(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3674379号

(P3674379)

(45)発行日　平成17年7月20日(2005.7.20)　(24)登録日　平成17年5月13日(2005.5.13)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
H04L 27/36	H04L 27/00	F
H04L 27/20	H04L 27/20	Z
H04L 27/22	H04L 27/00	G
H04L 27/38	H04L 27/22	Z

請求項の数 8　(全 28 頁)

(21)出願番号　特願平11-83337
(22)出願日　平成11年3月26日(1999.3.26)
(65)公開番号　特開2000-278345(P2000-278345A)
(43)公開日　平成12年10月6日(2000.10.6)
審査請求日　平成14年11月22日(2002.11.22)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100103355
弁理士　坂口　智康
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(72)発明者　折橋　雅之
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内
(72)発明者　松岡　昭彦
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】変復調装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生する参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系及び復調系のＤＣオフセットの推定値である変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、前記分配された一方を帰還変調信号として通過をオン／オフするスイッチ手段と、前記帰還変調信号を直交復調する直交復調手段と、前記直交復調した直交ベースバンド信号をディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、前記復調系ＤＣ補償信号と前記ディジタル変換した直交ベースバンド信号とを入力して復調系ＤＣオフセットを補償する第３の加算手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段の出力と前記第３の加算手段の出力とを用いて前記変調系ＤＣ補償信号及び前記復調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置。

【請求項２】

ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であっ

て、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生する参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系のＤＣオフセットの推定値である変調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、前記分配された一方を帰還変調信号としてディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、帰還ディジタル変調信号を直交復調する直交復調手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段の出力と前記直交復調手段の出力とを用いて変調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置。

【請求項３】

ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生する参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系及び復調系のＤＣオフセットを推定値である変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、周波数源となる発振手段と、前記発振手段の出力を基に前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、前記発振手段の出力を基に前記分配された一方を帰還変調信号として直交復調する直交復調手段と、前記発振手段の出力の前記直交復調手段への通過をオン／オフするスイッチ手段と、前記直交復調した直交ベースバンド信号をディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、前記復調系ＤＣ補償信号と前記ディジタル変換した直交ベースバンド信号とを入力して復調系ＤＣオフセットを補償する第３の加算手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段と前記第３の加算手段の出力とを用いて前記変調系ＤＣ補償信号及び前記復調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置。

【請求項４】

ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生させる参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系及び復調系のＤＣオフセットの推定値である変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、変調部の周波数源となる第１の発振手段と、前記第１の発振手段の出力を基に前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、復調部の周波数源となる第２の発振手段と、前記第１の発振手段の出力と前記第２の発振手段の出力からいずれかを選択する周波数源選択手段と、前記周波数源選択手段の出力を基に前記分配された一方を帰還変調信号として直交復調する直交復調手段と、前記直交復調した直交ベースバンド信号をディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、前記復調系ＤＣ補償信号と前記ディジタル変換した直交ベースバンド信号とを入力して復調系ＤＣオフセットを補償する第３の加算手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段の出力と第３の加算手段の出力とを用いて前記変調系ＤＣ補償信号及び前記復調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置。

【請求項５】

参照信号が、一定振幅である請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置。
【請求項６】
参照信号が、一定値である請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置。
【請求項７】
参照信号オフセットベクトルの大きさが、ベースバンド信号の最大振幅に対して１００分の１以下である請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置。
【請求項８】
参照信号オフセットベクトルが、切り替える前後で符号のみ反転する請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ディジタル無線通信の変復調装置におけるＤＣオフセット補償技術に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、無線通信に用いられる送信装置は、無線端末の省電力化をはかるために送信系の増幅器の効率を高めると、送信系の非線形歪が多く発生しやすくなる。このため、非線形歪の補償を何らかの方法で行う必要があるが、１つの手段として、送信ベースバンド信号の値を用いて歪補償テーブルを参照し、振幅と位相の非線形歪補償を行う方法が知られている。
【０００３】
図６に従来の送信装置のブロック結線図を示す。６０１は送信ディジタル直交ベースバンド信号である。６０２は非線形歪補償用の参照テーブルで、６０３は振幅歪補償データ、６０４は位相歪補償データである。６０５はディジタルデータをアナログ値に変換するＤ／Ａ変換部、６０６は変換されたアナログ直交ベースバンド信号である。６０７は送信信号の帯域制限をするための低域通過フィルタ、６０８は帯域制限された直交ベースバンド信号である。６０９は直交変調部、６１０は変調信号である。６１１は振幅歪補償用の利得制御増幅器、６１２は振幅歪補償された変調信号、６１３は位相歪補償用の移相器、６１４は振幅および移相歪補償された変調信号で、６１５は送信系の増幅器、６１６は送信変調信号である。
【０００４】
以上のように構成された送信装置について、以下にその動作について説明する。まず、送信ディジタル直交ベースバンド信号６０１はＤ／Ａ変換部６０５でアナログ値に変換され、低域通過フィルタ６０７で帯域制限された後、直交変調部６０９で直交変調されて変調信号６１０となる。同時に、送信ディジタル直交ベースバンド信号６０１の値をアドレスとして参照テーブル６０２を参照し、振幅歪補償データ６０３と位相歪補償データ６０４を得る。つぎに、利得制御増幅器６１１で振幅歪補償データ６０３を用いて振幅歪補償を行い、移相器６１３で位相歪補償データ６０４を用いて位相歪補償を行って、振幅および位相歪補償された変調信号６１４を得る。最後に、振幅および位相歪補償された変調信号６１４を送信系の増幅器６１５で増幅し、送信変調信号６１６を出力する。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、近年の様に信号密度が向上したため、送信装置としてフィードバックループを用いた変調技術による変復調装置を用いることで、精度を高める方法が必要となってきたが、このような変復調装置においては、変調系や復調系のベースバンド信号に存在するＤＣオフセットが問題となってくるため、これらを高精度に補償するＤＣオフセット補償技術が要求されている。
【０００６】
本発明は、変復調装置の変調系と復調系のベースバンドに存在するＤＣオフセットを最小の回路付加により高精度に補償する技術を提供することを目的とする。

【０００７】
【課題を解決するための手段】
この課題を解決するために本発明は、変調系から復調系に帰還ループとその信号を接続／切断する手段を用意し、参照信号とその帰還信号とから変調系と復調系のＤＣオフセットを高精度に推定し、各系のＤＣオフセットを調整するように構成したものである。
【０００８】
これにより、最小の回路付加により非常に高精度なＤＣオフセット補償を可能となる。
【００１０】
【発明の実施の形態】
本発明の請求項１に記載の発明は、ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生する参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系及び復調系のＤＣオフセットの推定値である変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、前記分配された一方を帰還変調信号として通過をオン／オフするスイッチ手段と、前記帰還変調信号を直交復調する直交復調手段と、前記直交復調した直交ベースバンド信号をディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、前記復調系ＤＣ補償信号と前記ディジタル変換した直交ベースバンド信号とを入力して復調系ＤＣオフセットを補償する第３の加算手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段の出力と前記第３の加算手段の出力とを用いて前記変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置であり、帰還信号を接続／切断することで変調系と復調系のＤＣオフセットを分離し、更に参照信号と参照信号に参照オフセットベクトルを加えた信号に対する各々の帰還信号の差分を取ることで、非常に高精度なＤＣオフセットが可能になるという作用を有している。また、振幅を一定にすることで増幅器などで発生する歪の影響を最小限にし、さらに高精度な補償が可能となる。加えて、参照信号を一定値とすることでＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力を最小限にとどめることが可能になる。また、参照信号と参照オフセットベクトルの大きさがＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力の大きさを左右するため、参照オフセットベクトルを十分小さくすることで、漏洩電力を抑制し、加えて増幅器などで発生する歪の影響も抑えることができる。また、参照オフセットベクトルの符号を反転することで、同等の性能を大きさが２分の１で達成することが可能となる。
【００１１】
請求項２に記載の発明は、ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生する参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系のＤＣオフセットの推定値である変調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、前記分配された一方を帰還変調信号としてディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、帰還ディジタル変調信号を直交復調する直交復調手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段の出力と前記直交復調手段の出力とを用いて変調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置であり、直交復調部をディジタルで構成することにより復調系のＤＣオフセットを原理的になくし、これにより変調系のＤＣオフセ

ットの推定精度がさらに向上するといった作用を有している。また、振幅を一定にすることで増幅器などで発生する歪の影響を最小限にし、さらに高精度な補償が可能となる。加えて、参照信号を一定値とすることでＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力を最小限にとどめることが可能になる。また、参照信号と参照オフセットベクトルの大きさがＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力の大きさを左右するため、参照オフセットベクトルを十分小さくすることで、漏洩電力を抑制し、加えて増幅器などで発生する歪の影響も抑えることができる。また、参照オフセットベクトルの符号を反転することで、同等の性能を大きさが２分の１で達成することが可能となる。

【００１２】

請求項３に記載の発明は、ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生する参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系及び復調系のＤＣオフセットを推定値である変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、周波数源となる発振手段と、前記発振手段の出力を基に前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、前記発振手段の出力を基に前記分配された一方を帰還変調信号として直交復調する直交復調手段と、前記発振手段の出力の前記直交復調手段への通過をオン／オフするスイッチ手段と、前記直交復調した直交ベースバンド信号をディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、前記復調系ＤＣ補償信号と前記ディジタル変換した直交ベースバンド信号とを入力して復調系ＤＣオフセットを補償する第３の加算手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段と前記第３の加算手段の出力とを用いて前記変調系ＤＣ補償信号及び前記復調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置であり、直交復調部の周波数源を接続／切断することにより変調系と復調系のＤＣオフセットを分離し、更に参照信号と参照信号に参照オフセットベクトルを加えた信号に対する帰還信号の差分を取ることで、非常に高精度なＤＣオフセットが可能になるという作用を有している。また、この構成にすることにより復調系に余分な切替え器が必要なくなるため、受信信号に対しての影響がなくなるといった効果をもたらす。また、振幅を一定にすることで増幅器などで発生する歪の影響を最小限にし、さらに高精度な補償が可能となる。加えて、参照信号を一定値とすることでＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力を最小限にとどめることが可能になる。また、参照信号と参照オフセットベクトルの大きさがＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力の大きさを左右するため、参照オフセットベクトルを十分小さくすることで、漏洩電力を抑制し、加えて増幅器などで発生する歪の影響も抑えることができる。また、参照オフセットベクトルの符号を反転することで、同等の性能を大きさが２分の１で達成することが可能となる。

【００１３】

請求項４に記載の発明は、ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられた変復調装置であって、ＤＣオフセットを補償するための参照信号を発生させる参照信号発生手段と、参照信号オフセットベクトルを生成するベクトル発生手段と、変調系及び復調系のＤＣオフセットの推定値である変調系ＤＣ補償信号及び復調系ＤＣ補償信号を出力するＤＣオフセット推定手段と、前記参照信号と前記参照信号オフセットベクトルとを加算する第１の加算手段と、前記第１の加算手段の出力とディジタルベースバンド信号を切り替える切替手段と、前記変調系ＤＣ補償信号と前記切替手段の出力とを入力して変調系ＤＣオフセットを補償する第２の加算手段と、前記第２の加算手段の出力をアナログ変換するＤ／Ａ変換手段と、変調部の周波数源となる第１の発振手段と、前記第１の発振手段の出力を基に前記アナログ変換した直交ベースバンド信号を搬送周波数に変調する直交変調手段と、変調信号を分配する分配手段と、復調部の周波数源となる第２の発振手

