

(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2005-207837

(P2005-207837A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int. Cl.⁷

G01S 3/14

F I

G O I S 3/14

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

| | |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2004-13582 (P2004-13582)</p> <p>(22) 出願日 平成16年1月21日 (2004.1.21)</p> | <p>(71) 出願人 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地</p> <p>(74) 代理人 100088155 弁理士 長谷川 芳樹</p> <p>(74) 代理人 100089978 弁理士 塩田 辰也</p> <p>(72) 発明者 小淵 真巳 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内</p> |
|--|---|

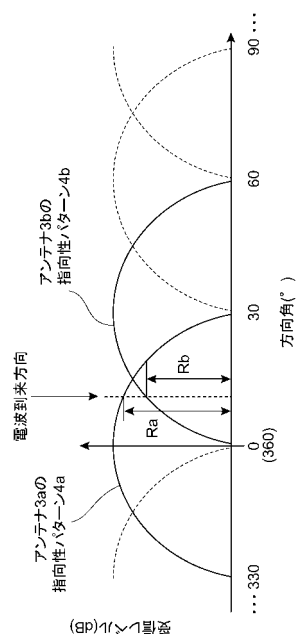
(54) 【発明の名称】 方向探知機

(57) 【要約】

【課題】 簡易な構成で精度良く電波の到来方向・距離を判定することを可能とした方向探知機を提供する。

【解決手段】 指向性アンテナ3a~3lそれぞれの指向性パターン4a~4lを、隣接する指向性パターン同士(例えば、4aと4b)で一部(少なくともその略半分)が重なり合うよう設定し、それぞれの指向性アンテナ3a~3lで受信した信号の受信レベルの差 $R_s (= R_a - R_b)$ を基にして指向性アンテナ3aの向き(最大感度を有する方向)からの方向ずれ量を求め、これにより、電波の到来方向を精度良く判定する。そして、この方向ずれ量に応じた受信レベルの低下量を考慮して距離を推定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

指向性を切り替え可能なアンテナと、前記アンテナで受信した信号の受信レベルを検出する検出部と、前記アンテナの指向性を切り替えて複数の指向性条件下で検出した受信レベルを基にして電波の発信源の方向・距離を推定する方向・距離推定部とを備える方向探知機において、

前記アンテナの指向性切替時の各指向性パターンは、隣り合う指向性パターンが方位角で少なくとも略半分重なり合うように設定されており、前記方向・距離推定部は、受信レベルと指向性パターンの関係に基づいて電波の発信源の方向・距離を推定することを特徴とする方向探知機。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発信源から送られる電波を指向性アンテナで受信することにより、その到来方向・発信源までの距離を推定する方向探知機に関する。

【背景技術】

【0002】

レーダや移動体通信の基地局などにおいては、到来してくる電波の方向を精度良く推定することが求められている（特許文献1参照）。特許文献1の技術は、複数の指向性アンテナ（例えば8個を円周上に等間隔に配置する。）と、アンテナより少ない数の受信機（例えば4個）、アンテナと受信機の接続関係を切り替えるスイッチとを設け、最初は、アンテナを一つおきに各受信機に接続して、この状態で電波の到来方向を粗く推定し、次に、推定した到来方向に方向の近い4つのアンテナを各受信機に接続して電波の到来方向を細かく推定するものである。電波の到来方向の推定には、MUSIC (Multiple Signal Classification) アルゴリズムや、ESPRIT (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) アルゴリズムを使用することができる。

20

【特許文献1】特開2002-107439号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、これらのアルゴリズムは位相差を用いた検出を行うものであり、そのため、方向を精度良く検出するには、指向性アンテナの数を増やし、同時に信号検出が可能な受信機を増やす必要がある。また、位相差を精度良く検出するため、各受信機を正確に同期して作動させる必要があり、装置構成が複雑なものとなるほか、多数の電波に対して個々の到来方向を判別する処理を行うには時間がかかる。

