(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2006-121525
(P2006-121525A)
(43)公開日　平成18年5月11日(2006.5.11)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H04B	7/10	(2006.01)	H04B	7/10	A	5K059
H04B	7/08	(2006.01)	H04B	7/08	C	5K067
H04B	7/26	(2006.01)	H04B	7/26	D	
H04Q	7/34	(2006.01)	H04B	7/26	106B	

審査請求 未請求　請求項の数 3　ＯＬ　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願2004-308677 (P2004-308677)
(22)出願日　平成16年10月22日 (2004.10.22)

(71)出願人　000001177
株式会社光電製作所
東京都大田区多摩川２丁目１３番２４号
(74)代理人　100066153
弁理士　草野　卓
(74)代理人　100100642
弁理士　稲垣　稔
(72)発明者　渡部　朗
東京都品川区大井４－１１－２５　ヴェラロングウェール２０１
(72)発明者　広瀬　敏夫
東京都大田区下丸子１－１－１３
(72)発明者　三輪　勝二
埼玉県草加市新栄町１００　新栄町団地３－９－１０７

最終頁に続く

(54)【発明の名称】全方位空間ダイバーシチ受信装置

(57)【要約】
【課題】　到来電波方位が３６０度のいずれであっても有効な空間ダイバーシチを得る。
【解決手段】　水平面内無指向性のアンテナ素子１ｎを３～５個同一円上に等間隔で配し、これら素子１ｎの１つを切替器２０で受信器４１に接続し、素子１ｎを切替器３０で予め決めた順で繰り返し受信器４２で切替え接続し、受信器４１の受信レベルが受信器４２の受信レベル以下になると、その時受信器４２に接続されているアンテナ素子を切替器２０で受信器４１に接続する。受信器４１の出力を目的の受信信号として利用する。
【選択図】　図１