段と、前記第１の発振手段の出力と前記第２の発振手段の出力からいずれかを選択する周波数源選択手段と、前記周波数源選択手段の出力を基に前記分配された一方を帰還変調信号として直交復調する直交復調手段と、前記直交復調した直交ベースバンド信号をディジタル変換するＡ／Ｄ変換手段と、前記復調系ＤＣ補償信号と前記ディジタル変換した直交ベースバンド信号とを入力して復調系ＤＣオフセットを補償する第３の加算手段と、を含み、前記ＤＣオフセット推定手段が、前記第１の加算手段の出力と第３の加算手段の出力とを用いて前記変調系ＤＣ補償信号及び前記復調系ＤＣ補償信号を出力する変復調装置であり、複数の周波数源を用意すると直交復調部の周波数源を切替えることにより変調系と復調系のＤＣオフセットを分離し、更に参照信号と参照信号に参照オフセットベクトルを加えた信号に対する帰還信号の差分を取ることで、非常に高精度なＤＣオフセットが可能になるという作用を有している。また、この構成にすることにより復調系に余分な切替え器が必要なくなるため、受信信号に対しての影響がなくなるといった効果をもたらす。また、振幅を一定にすることで増幅器などで発生する歪の影響を最小限にし、さらに高精度な補償が可能となる。加えて、参照信号を一定値とすることでＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力を最小限にとどめることが可能になる。また、参照信号と参照オフセットベクトルの大きさがＤＣオフセット推定時に端末から漏洩する電力の大きさを左右するため、参照オフセットベクトルを十分小さくすることで、漏洩電力を抑制し、加えて増幅器などで発生する歪の影響も抑えることができる。また、参照オフセットベクトルの符号を反転することで、同等の性能を大きさが２分の１で達成することが可能となる。

【００１４】

また、請求項５のように、参照信号が一定振幅である請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置としても、同様の作用を有する。

【００１５】

また、請求項６のように、参照信号が一定値である請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置としても、同様の作用を有する。

【００１６】

また、請求項７のように、参照信号オフセットベクトルの大きさが、ベースバンド信号の最大振幅に対して１００分の１以下である請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置としても、同様の作用を有する。

【００１７】

また、請求項８のように、参照信号オフセットベクトルが、切り替える前後で符号のみ反転する請求項１ないし４のいずれかに記載の変復調装置としても、同様の作用を有する。

【００１８】

以下、本発明の実施の形態について、図１から図５を用いて説明する。

【００１９】

（実施の形態１）

図１は、本発明の第１の実施の形態による変復調装置の構成ブロック図である。図１において、１０１は参照信号発生部、１０２はベースバンド切替部、１０３は変調系ＤＣ補償加算器、１０４はＤ／Ａ変換部、１０５は変調信号帯域制限フィルタ、１０６は直交変調部、１０７は増幅器、１０８は分配器、１０９はスイッチ、１１０は直交復調部、１１１は復調信号帯域制限フィルタ、１１２はＡ／Ｄ変換部、１１３は復調系ＤＣ補償加算器、１１４はＤＣオフセット推定部、１５１は変調系ディジタルベースバンド信号、１５２は参照切替信号、１５３は参照信号、１５４はベースバンド切替信号、１５５は送信ディジタルベースバンド信号、１５６は送信系ＤＣ補償信号、１５７は送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号、１５８は送信アナログベースバンド信号、１５９は送信帯域制限アナログベースバンド信号、１６０は送信変調信号、１６１は送信増幅変調信号、１６２は出力変調信号、１６３は分配変調信号、１６４は帰還制御信号、１６５は帰還変調信号、１６６は帰還アナログベースバンド信号、１６７は帰還帯域制限アナログベースバンド信号、１６８は帰還ディジタルベースバンド信号、１６９は帰還系ＤＣ補償信号、１７０は復

調系ディジタルベースバンド信号である。

【００２０】

以上のように構成された変復調装置について、図１を用いてその動作について説明する。

【００２１】

予めＤＣオフセットの計算を可能とする様な参照信号を参照信号発生部１０１に格納しておく。ベースバンド切替部１０２はＤＣオフセット推定部１１４からのベースバンド切替信号１５４に従い、通常時は変調系ディジタルベースバンド信号１５１を、ＤＣオフセット推定時には参照信号１５３を選択する。ＤＣオフセット推定時において、選択された参照信号１５３は送信ディジタルベースバンド信号１５５に出力され、ＤＣオフセット推定部１１４が推定している変調系ＤＣオフセット推定値である変調系ＤＣ補償信号１５６と変調系ＤＣ補償加算器１０３において加算され変調系ベースバンド信号のＤＣオフセットが補償される。

【００２２】

ＤＣオフセットを補償された送信ＤＣ補償ベースバンド信号１５７はＤ／Ａ変換部１０４によってアナログ信号へと変換され、送信アナログベースバンド信号１５８が出力される。この送信アナログベースバンド信号１５８は送信系帯域制限フィルタ１０５によって帯域制限され送信帯域制限アナログベースバンド信号１５９となり、直交変調部１０６で直交変調されて送信変調信号１６０となる。送信変調信号１６０は増幅器１０７で電力増幅され送信増幅変調信号１６１となり、分配器１０８において送信増幅変調信号１６１は出力変調信号１６２と、分配変調信号１６３とに分配される。

【００２３】

スイッチ１０９はＤＣオフセット推定部１１４からの帰還制御信号１６４によって、復調系ＤＣオフセット信号推定時であれば切断、その他の時は接続とする様に制御し帰還変調信号１６５を出力する。直交復調部１１０は帰還変調信号１６５を直交復調し帰還アナログベースバンド信号１６６を出力する。帰還アナログベースバンド信号１６６は復調信号帯域制限フィルタ１１１によって帯域制限され帰還帯域制限アナログベースバンド信号１６７となり、更にＡ／Ｄ変換部１１２によってディジタル信号に変換され帰還ディジタルベースバンド信号１６８となる。復調系ＤＣ補償加算器１１３はＤＣオフセット推定部１１４が出力する復調系ＤＣ補償信号１６９と帰還ディジタルベースバンド信号１６８を加算し復調系ディジタルベースバンド信号１７０を出力する。

【００２４】

次に、ＤＣオフセット推定動作についてさらに詳しく説明する。ＤＣオフセット推定部１１４は、ベースバンド切替信号１５４を通じて切替部１０２に参照信号１５３を選択する様に制御する。さらに復調系ＤＣオフセット推定時には参照制御信号１５２を通じて参照信号発生部１０１に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号１５３を出力するように、帰還制御信号１６４を通じてスイッチ１０９を切断するように制御する。

【００２５】

また、復調系ＤＣ補償信号１６９は０に、変調系ＤＣ補償信号１５６は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部１０１は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号１５３を出力する。切替部１０２を通過した送信ディジタルベースバンド信号１５５に、ＤＣオフセット推定部１１４が推定している変調系ＤＣ補償信号１５６を加えた送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号１５７がアナログ変換された後、直交変調され増幅器１０７を通じて送信変調信号１６１へと出力される。この送信変調信号１６１の一部が分配器１０８によって分配変調信号１６３となり、スイッチ１０９へと入力される。

【００２６】

復調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ１０９は帰還制御信号１６４によって切断されているため、帰還変調信号１６５へは信号は伝達されない。このとき、直交復調部１１０による帰還アナログベースバンド信号１６６は復調系直交ベースバンドの原点を示す。これがＡ／Ｄ変換部１１２でディジタル変換された値が、復調系直交ベースバンド信号の原点であることになる。ＤＣオフセット推定部１１４は復調系ＤＣ補償信号１６７に０を出

力し、得られる復調系ディジタルベースバンド信号１７０を復調系直交ベースバンドの原点となるように復調系ＤＣオフセット推定値を算出する。

【００２７】

この際、復調系ディジタルベースバンド信号１７０を複数回サンプルし、平均化する事で、Ａ／Ｄ変換部１１２の変換誤差や、システムノイズの影響を低減する事が可能であることは言うまでもない。また、本発明の構成によれば復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号１５３を限定するものではないが、この参照信号１５３を原点（原点とは出力変調信号１６２の電力を最小にするような信号とする）とする事で、出力変調信号１６２からの漏洩電力が最小となり、またスイッチ１０９を通じて帰還変調信号１６５へのリーク電力も最小となるため、より高精度な推定が可能となる。

【００２８】

当然、変調系ＤＣ補償信号１５６の精度を高くすることで、出力変調信号１６２からの漏洩電力は減少し、スイッチ１０９から帰還変調信号１６５へのリーク電力も抑えられるため、復調系ＤＣオフセット推定時には変調系ＤＣ補償信号１５６を最新の変調系ＤＣオフセット推定値に設定しておくことが望ましい。

以上の様にして復調系ＤＣオフセット推定が完了した後、変調系ＤＣオフセット推定動作へと移行する。

【００２９】

変調系ＤＣオフセット推定動作時、ＤＣオフセット推定部１１４は、ベースバンド切替信号１５４を通じて切替部１０２に参照信号１５３を選択する様に制御する。さらに参照制御信号１５２を通じて参照信号発生部１０１に変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号１５３を出力するように、帰還制御信号１６４を通じてスイッチ１０９を接続するように制御する。

【００３０】

また、復調系ＤＣ補償信号１６９は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号１５６は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部１０１は変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号１５３を出力する。切替部１０２を通過した送信ディジタルベースバンド信号１５５に、ＤＣオフセット推定部１１４が推定している変調系ＤＣ補償信号１５６を加えた送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号１５７がアナログ変換された後、直交変調され増幅器１０７を通じて送信変調信号１６１へと出力される。この送信変調信号１６１の一部が分配器１０８によって分配変調信号１６３となり、スイッチ１０９へと入力される。

【００３１】

変調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ１０９は帰還制御信号１６４によって接続されているため、分配変調信号１６３は帰還変調信号１６５を通じて直交復調され、送信変調信号１６１に対応した帰還アナログベースバンド信号１６６が出力される。この帰還アナログベースバンド信号１６６はディジタル変換の前処理として帯域制限フィルタ１１１によって帯域制限された後、Ａ／Ｄ変換部１１２によりディジタル変換され帰還ディジタルベースバンド信号１６８となる。この帰還ディジタルベースバンド信号１６８に最新の復調系ＤＣ補償信号１６９を加えて復調系のＤＣオフセットを補償し、復調系ディジタルベースバンド信号１７０を得る。

【００３２】

ＤＣオフセット推定部１１４は参照信号１５３と変調系ＤＣ補償信号１５６及び復調系ディジタルベースバンド信号１７０とから新たに変調系ＤＣ補償信号１５６を計算する。この計算には様々な手法が考えられるが、位相の回転や変調系から復調系までの増幅率が明白な場合はその逆関数に復調系ディジタルベースバンド信号１７０を入力する事でえられる。

【００３３】

このとき、例えば変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号１５３をベースバンド信号における直交平面上の各軸上に原点から等距離に配置する事で（例えば（ａ，０）（０，ａ）

（－ａ，０）（０，－ａ）で示される４点）、各参照信号１５３に対応する復調系ディジタルベースバンド信号１７０のベクトル和が原点に収束するように変調系ＤＣ補償信号１５６を更新させれば推定することが可能となる。これら参照信号１５３は４点と限定するものではなく、出力のベクトル和が０であれば良いことは明白である。

【００３４】

また、この参照信号１５３が原点から一定振幅の集合体である円周上に配置するにより、変調系から復調系にかけての増幅率や位相回転量に関係なく演算が可能となり、加えて主に増幅器１０７で発生する線形歪の影響を最小限に抑え、変調系から復調系にかけて発生する信号遅延に対しても影響の少ない高精度なＤＣオフセット推定を行うことが可能である。

【００３５】

さらに、参照信号１５３が一定点であってもＤＣオフセットを行うことは可能であり、この一定点を原点に設定することでＤＣオフセット推定時に出力変調信号１６２から漏洩する電力は最小になる。

