

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3153909号

(P 3 1 5 3 9 0 9)

(45)発行日 平成13年 4 月 9 日(2001.4.9)

(24)登録日 平成13年 2 月 2 日(2001.2.2)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H01Q 3/36

H01Q 3/36

G01S 7/02

G01S 7/02

F

H01Q 23/00

H01Q 23/00

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平9 - 350493

(22)出願日

平成 9 年12月19日(1997.12.19)

(65)公開番号

特開平11 - 186829

(43)公開日

平成11年 7 月 9 日(1999.7.9)

審査請求日

平成 9 年12月19日(1997.12.19)

(73)特許権者 390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都新宿区市谷本村町 5 番 1 号

(73)特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72)発明者

片田 毅

東京都田無市西原町 4 - 3 - 32 西原グ

リーンハイツ 9 - 804

(72)発明者

菅野 政昭

東京都目黒区中目黒 2 - 2 - 30 目黒独

身寮 A 棟411号室

(74)代理人

100077838

弁理士 池田 憲保

審査官

吉村 伊佐雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】アクティブフェーズドアレイアンテナ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の素子アンテナと、前記素子アンテナごとに設けられ、前記素子アンテナへの送信信号および前記素子アンテナからの受信信号を増幅および位相制御を行う送受信モジュールと、前記送受信モジュールへの高周波信号の分配および前記送受信モジュールからの高周波信号の合成を行う分配合成器とを備え、広帯域送信用及びレーダ送信用として使用されるアクティブフェーズドアレイアンテナであって、

前記送受信モジュールは、

前記素子モジュールに接続され、前記送信信号と前記受信信号の伝送ラインを切り分けるサーキュレータと、前記送信信号の伝送ラインに設けられた狭帯域電力増幅器と、

前記送信信号の伝送ラインに設けられた広帯域電力増幅

2

器と、

前記広帯域電力増幅器のみを用いて前記送信信号を広帯域で出力する第 1 の状態および前記狭帯域電力増幅器を用いて前記送信信号を狭帯域で出力する第 2 の状態とを切り換える切換手段と、

前記受信信号の伝送ラインに設けられたレーダ用受信増幅器とを備えることを特徴とするアクティブフェーズドアレイアンテナ。

【請求項 2】 前記狭帯域増幅器および前記広帯域電力増幅器は直列に接続され、

10

前記第 2 の状態では、前記送信信号は、前記広帯域電力増幅器で増幅された後、更に、前記狭帯域電力増幅器で増幅されることを特徴とする前記請求項 1 に記載のアクティブフェーズドアレイアンテナ。

【請求項 3】 前記送受信モジュールは、

前記素子アンテナからの受信信号の信号レベルを最適なレベルに変換する可変減衰器をさらに備えることを特徴とする前記請求項 1 に記載のアクティブフェーズドアレイアンテナ。

【請求項 4】 複数の素子アンテナと、前記素子アンテナごとに設けられ、前記素子アンテナへの送信信号および前記素子アンテナからの受信信号を増幅および位相制御を行う送受信モジュールと、前記送受信モジュールへの高周波信号の分配および前記送受信モジュールからの高周波信号の合成を行う分配合成器とを備え、広帯域送信用及びレーダ送信用として使用されるアクティブフェーズドアレイアンテナであって、

前記送受信モジュールは、

前記素子モジュールに接続され、前記送信信号と前記受信信号の伝送ラインを切り分けるサーキュレータと、

前記送信信号の伝送ラインに設けられ、前記送信信号を

広帯域で出力する手段と、

前記送信信号の伝送ラインに設けられ、前記送信信号を

狭帯域高出力で出力する手段と、

前記送信信号を広帯域で出力する第 1 の状態、前記送信信号を狭帯域高出力で出力する第 2 の状態あるいは前記送信信号を出力しない第 3 の状態の何れかを選択する切

換手段と、前記受信信号の伝送ラインに設けられたレーダ用受信増幅器とを備えることを特徴とするアクティブフェーズドアレイアンテナ。

【請求項 5】 前記素子アンテナから広帯域電波を出力する場合に、

複数の配列された前記素子アンテナのうち、中心部分に配列された前記素子アンテナに接続された前記送受信モジュールは、前記切換手段により前記第 1 の状態あるいは前記第 2 の状態が選択され、

