

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

## 特許第3484496号

( P 3 4 8 4 4 9 6 )

(45)発行日 平成16年 1月 6日 (2004.1.6)

(24)登録日 平成15年10月24日 (2003.10.24)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G01S 13/87

G01S 13/87

7/40

7/40

C

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2001 - 155273( P 2001 - 155273)

(73)特許権者 390014306

(22)出願日 平成13年 5月24日 (2001.5.24)

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

(65)公開番号 特開2002 - 350532( P 2002 - 350532 A )

(72)発明者 大久保 英樹

東京都世田谷区千歳台 6 - 4 - 6 - 502

(43)公開日 平成14年12月 4日 (2002.12.4)

(72)発明者 大澤 満

審査請求日 平成13年 5月24日 (2001.5.24)

東京都立川市栄町 1 - 6 - 1 共済住宅

A - 205

(74)代理人 100079290

弁理士 村井 隆

審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レーダアンテナ調整誤差補正方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該2つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して、前記2つのレーダの円の接点又は交点を算出し、接点又は交点が存在しない場合は、各レーダの距離精度により各々円の半径を延長して接点又は交点を算出し、算出した前記接点又は交点の1つを採用交点としてレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴とするレーダアンテナ調整誤差補正方法。

【請求項 2】 2つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該2つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して、前記2つのレーダの円の交点

2

を2点算出するが、少なくとも各レーダの測位データの情報を利用して採用交点を算出しようとしたときに前記2点の交点のどちらかに決められない場合、両方の交点を採用交点として、両方の採用交点を結ぶ線分の中点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴とするレーダアンテナ調整誤差補正方法。

【請求項 3】 3つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該3つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記3つのレーダのうちの2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して前記2つのレーダの円の接点又は交点を算出し、算出した前記接点又は交点の1つを採用交点としてそれぞれ2つのレーダの組み合わせで1点ずつ合計3点の採用交点を得、それら3点からなる三角形の内心点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴とするレーダアンテナ

10

ナ調整誤差補正方法。

【請求項 4】 3つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該 3つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記 3つのレーダのうちの 2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して前記 2つのレーダの円の接点又は交点を算出するが、ある 2つのレーダの円の交点が 2点存在し、少なくとも各レーダの測位データの情報を利用して採用交点を算出しようとしたときに前記 2点の交点のどちらかに決められない場合、両方の交点を採用交点とし、当該両方の交点の一方の採用交点と残りの組み合わせによる 2点の採用交点からなる第 1の三角形の内心点と、当該両方の交点の他方の採用交点と前記残りの組み合わせによる 2点の採用交点からなる第 2の三角形の内心点とを求め、前記第 1及び第 2の三角形の内心点を結ぶ線分の中点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴とするレーダアンテナ調整誤差補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のレーダ及び複数レーダと通信回線で接続した目標統合処理装置における、目標統合処理した航空機等の目標位置の高精度化技術であって、複数レーダの測位データを用いた距離交会法によるレーダアンテナ調整誤差補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、従来の目標統合処理方式では、複数レーダから得られる同時刻の測位データを用いて目標統合処理を実施する際、目標統合処理装置では「ゲートサイズ」という、指定した範囲の中に存在する各レーダからの測位データを同一の航空機と見なす方式により、目標統合処理を実施している。

【0003】しかしながら、図 8 に示すように、各レーダ（図中 A、B、C で示す）にはそれぞれ測位誤差、特にレーダアンテナ調整誤差があるため、目標統合処理装置で同一の航空機を表示した場合に複数の点として表示されるため、目標統合処理するためには、図 8 右下のように「ゲートサイズ」を大きく設定して目標統合処理を実施する必要があり、目標位置の精度低下をまねいたり、異なる航空機を同一の航空機として誤って目標統合処理を実施する場合がある。また、図 8 左下のように目標位置の精度低下を避けるために「ゲートサイズ」を大きく設定しなかった場合は、同一の航空機を異なる航空機として誤って目標統合処理を実施する場合がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】目標統合処理システム側で、複数レーダから得られる同時刻の測位データを用いて目標統合処理を実施する際、図 7 のように各レーダ（図中 A、B、C で示す）のレーダアンテナ調整誤差を補正できれば、「ゲートサイズ」を必要以上に大きく設定する必要がなく、統合した航空機位置の高精度化を図

