



明 細 書

発明の名称：手押し車

技術分野

[0001] この発明は、車輪を備えた手押し車に関し、特に車輪を駆動、制御する手押し車に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、車輪を駆動、制御して倒立振子制御を行う移動体が知られている（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] また、特許文献2には、キャストの前輪にバネを介して接続された補助輪を有する4輪歩行補助車が記載されている。特許文献2の4輪歩行補助車は、段差が存在した場合にバネが伸び、補助輪が先に乗り上げることで段差を乗り越えやすくしたものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-168236号公報

特許文献2：特許第4344655号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 倒立振子制御を行う移動体では、駆動する車輪に大きな荷重がかかるため、段差を乗り越えることが難しいという課題がある。

[0006] 一方で、特許文献2のような装置では、左右の車輪にかかる荷重が異なると片側のキャストだけ高さが変わる可能性があり、転倒する可能性がある。

[0007] そこで、この発明は、倒立振子制御を行う手押し車において、段差を乗り越えやすくすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の手押し車は、車輪と、前記車輪を駆動する駆動部と、前記駆動部の動作を制御する制御部と、前記車輪を回転可能に支持する本体部と、前記

本体部に把持部と、前記本体部のピッチ方向の傾斜角の角度変化または角速度変化を検出する第1センサ部と、段差検知の有無を受け付ける段差検知入力部と、を備えている。

[0009] そして、前記制御部は前記第1センサ部の出力に基づいて、前記本体部のピッチ方向の傾斜角の目標値に対する角度変化が0になるように前記駆動部の動作を制御する第1の制御モードと、前記第1の制御モードに比べて、前記駆動部に印加されるトルクが大きい第2の制御モードと、を有し、前記段差検知入力部の出力に基づいて、前記第1の制御モードと前記第2の制御モードとを切り替えることを特徴とする。

[0010] 第1の制御モードでは、倒立振子制御により、本体部の姿勢を鉛直方向あるいは鉛直に近い方向に維持する。この第1の制御モードでは、当該手押し車が自立した状態となる。この第1の制御モードにおいて、例えばスイッチにより段差が有る旨を入力すると、駆動部に印加されるトルクが大きくなる第2の制御モードに変化する。この場合、通常よりも高速に移動することになるため、通常の倒立振子制御の状態では乗り越えることが難しい段差が存在する場合であっても乗り越えやすくなる。

[0011] なお、第2の制御モードでは、本体部のピッチ方向の傾斜角の目標値を手押し車の進行方向に対して順方向に再設定することで、本体部の姿勢を前傾にすることが望ましい。前傾姿勢にすると、倒立振子制御により車輪を前方に移動させるトルクが働く。したがって、このトルクにより段差を乗り越えやすくする。また、通常よりも高速で移動する場合、段差乗り越え時に後傾姿勢になる可能性があるため、前傾姿勢にすることで、段差を乗り越えた後に本体部の姿勢を鉛直方向あるいは鉛直に近い方向になる効果もある。また、この場合、本体部のピッチ方向の傾斜角の目標値の再設定して前傾姿勢に変更した後にオフセットトルクを加えることが好ましい。

[0012] また、第1の制御モードから第2の制御モードへの移行時に、一定時間、倒立振子制御を停止して手押し車を後進させ、その後、第2の制御モードに移行する態様も可能である。ユーザーは、歩行時に把持部を常に手で保持し

ている。したがって、一定時間、倒立振子制御を停止して手押し車を後進させると、把持部の進行方向の位置は変わらず、車輪のみ後進するため、本体部を前傾姿勢にすることが可能となる。

[0013] なお、段差検知入力部は、例えばスイッチ等から段差が有る旨の入力を受け付ける。スイッチは、把持部に設けられた複数の押しボタン型のスイッチであってもよいし、把持部に設けられたポテンショメータまたはエンコーダを用いた回転型スイッチであってもよい。なお、これらのスイッチは、段差検知入力を受け付けた後に、初期状態に戻ることが好ましい。スイッチの初期状態への復帰方法は、例えばバネのような弾性体を内蔵することで実現が可能である。

[0014] また、段差検知入力部は、段差を検知する第2センサ部である態様も可能である。段差を検知するには、例えば超音波センサや赤外線センサ等の測距センサ、あるいは段差に車輪が衝突した際の衝撃を検知するショックセンサ、加速度センサ、角速度センサ、傾斜角センサ等を用いる。

[0015] また、第2センサ部は、車輪が停止したことを検知する車輪停止検知部を含むことも可能である。車輪の停止を検知するには、例えばロータリエンコーダで車輪の回転を検出する。車輪停止検知部は、ロータリエンコーダの出力値が0あるいは急峻な変化を検出した場合に、車輪が停止したと判断する。また、前記第2センサ部が測距センサである場合、制御部は、測距センサによって検知された段差までの距離に基づいて、段差乗り越えが可能か否かを判別することが好ましい。

[0016] さらに、第2センサ部は、進行方向にある段差の高さを検知する段差高さ検知センサであることが好ましい。この場合、制御部は、段差高さ検知センサが所定の閾値以上の高さの段差を検知した際に段差ありと判断し、第1の制御モードから第2の制御モードに切り替える。

[0017] また、制御部は、段差ありと判断した際に、段差検知センサが検知した段差の高さの情報に基づいて、段差乗り越え可能か否かを判断し、段差乗り越え可能と判断したときのみ第1の制御モードから第2の制御モードに切り替

えることが好ましい。

[0018] また、制御部は、測距センサが検知された段差までの距離が所定範囲内である場合に、第1の制御モードから第2の制御モードに切り替えることが好ましい。

発明の効果

[0019] この発明によれば、倒立振子制御を行う手押し車において、段差を乗り越えやすくすることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]手押し車の外観図である。

[図2]手押し車の構成を示す制御構成図である。

[図3]制御部21の機能的構成を示すブロック図である。

[図4]段差乗り越え時の手押し車の動作を示した概略説明図である。

[図5]段差乗り越え時の手押し車の動作を示したフローチャートである。

[図6]高さ検出の一例を示す図である。

[図7]変形例1の動作を示した概略説明図である。

[図8]変形例1の動作を示したフローチャートである。

[図9]変形例2の動作を示した概略説明図である。

[図10]変形例2の動作を示したフローチャートである。

[図11]応用例に係る手押し車の外観図である。

[図12]応用例に係る手押し車の構成を示す制御構成図である。

[図13]制御部21の機能的構成を示すブロック図である。

[図14]地面傾斜角、本体傾斜角度、および交差角度の関係を示す図である。

[図15]高さ検出の応用例を示す図である。

[図16]利用者が、把持部に設けられたユーザI/F27を用いて段差が有る旨を入力する場合の例を示す図である。

[図17]段差の高さおよび段差との距離の検出を詳細に行う場合の制御部21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

[0021] 図1は、本発明の実施形態に係る手押し車1の外観図である。図2は、手押し車1の構成を示すブロック図である。

[0022] 手押し車1は、例えば、直方体形状の本体部10を備えている。本体部10は、鉛直方向（図中Z，－Z方向）に長く、奥行き方向（図中Y，－Y方向）に短い形状である。本体部10は、内部に制御用の基板や電池等を内蔵している。

[0023] 本体部10の鉛直下方向（－Z方向）の下部のうち、左右（図中X，－X方向）の端部には、2つの車輪11が取り付けられている。2つの車輪11は、同じ軸に取り付けられ、同期して回転する。ただし、2つの車輪11は、それぞれ個別に駆動させ、回転させることも可能である。また、この実施形態においては、車輪11は2輪である例を示しているが、1輪あるいは3輪以上であってもよい。

[0024] また、本体部10の鉛直方向上部には、例えば、円筒形状の支柱15の一端が取り付けられ、支柱15の他端には、T字型のグリップ部16が取り付けられている。グリップ部16の上面には、電源スイッチ等のユーザインタフェース（図2に示すユーザI/F27）が設けられている。ユーザは、グリップ部16を握る、あるいは前腕等をグリップ部16に載せ、グリップ部と前腕等の摩擦により、手押し車1を使用する。

[0025] なお、本体部10は、実際にはカバーが取り付けられ、内部の基板等が外観上見えないようになっている。

[0026] 次に、手押し車1の構成および基本動作について説明する。図2に示すように、手押し車1は、傾斜角センサ20、制御部21、ROM22、RAM23、ジャイロセンサ24、段差検知センサ25、車輪駆動部26、ユーザI/F27、およびロータリエンコーダ28を備えている。

[0027] 制御部21は、手押し車1を統括的に制御する機能部であり、ROM22に記憶されているプログラムを読み出し、当該プログラムをRAM23に展開することで種々の動作を実現する。傾斜角センサ20は、本体部10のピッチ方向（図1における車輪11の軸を中心とする回転方向）の鉛直方向に

対する傾斜角を検知し、制御部 21 に出力する。ジャイロセンサ 24 は、本体部 10 のピッチ方向の角速度を検知し、制御部 21 に出力する。ロータリエンコーダ 28 は、車輪 11 の回転角度に応じた出力値を制御部 21 に出力する。段差検知センサ 25 は、手押し車 1 の進行方向に存在する段差を検知するセンサであり、例えば超音波センサ、赤外線センサ、ショックセンサ、加速度センサ、角速度センサ、傾斜角センサ等からなる。

[0028] 図 3 は、制御部 21 の機能的構成を示したブロック図である。制御部 21 は、機能的に本体部傾斜角度制御器 212、本体部傾斜角速度制御器 213、および段差検知入力部 214 を備えている。本体部傾斜角度制御器 212 は、目標の傾斜角度（例えば 0 度）と、傾斜角センサ 20 から入力された現時点の本体部 10 の傾斜角度と、の差分値を入力し、この差分値が 0 となるような本体部 10 の傾斜角速度を算出する。そして、本体部傾斜角速度制御器 213 は、本体部傾斜角度制御器 212 で算出された傾斜角速度と、ジャイロセンサ 24 から入力された現時点の本体部 10 の傾斜角速度と、の差分値を入力し、この差分値が 0 となるような印加トルクを算出する。このようにして算出されたトルクが車輪駆動部 26 に入力される。

[0029] 図 2 において、車輪駆動部 26 は、車輪 11 に取り付けられた軸を回転させるモータを駆動する機能部であり、上記本体部傾斜角速度制御器 213 で算出されたトルクを車輪 11 のモータに印加し、車輪 11 を回転させる。

[0030] このようにして、手押し車 1 は、第 1 の制御モードとして、倒立振子制御を行い、本体部 10 の姿勢を一定に保つように制御する。仮に、ユーザが手押し車 1 を進行方向に対して順方向に押す動作を行うと、本体部 10 の傾斜角度が目標傾斜角度に対して順方向に傾くことになるため、本体部 10 の傾斜角度を目標傾斜角度に維持するために、車輪 11 を順方向に回転させるトルクが働く。これにより、ユーザの移動に追従して手押し車 1 も移動する。

[0031] なお、ここでは、本体部 10 のピッチ方向の傾斜角の角度変化を検知する手段として、ジャイロセンサ 24 および傾斜角センサ 20 を用いる例を示したが、加速度センサを用いることも可能であるし、どのようなセンサを用い

てもよい。

[0032] そして、制御部 21 は、段差の有無に応じて、第 1 の制御モードと第 2 の制御モードとを切り替える。すなわち、図 3 において、段差検知入力部 214 は、段差検知センサ 25（またはユーザ I / F 27）から段差検知の入力を受け付けた場合に、上記印加トルクにオフセットトルクを加算する。制御部 21 は、オフセットトルクを加算する第 2 の制御モードを実行することで、手押し車 1 が通常の倒立振子制御よりも高速に移動することになるため、通常の倒立振子制御の状態では乗り越えることが難しい段差が存在する場合であっても乗り越えやすくなる。

