

(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2012-115311

(P2012-115311A)

(43) 公開日 平成24年6月21日(2012.6.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 H 3/00 (2006.01)	A 6 1 H 3/00	B
A 6 1 H 1/02 (2006.01)	A 6 1 H 1/02	R

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2010-265190 (P2010-265190)	(71) 出願人	591261509 株式会社エクス・リサーチ 東京都千代田区外神田2丁目19番12号
(22) 出願日	平成22年11月29日(2010.11.29)	(74) 代理人	100096655 弁理士 川井 隆
		(74) 代理人	100091225 弁理士 仲野 均
		(72) 発明者	佐藤 敦 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内
		(72) 発明者	井上 浩司 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内
		(72) 発明者	田中 齋二郎 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内

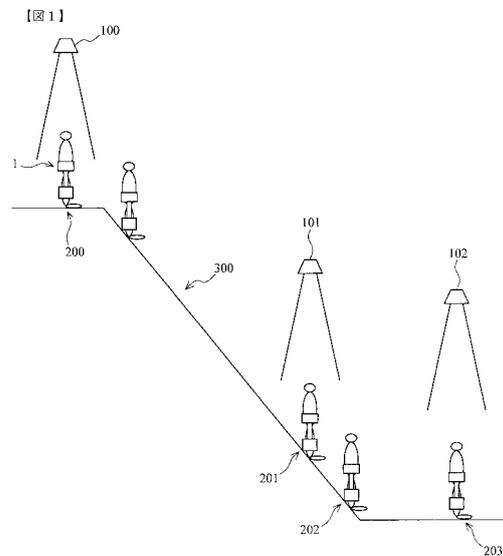
(54) 【発明の名称】 歩行装置、及び歩行プログラム

(57) 【要約】

【課題】適切な歩行動作をアシストする。

【解決手段】装着者は、装着型ロボット1を着用し、エスカレータ300に乗降して移動する。照明100の照明光には、エスカレータ300の踏板の速度、及び踏板の繰出ピッチが含まれた踏板情報が照明光を変調することにより重畳されている。装着型ロボット1は、照明100の照明光を照明領域内の位置200にて検知し、これに含まれる踏板情報を受信する。装着型ロボット1は、所定形状パターンの光を前進方向斜め下に照射して像を投影してこれを撮影し、その像の歪みから乗口の櫛板と踏板の段差を検出し、櫛板から繰り出される踏板までの距離を算出する。そして、装着型ロボット1は、踏板までの距離、及び踏板情報を用いて、装着者の足が適切に踏板に着地するように駆動する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも 2 本の足部を制御して歩行基準面を歩行する歩行制御手段と、  
光源から所定パターンの光を前進方向の前記歩行基準面に照射する照射手段と、  
前記照射した光によって前記歩行基準面に投影された像を撮像する撮像手段と、  
前記撮像した像の前記所定パターンからの歪みを用いて前記歩行基準面に対する段差を  
検出する段差検出手段と、

を具備し、

前記歩行制御手段は、前記検出した段差の手前側から向こう側に歩行する際に、前記検出した段差を基準にして前記足部を制御することを特徴とする歩行装置。

10

**【請求項 2】**

前記向こう側の歩行基準面は、前記段差において前記前進方向に沿って動いており、前記歩行制御手段は、前記向こう側の歩行基準面の動きに同期して前記足部を前記向こう側の歩行基準面に置くように前記足部を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の歩行装置。

**【請求項 3】**

前記足部を前記向こう側の歩行基準面の動きに同期させるための同期情報を受信する同期情報受信手段を具備し、

前記歩行制御手段は、前記受信した同期情報を用いて前記足部を前記向こう側の歩行基準面の動きに同期させることを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 に記載の歩行装置。

20

**【請求項 4】**

前記段差検出手段は、前記足部から前記段差までの距離を検出することを特徴とする請求項 1、請求項 2、又は請求項 3 に記載の歩行装置。

**【請求項 5】**

前記段差は、エスカレータ、又は、動く歩道の開始位置、又は終了位置における可動部分と静止部分の間に生じる段差であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのうちの何れか 1 の請求項に記載の歩行装置。

**【請求項 6】**

前記同期情報受信手段は、照明器具が発する光によって同期情報を受信することを特徴とする請求項 3 に記載の歩行装置。

30

**【請求項 7】**

少なくとも 2 本の足部を制御して歩行基準面を歩行する歩行制御機能と、  
光源から所定パターンの光を前進方向の前記歩行基準面に照射する照射機能と、  
前記照射した光によって前記歩行基準面に投影された像を撮像する撮像機能と、  
前記撮像した像の前記所定パターンからの歪みを用いて前記歩行基準面に対する段差を検出する段差検出機能と、

をコンピュータで実現する歩行プログラムであって、

前記歩行制御機能は、前記検出した段差の手前側から向こう側に歩行する際に、前記検出した段差を基準にして前記足部を制御することを特徴とする歩行プログラム。

**【発明の詳細な説明】**

40

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、歩行装置、及び歩行プログラムに関し、例えば、歩行をアシストするものに関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、装着者の動作をアシストする装着型ロボットが注目を集めている。

装着型ロボットは、装着者の体に設置したセンサや装着者の体の動きを検知するなどして装着者の身体動作を支援するものであり、例えば、重量物を持ち上げるなどの筋肉労働を補助する場面での利用が期待されている。

50

## 【 0 0 0 3 】

このような技術に、特許文献 1 の「装着式動作補助装置、装着式動作補助装置の制御方法および制御用プログラム」がある。

この技術は、装着者に設置したセンサによって生体信号を検出し、これを用いて装着者の意思に従った動力をアクチュエータに発生させるものである。

また、通信技術の分野では、特許文献 2 の「通信機能を有する照明器具」がある。

この技術は、電力線によって照明体に信号を送信し、照明体から無線や光の変調により信号を送出するものである。

## 【 0 0 0 4 】

ところで、従来の装着型ロボットは、筋肉労働などをアシストするものであり、高齢者や身体障害者など、身体機能や判断能力が十分でない装着者の動作を支援する用途には適していなかった。

特に歩行アシストの場合、前進方向に存在する段差に対して如何に適切な歩行動作を行わせるかは、重要な課題であった。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 9 5 5 6 1 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 9 - 1 4 1 7 6 6 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、適切な歩行動作をアシストすることを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

請求項 1 に記載の発明では、少なくとも 2 本の足部を制御して歩行基準面を歩行する歩行制御手段と、光源から所定パターンの光を前進方向の前記歩行基準面に照射する照射手段と、前記照射した光によって前記歩行基準面に投影された像を撮像する撮像手段と、前記撮像した像の前記所定パターンからの歪みを用いて前記歩行基準面に対する段差を検出する段差検出手段と、を具備し、前記歩行制御手段は、前記検出した段差の手前側から向こう側に歩行する際に、前記検出した段差を基準にして前記足部を制御することを特徴とする歩行装置を提供する。

請求項 2 に記載の発明では、前記向こう側の歩行基準面は、前記段差において前記前進方向に沿って動いており、前記歩行制御手段は、前記向こう側の歩行基準面の動きに同期して前記足部を前記向こう側の歩行基準面に置くように前記足部を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の歩行装置を提供する。

請求項 3 に記載の発明では、前記足部を前記向こう側の歩行基準面の動きに同期させるための同期情報を受信する同期情報受信手段を具備し、前記歩行制御手段は、前記受信した同期情報を用いて前記足部を前記向こう側の歩行基準面の動きに同期させることを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 に記載の歩行装置を提供する。

請求項 4 に記載の発明では、前記段差検出手段は、前記足部から前記段差までの距離を検出することを特徴とする請求項 1、請求項 2、又は請求項 3 に記載の歩行装置を提供する。

請求項 5 に記載の発明では、前記段差は、エスカレータ、又は、動く歩道の開始位置、又は終了位置における可動部分と静止部分の間に生じる段差であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのうちの何れか 1 の請求項に記載の歩行装置を提供する。

請求項 6 に記載の発明では、前記同期情報受信手段は、照明器具が発する光によって同期情報を受信することを特徴とする請求項 3 に記載の歩行装置を提供する。

請求項 7 に記載の発明では、少なくとも 2 本の足部を制御して歩行基準面を歩行する歩行制御機能と、光源から所定パターンの光を前進方向の前記歩行基準面に照射する照射機

