

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6692129号  
(P6692129)

(45) 発行日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月16日(2020.4.16)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO 1 S</b>	<b>7/295</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 S</b>	<b>7/295</b>	<b>2 2 0</b>
<b>GO 1 S</b>	<b>13/89</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 S</b>	<b>13/89</b>	
<b>GO 1 S</b>	<b>13/931</b>	<b>(2020.01)</b>	<b>GO 1 S</b>	<b>13/93</b>	<b>2 2 0</b>

請求項の数 3 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2015-138676 (P2015-138676)	(73) 特許権者	302062931 ルネサスエレクトロニクス株式会社 東京都江東区豊洲三丁目2番24号
(22) 出願日	平成27年7月10日(2015.7.10)	(74) 代理人	100103894 弁理士 冢入 健
(65) 公開番号	特開2017-20895 (P2017-20895A)	(72) 発明者	梶原 裕輝 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 ルネサスエレクトロニクス株式会社内
(43) 公開日	平成29年1月26日(2017.1.26)		
審査請求日	平成30年5月10日(2018.5.10)	審査官	安井 英己

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周辺を観測する複数のレーダの夫々から、観測結果を示す複数のデータを取得し、極座標形式に変換して記憶部に格納するデータ取得部と、

前記記憶部に格納された極座標形式の複数のデータの夫々を、軸位置が同一となるように変換を施して複数の軸位置変換後データの夫々を生成し、前記記憶部に格納する軸位置変換部と、

前記複数の軸位置変換後データを重ね合わせて重ね合わせデータを生成するデータ重畳部と、

前記重ね合わせデータを、直交座標形式に変換する座標変換部と、を備え、

前記軸位置変換後データは、極座標系における各座標において物体の存在確率を示すものであり、

前記データ重畳部は、

前記軸位置変換後データが示す同一の座標の夫々における存在確率が所定の値よりも低い場合には、前記同一の座標の夫々における存在確率のいずれよりも、前記重ね合わせデータが示すその座標の存在確率を低くし、

前記軸位置変換後データが示す同一の座標の夫々における存在確率が前記所定の値よりも高い場合には、前記同一の座標の夫々における存在確率のいずれよりも、前記重ね合わせデータが示すその座標の存在確率を高くする、

半導体装置。

## 【請求項 2】

C P Uと、専用回路と、を備え、

前記C P Uは、

周辺を観測する複数のレーダの夫々から、観測結果を示す複数のデータを取得し、極座標形式に変換して記憶部に格納するデータ取得部を含み、

前記専用回路は、

前記記憶部に格納された極座標形式の複数のデータの夫々を、軸位置が同一となるように変換を施して複数の軸位置変換後データの夫々を生成し、前記記憶部に格納する軸位置変換部と、

前記複数の軸位置変換後データを重ね合わせて重ね合わせデータを生成するデータ重畳部と、

前記重ね合わせデータを、直交座標形式に変換する座標変換部と、を含み、

前記専用回路は、前記軸位置変換部及び前記座標変換部を含む歪み補正プロセッサと、前記データ重畳部を含む画像処理エンジンとを有し、

前記歪み補正プロセッサは、前記軸位置が同一となるように変換する前の極座標形式のデータを極座標系において分割することで得られる複数の三角形の各頂点の座標を軸位置が同一となるように変換し、前記軸位置変換後データにおいて、前記三角形の辺の値を、変換前の前記極座標形式のデータにおける三角形の辺の値とし、前記三角形の内部の値を、当該三角形の各頂点及び各辺の値によって補間する、

半導体装置。

## 【請求項 3】

前記複数の三角形は、変換前の前記極座標形式のデータを、極座標系において各軸と平行する直線で格子状に分割することで得られる複数の四角形のそれぞれを2つに分割することで得られるものであり、

前記歪み補正プロセッサは、変換前の前記極座標形式のデータにおいて距離が0となる各座標が、前記軸位置変換後データにおいて1点に集約される場合、距離が0となる座標を有する四角形を分割した2つの三角形のうち、距離が0の頂点を1点だけ有する三角形を、前記軸位置変換後データにおいて集約された1点を頂点に有する三角形に変換する、

請求項2に記載の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体装置、制御システム及び観測方法に関し、例えば複数のレーダによって周辺を観測する技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献1には、複数のレーダアンテナから得られる探知データを単一の表示器上で正しく合成して表示することを目的としたレーダ装置が開示されている。このレーダ装置では、探知データ生成手段が、複数のレーダアンテナが生成した探知信号のそれぞれから極座標系の探知データを生成する。相関処理手段が、探知データのそれぞれを相関処理し、直交座標系の相関処理データとして記憶する。表示画像データ選択手段が、特定のアンテナに対応する領域では特定のアンテナに対応する相関処理データを選択して表示画像データ記憶手段に出力し、他の領域では特定のアンテナ以外のアンテナに対応する相関処理データを選択して表示画像データ記憶手段に出力する。

## 【0003】

しかしながら、特許文献1に開示の技術では、レーダアンテナごとに直交座標系の相関処理データが生成されるため、必要とされるメモリの記憶容量が多くなってしまいうという問題がある。一般的に、直交座標系のデータは、極座標系のデータよりもデータ量が多いからである。

## 【0004】

10

20

30

40

50

また、特許文献 2 には、レーダアンテナの設置場所が異なり、かつレーダアンテナ間において電波の送信及びレーダアンテナの回転が非同期であっても、合成レーダビデオ信号を生成することを目的としたレーダビデオ合成装置が開示されている。このレーダビデオ合成装置では、 $R - XY$ 変換回路が、レーダ A 及びレーダ B のそれぞれからのビデオ信号を直交座標データに変換し、画像データとしてメモリに記憶させる。 $XY - R$ 変換回路が、レーダ A 及びレーダ B の画像データのそれぞれをレーダ A に合わせた中心位置に調整し、極座標データに変換する。そして、出力バッファ制御回路 19 が、レーダ A 及びレーダ B のそれぞれの極座標データを合成して出力する。

【0005】

しかしながら、特許文献 2 に開示の技術でも、レーダアンテナごとに直交座標データが生成されるため、特許文献 1 に開示の技術と同様に、必要とされるメモリの記憶容量が多くなってしまうという問題がある。また、特許文献 2 に開示の技術は、データを直交座標データに変換した後に、再び、極座標データに変換し直す必要があるため、処理に時間がかかってしまうという問題もある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 4917270 号公報

【特許文献 2】特許第 3990830 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示の技術では、必要とされる記憶容量が多くなってしまうという問題がある。

【0008】

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0009】

一実施の形態によれば、半導体装置は、複数のレーダの夫々の観測結果を示す極座標形式のデータを、軸位置が同一となるように変換を施してから重ね合わせ、重ね合わせ後のデータを直交座標形式に変換するものである。

【発明の効果】

【0010】

前記一実施の形態によれば、必要とされる記憶容量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】実施の形態 1 に係る車載制御システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る ECU の構成を示すブロック図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る認識用 MCU の構成を示すブロック図である。

【図 4】実施の形態 1 に係る認識用 MCU の機能ブロック図である。

【図 5】極座標形式のデータと直交座標形式のデータを示す図である。

【図 6】実施の形態 1 に係る認識用 MCU で生成される極座標データと直交座標データの関係を示す図である。

【図 7】実施の形態 1 に係る車載制御システムの動作を示すフローチャートである。

【図 8】実施の形態 1 に係る認識用 MCU による周辺環境認識の動作を示すフローチャートである。

【図 9】実施の形態 1 に係る軸位置変換前後の極座標データを示す図である。

【図 10】実施の形態 2 に係る認識用 MCU の構成を示すブロック図である。

【図 11】実施の形態 2 に係る認識用 MCU による周辺環境認識の動作を示すフローチャ

10

20

30

40

50

ートである。

【図12】実施の形態2に係る軸位置変換前後の極座標データを示す図である。

【図13】実施の形態2に係る軸位置変換前後の極座標データを示す図である。

【図14】実施の形態3に係る認識用MCUの機能ブロック図である。

【図15】実施の形態3に係る認識用MCUによる周辺環境認識の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、好適な実施の形態について説明する。以下の実施の形態に示す具体的な数値などは、実施の形態の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、それに限定されるものではない。また、以下の記載及び図面では、説明の明確化のため、当業者にとって自明な事項などについては、適宜、省略及び簡略化がなされている。

10

【0013】

<実施の形態1>

まず、実施の形態1について説明する。図1を参照して、本実施の形態1に係る車載制御システム1の構成について説明する。図1に示すように、車載制御システム1は、ECU(Electronic Control Unit)10と、複数のレーダ11a~11fと、警告表示装置12と、ステアリング13と、ブレーキ14とを有する。車載制御システム1は、自動車(以下、「車両」とも呼ぶ)に搭載されるシステムである。

20

【0014】

レーダ11a~11fは、車両の外部に配置されており、それ以外の部品12~14は、車両の内部に配置されている。図1では、レーダ11a~11fの数が6個の例について示しているが、レーダの数は、これに限られない。

【0015】

ECU10は、車両の各部(ステアリング13及びブレーキ14など)を制御する。ECU10は、レーダ11a~11fのそれぞれから得られるデータに基づいて、車両の周辺環境の認識、認識した周辺環境に応じた車両の制御内容の決定、及び、決定した制御内容での車両の制御などを実施する。ここで、ECU10は、自身の制御モードとして、運転者の操作に基づいて車両を制御する手動制御モードと、運転者の操作に依らず、車両を自動的に制御する自動制御モードとを有している。

30

【0016】

例えば、ECU10は、手動制御モードでは、認識した周辺環境に基づいて、このまま運転を継続した場合に車両が物体(障害物)と接触する可能性があるとして判定した場合には、自身の制御モードを自動制御モードに切り替える。ECU10は、自動制御モードでは、車両が物体を回避する(例えば車両を停止又は車両が物体を迂回して走行する)ように、車両の制御内容を決定する。また、例えば、車両の運転者が手動でECU10の制御モードを手動制御モードから自動制御モードに切り替えることで、ECU10は、自動制御モードにおいて、運転者により設定された目的地まで自動で走行するように、認識した周辺環境に基づいて車両の制御内容を決定するようにしてもよい。

