

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 4 月 11 日(11.04.2013)



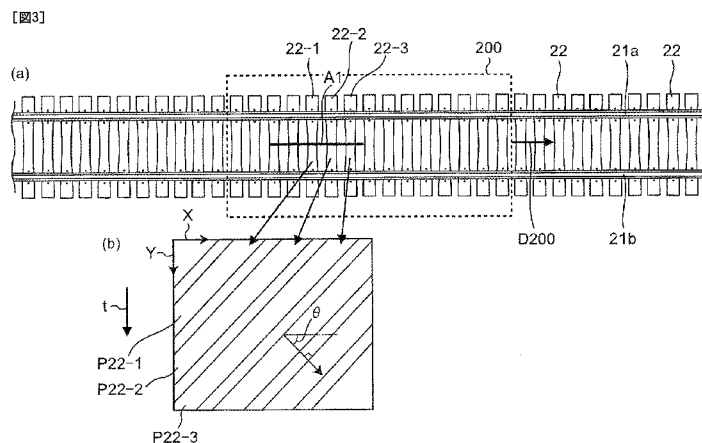
(10) 国際公開番号
WO 2013/051624 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 3/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/075703
- (22) 国際出願日: 2012 年 10 月 3 日(03.10.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-223180 2011 年 10 月 7 日(07.10.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 榎本 雅幸 (ENOMOTO, Masayuki) [JP/JP]; 〒6738666 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 IMPビル青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: VELOCITY MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 速度計測装置



(57) Abstract: A velocity measurement device (100) which is capable of being applied to a mobile body (200) which moves in a prescribed advancement direction comprises: an image capture means (1) having an image capture line (A1) in a primary scan direction which is substantially parallel to the advancement direction of the mobile body (200), said image capture means (1) for capturing an image of a railroad tie (22) which is placed upon the ground facing the mobile body (200) and outputting first image data which is obtained by the image capture; an image creation means (11) for arraying the first image data at each prescribed time in an array direction which is not parallel to the primary scan direction, creating two-dimensional second image data including a striped pattern based on the object (22), and outputting the second image data; and velocity computation means (13-15) for calculating a direction angle of the stripes of the striped pattern of the second image data, computing the velocity of the mobile body (200) from the direction angle of the stripes of the striped pattern using a relation in which the direction angle of the stripes of the striped pattern is proportional to the velocity of the mobile body (200), and outputting the velocity of the mobile body (200) as velocity data.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/051624 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

速度計測装置 (100) は、所定の進行方向に移動する移動体 (200) に適用可能であり、移動体 (200) の進行方向と略平行な主走査方向の撮像ライン (A1) を有し、移動体 (200) に対向し地上に設置された枕木 (22) を撮像し、撮像により得られた第一の画像データを出力する撮像手段 (1) と、第一の画像データを、主走査方向とは平行でない配列方向へ、所定の時間ごとに配列して、物体 (22) に基づく縞模様を含む二次元の第二の画像データを作成し、第二の画像データを出力する画像作成手段 (11) と、第二の画像データの縞模様の縞の方向角度を計算し、縞模様の縞の方向角度が移動体 (200) の速度に比例する関係を用いて、縞模様の縞の方向角度から移動体 (200) の速度を算出して、速度データとして出力する速度算出手段 (13~15) と、を備えている。

明 細 書

発明の名称 : 速度計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば車両などの移動体の速度を計測する速度計測装置に関する。

背景技術

[0002] 一般的に車両などの移動体から速度を正確に得ることは難しく、多くは車輪の回転パルスを積算して、積算されたパルスを速度に換算して、速度を計測している（例えば、特許文献1参照。）。例えば、特許文献1において開示された速度算出方法では、正確な速度を算出するために、車輪を回転させる車軸の回転によって生じる速度パルスから車両1の速度 V_n を算出することを特徴としている。具体的には、パルスカウント時間間隔 T_Z を等分した複数の速度演算時間間隔 T_S の少なくとも1つにおいて速度パルスが発生しない場合に、速度パルスが発生しない速度演算時間間隔 T_S の個数及び配列と、速度パルスが発生した速度演算時間間隔 T_S における速度パルス数とに基づいて、所定の速度と、前回算出した速度 V_{n-1} と、速度演算値 V'_n とのいずれか1つを速度 V_n とし、速度演算値 V'_n は、パルスカウント時間間隔 T_Z 内に発生する速度パルス数 P 及びパルスカウント時間間隔 T_Z 内の最初の速度パルスから最後の速度パルスまでの時間間隔 T に基づいて算出する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-283525号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、車輪や車軸から速度を計測する場合、空転・滑走などの現象が頻発し、正確な車両速度が得られない問題があった。これに対し、複数の車軸

からのパルスを利用して空転を補おうとする技術や、速度測定のためだけの自由車輪を利用するなどの方法も提案されているが、構造が複雑となり、コストが多大になるという問題があった。

[0005] これに対し、速度を非接触に測定する既存の技術として、レーザ光又はマイクロ波を用いたドップラー速度計、空間フィルタ式速度計が知られている。これらのドップラー速度計や空間フィルタ式速度計は、レーザ光又はマイクロ波の照射のタイミングによって、移動体とレーザ光を照射する対象との距離が変動する場合には、その距離の変動幅によっては正確な速度が算出できないという問題があった。

[0006] そこで本発明は、正確に速度を計測することができ、しかも構成が簡単である速度計測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

[0007] 本発明の速度計測装置は、所定の進行方向に移動する移動体に適用可能な速度計測装置であって、前記移動体の前記進行方向と略平行な主走査方向の撮像ラインを有し、前記移動体に対向し地上に設置された物体を撮像し、撮像により得られた第一の画像データを出力する撮像手段と、前記第一の画像データを、前記主走査方向とは平行でない配列方向へ、所定の時間ごとに配列して、前記物体に基づく縞模様を含む二次元の第二の画像データを作成し、該第二の画像データを出力する画像作成手段と、前記第二の画像データの縞模様の縞の方向角度を計算し、前記縞模様の縞の方向角度が前記移動体の速度に比例する関係を用いて、前記縞模様の縞の方向角度から前記移動体の速度を算出して、速度データとして出力する速度算出手段と、を備えている。