10

20

30

40

50

能と、前記照射した光によって前記歩行基準面に投影された像を撮像する撮像機能と、前記撮像した像の前記所定パターンからの歪みを用いて前記歩行基準面に対する段差を検出する段差検出機能と、をコンピュータで実現する歩行プログラムであって、前記歩行制御機能は、前記検出した段差の手前側から向こう側に歩行する際に、前記検出した段差を基準にして前記足部を制御することを特徴とする歩行プログラムを提供する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、歩行基準面に投影した像を用いることにより、適切な歩行動作をアシストすることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】本実施の形態の概要を説明するための図である。

【図2】装着型ロボット1の装着状態、及び装着ロボットシステムを示した図である。

【図3】エスカレータの乗降口における段差を検出する方法を説明するための図である。

【図4】踏板中央乗車方法によって乗車する手順を説明するためのフローチャートである。

【図5】踏板中央乗車方法における歩幅歩行ピッチ算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図6】踏板櫛板境目乗車方法によって乗車する手順を説明するためのフローチャートである。

20

【図7】踏板櫛板境目乗車方法における足位置算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図8】櫛板中央降車方法によって降車する手順を説明するためのフローチャートである。

【図9】櫛板中央降車方法における歩幅歩行ピッチ算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】踏板櫛板境目降車方法によって降車する手順を説明するためのフローチャートである。

【図11】踏板櫛板境目降車方法における足位置算出処理を説明するためのフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0010】

(1) 実施形態の概要

図1は、本実施の形態の概要を説明するための図である。

装着者は、装着型ロボット1を着用し、エスカレータ300に乗降して移動する。

エスカレータ300の乗口には、照明100が設置してあり、乗口に照明光を発光している。照明100の照明光には、エスカレータ300の踏板の速度、及び踏板の繰出ピッチが含まれた踏板情報が照明光を変調することにより重畳されている。

装着型ロボット1は、照明100の照明光を照明領域内の位置200にて検知し、これに含まれる踏板情報を受信する。

40

【0011】

装着型ロボット1は、踏板情報を受信すると、所定形状パターンの光を前進方向斜め下の歩行面に照射して像を投影すると共に撮像し、その像の歪みから乗口の櫛板(コムプレート)と踏板の段差を検出して櫛板から繰り出される踏板までの距離を算出する。

そして、装着型ロボット1は、踏板までの距離、及び踏板情報を用いて、装着者の足が適切に踏板に着地するように駆動する。

【0012】

また、エスカレータ300の降口手前の照明101が発光する光にも踏板情報が含まれており、装着型ロボット1は、照明101の照明領域内の位置201にて踏板情報を受信する。

50

そして、装着型ロボット 1 は、前方斜め下に像を投影し、その歪みから櫛板と踏板の段差を検出して櫛板までの距離を算出する。なお、この像の投影は、常に投影しておいてもよいし、あるいは、節電のために踏板情報を受信してから投影してもよい。

次に、装着型ロボット 1 は、位置 202 で、櫛板までの距離、及び踏板情報を用いて装着者の足が適切に櫛板に着地するように駆動する。

#### 【0013】

降口の照明 102 が発光する光には、周辺情報地図情報が含まれており、装着型ロボット 1 は、照明 102 の照明領域の位置 203 で周辺地図情報を受信する。

その後、装着型ロボット 1 は、周辺地図情報を用いて装着者の歩行を支援する。

図 1 のエスカレータ 300 は、一例として、下りとなっているが、上りのエスカレータも同様である。また、乗口と降口の構造が同じため、エスカレータ 300 を動く歩道としてもよい。

#### 【0014】

##### (2) 実施形態の詳細

図 2 (a) は、装着型ロボット 1 の装着状態を示した図である。

装着型ロボット 1 は、装着者の腰部及び下肢に装着し、装着者の歩行を支援（アシスト）するものである。なお、例えば、上半身、下半身に装着して全身の動作をアシストするものであってもよい。

#### 【0015】

装着型ロボット 1 は、腰部装着部 7、歩行アシスト部 2、連結部 8、3 軸センサ 3、3 軸アクチュエータ 6、撮像カメラ 5、光源装置 4、撮像カメラ 5 と光源装置 4 を保持する撮像ユニット 9、及び無線通信装置 10などを備えている。

腰部装着部 7 は、装着型ロボット 1 を装着者の腰部に固定する固定装置である。腰部装着部 7 は、装着者の腰部と一体となって移動する。

また、腰部装着部 7 は、歩行アクチュエータ 17 (図 2 (b)) を備えており、装着者の歩行動作に従って連結部 8 を前後方向などに駆動する。

#### 【0016】

連結部 8 は、腰部装着部 7 と歩行アシスト部 2 を連結している。

歩行アシスト部 2 は、装着者の下肢に装着され、歩行アクチュエータ 17 により前後方向などに駆動されて装着者の歩行運動を支援する。

なお、腰部装着部 7、連結部 8、歩行アシスト部 2 による歩行支援は、一例であって、更に多関節の駆動機構によって歩行支援するなど、各種の形態が可能である。

#### 【0017】

3 軸センサ 3 は、腰部装着部 7 に設置され、腰部装着部 7 の姿勢などを検知する。3 軸センサ 3 は、例えば、3 次元ジャイロによる 3 軸角速度検出機能や 3 軸角加速度検出機能などを備えており、前進方向、鉛直方向、体側方向の軸の周りの回転角度、角速度、角加速度などを検知することができる。

なお、前進方向の軸の周りの角度をロール角、鉛直方向の軸の周りの角度をヨー角、体側方向の軸の周りの角度をピッチ角とする。

#### 【0018】

3 軸アクチュエータ 6 は、例えば、球体モータで構成されており、撮像カメラ 5 と光源装置 4 が設置された撮像ユニット 9 のロール角、ヨー角、ピッチ角を変化させる。

撮像ユニット 9 には、光源装置 4 と撮像カメラ 5 が固定されており、3 軸アクチュエータ 6 を駆動すると、光源装置 4 の照射方向（光源装置 4 の光軸の方向）と撮像カメラ 5 の撮像方向（撮像カメラ 5 の光軸の方向）は、相対角度を保ったまま、ロール角、ヨー角、ピッチ角を変化させる。

#### 【0019】

段差を検出するためには、撮像ユニット 9 を所定の角度で歩行基準面（地面や床面など、装着者が歩行する面）に向ける必要があるが、装着者が装着型ロボット 1 を装着した場合に、装着状態によって撮像ユニット 9 が傾くため、3 軸アクチュエータ 6 によってこれ

10

20

30

40

50

を補正する。

【0020】

光源装置4は、例えば、レーザ、赤外光、可視光などの光を所定の形状パターンで照射する。本実施の形態では、光源装置4は、照射方向に垂直な面に対して円形となる形状パターンで光を照射するものとするが、矩形形状、十字、点など各種の形状が可能である。また、用途に応じて、それらの形状を組み合わせたものを照射することも可能である。

【0021】

撮像カメラ5は、被写体を結像するための光学系と、結像した被写体を電気信号に変換するCCD(Charge-Coupled Device)を備えた、赤外光カメラ、可視光カメラなどで構成され、光源装置4が歩行基準面に照射した投影像を撮像(撮影)する。

10

光源装置4が所定の形状パターンで照射した光による投影像は、照射方向と歩行基準面の成す角度や、歩行基準面に存在する障害物(段差など)により円形から変形した(歪んだ)形状となるが、この形状を解析することにより前方に存在する段差を検知することができる。

【0022】

撮像ユニット9は、光源装置4と撮像カメラ5が固定されており、3軸アクチュエータ6によって腰部装着部7に対するロール角、ヨー角、ピッチ角が変化する。

即ち、撮像ユニット9を3軸アクチュエータ6で駆動することにより、光源装置4と撮像カメラ5の相対的な位置を固定したまま、光源装置4と3軸アクチュエータ6の腰部装着部7に対するロール角、ヨー角、ピッチ角を変化させることができる。