前記素子アンテナのうち、周辺部分に配列された前記素子アンテナに設けられる前記送受信モジュールは、前記切換手段により前記第 3 の状態が選択されることを特徴とする前記請求項 4 に記載のアクティブフェーズドアレイアンテナ。

【請求項 6】 前記広帯域で出力する手段と前記狭帯域で出力する手段とは、直列に接続されており、前記広帯域で出力する手段からの信号は前記狭帯域で出力する手段に与えられる構成を備えていることを特徴とする前記請求項 4 に記載のアクティブフェーズドアレイアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブフェーズドアレイアンテナに関し、特に、レーダおよび広帯域送信の共用が可能なアクティブフェーズドアレイアンテナに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、この種のアクティブフェーズドアレイアンテナは、特開平 4 - 3 5 2 0 3 号公報に開示されているように、単一の周波数帯域のみで使用可能に設計された送受信モジュールが用いられている。

【 0 0 0 3 】図 8 は、従来の送受信モジュールの構成を示す図であり、送受信モジュール 8 0 0 は、移相器 8 0 1、スイッチ 8 0 2 および 8 0 4、高出力増幅器 8 0 3 および低雑音増幅器 8 0 5 を備えている。

【 0 0 0 4 】励振信号を送信する場合は、入出力端子 2 0 9 から入力された励振信号が移相器 8 0 1 によって所望の位相に制御され高出力増幅器 8 0 3 で増幅された後、素子アンテナへ出力される。受信時には、素子アンテナで受信した受信信号が低雑音増幅器 8 0 5 で増幅された後、移相器 8 0 1 を通って位相制御されて入出力端子 2 0 9 から出力される。スイッチ 8 0 2 および 8 0 4 は、送信時および受信時に応じて伝送ラインを切り換える。

【 0 0 0 5 】図 9 は、この送受信モジュールが適用されたアクティブフェーズドアレイアンテナの構成を示す図であり、このアンテナは、低域用と高域用の 2 つの周波数帯域で共用することができる。

【 0 0 0 6 】低域用の系統は、低域用給電回路 9 0 1、低域用送受信モジュール 9 0 2 および低域用素子アンテナ 9 0 3 により構成されており、一方、高域用の系統も、高域用給電回路 9 0 4、高域用送受信モジュール 9 0 5 および高域用素子アンテナ 9 0 6 により構成されている。すなわち、高域用と低域用とで、それぞれ別々の素子アンテナ、送受信モジュールおよび給電回路が必要となる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】レーダの場合、高周波電力を放射し、目標物からの反射電力を受信するため、2 way (往復) 分の電力が必要となる。そのため、送受信モジュールの電力増幅器を狭帯域のものとし高出力を得る必要がある。一方、広帯域送信の場合は、相手目標に対して広帯域電波を放射する目的で使用されるため、広い帯域で高周波電力を出力する必要がある。

【 0 0 0 8 】したがって、狭帯域に設計されているレーダ用の送受信モジュールは、広帯域を必要とするものには使用できない。

【 0 0 0 9 】また、広帯域送信では、相手目標に対して広帯域電波を放射するだけであるため、1 way (往路) 分の電力だけでよく、レーダのように高出力が必要とされない。したがって、低出力の広帯域電力増幅器を使用することが可能であるが、レーダの場合、高出力が必要とされるため、低出力の広帯域電力増幅器を用いて送受信モジュールを構成すると、非常に多くの増幅器が必要となり、装置が大型化してしまう。

【 0 0 1 0 】したがって、レーダ用と広帯域送信用とでそれぞれに適した別々のアンテナを用意する必要があ

り、装置の大型化、高コスト化を招いている。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明のアクティブフェーズドアレイアンテナは、複数の素子アンテナと、その素子アンテナごとに設けられ、素子アンテナへの送信信号および素子アンテナからの受信信号を増幅および位相制御を行う送受信モジュールと、送受信モジュールへの高周波信号の分配および送受信モジュールからの高周波信号の合成を行う分配合成器とを備えるアクティブフェーズドアレイアンテナであって、送受信モジュールが、狭帯域電力増幅器と、広帯域電力増幅器と、広帯域電力増幅器のみを用いて送信信号を広帯域で出力する第 1 の状態および狭帯域電力増幅器を用いて送信信号を狭帯域で出力する第 2 の状態とを切り換える切換手段とを備えるものである。