【００３６】

（実施の形態２）

図２は、本発明の第２の実施の形態による変復調装置の構成ブロック図である。図２において、２０１は参照信号発生部、２０２はベクトル発生部、２０３は参照信号オフセット加算器、２０４はベースバンド切替部、２０５は変調系ＤＣ補償加算器、２０６はＤ／Ａ変換部、２０７は変調信号帯域制限フィルタ、２０８は直交変調部、２０９は増幅器、２１０は分配器、２１１はスイッチ、２１２は直交復調部、２１３は復調信号帯域制限フィルタ、２１４はＡ／Ｄ変換部、２１５は復調系ＤＣ補償加算器、２１６はＤＣオフセット推定部、２５１は変調系ディジタルベースバンド信号、２５２は参照切替信号、２５３は参照信号、２５４は参照信号オフセットベクトル、２５５は参照オフセット信号、２５６はベースバンド切替信号、２５７は送信ディジタルベースバンド信号、２５８は変調系ＤＣ補償信号、２５９は送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号、２６０は送信アナログベースバンド信号、２６１は送信帯域制限アナログベースバンド信号、２６２は送信変調信号、２６３は送信増幅変調信号、２６４は出力変調信号、２６５は分配変調信号、２６６は帰還制御信号、２６７は帰還変調信号、２６８は帰還アナログベースバンド信号、２６９は帰還帯域制限アナログベースバンド信号、２７０は帰還ディジタルベースバンド信号、２７１は復調系ＤＣ補償信号、２７２は復調系ディジタルベースバンド信号である。

【００３７】

以上のように構成された変復調装置について、図２を用いてその動作について説明する。

【００３８】

予めＤＣオフセットの計算を可能とする様な参照信号を参照信号発生部２０１に格納しておく。ベースバンド切替部２０４はＤＣオフセット推定部２１６からのベースバンド切替信号２５６に従い、通常時は変調系ディジタルベースバンド信号２５１を、ＤＣオフセット推定時には参照オフセット信号２５５を選択する。ＤＣオフセット推定時において、選択された参照オフセット信号２５５は送信ディジタルベースバンド信号２５７に出力され、ＤＣオフセット推定部２１６が推定している変調系ＤＣオフセット推定値である変調系ＤＣ補償信号２５８と変調系ＤＣ補償加算器２０５において加算され変調系ベースバンド信号のＤＣオフセットが補償される。

【００３９】

ＤＣオフセットを補償された送信ＤＣ補償ベースバンド信号２５９はＤ／Ａ変換部２０６によってアナログ信号へと変換され、送信アナログベースバンド信号２６０が出力される。この送信アナログベースバンド信号２６０は送信系帯域制限フィルタ２０７によって帯域制限され送信帯域制限アナログベースバンド信号２６１となり、直交変調部２０８で直交変調されて送信変調信号２６２となる。送信変調信号２６２は増幅器２０９で電力増幅され送信増幅変調信号２６３となり、分配器２１０において送信増幅変調信号２６３は出力変調信号２６４と、分配変調信号２６５とに分配される。

【００４０】
スイッチ２１１はＤＣオフセット推定部２１６からの帰還制御信号２６６によって、復調系ＤＣオフセット信号推定時であれば切断、その他の時は接続とする様に制御し帰還変調信号２６７を出力する。直交復調部２１２は帰還変調信号２６７を直交復調し帰還アナログベースバンド信号２６８を出力する。帰還アナログベースバンド信号２６８は復調信号帯域制限フィルタ２１３によって帯域制限され帰還帯域制限アナログベースバンド信号２６９となり、更にＡ／Ｄ変換部２１４によってディジタル信号に変換され帰還ディジタルベースバンド信号２７０となる。復調系ＤＣ補償加算器２１５はＤＣオフセット推定部２１６が出力する復調系ＤＣ補償信号２７１と帰還ディジタルベースバンド信号２７０を加算し復調系ディジタルベースバンド信号２７２を出力する。

【００４１】
次に、ＤＣオフセット推定動作についてさらに詳しく説明する。ＤＣオフセット推定部２１６は、ベースバンド切替信号２５６を通じて切替部２０４に参照オフセット信号２５５を選択する様に制御する。さらに復調系ＤＣオフセット推定時には参照制御信号２５２を通じて参照信号発生部２０１に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号２５３を出力するように、ベクトル発生部２０２に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号オフセットベクトル２５４を出力するように、そして帰還制御信号２６６を通じてスイッチ２１１を切断するように制御する。

【００４２】
また、復調系ＤＣ補償信号２７１は０に、変調系ＤＣ補償信号２５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部２０１は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号２５３を、ベクトル発生部２０２は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号オフセットベクトル２５４を出力する。参照信号オフセット加算器２０３は参照信号２５３と参照信号オフセットベクトル２５４とを加算し参照オフセット信号２５５を出力する。切替部２０４を通過した送信ディジタルベースバンド信号２５７に、ＤＣオフセット推定部２１６が推定している変調系ＤＣ補償信号２５８を加えた送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号２５９がアナログ変換された後、直交変調され増幅器２０９を通じて送信変調信号２６３へと出力される。この送信増幅変調信号２６３の一部が分配器２１０によって分配変調信号２６５となり、スイッチ２１１へと入力される。

【００４３】
復調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ２１１は帰還制御信号２６６によって切断されているため、帰還変調信号２６７へは信号は伝達されない。このとき、直交復調部２１２による帰還アナログベースバンド信号２６８は復調系直交ベースバンドの原点を示す。これがＡ／Ｄ変換部２１４でディジタル変換された値が、復調系直交ベースバンド信号の原点であることになる。ＤＣオフセット推定部２１６は復調系ＤＣ補償信号２７１に０を出力し、得られる復調系ディジタルベースバンド信号２７２を復調系直交ベースバンドの原点となるように復調系ＤＣオフセット推定値を算出する。

【００４４】
この際、復調系ディジタルベースバンド信号２７２を複数回サンプルし、平均化する事で、Ａ／Ｄ変換部２１４の変換誤差や、システムノイズの影響を低減する事が可能であることは言うまでもない。また、本発明の構成によれば復調系ＤＣオフセット推定用の参照オフセット信号２５５を限定するものではないが、この参照オフセット信号２５５を原点（原点とは出力変調信号２６４の電力を最小にするような信号とする）とする事で、出力変調信号２６４からの漏洩電力が最小となり、またスイッチ２１１を通じて帰還変調信号２６７へのリーク電力も最小となるため、より高精度な推定が可能となる。そこで復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号２５３および参照信号オフセットベクトル２５４は双方共に０であることが望ましい。

【００４５】
当然、変調系ＤＣ補償信号２５８の精度を高くすることで、出力変調信号２６４からの漏洩電力は減少し、スイッチ２１１から帰還変調信号２６７へのリーク電力も抑えられるた

め、復調系ＤＣオフセット推定時には変調系ＤＣ補償信号２５８を最新の変調系ＤＣオフセット推定値に設定しておくことが望ましい。

【００４６】

以上の様にして復調系ＤＣオフセット推定が完了した後、変調系ＤＣオフセット推定動作へと移行する。

【００４７】

変調系ＤＣオフセット推定動作の手順１では、ＤＣオフセット推定部２１６は、ベースバンド切替信号２５６を通じて切替部２０４に参照オフセット信号２５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号２５２を通じて参照信号発生部２０１及びベクトル発生部２０２に変調系ＤＣオフセット推定手順１用の参照信号２５３及び参照信号オフセットベクトル２５４を出力するように、帰還制御信号２６６を通じてスイッチ２１１を接続するように制御する。

【００４８】

また、復調系ＤＣ補償信号２７１は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号２５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部２０１は変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号２５３を出力する。ベクトル発生部２０２は参照信号オフセットベクトル２５４に０を出力する。参照信号２５３と参照信号オフセットベクトル２５４を参照信号オフセット加算器２０３で加算し出力された参照オフセット信号２５５は、切替部２０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号２５７となる。送信ディジタルベースバンド信号２５７は、ＤＣオフセット推定部２１６が推定している変調系ＤＣ補償信号２５８を加え、送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号２５９となり、この信号がアナログ変換された後、直交変調され増幅器２０９を通じて送信増幅変調信号２６３へと出力される。この送信増幅変調信号２６３の一部が分配器２１０によって分配変調信号２６５となり、スイッチ２１１へと入力される。

【００４９】

変調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ２１１は帰還制御信号２６６によって接続されているため、分配変調信号２６５は帰還変調信号２６７を通じて直交復調され、送信増幅変調信号２６３に対応した帰還アナログベースバンド信号２６８が出力される。この帰還アナログベースバンド信号２６８はディジタル変換の前処理として復調信号帯域制限フィルタ２１３によって帯域制限された後、Ａ／Ｄ変換部２１４によりディジタル変換され帰還ディジタルベースバンド信号２７０となる。この帰還ディジタルベースバンド信号２７０に最新の復調系ＤＣ補償信号２７１を加えて復調系のＤＣオフセットを補償し、復調系ディジタルベースバンド信号２７２を得る。ＤＣオフセット推定部２１６はここで得られたデータを保存しておく。

【００５０】

次に、変調系ＤＣオフセット推定における手順２では、ＤＣオフセット推定部２１６は、ベースバンド切替信号２５６を通じて切替部２０４に参照オフセット信号２５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号２５２を通じて参照信号発生部２０１及びベクトル発生部２０２に変調系ＤＣオフセット推定手順２用の参照信号２５３及び参照信号オフセットベクトル２５４を出力するように、帰還制御信号２６６を通じてスイッチ２１１を接続するように制御する。

【００５１】

また、復調系ＤＣ補償信号２７１は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号２５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部２０１は変調系ＤＣオフセット推定手順１用と同一の参照信号２５３を出力する。ベクトル発生部２０２は参照信号オフセットベクトル２５４に変調系ＤＣオフセット推定手順２用のベクトルを出力する。参照信号２５３と参照信号オフセットベクトル２５４を参照信号オフセット加算器２０３で加算し出力された参照オフセット信号２５５は、切替部２０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号２５７となる。

【００５２】

以降の信号の処理は変調系手順１と同一のものである。ＤＣオフセット推定部２１６はこれによって得た復調系ディジタルベースバンド信号２７２を保存する。ＤＣオフセット推定部２１６は参照オフセット信号２５５と変調系ＤＣ補償信号２５８及び手順１による復調系ディジタルベースバンド信号２７２と手順２による復調系ディジタルベースバンド信号２７２とから新たに変調系ＤＣ補償信号２５８を計算する。

【００５３】

次に、ＤＣオフセットの計算手順について、各ベースバンド信号をベクトルとして扱いながら説明する。復調系ＤＣオフセットの推定時は、スイッチ２１１を切断し、そのときに直交復調した帰還ディジタルベースバンド信号２７０を平均化することで得られる。復調系ＤＣオフセットを推定する際、送信変調信号２６２の電力が０に近い方がスイッチ２１１のリーク電力が抑えられるため精度を高めることが可能である。復調系ＤＣオフセットを推定した後、変調系ＤＣオフセットの推定に移行する。

【００５４】

変調系ＤＣオフセット推定の際、ＤＣオフセット推定部２１６はスイッチ２１１を接続し、復調系ＤＣ補償信号２７１を先に求めた復調系ＤＣオフセット推定値に設定する。変調系ＤＣ補償信号２５８については、特にその値を限定するものではないが、本説明では０に設定する。

【００５５】

次に、手順１および手順２で得られた復調系ディジタルベースバンド信号２７２の結果を各々についてベクトル総和を計算する。（以下、手順１ベクトル総和、手順２ベクトル総和とする）これらのベクトル総和は復調系ＤＣ補償信号２７１により、復調系ＤＣオフセットが補償されている。

