(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2004-112569
(P2004-112569A)
(43)公開日　平成16年4月8日(2004.4.8)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
H03F 1/32	H03F 1/32	5J090 5J500

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 9 頁）

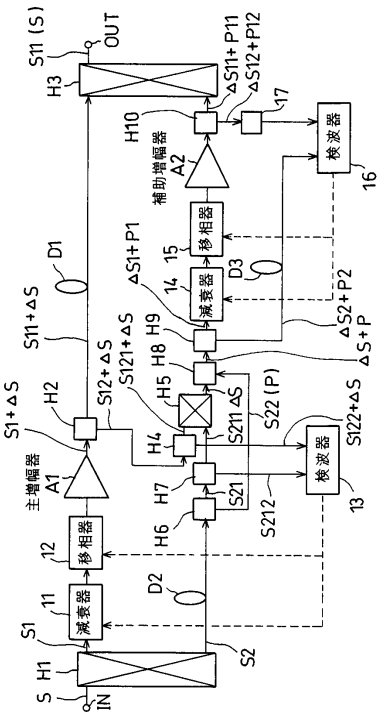
(21)出願番号　特願2002-274355(P2002-274355)
(22)出願日　平成14年9月20日(2002.9.20)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100081732
弁理士　大胡　典夫
(74)代理人　100075683
弁理士　竹花　喜久男
(74)代理人　100084515
弁理士　宇治　弘
(72)発明者　寺口　貴之
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝小向工場内
(72)発明者　松毛　和久
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝小向工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】フィードフォワード増幅器

(57)【要約】
【課題】歪成分の制御が容易で、スプリアス信号の発生を防止できるフィードフォワード増幅器を提供すること。
【解決手段】入力信号を増幅する主増幅器Ａ１を含み、主増幅器Ａ１で発生する歪成分を検出する歪成分検出系と、この歪成分検出系で検出された歪成分を増幅する補助増幅器Ａ２を含み、主増幅器Ａ１で発生した入力信号中の歪成分を除去する歪成分除去系とを具備したフィードフォワード増幅器において、主増幅器Ａ１を通過しない入力信号の一部成分を、歪成分除去系の補助増幅器Ａ２の入力側に加える。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
入力信号を増幅する主増幅器を含み、前記主増幅器で発生する歪成分を検出する歪成分検出系と、この歪成分検出系で検出された前記歪成分を増幅する補助増幅器を含み、前記主増幅器で発生した前記入力信号中の前記歪成分を除去する歪成分除去系とを具備したフィードフォワード増幅器において、前記主増幅器を通過しない前記入力信号の一部成分を、前記歪成分除去系の前記補助増幅器の入力側に加えることを特徴とするフィードフォワード増幅器。
【請求項２】
入力信号を増幅する主増幅器を含み、前記主増幅器で発生する歪成分を検出する歪成分検出系と、この歪成分検出系で検出された前記歪成分を増幅する補助増幅器を含み、前記主増幅器で発生した前記入力信号中の前記歪成分を除去する歪成分除去系とを具備したフィードフォワード増幅器において、前記補助増幅器の入力側および出力側の信号を検波する検波手段と、この検波手段の検波出力により、前記補助増幅器を通る信号の調整を行う歪成分調整手段とを設け、かつ、前記主増幅器を通過しない前記入力信号の一部成分を、前記歪成分除去系の前記補助増幅器の入力側に加えることを特徴とするフィードフォワード増幅器。
【請求項３】
検波手段は信号の振幅および位相を検出し、歪成分調整手段は信号の振幅および位相を調整する請求項２記載のフィードフォワード増幅器。
【請求項４】
歪成分検出系内に、入力信号の振幅および位相を調整する入力信号調整手段と、主増幅器で増幅された入力信号の振幅および位相と前記主増幅器で増幅されない入力信号の振幅および位相とを検出し、前記主増幅器で増幅された前記入力信号と前記主増幅器で増幅されない前記入力信号との振幅差および位相差が小さくなるように、前記入力信号調整手段を制御する入力信号制御手段とを設けた請求項１または請求項２記載のフィードフォワード増幅器。
【請求項５】
歪成分検出系内に、入力信号の振幅および位相を調整する入力信号調整手段と、主増幅器で増幅された入力信号と前記主増幅器で増幅されない入力信号とを合成して歪成分を検出する入力信号合成手段と、この入力信号合成手段で検出された歪成分をもとに、前記入力信号合成手段で検出された歪成分が小さくなるように、前記入力信号調整手段を制御する入力信号制御手段とを設けた請求項１記載のフィードフォワード増幅器。
【請求項６】
検波手段が、補助増幅器の入力側および出力側における信号の振幅および位相を検出し、かつ、歪成分除去系内に、主増幅器を通過しない入力信号の一部成分が歪成分に加えられた信号の振幅および位相を調整する歪成分調整手段と、前記検波手段出力によって、前記補助増幅器の入力側および出力側における信号の振幅差および位相差が小さくなるように、前記歪成分調整手段を制御する制御手段とを設けた請求項２記載のフィードフォワード増幅器。
【請求項７】
入力信号を第１信号と第２信号とに分配する分配手段と、この分配手段で分配された前記第１信号の振幅および位相を調整する第１調整手段と、この入力信号調整手段で振幅および位相が調整された前記第１信号を増幅する主増幅手段と、この主増幅手段で増幅された前記第１信号と前記分配手段で分配された前記第２信号とを合成し、前記主増幅手段で発生した歪成分を検出する第１合成手段と、この第１合成手段で検出された前記歪成分を増幅する補助増幅手段と、この補助増幅手段出力と前記主増幅手段出力とを合成し、歪成分が除去された前記入力信号を出力する第２合成手段とを具備したフィードフォワード増幅器において、前記補助増幅手段の出力側で検波した検波出力をもとに、前記補助増幅手段に入力する信号の振幅および位相を調整する第２調整手段を設け、かつ、前記補助増幅手

