

(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2005-291816  
(P2005-291816A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード (参考)  
 GO 1 S 13/42 GO 1 S 13/42 5 J O 7 O  
 GO 1 S 13/46 GO 1 S 13/46

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-104891 (P2004-104891)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成16年3月31日 (2004.3.31)	(74) 代理人	100057874 弁理士 曾我 道照
		(74) 代理人	100110423 弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100084010 弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695 弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648 弁理士 梶並 順

最終頁に続く

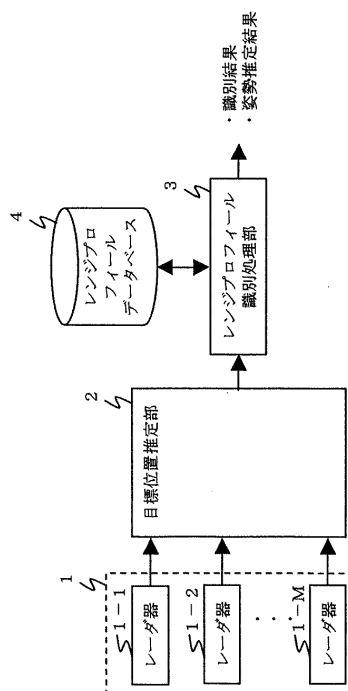
(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 レーダ数が少ない場合にも、高分解能な反射強度分布を用いて到来目標を精度よく識別するレーダ装置を提供する。

【解決手段】 複数地点に設置した複数のレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、各レーダ器1で測定した目標までの距離情報を用いて目標の位置を推定する目標位置推定部2と、候補目標の高分解能な反射強度分布の観測角特性を予め蓄積するデータベース4と、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られる高分解能な反射強度分布の組を用意し、到来目標の反射強度分布と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する識別処理部3とを備えた。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数地点に設置した複数のレーダ器で同一目標を観測して得られる、目標の散乱点を分離できる空間分解能を有する反射強度分布を用いて、目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、

各レーダ器で測定した目標までの距離情報を用いて目標の位置を推定する目標位置推定部と、

候補目標の反射強度分布の観測角特性を予め蓄積するデータベースと、

推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、前記データベースに蓄積されたデータに基づいて各レーダ器で得られる反射強度分布の組を用意し、到来目標の観測結果である反射強度分布と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する識別処理部とを備えたことを特徴とするレーダ装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のレーダ装置において、

前記データベースは、反射強度分布の観測角特性として、候補目標のレンジプロファイルの観測角特性を予め蓄積し、

前記識別処理部は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られるレンジプロファイルの組を用意し、到来目標のレンジプロファイルと比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する

ことを特徴とするレーダ装置。

20

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載のレーダ装置において、

前記データベースは、反射強度分布の観測角特性として、候補目標の RCS (Radar Cross Section) の観測角特性を予め蓄積し、

前記識別処理部は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られるクロスレンジプロファイルの組を用意し、到来目標のクロスレンジプロファイルと比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する

ことを特徴とするレーダ装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載のレーダ装置において、

前記データベースは、反射強度分布の観測角特性として、候補目標の部分 RCS (Radar Cross Section) の観測角特性を予め蓄積し、

前記識別処理部は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られるレーダ画像の組を用意し、到来目標のレーダ画像と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する

ことを特徴とするレーダ装置。

30

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載のレーダ装置において、

前記データベースは、反射強度分布の観測角特性として、候補目標の反射強度分布の特徴量の観測角特性を予め蓄積し、

前記識別処理部は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られる反射強度分布の特徴量の組を用意し、到来目標の反射強度分布の特徴量と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する

ことを特徴とするレーダ装置。

40

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載のレーダ装置において、

前記複数のレーダ器は、周波数の異なるレーダ信号を送受信し、

前記データベースは、反射強度分布の観測角特性として、候補目標のレーダ信号の周波数に対応した反射強度分布およびその特徴量の観測角特性を蓄積し、

前記識別処理部は、各レーダ器が周波数の異なるレーダ信号を送受信することを考慮し

50

て目標の機種の種類と姿勢の推定を行う  
ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のレーダ装置において、  
前記複数のレーダ器は、偏波の異なるレーダ信号を送受信し、  
前記データベースは、反射強度分布の観測角特性として、候補目標の散乱行列レンジプロファイルの観測角特性を蓄積し、  
前記識別処理部は、各レーダ器が偏波の異なるレーダ信号を送受信することを考慮して  
目標の機種の種類と姿勢の推定を行う  
ことを特徴とするレーダ装置。

10

【請求項 8】

請求項 5 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のレーダ装置において、  
前記反射強度分布は、レンジプロファイル、クロスレンジプロファイルまたはレンジとクロスレンジを軸とするレーダ画像のいずれかである  
ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のレーダ装置において、  
各レーダ器での送受信から識別処理部での識別までの処理を複数回繰り返して得られる  
複数の識別結果の中で、最も多く目標の機種と判断された候補目標を最終的な到来目標の  
機種として出力する複数回観測判定部をさらに備えた  
ことを特徴とするレーダ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数地点に設置した複数のレーダで同一目標を観測して得られる反射強度分布を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のレーダ装置として、複数地点に設置したレーダで同一目標を観測して得られる目標の RCS (Radar Cross Section) 値を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定  
するものがある (例えば、特許文献 1 参照)。

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 267747 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述した従来のレーダ装置では、レーダ数が少ない場合に識別性能が低くなるという問題があった。

【0005】

この発明は、このような従来の問題点を解決するためになされたもので、レーダ数が少ない場合でも到来目標を精度よく識別することができるレーダ装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係るレーダ装置は、複数地点に設置した複数のレーダ器で同一目標を観測して得られる、目標の散乱点を分離できる空間分解能を有する反射強度分布を用いて、目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、各レーダ器で測定した目標までの距離情報を用いて目標の位置を推定する目標位置推定部と、候補目標の反射強度分布の観測角特性を予め蓄積するデータベースと、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、前記データベースに蓄積されたデータに基づいて各レーダ器で得られる反射強度分

50

布の組を用意し、到来目標の観測結果である反射強度分布と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する識別処理部とを備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明によれば、レーダ数が少ない場合にも、目標の散乱点を分離できる空間分解能を有する反射強度分布を用いて到来目標を精度よく識別することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

実施の形態 1 .

