(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5418770号
(P5418770)

(45)発行日　平成26年2月19日(2014.2.19)　(24)登録日　平成25年11月29日(2013.11.29)

(51)Int.Cl.　F I
G01S 13/93 (2006.01)　G01S 13/93 Z
G01S 13/86 (2006.01)　G01S 13/86

請求項の数 16　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2009-176630(P2009-176630)
(22)出願日　平成21年7月29日(2009.7.29)
(65)公開番号　特開2011-27695(P2011-27695A)
(43)公開日　平成23年2月10日(2011.2.10)
審査請求日　平成24年1月25日(2012.1.25)

(73)特許権者　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　110001276
特許業務法人　小笠原特許事務所
(74)代理人　100151541
弁理士　高田　猛二
(72)発明者　山田　直之
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　渡辺　俊明
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レーダ装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の上下方向位置を検出するレーダ装置であって、
左右方向に配列され、少なくとも一部が上下方向にずれて配設された複数の素子アンテナを有する受信アンテナと、
前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の上下方向位置を検出する第１位置検出手段と、
レーダ波が前記物体で反射されて生成される反射波が路面反射経路を含む複数の経路で前記受信アンテナに到来し該受信アンテナにおいて該複数の経路で到来した反射波の合成波が受信されることに起因する、前記上下方向位置の変動履歴に基づいて、前記第１位置検出手段によって求められた前記上下方向位置を補正して、補正後の上下方向位置である第１補正位置を求める第１位置補正手段と、を備える、レーダ装置。
【請求項２】
前記第１位置補正手段は、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の内、略最上方の位置を前記第１補正位置として求める、請求項１に記載のレーダ装置。
【請求項３】
前記第１位置補正手段は、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の平均値である第１平均値と、前記上下方向位置の分散である第１分散とを求め、求められた第１平均値及び第１分散に基づいて、前記第１補正位置を求める、請求項１に記載のレーダ

装置。
【請求項４】
前記第１位置補正手段は、前記第１平均値に、前記第１分散に予め設定された１以上の第１所定数を積算した積を加算して、前記第１補正位置を求める、請求項３に記載のレーダ装置。
【請求項５】
前記第１所定数は、２以上であって、且つ、４以下に設定されている、請求項４に記載のレーダ装置。
【請求項６】
該レーダ装置から送出される電波の、該車両が走行する路面における反射特性である第１反射特性を推定する第１特性推定手段を備え、
前記第１位置補正手段は、前記第１特性推定手段によって推定された第１反射特性に基づいて、前記第１補正位置を求める、請求項１に記載のレーダ装置。
【請求項７】
該車両が走行する路面の画像情報を生成する第１画像生成手段を備え、
前記第１特性推定手段は、前記第１画像生成手段によって生成された路面の画像情報に基づいて、前記第１反射特性を推定する、請求項６に記載のレーダ装置。
【請求項８】
前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置を求める第２位置検出手段と、
前記第２位置検出手段によって求められた左右方向位置の履歴に基づいて、前記第２位置検出手段によって求められた左右方向位置を補正して、補正後の左右方向位置である第２補正位置を求める第２位置補正手段と、を備える、請求項１に記載のレーダ装置。
【請求項９】
車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の左右方向位置を検出するレーダ装置であって、
左右方向に配列された複数の素子アンテナを有する受信アンテナと、
前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置を求める第２位置検出手段と、
レーダ波が前記物体で反射されて生成される反射波が側壁反射経路を含む複数の経路で前記受信アンテナに到来し該受信アンテナにおいて該複数の経路で到来した反射波の合成波が受信されることに起因する、前記左右方向位置の変動履歴に基づいて、前記第２位置検出手段によって求められた前記左右方向位置を補正して、補正後の左右方向位置である第２補正位置を求める第２位置補正手段と、を備える、レーダ装置。
【請求項１０】
前記第２位置補正手段は、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の内、略最正面の位置を前記第２補正位置として求める、請求項９に記載のレーダ装置。
【請求項１１】
前記第２位置補正手段は、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の平均値である第２平均値と、前記左右方向位置の分散である第２分散とを求め、求められた第２平均値及び第２分散に基づいて、前記第２補正位置を求める、請求項９に記載のレーダ装置。
【請求項１２】
前記第２位置補正手段は、前記第２平均値に、前記第２分散に予め設定された１以上の第２所定数を積算した積を減算して、前記第２補正位置を求める、請求項１１に記載のレーダ装置。
【請求項１３】
前記第２所定数は、２以上であって、且つ、４以下に設定されている、請求項１２に記載のレーダ装置。
【請求項１４】

該レーダ装置から送出される電波の、該車両が走行する道路に敷設された側壁における反射特性である第２反射特性を推定する第２特性推定手段を備え、
前記第２位置補正手段は、前記第２特性推定手段によって推定された第２反射特性に基づいて、前記第２補正位置を求める、請求項９に記載のレーダ装置。
【請求項１５】
該車両が走行する道路に敷設された側壁の画像情報を生成する第２画像生成手段を備え、
前記第２特性推定手段は、前記第２画像生成手段によって生成された側壁の画像情報に基づいて、前記第２反射特性を推定する、請求項１４に記載のレーダ装置。
【請求項１６】
前記複数の素子アンテナは、少なくとも一部が上下方向にずれて配設されており、
前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の上下方向位置を求める第１位置検出手段と、
レーダ波が前記物体で反射されて生成される反射波が路面反射経路を含む複数の経路で前記受信アンテナに到来し該受信アンテナにおいて該複数の経路で到来した反射波の合成波が受信されることに起因する、前記上下方向位置の変動履歴に基づいて、前記第１位置検出手段によって求められた前記上下方向位置を補正して、補正後の上下方向位置である第１補正位置を求める第１位置補正手段と、を備える、請求項９に記載のレーダ装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、例えば、車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の上下方向位置を検出するレーダ装置に関する。また、本発明は、例えば、車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の左右方向位置を検出するレーダ装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
車載用レーダ装置は、車両の前方を走行する車両等を認識するために利用されることが多く、その場合、道路標識、案内板等のような路面に対する上下方向の位置が高いために障害物とはなり得ない物体を先行車両と識別する必要がある。
【０００３】
上記課題を解消するために種々の方法、装置等が開示されている（例えば、特許文献１参照）。特許文献１に記載のレーダ装置は、複数の素子アンテナが左右方向に配列されたアレーアンテナを有する受信アンテナと、この受信アンテナのアンテナパターンの左右方向の走査を電気的に行うことにより、この受信アンテナで受信した受信信号から左右方向の所定方位範囲内に存在する物体の認識を行う信号処理部と、を備える。また、該レーダ装置において、素子アンテナの少なくとも一部は上下方向にずれて配置され、信号処理部は、上下方向にずれた素子アンテナからの受信信号を用いて物体の上下方向位置をモノパルス方式で検出する。
【０００４】
特許文献１に記載のレーダ装置によれば、受信アンテナを構成する左右方向に配列された複数の素子アンテナの一部を上下にずらしたり、上下方向に配列された素子アンテナを左右方向に配列された素子アンテナとは別に設けたりすることにより、物体の上下方向の位置を所望の角度範囲で検出することができる。すなわち、上下のずれ量あるいは上下の配列間隔を必要に応じて小さく設定できるので上下方向の検出角度範囲を十分に広くとることができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開平１１－２８７８５７号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、特許文献１に記載のレーダ装置では、路面反射の影響を受けて、物体の上下方向の位置を正しく検出できない場合がある。すなわち、１個の物体からの反射波には、路面で反射して受信された反射波も含まれるため、この反射波の影響を受けて、物体の上下方向の位置を正しく検出できない場合があるのである。
【０００７】
また、上下方向の位置だけでなく、左右方向の位置に関しても、高速道路等に敷設された側壁、トンネル内の側壁等での反射波が受信される場合には、物体の左右方向の位置を正しく検出できない虞がある。
【０００８】
本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、物体の左右方向及び上下方向の少なくとも一方の位置を正確に検出することの可能なレーダ装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記目的を達成するために、本発明は、以下の特徴を有している。本発明の第１の局面は、車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の上下方向位置を検出するレーダ装置であって、左右方向に配列され、少なくとも一部が上下方向にずれて配設された複数の素子アンテナを有する受信アンテナと、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の上下方向位置を検出する第１位置検出手段と、レーダ波が前記物体で反射されて生成される反射波が路面反射経路を含む複数の経路で前記受信アンテナに到来し該受信アンテナにおいて該複数の経路で到来した反射波の合成波が受信されることに起因する、前記上下方向位置の変動履歴に基づいて、前記第１位置検出手段によって求められた前記上下方向位置を補正して、補正後の上下方向位置である第１補正位置を求める第１位置補正手段と、を備える。
【００１０】
本発明の第２の局面は、上記第１の局面において、前記第１位置補正手段が、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の内、略最上方の位置を前記第１補正位置として求める。
【００１１】
本発明の第３の局面は、上記第１の局面において、前記第１位置補正手段が、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の平均値である第１平均値と、前記上下方向位置の分散である第１分散とを求め、求められた第１平均値及び第１分散に基づいて、前記第１補正位置を求める。
【００１２】
本発明の第４の局面は、上記第３の局面において、前記第１位置補正手段が、前記第１平均値に、前記第１分散に予め設定された１以上の第１所定数を積算した積を加算して、前記第１補正位置を求める。
【００１３】
本発明の第５の局面は、上記第４の局面において、前記第１所定数が、２以上であって、且つ、４以下に設定されている。
【００１４】
本発明の第６の局面は、上記第１の局面において、該レーダ装置から送出される電波の、該車両が走行する路面における反射特性である第１反射特性を推定する第１特性推定手段を備え、前記第１位置補正手段が、前記第１特性推定手段によって推定された第１反射特性に基づいて、前記第１補正位置を求める。
【００１５】
本発明の第７の局面は、上記第６の局面において、該車両が走行する路面の画像情報を生成する第１画像生成手段を備え、前記第１特性推定手段が、前記第１画像生成手段によ

