(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2005-91378
(P2005-91378A)
(43)公開日　平成17年4月7日(2005.4.7)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
G01S 13/46	G01S 13/46	5J070

審査請求 有　請求項の数 8　OL　（全 17 頁）

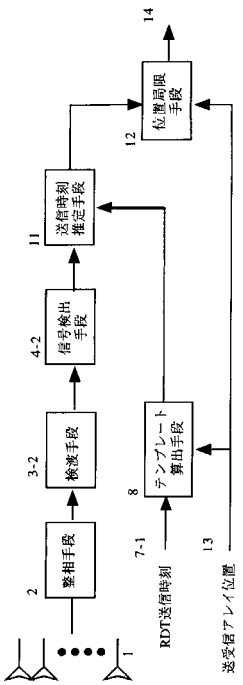
(21)出願番号　特願2004-364849 (P2004-364849)
(22)出願日　平成16年12月16日 (2004.12.16)
(62)分割の表示　特願平10-197344の分割
原出願日　平成10年7月13日 (1998.7.13)

(71)出願人　000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門１丁目７番１２号
(74)代理人　100089093
弁理士　大西　健治
(72)発明者　沖田　芳雄
東京都港区虎ノ門１丁目７番１２号　沖電気工業株式会社内
(72)発明者　尾崎　俊二
東京都港区虎ノ門１丁目７番１２号　沖電気工業株式会社内
(72)発明者　南　秀国
東京都港区虎ノ門１丁目７番１２号　沖電気工業株式会社内

Fターム(参考)　5J070 AA01　AA14　AB01　AC01　AC02
AC13　AD08　AK01　AK22　BD02

(54)【発明の名称】バイスタティックアクティブ処理装置

(57)【要約】
【課題】ＲＤＴ送信方式を用いたバイスタティック処理により位置局限を行う装置を提供する。
【解決手段】受波器センサアレイ１は整相手段２に接続され、整相手段２は検波手段３-２に接続され、検波手段３-２は信号検出手段４-２に接続され、検信号検出手段４-２は送信時刻推定手段１１に接続される。送信時刻入力端子７-１はテンプレート算出手段８に接続される。送受信アレイ位置入力端子１３はテンプレート算出手段８および位置局限手段１２に接続される。テンプレート算出手段８は送信時刻推定手段１１に接続され、送信時刻推定手段１１は位置局限手段１２に接続され、位置局限手段１２は出力端子１４に接続される。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ＲＤＴ(Rotational Directional Transmission)送信方式により信号を送信する送信器と、
前記送信器とは異なる位置に存在し、前記送信器から送信された信号を受信する受信器と、
前記受信器で受信した信号の中から前記送信器より送信された信号が物体に反射して生じた反射信号を抽出する反射信号抽出手段と、
前記送信器より送信された信号の送信信号情報から前記受信器に受信される信号の想定受信信号情報を算出する受信情報算出手段と、
前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号と前記受信情報算出手段によって算出された想定受信情報とから前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号に対応する前記送信器より送信された信号を特定する送信信号特定手段と、
前記送信信号特定手段によって特定された送信信号と前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号の前記受信器で受信した信号の受信信号情報とから前記物体の位置を検出する検出手段と、
を備えたことを特徴とするバイスタティックアクティブ処理装置。
【請求項２】
前記検出手段は、
前記送信信号特定手段によって特定された送信信号の送信時刻と前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号の前記受信器で受信した信号の受信時刻とから伝搬距離を求め、前記送信器の中心と前記受信器の中心とを焦点とする伝搬距離が一定の楕円を決定し、前記楕円と前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号の前記受信器で受信した信号の受信方位線との交点を算出することにより位置を決定することを特徴とする請求項１に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。
【請求項３】
前記受信情報算出手段は、
前記送信器より送信された信号の送信信号情報と前記送信器より送信された信号のビーム幅とから前記受信器に受信される信号の想定受信信号情報を算出することを特徴とする請求項１または２に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。
【請求項４】
前記受信情報算出手段は、
前記送信器より送信された信号の送信信号情報と誤差情報とから前記受信器に受信される信号の想定受信信号情報を算出することを特徴とする請求項１または２に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。
【請求項５】
前記送信信号特定手段は、
前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号を表示する反射信号候補表示手段と、
前記反射信号候補表示手段によって表示された反射信号の中から任意の反射信号を選択する反射信号選択手段と、
を備え
前記反射信号選択手段によって選択された反射信号と前記受信情報算出手段によって算出された想定受信情報とから前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号に対応する前記送信器より送信された信号を特定することを特徴とする請求項１から４に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。
【請求項６】
前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号は、
前記受信器で受信した信号の中から抽出された送信信号の強度であることを特徴とする請求項５に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。

【請求項７】
前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号は、
前記受信器で受信した信号の中から抽出された目標であることを特徴とする請求項５に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。
【請求項８】
前記送信信号特定手段は、
前記受信情報算出手段によって算出された想定受信信号情報を表示する想定受信信号候補表示手段と、
前記想定受信信号候補表示手段によって表示された想定受信信号の中から任意の想定受信信号を選択する想定受信信号選択手段と、
を備え
前記想定受信信号選択手段によって選択された想定受信信号と前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号とから前記反射信号抽出手段によって抽出された反射信号に対応する前記送信器より送信された信号を特定することを特徴とする請求項１から４に記載のバイスタティックアクティブ処理装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、互いに異なる位置に存在する送信アレイと受信アレイを用い、特にＲＤＴ送信方式を用いて目標の位置局限をおこなうバイスタティックアクティブ処理装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来のバイスタティック処理方法では、送信アレイを中心として一度に全ての方向に信号を送波するＯＤＴ(Omni Directional Transmission)送信方式を用い、目標からの反射信号を受信アレイで受信し、送信信号と受信信号とを比較することにより目標を検出すると共に、送信時刻と目標からの反射信号の受信時刻間の時間差と、反射信号の受信方位に基づいて位置の局限を行っている。
【０００３】
第１図は、従来のＯＤＴ送信方式を用いるバイスタティック処理方法における位置局限方法の説明図である。定式化を簡単にするために、送信アレイおよび受信アレイはＸ軸上にあり、両アレイの中間に原点があるものとして説明するが、このような場合以外も座標軸を適当に選択することにより、容易に変換可能である。第１図において、送信アレイ中心Ｓおよび受信アレイ中心Ｒとの間隔Ｌであるときに、時刻ＴｓにおいてＯＤＴ送信により全方位に向けて送信された送信信号が目標Ｔ（ｘ、ｙ）に到達後反射し、時刻Ｔｒにおいて方位θｒで受信された場合を想定する。目標Ｔの位置は、送信アレイ中心Ｓと受信アレイ中心Ｒとを焦点とする信号の伝播速度ｃと伝播時間Ｔｒ-Ｔｓとから求まる伝播距離ｃ(Ｔｒ-Ｔｓ)が一定の楕円上に存在する（ただし、信号の伝播速度をｃとする）。この楕円と受信方位線の交点を求めることにより、目標の位置が局限され以下のようになる。
【０００４】