20

【0023】

無線通信装置10は、照明100が発光する光に含まれる踏板情報などの各種情報を検出する。

ここで、無線通信に照明光を用いたのは、情報を受信する箇所を照明領域に限定することができるほか、通常、エスカレータの設置箇所には照明が設置されており、これを利用すると無線通信のための新たな設備投資を低減することができるためである。

なお、照明光を用いず、通常のエ波を用いた無線通信とすることも可能である。

【0024】

図2(b)は、装着型ロボット1に設置された装着ロボットシステム15を説明するための図である。

30

装着ロボットシステム15は、歩行支援機能を発揮するように装着型ロボット1を制御する電子制御システムである。

【0025】

ECU(Electronic Control Unit)16は、図示しないCPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、記憶装置、各種インターフェースなどを備えた電子制御ユニットであり、装着型ロボット1の各部を電子制御する。

【0026】

40

CPUは、記憶媒体に記憶された各種コンピュータプログラムを実行し、撮像カメラ5の高さを計算するほか、階段やエスカレータの段差を認識したり、歩行アクチュエータ17を駆動して歩行支援を行ったりする。

CPUは、光源装置4、撮像カメラ5、3軸アクチュエータ6、3軸センサ3、及び無線通信装置10とインターフェースを介して接続しており、光源装置4からの照射をオンオフしたり、撮像カメラ5から撮像データを取得したり、3軸アクチュエータ6を駆動したり、3軸センサ3から検出値を取得したり、無線通信装置10から踏板情報を取得したりする。

【0027】

ROMは、読み取り専用のメモリであって、CPUが使用する基本的なプログラムやパ

50

ラメータなどを記憶している。

R A Mは、読み書きが可能なメモリであって、C P Uが演算処理などを行う際のワーキングメモリを提供する。本実施の形態では、受信した踏板情報を記憶したり、段差までの距離を計算したりするためのワーキングメモリを提供する。

【 0 0 2 8 】

記憶装置は、例えば、ハードディスクやE E P R O M ( E l e c t r i c a l l y E r a s a b l e P r o g r a m m a b l e R O M )などで構成された大容量の記憶媒体を備えており、光源装置4の投影像を解析して階段やエスカレータなどの段差を認識するためのプログラム、歩行支援を行うためのプログラムなどの各種プログラムや、段差認識の画像認識などに使用する撮像カメラ5の高さなどのパラメータなどを記憶している。

10

【 0 0 2 9 】

歩行アクチュエータ17は、E C U 1 6からの指令に基づいて歩行アシスト部2を駆動する。

装着型ロボット1が、股関節、膝関節、足首関節などを有する多関節の場合は、各関節に歩行アクチュエータ17が備えられており、E C U 1 6は、これらを個別に制御することにより、装着型ロボット1に一体として歩行支援動作を行わせる。

【 0 0 3 0 】

図3の各図は、エスカレータ300の乗降口における櫛板40と踏板50の段差を検出する方法を説明するための図である。

20

図3(a)は、エスカレータ300の乗口での光の照射状態を示した図である。

エスカレータ300の乗口は、櫛板40と、櫛板40の前方かつ櫛板40より低い位置に配設された踏板(ステップ)50を備えている。

櫛板40の先端部分は、平坦部41と、踏板50にかけて形成された傾斜部42を有しており、傾斜部42による段差が形成されている。そして、傾斜部42の先端からは、踏板50が所定速度で繰り出されている。

【 0 0 3 1 】

図3(b)は、乗口で撮像カメラ5が撮像した光源装置4の投影像26の画像の一例である。

装着型ロボット1は、光源装置4によって所定形状パターンの光を段差に照射し、撮像カメラ5によって投影された像を撮像する。

30

本実施の形態では、光源装置4は円形断面の光を前進方向斜め下方に存在する歩行基準面に照射するため、歩行基準面が平面の場合、投影像26は、前進方向を長軸とする楕円形となる。

ところが、投影像26内に段差が存在すると、投影像26が本来あるべき楕円形から歪み、画像認識によって当該歪みを検出することによって段差を検知することができる。

【 0 0 3 2 】

図3(b)の例では、傾斜部42による段差によって、櫛板40の傾斜部42の開始位置に対応する位置(画面フレーム31の下端からxピクセルの位置)、及び傾斜部42の先端、即ち、踏板50が繰り出される位置に対応する位置(画面フレーム31の下端からyピクセルの位置)に歪みが生じている。

40

なお、画面フレーム31において前進する側の端を上端、装着者に近い側の端を下端とし、下端から上端までの距離をzピクセルとする。

【 0 0 3 3 】

光源装置4の照射する光は、光源装置4から遠くに離れるに従って広がり、櫛板40の傾斜は、先端にかけて基準面から低くなる方に傾斜しており、踏板50は、櫛板40よりも低い位置に存在する。

そのため、櫛板40の傾斜では、櫛板40の平坦な箇所比べて投影像26の幅が広がり、ステップは、櫛板40よりも低い位置にあるため、投影像26の幅は更に広がる。

【 0 0 3 4 】

このように、段差によって下に降りる場合は、画面フレーム31の上端側で投影像26

50

の幅が広がる。逆に段差によって上に登る場合は、画面フレーム 31 の上端側で投影像 26 の幅が狭まる。

即ち、投影像 26 の輪郭の歪み（不連続な箇所）によって段差の存在を認識し、投影像 26 の幅によって、上りの段か下りの段かを判断することができる。

【0035】

図 3 (c) は、段差までの距離を求める方法を説明するための図である。

撮像カメラ 5 から、画面フレーム 31 の下端に対応する位置までの水平距離を C、上端に対応する位置までの水平距離を D、下端から櫛板 40 の傾斜部 42 の開始位置までの距離 a、下端から櫛板 40 の先端部分までの距離を b とする。

すると、画面フレーム 31 の x、y、z は、a、b、(D - C) に対応するため、これらの比例式から、撮像カメラ 5（即ち、装着者の位置）から櫛板 40 の傾斜部 42 の開始位置までの水平距離 C + a は、次の式 (1) で表される。

【0036】

$$C + a = C + x (D - C) / z \quad \dots \quad (1)$$

【0037】

また、撮像カメラ 5（即ち、装着者の位置）から櫛板 40 の先端までの水平距離 C + b は、次の式 (2) で表される。

これら式 (1)、(2) は、記憶装置に格納されており、計算の際に CPU によって読み出される。

【0038】

$$C + b = C + y (D - C) / z \quad \dots \quad (2)$$

【0039】

一般に、エスカレータ 300 の乗降口の段差が小さいため、上記比例式を用いることができ、また、装着型ロボット 1 は、照明 100 によって前方にエスカレータ 300 の段差が存在することを認識するため、前方の段差に上記比例式を適用する。

なお、式 (1)、(2) は、近似式の一例であって、これらと異なる式を用いてもよい。

【0040】

図 3 (d) は、エスカレータ 300 の降口での光の照射状態を示した図であり、図 3 (e) は、降口で撮像カメラ 5 が撮像した光源装置 4 の投影像 26 の画像の一例である。

装着型ロボット 1 は、降口でも同様にして段差までの距離を計算することができる。

【0041】

以下に、装着型ロボット 1 がエスカレータ 300 に乗車する方法、及び降車する方法について説明する。

なお、エスカレータ 300 に乗車する方法には、踏板中央乗車方法と踏板櫛板境目乗車方法の 2 種類がある。

踏板中央乗車方法は、繰り出される踏板 50 の中央に足を乗せて体重を踏板 50 に移動させる方法である。

【0042】

一方、踏板櫛板境目乗車方法は、櫛板 40 と踏板 50 の境に足をかけ、即ち、足裏の後端側を櫛板 40 に置きながら足裏のつま先側を繰り出される踏板 50 の上に置き、足裏のつま先側と踏板 50 の位置関係が適切となったときに体重を足裏の後端からつま先側に移動させて櫛板 40 から踏板 50 に乗り移る方法である。

【0043】

また、エスカレータ 300 から降車する方法には、櫛板中央降車方法と踏板櫛板境目降車方法の 2 種類がある。

櫛板中央降車方法は、櫛板 40 の平坦部 41 に足裏全体を踏み出して体重を櫛板 40 に移動させる方法である。

一方、踏板櫛板境目降車方法は、足裏の後端側を踏板 50 に置きながら両足の足裏のつま先側を持ち上げてつま先下に空間を形成し、櫛板 40 に足が乗って引っかかりを検出し