(レンジプロフィール)

以下、図 1 ~ 図 5 に従いこの発明の実施の形態 1 について説明する。

図 1 は、この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布としてレンジプロフィールを用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、複数地点に設置したレーダ器 1 ( 1 - 1 , 1 - 2 , . . . , 1 - M を総称する ) と、各レーダ器 1 で測定した目標までの距離情報を用いて目標の位置を推定する目標位置推定部 2 と、候補目標の高分解能な反射強度分布の観測角特性を予め蓄積するデータベースとしてのレンジプロフィールデータベース 4 と、受信信号を処理して高分解能な反射強度分布を生成すると共に、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器 1 で得られる高分解能な反射強度分布の組を用意し、到来目標の反射強度分布と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する識別処理部としてのレンジプロフィール識別処理部 3 とを備えている。ここで、本明細書で言及する「高分解能な反射強度分布」とは、目標の形状に対して目標の散乱点を分離できる程度に高い空間分解能を有する反射強度分布である。

【0009】

ここで、レンジプロフィールデータベース 4 は、候補目標の高分解能な反射強度分布の観測角特性として候補目標のレンジプロフィールの観測角特性を予め蓄積し、レンジプロフィール識別処理部 3 は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を様々に仮定して、各レーダ器 1 で得られるレンジプロフィールの組を用意し、到来目標のレンジプロフィールと比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する。

【0010】

図 2 は、レンジプロフィール識別処理部 3 の内部構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、レンジプロフィール識別処理部 3 は、目標位置推定部 2 により推定された目標位置において候補目標の姿勢を様々に仮定して各レーダ器の観測角を目標と各レーダ器の位置関係から算出する観測角算出部 3 a と、観測角に対応する候補目標のレンジプロフィールをレンジプロフィールデータベース 4 から読み出すレンジプロフィール読み出し部 3 b と、レンジプロフィールに基づいて到来目標の機種と姿勢の推定結果を出力する判定部 3 c とを有する。

【0011】

次に、上記構成を備える実施の形態 1 に係るレーダ装置の動作について説明する。

( 1 ) レーダ器 1 - m ( m = 1 , 2 , . . . , M ) は、図 3 に示すように、複数地点に配置されているものとする。各レーダ器 1 - m の位置 (  $x_m$  ,  $y_m$  ,  $z_m$  ) ( m = 1 , 2 , . . . , M ) は既知である。各レーダ器 1 - m は、同一目標に対してそれぞれパルスを送受信する。得られた受信信号から、各レーダ器 1 - m で観測した目標のレンジプロフィール  $s_m$  ( m = 1 , 2 , . . . , M ) と、各レーダ器 1 - m から目標までの距離  $R_m$  ( m = 1 , 2 , . . . , M ) を得る。ここで、レンジプロフィール  $s_m$  は次式で定義されるベクトルである。ただし、 $s(r)$  は r 番目のレンジビンにおける RCS の観測量である。K はレンジビン数である。

【0012】

10

20

30

40

【数 1】

$$\mathbf{S}_m = [s_m(r_1), s_m(r_2), \dots, s_m(r_K)]^T \quad (1)$$

【0013】

各レーダ器 1 - m で得られた目標のレンジプロフィール  $s_m$  と目標までの距離  $R_m$  は、目標位置推定部 2 に送られる。

【0014】

(2) 目標位置推定部 2 は、各レーダ器 1 - m で測定した目標までの距離  $R_m$  と、既知の情報である各レーダ器 1 - m の位置 ( $x_m, y_m, z_m$ ) から、目標位置を推定する。目標位置を  $P_t$  ( $x_p, y_p, z_p$ ) とすると、各レーダ器 1 - m と目標位置  $P_t$  の距離  $R_m$  は次式で表される。

10

【0015】

【数 2】

$$R_m = \sqrt{(x_m - x_p)^2 + (y_m - y_p)^2 + (z_m - z_p)^2} \quad (m=1,2,\dots,M) \quad (2)$$

【0016】

目標位置  $P_t$  は、式 (1) の非線形の連立方程式を最小 2 乗法により解くことにより決定する。目標位置推定部 2 で推定された目標位置  $P_t$  と、目標のレンジプロフィール  $s_m$  は、レンジプロフィール識別処理部 3 へ送られる。

20

【0017】

(3) 観測角算出部 3 a は、目標位置  $P_t$  において候補目標  $N$  ( $N=1, 2, \dots, N$ ) の姿勢 ( $i_x, i_y, i_z$ ) を様々に仮定して、各レーダ器 1 - m の観測角 ( $\alpha_m, \beta_m$ ) ( $m=1, 2, \dots, M$ ) を目標と各レーダ器 1 - m の位置関係から算出する。ここで、( $i_x, i_y, i_z$ ) は目標の姿勢を表し、それぞれ目標の機首方向、横方向、高さ方向の単位ベクトルを表す。( $\alpha_m, \beta_m$ ) は各レーダ器 1 - m の観測角で、エレベーション角  $\alpha_m$  とアジマス角  $\beta_m$  で表される。観測角 ( $\alpha_m, \beta_m$ ) は、目標を基準とした各レーダ器 1 - m の方向であり、図 4 に示されるように、( $i_x, i_y, i_z$ ) 座標系における ( $i_x, i_y$ ) 平面内で  $i_x$  軸から時計回りに測ったアジマス角  $\beta_m$ 、および ( $i_x, i_y$ ) 平面から  $i_z$  軸方向に測ったエレベーション角  $\alpha_m$  で定義する。

30

【0018】

(4) そして、レンジプロフィール読み出し部 3 b が、この観測角 ( $\alpha_m, \beta_m$ ) に対応する候補目標  $N$  のレンジプロフィール  $s_N$ 、( $\alpha_m, \beta_m$ ) を、各候補目標  $N$  について様々な観測角に対するレンジプロフィールを蓄積するデータベース 4 から読み出してきて、次式のベクトルとして用意する。

【0019】

【数 3】

$$\mathbf{S}(n, (i_x, i_y, i_z), P_t) = [s_{n,(\theta_1, \phi_1)}, s_{n,(\theta_2, \phi_2)}, \dots, s_{n,(\theta_M, \phi_M)}]^T \quad (3)$$

40

【0020】

式 (3) の  $\mathbf{S}(N, (i_x, i_y, i_z), P_t)$  は、目標位置  $P_t$  において候補目標  $N$  が姿勢 ( $i_x, i_y, i_z$ ) であるときに各レーダ器 1 - m で得られるレンジプロフィール  $s_N$ 、( $\alpha_m, \beta_m$ ) を要素とするベクトルである。

【0021】

(5) 判定部 3 c は、まず、目標位置推定部 2 から送られた各レーダ器 1 - m で観測した目標のレンジプロフィール  $s_m$  を要素とするベクトル  $S_{obs}$  を次式で与える。

【0022】

【数 4】

$$\mathbf{S}_{obs} = [\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \dots, \mathbf{s}_M]^T \quad (4)$$

【0023】

(6)次に、候補目標Nが到来目標と一致して、かつ、姿勢( $i_x$ 、 $i_y$ 、 $i_z$ )が等しいときに $S_{obs}$ と $S(N, (i_x, i_y, i_z), P_t)$ が理想的には一致することを踏まえ、次式の評価関数を最小化する候補目標N、姿勢( $i_x$ 、 $i_y$ 、 $i_z$ )の組をそれぞれ到来目標の機種と姿勢の推定結果とする。

【0024】

【数 5】

$$F(n, (i_x, i_y, i_z), P_t) = \| \mathbf{S}_{obs} - \mathbf{S}(n, (i_x, i_y, i_z), P_t) \| \quad (5)$$

【0025】

(他の実施例)

