



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

送信側で、変調信号波と低周波局部発振信号波の多重波である信号波を、送信側局部発振波を用いてミリ波帯へ周波数上昇変換し、前記周波数上昇変換された信号波を送信し、受信側で、送信されてきた、前記周波数上昇変換された信号波に含まれる低周波局部発振信号波に同期して受信側局部発振波を再生し、再生された前記受信側局部発振波を用いて前記周波数上昇変換された信号波を周波数下降変換して信号波を生成することを特徴とするミリ波帯無線通信装置。

**【請求項 2】**

前記受信側局部発振波を再生する再生回路に注入同期発振器を具備することを特徴とする請求項 1 記載のミリ波帯無線通信装置。 10

**【請求項 3】**

前記受信側局部発振波を再生する再生回路に自励発振ミキサを具備することを特徴とする請求項 1 記載のミリ波帯無線通信装置。

**【請求項 4】**

前記受信側局部発振波を再生する再生回路に位相同期発振器を具備することを特徴とする請求項 1 記載のミリ波帯無線通信装置。

**【請求項 5】**

前記受信側局部発振波を再生する再生回路にミリ波増幅器を具備することを特徴とする請求項 1 記載のミリ波帯無線通信装置。 20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明はマイクロ波帯・ミリ波帯の無線通信装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

まず、第 1 の従来例として、非特許文献 1 に開示されているミリ波送受信機の構成を図 5 に示す。

**【0003】**

図 5 ( a ) に示す送信側においては、 I F 変調信号源 100 によって変調された中間周波数信号 108a と、局部発振器 105 により発振された局部発振波 106 が、周波数ミキサ 101 に入力されて周波数上昇変換され、周波数上昇変換された無線信号波 107 のみがバンドパスフィルタ 102 により取り出され、送信用増幅器 103 により、適当なレベルまで増幅されてアンテナ 104 にて放射される。 30

**【0004】**

図 5 ( b ) は、局部発振波 106 と無線信号波 107 の周波数の位置関係を示す図である。

**【0005】**

図 5 ( c ) に示す受信側においては、アンテナ 112 により受信した信号波が低雑音アンプ 111 で適当なレベルまで増幅され、バンドパスフィルタ 102 で、所望波である無線信号波 107 のみが取り出されて周波数ミキサ 110 に入力される。同時に受信側で生成した局部発振器 114 で発生させた局部発振波 105 も周波数ミキサ 110 に入力される。周波数ミキサでは、周波数ダウンコンバートされ中間周波数信号 108b が生成される。 40

**【0006】**

次に、第 2 の従来のミリ波帯通信装置として、非特許文献 2, 3 に開示されているミリ波自己ヘテロダイン通信システムについて、図 6 ( a ) ~ ( c ) に示す。第 1 の従来例と同様な動作・機能するものは同じ番号で示している。

**【0007】**

図 6 ( a ) に示す送信側においては、 I F 変調信号源 100 によって、変調された中間 50

周波数信号 108a が生成され、局部発振器 105 により局部発振波 106 が生成され、当該局部発振波 106 が周波数ミキサ 101 に入力されて周波数上昇変換され、周波数上昇変換された無線信号波 107 と局部発振波 106 がバンドパスフィルタ 102 により取り出され、送信用増幅器 103 により、適当なレベルまで増幅されてアンテナ 104 にて放射される。

#### 【0008】

受信側においては、アンテナ 112 により受信した信号が低雑音アンプ 111 で適当なレベルまで増幅され、バンドパスフィルタ 102 で、所望波である無線信号波 107 と局部発振波 106 が取り出されて周波数ミキサ 110 に入力される。周波数ミキサのもつ 2 乗効果によって、前記無線信号波 107 と局部発信波 106 は 2 乗検波され、受信側で中間周波数信号 108b が生成されて復調器 113 へ入力される。

【非特許文献 1】2000 年電子情報通信学会総合大会 S C 3 - 5 の 423 ページから 424 ページ

【非特許文献 2】2000 年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B - 5 - 137 の 425 ページ

【非特許文献 3】2000 年電子情報通信学会 技術報告 R C S 2000 - 30 v o l . 100、No. 84、2000 - 06

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

図 5 の第 1 の従来例においては、30GHz 以上のミリ波帯では、送信側の局部発振器 105、受信機側の局部発振器 114 に高い周波数安定度を持たせるのが困難であり、かつ、発振器の位相雑音が大きく、変調信号が 4 相以上の多値位相変調方式やマルチキャリア方式 (OFDM) 伝送方式でのデジタル無線通信が困難であるという課題があった。