40

【0017】

ECU10は、単独の部品で構成されていてもよく、機能ごとに分割された複数の部品で構成されていてもよい。複数の部品で構成されている場合、それぞれの部品は、相互に情報のやり取りができる形で接続されている。この部品は、例えば、後述のMCU(Micro Control Unit)である。

【0018】

レーダ11a~11fのそれぞれは、車両の周辺を観測する観測装置である。レーダ11a~11fのそれぞれは、例えば光波(例えば赤外線を含む)および電波(例えばミリ波を含む)などの電磁波によって、車両の周辺に存在する物体を観測する。センサ12は、観測結果を示すレーダデータを生成し、ECU10に送信する。

50

## 【 0 0 1 9 】

レーダ 1 1 a ~ 1 1 f のそれぞれは、図 1 に示すように、車両に設置されている。より詳細には、レーダ 1 1 a は、車両の左斜め前方を観測するように車両に設置されている。レーダ 1 1 b は、車両の前方を観測するように車両に設置されている。レーダ 1 1 c は、車両の右斜め前方を観測するように車両に設置されている。レーダ 1 1 d は、車両の右斜め後方を観測するように車両に設置されている。レーダ 1 1 e は、車両の後方を観測するように車両に設置されている。レーダ 1 1 f は、車両の左斜め後方を観測するように車両に設置されている。以下、レーダ 1 1 a ~ 1 1 f を特に区別することなく言及する場合には、単に「レーダ 1 1」とも呼ぶ。

## 【 0 0 2 0 】

警告表示装置 1 2 は、車両の搭乗者に対して警告を出力する出力装置である。出力装置は、例えば、警告画像を表示する表示装置である。表示装置は、例えば、液晶パネル、有機 E L パネル、又は、プラズマディスプレイパネル等である。また、出力装置は、画像を表示（出力）する装置に限られず、車両の搭乗者に対して警告する際に点灯して光を出力する発光装置であってもよく、車両の搭乗者に対して警告する音声を出力するスピーカーであってもよい。発光装置は、例えば、LED ライトである。例えば、E C U 1 0 は、前述したように、認識した周辺環境に基づいて、このまま運転を継続した場合に車両が物体と接触する可能性があるると判定した場合に、警告表示装置 1 2 によって警告を出力し、自身の制御モードを自動制御モードに切り替える。

## 【 0 0 2 1 】

ステアリング 1 3 は、E C U 1 0 からの指示に応じて、車両のタイヤの切れ角を変更する制御装置である。ブレーキ 1 4 は、E C U 1 0 からの指示に応じて、その加減が変更される制御装置である。

## 【 0 0 2 2 】

このように、車載制御システム 1 は、複数のレーダ 1 1 a ~ 1 1 f によって車両の周辺の状況を観測し、車両の進むべき方向を判断するセンサフュージョンシステムとして機能する。

## 【 0 0 2 3 】

続いて、図 2 を参照して、本実施の形態 1 に係る E C U 1 0 の構成について説明する。図 2 に示すように、E C U 1 0 は、認識用 M C U 2 0 と、判断用 M C U 2 1 と、制御用 M C U 2 2、2 3 とを有する。

## 【 0 0 2 4 】

認識用 M C U 2 0 は、複数のレーダ 1 1 a ~ 1 1 f と専用のバスを介して接続されている。判断用 M C U 2 1 は、警告表示装置 1 2 と専用のバスを介して接続されている。制御用 M C U 2 2 は、ステアリング 1 3 と専用のバスを介して接続されている。制御用 M C U 2 3 は、ブレーキ 1 4 と専用のバスを介して接続されている。なお、図 2 では、制御用 M C U 2 2、2 3 が 2 つである例について示しているが、制御用 M C U の数は、これに限られない。例えば、ステアリング 1 3 及びブレーキ 1 4 の両方を制御する制御用 M C U を、E C U 1 0 が 1 つだけ有するようにしてもよい。この場合、その制御用 M C U と、ステアリング 1 3 及びブレーキ 1 4 のそれぞれとが専用のバスを介して接続される。

## 【 0 0 2 5 】

認識用 M C U 2 0 は、レーダ 1 1 a ~ 1 1 f のそれぞれから受信したレーダデータに基づいて、車両の周辺環境を認識する。より具体的には、認識用 M C U 2 0 は、例えば、自車の周辺環境として、自車の周辺に存在する物体を認識する。このとき、認識用 M C U 2 0 は、後述するように、自車の周辺の各位置において物体の存在確率を示すデータを、認識した周辺環境を示すデータとして生成する。そして、認識用 M C U 2 0 は、生成した周辺環境を示すデータを判断用 M C U 2 1 に送信する。

## 【 0 0 2 6 】

判断用 M C U 2 1 は、認識用 M C U 2 0 から受信したデータが示す周辺環境に基づいて、車両の制御内容を決定する。例えば、判断用 M C U 2 1 は、前述したように、車両が物

10

20

30

40

50

体を回避するように車両の制御内容を決定する。判断用MCU21は、決定した制御内容を示す制御情報を生成し、制御用MCU22、23のそれぞれに送信する。

【0027】

制御用MCU22、23は、判断用MCU21から受信した制御情報に基づいて、その制御情報が示す制御内容で車両を制御する。より具体的には、制御用MCU22は、制御情報が示す制御内容でステアリング13を制御する。また、制御用MCU23は、制御情報が示す制御内容でブレーキ14を制御する。

【0028】

続いて、図3を参照して、本実施の形態1に係る認識用MCU20の構成について説明する。図3に示すように、認識用MCU20は、CPU(Central Processing Unit)200と、内部メモリ201と、センサI/F202と、外部メモリI/F203と、MCU間I/F204とを有する。また、車載制御システム1は、外部メモリ30を有する。

【0029】

CPU200は、内部メモリ201及び外部メモリ30に格納された情報に基づいて、認識用MCU20としての機能を実現するための各種処理を実行する演算装置である。

【0030】

内部メモリ201は、CPU200と接続される。内部メモリ201は、CPU200による処理の実行に必要な各種情報が格納される記憶装置である。内部メモリ201は、例えば、SRAM(Static Random Access Memory)等の高速にアクセス可能なメモリである。

【0031】

センサI/F202は、複数のレーダ11a~11fと、CPU200とを接続するバスである。外部メモリI/F203は、外部メモリ30と、CPU200とを接続するバスである。MCU間I/F204は、他のMCU21~23と、CPU200とを接続するバスである。なお、これらのI/F202~204は、専用のバスであってもよく、CAN(Controller Area Network)又はEthernet(登録商標)等の規格に準じた汎用のバスであってもよい。また、I/F202~204のそれぞれは、物理的に別々のバスでなくてもよく、同一のバスを時分割で切り替えて使用してもよい。

【0032】

外部メモリ30は、CPU200による処理の実行に必要な各種情報が格納される記憶装置である。外部メモリ30は、例えば、DRAM(Dynamic Random Access Memory)等の大容量のメモリ、あるいはフラッシュメモリ等の不揮発性のメモリである。

【0033】

続いて、図4を参照して、実施の形態1に係る認識用MCU20の機能ブロックについて説明する。図4に示すように、認識用MCU20は、システム制御部210と、データ取得部211と、複数の軸位置変換部212と、データ重畳部213と、座標変換部214と、結果出力部215とを有する。各部210~215は、CPU200に含まれる。

【0034】

システム制御部210は、データ取得部211、複数の軸位置変換部212、データ重畳部213、座標変換部214、及び結果出力部215のそれぞれを制御する。例えば、システム制御部210は、データ取得部211、複数の軸位置変換部212、データ重畳部213、座標変換部214、結果出力部215の順に、順序性を守ってデータが処理されるように各部211~215を動作させる。

【0035】

データ取得部211は、レーダ11a~11fのそれぞれから送信されたレーダデータを、センサI/F202を介して取得する。データ取得部211は、取得したレーダデータに対して処理を施して、図5に示すように、レーダ11の回転軸を基準として、距離方向をr軸とし、反時計回りの角度方向をθ軸とした二次元のデータである極座標形式のデータとなる。以下、このデータを「極座標データ」とも呼ぶ。極座標データは、レーダ11に対する距離方向及び角度方向のそれぞれを各軸とした二次元空間上において、各座標

10

20

30

40

50

における物体の存在確率を示すデータである。データ取得部 211 は、生成した極座標データを、外部メモリ I/F 203 を介して外部メモリ 30 に格納する。なお、レーダ 11a ~ 11f のそれぞれから送信されたレーダデータから生成された極座標データのそれぞれが外部メモリ 30 に格納される。言い換えると、レーダ 11a ~ 11f と同数の極座標データが外部メモリ 30 に格納される。

【0036】

複数の軸位置変換部 212 のそれぞれは、レーダ 11a ~ 11f のそれぞれに対応する変換テーブルを用いて、レーダ 11a ~ 11f のそれぞれに対応する極座標データに対して軸位置変換を施す。すなわち、複数の軸位置変換部 212 は、レーダ 11a ~ 11f と同数である。複数の軸位置変換部 212 のそれぞれは、レーダ 11a ~ 11f のそれぞれに対応し、自身に対応するレーダ 11 からのレーダデータに基づいて生成された極座標データを処理する。なお、軸位置変換は、レーダ 11 の回転軸を原点とした極座標データを、車両の中心を原点とした極座標データに変換するものである。複数の軸位置変換部 212 のそれぞれは、変換後の極座標データのそれぞれを、外部メモリ I/F 203 を介して外部メモリ 30 に格納する。