【００５６】

以上で得られた手順１および手順２ベクトル総和は直交変調部２０８で与えられるベクトルの総和に変調系から復調系にかけての増幅器などのゲインと位相回転を変換ベクトルとした一次変換で表現される（以下、この変換ベクトルをループベクトルと呼ぶ）。この直交変調部２０８に与えられるベクトルは、参照オフセット信号２５５と変調系ＤＣオフセット成分とに分離可能であり、説明を簡単にするため参照信号２５３のベクトル総和を０、及び手順１の時の参照信号オフセットベクトル２５４を０とすると、このとき、手順１ベクトル総和は変調系ＤＣオフセット成分をループベクトルで一次変換したものに等しい。

【００５７】

同様に、手順２ベクトル総和は手順１と比較し参照信号オフセットベクトル２５４が加算されたものであるため、両者の差は参照信号オフセットベクトル２５４をループベクトルで一次変換したものに等しくなる。この結果、手順２ベクトル総和と手順１ベクトル総和の差に参照信号オフセットベクトル２５４の逆数を乗ずることで、ループベクトルを算出できる。さらに手順１ベクトル総和にループベクトルの逆数を乗ずることで変調系ＤＣオフセット成分を算出することが可能となる。

【００５８】

この方式は、ループベクトルを帰還信号の差分と参照信号オフセットベクトル２５４である既知ベクトルから算出するため、変調系および復調系のＤＣオフセットなどの様々な誤差要因が除去され、高精度な演算が可能となる。

【００５９】

以上の説明では、参照信号２５３のベクトル総和を０と仮定したが、０でなくとも変調系ＤＣオフセットを推定することは可能である。また、参照信号２５３の振幅を一定にすることで、増幅器２０９などで発生する線形歪の影響を最小にし、高精度なＤＣオフセット推定を可能にする。また参照信号２５３を円周上に配置することで、ループベクトルなどの影響も低減できる。

【００６０】

以上の効果は、参照信号２５３は一定値であっても有効であり、特に一定値とすることで

参照信号発生部の容量を削減でき、更には参照信号オフセットベクトルの大きさを小さくすることでＤＣオフセットの推定動作中に出力変調信号２６４から装置外部あるいは内部素子などへの漏洩する電力を最小値に抑えることが可能である。この参照信号オフセットベクトル２５４の大きさはＤＣオフセット推定の精度に関係するが、大きくしすぎると増幅器などの線形歪の影響を受ける。

【００６１】

また、精度に影響があるとはいえ、その大きさはシステムが出力可能な最大振幅に対して微少なもので十分であり、参照信号オフセットベクトル２５４の大きさを最大振幅の１００分の１程度からそれ以下に設定することで、ＤＣオフセット推定時の漏洩電力を最大出力電力に対して－４０ｄＢｃ以下に抑えることが可能である。

【００６２】

さらに手順１では参照信号オフセットベクトル２５４の大きさを０と仮定したが、これを手順２で与える参照信号オフセットベクトル２５４に対して位相を１８０度反転し、大きさが同一のものとすることで、同一のベクトルの大きさで２倍の精度を得ることができ、同一の精度であれば漏洩電力を更に低減できる。

【００６３】

また、参照信号オフセットベクトル２５４は特に限定されるものではないが、その逆数を演算に用いることから、このベクトルを軸上に設定することで演算処理が容易になることは明白である。

【００６４】

（実施の形態３）

図３は、本発明の第１の実施の形態による変復調装置の構成ブロック図である。図３において、３０１は参照信号発生部、３０２はベクトル発生部、３０３は参照信号オフセット加算器、３０４はベースバンド切替部、３０５は変調系ＤＣ補償加算器、３０６はＤ／Ａ変換部、３０７は変調信号帯域制限フィルタ、３０８は直交変調部、３０９は増幅器、３１０は分配器、３１１は帯域制限フィルタ、３１２はＡ／Ｄ変換部、３１３は直交復調部、３１４は復調信号帯域制限フィルタ、３１６はＤＣオフセット推定部、３５１は変調系ディジタルベースバンド信号、３５２は参照切替信号、３５３は参照信号、３５４は参照信号オフセットベクトル、３５５は参照オフセット信号、３５６はベースバンド切替信号、３５７は送信ディジタルベースバンド信号、３５８は変調系ＤＣ補償信号、３５９は送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号、３６０は送信アナログベースバンド信号、３６１は送信帯域制限アナログベースバンド信号、３６２は送信変調信号、３６３は送信増幅変調信号、３６４は出力変調信号、３６５は帰還変調信号、３６６は還変帯域制限帰調信号、３６７は帰還ディジタル変調信号、３６８は帰還ディジタルベースバンド信号、３６９は復調系ディジタルベースバンド信号である。

【００６５】

以上のように構成された変復調装置について、図３を用いてその動作について説明する。

【００６６】

予めＤＣオフセットの計算を可能とする様な参照信号を参照信号発生部３０１に格納しておく。ベースバンド切替部３０４はＤＣオフセット推定部３１６からのベースバンド切替信号３５６に従い、通常時は変調系ディジタルベースバンド信号３５１を、ＤＣオフセット推定時には参照オフセット信号３５５を選択する。ＤＣオフセット推定時において、選択された参照オフセット信号３５５は送信ディジタルベースバンド信号３５７に出力され、ＤＣオフセット推定部３１６が推定している変調系ＤＣオフセット推定値である変調系ＤＣ補償信号３５８と変調系ＤＣ補償加算器３０５において加算され変調系ベースバンド信号のＤＣオフセットが補償される。

【００６７】

ＤＣオフセットを補償された送信ＤＣ補償ベースバンド信号３５９はＤ／Ａ変換部３０６によってアナログ信号へと変換され、送信アナログベースバンド信号３６０が出力される。この送信アナログベースバンド信号３６０は送信系帯域制限フィルタ３０７によって帯

域制限され送信帯域制限アナログベースバンド信号３６１となり、直交変調部３０８で直交変調されて送信変調信号３６２となる。送信変調信号３６２は増幅器３０９で電力増幅され送信増幅変調信号３６３となり、分配器３１０において送信増幅変調信号３６３は出力変調信号３６４と、帰還変調信号３６５とに分配される。

【００６８】

帰還変調信号３６５は帯域制限フィルタ３１１によって帯域制限され帰還帯域制限変調信号３６６になる。Ａ／Ｄ変換部３１２は帰還帯域制限変調信号３６６をディジタル変換し帰還ディジタル変調信号３６７となり、直交復調部３１３によって帰還ディジタルベースバンド信号３６８に変換される。帰還ディジタルベースバンド信号３６８は復調信号帯域制限フィルタ３１４によって帯域制限され復調系ディジタルベースバンド信号３６９となる。

【００６９】

次に、ＤＣオフセット推定動作についてさらに詳しく説明する。変調系ＤＣオフセット推定動作の手順１では、ＤＣオフセット推定部３１６は、ベースバンド切替信号３５６を通じて切替部３０４に参照オフセット信号３５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号３５２を通じて参照信号発生部３０１及びベクトル発生部３０２に変調系ＤＣオフセット推定手順１用の参照信号３５３及び参照信号オフセットベクトル３５４を出力するように制御する。

【００７０】

また、変調系ＤＣ補償信号３５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部３０１は変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号３５３を出力する。ベクトル発生部３０２は参照信号オフセットベクトル３５４に０を出力する。参照信号３５３と参照信号オフセットベクトル３５４を参照信号オフセット加算器３０３で加算し出力された参照オフセット信号３５５は、切替部３０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号３５７となる。送信ディジタルベースバンド信号３５７は、ＤＣオフセット推定部３１６が推定している変調系ＤＣ補償信号３５８を加え、送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号３５９となり、この信号がアナログ変換された後、直交変調され増幅器３０９を通じて送信増幅変調信号３６３へと出力される。この送信増幅変調信号３６３の一部が分配器３１０によって帰還変調信号３６５となる。

【００７１】

分配器３１０を通じて帰還された帰還変調信号３６５は、アナログディジタル変換の前処理用の帯域制限フィルタ３１１を通じて帰還帯域制限変調信号３６６となり、Ａ／Ｄ変換部３１２により帰還ディジタル変調信号３６７となる。帰還ディジタル変調信号３６７は直交復調部３１３によって直交復調され、送信増幅変調信号３６３に対応した帰還ディジタルベースバンド信号３６８が出力される。この帰還アナログベースバンド信号３６８は復調信号帯域制限フィルタ３１４によって帯域制限された後、復調系ディジタルベースバンド信号３６９となる。ＤＣオフセット推定部３１６はここで得られたデータを保存しておく。

【００７２】

変調系ＤＣオフセット推定における手順２では、ＤＣオフセット推定部３１６は、ベースバンド切替信号３５６を通じて切替部３０４に参照オフセット信号３５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号３５２を通じて参照信号発生部３０１及びベクトル発生部３０２に変調系ＤＣオフセット推定手順２用の参照信号３５３及び参照信号オフセットベクトル３５４を出力するように制御する。

【００７３】

また、変調系ＤＣ補償信号３５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部３０１は変調系ＤＣオフセット推定手順１用と同一の参照信号３５３を出力する。ベクトル発生部３０２は参照信号オフセットベクトル３５４に変調系ＤＣオフセット推定手順２用のベクトルを出力する。参照信号３５３と参照信号オフセットベクトル３５４を参照信号オフセット加算器３０３で加算し出力された参照オフセット信号３５５は、切替部３０

４を通過し送信ディジタルベースバンド信号３５７となる。
【００７４】
以降の信号の処理は変調系手順１と同一のものである。ＤＣオフセット推定部３１６はこれによって得た復調系ディジタルベースバンド信号３６９を保存する。ＤＣオフセット推定部３１６は参照オフセット信号３５５と変調系ＤＣ補償信号３５８及び手順１による復調系ディジタルベースバンド信号３６９と手順２による復調系ディジタルベースバンド信号３６９とから新たに変調系ＤＣ補償信号３５８を計算する。
【００７５】
次に、ＤＣオフセットの計算手順について、各ベースバンド信号をベクトルとして扱いながら説明する。変調系ＤＣオフセット推定の際、ＤＣオフセット推定部３１６は変調系ＤＣ補償信号３５８の値を、特に限定するものではないが、本説明では０に設定する。
【００７６】
次に、手順１および手順２で得られた復調系ディジタルベースバンド信号３６９の結果を各々についてベクトル総和を計算する（以下、手順１ベクトル総和、手順２ベクトル総和とする）。
【００７７】
以上で得られた手順１および手順２ベクトル総和は直交変調部３０８で与えられるベクトルの総和に変調系から復調系にかけての増幅器などのゲインと位相回転を変換ベクトルとした一次変換で表現される（以下、この変換ベクトルをループベクトルと呼ぶ）。この直交変調部３０８に与えられるベクトルは、参照オフセット信号３５５と変調系ＤＣオフセット成分とに分離可能であり、説明を簡単にするため参照信号３５３のベクトル総和を０、及び手順１の時の参照信号オフセットベクトル３５４を０とすると、このとき、手順１ベクトル総和は変調系ＤＣオフセット成分をループベクトルで一次変換したものに等しい。
【００７８】
同様に、手順２ベクトル総和は手順１と比較し参照信号オフセットベクトル３５４が加算されたものであるため、両者の差は参照信号オフセットベクトル３５４をループベクトルで一次変換したものに等しくなる。この結果、手順２ベクトル総和と手順１ベクトル総和の差に参照信号オフセットベクトル３５４の逆数を乗ずることで、ループベクトルを算出できる。さらに手順１ベクトル総和にループベクトルの逆数を乗ずることで変調系ＤＣオフセット成分を算出することが可能となる。
【００７９】
この方式は、ループベクトルを帰還信号の差分と参照信号オフセットベクトル３５４である既知ベクトルから算出するため、変調系のＤＣオフセットなどの様々な誤差要因が除去され、高精度な演算が可能となる。
【００８０】
以上の説明では、参照信号３５３のベクトル総和を０と仮定したが、０でなくとも変調系ＤＣオフセットを推定することは可能である。また、参照信号３５３の振幅を一定にすることで、増幅器３０９などで発生する線形歪の影響を最小にし、高精度なＤＣオフセット推定を可能にする。また参照信号３５３を円周上に配置することで、ループベクトルなどの影響も低減できる。
【００８１】
以上の効果は、参照信号３５３は一定値であっても有効であり、特に一定値とすることで参照信号発生部の容量を削減でき、更には参照信号オフセットベクトルの大きさを小さくすることでＤＣオフセットの推定動作中に出力変調信号３６４から装置外部あるいは内部素子などへの漏洩する電力を最小値に抑えることが可能である。この参照信号オフセットベクトル３５４の大きさはＤＣオフセット推定の精度に関係するが、大きくしすぎると増幅器などの線形歪の影響を受ける。
【００８２】
また、精度に影響があるとはいえ、その大きさはシステムが出力可能な最大振幅に対して

