

(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2012-109700
(P2012-109700A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04B 1/26 (2006.01)	H04B 1/26 B	5K020
H04B 1/16 (2006.01)	H04B 1/16 A	5K061

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2010-255569 (P2010-255569)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成22年11月16日 (2010.11.16)	(74) 代理人	100082131 弁理士 稲本 義雄
		(74) 代理人	100121131 弁理士 西川 孝
		(72) 発明者	伊藤 克尚 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	5K020 AA02 AA08 DD11 EE02 HH06 KK07 5K061 BB07 CC14 CC25 CC45

(54) 【発明の名称】 受信装置、受信方法、及び、電子機器

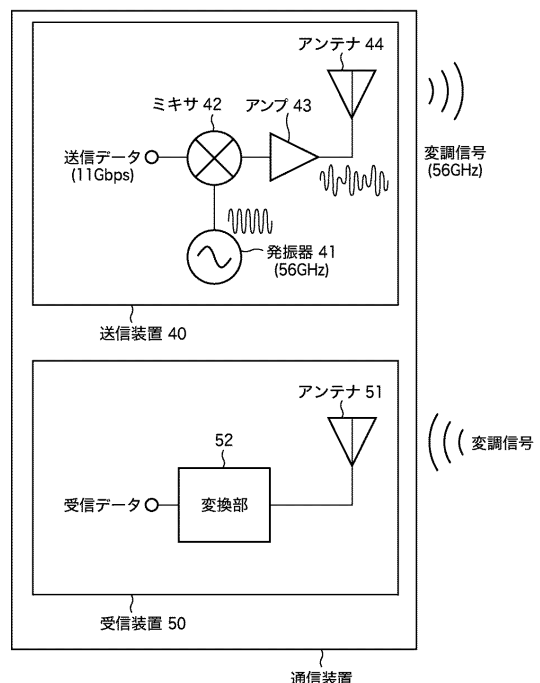
(57) 【要約】

【課題】変調信号をベースバンドの信号に変換する周波数変換を、柔軟に行う。

【解決手段】変換部52は、無線で送信されてくる変調信号を、ベースバンドの信号に変換する周波数変換を行う。変換部52は、例えば、注入同期検波方式、及び、自乗検波方式等の複数の変換方式で、周波数変換を行うことが可能であり、複数の変換方式の中から選択された1つの変換方式で、変調信号を、ベースバンドの信号に変換する。本発明は、例えば、電子機器の筐体内に収容された半導体チップどうしの無線通信に適用できる。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線で送信されてくる変調信号の周波数変換を行う変換部を備え、
前記変換部は、複数の変換方式で、前記周波数変換を行うことが可能であり、前記複数の変換方式の中から選択された1つの変換方式で、前記変調信号の周波数変換を行う受信装置。

【請求項 2】

前記複数の変換方式は、注入同期検波方式、及び、自乗検波方式であり、
前記変換部は、前記注入同期検波方式、又は、前記自乗検波方式で、前記変調信号を、ベースバンドの信号に変換する
請求項 1 に記載の受信装置。

10

【請求項 3】

前記変換部は、
前記変調信号の電圧電流変換を行う電圧電流変換回路と、
前記電圧電流変換回路が、前記変調信号の電圧電流変換を行うことにより出力する出力信号が供給される共振回路と、
前記共振回路に接続され、負性抵抗の機能のオン/オフが可能な負性抵抗回路と、
前記変調信号と、前記共振回路が出力する信号とをミキシングするミキサとを有する
請求項 2 に記載の受信装置。

20

【請求項 4】

前記変換部が、前記注入同期検波方式で、前記周波数変換を行う場合、
前記負性抵抗回路の負性抵抗の機能がオンにされることにより、前記共振回路と前記負性抵抗回路とで、発振回路が構成され、
前記電圧電流変換回路が出力する前記出力信号が、前記発振回路に供給されることにより、前記発振回路は、前記変調信号と同期した再生キャリアを出力し、
前記ミキサは、前記変調信号と、前記再生キャリアとをミキシングし、
前記変換部が、前記自乗検波方式で、前記周波数変換を行う場合、
前記負性抵抗回路の負性抵抗の機能がオフにされ、
前記電圧電流変換回路と前記共振回路とで、増幅器が構成され、
前記増幅器は、前記変調信号を増幅して、増幅信号を出力し、
前記ミキサは、前記変調信号と、前記増幅信号とをミキシングする
請求項 3 に記載の受信装置。

30

【請求項 5】

前記電圧電流変換回路は、前記電圧電流変換の利得を調整することが可能になっている
請求項 3 に記載の受信装置。

【請求項 6】

前記共振回路は、共振周波数を調整することが可能になっている
請求項 3 に記載の受信装置。

【請求項 7】

前記電圧電流変換回路は、一对のトランジスタを用いた差動増幅器で構成され、
前記負性抵抗回路は、クロスカップル接続された一对のトランジスタで構成される
請求項 3 に記載の受信装置。

40

【請求項 8】

前記変換部は、前記変換方式を指示する操作部の操作に応じて、前記変換方式を選択する
請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 9】

前記変換部は、前記変調信号のデータレートに応じて、前記変換方式を選択する
請求項 1 に記載の受信装置。

50

- 【請求項 10】
前記変換部は、前記変調信号のレベルに応じて、前記変換方式を選択する
請求項 1 に記載の受信装置。
- 【請求項 11】
前記変換部は、前記変調信号を送信してくる送信装置からの指示に応じて、前記変換方式を選択する
請求項 1 に記載の受信装置。
- 【請求項 12】
前記変調信号を送信する送信装置とともに、電子機器の筐体内に設置されている
請求項 1 に記載の受信装置。 10
- 【請求項 13】
前記変調信号は、ミリ波帯の信号である
請求項 1 に記載の受信装置。
- 【請求項 14】
前記変換部は、1チップの半導体チップ上に形成されている
請求項 1 に記載の受信装置。
- 【請求項 15】
無線で送信されてくる変調信号の周波数変換を行う変換部を備える受信装置
の前記変換部が、複数の変換方式で、前記周波数変換を行うことが可能であり、前記複数の変換方式の中から選択された1つの変換方式で、前記変調信号の周波数変換を行う
受信方法。 20
- 【請求項 16】
キャリアを変調した変調信号を、無線で送信する送信装置が形成された1以上の半導体チップと、
前記変調信号を受信する受信装置が形成された複数の半導体チップと
が、筐体内に収容され、
前記受信装置は、前記変調信号の周波数変換を行う変換部を有し、
前記複数の半導体チップのうちの、1の半導体チップの受信装置の前記変換部と、他の1の半導体チップの受信装置の前記変換部とは、前記周波数変換を行う複数の変換方式のうちの異なる変換方式で、前記変調信号の周波数変換を行う
電子機器。 30
- 【請求項 17】
前記複数の変換方式は、注入同期検波方式、及び、自乗検波方式であり、
前記1の半導体チップの受信装置の前記変換部は、前記注入同期検波方式で、前記変調信号を、ベースバンドの信号に変換し、
前記他の1の半導体チップの受信装置の前記変換部は、前記自乗検波方式で、前記変調信号を、ベースバンドの信号に変換する
請求項 16 に記載の電子機器。
- 【請求項 18】
前記変調信号は、ミリ波帯の信号である 40
請求項 16 に記載の電子機器。
- 【発明の詳細な説明】
- 【技術分野】
- 【0001】
本発明は、受信装置、受信方法、及び、電子機器に関し、無線通信において、変調信号をベースバンドの信号に変換する周波数変換を、柔軟に行うことができるようにする受信装置、受信方法、及び、電子機器に関する。
- 【背景技術】
- 【0002】
例えば、テレビジョン受像機や、ビデオカメラ、レコーダ等の各種の電子機器において 50

は、その筐体内に、各種の信号処理を行うIC(Integrated Circuit)やLSI(Large-Scale Integration)等の半導体チップが配置された基板が収容されている。

【0003】

そして、同一の基板に配置された半導体チップどうしや、異なる基板に配置された半導体チップどうしの間で、データ(画像や音声等の実データ、及び、制御データを含む)のやりとりをするために、半導体チップどうしの間、及び、基板どうしの間には、有線による配線が施されている。

【0004】

ところで、最近、半導体チップでは、3D画像や、高精細な画像等の大容量のデータを対象として信号処理が行われ、そのような大容量のデータが、半導体チップどうしの間で、高速でやりとりされることがある。

10

【0005】

そして、大容量のデータを高速でやりとりするために、半導体チップどうしの間、及び、基板どうしの間配線の配線数が増加し、さらに、配線の高周波対策が困難になることがある。

【0006】

そこで、半導体チップどうしの間データのやりとりを、無線で行うことが提案されている(例えば、特許文献1, 2, 3, 4)。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0007】

【特許文献1】特開2005-204221号公報

【特許文献2】特開2005-223411号公報

【特許文献3】特開平10-256478号公報

【特許文献4】米国特許第5754948号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

無線通信では、送信装置において、キャリアが、送信対象の送信データに従って変調され、変調信号が、無線で送信される。そして、受信装置において、変調信号が検波されることで、変調信号をベースバンドの信号(ベースバンド信号)に変換する周波数変換が行われ、ベースバンド信号から、送信データに対応するデータ(受信データ)が取得される。