30

【0004】

そこで本発明は簡易な構成で精度良く電波の到来方向・距離を判定することを可能とした方向探知機を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明にかかる方向探知機は、指向性を切り替え可能なアンテナと、このアンテナで受信した信号の受信レベルを検出する検出部と、アンテナの指向性を切り替えて複数の指向性条件下で検出した受信レベルを基にして電波の発信源の方向・距離を推定する方向・距離推定部とを備える方向探知機において、アンテナは、特定の方向からの電波に対して、少なくとも2つの指向性条件下で受信可能となるよう一部を重なり合わせた指向性パターンが設定されており、方向・距離推定部は、受信レベルと指向性パターンの関係に基づいて電波の発信源の方向・距離を推定することを特徴とする。

40

【0006】

本発明によれば、ある方向から到来した電波は、これに感度を有する指向性パターンをもった2種以上の複数の指向性条件下で受信される。ここで、各指向性条件下での受信レ

50

ベルは、電波の到来方向と受信したアンテナの指向性パターンとの関係と受信環境（発信源の出力、発信源からの距離、大気条件等）によって変わるが、受信環境はいずれの指向性条件下でも同一であるため、各指向性条件下での受信レベルの違いは、電波の到来方向と指向性パターンとの関係の違いに依存することになる。そこで、受信レベルの違いと指向性パターンの違いを利用して電波の到来方向を判定する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、指向性パターンと電波到来方向の関係に基づいて受信レベルから電波到来方向を判定するため、複数の指向性条件下での電波受信を同一時点で行う必要はなく、時間的にずらして測定を行うことができる。そのため、受信機を複数設ける必要がなく、アンテナについても複数の指向性アンテナを切り替えて測定を行うほか、指向性可変の単一のアンテナを用いることもできる。そのため、構成を簡略化できる。そして、指向性パターンに基づいて方向判定を行うことで、少ないアンテナ素子数で精度良く方向判定を行うことができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

【0009】

図1は、本発明に係る方向探知機のブロック構成図である。この探知機1は、12本の指向性のアンテナ3a~3lを有しており、スイッチ12により、いずれかのアンテナ3a~3lが発信源からの電波を取り出す受信部5に接続される。受信部5は、受信信号のレベルを検出する受信レベル検出部6に接続されており、受信レベル検出部6の出力は方向・距離推定部7へと入力されている。方向・距離推定部7は、受信レベル差から推定方向を推定するのに必要なデータを格納している推定方向補正テーブル8と、本来の電波到来方向にアンテナを向けた場合の受信レベルを求めるのに必要なデータを格納している受信レベル補正テーブル9に接続され、データ読取が可能な構成とされている。推定方向補正テーブル8と、受信レベル補正テーブル9は、ROM、RAMまたは各種の記憶媒体に格納されている。方向・距離推定部7は、スイッチ12の作動を制御するアンテナ切り替え部10の作動を制御するとともに、検出結果を表示する表示部11へ出力を行う。

20

30

【0010】

図2、図3は、各アンテナ3a~3lの指向性パターンの配置を示している。ここで、アンテナaの向き（最大感度を有する方向）を0度とし、この向きから時計回りにとった角度を方位角と称する。アンテナ3b~3lは、方位角で30度おき、つまり、方位角（ $30 \times n$ ）度（nは1~11の整数）に向くように配置される。各アンテナ3a~3lは、いずれもその向きから ± 30 度の方向に感度を有する左右対称の指向性パターン4a~4lを有している。つまり、指向性パターン4a~4lは30度ずつずらされて配置されており、隣接するアンテナ3間では指向性パターン4が方位角で略半分重なり合うように配置されている。これにより、方位角が、 $(n-1) \times 30 \text{度} < < n \times 30 \text{度}$ （nは1~11の整数）の場合には、2つのアンテナ（例えば、 $0 \sim 30^\circ$ では、3aと3b）が感度を有することになり、 $> n \times 30 \text{度}$ （この場合のnは0~11の整数）の場合には、1つのアンテナのみ（ 0° の場合は3aのみ）が感度を有することになる。