ることが可能であり、また異なる航空機を同一の航空機として誤って目標統合処理を実施したり、同一の航空機を異なる航空機として誤って目標統合処理を実施する危険性を低下させることが期待できる。

【0005】本発明では、上記課題を解決し、各レーダのレーダアンテナ調整誤差の影響を除去して、目標統合処理を実施可能にしたレーダアンテナ調整誤差補正方法を提供することを目的とする。

【0006】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本願請求項 1 の発明に係るレーダアンテナ調整誤差補正方法は、2つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該 2つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記 2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して、前記 2つのレーダの円の接点又は交点を算出し、接点又は交点が存在しない場合は、各レーダの距離精度により各々円の半径を延長して接点又は交点を算出し、算出した前記接点又は交点の 1つを採用交点としてレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴としている。

【0008】

【0009】本願請求項 2 の発明に係るレーダアンテナ調整誤差補正方法は、2つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該 2つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記 2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して、前記 2つのレーダの円の交点を 2点算出するが、少なくとも各レーダの測位データの情報を利用して採用交点を算出しようとしたときに前記 2点の交点のどちらかに決められない場合、両方の交点を採用交点として、両方の採用交点を結ぶ線分の中点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴としている。

【0010】本願請求項 3 の発明に係るレーダアンテナ調整誤差補正方法は、3つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該 3つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記 3つのレーダのうちの 2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して前記 2つのレーダの円の接点又は交点を算出し、算出した前記接点又は交点の 1つを採用交点としてそれぞれ 2つのレーダの組み合わせで 1点ずつ合計 3点の採用交点を

得、それら 3点からなる三角形の内心点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴としている。

【0011】本願請求項 4 の発明に係るレーダアンテナ調整誤差補正方法は、3つのレーダの重複領域を移動する同一目標を当該 3つのレーダで同時刻に観測した測位データを用い、前記 3つのレーダのうちの 2つのレーダの距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して前記 2つのレーダの円の接点又は交点を算出するが、ある

2つのレーダの円の交点が2点存在し、少なくとも各レーダの測位データの情報を利用して採用交点を算出したときに前記2点の交点のどちらかに決められない場合、両方の交点を採用交点とし、当該両方の交点の一方の採用交点と残りの組み合わせによる2点の採用交点からなる第1の三角形の内心点と、当該両方の交点の他方の採用交点と前記残りの組み合わせによる2点の採用交点からなる第2の三角形の内心点を求め、前記第1及び第2の三角形の内心点を結ぶ線分の中点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点とすることを特徴としている。

【0012】

【0013】

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るレーダアンテナ調整誤差補正方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0015】まず、個々の実施の形態の説明に入る前に、図1で複数のレーダ及び複数レーダと通信回線で接続した目標統合処理装置における、目標統合処理について説明する。図1で左側がレーダ側の処理、右側が目標統合処理装置側での処理である。また、2重線で囲まれた部分が本発明に関わる処理の部分である。

【0016】図1に示すように、複数レーダによる目標の捕捉後、複数のレーダから同一目標に対する測位データを目標統合処理装置に送信する。目標統合処理装置では、各レーダからの同一目標に対する同時刻の測位データを用いた、レーダアンテナ調整誤差補正量算出のための基準点を算出する。

【0017】\*2つのレーダの測位データを用いる場合、

①2つのレーダからの同一目標に対する同時刻の測位データを用いた距離交会法により基準点を算出する(図2で第1の実施の形態として詳述する)。

②交点が得られない場合、半径を延長後、距離交会法により基準点を算出する(図3で第2の実施の形態として詳述する)。

③2つの交点が得られる場合、両交点の中点により基準点を算出する(図4で第3の実施の形態として詳述する)。

\*3つのレーダの測位データを用いる場合、

④3つのレーダのうち、2つのレーダの組み合わせ(3通り)において、それぞれ2つのレーダからの同一目標に対する同時刻の測位データを用いた距離交会法による交点の算出により、合計3つの交点を算出し、それら3つの交点からなる三角形 $abc$ に内接する円の中心点により基準点を算出する(図5で第4の実施の形態として詳述する)。