[0033] 図 4 は、段差乗り越え時の手押し車 1 の動作を示した概略説明図であり、図 5 は、段差乗り越え時の手押し車 1 の動作を示したフローチャートである。制御部 21 は、図 4（A）に示すように、通常は第 1 の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。そして、制御部 21 は、段差検知センサ 25 が段差を検知した場合（s 11）、乗り越え可能な高さの段差であるか否かを判断する（s 12）。ただし、s 12 の処理は必須ではなく、省略してもよい。

[0034] 図 6 は、高さ検出の一例を示す図である。この図 6 は、段差検知センサ 25 が超音波センサである場合の例を示している。段差検知センサ 25 は、超音波を送信してから反射波を受信するまでの時間差に基づいて、進行方向の地面との距離 L_2 を測定する。制御部 21 は、この測定した距離 L_2 を用いて段差の高さ h を求める。高さ h は、 $h = L_1 - L_2 \cos \theta_1$ の式に基づいて算出することができる。制御部 21 は、この高さ h が車輪 11 の半径未満である場合、乗り越えられる段差であると判断し、半径以上である場合は乗り越えられない段差であると判断する。なお、乗り越えられる段差高さの判定閾値は、タイヤの半径以外にも、使用するモータの最大トルクの制約なども影響するため、事前に実験をして求めた値を用いてもよい。

[0035] 図 5 に戻り、制御部 21 は、乗り越えられない段差であると判断した場合、LED や LCD、あるいは音声により、ユーザに乗り越え不可である旨を

通知し（s 13）、動作を終える。

[0036] 一方、制御部21は、乗り越えられる段差であると判断した場合、第2の制御モードに切り替える。これにより、オフセットトルクが加算され、図4（B）に示すように段差の直前で通常の倒立振子制御よりも高速に移動することになり、段差を乗り越えやすくなる。ただし、図4（B）に示すように、オフセットトルクが加算されると、本体部10の傾斜角度が一時的に目標傾斜角からずれて、手押し車1の進行方向に対して逆方向に傾くことになる。

[0037] そして、制御部21は、第2の制御モードに切り替えてから所定時間が経過したか否かを判断し（s 15）、所定時間経過後に第1の制御モードに復帰する（s 16）。なお、制御部21は、このs 15の処理において、段差検知センサ25が段差を検知しない状態（例えば高さhがしきい値未満である場合）が所定時間以上経過した場合に、段差を超えたと判断して第1の制御モードに復帰するようにしてもよい。所定時間経過後に段差検知センサ25が段差を検知している場合も第1の制御モードに復帰するが、当該段差を検知しなくなるまでは、第2の制御モードに切り替えることがないようにする。

[0038] 以上のようにして、図4（C）に示すように段差を乗り越え、再び通常の第1の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。なお、第2の制御モードから第1の制御モードに切り替える場合、オフセットトルクを徐々に小さくすることで第1の制御モードに復帰することが好ましい。また、オフセットトルクは、本体部10の傾斜角度または角速度の変化に応じて調整されることが好ましい。

[0039] なお、制御部21は、ユーザがユーザI/F27のスイッチ等を介して段差が有る旨を入力すると、第2の制御モードに切り替える動作を行ってもよい。

[0040] 次に、図7は、変形例1に係る段差乗り越え時の手押し車1の動作を示した概略説明図である。

[0041] この例では、本体部 10 のピッチ方向の目標傾斜角度を、手押し車 1 の進行方向に対して順方向に再設定することで、図 7 (B) に示すように手押し車 1 を前傾姿勢にする。このように第 2 の制御モードに移行するよりも前に前傾姿勢にすることで、オフセットトルクが加算されたときに、図 7 (C) に示すように本体部 10 のピッチ方向の傾斜角度が進行方向に対して逆方向に傾くことを防止する。

[0042] なお、この場合、オフセットトルクを加えなくとも、倒立振子制御により車輪を前方に移動させるトルクが働くため、通常よりも高速に移動することになり、段差を乗り越えやすくなることができる。

[0043] 図 8 は、変形例 1 に係る段差乗り越え時の手押し車 1 の動作を示したフローチャートである。制御部 21 は、図 7 (A) に示したように、通常は第 1 の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。そして、制御部 21 は、段差検知センサ 25 が段差を検知した場合 (s 21)、乗り越え可能な高さの段差であるか否かを判断する (s 22)。乗り越え可能であるか否かの判断手法は、例えば図 6 に示した手法を用いる。乗り越え不可能な高さの段差であった場合は、乗り越え不可能である旨をユーザに通知し (s 23)、動作を終了する。ただし、s 22 の処理は必須ではなく、省略してもよい。

[0044] 一方、制御部 21 は、乗り越えられる段差であると判断した場合、段差との距離が第 1 のしきい値 α 以下であるか否かを判断する (s 24)。段差との距離が所定のしきい値 α 以下であると判断した場合、本体部 10 の目標傾斜角度を、手押し車 1 の進行方向に対して順方向に再設定することで、図 7 (B) に示すように手押し車 1 を前傾姿勢にする (s 25)。

[0045] そして、制御部 21 は、段差との距離が第 2 のしきい値 β ($\beta < \alpha$) 以下であるか否かを判断する (s 26)。段差との距離が所定のしきい値 β 以下であると判断した場合、第 2 の制御モードに切り替える (s 27)。これにより、オフセットトルクが加算され、図 7 (C) に示すように段差の直前で通常の倒立振子制御よりも高速に移動することになり、段差を乗り越えやすくなる。この場合、本体部 10 の傾斜角度が進行方向に対して逆方向に傾く

ことを防止する。

[0046] そして、制御部 21 は、第 2 の制御モードに切り替えてから所定時間が経過したか否かを判断し（s 28）、所定時間経過後に第 1 の制御モードに復帰する（s 29）。なお、この例においても、段差検知センサ 25 が段差を検知しない状態（例えば高さ h がしきい値未満である場合）が所定時間以上経過した場合に、段差を超えたと判断して第 1 の制御モードに復帰するようにしてもよい。所定時間経過後に段差検知センサ 25 が段差を検知している場合も第 1 の制御モードに復帰するが、当該段差を検知しなくなるまでは、第 2 の制御モードに切り替えることがないようにする。

[0047] 次に、図 9 は、変形例 2 に係る段差乗り越え時の手押し車 1 の動作を示した概略説明図である。

[0048] この例では、第 1 の制御モードから第 2 の制御モードへの移行時に、一定時間、第 1 の制御モードを停止して車輪 11 を手押し車 1 の進行方向に対して後進させ、その後、第 2 の制御モードに移行することで、段差を乗り越える手法である。

[0049] また、この例では、段差との衝突を検知したことをトリガとして第 2 の制御モードに移行する。この場合、段差検知センサ 25 は、段差と手押し車 1 が接触した衝撃を検出するショックセンサや加速度センサを用いることが好ましい。なお、制御部 21 は、傾斜角センサ 20、またはロータリエンコーダ 28 を用いて段差との衝突を検知することも可能である。手押し車 1 は、平地を走行する場合、車輪 11 の角速度はほぼ一定であり、急激な変動はない。一方、手押し車 1 が段差に衝突すると、車輪 11 の角速度が大きく変化（低下）する。したがって、制御部 21 は、ロータリエンコーダ 28 から入力される車輪 11 の回転角度に基づいて車輪 11 の角速度を算出し、当該車輪 11 の角速度が急激に変化した場合に段差に衝突したと判断する。また、段差に衝突した場合には、一時的に車輪 11 が停止するため、ロータリエンコーダ 28 の出力変化値が 0 になった場合に段差に衝突したと判断してもよい。この場合、ロータリエンコーダ 28 は、車輪が停止したことを検知する

車輪停止検知部として機能する。また、段差に衝突した場合には、一時的に本体部 10 のピッチ方向の傾斜角度も大きく変化するため、制御部 21 は、傾斜角センサ 20 から入力されるピッチ方向の傾斜角度が急激に変化した場合に段差に衝突したと判断してもよい。また、制御部 21 は、一時的に本体部 10 の進行方向の加速度、あるいはピッチ方向の角速度が急激に変化した場合に段差に衝突したと判断してもよい。

[0050] 図 10 は、変形例 2 に係る段差乗り越え時の手押し車 1 の動作を示したフローチャートである。制御部 21 は、図 9 (A) に示したように、通常は第 1 の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。そして、制御部 21 は、段差との接触を検知した場合 (s 31)、乗り越え可能な高さの段差であるかを判断する (s 32)。乗り越え可能であるか否かの判断手法は、例えば図 6 に示した手法を用いる。ただし、s 32 の処理は必須ではなく、省略してもよい。

[0051] 制御部 21 は、乗り越え不可能な高さの段差であった場合は、乗り越え不可能である旨をユーザに通知し (s 33)、動作を終了する。

[0052] 一方、制御部 21 は、乗り越えられる段差であると判断した場合、図 9 (B) に示すように、第 1 の制御モードを停止して車輪 11 を手押し車 1 の進行方向に対して後進させる (s 34)。その後、制御部 21 は、第 2 の制御モードに切り替える (s 35)。これにより、段差の直前から高速に移動することになり、段差を乗り越えやすくなる。

[0053] そして、制御部 21 は、第 2 の制御モードに切り替えてから所定時間が経過したか否かを判断し (s 36)、所定時間経過後に第 1 の制御モードに復帰する (s 37)。以上のようにして、図 9 (C) に示すように段差を乗り越え、再び通常の第 1 の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。

[0054] なお、変形例 2 においても、ユーザがユーザ I / F 27 のスイッチ等を利用して段差が有る旨を入力すると、一定時間、第 1 の制御モードを停止して車輪 11 を手押し車 1 の進行方向に対して後進させ、その後、第 2 の制御モードに移行することで、段差を乗り越える態様としてもよい。

[0055] 次に、図 1 1 は、応用例に係る手押し車 1 A の外観図である。図 1 と共通する構成については同一の符号を付し、説明を省略する。この応用例に係る手押し車 1 A は、本体部 1 0 の背面（－Y 方向）に、棒状の支持部 1 2 の一端が取り付けられている。支持部 1 2 の一端は、本体部 1 0 に回転可能に接続されている。支持部 1 2 の他端には、補助輪 1 3 が取り付けられている。支持部 1 2 は、本体部 1 0 が鉛直方向から大きく傾いた状態となった場合に、接地され、本体部 1 0 を支持するものであり、本体部 1 0 の転倒を防止するためのものである（図 3（B）を参照）。なお、補助輪 1 3 は、本発明において必須の構成ではないが、補助輪 1 3 を設けることで、電源オフ時に本体部 1 0 が鉛直方向から大きく傾いた状態となった場合においても、車輪 1 1 および補助輪 1 3 が接地されることにより、当該手押し車 1 A を手押し車として使用することができる。また、支持部 1 2 および補助輪 1 3 は、二つ以上であってもよい。また、本体部 1 0 の背面と支持部 1 2 の取り付け位置は、車輪 1 1 の回転軸上であってもよい。

[0056] 図 1 2 は、応用例に係る手押し車 1 A の構成を示すブロック図である。図 2 と共通する構成については同一の符号を付し、説明を省略する。応用例に係る手押し車 1 A は、支持部用ロータリエンコーダ 2 9 を備えている。支持部用ロータリエンコーダ 2 9 は、本体部 1 0 と支持部 1 2 とのなす角度である交差角度を検知し、検知結果を制御部 2 1 に出力する。応用例に係る手押し車 1 A は、支持部用ロータリエンコーダ 2 9 を用いて地面の傾斜角度を考慮した倒立振子制御を行うものである。