って生成された路面の画像情報に基づいて、前記第１反射特性を推定する。

【００１６】

本発明の第８の局面は、上記第１の局面において、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置を求める第２位置検出手段と、前記第２位置検出手段によって求められた左右方向位置の履歴に基づいて、前記第２位置検出手段によって求められた左右方向位置を補正して、補正後の左右方向位置である第２補正位置を求める第２位置補正手段と、を備える。

【００１７】

本発明の第９の局面は、車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の左右方向位置を検出するレーダ装置であって、左右方向に配列された複数の素子アンテナを有する受信アンテナと、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置を求める第２位置検出手段と、レーダ波が前記物体で反射されて生成される反射波が側壁反射経路を含む複数の経路で前記受信アンテナに到来し該受信アンテナにおいて該複数の経路で到来した反射波の合成波が受信されることに起因する、前記左右方向位置の変動履歴に基づいて、前記第２位置検出手段によって求められた左右方向位置を補正して、補正後の左右方向位置である第２補正位置を求める第２位置補正手段と、を備える。

【００１８】

本発明の第１０の局面は、上記第９の局面において、前記第２位置補正手段が、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の内、略最正面の位置を前記第２補正位置として求める。

【００１９】

本発明の第１１の局面は、上記第９の局面において、前記第２位置補正手段が、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の平均値である第２平均値と、前記左右方向位置の分散である第２分散とを求め、求められた第２平均値及び第２分散に基づいて、前記第２補正位置を求める。

【００２０】

本発明の第１２の局面は、上記第１１の局面において、前記第２位置補正手段が、前記第２平均値に、前記第２分散に予め設定された１以上の第２所定数を積算した積を減算して、前記第２補正位置を求める。

【００２１】

本発明の第１３の局面は、上記第１２の局面において、前記第２所定数が、２以上であって、且つ、４以下に設定されている。

【００２２】

本発明の第１４の局面は、上記第９の局面において、該レーダ装置から送出される電波の、該車両が走行する道路に敷設された側壁における反射特性である第２反射特性を推定する第２特性推定手段を備え、前記第２位置補正手段が、前記第２特性推定手段によって推定された第２反射特性に基づいて、前記第２補正位置を求める。

【００２３】

本発明の第１５の局面は、上記第１４の局面において、該車両が走行する道路に敷設された側壁の画像情報を生成する第２画像生成手段を備え、前記第２特性推定手段が、前記第２画像生成手段によって生成された側壁の画像情報に基づいて、前記第２反射特性を推定する。

【００２４】

本発明の第１６の局面は、上記第９の局面において、前記複数の素子アンテナが、少なくとも一部が上下方向にずれて配設されており、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の上下方向位置を求める第１位置検出手段と、レーダ波が前記物体で反射されて生成される反射波が路面反射経路を含む複数の経路で前記受信アンテナに到来し該受信アンテナにおいて該複数の経路で到来した反射波の合成波が受信されることに起因する、前記上下方向位置の変動履歴に基づいて、前記上下方向位置を

補正して、補正後の上下方向位置である第１補正位置を求める第１位置補正手段と、を備える。

【発明の効果】

【００２５】

上記第１の局面によれば、受信アンテナが、左右方向に配列され、少なくとも一部が上下方向にずれて配設された複数の素子アンテナを有する。そして、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の上下方向位置が検出される。また、前記上下方向位置の履歴に基づいて、該上下方向位置を補正して、補正後の上下方向位置である第１補正位置が求められる。従って、物体の上下方向の位置を正確に検出することができる。

【００２６】

すなわち、受信アンテナを構成する左右方向に配列された複数の素子アンテナの一部を上下にずらすことによって、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、物体の上下方向の位置を検出することができる。また、求められた上下方向位置の履歴に基づいて、該上下方向位置が補正されて、補正後の上下方向位置である第１補正位置が求められるため、物体の上下方向の位置を正確に検出することができるのである。

【００２７】

上記第２の局面によれば、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の内、略最上方の位置が前記第１補正位置として求められる。従って、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００２８】

すなわち、路面での反射波の影響を受けて、上下方向位置は、実際の上下方向位置よりも下側に検出される（図４参照）。そこで、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の内、略最上方の位置が前記第１補正位置として求められるため、前記所定期間を適正に設定することによって、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができるのである。

【００２９】

上記第３の局面によれば、予め設定された所定期間内における前記上下方向位置の平均値である第１平均値と、前記上下方向位置の分散である第１分散とが求められ、求められた第１平均値及び第１分散に基づいて、前記第１補正位置が求められる。従って、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００３０】

すなわち、路面での反射波の影響を受けて、上下方向位置は、実際の上下方向位置よりも下側に検出される（図４参照）。また、前記第１平均値及び前記第１分散は、検出された上下方向位置の変化の状態を示すものである。そこで、前記第１平均値及び前記第１分散に基づいて、前記第１補正位置が求められるため、前記所定期間を適正に設定することによって、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができるのである。

【００３１】

上記第４の局面によれば、前記第１平均値に、前記第１分散に予め設定された１以上の第１所定数を積算した積を加算して、前記第１補正位置が求められる。従って、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００３２】

すなわち、例えば、検出された上下方向位置が正規分布をしている場合には、前記第１平均値に、前記第１分散に「３」を積算した積を加算することによって（＝前記第１所定数として「３」を設定することによって）、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができるのである。

【００３３】

上記第５の局面によれば、前記第１所定数が、２以上であって、且つ、４以下に設定されている。従って、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００３４】

すなわち、例えば、検出された上下方向位置が正規分布をしている場合には、前記第１平均値に、前記第１分散に「３」を積算した積を加算することによって（＝前記第１所定数として「３」を設定することによって）、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができるのである。

【００３５】

上記第６の局面によれば、該レーダ装置から送出される電波の、該車両が走行する路面における反射特性である第１反射特性が推定される。そして、推定された第１反射特性に基づいて、前記第１補正位置が求められる。従って、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００３６】

すなわち、路面の反射率等の反射特性に基づいて、路面での反射波の影響の程度が変化する。例えば、路面の反射率が１００％に近い場合（図４（ｂ）参照）には、物体の上下方向の位置として、路面位置が検出される。また、例えば、路面の反射率が０％に近い場合（図４（ｃ）参照）には、物体の上下方向の位置として、現実の物体の位置が検出される。そこで、推定された第１反射特性に基づいて、前記第１補正位置が求められるため、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができるのである。

【００３７】

上記第７の局面によれば、該車両が走行する路面の画像情報が生成される。そして、生成された路面の画像情報に基づいて、前記第１反射特性が推定される。従って、前記第１反射特性を正確に推定することができる。

【００３８】

すなわち、路面における反射特性である第１反射特性は、路面の種類によって推定することができる。例えば、路面がアスファルト舗装されている場合には、反射率が大きく、路面が砂利道である場合には、反射率が小さい。そこで、路面の画像情報に基づいて、路面の種類を推定し、路面における反射特性である第１反射特性が推定されるため、前記第１反射特性を正確に推定することができるのである。

【００３９】

上記第８の局面によれば、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置が求められる。そして、求められた左右方向位置の履歴に基づいて、求められた左右方向位置を補正して、補正後の左右方向位置である第２補正位置が求められる。従って、物体の左右方向の位置を正確に検出することができる。

【００４０】

すなわち、求められた左右方向位置の履歴に基づいて、該左右方向位置が補正されて、補正後の左右方向位置である第２補正位置が求められるため、物体の左右方向の位置を正確に検出することができるのである。

【００４１】

上記第９の局面によれば、受信アンテナが、左右方向に配列された複数の素子アンテナを有している。そして、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置が求められる。また、求められた左右方向位置の履歴に基づいて、求められた左右方向位置が補正されて、補正後の左右方向位置である第２補正位置が求められる。従って、物体の左右方向の位置を正確に検出することができる。