段の入力側で、前記主増幅手段を通過しない前記入力信号の一部成分を、前記第１合成手段で検出された前記歪成分に加えることを特徴とするフィードフォワード増幅器。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波増幅器などに用いられるフィードフォワード増幅器に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来のフィードフォワード増幅器について、図３を参照して説明する（特許文献１参照）。

【０００３】

入力端ＩＮから入力する高周波信号Ｓは、第１電力分配器４１において主信号Ｓ１と副信号Ｓ２に２分配される。２分配された一方の主信号Ｓ１は主増幅器４２で増幅される。この増幅の際に、主信号Ｓ１に歪成分ΔＳが発生する。２分配された他方の副信号Ｓ２は第１電力合成器４３に供給される。

【０００４】

主増幅器４２から出力する主信号およびその歪成分（Ｓ１＋ΔＳ）は、第２電力分配器４４に供給され２つに分配される。第２電力分配器４４で分配された一方の主信号および歪成分（Ｓ１＋ΔＳ）は、第２電力合成器４５に加えられる。第２電力合成器４５の出力側は出力端ＯＵＴに接続されている。

【０００５】

第２電力分配器４４で分配された主信号および歪成分（Ｓ１＋ΔＳ）は、第１電力合成器４３に加えられる。第１電力合成器４３では、第１電力分配器４１から入力する副信号Ｓ２と、第２電力分配器４４から入力する主信号および歪成分（Ｓ１＋ΔＳ）とが逆相で合成される。このとき、主信号Ｓ１と副信号Ｓ２は同一の高周波信号であるため打ち消し合い、歪成分（ΔＳ）が取り出される。歪成分（ΔＳ）は補助増幅器４６で増幅され、第２電力合成器４５に加えられる。

