

(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2005-291808

(P2005-291808A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

G O 1 S 13/93

G O 1 S 7/40

F I

G O 1 S 13/93

G O 1 S 7/40

Z

B

テーマコード (参考)

5 J O 7 O

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-104570 (P2004-104570)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71) 出願人 000117674

安藤 真

神奈川県川崎市幸区小倉1番地1-1-3
12

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

(74) 代理人 100067987

弁理士 久木元 彰

(72) 発明者 八塚 弘之

埼玉県大里郡大里町大字中曽根1376

富士通ワイヤレスシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車載レーダ装置

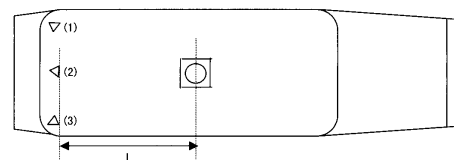
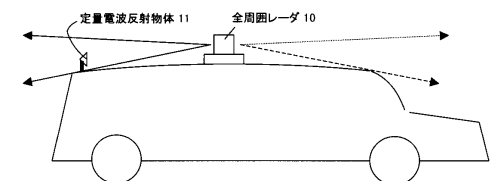
(57) 【要約】

【課題】 車載レーダの数を減らし、かつ、車載レーダが故障しているか否かを確実に知ることのできる車載レーダ装置を提供する。

【解決手段】 車両の上部に1つで水平方向360°を走査することのできる全周囲レーダ10を設置し、車両の上部端に定量電波反射物（コーナリフレクタ）11を設ける。定量電波反射物11は、全周囲レーダ10の測定可能な最短距離より、全周囲レーダ10から遠い位置に配置されており、全周囲レーダ10に一定の強度、一定の方向から反射波を返す。全周囲レーダ10は、定量電波反射物11からの反射波の強度及び方向から、全周囲レーダ10自身が正常に動作しているか否かを判断する。

【選択図】 図1

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その1)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の上部に設けられ、回転してレーダ波を送信することにより、該車両の全周囲を走査可能なレーダ手段と、

該レーダ手段が測定可能な最低距離より遠く、且つ、該車両の一部であって、該レーダ手段が該車両の全周囲を走査する間に、該レーダ手段の走査範囲に入るような位置に設けられた、該レーダ波を反射する基準反射手段とを備え、

該基準反射手段からの反射波を検知することにより、該レーダ手段が正常に動作しているか否かを判定することを特徴とする車載レーダ装置。

【請求項 2】

10

前記レーダ手段は、

レーダ波を垂直方向に送受信するレーダユニットと、

垂直方向に送信されるレーダ波に対して 45° に傾き、該レーダ波を水平方向に反射し、傾斜方向を水平方向に 360° 回転可能な反射板と、

該レーダ波を透過可能で、該反射板を保持し、該反射板と共に 360° 回転する円筒レドームと、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の車載レーダ装置。

【請求項 3】

前記基準反射手段は、3 面体形状をしたコーナリフレクタであることを特徴とする請求項 1 に記載の車載レーダ装置。

20

【請求項 4】

前記基準反射手段と前記レーダ手段は、車両の天井に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の車載レーダ装置。

【請求項 5】

前記基準反射手段は、車両の天井の斜め方向に設置され、前記レーダ手段は、車両の天井の中心部分に設置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の車載レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、衝突回避やドライバの運転支援を行う車載レーダ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

図 11 は、従来の全水平方位車載レーダの配置を説明する図である。

従来における運転支援レーダを搭載した車両では、図 11 に示すように前方、後方、左右側面に複数のレーダ装置を車体に取り付ける構成をとっていた。また、装置動作の監視方法として、特許文献 1 のように送信増幅装置をスイッチし、受信機の出力における発振器のノイズレベルを比較することにより、装置動作を確認していた。また、監視用信号をえるために、レーダ波の一部をアンテナにより遅延線に取り込み、遅延線に相当するビート受信信号を監視することにより、車載用 FM-CW レーダ動作監視方式がある。

【特許文献 1】特願平 11-328263 号の明細書

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来は全周囲を監視するために、図 11 のように、少なくとも 4 個以上の車載レーダを取り付けるため高コストとなっていた。前方検知レーダの場合はエンジンルーム付近に取り付けるため、前方走行車からの雪、土砂等の巻き上げや道路からの積雪、土砂によるレーダビーム変形、伝搬減衰量増加、過酷な周囲温度条件により、レーダ検知性能の大きい影響を受けるという問題があった。