【００４２】

すなわち、左右方向に配列された複数の素子アンテナで受信された受信信号位相差に基づいて、前記物体の左右方向位置を求めることができる。また、求められた左右方向位置の履歴に基づいて、該左右方向位置が補正されて、補正後の左右方向位置である第２補正位置が求められるため、物体の左右方向の位置を正確に検出することができるのである。

【００４３】

上記第１０の局面によれば、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の内、略最正面の位置が前記第２補正位置として求められる。従って、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００４４】
すなわち、側壁での反射波の影響を受けて、左右方向位置は、実際の左右方向位置よりも正面位置から離間する側に検出される（図５参照）。そこで、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の内、略最正面の位置が前記第２補正位置として求められるため、前記所定期間を適正に設定することによって、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができるのである。なお、本発明において、「略最正面の位置」とは、概ね最も正面に近い位置を意味している。
【００４５】
上記第１１の局面によれば、予め設定された所定期間内における前記左右方向位置の平均値である第２平均値と、前記左右方向位置の分散である第２分散とが求められ、求められた第２平均値及び第２分散に基づいて、前記第２補正位置が求められる。従って、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができる。
【００４６】
すなわち、側壁での反射波の影響を受けて、左右方向位置は、実際の左右方向位置よりも正面位置から離間する側に検出される（図５参照）。また、前記第２平均値及び前記第２分散は、検出された左右方向位置の変化の状態を示すものである。そこで、前記第２平均値及び前記第２分散に基づいて、前記第２補正位置が求められるため、前記所定期間を適正に設定することによって、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができるのである。
【００４７】
上記第１２の局面によれば、前記第２平均値に、前記第２分散に予め設定された１以上の第２所定数を積算した積を減算して、前記第２補正位置が求められる。従って、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができる。
【００４８】
すなわち、例えば、検出された左右方向位置が正規分布をしている場合には、前記第２平均値に、前記第２分散に「３」を積算した積を減算することによって（＝前記第２所定数として「３」を設定することによって）、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができるのである。
【００４９】
上記第１３の局面によれば、前記第２所定数が、２以上であって、且つ、４以下に設定されている。従って、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができる。
【００５０】
すなわち、例えば、検出された左右方向位置が正規分布をしている場合には、前記第２平均値に、前記第２分散に「３」を積算した積を加算することによって（＝前記第２所定数として「３」を設定することによって）、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができるのである。
【００５１】
上記第１４の局面によれば、該レーダ装置から送出される電波の、該車両が走行する道路に敷設された側壁における反射特性である第２反射特性が推定される。そして、推定された第２反射特性に基づいて、前記第２補正位置が求められる。従って、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができる。
【００５２】
すなわち、側壁の反射率等の反射特性に基づいて、側壁での反射波の影響の程度が変化する。例えば、側壁の反射率が１００％に近い場合（図５（ｂ）参照）には、物体の左右方向の位置として、側壁の表面位置が検出される。また、例えば、側壁の反射率が０％に近い場合（図５（ｃ）参照）には、物体の左右方向の位置として、現実の物体の位置が検出される。そこで、推定された第２反射特性に基づいて、前記第２補正位置が求められるため、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができるのである。
【００５３】
上記第１５の局面によれば、該車両が走行する道路に敷設された側壁の画像情報が生成

される。そして、生成された側壁の画像情報に基づいて、前記第２反射特性が推定される。従って、前記第２反射特性を正確に推定することができる。

【００５４】

すなわち、側壁における反射特性である第２反射特性は、側壁の種類によって推定することができる。例えば、側壁がコンクリート、鋼材等で形成されている場合には、反射率が大きく、側壁がガラス、樹脂等で形成されている場合には、反射率が小さい。そこで、側壁の画像情報に基づいて、側壁の種類を推定し、側壁における反射特性である第２反射特性が推定されるため、前記第２反射特性を正確に推定することができるのである。

【００５５】

上記第１６の局面によれば、前記複数の素子アンテナが、少なくとも一部が上下方向にずれて配設されている。そして、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、前記物体の上下方向位置が求められる。また、前記上下方向位置の履歴に基づいて、該上下方向位置が補正されて、補正後の上下方向位置である第１補正位置が求められる。従って、物体の上下方向の位置を正確に検出することができる。

【００５６】

すなわち、受信アンテナを構成する左右方向に配列された複数の素子アンテナの一部を上下にずらすことによって、前記複数の素子アンテナで受信された受信信号の位相差に基づいて、物体の上下方向の方位を検出することができる。また、求められた上下方向位置の履歴に基づいて、該上下方向位置が補正されて、補正後の上下方向位置である第１補正位置が求められるため、物体の上下方向の位置を正確に検出することができるのである。

【図面の簡単な説明】

【００５７】

【図１】本発明に係るレーダ装置の構成の一例を示すブロック図
【図２】位置検出ＥＣＵの機能構成の一例を示すブロック図
【図３】物体の上下方向位置を検出する方法の一例を示す説明図
【図４】路面での反射波による物体の上下方向位置への影響の一例を示す説明図
【図５】側壁での反射波による物体の左右方向位置への影響の一例を示す説明図
【図６】物体の上下方向位置及び左右方向位置の検出結果の一例を示すグラフ
【図７】位置検出ＥＣＵの動作の一例を示すフローチャート（前半部）
【図８】位置検出ＥＣＵの動作の一例を示すフローチャート（後半部）

【発明を実施するための形態】

【００５８】

以下、図面を参照して本発明に係るレーダ装置の実施形態について説明する。本発明に係るレーダ装置１００は、車両ＶＲに搭載され、車両ＶＲの周囲に存在する物体ＴＧの上下方向位置及び左右方向位置を検出するレーダ装置（図４、図５参照）である。まず、図１を用いて、車両ＶＲに搭載されたレーダ装置１００の構成の一例について説明する。

【００５９】

図１は、本発明に係るレーダ装置１００の構成の一例を示すブロック図である。ここでは、レーダ装置１００は、例えば、ＦＭ－ＣＷ方式のレーダ装置であって、且つ、受信信号をＤＢＦ（Digital Beam Forming）処理を行うＤＢＦレーダ装置である。また、レーダ装置１００は、ＤＢＦ処理によって物体ＴＧとの距離及び相対速度を検出すると共に、位相モノパルス方式で、物体ＴＧの上下方向及び左右方向の位置を求める。なお、以下の説明においては、主に、レーダ装置１００において、位相モノパルス方式で、物体ＴＧの上下方向及び左右方向の位置を求める点に関して説明し、ＦＭ－ＣＷ方式及びＤＢＦ処理によって物体ＴＧとの距離及び相対速度を検出する点に関してはその説明の大半を省略する。

【００６０】

図１に示すように、本発明に係るレーダ装置１００は、送信アンテナ１、受信アンテナ２、発振器３、ミキサ部４、及び、位置検出ＥＣＵ５を備えている。また、位置検出ＥＣＵ５は、カメラ６と通信可能に接続されている。

【００６１】
送信アンテナ１は、発振器３によって駆動されて送信波（電磁波）を送出するアンテナである。また、送信アンテナ１は、受信アンテナ２と同一平面上に設けられており、１つの給電点に接続され、上下方向に配列された複数のパッチアンテナ（図１において、白抜きの四角□で示す）を備えている。更に、送信アンテナ１の給電点には、中心周波数がｆ０（例えば、７６ＧＨｚ）の発振器３の出力端子が接続されている。
【００６２】
受信アンテナ２は、送信アンテナ１から送出され、物体ＴＧ等によって反射された反射波を受信するアンテナである。また、受信アンテナ２は、左右方向（水平方向）に配列された３個の素子アンテナ２１、２２、２３を備えている。素子アンテナ２１、２２、２３はそれぞれ複数のパッチアンテナ（図１において白抜きの四角□で示す）を有し、各パッチアンテナは、素子アンテナ２１、２２、２３毎に１つの給電点に対して略同一の線路長となるように接続されている。ここで、素子アンテナ２１、２２、２３は、複数の（ここでは、３個の）素子アンテナに相当する。
【００６３】
なお、本実施形態では各素子アンテナ２１、２２、２３において、パッチアンテナが上下方向（垂直方向）に一列に配列されているが、２以上の列としても良いし、その他の配列であっても良い。各素子アンテナ２１、２２、２３の中心点は交互に上下方向にずれて配列されている。すなわち、素子アンテナ２１、２３は上側素子アンテナ群を構成し、素子アンテナ２２は下側素子アンテナ群を構成しており、上側素子アンテナ群と下側素子アンテナ群とは上下方向に距離Δｙだけずれて配列されている。
【００６４】
発振器３は、図示省略した変調用の直流電源から出力される制御電圧によって、周波数ｆ０の搬送波に対して周波数変調幅ΔＦの三角波変調を施した信号を生成する。すなわち、発振器３は、周波数ｆ０±ΔＦ／２の変調波（＝送信信号）を生成し、生成された変調波は、送信アンテナ１から電磁波として放射される。
【００６５】
ミキサ部４は、受信アンテナ２の各素子アンテナ２１、２２、２３にそれぞれ接続する３個のミキサ４１、４２、４３を備えている。各ミキサ４１、４２、４３には、発振器３からの送信信号の一部であるローカル信号が入力されており、それぞれの素子アンテナ２１、２２、２３からの受信信号は、このローカル信号とミキシングされて中間周波数にダウンコンバートされる。このダウンコンバートによって、レーダ装置１００おいて、ＦＭ－ＣＷ方式での距離及び相対速度の検出に用いるビート信号（送信信号と受信信号との差信号）が得られる。
【００６６】
位置検出ＥＣＵ（Electronic Control Unit）５は、ミキサ部４によって生成されたビート信号、及び、カメラ６からの画像情報に基づき、物体ＴＧの上下方向及び左右方向の位置を求めるＥＣＵである。なお、位置検出ＥＣＵ５の具体的な構成及び動作については、図２等を参照して後述する。
【００６７】
カメラ６は、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）等を備え、車両ＶＲが走行する道路の路面、及び、車両ＶＲが走行する道路に敷設された側壁の画像情報を生成するカメラである。ここで、カメラ６は、第１画像生成手段の一部、及び、第２画像生成手段の一部に相当する。
【００６８】
図２は、位置検出ＥＣＵ５の機能構成の一例を示すブロック図である。図２に示すように、位置検出ＥＣＵ５は、機能的に、第１画像生成部５１、第１特性推定部５２、第１位置検出部５３、第１位置補正部５４、第２画像生成部５５、第２特性推定部５６、第２位置検出部５７、及び、第２位置補正部５８を備えている。
【００６９】