⑤2つのレーダの組み合わせのうち、ある組み合わせにおいて、2つのレーダからの同一目標に対する同時刻の

測位データを用いた距離交会法による交点の算出において2つの交点が得られる場合、両交点と他のレーダの組み合わせから得られる交点からなる三角形 $abc$ 及び $a'bc$ にそれぞれ内接する円の中心点を結ぶ線分の中点により基準点を算出する(図6で第5の実施の形態として詳述する)。

【0018】次いで、目標統合処理装置において、⑥算出した基準点に基づき、各レーダ毎のレーダアンテナ調整誤差補正量を算出する。

10 【0019】それから、目標統合処理装置から各レーダに向けて、⑦レーダアンテナ調整誤差補正量を送り、レーダ側にて各レーダ毎測位データの補正を行って目標統合処理装置に送り、目標統合処理装置にて全レーダの測位データの補正を実行する。あるいは、統合処理装置からレーダアンテナ調整誤差補正量をレーダ側に送信する代わりに、各レーダの全測位データの送付を目標統合処理装置に向けて実行し、目標統合処理装置にて全レーダの測位データの補正を実行するようにしてもよい。

20 【0020】ここまでが、本発明に関わる処理の部分であり、以後統合処理装置において全レーダの補正後の測位データを用いた目標統合処理を実行する。

【0021】図2は本発明に係るレーダアンテナ調整誤差補正方法の第1の実施の形態であって、2つのレーダA及びレーダBで、それらの重複領域を移動する同一の航空目標を同時刻に探知した場合における、距離交会法で2個のレーダからの交会点である基準点を算出する手順を示している。

30 【0022】まず、2つのレーダA、Bで同時刻に目標である航空機Pを観測した測位データから、レーダAの測位位置P1とレーダBの測位位置P2が得られる。これらの測位位置P1、P2には、各レーダのレーダアンテナ調整誤差等が含まれているため、位置にずれがある。

40 【0023】一般に、レーダは方位精度よりも距離精度の方が精度が良好であることから、距離交会法では、各レーダの測位データのうち、距離データだけを用いて、各レーダの位置を中心とし距離データを半径とする円をそれぞれ描き、その交点を求める。つまり、レーダAを中心として、レーダAによる目標Pの測位位置P1を通る円の軌跡D1、及びレーダBを中心として、レーダBによる測位位置P2を通る円の軌跡D2をそれぞれ描く。これらの円の交点を航空機Pの真の位置を推定した基準点Qとする。すなわち、レーダA、Bを中心として、距離データを半径とする円の方程式を導き、それぞれの方程式を連立させ、レーダAから同一距離の円D1、レーダBから同一距離の円D2の交点を求める。この際、円D1、円D2が接する場合は1個の接点が見られ、交点の場合は2点得られるが、レーダAの測位位置P1及びレーダBの測位位置P2、あるいは航空機のそれまでの航跡データ(過去のレーダA、Bの測位データ

等) から推定される予想位置等に近い方の交点を解とする。この解とする交点又は前記接点を採用交点と呼ぶことにする。

【 0 0 2 4 】このように、2つのレーダ A, B の距離情報同士の組み合わせを距離交会法で処理して得た採用交点をレーダアンテナ調整誤差補正の基準点 Q とし、レーダ A, B から基準点 Q を見た角度とレーダ A, B の測位データの中の測位角度とが成す角  $\theta$  を求め、補正角度すなわちレーダアンテナ調整誤差補正量とする。そして、図 1 の ⑦ に示すように、レーダ A, B に対するレーダアンテナ調整誤差補正量を用いて、レーダ A, B の測位データの角度情報を目標統合処理装置にて一括して補正する、又は、通信回線にてそれぞれのレーダ A, B にレーダアンテナ調整誤差補正量を送信し、各レーダ側にて補正処理することにより、各レーダが探知した全ての測位データを補正することが可能となり、各レーダの測位誤差、すなわちレーダアンテナ調整誤差を除去した目標統合処理が可能となる。

