

(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2010-97561

(P2010-97561A)

(43) 公開日 平成22年4月30日 (2010.4.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 3 1 5	2 F 1 1 2
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 C	5 B 0 5 7
H04N 7/18 (2006.01)	G06T 1/00 3 3 0 B	5 C 0 5 4
G01C 3/06 (2006.01)	H04N 7/18 J	5 H 1 8 0
	G01C 3/06 1 1 0 V	5 H 1 8 1
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 17 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-269951 (P2008-269951)
(22) 出願日 平成20年10月20日 (2008.10.20)

(71) 出願人 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人 100077805
弁理士 佐藤 辰彦
(74) 代理人 100081477
弁理士 堀 進
(74) 代理人 100099690
弁理士 鷲 健志
(74) 代理人 100109232
弁理士 本間 賢一
(74) 代理人 100125210
弁理士 加賀谷 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両周辺監視装置

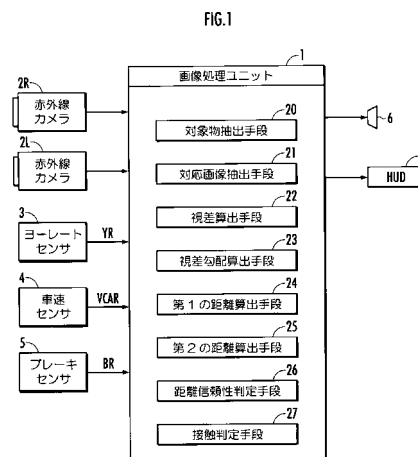
(57) 【要約】

【課題】車両に搭載された2台の撮像手段により撮像された同一の対象物の画像部分の視差に基づいて、対象物と車両との距離を算出するときの誤差を低減することができる車両周辺監視装置を提供する。

【解決手段】所定時点で前記第1の撮像手段により撮像された第1画像から、実空間上の対象物の第1画像部分を抽出し、該所定時点で前記第2の撮像手段により撮像された第2画像から、該第1画像部分と相関性を有する第2画像部分を抽出して、該第1画像部分と該第2画像部分との視差を算出する視差算出手段22と、実空間上の同一の対象物について、視差算出手段22により時系列的に視差を算出して、視差勾配を算出する視差勾配算出手段23と、車両の速度を検出する速度センサ4と、視差勾配と車両の速度とに基づいて、車両から対象物までの距離を算出する第1の距離算出手段24とを備える。

。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両に搭載されて重複した撮像範囲を有する第 1 の撮像手段及び第 2 の撮像手段により撮像された画像に基づいて、該車両の周辺を監視する車両周辺監視装置であって、

所定時点で前記第 1 の撮像手段により撮像された第 1 画像から、実空間上の対象物の第 1 画像部分を抽出する対象物抽出手段と、

前記所定時点で前記第 2 の撮像手段により撮像された第 2 画像から、該第 1 画像部分と相関性を有する第 2 画像部分を抽出する対応画像抽出手段と、

前記第 1 画像部分と前記第 2 画像部分との視差を算出する視差算出手段と、

前記対象物について、前記視差算出手段により時系列的に前記視差を算出して、所定時間あたりの視差変化率を算出する視差変化率算出手段と、

前記車両の速度を検出する速度検出手段と、

前記視差変化率と前記車両の速度とに基づいて、前記車両と前記対象物間の距離を算出する算出する第 1 の距離算出手段とを備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の車両周辺監視装置において、

前記第 1 の距離算出手段は、前記第 1 の撮像手段と前記第 2 の撮像手段の前記車両への搭載態様が予め規定された条件を満たしており、前記車両が前記速度検出手段により検出される速度で走行しているときを想定して算出した、該速度における理論的な視差の時系列データから、サンプリング期間をずらして理論的な視差変化率を算出し、該理論的な視差変化率と前記視差変化率算出手段により算出された視差変化率とが一致するときのサンプリング期間における前記理論的な視差の時系列データに基いて、前記車両と前記対象物間の距離を算出することを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 記載の車両周辺監視装置において、

前記視差算出手段により算出された 1 つの視差に基づいて、前記車両と該視差を算出した前記第 1 画像部分に対応する実空間上の対象物との距離を算出する第 2 の距離算出手段と、

実空間上の同一の対象物について、前記第 1 の距離算出手段により算出された前記車両との距離と、前記第 2 の距離算出手段により算出された前記車両との距離との差が、第 1 の所定値以上となったときに、前記第 1 の距離算出手段により算出された前記車両との距離に基づく対象物の監視処理を禁止する距離信頼性判定手段とを備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 記載の車両周辺監視装置において、

前記第 1 の距離算出手段により算出された距離から、前記第 1 画像部分と前記第 2 画像部分の推定視差を算出する推定視差算出手段と、

前記視差算出手段により算出された前記視差と、前記推定視差との差が、第 2 の所定値以上となったときに、前記第 1 の距離算出手段により算出された前記車両との距離に基づく対象物の監視処理を禁止する距離信頼性判定手段とを備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項記載の車両周辺監視装置において、

前記第 1 の距離算出手段は、前記車両の速度が所定速度以上であるときにのみ、前記視差変化率と前記車両の速度とに基づいて、前記車両と前記対象物間の距離を算出することを特徴とする車両周辺監視装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、車両に搭載された撮像手段により撮像された画像に基づいて、前記車両の周辺を監視する車両周辺監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、2台のカメラを光軸を互いに平行にして搭載したいわゆるステレオカメラを備えて、同一の対象物についての右カメラの画像中の画像部分と左カメラの画像中の画像部分との視差を算出し、該視差を用いて対象物と車両との距離を算出する構成として、このようにして算出した対象物と車両間の距離に基づいて、対象物と車両との接触可能性を判定するようにした車両周辺監視装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2001-6069号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

同一の対象物について、右カメラにより撮像された画像から抽出された第1画像部分と、左カメラにより撮像された画像から抽出された第2画像部分との視差が dx である場合、車両と対象物との距離 Z は、以下の式(1)により算出することができる。