なお、位置検出ＥＣＵ５は、位置検出ＥＣＵ５の適所に配設されたマイクロコンピュータに、位置検出ＥＣＵ５の適所に配設されたＲＯＭ（Read Only Memory）等に予め格納された制御プログラムを実行させることにより、当該マイクロコンピュータを、機能的に、第１画像生成部５１、第１特性推定部５２、第１位置検出部５３、第１位置補正部５４、第２画像生成部５５、第２特性推定部５６、第２位置検出部５７、第２位置補正部５８等の機能部として機能させる。

【００７０】

第１画像生成部５１は、カメラ６を介して、車両ＶＲが走行する道路の路面の画像情報を生成する機能部である。ここで、第１画像生成部５１は、第１画像生成手段の一部に相当する。具体的には、第１画像生成部５１は、予め設定された所定時間（例えば、０．２ｓｅｃ）毎に、カメラ６を介して、路面ＲＳの画像情報を生成する（図４参照）。

【００７１】

第１特性推定部５２は、第１画像生成部５１によって生成された路面ＲＳの画像情報に基づいて、レーダ装置１００（ここでは、送信アンテナ１）から送出される電波の、車両ＶＲが走行する路面ＲＳにおける反射特性である第１反射特性を推定する機能部である。ここで、第１特性推定部５２は、第１特性推定手段に相当する。第１特性推定部５２は、具体的には、路面ＲＳの画像情報に基づいて、路面ＲＳの種類を推定し、路面ＲＳにおける反射率Ｒ１を推定する。例えば、第１特性推定部５２は、路面ＲＳがアスファルト舗装されている場合には、反射率Ｒ１が大きく、路面ＲＳが砂利道である場合には、反射率Ｒ１が小さいと推定する。

【００７２】

このようにして、路面ＲＳの画像情報に基づいて、路面ＲＳの種類を推定し、路面ＲＳにおける反射特性である第１反射特性（ここでは、反射率Ｒ１）が推定されるため、前記第１反射特性（ここでは、反射率Ｒ１）を正確に推定することができる。

【００７３】

本実施形態では、第１特性推定部５２が、路面ＲＳの画像情報に基づいて、反射率Ｒ１を推定する場合について説明するが、第１特性推定部５２が、その他の情報に基づいて、反射率Ｒ１を推定する形態でも良い。例えば、第１特性推定部５２が、ナビゲーションシステムからの地図情報（道路の路面情報：舗装道路であるか否か等の情報）、ＶＩＣＳ（Vehicle Information and Communication System）からの路面情報、降雨、降雪情報等に基づいて、反射率Ｒ１を推定する形態でも良い。この場合には、処理が簡略化される。

【００７４】

また、本実施形態では、第１特性推定部５２が、第１反射特性として、反射率Ｒ１を推定する場合について説明するが、第１特性推定部５２が、その他の第１反射特性を推定する形態でも良い。例えば、第１特性推定部５２が、反射率Ｒ１の平均値及び分散を推定する形態でも良い。この場合には、第１位置補正部５４は、反射率Ｒ１の平均値及び分散に基づいて、補正後の上下方向位置である第１補正位置を更に正確に求めることができる。

【００７５】

第２画像生成部５５は、カメラ６を介して、車両ＶＲが走行する道路に敷設された側壁ＳＷの画像情報を生成する機能部である。ここで、第２画像生成部５５は、第２画像生成手段の一部に相当する。具体的には、第２画像生成部５５は、予め設定された所定時間（例えば、０．２ｓｅｃ）毎に、カメラ６を介して、側壁ＳＷの画像情報を生成する（図５参照）。

【００７６】

第２特性推定部５６は、第２画像生成部５５によって生成された側壁ＳＷの画像情報に基づいて、レーダ装置１００（ここでは、送信アンテナ１）から送出される電波の、車両ＶＲが走行する道路に敷設された側壁ＳＷにおける反射特性である第２反射特性を推定する機能部である。ここで、第２特性推定部５６は、第２特性推定手段に相当する。第２特性推定部５６は、具体的には、側壁ＳＷの画像情報に基づいて、側壁ＳＷの種類を推定し、側壁ＳＷにおける反射率Ｒ２を推定する。例えば、第２特性推定部５６は、側壁ＳＷが

コンクリート、鋼材等で形成されている場合には、反射率Ｒ２が大きく、側壁ＳＷがガラス、樹脂等で形成されている場合には、反射率Ｒ２が小さいと推定する。

【００７７】

このようにして、側壁ＳＷの画像情報に基づいて、側壁ＳＷの種類を推定し、側壁ＳＷにおける反射特性である第２反射特性（ここでは、反射率Ｒ２）が推定されるため、前記第２反射特性（ここでは、反射率Ｒ２）を正確に推定することができる。

【００７８】

本実施形態では、第２特性推定部５６が、側壁ＳＷの画像情報に基づいて、反射率Ｒ２を推定する場合について説明するが、第２特性推定部５６が、その他の情報に基づいて、反射率Ｒ２を推定する形態でも良い。例えば、第２特性推定部５６が、ナビゲーションシステムからの地図情報（側壁情報：側壁の材質等の情報）等に基づいて、反射率Ｒ２を推定する形態でも良い。この場合には、処理が簡略化される。

【００７９】

また、本実施形態では、第２特性推定部５６が、第２反射特性として、反射率Ｒ２を推定する場合について説明するが、第２特性推定部５６が、その他の第２反射特性を推定する形態でも良い。例えば、第２特性推定部５６が、反射率Ｒ２の平均値及び分散を推定する形態でも良い。この場合には、第２位置補正部５８は、反射率Ｒ２の平均値及び分散に基づいて、補正後の左右方向位置である第２補正位置を更に正確に求めることができる。

【００８０】

第１位置検出部５３は、受信アンテナ２（素子アンテナ２１、２２、２３）で受信された受信信号の位相差に基づいて、物体ＴＧの上下方向位置Ｈを検出する機能部である。なお、第１位置検出部５３は、第１位置検出手段に相当する。

【００８１】

第２位置検出部５７は、受信アンテナ２（素子アンテナ２１、２２、２３）で受信された受信信号の位相差に基づいて、物体ＴＧの左右方向位置Ｗを検出する機能部である。なお、第２位置検出部５７は、第２位置検出手段に相当する。

【００８２】

ここで、第１位置検出部５３及び第２位置検出部５７による物体ＴＧの上下方向位置Ｈ及び左右方向位置Ｗの検出方法について、図３を用いて説明する。図３は、物体ＴＧの上下方向位置を検出する方法の一例を示す説明図である。

【００８３】

第１位置検出部５３及び第２位置検出部５７は、具体的には、素子アンテナ２２及び素子アンテナ２３による第１の斜め方向（角度θ１：図１参照）における物体ＴＧの角度、及び、素子アンテナ２１及び素子アンテナ２２による第２の斜め方向（角度θ２：図１参照）における物体ＴＧの角度をそれぞれ位相モノパルス方式で検出する。そして、第１位置検出部５３は、検出された２つの角度（図３を用いて後述するθ（Ｘ）、θ（Ｙ））から、物体ＴＧの上下方向の位置Ｐ１を求めるものである。また、第２位置検出部５７は、検出された２つの角度（図３を用いて後述するθ（Ｘ）、θ（Ｙ））から、２つの検出角度（後述するθ（Ｘ）、θ（Ｙ））から物体ＴＧの左右方向の位置Ｐ２を求めるものである。