#### 【0010】

一方、第 2 の従来例のように、変調信号波と局部発振波を同時に伝送し、受信側の周波数ミキサ 110 において 2 乗検波するような方式では、ミリ波局部発振器 105 の安定度と位相雑音は周波数ミキサ 110 でキャンセルされるため、上記発振器に対する課題は解決される。

#### 【0011】

しかしながら、以下に述べる理由により、第 2 の従来例では、第 1 の従来例に比較して、無線伝送距離が短くなってしまうという新たな問題が発生する。

#### 【0012】

図 5 に示す第 1 の従来例においては、受信側周波数ミキサでは、周波数ダウンコンバートされ中間周波数信号 108b が生成される。ここで、受信側の局部発振器 114 の出力パワーは一定であり、入力された無線信号波 107 と、変換された中間周波信号 108b の関係は、線形関係にあり、無線信号波が 6dB 減衰すれば、出力される中間周波数信号も 6dB 減衰する関係にある。

#### 【0013】

これに対して図 6 に示すような第 2 の従来例においては、局部発振波 106 と無線信号波 107 が無線区間を伝送するため、無線伝送区間距離が長くなる距離の 2 乗に反比例して、局部発振波 106 と無線信号波 107 電力は減衰する。つまり局部発振波 106 と無線信号波 107 の電力は夫々無線伝送距離が 2 倍になると、6dB ずつ劣化する。従って、受信器中の周波数ミキサ 110 は、2 乗検波特性を使用するために、距離が 2 倍になると 12dB ずつ減衰する。この減衰は第 1 の従来例に比較して 2 倍である。

#### 【0014】

以上述べたように、第 2 の従来例では第 1 の従来例に比較して、減衰が 2 倍になり、その結果、無線伝送距離が少なくとも 1/2 となってしまうという問題があった。

#### 【0015】

加えて、第 2 の従来例では、略同一パワーの無線信号波 107 と局部発振波 106 であ

10

20

30

40

50

る必要があり、無線信号波は通常数 M H z ~ 1 0 0 M H z の広帯域信号であり、局部発振信号波は正弦波であり、帯域幅は 1 k H z 以下である。従って、無線信号波 1 0 7 と局部発振波 1 0 6 の信号波を同一のパワーで無線伝送しようとすると、局部発振波の方が、単位帯域当たりの平均パワーが著しく大きくなり送信用増幅器 1 0 3 が歪やすくなる。従って、線形性の高い送信アンプが必要になる、あるいは、アンプの線形動作領域まで全体の送信パワーを下げる伝送しなければならず、さらに伝送距離が短くなるという問題があった。

#### 【 0 0 1 6 】

本発明の目的は、こうした無線伝送距離と、発振器の安定性・位相雑音特性の課題を解決し、無線伝送距離を確保しつつ安定で位相雑音特性にすぐれたミリ波帯無線通信装置を提供することにある。

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 1 7 】

本発明のミリ波帯無線通信装置は、送信側で、変調信号波と低周波局部発振信号波の多重波である信号波を、送信側局部発振波を用いてミリ波帯へ周波数上昇変換し、前記周波数上昇変換された信号波を送信し、受信側で、送信されてきた、前記周波数上昇変換された信号波に含まれる低周波局部発振信号波に同期して受信側局部発振波を再生し、再生された前記受信側局部発振波を用いて前記周波数上昇変換された信号波を周波数下降変換して信号波を生成することを特徴とする。

#### 【 0 0 1 8 】

前記受信側局部発振波を再生する再生回路に注入同期発振器を具備することが好ましい。

#### 【 0 0 1 9 】

または、前記受信側局部発振波を再生する再生回路に自励発振ミキサを具備することが好ましい。

#### 【 0 0 2 0 】

あるいは、前記受信側局部発振波を再生する再生回路に位相同期発振器を具備することが好ましい。

#### 【 0 0 2 1 】

さらに、前記受信側局部発振波を再生する再生回路にミリ波増幅器を具備することが好ましい。

#### 【 発明を実施するための最良の形態 】

#### 【 0 0 2 2 】

##### ( 実施の形態 1 )

図 1 に本発明の構成を示す。第 1 の従来例と同様な動作・機能するものは同一番号で示す。送信側の構成は図 1 ( a ) に示すように変調信号源 1 0 0 によって、変調された中間周波数信号 1 0 8 a が生成され、ミリ波帯局部発振器 1 0 5 により局部発振波 1 0 6 が生成され、当該局部発振波 1 0 6 が周波数変換器 1 0 1 に入力されて周波数上昇変換され、周波数上昇変換された無線信号波 1 0 7 と局部発振波 1 0 6 が通過帯域フィルタ 1 により取り出され、送信用増幅器 1 0 3 により、適当なレベルまで増幅されてアンテナ 1 0 4 にて放射される。図 1 ( b ) は局部発振波 1 0 6 と無線信号波 1 0 7 の関係を示す図である。