10

【0037】

ここで、複数の変換テーブルのそれぞれは、予め外部メモリ 30 に格納されている。複数の軸位置変換部 212 のそれぞれは、外部メモリ I/F 203 を介して外部メモリ 30 から複数の変換テーブルのそれぞれを取得し、内部メモリ 201 に格納する。この内部メモリ 201 への変換テーブルの格納は、車載制御システム 1 の起動完了時に実施してもよく、複数の軸位置変換部 212 のそれぞれが軸位置変換を実行する直前に実施してもよい。複数の軸位置変換部 212 のそれぞれは、内部メモリ 201 に格納された複数の変換テーブルのそれぞれを用いて軸位置変換を実施する。

20

【0038】

この変換テーブルは、極座標系において変換前の極座標データが物体の存在確率を示す各座標について、変換前の距離  $r$  及び角度  $\theta$  と、変換後の距離  $r'$  及び角度  $\theta'$  とを対応付けたテーブルである。言い換えると、変換テーブルは、レーダ 11 の回転軸を原点とした場合における各座標と、それらの各座標を車両の中心を原点とした場合における各座標とが対応付けられている。軸位置変換部 212 は、この変換テーブルに基づいて、変換前の極座標データが示す座標の値が、その座標の距離  $r$  及び角度  $\theta$  に対応する変換後の距離  $r'$  及び角度  $\theta'$  の座標の値として示されるように、変換後の極座標データを生成する。

30

【0039】

ここで、この変換テーブルは、変換前の距離  $r$  及び角度  $\theta$  と変換後の距離  $r'$  及び角度  $\theta'$  とを示す情報であってもよく、変換前の距離  $r$  及び角度  $\theta$  を入力すると、変換後の距離  $r'$  及び角度  $\theta'$  を出力する関数の情報であってもよい。

【0040】

データ重畳部 213 は、外部メモリ 30 に格納された極座標データの全てを重畳することで重畳後データを生成する。データ重畳部 213 は、生成した重畳後データを、外部メモリ I/F 203 を介して外部メモリ 30 に格納する。

【0041】

座標変換部 214 は、極座標形式の重畳後データを、図 5 に示すように、車両の中心を基準として、左右方向を X 軸とし、前後方向を Y 軸とした二次元のデータである直交座標形式のデータとなる。以下、このデータを「直交座標データ」とも呼ぶ。極座標データは、車両の左右方向及び前後方向のそれぞれを各軸とした二次元空間上において、各座標における物体の存在確率を示すデータとなる。座標変換部 214 は、生成した直交座標データを、外部メモリ I/F 203 を介して外部メモリ 30 に格納する。

40

【0042】

結果出力部 215 は、外部メモリ 30 に格納された直交座標データを取得し、MCU 間 I/F 204 を介して判断用 MCU 21 へ出力する。判断用 MCU 21 は、結果出力部 215 から出力された直交座標データに基づいて、車両の周辺における物体の存在確率の認

50

識、車両が走行する経路の探索、及び車両の制御内容の決定などを行う。

【0043】

続いて、図6を参照して、実施の形態1に係る認識用MCU20で生成される極座標データと直交座標データの関係について説明する。

【0044】

本実施の形態1では、認識用MCU20は、前述したように、レーダ11a~11fのそれぞれに対応する複数の極座標データの軸位置を調整してから重畳し、重畳後の極座標データを直交座標データに変換するようにしている。そのため、この直交座標データは、図6に示すように、レーダ11a~11fのそれぞれからのレーダデータから複数の直交座標データを生成し、それらの軸位置を調整してから重畳したデータと同等の直交座標データが得られる。

10

【0045】

なお、図6では、レーダ11a~11fのそれぞれが角度方向において観測可能な範囲が0度~180度である例について示している(前述のレーダ11a~11fの観測方向の中心が90度であるものとする)。そのため、レーダ11a~11fのそれぞれの観測範囲は、半径が距離rの最大値となる半円形上の観測範囲となる。そして、直交座標データとして、それらの観測範囲が重ね合わせられたデータが生成される。

【0046】

続いて、図7を参照して、本実施の形態1に係る車載制御システム1の動作について説明する。図7は、本実施の形態1に係る車載制御システム1の動作を示すフローチャートである。

20

【0047】

認識用MCU20は、複数のレーダ11a~11fのそれぞれから受信したレーダデータから、周辺環境認識処理によって、車両の周辺の各位置において障害物(物体)の存在確率を数値化した地図(以下、「周辺環境地図」とも呼ぶ)を作成する(S1)。この周辺環境地図は、前述の直交座標データに相当する。認識用MCU20は、生成した周辺環境地図を、MCU間I/F204を介して判断用MCU21に送信する。

【0048】

判断用MCU21は、認識用MCU20から受信した周辺環境地図において、障害物検出処理によって、存在確率が閾値より高く、かつ一定以上の大きさを有する領域を障害物として検出する(S2)。判断用MCU21は、経路探索処理によって、障害物に接触しない車両の経路を、車両が取りうる複数の経路候補の中から選択する(S3)。判断用MCU21は、選択した経路で車両が走行するように制御情報を生成し、MCU間I/F204を介して制御用MCU22、23のそれぞれに送信する。この制御情報は、車両の動きを数値化した情報となる。

30

【0049】

制御用MCU22、23のそれぞれは、車両制御処理によって、判断用MCU21から受信した制御情報に基づいて車両を制御する(S4)。

【0050】

続いて、図8を参照して、本実施の形態1に係る認識用MCU20による周辺環境認識(S1)の動作について説明する。図8は、本実施の形態1に係る認識用MCU20による周辺環境認識(S1)の動作を示すフローチャートである。なお、それ以降の障害物検出(S2)、経路探索(S3)、車両制御(S4)の各動作については任意のアルゴリズムを用いることができるため、これらの動作についての詳述は省略する。

40

【0051】

認識用MCU20のデータ取得部211は、レーダ11a~11fのそれぞれから送信されるレーダデータを取得する(S11)。レーダデータは、ある角度 $\theta_j$ について距離rが車両に近い方から遠い方へと順にデータ取得部211に入力される。ある角度 $\theta_j$ についての入力が終わると、レーダデータは、次の角度 $\theta_{j+1}$ について同様にデータ取得部211に入力される。これを角度が0度から180度まで1度ずつ、距離が0から40

50

0まで1ずつ切り替えて入力すると、極座標データは、 $180 \times 400$ のサイズの二次元のデータとなる。距離については、一定の単位距離（例えば10cm）ごとに量子化する場合、前述したように最大距離が400であれば40m先の情報まで取得できることになる。

#### 【0052】

極座標データが示す各座標の値は、レーダ11で取得した物体の存在確率を示す。存在確率は、例えば、0.0（0%）～1.0（100%）までの確率を256段階で量子化した値となる。この極座標データが示す各座標の値は、例えば、正規分布の確率密度関数である次式（1）によって算出される。rは、前述したようにレーダ11からの距離であり、 $\mu$ は、レーダ11が照射した電磁波が反射された位置（レーダ11によって物体が検出された位置）までの距離である。kは、rが $\mu$ の近傍から離れるにつれて、 $f(r)$ が極大値よりも小さくなる変化の度合いを調整するパラメータとして定められる。kの値が小さいほど変化は急峻となり、極大値も大きい値となる。逆に値が大きいほど変化はなだらかになり、極大値は小さい値となる。実用上、極大値は、0.4～0.8の範囲の値が用いられる。

10

#### 【0053】

$$f(r) = 1 / (2\pi k^2) \exp(- (r - \mu)^2 / 2k^2) \dots (1)$$

#### 【0054】

これによれば、レーダ11によって物体が検出された距離 $\mu$ の座標では、物体の存在確率が極大値となり、その距離 $\mu$ の座標から遠ざかるに従って物体の存在確率が徐々に低下する極座標データが得られる。

20

#### 【0055】

データ取得部211は、レーダ11a～11fのそれぞれに対応する極座標データを外部メモリ30に格納する（S12）。

#### 【0056】

次に、認識用MCU20の複数の軸位置変換部212のそれぞれは、自身に対応する変換テーブルを外部メモリ30から読み出し、内部メモリ201に格納する（S13）。複数の軸位置変換部212のそれぞれは、自身が内部メモリ201に格納した変換テーブルのそれぞれに基づいて、極座標データのそれぞれの重ね合わせを可能とするために、極座標データの基準位置（ $r=0$ 、 $\theta=90$ ）を、レーダ11a～11fのそれぞれの回転軸から車両の中心に移動させる軸位置変換を行う（S14）。

30

#### 【0057】

一般的に、直交座標空間のある点X、Yを極座標空間のrと $\theta$ で表現すると、三角関数を用いて、 $X = r \cos \theta$ 、 $Y = r \sin \theta$ と表される。逆に、極座標空間のある点rと $\theta$ は、直交座標空間のX、Yを用いて、 $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ 、 $\theta = \arctan(Y/X)$ と表現できる。変換前後の各座標におけるデータは、それぞれ1対1に対応する。直交座標空間において各座標点を移動させる変換式は、 $X' = X + a$ 、 $Y' = Y + b$ となる。すなわち、直交座標空間において軸位置変換をする場合には、各座標点が平行移動することになる。

#### 【0058】

しかしながら、同じ変換を、前述の変換式に基づいて極座標空間で表すと、非線形の変換となる。これに対して、本実施の形態1では、変換前の極座標系における各座標と、変換後の極座標系における各座標とを対応付けた変換テーブルを用いることで、極座標空間においても、変換前の座標から変換後の座標を導出することを可能としている。

40

#### 【0059】

ここで、図9は、変換前後の極座標データの対応関係を示している。レーダ11a～11fのそれぞれに対応する極座標データは、図9に「変換前」として示すように、0度から180度までの角度のそれぞれにおいて、0から400までの距離のそれぞれで物体の存在確率を示す $180 \times 400$ のデータである。

#### 【0060】

50

また、変換後の極座標データに必要なメモリ空間は、レーダ11の車両の中心からの位置に応じて一意に定まる。例えば、前述の180×400の極座標空間に対して、全てのレーダ11a～11fの回転軸が車両の中心から距離50離れた範囲内に収まる場合は、レーダ11a～11fに対応する変換後の極座標データの全てを、角度方向に360(度)かつ距離方向に450の長さを有する360×450のメモリ空間で表現することができる。