【0004】

また、安全走行には、レドームに付着した雪、水膜による損失増加でレーダ性能が低下

50

する状態、レーダ装置の故障時と無目標の状態の判別を速やかに運転者に報知することが重要であり、そのためレーダ装置を常時、正常に動作しているか否かについて監視する必要がある。例を挙げると、多くの車載レーダに採用されているFM-CW方式では、搬送波に、可変容量ダイオード（バラクタダイオード）により、周波数変調をかけるが、バラクタ回路の断線などにより、FM変調信号が断になっても無変調搬送波は依然として送信されるので、送信電力を検波し、そのレベルを監視するだけでは故障と判断できない。ハードウェアの故障態様は多数有り、それぞれに監視回路を設けると回路が複雑になり、消費電力も増大し、監視信頼度も低下する。また、実用中のレーダを車両のエンジンルーム付近の最先端部におく場合、対地からのクラッタ反射レベルを見て監視する動作監視方法がある。この方法では、路面の反射レベルを見て判断する必要がある、路面の状態が一樣でなくクラッタレベルが変動する。この場合、確率が低い反射波が低い路面状態が続

10

【0005】

車両の端部に取り付けられ、スカート部材を透過するレーダもあるが、この場合、スカート部の反射を見る監視も考えられる。しかし、レーダからスカート部までの距離が極端に短く、数センチのレベルを検出する必要がある。最も多く採用されているFM-CWレーダ方式の測定距離精度 δR は次式で表される。

$$\delta R = (C / (4 \cdot f_m \cdot \Delta F)) \cdot \delta f_r$$

ただし、 C ：光速、 f_m ：変調周波数、 ΔF ：最大周波数偏移、 δf_r ：距離周波数精度（周波数計測方式による。FFT解析方式では、 $\delta f_r = 2 \cdot f_m$ ）。

20

【0006】

$\Delta F = 150 \text{ MHz}$ の精度は $1 \text{ m} [\pm 0.5 \text{ m}]$ となる。また、接近した2つの反射体を分離する距離分解能も 1 m である。多重反射で受信される場合もあるが、安定した受信レベルは得られない。

【0007】

また、車両の周囲の対象物を複数のレーダで検出する場合、個々のレーダすべてを監視する必要がある。

遅延線によるビート信号監視方式では、アンテナと搬送波周波数帯の高周波線路が必要であり、コスト高になる。また、レドームに付着する自然現象によるレーダ機能低下と機器性能低下と機器性能劣化が分離できない問題があった。

30

【0008】

本発明の課題は、車載レーダの数を減らし、かつ、車載レーダが故障しているか否かを確実に知ることのできる車載レーダ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の車載レーダ装置は、車両の上部に設けられ、回転してレーダ波を送信することにより、該車両の全周囲を走査可能なレーダ手段と、該レーダ手段が測定可能な最低距離より遠く、且つ、該車両の一部であって、該レーダ手段が該車両の全周囲を走査する間に、該レーダ手段の走査範囲に入るような位置に設けられた、該レーダ波を反射する基準反射手段とを備え、該基準反射手段からの反射波を検知することにより、該レーダ手段が正

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、車載レーダの数を減らし、かつ、車載レーダが故障しているか否かを確実に知ることのできる車載レーダ装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図1～図6は、本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図である。

本発明の実施形態においては、図1のように車両の中央高部（天井中央）に全周囲レーダ装置10を固定し、全周囲レーダ10から離れた部分に定量電波反射物11を設ける。

50

定量電波反射物 11 は、全周囲レーダ 10 の測定可能な最短距離より全周囲レーダ 10 から遠くの車体の一部に設けられる。図 1 においては、全周囲レーダ 10 と同様に、車両高部の車体の後部（天井後部）に設けられている。図 1 においては、定量電波反射物 11 の設置位置として 3 通り示している。車両天井の後部中央（2）のほかに、車両天井の斜め後部（1）、（3）が可能である。特に、車両天井の斜め後部（1）、（3）の場合、車両天井中央部の全周囲レーダ 10 からの距離を最も大きく取れるので、全周囲レーダ 10 から最も遠くに離すことが出来、全周囲レーダ 10 の検出可能な最短距離の制限を和らげることができる。定量反射体の位置は、前方でも良い。

