第一及び第二の混合出力信号を提供し、前記第一及び第二の混合出力信号は、L O 信号の周波数及び R F 信号の周波数間の差にほぼ等しい周波数を有する I F 信号及び L O 信号の周波数の整数倍である周波数を有するスプール信号を含み、

前記第一のミキサ出力における前記第一の混合出力信号の I F 信号は、前記第二のミキサ出力での前記第二の混合出力信号の I F 信号とほぼ 180 度位相がずれ、前記第一のミキサ出力での前記第一の混合出力信号のスプール信号は前記第二のミキサ出力での前記第二の混合出力信号のスプール信号とほぼ同相であり、

前記基板上に支持され、一つの出力及び二つの入力を有する薄膜出力バランであって、前記入力は各々、各ミキサ出力に接続され、それから該各ミキサ出力信号を受信し、前記出力バランは前記混合信号出力の一つからシフトされたミキサ出力信号を生成し、前記シフトされた信号内の I F 信号はもう一つの前記ミキサ出力信号の I F 信号とほぼ同相であり、前記シフトされた信号内のスプール信号はもう一つの前記ミキサ出力信号のスプール信号とほぼ 180 度位相がずれた薄膜出力バランを備え、

前記出力バランはシフトされた混合信号出力をもう一つの混合信号出力と合成させ、それによって、回路出力信号を生成するが、その信号内において前記スプール信号は互いにほぼ相殺され、I F 信号はほぼ同相で合成され、前記回路出力信号は、前記出力バランの出力を経由して送信される遠隔通信システム。

【請求項 20】

アンテナシステムをさらに備え、前記アンテナシステムは R F 信号ソースとして供給された着信無線信号を受信し、または、バラン出力から供給された回路出力信号から由来する発信無線信号を送信する、請求項 19 の発明。

【請求項 21】

スプール信号の周波数は L O 信号の周波数の二倍であり、スプール信号の周波数は I F 信号の周波数の 2 G H z 以内である、請求項 20 の発明。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、2013年3月15日出願による米国特許出願公開第13/840816号の継続出願であり、その全体が参照により本出願に組み込まれる。

【発明の分野】

【0002】

本発明は、ミキサを使用して、所定の周波数の出力信号を生成する高周波送信機に関する。本発明は、特に、とりわけ比較的高周波数の用途において、第一の信号 L O を第二の

10

20

30

40

50

信号 R F と合成して、第三の信号 I F を生成するミキサを含む回路に関する。さらに詳細には、本発明は衛星で利用されるそのような回路に関するものである。

【発明の背景】

【0003】

二つの入力信号を合成して出力信号を生成する一般的な方法は、ミキサを使用することである。ミキサ回路の重要な特徴は一つまたは複数の混合素子であり、それは一般的にダイオード、電界効果トランジスタ、またはバイポーラ接合トランジスタなどの非線形デバイスを備える。

【0004】

混合素子は、二つの周波数入力を合成して、別の周波数出力を生成するが、その周波数出力は特定の混合素子の特性に応じて変化する。特に混合素子は二次周波数を出力するように設計されており、その二次周波数は二つの入力信号周波数の和及び差を含む。一般的な利用法では、L O 信号及び R F 信号はミキサ素子に入力され、ミキサ素子は次に入力周波数の和または差のどちらかである I F 信号を出力する。

10

【0005】

遠隔通信において、ミキサは高周波 ( R F ) 入力信号及びローカル発振器 ( L O ) からの信号を受信し、それらを合成させて、出力信号を生成する。出力信号は、R F 及び L O 信号の周波数の差または和のどちらかである周波数の中間周波数信号 ( I F ) から成る。I F 信号は、通常、出力信号の有効または所望の部分であり、異なる所望の周波数で R F 信号の情報を運ぶ。

20

【0006】

ミキサは非線形なので、所望の I F 信号以外の周波数の付加信号を出力する。付加周波数は R F 及び L O 周波数の様々な他の合成であり、通常、R F または L O 周波数の倍数、または、入力信号周波数の倍数の和及び差である。これらのミキサの副生成物はスプリアス周波数 (「スプール ( s p u r ) 」) と呼ばれるか、または、集散的に相互変調歪み ( I M D ) と呼ばれる。通常、これらの他の周波数出力は不要なものであり、単にノイズまたは干渉として作用する。

【0007】

さらに、R F、L O 及び I F 信号の周波数によって、スプールは出力信号の周波数に極めて近いことがある。一例として、遭遇する電位問題が図 4 のグラフに見られるが、それはミキサの入力及びいくつかの出力を示している。ミキサは周波数 30 G H z で高周波 ( R F ) 入力信号 201 を、周波数 9 . 5 G H z でローカル発振 ( L O ) 信号 202 を受信する。ミキサは L O 周波数の倍数としてスプール及び R F 信号 201 及び L O 信号 202 の周波数間の差、すなわち、 $30\text{ G H z} - 9.5\text{ G H z} = 20.5\text{ G H z}$  である周波数を有する中間周波数 ( I F ) 信号 203 を生成する。しかしながら、ミキサによって生成したスプールの一つは L O 信号 202 の高調波信号 204 であり、L O 周波数の二倍の周波数、すなわち、 $2 \times 9.5\text{ G H z} = 19\text{ G H z}$  を有する。これは、 $20.5\text{ G H z}$  の I F 周波数にかなり近い。

