

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7111586号
(P7111586)

(45)発行日 令和4年8月2日(2022.8.2)

(24)登録日 令和4年7月25日(2022.7.25)

(51)国際特許分類

G 0 1 S	5/14 (2006.01)	G 0 1 S	5/14
G 0 1 S	13/87 (2006.01)	G 0 1 S	13/87
G 0 8 G	1/16 (2006.01)	G 0 8 G	1/16

F I

C

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号	特願2018-211484(P2018-211484)
(22)出願日	平成30年11月9日(2018.11.9)
(65)公開番号	特開2020-76711(P2020-76711A)
(43)公開日	令和2年5月21日(2020.5.21)
審査請求日	令和3年5月7日(2021.5.7)

(73)特許権者	000004695 株式会社 S O K E N 愛知県日進市米野木町南山500番地2 0
(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74)代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
(72)発明者	池田 正和 愛知県日進市米野木町南山500番地2 0 株式会社 S O K E N 内
(72)発明者	守永 光利 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物体検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の測距センサ(2)が測定結果として少なくとも測定する物体(100、102、110、410、412)までの距離に基づいて前記物体の位置を検出する物体検出装置(10、30)であって、

前記複数の測距センサから前記測定結果を取得するように構成された結果取得部(12)と、

前記結果取得部が取得する前記測定結果のうち前記物体までの距離に基づいて、前記物体の位置を表す候補点を抽出する構成された候補点抽出部(14)と、

前記候補点抽出部が抽出した前記候補点が前記物体の実像または虚像のいずれであるかを判定する構成された候補点判定部(18)と、

前記候補点から前記候補点判定部が前記虚像と判定した候補点を除去した前記実像の前記候補点の位置に基づいて、前記物体の位置を検出する構成された物体検出部(20)と、

を備え、

前記測距センサはレーダであり、

前記結果取得部は、前記測定結果として前記物体検出装置に対する前記物体の相対速度を取得する構成されており、

前記候補点のそれについて、複数の前記測距センサから前記結果取得部が取得する前記相対速度の差を算出する構成された速度差算出部(32)をさらに備え、

10

20

前記候補点判定部は、前記速度差算出部が算出する前記相対速度の差が所定値以上の前記候補点を前記虚像であると判定するように構成されている、
物体検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の物体検出装置であって、

前記候補点判定部は、前記測距センサの検出範囲 (200) に存在しない前記候補点を前記虚像と判定するように構成されている、
物体検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の物体検出装置であって、

前記測距センサは 3 個以上搭載されており、

3 個以上の前記測距センサが検出する前記物体までの距離の交点が表す複数の前記候補点の密集度を算出するように構成されている密集度算出部 (16) を備え、

前記候補点判定部は、前記密集度算出部が算出する前記密集度に基づいて、前記候補点が前記実像であるか前記虚像であるかを判定するように構成されている、
物体検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の物体検出装置であって、

前記候補点のそれぞれについて、複数の前記測距センサから前記結果取得部が取得する前記相対速度から前記候補点の絶対速度を算出するように構成されている速度算出部 (34) を備え、

前記候補点判定部は、前記速度算出部が算出する前記絶対速度が所定速度以上の前記候補点を前記虚像であると判定するように構成されている、
物体検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の物体検出装置であって、

前記候補点判定部は、前記候補点のそれぞれについて、複数の前記測距センサのそれから前記結果取得部が取得する前記相対速度と、前記相対速度の方向とに基づいて、前記候補点の移動方向を算出するように構成された方向算出部 (36) を備え、

前記移動方向が周囲の前記候補点の前記移動方向と関連性が高い前記候補点を前記実像と判定し、前記移動方向が周囲の前記候補点の前記移動方向と関連性が低い前記候補点を前記虚像と判定するように構成されている、
物体検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、複数の測距センサにより物体の位置を検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

複数のセンサにより物体の位置を検出する技術として、例えば特許文献 1 には、3 つ以上のセンサのうち 2 組の異なるセンサの組み合わせのそれぞれにおいて、物体からの電波の到達時間の差を測定し、各組の到達時間差がセンサと物体との距離の差により生じることに基づいて物体の位置を検出する技術が記載されている。