【００８４】

図３において、ｘ軸方向がこのレーダ装置１００の左右方向に対応し、ｙ軸方向が上下方向に対応し、ｚ軸の正の向きが前方とである。また、図１における第１斜め方向がｘｙ平面上のＸ軸、第２斜め方向がｘｙ平面状のＹ軸にそれぞれ対応している。物体ＴＧまでの距離をＬ、第１斜め方向すなわちＸ方向における物体ＴＧのｚ軸を基準とする角度をθ（Ｘ）、第２斜め方向すなわちＹ方向における物体ＴＧのｚ軸を基準とする角度をθ（Ｙ）とすると、第１斜め方向及び第２斜め方向における目標物Ｔのそれぞれの変位ＷＨ１及び変位ＷＨ２は、次の（１）式、（２）式で表される。

ＷＨ１＝Ｌ×sin（θ（Ｘ））　　（１）

ＷＨ２＝Ｌ×sin（θ（Ｙ））　　（２）

【００８５】
第１斜め方向及び第２斜め方向についての角度θ（Ｘ）、θ（Ｙ）は、素子アンテナ２１、２２、２３で受信された受信信号の位相差に基づいて、位相モノパルス方式により検出することができる。また、距離Ｌは、左右方向に関するＤＢＦ合成によって検出することができるため、上記（１）式、（２）式から目標物Ｔの変位ＷＨ１及び変位ＷＨ２を求めることができる。
【００８６】
次に、変位ＷＨ１及び変位ＷＨ２を用いて、ｙ軸方向すなわち上下方向の角度を求める。第１斜め方向のｘ軸に対する角度をθ１、第２斜め方向のｙ軸に対する角度をθ２とする（図１参照）と、物体ＴＧの上下方向の位置（高さ）Ｐ１及び左右方向の位置Ｐ２は、それぞれ、次の（３）式、（４）式で表すことができる。

$$P1=(WH1/\cos(\theta1)-WH2/\cos(\theta2))/(1/\tan(\theta1)-1/\tan(\theta2)) \quad (3)$$

$$P2=(WH1/\sin(\theta1)-WH2/\sin(\theta2))/(1/\tan(\theta1)-1/\tan(\theta2)) \quad (4)$$

【００８７】
上記（３）式、（４）式に、上記（１）式、（２）式を用いて求められた変位ＷＨ１及び変位ＷＨ２を代入することによって、物体ＴＧの上下方向の位置Ｐ１、及び、左右方向の位置Ｐ２をそれぞれ求めることができる。
【００８８】
ここで、図４を用いて、第１位置検出部５３によって検出される物体ＴＧの上下方向位置Ｐ１の変化について説明する。図４は、路面ＲＳでの反射波による物体ＴＧ１０の上下方向位置Ｐ１への影響の一例を示す説明図である。図４（ａ）は、側面概念図である。図４（ａ）に示すように、車両ＶＲの前面部に、前方の物体ＴＧ１０を検出する送信アンテナ１及び受信アンテナ２が配設されている。ここでは、送信アンテナ１及び受信アンテナ２から物体ＴＧ１０までの距離Ｌ１は、ＦＭ－ＣＷ方式及びＤＢＦ処理によって求められているものとする。
【００８９】
送信アンテナ１から送出された送信波は、物体ＴＧ１０によって反射され、反射されて生成された反射波が、実線で示す最短のルートと、破線で示す路面ＲＳでの反射を経由するルートとで、受信アンテナ２に入射される。以下の説明において、実線で示す最短のルートで入射される反射波を、便宜上、「直接波」といい、破線で示す路面ＲＳでの反射を経由するルート入射される反射波を、「路面反射波」という。路面反射波は、仮想的に、物体ＴＧ１０を、路面ＲＳ（ここでは、路面ＲＳが平面であると仮定する）について面対称となる位置に仮想物体ＴＧ１１がある場合の、該仮想物体ＴＧ１１からの反射波と、同一の位相差を生じる反射波として、受信アンテナ２に受信される。
【００９０】
図４（ｂ）、図４（ｃ）は、図４（ａ）に示す状況において、第１位置検出部５３によって検出される上下方向位置Ｐ１を規定する信号ベクトルの一例を示すベクトル図である。ベクトルＶ１０は、直接波に対応する信号ベクトルであって、ベクトルＶ１１は、路面反射波に対応する信号ベクトルである。また、ベクトルＶ１２は、ベクトルＶ１０と、ベクトルＶ１１との合成ベクトルである。図４（ｂ）は、路面ＲＳの反射率Ｒ１が１００％である場合であって、図４（ｃ）は、路面ＲＳの反射率Ｒ１が０％に近い（ここでは、１０％程度）場合である。
【００９１】
図４（ｂ）に示すように、路面ＲＳの反射率Ｒ１が１００％である場合には、路面反射波の強度が、直接波の強度と略同一となるため、信号の強度を示すベクトルＶ１１の長さは、ベクトルＶ１０の長さと略同一となる。そこで、合成ベクトルＶ１２の向きは、物体ＴＧ１０と仮想物体ＴＧ１１との中点ＴＧ１２（＝路面ＲＳ上に位置する）の向きとなり、第１位置検出部５３によって検出される物体ＴＧの上下方向位置（高さ）Ｐ１は、概ね

「０」となる。従って、図４（ｂ）には、その高さを記載していない。

【００９２】

図４（ｃ）に示すように、路面ＲＳの反射率Ｒ１が１０％である場合には、路面反射波の強度が、直接波の強度と比較して略（１／１０）となるため、信号の強度を示すベクトルＶ１１の長さは、ベクトルＶ１０の長さの略（１／１０）となる。そこで、合成ベクトルＶ１２の向きは、物体ＴＧ１０に向かう向きと近い向きとなり、第１位置検出部５３によって検出される物体ＴＧ１０の上下方向位置（高さ）Ｐ１１は、物体ＴＧ１０の高さＰ１０に近似する値となる。

【００９３】

図６は、物体の上下方向位置及び左右方向位置の検出結果の一例を示すグラフである。図６（ａ）は、第１位置検出部５３によって検出された上下方向位置Ｐ１の検出結果の一例を示すグラフであって、図６（ｂ）は、第２位置検出部５７によって検出された左右方向位置Ｐ２の検出結果の一例を示すグラフである。図６（ａ）に示すように、第１位置検出部５３によって検出される上下方向位置Ｐ１は、図４を用いて説明したように、路面ＲＳの反射率Ｒ１の変化に応じて、路面位置（＝高さ「０」）から物体ＴＧ１０の高さＰ１０の間で変化する。

【００９４】

再び、図２に戻って、位置検出ＥＣＵ５の機能構成について説明する。第１位置補正部５４は、第１位置検出部５３によって検出された上下方向位置Ｐ１の履歴に基づいて、該上下方向位置Ｐ１を補正して、補正後の上下方向位置である第１補正位置Ｐ１Ａを求める機能部である。ここで、第１位置補正部５４は、第１位置補正手段に相当する。また、第１位置補正部５４は、具体的には、予め設定された所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内における上下方向位置Ｐ１の平均値である第１平均値ＡＰ１と、上下方向位置Ｐ１の分散である第１分散ＳＰ１とを求め、求められた第１平均値ＡＰ１及び第１分散ＳＰ１に基づいて、第１補正位置Ｐ１Ａを求める。

【００９５】

例えば、第１位置補正部５４は、第１平均値ＡＰ１に、第１分散ＳＰ１に予め設定された１以上の第１所定数Ｋ１を積算した積を加算して、次の（５）式によって第１補正位置Ｐ１Ａを求める。

Ｐ１Ａ＝ＡＰ１＋Ｋ１×ＳＰ１　　（５）

ここで、第１所定数Ｋ１は、例えば、「３」に設定されている。

【００９６】

このようにして、第１平均値ＡＰ１及び第１分散ＳＰ１は、検出された上下方向位置Ｐ１の変化の状態を示すものである。そこで、第１平均値ＡＰ１及び第１分散ＳＰ１に基づいて、第１補正位置Ｐ１Ａが求められるため、前記所定期間を適正に設定することによって、物体ＴＧ１０の上下方向の位置を更に正確に検出することができる。

【００９７】

また、例えば、検出された上下方向位置Ｐ１が正規分布をしている場合には、第１平均値ＡＰ１に、第１分散ＳＰ１に「３」を積算した積を加算することによって（＝第１所定数Ｋ１として「３」を設定することによって）、物体の上下方向の位置を更に正確に検出することができる（図６（ａ）参照）。