【数１】

$$\left.\begin{cases} x = a\dfrac{aC\tan^2\theta_r - \left(b^2/\cos\theta_r\right)}{b^2 + a^2\tan^2\theta_r} & |\theta_r| \neq \dfrac{\pi}{2} \\ y = -\tan\theta_r(x - C) & \end{cases}\right\} \qquad (1)$$
$$\left.\begin{cases} x = C & \\ y = \mathrm{sign}(\theta_r)\dfrac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2} & |\theta_r| = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}\right\}$$

ここで

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{c(Tr - Ts)}{2} \\ b &= \sqrt{a^2 - C^2} \\ C &= \frac{L}{2} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

【０００５】

第２図は、従来のＯＤＴ送信方式を用いるバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。以下第２図を参照して従来のバイスタティック処理装置を説明する。受信信号が入力される受波器センサアレイ１は整相手段２に接続され、整相手段２は検波手段３-２に接続され、検波手段３-２は信号検出手段４-２に接続される。送信信号の送信時刻が入力される送信時刻入力端子７-２、送信アレイ位置および受信アレイ位置（以下、送受信アレイ位置）が入力される送受信アレイ位置入力端子１３は、それぞれ位置局限手段１２に接続され、位置局限手段１２は出力端子１４に接続される。

【０００６】

次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。受波器センサアレイ１から入力される受信信号は整相手段２に送られ、整相処理によって受信信号から受信ビームが形成されて検波手段３-２へ送られる。検波手段３-２では、受信ビーム信号から相関処理や積分処理等によって送信信号成分の抽出処理を行い、出力結果を検波出力として信号検出手段４-２へ送る。検波出力が入力される信号検出手段４-２では検波出力を正規化処理し、設定された閾値と比較することにより、送信信号が反射されて生じた反射信号が受信信号中に含まれているか否かを判定する。反射信号が検出された場合には、反射信号の受信方位および受信時刻を位置局限手段１２へ送る。送信信号の送信時刻が入力される送信時刻入力端子７-２は、位置局限手段１２へ信号を送る。また送受信アレイ位置が送受信アレイ位置入力端子１３に入力されると、位置局限手段１２へ送られる。位置局限手段１２では、送信信号の送信時刻および目標からの反射信号の受信方位および反射信号の受信時刻および送受信アレイ位置に基づいて位置局限を行う。ここで、送信アレイおよび受信アレイの位置を焦点とし、送信信号の送信時刻と反射信号の受信時刻の時間差を伝搬時間として、この伝搬時間に伝搬速度を掛けた伝搬距離が一定の楕円と、受信方位線の交点を式(１)および式(２)を用いて求めることにより、目標の位置局限が行われる。位置局限の結果は出力端子１４へ出力される。

【０００７】

【特許文献１】特開平９－２６４７４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかしながら、ＯＤＴ送信では送波器から一度に全ての方向に信号を送信するため一方向当たりの送信信号出力が弱くなってしまい、遠距離の探知をすることは困難であった。一方、送波器から一方向ずつ順番に信号を送信するＲＤＴ送信の場合、同じ出力パワーを

持つものであれば原理的にＯＤＴ送信よりも一方向当たりの送信信号出力が強くなるため、遠距離探知には優れている。しかし、ＲＤＴ送信を用いる場合、受信信号がどの送信信号に対するものであるかの判別が困難であるため、バイスタティック処理により目標物の位置を局限することはできなかった。

【０００９】

以下第３図を用いて課題を説明する。第３図はＲＤＴ送信を用いた場合のバイスタティック処理の問題点を表わす図である。送信器より出力された送信信号が目標に反射して反射信号が生じ、受信器において時刻Ｔｒ、方位θｒで受信された場合を想定する。ＲＤＴ送信の場合、時間とともに送信ビームを回転させているため、時刻Ｔｓにおいて方位θｓへ送波した送信信号が目標Ｔから反射して戻って来た場合も、時刻Ｔｇにおいて方位θｇへ送波した送信信号が目標Ｇから反射して戻って来た場合も、受信方位θｒで受信される。すなわち受信方位θｒの方位線上には、方位θｇと方位θｓの複数の送信ビームに対応した目標が存在する可能性があり、送信ビームの区別ができない。このようにＲＤＴ送信方式では、１つの受信方位でも複数の送信ビームによる反射の可能性がある。このため、送信ビームが特定できなければ目標の位置局限が困難であるという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

ＲＤＴ送信方式により信号を送信する送信器と、送信器とは異なる位置に存在し送信器から送信された信号を受信する受信器と、受信器で受信した信号の中から送信器より送信された信号が物体に反射して生じた反射信号を抽出する反射信号抽出手段と送信器より送信された信号の送信信号情報から受信器に受信される信号の想定受信信号情報を算出する受信情報算出手段と、反射信号抽出手段によって抽出された反射信号と受信情報算出手段によって算出された想定受信情報とから反射信号抽出手段によって抽出された反射信号に対応する送信器より送信された信号を特定する送信信号特定手段と、送信信号特定手段によって特定された送信信号と反射信号抽出手段によって抽出された反射信号の受信器で受信した信号の受信信号情報とから物体の位置を検出する検出手段とを備える。

【発明の効果】

【００１１】

本発明の具体例１によれば、想定される送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性を用いて、反射信号に対応した送信ビームを決定する。この送信ビームの送信時刻と反射信号の受信時刻との時間差から、送信アレイの送波中心と受信アレイの受信中心とを焦点とし、時間差に対応した伝播距離を一定とする楕円を決定する。さらに楕円と受信方位線との交点を算出することにより目標位置を決定することができるため、バイスタティック処理装置においてもＲＤＴ送信を用いることが可能になる。このため、遠距離の目標でも送波出力を増大する必要が無いため、装置の大型化をすることなく探知することができる。

【００１２】

本発明の具体例２によれば具体例１の効果に加え、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性をテンプレートとして重畳表示することにより、オペレータが送信ビームを選択することができる。このため、送信ビームの副極の影響等を考慮することができ、送信ビームの選択の自由度を高めることが可能となる。

【００１３】

さらに、検波出力を受信時刻と受信方位を座標軸として表示し、表示上または検出結果出力上でオペレータが目標からの反射信号を指定して目標の検出を行うとともに、テンプレートの重畳表示を用いて送信ビームを指定することができるため、目標以外からの反射波や背景雑音等の影響が大きく、信号検出手段のみからでは誤検出が多くて、目標の検出が困難な場合にも対応が可能となる。

【００１４】

本発明の具体例３によれば、具体例１の効果に加え、ＲＤＴ送信の各送信ビーム幅を用

いて、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える変動を算出してテンプレートを構成しているため、ビーム選択の処理が簡略化されるという効果がある。また送信ビームからはずれた部分での信号検出を行わないようにしているため、誤警報低減に大きな効果がある。

【００１５】

本発明の具体例４によれば、具体例２の効果に加え、検波出力を受信時刻と受信方位を座標軸として表示し、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、ＲＤＴ送信の各送信ビーム幅を用いて、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える変動を考慮したテンプレートを重畳表示しているため、オペレータがテンプレート上の送信ビーム対応ゾーンを参考として総合的に判断し、目標の検出と送信ビームの指定をおこなうことができる。このため目標以外からの反射波や背景雑音等の影響が大きい場合にも誤警報の少ない目標の位置局限が可能となる、という効果がある。