[0057] 図 1 3 は、応用例に係る制御部 2 1 の機能的構成を示したブロック図である。図 3 と共通する構成については同一の符号を付し、説明を省略する。制御部 2 1 は、斜度推定部 2 1 5 を備えている。斜度推定部 2 1 5 は、支持部用ロータリエンコーダ 2 9 の値（すなわち、本体部 1 0 と支持部 1 2 の交差角度）と、傾斜角センサ 2 0 の値（すなわち、鉛直方向に対する本体部 1 0 の傾斜角度）を入力し、地面傾斜角を推定する。

[0058] 図 1 4 に示すように、本体部 1 0 と支持部 1 2 の交差角度を θ_1 、地面と垂

直方向に対する本体部 10 の傾斜角度を θ_2 、本体部 10 の長さ（本体部 10 と支持部 12 の交差位置から車輪 11 までの長さ）を L_1 、支持部 12 の長さ（本体部 10 と支持部 12 の交差位置から補助輪 13 までの長さ）を L_2 とすると、 $L_1 \cos \theta_2 = L_2 \cos (\theta_1 - \theta_2)$ の関係から、地面と垂直方向に対する本体部 10 の傾斜角度 θ_2 は、

[0059] [数1]

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{L_1 - L_2 \cos \theta_1}{L_2 \sin \theta_1} \right)$$

[0060] の計算式により算出することができる。地面傾斜角 θ_h は、鉛直方向に対する本体部 10 の傾斜角度 θ_3 から、 $\theta_h = \theta_2 + \theta_3$ により求められる。

[0061] 斜度推定部 215 は、上記手法で算出した地面傾斜角 θ_h に基づいて、適切な補正角度を算出する。これにより、例えば手押し車 1A が上り坂を前進している場合、鉛直方向よりも前方に本体部 10 が傾斜するように目標角度を補正することでユーザを牽引する力を得ることができ、より快適に坂道を上ることができる。また別の例では、下り坂を前進している場合、鉛直方向よりも後方に本体部 10 が傾斜するように目標角度を補正することでユーザを後方に押し返す力を得ることができ、ブレーキ効果として働き、ユーザはより安全に坂道を下ることができる。

[0062] 図 15 は、高さ検出の応用例を示す図である。図 15 の例では、手押し車 1 は、赤外線（または超音波等でもよい。）の照射角度を変えることで、2 次元的な障害物の形状情報（段差の高さおよび段差までの距離）が得られるスキャナ 25A を備えている。これにより、段差の高さ h をより詳細に検出することができる。また、図 15 は、上下方向に角度を変えて赤外線を照射する例を示しているが、さらに左右方向に角度を変えて赤外線を照射するスキャナを備えることで、3 次元的な障害物の形状情報を得ることもできる。

[0063] なお、本体部 10 にスキャナを設置する場合、本体部 10 のピッチ方向の揺動に応じてスキャナもピッチ方向に揺動することになるため、目的とする照射角度に対して実際に照射される赤外線の角度がずれる可能性がある。た

だし、揺動は、最大でも数度程度のため、当該ずれは誤差とみなして無視してもよい。また、ジャイロセンサ 24 等を用いて本体部 10 のピッチ方向の傾斜角を検出し、段差検知センサ 25 の照射角度を検出した傾斜角で補正してもよい。また、スキャナをピッチ方向に揺動させるアクチュエータを備え、検出した傾斜角に応じてアクチュエータを駆動させ、本体部 10 のピッチ方向の揺動を相殺するようにしてもよい。

[0064] 図 16 は、利用者が、把持部に設けられたユーザ I / F 27 を用いて段差が有る旨を入力する場合の例を示す図である。段差検知入力部 214 は、図 3 に示したように、利用者が把持部 16 に設けられたユーザ I / F 27 から段差が有る旨の入力を受け付ける態様とすることができる。ユーザ I / F 27 は、1 つのスイッチからなる態様であってもよいが、図 16 (B) に示すように、複数のスイッチ（スイッチ 27 A、スイッチ 27 B、スイッチ 27 C、およびスイッチ 27 D）からなる態様としてもよい。

[0065] この場合、スイッチ 27 A は、オフスイッチである。利用者が当該スイッチ 27 A を押すと、制御部 21 は、第 1 の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。利用者がスイッチ 27 B、スイッチ 27 C、またはスイッチ 27 D を押すと、制御部 21 は、第 2 の制御モードを実行してオフセットトルクを加算する。スイッチ 27 B は Low スイッチであり、スイッチ 27 B が押下された場合には、相対的に弱いオフセットトルクが加算される。スイッチ 27 D は High スイッチであり、スイッチ 27 D が押下された場合には、相対的に強いオフセットトルクが加算される。スイッチ 27 C は Mid スイッチであり、スイッチ 27 B が押下された場合のオフセットトルクより強く、スイッチ 27 D が押下された場合のオフセットトルクよりも弱いオフセットトルクが加算される。

[0066] また、ユーザ I / F 27 は、図 16 (C) に示すように、1 つの回転型スイッチ 27 E からなる態様であってもよい。回転型スイッチ 27 E は、ポテンショメータまたはエンコーダを備えている。制御部 21 は、ポテンショメータまたはエンコーダにより回転型スイッチ 27 E の回転位置を検出する。

制御部 21 は、回転型スイッチ 27 E の回転位置が、O f f に対応する位置である場合には、第 1 の制御モードを実行して倒立振子制御を行う。制御部 21 は、回転型スイッチ 27 E の回転位置が、H i g h、M i d、または L o w に対応する場合には、第 2 の制御モードを実行してオフセットトルクを加算する。図 1 6 (B) と同様に、制御部 21 は、回転型スイッチ 27 E の回転位置が、H i g h の位置に対応する場合には、相対的に強いオフセットトルクが加算し、回転型スイッチ 27 E の回転位置が、L o w の位置に対応する場合には、相対的に強いオフセットトルクが加算し、回転型スイッチ 27 E の回転位置が、M i d の位置に対応する場合には、L o w より強く、かつ H i g h よりも弱いオフセットトルクを加算する。

[0067] なお、図 1 6 (B) に示した複数のスイッチのうちスイッチ 27 B、スイッチ 27 C、およびスイッチ 27 D が押下された後、初期状態に戻る。図 1 6 (C) のように回転型スイッチ（ポテンショメータもしくはエンコーダ）である場合は、O f f の位置に対応する回転位置に戻る。スイッチの初期状態への復帰方法は、例えばバネのような弾性体を内蔵することで実現が可能である。

[0068] 次に、図 1 7 は、段差の高さおよび段差との距離の検出を詳細に行う場合の制御部 21 の動作を示すフローチャートである。制御部 21 は、段差検知センサ 25（またはスキャナ 25 A）で段差を検知した場合（s 5 1）、段差の高さが第 1 閾値以上であるか否かを判断する（s 5 2）。第 1 閾値は、平地であるとみなせる程度の高さに設定されている。制御部 21 は、段差の高さが第 1 閾値未満である場合、さらに車輪 11 が停止しているか否かを判断する（s 5 9）。車輪が停止していない場合には平地を走行していると判断し、現在の状態を維持する。すなわち、第 1 の制御モードを維持する（s 5 8）。

[0069] 一方で、制御部 21 は、車輪 11 が停止している場合には、低い段差であっても当該段差に衝突して前進できない状態と判断し、第 1 の制御モードを停止して車輪 11 を手押し車 1 の進行方向に対して所定時間または所定の距

離だけ後進させ（s 6 0）、その後、第2の制御モードに切り替える（s 5 6）。

[0070] s 5 2において、制御部2 1は、段差の高さが第1 閾値以上であると判断した場合、段差ありと判断し、さらに段差の高さが第2 閾値以下であるか否かを判断する（s 5 3）。第2 閾値は、車輪1 1が乗り越え可能である高さに対応して設定されている。制御部2 1は、乗り越え不可能な高さの段差であった場合は、現在の状態を維持する（s 5 8）。なお、制御部2 1は、乗り越え不可能である旨をユーザに通知し、動作を終了してもよい。

[0071] 制御部2 1は、段差の高さが第2 閾値以下であると判断した場合、乗り越えられる段差であると判断し、さらに、段差との距離が第3 閾値以下であるか否かを判断する（s 5 4）。第3 閾値は、前進することができないほど段差に近づいているとみなせる距離に対応して設定されている。制御部2 1は、段差との距離が第3 閾値以下であると判断した場合、第1の制御モードを停止して車輪1 1を手押し車1の進行方向に対して所定時間または所定の距離だけ後進させ（s 6 0）、その後、第2の制御モードに切り替える（s 5 6）。

[0072] 一方で、制御部2 1は、段差との距離が第3 閾値を超えていると判断した場合、さらに第4 閾値以下であるか否かを判断する（s 5 5）。第4 閾値は、段差までの距離が遠過ぎて、第2の制御モードに移行しても、車輪1 1が段差まで達しないとみなせる距離に対応して設定されている。制御部2 1は、段差との距離が第4 閾値を超えている場合には現在の状態を維持し（s 5 8）、段差との距離が第4 閾値以下である場合には第2の制御モードに切り替える（s 5 6）。すなわち、制御部2 1は、段差との距離が所定範囲内である場合にのみ、第1の制御モードから第2の制御モードに切り替える。

[0073] そして、制御部2 1は、第2の制御モードに切り替えてから所定時間が経過したか否かを判断し（s 5 7）、所定時間経過後に第1の制御モードに復帰する（s 5 8）。以上のようにして、制御部2 1は、段差の高さおよび段差との距離の検出を詳細に行い、第1の制御モードと第2の制御モードとを

切り替える。

符号の説明

- [0074] 1 …手押し車
- 1 A …手押し車
 - 1 O …本体部
 - 1 1 …車輪
 - 1 2 …支持部
 - 1 3 …補助輪
 - 1 5 …支柱
 - 1 6 …グリップ部
 - 2 0 …傾斜角センサ
 - 2 1 …制御部
 - 2 2 …ROM
 - 2 3 …RAM
 - 2 4 …ジャイロセンサ
 - 2 5 …段差検知センサ
 - 2 6 …車輪駆動部
 - 2 7 …ユーザ I / F
 - 2 8 …ロータリエンコーダ
 - 2 1 2 …本体部傾斜角度制御器
 - 2 1 3 …本体部傾斜角速度制御器
 - 2 1 4 …段差検知入力部

請求の範囲

- [請求項1] 車輪と、
前記車輪を駆動する駆動部と、
前記駆動部の動作を制御する制御部と、
前記車輪を回転可能に支持する本体部と、
前記本体部に把持部と、
前記本体部のピッチ方向の傾斜角の角度変化または角速度変化を検出する第1センサ部と、
段差検知の有無を受け付ける段差検知入力部と、
を備えた手押し車であって、
前記制御部は、前記第1センサ部の出力に基づいて、前記本体部のピッチ方向の傾斜角の目標値に対する角度変化が0になるように前記駆動部の動作を制御する第1の制御モードと、
前記第1の制御モードに比べて、前記駆動部に印加されるトルクが大きい第2の制御モードと、を有し、
前記段差検知入力部の出力に基づいて、前記第1の制御モードと前記第2の制御モードとを切り替えることを特徴とする手押し車。
- [請求項2] 前記第2の制御モードは、前記本体部のピッチ方向の傾斜角の目標値を、前記手押し車の進行方向に対して順方向に再設定することを特徴とする請求項1に記載の手押し車。
- [請求項3] 前記第2の制御モードは、前記本体部のピッチ方向の傾斜角の目標値の再設定後、前記第1の制御モードにおいて前記制御部が前記駆動部に印加するトルクに加えて、前記第1センサ部の出力変化量に応じて所定のトルク値を加算することを特徴とする請求項2に記載の手押し車。
- [請求項4] 前記第2の制御モードは、前記第1の制御モードにおいて、前記制御部が前記駆動部に印加するトルクに加えて、前記第1センサ部の出力変化量に応じて所定のトルク値を加算することを特徴とする請求項