[0008] 前記構成によれば、撮像手段を用いた簡単な構成により、移動体の速度を計測することができる。撮像手段により、地上側に設置された物体を撮像し、撮像により得られた画像データに基づき、移動体の速度を計測するため、移動体と撮像対象との距離が変動する場合であっても、移動体の正確な速度を計測することができる。

発明の効果

[0009] 以上の説明から明らかなように、本発明によれば、正確に移動体の速度を計測することができ、しかも構成が簡単である速度計測装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態に係る速度計測装置を示す斜視図である。

[図2]図1に示すデータ処理装置の構成を示すブロック図である。

[図3] (a) は、枕木と、図1に示す速度計測装置を鉄道車両の床下に装備したときに枕木を撮像するラインセンサカメラの視野領域とを示す平面図であり、(b) は図1に示すラインセンサカメラにより撮像された画像の一例を示す平面図である。

[図4A]図2に示す微分フィルタで用いるSOBELオペレータ f_x の一例を示す図である。

[図4B]図2に示す微分フィルタで用いるSOBELオペレータ f_y の一例を示す図である。

[図5]画像データに含まれる縞模様の縞の方向角度を検出する方法を概念的に示す図であって、画像データ上の出発点及び角度を変えつつ、画像データにおけるライン上の濃度の微分値の二乗積算値が一番大きい方向を縞の方向角度として検出する方法を概念的に示す図である。

[図6]変形例に係るデータ処理装置の構成を示すブロック図である。

[図7] (a)、(b)、(c) 及び (d) は、鉄道車両の速度がそれぞれ互いに異なる各事例において、解像度を変化して得られた第二の画像データを表示する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の各実施形態において、同様の構成要素については同一の符号を付している。

[0012] 図1は実施形態に係る速度計測装置100を示す斜視図である。図2は、

図 1 に示すデータ処理装置 3 の構成を示すブロック図である。また、図 3 (a) は、枕木と、図 1 に示す速度計測装置 100 を鉄道車両 200 の床下に装備したときに枕木 22 を撮像するラインセンサカメラ 1 の視野領域 A1 とを示す平面図であり、図 3 (b) は、図 1 に示すラインセンサカメラ 1 により撮像された画像（後述する第二の画像データ）の一例を示す平面図である。

[0013] 本実施形態に係る速度計測装置 100 は、レール 21 a, 21 b に沿って所定の進行方向に移動する鉄道車両 200 の床下等に装備されている。そして、速度計測装置 100 は、図 1 に示すように、「撮像手段」としてのラインセンサカメラ 1 と、レーザラインプロジェクタ 2 と、データ処理装置 3 とを備えている。

[0014] ラインセンサカメラ 1 は、複数のセンサ素子が、並んで配置されている「リニアアレイセンサ」であり、鉄道車両 200 の進行方向に対して略平行な主走査方向の撮像ライン（視野領域 A1）を有している。なお、ここでは、主走査方向（以降、「X 方向」ともいう）とは、ラインセンサカメラ 1 の複数のセンサ素子が並べられている方向を指すものとする。ラインセンサカメラ 1 は、一定のサイクル（所定の時間間隔）で、枕木 22 を撮像する。ここでは、1 回の撮像を行う度に、ラインセンサカメラ 1 の各センサ素子からのデータが主走査方向に並んだ一次元の画像データ（以降、「第一の画像データ」ともいう）が得られる。そして、ラインセンサカメラ 1 は、各サイクルごとに、得られた第一の画像データをデータ処理装置 3 へ出力する。なお、図 3 (a) に示すように、枕木 22 は鉄道車両 200 が進行方向 D200 で走行する 1 対のレール 21 a, 21 b を支持するものであり、鉄道車両 200 に対向して地上（地面）に設置されている。なお、図 3 (a) において、符号 200 の点線は鉄道車両の外観の輪郭を示す。

[0015] レーザラインプロジェクタ 2 は、ラインセンサカメラ 1 の撮像を補助するものであり、周囲が暗く、ラインセンサカメラ 1 が撮像対象である枕木 22 を明確に撮像できないときに、枕木 22 を照明する。図 1 に示すように、レ

ーザラインプロジェクタ 2 は、そのレーザ光の照明領域 A 2 が、ラインセンサカメラ 1 の視野領域 A 1 と重なるように配置されている。なお、レーザラインプロジェクタ 2 については、撮像対象を明確に撮像できるときは、装備しなくてもよいし、もしくはその照明をオフとしてもよい。また、枕木 2 2 を照明するものとしては、レーザラインプロジェクタ 2 に限定されず、例えば、レーザ光を用いないラインプロジェクタ等であってもよい。

[0016] データ処理装置 3 は、ラインセンサカメラ 1 の撮像により得られた画像データに基づいて、鉄道車両 2 0 0 の速度（速度データ 5）を計算して、その速度データ 5 を速度表示器 4 に出力するものである。図 2 に示すように、データ処理装置 3 は、画像作成回路 1 1 と、低域通過フィルタ 1 2 と、微分フィルタ 1 3 と、縞方向角度計算回路 1 4 と、速度変換回路 1 5 と、を有している。ここでは、画像作成回路 1 1 が「画像作成手段」としての役割を果たす。また、低域通過フィルタ 1 2 が「フィルタ手段」としての役割を果たす。また、微分フィルタ 1 3、縞方向角度計算回路 1 4、及び、速度変換回路 1 5 が「速度算出手段」としての役割を果たす。なお、データ処理装置 3 の各構成要素 1 1 ～ 1 5 をまとめてデジタル・シグナル・プロセッサなどのデジタル制御装置などで構成してもよい。他方で、各構成要素 1 1 ～ 1 5 は、データ処理装置 3 として一体的に設ける必要もなく、例えば画像作成回路 1 1 をデータ処理装置 3 とは分離させ、ラインセンサカメラ 1 と一体に設けてもよい。