#### 【 0 0 2 3 】

ここで、図 2 に通過帯域フィルタ 1 の特性を示す。無線信号波 1 0 7 は、通過帯域となっており、局部発振波は一部の信号が抑圧される。無線信号波 1 0 7 のトータルパワーよりも、局部発振波のトータルパワーは、3 d B 以上小さくコントロールされている。これによって送信アンプ 1 0 3 が局部発振波 1 0 6 で飽和されることを防いでいる。

#### 【 0 0 2 4 】

一方受信側では、図 1 ( c ) に示すように、アンテナ 1 1 2 により受信した信号が低雑音アンプ 1 1 1 で適当なレベルまで増幅される。分配器 6 で信号は 2 分配され、無線信号

10

20

30

40

50

波 107 はバンドパスフィルタ 200 で、帯域通過させ、一方局部発振波 106 の方はバンドパスフィルタ 3 により、局部発振波のみを帯域通過させる。該帯域通過した局部発振波 106 は、適当なレベルまで増幅器 4 により増幅された後、注入同期発振器 5 に入力される。

【0025】

局部発振波 106 の信号で当該注入同期発振器 5 を同期させ、送信側の局部発振波 106 を再生させる。該同期信号波は、一定の出力を有しており、局部発振波 50a となる。該局部発振波 50a は、周波数ミキサ 110 に入力され、局部発振信号波 50a で、無線周波数信号波 107 は、周波数ダウンコンバートされ、中間周波信号 108b を生成する。当該中間周波信号 108b は、復調器 113 へ入力される構成となる。

10

【0026】

該注入同期発振器 5 の同期幅が、通常数 10MHz 以上であり、局部発振信号 106 の帯域幅 (1kHz 以下) に比較して、局部発振同期信号 50a は、十分に狭いため、送信側の局部発振器 105 の周波数と位相に同期し、送信側の局部発振波 106 が再生される。従って、該ダウンコンバートされた中間周波信号 108b は、ミリ波帯局部発振器 105 の周波数安定性、位相雑音の影響は受けず、受信側周波数ミキサ 110 内部では、局部発振器の周波数安定性と位相雑音は、ほぼ完全にキャンセルされる。

【0027】

つまり、送信側の無線信号波 107 の周波数  $f_{RF}$  は、次式 (1) で表される。

$$f_{RF} = (f_{LO} + f_{LO}) + f_{IFa} \quad \dots (1)$$

20

ただし、 $f_{LO}$  は送信側の局部発振信号 106 の周波数であり、 $f_{LO}$  は周波数不安定性にもとづく局部発振信号の周波数変動分であり、 $f_{IFa}$  は送信側の中間周波信号 108a の周波数である。また、無線信号波 107 の周波数  $f_{RF}$  には、局部発振器 105 の周波数変動  $f_{LO}$  が含まれている。

【0028】

一方、受信側のダウンコンバートされた中間周波信号 108b の周波数  $f_{IFb}$  は、次式 (2) で表される。

【0029】

$$f_{IFb} = f_{RF} - (f_{LO} + f_{LO}) = f_{IFa} \quad \dots (2)$$

30

したがって、周波数変動成分は送受間で完全にキャンセルされる。加えて、位相も同期しているため同期した局部発振波は、位相の揺らぎ成分 (位相雑音成分) も、送信側と受信側では同期がとれ、同じ位相角となり、受信側でダウンコンバート時には、位相雑音成分もキャンセルされてしまう。

【0030】

加えて、受信側の注入同期発振器 5 の出力パワーは一定であり、入力された無線信号波 107 と、変換された中間周波信号 108b の関係は、線形関係にあり、無線信号波が 6dB 減衰すれば、出力される中間周波信号も 6dB 減衰する関係にある。つまり、第 2 の従来例のような少なくとも 12dB 減衰する関係になく、伝送距離が短くなることを防ぐことが可能となる。