30

【0008】

所望の I F 信号を保持したままミキサのスプリアス出力を減少させる一般的な方法は、高または低域フィルタの使用によって不要な周波数を排除することであり、高域または低域フィルタは、帯域フィルタまたはノッチフィルタとして単独または共に使用されいくつかのスプールを除去するが、所望の周波数を通過させる。

40

【0009】

しかし、その例では、二つの周波数は近すぎ、そのため、 $2 \times \text{L O}$  スプールを除去して、I F 信号を通過させることは困難である。さらに、一つまたは複数のこの型のフィルタの使用はフィルタコンポーネントのコスト及び重量の欠点を有する。付加された重量は、見積みでは衛星として打ち上げられる重量の 1 g につきコストが何千ドルにもなるので、重量が大きな原価項目である衛星利用システムの文脈では特に問題である。

【発明の概要】

50

## 【 0 0 1 0 】

したがって、本発明の目的は、従来技術の欠点を解消する、特に 1 G H z 以上で作動するミキサ回路を提供することである。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、また、フィルタを使用せずに、特に空間の有効活用のための軽量及び防護設計の回路のような、R F 及び L O 信号を L O 信号の減少した高調波、特に  $2 \times L O$  高調波を有する出力と混合するように構成された回路を提供することである。

## 【 0 0 1 2 】

さらに、本発明の目的は、混合信号の副生成物であるスプリアス周波数を拒絶する新規なミキサトポロジを提供することである。

10

## 【 0 0 1 3 】

本発明の別の特徴によると、ミキサ回路は、少なくとも 1 ギガヘルツ ( G H z ) の第一の周波数を有する第一の入力信号を受信し、互いに 1 8 0 度位相がずれた第一の周波数の二つの出力信号を出力するように構成された第一のコンポーネントを備える。回路は、さらに、第一及び第二のミキサ素子を備え、その各々は第一のコンポーネントに結合され、各々少なくとも 1 ギガヘルツ ( G H z ) の第二の周波数を有する第二の入力信号を受信し、各々、各出力信号を第二の入力信号と混合し、それによって、各ミキサ出力信号を得るように構成された第一及び第二のミキサ素子を備える。ミキサ出力信号は、各々第一及び第二の周波数の和または差である第三の周波数での一次出力信号、及び、第一及び第二の入力信号の高調波である少なくとも一つのスプール信号を含み、一次出力信号またはスプール信号のどちらかは互いに 1 8 0 度位相がずれている。信号合成コンポーネントは第一及び第二のミキサ素子に接続されており、ミキサ出力信号を受信及び合成し、それによって、一次出力信号からなり、そこでスプール信号が部分的にまたは全体的に互いを相殺する合成出力信号を生成するように構成される。

20

## 【 0 0 1 4 】

本発明のまた別の特徴によると、信号を生成する方法は 1 G H z 以上の第一の周波数を有する第一の信号を供給し、第一の信号を処理して、それによって、互いに 1 8 0 度位相がずれた二つの第一の出力信号を生成することから成る。その方法は、さらに、1 G H z 以上の第二の周波数を有する第二の信号を供給し、各ミキサにおいて第一の出力信号を各々第二の信号と混合し、それによって、二つのミキサ積信号を生成することから成る。各ミキサ積信号は、第三の周波数を有する各一次出力信号を有し、第三の周波数 = 第一の周波数 - 第二の周波数、或いは、第三の周波数 = 第一の周波数 + 第二の周波数であり、スプール信号は第二の周波数の倍数であるスプール周波数を有する。一次出力信号またはスプール信号のどちらかはミキサ積信号において互いに位相がずれている。ミキサ積信号は、スプール信号がほぼ相殺され、一次出力信号の合成を備える合成信号が得られるように合成される。

30

## 【 0 0 1 5 】

本発明のさらに別の特徴によると、遠隔通信システムは高周波 ( R F ) 信号ソース及びローカル発振 ( L O ) 信号ソースを備え、両方の信号はギガヘルツ周波数帯の周波数をもつ。軽量ミキサ回路はハウジング内に支持され、宇宙で衛星において使用されるように構成される。ミキサ回路は薄膜セラミック基板を備える。薄膜 R F バランは基板上にあり、R F 信号ソースと接続された R F 信号入力に有する。R F バランは各々第一及び第二の R F 出力信号を送信する第一及び第二の R F 信号出力を有し、第二の R F 出力信号は第一の R F 出力信号に対してほぼ 1 8 0 度位相がずれている。第一及び第二の R F 出力信号はほぼ等しい振幅を有する。

40

## 【 0 0 1 6 】

第一及び第二の薄膜ミキサ素子もまた基板上にある。各ミキサ素子は基板上に形成されたビームリードクアドダイオードを使用する平衡ミキサを備え、二つのミキサ入力及び一つのミキサ出力を有する。各ミキサ素子は各 R F 信号出力に接続され、それから各 R F 出力信号を受信するそのミキサ入力の一つを有する。基板上の薄膜 L O 送信構造は L O 信