[0017] 画像作成回路 1 1 は、バッファメモリ 1 1 m を含んだ構成となっている。画像作成回路 1 1 は、まず、ラインセンサカメラ 1 から入力された第一の画像データを、バッファメモリ 1 1 m に格納する。つぎに、画像作成回路 1 1 は、バッファメモリ 1 1 m において、この入力された第一の画像データを、順次、主走査方向と略垂直な配列方向（以降、「Y 方向」ともいい、図 3（b）の時間方向 t に対応する）へ、上述の一定のサイクルごとに配列していく。それから、画像作成回路 1 1 は、所定の期間、第一の画像データの配列を続けて、一フレームの二次元の画像データ（以降、「第二の画像データ」

ともいう)を作成する。そして、画像作成回路11は、第二の画像データを低域通過フィルタ12へ出力する。鉄道車両200がレール21a, 21bに沿って移動するとき、ラインセンサカメラ1は、枕木22に対して相対移動することとなる。そのため、図3(b)に示すように、枕木22を撮像して得られた第一の画像データから作成された第二の画像データにおいて、枕木22の画像パターンは、鉄道車両200の速度に比例して斜めに傾いた縞模様となる。つまり、第二の画像データは、枕木22に基づく縞模様を含むものとなる。ここで、例えば図3(a)の枕木22-1が図3(b)の枕木画像P22-1に表れ、図3(a)の枕木22-2が図3(b)の枕木画像P22-2に表れ、図3(a)の枕木22-3が図3(b)の枕木画像P22-3に表れている。

[0018] 低域通過フィルタ12は、画像データに対して、帯域制限を行うものである。低域通過フィルタ12は、まず、画像作成回路11から、第二の画像データの入力を受ける。つぎに、低域通過フィルタ12は、第二の画像データから、遮断周波数の以下の周波数成分のみを通過させるようにろ波し、第二の画像データに対して、帯域制限を行う。これにより、第二の画像データから高周波成分がカットされて、第二の画像データにおける濃度変化の平滑化と、第二の画像データに含まれるエイリアシングノイズの除去とが行われることとなる。そして、低域通過フィルタ12は、帯域制限を行った後の第二の画像データを、微分フィルタ13へ出力する。

[0019] 微分フィルタ13は、第二の画像データの各画素ごとに、X方向とY方向の濃度勾配を求めるものである。微分フィルタ13は、まず、低域通過フィルタ12から、帯域制限を行った後の第二の画像データの入力を受ける。つぎに、微分フィルタ13は、第二の画像データの各画素(及び注目画素周辺の画素)に対し、X方向のSOBELオペレータ f_x と、Y方向のSOBELオペレータ f_y とを用いて、詳細後述する微分フィルタ処理を実行する。これにより、各画素の濃度勾配が、X方向とY方向に対して、求まることとなる。それから、微分フィルタ13は、第二の画像データの各画素それぞれ

に同様の処理を実行し、第二の画像データの全ての画素に対して、それぞれのX方向とY方向の濃度勾配を求める。そして、微分フィルタ13は、第二の画像データの全ての画素それぞれのX方向とY方向の濃度勾配を、縞方向角度計算回路14へ出力する。

[0020] 縞方向角度計算回路14は、第二の画像データを構成する全ての画素それぞれの濃度勾配に基づいて、第二の画像データに含まれる縞模様の縞の方向角度の代表値 θ （図3（b）参照）を計算するものである。縞方向角度計算回路14は、まず、微分フィルタ13から、第二の画像データを構成する全ての画素それぞれのX方向とY方向の濃度勾配の入力を受ける。つぎに、縞方向角度計算回路14は、各画素ごとのX方向及びY方向の濃度勾配から、次式を用いて、各画素における濃度勾配の方向角度（以降「濃度勾配方向角度 α 」ともいう）を計算する。それから、縞方向角度計算回路14は、各画素ごとに同様の計算を実行し、第二の画像データを構成する全ての画素に対して、それぞれの濃度勾配方向角度 α を求める。そして、縞方向角度計算回路14は、各画素それぞれの濃度勾配方向角度 α から、全ての画素（第二の画像データ全体）に対する濃度勾配方向角度 α の平均値を計算し、この濃度勾配方向角度 α の平均値を、第二の画像データに含まれる縞模様の縞の方向角度の代表値 θ として、速度変換回路15へ出力する。なお、ここでは、第二の画像データに含まれる縞模様の縞の方向角度の代表値 θ を、全ての画素の濃度勾配方向角度 α の平均値としているが、これに限定されず、例えば、全ての画素の濃度勾配方向角度 α のヒストグラムをとって、その最頻値を、縞模様の縞の方向角度の代表値 θ としてもよい。

[0021] [数1]

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\text{Y方向の濃度勾配}}{\text{X方向の濃度勾配}} \quad (1)$$

[0022] 速度変換回路15は、鉄道車両200の速度を求めるものである。速度変換回路15は、縞模様の縞の方向角度の代表値 θ と、縞模様の縞の方向角度の代表値 θ に対応する鉄道車両200の速度との関係を（鉄道車両200の

速度が速くなれば、縞模様の縞の方向角度の代表値 θ が大きくなる比例関係) を予め求めておき、その変換係数 (比例定数) (又は変換テーブルでもよい) を速度変換回路 15 内の内部メモリに格納している。速度変換回路 15 は、まず、縞方向角度計算回路 14 から第二の画像データ全体における縞模様の縞の方向角度の代表値 θ を取得する。つぎに、速度変換回路 15 は、上述の変換係数を用いて、縞模様の縞の方向角度の代表値 θ を、鉄道車両 200 の速度 (速度データ 5) に変換する。そして、速度変換回路 15 は、当該速度データ 5 を、速度表示器 4 へ出力する。

[0023] 図 4 A は図 2 に示す微分フィルタ 13 で用いる S O B E L オペレータ f_x の一例を示す図であり、図 4 B は図 2 に示す微分フィルタ 13 で用いる S O B E L オペレータ f_y の一例を示す図である。ここで、S O B E L オペレータは画像データの画素からエッジ抽出のための演算子であり、これを用いることで、画像データの各画素において、濃度勾配の大きさと、濃度勾配の方向角度を求めることができる。例えば、図 4 A の f_x と図 4 B の f_y に対して、