(相関値)

上記実施の形態1では、式(5)の評価関数を導入し、 $S_{obs}$ と $S(N, (i_x, i_y, i_z), P_t)$ の誤差を最小化するように候補目標と姿勢を決定したが、次式の評価関数を導入し、相関値を評価指標として識別を行うようにしても良い。

【0026】

【数 6】

$$F(n, (i_x, i_y, i_z), P_t) = \text{xcoll}(\mathbf{S}_{obs}, \mathbf{S}(n, (i_x, i_y, i_z), P_t)) \quad (6)$$

【0027】

ここで、 $\text{xcoll}$ は、次式で表されるように、 $S_{obs}$ と $S(N, (i_x, i_y, i_z), P_t)$ の対応する要素( $s_1$ と $s_{n, (1, 1)}$ 、 $s_2$ と $s_{n, (2, 2)}$ 、 $s_M$ と $s_{n, (M, M)}$ )ごとに最大相関値を計算し、これを足し合わせた値を返すオペレータである。

【0028】

【数 7】

$$\text{xcoll}(\mathbf{S}_{obs}, \mathbf{S}(n, (i_x, i_y, i_z), P_t)) = \sum_{m=1}^M \max(A_m(n)) \quad (7)$$

ここで、

$$A_m(n) = \sum_{k=1}^K s_m(n+k) s_{1, (\theta_m, \phi_m)}(k) \quad (n=0, 1, \dots, K-1, m=1, 2, \dots, M) \quad (8)$$

【0029】

このとき、式(6)の評価関数を最大化する候補目標と姿勢を識別結果として出力する。

【0030】

(他の実施例)

(データベース)

上記実施の形態1では、候補目標のレンジプロファイルの観測角特性を予め蓄積するレンジプロファイルデータベース4を設けるようにしたが、候補目標の形状を用意しておき、GTD(Geometrical Theory of Diffraction)等の数値計算により逐次レンジプロファイルを計算するような構成にしても同様の効果が得られる。

【0031】

10

20

30

40

50

(他の実施例)

(マルチスタティック)

上記実施の形態1では、複数のレーダ器でパルスを送受信し、同一目標を観測するモノスタティックレーダシステムの例で説明したが、図5に示すように、1つのレーダ器で送信を行い、全てのレーダ器で同時に受信を行うマルチスタティックレーダシステムにおいても、同様の効果が得られることは容易に推測できる。

【0032】

(効果)

以上のように、この発明の実施の形態1によれば、レーダ数が少ない場合にも、高分解能なレンジプロファイルを用いて到来目標を精度よく識別することができる。また、各レーダ器で測定した目標までの距離情報を用いて目標の位置を推定するようにしたので、角度分解能が低いレーダ器を用いた場合にも目標位置を精度良く推定でき、識別率が向上する。

10

【0033】

実施の形態2

(クロスレンジプロファイル)

以下、図6～図7に従いこの発明の実施の形態2について説明する。

図6は、この発明の実施の形態2に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。また、図7は、この発明の実施の形態2に係るクロスレンジプロファイル識別処理部13の内部構成を示すブロック図である。図6及び図7において、図1及び図2と対応する部分には同一符号を付しその詳細説明を省略する。

20

【0034】

図6に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布としてクロスレンジプロファイルを用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、複数地点に設置したレーダ器11(11-1, 11-2, …, 11-Mを総称する)と、図1に示す実施の形態1と同様な目標位置推定部2と、データベースとしてのRCS(Radar Cross Section)データベース14と、識別処理部としてのクロスレンジプロファイル生成部12及びクロスレンジプロファイル識別処理部13とを備えている。

【0035】

ここで、データベース14は、高分解能な反射強度分布の観測角特性として、候補目標のRCSの観測角特性を予め蓄積し、クロスレンジプロファイル生成部12は、受信信号を処理してクロスレンジプロファイルを生成し、クロスレンジプロファイル識別処理部13は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器11で得られるクロスレンジプロファイルの組を用意し、到来目標のクロスレンジプロファイルと比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する。

30

【0036】

また、クロスレンジプロファイル識別処理部13は、図7に示すように、図2に示す実施の形態1と同様な、観測角算出部3a及び判定部3cを有すると共に、レンジプロファイル読み出し部3bの代わりに、RCSデータベース14から観測角に対応する候補目標のRCSの観測角特性を読み出すRCS読み出し部13aを有する。

40

【0037】

前述した実施の形態1では、レンジ分解能の高いレーダを用いることで目標のレンジプロファイルを観測したが、レンジ分解能が低いレーダではレンジプロファイルが得られない。しかし、目標が移動する場合、複数パルスを送受信してドップラー周波数を観測することにより、レンジに直交するクロスレンジ方向の長さに対する反射強度分布(クロスレンジプロファイル)を観測できる。クロスレンジプロファイルの観測方法は、文献High-Resolution Radar Second Edition(著者Donald R. Wehner, 出版社Artech House Publishers, pp. 341~433)を参照のこと。

【0038】

50

次に、上記構成を備える実施の形態 2 に係るレーダ装置の動作について説明する。

(1) 複数地点に配置されたレーダ器 11-m ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) は、 $t = 0$  ( $s$ ) から  $t = T$  ( $s$ ) の間に、それぞれ同一目標に対してパルス照射して反射波を受信する処理を H 回繰り返す。これにより、各レーダ器 11-m で収集した受信信号  $g_m(h)$  ( $h = 1, 2, \dots, H$ ) と、各レーダ器 11-m から目標までの距離  $R_m(h)$  ( $m = 1, 2, \dots, M, h = 1, 2, \dots, H$ ) を得る。ここで、T を合成開口時間、H をヒット数、h をヒット番号と呼ぶ。なお、各レーダ器 11-m の位置 ( $x_m, y_m, z_m$ ) ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) は既知であるとする。各レーダ器 11-m で得られた受信信号  $g_m(h)$  と目標までの距離  $R_m(h)$  は、目標位置推定部 2 に送られる。

【0039】

(2) 目標位置推定部 2 は、実施の形態 1 と同様の処理を H 回の送受信についてそれぞれ行い、目標位置  $P_t(h)$  ( $h = 1, 2, \dots, H$ ) を推定する。なお、目標位置  $P_t(h)$  は、 $t = 0$  ( $s$ ) から  $t = T$  ( $s$ ) の間に目標が移動した軌跡の推定値を表すので、以降の説明では軌跡  $P_t(h)$  と呼ぶことにする。目標位置推定部 2 で推定された軌跡  $P_t(h)$  と、受信信号  $g_m(h)$  は、クロスレンジプロフィール生成部 12 へ送られる。

【0040】

(3) クロスレンジプロフィール生成部 12 は、目標位置推定部 2 で推定された軌跡  $P_t(h)$  に基づいて受信信号  $g_m(h)$  を処理して、各レーダ器 11-m で観測したクロスレンジプロフィール  $Cp_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) を生成する。クロスレンジプロフィール  $Cp_m$  は次式で定義されるベクトルである。ただし、 $Cp(r)$  は r 番目のクロスレンジセルにおける RCS の観測量である。D はクロスレンジセル数である。