50

号ソース及びＬＯ信号を受信し、ＬＯ信号を第一及び第二のＬＯ入力信号として各々第一及び第二のミキサの入力のもう一方に送信する各ミキサ素子の間の電気通信を提供する。ＬＯ送信構造は、第一及び第二の信号入力ミキサ素子の入力互いにほぼ同相であるように調節可能なＬＯ位相アジャスタ素子を含む。第一及び第二のミキサ素子は、各々それらのミキサ出力で第一及び第二の混合出力信号を提供する。第一及び第二の混合出力信号は、ＬＯ信号の周波数及びＲＦ信号の周波数間の差にほぼ等しい周波数を有するＩＦ信号及びＬＯ信号の周波数の整数倍である周波数を有するスプール信号を含む。第一のミキサ出力での第一の混合出力信号のＩＦ信号は第二のミキサ出力での第二の混合出力信号のＩＦ信号とほぼ１８０度位相がずれ、第一のミキサ出力での第一の混合出力信号のスプール信号は第二のミキサ出力での第二の混合出力信号のスプール信号とほぼ同相である。

10

【００１７】

薄膜出力バランは基板上に支持され、一つの出力及び二つの入力を有する。入力は各々各ミキサ出力に接続され、それから各ミキサ出力信号を受信する。出力バランは混合信号出力の一つからシフトされたミキサ出力信号を生成する。シフトされた信号内のＩＦ信号はもう一つのミキサ出力信号のＩＦ信号とほぼ同相であり、シフトされた信号内のスプール信号はもう一つのミキサ出力信号のスプール信号とほぼ１８０度位相がずれている。出力バランはシフトされた混合信号出力をもう一つの混合信号出力と合成し、それによって回路出力信号を生成するが、その信号内においてスプール信号は互いにほぼ相殺され、ＩＦ信号はほぼ同相で合成される。回路出力信号は、出力バランの出力を経由して送信される。

20

【００１８】

一実施態様によると、回路はマルチレイヤ構造を有する薄膜構造である。この実施態様は支持基板を有し、その下にエアギャップはない。混合素子は全て基板の最上部側に形成することができ、基板の下方に空洞はない。回路内に各信号用に作成された信号経路は、回路がＩＦ出力でＬＯソースの不要な高調波の最大減衰を達成するように選択される。構造は、予測可能な性能を考慮して、容易にモデル化することができ、また、集積回路材料にも使用することができる。このモデリングは、従来の非線形回路ソフトウェアを使用して実現できる。

【００１９】

したがって、本発明は様々な周波数に容易に整調される。特に、本発明は、例えば、ＫＡ、Ｋ及びＫＵバンドのような複数の一般的に使用される周波数チャネルでの衛星通信用途で利用できる。

30

【００２０】

本発明のその他の特徴及び利点は、下記の説明から明らかになり、本発明の範囲は特許請求の範囲に記載されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

図１は、地球の軌道を回り、地上局から高周波信号を受信し、地上局へ高周波信号を送信する通信衛星を図示した概略図である。

【００２２】

図２は、図１のような遠隔通信衛星の一般的な機能回路の概略図である。

40

【００２３】

図３は、本発明による混合回路の概略図である。

【００２４】

図４は、本発明によるミキサの典型的な入力及び出力のグラフである。

【００２５】

図５は、本発明によるミキサ回路用の基板上の薄層化材料のパターンを図示した概略図である。

【開示の詳細】

【００２６】

50

本明細書に記載した原理を推進し、理解する目的で、添付図面に図示した好ましい実施態様を参照する。

【0027】

本明細書に記載した軽量ミキサ設計は、特に高周波無線信号を処理するために衛星で使用する電気回路に適用される。軌道装置において、打ち上げのコストの高さは重量に拠るため、重量は特別な関心事である。したがって、典型的なシステムは、ここでは衛星上に図示されているが、本発明は同様に地上でも広範囲な用途があることは理解されるであろう。

【0028】

図1を参照すると、衛星100は地球200（または潜在的には他のいずれかの天体）上の軌道内に示されている。衛星100はアンテナ101及び102を備える。図示した実施態様によると、アンテナ101は参照番号Aに示される地上局から一般的に参照番号104に示される一つまたは複数の高周波無線信号を受信する。これらの信号は通常高周波数RF信号であり、すなわち、周波数が10～50GHzであり、衛星へのテレビジョン、オーディオ、電話、データまたは電子制御通信であり、または、実際には、いずれかの種類の通信信号、当業者には公知の通信信号の全部であり得る。

10

【0029】

また、衛星100はアンテナ102を経由して地上局Bまで無線高周波数RF信号105を送信する。送信された信号はまた衛星上のカメラからのビデオ送信のように、いずれの種類の送信または放送でもよい。

20

【0030】

より好ましくは、衛星100は「曲管」システムとして機能する通信衛星であり、すなわち、衛星はアップロード信号104を介してビデオ、オーディオまたはデータ内容を受信し、衛星の内部電気回路内で、なんらかの増幅、暗号化または他のオンボード処理を実施し、次に内容を信号104と同じまたは異なる周波数で、信号105でまた地球まで送信する。