【 0 0 2 5 】上記第 1 の実施の形態では、レーダ A から同一距離の円 D 1、レーダ B から同一距離の円 D 2 の交点又は接点が得られた場合を示したが、距離交会法では状況により交点又は接点が得られない場合がある。図 3 は本発明の第 2 の実施の形態であって、前記交点又は接点が得られなかった場合の処理要領を示している。交点又は接点が得られなかった場合、距離誤差の標準偏差量の  $\times$  倍の距離を各レーダの距離データに加算する等の方法により、各レーダ A, B を中心とする円 D 1, D 2 の半径を延伸し、当該延伸した円 D 1', D 2' の採用交点を得て、基準点 Q とする。すなわち、各レーダ A, B を中心として、(距離  $\times$  倍の標準偏差量) を半径とする円の方程式を導き、それぞれの方程式を連立させ、円 D 1', D 2' の交点を求める。この際、交点は 2 点得られるが、レーダ A の測位位置 P 1 及びレーダ B の測位位置 P 2、あるいは、航空機 P のそれまでの航跡データから推定される予想位置に近い方の交点を解とする。つまり、採用交点とする。基準点 Q が得られた後、角  $\theta$  (レーダ A, B のレーダアンテナ調整誤差補正量) を求める処理等は前述の第 1 の実施の形態の場合と同様である。

【 0 0 2 6 】図 4 は本発明の第 3 の実施の形態であって、各レーダ A, B からの円 D 1, D 2 の交点がレーダ A の測位位置 P 1 及びレーダ B の測位位置 P 2、あるいは、航空機 P のそれまでの航跡データから推定しても、その 2 点のうち、どちらの交点を採用すべきか決定できない場合の処理要領を示している。レーダ A から同一距離の円 D 1、レーダ B から同一距離の円 D 2 の交点が 2 点あり、それら 2 点の中、どちらの交点を採用すべきか決定できない場合には、両方の交点を両採用交点とし、この両採用交点を結ぶ線分の中点を基準点 Q とする。基準点 Q が得られた後、角  $\theta$  (レーダ A, B のレーダ

アンテナ調整誤差補正量) を求める処理等は前述の第 1 の実施の形態の場合と同様である。

【 0 0 2 7 】図 5 は本発明の第 4 の実施の形態であって、3つのレーダ A, B, C で、それらの重複領域を移動する同一の航空目標を同時刻に探知した場合、距離交会法で各々 2 個のレーダからの交点より基準点を算出する手順を示している。各レーダの測位データのうち、距離データだけを用いて各レーダ A, B, C の位置を中心とし距離データを半径とする円 D 1, D 2, D 3 をそれぞれ描き、これらの円の交点を求める。すなわち、各レーダ A, B, C を中心として、距離データを半径とする円の方程式を導き、それぞれの方程式を連立させ、円 D 1 と D 2、円 D 2 と D 3、円 D 3 と D 1 の交点をそれぞれ求める。この際、各 2 つの円の組み合わせ毎交点はそれぞれ 2 点得られるが、各レーダの測位位置 P 1, P 2, P 3 あるいは、航空機 P のそれまでの航跡データから推定される予想位置に近い方の交点 a, b, c をそれぞれの解とする。ここで、a : レーダ A とレーダ B の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点、b : レーダ B とレーダ C の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点、c : レーダ C とレーダ A の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点である。これらの交点からなる三角形 a b c の内接円を求め、この内接円の中心を基準点 Q とする。

【 0 0 2 8 】レーダ A, B, C から基準点 Q を見た角度とレーダ A, B, C の測位データの中の測位角度とが成す角  $\theta$  を求め、補正角度すなわちレーダアンテナ調整誤差補正量とする。そして、図 1 の ⑦ に示すように、レーダ A, B, C に対するレーダアンテナ調整誤差補正量を用いて、レーダ A, B, C の測位データの角度情報を目標統合処理装置にて一括して補正する、又は、通信回線にてそれぞれのレーダ A, B, C にレーダアンテナ調整誤差補正量を送信し、各レーダ側にて補正処理することにより、各レーダが探知した全ての測位データを補正することが可能となり、各レーダの測位誤差、すなわちレーダアンテナ調整誤差を除去した目標統合処理が可能となる。

【 0 0 2 9 】図 6 は本発明の第 5 の実施の形態であって、3つのレーダ A, B, C で、それらの重複領域を移動する同一の航空目標を同時刻に探知した場合であるが、図 4 と同様に、各レーダ A, B, C からの円 D 1, D 2, D 3 の交点が各レーダの測位位置 P 1, P 2, P 3 あるいは、航空機 P のそれまでの航跡データから推定しても、その 2 点の中、どちらの交点を採用すべきか決定できない場合の処理要領を示している。2 点の中、どちらの交点を採用すべきか決定できない場合には、両方の交点 a, a' (但し、a' : レーダ A とレーダ B の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点のうち、a 以外のもう一方の交点) を両採用交点とし、この両採用交点と他のレーダの組み合わせから得られる 2 つ