【 0 0 1 2 】これにより、第 1 の状態では、広帯域送信として、また、第 2 の状態では、レーダとして共用することが可能となる。

【 0 0 1 3 】また、広帯域電力増幅器と狭帯域電力増幅器とを直列に接続することによって、第 2 の状態、すなわち、レーダ送信時には、より高出力の信号を出力することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】次に、本発明の一実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 5 】本発明の第 1 の実施形態では、送受信モジュールの送信系に狭帯域電力増幅器と広帯域電力増幅器が設けられる。そして、スイッチを操作することにより、送信側最終段の電力増幅器として狭帯域電力増幅器あるいは広帯域電力増幅器のいずれかを選択切り換えする。レーダとして用いる場合には、最終段に狭帯域電力増幅器が接続されるように、また、広帯域送信用として用いる場合には、最終段に広帯域電力増幅器が接続されるように、スイッチを切り換えるものである。

【 0 0 1 6 】図 1 は、本実施形態のアクティブフェーズドアレイアンテナの構成を示す図であり、送受信モジュール 1 0 2 は、複数の素子アンテナ 1 0 1 それぞれに設けられ、各素子アンテナ 1 0 1 へ送られる送信信号および各素子アンテナ 1 0 1 で受信された受信信号を増幅および位相制御する。分配合成器 1 0 3 は、各送受信モジュール 1 0 2 への高周波 (R F) 信号の分配および送受信モジュール 1 0 2 からの R F 信号の合成を行う。

【 0 0 1 7 】レーダ用送受信機 1 0 6 からのレーダ用送信信号は、分配合成器 1 0 3 に入力され、各送受信モジュール 1 0 2 に分配されて増幅および位相制御された後、素子アンテナ 1 0 1 から放射される。一方、素子アンテナ 1 0 1 を介して送受信モジュール 1 0 2 で受信され増幅された受信信号は、分配合成器 1 0 3 で合成された後、レーダ用送受信機 1 0 6 へ送られる。

【 0 0 1 8 】また、広帯域送信用送信機 1 0 5 からの広

帯域送信用送信信号が分配合成器 1 0 3 に入力され、各送受信モジュール 1 0 2 で増幅および位相制御され素子アンテナ 1 0 1 から放射される。

【 0 0 1 9 】分配合成器 1 0 3 とレーダ用送受信機 1 0 6 または広帯域送信用送信機 1 0 5 との伝送ラインは切換スイッチ 1 0 4 で切り換えられる。

【 0 0 2 0 】図 2 は、本発明の第 1 の実施形態のアクティブフェーズドアレイアンテナに適用される送受信モジュールの構成を示す図であり、送受信の切り換えを行うスイッチ 2 0 2 と、位相制御するための移相器 2 0 1 と、広帯域送信用およびレーダ用として用いられる広帯域電力増幅器 2 0 3 と、レーダ用の最終段電力増幅器として用いられる狭帯域電力増幅器 2 0 5 とを備える。さらに、狭帯域電力増幅器 2 0 5 をバイパスするために用いられるスイッチ 2 0 4 およびスイッチ 2 0 6 と、送信信号と受信信号の伝送ラインを切り分けるサーキュレータ 2 0 7 と、受信信号用の低雑音増幅器 2 0 8 とを備える。なお、狭帯域電力増幅器 2 0 5 および広帯域電力増幅器 2 0 3 は、図 3 に示すように異なった特性を有している。

【 0 0 2 1 】本実施形態の送受信モジュールをレーダ用として使用する場合には、入出力端子 2 0 9 から入力された励振信号が移相器 2 0 1 を通って広帯域電力増幅器 2 0 3 および狭帯域電力増幅器 2 0 5 の双方で増幅された後、サーキュレータ 2 0 7 を通って、素子アンテナ 1 0 1 から放射される。その際、スイッチ 2 0 4 およびスイッチ 2 0 6 は、図 2 中、 a 側に切り換えられている。