【0031】

衛星100は高周波信号104を受信し、処理し、そうでなければ、衛星の操作を制御する内部電気回路を有する。オンボード電気回路は好ましくは衛星ハウジング107の内側のキャリアまたは保護ケース内の密閉された環境内にある。ハウジング107は好ましくはステンレス鋼製であり、放射または宇宙で見られる他の潜在的な有害な影響から衛星のコンポーネントを保護する。または、衛星電気回路は地球の大気外での放射線による回路内への損害を防ぐために当業者には公知の方法によって防護することができる。

30

【0032】

図2は、衛星100の一般的な操作の概略図を示している。受信アンテナ回路3はアンテナ101に接続され、それらをリンクする導体を通して高周波信号を受信する。受信アンテナ回路3は導体に沿って着信信号処理回路5まで未処理の受信RF信号を送信し、その着信信号処理回路はRF信号を、衛星上での処理のために異なる（通常はより低い）周波数に変換する。一般的に、ダウンコンバージョンは、それが受信されたときの高周波数のときより容易なRF信号の操作、増幅または他の処理を可能にする。

40

【0033】

変換されたRF信号は導体によって衛星の機能に応じたいずれかの処理のために、例えば、データとして、衛星100の管理用コマンドとして、または、地球に再送信する内容として、内部衛星回路7内に送信される。例えば、内容がテレビ信号であるとき、RF信号内のプログラム内容を増幅し、次に可能ならば、暗号化して、処理された送信用信号を得ることができる。

【0034】

発信信号または内部衛星電子機器7によって生成された信号は、電気導体を経由して発信信号処理回路9に送信される。この電気回路9は内部電子機器7からの信号の周波数を、通常は着信周波数より高い送信周波数での送信信号に変更する。送信信号は電気導体を

50



經由して送信アンテナ回路 11 に送られ、その送信アンテナ回路はアンテナ 102 を經由して無線で地球上の 1 つの受信機または複数の受信機にそれを送信する。

【0035】

図 3 は、本発明の特徴による回路のより詳細なブロック図である。この回路は着信処理回路 5 の低周波への変換電気回路内または発信信号処理回路 9 内で使用される。

【0036】

高周波 (RF) 信号ソース 13、例えば、受信アンテナ 101 及び関連電気回路 103 は入力バラン 15 の入力に接続され、それに RF 信号を供給する。入力バラン 15 は二つの出力 17 及び 19 を備える。バラン 15 は内部で RF 信号を分割する。出力 17 で、バラン 15 は位相シフトが零 (0) 度の第一の RF 信号を出力し、出力 19 では、バラン 15 は遅延された、またはそうでなければ 180 度の位相シフトを付与するように処理された第二の RF 信号を出力する。したがって、生成した RF 信号は互いに 180 度位相がずれ、または、逆位相である。

【0037】

ローカル発振器 (LO) 21 は、導体 23 上の回路に正弦波のローカル発振信号 LO を提供し、それは二つの導体 25 及び 27 内に単純な分岐を有し、どちらも各々分割 LO 信号を保持する。LO 信号はどちらも零度の位相シフトを有し、すなわち、位相シフトがなく、互いに完全に同相である。

【0038】

LO 及び RF 信号の周波数は 1 GHz 以上である。一般的に、図示した回路は Ka バンド (26.5 ~ 40 GHz 信号) ダウンコンバータ及び受信機と共に使用される。それはまた K バンド (20 ~ 40 GHz) または Ku バンド (12 ~ 18 GHz) 適用などの他の周波数適用にも使用可能である。受信信号処理回路 7 では、RF 信号は好ましくは 10 ~ 40 GHz の範囲の周波数を有し、最も好ましくは約 30 GHz の周波数であり、LO 信号は好ましくは 5 ~ 20 GHz の範囲の周波数を有し、最も好ましくは約 9.5 GHz の周波数である。

【0039】

参照番号 31 に示したミキサ素子 1 は二つの入力を有する。その入力の一つは線 17 に接続され、それから零度の異相シフトの第一の RF 信号を受信する。もう一つの入力は線 25 に接続され、それから LO 信号の一つを受信し、それはまた零度の位相シフトを有する。参照番号 32 に示したミキサ素子 2 も同様に二つの入力を有する。これらの入力の一つは線 19 に接続され、それから 180 度の位相シフトの第二の RF 信号を受信し、もう一つの入力は線 27 に接続され、それから零度の位相シフトのもう一つの LO 信号を受信する。

【0040】

ミキサ素子 31 及び 32 はミキサの 180 度平衡組を構成し、下記に記載するように両方がほぼ同一の構造を有する。ミキサ素子 31 及び 32 は入力でそれらに供給された RF 及び LO 信号を混合し、各ミキサ出力 33 または 35 で提供される IF 信号を生成する。ミキサ出力信号は各々 RF 及び LO 信号の周波数の差または和である周波数を有する IF 信号を含む多数の合成信号を備える。また、他の周波数を有する多数の付加信号は、通常混合方法によって生成され、IF 信号と共にミキサ出力信号内に存在する。これらの信号は、LO 及び RF 入力信号の第二及び高次高調波として形成されるスプール信号を含む。