【0004】

【数1】

$$Z = \frac{f}{p} \cdot \frac{D}{dx} \quad \cdots \cdots (1)$$

20

【0005】

但し、 Z ：対象物と車両との距離、 f ：カメラの焦点距離、 p ：画素ピッチ、 D ：カメラの基線長、 dx ：視差。

【0006】

しかし、実際には、(a)車両走行時における振動の影響、(b)カメラを車両に搭載するときのエイミング精度、(c)同一の対象物の画像部分を抽出するときの相関演算による影響、等の要因によって、車両と対象物との実際の距離（実距離）と、上記式(1)により算出した距離（算出距離）との間に誤差が生じる。

30

【0007】

このような実距離と算出距離との誤差は、上記式(1)については、以下の式(2)に示したように、視差オフセット α として影響が現れる。

【0008】

【数2】

$$Z = \frac{f}{p} \cdot \frac{D}{dx + \alpha} \quad \cdots \cdots (2)$$

40

【0009】

そして、特に車両と対象物との距離 Z が長くなると視差 dx が小さくなって、上記式(2)の視差オフセット α の影響が無視できなくなる。そのため、距離を用いた対象物と車両との接触可能性の判定タイミングのばらつきが生じて、接触可能性の判定精度が低下するという不都合が生じる。

【0010】

本発明は上記背景を鑑みてなされたものであり、車両に搭載された2台の撮像手段によ

50

り撮像された同一の対象物の画像部分の視差に基づいて、対象物と車両との距離を算出するときの誤差を低減することができる車両周辺監視装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は上記目的を達成するためになされたものであり、車両に搭載されて重複した撮像範囲を有する第1の撮像手段及び第2の撮像手段により撮像された画像に基づいて、該車両の周辺を監視する車両周辺監視装置の改良に関する。

【0012】

そして、所定時点で前記第1の撮像手段により撮像された第1画像から、実空間上の対象物の第1画像部分を抽出する対象物抽出手段と、前記所定時点で前記第2の撮像手段により撮像された第2画像から、該第1画像部分と相関性を有する第2画像部分を抽出する対応画像抽出手段と、前記第1画像部分と前記第2画像部分との視差を算出する視差算出手段と、前記対象物について、前記視差算出手段により時系列的に前記視差を算出して、所定時間あたりの視差変化率を算出する視差変化率算出手段と、前記車両の速度を検出する速度検出手段と、前記視差変化率と前記車両の速度とに基づいて、前記車両と前記対象物間の距離を算出する算出する第1の距離算出手段とを備えたことを特徴とする。

10

【0013】

かかる本発明によれば、詳細は後述するが、前記第1の撮像手段及び前記第2の撮像手段の車両走行時における振動の影響等によって、同一の対象物について前記第1の撮像手段により撮像された画像部分と前記第2の撮像手段により撮像された画像部分との間に視差オフセットが生じて、前記車両が所定速度で走行しているときの所定時間あたりの視差変化率は、視差オフセットが生じていないときと変わらない。

20

【0014】

そこで、前記第1の距離算出手段により、前記視差変化率算出手段により算出された前記視差変化率と、前記速度検出手段により検出された前記車両の速度とに基づいて、視差オフセットの影響を排除して前記車両と対象物間の距離を精度良く算出することができる。

【0015】

また、前記第1の距離算出手段は、前記第1の撮像手段と前記第2の撮像手段の前記車両への搭載態様が予め規定された条件を満たしており、前記車両が前記速度検出手段により検出される速度で走行しているときを想定して算出した、該速度における理論的な視差の時系列データから、サンプリング期間をずらして理論的な視差変化率を算出し、該理論的な視差変化率と前記視差変化率算出手段により算出された視差変化率とが一致するときのサンプリング期間における前記理論的な視差の時系列データに基いて、前記車両と前記対象物間の距離を算出することを特徴とする。

30

【0016】

かかる本発明によれば、前記理論的な視差の時系列データから、サンプリング期間をずらして理論的な視差変化率を算出し、該理論的な視差変化率と前記視差変化率算出手段により算出された視差変化率と比較することにより、前記視差変化率算出手段により算出された視差変化率に対応する理論的な視差の時系列データを決定して、前記車両と前記対象物間の距離を容易に算出することができる。

40

【0017】

また、前記視差算出手段により算出された1つの視差に基づいて、前記車両と該視差を算出した前記第1画像部分に対応する実空間上の対象物との距離を算出する第2の距離算出手段と、実空間上の同一の対象物について、前記第1の距離算出手段により算出された前記車両との距離と、前記第2の距離算出手段により算出された前記車両との距離との差が、第1の所定値以上となったときに、前記第1の距離算出手段により算出された前記車両との距離に基づく対象物の監視処理を禁止する距離信頼性判定手段とを備えたことを特徴とする。

【0018】

50

かかる本発明によれば、前記第 2 の距離算出手段により算出される前記車両と対象物との距離は、前記第 1 の撮像手段と前記第 2 の撮像手段により撮像された同一の対象物の画像部分の視差オフセットの影響による誤差を含んでいる。一方、前記第 1 の距離算出手段により算出される前記車両と対象物との距離は、上述したように視差オフセットの影響を受けない。そのため、同一の対象物について、前記第 1 の距離算出手段により算出された前記車両との距離と、前記第 2 の距離算出手段により算出された前記車両との距離との差が、前記第 1 の所定値を超えたときには、視差オフセットが大きくなっていると判断することができる。

【0019】

そして、このように視差オフセットが大きくなっているときには、前記第 1 の撮像手段又は前記第 2 の撮像手段の取付位置のずれ等の異常が生じている可能性が高い。そこで、この場合には、前記距離信頼性判定手段により対象物の監視処理を禁止することによって、前記第 1 の撮像手段又は前記第 2 の撮像手段による正常な対象物の検出が困難な状態で、対象物の監視処理がなされることを防止することができる。

【0020】

また、前記第 1 の距離算出手段により算出された距離から、前記第 1 画像部分と前記第 2 画像部分の推定視差を算出する推定視差算出手段と、前記視差算出手段により算出された前記視差と前記推定視差との差が、第 2 の所定値以上となったときに、前記第 1 の距離算出手段により算出された前記車両との距離に基づく対象物の監視処理を禁止する距離信頼性判定手段とを備えたことを特徴とする。