10

20

30

40

50

たら体の重心を前に持って行く方法、即ち、櫛板 40 の傾斜部 42 がつま先下の空間に入り込んで足裏に当接すると歩行を開始する方法である。

装着者は、これらの乗車方法、降車方法のうち、好みの方法を選択する、または、過去のデータのアーカイブから自動で選択して ECU 16 に登録しておく。

#### 【0044】

まず、踏板中央乗車方法について詳細に説明する。

図 4 (a) は、装着型ロボット 1 が踏板中央乗車方法によってエスカレータ 300 に乗車する手順を説明するためのフローチャートである。

以下の動作は、ECU 16 の CPU が所定のプログラムに従って行うものである。

まず、CPU は、無線通信装置 10 からの出力を監視し、無線通信装置 10 が設備側の通信範囲内（即ち、照明 100 の照明領域内）に入ったか否かを監視する（ステップ 5）。

設備側の通信範囲に入っていない場合（ステップ 5 ; N）、CPU は、ステップ 5 にて監視を継続する。

#### 【0045】

設備側の通信内に入った場合（ステップ 5 ; Y）、無線通信装置 10 は、照明 100 から踏板情報を受信し、CPU は、踏板情報から、踏板 50 の速度と繰出ピッチを取得して RAM に記憶する（ステップ 10）。

ここで、踏板 50 の繰出ピッチは、櫛板 40 から新たな踏板 50 が繰り出されるタイミングであり、踏板 50 の速度とは、踏板 50 が巡回している速度である。

なお、動く歩道の場合は、繰出ピッチが存在しないため、速度を受信すればよい。

#### 【0046】

次に、CPU は、踏板距離算出処理において、櫛板 40 から踏板 50 が繰り出される位置までの距離、即ち、櫛板 40 と踏板 50 の段差の端部である櫛板 40 の先端までの距離を算出する（ステップ 15）。

次に、CPU は、歩幅方向ピッチ算出処理にて、踏板 50 に乗るための最適な歩幅と歩行ピッチを算出する（ステップ 20）。

ここで、最適な歩幅と歩行ピッチとは、装着者の足を踏板 50 の中央に乗せると共に、装着者の体に作用する負荷を最小限にする歩幅と歩行ピッチである。

#### 【0047】

次に、CPU は、算出した歩幅と歩行ピッチにて歩行アクチュエータ 17 を駆動する（ステップ 25）。

装着者が踏板 50 に足を置くと、CPU は、歩行アクチュエータ 17 によって、残りの足を先に踏板 50 に乗せた足に揃えて踏板 50 に置く。

#### 【0048】

図 4 (b) は、ステップ 15 の踏板距離算出処理を説明するためのフローチャートである。

まず、CPU は、光源装置 4 を駆動し、所定形状パターンの光を前方に照射する（ステップ 30）。

次に、CPU は、撮像カメラ 5 で投影された投影像 26 を撮像し、その画像データを RAM に記憶する。

そして、CPU は、画像データにおいて、x、y の位置に該当する歪みを画像認識により検出し、x、y までのピクセル数をカウントする（ステップ 35）。

#### 【0049】

次に、CPU は、式 (2) を記憶装置から読み出して、RAM に記憶した y を代入し、踏板 50 までの距離、即ち、櫛板 40 の先端までの距離 L1 を算出して RAM に記憶する（ステップ 40）。

なお、z、C、D などのパラメータは、予め記憶装置に記憶されている。

#### 【0050】

図 5 は、ステップ 20 の歩幅歩行ピッチ算出処理を説明するためのフローチャートであ

10

20

30

40

50

る。

まず、CPUは、乗車前の装着者の歩行速度 $v_1$ を取得する(ステップ50)。

歩行速度は、歩行アクチュエータ17が駆動する装着者の足の運動から得ることができる。また、装着型ロボット1に速度センサを登載して当該速度センサから取得してもよいし、あるいは、装着型ロボット1にナビゲーションシステムを搭載して、これから取得してもよい。

【0051】

次に、CPUは、RAMに記憶した踏板情報から踏板50の速度 $v_2$ を読み出して取得する(ステップ55)。

次に、CPUは、 $v_1$ と $v_2$ の差を比較し(ステップ60)、 $v_1$ と $v_2$ の差が所定値(ここでは、10%とする)以内であれば(ステップ60; Y)、仮想歩行速度 $v_3$ を $v_1$ に設定してRAMに記憶する(ステップ65)。

10

【0052】

一方、 $v_1$ と $v_2$ の差が10%以内でない場合(ステップ60; N)、CPUは、仮想歩行速度 $v_3$ を $v_2$ に設定してRAMに記憶する(ステップ70)。

ここで、仮想歩行速度は、最終的な歩行速度を決定するための暫定的な歩行速度である。

【0053】

次に、CPUは、櫛板40の先端までの距離 $L_1$ をRAM(ステップ40の画像認識により計算済み)から読み出して取得する(ステップ75)。

20

次に、CPUは、仮想速度で歩行した場合に踏板50に到達するまでの時間 $T = L_1 / v_3$ を算出してRAMに記憶する(ステップ80)。

【0054】

次に、RAMは、RAMに記憶した踏板情報を用いてT秒後の踏板50のサイクルを算出する(ステップ85)。

ここで、サイクルとは、櫛板40から踏板50が繰り出されている位置状態であり、例えば、ちょうど踏板50の全体が繰り出し終わったのか、あるいは、1/3だけ繰り出したところか、といった状態である。

【0055】

次に、CPUは、T秒後に踏板50が櫛板40の前に存在するか否か、即ち、T秒後に踏板50の全体が櫛板40から繰り出されたところか否かを判断する(ステップ90)。

30

なお、踏板50の90%以上が繰り出されている場合に全体が繰り出されていると判断するなど、所定の許容幅を持たせることができる。

T秒後に踏板50が櫛板40の前に存在しない場合(ステップ90; N)、CPUは、仮想歩行速度を所定量(ここでは、10%)減じ(ステップ95)、ステップ75に戻る。

【0056】

一方、T秒後に踏板50が櫛板40の前に存在する場合(ステップ90; Y)、CPUは、歩行速度を $v_3$ とするために現状からの最小限の変更で行えるような歩幅と歩行ピッチを算出してRAMに記憶する(ステップ100)。

40

次に、CPUは、RAMに記憶した歩幅と歩行ピッチを読み出して、これに基づくように歩行アクチュエータ17を制御する(ステップ105)。

【0057】

以上のようにして、CPUは、装着者の歩行速度の変化量を最小限に抑えて、装着者に与える不自然感を軽減しつつ、装着者の歩行と踏板50への足乗せを連続動作とすることができる(即ち、装着者は、櫛板40で立ち止まって、足乗せのための時間調節をする必要がない)。

【0058】

次に、踏板櫛板境目乗車方法について詳細に説明する。

図6(a)は、装着型ロボット1が踏板櫛板境目乗車方法によってエスカレータ300

50

に乗車する手順を説明するためのフローチャートである。

図4(a)と同じステップには、同じステップ番号を付し、説明を省略する。

CPUは、踏板情報の受信(ステップ5、10)や、踏板距離算出処理(ステップ15)を行った後、足位置算出処理を行って(ステップ21)、歩行アクチュエータの制御を行う(ステップ25)。

ここで、足位置算出処理は、踏板50への乗車にあたり速度変化を最小にするための足位置を算出するものである。

図6(b)は、踏板距離算出処理の手順を示したフローチャートであって、図4(b)と同じである。

#### 【0059】

10

図7は、ステップ21の足位置算出処理を説明するためのフローチャートである。

まず、CPUは、装着者の歩行速度 $v_1$ を取得する(ステップ150)。

次に、CPUは、櫛板40の先端までの距離 $y$ をRAM(ステップ40の画像認識により計算済み)から読み出して取得する(ステップ155)。

#### 【0060】

次に、CPUは、予め記憶装置に記憶してある装着者の足裏サイズ $y_1$ を記憶装置から読み出して取得する(ステップ160)。

このように、踏板櫛板境目乗車方法では、予め装着者の足サイズをECU16に入力し、記憶媒体に記憶しておく。

#### 【0061】

20

次に、CPUは、乗車までの距離を $L_1 = y + y_1 / 2$ に補正してRAMに記憶する(ステップ165)。即ち、CPUは、踏板50までの距離を足裏サイズの半分だけ延長する。