微少なもので十分であり、参照信号オフセットベクトル３５４の大きさを最大振幅の１００分の１程度からそれ以下に設定することで、ＤＣオフセット推定時の漏洩電力を最大出力電力に対して－４０ｄＢｃ以下に抑えることが可能である。

【００８３】

さらに手順１では参照信号オフセットベクトル３５４の大きさを０と仮定したが、これを手順２で与える参照信号オフセットベクトル３５４に対して位相を１８０度反転し、大きさが同一のものとすることで、同一のベクトルの大きさで２倍の精度を得ることができ、同一の精度であれば漏洩電力を更に低減できる。

【００８４】

また、参照信号オフセットベクトル３５４は特に限定されるものではないが、その逆数を演算に用いることから、このベクトルを軸上に設定することで演算処理が容易になることは明白である。

【００８５】

（実施の形態４）

図４は、本発明の第１の実施の形態による変復調装置の構成ブロック図である。 図４において、４０１は参照信号発生部、４０２はベクトル発生部、４０３は参照信号オフセット加算器、４０４はベースバンド切替部、４０５は変調系ＤＣ補償加算器、４０６はＤ／Ａ変換部、４０７は変調信号帯域制限フィルタ、４０８は発振器、４０９は直交変調部、４１０は増幅器、４１１は分配器、４１２はスイッチ、４１３は直交復調部、４１４は復調信号帯域制限フィルタ、４１５はＡ／Ｄ変換部、４１６は復調系ＤＣ補償加算器、４１７はＤＣオフセット推定部、４５１は変調系ディジタルベースバンド信号、４５２は参照切替信号、４５３は参照信号、４５４は参照信号オフセットベクトル、４５５は参照オフセット信号、４５６はベースバンド切替信号、４５７は送信ディジタルベースバンド信号、４５８は変調系ＤＣ補償信号、４５９は送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号、４６０は送信アナログベースバンド信号、４６１は送信帯域制限アナログベースバンド信号、４６２は発振信号、４６３は送信変調信号、４６４は送信増幅変調信号、４６５は出力変調信号、４６６は帰還変調信号、４６７は発振信号切替信号、４６８は復調用発振信号、４６９は帰還アナログベースバンド信号、４７０は帰還帯域制限アナログベースバンド信号、４７１は帰還ディジタルベースバンド信号、４７２は復調系ＤＣ補償信号、４７３は復調系ディジタルベースバンド信号である。

【００８６】

以上のように構成された変復調装置について、図４を用いてその動作について説明する。

【００８７】

予めＤＣオフセットの計算を可能とする様な参照信号を参照信号発生部４０１に格納しておく。ベースバンド切替部４０４はＤＣオフセット推定部４１７からのベースバンド切替信号４５６に従い、通常時は変調系ディジタルベースバンド信号４５１を、ＤＣオフセット推定時には参照オフセット信号４５５を選択する。ＤＣオフセット推定時において、選択された参照オフセット信号４５５は送信ディジタルベースバンド信号４５７に出力され、ＤＣオフセット推定部４１７が推定している変調系ＤＣオフセット推定値である変調系ＤＣ補償信号４５８と変調系ＤＣ補償加算器４０５において加算され変調系ベースバンド信号のＤＣオフセットが補償される。

【００８８】

ＤＣオフセットを補償された送信ＤＣ補償ベースバンド信号４５９はＤ／Ａ変換部４０６によってアナログ信号へと変換され、送信アナログベースバンド信号４６０が出力される。この送信アナログベースバンド信号４６０は送信系帯域制限フィルタ４０７によって帯域制限され送信帯域制限アナログベースバンド信号４６１となり、直交変調部４０９は発振器４０８からの発振信号４６２を用いて送信帯域制限アナログベースバンド信号４６１を直交変調して送信変調信号４６３を出力する。送信変調信号４６３は増幅器４１０で電力増幅され送信増幅変調信号４６４となり、分配器４１１において送信増幅変調信号４６４は出力変調信号４６５と、帰還変調信号４６６とに分配される。

【００８９】
ＤＣオフセット推定部４１７は発振信号切替信号４６７を通してスイッチ４１２を復調系ＤＣオフセット推定時であれば切断、変調系ＤＣオフセット推定時であれば接続すると言った具合に制御する。このスイッチ４１２からの復調用発振信号４６８を用いて直交復調部４１３は帰還変調信号４６６を直交復調し帰還アナログベースバンド信号４６９を出力する。帰還アナログベースバンド信号４６９は復調信号帯域制限フィルタ４１４によって帯域制限され帰還帯域制限アナログベースバンド信号４７０となり、更にＡ／Ｄ変換部４１５によってディジタル信号に変換され帰還ディジタルベースバンド信号４７１となる。復調系ＤＣ補償加算器４１６はＤＣオフセット推定部４１７が出力する復調系ＤＣ補償信号４７２と帰還ディジタルベースバンド信号４７１を加算し復調系ディジタルベースバンド信号４７３を出力する。

【００９０】
次に、ＤＣオフセット推定動作についてさらに詳しく説明する。ＤＣオフセット推定部４１７は、ベースバンド切替信号４５６を通じて切替部４０４に参照オフセット信号４５５を選択する様に制御する。さらに復調系ＤＣオフセット推定時には参照制御信号４５２を通じて参照信号発生部４０１に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号４５３を出力するように、ベクトル発生部４０２に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号オフセットベクトル４５４を出力するように、そして発振信号切替信号４６７を通じてスイッチ４１２を切断するように制御する。

【００９１】
また、復調系ＤＣ補償信号４７２は０に、変調系ＤＣ補償信号４５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部４０１は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号４５３を、ベクトル発生部４０２は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号オフセットベクトル４５４を出力する。参照信号オフセット加算器４０３は参照信号４５３と参照信号オフセットベクトル４５４とを加算し参照オフセット信号４５５を出力する。切替部４０４を通過した送信ディジタルベースバンド信号４５７に、ＤＣオフセット推定部４１７が推定している変調系ＤＣ補償信号４５８を加えた送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号４５９がアナログ変換された後、直交復調部４０９は発振器４０８が出力する発振信号４６２を用いて直交変調を行い、増幅器４１０を通じて送信増幅変調信号４６４へと出力される。この送信増幅変調信号４６４の一部が分配器４１１によって帰還変調信号４６６となり、直交復調部４１３へと入力される。

【００９２】
復調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ４１２は発振信号切替信号４６７によって切断されているため、直交復調部４１３は動作しない。このとき、直交復調部４１３による帰還アナログベースバンド信号４６９は復調系直交ベースバンドの原点を示す。これがＡ／Ｄ変換部４１５でディジタル変換された値が、復調系直交ベースバンド信号の原点であることになる。ＤＣオフセット推定部４１７は復調系ＤＣ補償信号４７２に０を出力し、得られる復調系ディジタルベースバンド信号４７３を復調系直交ベースバンドの原点となるように復調系ＤＣオフセット推定値を算出する。

【００９３】
この際、復調系ディジタルベースバンド信号４７３を複数回サンプルし、平均化する事で、Ａ／Ｄ変換部４１５の変換誤差や、システムノイズの影響を低減する事が可能であることは言うまでもない。また、本発明の構成によれば復調系ＤＣオフセット推定用の参照オフセット信号４５５を限定するものではないが、この参照オフセット信号４５５を原点（原点とは出力変調信号４６５の電力を最小にするような信号とする）とする事で、出力変調信号４６５からの漏洩電力が最小となる。そこで復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号４５３および参照信号オフセットベクトル４５４は双方共に０であることが望ましい。

【００９４】
当然、変調系ＤＣ補償信号４５８の精度を高くすることで、出力変調信号４６５からの漏洩電力は抑えられるため、復調系ＤＣオフセット推定時には変調系ＤＣ補償信号５５８を

最新の変調系ＤＣオフセット推定値に設定しておくことが望ましい。また、この方式では復調系の信号系列にスイッチを配置している構成とは異なり、直交復調用の発振信号を制御する方式のため、スイッチのリーク電力などの影響を受けないといった特長を有する。

【００９５】

以上の様にして復調系ＤＣオフセット推定が完了した後、変調系ＤＣオフセット推定動作へと移行する。

【００９６】

変調系ＤＣオフセット推定動作の手順１では、ＤＣオフセット推定部４１７は、ベースバンド切替信号４５６を通じて切替部４０４に参照オフセット信号４５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号４５２を通じて参照信号発生部４０１及びベクトル発生部４０２に変調系ＤＣオフセット推定手順１用の参照信号４５３及び参照信号オフセットベクトル４５４を出力するように、発振信号切替信号４６７を通じてスイッチ４１２を接続するように制御する。

【００９７】

また、復調系ＤＣ補償信号４７２は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号４５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部４０１は変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号４５３を出力する。ベクトル発生部４０２は参照信号オフセットベクトル４５４に０を出力する。参照信号４５３と参照信号オフセットベクトル４５４を参照信号オフセット加算器４０３で加算し出力された参照オフセット信号４５５は、切替部４０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号４５７となる。送信ディジタルベースバンド信号４５７は、ＤＣオフセット推定部４１７が推定している変調系ＤＣ補償信号４５８を加え、送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号４５９となり、この信号がアナログ変換された後、直交変調部４０９は発振器４０８が出力する発振信号４６２を用いて直交変調して送信変調信号４６３を出力し、増幅器４１０を通じて送信増幅変調信号４６４となる。この送信増幅変調信号４６４の一部が分配器４１１によって帰還変調信号４６６となり、直交復調部４１３へと入力される。

【００９８】

変調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ４１２は発振信号切替信号４６７によって接続されているため、発振信号４６２はスイッチ４１２を通じて復調用発振信号４６８へと出力される。直交復調部４１３は復調用発振信号４６８を用いて帰還変調信号４６６を直交復調し、送信増幅変調信号４６４に対応した帰還アナログベースバンド信号４６９が出力される。この帰還アナログベースバンド信号４６９はディジタル変換の前処理として復調信号帯域制限フィルタ４１４によって帯域制限された後、Ａ／Ｄ変換部４１５によりディジタル変換され帰還ディジタルベースバンド信号４７１となる。この帰還ディジタルベースバンド信号４７１に最新の復調系ＤＣ補償信号４７２を加えて復調系のＤＣオフセットを補償し、復調系ディジタルベースバンド信号４７３を得る。ＤＣオフセット推定部４１７はここで得られたデータを保存しておく。

【００９９】

次に、変調系ＤＣオフセット推定における手順２では、ＤＣオフセット推定部４１７は、ベースバンド切替信号４５６を通じて切替部４０４に参照オフセット信号４５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号４５２を通じて参照信号発生部４０１及びベクトル発生部４０２に変調系ＤＣオフセット推定手順２用の参照信号４５３及び参照信号オフセットベクトル４５４を出力するように、発振信号切替信号４６７を通じてスイッチ４１２を接続するように制御する。