【 0 0 2 2 】素子アンテナ 1 0 1 で受信された受信信号は、サーキュレータ 2 0 7 で受信伝送ラインに入り、低雑音増幅器 2 0 8 で増幅される。さらに、移相器 2 0 1 を通って入出力端子 2 0 9 へ出力される。なお、スイッチ 2 0 2 は、送受信の切り換えを行うものであり、 a 側に切り換えられている状態の場合には、送信、 b 側に切り換えられている場合には、受信が行われることになる。

【 0 0 2 3 】一方、本実施形態の送受信モジュール 1 0 2 を広帯域送信用として使用する場合には、スイッチ 2 0 4 および 2 0 6 は、共に図 2 中、 b 側に切り換えられる。そして、入出力端子 2 0 9 から入力された励振信号は、移相器 2 0 1 を通って広帯域電力増幅器 2 0 3 によって増幅された後、狭帯域電力増幅器 2 0 5 を介することなく、サーキュレータ 2 0 7 を通って素子アンテナ 1 0 1 から放射される。

【 0 0 2 4 】このように、送受信モジュールをレーダ用として用いる場合には、広帯域電力増幅器および狭帯域電力増幅器の双方により励振信号を増幅し、一方、広帯域送信用として用いる場合には、広帯域電力増幅器のみにより励振信号を増幅するように構成することによって、レーダと広帯域送信とで共用可能となる。そして、このような送受信モジュールをフェーズドアレイアンテ

ナに備えることによって、レーダと広帯域送信とで共用することができる。

【 0 0 2 5 】また、図 2 を参照すると、レーダ用として送受信モジュールを用いる場合、広帯域電力増幅器 2 0 3 と狭帯域電力増幅器 2 0 5 とが直列で接続されている。したがって、励振信号は、2 つの増幅器で増幅されることになるため、レーダとしての高出力性能を向上させることができる。

【 0 0 2 6 】なお、本実施形態では、広帯域電力増幅器と狭帯域電力増幅器とを直列に接続させているが、これらと並列に接続し、レーダ用として用いる場合には、狭帯域電力増幅器のみを、また、広帯域送信用として用いる場合には、広帯域電力増幅器のみを用いるようにスイッチ等で切り換える構成とすることも可能である。

【 0 0 2 7 】レーダと広帯域送信との切り換え、すなわち、スイッチ 2 0 2、2 0 4 および 2 0 6 の切り換えは、オペレータの選択による切り換えあるいは外部から入力されるタイミング信号による自動切り換えるのいずれでもかまわない。ここで、レーダと広帯域送信との自動切り換えるのタイミングは、図 4 に示すように、レーダと広帯域送信とが重ならないよう設定される。

【 0 0 2 8 】次に、本発明の第 2 の実施形態について図 5 および図 6 を参照して説明する。

【 0 0 2 9 】図 5 は、本実施形態で適用される送受信モジュールの構成を示す図であり、前述の図 2 に示された送受信モジュールの構成と重複する部分の詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 0 】図 5 を参照すると、スイッチ 5 0 1 には、切換点が 3 つ備えられており、スイッチ 5 0 1 が a 側に切り換えられている場合には、スイッチ 2 0 6 も a 側に切り換えられ、入出力端子 2 0 9 から入力された励振信号は、狭帯域高出力で送信される。一方、スイッチ 5 0 1 が b 側に切り換えられている場合には、スイッチ 2 0 6 も b 側に切り換えられ、励振信号は、広帯域で出力される。また、スイッチ 5 0 1 が c 側に切り換えられている場合には、終端器 5 0 2 により送信電力は吸収され、送信モジュール 1 0 2 からは励振信号は送信されない。

【 0 0 3 1 】図 6 は、図 5 に示す送受信モジュールを適用したアクティブフェーズドアレイアンテナの構成を示す図であり、送信モジュールとして図 5 に示す構成のものを適用する点以外は、前述の図 1 に示す構成と同様であるため、重複部分の説明は省略する。

【 0 0 3 2 】本実施形態では、アクティブフェーズドアレイアンテナがレーダとして機能する場合には、全ての送受信モジュール 1 0 2 において、スイッチ 5 0 1 および 2 0 6 が a 側に切り換えられている。そして、入出力端子 2 0 9 から入力される励振信号は、広帯域電力増幅器 2 0 3 および狭帯域電力増幅器 2 0 5 の双方で増幅された後、素子アンテナ 1 0 1 から放射される。レーダ受信時の動作は、前述の第 1 の実施形態と同様であるため