の交点からなる 2 つの三角形 ( 三角形  $a b c$  及び三角形  $a' b c$  ) のそれぞれの内接円を求め、これらの両内接円の中心を結ぶ線分の中点を基準点  $Q$  とする。基準点  $Q$  が得られた後、角  $\theta$ 、 $\theta'$  ( レーダ  $A$ 、 $B$ 、 $C$  のレーダアンテナ調整誤差補正量 ) を求める処理等は前述の第 4 の実施の形態の場合と同様である。

【 0 0 3 0 】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【 0 0 3 1 】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、各レーダの測位誤差、すなわちレーダアンテナ調整誤差を除去した目標統合処理が可能となるため、目標統合処理を実施した航空機等の目標のより精度の高い位置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるレーダアンテナ調整誤差補正処理を含む目標統合処理要領を示す説明図である。

【図 2】本発明によるレーダアンテナ調整誤差補正方法の第 1 の実施の形態であって、2 つのレーダによる測位データを用いた距離交会法によるレーダアンテナ調整誤差補正の基準点を求める要領、及びレーダアンテナ調整誤差補正量の算出を示す概略図である。

【図 3】本発明によるレーダアンテナ調整誤差補正方法の第 2 の実施の形態であって、2 つのレーダによる測位データを用いた距離交会法において交点が得られなかった場合に半径を延伸して交点を求める要領、及びレーダアンテナ調整誤差補正量の算出を示す概略図である。

【図 4】本発明によるレーダアンテナ調整誤差補正方法の第 3 の実施の形態であって、2 つのレーダによる測位データを用いた距離交会法において 2 つの交点のうち、どちらかに決められなかった場合の処理要領、及びレーダアンテナ調整誤差補正量の算出を示す概略図である。

【図 5】本発明によるレーダアンテナ調整誤差補正方法の第 4 の実施の形態であって、3 つのレーダによる測位データを用いた距離交会法によるレーダアンテナ調整誤差補正の基準点を求める要領、及びレーダアンテナ調整

誤差補正量の算出を示す概略図である。

【図 6】本発明によるレーダアンテナ調整誤差補正方法の第 5 の実施の形態であって、3 つのレーダによる測位データを用いた距離交会法において、ある 2 つのレーダの交点のうち、どちらかに決められなかった場合の処理要領、及びレーダアンテナ調整誤差補正量の算出を示す概略図である。

【図 7】本発明による目標統合処理要領を示す説明図である。

10 【図 8】現状の目標統合処理要領を示す説明図である。

【符号の説明】

$A$ 、 $B$ 、 $C$  レーダ

$D 1$  レーダ  $A$  を中心として、レーダ  $A$  による測位位置を通る円の軌跡

$D 1'$  円  $D 1$  の半径を伸延した円

$D 2$  レーダ  $B$  を中心として、レーダ  $B$  による測位位置を通る円の軌跡

$D 2'$  円  $D 2$  の半径を伸延した円

$D 3$  レーダ  $C$  を中心として、レーダ  $C$  による測位位置を通る円の軌跡

20  $P$  航空機

$P 1$  レーダ  $A$  による測位位置

$P 2$  レーダ  $B$  による測位位置

$P 3$  レーダ  $C$  による測位位置

$Q$  基準点

$a$  レーダ  $A$  とレーダ  $B$  の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点

$b$  レーダ  $B$  とレーダ  $C$  の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点

30  $c$  レーダ  $C$  とレーダ  $A$  の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点