【0012】

図 2 のように、車載レーダ装置は、下部に、送受信機と平面波を放射する平面アンテナを内蔵する収納部 12 が設置される。収納部 12 の上には、電波透過誘電体で構成された円筒 13 が設けられ、その中に、収納部 12 から上方に向かって放射されるレーダ放射ビームに対し 45° の角度を持って設けられる反射板 14 が設けられ、これにより、水平方向にレーダ放射ビームを放射させる。反射板 14 は、円筒 13 内に内接固定され、金属めっきなどによって形成される。反射板 14 を回転させることにより、放射ビームを車両の水平全方向に走査することができる。

【0013】

図 3 のように、反射板 14 は反射板付き誘電体円筒 13 に取り付けられ、円筒 13 は角度制御が可能なパルスモータ 17 などによって回転駆動する。円筒 13 は、レドームとして機能する。パルスモータ 17 には、歯車 15 が取り付けられており、円筒 13 を回転させる。円筒 13 は、ベアリングによって回転可能に固定されている。レーダユニットの収納部 12 は、ベアリング 16 の内部であって、円筒 13 の下部に設けられる。

【0014】

レーダアンテナビームが 1 回転する間に 1 回レーダ機能の監視が可能である。動作監視用の定量電波反射物 11 とアンテナビームの正対する角度を監視角度とすると、監視角度は予め定まっているので、監視角度のときは、図 4 に示すように、監視用反射体の距離のみ検出する。監視角度以外の側面や、他の方向時におけるレーダビーム時は、図 5 に示すように車体の外形寸法とレーダから見たレーダ検出距離関係から、レーダビーム角度ごとに有効検出距離を制限することが出来、車体の大きさに合わせて近距離の移動目標の検知を行うことができる。

【0015】

次に、レーダ動作監視について説明する。

車載レーダ装置を車両上部に設置することにより、レーダビームが前方、または、後方に向いたときは、移動体が存在する位置までの距離（車長の約半分）が長く、車載レーダ装置の最短検出距離より長くなるので、近距離検出限界性能を緩和することができる。また、車載レーダ装置特に、FM-CW レーダ方式の車載レーダ装置においては、最短検出距離は、FM、AM 変換雑音の影響による感度劣化のため、検出精度がよくないが、レーダ装置から定量反射体までの距離を長く出来、レーダ動作の監視用反射信号の検出に使うことができる。図 1 のように、レーダ装置の機能監視を行うために、車両の一部に固定レーダ反射物体（定量電波反射物 11）を置き、レーダ装置 10 が、常時反射物体 11 からの信号レベルと距離を測定することによりレーダ動作の監視を行う。実用上、定量電波反射体の取り付け精度の許容値を緩和することが望ましく、定量電波反射体はレーダ波の入射角度に対して反射断面積の変化が小さいことが良い。例えば、車両の天井中央部にレーダ装置 10 を設置し、車両天井部の端部のレーダの感知範囲内に監視に都合よい図 6 に示すような反射指向性が広角な小型直交三面体コーナリフレクタ（定量電波反射物 11：76 GHz 帯レーダバンドでは、レーダ断面積 0 dBsm の開口部の正三角形の一辺は 6.18 cm）を設置しておき、該小型コーナリフレクタの反射信号を基準に動作監視を行う。上記の 0 dBsm のコーナリフレクタを 1 m 先に設置したとき、レーダ受信電力は監視に十分なレベル（送信電力 0 dBm、送受アンテナ利得 30 dB では、-21 dBm）となる。

10

20

30

40

50

【0016】

例えば、図6の(1)三角形三面体コーナリフレクタのレーダ反射断面積 σ は、

$$\sigma = 4 \pi a^4 / (3 \lambda^2)$$

で与えられる。従って、

$$a = \sqrt[4]{(0.2387 \cdot \sigma \cdot \lambda^2)} \quad (\text{m})$$

76.5GHzの波長0.00329mを λ に代入すると、

$$a = \sqrt[4]{(3.668 \times 10^{-6} \cdot \sigma)} \quad (\text{m})$$

となる。

【0017】

これより、

$$\sigma = 0 \text{ dBsm} = 1 \text{ m}^2 \quad a = 0.04376 \text{ m} \quad a/\lambda = 11.2$$

$$\sigma = 5 \text{ dBsm} = 3.162 \text{ m}^2 \quad a = 0.05835 \text{ m} \quad a/\lambda = 14.9$$