次に、CPUは、踏板50までの到達時間 $T = L_1 / v_1$ を計算し、RAMに記憶する(ステップ170)。

次に、CPUは、踏板情報に含まれる繰出ピッチにより、 $T$ 秒後のエスカレータのサイクルを算出し、RAMに記憶する(ステップ175)。

#### 【0062】

次に、CPUは、 $T$ 秒後に踏板50が櫛板40より $y_1 / 2$ 以上出ているかを判断する(ステップ180)。

30

即ち、CPUは、現在の歩行速度で踏板50に乗った場合に、踏板50が櫛板40から足サイズの半分以上出ているか否かをエレベータのサイクルにより計算する。

#### 【0063】

踏板50が $y_1 / 2$ 以上出ている場合(ステップ180; Y)、CPUは、姿勢維持時間 $T_2$ を $T_2 = 0$ とし、これをRAMに記憶する(ステップ185)。姿勢維持時間 $T_2$ は、装着者の足の位置と踏板50のサイクルの差分を調節するための時間である。

一方、踏板50が $y_1 / 2$ 以上出していない場合(ステップ180; N)、CPUは、踏板50が $1 / 2$ 以上出る姿勢維持時間 $T_2$ を算出してRAMに記憶する(ステップ190)。

#### 【0064】

40

次に、CPUは、RAMに記憶した歩行速度 $v_1$ と補正した距離 $L_1$ を読み出し、 $v_1$ を変更せずに櫛板40と踏板50に足が半分ずつ乗るような歩幅と歩行ピッチを計算し、RAMに記憶する(ステップ195)。

次に、CPUは、RAMに記憶した歩幅と歩行ピッチに従って歩行アクチュエータ17を制御する(ステップ200)。

#### 【0065】

次に、CPUは、装着者の足が櫛板40と踏板50の上に存在するか否かを判断する(ステップ205)。

この判断は、RAMに記憶した到達時間 $T$ の経過を確認し、かつ、足が接地していることを歩行アクチュエータ17の角度などから確認することにより行われる。

50

また、この他に、櫛板 40 の先端では段差があるため、かかとからつま先にかけて下方に傾いていることを検出して当該判断を行ってもよい。

【0066】

装着者の足がまだ踏板 50 の上に乗っていない場合（ステップ 205；N）、ステップ 200 に戻って歩行アクチュエータ 17 の制御を続行する。

一方、装着者の足が踏板 50 の上に乗っている場合（ステップ 205；Y）、RAM に記憶した姿勢維持時間 T2 を読み出し、姿勢維持時間 T2 秒の間姿勢を維持する（ステップ 210）。

【0067】

これにより、装着者が踏板 50 に足の先半分を置いたとき、踏板 50 が半分以上出ている場合は、姿勢維持時間 T2 = 0 で姿勢を維持する時間が 0 となり、踏板 50 が半分以上出していない場合は、踏板 50 が半分以上出てくるまで姿勢維持時間 T2 秒の間姿勢を維持することになる。

【0068】

次に、CPU は、装着者の体の重心をつま先側へ移動するように歩行アクチュエータ 17 を制御する（ステップ 215）。

次に、CPU は、エスカレータ 300 の速度で他方の足を引きつけ、更に、一方の足と揃えて踏板 50 の上に直立するように歩行アクチュエータ 17 を制御する（ステップ 220）。

【0069】

以上では、踏板 50 が櫛板 40 から半分以上出ている場合に踏板 50 へ乗り移るように制御したが、更に細かく、例えば、踏板 50 が 4 分の 1 以上、5 分の 3 以下出ている場合に乗り移るように制御することができる。

【0070】

次に、櫛板中央降車方法について詳細に説明する。

図 8 (a) は、装着型ロボット 1 が櫛板中央降車方法によってエスカレータ 300 から降車する手順を説明するためのフローチャートである。

図 4 (a) と同じステップには、同じステップ番号を付し、説明を省略する。

CPU は、踏板情報の受信（ステップ 5、10）を行った後、画像処理によってエスカレータ 300 の終点に設置された櫛板 40 の先端までの距離を算出する（ステップ 16）

【0071】

次に、CPU は、歩幅歩行ピッチ算出処理にて、櫛板 40 に乗るための最適な歩幅と歩行ピッチを算出して RAM に記憶する（ステップ 22）。

ここで、最適な歩幅と歩行ピッチとは、装着者の足を櫛板 40 に乗せると共に、装着者の体に作用する負荷を最小限にする歩幅と歩行ピッチであり、降車時に装着者が前後にぶれないように慣性分を相殺するような歩幅と歩行ピッチである。

次に、CPU は、当該歩幅と歩行ピッチにて歩行アクチュエータ 17 を制御する。

【0072】

図 8 (b) は、ステップ 16 の櫛距離算出処理の手順を示したフローチャートである。

ステップ 30、35 は、図 4 (b) と同じである。

その後、CPU は、櫛板 40 までの距離を算出する（ステップ 41）。本方法では、装着型ロボット 1 は、装着者の足を櫛板 40 の平坦部 41 に着地させるため、櫛板 40 までの距離として、傾斜部 42 の開始位置までの距離（図 3 (e) の y に対応する位置までの距離）を計算する。

【0073】

図 9 は、ステップ 22 の歩幅歩行ピッチ算出処理を説明するためのフローチャートである。

まず、CPU は、踏板情報から速度 v1 を RAM から読み出して取得する（ステップ 250）。

10

20

30

40

50

次に、CPUは、ステップ41で算出した櫛板40までの距離L1をRAMから読み出して取得する(ステップ255)。

【0074】

次に、CPUは、櫛板40の先端への到達時間 $T1 = L1 / v1$ を算出してRAMに記憶する(ステップ260)。

次に、CPUは、装着者の歩幅S1をRAMから読み出して取得する(ステップ265)。歩幅S1は、装着者が平地で歩行している際にCPUが計測して過去データとしてRAMに記憶しておいたものである。過去データの平均値を取得してもよい。

【0075】

次に、CPUは、装着者の足裏サイズS2を記憶装置から読み出して取得する(ステップ270)。足裏サイズS2は、予め記憶装置に登録してあるものとする。

次に、CPUは、歩幅S1より足裏サイズS2が大きいかなかを判断する(ステップ275)。

【0076】

歩幅S1よりも足裏サイズS2が大きい場合(ステップ275; Y)、CPUは、歩幅をS2に設定し(ステップ280)、通常歩行時の速度v2が一定となるようにS2から歩行ピッチP1を $P1 = S2 / v1$ にて設定してRAMに記憶する(ステップ285)。

【0077】

一方、歩幅S1が足裏サイズS2以上の場合(ステップ275; N)、CPUは、歩幅をS1に設定し(ステップ290)、通常歩行時の速度v2が一定となるようにS1から歩行ピッチP1を $P1 = S1 / v1$ にて設定してRAMに記憶する(ステップ295)。

【0078】

このように設定したのは、以下の理由による。

高齢者などは、足の運動能力が低く、小さな歩幅で少しずつ歩く場合がある。装着者がこのような小さな歩幅で踏板50から櫛板40に移ろうとすると転倒する可能性が考えられる。

そこで、装着型ロボット1は、このような歩幅の小さい歩き方を「歩幅S1よりも足裏サイズが大きい場合」として判断し、降車時に強制的に歩幅を足裏幅に広げることとしたものである。

このように装着型ロボット1は、装着者を強制的に前進させることにより、立ち止まりによる将棋倒しなどを防止することができる。

【0079】

このように歩幅、歩行ピッチを設定した後、CPUは、到達時間T1が経過したか否かを判断する(ステップ300)。

到達時間T1が経過していない場合(ステップ300; N)、CPUは、ステップ300で監視を継続する。

一方、到達時間T1が経過した場合(ステップ300; Y)、CPUは、RAMに記憶した歩幅と歩行ピッチにて歩行アクチュエータ17を制御する(ステップ305)。

以上のようにして、装着型ロボット1は、装着者の歩行能力が低い場合でも、これを補って適切に降車させることができる。

【0080】

次に、踏板櫛板境目降車方法について詳細に説明する。

図10(a)は、装着型ロボット1が踏板櫛板境目降車方法によってエスカレータ300から降車する手順を説明するためのフローチャートである。

図4(a)と同じステップには、同じステップ番号を付し、説明を省略する。

CPUは、踏板情報の受信(ステップ5、10)を行った後、画像処理によってエスカレータ300の終点に設置された櫛板40の先端までの距離を算出する(ステップ17)