#### 【0061】

図9では、例として、レーダ11cに対応する変換後の極座標データが極座標系において物体の存在確率を示す範囲(図9に示す「変換後(レーダ11c)」)と、レーダ11bに対応する変換後の極座標データが極座標系において物体の存在確率を示す範囲(図9に示す「変換後(レーダ11b)」)とを示している。図6において、車両の後方を0度(=360度)とした場合、図9に示すように、レーダ11cに対応する変換後の極座標データと、レーダ11bに対応する変換後の極座標データとが生成される。変換後の極座標データにおける斜線部分は、変換前の極座標データに対応する部分である。変換後の極座標データでは、変換前の極座標データが極座標系において物体の存在確率を示す範囲における $r = 400$ の座標は、上側の太線部分が対応する。変換後の極座標データでは、変換前の極座標データが極座標系において物体の存在確率を示す範囲における $r = 0$ の座標は、1点に集約される。

#### 【0062】

図6に示すように、レーダ11cが観測する範囲は、車両の右斜め前方であるため、角度方向に関しては、変換前の極座標データに対応する部分は、中心の180度よりも0度側に寄る。また、図6に示すように、レーダ11bが観測する範囲は、車両の前方であるため、角度方向に関しては、変換前の極座標データに対応する部分は、中心の180度に対して線対称となる部分となる。

#### 【0063】

すなわち、複数のレーダ11a～11fのそれぞれに対応する複数の変換データのそれぞれは、複数のレーダ11a～11fのそれぞれが車両に設置された位置に応じて、極座標データの軸位置を同一とできるように、相互に異なる内容とされている。これによれば、異なる位置に設置された複数のレーダ11a～11fのそれぞれからのレーダデータに基づいて生成された極座標データであっても、軸位置が同一となるように変換することができる。

#### 【0064】

なお、軸位置変換部212は、変換後の極座標データにおいて、変換前の極座標データに対応しない部分については、所定の存在確率を設定する。その部分は、レーダ11によって未観測の領域となるため、例えば、軸位置変換部212は、物体の存在確率として0.5(50%)(存在と不存在の中間値)を設定する。

#### 【0065】

複数の軸位置変換部212のそれぞれは、変換前の極座標データを外部メモリ30から読み出し、外部メモリ30において変換前の極座標データが格納されていた領域とは別の領域に、変換後の極座標データを格納する(S15)。この軸位置変換により、いずれの極座標データも車両の中心を原点とした座標に揃えることができるため、後述の極座標データの重ね合わせを実施することが可能となる。

#### 【0066】

全ての軸位置変換部212が全てのレーダ11a～11fに対応する極座標データに対して軸位置変換を行った後、認識用MCU20のデータ重畳部213は、極座標データのそれぞれの重畳を行う(S16)。重ね合わせにおいては、極座標データのそれぞれの同一の距離 $r$ 及び角度 $\theta$ の座標の値を所定の割合で重ね合わせる。例えば、値A、Bを重ね合わせた結果Sを計算する場合、ベイズの定理に基づいて一般に知られる次式(2)、(3)を使用することができる。データ重畳部213は、重畳後データを外部メモリ30に格納する(S17)。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

$$s = A / (1 - A) \times B / (1 - B) \quad \dots \quad (2)$$

$$S = s / (1 + s) \quad \dots \quad (3)$$

## 【 0 0 6 8 】

この式(2)、(3)によれば、変換後の極座標データが示す同一の座標のそれぞれにおける存在確率が50%よりも低い場合には、その同一の座標のそれぞれにおける存在確率のいずれよりも、重畳後データが示すその座標の存在確率が低くなる。また、変換後の極座標データが示す同一の座標のそれぞれにおける存在確率が50%よりも高い場合には、その同一の座標のそれぞれにおける存在確率のいずれよりも、重畳後データが示すその座標の存在確率が高くなる。これによれば、重畳後データが示す存在確率を、重ね合わせられる極座標データが示す値が総合的に考慮された、より適切な存在確率に調整することができる。すなわち、極座標データにおいて、物体の存在と不存在の中間値(50%)付近の存在確率が示される頻度を減少させ、判断用MCU21における走行経路の判断を容易化することができる。

10

## 【 0 0 6 9 】

ここで、上記の例では、50%を基準として、極座標データが示す同一の座標のそれぞれにおける存在確率が低い場合には、重畳後データが示すその座標の存在確率をより低くし、極座標データが示す同一の座標のそれぞれにおける存在確率が高い場合には、重畳後データが示すその座標の存在確率をより高くするようにしているが、基準となる値は、50%又はそれ以外の所定の値としてもよい。この場合、式(2)、(3)に代えて、所定の値を基準として、極座標データが示す同一の座標のそれぞれにおける存在確率が低い場合には、重畳後データが示すその座標の存在確率をより低くし、極座標データが示す同一の座標のそれぞれにおける存在確率が高い場合には、重畳後データが示すその座標の存在確率をより高くする式を利用するようによい。

20

## 【 0 0 7 0 】

なお、前述の式(2)、(3)は、2つのデータを重ね合わせるものであるのに対し、本実施の形態1では、6つの極座標データを重ね合わせる必要がある。しかしながら、前述の式(2)、(3)に基づいた2つの極座標データ(既に2つ以上の極座標データが重ね合わされたもの場合もある)の重ね合わせを5回繰り返せば、6つの極座標データを重ね合わせた重畳後データが得られる。

30

## 【 0 0 7 1 】

認識用MCU20の座標変換部214は、重畳後データを、極座標形式から直角座標形式に変換する(S18)。この変換には、前述の距離r及び角度で示された極座標データを、左右の距離X及び前後の距離Yで示す直角座標データに変換するための前述した一般的な変換式を利用することができる。座標変換部214は、変換後の直角座標データを外部メモリ30に格納する(S19)。この直角座標データは、各レーダ11a~11fからのデータの全てを重ね合わせたものであるため、レーダ11a~11fの個数分のデータのメモリ空間を確保する必要はなく、1つ分のデータのメモリ空間を確保するだけでよい。なお、この直角座標データを格納するために外部メモリ30に確保が必要なメモリ空間のサイズは、前述の360×450の極座標データに対して、車両の中心を基準として上下左右に450ずつをとった900×900となる。

40

## 【 0 0 7 2 】

最後に、認識用MCU20の結果出力部215は、直角座標形データを外部メモリ30から読み出し、MCU間I/F204を介して判断用MCU21に出力する(S20)。

## 【 0 0 7 3 】

ここで、これらの処理は、CPU200がソフトウェア(プログラム)を実行することによって行う。すなわち、このソフトウェアには、前述のCPU200が実行する各種処理を実行させるための命令を含んでいる。このソフトウェアは、例えば、外部メモリ30に予め格納されており、CPU200が外部メモリ30から内部メモリ201にロードすることで実行する。

50

## 【0074】

なお、前述のCPU200として、シングルコアプロセッサを採用してもよいが、レーダ11a~11fの個数以上の数のCPUコアを搭載したマルチコアプロセッサを採用することで、CPUコアのそれぞれが、ステップS11~S15の処理を同時並列に実行するようにしてもよい。これによれば、シングルコアプロセッサを採用した場合と比較して、短時間で処理を実行することができる。

## 【0075】

以上に説明したように、本実施の形態1は、周辺環境認識における動作に特徴がある。本実施の形態1では、データ取得部211が、周辺を観測する複数のレーダ11a~11fの夫々から、観測結果を示す複数のデータを取得し、極座標形式に変換して記憶部(外部メモリ30)に格納する。軸位置変換部212が、記憶部に格納された極座標形式の複数のデータの夫々を、軸位置が同一となるように変換を施して複数の軸位置変換後データの夫々を生成し、記憶部に格納する。データ重畳部213が、複数の軸位置変換後データを重ね合わせて重ね合わせデータを生成する。そして、座標変換部214は、重ね合わせデータを、直交座標形式に変換するようにしている。これによれば、極座標データよりもデータ量の多い直交座標データを格納するための記憶容量を複数用意する必要が無いため、以下に説明するように、必要とされる記憶容量を低減することができる。

## 【0076】

物体の存在確率0~1.0として、各座標の値を0~255までの256段階の値で示すように量子化した場合、1バイトで表現できる。この際に必要な外部メモリ30の記憶容量は、各レーダ11a~11cのそれぞれに対応する変換前の極座標データを格納する180×400バイトの領域が6つと、変換後の極座標データを格納する360×450バイトの領域が6つ(これらの領域のうち、1つは重畳後データを格納する領域も兼ねる)と、直交座標データを格納する900×900バイトの領域が1つとで、合計で2,214,000バイトとなる。

## 【0077】

一方、特許文献1に基づいて処理をした場合に必要な容量は、各レーダ11a~11fに対応する変換前の極座標データを格納する180×400バイトの領域が6つと、変換後の直交座標を格納するための900×900の領域が6つ(これらの領域のうち、1つは重畳後のデータを格納する領域も兼ねる)とで、合計で5,292,000バイトとなる。すなわち、本実施の形態1によれば、必要なメモリの記憶容量を、この例よりも、58%も削減することができる。

## 【0078】

<実施の形態2>

続いて、実施の形態2について説明する。以下の実施の形態2の説明では、上述した実施の形態1と同様の内容については、同一の符号を付す等して、適宜、その説明を省略する。本実施の形態2に係る車載制御システム1及びECU10の構成は、図1及び図2に示した実施の形態1に係る車載制御システム1及びECU10の構成と同様であるため、その説明を省略する。

## 【0079】

続いて、図10を参照して、本実施の形態1に係る認識用MCU20の構成について説明する。図10に示すように、認識用MCU20は、実施の形態1に係る認識用MCU20と比較して、さらに、歪み補正プロセッサ205と、画像処理エンジン206と、制御バス207とを有する。