40

【0031】

ここでは中間周波信号源として変調信号波を発生する変調信号源 100 を用いて説明したが、当該信号波は、TV の無線信号、CATV の伝送信号、衛星放送の中間周波信号であってもよい。同時に、受信側の復調器 113 は、地上波・CATV・衛星放送用 TV チューナであっても構わない。

【0032】

上記の構成で、注入同期発振器 5 の代わりに増幅器を用いて多重波中の局部発振波 106 を再生しても構わない。

【0033】

さらに、上記の構成では、送信側の局部発振器 105 からの信号を局部発振信号波 106 としたが、場合によっては、送信側の中間周波数の中間周波数信号 108a を、変調信

50

号波と低周波局部発振波の多重波で構成し、当該中間周波数の多重信号波が、ミリ波帯へ周波数上昇変換されたミリ波無線多重波信号波が送信され、受信側で、ミリ波帯へ上昇変換された局部発振波成分に同期した信号波が増幅・再生されてミリ波局部発振信号波 50 a となり、周波数ミキサ 110 で周波数ダウンコンバータされて周波数下降変換されて、中間周波数の中間周波信号 108 b を生成しても構わない。この場合、送信側のミリ波局部発振波 106 はバンドパスフィルタ 200 で抑圧されている。

#### 【0034】

##### (実施の形態2)

第2の実施形態を図3(a)~(c)に示す。第1の実施形態とは図3(a)に示す送信側の構成、図3(b)に示す局部発振波 106、無線信号波 107 の関係は同じであり、受信側のみが異なるので、この異なる部分を説明する。

#### 【0035】

第1の実施の形態では、周波数ミキサ 110 と周波数再生手段 2a を注入同期発振器で構成した例で示したが、第2の実施形態では、周波数ミキサを自励発振ミキサ 20 で構成する。動作は、アンテナより受信した局部発振波 106 と無線信号波 107 を低雑音アンプ 111 で適当なレベルまで増幅し局部発振波 106 と無線信号波 107 を通過帯域フィルタ 102 で取り出し、自励発振ミキサ 20 に入力される。該自励発振ミキサとして、例えば、IEEE-Standard. Microwave Symp. Dig., 1998, pp. 1135-1138 に示されている Self-Oscillating Mixers を利用することができる。

#### 【0036】

当該自励発振ミキサ 20 は、送信側の局部発振周波数 106 付近で自由発振しており、当該自励発振ミキサ 20 を受信機への入力された局部発振信号波 106 で同期する構成である。該当該自励発振ミキサ 20 を受信機への入力された局部発振信号波 106 で注入同期をとると同時に、入力無線信号波 107 の信号波で周波数混合され、ダウンコンバートされた中間周波信号 108 b を生成する構成である。

#### 【0037】

当該中間周波信号 108 b は、復調器 113 へ入力される構成となる。この場合も第1の実施形態と同様に、該ダウンコンバートされた中間周波信号 108 b は、ミリ波発振器 105 の周波数安定性、位相雑音の影響は受けず、受信側の自励発振周波数ミキサ 20 内部では、ほぼ完全にキャンセルされる。

#### 【0038】

加えて、受信側の自励発振器 20 の出力パワーは一定であり、入力された無線信号波 107 と、変換された中間周波信号 108 b の関係は、線形関係にあり、無線信号波 107 が 6 dB 減衰すれば、出力される中間周波信号 108 b も 6 dB 減衰する関係にあり、第2の従来例のような少なくとも 12 dB 減衰する関係になく、伝送距離が短くなることも防ぐことが可能となる。

#### 【0039】

##### (実施の形態3)

第3の実施形態を図4(a)~(c)に示す。第1の実施形態とは図4(a)に示す送信側の構成、図4(b)に示す局部発振波 106、無線信号波 107 の関係は同じであり、受信側のみが異なるので、この異なる部分のみ説明する。

#### 【0040】

第1の実施の形態では、周波数ミキサ 110 と第1の周波数再生手段 2a を注入同期発振器 5 で構成した例で示したが、第3の実施形態では、第2の周波数再生手段 2b として、位相同期発振器 2b が構成される。

#### 【0041】

動作は、アンテナにより受信した局部発振波 106 と無線信号波 107 を適当なレベルまで増幅し、分配器 6 で 2 分配し、無線信号波 107 のみをバンドパスフィルタ 200 で、帯域通過し、一方局部発振波 106 の方は、当該信号波 106 のみをバンドパスフィル