。

【0081】

次に、CPUは、足位置算出処理にて、踏板50から降車するにあたり、エネルギー口

10

20

30

40

50

スを最小限にするための足位置を算出してRAMに記憶する(ステップ23)。

次に、CPUは、歩行アクチュエータ17を駆動して降車動作を行う(ステップ25)

【0082】

図10(b)は、ステップ17の櫛板距離算出処理を説明するためのフローチャートである。

ステップ30、35は、図4(b)と同じである。

次に、CPUは、櫛板40までの距離を算出する(ステップ42)。本方法では、櫛板40の先端に達する前につま先を上げるため、櫛板40の先端までの距離(図3(e)のxに対応する位置までの距離)を計算する。

【0083】

更に、CPUは、傾斜部42による段差の高さH(xの位置に対するyの位置の高さ)をxとyの差分より算出し、RAMに記憶する(ステップ45)。この値は、降車地点でつま先を上げる高さを制御するのに用いられる。

【0084】

図11は、ステップ23の足位置算出処理を説明するためのフローチャートである。

まず、CPUは、踏板50の速度v1を踏板情報から取得する(ステップ350)。

次に、CPUは、櫛板40までの距離L1をRAMから読み出して取得する(ステップ355)。この距離L1は、装着者がつま先を上げておく必要から、櫛板40の先端までの距離である。

【0085】

次に、CPUは、予め記憶装置に登録してある装着者の足裏サイズS2を記憶装置から読み出して取得する(ステップ360)。

次に、CPUは、つま先が櫛板40の先端に到達するつま先到達時間 $T1 = L1 / v1$ を算出してRAMに記憶する(ステップ365)。

【0086】

次に、CPUは、櫛板40までの距離L1の補正值として $L2 = L1 + S2 / 2$ を算出してRAMに記憶する(ステップ370)。即ち、櫛板40の先端までの距離に足裏サイズS2の半分を足した値をエスカレータ終点までの距離L2とする。

次に、CPUは、足裏が櫛板40の先端に到達する足裏到達時間 $T2 = L2 / v1$ を算出してRAMに記憶する(ステップ375)。到達時間T1は、装着者の足裏の前方半分が櫛板40に達するまでの時間である。

【0087】

次に、CPUは、装着者の歩幅S1をRAMから読み出して取得する(ステップ380)。

次に、CPUは、つま先到達時間T1が経過したか否かを判断し(ステップ385)、つま先到達時間T1が経過していない場合は(ステップ385; N)、ステップ385でつま先到達時間T1が経過したか否かを監視する。

【0088】

一方、つま先到達時間T1が経過した場合(ステップ385; Y)、CPUは、RAMから段差の高さHを読み出して取得し、歩行アクチュエータ17で足首関節を制御して両足のつま先をHだけ持ち上げる(ステップ390)。

なお、余裕を見て、つま先到達時間T1が経過する所定時間前(例えば、1秒前)につま先を持ち上げてよい。

【0089】

次に、CPUは、足裏到達時間T2が経過したか否かを判断し(ステップ395)、足裏到達時間T2が経過していない場合は(ステップ395; N)、ステップ395で足裏到達時間T2が経過したか否かを監視する。

【0090】

一方、足裏到達時間T2が経過した場合(ステップ395; Y)、CPUは、歩行アク

10

20

30

40

50

チュエータ 17 を駆動して、通常の歩幅 S 1 で降車一步目の動作を行う（ステップ 400）。

なお、足裏が櫛板 40 の先端に到達したか否かの判断は、足裏到達時間 T 2 で行うほか、例えば、3 軸センサ 3 で前方方向の衝撃を検出することにより、足裏中央が櫛板 40 に当たったものと感知してもよい。

踏板櫛板境目降車方法は、歩幅が小さい場合でも歩幅を広げる必要がないため、歩幅が小さい装着者に適している。

#### 【0091】

以上に説明した、踏板中央乗車方法、踏板櫛板境目乗車方法、櫛板中央降車方法、踏板櫛板境目降車方法は、エスカレータ 300 のみならず、動く歩道に適用することもできる。

また、階段の段を検知して上り下りするように装着型ロボット 1 を構成することもできる。

更に、本実施の形態は、一例として装着者の歩行をアシストする場合について説明したが、自動歩行ロボットであってもよい。また、足の本数は 2 本に限らず、更に多くてもよい。

#### 【0092】

以上に説明した実施の形態により、次のような効果を得ることができる。

(1) 装着型ロボット 1 は、エスカレータ 300 などの乗口、降口において、櫛板 40 と踏板 50 の間の段差を画像認識することができる。

(2) 装着型ロボット 1 は、乗口では、踏板 50 までの距離、降口では櫛板 40 までの距離を画像認識によって計測し、また、踏板情報（踏板 50 の速さ、繰出ピッチ）を取得することにより、歩行アクチュエータ 17 で装着者の意図に関係なく強制的に制御介入してエスカレータ 300 に乗降することができる。

(3) 装着型ロボット 1 は、装着者の歩行動作に強制的に制御介入するため、装着者の判断力や感覚が衰えている場合でも安全な移動を実現することができる。

(4) 照明器具は、特別な事情がない限り固定された場所で使われることを利用し、装着型ロボット 1 は、エスカレータ 300 の乗降口に設置された照明設備より、踏板情報を受信して得ることができる。また、施設側は、既存の設備を用いて踏板情報を送信することができるため、設備投資を低減することができる。

(5) 装着型ロボット 1 は、2 種類の乗車方法、及び、2 種類の降車方法に対応しており、装着者は、好みの方法を選択することができる。

#### 【0093】

また、以上に説明した実施の形態により、次の構成を得ることができる。

装着型ロボット 1 は、2 本の歩行アシスト部 2 を用いて床や道路など、歩行の対象となる歩行基準面を歩行するため、少なくとも 2 本の足部を駆動して歩行基準面を歩行する歩行制御手段を備えている。

また、装着型ロボット 1 は、光源装置 4 によって前進方向の床面などに所定パターンの光を照射し、その像を撮像カメラ 5 で撮像するため、光源から所定パターンの光を前進方向の前記歩行基準面に照射する照射手段と、前記照射した光によって前記歩行基準面に投影された像を撮像する撮像手段を備えている。

更に、装着型ロボット 1 は、投影像 26 の歪みから画像認識を用いて櫛板 40 と踏板 50 の間に生じている段差を検出するため、前記撮像した像の前記所定パターンからの歪みを用いて前記歩行基準面に対する段差を検出する段差検出手段を備えている。

また、エスカレータ 300 に乗車する場合、櫛板 40 が手前側の歩行基準面、踏板 50 が向こう側の歩行基準面として機能し、降車する場合は、踏板 50 が手前側の歩行基準面、櫛板 40 が向こう側の歩行基準面として機能し、装着型ロボット 1 は、段差までの距離などを基準にして歩幅や歩行ピッチを制御して歩行するため、前記歩行制御手段は、前記検出した段差の手前側から向こう側に歩行する際に、前記検出した段差を基準にして前記足部を制御している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 4 】

また、エスカレータ 3 0 0 に乗車する場合は、櫛板 4 0 と踏板 5 0 の段差において、踏板 5 0 が前進方向に動いており、降車する場合は、櫛板 4 0 が装着者に対して前進方向と逆の方向に相対運動しているため、前記向こう側の歩行基準面は、前記段差において前記前進方向に沿って動いている。

そして、装着型ロボット 1 は、乗車する場合は、踏板 5 0 までの距離、及び踏板 5 0 の速度と繰出ピッチに同期し、降車する場合は、櫛板 4 0 までの距離、及び装着者に対する櫛板 4 0 の相対速度による見かけの速度に同期して歩行アシスト部 2 を駆動するため、前記歩行制御手段は、前記向こう側の歩行基準面の動きに同期して前記足部を前記向こう側の歩行基準面に置くように前記足部を制御している。