40

【0011】

次に、この探知機1の動作、すなわち、探知機1を用いた電波到来方向・距離の推定方法について説明する。ここでは、図4に示されるように、発信機2からの電波を探知機1で受信してその到来方向を推定する場合を例に説明する。図5は方向推定動作のフローチャートである。この処理は、特に記載のない限り方向・距離推定部7によって実行される。

【0012】

50

最初に、アンテナ切り替え部 10 によりスイッチ 12 を順次切り替えていくことで、受信部 5 に接続される受信アンテナ 3 をアンテナ 3a からアンテナ 3l まで順次切り替え、各アンテナ 3a ~ 3l によって受信した信号レベル (受信レベル、単位は dB) を受信レベル検出部 6 で取得する (ステップ S1)。

【0013】

次に、受信レベルの大きい順に、アンテナ 3 の指向性中心角度を θ_1 、 θ_2 、... とし、そのときの受信レベルを R_1 、 R_2 、... とする (ステップ S2)。

【0014】

設定後、受信レベル R_1 としきい値 R_{th} とを比較する (ステップ S3)。 $R_1 < R_{th}$ の場合には、方向・距離推定を正確に行うには受信レベルが不十分であるとして方向・距離推定は行わずに処理を終了する。 $R_1 \geq R_{th}$ の場合には、さらに、 R_2 と R_{th} とを比較する (ステップ S4)。

10

【0015】

ステップ S4 で、 $R_2 \geq R_{th}$ と判定された場合、ステップ S5 へと移行して、 R_1 と R_2 の受信レベル差 R_s を求める。そして、受信レベル差 R_s を基にして推定方向補正テーブル 8 中から推定方向補正量 θ_e を求める (ステップ S6)。図 6 は、この推定方向補正テーブル 8 中のデータの一例をグラフ化したものである。各アンテナ 3a ~ 3l の指向性パターンが図 3 に示されるように配置されていることから、実際の電波到来方向 θ_r と θ_1 とのなす角度である $\theta_e (= \theta_r - \theta_1)$ に応じて、理想的には R_s は、図 6 に示されるように変化する。つまり、 R_s と、 θ_1 、 θ_2 の大小関係に応じて θ_e を求めることができる。ステップ S4 で $R_1 \geq R_{th}$ の場合には、推定方向補正量 θ_e を 0 に設定する (ステップ S7)。そして、ステップ S8 で方向推定値 θ_e として $\theta_1 + \theta_e$ を設定する。これにより、 θ_r を高い精度で推定することができる。

20

【0016】

次に、アンテナ 3 の向きと電波の到来方向が一致していた場合の受信レベルの推定値 R_e を求める。まず、推定方向補正量 θ_e を基にして受信レベル補正テーブル 9 から受信レベル補正量 R_e を求める (ステップ S9)。図 7 は、この受信レベル補正テーブル 9 中のデータの一例をグラフ化したものである。各アンテナ 3a ~ 3l の指向性パターンから R_e と R_1 の差である R_e は θ_e に応じて図 7 に示されるように変化する。つまり、 θ_e から R_e を求めることができる。そして、求めた R_e と R_1 の和として R_e を求める (ステップ S10)。これにより、アンテナ 3 の向きと電波の到来方向とを一致させた場合の推定受信レベル R_e を精度良く求めることができる。

30

【0017】

次に求めた推定受信レベル R_e から発信機 2 までの距離 L_t を計算し (ステップ S11)、求めた方向推定値 θ_e と推定距離 L_t を表示部 11 に出力し (ステップ S12)、処理を終了する。