ここで、

$$X \text{ dBsm} = 10 \cdot \log_{10} (Y (\text{m}^2) / 1 (\text{m}^2))$$

である。

【0018】

以上より、図6のコーナリフレクタは、数平方メートルの断面積を持つのに、開口部の一辺が6~8cmあれば十分であることが分かる。

コーナリフレクタは、一定の反射が得られる車両の構造があれば不要である。また、反射体の形状にはこだわる必要はない。

【0019】

図7~図10は、本発明の実施形態の動作を説明する図である。

図7は、FM-CW方式レーダ送受信装置構成と動作を説明する図である。

三角波発生回路20は、信号処理回路21からの基準信号(例、矩形波)(1)により三角波信号を発生させる。この三角波信号を高周波電圧制御発振器(VCO: Voltage Controlled Oscillator)22に入力し、三角波状の振幅に応じた高周波被周波数変調波を出力する。前記高周波被周波数変調波出力の一部を分岐し、一方を受信ミキサ23に入力し、他方は送信RFスイッチ24に入力し、送信ドライバ25により一部を分岐し、受信ミキサ27に入力し、他方は送信RFスイッチ24に入力し、送信ドライバ25により一定周期の矩形波駆動される送信スイッチ24により高周波被周波数変調波がスイッチされ送受信共用回路のハイブリッド28を介して送受共用のアンテナ29から送信される。放射された送信波は、アンテナ29から一定の距離にある動作監視を行う固定基準反射体(コーナリフレクタ)30と、レーダ搭載車以外移動体目標31によって反射され、反射波がアンテナ29に受信され、ハイブリッド28を介して送信スイッチ24と同周期し、かつ、逆相の駆動信号により開閉されるRF受信スイッチ32に入力され、ミキサ23に出力される。

【0020】

ミキサ23では、反射波は前記VCO22の高周波被周波数変調波出力と混合され、周波数差分の中間周波を出力する。中間周波出力にはアンテナ29と反射体の距離に比例したビート信号が含まれる。有効周波数成分のみ通過させる中間周波帯域通過フィルタ(BPF)33を通過させた信号をミキサ27に入力し、スイッチ駆動周波数と同じ局部信号と混合し、距離ビート周波数を出力し、信号処理回路21に入力する。信号処理回路21において、ビート信号をA/D変換し(2)、デジタル化する。デジタル化ビート信号を高速フーリエ変換し(3)、ビート信号波形を周波数スペクトルに分解し、複数の距離信号に分離する。レーダビーム方向の情報であるパルスモータ34からの方向情報毎に、距離情報のビート信号をメモリに記憶する(4)。メモリ情報から目標ごとの相対速度、距離を演算する(5)。前記動作判定用の固定基準反射体からの信号成分は相対速度(ドップラシフト)のない、一定の距離信号ビート信号が得られるので、この信号強度を設定閾値と比較し(6)、レーダ機能を判定する(7)。特に、機器の劣化や、レドームに付着する雨、雪、氷、塵埃などによるレーダ波の減衰による感度低下を判定する。判定結果を

10

20

30

40

50

レーダ機能状態の正常、異常情報を表示器 35 に出力する。

【0021】

図 8 は、レーダ機能状態の異常判定フローチャートを示す図である。

異常検出は、レーダ機器の性能動作異常と、レーダ機器が正常でもレーダ感度が低下する気象環境により起こる。

【0022】

まず、ステップ S 10 において、レーダを起動し、アンテナビームの回転を開始する。ステップ S 11 において、回転角を設定し、ステップ S 12 において、水平方向のビーム回転角と距離検出レベルを記録する。ステップ S 13 において、水平ビームは一回転したか否かを判断する。ステップ S 13 の判断が No である場合には、ステップ S 11 に戻る。ステップ S 13 の判断が Yes の場合には、ステップ S 14 において、所定の角度、距離においてコーナリフレクタの検出レベルは閾値以上の検出レベルか否かを判断する。ステップ S 14 の判断が Yes の場合には、レーダ機能正常表示をすると共に、ステップ S 11 に戻って処理を繰り返す。ステップ S 14 の判断が No の場合には、ステップ S 15 において、レーダ異常回数を検出し、ステップ S 16 において、異常検出回数は設定値か否かを判断する。ステップ S 16 の判断が No の場合には、ステップ S 11 に進む。ステップ S 16 の判断が Yes の場合には、ステップ S 17 に進んで、レーダ電源を断にし、ステップ S 18 においてドライバに異常を通報して、処理を終了する。