10

## 【 0 0 9 5 】

また、装着型ロボット 1 は、照明 1 0 0 などから、踏板情報（同期情報として機能している）を受信するため、前記足部を前記向こう側の歩行基準面の動きに同期させるための同期情報を受信する同期情報受信手段を備えている。

そして、装着型ロボット 1 は、踏板情報に含まれる踏板 5 0 の速度や繰出ピッチを用いて踏板 5 0 に乗ったり、櫛板 4 0 へ降りたりするため、前記歩行制御手段は、前記受信した同期情報を用いて前記足部を前記向こう側の歩行基準面の動きに同期させている。

## 【 0 0 9 6 】

また、装着型ロボット 1 は、足部から段差（櫛板 4 0 の先端、あるいは、傾斜部 4 2 の開始位置）までの距離を検出するため、前記段差検出手段は、前記足部から前記段差までの距離を検出している。

20

## 【 0 0 9 7 】

また、装着型ロボット 1 は、エスカレータ 3 0 0 や動く歩道の開始位置と終了位置における櫛板 4 0 と踏板 5 0 の間の段差を検出するため、前記段差は、エスカレータ、又は、動く歩道の開始位置、又は終了位置における可動部分（踏板 5 0 ）と静止部分（櫛板 4 0 ）の間に生じる段差とすることができる。

## 【 0 0 9 8 】

また、装着型ロボット 1 は、照明 1 0 0 の光に含まれる踏板情報を受信するため、前記同期情報受信手段は、照明器具が発する光によって同期情報を受信している。

## 【 符号の説明 】

30

## 【 0 0 9 9 】

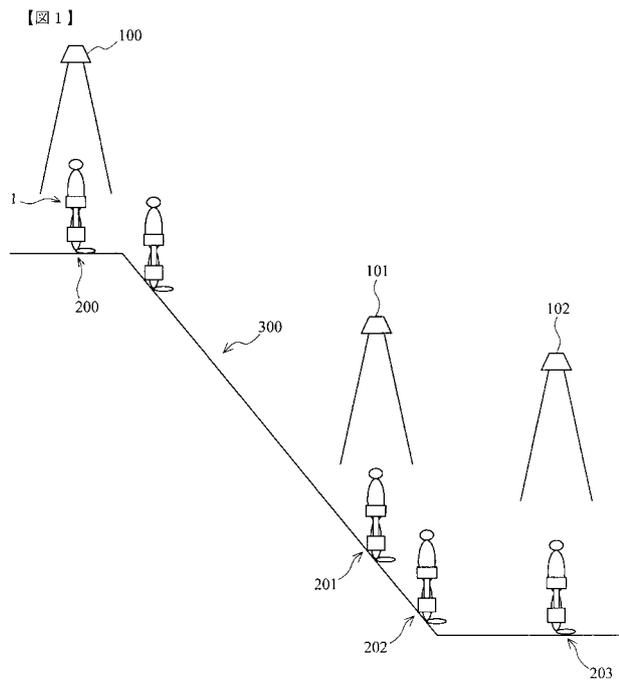
- 1 装着型ロボット
- 2 歩行アシスト部
- 3 3 軸センサ
- 4 光源装置
- 5 撮像カメラ
- 6 3 軸アクチュエータ
- 7 腰部装着部
- 8 連結部
- 9 撮像ユニット
- 10 無線通信装置
- 15 装着ロボットシステム
- 16 ECU
- 17 歩行アクチュエータ
- 26 投影像
- 31 画面フレーム
- 40 櫛板
- 41 平坦部
- 42 傾斜部
- 50 踏板