1 に記載の手押し車。

[請求項5] 前記第1の制御モードから前記第2の制御モードへの移行時に、一定時間、前記第1の制御モードを停止して、前記車輪を前記手押し車の進行方向に対して後進させ、その後、前記第2の制御モードに移行することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の手押し車。

[請求項6] 前記段差検知入力部は、前記把持部に設けられたスイッチを含むことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の手押し車。

[請求項7] 前記段差検知入力部は、前記把持部に設けられたポテンシオメータ、エンコーダ、または複数のスイッチを含むことを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の手押し車。

[請求項8] 前記ポテンシオメータ、前記エンコーダ、または前記複数のスイッチは、段差検知入力を受け付けた後は初期状態に戻ることを特徴とする請求項7に記載の手押し車。

[請求項9] 前記段差検知入力部は、段差を検知する第2センサ部を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の手押し車。

[請求項10] 前記第2センサ部は、段差の高さを検知する段差高さ検知センサであって、

前記制御部は、前記段差高さ検知センサが所定の閾値以上の高さの段差を検知した際に段差ありと判断し、前記第1の制御モードから前記第2の制御モードに切り替えることを特徴とする請求項9に記載の手押し車。

[請求項11] 前記制御部は、段差ありと判断した際に、前記段差検知センサが検知した段差の高さの情報に基づいて、段差乗り越え可能か否かを判断し、段差乗り越え可能と判断したときのみ前記第1の制御モードから前記第2の制御モードに切り替えることを特徴とする請求項10に記載の手押し車。

[請求項12] 前記第2センサ部は、前記車輪が停止したことを検知する車輪停止

検知部を含む請求項 7 乃至請求項 11 のいずれかに記載の手押し車。

[請求項13] 前記車輪停止検知部は、前記車輪の回転数を検出するロータリエンコーダであって、前記ロータリエンコーダの出力値に応じて前記車輪が停止したことを検知することを特徴とする請求項 12 に記載の手押し車。

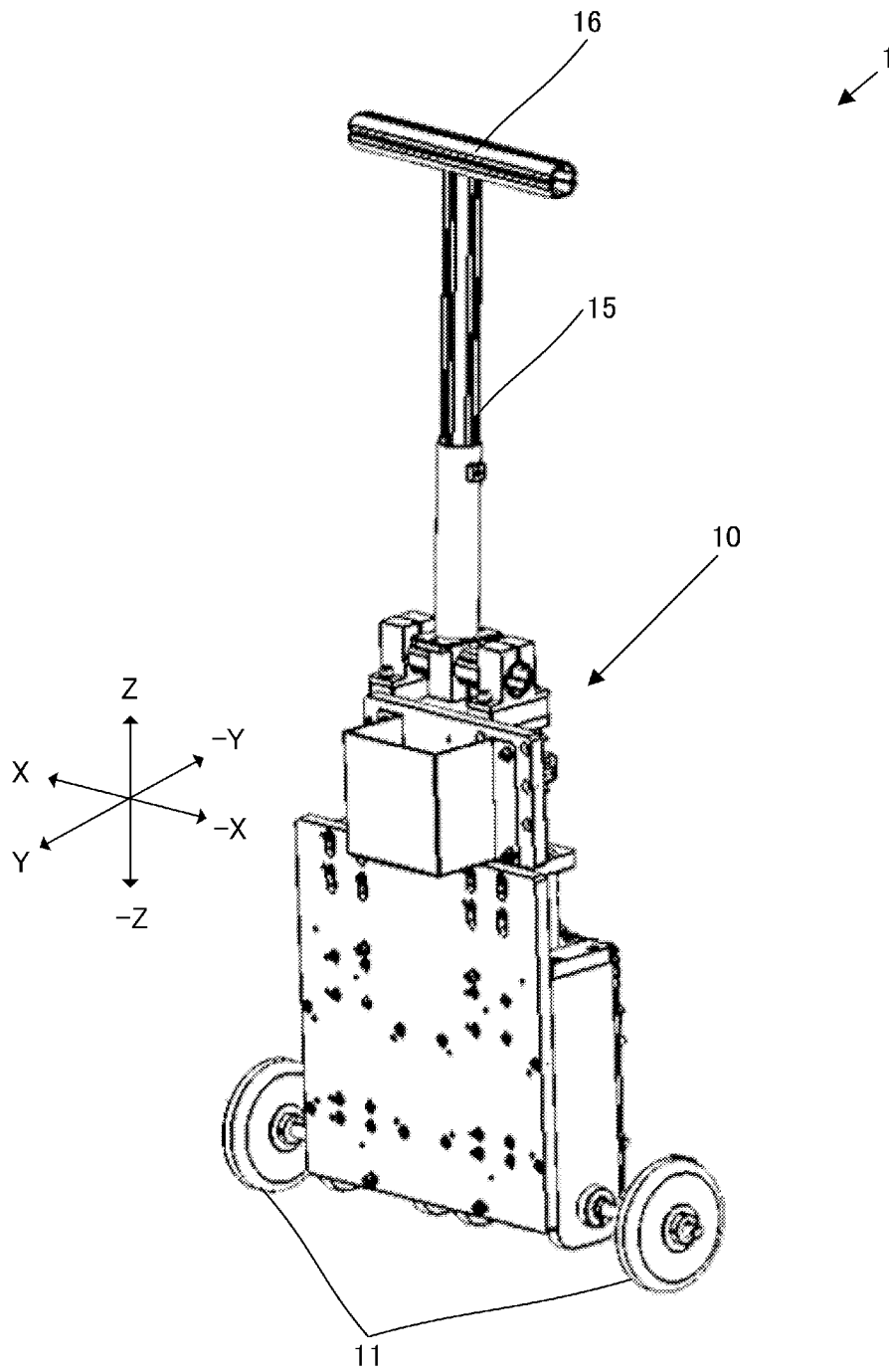
[請求項14] 前記第 2 センサ部は、ショックセンサを含むことを特徴とする請求項 8 乃至請求項 13 のいずれかに記載の手押し車。

[請求項15] 前記第 2 センサ部は、測距センサを含み、
前記制御部は、前記測距センサによって検知された段差までの距離に基づいて、段差乗り越えが可能か否かを判別することを特徴とする請求項 8 乃至請求項 14 のいずれかに記載の手押し車。

[請求項16] 前記制御部は、前記測距センサが検知された段差までの距離が所定範囲内である場合に、前記第 1 の制御モードから前記第 2 の制御モードに切り替えることを特徴とする請求項 15 に記載の手押し車。

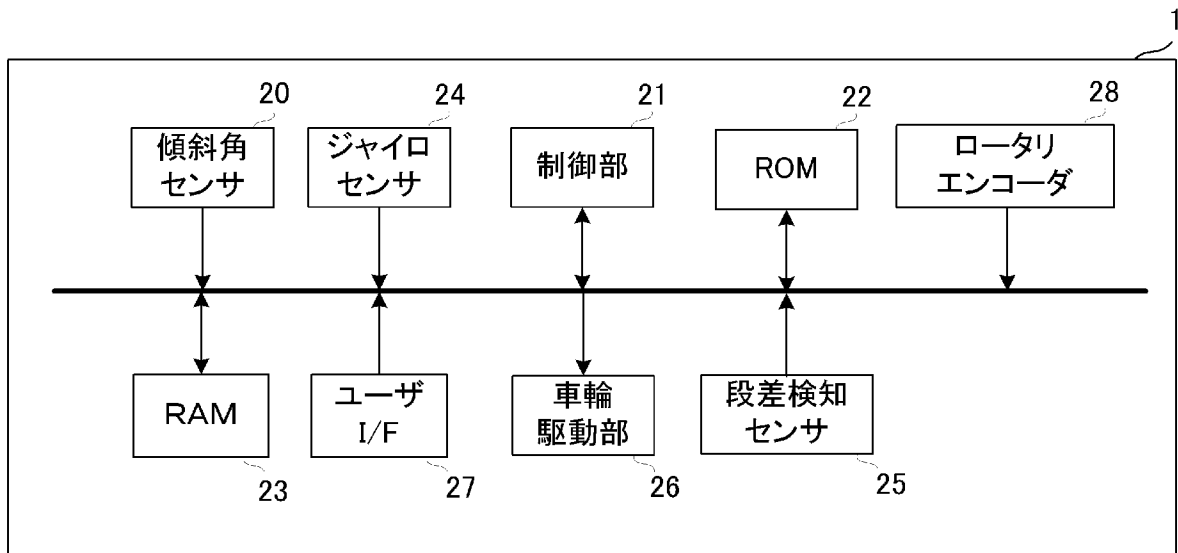
[図1]

図1



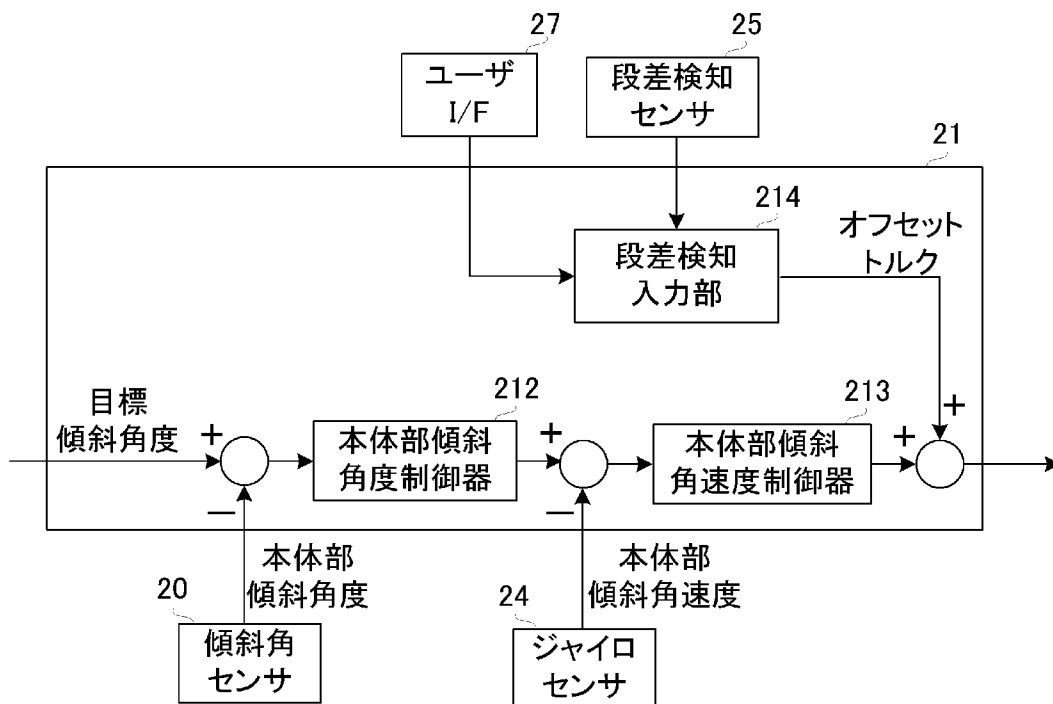
[図2]

図2



[図3]