【0023】

図 9 は、レドーム付着物除去装置の実施形態を説明する図である。

レーダ受信波は、レドームに付着する水膜で大きく減衰する。このため、図 9 (a)、(b) に示すように、ワイパーや高圧空気吹き付けなどで水膜を取り除く。また、寒冷地ではヒータが併用される。図 9 (a) では、レドームにワイパー 40 が付けられている。図 9 (a) では、1 つしかワイパー 40 が示されていないが、360° の方位をカバーするように、ワイパー 40 を 4 つ設けるなどする。ヒータ 41 は、寒冷地などにおいて、雪や氷がレドームに付着した場合、これを溶かして除去するためのものである。ヒータ 41 は、レドームを加熱し、レドームについた氷を溶かす。図 9 (b) に示されるエアポンプ 43 とエア噴出しノズル 42 は、ワイパー 40 の代わりをするものであって、ワイパー 40 のように、レドームの表面をふき取るのではなく、空気を吹き付けて、付着物を吹き飛ばそうとするものである。レドーム付着物除去装置は、固定基準反射体にも適用できる。

【0024】

図 10 は、レーダ機能状態の別の異常判定フローチャートを示す図である。

このレドーム付着物除去装置の作動をレーダ機能低下時に行い、レドーム付着物除去装置の作動後、基準反射体のビート信号レベルの異常設定閾値より大きくなればレドーム付着物による減衰と判断でき、基準反射体のビート信号レベルが異常設定閾値より以下で回復しなければ、レーダ送受信機の感度低下と判断できる。

【0025】

ステップ S 20 において、レーダを起動し、アンテナビームの回転を開始し、ステップ S 21 において、回転角を設定し、ステップ S 22 において、水平方向のビーム回転角と距離検出レベルを記録し、ステップ S 23 において、水平ビームは 1 回転したか否かを判断する。ステップ S 23 の判断が No の場合には、ステップ S 21 に戻る。ステップ S 23 の判断が Yes の場合には、ステップ S 24 において、所定の角度、距離においてコーナリフレクタの検出レベルは閾値異常の検出レベルか否かを判断する。ステップ S 24 の判断が Yes の場合には、レーダ機能正常表示を行い、ステップ S 21 に進む。ステップ S 24 の判断が No の場合には、ステップ S 25 において、レーダ異常回数検出を行い、ステップ S 26 において、異常検出回数は設定値に達したか否かを判断する。ステップ S 26 の判断が No の場合には、ステップ S 21 に戻り、Yes の場合には、ステップ S 27 に進む。ステップ S 27 において、レドーム付着物除去装置を作動し、ステップ S 28 において、コーナリフレクタの検出レベルは閾値以下か否かを判断する。ステップ S 28 の判断が No の場合には、ステップ S 20 に進み、Yes の場合には、ステップ S 29 に進

む。ステップ S 2 9では、コーナリフレクタの検出回数が設定回数に至ったかを判断する。ステップ S 2 9の判断が N oの場合には、ステップ S 2 0に進み、Y e sの場合には、ステップ S 3 0において、ドライバに異常を通報して、処理を終了する。

【0026】

レーダ装置の性能機能が失われる原因は、レーダ装置自体が劣化破損する場合と、装置は正常で、レドームに大量の水、雪、氷が付着し、損失が大きくなる外気気象による場合である。以上のレーダ性能劣化を判定し、レーダ性能監視を確実に控え、運転者にレーダ動作状況をいち早く報知できる。

【0027】

無目標時にも信号がなくなるが、レーダ装置の故障または性能劣化と区別して、無目標時でも、レーダ性能を監視でき、いち早くレーダ性能の劣化を判別し、信頼性の高いレーダ機能状態判定が行える。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図（その1）である。