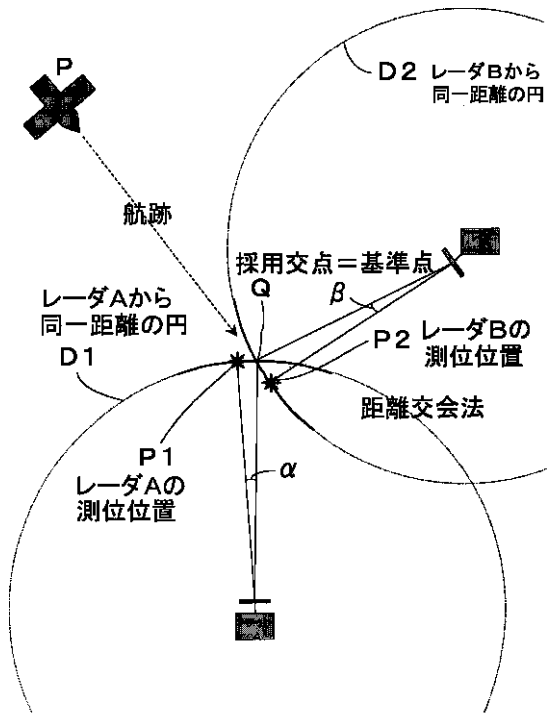
$a'$  レーダ  $A$  とレーダ  $B$  の各測位データを用いて距離交会法により算出した交点のうち、 $a$  以外のもう一方の交点