30

【0009】

ここで、変調信号の検波の方式には、例えば、同期検波(プロダクト検波)や、自乗検波、包絡線検波等の種々の方式がある。

【0010】

また、例えば、同期検波では、受信装置において、送信装置で用いられたキャリアに同期したキャリア(再生キャリア)を生成し、その再生キャリアと、変調信号とをミキシング(乗算)することで、変調信号がベースバンドの信号に変換されるが、再生キャリアを生成する方式には、例えば、PLL(Phase-Locked Loop)を用いる方式や、注入同期を用いる方式等の種々の方式がある。

40

【0011】

したがって、周波数変換の変換方式は、検波の方式や、再生キャリアを生成する方式等によって分類することができる。

【0012】

すなわち、変換方式としては、検波として、例えば、同期検波を行う方式や、自乗検波を行う方式等があり、また、例えば、同期検波については、再生キャリアの生成に、PLLを用いる方式や、注入同期を用いる方式等がある。

【0013】

50

ところで、半導体チップどうしの間でやりとりされるデータが、画像のデータ等の大容量のデータである場合には、無線通信のデータレートは、高速になるが、半導体チップどうしの間でやりとりされるデータが、制御データの小容量のデータである場合には、無線通信のデータレートは、低速になる。

【0014】

そして、周波数変換の変換方式には、例えば、低速なデータレートでの無線通信に適切な変換方式や、不適切な変換方式がある。

【0015】

したがって、電子機器の筐体内に收容される半導体チップのすべてにおいて、同一の1つの変換方式を採用すると、問題が生じることがある。

10

【0016】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、変調信号をベースバンド信号に変換する周波数変換を、柔軟に行うことができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の第1の側面の受信装置は、無線で送信されてくる変調信号の周波数変換を行う変換部を備え、前記変換部は、複数の変換方式で、前記周波数変換を行うことが可能であり、前記複数の変換方式の中から選択された1つの変換方式で、前記変調信号の周波数変換を行う受信装置である。

【0018】

20

本発明の第1の側面の受信方法は、無線で送信されてくる変調信号の周波数変換を行う変換部を備える受信装置の前記変換部が、複数の変換方式で、前記周波数変換を行うことが可能であり、前記複数の変換方式の中から選択された1つの変換方式で、前記変調信号の周波数変換を行う受信方法である。

【0019】

以上のような第1の側面においては、複数の変換方式で、前記周波数変換を行うことが可能な変換部において、前記複数の変換方式の中から選択された1つの変換方式で、前記変調信号の周波数変換が行われる。

【0020】

本発明の第2の側面の電子機器は、キャリアを変調した変調信号を、無線で送信する送信装置が形成された1以上の半導体チップと、前記変調信号を受信する受信装置が形成された複数の半導体チップとが、筐体内に收容され、前記受信装置は、前記変調信号の周波数変換を行う変換部を有し、前記複数の半導体チップのうちの、1の半導体チップの受信装置の前記変換部と、他の1の半導体チップの受信装置の前記変換部とは、前記周波数変換を行う複数の変換方式のうちの異なる変換方式で、前記変調信号の周波数変換を行う電子機器である。

30

【0021】

以上のような第2の側面の電子機器においては、キャリアを変調した変調信号を、無線で送信する送信装置が形成された1以上の半導体チップと、前記変調信号を受信する受信装置が形成された複数の半導体チップとが、筐体内に收容されており、前記受信装置は、前記変調信号の周波数変換を行う変換部を有している。そして、前記複数の半導体チップのうちの、1の半導体チップの受信装置の前記変換部と、他の1の半導体チップの受信装置の前記変換部とは、前記周波数変換を行う複数の変換方式のうちの異なる変換方式で、前記変調信号の周波数変換が行われる。

40

【発明の効果】

【0022】

本発明の第1及び第2の側面によれば、周波数変換を、柔軟に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明を適用した電子機器の第1実施の形態の構成例を示す平面図である。

50

- 【図 2】通信装置の構成例を示すブロック図である。
- 【図 3】変換部 5 2 の構成例を示すブロック図である。
- 【図 4】変換部 5 2 が、注入同期検波方式で周波数変換を行う場合の動作を説明する図である。
- 【図 5】変換部 5 2 が、自乗検波方式で周波数変換を行う場合の動作を説明する図である。
- 【図 6】電圧電流変換回路 6 2、負性抵抗回路 6 3、及び、LC共振回路 6 4 の構成例を示す図である。
- 【図 7】注入同期検波方式と自乗検波方式それぞれの特徴を説明する図である。
- 【図 8】ベースバンド信号からの、データ系列の選択を説明する図である。 10
- 【図 9】変調信号のデータレートに応じた、変換方式の選択を説明する図である。
- 【図 10】変調信号を送信する送信装置 4 0 からの指示に応じた、変換方式の選択を説明する図である。
- 【図 11】本発明を適用した電子機器の第 2 実施の形態の構成例を示す平面図である。
- 【図 12】自乗検波方式のみで、周波数変換を行う変換部 5 2 の構成例を示すブロック図である。
- 【図 13】注入同期検波方式のみで、周波数変換を行う変換部 5 2 の構成例を示すブロック図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0024】 20
 < 第 1 実施の形態 >
- 【0025】
 [電子機器の第 1 実施の形態の構成例]
- 【0026】
 図 1 は、本発明を適用した電子機器の第 1 実施の形態の構成例を示す平面図である。
- 【0027】
 図 1 の電子機器では、金属製の筐体 1 0 内に、基板 2 1 及び 2 2 が収容されている。
- 【0028】
 基板 2 1 には、半導体チップ (パッケージ) 3 1 及び 3 2 が配置され、基板 2 2 には、半導体チップ 3 3 及び 3 4 が配置されている。 30
- 【0029】
 半導体チップ 3 1 ないし 3 4 は、電子機器がその機能を発揮するための所定の信号処理を行う、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の半導体チップで、信号処理の対象となるデータや、信号処理の結果得られるデータ、その他のデータを、無線でやりとりする無線通信の機能を有している。
- 【0030】
 すなわち、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 上には、所定の信号処理を行う回路の他、無線通信を行う通信装置が構成されている。
- 【0031】 40
 半導体チップ 3 1 ないし 3 4 の通信装置は、例えば、1cm 程度以下等の、十分に近い距離のみ、無線通信を行うことが可能なように、電波の出力等が調整されている。そのため、半導体チップ 3 1 ないし 3 4、並びに、基板 2 1 及び 2 2 は、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 のうちの、無線通信を行う任意の 2 つの半導体チップの距離が、十分に近い距離以下になるように配置されている。
- 【0032】
 すなわち、図 1 では、例えば、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 のうちの任意の 2 つの半導体チップが無線通信を行うようになっており、そのため、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 のうちの任意の 2 つの半導体チップの距離が、十分に近い距離以下になるように、半導体チップ 3 1 ないし 3 4、並びに、基板 2 1 及び 2 2 が配置されている。
- 【0033】 50

なお、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 のうちの任意の 2 つの半導体チップの間では、無線の他、有線で、データのやりとりを行うことができる。半導体チップ 3 1 ないし 3 4 のうちの任意の 2 つの半導体チップの間において、有線で、データのやりとりを行う場合には、その 2 つの半導体チップが電氣的に接続されるように、配線が施される。

【 0 0 3 4 】

[通信装置の構成例]

【 0 0 3 5 】

図 2 は、図 1 の半導体チップ 3 1 ないし 3 4 上に構成されている通信装置の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 3 6 】

図 2 において、通信装置は、送信装置 4 0、及び、受信装置 5 0 を有し、例えば、ミリ波帯の無線通信を行う。

【 0 0 3 7 】

ここで、ミリ波とは、周波数が 30 ないし 300GHz 程度、つまり、波長が、1 ないし 10mm 程度の電波である。ミリ波帯の電波によれば、周波数が高いことから、高速のデータレートでのデータ伝送が可能であり、小さなアンテナで、無線通信（ワイヤレス伝送）を行うことができる。

【 0 0 3 8 】

なお、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 の中で、無線によるデータの送信しか行わない半導体チップの通信装置は、送信装置 4 0 だけで構成することができる。同様に、無線によるデータの受信しか行わない半導体チップの通信装置は、受信装置 5 0 だけで構成することができる。

【 0 0 3 9 】

送信装置 4 0 は、発振器 4 1、ミキサ 4 2、アンプ 4 3、及び、アンテナ 4 4 を有する。

【 0 0 4 0 】

発振器 4 1 は、発振によって、例えば、56GHz 等のミリ波帯のキャリアを発生し、ミキサ 4 2 に供給する。

【 0 0 4 1 】

ミキサ 4 2 には、発振器 4 1 からキャリアが供給される他、図示せぬ回路から、送信対象の送信データが供給される。

【 0 0 4 2 】

ここで、送信データとしては、例えば、最大で、11Gbps のデータレートのデータを用いることができる。

【 0 0 4 3 】

ミキサ 4 2 は、送信データと、発振器 4 1 からのキャリアとをミキシング（乗算）することにより、発振器 4 1 からのキャリアを、送信データに従って変調し、その結果得られる変調信号を、アンプ 4 3 に供給する。

【 0 0 4 4 】

ここで、送信データに従ってキャリアを変調する変調方式は、特に限定されるものではないが、ここでは、説明を簡単にするために、例えば、振幅変調 (ASK (Amplitude Shift Keying)) を採用することとする。

【 0 0 4 5 】

アンプ 4 3 は、ミキサ 4 2 からの変調信号を増幅し、アンテナ 4 4 に供給する。

【 0 0 4 6 】

アンテナ 4 4 は、例えば、1mm 程度のボンディングワイヤで構成され、アンプ 4 3 からの変調信号を、電波として出力する。

【 0 0 4 7 】

受信装置 5 0 は、アンテナ 5 1、及び、変換部 5 2 を有する。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