## 【0080】

歪み補正プロセッサ205は、歪み補正を行う専用のハードウェアが搭載された回路である。本実施の形態2では、歪み補正プロセッサ205は、この歪み補正を行う専用のハードウェアを用いて、前述の軸位置変換及び座標変換を実施する。歪み補正プロセッサ205は、本実施の形態2では、内部メモリ201は、歪み補正プロセッサ205と接続されている。

10

20

30

40

50

## 【0081】

画像処理エンジン206は、画像の重ね合わせなどの画像処理を行う専用のハードウェアが搭載された回路である。本実施の形態2では、画像処理エンジン206は、この画像処理を行う専用のハードウェアを用いて、前述のデータ重畳を実施する。

## 【0082】

CPU200から歪み補正プロセッサ205及び画像処理エンジン206を制御するために、CPU200は、歪み補正プロセッサ205及び画像処理エンジン206と制御バス207を介して接続されている。なお、複数のレーダ11a~11f、CPU200、センサI/F202、外部メモリI/F203、及び、MCU間I/F204については、実施の形態1と同様であるため、その説明を省略する。

10

## 【0083】

実施の形態2に係る認識用MCU20の機能ブロックについては、図4に示した実施の形態1に係る認識用MCU20の機能ブロックと同様であるため、その説明を省略する。ただし、本実施の形態2では、実施の形態1と異なり、後述するように、軸位置変換部212及び座標変換部214は、歪み補正プロセッサ205に含まれ、データ重畳部213は、画像処理エンジン206に含まれる。

## 【0084】

本実施の形態2に係る車載制御システム1の動作については、図7に示した本実施の形態1に係る車載制御システム1の動作と同様であるため、その説明を省略する。続いて、図11を参照して、本実施の形態2に係る認識用MCU20による周辺環境認識(S1)の動作について説明する。図11は、本実施の形態2に係る認識用MCU20による周辺環境認識(S1)の動作を示すフローチャートである。

20

## 【0085】

本実施の形態2に係る車載制御システム1の動作の流れについては、ステップS13を有さないことを除き、図8に示した実施の形態1に係る車載制御システム1の動作の流れと同様である。すなわち、本実施の形態2では、歪み補正プロセッサ205は、車載制御システム1の起動完了時に、外部メモリ30から変換テーブルを取得し、内部メモリ201に予め格納している。なお、実施の形態1と同様に、内部メモリ201への変換テーブルの格納は、複数の軸位置変換部212のそれぞれが軸位置変換を実行する直前に実施してもよい。また、実施の形態1では、全ての動作をCPU200で実行していたのに対し、本実施の形態2では、前述の通り、軸位置変換(S14~S15)及び座標変換(S18~S19)については歪み補正プロセッサ205が実行し、データ重畳(S16~S17)については画像処理エンジン206が実行する。

30

## 【0086】

ステップS14の軸位置変換では、歪み補正プロセッサ205は、極座標系において、変換前の極座標データが物体の存在確率を示す範囲において、図12の「変換前」として示すように、連続する小さな三角形の領域を定義する。この三角形の領域は、変換前の極座標データを、極座標系において距離方向の所定単位ごと及び角度方向の所定単位ごとに、r軸及びθ軸のそれぞれと平行する直線で格子状に分割し、さらに、その分割で得られた複数の四角形のそれぞれを2つの三角形に分割することで得られる領域である。

40

## 【0087】

ここで、実施の形態1では、変換テーブルは、極座標データが存在確率を示す全ての座標について変換前後の座標を対応付けた情報を有しているが、実施の形態2では、変換テーブルは、変換前の極座標データにおいて定義した各三角形の頂点の座標のみについて変換前後の座標を対応付けた情報を有している。よって、歪み補正プロセッサ205は、変換前の極座標データを外部メモリ30から読み出した後、変換テーブルを用いて変換前の極座標データにおける各三角形の頂点の座標を変換し、変換後の極座標データを外部メモリ30に格納する。この変換も、図12に示すように、実施の形態1と同様に非線形の変換となる。

## 【0088】

50

歪み補正プロセッサ205は、変換後の極座標データにおける各三角形の辺の値を、変換前の極座標データにおける各三角形の辺の値とする。歪み補正プロセッサ205は、変換前後で三角形の大きさ又は形状が異なる場合には、拡大縮小又は補間をすることにより、変換後の極座標データにおける三角形の辺の値から、変換後の極座標データにおける三角形の辺の値を生成する。また、歪み補正プロセッサ205は、三角形の内部の値を、その三角形の各頂点及び各辺の値に基づいて補間することで生成する。この軸位置変換により、いずれの極座標データも車両の中心を原点とした座標に揃えることができるため、後述の極座標データの重ね合わせを実施することが可能となる。

#### 【0089】

ここで、前述したように、変換後の極座標データでは、変換前の極座標データにおける  $r = 0$  の座標は、1点に集約される。よって、本実施の形態2では、図13に示すように、変換前の極座標データにおいて距離  $r$  が0となる各座標が、変換後の極座標データにおいて1点に集約される場合、距離が0となる座標を有する四角形を分割した2つの三角形のうち、距離が0の頂点を1点だけ有する三角形(図13の斜線部分)を、変換後の極座標データにおいて集約された1点を頂点に有する三角形に変換する。これによれば、変換前の極座標データにおいて距離  $r$  が0となる各座標が、変換後の極座標データにおいて1点に集約される場合であっても、三角形メッシュの頂点処理専用のハードウェアを搭載した歪み補正プロセッサ205の機能を活かして変換を実施することができる。

#### 【0090】

ステップS16のデータ重畳では、歪み補正プロセッサ205が全てのレーダ11a~11fに対応する極座標データに対して軸位置変換を行った後、画像処理エンジン206は、極座標データのそれぞれの重畳を行う。この重ね合わせについては、実施の形態1と同様に、極座標データのそれぞれの同一座標における値を所定の割合で重ね合わせればよく、前述のベイズの定理に基づく式(2)、(3)を利用してもよい。

#### 【0091】

例えば、前述の式(2)における値A、Bを入力とし、前述の式(3)における結果Sを出力とする関数の情報を、テーブルとして、画像処理エンジン206が有するメモリ(例えばRAM、図示せず)に予め格納しておくようにしてもよい。そして、このテーブルを利用して、極座標データの重畳を行うようにしてもよい。例えば、このテーブルは、予め外部メモリ30に格納される。画像処理エンジン206は、車載制御システム1の起動完了時に、このテーブルを外部メモリ30から取得し、自身が有するメモリに格納する。

#### 【0092】

ステップS18の座標変換では、歪み補正プロセッサ205は、重畳後データを、極座標形式から直交座標形式に変換する。この変換には、実施の形態1と同様に、前述の距離  $r$  及び角度  $\theta$  で示された極座標データを、左右の距離  $X$  及び前後の距離  $Y$  で示す直交座標データに変換するための一般的な変換式を利用することができる。ただし、本実施の形態2では、実施の形態1と異なり、前述の軸位置変換の場合と同様に、歪み補正プロセッサ205は、重畳後データを極座標系において連続した三角形に分割し、それぞれの頂点の変換前後の座標を、変換式を利用することで変換する。なお、変換後の直交座標データにおける各三角形の各辺及び内部の値は、前述の軸位置変換の場合と同様に生成すればよい。

#### 【0093】

なお、各データを格納するために必要な外部メモリ30の記憶容量は、実施の形態1と同様である。よって、本実施の形態2における必要なメモリの記憶容量の削減効果については、実施の形態1の場合と同じである。

#### 【0094】

以上に説明したように、本実施の形態2では、車載制御システム1は、システム制御部210、データ取得部211及び結果出力部215を含むCPU200と、軸位置変換部212、データ重畳部213及び座標変換部214を含む専用回路(歪み補正プロセッサ205及び画像処理エンジン206)とを有している。すなわち、本実施の形態2では、

10

20

30

40

50

実施の形態 1 において CPU 200 で行っていた軸位置変換、重ね合わせ、及び、直交座標変換の処理を専用の歪み補正プロセッサ 205 及び画像処理エンジン 206 で行うことにより、CPU 200 の処理に要する時間を短縮し、より短い処理時間でこれらの処理を実現することが可能となる。

#### 【0095】

また、本実施の形態 2 では、歪み補正プロセッサ 205 は、軸位置変換前の極座標データを極座標系において分割することで得られる複数の三角形の各頂点の座標を軸位置が同一となるように変換する。このとき、歪み補正プロセッサ 205 は、軸位置変換後の極座標データにおいて、三角形の辺の値を、軸位置変換前の極座標データにおける三角形の辺の値とし、三角形の内部の値を、その三角形の各頂点及び各辺の値によって補間するようにしている。このように、軸位置変換処理において、処理単位が全画素から三角形の頂点の画素のみとなったことにより、CPU 200 に対して 40 倍程度の高速化が期待できる。また、重ね合わせの処理では、演算式が計算済みのテーブルの参照に置き換わったことにより、10 倍程度の高速化が期待できる。

#### 【0096】

<実施の形態 3 >

続いて、実施の形態 3 について説明する。以下の実施の形態 3 の説明では、上述した実施の形態 1、2 と同様の内容については、同一の符号を付す等して、適宜、その説明を省略する。本実施の形態 3 に係る車載制御システム 1、ECU 10 及び認識用 MCU 20 の構成は、図 1、図 2 及び図 10 に示した実施の形態 2 に係る車載制御システム 1、ECU 10 及び認識用 MCU 20 の構成と同様であるため、その説明を省略する。なお、本実施の形態 3 では、実施の形態 2 に係る車載制御システム 1 に対して後述のフィルタ処理を適用した例について説明するが、当然に、実施の形態 1 に係る車載制御システム 1 に対して後述のフィルタ処理を適用してもよい。

#### 【0097】

続いて、図 14 を参照して、実施の形態 3 に係る認識用 MCU 20 の機能ブロックについて説明する。図 14 に示すように、認識用 MCU 20 は、図 4 に示した実施の形態 1、2 に係る認識用 MCU 20 と比較して、さらに、複数のフィルタ処理部 221 と、フィルタ処理部 222 とを有する。複数のフィルタ処理部 221 は、歪み補正プロセッサ 205 に含まれ、フィルタ処理部 222 は、画像処理エンジン 206 に含まれる。しかしながら、これに限られず、CPU 200 が、複数のフィルタ処理部 221 及びフィルタ処理部 222 を含んでいてもよい。