【００１６】

本発明の具体例５によれば、具体例１の効果に加え、送受信アレイ誤差の情報を用いて、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える誤差を算出してテンプレートを構成している。このため、送信アレイおよび受信アレイが独立に運動している等の場合のように送受信アレイ位置や送受信アレイのビーム方位に誤差を含む場合でも、誤差の影響を抑制したビーム選択がなされ、位置局限精度の劣化を防ぐことができるという効果がある。

【００１７】

本発明の具体例６によれば、具体例２の効果に加え、検波出力を受信時刻と受信方位を座標軸として表示し、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、送受信アレイ誤差を用いて送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える誤差を考慮したテンプレートを重畳表示している。このため、オペレータがテンプレート上の送信ビームに対応した誤差ゾーンを参考として総合的に判断し、目標の検出と送信ビームの指定をおこなうことができる。よって目標以外からの反射波や背景雑音等の影響が大きい場合や、送受信アレイが同一のプラットフォーム上になく、送信アレイおよび受信アレイが独立に運動している等の場合のように送受信アレイ位置や送受信アレイのビーム方位に誤差を含む場合にも、誤警報の少ない目標の位置局限が可能となる、という効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

《具体例１》

第５図は本発明の具体例１のバイスタティック処理装置の機能ブロック図であり、従来の第２図と共通の要素には共通の符号が付されている。

【００１９】

受信信号が入力される受波器センサアレイ１は整相手段２に接続され、整相手段２は検波手段３-２に接続され、検波手段３-２は信号検出手段４-２に接続され、検信号検出手段４-２は送信時刻推定手段１１に接続される。送信時刻が入力される送信時刻入力端子７-１はテンプレート算出手段８に接続される。送受信アレイ位置が入力される送受信アレイ位置入力端子１３はテンプレート算出手段８および位置局限手段１２に接続される。テンプレート算出手段８は送信時刻推定手段１１に接続され、送信時刻推定手段１１は位置局限手段１２に接続され、位置局限手段１２は出力端子１４に接続される。

【００２０】

次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。受波器センサアレイ１から入力される受信信号は整相手段２に送られる。受信信号が整相手段２に入力されると、整相手段２では整相処理を行うことにより受信信号の時間波形から受信方位毎の受信ビームを形成して検波手段３-２へ送る。受信ビームが検波手段３-２へ入力されると、相関処理や積分処理等によって受信ビーム中に送信信号成分が含まれる度合いを検出して検波出力として信号検出手段４-２へ送る。信号検出手段４-２では、正規化処理して設定され

た閾値と検波出力とを比較することにより、送信信号が反射されて生じた反射信号が受信信号中に含まれているか否かを判定する。反射信号が検出された場合には、反射点に目標物があると想定する。この目標の位置を局限するため、反射信号の受信方位θｒおよび受信時刻ｔｒを送信時刻推定手段１１へ送る。反射信号が検出されない場合には、検出すべき目標が無いと判断して入力された受信信号に対する処理を終える。

【００２１】

送信時刻入力端子７-１にはＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻ｔｉが入力され、テンプレート算出手段８へ送られる。送信時刻ｔｉは、送信アレイから報告を受けるか、または、予め決められた時刻に送信するように送信アレイを制御するようにして求めることができる。

【００２２】

送受信アレイ位置が送受信アレイ位置入力端子１３に入力され、テンプレート算出手段８へ送られるとともに位置局限手段１２へ送られる。テンプレート算出手段８では、各送信ビームの中心方位線上に反射体が存在したと想定した場合の反射波の想定受信信号の受信特性を算出する。入力された送受信アレイ位置から算出される送信アレイおよび受信アレイの各々の中心間の距離Ｌと送信時刻ｔｉとから、目標で反射された反射波の受信時刻ｔｒを式(３)に基づき計算する。送信ビーム方位θｓｉは予め決められているものとするが、送信アレイから実際に送信した際の値の報告を受けるようにしても良い。

【００２３】

これにより、想定受信信号として反射体からの反射波が受信される方位および時刻を、ＲＤＴ送信ビームの想定受信方位（以下、想定受信方位）およびＲＤＴ送信ビームの想定受信時刻（以下、想定受信時刻）として算出して送信時刻推定手段１１へ送る。

【００２４】

【数２】

$$t_r = t_i + \frac{L}{c}\frac{\sin(\theta_{si}) + \sin(\theta_r)}{\sin(\theta_{si} - \theta_r)} \qquad \theta_{si} > \theta_r \qquad (3)$$

【００２５】

第４図は送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性のプロット図である。送信ビーム方位θｓｉをパラメータとして受信ビーム方位θｒを変化させたものである。このとき、目標からの反射信号の受信時刻ｔｒ＝２０[秒]、受信方位θｒ＝８０[度]であるＤ点●が検波出力および信号検出手段によって得られたとする。目標からの反射信号の受信方位θｒおよび受信時刻ｔｒおよび想定受信方位および想定受信時刻が送信時刻推定手段１１へ入力されると、目標からの反射信号の受信時刻ｔｒにおいて、受信方位θｒと想定受信方位との方位差が最小となる送信ビームを選択する。ここではＤ点の受信時刻２０秒の時間軸上で、Ｄ点と方位差が最小となるＡ点を与える想定送信ビームi+１が選択される。この送信ビームの送信信号の送信時刻と検出目標からの反射信号の受信時刻を位置局限手段１２へ送る。

【００２６】

位置局限手段１２では、送信ビームの送信信号の送信時刻および検出目標からの反射信号の受信時刻ｔｒおよび送受信アレイ位置が入力される。このとき送信ビームi+１の送信時刻T_{si+1}と受信時刻２０秒との差$(20 - T_{si+1})$が信号の伝播時間となる。送受信アレイ位置を焦点とし、伝搬時間に伝搬速度を掛けた伝搬距離が一定の楕円と、受信方位線の交点を式(１)および(２)を用いて求める。この交点が目標の位置であると決定し、結果を出力端子１４へ出力する。

【００２７】

以上のように本発明の第１具体例によれば、想定される送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性を用いて、反射信号に対応した送信ビームを決定する。この送信ビームの

送信時刻と反射信号の受信時刻との時間差から、送信アレイの送波中心と受信アレイの受信中心とを焦点とし、時間差に対応した伝播距離を一定とする楕円を決定する。さらに楕円と受信方位線との交点を算出することにより目標位置を決定することができるため、バイスタティック処理装置においてもＲＤＴ送信を用いることが可能になる。このため、遠距離の目標でも送波出力を増大する必要が無いため、装置の大型化をすることなく探知することができる。

【００２８】

《具体例２》

以下、図面を参照して本発明の具体例２を説明する。第６図は本発明の具体例２のバイスタティック処理装置の機能ブロック図であり、具体例２の第５図と共通の要素には共通の符号が付されている。