【0041】

図 4 は、30 GHz の RF 信号 201 を回路が 9.5 GHz の LO 信号 202 との混合によってより低い周波数にダウンコンバートするのに使用されるミキサ素子 31 及び 32 に入力され、または、それによって生成されるいくつかの信号を図示している。その場合、ミキサ出力信号は 20.5 GHz の周波数を有する IF 信号 203 である所望の出力信号を含む。ミキサ出力信号は、また、 $2 \times 9.5 \text{ GHz} = 19 \text{ GHz}$  の周波数を有し、不本意ながら 20.5 GHz の所望の IF 信号に近い、ミキサに入力される LO 信号の第二次高調波であるスプール信号 204 を含むスプール及びノイズを含む。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

ミキサ素子 3 1 及び 3 2 は、どちらもそれらの各出力に I F 信号 2 0 3 及び第二の L O 高調波  $2 \times L O$  スプール信号 2 0 4 を生成する。しかしながら、ミキサ素子 3 1 及び 3 2 は各々互いに 1 8 0 度位相がずれた R F 入力信号を受信するので、二つのミキサ出力信号内に生成する I F 信号はまた互いに 1 8 0 度位相がずれている。反対に、ミキサ素子 3 1 及び 3 2 が受信する L O 信号は互いに同相であり、すなわち、位相のずれが零度であり、 $2 \times L O$  の第二の高調波スプール信号 2 0 4 はまた二つのミキサ出力信号内で互いに同相である。

## 【 0 0 4 3 】

所望の I F 信号及び L O 高調波スプール信号の位相シフト差によって、スプール信号の除去が可能である。これは導体 3 3 及び 3 5 に沿って出力バラン 3 7 の二つの入力にミキサ出力信号を供給することによって達成され、その出力バランはその入力の一つにおいて信号の一つに 1 8 0 度の位相シフトを与え、次にその位相シフトされた信号を他の入力からの信号と合成するように構成されている。合成信号の結果はバラン 3 7 の単一の出力から送信される。

## 【 0 0 4 4 】

図 3 の回路内のバラン 3 7 への入力信号は、逆相の I F 信号及び同相の第二のスプール信号を含む。これらのミキサ出力信号の一つに 1 8 0 度の位相シフトが与えられるとき、その結果として I F 信号は同相に配置され、スプール信号は 1 8 0 度位相がずれる。結果として、シフトされた信号及びバラン 3 7 の入力の他の信号が合成され、位相のずれたスプール信号は部分的にまたは完全に互いに相殺される。二つのミキサ出力信号間で同相であるミキサ出力信号内の他のノイズまたはスプール信号のいずれか（例えば、L O 信号の高次偶数高調波）もまたバラン 3 7 内で互いに相殺されるであろう。

## 【 0 0 4 5 】

しかしながら、I F 信号はミキサ出力信号内で 1 8 0 度位相がずれ、それで、I F 信号が 1 8 0 度位相シフトされ、二つの信号が合成されるとき、I F 信号は同相で合成され、その結果、強い I F 信号が生成する。I F 信号を含む最終的なバラン出力信号は導体によって衛星上の電気回路による次の I F 信号処理に送信されるか、または、一般的に参照番号 3 9 で示されるアンテナを経由して送信される。

## 【 0 0 4 6 】

本発明の回路は個々で記載した周波数の範囲以外の周波数にも拡大使用可能である。この回路は重いフィルタに頼ることなくスプール信号を除去し、精度もより高い。例えば、L O 信号周波数が 9 . 8 G H z であり、R F 信号周波数が 3 0 G H z である現在の回路を使用することができる。生成した I F 信号周波数は 2 0 . 2 G H z であり、一方、第二の L O 高調波スプール信号の周波数は 1 9 . 6 G H z であり、0 . 6 G H z 分離しているだけである。にもかかわらず、本明細書に記載した位相シフトされた混合回路によって、高調波スプール信号周波数及び I F 信号周波数が 0 . 5 または 0 . 6 G H z 位の少しだけ分離されているときでさえ、有効な信号混合が可能である。

## 【 0 0 4 7 】

図 5 はより一般的に上記で記載したミキサ回路の一実施態様の詳細な平面図である。バラン 1 5 及び 3 7、及び、ミキサ素子 3 1 及び 3 2 は、図 3 で同一化され、導体またはコンタクトと同様に、一般的に図 3 と同じ参照番号で示される。

## 【 0 0 4 8 】

図示した回路は、層状材料をエッチングするか、または、そうでなければ、選択的に除去して軽量回路を形成する多層薄膜法を使用して製造される。使用される方法及び材料は、Applied Thin-Film Products 社（事業所、3 4 3 9 Edison Way、Fremont、CA 9 4 5 3 8）から入手可能であり、そのウェブサイトは [www.thinfilm.com](http://www.thinfilm.com) である。図示したような多層構造の使用によって厚い支持基板の使用が可能になり、その基板の下にはエアギャップがなく、典型的な平衡ミキサ設計とは異なる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

回路は図示したように単一のコンポーネントか、または、より大きな回路の一部であることがある。回路はまたマイクロ波集積回路技術を使用して製造することができる。

## 【 0 0 5 0 】

回路 4 1 は、好ましくは一貫した厚さを有するセラミック基板シート 4 3 上に支持される。基板材料は、通常誘電定数が 9 . 9 のポリッシュドアルミナである。