アンテナ 5 1 は、例えば、アンテナ 4 4 と同様に、1mm程度のボンディングワイヤで構成され、他の半導体チップの通信装置から送信されてくる電波としての変調信号を受信して、変換部 5 2 に供給する。

【 0 0 4 9 】

変換部 5 2 は、アンテナ 5 1 からの変調信号を検波することにより、その変調信号を、ベースバンド信号に変換する周波数変換を行い、ベースバンド信号から、送信データ（に対応するデータ）を取得し、受信データとして出力する。

【 0 0 5 0 】

ここで、変換部 5 2 は、複数の変換方式で、周波数変換を行うことが可能であり、複数の変換方式の中から選択された 1 つの変換方式で、アンテナ 5 1 からの変調信号をベースバンド信号に変換する。

10

【 0 0 5 1 】

複数の変換方式としては、例えば、変調信号の検波を、同期検波で行う方式や、自乗検波で行う方式、包絡線検波で行う方式等があり、さらに、変調信号の検波を、同期検波で行う場合には、同期検波に用いる再生キャリアの生成に、PLLを用いる方式や、注入同期を用いる方式等がある。

【 0 0 5 2 】

以上のように、変換部 5 2 では、複数の変換方式の中から選択された 1 つの変換方式で周波数変換を行うので、周波数変換を、柔軟に行うことができる。

【 0 0 5 3 】

20

なお、アンテナ 4 4 と 5 1 とは、1 つのアンテナで兼用することが可能である。

【 0 0 5 4 】

[変換部 5 2 の構成例]

【 0 0 5 5 】

図 3 は、図 2 の変換部 5 2 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 5 6 】

ここで、変換部 5 2 では、複数の変換方式として、変調信号の検波を、自乗検波で行う方式（以下、自乗検波方式ともいう）や、変調信号の検波を、同期検波で行い、同期検波に用いる再生キャリアの生成に、PLLを用いる方式（以下、PLL同期検波方式ともいう）、変調信号の検波を、同期検波で行い、同期検波に用いる再生キャリアの生成に、注入同期を用いる方式（以下、注入同期検波方式ともいう）等を採用することができる。

30

【 0 0 5 7 】

例えば、PLL同期検波方式では、再生キャリアの生成に、PLLを用いるので、電波が伝播する伝送路の特性（伝送路特性）の安定性にかかわらず、安定性の高い再生キャリアを生成することができる。

【 0 0 5 8 】

但し、PLL同期検波方式では、変換部 5 2 にPLLを設ける必要があるため、変換部 5 2、ひいては、受信装置 5 0（図 2）の回路規模が大になる。

【 0 0 5 9 】

一方、注入同期検波方式では、再生キャリアの生成に、変調信号（RF(Radio Frequency)信号）が、注入信号として用いられるため、安定性の高い再生キャリアを生成するためには、伝送路特性が安定していることが望ましい。

40

【 0 0 6 0 】

ところで、半導体チップ 3 1 ないし 3 4（図 1）は、筐体 1 0 内に固定されており、無線通信を行う任意の 2 つの半導体チップの位置関係は、変わらない。

【 0 0 6 1 】

さらに、半導体チップ 3 1 ないし 3 4（図 1）は、金属製の筐体 1 0 内に收容されており、筐体 1 0 の外部の電波からの干渉を受けない。

【 0 0 6 2 】

したがって、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 の通信環境（伝送路特性）は、安定しており

50

、そのような安定した通信環境では、注入同期検波方式において、安定性の高い再生キャリアを生成することができる。

【0063】

そこで、本実施の形態では、変換部52が行う周波数変換の複数の変換方式の1つとしては、PLLが不要で、回路構成が簡単な注入同期検波方式を採用することとする。

【0064】

ところで、注入同期検波方式では、変調信号(RF(Radio Frequency)信号)を、注入信号として、発振器(発振回路)に注入することで、発振器において、注入信号としての変調信号(のキャリア)に同期した再生キャリアが生成される。そして、注入同期検波方式では、変調信号への同期(ロック)には、変調信号が、ある程度高レートのデータの変調信号であることが必要であり、変調信号が、低レートのデータの変調信号である場合には、変調信号への同期や、その同期の維持が困難となり、検波をすることができないことがある。

10

【0065】

一方、自乗検波方式では、変調信号を自乗することにより、変調信号がベースバンド信号に変換されるが、低レートのデータの変調信号であっても、検波することができる。

【0066】

そこで、本実施の形態では、変換部52が行う周波数変換の複数の変換方式として、注入同期検波方式の他に、自乗検波方式を採用することとする。

【0067】

ここで、以上のように、本実施の形態では、複数の変換方式として、注入同期検波方式、及び、自乗検波方式を採用するが、複数の変換方式としては、許容される回路規模及びコスト、通信環境等を勘案して、例えば、PLL同期検波方式やその他の方式を採用することができる。

20

【0068】

複数の変換方式として、注入同期検波方式と自乗検波方式とを採用する場合には、例えば、画像のデータ等の高レートの(データの)変調信号については、注入同期検波方式により、適切に検波することができ、制御データ等の低レートの(データの)変調信号については、自乗検波方式により、適切に検波することができる。

【0069】

変換部52において、複数の変換方式で周波数変換を行う方法としては、その複数の変換方式それぞれで周波数変換を行う回路を、半導体チップ上に構成する方法がある。

30

【0070】

例えば、上述したように、複数の変換方式として、注入同期検波方式と自乗検波方式とを採用する場合には、周波数変換を、注入同期検波方式で行う回路と、自乗検波方式で行う回路とを、半導体チップ31(ないし34)上に、独立に構成し、スイッチによって、変調信号を供給する回路を切り替える方法がある。

【0071】

但し、周波数変換を、注入同期検波方式で行う回路と、自乗検波方式で行う回路とを、半導体チップ31上に、独立に構成し、スイッチによって、変調信号を供給する回路を切り替えるのでは、半導体チップ31上に占める変換部52の面積が、回路の数に比例して大になり、また、ミリ波帯の変調信号がスイッチを経由することによる特性劣化の懸念が生じる。

40

【0072】

そこで、図3の変換部52では、注入同期検波方式で行う回路と、自乗検波方式で行う回路とが、いわば一体的に構成されている。

【0073】

すなわち、図3において、変換部52は、RF(Radio Frequency)アンプ61、電圧電流変換回路62、負性抵抗回路63、LC共振回路64、ミキサ65、BB(Base Band)アンプ66、及び、制御部67を有する。

50

【 0 0 7 4 】

RFアンプ 6 1 には、アンテナ 5 1 (図 2) からの変調信号が供給される。

【 0 0 7 5 】

RFアンプ 6 1 は、アンテナ 5 1 からの変調信号 (RF信号) を増幅し、電圧電流変換回路 6 2 の入力端子 IN と、ミキサ 6 5 に供給する。

【 0 0 7 6 】

電圧電流変換回路 6 2 は、その入力端子 IN に供給される、RFアンプ 6 1 からの変調信号の電圧電流変換を行い、その電圧電流変換後の信号 (電流) を、出力信号として、出力端子 OUT から出力する。

【 0 0 7 7 】

なお、電圧電流変換回路 6 2 は、電圧電流変換の利得を調整することが可能になっており、その利得の調整は、制御部 6 7 によって行われる。

【 0 0 7 8 】

負性抵抗回路 6 3 は、その端子 OUT から見て、負性抵抗として機能し、負性抵抗の機能のオン / オフが可能になっている。負性抵抗回路 6 3 の端子 OUT には、LC共振回路 6 4 が接続されている。

【 0 0 7 9 】

なお、負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能のオン / オフは、制御部 6 7 によって行われる。

【 0 0 8 0 】

LC共振回路 6 4 には、電圧電流変換回路 6 2 が出力する出力信号が、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 との接続点を經由して供給される。

【 0 0 8 1 】

また、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 との接続点は、ミキサ 6 5 に接続されており、したがって、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 との接続点に現れる信号 (以下、接続点信号ともいう) は、ミキサ 6 5 に供給される。

【 0 0 8 2 】

ミキサ 6 5 は、RFアンプ 6 1 から供給される変調信号と、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 との接続点からの接続点信号とをミキシング (乗算) することにより、RFアンプ 6 1 から供給される変調信号を、ベースバンド信号に変換し、BBアンプ 6 6 に供給する。

【 0 0 8 3 】

BBアンプ 6 6 は、ミキサ 6 5 からのベースバンド信号を増幅して出力する。

【 0 0 8 4 】

BBアンプ 6 6 が出力するベースバンド信号は、図示せぬ LPF (Low Pass Filter) でフィルタリングされ、これにより、送信データに対応する周波数成分が抽出 (取得) される。

【 0 0 8 5 】

なお、負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能がオンにされた場合、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 とで、発振回路 (発振器) が構成される。

【 0 0 8 6 】

[変換部 5 2 の動作]

【 0 0 8 7 】

図 4 は、変換部 5 2 が、注入同期検波方式で周波数変換を行う場合の動作を説明する図である。

【 0 0 8 8 】

注入同期検波方式で周波数変換を行う場合、制御部 6 7 は、負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能をオンにし、これにより、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 とで、発振回路が構成される。

【 0 0 8 9 】

そして、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 とで構成される発振回路には、電圧電流変換回路 6 2 が、RFアンプ 6 1 からの変調信号の電圧電流変換を行うことにより出力する出