【００２９】

受信信号が入力される受波器センサアレイ１は整相手段２に接続され、整相手段２は検波手段３-１に接続され、検波手段３-１は信号検出手段４-１および検波出力表示手段５に接続される。検波出力表示手段５は目標の指定が入力される目標指定手段１５の入力を受け、位置局限手段１２-１に接続される。信号検出手段４-１は検出結果出力手段６へ接続され、検出結果出力手段６は目標の指定が入力される目標指定手段１５の入力を受け、位置局限手段１２-１に接続される。

【００３０】

送信時刻が入力される送信時刻入力端子７-１はテンプレート算出手段８に接続される。送受信アレイ位置が入力される送受信アレイ位置入力端子１３はテンプレート算出手段８および位置局限手段１２-１に接続される。テンプレート算出手段８はテンプレート表示手段９に接続され、テンプレート表示手段９では送信ビームの指定が入力される送信ビーム指定手段１０の入力を受け、位置局限手段１２-１に接続される。位置局限手段１２-１は出力端子１４に接続される。

【００３１】

次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。第５図と共通の要素は簡単のために説明を省略する。受信ビーム信号が検波手段３-１へ入力されると、検波手段３-１では、相関処理や積分処理等によって送信信号成分の抽出処理を行い、出力結果を信号検出手段４-１へ送るとともに、検波出力表示手段５へ送る。検波出力表示手段５では、検波出力を受信方位-受信時間の軸上で表示する。図１３は、検波出力を受信方位-受信時間の軸上で表示した例である。

【００３２】

検波出力が信号検出手段４-１へ入力されると、信号検出手段４-１では、正規化処理をおこなって設定された閾値と比較し、目標からの反射信号の有無の判定を行い、目標が検出された場合には、検出目標からの反射信号の受信方位θｒおよび受信時刻ｔｒを検出結果出力手段６へ送る。検出結果出力手段６では、検出結果出力を受信方位-受信時間の軸上で表示する。図１４は、検出結果出力を受信方位-受信時間の軸上で表示した例である。

【００３３】

オペレータは、検波出力表示手段５によって表示される検波出力と検出結果出力手段６によって表示される検出結果出力とを参照し、目標指定手段１５を用いて検波出力表示手段５の表示上または検出結果出力手段６の検出結果出力上で指定することにより、目標の検出の指示が行われる。検波出力と検出結果出力との参照は、重畳して行うようにすれば、より操作性が向上する。検波出力と検出結果とを重畳して表示した例を図１５に示す。目標指定手段はキーボードやマウス等のポインティングデバイスを用いて表示結果の任意の点を指定することにより、作業を簡単に行うことができる。検波出力表示手段５または検出結果出力手段６では、指定された目標からの反射信号の受信時刻と受信方位を位置局限手段１２-１へ送る。

【００３４】

具体例１と同様に、ＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻および送受信アレイ位置から、ＲＤＴ送信ビームの想定受信方位およびＲＤＴ送信ビームの想定受信時刻が算出され、この結果がテンプレート表示手段９へ入力される。テンプレート表示手段９では、テンプレート算出結果を検波出力の表示に重畳して表示する。図１６は、テンプレート算出結果を検波出力の表示に重畳して表示した例である。

【００３５】

オペレータはテンプレート表示手段９により重畳して表示されたテンプレート算出結果と検波出力の表示とを参照し、送信ビーム指定手段１０を用いて送信ビームの指定を行うことにより、テンプレート表示手段９は指定された送信ビームの送信信号の送信時刻を位置局限手段１２-１へ送る。このときオペレータは、送信ビームのビーム幅や副極の影響等を考慮して送信ビームを選択する。この場合、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、想定送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性をテンプレートとして重畳表示することにより、オペレータが判断し易いようにする。

【００３６】

位置局限手段１２-１では、指定された送信ビームの送信信号の送信時刻および指定された目標からの反射信号の受信時刻と受信方位、および送受信アレイ位置から、 送受信アレイ位置を焦点とし、送信信号の送信時刻と反射信号の受信時刻との時間差を伝搬時間として、この伝搬時間に伝搬速度を掛けた伝搬距離が一定の楕円と、受信方位線の交点を式(１)および(２)を用いて求めることにより、目標の位置局限を行い、結果を出力端子１４へ出力する。

【００３７】

以上では、検波出力および信号検出結果およびテンプレートを反射信号の想定受信方位-想定受信時間の軸上で表示するものとして説明したが、受信アレイの形状によっては受信ビーム間隔を等間隔として表示する受信ビーム空間-受信時間の軸上で表示してもよい。たとえば、一般的な受信アレイとしてアレイ素子が等間隔で配置された直線アレイを想定した場合、受信ビームはsin空間で等間隔となることが多い。この場合、表示処理のために演算を行う必要が無くなり、演算量の削減と表示速度の向上が期待できる。

【００３８】

以上のように、本発明によれば具体例１の効果に加え、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性をテンプレートとして重畳表示することにより、オペレータが送信ビームを選択することができる。このため、送信ビームの副極の影響等を考慮することができ、送信ビームの選択の自由度を高めることが可能となる。

【００３９】

さらに、検波出力を受信時刻と受信方位を座標軸として表示し、表示上または検出結果出力上でオペレータが目標からの反射信号を指定して目標の検出を行うとともに、テンプレートの重畳表示を用いて送信ビームを指定することができるため、目標以外からの反射波や背景雑音等の影響が大きく、信号検出手段のみからでは誤検出が多くて、目標の検出が困難な場合にも対応が可能となる。

【００４０】

《具体例３》

以下、図面を参照して本発明の具体例３を説明する。第８図は本発明の具体例３のバイスタティック処理装置の機能ブロック図であり、具体例１の第５図と共通の要素には共通の符号が付されている。ＲＤＴ送信の各送信ビーム幅が入力される送信ビーム幅入力端子１５が、テンプレート算出手段８-１に接続される以外は、具体例１と共通の構成であるため説明を省略する。

【００４１】

簡単のために、具体例１と共通の動作については説明を省略する。送信時刻入力端子７-１からＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻がテンプレート算出手段８-１へ送られる。送信ビームの送信ビーム幅が送信ビーム幅入力端子１５に入力され

ると、テンプレート算出手段８-１へ送られる。また送受信アレイ位置が送受信アレイ位置入力端子１３に入力されると、テンプレート算出手段８-１へ送られるとともに位置局限手段１２へ送られる。ＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻および送受信アレイ位置および各送信ビームの送信ビーム幅が入力されると、テンプレート算出手段８-１では式(３)に基づき、各送信ビームの中心方位線上に反射体が存在したと想定した場合の想定受信方位および、想定受信時刻を算出する。各送信ビームがビーム幅Δθｓiを持つと想定した場合、このビーム幅の受信時刻に与える変動Δｔｒは以下のようになる。

【００４２】

【数３】

$$\Delta_{tr} = \frac{L}{c}\left\{\frac{1+\cos(\theta_{si}-\theta_r)}{\sin^2(\theta_{si}-\theta_r)}\right\}\sin(\theta_r)\Delta_{\theta si} \quad \theta_{si} > \theta_r \qquad (4)$$