[数2]

$$|\nabla f| = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (2)$$

で濃度勾配の大きさを計算することができる。また、

[数3]

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{f_y}{f_x} \quad (3)$$

で濃度勾配の方向角度を計算することができる。そして、本実施形態ではこれを利用している。

[0024] なお、以上の実施形態においては、微分フィルタ 13 及び縞方向角度計算回路 14 において、全微分処理 (S O B E L オペレータ f_x の処理後の画像データと、時間方向に対応する Y 方向の S O B E L オペレータ f_y の処理後の画像データとを加算して合成する処理) 後の画像データについて、縞模様

の縞の方向角度の代表値 θ を変化させながら濃度投影し、得られた濃度分布の分散を評価することで、分散値が最も大きくなる角度を選ぶことでも速度に変換できる。

[0025] なお、以上の実施形態においては、S O B E Lオペレータ f_x 、 f_y を用いて濃度勾配を求めて、この濃度勾配から縞模様の縞の方向角度を求めているが、これに限定されず、図5に示すように、画像上の出発点及び角度を変えつつ、画像データにおけるライン上の濃度の微分値の二乗積算値が一番大きい方向を縞模様の縞の方向角度として検出してもよい。つまり、画像データにおいて、濃度値が最も激しく、高頻度に変化する方向を、第二の画像データに含まれる縞模様の縞の方向角度の代表値としてもよい。当該方向の処理は、S O B E Lオペレータ f_x 、 f_y の処理前もしくは処理後に行ってもよいし、各S O B E Lオペレータ f_x 、 f_y の片方のみの処理後に使用してもよい。

[0026] 図2に示すように、以上の実施形態においては、データ処理装置3は、そのデータ処理の過程において、デシメーション処理は行っていない。しかし、これに限定されず、図6に示すように、データ処理装置3において、画像作成回路11と低域通過フィルタ12との間に、「解像度変換手段」としてのデシメーションフィルタ16をさらに設けて、画像データに対して複数回デシメーション処理を行ってもよい。

[0027] デシメーションフィルタ16は、画像データに対してデシメーション処理を行い、画像データの解像度を変換するものである。例えば、デシメーションフィルタは、1000（X方向）×1000（Y方向）の画像データを、例えば1000（X方向）×250（Y方向）の画像データに解像度変換する。データ処理装置3にデシメーションフィルタ16を設けた場合、図6に示すように、デシメーションフィルタ16は、画像作成回路11と、低域通過フィルタ12との間に設けられる。デシメーションフィルタ16は、まず、画像作成回路11から、第二の画像データの入力を受ける。つぎに、デシメーションフィルタ16は、第二の画像データに対してデシメーション処理

を行い、第二の画像データの解像度を変換する。そして、解像度を変換した第二の画像データを、低域通過フィルタ 12 へ出力する。

[0028] なお、画像データに対してデシメーション処理を行う場合、エイリアシングを避けるため、低域通過フィルタ 12 を作用させた後に、再サンプリング（間引き）が行われる。ここで、低域通過フィルタ 12 は、解像度を落とす（間引きを行う）方向に対して、帯域制限を行う際の遮断周波数を小さくする。例えば、1000（X方向）×1000（Y方向）の画像データを、1000（X方向）×250（Y方向）の画像データに解像度変換する場合、低域通過フィルタ 12 は画像データに対して、Y方向の遮断周波数を、X方向の遮断周波数の $1/4$ として、帯域制限を行う。これにより、検出レンジを広げ、結果を統合することで高い精度を得ることが可能である。すなわち、鉄道車両 200 の速度は縞模様の縞の方向角度の代表値 θ に比例するので、画像データの解像度を変更することで、移動体の速度の計測精度を変更することができる。具体的には、所定の第 1 の速度範囲で画像データの解像度を所定の第 1 の解像度とし、上記第 1 の速度範囲とは異なる所定の第 2 の速度範囲で画像データの解像度を上記第 1 の解像度よりも高くすることで、上記第 2 の速度範囲での速度計測の精度を、上記第 1 の速度範囲での速度計測の精度よりも高くすることができる。

[0029] また、上記の方法では、解像度を変えるためにデシメーション処理を行っているが、これに限定されず、サンプリング速度を変えて、もしくは他の種々の方法で解像度を変化してもよい。

[0030] 図 7（a）、（b）、（c）及び（d）は、鉄道車両 200 の速度がそれぞれ互いに異なる各事例において、解像度を变化して得られた第二の画像データの画像を示したものである。また、高速用解像度の画像、中速用解像度の画像及び低速用解像度の画像を示す図である。図 7（a）は最低速時の事例 1 の各画像 V11～V13 を示し、最低速時には、画像 V12 及び V13 を用いて速度計測を行うことで所定の計測精度を得ることができる。また、図 7（b）は図 7（a）よりも速い中速時の事例 2 の各画像 V21～V23

を示し、中速に近づいても画像V22, V23を選択して速度計測しても「傾斜が急すぎる」という問題は起こらず、計測するうえで都合がよいいずれか画像V22, V23を選択して速度計測を行うことができる。さらに、図7(c)は図7(b)よりも速い高速時の事例3の各画像V31~V33を示し、縞状のパターンの傾斜が所定のしきい値を越えれば、例えば画像V31, V32を選択して速度計測することで所定の計測精度を得ることができる。またさらに、図7(d)は図7(c)よりも速い最高速時の事例4の各画像V41~V43を示し、画像V41, V42を選択すれば、常に所定のしきい値以上の角度を使用することで所定の計測精度を得ることができる。従って、デシメーションフィルタ16は、互いに異なる解像度を有する複数の画像データを生成するように構成し、微分フィルタ13、縞方向角度計算回路14、及び、速度変換回路15は、当該複数の画像データのうち、所定の速度計測の精度（もしくは、所定のしきい値以上の速度計測の精度）を得られる画像データから、縞模様の縞の方向角度を計算して、上記鉄道車両200の速度に変換するように構成してもよい。