【0003】

各組のセンサが測定する到達時間の差に基づいて物体の位置を検出する場合、複数の信号が混信したり、センサを有する受信機に雑音が発生したりするために、各組のセンサにより複数の異なる到達時間差が測定されることがある。

【0004】

そこで、特許文献 1 に記載の技術では、各組のセンサにより複数の異なる到達時間差が測定されると、基準となるセンサに対し他のセンサが受信した電波信号をそれぞれの到達

10

20

30

40

50

時間差だけシフトし、シフトした電波信号同士の内積を算出する。正しい到達時間差同士の電波信号であれば、電波信号を到達時間差だけシフトすると、各組のセンサにとって同じ時刻に到達する電波信号になるので、他の到達時間差同士の電波信号同士の内積よりも大きい値になる。

【0005】

そして、特許文献1に記載の技術では、内積の値が大きく相関の高い組み合わせの電波信号の到達時間差に基づいて、物体の位置を検出しようとしている。

また、物体までの距離を複数の測距センサで測定し、それぞれの測距センサを中心とし、測定した距離を半径とする円の交点を物体の位置として検出することが知られている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2014-44160号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、発明者の詳細な検討の結果、特許文献1に記載の技術では、相関の高い電波信号の組み合わせを求めるために、各組のセンサが受信する受信信号のすべての組み合わせについて内積を計算する必要があるので、処理負荷が大きいという課題が見出された。

20

【0008】

また、物体までの距離を半径とする円の交点を物体の位置を表す候補点として抽出し、抽出した候補点に対して物体の検出処理を行う場合、すべての候補点に対して物体の検出処理を実行すると、検出処理の負荷が大きいという課題が見出された。

【0009】

本開示の1つの局面は、測距センサで測定する物体までの距離に基づいて抽出される物体の候補点に基づいて、極力少ない処理負荷で物体を検出する技術を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0010】

30

本開示の1つの態様による物体検出装置(10、30)は、複数の測距センサ(2)が測定結果として少なくとも測定する物体(100、102、110、410、412)までの距離に基づいて物体の位置を検出し、結果取得部(12)と、候補点抽出部(14)と、候補点判定部(18)と、物体検出部(20)と、を備えている。

【0011】

結果取得部は、複数の測距センサから測定結果を取得する。候補点抽出部は、結果取得部が取得する測定結果のうち物体までの距離に基づいて、物体の位置を表す候補点を抽出する。

【0012】

40

候補点判定部は、候補点抽出部が抽出した候補点が物体の実像または虚像のいずれであるかを判定する。物体検出部は、候補点から候補点判定部が虚像と判定した候補点を除去した実像の候補点の位置に基づいて、物体の位置を検出する。

【0013】

このような構成によれば、測距センサで測定した物体までの距離に基づいて物体の候補点を抽出し、候補点から物体の虚像を除去するので、除去した虚像の候補点を物体の位置を検出する処理の対象から除去できる。これにより、虚像の候補点を除去してから実像の候補点の位置に基づいて、極力少ない処理負荷で物体の位置を検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1実施形態の物体検出装置を示すブロック図。

50

- 【図2】測定距離に基づく候補点の抽出を示す模式図。
- 【図3】測定距離に基づく物体の検出過程を示す模式図。
- 【図4】第2実施形態の物体検出装置を示すブロック図。
- 【図5】測定距離と相対速度とから物体の速度と移動方向とを算出する過程を示す説明図。
- 【図6】車両の周囲を示す模式図。
- 【図7】測定距離に基づいて抽出された候補点を示す模式図。
- 【図8】物体の検出結果を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本開示の実施形態を図に基づいて説明する。

10

[1. 第1実施形態]

[1-1. 構成]

図1に示す物体検出装置10は、例えば車両等の移動体に搭載され、移動体の周囲に存在する物体の位置を検出する。物体検出装置10は、複数のミリ波レーダ2から、ミリ波レーダ2と物体との距離情報を取得する。尚、図1では、3個以上のミリ波レーダ2が車両に搭載されている。

【0016】

物体検出装置10は、CPUと、RAM、ROM、フラッシュメモリ等の半導体メモリと、入出力インターフェースと、を備えるマイクロコンピュータを中心に構成されている。以下、半導体メモリを単にメモリとも言う。物体検出装置10は1つのマイクロコンピュータを搭載してもよいし、複数のマイクロコンピュータを搭載してもよい。