レーダ  $A$  のレーダアンテナ調整誤差補正量

レーダ  $B$  のレーダアンテナ調整誤差補正量

レーダ  $C$  のレーダアンテナ調整誤差補正量

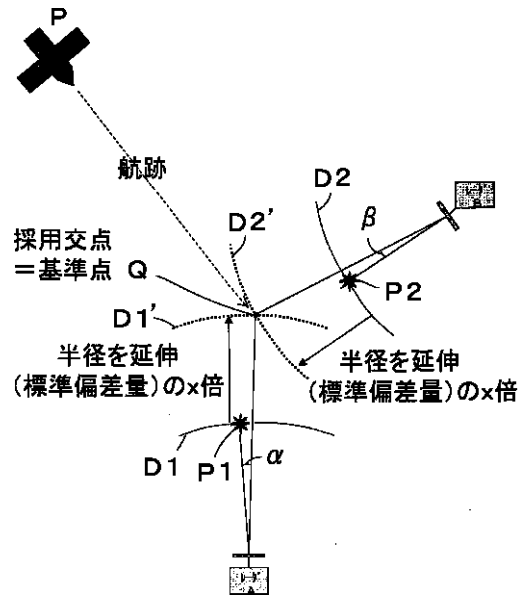
【図 2】



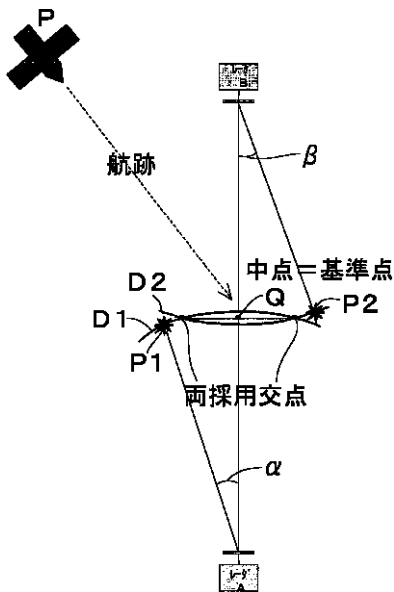
$\alpha$ : レーダAのレーダアンテナ調整誤差補正量

$\beta$ : レーダBのレーダアンテナ調整誤差補正量

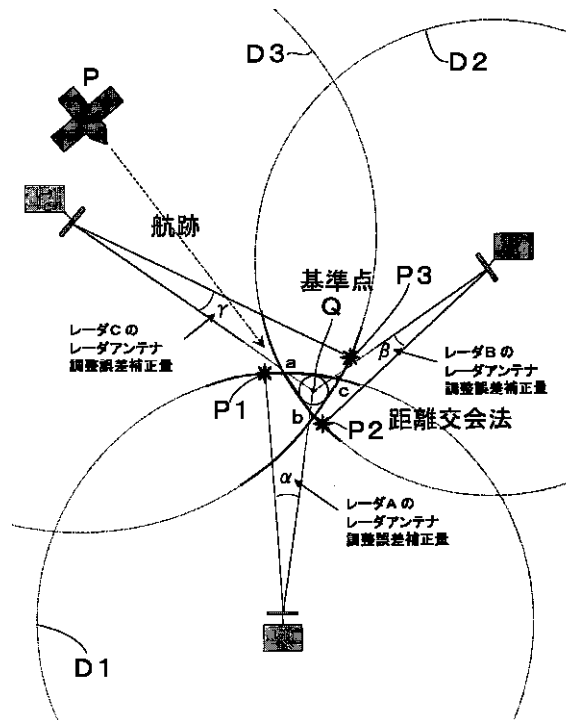
【図 3】



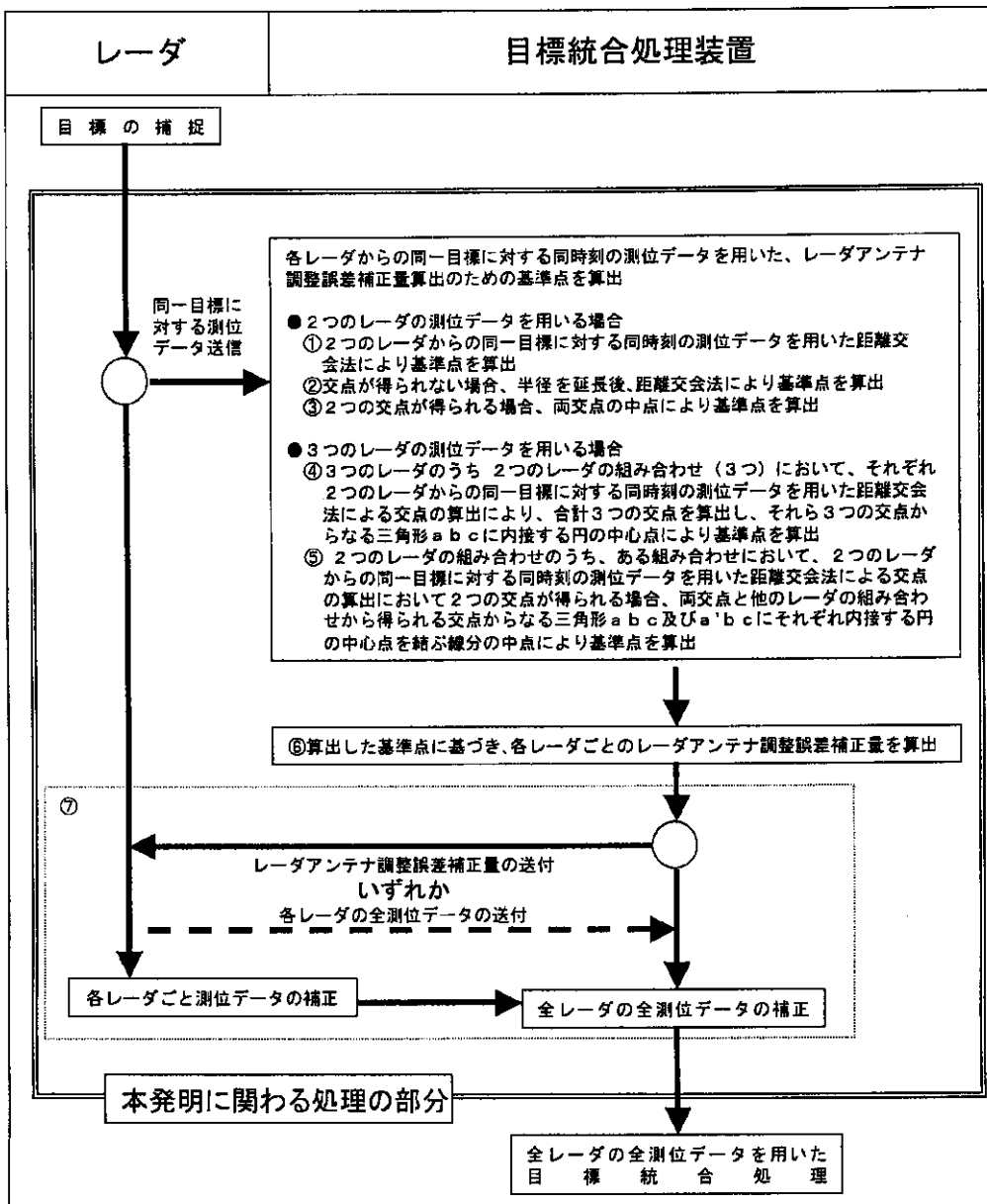
【図 4】



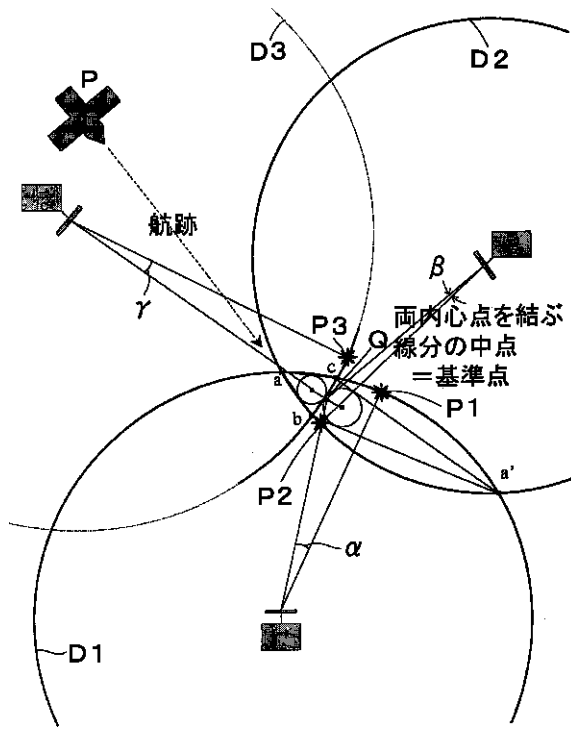
【図 5】



【 図 1 】

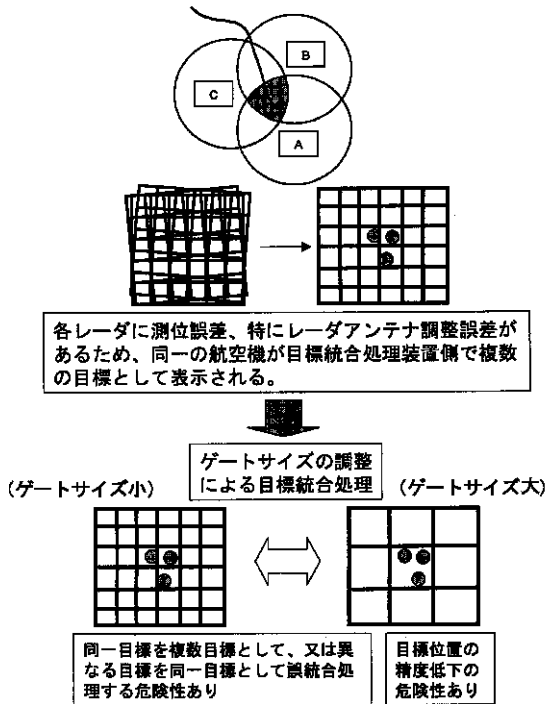