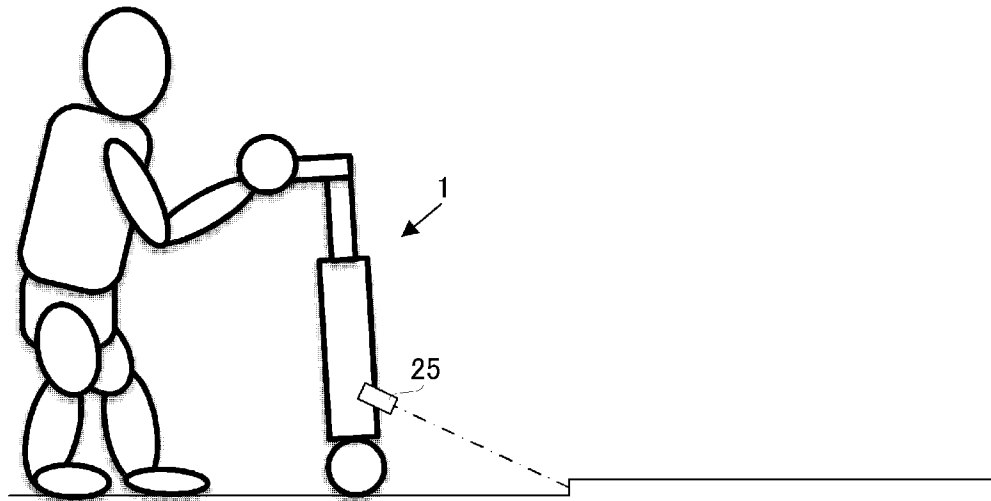
図3



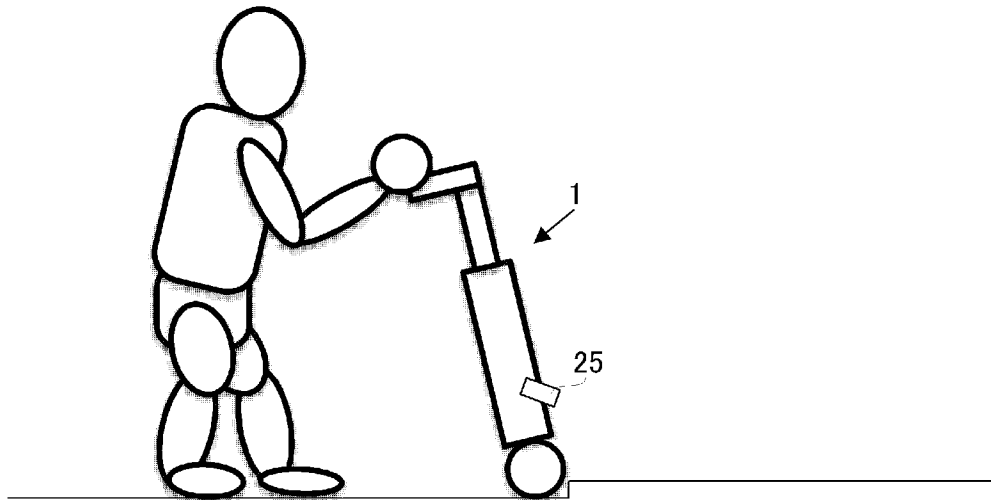
[図4]

図4

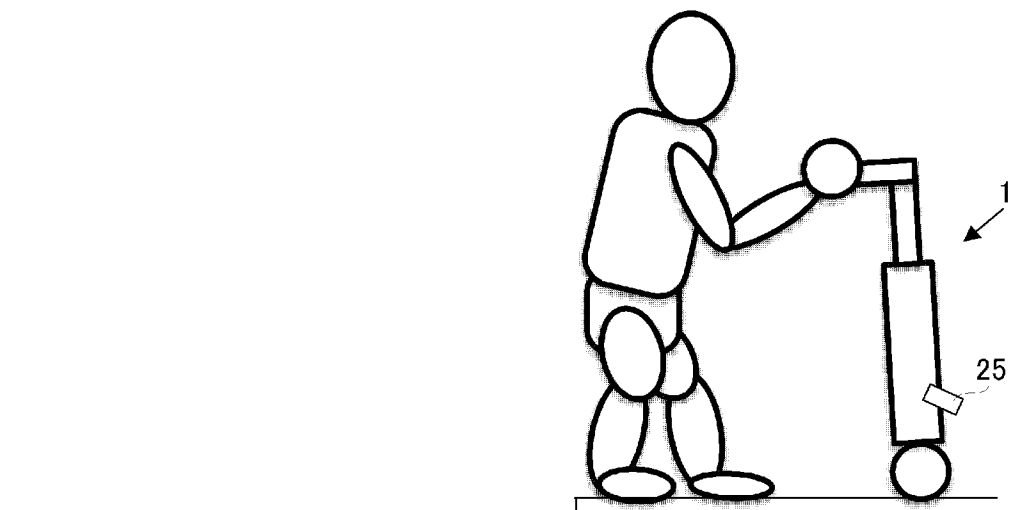
(A)



(B)

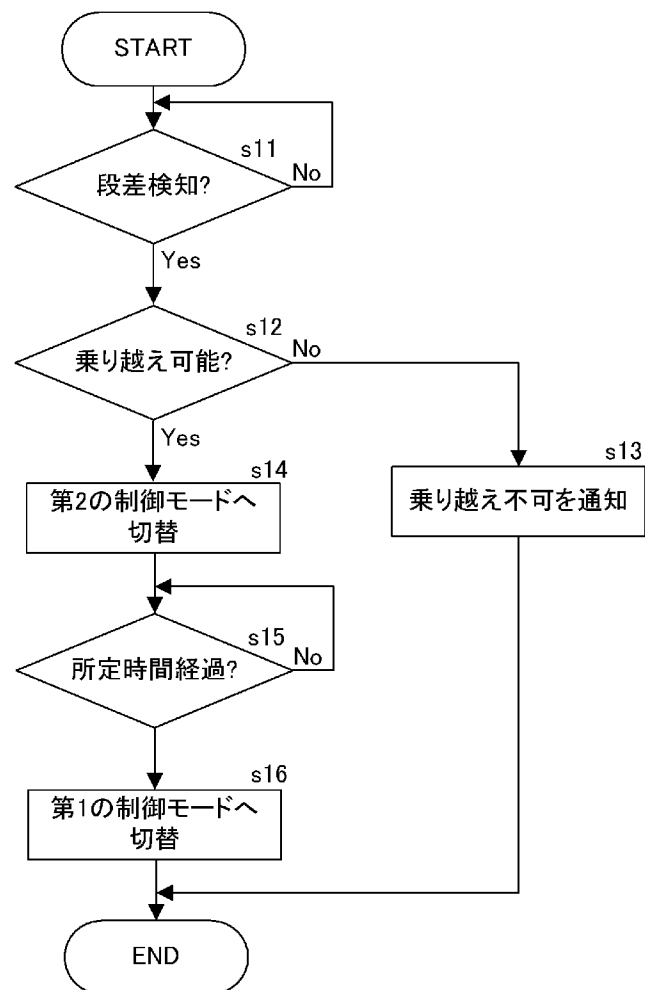


(C)



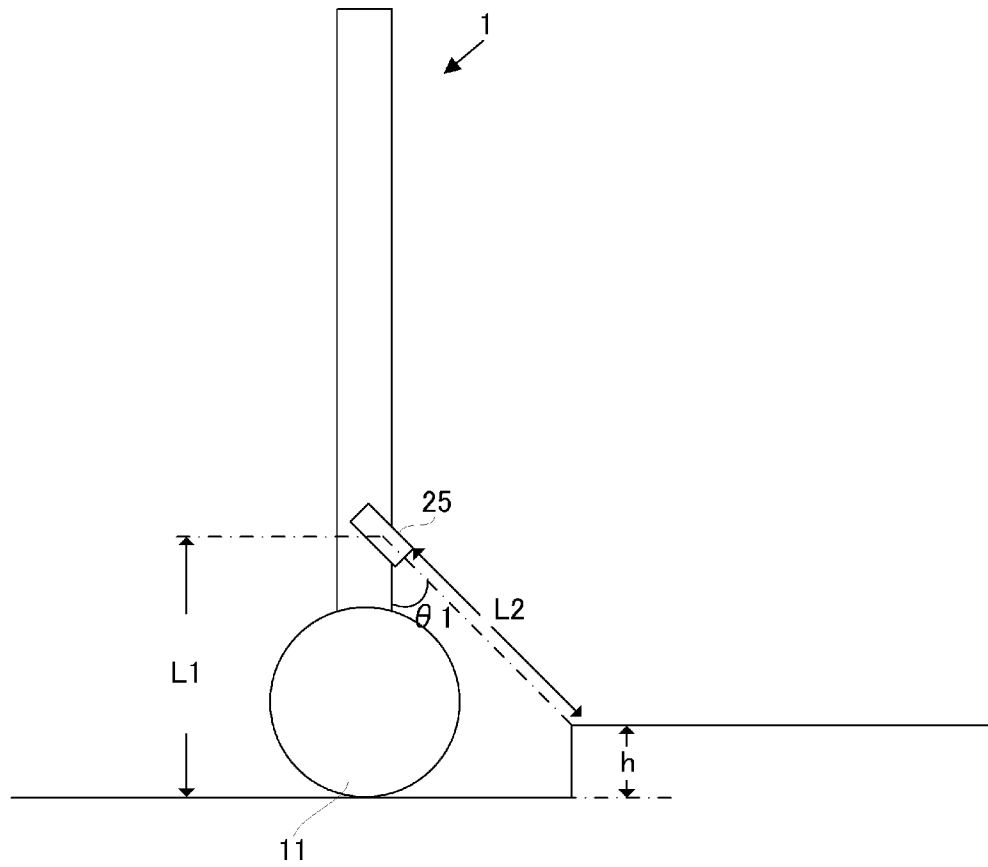
[図5]

図5



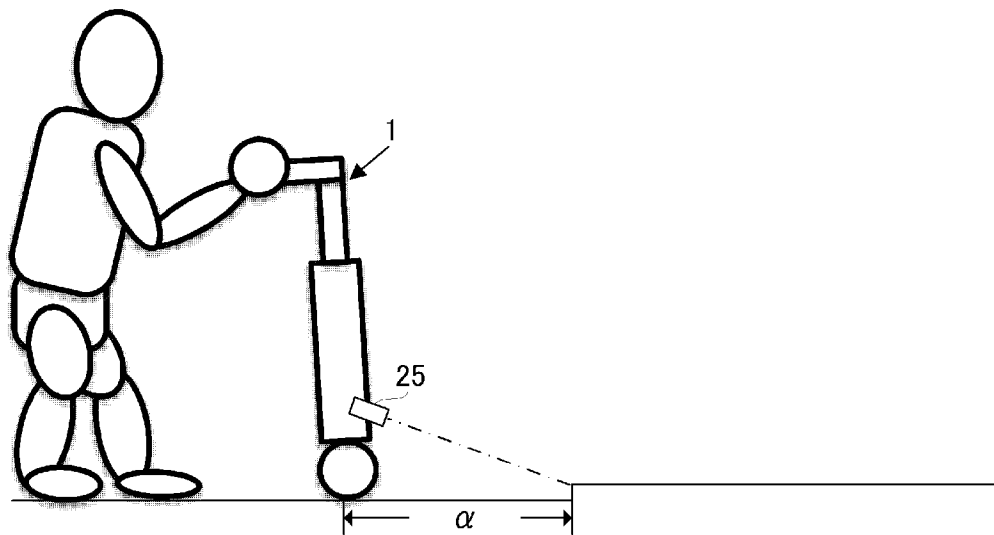
[図6]