10

20

30

40

50

力信号が、注入信号として供給（電流注入）される。

【0090】

負性抵抗回路63とLC共振回路64とで構成される発振回路は、電圧電流変換回路62からの出力信号を、いわば発振の種として発振する。発振回路の発振によって得られる発振信号（以下、LO(Local Oscillator)信号ともいう）は、再生キャリアとして、ミキサ65に供給される。

【0091】

ここで、LC共振回路64は、共振周波数の調整が可能であり、共振周波数を、変調信号のキャリアの周波数 F_c に近い周波数に調整することで、負性抵抗回路63とLC共振回路64とで構成される発振回路が発振するLO信号は、注入信号である出力信号、つまり、変調信号（のキャリア）に同期（インジェクションロック）する。

10

【0092】

ミキサ65は、RFアンプ61から供給される変調信号と、負性抵抗回路63とLC共振回路64とで構成される発振回路からのLO信号である再生キャリアとをミキシングすることにより、変調信号の同期検波を行い、その結果得られるベースバンド信号を、BBアンプ66に供給する。

【0093】

なお、LC共振回路64の共振周波数の調整は、制御部67によって行われる。

【0094】

また、負性抵抗回路63とLC共振回路64とで構成される発振回路において、LO信号を、変調信号（出力信号）に同期させるには、注入信号としての、電圧電流変換回路62が出力する出力信号のレベルの調整が必要な場合があるが、出力信号のレベルの調整は、制御部67が、電圧電流変換回路62による電圧電流変換の利得を調整することによって行われる。

20

【0095】

図5は、変換部52が、自乗検波方式で周波数変換を行う場合の動作を説明する図である。

【0096】

自乗同期検波方式で周波数変換を行う場合、制御部67は、負性抵抗回路63の負性抵抗の機能をオフにし、これにより、電圧電流変換回路62とLC共振回路64とで、LC共振回路64を負荷とする増幅器が構成される。

30

【0097】

そして、電圧電流変換回路62とLC共振回路64とで構成される増幅器では、RFアンプ61からの変調信号が増幅され、変調信号を増幅した増幅信号が、ミキサ65に供給される。

【0098】

ここで、説明を簡単にするために、電圧電流変換回路62とLC共振回路64とで構成される増幅器の増幅率が、例えば、1倍であるとする、ミキサ65に供給される増幅信号は、変調信号に等しい。

【0099】

ミキサ65は、RFアンプ61から供給される変調信号と、電圧電流変換回路62とLC共振回路64とで構成される増幅器からの増幅信号である変調信号とをミキシングする（変調信号を自乗する）ことにより、変調信号の自乗検波を行い、その結果得られるベースバンド信号を、BBアンプ66に供給する。

40

【0100】

なお、制御部67は、電圧電流変換回路62による電圧電流変換の利得を調整する。この利得の調整は、電圧電流変換回路62とLC共振回路64とで構成される増幅器において、変調信号が、自乗検波に適切に増幅されるように行われる。

【0101】

[電圧電流変換回路62、負性抵抗回路63、及び、LC共振回路64の構成例]

50

【 0 1 0 2 】

図 6 は、図 3 の電圧電流変換回路 6 2、負性抵抗回路 6 3、及び、LC共振回路 6 4 の構成例を示す図である。

【 0 1 0 3 】

電圧電流変換回路 6 2 は、一対のFET(Field-Effect Transistor) 7 4 及び 7 5 を用いた差動増幅器で構成されている。

【 0 1 0 4 】

すなわち、図 6 において、電圧電流変換回路 6 2 は、コンデンサ 7 1、抵抗 7 2 及び 7 3、FET 7 4 及び 7 5、並びに、定電流源 7 6 を有する。

【 0 1 0 5 】

コンデンサ 7 1 の一端は、アンプ 6 1 の出力端子に接続され、コンデンサ 7 1 の他端は、抵抗 7 2 の一端に接続されている。

【 0 1 0 6 】

抵抗 7 2 の他端は、抵抗 7 3 の一端に接続され、抵抗 7 2 と 7 3 との接続点は、電源 V_C に接続されている。

【 0 1 0 7 】

FET 7 4 のゲートは、コンデンサ 7 1 と抵抗 7 2 との接続点に接続され、FET 7 5 のゲートは、抵抗 7 3 の他端に接続されている。

【 0 1 0 8 】

また、FET 7 4 及び 7 5 のソースどうしは接続され、そのソースどうしの接続点は、定電流源 7 6 を介して、グランド(GND)に接続されている。

【 0 1 0 9 】

なお、FET 7 4 及び 7 5 のドレインは、ミキサ 6 5 に接続されている。この、ミキサ 6 5 に接続されている、FET 7 4 のドレインとFET 7 5 のドレインとの間に、再生キャリアとしてのLO信号や、増幅信号としての変調信号が現れる。

【 0 1 1 0 】

以上のように構成される電圧電流変換回路 6 2 においては、RFアンプ 6 1 からの変調信号が、コンデンサ 7 1 を介することにより、直流カットされ、FET 7 4 のゲートに供給される。

【 0 1 1 1 】

FET 7 4 のゲートには、電源 V_{CC} によって、抵抗 7 2 を介して、バイアスがかけられており、FET 7 5 のゲートにも、電源 V_{CC} によって、抵抗 7 3 を介して、バイアスがかけられている。

【 0 1 1 2 】

そして、FET 7 4 のゲートには、コンデンサ 7 1 で直流カットされた変調信号が供給される。

【 0 1 1 3 】

したがって、差動増幅器を構成しているFET 7 4 のドレイン・ゲート間、及び、FET 7 5 のドレイン・ゲート間には、変調信号に対応する電流、すなわち、変調信号を電圧電流変換した電流が流れる。

【 0 1 1 4 】

なお、電圧電流変換回路 6 2 の電圧電流変換の利得の調整は、定電流源 7 6 に流れる電流 I_{IL} を調整することにより行うことができ、電流 I_{IL} の調整は、制御部 6 7 によって行われる。

【 0 1 1 5 】

負性抵抗回路 6 3 は、クロスカップル接続された一対のFET 8 1 及び 8 2 で構成されている。

【 0 1 1 6 】

すなわち、図 6 において、負性抵抗回路 6 3 は、FET 8 1 及び 8 2、並びに、定電流源 8 3 を有する。

10

20

30

40

50

【0117】

FET 8 1 及び 8 2 は、クロスカップル接続されている。

【0118】

すなわち、FET 8 1 のゲートとFET 8 2 のドレインとが接続され、FET 8 1 のドレインとFET 8 2 のゲートとが接続されている。

【0119】

また、FET 8 1 及び 8 2 のソースどうしは接続され、そのソースどうしの接続点は、定電流源 8 3 を介して、グランドに接続されている。

【0120】

なお、FET 8 1 のドレインは、FET 7 4 のドレインとミキサ 6 5 との接続点に接続され、FET 8 2 のドレインは、FET 7 5 のドレインとミキサ 6 5 との接続点に接続されている。

10

【0121】

以上のように構成される負性抵抗回路 6 3 は、電流源 8 3 がオンになると、負性抵抗として機能し、電流源 8 3 がオフになると、負性抵抗の機能がオフになる。

【0122】

LC共振回路 6 4 は、コイル 9 1 及び 9 2、コンデンサ 9 3 及び 9 4、並びに、抵抗 9 5 を有する。

【0123】

コイル 9 1 及び 9 2 の一端どうしは接続され、そのコイル 9 1 と 9 2 との接続点は、電源 V_{CC} に接続されている。

20

【0124】

コイル 9 1 の他端は、可変容量コンデンサであるコンデンサ 9 3 の一端に接続され、コイル 9 2 の他端は、可変容量コンデンサであるコンデンサ 9 4 の一端に接続されている。

【0125】

コンデンサ 9 3 及び 9 4 の他端どうしは接続され、そのコンデンサ 9 3 と 9 4 との接続点は、抵抗 9 5 を介して、端子 V_{tune} に接続されている。

【0126】

そして、コイル 9 1 とコンデンサ 9 3 との接続点は、電圧電流変換回路 6 2 のFET 7 4 のドレイン（とミキサ 6 5 との接続点）、及び、負性抵抗回路 6 3 のFET 8 1 のドレイン（とミキサ 6 5 との接続点）に接続されている。

30

【0127】

同様に、コイル 9 2 とコンデンサ 9 4 との接続点は、電圧電流変換回路 6 2 のFET 7 5 のドレイン、及び、負性抵抗回路 6 3 のFET 8 2 のドレインに接続されている。

【0128】

なお、コイル 9 1 及び 9 2 は、1つのコイルで構成することができる。

【0129】

以上のように構成されるLC共振回路 6 4 については、端子 V_{tune} から、抵抗 9 5 を介して、コンデンサ 9 3 と 9 4 との接続点のバイアスを調整することで、LC共振回路 6 4 の共振周波数を調整することができる。コンデンサ 9 3 と 9 4 との接続点のバイアスの調整は、制御部 6 7 によって行われる。

40

【0130】

変換部 5 2 が、注入同期検波方式で、周波数変換を行う場合、制御部 6 7 は、負性抵抗回路 6 3 の電流源 8 3 をオンにすることで、負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能をオンにする。

【0131】

負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能がオンになることで、負性抵抗回路 6 3 とLC共振回路 6 4 との間には、電流が流れるようになり、負性抵抗回路 6 3 とLC共振回路 6 4 とで、発振回路が構成される。

【0132】

一方、電圧電流変換回路 6 2 では、RFアンプ 6 1 から供給される変調信号が、電圧電流

50

変換され、FET 7 4 及び 7 5 のドレインには、変調信号に対応する電流が、出力信号として流れる。

【 0 1 3 3 】

出力信号としての、変調信号に対応する電流は、FET 7 4 及び 7 5 のドレインから、負性抵抗回路 6 3 と LC 共振回路 6 4 とで構成される発振回路に、注入信号として注入される。