【００４３】

さらにテンプレート算出手段８-１では、式(４)に基づき、各送信ビームの送信ビーム幅を用いて送信ビーム幅の受信時刻に与える変動Δｔｒを算出してテンプレートを構成し、結果を送信時刻推定手段１１-１へ送る。

【００４４】

第７図はビーム幅による変動が考慮された想定受信方位-想定受信時間特性のプロット図である。これは送信ビーム方位θｓiをパラメータとして受信ビーム方位θｒを変化させ、想定受信方位-想定受信時間特性を実線で示し、各送信ビームのビーム幅による変動を含めたものが点線で示されている(ｔｒ-Δｔｒを一点鎖線で示し、ｔｒ+Δｔｒを点線で示す)。第７図においてビーム幅による変動を考慮した領域[ｔｒ-Δｔｒ,ｔｒ+Δｔｒ]をゾーンと呼ぶことにする。尚、第７図中のＤ点●は検波出力および信号検出手段によって得られた、目標からの反射信号の受信時刻と受信方位を表している。

【００４５】

検出目標からの反射信号の受信方位および受信時刻と、想定受信方位および想定受信時刻とが入力されると、送信時刻推定手段１１-１では、検出目標からの反射信号の受信時刻において、受信方位が属するゾーンに対応した送信ビームを選択し、送信ビームの送信信号の送信時刻と検出目標からの反射信号の受信時刻を位置局限手段１２へ送る。第７図よりＤ点はビームi+１に関するゾーン内にあり、ビームi+１送信信号による反射点であると判断される。よってビームi+１の送信信号の送信時刻と検出目標からの反射信号の受信時刻が位置局限手段１２へ送られる。受信時刻において、受信方位がどの送信ビームのゾーンにも属さない場合には誤警報とみなし、後段の処理は行わない。

【００４６】

以上のように本発明によれば、具体例１の効果に加え、ＲＤＴ送信の各送信ビーム幅を用いて、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える変動を算出してテンプレートを構成しているため、ビーム選択の処理が簡略化されるという効果がある。また送信ビームからはずれた部分での信号検出を行わないようにしているため、誤警報低減に大きな効果がある。

【００４７】

《具体例４》

以下、図面を参照して本発明の具体例４を説明する。第９図は本発明の具体例４のバイスタティック処理装置の機能ブロック図であり、具体例２の第６図および具体例３の第８図と共通の要素には共通の符号が付されている。また具体例２のテンプレート算出手段８を、具体例３の送信信号の送信時刻および送信ビーム幅および送受信アレイ位置が入力されるテンプレート算出手段８-１で置き換えた以外は、具体例２と共通であるため説明を

省略する。

【００４８】

次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。簡単のために、具体例２と共通の動作については説明を省略する。ＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻、送受信アレイ位置および各送信ビームの送信ビーム幅がテンプレート算出手段８-１に入力されると、テンプレート算出手段８-１では式(３)に基づき、各送信ビームの中心方位線上に反射体が存在したと想定した場合に、反射体からの反射波が受信される方位と時刻を、ＲＤＴ送信ビームの想定受信方位および想定受信時刻として算出するとともに、式(４)に基づき、各送信ビームの送信ビーム幅を用いて、送信ビーム幅の受信時刻に与える変動を算出してテンプレートを構成し、結果をテンプレート表示手段９へ送る。

【００４９】

以上のように本発明によれば、具体例２の効果に加え、検波出力を受信時刻と受信方位を座標軸として表示し、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、ＲＤＴ送信の各送信ビーム幅を用いて、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える変動を考慮したテンプレートを重畳表示しているため、オペレータがテンプレート上の送信ビーム対応ゾーンを参考として総合的に判断し、目標の検出と送信ビームの指定をおこなうことができる。このため目標以外からの反射波や背景雑音等の影響が大きい場合にも誤警報の少ない目標の位置局限が可能となる、という効果がある。

【００５０】

《具体例５》

第１１図は本発明の具体例５のバイスタティック処理装置の機能ブロック図であり、具体例１の第５図と共通の要素には共通の符号が付されている。また第５図と共通の要素は簡単のために説明を省略する。送信信号の送信時刻および送受信アレイ位置および誤差情報が入力されるテンプレート算出手段８-２が送信時刻推定手段１１-２に接続される以外は具体例１と共通であるため、説明を省略する。

【００５１】

次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。簡単のために、具体例１と共通の動作については説明を省略する。送信時刻入力端子７-１からＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻がテンプレート算出手段８-２へ送られる。送受信アレイ位置入力端子１３に入力される送受信アレイ位置は、テンプレート算出手段８-１へ送られるとともに位置局限手段１２へ送られる。誤差情報（送受信アレイ位置および送受信アレイのビーム方位に伴う送受信アレイ誤差）が誤差情報入力端子１７に入力されると、テンプレート算出手段８-２へ送られる。

【００５２】

テンプレート算出手段８-２には、ＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻および送受信アレイ位置および誤差情報が入力される。ここでは式(３)に基づき、各送信ビームの中心方位線上に反射体が存在したと想定した場合に、反射体からの反射波が受信される方位と時刻を、ＲＤＴ送信ビームの想定受信方位および想定受信時刻として算出する。さらに誤差情報を用いて送受信アレイ誤差の受信時刻に与える変動を算出してテンプレートを構成し、結果を送信時刻推定手段１１-２へ送る。誤差情報が持つ送信ビームの方位誤差αθsiおよび送受信アレイの位置誤差αＬが受信時刻に与える誤差αＴｒは、式(５)によって表わすことが出来る。

【００５３】

【数４】

$$\alpha_{Tr} = \sqrt{\frac{\alpha_L{}^2}{c^2}\left\{\frac{\sin(\theta_{si})+\sin(\theta_r)}{\sin(\theta_{si}-\theta_r)}\right\}^2 + \left[\frac{L}{c}\left\{\frac{1+\cos(\theta_{si}-\theta_r)}{\sin^2(\theta_{si}-\theta_r)}\right\}\right]^2 \sin^2(\theta_r)\alpha_{\theta si}{}^2} \qquad \theta_{si} > \theta_r > 0$$

（５）

【００５４】

第１０図は誤差情報が考慮された想定受信方位-想定受信時間特性のプロット図である。これは送信ビーム方位θｓｉをパラメータとして受信ビーム方位θｒを変化させ、想定受信方位-想定受信時間特性を実線で示し、各送信ビームの誤差を含めたものが点線で示されている(ｔｒ-αＴｒを一点鎖線で示し、ｔｒ+αＴｒを点線で示す)。第１０図においてビーム誤差αθｓｉと送受信アレイ位置誤差αＬを考慮した領域[ｔｒ-αＴｒ,ｔｒ+αＴｒ]を誤差ゾーンと呼ぶことにする。第１０図中のＤ点●は検波出力および信号検出手段によって得られた、目標からの反射信号の受信時刻と受信方位を表している。第１０図よりＤ点はビームi+1に関する誤差ゾーン内にあり、ビームi+1における送信信号による反射点であると判断される。