【0018】

例えば、図 3 に示されるように、 $\theta_r =$ 約 12° の場合、 0° 方向に向いたアンテナ 3a と、 30° 方向に向いたアンテナ 3b とが感度を有し、それぞれの受信レベルは R_a 、 R_b となる。この結果、 $\theta_1 = 0^\circ$ 、 $\theta_2 = 30^\circ$ となり、 $R_1 = R_a$ 、 $R_2 = R_b$ に設定される。ここで、 R_a 、 R_b の差は、指向性パターンの利得のレベル差分に相当し、その差が方位角のずれ量に相当するから、図 6 に基づき上述したように推定方向補正量 θ_e として 12° と求めることができ、 $\theta_e = 12^\circ$ と推定することができる。

40

【0019】

本発明によれば、指向性パターンの数より細かい分解能で距離を推定することができるため、推定精度を容易に向上させることができる。また、各アンテナによる受信を同時に行う必要がないため、受信部 5、受信レベル検出部 6 を共通に用いることができ、装置構成が単純ですむ。さらに、指向性パターンを考慮して、受信レベルを最大感度方向における受信レベルに補正して距離を求めるため、実際の電波到来方向とアンテナの向きのずれにより距離算出の誤差が発生するのを効果的に抑制することができ、正確な距離算出を行

50

うことができる。

【0020】

ここでは、指向性パターンが12ある場合を例に説明したが、パターンの数はこれに限られるものではない。ただし、隣接するパターン同士が少なくとも略半分重なり合うことが好ましい。さらに、3つ以上のパターンが重なり合うように指向性パターンを配置して3つ以上の受信レベルと指向性パターンの間系にもと歩つて電波の発信源の方向・距離を推定してもよい。

【0021】

また、このように複数の指向性パターンを切り替えるには、指向性パターンの異なるアンテナをスイッチにより切り替えるほかに、指向性パターンを有するアンテナの実際の向きを変えることにより実現してもよい。また、フェーズドアレイアンテナのように指向性を電子的に切り替えられるアンテナを用いて複数の指向性パターンから用いる指向性パターンを選択してもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る方向探知機のブロック構成図である。

【図2】図1のアンテナの指向性パターンの配置を説明する図である。

【図3】図1のアンテナの指向性パターンの配置を説明する別の図である。

【図4】発信機と探知機の位置関係を示す図である。

【図5】図1の装置による方向推定動作のフローチャートである。

20

【図6】推定方向補正テーブルを説明するグラフである。

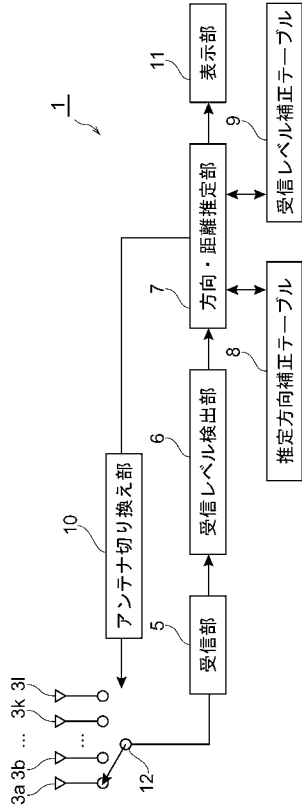
【図7】受信レベル補正テーブルを説明するグラフである。

【符号の説明】

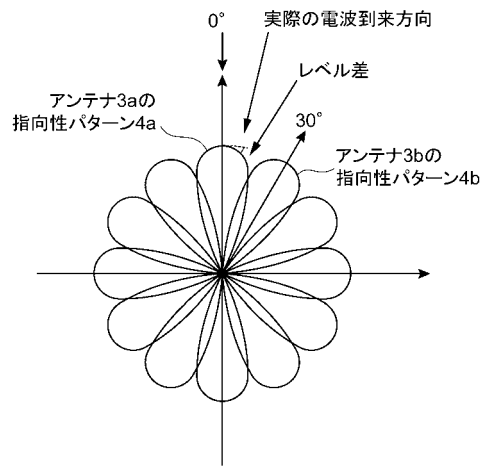
【0023】

1 ... 探知機、2 ... 発信機、3 a ~ 3 l ... アンテナ、4 ... 指向性パターン、5 ... 受信部、6 ... 受信レベル検出部、6 ... 受信レベル検出部、7 ... 方向・距離推定部、8 ... 推定方向補正テーブル、9 ... 受信レベル補正テーブル、10 ... アンテナ切り替え部、11 ... 表示部、12 ... スイッチ。