【0041】

【数 8】

$$Cp_m = [Cp_m(r_1), Cp_m(r_2), \dots, Cp_m(r_D)]^T \quad (9)$$

【0042】

クロスレンジプロフィール生成部 12 で生成された観測した目標のクロスレンジプロフィール  $Cp_m$  と、目標位置  $P_t(h)$  は、クロスレンジプロフィール識別処理部 13 へ送られる。

【0043】

(4) クロスレンジプロフィール識別処理部 13 において、観測角算出部 3a は、推定された軌跡  $P_t(h)$  において候補目標 N ( $N = 1, 2, \dots, N$ ) の姿勢 ( $i_x, i_y, i_z$ ) を様々に仮定して、各レーダ器 11-m が候補目標 N に対して H 回パルスを送受信するときの各送受信における観測角を算出する。

【0044】

(5) そして、RCS 読み出し部 13a が、この観測角に対する候補目標 N の RCS を、各候補目標 N について様々な観測角に対する RCS を蓄積する RCS データベース 14 から読み出してきて、各レーダ器 11-m が H 回パルスを送受信して得た受信信号を用意する。そして、推定された軌跡  $P_t(h)$  に基づいてこの受信信号を処理して、各レーダ器 11-m で得られるクロスレンジプロフィール  $Cp_m(N, (i_x, i_y, i_z), P_t(h))$  ( $m = 1, 2, \dots, M, N = 1, 2, \dots, H$ ) を生成し、これを次式のようにまとめる。

【0045】

10

20

30

40

【数 9】

$$\mathbf{S}(n, (\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z), \mathbf{P}_t(h)) \\ = [\mathbf{Cp}_1(n, (\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z), \mathbf{P}_t(h)), \mathbf{Cp}_2(n, (\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z), \mathbf{P}_t(h)), \dots, \mathbf{Cp}_M(n, (\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z), \mathbf{P}_t(h))]^T \quad (10)$$

【0046】

(6) 判定部 3c は、まず、クロスレンジプロフィール 12 から送られた各レーダ器 11 - m で観測した目標のクロスレンジプロフィール  $\mathbf{Cp}_m$  を要素とするベクトル  $\mathbf{S}_{obs}$  を次式で与える。 10

【0047】

【数 10】

$$\mathbf{S}_{obs} = [\mathbf{Cp}_1, \mathbf{Cp}_2, \dots, \mathbf{Cp}_M]^T \quad (11)$$

【0048】

次に、候補目標 N が到来目標と一致して、かつ、姿勢 ( $i_x, i_y, i_z$ ) が等しいときに  $\mathbf{S}_{obs}$  と  $\mathbf{S}(N, (i_x, i_y, i_z), \mathbf{P}_t(h))$  が理想的には一致することを踏まえ、次式の評価関数を最小化する候補目標 N、姿勢 ( $i_x, i_y, i_z$ ) の組をそれぞれ到来目標の機種と姿勢の推定結果とする。 20

【0049】

【数 11】

$$F(n, (\mathbf{i}_v, \mathbf{i}_s, \mathbf{i}_u), \mathbf{P}_t(h)) = \|\mathbf{S}_{obs} - \mathbf{S}(n, (\mathbf{i}_v, \mathbf{i}_s, \mathbf{i}_u), \mathbf{P}_t(h))\| \quad (12)$$

【0050】

(他の実施例)

(相関値)

上記実施の形態 2 では、式 (12) の評価関数を導入し、 $\mathbf{S}_{obs}$  と  $\mathbf{S}(N, (i_x, i_y, i_z), \mathbf{P}_t(h))$  の誤差を最小化するように候補目標と姿勢を決定したが、次式の評価関数を導入し、相関値を評価指標として識別を行うようにしても良い。 30

【0051】

【数 12】

$$F(n, (\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z), \mathbf{P}_t(h)) = \text{xcoll}(\mathbf{S}_{obs}, \mathbf{S}(n, (\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z), \mathbf{P}_t(h))) \quad (13)$$

【0052】

このとき、式 (13) の評価関数を最大化する候補目標と姿勢を識別結果として出力する。 40

【0053】

(他の実施例)

(軌跡)

上記実施の形態 2 では、推定された軌跡において候補目標の姿勢を様々に仮定して各レーダ器で得られるクロスレンジプロフィールの組を用意して識別を行ったが、推定された軌跡には、観測誤差が含まれていることを考慮し、推定された軌跡を含むある領域を設け、その領域内で軌跡を様々に仮定し、仮定した軌跡において候補目標の姿勢を様々に仮定して各レーダ器で得られるクロスレンジプロフィールの組を用意して識別を行うようにしてもよい。

## 【0054】

(他の実施例)

(マルチスタティック)

上記実施の形態2では、複数のレーダ器でパルスを送受信し、同一目標を観測するモノスタティックレーダシステムの例で説明したが、1つのレーダ器で送信を行い、全てのレーダ器で同時に受信を行うマルチスタティックレーダシステムにおいても、同様の効果が得られることは容易に推測できる。

## 【0055】

(効果)

以上のように、この発明の実施の形態2によれば、レーダ数が少ない場合にも、高分解能なクロスレンジプロフィールを用いて到来目標を精度よく識別することができる。また、レンジ分解能が低いレーダを用いても到来目標を精度よく識別することができる。

## 【0056】

実施の形態3

(レーダ画像)

以下、図8～図9に従いこの発明の実施の形態3について説明する。

図8は、この発明の実施の形態3に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。また、図9は、この発明の実施の形態3によるレーダ画像識別処理部22の内部構成を示すブロック図である。図8及び図9において、図1及び図2と対応する部分には同一符号を付しその詳細説明は省略する。

## 【0057】

図8に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布としてレーダ画像を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、複数地点に設置したレーダ器11(11-1, 11-2, …, 11-Mを総称する)と、図1に示す実施の形態1と同様な目標位置推定部2と、データベースとしての部分RCS(Radar Cross Section)データベース23と、識別処理部としての画像再生部21及びレーダ画像識別処理部22とを備えている。

## 【0058】

ここで、部分RCSデータベース14は、高分解能な反射強度分布の観測角特性として、候補目標の部分RCS(Radar Cross Section)の観測角特性を予め蓄積し、レーダ画像識別処理部22は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られるレーダ画像の組を用意し、到来目標のレーダ画像と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する。

## 【0059】

また、レーダ画像識別処理部22は、図9に示すように、図2及び図7に示す実施の形態1及び2と同様な、観測角算出部3a及び判定部3cを有すると共に、レンジプロフィール読み出し部3bの代わりに、部分RCSデータベース23から観測角に対応する候補目標の部分RCSの観測角特性を読み出す部分RCS読み出し部22aを有する。