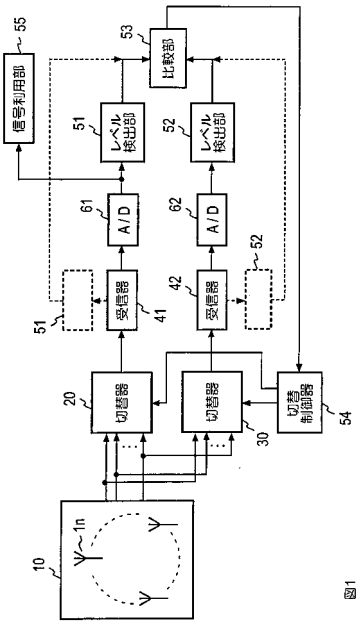


図1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
３個以上のアンテナ素子が少なくとも水平面内で２次元に配置されたアンテナと、
第１及び第２受信器と、
第１及び第２受信器の各受信レベルを検出する第１及び第２レベル検出部と、
第１及び第２レベル検出部の各検出した受信レベルのいずれが大きいか否かを判定する比較部と、
上記各アンテナ素子と上記第１受信器とを切替え接続することができる第1切替器と、
上記各アンテナ素子と上記第２受信器とを切替え接続することができる第２切替器と、
上記第２切替器を順次切替え接続することを繰り返し、上記比較部が第２受信器の受信レベルが第２受信器の受信レベル以上と判定した出力によりその時第２受信器に接続されているアンテナ素子を第１受信器に接続する切替制御器と、
を具備する全方位空間ダイバーシチ受信装置。
【請求項２】
上記アンテナは、いずれか２個のアンテナ素子の組の相互相関がいずれの方位からの到来電波に対しても所定値以下になるようにアンテナ素子が配置されていることを特徴とする請求項１記載の全方位空間ダイバーシチ受信装置。
【請求項３】
上記アンテナは水平面内で２次元に配された３個以上のアンテナ素子が垂直面内で多段に配されていることを特徴とする請求項１又は２記載の全方位空間ダイバーシチ受信装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は例えば移動体から放射される電波の放射位置を検出する電波源測位システムにおける１つの受信装置として用いられ、全ての方位に対して空間ダイバーシチ効果が得られる受信装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
前記電波源測位システムは、同一の放射電波を複数の場所の受信局で受信し、その受信電波より放射電波源から受信するまでの到達時間を検出し、２つの受信局での到達時間差を、異なる２つの組の受信局について求め、これらから放射電波源の位置を測位することが例えば特許文献１に示されている。なおこれは双曲線航法原理を応用したものである。
この電波源測位システムにおいて各受信局は１個の水平面内無指向性アンテナを用いていた。しかし電波が直接波として伝搬すると共に各所で反射されながら伝搬するマルチパス環境においては、受信装置に直接波と反射波とが逆位相になり受信レベルが著しく低下する場合がある。この現象はフェージングと云われている。
【０００３】
一方、このようなマルチパス環境においても、２個のアンテナ素子をそのアンテナ素子の受信信号の相関が使用周波数帯で十分小さくなるように水平面内で、電波到来方向と直角方向に離して配置しこれらアンテナ素子に受信器を接続し、これら２個の受信器中の受信レベルが最も大きい受信器の出力を切り替え利用することによりフェージングの影響を受けることなく、常に良好な受信信号を得る空間ダイバーシチ受信装置が用いられている。この場合２個のアンテナ素子の間隔d_Hは次式（１）により与えられることも知られている（例えば非特許文献１参照）。
【０００４】
$$d_H \geqq 10.9\lambda / \phi_H\ [deg] = 10.9\lambda / (3^{1/2} \cdot S\ [deg]) = 1888 / (S\ [deg] \cdot f\ [MHz]) \quad (1)$$
λは受信電波の波長であり、ϕ_Hは電波放射源からの電波拡がり角度を表わし$\phi_H = S \cdot 3^{1/2}$で与えられ、Ｓは拡がり角ϕ_Hの標準偏差であり、ｆは受信電波の周波数であり

、つまりｆ＝１／λである。
　また空間ダイバーシチアンテナの垂直面内での高さH_S（ｍ）が高くなる程、電波の水平方向拡がり角の標準偏差Ｓ［ｄｅｇ］は小さくなり、例えばｆ＝８００ＭＨｚ，H_S＝３ｍでＳ　５°，H_S＝５ｍでＳ　３°であることが知られている。
【特許文献１】特開２００２－４０１２０号公報
【非特許文献１】Y.Yamada他著“Diversity Antennas for Base and Mobile stations in Land Mobile Communication Systems”, IEICE Trans.,vol.E74,no.10,pp.3203-3209, Oct.,1991
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
　前記電波源測位システムのように到来電波がいずれの方位であっても受信局は受信できることが要求され、かつその受信環境がフェージングを受ける状態にある場合がある。この場合もフェージングの影響を避けるため、空間ダイバーシチ受信装置を用いることが考えられるが、到来電波がアンテナ素子の配列方向と直角方向からずれると、その到来電波に対する実効的なアンテナ素子間隔が小さくなり、ダイバーシチ効果が得られなくなる。しかし、これまで、全ての到来方向に対し有効な空間ダイバーシチアンテナ受信装置の具体的構成は提案されていなかった。
【０００６】
　この発明の目的はいずれの方位からの到来電波もフェージングの影響を受け難い全方位空間ダイバーシチ受信装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
　この発明によれば３個以上のアンテナ素子が水平面内で２次元に配置され、各アンテナ素子は、第１切替器により第１受信器に切替え接続され、また第２切替器により第２受信器に切替え接続され、アンテナ素子を順次第２受信器に接続することを繰り返し、その受信レベルが第１受信器より第２受信器の方が大きければ、その時の第２受信器に接続されているアンテナ素子を第１受信器に接続する制御が切替制御器により行われる。
【発明の効果】
【０００８】
　この構成によれば電波の到来がいずれの方位であっても、いずれかのアンテナ素子がフェージングの影響を受けにくくなり、良好な受信が可能になる。
【発明を実施するための最良の形態】
【０００９】
　この発明の実施形態を図１を参照して説明する。アンテナ１０はＮ個（Ｎ≧３）のアンテナ素子1_n（ｎ＝１，…，Ｎ）が水平面内で２次元に配置されて構成され、これらＮ個のアンテナ素子1_nは切替器２０により受信器４１に切替え接続され、またＮ個のアンテナ素子1_nは切替器３０により、受信器４１と同一特性の受信器４２にも切替え接続される。受信器４１及び４２の各出力はＡ／Ｄ変換器６１及び６２でディジタル信号に変換されて、レベル検出器５１及び５２に入力され、受信レベルがそれぞれ検出され、これら受信レベルは比較部５３で比較される。切替制御器５４により切替器３０を制御して各アンテナ素子1_nを順次接続することを繰り返し、比較部５３より受信器４２の受信レベルの方が大きい比較結果が出力されると、切替制御器５４は切替器２０を制御してその時、受信器４２に接続されているアンテナ素子を受信器４１に接続する。受信器４１の出力が信号利用部５５に入力されて、受信信号の利用、例えば前記測位システムの場合は到達時間の検出、あるいは通信システムでは通信信号の復調などが行われる。
【００１０】
アンテナ
　まずアンテナ１０について具体的に説明する。例えば図２Ａに示すように５個（Ｎ＝５）のアンテナ素子１１，１２，…，１５が水平面内で円６１上に等間隔に配される。各ア