【０００６】

第２電力合成器３６では、第２電力分配器４４から入力する主信号および歪成分（Ｓ１＋ΔＳ）と、補助増幅器４６から入力する歪成分（ΔＳ）とが逆相で合成される。このとき、歪成分（ΔＳ）どうしが打ち消し合い、歪成分のない主信号（Ｓ１）が取り出される。この主信号（Ｓ１）は入力端ＩＮから入力する高周波信号Ｓと同一で、出力端ＯＵＴを経て後段の回路に供給される。

【０００７】

上記した構成のフィードフォワード増幅器は、第１電力合成器４３において主信号（Ｓ１）と副信号（Ｓ２）が打ち消し合い、第２電力合成器４５において歪成分（ΔＳ）どうしが打ち消し合っている。信号どうしが打ち消し合う場合、両信号の振幅および位相を一致させる必要がある。しかし、温度変化などで増幅器の特性が変動すると、増幅器から出力する信号の振幅および位相が変化し、信号どうしの十分な打ち消し合いが行われない場合がある。

【０００８】

次に、従来のフィードフォワード増幅器の他の例について、図４を参照して説明する（特許文献１参照）。図４はパイロット信号を利用して、信号どうしの打ち消し合い特性を改善した例で、図３に対応する部分には同一の符号を付し重複する説明を一部省略する。

【０００９】

この例では、歪成分を検出する歪成分検出系において、第１パイロット信号発生器５１Ａが発生する第１パイロット信号Ｐａが入力端子ＩＮの直後に加えられている。また、第１電力合成器４３の直後に、第１パイロット信号Ｐａを検出する第１パイロット信号検出器５２Ａが設けられ、第１増幅器４２の直前に第１パイロット信号Ｐａの振幅および位相を調整するベクトル調整器５３Ａが設けられている。

【００１０】
上記した構成において、第１パイロット信号検出器５２Ａで検出される第１パイロット信号Ｐａが最小となるようにベクトル調整器５３Ａを制御し、第１パイロット信号Ｐａの振幅および位相を調整する。この調整で、第１パイロット信号検出器５２Ａで検出される第１パイロット信号Ｐａが最小になると、主信号（Ｓ１）および副信号（Ｓ２）の振幅および位相が一致する。その結果、第１電力合成器４３において、主信号（Ｓ１）および副信号（Ｓ２）が打ち消し合い、歪成分（ΔＳ）が出力される。
【００１１】
また、歪成分を除去する歪成分除去系において、第２パイロット信号発生器５１Ｂが発生する第２パイロット信号Ｐｂが主増幅器４２の直前または直後に加えられ、出力端子ＯＵＴの直前で第２パイロット信号Ｐｂを検出する第２パイロット信号検出器５２Ｂが設けられている。また、補助増幅器４６の直前に第２パイロット信号Ｐｂの振幅および位相を調整する第２ベクトル調整器５３Ｂが設けられている。
【００１２】
上記した構成において、第２パイロット信号検出器５２Ｂで検出される第２パイロット信号Ｐｂが最小となるようにベクトル調整器５３Ｂを調整し、第２パイロット信号Ｐｂの振幅および位相を調整する。
【００１３】
この調整で、第２パイロット信号検出器５２Ｂで検出される第２パイロット信号Ｐａが最小になると、第２電力合成器４５に入力する２つの歪成分（ΔＳ）の振幅および位相が一致する。その結果、第２電力合成器４５において、２つの歪成分（ΔＳ）が打ち消し合い、主信号（Ｓ１）が出力し、主信号（Ｓ１）に対する歪成分（ΔＳ）の混入が防止される。
【００１４】
また、従来のフィードフォワード増幅器には、その他、パイロット信号として直交変調信号を用いる方法などがある（たとえば特許文献２参照）
【００１５】
【特許文献１】
特開２０００－３１２１１７号公報（図３、図４）
【００１６】
【特許文献２】
特開２００２－１０１１３８号公報
【００１７】
【発明が解決しようとする課題】
従来のフィードフォワード増幅器は、主増幅器で発生した歪成分を検出する歪成分検出系、および、歪成分検出系で検出した歪成分を利用して入力信号中の歪成分を除去する歪成分除去系などから構成されている。
【００１８】
この場合、歪成分検出系で検出される歪信号は間欠的で、ピーク対平均電力比が大きい。したがって、歪成分除去系における歪成分を制御するために、ダイオード検波器などを用いて歪信号を検出すると、検出時に誤差が生じ、歪成分の制御が困難となり、歪成分を十分に除去できない場合がある。
【００１９】
このような問題を解消するために、図４の従来例などに示されるように、主信号の帯域と相違する周波数のパイロット信号を注入し、このパイロット信号を用いて主信号や歪成分の振幅や位相を制御する方法がある。しかし、このようなパイロット信号を用いると、パイロット信号によってスプリアス信号が発生するという問題がある。
【００２０】
本発明は、上記した欠点を解決し、歪成分の制御が容易で、スプリアス信号の発生を防止できるフィードフォワード増幅器を提供することを目的とする。