【０１００】

また、復調系ＤＣ補償信号４７２は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号４５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部４０１は変調系ＤＣオフセット推定手順１用と同一の参照信号４５３を出力する。ベクトル発生部４０２は参照信号オフセットベクトル４５４に変調系ＤＣオフセット推定手順２用のベクトルを出力する。参照信号４５３と参照信号オフセットベクトル４５４を参照信号オフセッ

ト加算器４０３で加算し出力された参照オフセット信号４５５は、切替部４０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号４５７となる。

【０１０１】

以降の信号の処理は変調系手順１と同一のものである。ＤＣオフセット推定部４１７はこれによって得た復調系ディジタルベースバンド信号４７３を保存する。ＤＣオフセット推定部４１７は参照オフセット信号４５５と変調系ＤＣ補償信号４５８及び手順１による復調系ディジタルベースバンド信号４７３と手順２による復調系ディジタルベースバンド信号４７３とから新たに変調系ＤＣ補償信号４５８を計算する。

【０１０２】

次に、ＤＣオフセットの計算手順について、各ベースバンド信号をベクトルとして扱いながら説明する。復調系ＤＣオフセットの推定時は、スイッチ４１２を切断し、そのときに直交復調した帰還ディジタルベースバンド信号４７３を平均化することで得られる。復調系ＤＣオフセットを推定する際、送信増幅変調信号４６４の電力が０に近い方が他の素子に対しての影響が抑えられるため高精度な推定が可能となる。復調系ＤＣオフセットを推定した後、変調系ＤＣオフセットの推定に移行する。

【０１０３】

変調系ＤＣオフセット推定の際、ＤＣオフセット推定部４１７はスイッチ４１２を接続し、復調系ＤＣ補償信号４７２を先に求めた復調系ＤＣオフセット推定値に設定する。変調系ＤＣ補償信号４５８については、特にその値を限定するものではないが、本説明では０に設定する。

【０１０４】

次に、手順１および手順２で得られた復調系ディジタルベースバンド信号４７３の結果を各々についてベクトル総和を計算する。（以下、手順１ベクトル総和、手順２ベクトル総和とする）これらのベクトル総和は復調系ＤＣ補償信号４７２により、復調系ＤＣオフセットが補償されている。

【０１０５】

以上で得られた手順１および手順２ベクトル総和は直交変調部４０９で与えられるベクトルの総和に変調系から復調系にかけての増幅器などのゲインと位相回転を変換ベクトルとした一次変換で表現される（以下、この変換ベクトルをループベクトルと呼ぶ）。この直交変調部４０９に与えられるベクトルは、参照オフセット信号４５５と変調系ＤＣオフセット成分とに分離可能であり、説明を簡単にするため参照信号４５３のベクトル総和を０、及び手順１の時の参照信号オフセットベクトル４５４を０とすると、このとき、手順１ベクトル総和は変調系ＤＣオフセット成分をループベクトルで一次変換したものに等しい。

【０１０６】

同様に、手順２ベクトル総和は手順１と比較し参照信号オフセットベクトル４５４が加算されたものであるため、両者の差は参照信号オフセットベクトル４５４をループベクトルで一次変換したものに等しくなる。この結果、手順２ベクトル総和と手順１ベクトル総和の差に参照信号オフセットベクトル４５４の逆数を乗ずることで、ループベクトルを算出できる。さらに手順１ベクトル総和にループベクトルの逆数を乗ずることで変調系ＤＣオフセット成分を算出することが可能となる。

【０１０７】

この方式は、ループベクトルを帰還信号の差分と参照信号オフセットベクトル４５４である既知ベクトルから算出するため、変調系および復調系のＤＣオフセットなどの様々な誤差要因が除去され、高精度な演算が可能となる。

【０１０８】

以上の説明では、参照信号４５３のベクトル総和を０と仮定したが、０でなくとも変調系ＤＣオフセットを推定することは可能である。また、参照信号４５３の振幅を一定にすることで、増幅器４１０などで発生する線形歪の影響を最小にし、高精度なＤＣオフセット推定を可能にする。また参照信号４５３を円周上に配置することで、ループベクトルなど

の影響も低減できる。

【０１０９】

以上の効果は、参照信号４５３は一定値であっても有効であり、特に一定値とすることで参照信号発生部の容量を削減でき、更には参照信号オフセットベクトルの大きさを小さくすることでＤＣオフセットの推定動作中に出力変調信号４６５から装置外部、あるいは内部素子などへ漏洩する電力を最小値に抑えることが可能である。この参照信号オフセットベクトル４５４の大きさはＤＣオフセット推定の精度に関係するが、大きくしすぎると増幅器などの線形歪の影響を受ける。

【０１１０】

また、精度に影響があるとはいえ、その大きさはシステムが出力可能な最大振幅に対して微少なもので十分であり、参照信号オフセットベクトル４５４の大きさを最大振幅の１００分の１程度からそれ以下に設定することで、ＤＣオフセット推定時の漏洩電力を最大出力電力に対して－４０ｄＢｃ以下に抑えることが可能である。

【０１１１】

さらに手順１では参照信号オフセットベクトル４５４の大きさを０と仮定したが、これを手順２で与える参照信号オフセットベクトル４５４に対して位相を１８０度反転し、大きさが同一のものとすることで、同一のベクトルの大きさで２倍の精度を得ることができ、同一の精度であれば漏洩電力を更に低減できる。

【０１１２】

また、参照信号オフセットベクトル４５４は特に限定されるものではないが、その逆数を演算に用いることから、このベクトルを軸上に設定することで演算処理が容易になることは明白である。

【０１１３】

（実施の形態５）

図５は、本発明の第１の実施の形態による変復調装置の構成ブロック図である。

【０１１４】

図５において、５０１は参照信号発生部、５０２はベクトル発生部、５０３は参照信号オフセット加算器、５０４はベースバンド切替部、５０５は変調系ＤＣ補償加算器、５０６はＤ／Ａ変換部、５０７は変調信号帯域制限フィルタ、５０８は変調系発振器、５０９は直交変調部、５１０は増幅器、５１１は分配器、５１２は復調系発振器、５１３はスイッチ、５１４は直交復調部、５１５は復調信号帯域制限フィルタ、５１６はＡ／Ｄ変換部、５１７は復調系ＤＣ補償加算器、５１８はＤＣオフセット推定部、５５１は変調系ディジタルベースバンド信号、５５２は参照切替信号、５５３は参照信号、５５４は参照信号オフセットベクトル、５５５は参照オフセット信号、５５６はベースバンド切替信号、５５７は送信ディジタルベースバンド信号、５５８は変調系ＤＣ補償信号、５５９は送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号、５６０は送信アナログベースバンド信号、５６１は送信帯域制限アナログベースバンド信号、５６２は変調系発振信号、５６３は送信変調信号、５６４は送信増幅変調信号、５６５は出力変調信号、５６６は帰還変調信号、５６７は発振信号切替信号、５６８は復調系発振信号、５６９は選択発振信号、５７０は帰還アナログベースバンド信号、５７１は帰還帯域制限アナログベースバンド信号、５７２は帰還ディジタルベースバンド信号、５７３は復調系ＤＣ補償信号、５７４は復調系ディジタルベースバンド信号である。

【０１１５】

以上のように構成された変復調装置について、図５を用いてその動作について説明する。

【０１１６】

予めＤＣオフセットの計算を可能とする様な参照信号を参照信号発生部５０１に格納しておく。ベースバンド切替部５０４はＤＣオフセット推定部５１８からのベースバンド切替信号５５６に従い、通常時は変調系ディジタルベースバンド信号５５１を、ＤＣオフセット推定時には参照オフセット信号５５５を選択する。ＤＣオフセット推定時において、選択された参照オフセット信号５５５は送信ディジタルベースバンド信号５５７に出力され

、ＤＣオフセット推定部５１８が推定している変調系ＤＣオフセット推定値である変調系ＤＣ補償信号５５８と変調系ＤＣ補償加算器５０５において加算され変調系ベースバンド信号のＤＣオフセットが補償される。

【０１１７】

ＤＣオフセットを補償された送信ＤＣ補償ベースバンド信号５５９はＤ／Ａ変換部５０６によってアナログ信号へと変換され、送信アナログベースバンド信号５６０が出力される。この送信アナログベースバンド信号５６０は送信系帯域制限フィルタ５０７によって帯域制限され送信帯域制限アナログベースバンド信号５６１となり、直交変調部５０９は変調系発振器５０８からの変調系発振信号５６２を用いて送信帯域制限アナログベースバンド信号５６１を直交変調して送信変調信号５６３を出力する。送信変調信号５６３は増幅器５１０で電力増幅され送信増幅変調信号５６４となり、分配器５１１において送信増幅変調信号５６４は出力変調信号５６５と、帰還変調信号５６６とに分配される。

【０１１８】

ＤＣオフセット推定部５１８は発振信号切替信号５６７を通してスイッチ５１３を復調系ＤＣオフセット推定時であれば復調系発振信号５６８と接続、変調系ＤＣオフセット推定時であれば変調系発振信号５６２と接続するように制御する。このスイッチ５１３からの選択発振信号５６９を用いて直交復調部５１４は帰還変調信号５６６を直交復調し帰還アナログベースバンド信号５７０を出力する。帰還アナログベースバンド信号５７０は復調信号帯域制限フィルタ５１５によって帯域制限され帰還帯域制限アナログベースバンド信号５７１となり、更にＡ／Ｄ変換部５１６によってディジタル信号に変換され帰還ディジタルベースバンド信号５７２となる。復調系ＤＣ補償加算器５１７はＤＣオフセット推定部５１８が出力する復調系ＤＣ補償信号５７３と帰還ディジタルベースバンド信号５７２を加算し復調系ディジタルベースバンド信号５７４を出力する。

【０１１９】

次に、ＤＣオフセット推定動作についてさらに詳しく説明する。ＤＣオフセット推定部５１８は、ベースバンド切替信号５５６を通じて切替部５０４に参照オフセット信号５５５を選択する様に制御する。さらに復調系ＤＣオフセット推定時には参照制御信号５５２を通じて参照信号発生部５０１に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号５５３を出力するように、ベクトル発生部５０２に復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号オフセットベクトル５５４を出力するように、そして発振信号切替信号５６７を通じてスイッチ５１３が復調系発振信号５６８と接続するように制御する。

【０１２０】

また、復調系ＤＣ補償信号５７３は０に、変調系ＤＣ補償信号５５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部５０１は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号５５３を、ベクトル発生部５０２は復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号オフセットベクトル５５４を出力する。参照信号オフセット加算器５０３は参照信号５５３と参照信号オフセットベクトル５５４とを加算し参照オフセット信号５５５を出力する。切替部５０４を通過した送信ディジタルベースバンド信号５５７に、ＤＣオフセット推定部５１８が推定している変調系ＤＣ補償信号５５８を加えた送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号５５９がアナログ変換された後、直交復調部５０９は変調系発振器５０８が出力する変調系発振信号５６２を用いて直交変調を行い、増幅器５１０を通じて送信増幅変調信号５６４へと出力される。この送信増幅変調信号５６４の一部が分配器５１１によって帰還変調信号５６６となり、直交復調部５１４へと入力される。

【０１２１】

復調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ５１３は発振信号切替信号５６７によって復調系発振信号５６８に接続されているため、帰還変調信号５６６は周波数のずれた状態で直交復調される。このとき、直交復調部５１４による帰還アナログベースバンド信号５７０には復調系ＤＣオフセットを中心として直交系発振信号５６２と復調系発振信号５６８の周波数の差分だけずれたベースバンド信号として出力される。この周波数の差分が十分に大きい場合、帰還アナログベースバンド信号５７０の復調成分は復調信号帯域制限フィル