図6

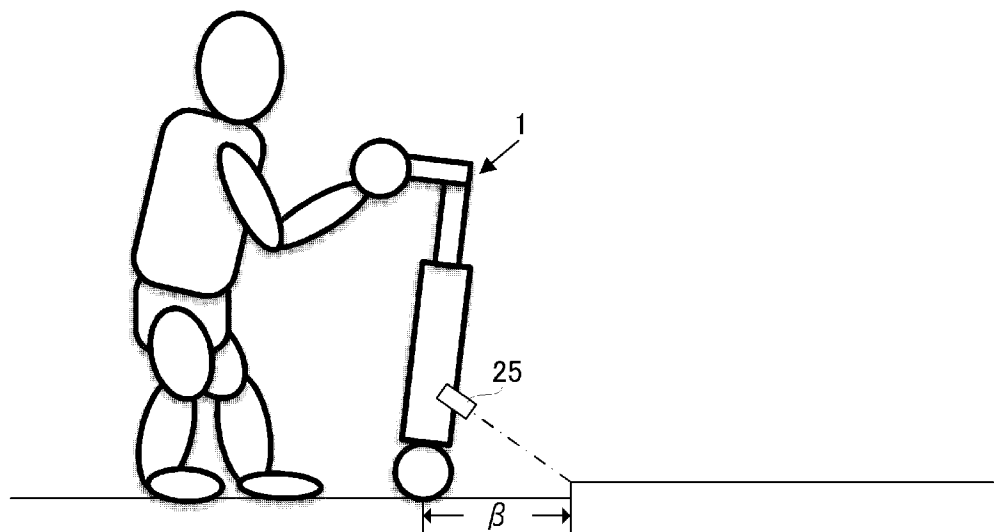


[図7]
図7

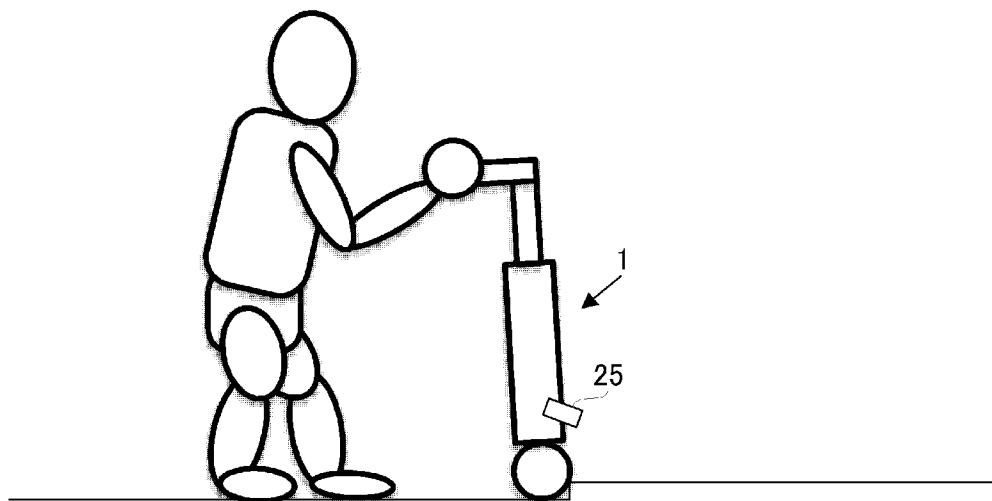
(A)



(B)

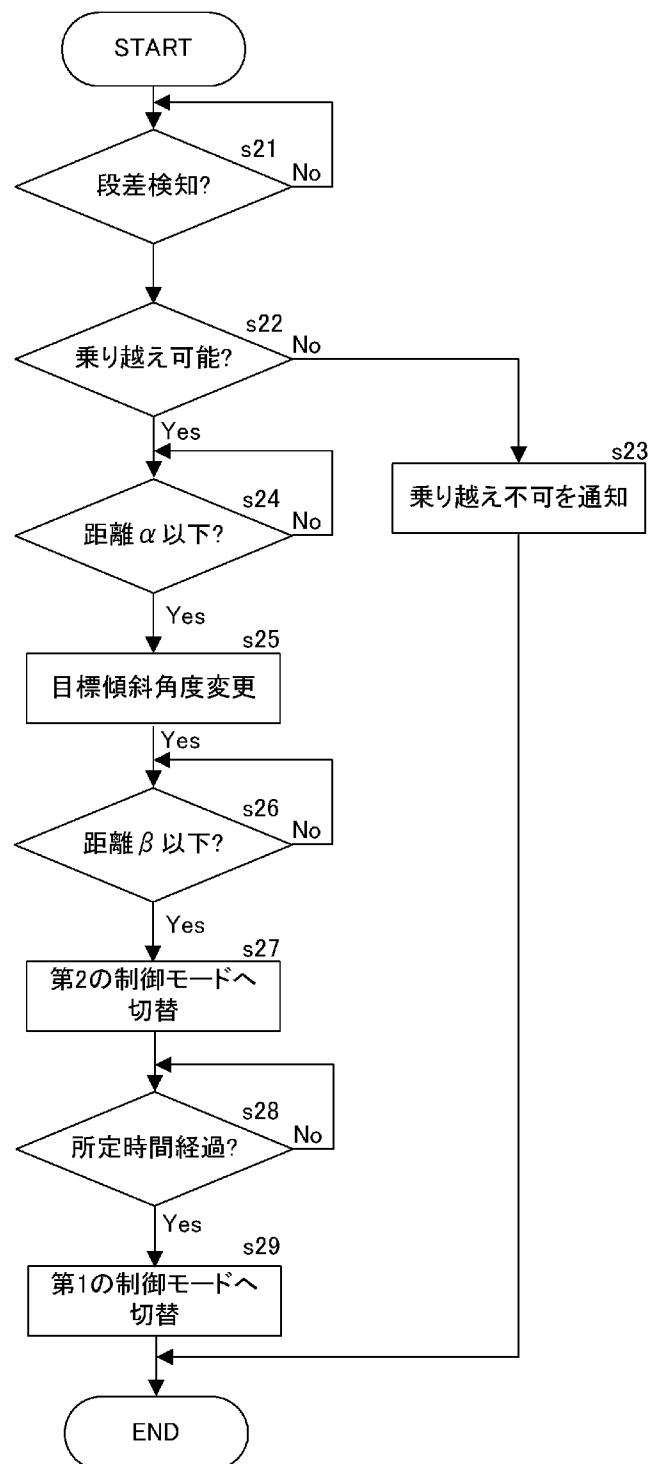


(C)



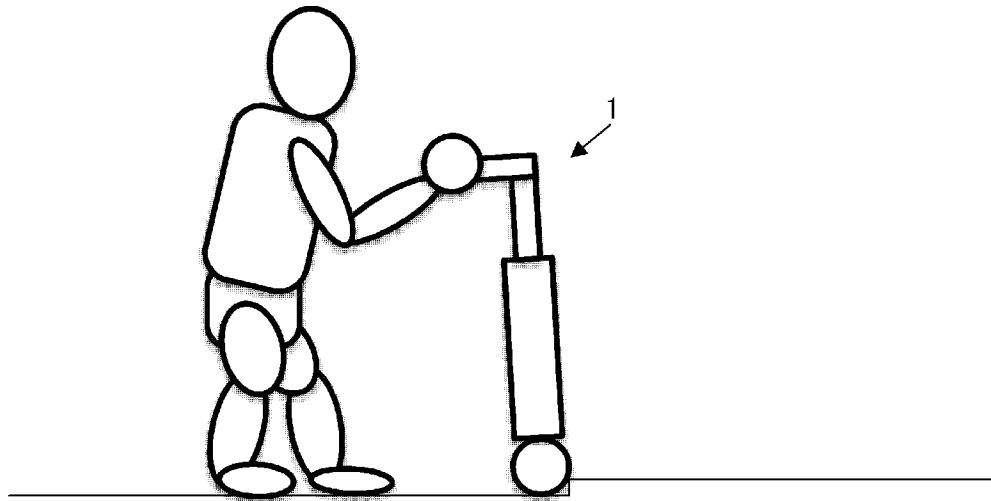
[図8]

図8

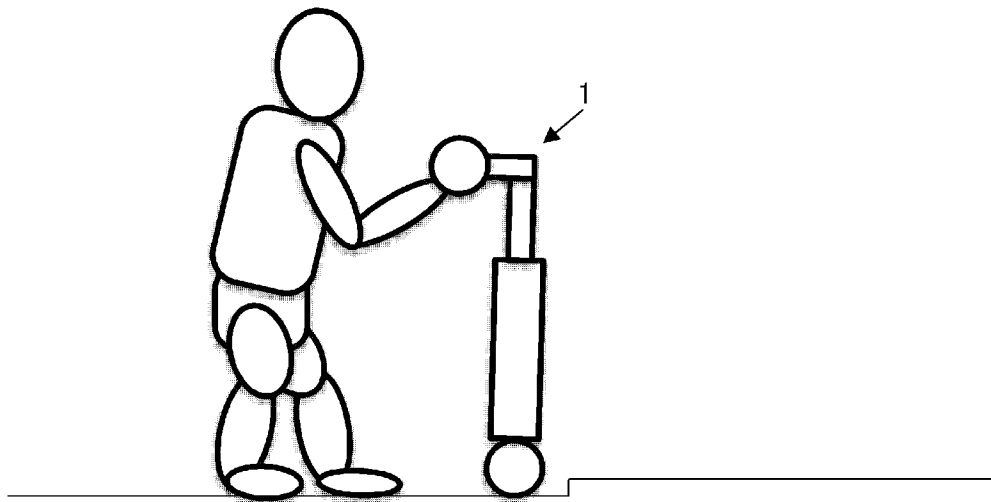


[図9]
図9

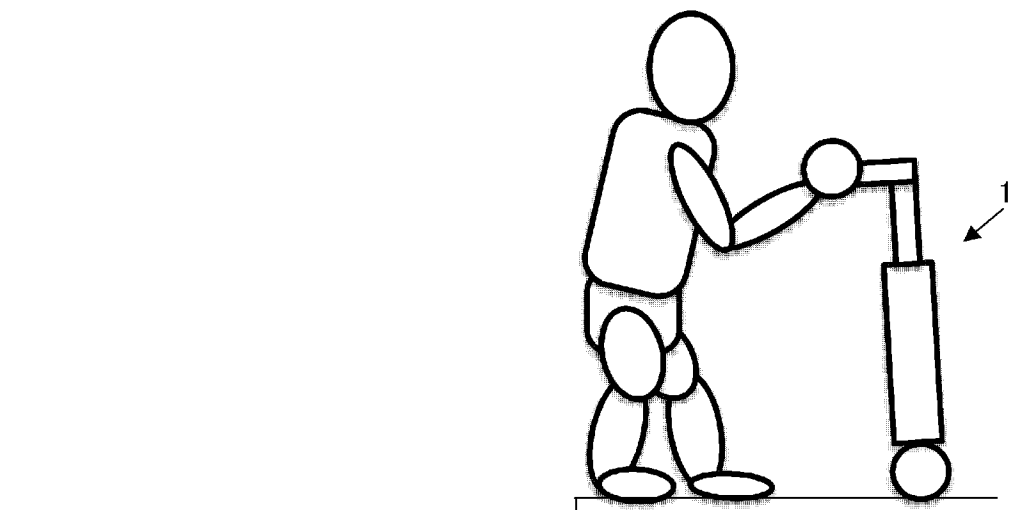
(A)



(B)