[0031] なお、以上の実施形態においては、図3(a)及び(b)に示すように、枕木を撮像して得られた画像データに基づいて鉄道車両の速度を計算している。枕木が例えば60cm間隔で配置されているときは、好ましくは、少なくとも2本程度の枕木が撮像可能なようにラインセンサカメラの撮像ライン長を選択することが好ましい。ここで、撮像対象はこれに限らず、枕木に関わらず、転てつ機など、移動体に対向して設けられた物体の画像に基づいて移動体の速度を計算してもよい。また、移動体は鉄道車両に限定されず、自動車などの移動体であってもよく、移動体の例えば床下又は側面などに対向して設けられた物体に基づいて縞模様を得ることができ、その縞模様の縞の方向角度の代表値に基づいて速度を得ることができる。

[0032] なお、以上の実施形態においては、照明された画像をラインセンサカメラにより取り込んでいるが、これに限定されず、所定の波長を有する光を用いて照明して、ラインセンサカメラにより撮像された画像データを当該波長の

みを通過させる帯域通過フィルタを用いてる波してその画像処理を行ってもよい。これにより、他の光波長によるノイズを除去でき、正確な速度を計算できる。

[0033] なお、以上の実施形態において、低域通過フィルタを用いているが、画像作成回路からの画像デジタルデータに含まれるノイズ成分が比較的小さいときは、低域通過フィルタを設けなくてもよい。

[0034] なお、以上の実施形態においては、ラインセンサカメラを用いているが、撮像手段はこれに限定されず、複数の検出素子が一行に並置されて構成されたいわゆるリニアアレイセンサであればよく、例えば、安価なエリアセンサの中央部走査線の一部（１ライン～数ライン）を部分取り込み（パーシャルスキャン）することにより第一の画像データを得て、低コストに実現してもよい。

[0035] 以上説明したように、本実施形態に係る速度計測装置によれば、撮像手段を用いた簡単な構成により、移動体の速度を計測することができる。また、撮像手段により、地上側に設置された物体を撮像し、撮像により得られた画像データに基づき、移動体の速度を計測するため、移動体と撮像対象との距離が変動する場合であっても、移動体の正確な速度を計測することができる。例えば、鉄道車両の橋梁においては、隣り合う枕木の間はいずれも設けられておらず、鉄道車両と、レーザ光又はマイクロ波を照射するための対象（例えば、地面や水面）との距離が遠い場合が多い。そのため、従来のレーザ光又はマイクロ波を用いた速度計測装置では、レーザ光又はマイクロ波を照射するための対象が、照射のタイミングによっては、鉄道車両の近くの枕木となる場合と、鉄道車両から遠くの地面や水面となる場合とがあり、鉄道車両とレーザ光又はマイクロ波を照射する対象との距離が大きく変動することとなる。よって、従来のレーザ光又はマイクロ波を用いた速度計測装置では、橋梁上を移動する鉄道車両の正確な速度を計測することができない場合があった。一方、本実施形態に係る速度計測装置では、ラインセンサカメラを用いた構成により、視野を広く取り、この問題を解決している。また、従来

のマイクロ波を用いた速度計測装置では、法規制により、マイクロ波の使用が制限されることがあり、速度計測装置自体の使用が制限されるという問題があったが、本実施形態に係る速度計測装置では、ラインセンサカメラを用いることで、この問題を解決している。

産業上の利用可能性

[0036] 以上詳述したように、従って、本発明に係る速度計測装置によれば、従来技術に比較して正確に速度を計測することができ、しかも構成が簡単である速度計測装置を提供することができる。例えば車両の速度を測定することで、車両検査システムにおいて自己の位置をより正確に測定することができ、検査確度が大幅に向上する。また、車両の走行状態において、従来の速度計と合わせて、空転・滑走状態を正確に検知して測定できる。

符号の説明

[0037] 1…ラインセンサカメラ
2…レーザラインプロジェクタ
3…データ処理装置
4…速度表示器
5…速度データ
1 1…画像作成回路
1 2…低域通過フィルタ (L P F)
1 3…微分フィルタ
1 4…縞方向角度計算回路
1 5…速度変換回路
1 6…デシメーションフィルタ
2 1 a, 2 1 b…レール
2 2…枕木
2 0 0…鉄道車両
D 2 0 0…進行方向