【 0 1 3 4 】

発振回路は、電圧電流変換回路 6 2 からの出力信号を、発振の種として発振し、その得られる LO 信号は、再生キャリアとして、ミキサ 6 5 に供給される。

【 0 1 3 5 】

ここで、制御部 6 7 は、端子 V_{tune} から、抵抗 9 5 を介して、コンデンサ 9 3 と 9 4 との接続点のバイアスを調整することで、LC 共振回路 6 4 の共振周波数を、変調信号のキャリアの周波数に近い周波数（同期の引き込み範囲）に調整する。

【 0 1 3 6 】

LC 共振回路 6 4 の共振周波数を、変調信号のキャリアの周波数に近い周波数に調整することで、負性抵抗回路 6 3 と LC 共振回路 6 4 とで構成される発振回路が発振する LO 信号は、注入信号である出力信号、つまり、変調信号（のキャリア）に同期（ロック）する。

【 0 1 3 7 】

なお、制御部 6 7 は、コンデンサ 9 3 と 9 4 との接続点のバイアスを調整することで、LC 共振回路 6 4 の共振周波数の調整を行う他、定電流源 7 6 の電流 I_{IL} を調整することで、電圧電流変換回路 6 2 による電圧電流変換の利得の調整も行う。

【 0 1 3 8 】

すなわち、負性抵抗回路 6 3 と LC 共振回路 6 4 とで構成される発振回路において、LO 信号を、変調信号（出力信号）に同期させるには、LC 共振回路 6 4 の共振周波数の調整と、注入信号としての、電圧電流変換回路 6 2 が出力する出力信号のレベルの調整、つまり、電圧電流変換の利得の調整とが必要であり、これらの、共振周波数の調整、及び、電圧電流変換の利得の調整は、制御部 6 7 が行う。

【 0 1 3 9 】

一方、変換部 5 2 が、自乗同期検波方式で、周波数変換を行う場合、制御部 6 7 は、負性抵抗回路 6 3 の電流源 8 3 をオフにすることで、負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能をオフにする。

【 0 1 4 0 】

負性抵抗回路 6 3 の負性抵抗の機能がオフになると、負性抵抗回路 6 3 には、電流が流れなくなり、電圧電流変換回路 6 2 と LC 共振回路 6 4 とで、増幅器（アンプ）が構成される。

【 0 1 4 1 】

そして、電圧電流変換回路 6 2 と LC 共振回路 6 4 とで構成される増幅器では、RF アンプ 6 1 からの変調信号が増幅され、変調信号を増幅した増幅信号が、ミキサ 6 5 に供給される。

【 0 1 4 2 】

なお、制御部 6 7 は、電圧電流変換回路 6 2 と LC 共振回路 6 4 とで構成される増幅器において、変調信号が、自乗検波に適切に増幅されるように、電圧電流変換回路 6 2 による電圧電流変換の利得の調整、すなわち、定電流源の電流 I_{IL} の調整を行う。

【 0 1 4 3 】

[注入同期検波方式と自乗検波方式の特徴]

【 0 1 4 4 】

図 7 は、変換部 5 2 が行う周波数変換の複数の変換方式としての注入同期検波方式と自乗検波方式それぞれの特徴を説明する図である。

【 0 1 4 5 】

注入同期検波方式は、自乗検波方式と比較して、相対的に、周波数変換が可能な変調信

10

20

30

40

50

号のレベルのレンジ（受信レンジ）、及び、周波数帯域（帯域）が、広いが、自乗検波方式は、ゲインが自乗（2乗）特性を有するため、注入同期検波方式と比較して、相対的に、周波数変換が可能な変調信号のレベルのレンジ、及び、周波数帯域が、狭い。

【0146】

また、注入同期検波方式では、低レートの変調信号については、LO信号の、変調信号への同期が不安定になるために、周波数変換を行うことが困難なことがあるが、自乗検波方式では、そのような同期の不安定を原因として、低レートの変調信号の周波数変換を行うことが困難になることは、ない。

【0147】

したがって、低レートの変調信号の周波数変換（低レート伝送）には、注入同期検波方式より、自乗検波方式の方が適切である。

10

【0148】

さらに、注入同期検波方式では、再生キャリアとしてのLO信号の周波数の制御（LO周波数制御）、すなわち、LC共振回路64の共振周波数の制御を行う必要があるが、自乗検波方式では、再生キャリアを生成しないので、LO周波数制御を行う必要がない。

【0149】

また、注入同期検波方式では、周波数分割された変調信号を周波数変換することにより得られるベースバンド信号から、データ系列（送信データ）の選択（分離）を行うこと（BB(Baseband)帯で信号選択）が可能であるが、自乗検波方式では、そのようなデータ系列の選択を行うことが困難である。

20

【0150】

ここで、図8は、ベースバンド信号からの、データ系列の選択を説明する図である。

【0151】

図8Aは、周波数分割された変調信号#1及び#2のスペクトラムを示す図である。

【0152】

図8Aにおいて、変調信号#1は、ある周波数 f_1 のキャリアを、あるデータレートのデータ系列#1で変調した信号であり、変調信号#2は、周波数 f_1 よりも高い周波数 f_2 のキャリアを、あるデータレートのデータ系列#2で変調した信号である。

【0153】

キャリアの周波数 f_1 及び f_2 として、変調信号#1及び#2の周波数帯域が重ならない周波数を用いることにより、変調信号#1及び#2を、同時に送信することができる。

30

【0154】

すなわち、例えば、半導体チップ31ないし34において、任意の2つの半導体チップのうち一方の半導体チップから、変調信号#1を、他方の半導体チップに送信し、他方の半導体チップから、変調信号#2を、一方の半導体チップに送信することを、同時に行うことができる。

【0155】

また、例えば、半導体チップ31ないし34において、任意の3つの半導体チップである第1チップ、第2チップ、及び、第3チップのうち、第1チップから、変調信号#1を、第2チップに送信し、変調信号#2を、第3チップに送信することを、同時に行うことができる。

40

【0156】

図8Bは、注入同期検波方式で、変調信号#1及び#2の周波数変換を行って得られるベースバンド信号のスペクトラムを示す図である。

【0157】

注入同期検波方式において、例えば、再生キャリアとしてのLO信号を、変調信号#1に同期させたとすると、データ系列#1の周波数成分は、DC(Direct Current)付近に広がり、データ系列#2の周波数成分は、周波数 $f_2 - f_1$ を中心に広がる。

【0158】

したがって、データ系列#1は、ベースバンド信号を、LPFでフィルタリングすることに

50

より抽出することができる。

【0159】

また、注入同期検波方式では、再生キャリアとしてのLO信号を、変調信号#2に同期させることで、データ系列#2の周波数成分が、DC付近に広がるので、やはり、ベースバンド信号を、LPFでフィルタリングすることにより、データ系列#2を抽出することができる。

【0160】

以上のように、注入同期検波方式によれば、周波数分割された変調信号#1及び#2を周波数変換することにより得られるベースバンド信号から、データ系列#1又は#2を選択（分離）することができる。

【0161】

図8Cは、自乗検波方式で、変調信号#1及び#2の周波数変換を行って得られるベースバンド信号のスペクトラムを示す図である。

【0162】

自乗検波方式では、変調信号#1及び#2（の全体）が自乗されるため、その結果得られるベースバンド信号においては、データ系列#1及び#2の周波数成分の両方が、DC付近に広がるとともに、周波数 f_2-f_1 を中心に広がる。

【0163】

したがって、自乗検波方式で得られるベースバンド信号では、データ系列#1及び#2の周波数成分が重畳されてしまうため、自乗検波方式によれば、周波数分割された変調信号#1及び#2を周波数変換することにより得られるベースバンド信号から、データ系列#1や#2を選択することが困難となる。

【0164】

以上のように、注入同期検波方式では、周波数分割された変調信号を周波数変換することにより得られるベースバンド信号から、データ系列の選択を行うことが可能であるが、自乗検波方式では、そのようなデータ系列の選択を行うことが困難である。

【0165】

[変換方式の選択]

【0166】

図9は、変換方式の選択を説明する図である。

【0167】

注入同期検波方式と自乗検波方式とのそれぞれは、図7及び図8で説明したような特徴を有するので、変換部52では、その特徴を考慮して、周波数変換の変換方式を選択することができる。

【0168】

変換部52において、変換方式の選択は、制御部67によって行われる。

【0169】

図9は、変調信号のデータレートに応じた、変換方式の選択を説明する図である。

【0170】

制御部67では、例えば、変調信号のデータレートに応じ、画像のデータ等の高レートの変調信号が送信されてくる場合には、注入同期検波方式を選択し、制御データ等の低レートの変調信号が送信されてくる場合には、自乗検波方式を選択することができる。

【0171】

変調信号として、高レート、又は、低レートの変調信号のいずれが送信されてくるかの情報は、例えば、制御部67において、変調信号を送信してくる送信装置40（図2）から、図示せぬ有線による配線を介して受信することができる。

【0172】

図9では、あるタイミングにおいて、半導体チップ31から、半導体チップ32ないし34のそれぞれに、低レートの変調信号である、例えば、制御データの変調信号が送信されている。

【0173】

10

20

30

40

50

さらに、図9では、他のタイミングにおいて、半導体チップ31から、半導体チップ32に対して、高レートの変調信号である、例えば、画像のデータの変調信号が送信されているとともに、半導体チップ33から、半導体チップ34に対しても、高レートの変調信号が送信されている。