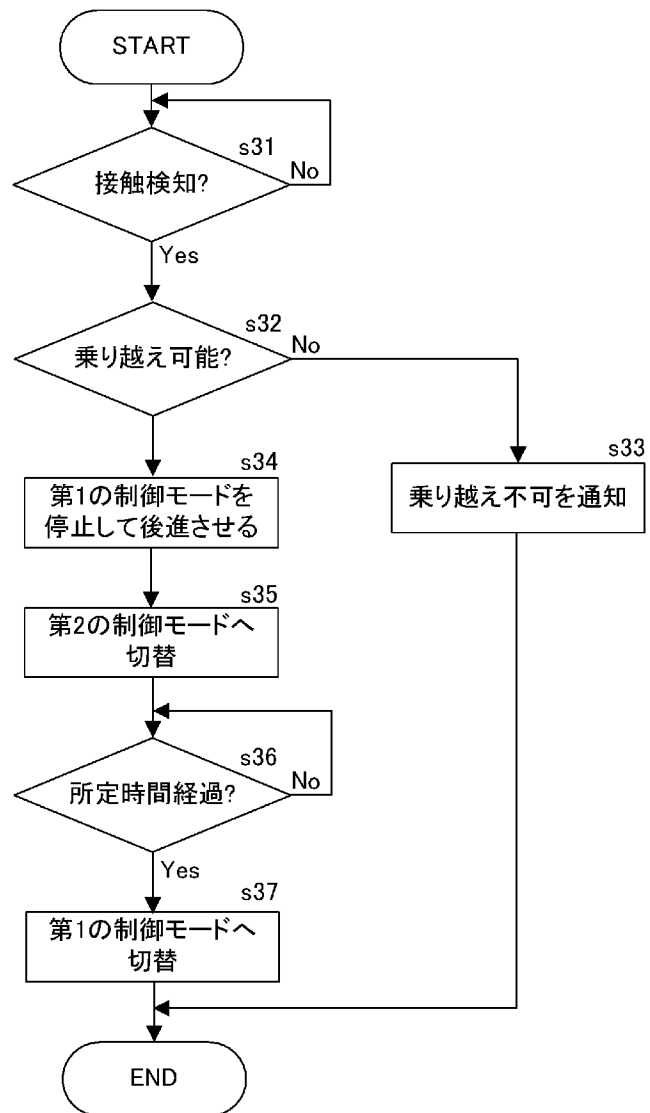


(C)



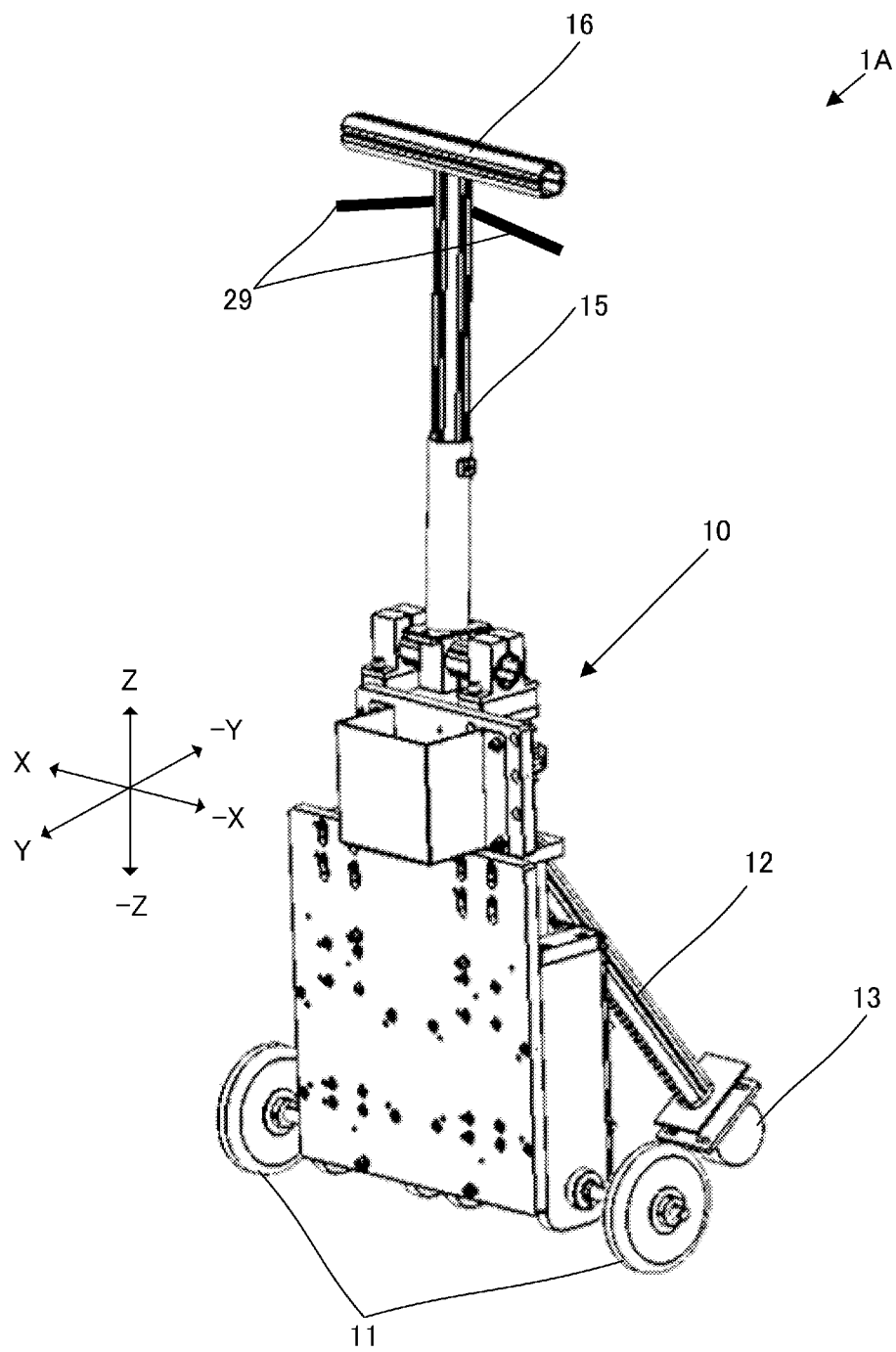
[図10]

図10



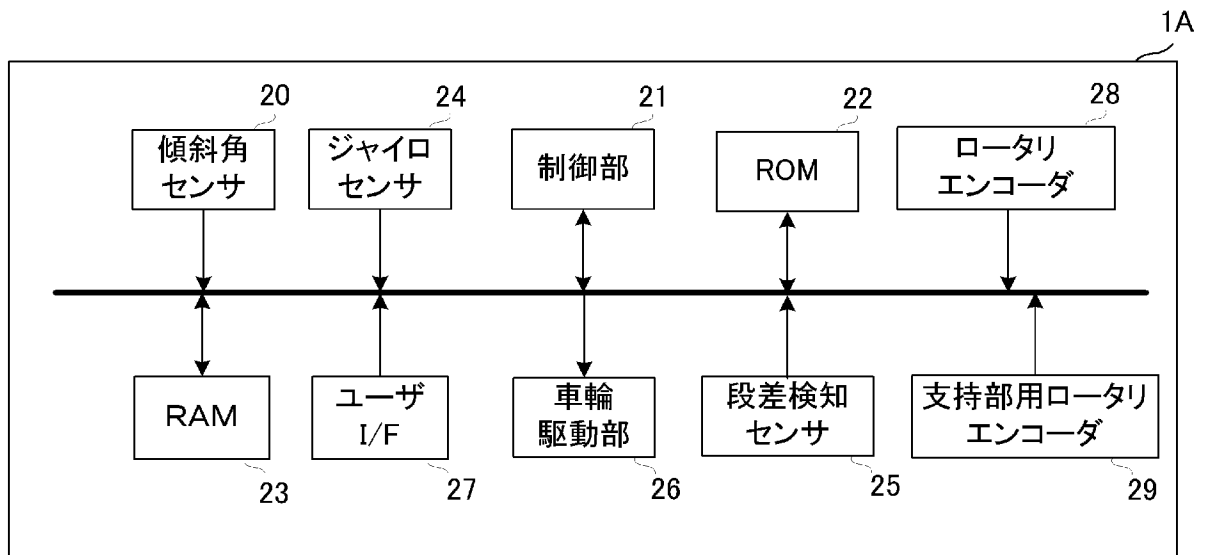
[図11]

図11



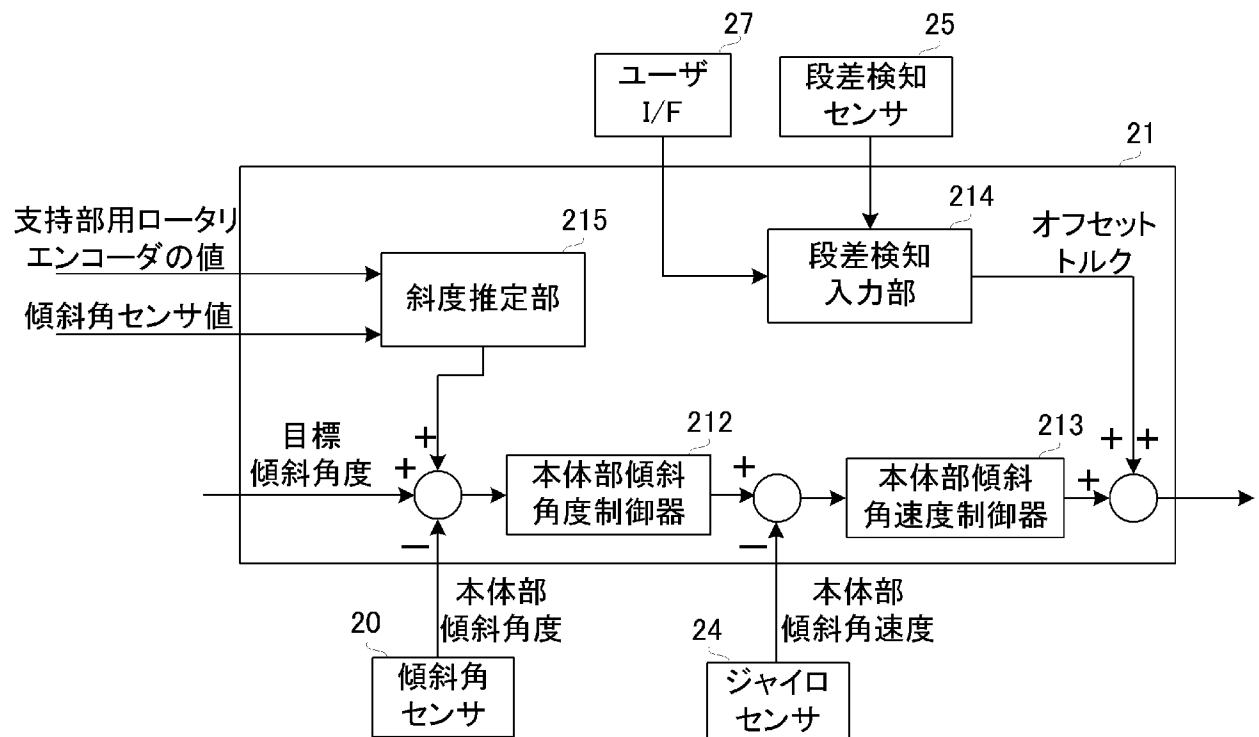
[図12]