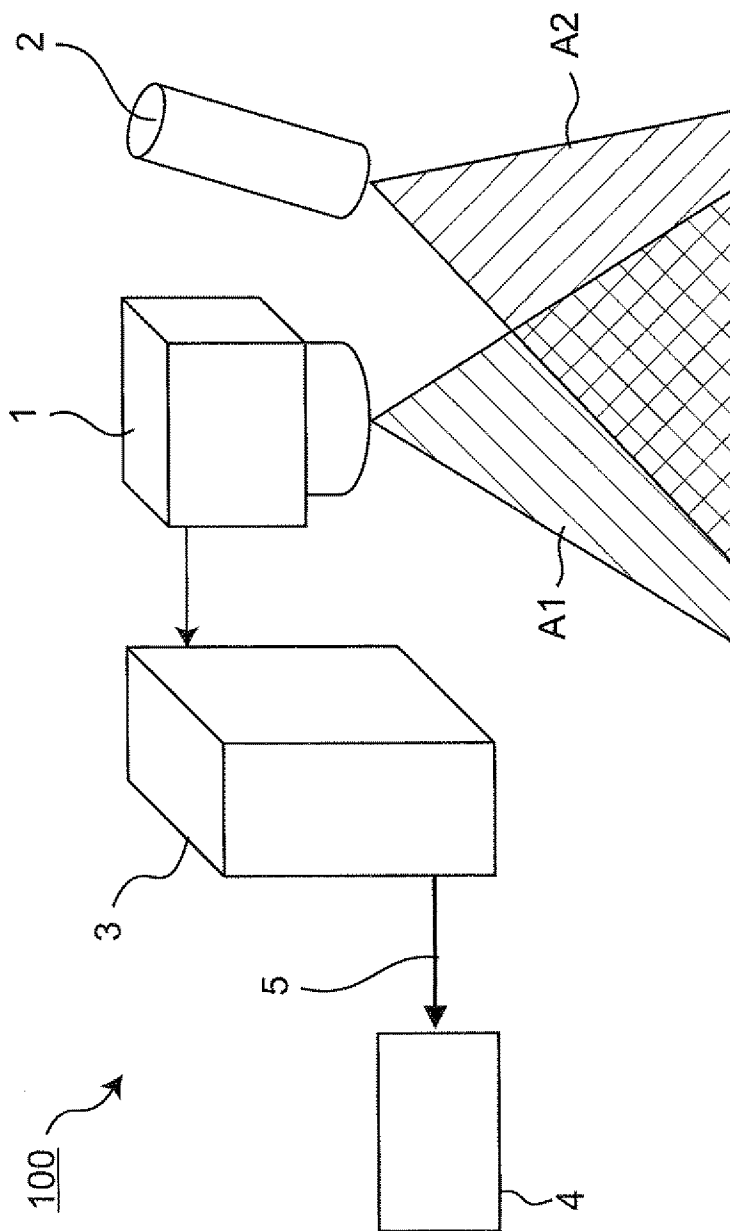
請求の範囲

- [請求項1] 所定の進行方向に移動する移動体に適用可能な速度計測装置であって、
- 前記移動体の前記進行方向と略平行な主走査方向の撮像ラインを有し、前記移動体に対向し地上に設置された物体を撮像し、撮像により得られた第一の画像データを出力する撮像手段と、
- 前記第一の画像データを、前記主走査方向とは平行でない配列方向へ、所定の時間ごとに配列して、前記物体に基づく縞模様を含む二次元の第二の画像データを作成し、該第二の画像データを出力する画像作成手段と、
- 前記第二の画像データの縞模様の縞の方向角度を求め、前記縞模様の縞の方向角度が前記移動体の速度に比例する関係を用いて、前記縞模様の縞の方向角度から前記移動体の速度を算出して、速度データとして出力する速度算出手段と、
- を備えた速度計測装置。
- [請求項2] 前記配列方向は前記主走査方向と略垂直となるように設定され、
- 前記速度算出手段は前記主走査方向の濃度勾配と、前記配列方向の濃度勾配と、に基づいて前記縞模様の縞の方向角度を計算する、請求項1に記載の速度計測装置。
- [請求項3] 前記第二の画像データに対して、帯域制限を行った後、前記速度算出手段へ出力するフィルタ手段をさらに備える、請求項1又は2に記載の速度計測装置。
- [請求項4] 前記速度算出手段は、前記第二の画像データを構成する各画素ごとに濃度勾配の方向角度を計算し、計算した各画素ごとの前記濃度勾配の方向角度から、前記第二の画像データの全画素に対する平均値を計算し、該平均値を前記縞模様の縞の方向角度とする、請求項1～3のいずれかに記載の速度計測装置。
- [請求項5] 前記第二の画像データの解像度を変更することにより、前記移動体

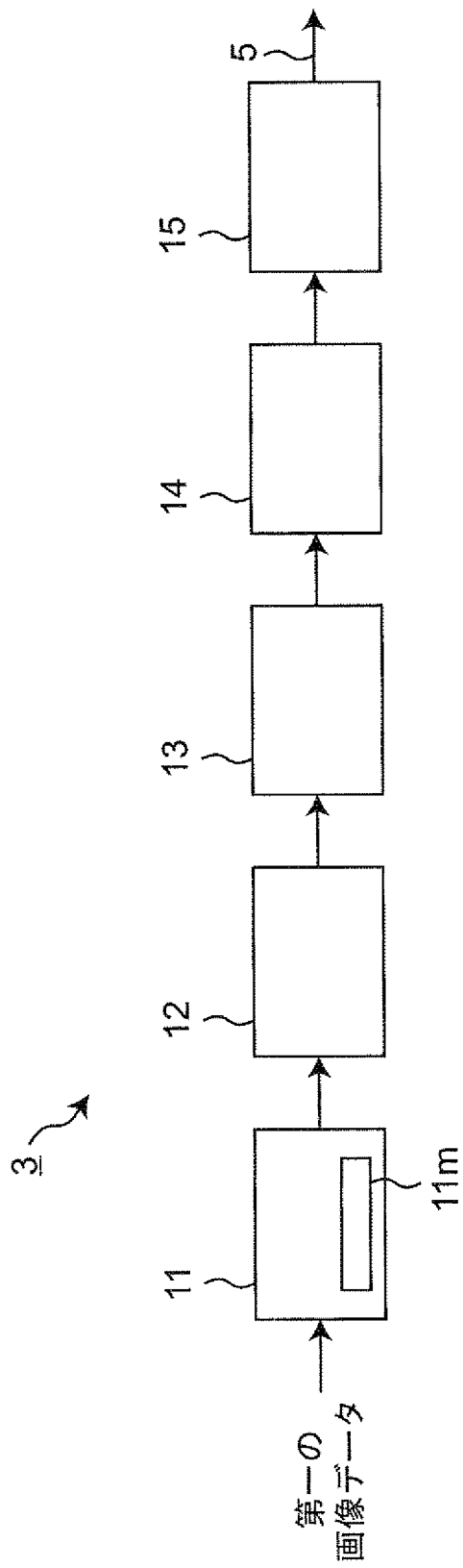
の速度の計測精度を変更する解像度変換手段をさらに備える、請求項 1～4 のいずれかに記載の速度計測装置。

[請求項6] 前記解像度変換手段は、前記第二の画像データを元に互いに異なる解像度の複数の画像データを生成し、前記速度算出手段は該複数の画像データのうち、所望の前記移動体の速度の計測精度を得られる画像データから、前記縞模様の縞の方向角度を計算する、請求項 5 に記載の速度計測装置。