## 【 0 0 5 1 】

R F 入力 1 3 及び L O 入力 2 1 は薄膜金送信線である。R F 信号入力 1 3 は入力 1 8 0 ° バラン 1 5 の入力に接続される。公知の設計の入力バラン 1 5 は、基板 4 3 上のポリイミド材料層 4 5 の上に重なる金膜導体から成る。入力バラン 1 5 はアース接続 4 7 を有し、そのアース接続は基板 4 3 を通して伸びて、基板 4 3 のもう一方の側でアースを接続させる。入力バラン 1 5 は着信 R F 信号を分割し、平衡出力を生成し、その結果、分割 R F 信号は各金膜線 1 7 及び 1 9 に送信され、そのとき線 1 7 上の R F 信号は上記のように 1 8 0 度の位相シフトを有する。バラン 2 1 はその性能を設定された R F 周波数または周波数範囲で最大化するように構築され、その設計は、R F 信号の送信への干渉からのインピーダンスをほとんど防止する構造を含む。図示した実施態様のバラン 1 5 は、周波数範囲が周波数 3 0 G H z の R F での使用のために構成された本実施態様に適切な、2 3 ~ 3 4 G H z の範囲の R F 信号を分割及び位相シフトすることができる。コースの設計は、適切なら異なる R F 周波数用に変更できる。

## 【 0 0 5 2 】

L O 信号入力コンタクト 2 1 は金膜線 2 3 に接続され、その線はまた金膜製の L O 信号分割構造 4 9 につながる。分割構造 4 9 は調節構造 5 1 及び 5 3 を含み、それらの調節構造は L O 信号がミキサ回路 3 1 及び 3 2 まで進まなければならない正確な距離を調節するために使用される。レジスタ 5 5 は分割 L O 信号線 2 5 及び 2 7 を架橋し、線 2 5 及び 2 7 上の分割信号を平衡化する。線 2 5 はジャンパ 5 7 を経由してミキサ素子 3 1 まで進行し、線 2 7 はもう一つの調節構造 5 9 を通過してミキサ素子 3 2 まで進行し、その調節構造 5 9 は調節構造 5 1 及び 5 3 より小さな位相調節を提供する。好ましくは、これは L O 信号が互いにほぼ同相のミキサ 3 1 及び 3 2 に到達するように構成されることを確実にするために実施される。

## 【 0 0 5 3 】

ミキサ素子 3 1 及び 3 2 はほぼ同一の構成である。ミキサ構造は基板 4 3 の上側で事実上全部であり、浮いておらず、構造内に空洞はない。各ミキサ素子 3 1 及び 3 2 はダイオード 6 3 に接続されるミキサ入力バラン 6 1 を備える。

## 【 0 0 5 4 】

ミキサ入力バラン 6 1 の各々は、各々 R F 信号 1 7 または 1 9 に接続された単一の入力を有する。ミキサ入力バラン 6 1 はまたポリイミド材料層の上に重なる金膜から成る。ミキサ入力バラン 6 1 は通路 6 9 を経由してアースにアクセスを有し、そのアースは基板 4 3 のもう一方の面まで通って伸び、アースと接触する。

## 【 0 0 5 5 】

ダイオード 6 3 は回路 4 1 内に挿入されるチップである。ダイオード 6 3 は、金膜導体 7 1 を介して各 L O / I F ダイプレクサバラン 6 5 までミキサ入力バラン 6 1 間を接続する商業的に入手可能なクロスオーバーカッドダイオードである。L O 信号線 2 5 及び 2 7 はまた各々レジスタ 7 7 を通過して各ダイプレクサバラン 6 5 と接続し、そこに L O 信号を供給する。レジスタ 7 7 はダイプレクサバラン 6 5 の感度を L O 信号駆動レベルまで低くする。

## 【 0 0 5 6 】

L O / I F ダイプレクサバラン 6 5 は、ポリイミド層 7 3 の上の金膜から形成され、通路 7 5 は基板 4 3 を通過して伸び、バラン 6 5 にアースへの接続を提供する。ダイプレクサバラン 6 5 は各々、当業者には公知のように、ダイオード 6 3 の構成及びパラメータに対応するようにサイズ決定されたバランループ 7 9 を有する。

## 【 0 0 5 7 】

ミキサ出力信号は各々金膜線 3 3 及び 3 5 へのダイプレクサバラン 6 5 の各出力に送信される。前記のように、これらのミキサ出力信号内の I F 信号は互いに異相であり、二つのミキサ出力信号内の第二の L O 高調波スプール信号は互いに同相である。

## 【 0 0 5 8 】

その状況は、ミキサ出力信号が出力 1 8 0 ° バラン 3 7 に到達するまで続く。バラン 3 7 はまたポリイミド層 8 1 上の金膜によって形成され、基板 4 3 を通過して伸びるアースまでの通路 8 3 を有する。既に記載したように、バラン 3 7 は 1 8 0 度の位相シフトを第一の混合出力信号に導入し、スプール信号を異相にし、次に二つのミキサ出力信号は合成され、その結果、スプール信号は I F 信号に影響することなく、互いに相殺される。出力バラン 3 7 は、本実施態様では、本明細書で既に記載したように、例えば、I F 周波数 2 0 . 5 G H z 及び第二の L O 高調波 1 9 G H z に適した、周波数範囲 1 6 ~ 2 4 G H z に低下する信号を処理する。回路 4 1 が放送用オンボード信号の周波数のアップコンバートなどのより高い周波数出力で使用されるものであるとき、異なる機能周波数範囲、例えば、より高い範囲に適した異なる構成を有するバランが使用できる。