タ５１５によってカットされてしまうため、帰還帯域制限アナログベースバンド信号５７１には復調系ＤＣオフセット成分だけになる。この帰還帯域制限アナログベースバンド信号５７１がＡ／Ｄ変換部５１６でディジタル変換された値が、復調系直交ベースバンド信号の原点であることになる。ＤＣオフセット推定部５１８は復調系ＤＣ補償信号５７３に０を出力し、得られる復調系ディジタルベースバンド信号５７４を復調系直交ベースバンドの原点となるように復調系ＤＣオフセット推定値を算出する。

【０１２２】

この際、復調系ディジタルベースバンド信号５７４を複数回サンプルし、平均化する事で、Ａ／Ｄ変換部５１６の変換誤差や、システムノイズの影響を低減する事が可能であることは言うまでもない。また、本説明では変調系発振信号５６２と復調系発振信号５６８の周波数の差が大きいと仮定したが、これが小さい場合は次のようにして復調系ＤＣオフセットを推定可能である。

【０１２３】

先に述べた通り、直交復調部５１４による帰還アナログベースバンド信号５７０には復調系ＤＣオフセットを中心として直交系発振信号５６２と復調系発振信号５６８の周波数の差分だけずれたベースバンド信号として出力される。この周波数の差分が小さい場合、帰還アナログベースバンド信号５７０の復調成分は復調信号帯域制限フィルタ５１５を通過して、帰還帯域制限アナログベースバンド信号５７１には復調系ＤＣオフセット成分に周波数をずらして復調した信号が重畳されたものとなる。周波数をずらして復調した信号は、ベースバンドにおける直交平面上では回転しているため、この信号は復調系ＤＣオフセット成分を中心にした円が描かれることとなる。

【０１２４】

次に帰還帯域制限アナログベースバンド信号５７１はＡ／Ｄ変換部５１６によりディジタル変換され、帰還ディジタルベースバンド信号５７２となり、復調系ＤＣ補償信号５７３（ここでは０が設定されている）が加算されて復調系ディジタルベースバンド信号５７４となる。参照オフセット信号５５５が一定値であれば、前述のとおり復調系ディジタルベースバンド信号５７４は復調系ＤＣオフセット成分を中心とした円を描くため、ＤＣオフセット推定部５１８はこの復調系ディジタルベースバンド信号５７４の中心を求める、すなわち平均を計算すれば、復調系ＤＣオフセットを推定可能である。

【０１２５】

また、本発明の構成によれば復調系ＤＣオフセット推定用の参照オフセット信号５５５を限定するものではないが、この参照オフセット信号５５５を原点（原点とは出力変調信号５６５の電力を最小にするような信号とする）とする事で、出力変調信号５６５からの漏洩電力が最小となる。そこで復調系ＤＣオフセット推定用の参照信号５５３および参照信号オフセットベクトル５５４は双方共に０であることが望ましい。

【０１２６】

当然、変調系ＤＣ補償信号５５８の精度を高くすることで、出力変調信号５６５からの漏洩電力は抑えられるため、復調系ＤＣオフセット推定時には変調系ＤＣ補償信号５５８を最新の変調系ＤＣオフセット推定値に設定しておくことが望ましい。また、この方式では復調系の信号系列にスイッチを配置している構成とは異なり、直交復調用の発振信号を制御する方式のため、スイッチのリーク電力などの影響を受けないといった特長を有する。

【０１２７】

以上の様にして復調系ＤＣオフセット推定が完了した後、変調系ＤＣオフセット推定動作へと移行する。

【０１２８】

変調系ＤＣオフセット推定動作の手順１では、ＤＣオフセット推定部５１８は、ベースバンド切替信号５５６を通じて切替部５０４に参照オフセット信号５５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号５５２を通じて参照信号発生部５０１及びベクトル発生部５０２に変調系ＤＣオフセット推定手順１用の参照信号５５３及び参照信号オフセットベクトル５５４を出力するように、発振信号切替信号５６７を通じてスイッチ５１３が変調系

発振信号５６２と選択発振信号５６９を接続するように制御する。

【０１２９】

また、復調系ＤＣ補償信号５７２は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号５５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部５０１は変調系ＤＣオフセット推定用の参照信号５５３を出力する。ベクトル発生部５０２は参照信号オフセットベクトル５５４に０を出力する。参照信号５５３と参照信号オフセットベクトル５５４を参照信号オフセット加算器５０３で加算し出力された参照オフセット信号５５５は、切替部５０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号５５７となる。送信ディジタルベースバンド信号５５７は、ＤＣオフセット推定部５１８が推定している変調系ＤＣ補償信号５５８を加え、送信ＤＣ補償ディジタルベースバンド信号５５９となり、この信号がアナログ変換された後、直交変調部５０９は変調系発振器５０８が出力する変調系発振信号５６２を用いて直交変調して送信変調信号５６３を出力し、増幅器５１０を通じて送信増幅変調信号５６４となる。この送信増幅変調信号５６４の一部が分配器５１１によって帰還変調信号５６６となり、直交復調部５１４へと入力される。

【０１３０】

変調系ＤＣオフセット推定時にはスイッチ５１３は発振信号切替信号５６７によって変調系発振信号５６２と選択発振信号５６９を接続しているため、変調系発振信号５６２はスイッチ５１３を通じて選択発振信号５６９へと出力される。直交復調部５１４は選択発振信号５６９を用いて帰還変調信号５６６を直交復調し、送信増幅変調信号５６４に対応した帰還アナログベースバンド信号５７０が出力される。この帰還アナログベースバンド信号５７０はディジタル変換の前処理として復調信号帯域制限フィルタ５１５によって帯域制限された後、Ａ／Ｄ変換部５１６によりディジタル変換され帰還ディジタルベースバンド信号５７２となる。この帰還ディジタルベースバンド信号５７２に最新の復調系ＤＣ補償信号５７３を加えて復調系のＤＣオフセットを補償し、復調系ディジタルベースバンド信号５７４を得る。ＤＣオフセット推定部５１８はここで得られたデータを保存しておく。

【０１３１】

次に、変調系ＤＣオフセット推定における手順２では、ＤＣオフセット推定部５１８は、ベースバンド切替信号５５６を通じて切替部５０４に参照オフセット信号５５５を選択する様に制御する。さらに参照制御信号５５２を通じて参照信号発生部５０１及びベクトル発生部５０２に変調系ＤＣオフセット推定手順２用の参照信号５５３及び参照信号オフセットベクトル５５４を出力するように、発振信号切替信号５６７を通じてスイッチ５１３が復調系発振信号５６８と選択発振信号５６９を接続するように制御する。

【０１３２】

また、復調系ＤＣ補償信号５７３は復調系ＤＣオフセット推定で得られた推定値に、変調系ＤＣ補償信号５５８は最新の推定値或いは、０としておく。参照信号発生部５０１は変調系ＤＣオフセット推定手順１用と同一の参照信号５５３を出力する。ベクトル発生部５０２は参照信号オフセットベクトル５５４に変調系ＤＣオフセット推定手順２用のベクトルを出力する。参照信号５５３と参照信号オフセットベクトル５５４を参照信号オフセット加算器５０３で加算し出力された参照オフセット信号５５５は、切替部５０４を通過し送信ディジタルベースバンド信号５５７となる。

【０１３３】

以降の信号の処理は変調系手順１と同一のものである。ＤＣオフセット推定部５１８はこれによって得た復調系ディジタルベースバンド信号５７４を保存する。ＤＣオフセット推定部５１８は参照オフセット信号５５５と変調系ＤＣ補償信号５５８及び手順１による復調系ディジタルベースバンド信号５７４と手順２による復調系ディジタルベースバンド信号５７４とから新たに変調系ＤＣ補償信号５５８を計算する。

【０１３４】

次に、ＤＣオフセットの計算手順について、各ベースバンド信号をベクトルとして扱いながら説明する。復調系ＤＣオフセットの推定時は、スイッチ５１２を切断し、そのときに

直交復調した帰還ディジタルベースバンド信号５７４を平均化することで得られる。復調系ＤＣオフセットを推定する際、送信増幅変調信号５６４の電力が０に近い方が他の素子に対しての影響が抑えられるため高精度な推定が可能となる。復調系ＤＣオフセットを推定した後、変調系ＤＣオフセットの推定に移行する。

【０１３５】

変調系ＤＣオフセット推定の際、ＤＣオフセット推定部５１８はスイッチ５１３を接続し、復調系ＤＣ補償信号５７３を先に求めた復調系ＤＣオフセット推定値に設定する。変調系ＤＣ補償信号５５８については、特にその値を限定するものではないが、本説明では０に設定する。

【０１３６】

次に、手順１および手順２で得られた復調系ディジタルベースバンド信号５７４の結果を各々についてベクトル総和を計算する。（以下、手順１ベクトル総和、手順２ベクトル総和とする）これらのベクトル総和は復調系ＤＣ補償信号５７３により、復調系ＤＣオフセットが補償されている。

【０１３７】

以上で得られた手順１および手順２ベクトル総和は直交変調部５０９で与えられるベクトルの総和に変調系から復調系にかけての増幅器などのゲインと位相回転を変換ベクトルとした一次変換で表現される（以下、この変換ベクトルをループベクトルと呼ぶ）。この直交変調部５０９に与えられるベクトルは、参照オフセット信号５５５と変調系ＤＣオフセット成分とに分離可能であり、説明を簡単にするため参照信号５５３のベクトル総和を０、及び手順１の時の参照信号オフセットベクトル５５４を０とすると、このとき、手順１ベクトル総和は変調系ＤＣオフセット成分をループベクトルで一次変換したものに等しい。

【０１３８】

同様に、手順２ベクトル総和は手順１と比較し参照信号オフセットベクトル５５４が加算されたものであるため、両者の差は参照信号オフセットベクトル５５４をループベクトルで一次変換したものに等しくなる。この結果、手順２ベクトル総和と手順１ベクトル総和の差に参照信号オフセットベクトル５５４の逆数を乗ずることで、ループベクトルを算出できる。さらに手順１ベクトル総和にループベクトルの逆数を乗ずることで変調系ＤＣオフセット成分を算出することが可能となる。

【０１３９】

この方式は、ループベクトルを帰還信号の差分と参照信号オフセットベクトル５５４である既知ベクトルから算出するため、変調系および復調系のＤＣオフセットなどの様々な誤差要因が除去され、高精度な演算が可能となる。

【０１４０】

以上の説明では、参照信号５５３のベクトル総和を０と仮定したが、０でなくとも変調系ＤＣオフセットを推定することは可能である。また、参照信号５５３の振幅を一定にすることで、増幅器５１０などで発生する線形歪の影響を最小にし、高精度なＤＣオフセット推定を可能にする。また参照信号５５３を円周上に配置することで、ループベクトルなどの影響も低減できる。

【０１４１】

以上の効果は、参照信号５５３は一定値であっても有効であり、特に一定値とすることで参照信号発生部の容量を削減でき、更には参照信号オフセットベクトルの大きさを小さくすることでＤＣオフセットの推定動作中に出力変調信号５６５から装置外部、あるいは内部素子などへ漏洩する電力を最小値に抑えることが可能である。この参照信号オフセットベクトル５５４の大きさはＤＣオフセット推定の精度に関係するが、大きくしすぎると増幅器などの線形歪の影響を受ける。

【０１４２】

また、精度に影響があるとはいえ、その大きさはシステムが出力可能な最大振幅に対して微少なもので十分であり、参照信号オフセットベクトル５５４の大きさを最大振幅の１０

０分の１程度からそれ以下に設定することで、ＤＣオフセット推定時の漏洩電力を最大出力電力に対して－４０ｄＢｃ以下に抑えることが可能である。さらに手順１では参照信号オフセットベクトル５５４の大きさを０と仮定したが、これを手順２で与える参照信号オフセットベクトル５５４に対して位相を１８０度反転し、大きさが同一のものとすることで、同一のベクトルの大きさで２倍の精度を得ることができ、同一の精度であれば漏洩電力を更に低減できる。