20

【0017】

物体検出装置10の各種機能は、CPUが非遷移的実体的記録媒体に記憶されているプログラムを実行することにより実現される。この例では、メモリが、プログラムを格納した非遷移的実体的記録媒体に該当する。このプログラムをCPUが実行することで、プログラムに対応する方法が実行される。

【0018】

物体検出装置10は、CPUがプログラムを実行することで実現される機能の構成として、結果取得部12と候補点抽出部14と密集度算出部16と候補点判定部18と物体検出部20とを備えている。

30

【0019】

物体検出装置10を構成するこれらの要素を実現する手法はソフトウェアに限るものではなく、その一部または全部の要素について、一つあるいは複数のハードウェアを用いて実現してもよい。例えば、上記機能がハードウェアである電子回路によって実現される場合、その電子回路は多数の論理回路を含むデジタル回路、またはアナログ回路、あるいはこれらの組合せによって実現してもよい。

【0020】

結果取得部12は、ミリ波レーダ2から、物体までの距離と物体の相対速度とを測定結果として取得する。図2に示すように、候補点抽出部14は、ミリ波レーダ2を中心とし、結果取得部12がミリ波レーダ2から取得する物体までの距離を半径とする円の交点を、物体を表す候補点として抽出する。

40

【0021】

図2において、実線の円は、各ミリ波レーダ2を中心とし、物体100までの距離を半径とする円である。点線の円は、各ミリ波レーダ2を中心とし、物体102までの距離を半径とする円である。物体100、102は四角で表され、候補点は黒点で表されている。

【0022】

候補点の中には、実際の物体100、102とは異なる、物体100、102の虚像を表す1点鎖線で囲まれた候補点300、302が抽出される。

密集度算出部16は、候補点の位置の分散等に基づいて、候補点の密集度を算出する。候補点判定部18は、ミリ波レーダ2の検出範囲200と、密集度算出部16が算出する

50

候補点の密集度に基づいて、候補点が実像であるか虚像であるかを判定する。各ミリ波レーダ2の検出範囲は、例えば、ミリ波レーダ2の搭載位置と搭載角度に基づいて設定される。

【0023】

物体検出部20は、候補点から、候補点判定部18が虚像であると判定した候補点を除いた実像の候補点の位置に基づいて、物体の位置を検出する。

[1-2. 物体検出処理]

以下、物体検出装置10が候補点から物体を検出する処理について説明する。

【0024】

図3の中段に示すように、候補点判定部18は、ミリ波レーダ2の検出範囲200の外側に存在する候補点300を虚像であると判定し、図3の上段に示す候補点から除去する。10

次に、図3の下段に示すように、候補点判定部18は、他の候補点から離れており、周囲に他の候補点が存在する度合いを示す密集度の低い候補点302を虚像であると判定し、図3の中段に示す候補点から除去する。図3の下段において、実線で囲まれた黒点が示す候補点304が、虚像を除去された実像の候補点である。

【0025】

物体検出部20は、実像を表す候補点304の位置の重心、あるいは候補点304の距離に基づく最小2乗法、あるいはk-means法等のクラスタリングアルゴリズムを用いる検出処理により、実際の物体100、102の位置を検出する。

【0026】

[1-3. 効果]

以上説明した第1実施形態では、ミリ波レーダ2を中心とし、ミリ波レーダ2が検出する物体までの距離を半径とする円の交点を、物体を表す候補点として抽出する。そして、ミリ波レーダ2の検出範囲200内に存在しない候補点300、ならびに検出範囲200内に存在するが周囲に存在する候補点の密集度が低い候補点302を、虚像であると判定して候補点から除去した。

【0027】

これにより、候補点抽出部14により円の交点として抽出されたすべての候補点に対してではなく、すべての候補点から虚像を除去された実像の候補点304に対して検出処理を行い、物体100、102の位置を検出できる。したがって、物体を検出するための処理負荷を低減し、物体を検出するための処理時間を低減できる。30

【0028】

上記第1実施形態では、ミリ波レーダ2が測距センサに対応する。

[2. 第2実施形態]

[2-1. 第1実施形態との相違点]