【００５５】

検出目標からの反射信号の受信方位および受信時刻および送信ビームの想定受信方位および受信時刻が送信時刻推定手段１１-２へ入力されると、検出目標からの反射信号の受信時刻において受信方位が属する誤差ゾーンの送信ビームを選択し、送信ビームの送信信号の送信時刻と検出目標からの反射信号の受信時刻を位置局限手段１２へ送る。受信時刻において、受信方位がどの送信ビームの誤差ゾーンにも属さない場合には、誤警報とみなし、後段の処理は行わない。

【００５６】

以上のように本発明によれば、具体例１の効果に加え、送受信アレイ誤差の情報を用いて、送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える誤差を算出してテンプレートを構成している。このため、送信アレイおよび受信アレイが独立に運動している等の場合のように送受信アレイ位置や送受信アレイのビーム方位に誤差を含む場合でも、誤差の影響を抑制したビーム選択がなされ、位置局限精度の劣化を防ぐことができるという効果がある。

【００５７】

《具体例６》

以下、添付図面を参照して本発明の具体例６を説明する。第１２図は本発明の具体例６のバイスタティック処理装置の機能ブロック図であり、具体例２の第６図および具体例５の第１１図と共通の要素には共通の符号が付されている。また第６図のテンプレート算出手段８として第１１図のテンプレート算出手段８-２が用いられている以外は共通であるため説明を省略する。

【００５８】

次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。簡単のために、具体例１，２および５と共通の動作については説明を省略する。ＲＤＴ送信の各送信ビームに対応した送信信号の送信時刻、送受信アレイ位置および誤差情報がテンプレート算出手段８-２に入力される。式(３)に基づき、各送信ビームの中心方位線上に反射体が存在したと想定した場合に、反射体からの反射波が受信される方位と時刻を、ＲＤＴ送信ビームの想定受信方位および想定受信時刻として算出する。また式(５)に基づき、誤差情報を用いて受信時刻に与える誤差を算出してテンプレートを構成し、結果をテンプレート表示手段９へ送る。

【００５９】

以上のように本発明によれば、具体例２の効果に加え、検波出力を受信時刻と受信方位を座標軸として表示し、信号検出結果を受信時刻と受信方位とを座標軸として表示するとともに、送受信アレイ誤差を用いて送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性に与える誤差を考慮したテンプレートを重畳表示している。このため、オペレータがテンプレート上の送信ビームに対応した誤差ゾーンを参考として総合的に判断し、目標の検出と送信ビームの指定をおこなうことができる。よって目標以外からの反射波や背景雑音等の影響が大きい場合や、送受信アレイが同一のプラットフォーム上になく、送信アレイおよび受信アレイが独立に運動している等の場合のように送受信アレイ位置や送受信アレイのビーム方位に誤差を含む場合にも、誤警報の少ない目標の位置局限が可能となる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【００６０】

【図１】従来のＯＤＴ送信方式を用いるバイスタティック処理方法における位置局限方法の説明図である。

【図２】従来のＯＤＴ送信方式を用いるバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図３】ＲＤＴ送信を用いた場合のバイスタティック処理の問題点を表わす図である。

【図４】送信ビームの想定受信方位-想定受信時間特性のプロット図である。

【図５】本発明の具体例１のバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図６】本発明の具体例２のバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図７】ビーム幅による変動が考慮された想定受信方位-想定受信時間特性のプロット図である。

【図８】本発明の具体例３のバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図９】本発明の具体例４のバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図１０】誤差情報が考慮された想定受信方位-想定受信時間特性のプロット図である。

【図１１】本発明の具体例５のバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図１２】本発明の具体例６のバイスタティック処理装置の機能ブロック図である。

【図１３】検波出力を受信方位-受信時間の軸上で表示した例である。

【図１４】検出結果出力を受信方位-受信時間の軸上で表示した例である。

【図１５】検波出力と検出結果出力とを重畳して表示した例である。

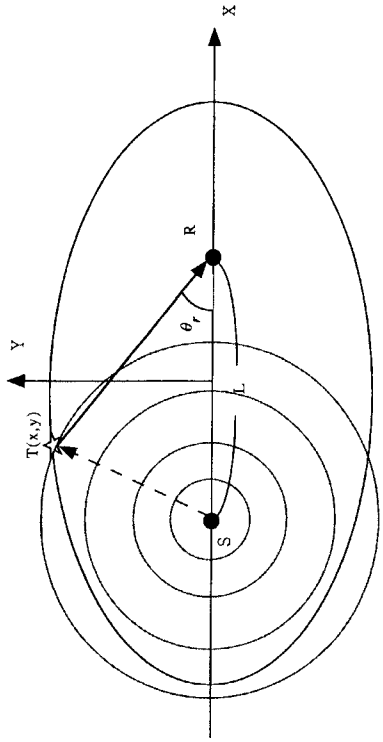
【図１６】テンプレート算出結果を検波出力の表示に重畳して表示した例である。

【符号の説明】

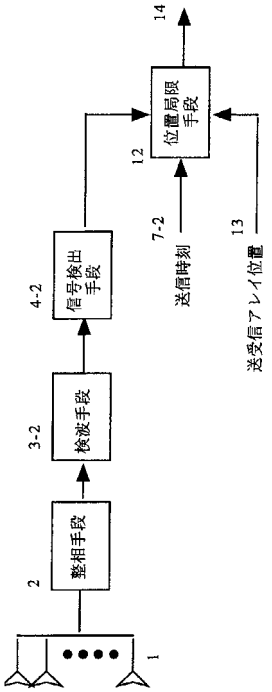
【００６１】

１：受波器センサアレイ
２：整相手段
３-２：検波手段
４-２：信号検出手段
７-１：送信時刻入力端子
８：テンプレート算出手段
１１：送信時刻推定手段
１２：位置局限手段
１３：送受信アレイ位置入力端子
１４：出力端子