【0021】

かかる本発明によれば、前記視差算出手段により算出された視差は、前記第 1 の撮像手段と前記第 2 の撮像手段により撮像された同一の対象物の画像部分の視差オフセットの影響による誤差を含んでいる。一方、前記第 1 の距離算出手段により算出された距離から求められた前記第 1 画像部分と前記第 2 画像部分の推定視差は、上述したように視差オフセットの影響を受けない。そのため、同一の対象物について、前記視差算出手段により算出された視差と、前記推定視差算出手段により算出された推定視差との差が、前記第 2 の所定値以上となったときには、視差オフセットが大きくなっていると判断することができる。

【0022】

そして、このように視差オフセットが大きくなっているときには、前記第 1 の撮像手段又は前記第 2 の撮像手段の取付位置のずれ等の異常が生じている可能性が高い。そこで、この場合には、前記距離信頼性判定手段により対象物の監視処理を禁止することによって、前記第 1 の撮像手段又は前記第 2 の撮像手段による対象物の正常な検出が困難な状態で、対象物の監視処理がなされることを防止することができる。

【0023】

また、前記第 1 の距離算出手段は、前記車両の速度が所定速度以上であるときにのみ、前記視差変化率と前記車両の速度とに基づいて、前記車両から前記対象物までの距離を算出することを特徴とする。

【0024】

かかる本発明によれば、前記車両の速度が速いほど、対象物との接近に対する注意喚起を開始する距離を長くする必要がある。そして、視差オフセットの影響は、車両と対象物との距離が離れるほど大きくなる。そのため、前記車両の速度が前記所定速度以上であるときに限定して、前記第 1 の距離算出手段により前記車両と対象物との距離を精度良く算出し、前記車両の速度が前記所定速度よりも低いときには、前記第 2 の距離算出手段により前記車両と対象物との距離を算出することによって、距離算出の演算量を減少させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

本発明の実施の形態について、図 1 ~ 9 を参照して説明する。図 1 は本発明の車両周囲

10

20

30

40

50

監視装置の構成図であり、本発明の車両周囲監視装置は画像処理ユニット１により構成されている。画像処理ユニット１には、遠赤外線を検出可能な赤外線カメラ２Ｒ（本発明の第１の撮像手段に相当する）、２Ｌ（本発明の第２の撮像手段に相当する）、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ３、車両の走行速度を検出する車速センサ４（本発明の速度検出手段に相当する）、運転者によるブレーキの操作量を検出するブレーキセンサ５、音声により注意喚起を行うためのスピーカ６、及び、赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌにより得られた画像を表示すると共に、接触の可能性が高い対象物を運転者に視認させる表示を行うための表示装置７が接続されている。

【００２６】

図２を参照して、赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌは、車両１０の前部に、車両１０の車幅方向の中心部に対してほぼ対象な位置に配置され、２台の赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌの光軸を互いに平行とし、各赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌの路面からの高さを等しくして固定されている。なお、赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌは、撮像物の温度が高い程出力レベルが高くなる（輝度が大きくなる）特性を有している。また、表示装置７は、車両１０のフロントウィンドウの運転者側の前方位位置に画面７ａが表示されるように設けられている。

【００２７】

また、図１を参照して、画像処理ユニット１は、マイクロコンピュータ（図示しない）等により構成された電子ユニットであり、赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌから出力されるアナログの映像信号をデジタルデータに変換して画像メモリ（図示しない）に取り込み、該画像メモリに取り込んだ車両前方の画像に対して該マイクロコンピュータにより各種演算処理を行う機能を有している。

【００２８】

そして、該マイクロコンピュータに、車両監視用プログラムを実行させることによって、該マイクロコンピュータが、赤外線カメラ２Ｒにより撮像された第１画像から、実空間上の対象物の第１画像部分を抽出する対象物抽出手段２０、赤外線カメラ２Ｌにより撮像された第２画像から、該第１画像部分と相関性を有する第２画像部分を抽出する対応画像抽出手段２１、対象物抽出手段２０により抽出された第１画像部分と対応画像抽出手段２１により抽出された第２画像部分との視差を算出する視差算出手段２２、視差算出手段２２により算出された同一の対象物についての視差の時系列データから、単位時間あたりの視差の変化率である視差勾配を算出する視差勾配算出手段２３、視差勾配に基づいて対象物と車両１０との距離を算出する第１の距離算出手段２４、１つの視差のデータに基いて対象物と車両１０との距離を算出する第２の距離算出手段２５、第１の距離算出手段２４により算出された距離の信頼性を判定する距離信頼性判定手段２６、及び、車両１０と対象物との接触可能性を判定する接触判定手段２７として機能する。

【００２９】

次に、図３に示したフローチャートに従って、画像処理ユニット１による車両１０の周辺の監視処理について説明する。

【００３０】

画像処理ユニット１は、先ずＳＴＥＰ１で赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌから出力される赤外線画像のアナログ信号を入力し、続くＳＴＥＰ２で該アナログ信号をＡ／Ｄ変換によりデジタル化したグレースケール画像を画像メモリに格納する。

【００３１】

なお、ＳＴＥＰ１～ＳＴＥＰ２では、赤外線カメラ２Ｒによるグレースケール画像（以下、右画像という。本発明の第１画像に相当する）と、赤外線カメラ２Ｌによるグレースケール画像（以下、左画像という。本発明の第２画像に相当する）とが取得される。そして、右画像と左画像では、同一の対象物の画像部分の水平位置にずれ（視差）が生じるため、この視差に基づいて実空間における車両１０から該対象物までの距離を算出することができる。

【００３２】

続くＳＴＥＰ３で、画像処理ユニット１は、右画像を基準画像として２値化処理（輝度

10

20

30

40

50

が閾値以上の画素を「１（白）」とし、該閾値よりも小さい画素を「０（黒）」とする処理）を行って２値画像を生成する。次のＳＴＥＰ４～ＳＴＥＰ６は、対象物抽出手段２０による処理である。対象物抽出手段２０は、ＳＴＥＰ４で、２値画像に含まれる各白領域の画像部分をランレングスデータ（２値画像の x （水平）方向に連続する白の画素のラインのデータ）化する。また、対象物抽出手段２０は、ＳＴＥＰ５で、２値画像の y （垂直）方向に重なる部分があるラインを一つの画像部分としてラベリングし、ＳＴＥＰ６で、ラベリングした画像部分を監視対象物の画像候補として抽出する。