ンテナ素子1_nは同一特性であり、水平面内で無指向性でかつ利用形態によっては広い周波数帯域のものが好ましく、例えばディスコーンアンテナなどが用いられる。

【００１１】

これらアンテナ素子の２つの間で最も大きな間隔が前記式（１）を満すようにする。アンテナ素子1_nが５個のこの例では１つ置いた２つのアンテナ素子、例えばアンテナ素子１３と１５の間隔がd_Hになるようにする。例えば円６１の中心を頂点とし、この中心とアンテナ素子１３と１５とを結んで構成される２等辺３角形の頂角１４４°と底辺d_Hが決まり、円６１の半径Ｒを求めることができる。

つまり円６１の半径Ｒ＝１としてアンテナ素子１１～１５の座標を図２Ｂに示す値とすると、電波到来方向αをパラメータとしてアンテナ素子1_iと1_jの間隔d_{ij}を求めると式（２）となる。

$$d_{ij}=(Y_j-Y_i)\cos\alpha-(X_j-X_i)\cos\alpha \qquad (2)$$

【００１２】

このアンテナ素子間隔d_{ij}を図３に示す。例えばアンテナ素子１３と１５の間隔d_{35}は図３中の破線となり到来方向αに対し、３６度ごとに最大間隔と最小間隔が繰り返され、到来方向αがＸ軸より３６度または２１６度の場合は、アンテナ素子１３と１５との間隔が最大長となり、α＝７２°または２５２°ではアンテナ素子１１と１３の間隔が最大長になる。このように到来方向αに対してなるべくアンテナ素子間隔が大きくなるものを２つのアンテナ素子を選択し、その場合の最も短かくなるアンテナ素子間隔においてその両アンテナ素子の各受信信号の相関が所定値以上、つまり式（１）を満たすようにすればよい。なお常に２つの隣接するアンテナ素子を選択すると、その時のαに対するアンテナ素子間隔は図３中の最大値が小さいほうの曲線群となる。

【００１３】

図３から理解されるように、半径Ｒ＝１の場合、１つ置きのアンテナ素子を選ぶと、いずれの到来方向αに対してもアンテナ素子間隔d_{ij}は１．８０９となる。従って式（１）より求まるd_Hに対し、次式（３）を満す円６１の半径Ｒを求めて、その円６１上に等間隔で５つのアンテナ素子１１～１５を配置すればよい。

$$R \geqq d_H/1.809=1044/(S[deg]\cdot f[MHz]) \qquad (3)$$

例えば水平方向の電波の拡がり角の標準偏差Ｓが５°、電波の周波数ｆが３０ＭＨｚとするとこれらを式（３）に代入すると半径Ｒは約７ｍになる。また拡がり角ϕ_Hが３度、ｆ＝８００ＭＨｚの場合要求されるアンテナ素子間隔d_Hは式（１）から１．３６ｍとなり、この長さが半径Ｒ＝１とした時の長さ１．８０９に相当すればよいから、円６１の半径Ｒは約０．７５ｍ（＝d_H／１．８０９）となる。