## 【0060】

前述した実施の形態2では、レンジ分解能が低いレーダでレンジに直交するクロスレンジ方向の長さに対する反射強度分布(クロスレンジプロフィール)を観測して識別を行ったが、レンジ分解能が高いレーダを用いることにより、目標上の反射強度分布をレンジとクロスレンジを軸とする高分解能な画像として得ることができる。レンジとクロスレンジを軸とする目標のレーダ画像の生成方法は、文献High-Resolution Radar Second Edition(著者Donald R. Wehner, 出版社Artech House Publishers, pp. 341~433)を参照のこと。

## 【0061】

次に、上記構成を備える実施の形態3に係るレーダ装置の動作について説明する。

(1)レーダ器11-mと目標位置推定部2までの処理は実施の形態2と同じである。

## 【0062】

10

20

30

40

50

(2) 目標位置推定部 2 からの目標位置  $P_t(h)$  と受信信号  $g_m(h)$  を受信した画像再生部 21 は、上記受信信号を処理してレンジとクロスレンジを軸とする目標のレーダ画像  $I_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) を再生し、得られたレーダ画像  $I_m$  と目標位置  $P_t(h)$  をレーダ画像識別処理部 22 に送る。

【0063】

レーダ画像識別処理部 22 は、実施の形態 2 で、クロスレンジプロフィール識別処理部 12 が、観測した目標のクロスレンジプロフィールと候補目標のクロスレンジプロフィールを比較していたものを、レーダ画像に代えた処理であるので、説明を省略する。なお、クロスレンジプロフィールに代えてレーダ画像を用いて識別するようにしたので、部分 RCS 読み出し部 22a は、クロスレンジプロフィールに代えて、レンジとクロスレンジを軸とする候補目標のレーダ画像を生成する。このとき、候補目標のレーダ画像は、各候補目標  $N$  について様々な観測角に対する部分 RCS を蓄積している部分 RCS データベースから部分 RCS を読み出してきて生成する。ここで、部分 RCS は、目標上の各散乱中心の RCS である。

10

【0064】

(他の実施例)

(マルチスタティック)

上記実施の形態 3 では、各レーダ器 11 -  $m$  がそれぞれ独自に送受信を行うモノスタティックレーダシステムの例で説明したが、1つのレーダ器で送信を行い、全てのレーダ器で同時に受信を行うマルチスタティックレーダシステムにおいても、同様の効果が得られることは容易に推測できる。

20

【0065】

(効果)

以上のように、この発明の実施の形態 3 によれば、高分解能なレーダ画像を用いることにより目標識別処理のパラメータがさらに増大し、レーダ数が少ない場合にも到来目標を精度よく識別することができる。

【0066】

実施の形態 4 .

(特徴量)

以下、図 10 ~ 図 11 に従いこの発明の実施の形態 4 について説明する。

30

図 10 は、この発明の実施の形態 4 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

図 10 に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布の特徴量を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、複数地点に設置したレーダ器 1 ( $1-1, 1-2, \dots, 1-M$  を総称する) と、図 1 に示す実施の形態 1 と同様な目標位置推定部 2 と、データベースとしての特徴量データベース 33 と、識別処理部としての特徴量算出部 31 及び特徴量識別処理部 32 とを備えている。

【0067】

ここで、特徴量データベース 33 は、高分解能な反射強度分布の観測角特性として、候補目標の高分解能な反射強度分布の特徴量の観測角特性を予め蓄積し、特徴量識別処理部 32 は、推定した目標位置において候補目標の姿勢を仮定して、各レーダ器で得られる高分解能な反射強度分布の特徴量の組を用意し、到来目標の高分解能な反射強度分布の特徴量と比較することにより到来目標の機種と姿勢を推定する。

40

【0068】

次に、上記構成を備える実施の形態 4 に係るレーダ装置の動作について説明する。

本実施の形態 4 では、観測した目標のレンジプロフィールから得られる特徴量と、候補目標のレンジプロフィールから得られる特徴量を照らし合わせることにより識別を行う点が上記実施の形態 1 と異なる。

【0069】

目標位置推定部 2 から目標位置  $P_t$  と目標のレンジプロフィール  $s_m$  を受信する特徴量

50

算出部 3 1 では、各レーダ器 1 - m で観測したレンジプロファイル  $s_m$  から、特徴量としては、以下の目標の大きさと平均電力を算出する。

【 0 0 7 0 】

( 目標の大きさ )

図 1 1 に示すように、各レーダ器 1 - m で観測したレンジプロファイル  $s_m$  に対し、受信信号強度の閾値  $T_{amp}$  を設定し、閾値  $T_{amp}$  を超えるレンジセルから目標の大きさ  $L_m$  を推定する。

【 0 0 7 1 】

( 平均電力 )

各レーダ器 1 - m で観測したレンジプロファイル  $s_m$  に対し、受信信号強度の閾値  $T_{amp}$  を設定し、閾値  $T_{amp}$  を超えるレンジセルの受信信号強度を平均し、平均電力  $P_m$  とする。

【 0 0 7 2 】

特徴量算出部 3 1 は、目標位置  $P_t$  と、各レーダ器 1 - m で観測したレンジプロファイル  $s_m$  から上記のようにして算出した特徴量を特徴量識別処理部 3 2 に送る。

【 0 0 7 3 】

特徴量識別処理部 3 2 では、目標のレンジプロファイルから得られる特徴量と、候補目標のレンジプロファイルから得られる特徴量を照らし合わせるにより識別を行う。すなわち、観測された位置において候補目標の姿勢を様々に仮定して、各レーダ器で得られるレンジプロファイルから算出される特徴量を、候補目標のレンジプロファイルから算出した特長量の観測角特性を予め記憶している特徴量データベース 3 3 から読み出すことによって用意し、観測した目標の特徴量との差を最小にする候補目標と姿勢をそれぞれ到来目標の機種と姿勢の推定値とする。

【 0 0 7 4 】

( 効果 )

以上のように、この発明の実施の形態 4 によれば、目標のレンジプロファイルから得られる特徴量と、候補目標のレンジプロファイルから算出した特徴量を照らし合わせるにより識別を行うようにしたので、例えば雑音により観測したレンジプロファイルが変化した場合にも、識別の精度が低下するのを抑えることができる。

【 0 0 7 5 】

なお、本実施の形態 4 では、上記実施の形態 1 の発展形としてその内容を説明したが、上記実施の形態 2 および 3 の発展形としても実現できるのは言うまでもない。すなわち、候補目標のレンジプロファイルの他に、クロスレンジプロファイル、レンジとクロスレンジを軸とするレーダ画像のいずれかから算出した特徴量を照らし合わせるにより識別を行うことができる。

【 0 0 7 6 】

実施の形態 5 .