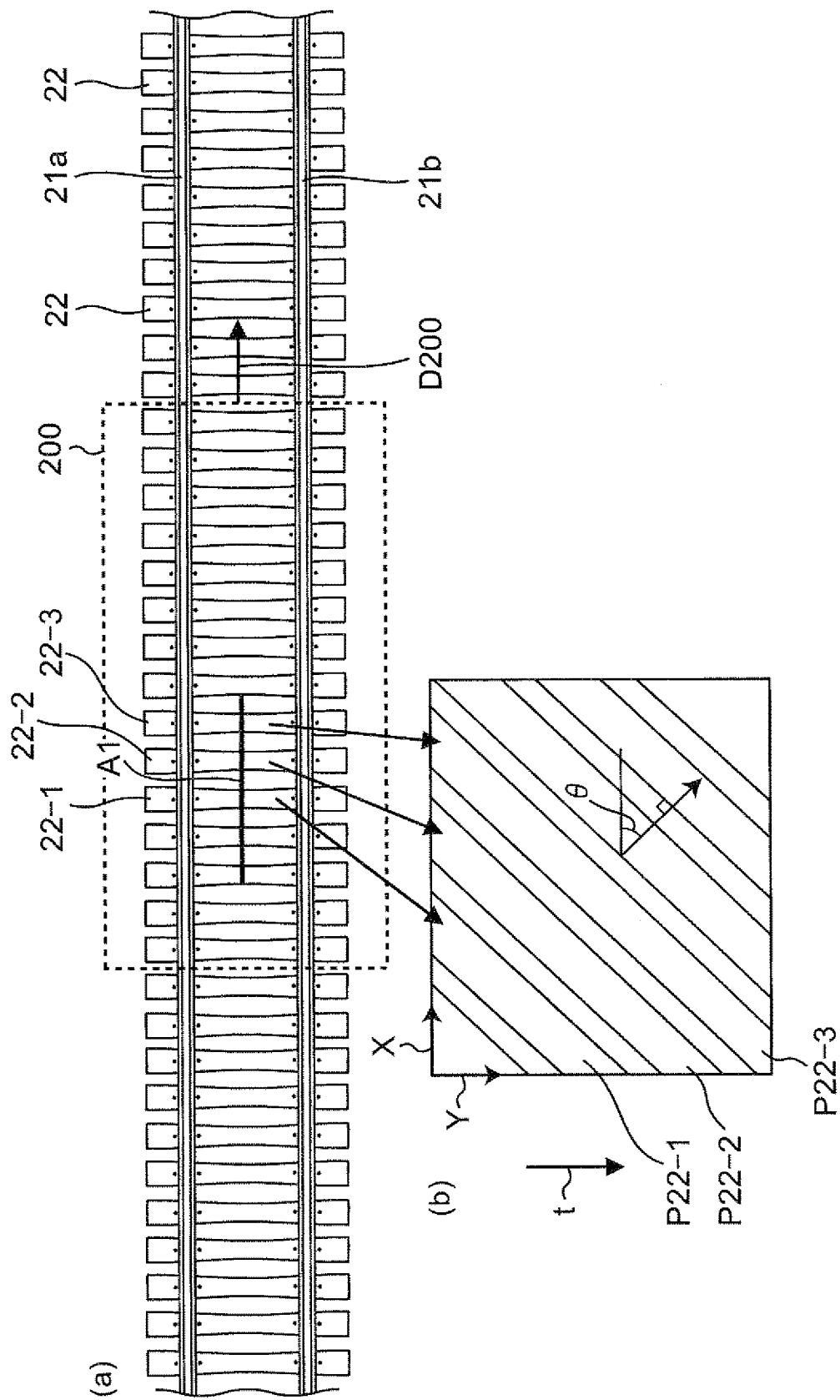
[図1]



[図2]



[図3]



[図4A]

fx:

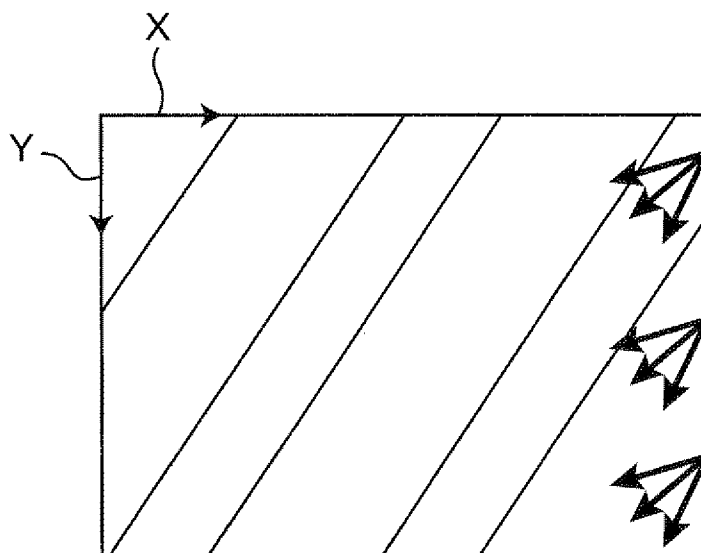
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

[図4B]

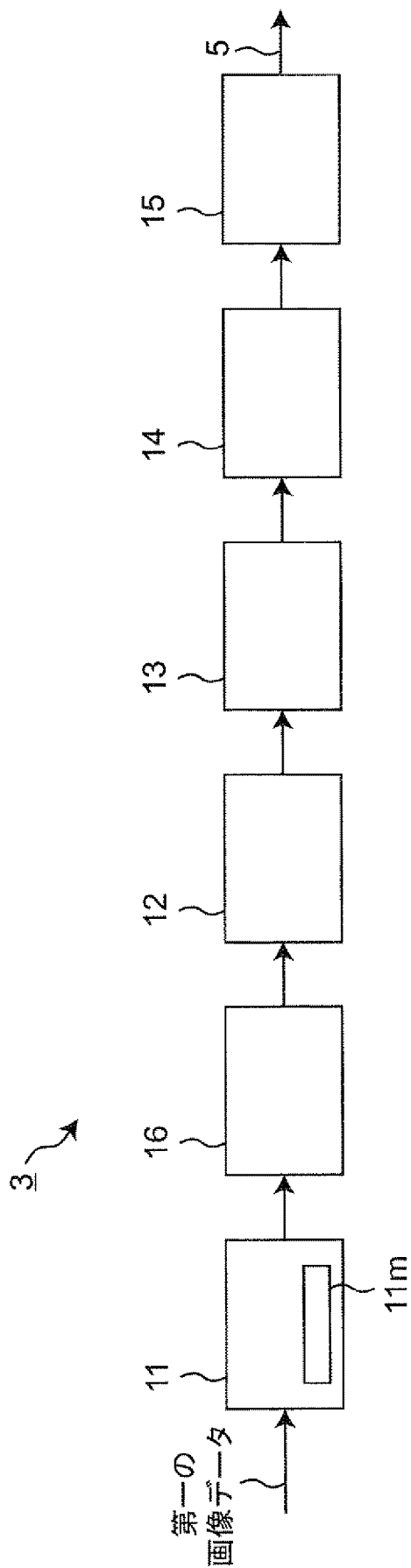
fy:

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

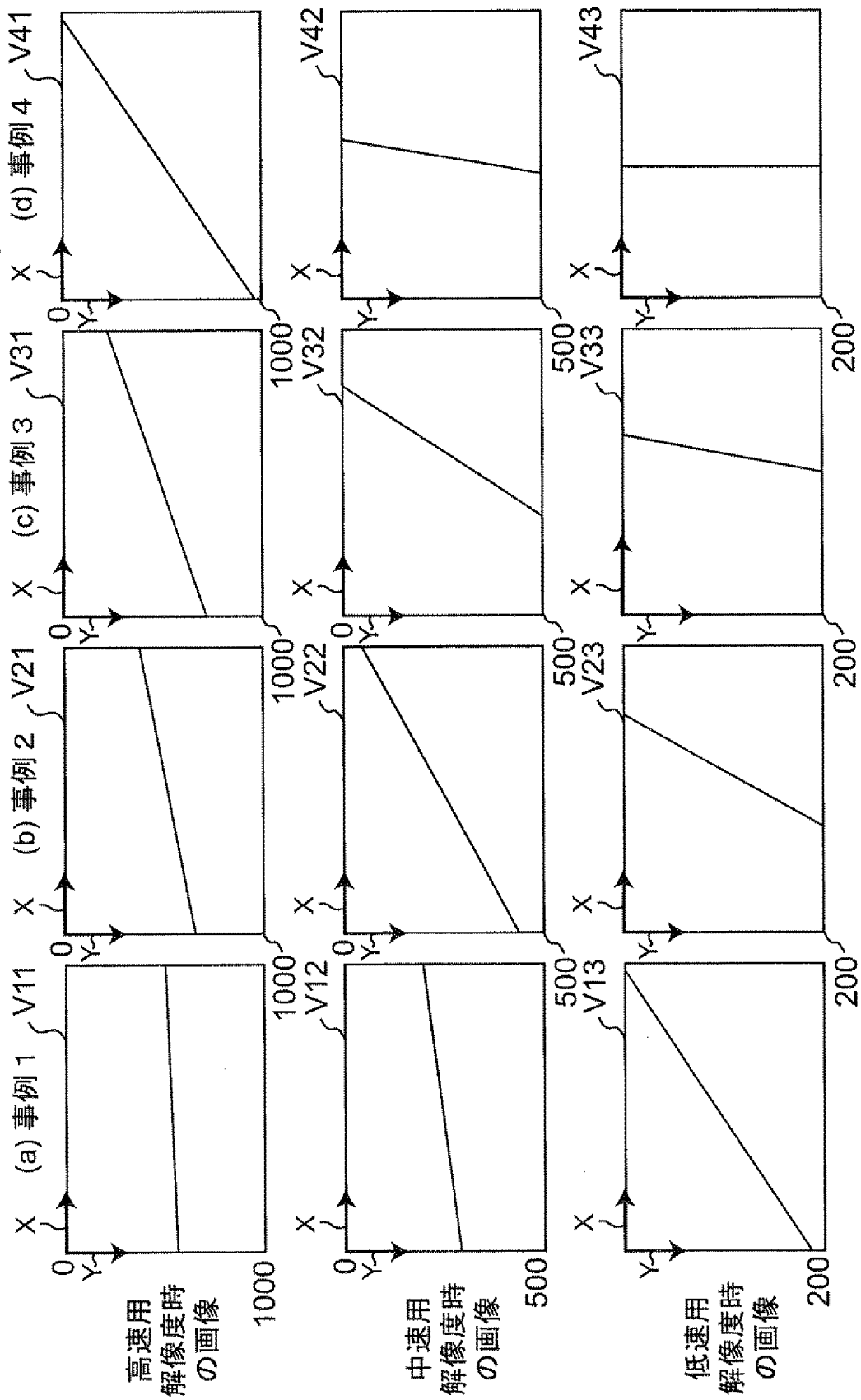
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P3/36(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01P3/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 02-036359 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 06 February 1990 (06.02.1990), page 2, upper right column, line 1 to page 3, lower right column, line 14 (However, does not include blank lines); page 4, lower right column, lines 6 to 10; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-5 6
Y	JP 62-094862 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 01 May 1987 (01.05.1987), page 2, upper right column, line 16 to lower right column, line 4; fig. 1 (Family: none)	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 October, 2012 (24.10.12)Date of mailing of the international search report
06 November, 2012 (06.11.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075703

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-205876 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 November 1983 (30.11.1983), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 61-138167 A (Nippon Soken, Inc.), 25 June 1986 (25.06.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 05-164766 A (Lucas Industries PLC), 29 June 1993 (29.06.1993), entire text; all drawings & US 5307293 A & GB 9111702 A & EP 516301 A2 & DE 69201267 C	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01P3/36(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01P3/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 02-036359 A (日産自動車株式会社) 1990.02.06 第2頁右上欄第1行-第3頁右下欄第14行 (但し、空白行は含まない)、第4頁右下欄第6-10行、第1-4図 (ファミリーなし)	1-5 6
Y	JP 62-094862 A (富士ゼロックス株式会社) 1987.05.01 第2頁右上欄第16行-右下欄第4行、第1図 (ファミリーなし)	6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

續山 浩二

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

2 F

4 4 5 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 58-205876 A (三菱電機株式会社) 1983. 11. 30 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 61-138167 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1986. 06. 25 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 05-164766 A (ルーカス・インダストリーズ・パブリック・リミ テッド・カンパニー) 1993. 06. 29 全文、全図 & US 5307293 A & GB 9111702 A & EP 516301 A2 & DE 69201267 C	1-6