【００１４】

アンテナ１０を３個のアンテナ素子で構成する場合も同様に求めることができ、この場合は図３に相当する到来方向αをパラメータとするアンテナ素子間隔を求めると、最小となる素子間隔d_{ij}は１．５００となる。従ってϕ_H＝３°、ｆ＝８００ＭＨｚとすると、円６１の半径Ｒは０．９１ｍ（＝d_H／１．５００）となる。アンテナ素子数を多くする程、到来方向αに対し、アンテナ素子間隔が最大となる２つのアンテナ素子を選択すれば、その状態でのアンテナ素子間隔d_{ij}の最小値が大きくなるため、アンテナ素子配置円６１の半径Ｒを小さくすることができる。しかし、Ｒ＝１とした場合、d_{ij}＝２に近づくが、Ｎ＝５でもd_{ij}＝１．８０９と、かなり２に近い値であり、アンテナ素子数Ｎを大きくしてもd_{ij}はそれ程大きくならず、却って素子数の増加、切替器５１，５２が複雑になり、価格も高くなる。この点からアンテナ素子数Ｎの最大値は６程度でよい。

【００１５】

例えば市街地にこの全方位空間ダイバーシチ受信装置を設ける場合は、アンテナ１０は高層建築物の屋上に設置されるなど、設置場所によってはアンテナ素子を同一円上に配置できない場合があり、あるいは同一円上でも等間隔に配置できない場合がある。従って、３６０度のいずれの方向に対しても、いずれか２個１組のアンテナ素子を選択すれば式（

１）を満すものがあるようにアンテナ素子を配置すればよい。
前述したようにアンテナ１０を高所に設けざるを得ない場合がある。このような場合、到来電波は垂直方向に半角度拡がりが生じ、地表の反射波と直接波との干渉が生じる。この場合、アンテナ素子を垂直方向にも配置して空間ダイバーシチ効果が得られるようにする。つまり例えば図４に示すように、Ｎ個のアンテナ素子を水平面内で円形配置した素子群を垂直面内で複数配列、つまり多段配置することにより、垂直面内でのフェージングの影響を抑圧して、空間ダイバーシチ効果を高めるようにするとよい。フェージング影響を受け難くする垂直面内の素子間隔d_Vも式（１）に基づき求めることができる。

【００１６】

アンテナ素子切替制御

図４に示したように水平面内でＮ個のアンテナ素子1_n（ｎ＝１，…，Ｎ）が円形配列された素子群がＭ段（Ｍ≧２）垂直面内に設けられているとする。ｍ段（ｍ＝１，２，…，Ｍ）の素子群の各アンテナ素子を1_{mn}と表記する。図５に各アンテナ素子と切替器２０及び３０との接続例を示す。この例では各アンテナ素子1_{mn}の受信信号は前段高周波増幅器５６によりそれぞれ増幅され、その各増幅器５６の出力受信信号は分岐部５７によりそれぞれ分岐されて切替器２０の固定接点20_{mn}と切替器３０の固定接点30_{mn}へそれぞれ入力される。固定接点20_{mn}及び30_{mn}の各添字「ｍｎ」はアンテナ素子1_{mn}に対する表記と同様である。つまり添字「ｍｎ」のｍは１，…，Ｍのいずれか、ｎは１，…，Ｎのいずれかである。従って、全てのアンテナ素子の受信信号は切替器２０及び３０の対応する固定接点へ供給されることになる。

【００１７】

切替器２０及び３０の可動接点２１及び３１よりの出力は受信器４１及び４２へそれぞれ供給される。受信器４１及び４２の各受信レベルＬ１及びＬ２が前述したように比較部５３で比較され、その比較結果に基づき切替制御器５４は切替器２０及び３０を制御する。