第2実施形態の基本的な構成は第1実施形態と同様であるため、相違点について以下に説明する。尚、第1実施形態と同じ符号は、同一の構成を示すものであって、先行する説明を参照する。

【0029】

図4に示す物体検出装置30は、結果取得部12と候補点抽出部14と密集度算出部16と候補点判定部18と物体検出部20とに加え、速度差算出部32と速度算出部34と方向算出部36とを備えている点で、第1実施形態の物体検出装置10と異なっている。40

【0030】

速度差算出部32は、候補点のそれぞれについて、複数のミリ波レーダ2から結果取得部12が取得する相対速度の差を算出する。相対速度の差は、例えば最大と最小の相対速度の差である。

【0031】

速度算出部34は、候補点のそれぞれについて、複数のミリ波レーダ2から結果取得部12が取得する相対速度に基づいて、候補点が表す物体の絶対速度を算出する。速度算出部34が物体の絶対速度を算出する例を図5に示す。

10

20

30

40

50

【0032】

図5では、2個のミリ波レーダ2のそれぞれが、点Aで表される物体110の相対速度V_bと物体110までの距離R1、物体110の相対速度V_cと物体110までの距離R2を検出する。ミリ波レーダ2が検出する物体110の相対速度V_b、V_cは、車両に対する物体110の相対速度Vをベクトル分解したときの物体110と各ミリ波レーダ2とを結ぶ方向の成分として検出される。

【0033】

2個のミリ波レーダ2が車両に搭載されている位置は既知である。物体110の位置は、2個のミリ波レーダ2から取得される距離を半径とし、2個のミリ波レーダ2の位置を中心とした円の交点で表される。図5において、2個のミリ波レーダ2の検出範囲外の虚像の候補点は除去されている。

10

【0034】

速度算出部34は、物体110が一定時間(T)経過後に点Aとミリ波レーダ2のそれとを結ぶ直線上で、相対速度V_b、V_cで移動した場合の座標の点をB、Cとする。また、実際の相対速度Vで物体110が一定時間(T)経過後に点Aから移動した場合の座標をPとする。

【0035】

PBA、PCAは直角であるから、線分APは三角形ABCの外接円120の直径である。したがって、BACをとすると、正弦定理から次式(1)が成立する。

$$AP = V \times T = BC / \sin \angle BAC \quad \dots (1)$$

20

式(1)において、T、BおよびCの座標、は既知であるから、速度算出部34は、式(1)から物体100の車両に対する実際の相対速度Vを算出できる。速度算出部34は、物体110の相対速度Vと車両の車速とに基づいて、物体110の実際の移動速度である絶対速度を算出する。

【0036】

図5では、速度算出部34は、2個のミリ波レーダ2の測定結果から物体110の相対速度Vを算出した。速度算出部34は、ミリ波レーダ2が3個以上であっても、例えば、2個のミリ波レーダ2の組み合わせから算出される相対速度の平均を物体110の相対速度として算出する。

【0037】

方向算出部36は、候補点のそれぞれについて、複数のミリ波レーダ2から結果取得部12が取得する相対速度と、相対速度の方向とに基づいて、候補点の移動方向を算出する。方向算出部36が候補点の移動方向を算出する例を図5に基づいて説明する。

30

【0038】

図5において、ABCを、BCAを、点Aのベクトルをa、点Bのベクトルをb、点Cのベクトルをc、外接円120の中心Oのベクトルをoとすると、余弦定理およびヘロンの公式から、次式(2)が成立する。

【0039】

$$o = (a \times \sin 2 + b \times \sin 2 + c \times \sin 2) / (\sin 2 + \sin 2 + \sin 2) \quad \dots (2)$$

40

式(2)において、a、b、cは既知であるから、方向算出部36は、式(2)からベクトルoを算出できる。

【0040】

そして、車幅方向に対する物体110の移動方向は、車幅方向に対してベクトル(o-a)が形成する図5に示されている角度で表される。そこで、方向算出部36は、ベクトルoの座標を(o_x、o_y)、ベクトルaの座標を(a_x、a_y)として、角度を次式(3)から算出する。

$$\theta = \arctan((o_y - a_y) / (o_x - a_x)) \quad \dots (3)$$

【0041】

図5では、方向算出部36は、2個のミリ波レーダ2の測定結果から物体110の移動

50

方向を算出した。方向算出部 3 6 は、ミリ波レーダ 2 が 3 個以上であっても、例えば、2 個のミリ波レーダ 2 の組み合わせから算出される移動方向の平均を物体 1 1 0 の移動方向として算出する。