【図2】本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図（その2）である。

【図3】本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図（その3）である。

【図4】本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図（その4）である。

【図5】本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図（その5）である。

【図6】本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図（その6）である。

【図7】本発明の実施形態の動作を説明する図（その1）である。

【図8】本発明の実施形態の動作を説明する図（その2）である。

【図9】本発明の実施形態の動作を説明する図（その3）である。

【図10】本発明の実施形態の動作を説明する図（その4）である。

【図11】従来の全水平方位車載レーダの配置を説明する図である。

【符号の説明】

【0029】

- 10 全周囲レーダ
- 11 定量電波反射物（コーナリフレクタ）
- 12 レーダアンテナ、送受信機収納部
- 13 円筒（電波透過誘電体円筒）
- 14 反射板（金属めっき反射面）
- 15 歯車
- 16 ベアリング
- 17 パルスモータ
- 20 三角波発生回路
- 21 信号処理回路
- 22 V C O
- 23、27 ミキサ
- 24 送信スイッチ
- 25、26 ドライバ
- 28 ハイブリッド回路
- 29 送受信アンテナ
- 30 固定基準反射体（コーナリフレクタ）

10

20

30

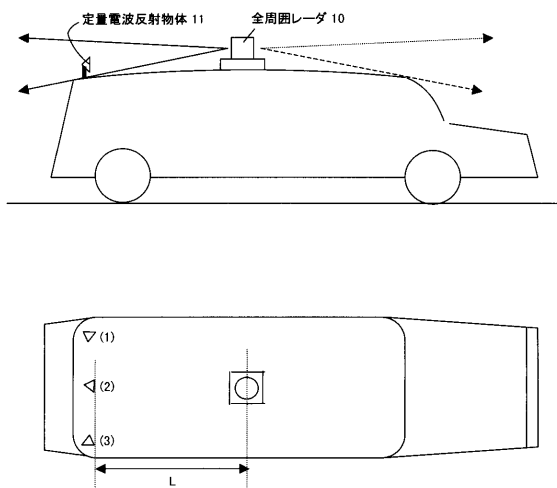
40

50

- 3 1 移動体目標
- 3 2 受信スイッチ
- 3 3 B P F
- 3 4 パルスモータ
- 3 5 レーダ情報表示器
- 4 0 ワイパー
- 4 1 ヒータ
- 4 2 エア噴出しノズル
- 4 3 エアポンプ

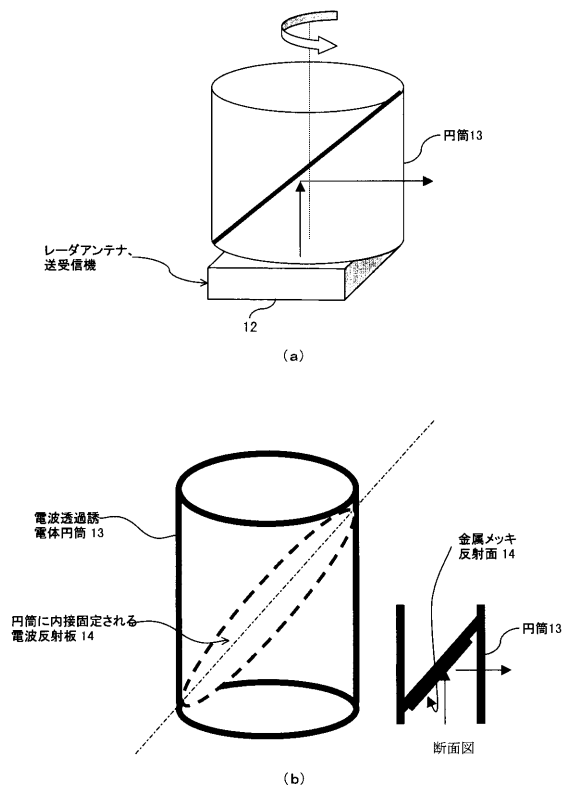
【図 1】

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その1)



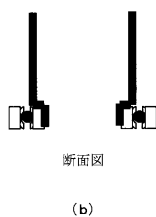
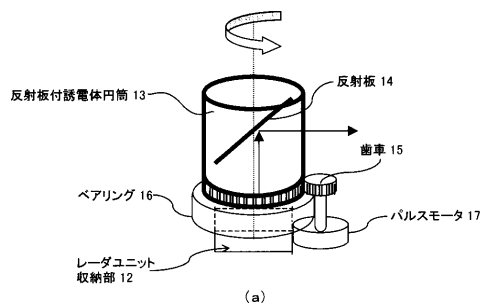
【図 2】