切替制御器５４の制御手順の例を図６を参照して説明する。受信器４１に接続されるアンテナ素子と受信器４２に接続されるアンテナ素子を区別するために、受信器４１に接続されたｍ段目のｎ番目のアンテナ素子の添字番号を「ｍｎ」とし、受信器４２に接続されるアンテナ素子の添字番号を「ｍ′ｎ′」とする。まずステップＳ１でｍ，ｎ，ｍ′をそれぞれ１に、ｎ′をｎ＋１つまり２に初期化し、ステップＳ２で切替器２０に対し添字番号「ｍｎ」の固定接点20_{mn}に可動接点２１を、切替器３０に対し、添字番号「ｍ′ｎ′」の固定接点$30_{m'n'}$に可動接点３１をそれぞれ接続する。

【００１８】

ステップＳ３で受信器４１及び４２の各受信レベルＬ１及びＬ２をそれぞれ検出し、ステップＳ４で受信レベルを比較し、Ｌ１＞Ｌ２であるかを判断し、Ｌ１＞Ｌ２でなければステップＳ５でその時受信器４２に接続されているｍ′段目のｎ′番を、受信器４１が接続されるべき添字番号とし、Ｌ１＞Ｌ２であればそのままとする。

ステップＳ６でｎ′がＮ以下であるかを判断し、Ｎ以下であればステップＳ７でｎ′を＋１してステップＳ２に戻り、Ｎ以下でなければステップＳ８でｎ′を１とする。

【００１９】

次にステップＳ９でｍ′がＭ以下であるかを判断し、Ｍ以下であればステップＳ１０でｍ′を＋１し、Ｍ以下でなければステップＳ１１でｍ′を１にする。その後ステップＳ２に戻る。つまり受信器４２にはアンテナ素子1_{mn}を順次接続することを繰り返すように切替器３０を制御し、その各１つのアンテナ素子が受信器４２に切替接続されるごとに受信器４１の受信レベルＬ１と受信器４２の受信レベルＬ２を比較し、Ｌ１＞Ｌ２でなければ、その時、受信器４２が接続されているアンテナ素子、つまり受信器４２に接続されている添字番号「ｍ′ｎ′」の固定接点と接続されているアンテナ素子を受信器４１に接続するように切替器２０を制御する。

【００２０】

このようにして到来電波がいずれの方向であっても、必ず空間ダイバーシチ効果が得ら

れ、フェージングの影響が最も抑圧されたアンテナ素子1_{mn}の受信信号を受信器４１へ入力することができる。切替器３０における切替の順は上記例に限らず、任意でよいが、必ず予め決めた順に繰り返せばよい。またアンテナ素子群は１段のみでもよい。

受信器４１及び４２からベースバンド信号に変換された出力信号は図１に示すようにこの例ではＡ／Ｄ変換器６１及び６２によりそれぞれディジタル信号に変換され、これらディジタル信号からレベル検出部５１及び５２でそれぞれ受信レベルが検出される。このレベル検出は例えば入力された信号をＦＦＴ（フーリエ高速変換）してパワースペクトラムを求め、これらのうち変調信号成分についての各パワーをそれぞれ受信レベルとする。あるいは図１中の破線で示すように、受信器４１及び４２の高周波段又は中間周波段のいずれの箇所にレベル検出部５１及び５２を接続して受信レベルを検出してもよい。図５に示したように前段高周波増幅器５６が用いられる場合は、図１中の受信器４１及び４２の入力側にレベル検出部５１及び５２を接続してもよい。アンテナ１０に受信される雑音成分の影響をなるべく少なくする場合は、ベースバンド信号成分のパワーを受信レベルとする方がよい。

広い周波数帯中における各種の電波のいずれも受信する場合には、その広い周波数帯を適宜いくつか周波数帯に分割し、各分割された周波数帯に適するアンテナ素子群を用意し、これらを多段に設け切替え使用すればよい。