10

## 【 0 0 5 9 】

出力バラン 3 7 は、合成させることから由来するミキサ出力信号を導体 8 5 に沿って I F コンタクト 8 9 まで送信し、回路 4 1 は I F 信号を処理または無線送信する図示しない他の電子機器に接続される。

## 【 0 0 6 0 】

一般的にミキサ回路は比較的薄い基板の両側上の金属導体パターンによって形成され、基板を通したカップリングを有する。例えば、アース及び基板上の金属パターン間に分離空洞を提供することによって、回路の下側のバラン構造上のアースの影響を防ぐ。

20

## 【 0 0 6 1 】

対照的に、本設計では、バランまたはミキサ構造内の金導体のカップリングは、極めて薄い、例えば、4 ミクロンから 5 ミクロンの厚さ、好ましくは約 4 . 5 ミクロンの厚さのポリイミド層内で実現される。本設計で使用する基板はより厚い基板、例えば、通常より 1 0 ~ 2 0 倍の厚さ、例えば、2 0 0 ~ 3 0 0 ミクロンの厚さ、最も好ましくは約 2 5 4 ミクロンの厚さである。このより大きい厚さによって、基板の一つの面上のアースをもう一つの面の電気回路から分離して、空洞または空間距離の必要性を排除し、その結果、構造は顕著により強くなる。

30

## 【 0 0 6 2 】

本明細書に記載したミキサ回路は、1 G H z 以上のアップコンバージョンまたはダウンコンバージョン用途のどちらにも使用できる。したがって、主として R F 信号の受信、または I F 信号の送信、または両方のための装置において回路として使用できる。また、回路は他の機器と組み合わせて使用できることは明らかであり、例えば、付加コンポーネントがアンテナから R F 信号を受信し、受信した信号を変更し、次に変更した信号を本設計の回路の R F ポートに移す。同様に、付加機器が I F 信号出力を受信し、例えば、電子増幅器を使用した信号の増幅によって、送信前に信号を変更することができる。

## 【 0 0 6 3 】

R F などの一つの入力信号に関して標準的な慣例を採用するが、本発明は、R F 信号が完全に内蔵システム内に存在し、本明細書に記載したような回路または複数の回路によって処理される前または後に決して送信されないならば、或いは、記載したような回路によって混合前または混合後に一つまたは複数の変換ステップを受けるならば、R F 信号が放送され、その後アンテナを経由して受信されるかどうかについては不明である。R F 信号はある場合には付加周波数を含むことがあり、増幅または周波数変調を使用するか、または、そうでなければ形態を広く変化させることができる。

40

## 【 0 0 6 4 】

本発明は、また、複数の他の変更で実行できることが注目される。例えば、付加混合素子が所望のとき、付加混合素子に、及び、それから混合素子から最終的な出力バランに R

50

F 及び L O 信号の付加平行パスを提供することによって、回路をそれらの使用に適用させることができる。そのとき、様々なミキサ素子に提供された信号を、出力バランでのミキサ積のベクトル和が L O 及び  $2 \times L O$  出力信号の実質的な相殺の結果となり、一方、所望の I F 出力信号を保持するように調節される。

【 0 0 6 5 】

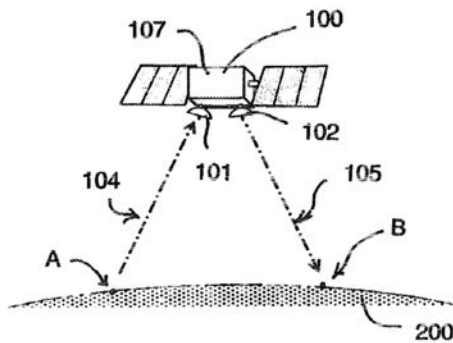
トポグラフィが要求するとき、回路内の二つの交差する電気路はリボンジャンパ 5 7 または 8 7 のようなジャンパの使用によって電気接触を回避することができる。

【 0 0 6 6 】

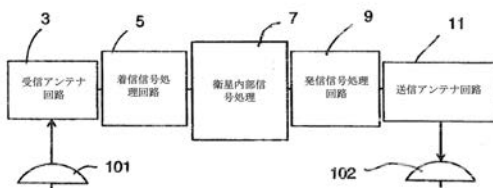
本発明は上記に記載した特定の実施態様に関連して記載したが、本明細書で使用した用語は限定するというよりはむしろ説明として意図されたものであり、本発明の範囲内で当業者が多数の変更、修正及び変形を行うことが可能であることは理解されるべきである。