タ3により、帯域通過させ、適當なレベルまで増幅器4により増幅した後、位相比較器10に入力させる。

【0042】

一方送信側の局部発振周波数106付近で自由発振している電圧制御発振器12の信号の一部が位相比較器10に入力される。この位相比較器10は誤差信号15を生成し、ループフィルタにより帯域制限と位相制御されたあと電圧制御発振器12へ入力することによって位相同期ループを構成する。当該位相同期ループにより、電圧制御発振器12は受信器に入力された局部発振波106に位相同期し、周波数と位相は完全に同期する。当該同期信号波50bは一定の出力を有しており、周波数ミキサ110に入力され、当該局部発振信号波50bで、周波数ダウンコンバートされ、中間周波信号108を生成する。当該中間周波信号108bは、復調器113へ入力される構成となる。

【0043】

該ダウンコンバートされた中間周波信号108bは、送信側の局部発振器105の周波数安定性、位相雑音の影響は受けず、受信側周波数ミキサ110内部では、ほぼ完全にキャンセルされる。

【0044】

加えて、受信側の位相同期発振器2bからの出力信号50bの出力パワーは一定であり、入力された無線信号波107と、変換された中間周波信号108bの関係は、線形関係にあり、無線信号波107が6dB減衰すれば、出力される中間周波信号も6dB減衰する関係にあり、第2の従来例のような少なくとも12dB減衰する関係になく、伝送距離が短くなることも防ぐことが可能となる。

【0045】

以上のように、この発明によれば、受信装置側で、送信装置の局部発振器に同期した信号を再生して周波数ダウンコンバートするので、受信装置からの出力信号中間周波信号は、送信側の局部発振器の周波数安定性、位相雑音の影響は受けず、受信側周波数ミキサ内部では、ほぼ完全にキャンセルされる。

【0046】

また、受信側の位相同期発振器からの出力パワーは一定であり、入力された無線信号波と、変換された中間周波信号の関係は、線形関係にあり、無線信号波が6dB減衰すれば、出力される中間周波信号も6dB減衰する関係にあり、第2の従来例のような少なくとも12dB減衰する関係になく、伝送距離が短くなることも防ぐことが可能となる。

【0047】

加えて、送信側の局部発振波の出力を制御するために、送信アンプの歪を少なくでき、より長距離伝送が可能となる。以上のように、当該ミリ波通信装置は、受信側でミリ波局部発振波再生手段を有しているため、無線伝送に対して周波数安定度と位相雑音特性に関して厳しい性能が要求される地上波デジタル放送等に使用されているOFDM伝送やCATV等で使用されている64QAM～256QAMの多値変調波信号に対してもミリ波無線接続することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の第1の実施形態を示すミリ波通信装置のブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の送信側バンドパスフィルタ特性を示す図である。

【図3】本発明の第2の実施形態を示すミリ波通信装置のブロック図である。

【図4】本発明の第3の実施形態を示すミリ波通信装置のブロック図である。

【図5】第1の従来例を示す図である。

【図6】第2の従来例を示す図である。

【符号の説明】

【0049】

1 バンドパスフィルタ、2a 第1の周波数再生手段、2b 第2の周波数再生手段  
、3 バンドパスフィルタ、4 増幅器、5 注入同期発振器、6 分配器、12 電圧