【００２１】

実験例

５個のアンテナ素子を半径Ｒ＝７ｍの円上に配したアンテナ１０をこの発明を適用した全方位空間ダイバーシチ受信装置に用いて、東京タワー（北緯３５°３９′１９．４１″、東経１３９°４４′５５．０９″）から送信されているＮＨＫＦＭ放送（８２．５ＭＨｚ）を２個所Ａ及びＢ（北緯３５°３７′２５．０７″、東経１３９°４５′０２．７１″と北緯３５°３９′４６．８６″、東経１３９°４７′４３．８５″）で受信し、両受信装置の電波の到達時間の差を、両受信装置間のアンテナ素子の組み合わせの全て（２５通り）について測定した。アンテナ１０は高さ１５ｍ及び２０．５ｍの建物の屋上に高さ２．７ｍに設置した。なお送信局と両受信局間の各距離は３．５２ｋｍ及び４．３３ｋｍである。アンテナ素子により平均受信レベルの変動が場所Ａでは約１１ｄＢ、場所Ｂでは約５ｄＢあり、マルチパスの影響が顕著に現れることが確認された。場所Ａと場所Ｂの平均受信レベルが小さいアンテナ素子の組み合わせによる電波到達時間差は誤差が大きく、最大値は４．５μｓ（場所ＡＢ間の理論到達時間差２７０μｓ）、場所Ａと場所Ｂでの平均受信レベルが大きいアンテナ素子の組み合わせによる電波到達時間差は小さく、最小値は０．５μｓであった。これよりこの発明装置が優れていることを確認できた。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】この発明の実施形態の機能構成例を示すブロック図。

【図２】Ａは図１中のアンテナ１０のアンテナ素子配置例を示す図、Ｂは各アンテナ素子の座標を示す図である。

【図３】アンテナ素子が５個の場合における多重到来方向に対するアンテナ間隔d_Hを示す図。

【図４】図１中のアンテナ１０としてアンテナ素子群を多段配置した例を示す図。

【図５】図１中の切替器２０及び３０の具体例を示す図。

【図６】図１中の切替制御器５４の処理手順の例を示す流れ図。

【図１】

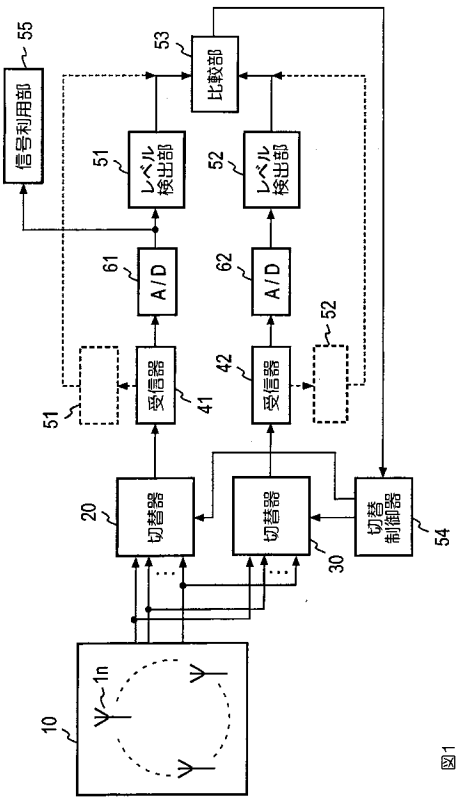
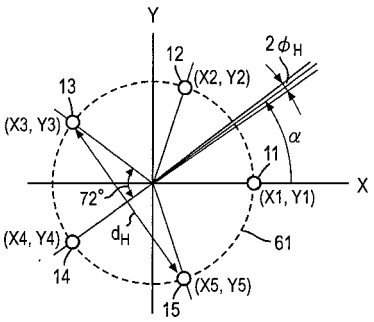


図1

【図２】



A

B

アンテナ	X	Y
11	1.000	0.000
12	0.309	0.951
13	−0.809	0.588
14	−0.809	−0.588
15	0.309	−0.951