( 周波数 )

以下、図 1 2 ~ 図 1 3 に従いこの発明の実施の形態 5 について説明する。

図 1 2 は、この発明の実施の形態 5 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

図 1 2 に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、複数地点に設置したレーダ器 4 1 ( 4 1 - 1 , 4 1 - 2 , . . . , 4 1 - M を総称する ) と、図 1 に示す実施の形態 1 と同様な目標位置推定部 2 と、データベースとしての多周波数特徴量データベース 4 3 と、識別処理部としての周波数考慮型識別処理部 4 2 とを備えている。

【 0 0 7 7 】

ここで、多周波数データベース 4 3 は、高分解能な反射強度分布の観測角特性として、候補目標のレーダ信号の周波数に対応した高分解能な反射強度分布及びその特徴量の観測角特性を蓄積し、周波数考慮型識別処理部 4 2 は、各レーダ器が周波数の異なるレーダ信

号を送受信することを考慮して目標の機種の種類と姿勢の推定を行う。

【0078】

すなわち、本実施の形態5では、実施の形態1において、レーダ器1をレーダ器41に、識別処理部1を周波数考慮型識別処理部42に、データベース1を多周波数データベース43に代えた点異なる。

【0079】

次に、上記構成を備える実施の形態5に係るレーダ装置の動作について説明する。

(1) 図13に示すように、各レーダ器41-mが異なる周波数 $f_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ )で送受信を行い、目標のレンジプロフィールと目標までの距離を得る。

【0080】

(2) 周波数考慮型識別処理部42では、目標位置において候補目標の姿勢を様々に仮定して、各レーダ器41-mで周波数 $f_m$ のレーダ信号を送受信して得られるレンジプロフィールを、複数の周波数に関して候補目標のレンジプロフィールの観測角特性を予め記憶している多周波数データベース43から読み出してくることによって用意し、観測した目標のレンジプロフィールとの差を最小にする候補目標と姿勢をそれぞれ到来目標の機種と姿勢の推定結果とする。

【0081】

このように、本実施の形態5では、各レーダ器で周波数の異なるレーダ信号を送受信して目標識別を行えるようにしたので、周波数を切り替えて送受信を行えるレーダ器は、必要に応じて送受信信号の周波数を選択できる。また、送受信信号の周波数が異なる単体レーダ器をネットワーク化して識別を行うことができる。

【0082】

なお、本実施の形態5では、上記実施の形態1の発展形としてその内容を説明したが、上記実施の形態2および3の発展形としても実現できるのは言うまでもない。

【0083】

実施の形態6

(偏波)

以下、図14～図15に従いこの発明の実施の形態6について説明する。

図14は、この発明の実施の形態6に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

図14に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、複数地点に設置したレーダ器51 ( $51-1, 51-2, \dots, 51-M$ を総称する)と、図1に示す実施の形態1と同様な目標位置推定部2と、データベースとしての散乱行列データベース53と、識別処理部としての偏波考慮型識別処理部52とを備えている。

【0084】

ここで、散乱行列データベース53は、高分解能な反射強度分布の観測角特性として、高分解能な反射強度分布の観測角特性として、候補目標の散乱行列レンジプロフィールの観測角特性を蓄積し、偏波考慮型識別処理部52は、各レーダ器が偏波の異なるレーダ信号を送受信することを考慮して目標の機種の種類と姿勢の推定を行う。

【0085】

すなわち、本実施の形態6では、実施の形態1において、レーダ器1をレーダ器51に、識別処理部1を偏波考慮型識別処理部52に、データベース1を散乱行列データベース53に代えた点異なる。

【0086】

次に、上記構成を備える実施の形態6に係るレーダ装置の動作について説明する。

(1) 図15に示すように、各レーダ器51-mが異なる偏波 $P_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ )で送受信を行い、目標のレンジプロフィールと目標までの距離を得る。

【0087】

(2) 散乱行列データベース53は、散乱行列レンジプロフィールの観測角特性を予め

10

20

30

40

50

記憶しており、この情報を用いれば、偏波合成により任意の送受信偏波に対するレンジプロフィールを計算可能である。例えば、散乱行列データベース53には、観測角 $(\theta_m, \phi_m)$ に対応する候補目標Nの散乱行列レンジプロフィール $z_N$ 、 $(\theta_m, \phi_m)$ を記憶するものとする。

【0088】

【数13】

$$\mathbf{z}_m = [z_m(r_1), z_m(r_2), \dots, z_m(r_K)]^T \quad (14)$$

【0089】

ただし、 $z(r)$ はr番目のレンジピンにおける散乱行列である。

【0090】

偏波考慮型識別処理部52は、目標位置において候補目標の姿勢を様々に仮定して、各レーダ器51-mで偏波Pmのレーダ信号を送受信して得られるレンジプロフィールを、候補目標の散乱行列レンジプロフィールの観測角特性を予め記憶している散乱行列データベース53から読み出してきて生成し、観測した目標のレンジプロフィールとの差を最小にする候補目標と姿勢をそれぞれ到来目標の機種と姿勢の推定結果とする。偏波合成については文献Radar Polarimetry for Geoscience Applications(著者Fawwaz T. Ulaby, Charles Elachi, 出版社Artech House、pp. 27~32)を参照のこと。

【0091】

(効果)

以上のように、実施の形態6によれば、各レーダ器で異なる偏波を送受信して目標識別を行えるようにしたので、偏波を切り替えて送受信を行えるレーダ器は、必要に応じて送受信信号の偏波を選択できる。また、送受信信号の偏波が異なるレーダ器をネットワーク化して識別を行うことができる。さらに、データベースに候補目標の散乱行列レンジプロフィールを蓄積するようにしたので、あらゆる偏波に対するレンジプロフィールを蓄積する必要がなく、データベースの容量を小さくすることができる。

【0092】

なお、本実施の形態6では、上記実施の形態1の発展形としてその内容を説明したが、上記実施の形態2および3の発展形としても実現できるのは言うまでもない。

【0093】

実施の形態7

(複数回観測、多数決)

以下、図16~図17に従いこの発明の実施の形態7について説明する。

図16は、この発明の実施の形態7に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

図16に示すレーダ装置は、複数地点に設置したレーダ器で同一目標を観測して得られる目標の高分解能な反射強度分布を用いて目標の識別と目標の姿勢を推定するレーダ装置であって、図1に示す実施の形態1と同様な構成として、複数地点に設置したレーダ器1(1-1, 1-2, ..., 1-Mを総称する)と、図1に示す実施の形態1と同様な目標位置推定部2と、データベースとしてのレンジプロフィールデータベース4と、識別処理部としてのレンジプロフィール識別処理部32とを備えると共に、各レーダ器での送受信から識別処理部での識別までの処理を複数回繰り返して得られる複数の識別結果の中で、最も多く目標の機種と判断された候補目標を最終的な到来目標の機種として出力する複数回観測判定部61をさらに備えている。

【0094】

すなわち、本実施の形態7では、実施の形態1において、複数回観測判定部61を加えた点が異なる。

【0095】

次に、上記構成を備える実施の形態7に係るレーダ装置の動作について説明する。

(1) 図17に示すように、各レーダ器1-mでの送受信からレンジプロフィール識別

10

20

30

40

50

処理部 3 での識別までの処理を複数回繰り返して、得られた複数の識別結果を複数回観測判定部 6 1 が蓄積する。

【0096】

(2) 複数回観測判定部 6 1 は、得られた識別結果の中で、最も多く識別結果として選択された候補目標と姿勢を、到来目標の機種と姿勢の識別結果とする。

【0097】

(効果)