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その2)



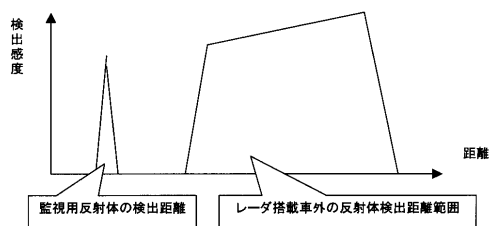
【図 3】

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その3)



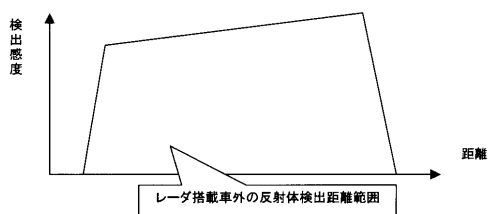
【図 4】

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その4)



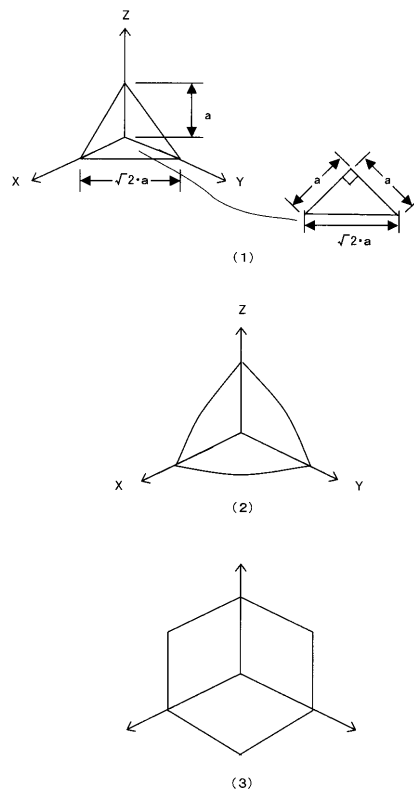
【图 5】

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その5)



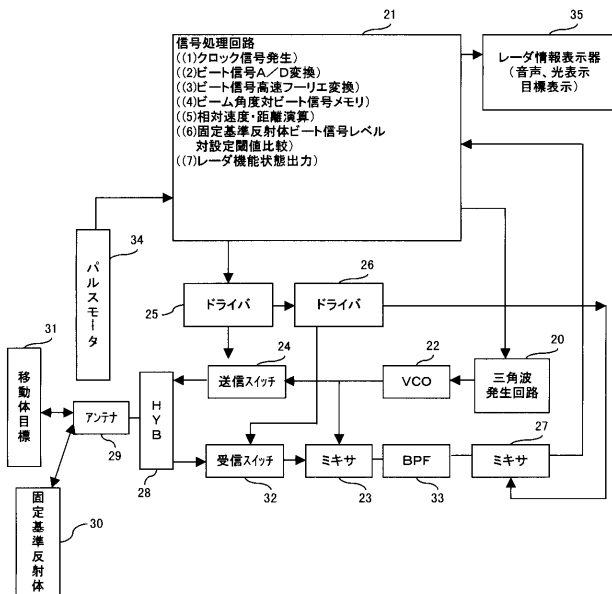
【図 6】

本発明の実施形態に従った車載レーダ装置の構成を説明する図(その6)



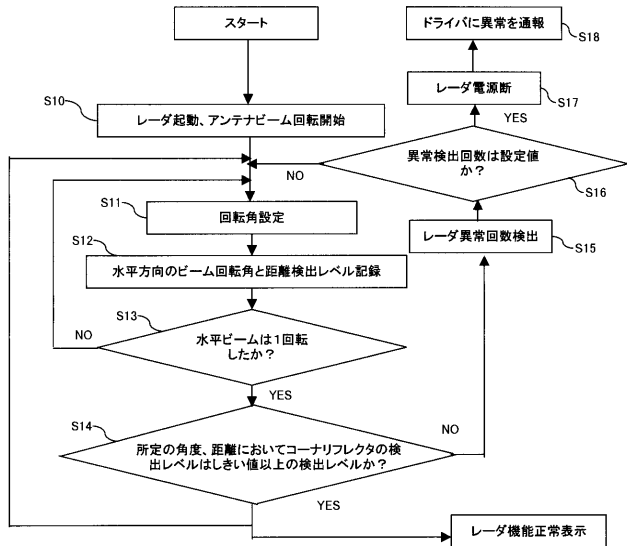
【図 7】

本発明の実施形態の動作を説明する図(その1)