【００９８】

本実施形態では、第１位置補正部５４が、第１平均値ＡＰ１及び第１分散ＳＰ１に基づいて、第１補正位置Ｐ１Ａを求める場合について説明するが、第１位置補正部５４が、上下方向位置Ｐ１の履歴に基づいて、該上下方向位置Ｐ１を補正して、第１補正位置Ｐ１Ａを求める形態であれば良い。例えば、第１位置補正部５４が、予め設定された所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内における上下方向位置Ｐ１の内、略最上方の位置を第１補正位置Ｐ１Ａとして求める形態でも良い。

【００９９】

次に、図５を用いて、第２位置検出部５７によって検出される物体ＴＧの左右方向位置

Ｐ２の変化について説明する。図５は、側壁ＳＷでの反射波による物体ＴＧ２０の左右方向位置Ｐ２への影響の一例を示す説明図である。図５（ａ）は、平面概念図である。図５（ａ）に示すように、車両ＶＲの前面部に、前方の物体ＴＧ２０を検出する送信アンテナ１及び受信アンテナ２が配設されている。ここでは、送信アンテナ１及び受信アンテナ２から物体ＴＧ２０までの距離Ｌ２は、ＦＭ－ＣＷ方式及びＤＢＦ処理によって求められているものとする。また、左右方向位置Ｐ２の基準位置は、送信アンテナ１及び受信アンテナ２の車両ＶＲにおける配設位置の正面前方方向（ここでは、一点鎖線で示す車両中心軸方向）の位置とし、左右方向位置Ｐ２を、車両中心軸からの距離で規定するものとする。

【０１００】

送信アンテナ１から送出された送信波は、物体ＴＧ２０によって反射され、反射されて生成された反射波が、実線で示す最短のルートと、破線で示す側壁ＳＷでの反射を経由するルートとで、受信アンテナ２に入射される。以下の説明において、実線で示す最短のルートで入射される反射波を、便宜上、「直接波」といい、破線で示す側壁ＳＷでの反射を経由するルート入射される反射波を、「側壁反射波」という。側壁反射波は、仮想的に、物体ＴＧ２０を、側壁ＳＷ（ここでは、側壁ＳＷ表面が平面であると仮定する）について面対称となる位置に仮想物体ＴＧ２１がある場合の、該仮想物体ＴＧ２１からの反射波と、同一の位相差を生じる反射波として、受信アンテナ２に受信される。

【０１０１】

図５（ｂ）、図５（ｃ）は、図５（ａ）に示す状況において、第２位置検出部５７によって検出される左右方向位置Ｐ２を規定する信号ベクトルの一例を示すベクトル図である。ベクトルＶ２０は、直接波に対応する信号ベクトルであって、ベクトルＶ２１は、側壁反射波に対応する信号ベクトルである。また、ベクトルＶ２２は、ベクトルＶ２０と、ベクトルＶ２１との合成ベクトルである。図５（ｂ）は、側壁ＳＷの反射率Ｒ２が１００％である場合であって、図５（ｃ）は、側壁ＳＷの反射率Ｒ２が０％に近い（ここでは、１０％程度）場合である。

【０１０２】

図５（ｂ）に示すように、側壁ＳＷの反射率Ｒ２が１００％である場合には、側壁反射波の強度が、直接波の強度と略同一となるため、信号の強度を示すベクトルＶ２１の長さは、ベクトルＶ２０の長さと略同一となる。そこで、合成ベクトルＶ２２の向きは、物体ＴＧ２０と仮想物体ＴＧ２１との中点ＴＧ２２（＝側壁ＳＷ上に位置する）の向きとなり、第２位置検出部５７によって検出される物体ＴＧ２０の左右方向位置Ｐ２は、左右方向位置Ｐ２１となる。

【０１０３】

図５（ｃ）に示すように、側壁ＳＷの反射率Ｒ２が１０％である場合には、側壁反射波の強度が、直接波の強度と比較して略（１／１０）となるため、信号の強度を示すベクトルＶ２１の長さは、ベクトルＶ２０の長さの略（１／１０）となる。そこで、合成ベクトルＶ２２の向きは、物体ＴＧ２０に向かう向きと近い向きとなり、第２位置検出部５７によって検出される物体ＴＧ２０の上下方向位置Ｐ２２は、物体ＴＧ２０の左右方向位置Ｐ２０に近似する値となる。

【０１０４】

上述のように、図６（ｂ）は、第２位置検出部５７によって検出された左右方向位置Ｐ２の検出結果の一例を示すグラフである。図６（ｂ）に示すように、第２位置検出部５７によって検出される左右方向位置Ｐ２は、図５を用いて説明したように、側壁ＳＷの反射率Ｒ２の変化に応じて、側壁位置Ｐ２１から物体ＴＧ２０の左右方向位置Ｐ２０の間で変化する。

【０１０５】

再び、図２に戻って、位置検出ＥＣＵ５の機能構成について説明する。第２位置補正部５８は、第２位置検出部５７によって検出された左右方向位置Ｐ２の履歴に基づいて、該左右方向位置Ｐ２を補正して、補正後の左右方向位置である第２補正位置Ｐ２Ａを求める機能部である。ここで、第２位置補正部５８は、第２位置補正手段に相当する。また、第

２位置補正部５８は、具体的には、予め設定された所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内における左右方向位置Ｐ２の平均値である第２平均値ＡＰ２と、左右方向位置Ｐ２の分散である第２分散ＳＰ２とを求め、求められた第２平均値ＡＰ２及び第２分散ＳＰ２に基づいて、第２補正位置Ｐ２Ａを求める。

【０１０６】

例えば、第２位置補正部５８は、第２平均値ＡＰ２に、第２分散ＳＰ２に予め設定された１以上の第２所定数Ｋ２を積算した積を減算して、次の（６）式によって第２補正位置Ｐ２Ａを求める。

Ｐ２Ａ＝ＡＰ２－Ｋ２×ＳＰ２　　（６）

ここで、第２所定数Ｋ２は、例えば、「３」に設定されている。

【０１０７】

このようにして、第２平均値ＡＰ２及び第２分散ＳＰ２は、検出された左右方向位置Ｐ２の変化の状態を示すものである。そこで、第２平均値ＡＰ２及び第２分散ＳＰ２に基づいて、第２補正位置Ｐ２Ａが求められるため、前記所定期間を適正に設定することによって、物体ＴＧ２０の左右方向の位置を更に正確に検出することができる。

【０１０８】

また、例えば、検出された左右方向位置Ｐ２が正規分布をしている場合には、第２平均値ＡＰ２に、第２分散ＳＰ２に「３」を積算した積を減算することによって（＝第２所定数Ｋ２として「３」を設定することによって）、物体の左右方向の位置を更に正確に検出することができる（図６（ｂ）参照）。

【０１０９】

本実施形態では、第２位置補正部５８が、第２平均値ＡＰ２及び第２分散ＳＰ２に基づいて、第２補正位置Ｐ２Ａを求める場合について説明するが、第２位置補正部５８が、左右方向位置Ｐ２の履歴に基づいて、該左右方向位置Ｐ２を補正して、第２補正位置Ｐ２Ａを求める形態であれば良い。例えば、第２位置補正部５８が、予め設定された所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内における左右方向位置Ｐ２の内、略正面の位置（図５（ａ）に一点鎖線で示す車両中心軸方向からの距離が最も短い位置）を第２補正位置Ｐ２Ａとして求める形態でも良い。

【０１１０】

図７、図８は、位置検出ＥＣＵ５の動作の一例を示すフローチャートである。まず、図７に示すように、第１画像生成部５１によって、路面画像が生成される（Ｓ１０１）。そして、第１特性推定部５２によって、路面ＲＳの反射率Ｒ１が推定される（Ｓ１０３）。次いで、第１位置補正部５４によって、ステップＳ１０３において推定された反射率Ｒ１に基づいて、第１所定数Ｋ１が設定される（Ｓ１０５）。

【０１１１】

次に、第１位置検出部５３によって、物体ＴＧの上下方向位置Ｐ１が検出される（Ｓ１０７）。そして、第１位置補正部５４によって、ステップＳ１０７において検出された上下方向位置Ｐ１の所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内の平均値である第１平均値ＡＰ１と、所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内の分散である第１分散ＳＰ１とが算出される（Ｓ１０９）。そして、第１位置補正部５４によって、ステップＳ１０９において算出された第１平均値ＡＰ１に、ステップＳ１０９において算出された第１分散ＳＰ１にステップＳ１０５において設定された第１所定数Ｋ１を積算した積を加算して、第１補正位置Ｐ１Ａが求められる（Ｓ１１１）。

【０１１２】

次いで、第２画像生成部５５によって、側壁画像が生成される（Ｓ１１３）。そして、第２特性推定部５６によって、ステップＳ１１３において形成された側壁画像に基づいて、側壁ＳＷが存在するか否かの判定が行われる（Ｓ１１５）。側壁ＳＷが存在しないと判定された場合（Ｓ１１５でＮＯ）には、処理が終了される。側壁ＳＷが存在すると判定された場合（Ｓ１１５でＹＥＳ）には、図８に示すように、第２特性推定部５６によって、側壁ＳＷの反射率Ｒ２が推定される（Ｓ１１７）。次いで、第２位置補正部５８によって