【００３３】

次のＳＴＥＰ７で、画像処理ユニット１は、各画像候補の重心 G 、面積 S 、及び外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を算出する。なお、具体的な算出方法については、前掲した特開２００１－６０９６号公報に詳説されているので、ここでは説明を省略する。そして、画像処理ユニット１は、続くＳＴＥＰ８～ＳＴＥＰ９と、ＳＴＥＰ２０～ＳＴＥＰ２２を平行して実行する。

10

【００３４】

ＳＴＥＰ８で、画像処理ユニット１は、所定のサンプリング周期毎に赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌにより撮像された画像に基づく２値画像から抽出された画像部分について、同一性判定を行い、同一の対象物の画像であると判定された画像部分の位置（重心位置）の時系列データをメモリに格納する（時刻間追跡）。また、ＳＴＥＰ９で、画像処理ユニット１は、車速センサ４により検出される車速 V_{CAR} 及びヨーレートセンサ３により検出されるヨーレート YR を読み込み、ヨーレート YR を時間積分することにより、車両１０の回頭角 θ_r を算出する。

20

【００３５】

また、ＳＴＥＰ２０～ＳＴＥＰ２１は対応画像抽出手段２１による処理である。図４を参照して、対応画像抽出手段２１は、ＳＴＥＰ２０で、対象物抽出手段２０により抽出された監視対象物の画像候補の中の一つを選択して、右画像のグレースケール画像３０から対応する探索画像３０ a （選択された候補画像の外接四角形で囲まれる領域全体の画像、本発明の第１画像部分に相当する）を抽出する。続くＳＴＥＰ２１で、対応画像抽出手段２０は、左画像のグレースケール画像３１から探索画像３０ a に対応する画像を探索する探索領域３２を設定し、探索画像３０ a との相間演算を実行して対応画像３１ a （本発明の第２画像部分に相当する）を抽出する。

30

【００３６】

続くＳＴＥＰ２２は、視差算出手段２２による処理である。視差算出手段２２は、探索画像３０ a の重心位置と対応画像３１ a の重心位置との差を視差 d_x として算出し、ＳＴＥＰ１０に進む。

【００３７】

ＳＴＥＰ１０で、画像処理ユニット１は、探索画像３０ a 及び対応画像３１ a に対応する実空間上の対象物と、車両１０との距離を算出する「距離算出処理」を実行する。「距離算出処理」については、後述する。

【００３８】

続くＳＴＥＰ１１～ＳＴＥＰ１５及びＳＴＥＰ３０は、接触判定手段２７による処理である。ＳＴＥＰ１１で、接触判定手段２７は、探索画像３０ a の座標（ x, y ）とＳＴＥＰ１０で算出された対象物と車両１０との距離 z を、実空間座標（ X, Y, Z ）に変換して、探索画像１０ a に対応する実空間上の対象物の位置の座標を算出する。なお、実空間座標（ X, Y, Z ）は、図２に示したように、赤外線カメラ２Ｒ、２Ｌの取り付け位置の中点の位置を原点０として、 X を車両１０の車幅方向、 Y を鉛直方向、 Z を車両１０の前方向に設定されている。また、画像座標は、画像の中心を原点とし、水平方向が x 、垂直方向が y に設定されている。

40

【００３９】

次のＳＴＥＰ１２で、接触判定手段２７は、車両１０が回頭することによる画像上の位置ずれを補正するための回頭角補正を行う。また、ＳＴＥＰ１３で、接触判定手段２７は

50

、所定のモニタ期間内で撮像された複数の画像から得られた回頭角補正後の同一の対象物の実空間位置の時系列データから、対象物と車両 10 との相対的な移動ベクトルを算出する。

【0040】

なお、対象物の実空間座標 (X, Y, Z) 及び移動ベクトルの具体的な算出方法については、前掲した特開 2001-6096 号公報に詳説されているので、ここでは説明を省略する。

【0041】

次に、STEP 14 で、接触判定手段 27 は、車両 10 と対象物との接触可能性を判断して、注意喚起を行う必要があるか否かを判定する「注意喚起判定処理」を実行する。そして、「注意喚起判定処理」により、注意喚起を行う必要があると判定されたときは、STEP 30 に分岐してブザー 6 による注意喚起音の出力と、表示装置 7 への注意喚起表示を行う。一方、「注意喚起判定処理」により注意喚起を行う必要がないと判定されたときには STEP 1 に戻り、画像処理ユニット 1 は注意喚起を行わない。

【0042】

画像処理ユニット 1 は、「注意喚起判定処理」において、対象物が余裕時間内に自車両 10 と接触する可能性、対象物が自車両周囲に設定した接近判定領域内に存在するか否か、対象物が接近判定領域外から接近判定領域内に進入して自車両 10 と接触する可能性、対象物が歩行者であるか否か、対象物が人工構造物であるか否か等を判定して、注意喚起を行う必要があるか否かを判定する。

【0043】

なお、「注意喚起判定処理」の具体的な処理内容については、前掲した特開 2001-6069 に「警報判定処理」として詳説されているので、ここでは説明を省略する。

【0044】

次に、図 5 ~ 図 9 を参照して、図 3 の STEP 10 における「距離算出処理」について説明する。図 4 に示したように、実空間上の同一の対象物について、右画像から探索画像 30a が抽出されると共に、左画像 31 から対応画像 31a が抽出されて、視差 dx が算出された場合、対象物と車両 10 間の距離 Z は、基本的には以下の式 (3) により算出することができる。

【0045】

【数 3】

$$Z = \frac{f}{p} \cdot \frac{D}{dx} \dots\dots(3)$$

【0046】

但し、Z : 対象物と車両 10 との距離、f : 赤外線カメラ 2R, 2L の焦点距離、p : 赤外線カメラ 2R, 2L の画素ピッチ、D : 赤外線カメラ 2R, 2L の基線長、dx : 視差。