図12



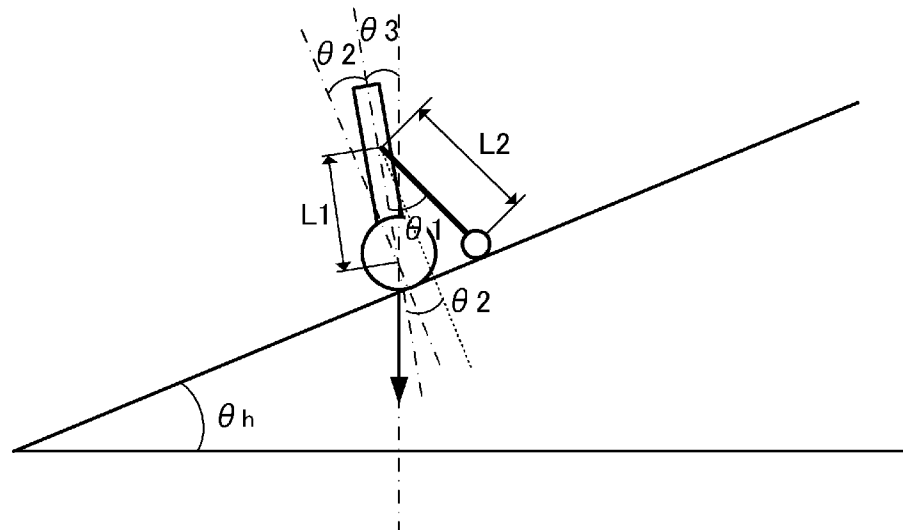
[図13]

図13



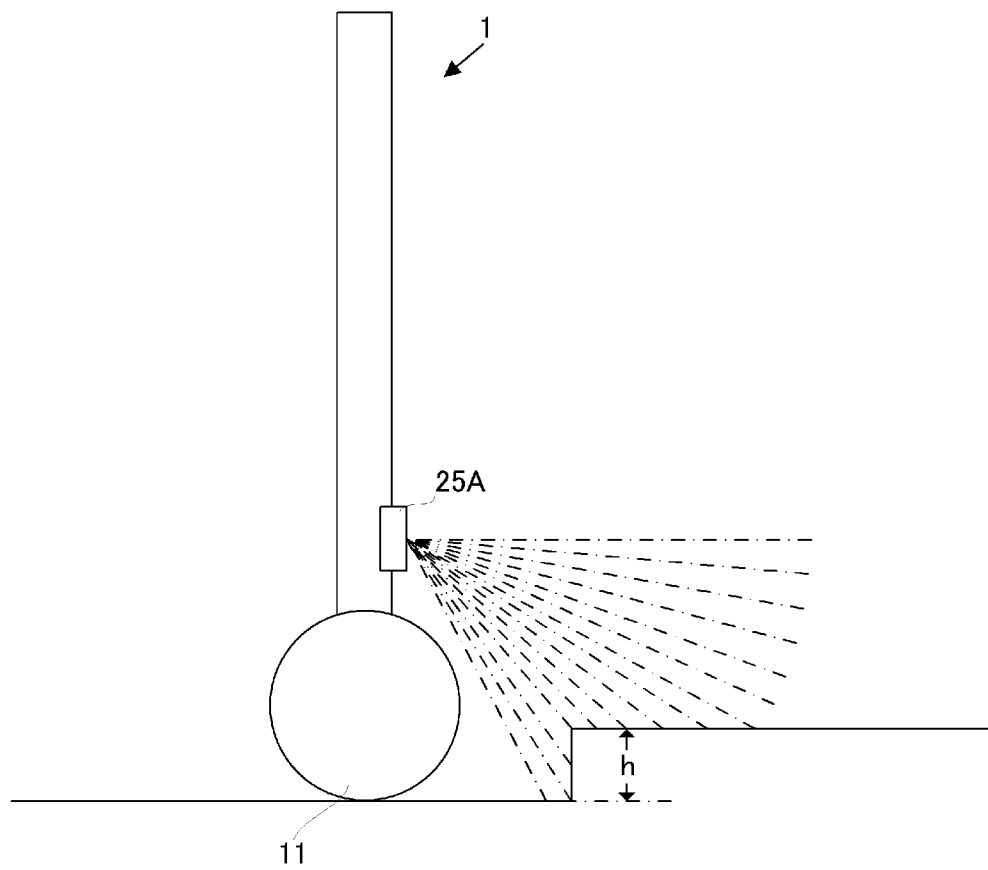
[図14]

図14



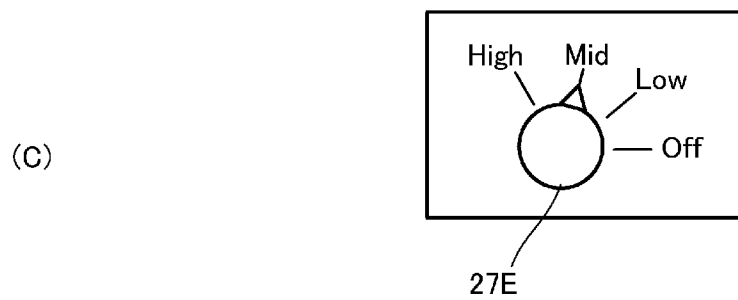
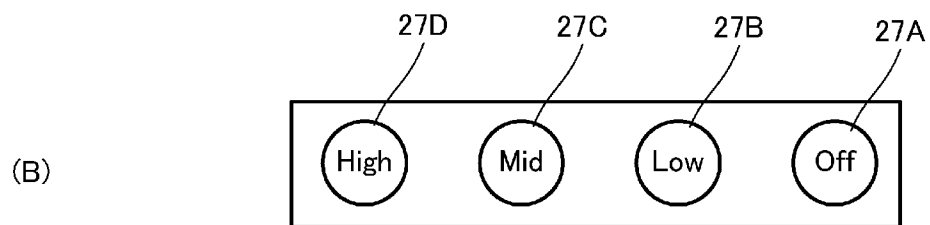
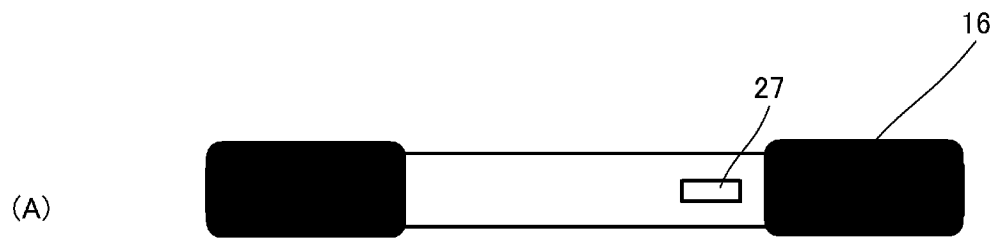
[図15]

図15

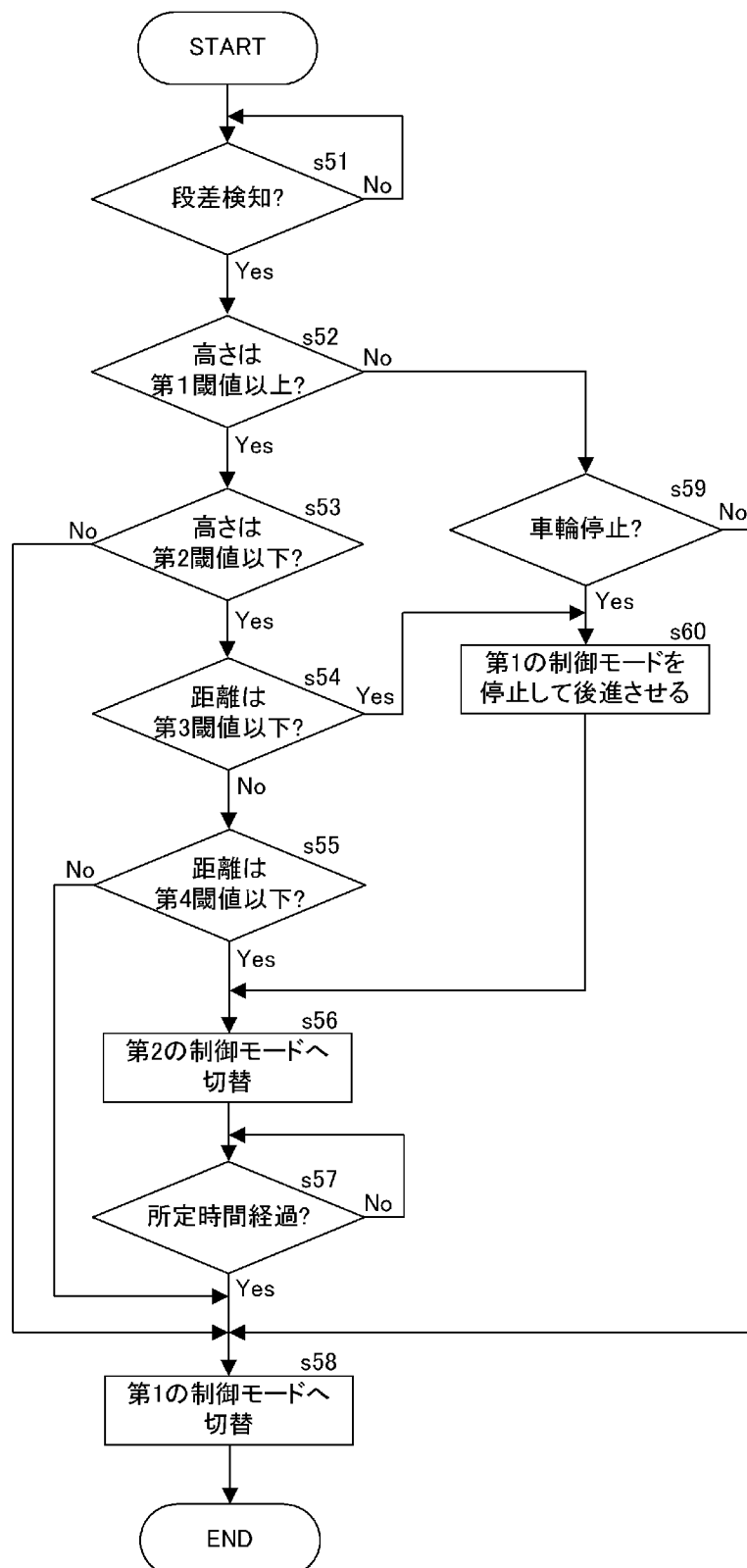


[図16]

図16



[図17]
図17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/08(2006.01)i, A61H3/04(2006.01)i, B62B3/00(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)

G05D1/08, A61H3/04, B62B3/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	WO 2012/114597 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), entire text; all drawings & JP 5429427 B2 & US 2013/0306120 A1 & EP 2666453 A1 & CN 103370039 A & KR 10-2013-0101151 A	1-16
A	JP 2011-168236 A (Toyota Motor Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2009-183407 A (Toyota Motor Corp.), 20 August 2009 (20.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

☒ 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
10 November, 2014 (10.11.14)

Date of mailing of the international search report
25 November, 2014 (25.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072674

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 4344655 B2 (Combi Wellness Corp.), 14 October 2009 (14.10.2009), entire text; all drawings & CN 1712292 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G05D1/08(2006.01)i, A61H3/04(2006.01)i, B62B3/00(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. G05D1/08, A61H3/04, B62B3/00

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	WO 2012/114597 A1（株式会社村田製作所）2012.08.30, 全文, 全図 & JP 5429427 B2 & US 2013/0306120 A1 & EP 2666453 A1 & CN 103370039 A & KR 10-2013-0101151 A	1 - 1 6
A	JP 2011-168236 A（トヨタ自動車株式会社）2011.09.01, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 6
A	JP 2009-183407 A（トヨタ自動車株式会社）2009.08.20, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 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

1 0 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 1 . 2 0 1 4

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）

稲垣 浩司

3 U

9 5 5 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 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 4344655 B2 (コンビウエルネス株式会社) 2009. 10. 14, 全文, 全図 & CN 1712292 A	1 - 1 6