説明は省略する。

【 0 0 3 3 】一方、アクティブフェーズドアレイアンテナが広帯域送信として機能する場合には、図 6 中、中央に配列されている複数の素子アンテナ 6 0 1 に接続された斜線が施されている送受信モジュール 6 0 2 では、スイッチ 5 0 1 および 2 0 6 は b 側に切り換えられる。したがって、これらの送受信モジュール 6 0 2 では、入出力端子 2 0 9 から入力される励振信号は、広帯域電力増幅器 2 0 5 で増幅された後、素子アンテナ 6 0 1 から放射される。また、図 6 中、周辺部分に配列されている素子アンテナ 1 0 1 に接続された斜線が施されていない送受信モジュール 1 0 2 では、スイッチ 5 0 1 は c 側に切り換えられる。すなわち、周辺部分に配列された送受信モジュール 1 0 2 からは信号が送信されないようにスイッチ 5 0 1 が切り換えられる。

【 0 0 3 4 】この結果、広帯域送信として機能する場合、アクティブフェーズドアレイアンテナの開口が小さくなり、アンテナパターンのビーム幅が広がる。したがって、一度に広角度の範囲への妨害を行うことができる。

【 0 0 3 5 】また、レーダとして機能する場合には、全ての素子アンテナ 1 0 1 でレーダ送信が行われるため、レーダビームの指向性が低下することはない。

【 0 0 3 6 】このように、各々の素子アンテナに与える送信電力を送受信モジュールを制御することによって変化させることにより、用途毎に適した所望のビーム幅のパターンを得ることができる。

【 0 0 3 7 】次に、本発明の第 3 の実施形態について図 7 を参照して説明する。

【 0 0 3 8 】本実施形態において、レーダ用の送信時は、スイッチ 7 0 1 ~ 7 0 6 の全てが a 側に切り換えられている。入出力端子 2 0 9 から入力される励振信号は、移相器 2 0 1 でビーム走査に必要な所望の位相に制御され、広帯域電力増幅器 2 0 3 および狭帯域電力増幅器 2 0 5 で増幅された後、素子アンテナ 1 0 1 から放射される。最終段の電力増幅器が狭帯域であるため、レーダとしての狭帯域高出力の送信が行うことができる。

【 0 0 3 9 】また、広帯域の送信時は、スイッチ 7 0 1、スイッチ 7 0 2、スイッチ 7 0 5 およびスイッチ 7 0 6 が a 側に切り換えられ、スイッチ 7 0 3 およびスイッチ 7 0 4 は b 側に切り換えられる。入出力端子 2 0 9 から入力される励振信号は、移相器 2 0 1 で位相制御され、広帯域電力増幅器 2 0 3 で増幅された後、狭帯域電力増幅器 2 0 5 のバイパスラインを通して、素子アンテナ 1 0 1 へ出力される。最終段の電力増幅器が広帯域であるため、広帯域送信用としての広帯域出力を行うことができる。

【 0 0 4 0 】また、レーダ用の受信時は、スイッチ 7 0 1、スイッチ 7 0 2、スイッチ 7 0 5 およびスイッチ 7 0 6 が b 側に切り換えられる。素子アンテナ 1 0 1 で受

信された受信信号は、低雑音増幅器 2 0 8 で増幅された後、移相器 2 0 1 で位相制御され、可変減衰器 7 0 7 で振幅制御されて入出力端子 2 0 9 から出力される。

【 0 0 4 1 】 受信信号のレベルを可変減衰器 7 0 7 により制御することによって、受信信号の感度を最適なものとして、より正確に目標を検出することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明のアクティブフェーズドアレイアンテナでは、送受信モジュール内に狭帯域電力増幅器および広帯域電力増幅器を設け、最終段の電力増幅器として狭帯域と広帯域とのどちらか選択した方に切り換えるために、狭帯域高出力および広帯域出力の送信を 1 つのアンテナで行うことができる。これにより、本発明のアクティブフェーズドアレイアンテナでは、レーダと広帯域送信とで共用することが可能となり、装置の小型化、低コスト化および多機能化を実現している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態のアクティブフェーズドアレイアンテナの構成を示す図である。