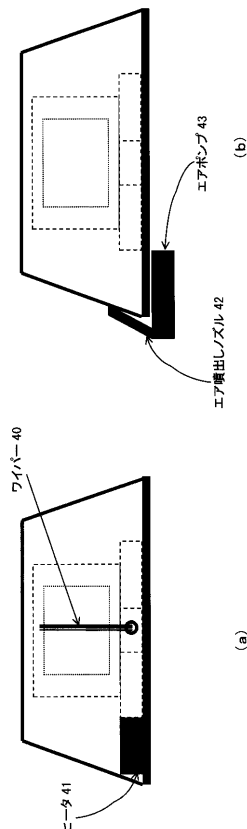
【図 8】

本発明の実施形態の動作を説明する図(その2)



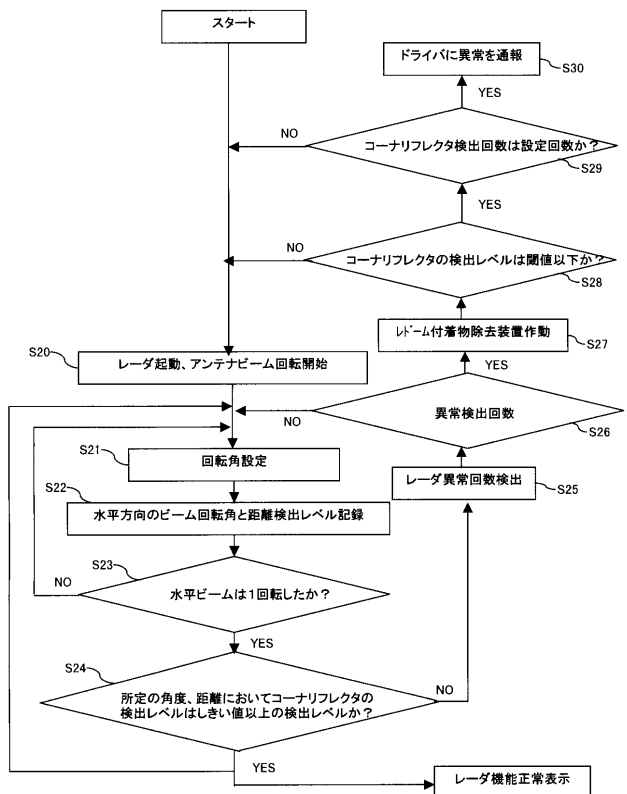
【図 9】

本発明の実施形態の動作を説明する図(その3)



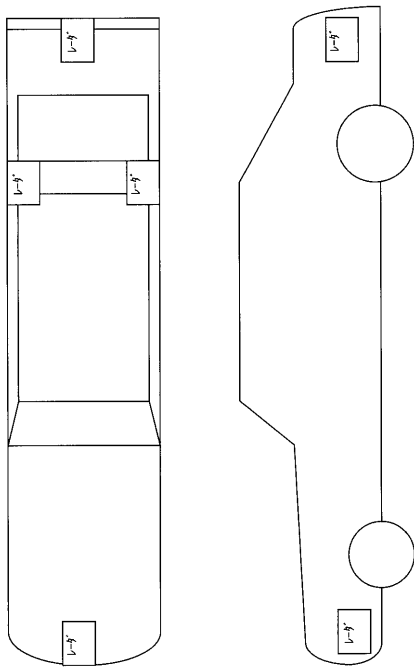
【図 10】

本発明の実施形態の動作を説明する図(その4)



【図 1 1】

従来の全水平方位車載レーダの配置を説明する図



フロントページの続き

(72)発明者 関 哲生

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72)発明者 安藤 真

神奈川県川崎市幸区小倉1番地1-I-312

(72)発明者 廣川 二郎

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 東京工業大学内

Fターム(参考) 5J070 AB19 AC02 AC06 AD01 AE01 AF03 AH31 AH33 AH35 AJ13
AK32 BA01 BF00