#### 【0098】

複数のフィルタ処理部 221 のそれぞれは、外部メモリ 30 に格納された変換後の極座標データに対して、過去の変換後の極座標データを用いてフィルタ処理を実施する。ここで、過去の変換後の極座標データは、典型的には、前回の変換後の極座標データであるが、これに限られない。例えば、過去数回分の変換後の極座標データを利用してもよい。

#### 【0099】

複数のフィルタ処理部 221 のそれぞれは、レーダ 11a ~ 11f に対応する変換後の極座標データのそれぞれに対して、レーダ 11a ~ 11f に対応する過去の変換後の極座標データのそれぞれを利用してフィルタ処理を実施する。すなわち、複数のフィルタ処理部 221 は、レーダ 11a ~ 11f と同数である。複数のフィルタ処理部 221 のそれぞれは、レーダ 11a ~ 11f のそれぞれに対応し、自身に対応するレーダ 11 からのレーダデータに基づいて生成された極座標データを処理する。

#### 【0100】

フィルタ処理部 222 は、外部メモリ 30 に格納された直交座標データに対して、過去の直交座標データを用いてフィルタ処理を実施する。ここで、過去の直交座標データは、典型的には、前回の変換後の直交座標データであるが、これに限られない。例えば、過去数回分の変換後の極座標データを利用してもよい。

#### 【0101】

10

20

30

40

50

本実施の形態 3 に係る車載制御システム 1 の動作については、図 7 に示した本実施の形態 1 に係る車載制御システム 1、2 の動作と同様であるため、その説明を省略する。続いて、図 15 を参照して、本実施の形態 3 に係る認識用 M C U 2 0 による周辺環境認識 ( S 1 ) の動作について説明する。図 15 は、本実施の形態 3 に係る認識用 M C U 2 0 による周辺環境認識 ( S 1 ) の動作を示すフローチャートである。

【 0 1 0 2 】

本実施の形態 3 に係る周辺環境認識 ( S 1 ) の動作は、図 1 1 に示した実施の形態 2 に係る周辺環境認識 ( S 1 ) の動作と比較して、さらに、ステップ S 2 1 ~ S 2 4 を有する。ステップ S 1 5 の実施後かつステップ S 1 6 の実施前に、ステップ S 2 1、S 2 2 が実施される。ステップ S 1 9 の実施後かつステップ S 2 0 の実施前に、ステップ S 2 3、2 4 が実施される。

10

【 0 1 0 3 】

ステップ S 1 5 の実施後、複数のフィルタ処理部 2 2 1 のそれぞれは、軸位置変換後の極座標データに対してフィルタ処理を行う ( S 2 1 )。より具体的には、複数のフィルタ処理部 2 2 1 のそれぞれは、現在処理中の変換後の極座標データと、過去の変換後の極座標データの同一座標における値を所定の割合で重ね合わせる。複数のフィルタ処理部 2 2 1 のそれぞれは、極座標データを重ね合わせることで生成した新たな極座標データを外部メモリ 3 0 に格納する ( S 2 2 )。この極座標データは、データ重畳部 2 1 3 で処理される ( S 1 6 ) とともに、次回の周辺環境認識 ( S 1 ) において過去の軸位置変換後の極座標データとして利用可能とするために外部メモリ 3 0 に保持され続ける。

20

【 0 1 0 4 】

ステップ S 1 9 の実施後、フィルタ処理部 2 2 2 は、座標変換後の直交座標データに対してフィルタ処理を行う ( S 2 3 )。より具体的には、フィルタ処理部 2 2 2 のそれぞれは、現在処理中の座標変換後の直交座標データと、過去の座標変換後の直交座標データの同一座標位置における値を所定の割合で重ね合わせる。フィルタ処理部 2 2 2 のそれぞれは、直交座標データを重ね合わせることで生成した新たな直交座標データを外部メモリ 3 0 に格納する ( S 2 4 )。この直交座標データは、結果出力部 2 1 5 で処理される ( S 2 0 ) とともに、次回の周辺環境認識 ( S 1 ) において過去の座標変換後の極座標データとして利用可能とするために外部メモリ 3 0 に保持され続ける。

30

【 0 1 0 5 】

ここで、ステップ S 2 1 及び S 2 3 における重ね合わせは、極座標データを所定の割合で重ね合わせる様々な手法を採用することができるが、例えば、データ重畳 ( S 1 6 ) と同様に、前述のベイズの定理に基づく式 ( 2 )、( 3 ) を利用してもよい。すなわち、現在処理中のデータにおける各座標の値 A と過去のデータにおける各座標の値 B とから得られる結果 S を、フィルタ処理後のデータにおける各座標の値としてもよい。

【 0 1 0 6 】

以上に説明したように、本実施の形態 3 では、フィルタ処理部 2 2 1 が、軸位置変換後データと、過去の軸位置変換後データとを重ね合わせるようにしている。また、データ重畳部 2 1 3 は、重ね合わせ後の軸位置変換後データを重ね合わせて重ね合わせデータを生成するようにしている。そして、フィルタ処理部 2 2 1 は、重ね合わせ後の軸位置変換後データを、次に生成された軸位置変換後に対して過去の軸位置変換後データとして使用するために記憶部に格納するようにしている。

40

【 0 1 0 7 】

また、フィルタ処理部 2 2 2 が、直交座標形式のデータと、記憶部 ( 外部メモリ 3 0 ) に格納された過去の直交座標形式のデータとを重ね合わせるようにしている。そして、フィルタ処理部 2 2 2 は、重ね合わせ後の直交座標形式のデータを、次に生成された直交座標形式のデータに対して過去の直交座標形式のデータとして使用するために記憶部に格納するようにしている。

【 0 1 0 8 】

このように、現在のデータだけでなく、過去のデータを用いたフィルタ処理を行うこと

50

で、物体の存在確率をより多くのデータを重ね合わせて計算することが可能になる。これにより、認識用MCU20では、実施の形態1及び実施の形態2の場合よりも、過去から現在にかけて物体の存在確率が高い座標位置ではより存在確率を高め、過去から現在にかけて物体の存在確率が低い座標位置ではより存在確率を低めることができる。すなわち、周辺環境認識の精度をより向上して、判断用MCU21が認識用MCU20から出力された認識結果を用いて、より確実に障害物の認識および回避の判断を行うことが可能となる。

#### 【0109】

なお、以上の説明では、フィルタ処理を、変換後の極座標データと直交座標データに対して適用した例について説明したが、これに限られない。フィルタ処理を、変換前の極座標データ及び重畳後データに対して、同様に適用してもよい。

10

#### 【0110】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は既に述べた実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることはいうまでもない。

#### 【0111】

前述の実施の形態では、データの重ね合わせをベイズの定理に基づく式(2)、(3)により実施する例について説明したが、データを所定の割合で重ね合わせる方法であれば、これに限られない。例えば、データのそれぞれの各座標の値の相加平均又は加重平均を算出した結果を、重ね合わせ後の各座標の値としてもよい。

20

#### 【0112】

また、前述の実施の形態では、レーダ11a~11fの全てに対して異なる変換テーブルを用意するようにしているが、これに限られない。例えば、車両の中心に対して点対称に配置されたレーダ11、及び、車両の中心を通る前後方向又は左右方向の直線に対して線対称に配置されたレーダ11については、いずれか1つのレーダ11のみについて変換テーブルを用意するようにし、他のレーダ11については、その変換テーブルをレーダ11同士の対称性を考慮して変換することで利用してもよい。

#### 【0113】

例えば、レーダ11cに対応する変換後の極座標データでは、図9に示すように変換前の極座標データに対応する部分が配置される。一方で、車両の中心を通る前後方向の直線に対してレーダ11cと線対称となるレーダ11aの変換後の極座標データにおいては、変換前の極座標データに対応する部分が配置される部分は、レーダ11cのものと比較し、180度の位置におけるr軸と平行な直線に対して線対称となる。よって、180度の位置におけるr軸と平行な直線に対して線対称な結果が得られるように、レーダ11cの変換テーブルを変換することで、レーダ11aに対応する変換テーブルを生成し、レーダ11aに対応する極座標データの軸位置変換に使用してもよい。

30

#### 【0114】

上述のCPU200が実行するプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体(non-transitory computer readable medium)を用いて格納され、コンピュータ(ECU10)に供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体(tangible storage medium)を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体(例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体(例えば光磁気ディスク)、CD-ROM(Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ(例えば、マスクROM、PROM(Programmable ROM)、EPROM(Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM(Random Access Memory))を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体(transitory computer readable medium)によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