【 図 6 】

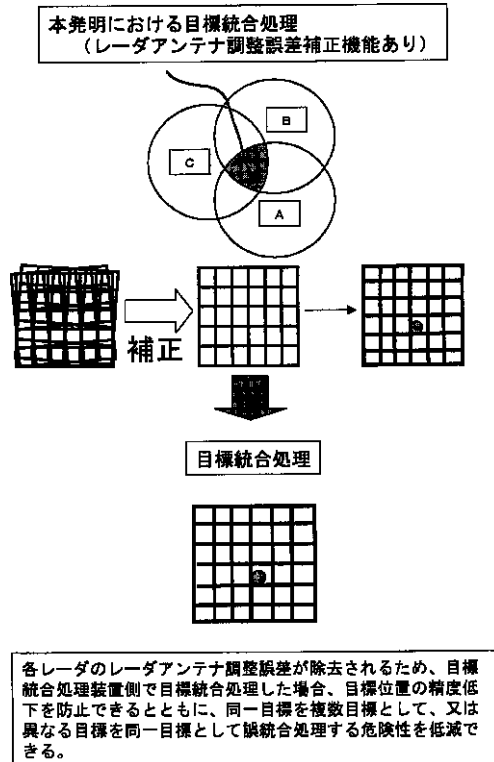


【 図 8 】

現状：現状の目標統合処理  
 (レーダアンテナ調整誤差補正機能無し)



【 図 7 】





フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002 - 341026 ( J P , A )  
特開2002 - 267746 ( J P , A )  
特開2002 - 267745 ( J P , A )  
特開 平10 - 319108 ( J P , A )  
特開 平 8 - 271619 ( J P , A )  
特開 平 6 - 94823 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G01S 7/00 - 7/42  
G01S 13/00 - 13/95