【0047】

しかし、実際には、(a) 車両 10 の走行時における振動の影響、(b) 赤外線カメラ 2R, 2L を車両 10 に搭載するときのエイミング精度、(c) 対応画像抽出手段 21 により同一の対象物の画像部分を抽出するときの相関演算による影響等の要因によって、車両と対象物との実際の距離 (実距離) と、上記式 (3) により算出した距離 (算出距離) との間に誤差が生じる。

【0048】

このような実距離と算出距離との誤差は、上記式 (3) については、以下の式 (4) に示したように、視差オフセット α として影響が現れる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

【 数 4 】

$$Z = \frac{f}{p} \cdot \frac{D}{dx + \alpha} \quad \cdots \cdots (4)$$

【 0 0 5 0 】

そして、特に車両 1 0 と対象物との距離 Z が長くなると視差算出手段 2 2 により算出される視差 dx が小さくなって、上記式 (4) の視差オフセット α の影響が無視できなくなる。そのため、算出距離を用いた接触判定手段 2 7 による対象物と車両 1 0 との接触可能性の判定精度が低下するという不都合が生じる。

10

【 0 0 5 1 】

ここで、図 5 (a) は、例えば、車両 1 0 が 7 2 km/h で走行しているときの視差 dx と距離 Z との関係を、縦軸を視差 dx に設定し、横軸を車両 1 0 と対象物との距離 Z に設定して示したものである。図中 $d1$ は視差オフセット $\alpha = 0$ のとき、 $d2$ は視差オフセット $\alpha = - 2$ (pixel) のとき、 $d3$ は視差オフセット $\alpha = - 4$ (pixel) のときを示している。

【 0 0 5 2 】

図 5 (a) から明らかなように、視差オフセット α の値に応じて距離に対応する視差 dx の値が変化するため、距離の算出誤差が生じる。例えば、実際の車両 1 0 と対象物との距離が 1 5 0 m であるときに、視差オフセット $\alpha = - 2$ (pixel) があると距離の算出値は 2 0 5 m となり、視差オフセット $\alpha = - 4$ (pixel) があると距離の算出値は 3 2 2 m となる。

20

【 0 0 5 3 】

しかし、視差勾配は、視差オフセットが生じても変化しない。そこで、第 1 の距離算出手段 2 4 は、視差の時系列データから視差勾配を算出し、視差勾配を用いて対象物と車両 1 0 との距離を算出することによって、視差オフセット α の影響を排除している。

【 0 0 5 4 】

第 1 の距離算出手段 2 4 は、図 6 に示したフローチャートに従って、視差勾配を用いて車両 1 0 と対象物との距離を算出する。第 1 の距離算出手段 2 4 は、STEP 5 0 で、予め設定された時系列時間 T_s (例えば 1 秒間) の間に、視差算出手段 2 2 により算出された視差の時系列データから、視差が算出されなかったときのデータ (対応画像抽出手段 2 1 による相関演算が失敗したときのデータ等) や、視差の値が他のデータから極端に乖離しているデータを除外する外れ値除外処理を行う。

30

【 0 0 5 5 】

また、STEP 5 1 で、第 1 の距離算出手段 2 4 は、視差の時系列データの個数や視差を求める際の相関演算における相関度等に基づいて、視差の時系列データの信頼性を判定する。そして、視差の時系列データの信頼性があると判定したときは、次の STEP 5 2 から STEP 5 3 に進む。一方、視差の時系列データの信頼性がないと判定したときには、STEP 5 2 から STEP 7 0 に分岐し、今回の視差の時系列データに基く接触判定手段 2 7 による処理が禁止される。

40

【 0 0 5 6 】

STEP 5 3 で、第 1 の距離算出手段 2 4 は、視差の時系列データから視差勾配を算出し、STEP 5 4 で視差勾配に基づいて車両 1 0 と対象物との距離を推定する。STEP 5 4 の距離推定処理の詳細については、後述する。

【 0 0 5 7 】

続く STEP 5 5 は、距離信頼性判定手段 2 6 による処理である。距離信頼性判定手段 2 6 は、視差勾配を用いて、第 1 の距離算出手段 2 4 により算出された車両 1 0 と対象物との距離 $Z1$ と、例えば視差の時系列データの間接値を用いて、第 2 の距離算出手段 2 5

50

により上記式(3)によって算出された車両10と対象物との距離Z2とを比較する。

【0058】

そして、距離信頼性判定手段26は、Z1とのZ2との差が所定範囲内(赤外線カメラ2R, 2Lの取付精度や車両の振動等により変化する車両10固有の範囲、本発明の第1の所定値以下に相当する)から外れたときは、視差オフセット α が大きく、Z1の信頼性が低いと判定する。距離信頼性判定手段26は、Z1の信頼性が低いと判定したときは、次のSTEP56からSTEP70に分岐する。一方、Z1の信頼性が低くないと判定したときには、STEP56からSTEP70に進み、この場合には、接触判定手段27による図3のSTEP11以降の接触判定処理が実行される。

【0059】

次に、図7を参照して、図6のSTEP54における第1の距離算出手段24による「距離推定処理」について説明する。第1の距離算出手段24は、STEP70で、車速センサ4により算出される車両10の走行速度VCARを入力する。また、続くSTEP71で、第1の距離算出手段24は、図6のSTEP53で算出された視差勾配の算出値Iaを入力し、STEP72で時系列時間(視差の時系列データのサンプリング時間)Ts(例えば、1秒)を入力する。

【0060】

そして、第1の距離算出手段24は、STEP73~STEP76のループを繰り返し実行して、視差勾配の算出値Iaに対応する視差を算出する。図5(b)は、視差オフセット $\alpha = 0$ (本発明の第1の撮像手段と第2の撮像手段の車両への搭載態様が予め規定された条件を満たしているときに相当する)であって、車両10が100km/hで走行しているときの視差と視差勾配の変化を、左側の縦軸を視差に設定し、右側の縦軸を視差勾配に設定し、横軸を時間に設定して、静止した対象物について示したものである。図中e1が視差の時系列データ(理論的な視差の時系列データ)であり、e2が視差勾配(理論的な視差勾配)である。