【0174】

半導体チップ31から、半導体チップ32ないし34のそれぞれに、低レートの変調信号が送信される場合、その低レートの変調信号を受信する半導体チップ32ないし34それぞれの制御部67では、自乗検波方式が選択される。

【0175】

また、半導体チップ31から、半導体チップ32に対して、高レートの変調信号が送信されるとともに、半導体チップ33から、半導体チップ34に対して、高レートの変調信号が送信される場合、高レートの変調信号を受信する半導体チップ32及び34それぞれの制御部67では、注入同期検波方式が選択される。

10

【0176】

図10は、変調信号を送信する送信装置40(図2)からの指示に応じた、変換方式の選択を説明する図である。

【0177】

制御部67では、例えば、デフォルトで、自乗検波方式を選択することができる。さらに、制御部67では、変調信号を送信してくる送信装置40からの指示に応じ、例えば、デフォルトの変換方式でない注入同期検波方式が指示された場合には、注入同期検波方式を選択することができる。

20

【0178】

図10では、半導体チップ31から、半導体チップ32ないし34のそれぞれに、所定の周波数のキャリアの低レートの変調信号として、制御データの変調信号が送信されている。

【0179】

半導体チップ32ないし34それぞれの制御部67では、半導体チップ31から、注入同期検波方式の指示がない場合には、デフォルトで、自乗検波方式を選択する。したがって、半導体チップ32ないし34それぞれの受信装置50(図2)では、半導体チップ31からの変調信号の周波数変換が、自乗検波方式で行われる。

30

【0180】

その後、例えば、画像のデータ等の高レートのデータの変調信号を、半導体チップ31から半導体チップ32に送信するとともに、半導体チップ33から半導体チップ34に送信するために、半導体チップ31が、半導体チップ32及び34への注入同期検波方式の指示、並びに、半導体チップ33への高レートのデータの送信の指示を含む制御データの変調信号を送信すると、半導体チップ32及び34それぞれの制御部67では、半導体チップ31からの制御データ(の変調信号)に含まれる、注入同期検波方式の指示に従い、注入同期検波方式を選択する。

【0181】

さらに、半導体チップ31は、高レートのデータの変調信号の送信を開始する。また、半導体チップ33は、半導体チップ31からの制御データに含まれる指示に従い、高レートのデータの変調信号の送信を開始する。

40

【0182】

そして、半導体チップ32の受信装置50では、半導体チップ31からの高レートのデータの変調信号の周波数変換が、注入同期検波方式で行われる。半導体チップ34の受信装置50でも、半導体チップ33からの高レートのデータの変調信号の周波数変換が、注入同期検波方式で行われる。

【0183】

その後、半導体チップ32の制御部67は、半導体チップ31からの高レートのデータ(の変調信号)の受信が完了すると、自乗検波方式を選択する。

50

【0184】

半導体チップ34の制御部67も、半導体チップ33からの高レートデータの受信が完了すると、自乗検波方式を選択する。

【0185】

なお、半導体チップ31による、高レート(のデータ)の変調信号の送信と、半導体チップ33による、高レートの変調信号の送信とが、時間的に重複して行われることがない場合には、半導体チップ31が送信する高レートの変調信号のキャリアの周波数 f_2 と、半導体チップ33が送信する高レートの変調信号のキャリアの周波数 f_3 としては、半導体チップ31及び33のそれぞれが送信する変調信号の周波数帯域どうしが重なるような周波数であっても使用することができる。

10

【0186】

但し、半導体チップ31による、高レートの変調信号の送信と、半導体チップ33による、高レートの変調信号の送信とが、時間的に重複して行われることがある場合には、周波数 f_2 と f_3 としては、半導体チップ31及び33のそれぞれが送信する変調信号の周波数帯域どうしが重ならないような周波数を使用する必要がある。

【0187】

半導体チップ31による、高レートの変調信号の送信と、半導体チップ33による、高レートの変調信号の送信とが、時間的に重複して行われる場合、注入同期検波方式を選択している半導体チップ32の変換部52では、同時に送信されてくる、周波数 f_2 のキャリアの変調信号、及び、周波数 f_3 のキャリアの変調信号のうちの、周波数 f_2 のキャリアの変調信号、つまり、半導体チップ31からの変調信号に同期したLO信号を生成(発振)し、そのLO信号を再生キャリアとして用いて、周波数変換を行う。

20

【0188】

そして、半導体チップ32の変換部52は、周波数変換によって得られるベースバンド信号からの、図8で説明したデータ系列の選択を行う。

【0189】

同様に、半導体チップ34の変換部52では、同時に送信されてくる、周波数 f_2 のキャリアの変調信号、及び、周波数 f_3 のキャリアの変調信号のうちの、周波数 f_3 のキャリアの変調信号、つまり、半導体チップ33からの変調信号に同期したLO信号を生成し、そのLO信号を再生キャリアとして用いて、周波数変換を行う。

30

【0190】

そして、半導体チップ34の変換部52は、周波数変換によって得られるベースバンド信号からの、図8で説明したデータ系列の選択を行う。

【0191】

周波数変換の変換方式の選択は、以上のように、変調信号のデータレートや、変調信号を送信する送信装置40からの指示に応じて行う他、その他の方法によって行うこともできる。

【0192】

すなわち、制御部67では、例えば、変調信号の受信レベルに応じ、変調信号の(レベルの)受信レベルが低い場合には、受信レンジが相対的に広い注入同期検波方式を選択し、変調信号の受信レベルが高い場合には、受信レンジが相対的に狭い自乗検波方式を選択することができる。

40

【0193】

なお、注入同期検波方式は、受信レンジが相対的に広いので、制御部67は、変調信号の受信レベルについては、その受信レベルの高低に関係なく、常時、注入同期検波方式を選択することができる。

【0194】

但し、自乗検波方式は、負性抵抗回路63が負性抵抗として機能する注入同期検波方式に比較して、消費電力が低いので、変調信号の受信レベルが高い場合に、自乗検波方式を選択することで、常時、注入同期検波方式を選択する場合に比較して、消費電力を抑制す

50

ることができる。

【0195】

また、通信を行う2つの半導体チップどうしを、十分に近い距離ではあるが、比較的離れた距離に配置せざるを得ないことがある。

【0196】

すなわち、例えば、3つの半導体チップである第1チップないし第3チップにおいて、第1チップが、第2チップから送信されてくる変調信号を受信する場合と、第3チップから送信されてくる変調信号を受信する場合とがあり、さらに、第1チップと第2チップとは、比較的近い距離D1に配置することができるが、第1チップと第3チップとは、距離D1よりも離れた距離D2にしか配置することができないことがある。

10

【0197】

この場合、第2チップ及び第3チップからの変調信号を受信する第1チップの制御部67は、変調信号を送信してくる通信相手が、第2チップ及び第3チップのうちのいずれであるかによって、変換方式を選択することができる。

【0198】

すなわち、第1チップの制御部67では、第1チップと比較的近い距離D1に配置された第2チップが通信相手である場合には、そのような近い距離D1に配置された第2チップから送信されてくる変調信号の受信レベルが高いことを考慮して、受信レンジが相対的に狭い自乗検波方式を選択することができる。

20

【0199】

また、第1チップの制御部67では、第1チップから距離D1より離れた距離D2に配置された第3チップが通信相手である場合には、そのような離れた距離D2に配置された第3チップから送信されてくる変調信号の受信レベルが低いことを考慮して、受信レンジが相対的に広い注入同期検波方式を選択することができる。

【0200】

さらに、例えば、上述のように、第1チップが、第2チップから送信されてくる変調信号を受信することと、第3チップから送信されてくる変調信号を受信することとがある場合において、第2チップが、1つのキャリアを変調した変調信号を送信し、第3チップが、複数のキャリアを変調した複数の変調信号を周波数分割で送信するときにも、第1チップの制御部67は、変調信号を送信してくる通信相手が、第2チップ及び第3チップのうちのいずれであるかによって、変換方式を選択することができる。

30

【0201】

すなわち、第1チップの制御部67では、1つのキャリアを変調した変調信号を送信してくる第2チップが通信相手である場合には、図8で説明したデータ系列の選択の必要がないので、データ系列の選択が困難ではあるが、消費電力が低い自乗検波方式を選択することができる。

【0202】

また、第1チップの制御部67では、複数の変調信号を周波数分割で送信してくる第3チップが通信相手である場合には、図8で説明したデータ系列の選択が必要なので、データ系列の選択が可能な注入同期検波方式を選択することができる。

40

【0203】

さらに、制御部67では、変換部52の同期の状態に応じ、デフォルトでは、例えば、注入同期検波方式を選択し、注入同期検波方式において、再生キャリアとしてのLO信号を、変調信号に同期させることができない場合に、自乗検波方式を選択することができる。

【0204】

また、制御部67では、変換方式を指示するメカニカルな、又は、GUI(Graphical User Interface)等の操作部(図示せず)の操作に応じて、変換方式を選択することができる。

【0205】

< 第2実施の形態 >

50

【0206】

[電子機器の第2実施の形態の構成例]

【0207】

図11は、本発明を適用した電子機器の第2実施の形態の構成例を示す平面図である。

【0208】

なお、図中、図1の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0209】

図11の電子機器では、半導体チップ31及び32が配置された基板21、並びに、半導体チップ33及び34が配置された基板22が、筐体内10に収容されており、したがって、図11の電子機器は、図1の電子機器と同様に構成されている。