【 0 0 4 2 】

【 2 - 2 . 物体検出処理 】

図 6 に示すように、路側にガードレール 4 1 0 が設置されている道路を車両 4 0 0 が走行する場合に、物体検出装置 3 0 がガードレール 4 1 0 を検出する処理について以下に説明する。

【 0 0 4 3 】

第 2 実施形態では、車両 4 0 0 の前方および左右側方に、合計 8 個のミリ波レーダ 2 が搭載されているものとする。ミリ波レーダ 2 は、ガードレール 4 1 0 の支柱 4 1 2 を物体として検出する。

10

【 0 0 4 4 】

図 7 において、矢印の根本である矢印の始点が、ミリ波レーダ 2 が測定する測定距離に基づいて抽出された物体の候補点を表している。尚、図 7 は、候補点判定部 1 8 により、ミリ波レーダ 2 の検出範囲内に存在しない虚像の候補点が除去された状態を示している。

【 0 0 4 5 】

矢印の長さは、移動速度の速さを表している。前述したように、物体の実際の移動速度は、速度算出部 3 4 により算出される。矢印の向きは、物体の実際の移動方向を表している。前述したように、物体の移動方向は、方向算出部 3 6 により算出される。

20

【 0 0 4 6 】

候補点判定部 1 8 は、他の候補点から離れており、周囲に他の候補点が存在する密集度の低い 1 点鎖線で囲まれた候補点 3 0 2 を、虚像であると判定し候補点から除去する。

候補点判定部 1 8 は、候補点のそれぞれについて、速度差算出部 3 2 が算出する相対速度の差が所定値以上の場合、虚像であると判定する。

20

【 0 0 4 7 】

相対速度の差と比較する所定値には、例えば、ミリ波レーダ 2 の搭載位置の違いとミリ波レーダ 2 の測定誤差により生じる相対速度の差の最大値が設定される。実像であれば、候補点において、複数のミリ波レーダ 2 が検出する相対速度の速度差は所定値未満のはずである。

30

候補点判定部 1 8 は、実際の移動速度が道路を移動している物体として考えられる所定速度以上である場合、該当する候補点を虚像であると判定する。

【 0 0 4 8 】

候補点判定部 1 8 は、2 点鎖線で囲まれた候補点 3 1 0 を、相対速度の差が所定値以上であるか、あるいは移動速度が所定速度以上であるとして、候補点から除去する。

候補点判定部 1 8 は、移動方向が周囲の候補点の移動方向と関連性の低い、点線で囲まれた候補点 3 2 0 を虚像であるとして、候補点から除去する。移動方向が周囲の候補点の移動方向と関連性の低い候補点は、例えば、移動方向が周囲の候補点の移動方向とは逆方向の候補点である。

40

【 0 0 4 9 】

候補点判定部 1 8 により虚像を除去された、実線で囲まれた黒丸で示す候補点 3 3 0 を図 8 に示す。物体検出部 2 0 は、黒丸で示された候補点 3 3 0 に対して第 1 実施形態で説明した検出処理を行い、ガードレール 4 1 0 の支柱 4 1 2 の位置を検出する。

第 2 実施形態のガードレール 4 1 0 、支柱 4 1 2 は物体に対応する。

【 0 0 5 0 】

【 2 - 3 . 効果 】

以上説明した第 2 実施形態では、第 1 実施形態の効果に加え、以下の効果を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

密集度算出部 1 6 に加え、速度差算出部 3 2 と速度算出部 3 4 と方向算出部 3 6 のそれ

50

それが算出する情報に基づいて、候補点判定部 18 は、どの候補点が虚像であるかをより高精度に判定できる。これにより、物体の位置の検出精度が向上する。

【0052】

[3. 他の実施形態]

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されることなく、種々変形して実施することができる。

【0053】

(1) 上記実施形態では、物体までの距離を測定する測距センサとしてミリ波レーダ 2 を使用した。ミリ波以外にも、探査波を照射して物体までの距離を測定する測距センサであれば、ソナー等を使用してもよい。