【００２１】
【課題を解決するための手段】
本発明は、入力信号を増幅する主増幅器を含み、前記主増幅器で発生する歪成分を検出する歪成分検出系と、この歪成分検出系で検出された前記歪成分を増幅する補助増幅器を含み、前記主増幅器で発生した前記入力信号中の前記歪成分を除去する歪成分除去系とを具備したフィードフォワード増幅器において、前記主増幅器を通過しない前記入力信号の一部成分を、前記歪成分除去系の前記補助増幅器の入力側に加えることを特徴とする。
【００２２】
【発明の実施の形態】
本発明の実施形態について、歪成分検出系に電力・位相比検波器を用いる場合を例にとり図１を参照して説明する。
【００２３】
入力端子ＩＮから入力する高周波信号Ｓは第１方向性結合器Ｈ１に供給され、主信号Ｓ１と副信号Ｓ２とに２分配される。主信号Ｓ１は減衰器１１および移相器１２を経て主増幅器Ａ１に加えられ増幅される。この増幅の際に、主増幅器Ａ１内で歪成分ΔＳが発生する。歪成分ΔＳを含んだ主信号（Ｓ１＋ΔＳ）は第２方向性結合器Ｈ２に供給され、主信号（Ｓ１１＋ΔＳ）と副信号（Ｓ１２＋ΔＳ）とに２分配される。主信号（Ｓ１１＋ΔＳ）は第１遅延回路Ｄ１を経て方向性結合器Ｈ３に供給される。方向性結合器Ｈ３は出力端子ＯＵＴに接続されている。方向性結合器Ｈ２で２分配された副信号（Ｓ１２＋ΔＳ）は第４方向性結合器Ｈ４に供給される。
【００２４】
第４方向性結合器Ｈ４において、副信号（Ｓ１２＋ΔＳ）は主信号（Ｓ１２１＋ΔＳ）と副信号（Ｓ１２２＋ΔＳ）に２分配され、主信号（Ｓ１２１＋ΔＳ）は第５方向性結合器Ｈ５に供給され、分配された副信号（Ｓ１２２＋ΔＳ）は検波器１３に供給される。
【００２５】
第１方向性結合器Ｈ１で分配された副信号Ｓ２は第２遅延回路Ｄ２を経て第６方向性結合器Ｈ６に供給され、主信号Ｓ２１と副信号Ｓ２２とに２分配される。主信号Ｓ２１は第７方向性結合器Ｈ７に供給され、主信号Ｓ２１１と副信号Ｓ２１２とに２分配される。主信号Ｓ２１１は第５方向性結合器Ｈ５に供給され、副信号Ｓ２１２は検波器１３に供給される。
【００２６】
第５方向性結合器Ｈ５では、第４方向性結合器Ｈ４から入力する主信号（Ｓ１２１＋ΔＳ）と、第７方向性結合器Ｈ７から入力する主信号Ｓ２１１とが逆相で合成される。この場合、信号Ｓ１２１と信号Ｓ２１１が同じ高周波信号であるため、打ち消し合い、第５方向性結合器Ｈ５から歪成分ΔＳが出力される。
【００２７】
このとき、検波器１３は、第４方向性結合器Ｈ４から入力する副信号（Ｓ１２２＋ΔＳ）および第７方向性結合器Ｈ７から入力する副信号Ｓ２１２それぞれの振幅および位相を検出する。そして、両信号の振幅および位相が一致するように、減衰器１１および移相器１２を制御する。この制御で、第４方向性結合器Ｈ４および第７方向性結合器Ｈ７から第５方向性結合器Ｈ５に入力する高周波信号（Ｓ１２１、Ｓ２１１）が除去され、歪成分ΔＳだけが出力する。
【００２８】
歪成分ΔＳは第８方向性結合器Ｈ８に供給される。第８方向性結合器Ｈ８において、第６方向性結合器Ｈ６から供給される副信号Ｓ２２、すなわち主増幅器Ａ１を通過しない入力信号の一部成分がパイロット信号Ｐとして加えられる。そして、パイロット信号Ｐが付加された歪成分ΔＳ（ΔＳ＋Ｐ）は第９方向性結合器Ｈ９に供給され、主信号（ΔＳ１＋Ｐ１）と副信号（ΔＳ２＋Ｐ２）とに２分配される。一方の主信号（ΔＳ１＋Ｐ１）は減衰器１４および移相器１５、補助増幅器Ａ２を経て第１０方向性結合器Ｈ１０に供給され、他方の副信号（ΔＳ２＋Ｐ２）は遅延回路Ｄ３を経て検波器１６に供給される。