【図 2】図 1 における送受信モジュールの構成を示す図である。

【図 3】図 2 における広帯域電力増幅器および狭帯域電力増幅器の特性を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態におけるレーダと広帯域送信との切り換えタイミングを示すタイミングチャートである。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態のアクティブフェーズドアレイアンテナにおける送受信モジュールの構成を示す図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態のアクティブフェーズドアレイアンテナの構成を示す図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態のアクティブフェーズドアレイアンテナにおける送受信モジュールの構成を示す図である。

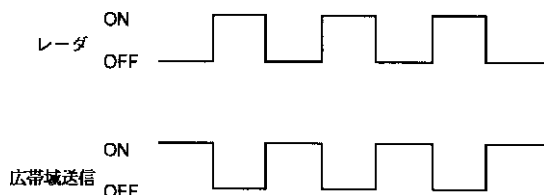
【図 8】従来のアクティブフェーズドアレイアンテナにおける送受信モジュールの構成を示す図である。

【図 9】従来のアクティブフェーズドアレイアンテナの構成を示す図である。

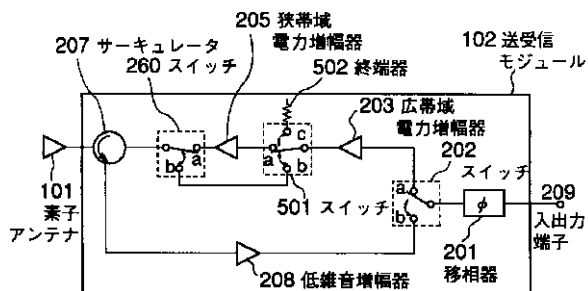
【符号の説明】

- 1 0 1 素子アンテナ
- 1 0 2 送受信モジュール
- 1 0 3 分配合成器
- 1 0 4 切換スイッチ
- 1 0 5 広帯域送信用送信機
- 1 0 6 レーダ用送受信機
- 2 0 1 移相器
- 2 0 2、2 0 4、2 0 6 スイッチ
- 2 0 3 広帯域電力増幅器
- 2 0 5 狭帯域電力増幅器
- 2 0 7 サーキュレータ
- 2 0 8 低雑音増幅器
- 2 0 9 入出力端子
- 5 0 1 スイッチ
- 5 0 2 終端器
- 6 0 1 素子アンテナ
- 6 0 2 送受信モジュール
- 7 0 1、7 0 2、7 0 3、7 0 4、7 0 5、7 0 6 スイッチ
- 7 0 7 可変減衰器