【0061】

第1の距離算出手段24は、STEP73~STEP76のループにおいて、STEP73で、視差のサンプリング期間Twを図5(b)の5秒経過時から0秒に向かって、サンプリング時間Ts(例えば1秒)ずつずらしながら設定し(例えば、4~5秒、3.5~4.5秒、3.0~4.0秒、2.5~3.5秒、...)、STEP74で、車両10の速度VCARとサンプリング期間Twとに基づいて、Twにおける視差の理論的な時系列データを作成する。

【0062】

そして、第1の距離算出手段24は、続くSTEP75で、各サンプリング期間Twにおける視差の理論的な時系列データから視差勾配の理論値Itを算出して、STEP76で視差勾配の算出値Iaが理論値It以上となったか否かを判断する。

【0063】

そして、STEP76で視差勾配の算出値Iaが理論値It以上となったときは、ループを抜けてSTEP77に進み、視差勾配の算出値Iaが理論値Itよりも小さいときにはSTEP73に戻って、次のサンプリング期間Twを設定してSTEP74以降の処理を行う。

【0064】

STEP77で、第1の距離算出手段24は、STEP73~STEP76のループで最後に算出した示唆勾配の理論値Itに対応する視差dx_tを取得する。例えば、視差勾配の算出値Iaが150であったときには、図5(b)に示したように、視差勾配の算出値Iaが理論値It以上となったサンプリング期間Tw(2.5~3.5秒)の中間値である3.0秒における理論的な時系列データの視差9.0が取得される。

【0065】

そして、第1の距離算出手段24は、続くSTEP78で、視差9.0を上記式(3)に代入して車両と対象物との距離を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

次に、図 8 ～ 図 9 を参照して、示唆勾配から車両と対象物との距離を推定する処理の他の実施形態について説明する。

【 0 0 6 7 】

先ず、図 8 (a) 及び図 8 (b) は、視差の時系列データの分布を、縦軸を視差に設定し、横軸を時間に設定して示したものであり、図 8 (a) は $t_{11} \sim t_{13}$ のサンプリング期間における 9 個の視差の算出データから直線 S_a を求めている。

【 0 0 6 8 】

また、図 8 (b) は、視差オフセット $\alpha = 0$ としたときの理論的な視差勾配を持つ直線を、車両と対象物との距離毎に示したものであり、 S_1 は距離を 190 m に設定した直線、 S_2 は距離を 180 m に設定した直線、 S_n は距離を 100 m に設定した直線を示している。

10

【 0 0 6 9 】

そして、第 1 の距離算出手段 24 は、図 8 (a) に示したように、視差の時系列データから作成した直線 S_a の勾配と同じ勾配を有する直線を、図 8 (b) の $S_1 \sim S_n$ の直線の中から選択し、選択した直線の設定距離を車両 10 と対象物の距離として求めることができる。

【 0 0 7 0 】

次に、図 9 は、車両 10 の走行速度毎（図 9 では、70 km/h, 95 km/h, 100 km/h）に、視差勾配と対象物との距離との相関マップ $M_1, M_2, M_3, \dots$ を予め用意するものである。第 1 の距離算出手段 24 は、視差の時系列データから算出した視差勾配を、車両 10 の走行速度に応じて選択した相関マップに適用することによって、車両 10 と対象物との距離を求めることができる。

20

【 0 0 7 1 】

例えば、車両 10 の走行速度が 70 km/h であって、視差の時系列データから算出した視差勾配が I_a であるときには、第 1 の距離算出手段 24 は、図 9 の相関マップ M_1 を選択して視差勾配 I_a を適用することにより、車両 10 と対象物との距離 Z_1 を得ることができる。

【 0 0 7 2 】

また、上述した実施の形態においては、距離信頼性判定手段 26 は、第 1 の距離算出手段 24 により、視差勾配を用いて算出された車両 10 と対象物との距離 Z_1 と、第 2 の距離算出手段 25 により、例えば視差の時系列データの間中値を用いて上記式 (3) によって算出された車両 10 と対象物との距離 Z_2 とを比較して、 Z_1 の信頼性を判断したが、他の手法により Z_1 の信頼性を判断してもよい。以下では、距離信頼性判定手段 26 による Z_1 の信頼性の判断の他の手法について説明する。

30

【 0 0 7 3 】

距離信頼性判定手段 26 は、図 6 の STEP 55 において、上記式 (3) の逆算式である以下の式 (5) に、第 1 の距離算出手段 24 により視差勾配を用いて算出された車両 10 との距離 Z_1 を代入して算出される、距離 Z_1 に対応する推定視差 dx' と、視差算出手段 22 により算出された視差 dx とを比較する。なお、以下の式 (5) により推定視差を算出する構成が、本発明の推定視差算出手段に相当する。

40

【 0 0 7 4 】

【 数 5 】

$$dx' = \frac{f}{p} \cdot \frac{D}{Z_1} \quad \dots\dots(5)$$

【 0 0 7 5 】

50

但し、 $d x'$ ：推定視差、 f ：赤外線カメラ 2 R，2 L の焦点距離、 p ：赤外線カメラ 2 R，2 L の画素ピッチ、 D ：赤外線カメラ 2 R，2 L の基線長、 $Z1$ ：第 1 の距離算出手段 2 4 により算出された対象物と車両 1 0 との距離。

【0076】

そして、距離信頼性判定手段 2 6 は、視差 $d x$ と推定視差 $d x'$ との差が第 2 の所定範囲内（赤外線カメラ 2 R，2 L の取付精度や車両の振動等により変化する車両 1 0 固有の範囲、本発明の第 2 の所定値以下に相当する）から外れたときは、視差オフセット α が大きく、 $Z1$ の信頼性が低いと判定する。

【0077】

距離信頼性判定手段 2 6 は、 $Z1$ の信頼性が低いと判定したときは、次の STEP 5 6 から STEP 7 0 に分岐する。一方、 $Z1$ の信頼性が低くないと判定したときには、STEP 5 6 から STEP 7 0 に進み、この場合には、接触判定手段 2 7 による図 3 の STEP 1 1 以降の接触判定処理が実行される。