【００２９】
第１０方向性結合器Ｈ１０に供給された主信号（ΔＳ１＋Ｐ１）は、主信号（ΔＳ１１＋Ｐ１１）と副信号（ΔＳ１２＋Ｐ１２）とに２分配される。主信号（ΔＳ１１＋Ｐ１１）は第３方向性結合器Ｈ３に供給され、第３方向性結合器Ｈ３において第２方向性結合器Ｈ２から入力する主信号（Ｓ１１＋ΔＳ）と逆相で合成される。この合成で、両信号の歪成分（ΔＳ、ΔＳ１１）どうしが打ち消し合い、高周波信号Ｓ１１が出力される。高周波信号Ｓ１１は入力端子ＩＮから入力する高周波信号Ｓと同一で、出力端子ＯＵＴを経て後段の回路に送られる。
【００３０】
なお、パイロット信号Ｐは出力信号に影響しない小さいレベルに選ばれている。そのため、出力信号中にパイロット信号Ｐが残っても、その影響は無視できる程度になっている。
【００３１】
また、第１０方向性結合器Ｈ１０で２分配された副信号（ΔＳ１２＋Ｐ１２）は減衰器１７を経て検波器１６に供給される。減衰器１７の減衰度は、たとえば補助増幅器Ａ２の利得を相殺する大きさに設定されている。
【００３２】
検波器１６では、第９方向性結合器Ｈ９から入力する副信号（ΔＳ２＋Ｐ２）と、第１０方向性結合器Ｈ１０から入力する副信号（ΔＳ１２＋Ｐ１２）との振幅および位相を検出する。そして、両副信号の振幅および位相が一致するように、減衰器１４および移相器１５を制御する。この制御により、第１０方向性結合器Ｈ１０における合成で、歪成分ΔＳ１どうしが打ち消し合い除去される。
【００３３】
上記した構成によれば、主増幅器で発生した歪成分を除去する歪成分除去系に、主増幅器を通過しない入力信号の一部成分が、出力信号に影響しない程度の大きさでパイロット信号として注入されている。そして、そのパイロット信号を利用して、歪成分の振幅および位相が制御される。この場合、歪成分除去系の補助増幅器を通過する信号のピーク対平均電力比が小さくなり、歪成分除去系における歪成分の振幅および位相の制御が容易になり、歪成分が確実に除去される。
【００３４】
また、歪成分除去系に加えられるパイロット信号は入力信号そのものであるため、それが原因で周波数スプリアスが生じることもない。
【００３５】
次に、本発明の他の実施形態について、歪成分の検出に電力検波器を用いる場合を例にとり、図２を参照して説明する。図２は、図１に対応する部分には同一の符号を付し重複する説明を一部省略する。
【００３６】
この実施形態の場合、方向性結合器Ｈ２で２分配された副信号（Ｓ１２＋ΔＳ）が第５方向性結合器Ｈ５に供給されている。また、第６方向性結合器Ｈ６から出力する主信号Ｓ２１が第５方向性結合器Ｈ５に供給されている。そして、第５方向性結合器Ｈ５において、方向性結合器Ｈ２から入力する副信号（Ｓ１２＋ΔＳ）と、第６方向性結合器Ｈ６から入力する主信号Ｓ２１とが逆相で合成され、歪成分ΔＳが抽出される。その後、第２１方向性結合器Ｈ２１において、歪成分ΔＳが主成分ΔＳ１と副成分ΔＳ２とに２分配され、その一方の主成分ΔＳ１は第８方向性結合器Ｈ８に供給され、他方の副成分ΔＳ２は検波器１３に供給される。検波器１３では、副成分ΔＳ２が検波され、その検波出力が制御部２１に送られる。制御部２１は、検波器１３の検波出力をもとに、減衰器１１および移相器１２を制御し、その検波出力が最小となるように制御する。検波出力が最小になると、第５方向性結合器Ｈ５における合成で入力信号成分が除去され、歪成分ΔＳが出力される。
【００３７】
この実施形態の場合も、主増幅器で発生した歪成分を除去する歪成分除去系に、出力信号に影響しない程度の大きさで、主増幅器を通過しない入力信号の一部成分がパイロット信