10

【0210】

但し、図11の電子機器では、半導体チップ31ないし34それぞれの変換部52において、周波数変換を行う変換方式が、1つだけに固定されている。

【0211】

すなわち、図1の電子機器では、半導体チップ31ないし34それぞれの変換部52において、複数の変換方式のいずれかで、周波数変換を行うことが可能であり、その複数の変換方式の中から、周波数変換を行う1つの変換方式を、いわば動的に選択することができる。

20

【0212】

一方、図11の電子機器では、半導体チップ31ないし34それぞれの変換部52において、複数の変換方式のいずれかで、周波数変換を行うことが可能であり、その点は、図1の電子機器と共通するが、複数の変換方式の中からあらかじめ選択された1つの変換方式でのみ、周波数変換を行い、変換方式が、複数の変換方式の中からあらかじめ選択された1つの変換方式に固定されている点で、図1の電子機器と相違する。

【0213】

図11の電子機器では、半導体チップ31ないし34のそれぞれについて、受信する変調信号に応じて、周波数変換の変換方式が固定(あらかじめ選択)されている。

【0214】

すなわち、図11の電子機器では、半導体チップ31は、半導体チップ32に、高レートの変調信号を送信することと、半導体チップ33に、低レートの変調信号を送信することがある。

30

【0215】

半導体チップ32は、半導体チップ34に、高レートの変調信号を送信することがある。

【0216】

半導体チップ33は、半導体チップ31に、低レートの変調信号を送信することと、半導体チップ34に、高レートの変調信号を送信することがある。

【0217】

半導体チップ34は、半導体チップ31に、低レートの変調信号を送信することがある。

40

【0218】

したがって、図11の電子機器では、半導体チップ31は、半導体チップ33からの低レートの変調信号と、半導体チップ34からの低レートの変調信号とを受信することはないが、高レートの変調信号を受信することはない。

【0219】

また、半導体チップ32は、半導体チップ31からの高レートの変調信号を受信することはあるが、低レートの変調信号を受信することはない。

【0220】

さらに、半導体チップ33は、半導体チップ31からの低レートの変調信号を受信する

50

ことはあるが、高レートの変調信号を受信することはない。

【0221】

また、半導体チップ34は、半導体チップ32からの高レートの変調信号と、半導体チップ33からの高レートの変調信号とを受信することはあるが、低レートの変調信号を受信することはない。

【0222】

そこで、図11では、低レートの変調信号を受信することはあるが、高レートの変調信号を受信することがない半導体チップ31及び33それぞれの変換部52については、周波数変換の変換方式が、低レートの変調信号の周波数変換に適した、例えば、自乗検波方式に固定されている。

【0223】

また、高レートの変調信号を受信することはあるが、低レートの変調信号を受信することがない半導体チップ32及び34それぞれの変換部52については、周波数変換の変換方式が、高レートの変調信号の周波数変換に適した、例えば、注入同期検波方式に固定されている。

【0224】

以上のように、図11の電子機器では、半導体チップ31ないし34それぞれの変換部52において、周波数変換の変換方式が、受信する変調信号に応じて異なっている。

【0225】

なお、変換方式を、複数の変換方式の中からあらかじめ選択された1つの変換方式に固定する場合、変換部52は、図3ないし図6等に示したように、複数の変換方式の中から、周波数変換を行う1つの変換方式を動的に選択することが可能なように構成することができる。

【0226】

但し、図11の電子機器では、変換方式が、複数の変換方式の中からあらかじめ選択された1つの変換方式に固定されるので、変換部52は、その固定の変換方式のみで、周波数変換を行うように構成することができる。

【0227】

すなわち、図11の電子機器については、半導体チップ31及び33それぞれの変換部52は、変換方式が自乗検波方式に固定されるので、自乗検波方式のみで、周波数変換を行うように構成することができる。同様に、半導体チップ32及び34それぞれの変換部52は、変換方式が注入同期検波方式に固定されるので、注入同期検波方式のみで、周波数変換を行うように構成することができる。

【0228】

図12は、自乗検波方式のみで、周波数変換を行う変換部52の構成例を示す図である。

【0229】

図中、図3の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0230】

図12の変換部52は、RFアンプ61、ミキサ65、及び、BBアンプ66を有する点で、図3の場合と共通する。

【0231】

但し、図12の変換部52は、電圧電流変換回路62、負性抵抗回路63、LC共振回路64、及び、制御部67が設けられておらず、増幅器101が新たに設けられている点で、図3の場合と相違する。

【0232】

図12の変換部52では、増幅器101に、RFアンプ61から変調信号が供給される。

【0233】

増幅器101は、図5で説明した、電圧電流変換回路62とLC共振回路64とで構成さ

10

20

30

40

50

れる増幅器と同様の機能を有しており、RFアンプ 6 1 からの変調信号を増幅し、その結果得られる増幅信号を、ミキサ 6 5 に供給する。

【0234】

ミキサ 6 5 は、RFアンプ 6 1 から供給される変調信号と、増幅器 1 0 1 からの増幅信号とをミキシングする（変調信号を自乗する）ことにより、変調信号の自乗検波を行い、その結果得られるベースバンド信号を、BBアンプ 6 6 に供給する。

【0235】

図 1 3 は、注入同期検波方式のみで、周波数変換を行う変換部 5 2 の構成例を示す図である。

【0236】

図中、図 3 の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0237】

図 1 3 の変換部 5 2 は、RFアンプ 6 1、ミキサ 6 5、及び、BBアンプ 6 6 を有する点で、図 3 の場合と共通する。

【0238】

但し、図 1 2 の変換部 5 2 は、電圧電流変換回路 6 2、負性抵抗回路 6 3、LC共振回路 6 4、及び、制御部 6 7 が設けられておらず、発振回路 1 1 1 が新たに設けられている点で、図 3 の場合と相違する。

【0239】

図 1 3 の変換部 5 2 では、発振回路 1 1 1 に、RFアンプ 6 1 から変調信号が、注入信号として供給される。

【0240】

発振回路 1 1 1 は、図 4 で説明した、負性抵抗回路 6 3 と LC共振回路 6 4 とで構成される発振回路と同様の機能を有しており、RFアンプ 6 1 からの注入信号としての変調信号に同期した LO 信号を生成（発振）し、再生キャリアとして、ミキサ 6 5 に供給する。

【0241】

ミキサ 6 5 は、RFアンプ 6 1 から供給される変調信号と、発振回路 1 1 1 からの再生キャリアとをミキシングすることにより、変調信号の注入同期検波を行い、その結果得られるベースバンド信号を、BBアンプ 6 6 に供給する。

【0242】

なお、本発明の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0243】

すなわち、例えば、図 1 1 の電子機器において、半導体チップ 3 1 ないし 3 4 の一部については、複数の変換方式の中からあらかじめ選択された 1 つの変換方式のみで、周波数変換を行うように、変換部 5 2 を構成し、残りについては、複数の変換方式の中から、周波数変換を行う 1 つの変換方式を動的に選択することが可能なように、変換部 5 2 を構成することができる。

【符号の説明】

【0244】

1 0 筐体， 2 1， 2 2 基板， 3 1 ないし 3 4 半導体チップ， 4 0 送信装置， 4 1 発振器， 4 2 ミキサ， 4 3 アンプ， 4 4 アンテナ， 5 0 受信装置， 5 1 アンテナ， 5 2 変換部， 6 1 RFアンプ， 6 2 電圧電流変換回路， 6 3 負性抵抗回路， 6 4 LC共振回路， 6 5 ミキサ， 6 6 BBアンプ， 6 7 制御部， 7 1 コンデンサ， 7 2， 7 3 抵抗， 7 4， 7 5 FET， 7 6 定電流源， 8 1， 8 2 FET， 8 3 定電流源， 9 1， 9 2 コイル， 9 3， 9 4 コンデンサ， 9 5 抵抗， 1 0 1 増幅器， 1 1 1 発振回路