40

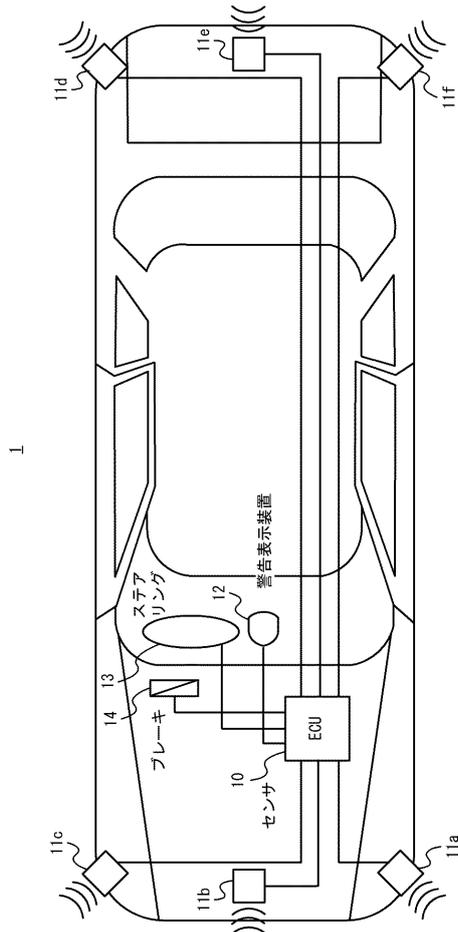
50

## 【符号の説明】

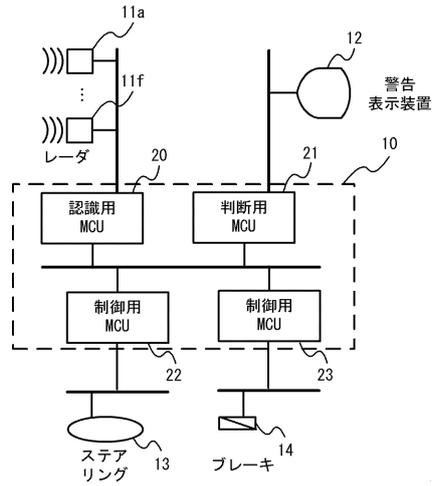
## 【0115】

1	車載制御システム	
10	ECU	
11	レーダ	
12	警告表示装置	
13	ステアリング	
14	ブレーキ	
20	認識用MCU	
21	判断用MCU	10
22、23	制御用MCU	
30	外部メモリ	
200	CPU	
201	内部メモリ	
202	センサI/F	
203	外部メモリI/F	
204	MCU間I/F	
205	歪み補正プロセッサ	
206	画像処理エンジン	
207	制御バス	20
210	システム制御部	
211	データ取得部	
212	軸位置変換部	
213	データ重畳部	
214	座標変換部	
215	結果出力部	
221、222	フィルタ処理部	