以上のように、実施の形態 7 によれば、複数回の観測で得られた複数の識別結果を総合して識別結果を得るようにしたので、誤識別を低減することができる。

【0098】

なお、本実施の形態 7 では、実施の形態 1 の発展形としてその内容を説明したが、実施の形態 2 ないし 6 の発展形としても実現できるのは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図 1】この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 のレンジプロファイル識別処理部 3 の内部構成を示すブロック図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【図 5】この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【図 6】この発明の実施の形態 2 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】図 6 のクロスレンジプロファイル識別処理部 1 3 の内部構成を示すブロック図である。

【図 8】この発明の実施の形態 3 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】図 8 のレーダ画像識別処理部 2 2 の内部構成を示すブロック図である。

【図 10】この発明の実施の形態 4 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】この発明の実施の形態 4 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【図 12】この発明の実施の形態 5 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 13】この発明の実施の形態 5 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【図 14】この発明の実施の形態 6 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 15】この発明の実施の形態 6 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【図 16】この発明の実施の形態 7 に係るレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 17】この発明の実施の形態 7 に係るレーダ装置の動作を説明する図である。

【符号の説明】

【0100】

1, 1-1, 1-2, …, 1-M, 11, 11-1, 11-2, …, 11-M、41, 41-1, 41-2, …, 41-M、51, 51-1, 51-2, …, 51-M レーダ器、2 目標位置推定部、3 レンジプロファイル識別処理部、3a 観測角算出部、3b レンジプロファイル読み出し部、3c 判定部、4 レンジプロファイルデータベース、12 クロスレンジプロファイル生成部、13 クロスレンジプロファイル識別処理部、13a R C S 読み出し部、14 R C S データベース、12 画像再生部、22 レーダ画像識別処理部、22a 部分 R C S 読み出し部、33 部分 R C S データベース、31 特徴量算出部、32 特徴量識別処理部、33 特徴量データベース、42 周波数考慮型識別処理部、43 多周波数データベース、52 偏波考慮型識別処理部、53 散乱行列データベース、61 複数回観測判定部。