【0054】

(2) 上記実施形態では、物体検出装置が搭載される移動体として車両以外に、自転車、車椅子、ロボット等の移動体に物体検出装置を搭載してもよい。

(3) 物体検出装置は移動体に限らず、静止物体等の固定位置に設置されてもよい。

【0055】

(4) 上記実施形態における一つの構成要素が有する複数の機能を複数の構成要素によって実現したり、一つの構成要素が有する一つの機能を複数の構成要素によって実現したりしてもよい。また、複数の構成要素が有する複数の機能を一つの構成要素によって実現したり、複数の構成要素によって実現される一つの機能を一つの構成要素によって実現したりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。尚、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本開示の実施形態である。

【0056】

(5) 上述した物体検出装置 10、30 の他、当該物体検出装置 10、30 を構成要素とするシステム、当該物体検出装置 10、30 としてコンピュータを機能させるための物体検出プログラム、この物体検出プログラムを記録した記録媒体、物体検出方法など、種々の形態で本開示を実現することもできる。

【符号の説明】

【0057】

2：ミリ波レーダ（測距センサ）、10、30：物体検出装置、12：結果取得部、14：候補点抽出部、16：密集度算出部、18：候補点判定部、20：物体検出部、32：速度差算出部、34：速度算出部、36：方向算出部、100、102、110：物体、200：検出範囲、300、302、310、320：候補点（虚像）、304、330：候補点（実像）、400：車両、410：ガードレール（物体）、412：支柱（物体）