、ステップＳ１１７において推定された反射率Ｒ２に基づいて、第２所定数Ｋ２が設定される（Ｓ１１９）。

【０１１３】

次に、第２位置検出部５７によって、物体ＴＧの左右方向位置Ｐ２が検出される（Ｓ１２１）。そして、第２位置補正部５８によって、ステップＳ１２１において検出された左右方向位置Ｐ２の所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内の平均値である第２平均値ＡＰ２と、所定期間（例えば、０．２ｓｅｃ）内の分散である第２分散ＳＰ２とが算出される（Ｓ１２３）。そして、第２位置補正部５８によって、ステップＳ１２３において算出された第２平均値ＡＰ２から、ステップＳ１２３において算出された第２分散ＳＰ２にステップＳ１１９において設定された第２所定数Ｋ２を積算した積を減算して、第２補正位置Ｐ２Ａが求められ（Ｓ１２５）、処理が終了される。

【０１１４】

このようにして、受信アンテナ２を構成する左右方向に配列された複数の素子アンテナ２１、２２、２３の一部を上下にずらすことによって、前記複数の素子アンテナ２１、２２、２３で受信された受信信号の位相差に基づいて、物体ＴＧの上下方向の位置Ｐ１を検出することができる。また、求められた上下方向位置Ｐ１の履歴に基づいて、該上下方向位置Ｐ１が補正されて、補正後の上下方向位置である第１補正位置Ｐ１Ａが求められるため、物体ＴＧの上下方向の位置を正確に検出することができる。

【０１１５】

また、左右方向に配列された複数の素子アンテナ２１、２２、２３で受信された受信信号位相差に基づいて、物体ＴＧの左右方向位置Ｐ２を求めることができる。また、求められた左右方向位置Ｐ２の履歴に基づいて、該左右方向位置Ｐ２が補正されて、補正後の左右方向位置である第２補正位置Ｐ２Ａが求められるため、物体ＴＧの左右方向の位置を正確に検出することができる。

【０１１６】

なお、本発明に係るレーダ装置１００は、上記実施形態に限定されず、下記の形態でも良い。

（Ａ）本実施形態においては、位置検出ＥＣＵ５が、機能的に、第１画像生成部５１、第１特性推定部５２、第１位置検出部５３、第１位置補正部５４、第２画像生成部５５、第２特性推定部５６、第２位置検出部５７、第２位置補正部５８等を備える場合について説明したが、第１画像生成部５１、第１特性推定部５２、第１位置検出部５３、第１位置補正部５４、第２画像生成部５５、第２特性推定部５６、第２位置検出部５７、及び、第２位置補正部５８の内、少なくとも１つの機能部が電気回路等のハードウェアによって実現されている形態でも良い。

【０１１７】

（Ｂ）本実施形態においては、レーダ装置１００が、車両ＶＲの前方の物体ＴＧを検出する場合について説明したが、レーダ装置１００が、車両ＶＲの周囲に存在する物体を検出する形態であれば良い。例えば、レーダ装置１００が、車両ＶＲの後方に存在する物体を検出する形態でも良いし、レーダ装置１００が、車両ＶＲの側方に存在する物体を検出する形態でも良い。

【０１１８】

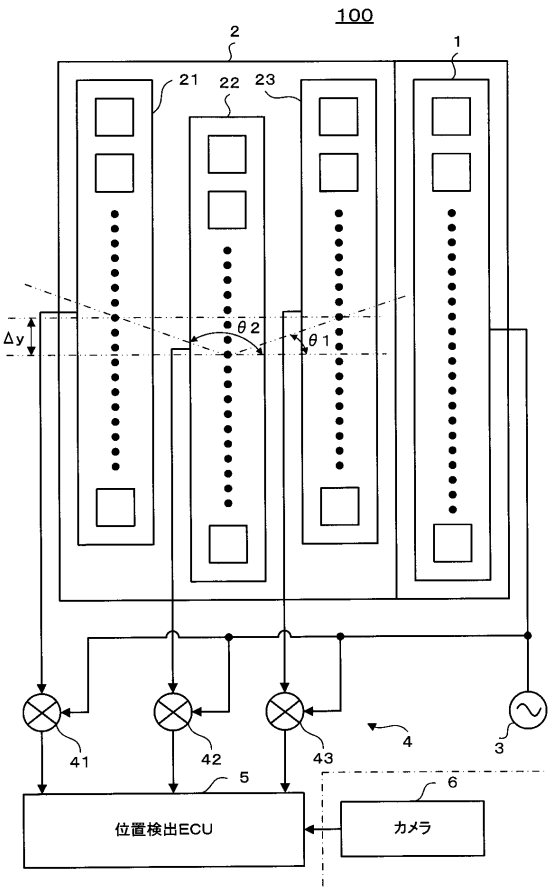
（Ｃ）本実施形態においては、レーダ装置１００が、ＦＭ－ＣＷ方式にＤＢＦ処理を施して物体ＴＧとの距離及び相対速度を検出する場合について説明したが、レーダ装置１００が、その他の方式（例えば、モノパルス方式等）によって物体ＴＧとの距離及び相対速度を検出するでも良い。

【０１１９】

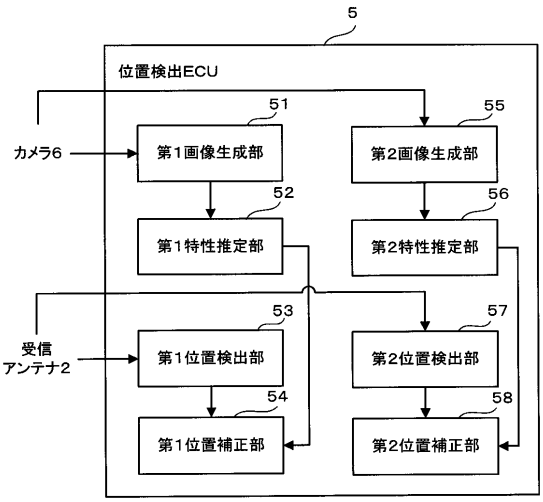
（Ｄ）本実施形態においては、レーダ装置１００が、位相モノパルス方式で、物体ＴＧの上下方向及び左右方向の位置を求める場合について説明したが、レーダ装置１００が、複数の素子アンテナ２１、２２、２３で受信された受信信号の位相差に基づいて、物体ＴＧの上下方向位置及び左右方向位置を検出する形態であれば良い。

【０１２０】
（Ｅ）本実施形態においては、レーダ装置１００が、３個の素子アンテナ２１、２２、２３を有する場合について説明したが、レーダ装置１００が、複数の素子アンテナを備える形態であれば良い。例えば、レーダ装置１００が、２個の素子アンテナを備える形態でも良いし、４個以上の素子アンテナを備える形態でも良い。
【産業上の利用可能性】
【０１２１】
本発明は、例えば、車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の上下方向位置を検出するレーダ装置に適用することができる。また、本発明は、例えば、車両に搭載され、該車両の周囲に存在する物体の左右方向位置を検出するレーダ装置に適用することができる。
【符号の説明】
【０１２２】
１００　レーダ装置
１　送信アンテナ
２　受信アンテナ
２１　第１素子アンテナ（複数の素子アンテナの一部）
２２　第２素子アンテナ（複数の素子アンテナの一部）
２３　第３素子アンテナ（複数の素子アンテナの一部）
３　発振器
４　ミキサ部
４１　第１ミキサ
４２　第２ミキサ
４３　第３ミキサ
５　位置検出ＥＣＵ
５１　第１画像生成部（第１画像生成手段の一部）
５２　第１特性推定部（第１特性推定手段）
５３　第１位置検出部（第１位置検出手段）
５４　第１位置補正部（第１位置補正手段）
５５　第２画像生成部（第２画像生成手段の一部）
５６　第２特性推定部（第２特性推定手段）
５７　第２位置検出部（第２位置検出手段）
５８　第２位置補正部（第２位置補正手段）
６　カメラ（第１画像生成手段の一部、第２画像生成手段の一部）