図2

【図３】

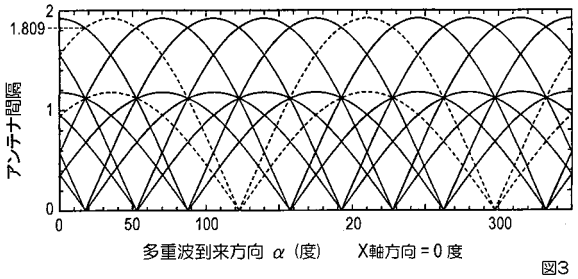


図3

【図４】

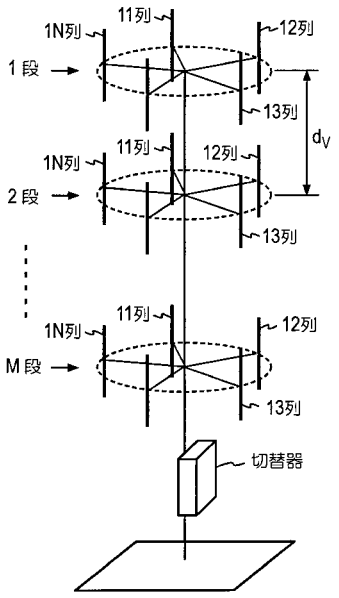


図4

【図５】

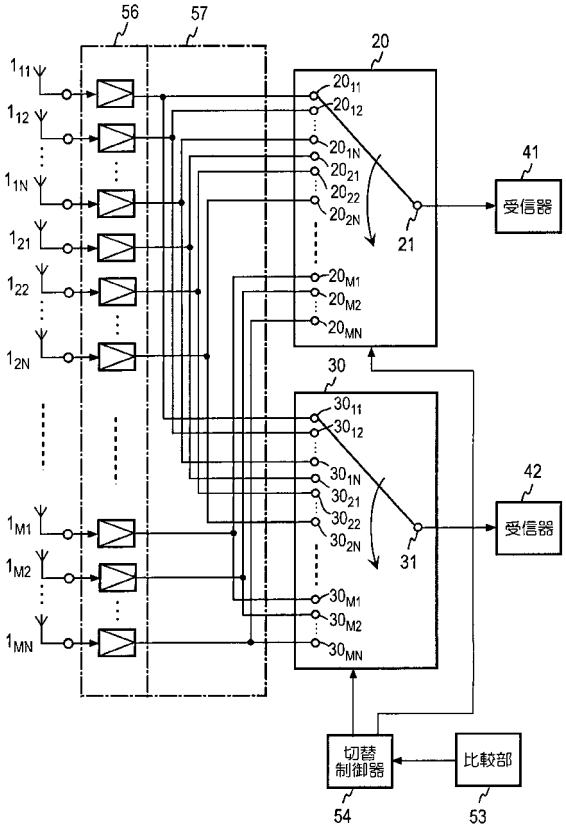


図5

【図６】

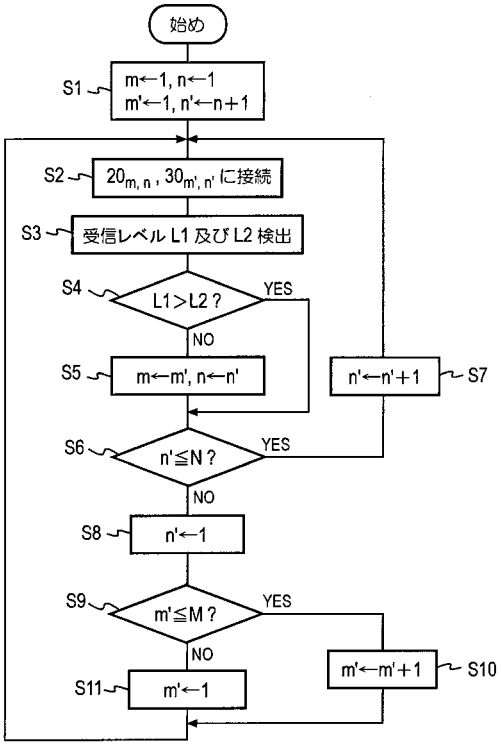

始め
S1
m←1, n←1
m'←1, n'←n+1
S2
20m, n , 30m', n' に接続
S3
受信レベル L1 及び L2 検出
S4
L1>L2 ?
YES
NO
S5
m←m', n←n'
n'←n'+1
S7
S6
n'≦N ?
YES
NO
S8
n'←1
S9
m'≦M ?
YES
NO
S11
m'←1
m'←m'+1
S10

図6

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5K059 CC03 CC04 DD02 DD16
5K067 AA02 CC24 DD44 EE10 HH22 JJ53 KK03