10

20

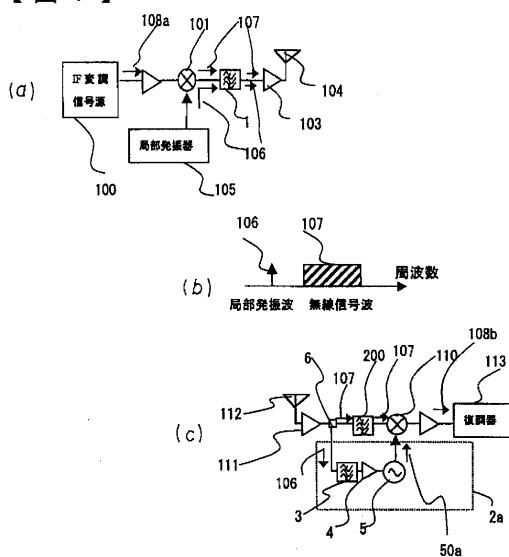
30

40

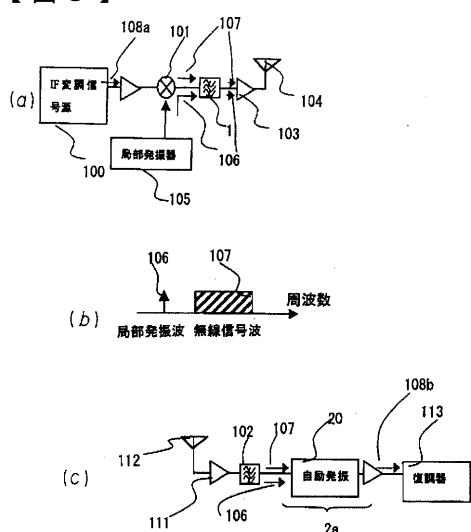
50

制御発振器、13 増幅器、15 誤差信号、20 自励発振ミキサ（セルフオシレーティングミキサ）、50a 局部発振波、50b 同期信号波、100 变调信号源、101 周波数変換器、102 バンドパスフィルタ、103 送信アンプ、104 送信アンテナ、105 局部発振器、106 局部発振波、107 無線信号波、108b 中間周波信号、110 周波数ミキサ、112 受信アンテナ、113 復調器、200 バンドパスフィルタ。

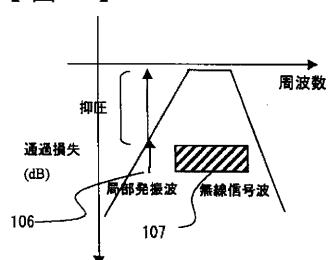
【図1】



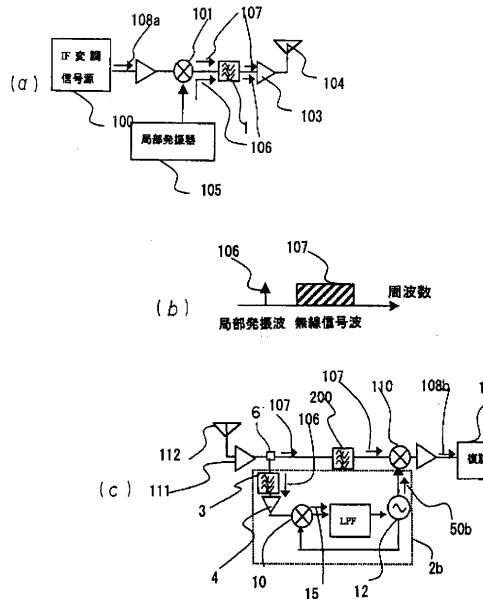
【図3】



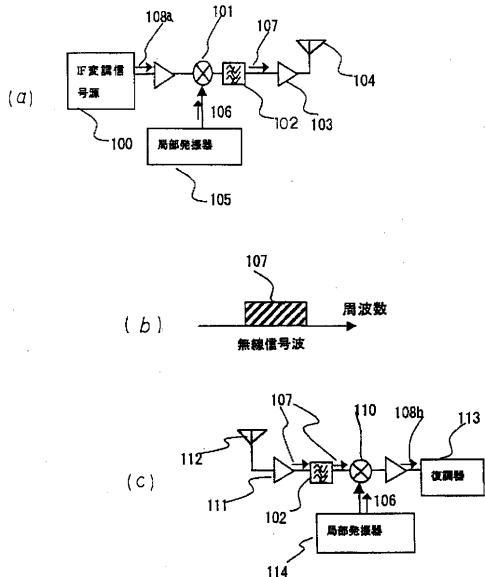
【図2】



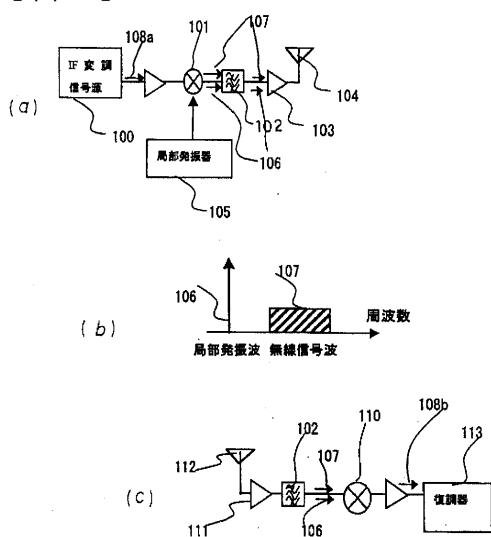
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 末松 英治

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

F ターク(参考) 5K020 BB06 DD05 DD11 EE01 FF00 GG04 HH13

5K060 BB07 CC04 HH15 HH16 HH22