10

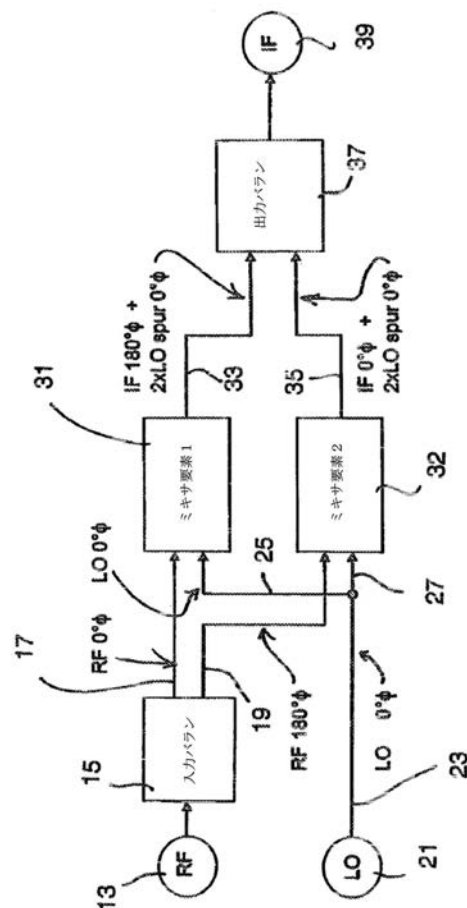
【 図 1 】



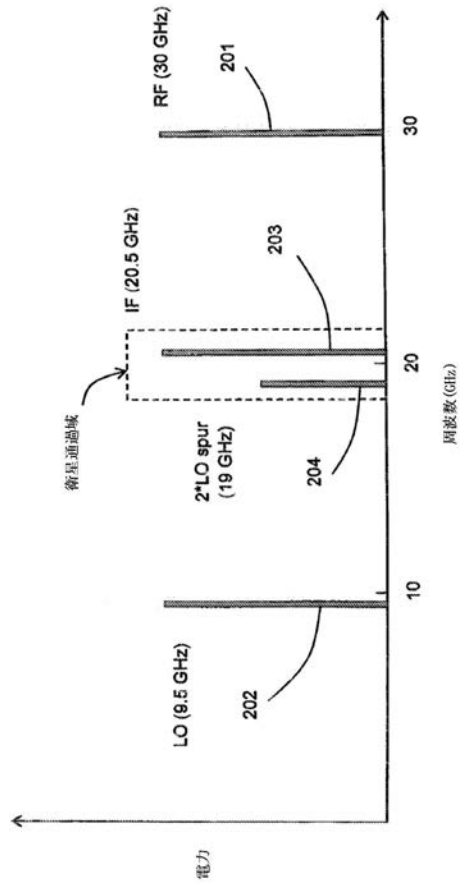
【 図 2 】



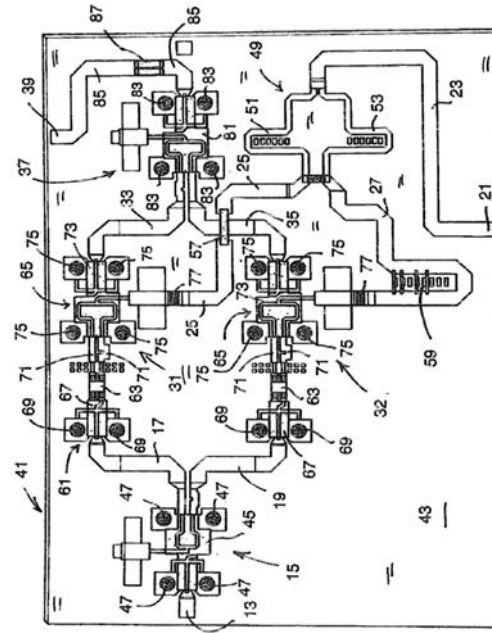
【 図 3 】



【図 4】



【図 5】



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No.  PCT/US 2014/028158
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01Q 1/38 (2006.01)</i> <i>H01Q 3/42 (2006.01)</i> <i>H03D 7/10 (2006.01)</i> According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H01Q 1/38, 3/42, H03D 7/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
PAJ, Espacenet, DWPI, Patentscope, USPTO DB, CIPO (Canada PO), SIPO DB, RUPAT, RUABRU, RUABEN, RUPAT OLD, RUABU1		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/0001781 A1 (THALES) 07.01.2010, paragraphs [0024]-[0039], [0042]-[0044], [0059], [0063], [0083], [0090]-[0099]	1-5,10-15 6-9,16-21
Y		
Y	WO 1995/028747 A2 (INTERNATIONAL MOBILE SATELLITE ORGANIZATION et al.) 26.10.1995, p. 6, lines 6-13	6-7, 9, 16,18-21
Y	JP H01103975 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 21.04.1989, abstract	8,17,19-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 document 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  02 July 2014 (02.07.2014)		Date of mailing of the international search report  24 July 2014 (24.07.2014)
Name and mailing address of the ISA/ FIPS Russia, 123995, Moscow, G-59, GSP-5, Berezhkovskaya nab., 30-1  Facsimile No. +7 (499) 243-33-37		Authorized officer  O. Kachan  Telephone No. 8(495)531-64-81

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100153947

弁理士 家成 隆彦

(72)発明者 ラルフ、 ローレン、 イー .

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 6 2 1、 シトラス ハイ츠、 カタマラン ドライブ  
7 2 4 0

(72)発明者 ロジャーズ、 エディー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 7 6 2、 エル ドラド ヒルズ、 ラッサム レーン  
3 1 5 8

(72)発明者 ミューア、 ジェフリー、 エス .

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 7 1 3、 コルファックス、 ワシントン アーヴィン  
グ ドライブ 5 6 5