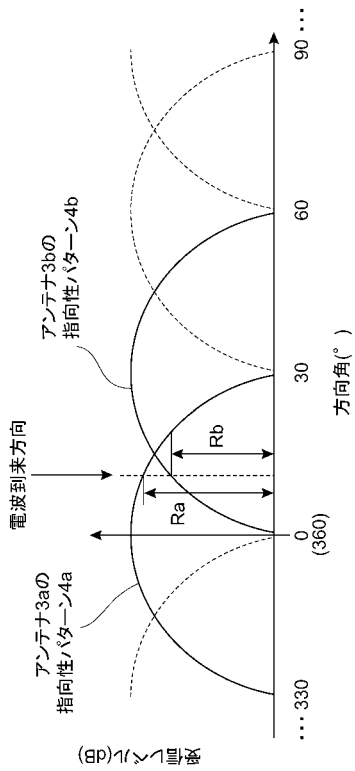
【 図 1 】



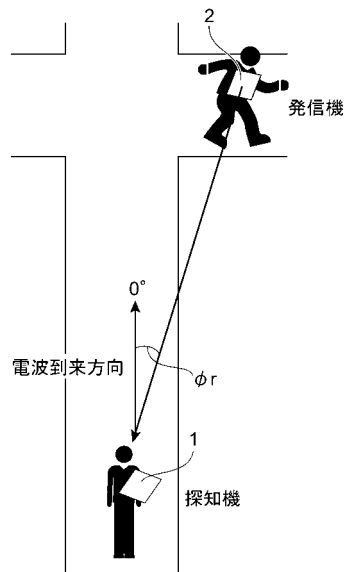
【 図 2 】



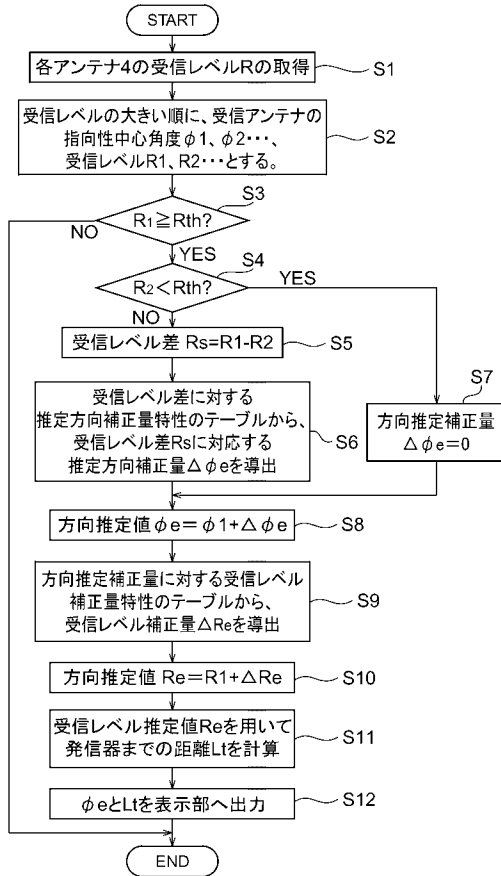
【 図 3 】



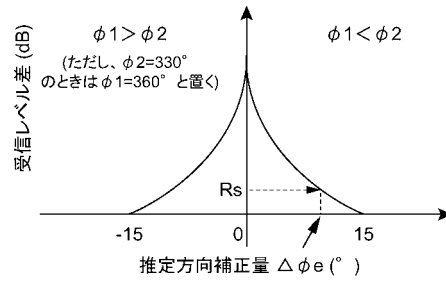
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