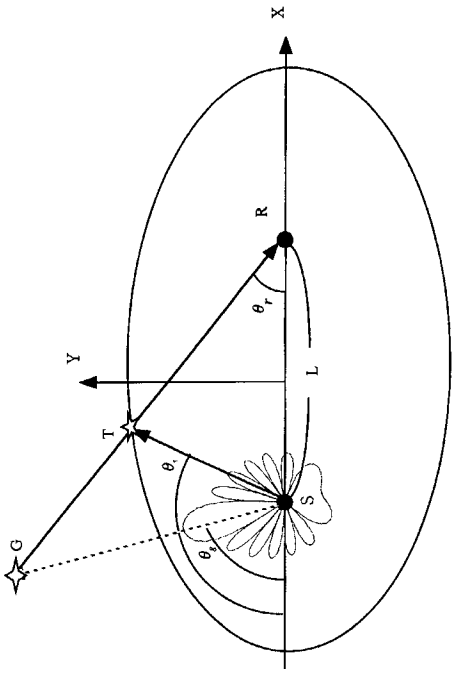
【図１】


X
Y
R
θ_r
L
T(x,y)
S

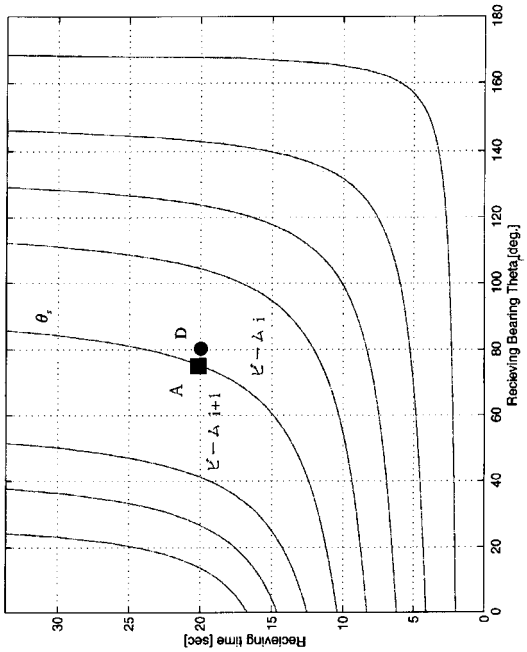
【図２】


1
2
整相手段
3-2
検波手段
4-2
信号検出手段
12
位置局限手段
14
7-2
送信時刻
13
送受信アレイ位置

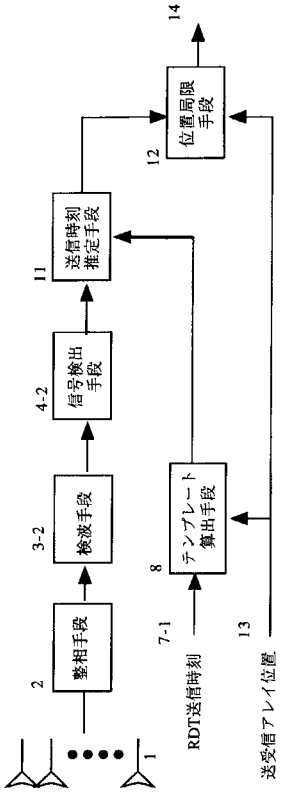
【図３】


X
Y
R
θ_r
L
T
θ_t
G
θ_g
S

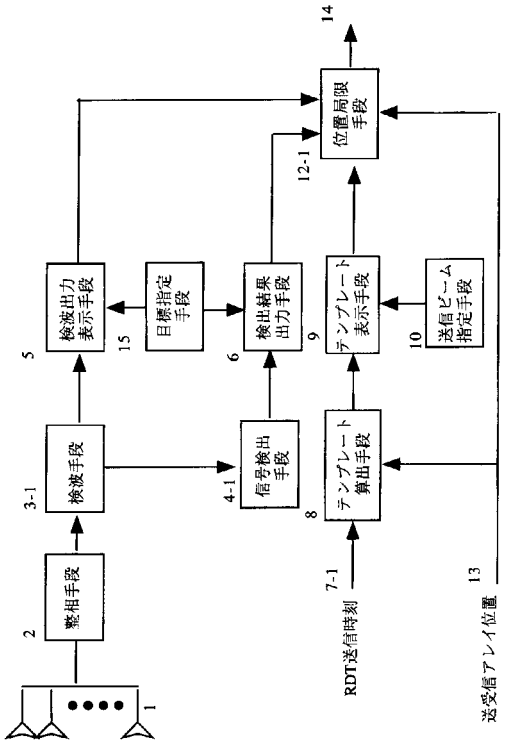
【図４】


θ_r
D
A
ビーム i
ビーム i+1
Recieving time [sec]
Receiving Bearing Theta [deg.]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
5
10
15
20
25
30

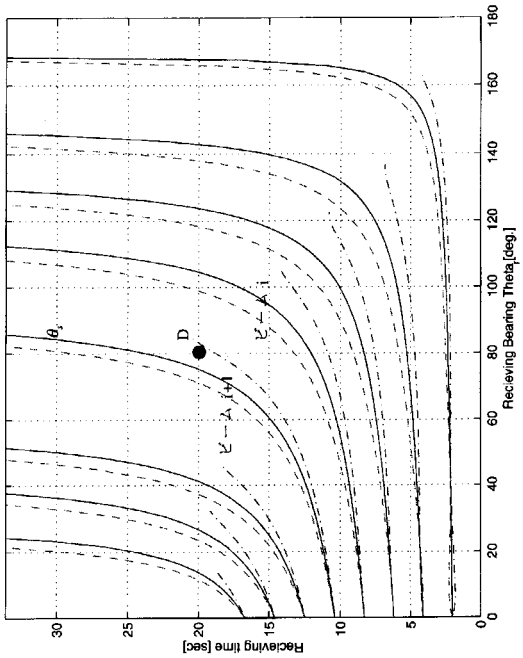
【図５】


整相手段
検波手段
信号検出手段
送信時刻推定手段
位置局限手段
テンプレート算出手段
RDT送信時刻
送受信アレイ位置

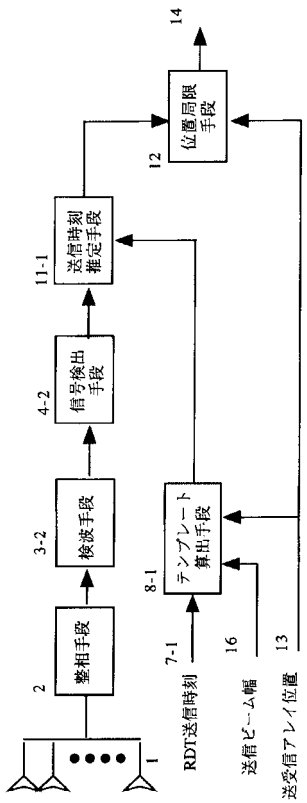
【図６】


整相手段
検波手段
検波出力表示手段
目標指定手段
検出結果出力手段
信号検出手段
テンプレート算出手段
テンプレート表示手段
送信ビーム指定手段
位置局限手段
RDT送信時刻
送受信アレイ位置