10

20

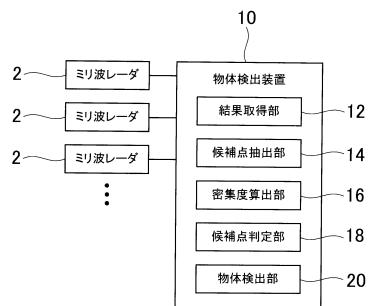
30

40

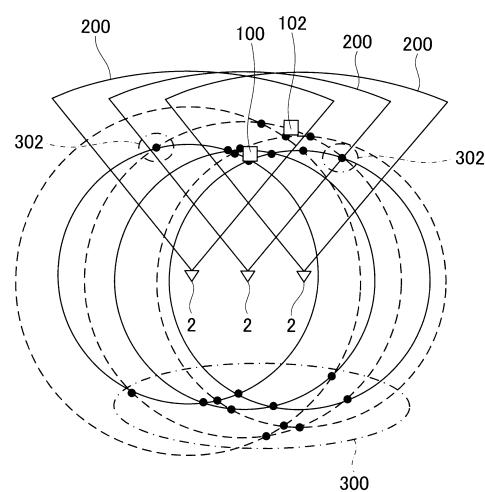
50

【図面】

【図 1】

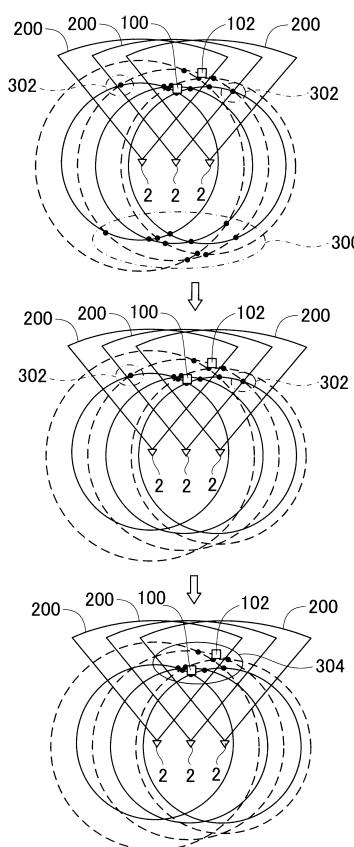


【図 2】

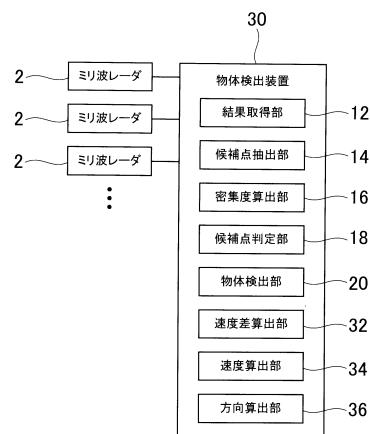


10

【図 3】



【図 4】



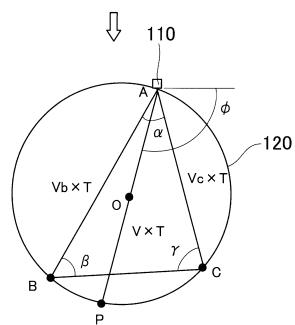
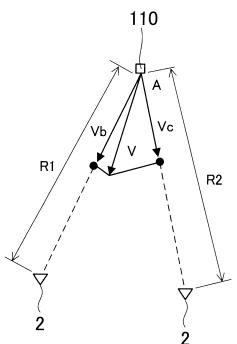
20

30

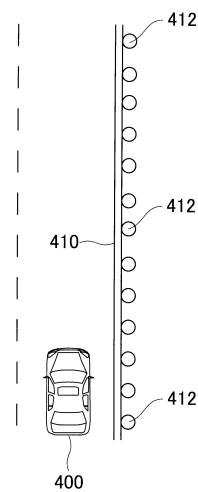
40

50

【図 5】

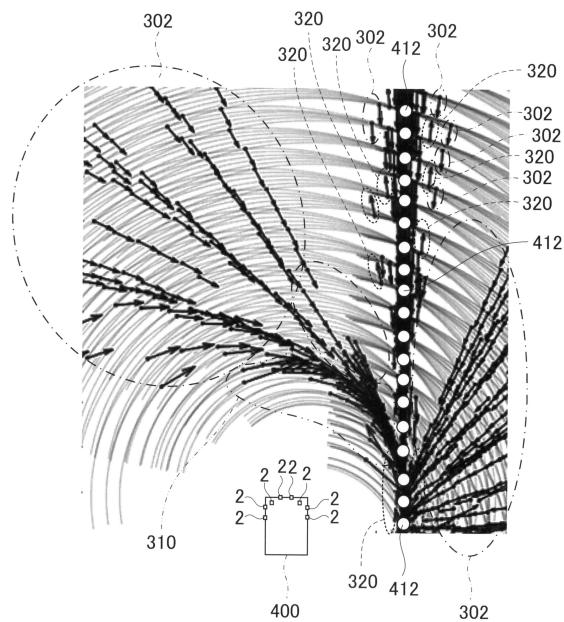


【図 6】

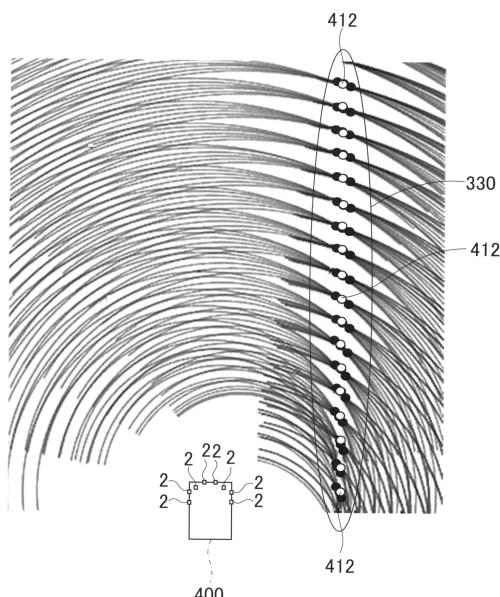


10

【図 7】



【図 8】



20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 東 治企

(56)参考文献 国際公開第2016/103464 (WO, A1)

特開2008-286582 (JP, A)

特開2001-159680 (JP, A)

特開平07-260933 (JP, A)

米国特許第06289282 (US, B1)

特開2005-283256 (JP, A)

特表2005-515444 (JP, A)

酒井 虹 ほか, "チャーブ波を用いた複数物体の二次元超音波位置・速度計測手法の検討",

日本音響学会 2013年 春季研究発表会講演論文集 CD-ROM, 日本, 2013年03月,

pp.1451-1452, 特に第3欄参照

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

G 01 S 5 / 00 - 7 / 64

G 01 S 13 / 00 - 17 / 95

G 08 G 1 / 16