10

【0078】

なお、本実施の形態においては、車両前方を撮像する構成を示したが、車両の後方や側方等、他の方向を撮像して対象物との接触可能性を判断するようにしてもよい。

【0079】

また、本実施の形態においては、本発明の撮像手段として赤外線カメラ 2 R，2 L を用いたが、可視画像を撮像する可視カメラを用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

20

【0080】

【図 1】本発明の車両周囲監視装置の構成図。

【図 2】図 1 に示した車両周囲監視装置の車両への取り付け態様の説明図。

【図 3】図 1 に示した画像処理ユニットにおける処理手順を示したフローチャート。

【図 4】対応画像抽出手段による画像の抽出処理と、画像間の視差の説明図。

【図 5】視差オフセットによる影響の説明図、及び視差勾配に基づく理論的な視差の算出の説明図。

【図 6】視差の時系列データの信頼性を判定して視差勾配を算出し、視差勾配に基づく対象物との推定距離の信頼性を判定する処理のフローチャート。

【図 7】視差勾配に基づいて、対象物との距離を求める処理のフローチャート。

30

【図 8】視差勾配に基づいて対象物との距離を求める処理の説明図。

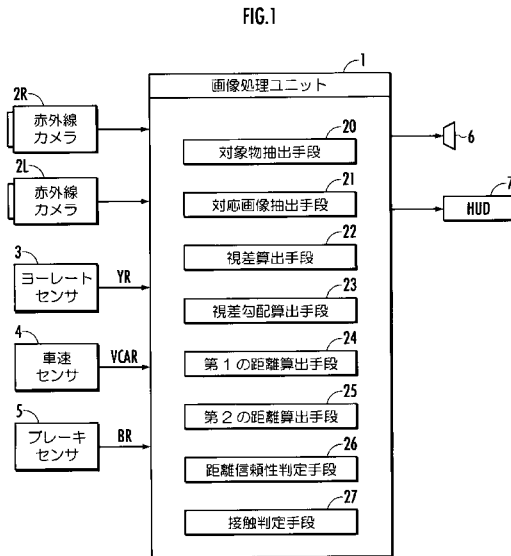
【図 9】視差勾配に基づいて対象物との距離を求める処理の説明図。

【符号の説明】

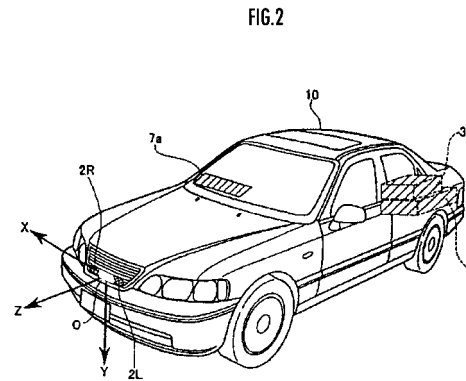
【0081】

1 ... 画像処理ユニット、2 R ... 赤外線カメラ（第 1 の撮像手段）、2 L ... 赤外線カメラ（第 2 の撮像手段）、3 ... ヨーレートセンサ、4 ... 車速センサ、5 ... ブレーキセンサ、6 ... スピーカ、7 ... 表示装置、2 0 ... 対象物抽出手段、2 1 ... 対応画像抽出手段、2 2 ... 視差算出手段、2 3 ... 視差勾配算出手段、2 4 ... 第 1 の距離算出手段、2 5 ... 第 2 の距離算出手段、2 6 ... 距離信頼性判定手段、2 7 ... 接触判定手段