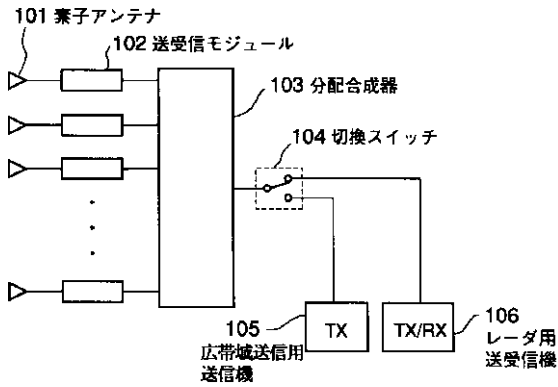
【図 4】



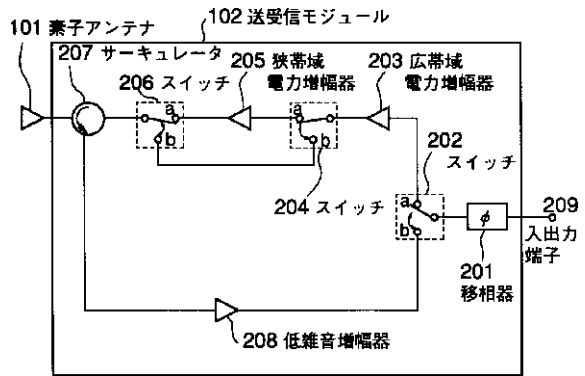
【図 5】



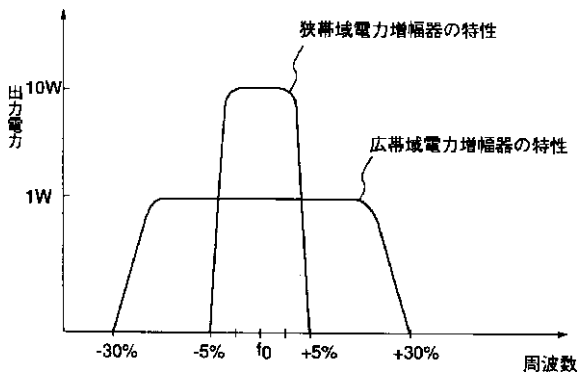
【 図 1 】



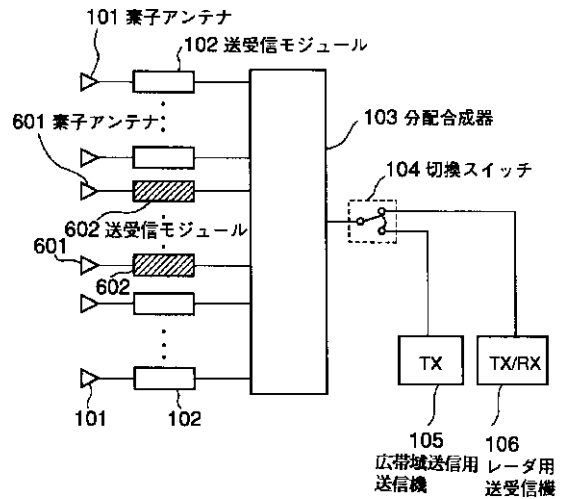
【 図 2 】



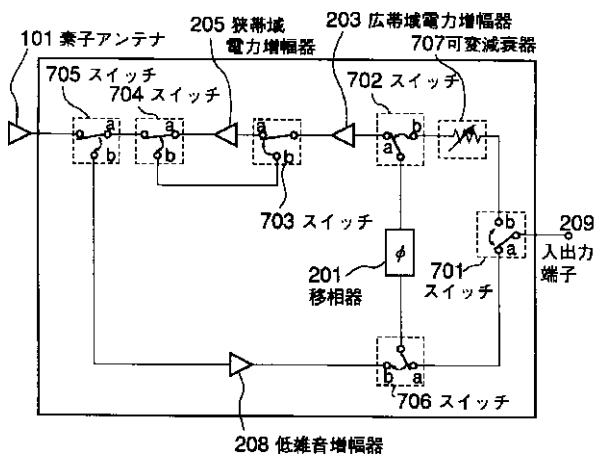
【 図 3 】



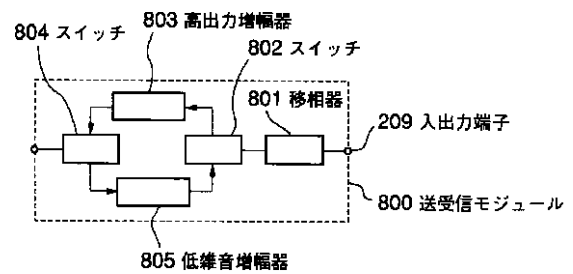
【 図 6 】



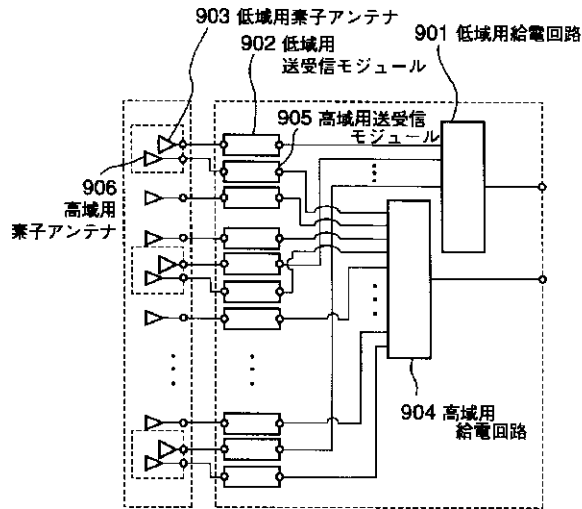
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 橋村 隆行
 千葉県木更津市祇園 4 - 29 - 12

(56)参考文献 特開 昭57 - 48674 (J P , A)

(72)発明者 門脇 保紀
 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気
 株式会社内

特開 昭57 - 91469 (J P , A)

特開 平 8 - 186437 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

H01Q 3/00 - 3/46

H01Q 23/00

G01S 7/02