号として注入されている。したがって、歪成分除去系の補助増幅器を通過する信号のピーク対平均電力比が小さくなり、歪成分除去系における歪成分の振幅および位相の制御が容易になり、歪成分が確実に除去される。

【００３８】

また、歪成分除去系に加えられるパイロット信号は入力信号そのものであるため、周波数スプリアスが生じることもない。

【００３９】

【発明の効果】

本発明によれば、歪成分の除去に用いられる歪成分の制御が容易なフィードフォワード増幅器を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態を説明するための回路構成図である。

【図２】本発明の他の実施形態を説明するための回路構成図である。

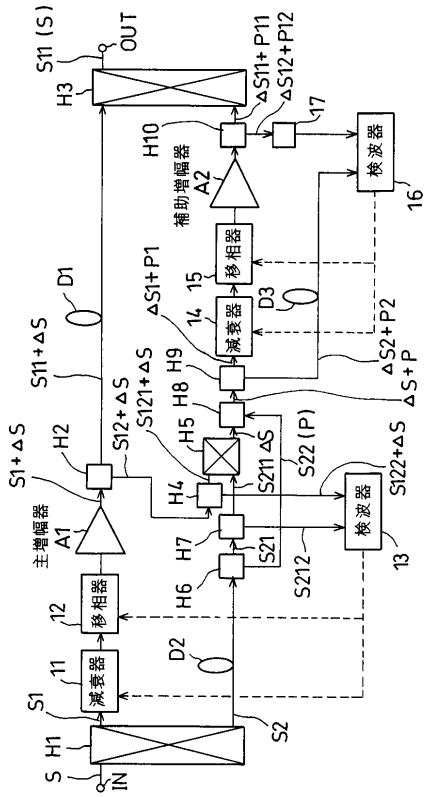
【図３】従来例を説明するための回路構成図である。

【図４】他の従来例を説明するための回路構成図である。

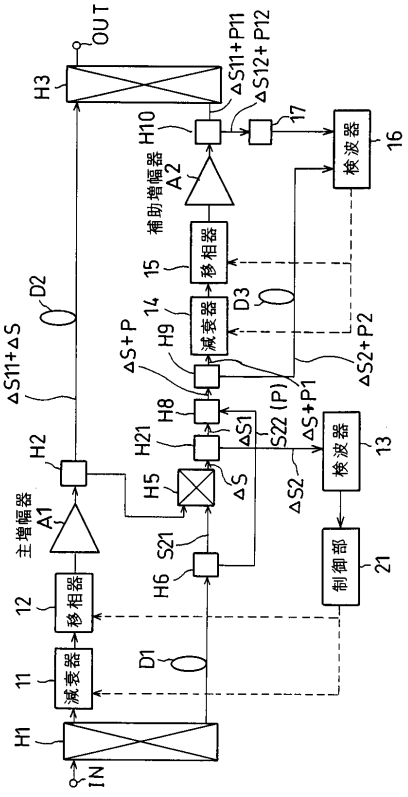
【符号の説明】

１１…減衰器
１２…移相器
１３…検波器
１４…減衰器
１５…移相器
１６…検波器
１７…減衰器
Ａ１…主増幅器
Ａ２…補助増幅器
Ｄ１、Ｄ２…遅延回路
Ｈ１～Ｈ１０…方向性結合器
ＩＮ…入力端子
ＯＵＴ…出力端子

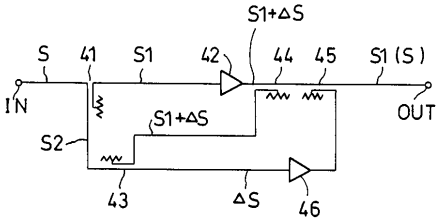
【図１】


S11 (S)
OUT
H3
ΔS11+P11
ΔS12+P12
17
H10
検波器
16
補助増幅器
A2
移相器
15
減衰器
14
D3
ΔS1+P1
D1
S11+ΔS
ΔS2+P2
ΔS+P
H9
H8