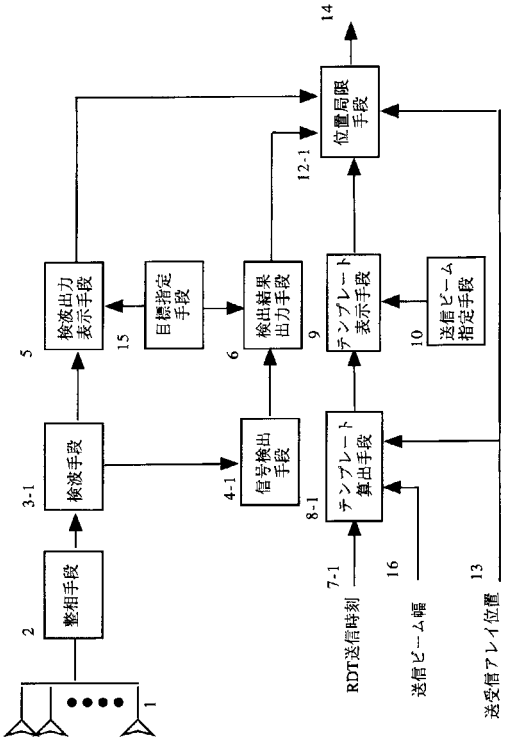
【図７】


Recieving time [sec]
Recieving Bearing Theta_i [deg.]
θ
D
ビーム i
ビーム i+1

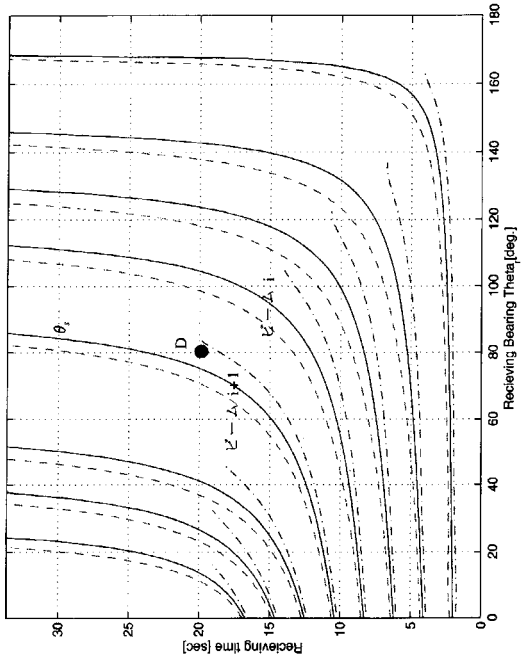
【図８】


整相手段
検波手段
信号検出手段
送信時刻推定手段
位置局限手段
テンプレート算出手段
RDT送信時刻
送信ビーム幅
送受信アレイ位置

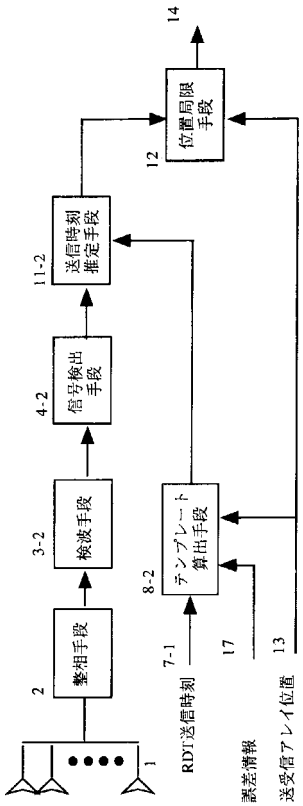
【図９】



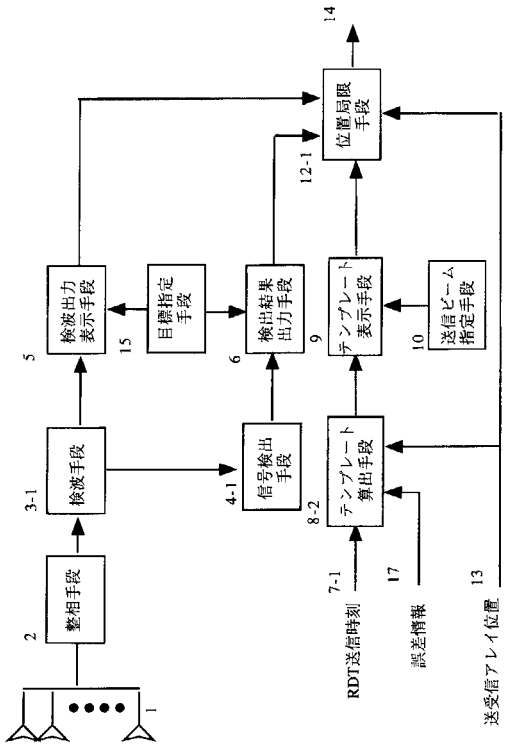
【図１０】



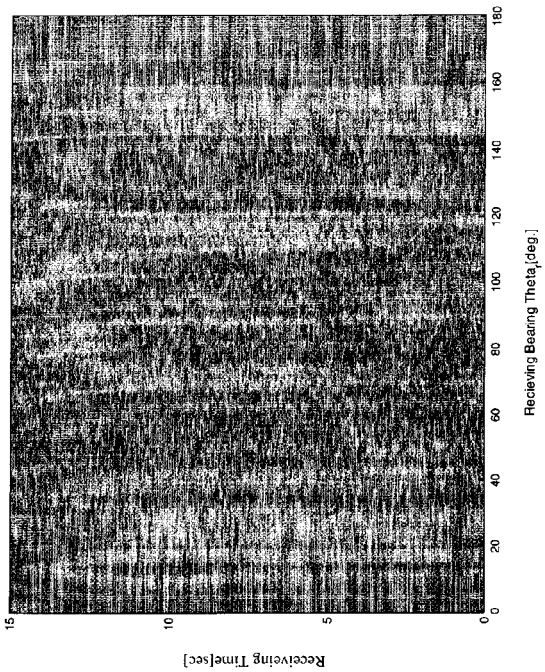
【図１１】



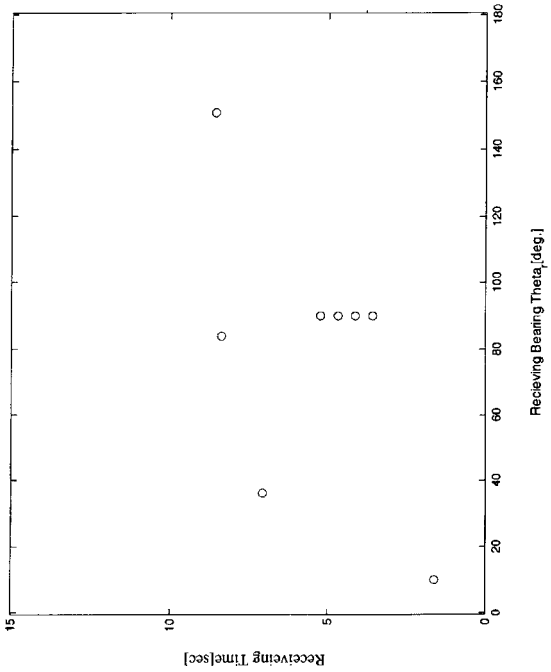
【図１２】



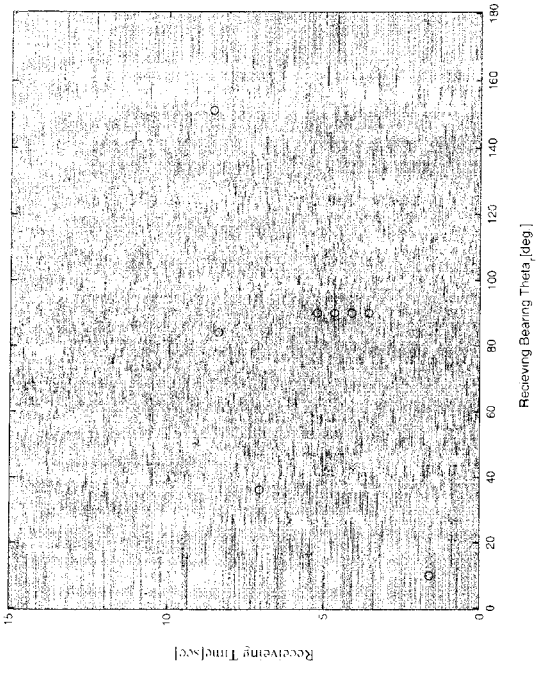
【図１３】



【図１４】



【図１５】



【図１６】