【０１４３】

また、参照信号オフセットベクトル４５４は特に限定されるものではないが、その逆数を演算に用いることから、このベクトルを軸上に設定することで演算処理が容易になることは明白である。

【０１４４】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、回路の付加をほとんど必要とせずに、変調系及び復調系のＤＣオフセットを高精度に推定することが可能である。この様にしてＤＣオフセットを補償することで、直交振幅変調などの信号密度の高い変調方式でもその特性を損なうことがなく、また帰還系を形成するような装置においても、ＤＣオフセットを補償することで誤差成分が非常に小さな装置を構成することが可能となる。更に、本方式でＤＣオフセットを補償する際に、装置から漏洩する電力を非常に小さく抑えることも可能なため、送信系・復調系共に使用していない期間中に短期間でＤＣオフセットを補償することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態における変復調装置の構成を示すブロック図

【図２】本発明の一実施の形態における変復調装置の構成を示すブロック図

【図３】本発明の一実施の形態における変復調装置の構成を示すブロック図

【図４】本発明の一実施の形態における変復調装置の構成を示すブロック図

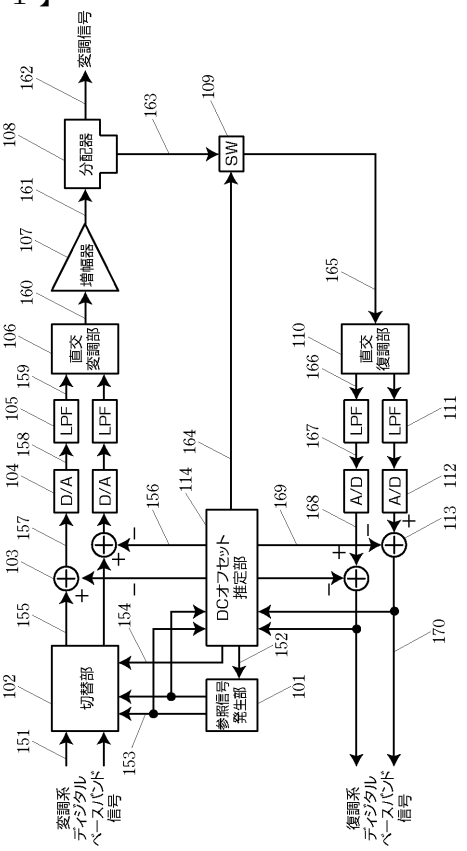
【図５】本発明の一実施の形態における変復調装置の構成を示すブロック図

【図６】従来の送信装置のブロック結線図

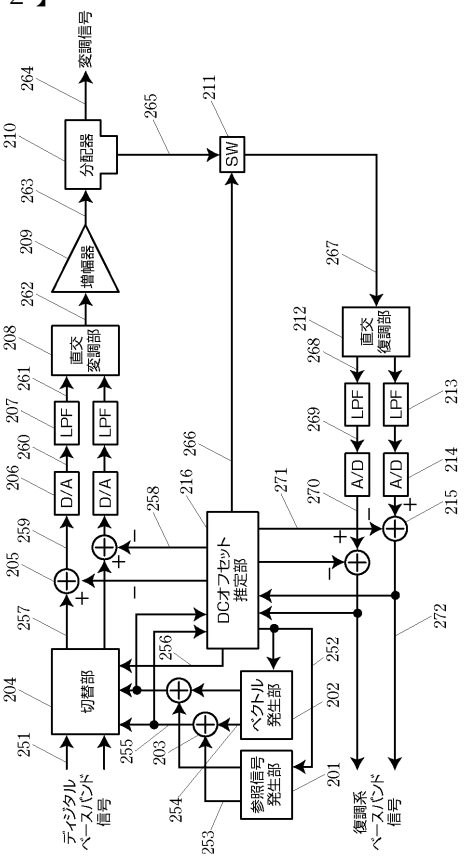
【符号の説明】

１０１、２０１、３０１、４０１、５０１　参照信号発生部
１０２、２０４、３０４、４０４、５０４　ベースバンド切替部
１０３、２０５、３０５、４０５、５０５　変調系ＤＣ補償加算器
１０４、２０６、３０６、４０６、５０６　Ｄ／Ａ変換部
１０５、２０７、３０７、４０７、５０７　変調信号帯域制限フィルタ
１０６、２０８、３０８、４０９、５０９　直交変調部
１０７、２０９、３０９、４１０、５１０　増幅器
１０８、２１０、３１０、４１１、５１１　分配器
１０９、２１１、４１２、５１３　スイッチ
１１０、２１２、３１３、４１３、５１４　直交復調部
１１１、２１３、３１４、４１４、５１５　復調信号帯域制限フィルタ
１１２、２１４、３１２、４１５、５１６　Ａ／Ｄ変換部
１１３、２１５、４１６、５１７　復調系ＤＣ補償加算器
１１４、２１６、３１６、４１７、５１８　ＤＣオフセット推定部
２０２、３０２、４０２、５０２　ベクトル発生部
２０３、３０３、４０３、５０３　参照信号オフセット加算器
３１１　帯域制限フィルタ
４０８　発振器
５０８　変調系発振器
５１２　復調系発振器

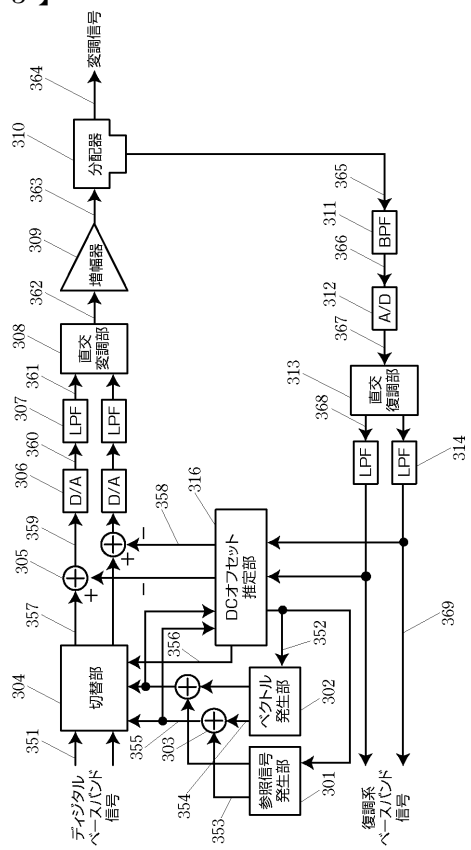
【図１】


変調信号
分配器
SW
増幅器
直交変調部
LPF
D/A
A/D
DCオフセット推定部
切替部
参照信号発生部
変調系ディジタルベースバンド信号
復調系ディジタルベースバンド信号

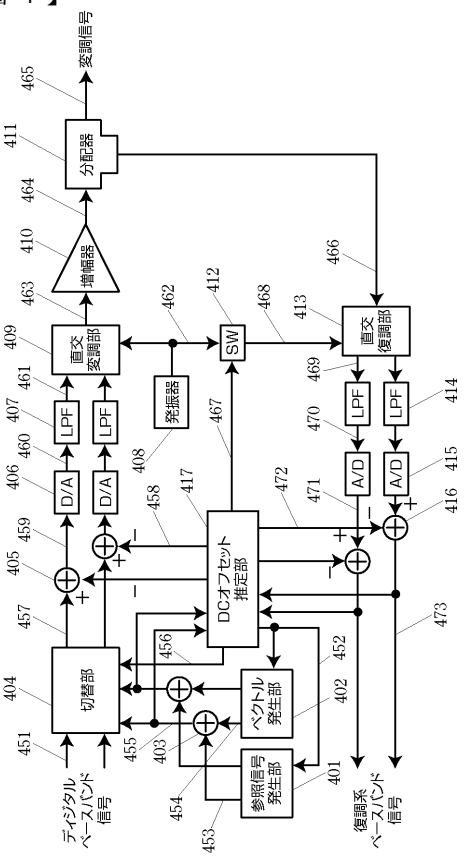
【図２】


変調信号
分配器
SW
増幅器
直交変調部
LPF
D/A
A/D
DCオフセット推定部
切替部
ベクトル発生部
参照信号発生部
ディジタルベースバンド信号
復調系ベースバンド信号

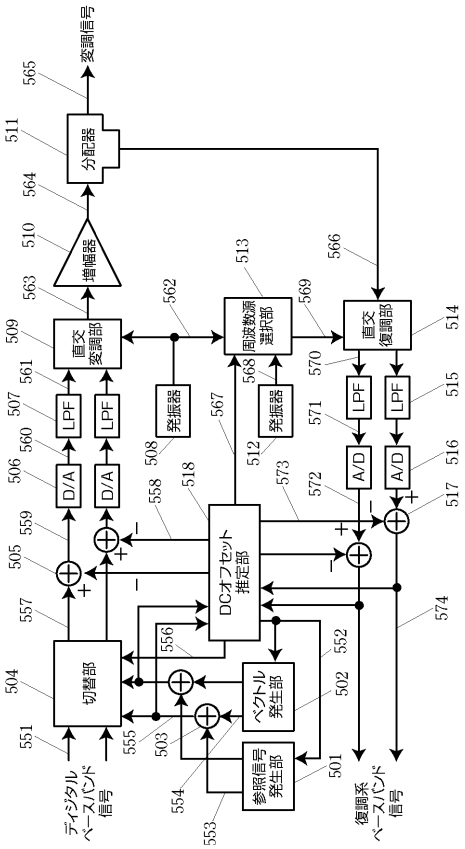
【図３】


変調信号
分配器
増幅器
BPF
A/D
直交変調部
LPF
D/A
DCオフセット推定部
切替部
ベクトル発生部
参照信号発生部
ディジタルベースバンド信号
復調系ベースバンド信号

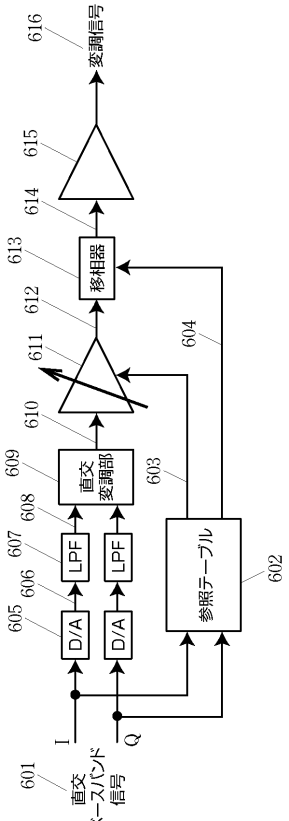
【図４】


変調信号
分配器
増幅器
直交変調部
SW
発振器
LPF
D/A
A/D
DCオフセット推定部
切替部
ベクトル発生部
参照信号発生部
ディジタルベースバンド信号
復調系ベースバンド信号

【図５】


変調信号
分配器
増幅器
直交変調部
周波数源選択部
直交復調部
LPF
D/A
A/D
発振器
DCオフセット推定部
切替部
ベクトル発生部
参照信号発生部
ディジタルベースバンド信号
復調系ベースバンド信号

【図６】


変調信号
移相器
直交変調部
LPF
D/A
参照テーブル
I
Q
直交ベースバンド信号

フロントページの続き

(72)発明者　村上　豊
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内
(72)発明者　佐川　守一
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内

審査官　藤井　浩

(56)参考文献　特開平１０－０７９６９３（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２６０４１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０８３５８７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04L 27/00-27/38