S121+ΔS
S12+ΔS
H2
S1+ΔS
H5
S211 ΔS
S22 (P)
S122+ΔS
H4
検波器
13
主増幅器
A1
H7
S21
S212
H6
12
移相器
D2
11
減衰器
S1
S2
H1
S
IN

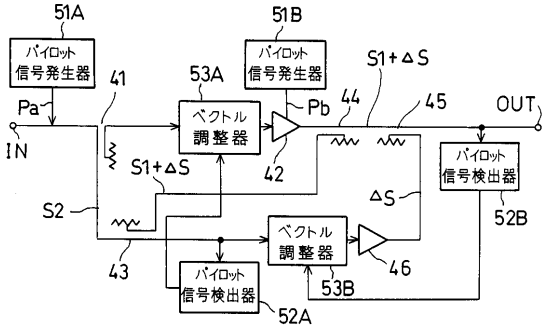
【図２】


OUT
H3
ΔS11+P11
ΔS12+P12
17
H10
検波器
16
補助増幅器
A2
移相器
15
D3
減衰器
14
D2
ΔS+P
H9
ΔS2+P2
ΔS11+ΔS
H8
ΔS+P1
H21
ΔS1
S22 (P)
H2
H5
ΔS
ΔS2
検波器
13
主増幅器
A1
S21
制御部
21
H6
12
移相器
D1
11
減衰器
H1
IN

【図３】


S1+ΔS
S
41
S1
42
44
45
S1 (S)
IN
OUT
S1+ΔS
S2
43
ΔS
46

【図４】


51A
パイロット信号発生器
51B
パイロット信号発生器
S1+ΔS
41
53A
ベクトル調整器
Pb
44
45
OUT
Pa
IN
S1+ΔS
42
パイロット信号検出器
52B
ΔS
S2
ベクトル調整器
43
46
パイロット信号検出器
53B
52A

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5J090 AA01 CA27 FA00 FA20 GN07 KA00 KA15 KA16 KA23 KA55
MA11 MA14 TA01
5J500 AA01 AC27 AF00 AF20 AK00 AK15 AK16 AK23 AK55 AM11
AM14 AT01