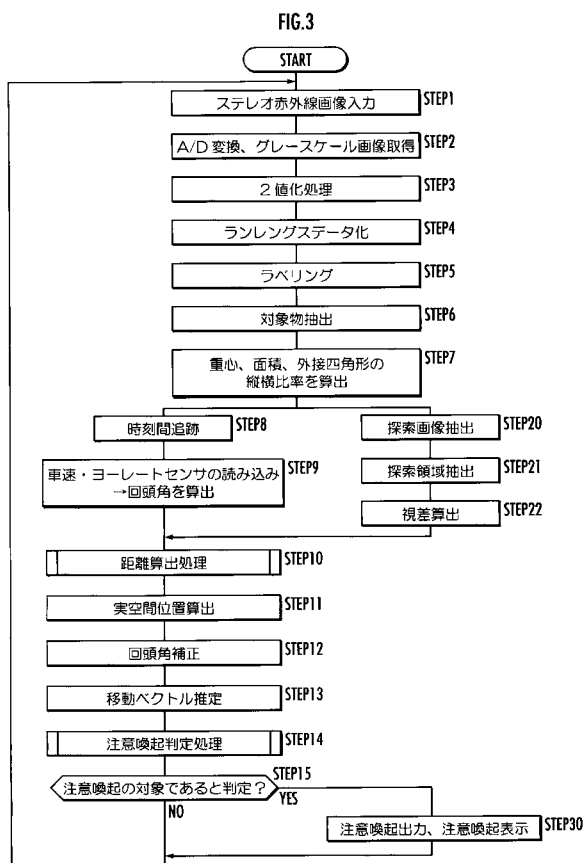
【 図 1 】



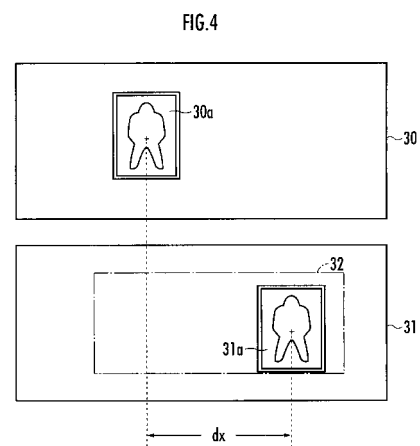
【 図 2 】



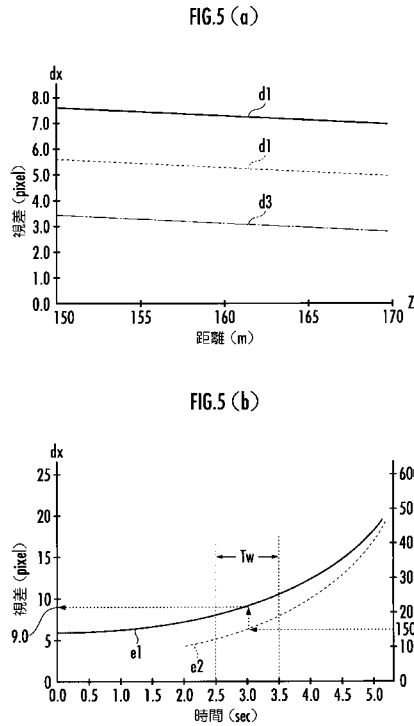
【 図 3 】



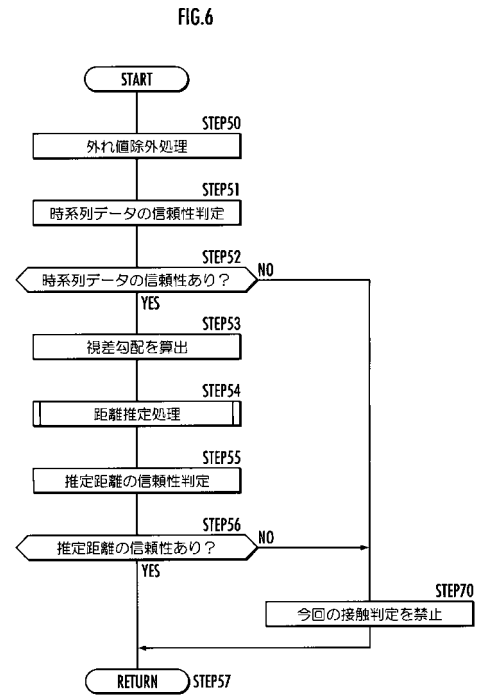
【 図 4 】



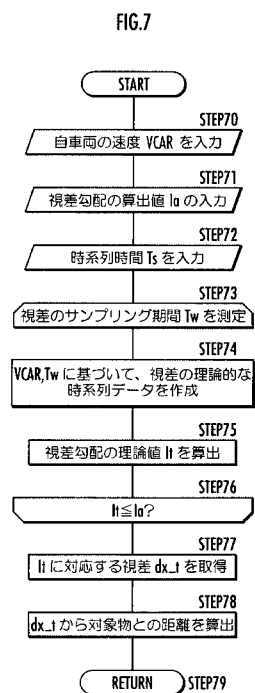
【 図 5 】



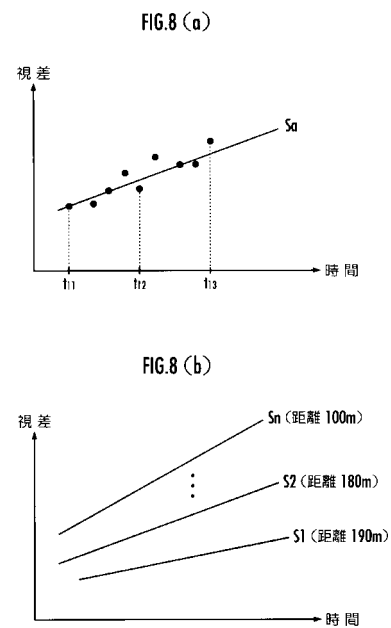
【 図 6 】



【 図 7 】

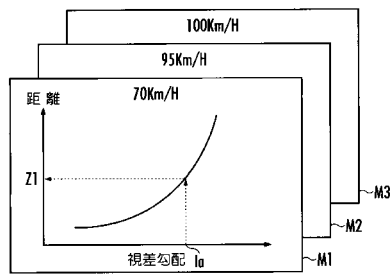


【 図 8 】



【 図 9 】

FIG.9



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成21年6月1日(2009.6.1)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】請求項 1

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 請求項 1 】

車両に搭載されて重複した撮像範囲を有する第 1 の撮像手段及び第 2 の撮像手段により撮像された画像に基づいて、該車両の周辺を監視する車両周辺監視装置であって、

所定時点で前記第 1 の撮像手段により撮像された第 1 画像から、実空間上の対象物の第 1 画像部分を抽出する対象物抽出手段と、

前記所定時点で前記第 2 の撮像手段により撮像された第 2 画像から、該第 1 画像部分と相関性を有する第 2 画像部分を抽出する対応画像抽出手段と、

前記第 1 画像部分と前記第 2 画像部分との視差を算出する視差算出手段と、

前記対象物について、前記視差算出手段により時系列的に前記視差を算出して、所定時間あたりの視差変化率を算出する視差変化率算出手段と、

前記車両の速度を検出する速度検出手段と、

前記視差変化率と前記車両の速度とに基づいて、前記車両と前記対象物間の距離を算出する第 1 の距離算出手段とを備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】明細書

【 補正対象項目名 】0 0 1 2

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 0 0 1 2 】

そして、所定時点で前記第 1 の撮像手段により撮像された第 1 画像から、実空間上の対象物の第 1 画像部分を抽出する対象物抽出手段と、前記所定時点で前記第 2 の撮像手段により撮像された第 2 画像から、該第 1 画像部分と相関性を有する第 2 画像部分を抽出する対応画像抽出手段と、前記第 1 画像部分と前記第 2 画像部分との視差を算出する視差算出手段と、前記対象物について、前記視差算出手段により時系列的に前記視差を算出して、所定時間あたりの視差変化率を算出する視差変化率算出手段と、前記車両の速度を検出する速度検出手段と、前記視差変化率と前記車両の速度とに基づいて、前記車両と前記対象物間の距離を算出する第 1 の距離算出手段とを備えたことを特徴とする。

フロントページの続き

(72)発明者 相村 誠
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 長岡 伸治
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 松田 幸大
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

F ターム(参考) 2F112 AC03 AC06 BA03 BA06 CA05 CA12 DA21 FA07 FA21 FA38
FA45
5B057 AA16 BA13 CA08 CA13 CA16 CB08 CB13 CB16 DA06 DB03
DB09 DC02
5C054 CA04 CA05 FC12 FC15 FE28 FF06 HA30
5H180 AA01 CC02 CC04 LL01 LL07
5H181 AA01 CC02 CC04 LL01 LL07