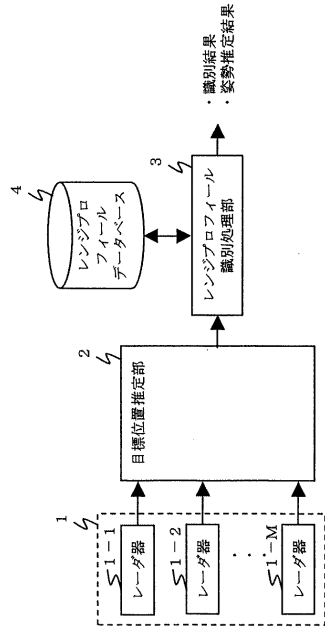
10

20

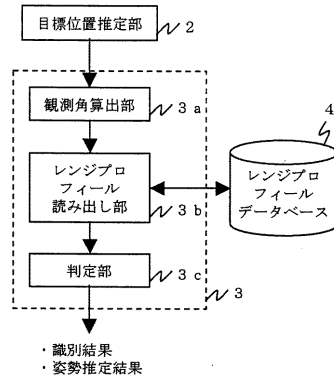
30

40

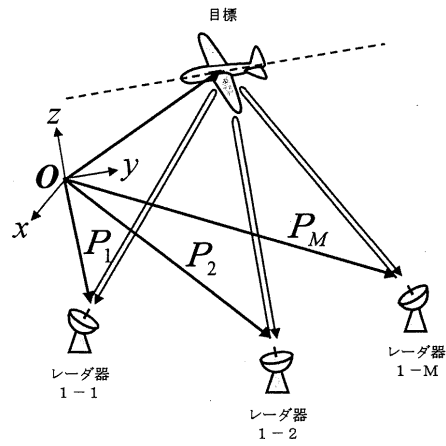
【図1】



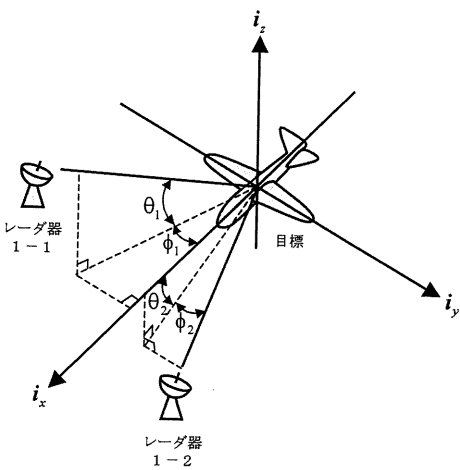
【図2】



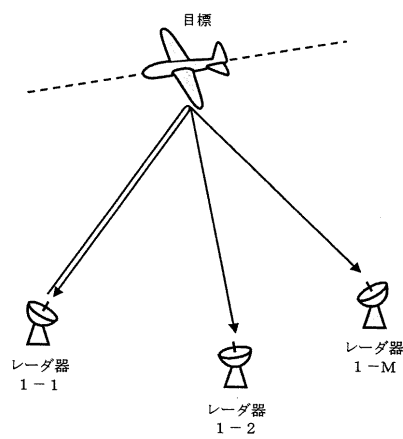
【図3】



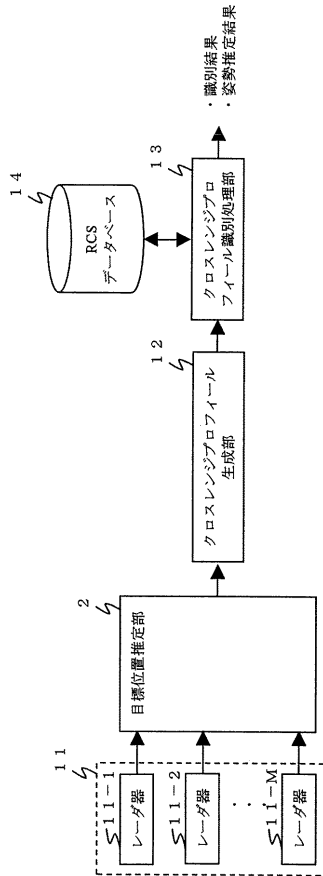
【図4】



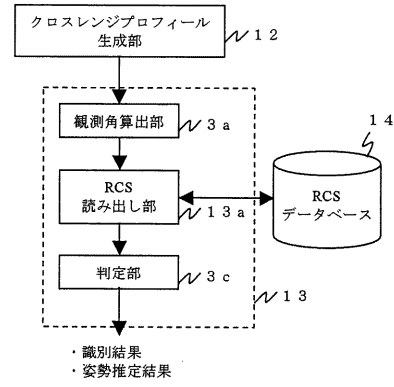
【図5】



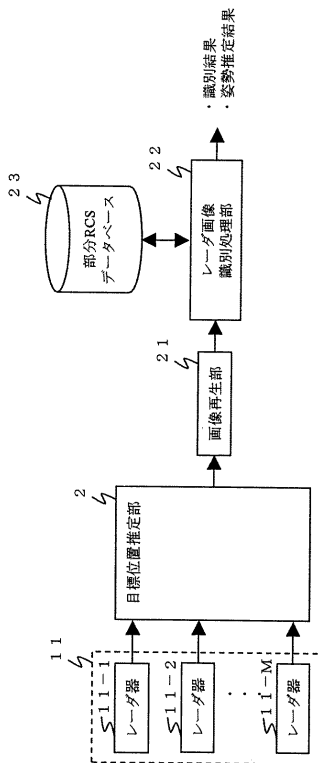
【図6】



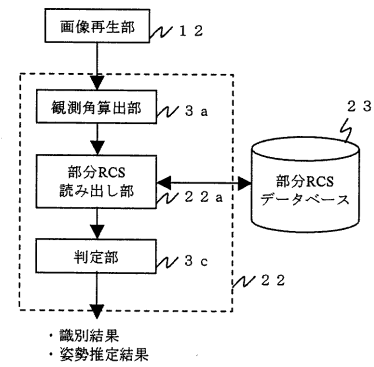
【図7】



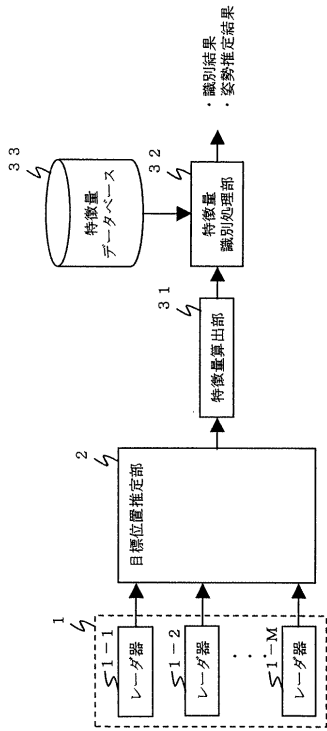
【図8】



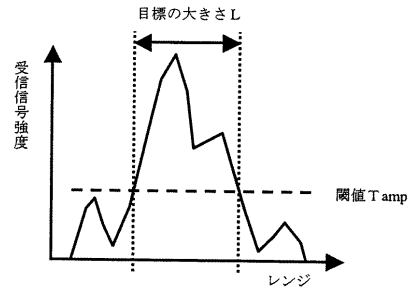
【図9】



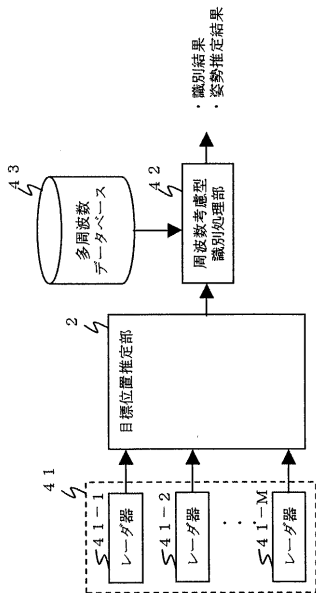
【図 10】



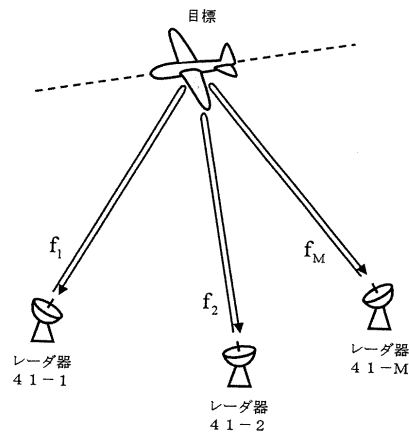
【図 11】



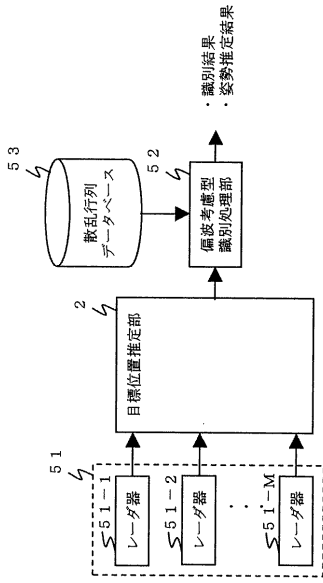
【図 12】



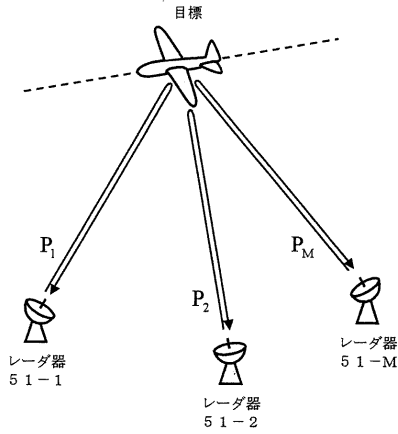
【図 13】



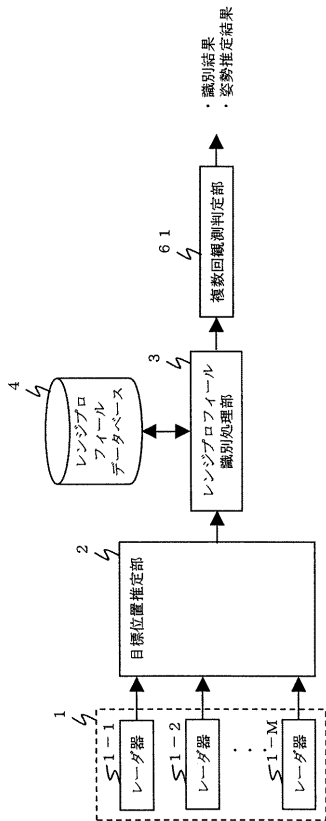
【 図 1 4 】



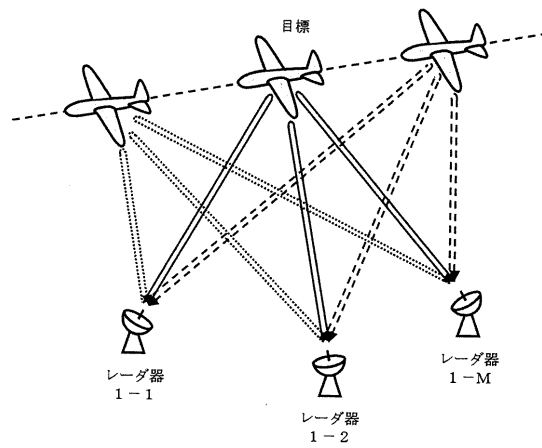
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 島田 雅史  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 山本 和彦  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 諏訪 啓  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 岩本 雅史  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5J070 AC02 AC19 AD05 AE04 AF01 AH19 AH33 AJ13 AK22 BD01