40

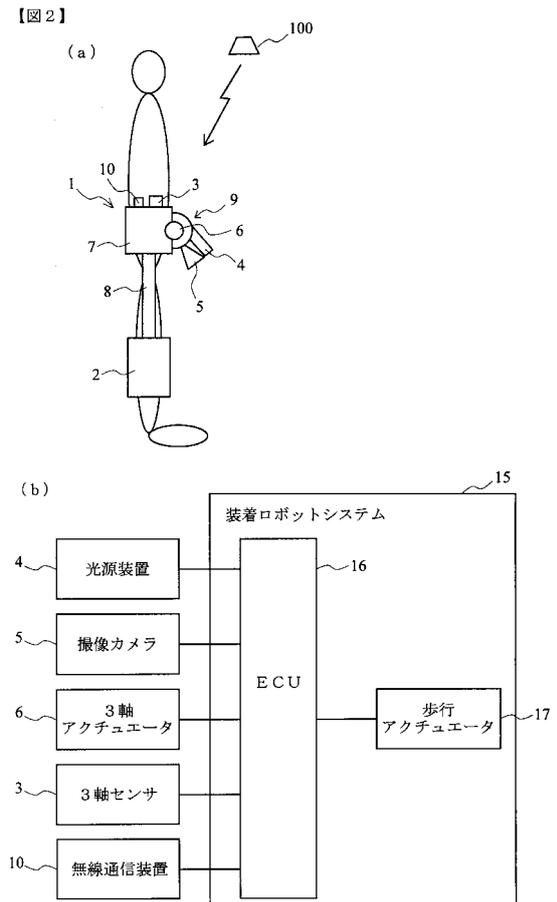
50

- 100 ~ 102 照明
- 200 ~ 203 位置
- 300 エスカレータ

【図1】

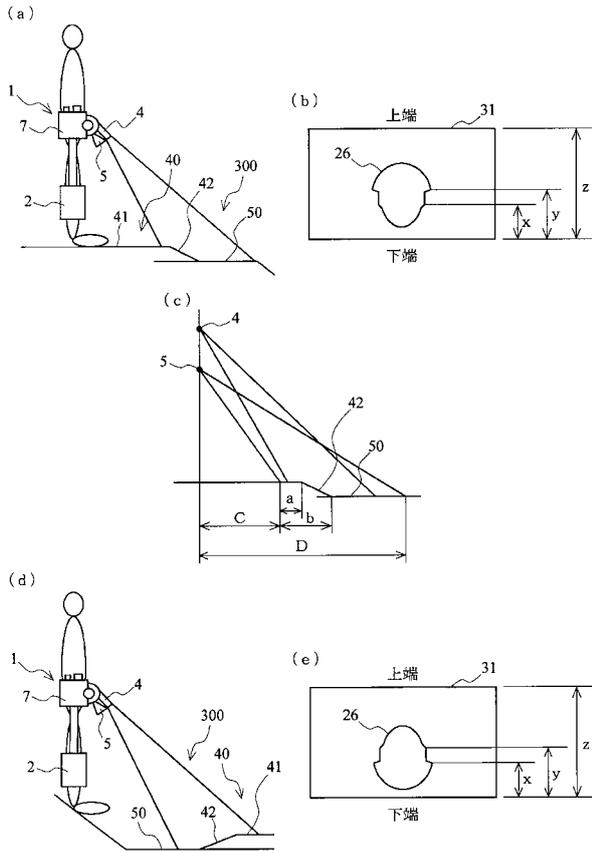


【図2】



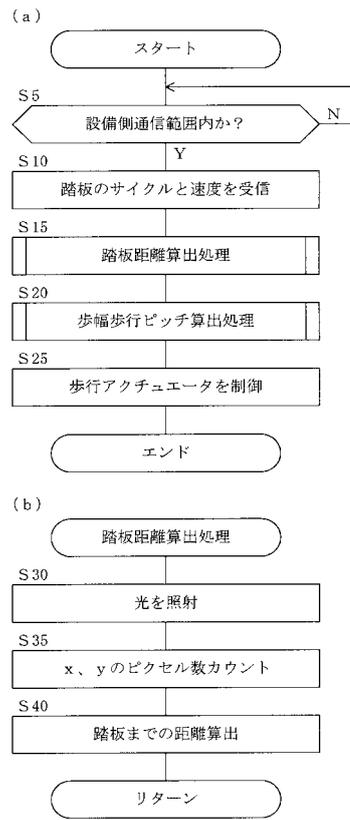
【図3】

【図3】



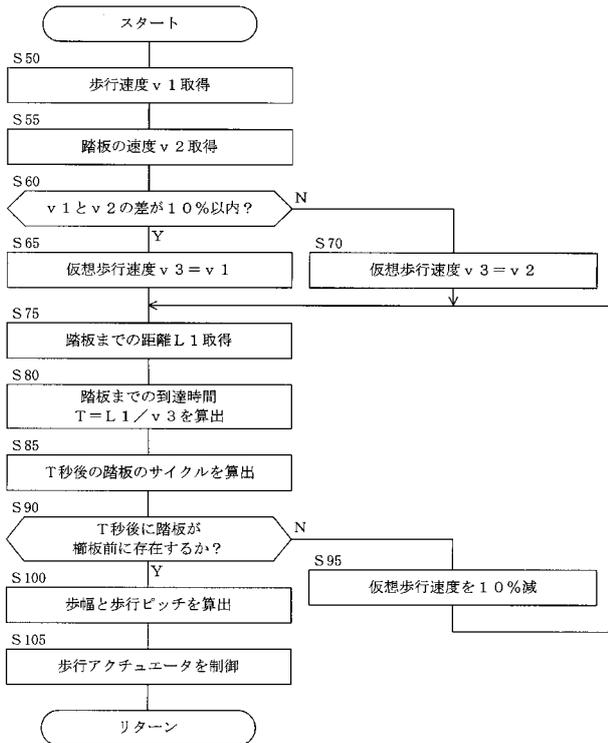
【図4】

【図4】



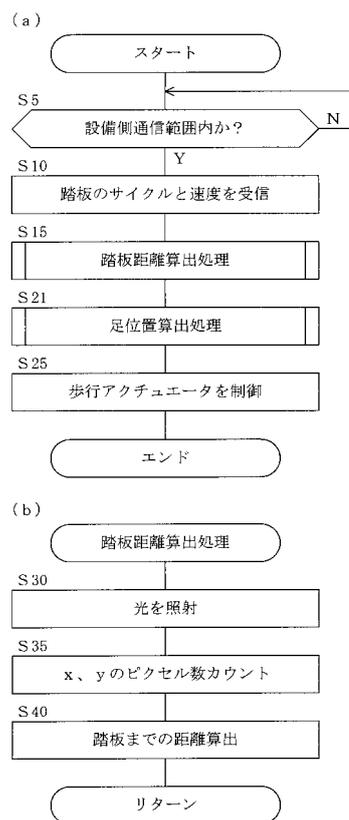
【図5】

【図5】

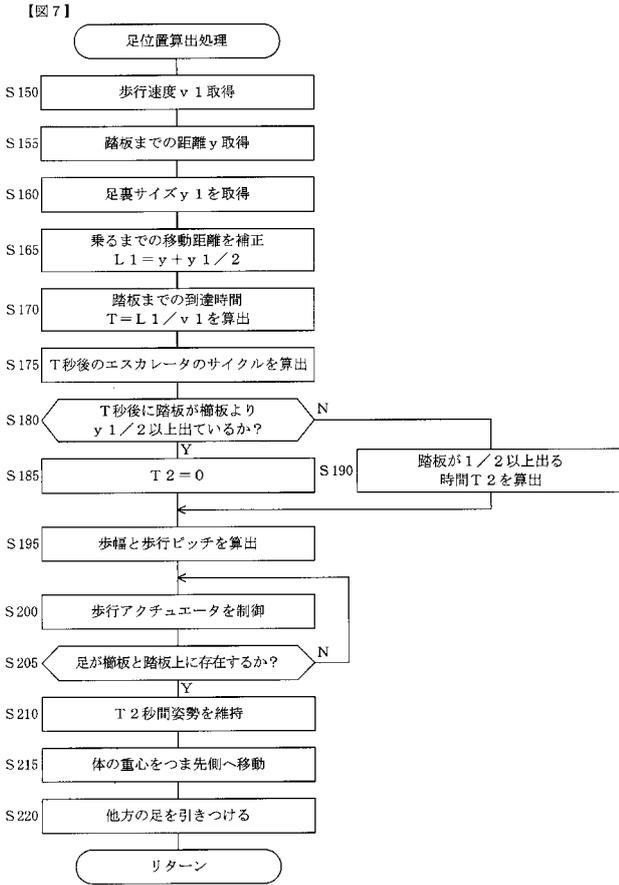


【図6】

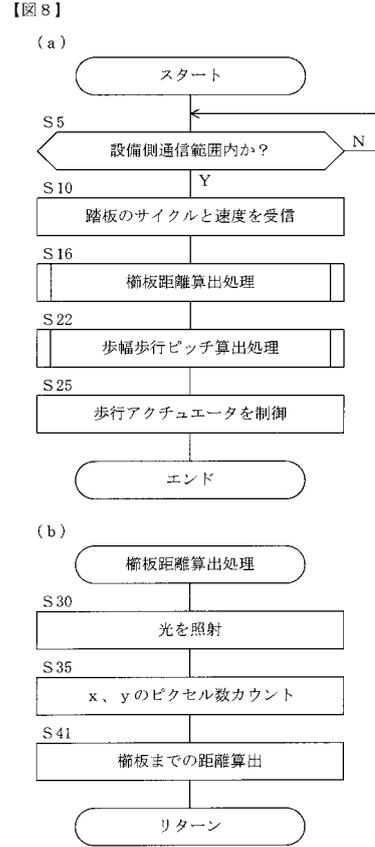
【図6】



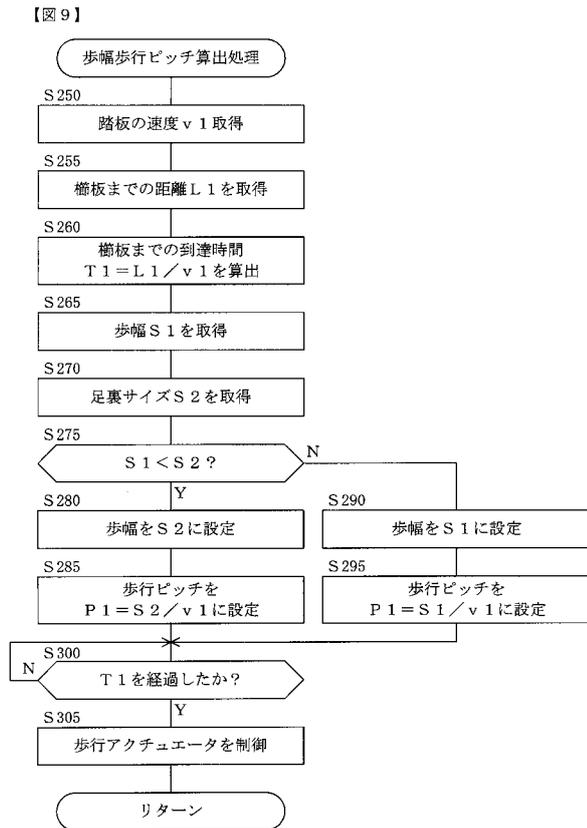
【 図 7 】



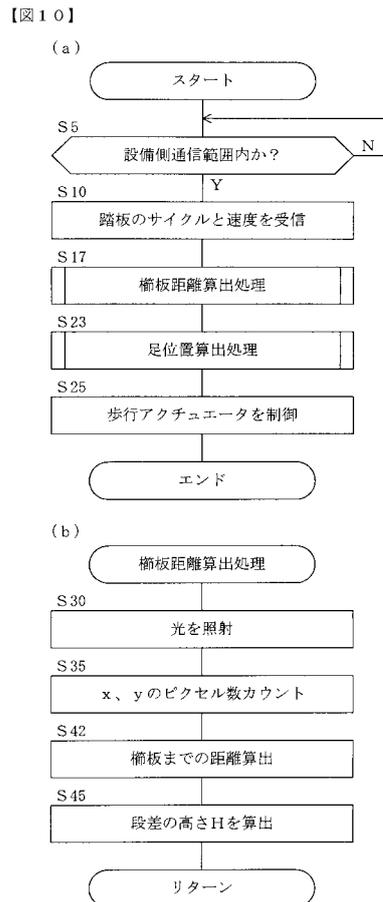
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【図 11】

【図 11】