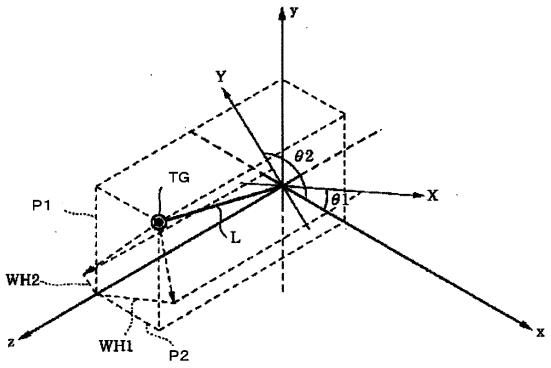
【図１】


100
2
1
21
22
23
Δy
θ2
θ1
41
42
43
4
3
5
6
位置検出ECU
カメラ

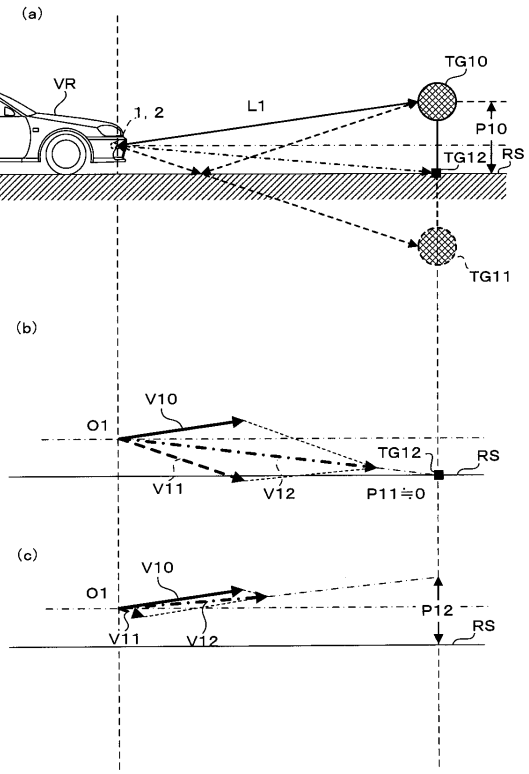
【図２】


5
位置検出ECU
カメラ6
51
第1画像生成部
55
第2画像生成部
52
第1特性推定部
56
第2特性推定部
受信
アンテナ2
53
第1位置検出部
57
第2位置検出部
54
第1位置補正部
58
第2位置補正部

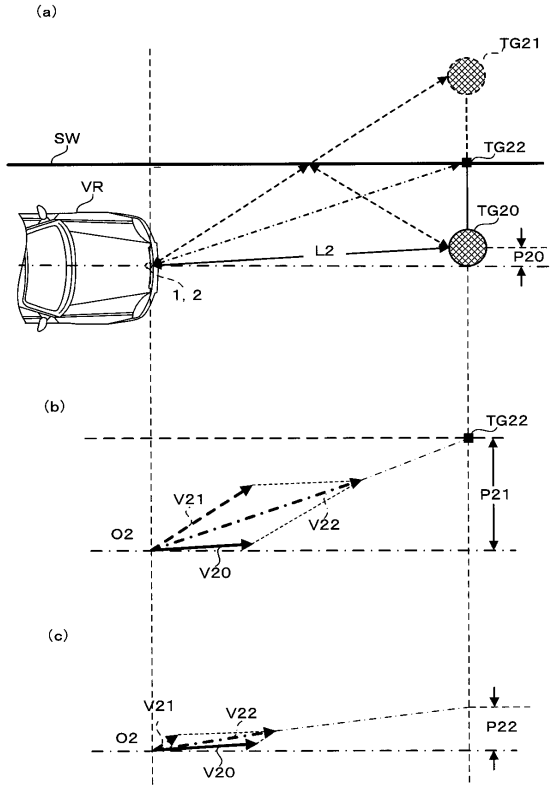
【図３】


y
Y
θ2
TG
X
θ1
P1
L
WH2
z
WH1
P2
x

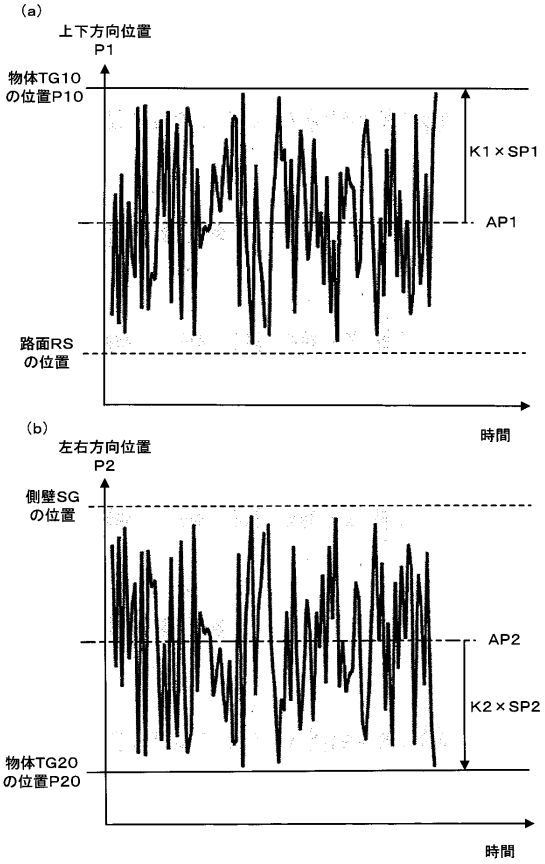
【図４】


(a)
VR
1, 2
L1
TG10
P10
TG12
RS
TG11
(b)
V10
O1
TG12
RS
V11
V12
P11≒0
(c)
V10
O1
P12
RS
V11
V12

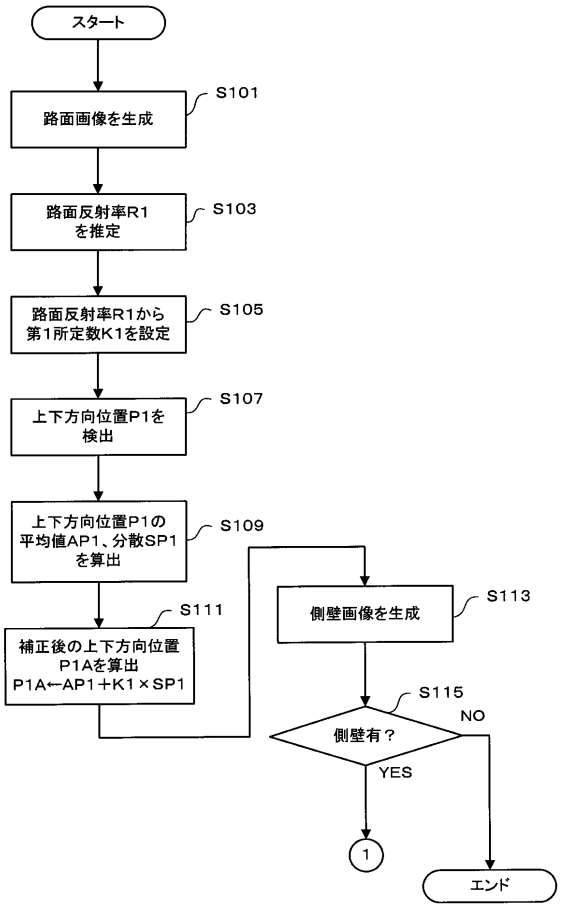
【図５】


(a)
TG21
SW
TG22
VR
TG20
L2
P20
1, 2
(b)
TG22
V21
V22
P21
O2
V20
(c)
V21
V22
P22
O2
V20

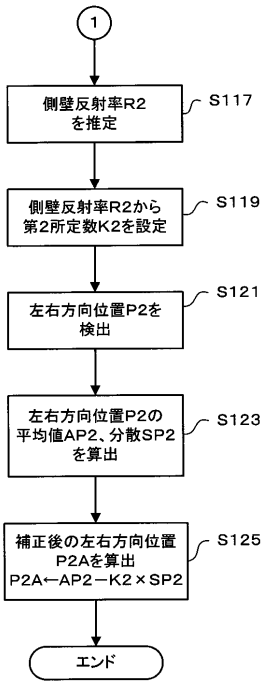
【図６】


(a)
上下方向位置
P1
物体TG10
の位置P10
K1×SP1
AP1
路面RS
の位置
時間
(b)
左右方向位置
P2
側壁SG
の位置
AP2
K2×SP2
物体TG20
の位置P20
時間

【図７】


スタート
路面画像を生成
S101
路面反射率R1
を推定
S103
路面反射率R1から
第1所定数K1を設定
S105
上下方向位置P1を
検出
S107
上下方向位置P1の
平均値AP1、分散SP1
を算出
S109
補正後の上下方向位置
P1Aを算出
P1A←AP1＋K1×SP1
S111
側壁画像を生成
S113
S115
側壁有？
NO
YES
1
エンド

【図８】


1
側壁反射率R2
を推定
S117
側壁反射率R2から
第2所定数K2を設定
S119
左右方向位置P2を
検出
S121
左右方向位置P2の
平均値AP2、分散SP2
を算出
S123
補正後の左右方向位置
P2Aを算出
P2A←AP2－K2×SP2
S125
エンド

フロントページの続き

(72)発明者　中井　真琴
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内

審査官　山下　雅人

(56)参考文献　特開平１１－２８７８５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２２６１２１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２８７１４（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１９１１３１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｓ　７／００－１７／９５
Ｇ０８Ｇ　１／１６