10

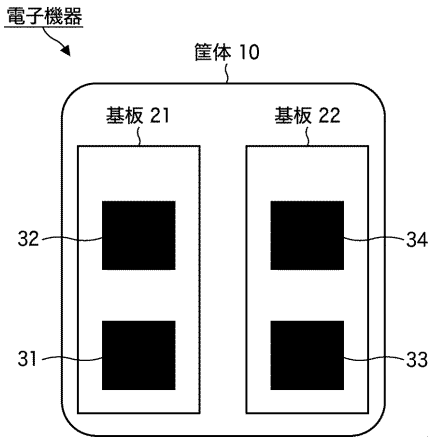
20

30

40

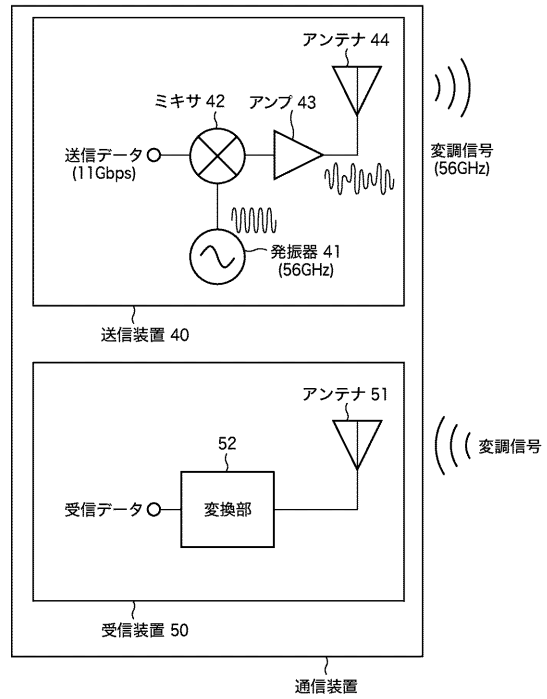
【 図 1 】

図 1



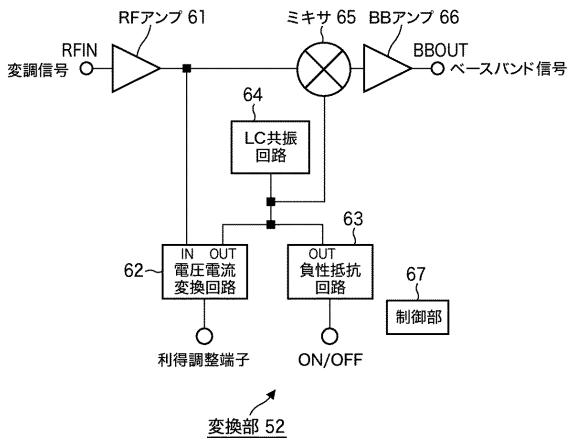
【 図 2 】

図 2



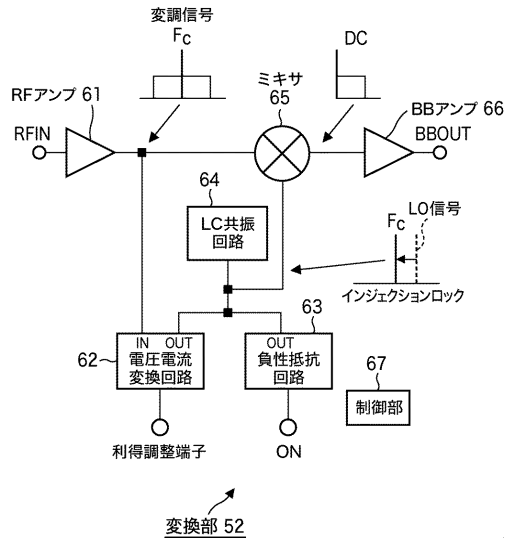
【 図 3 】

図 3

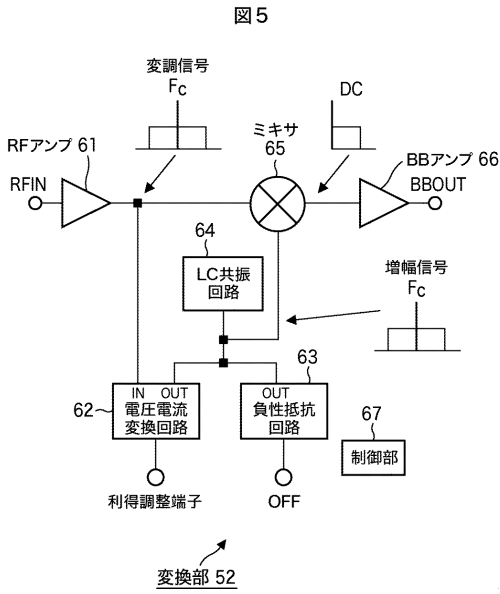


【 図 4 】

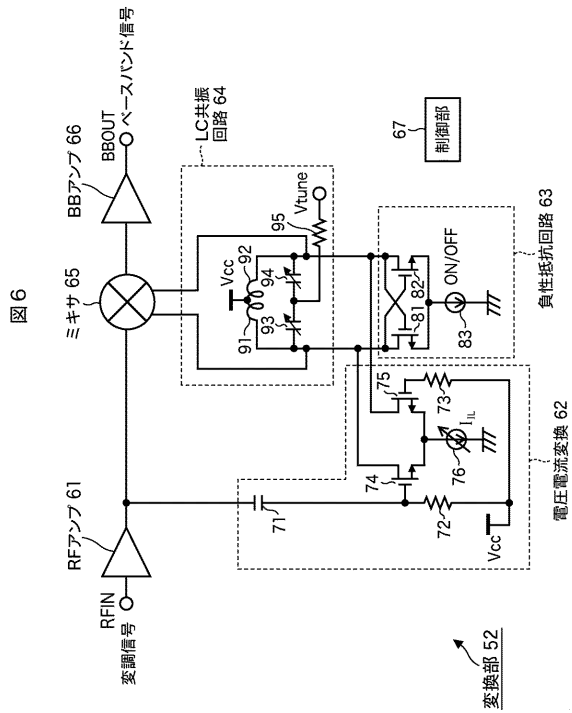
図 4



【 図 5 】



【 図 6 】



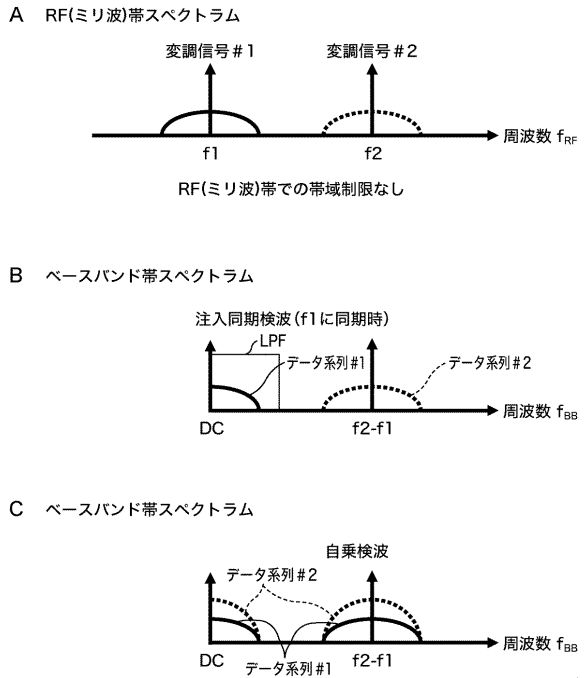
【 図 7 】

図7

	注入同期検波	自乗検波
受信レンジ	広い	狭い(2乗特性)
帯域	広い	狭い(2乗特性)
低レート伝送	同期が不安定	可
LO周波数制御	必要	不要
BB帯で信号選択	可	不可

【 図 8 】

図8



【 図 9 】

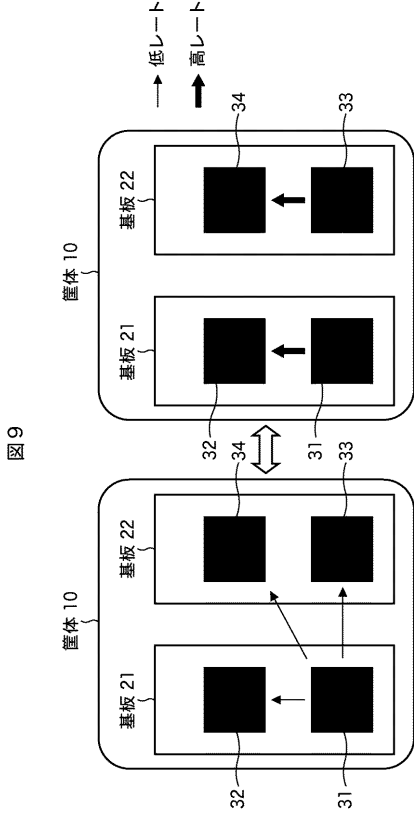


図9

【 図 1 0 】

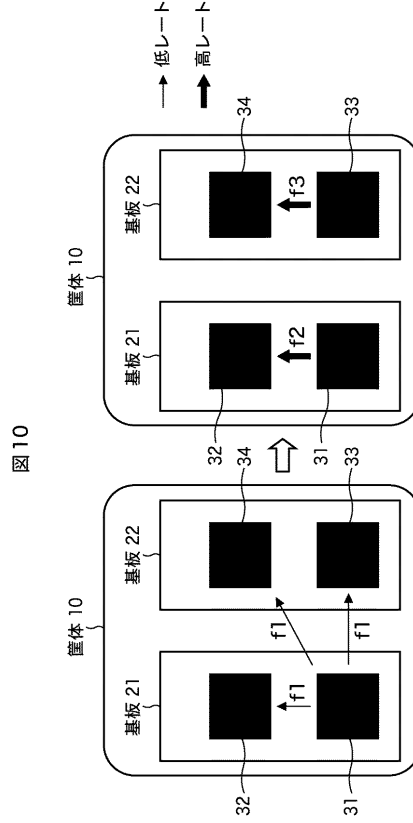
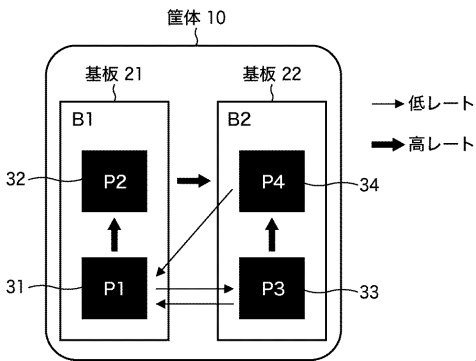


図10

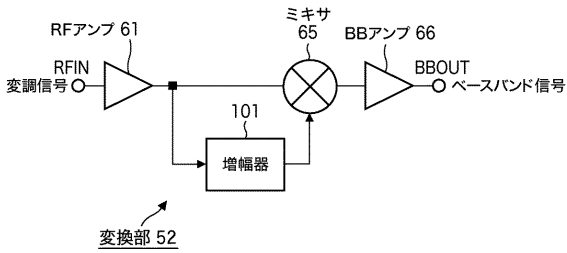
【 図 1 1 】

図11



【 図 1 2 】

図12



【 図 1 3 】

図13