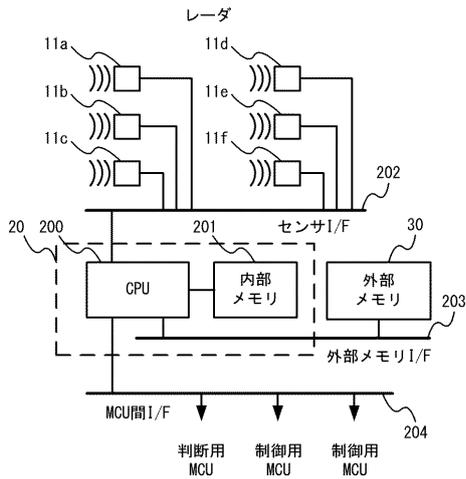
【図1】



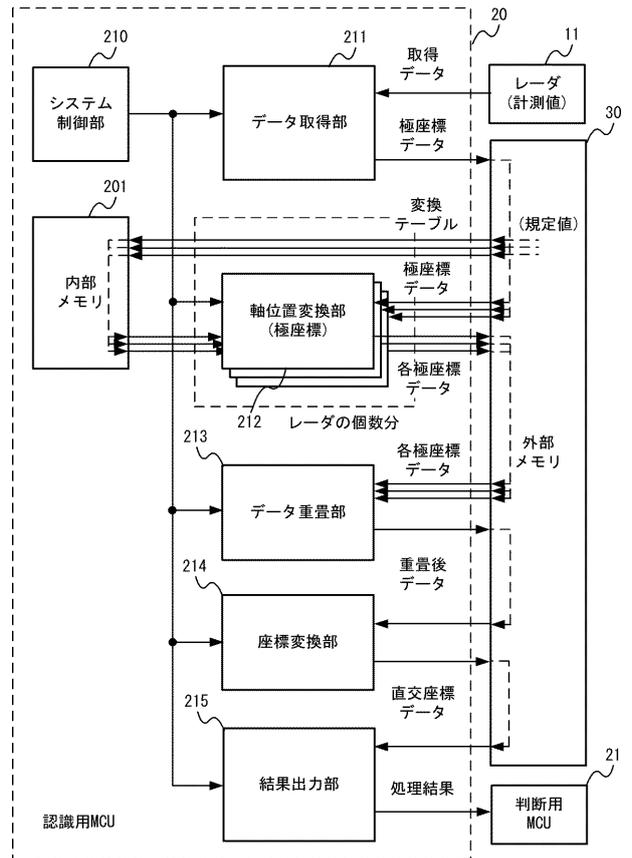
【図2】



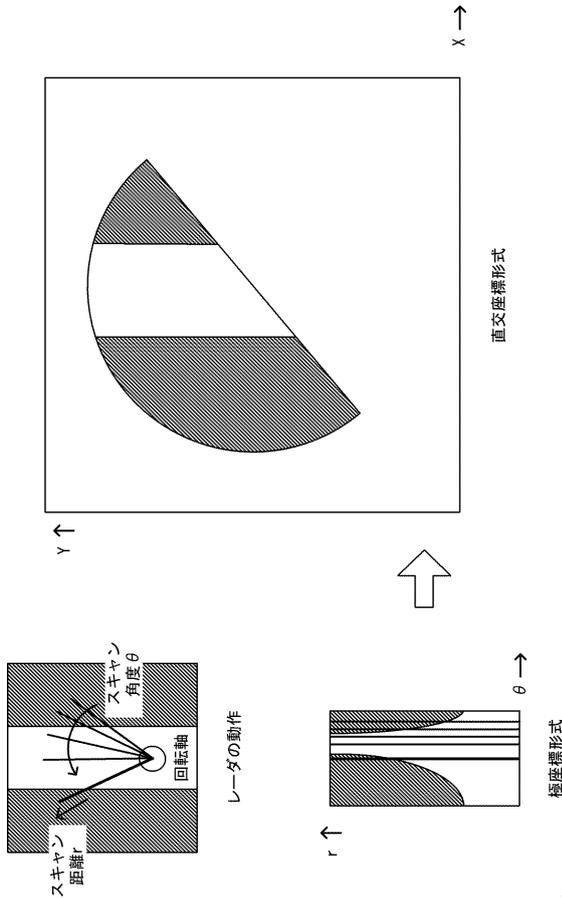
【図3】



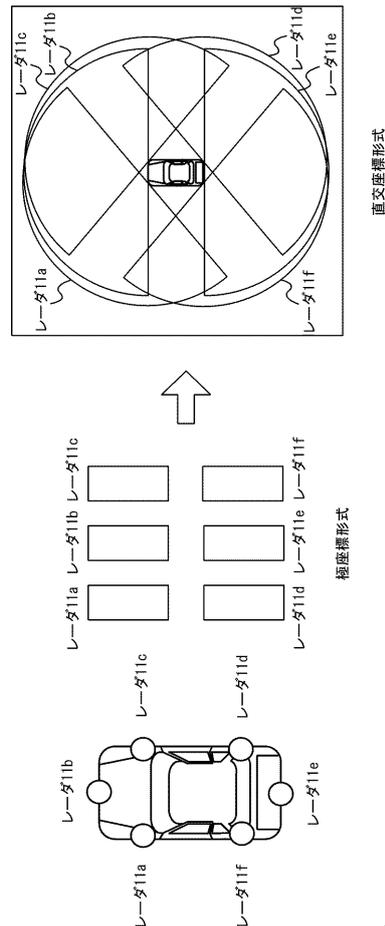
【図4】



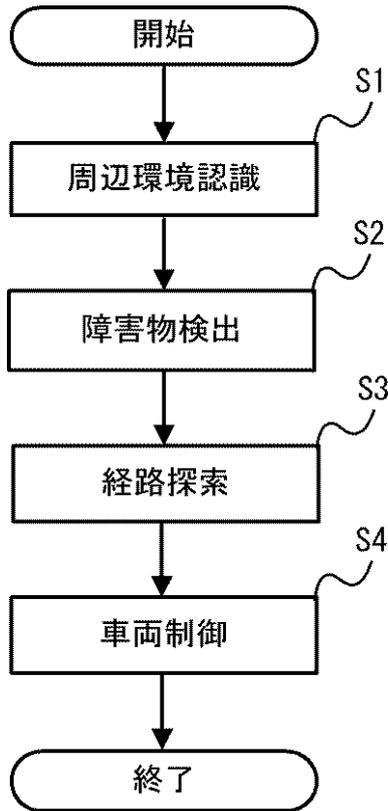
【図5】



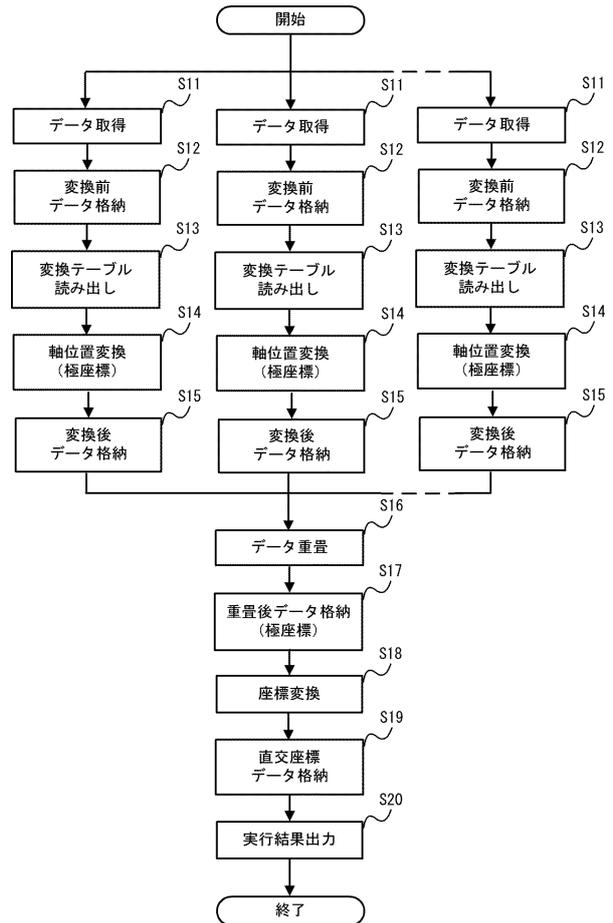
【図6】



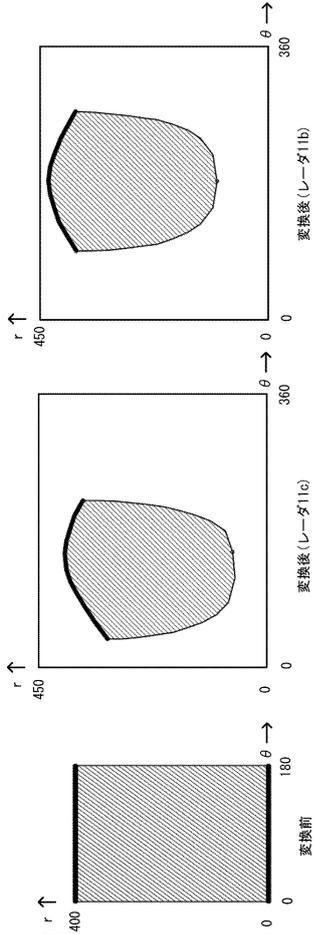
【図7】



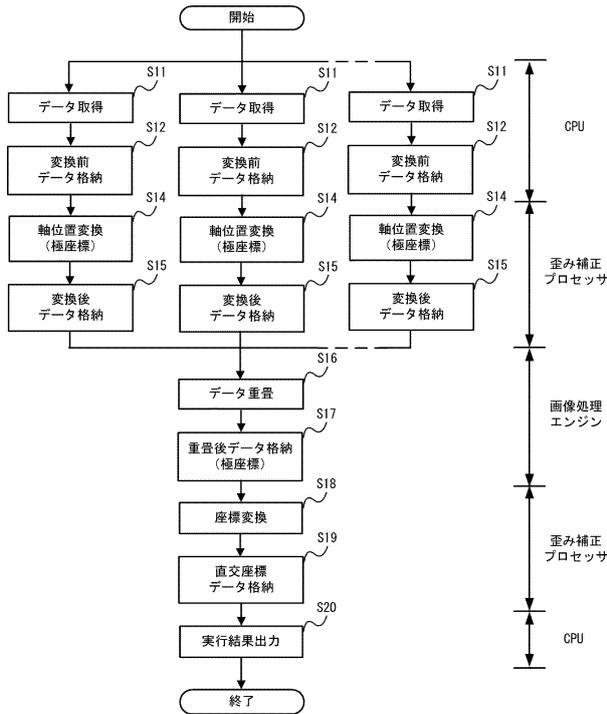
【図8】



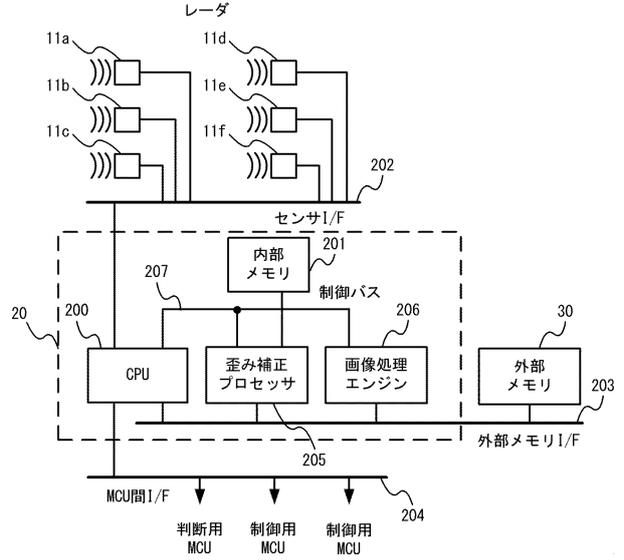
【図9】



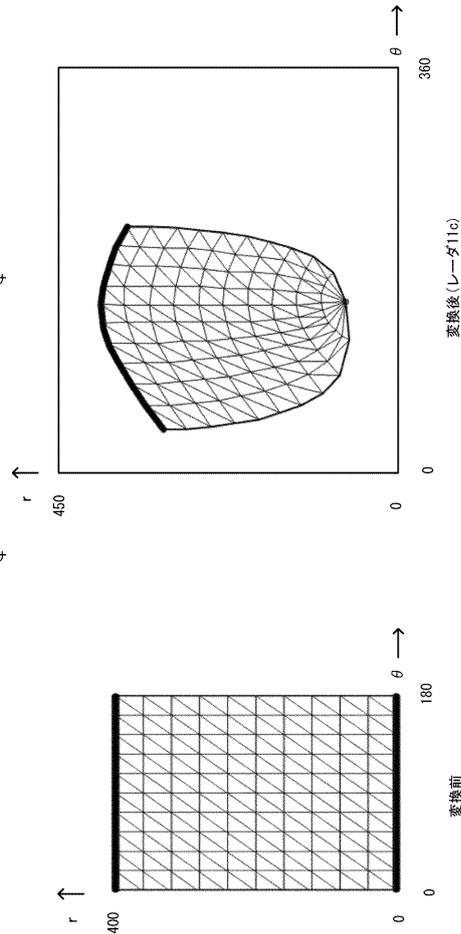
【図11】



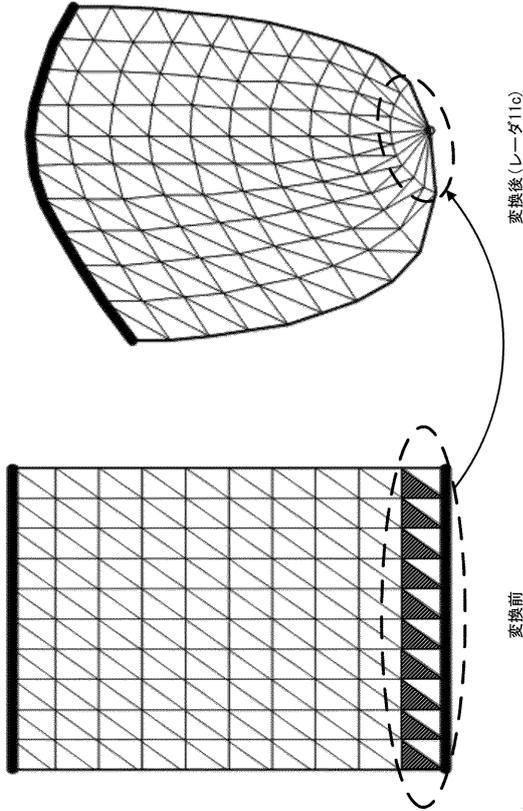
【図10】



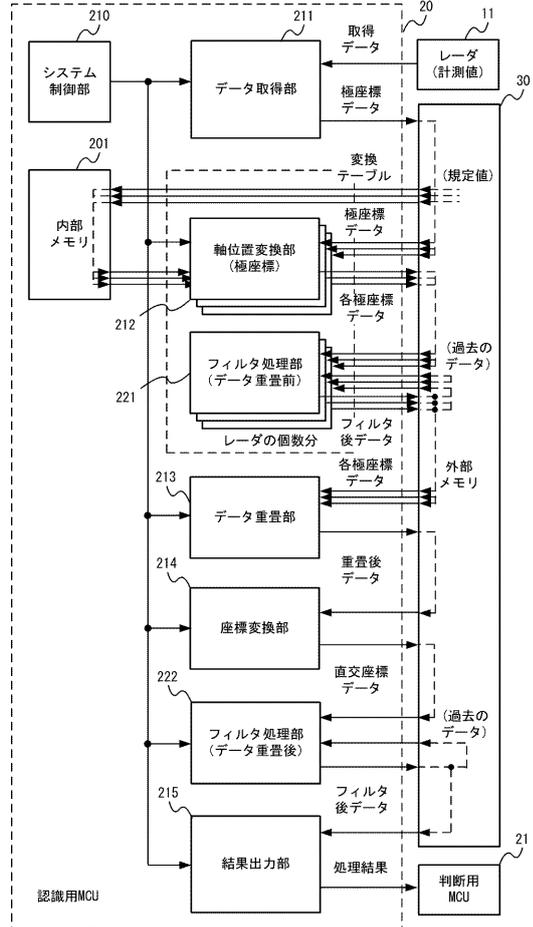
【図12】



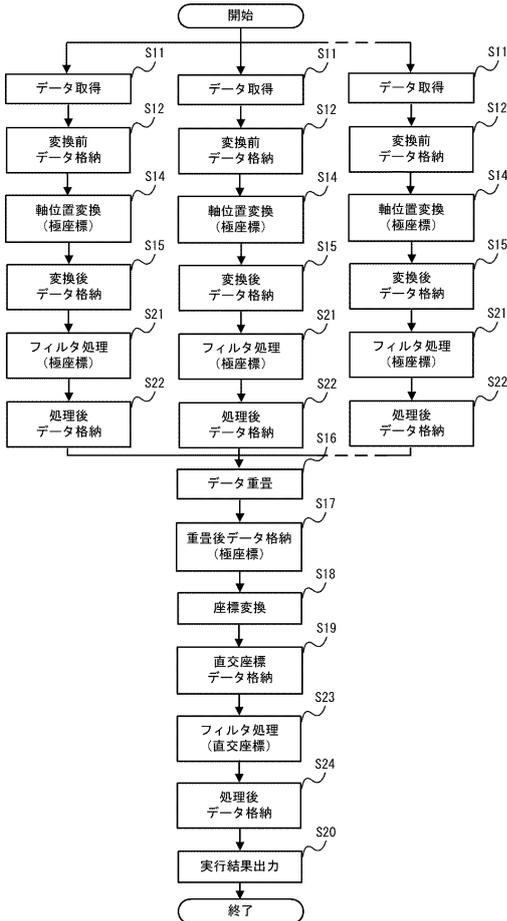
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0133546(US, A1)  
特開2006-300722(JP, A)  
米国特許出願公開第2012/0218138(US, A1)  
特開平02-140681(JP, A)  
米国特許第04899161(US, A)  
特開2012-163495(JP, A)  
米国特許出願公開第2007/0146197(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/64,  
G01S 13/00 - 13/95,  
G01S 15/00 - 15/96,  
G01S 17/00 - 17/95