

(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2015-135303

(P2015-135303A)

(43) 公開日 平成27年7月27日(2015.7.27)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G O 1 C 5/06 (2006.01)		G O 1 C	5/06	2 F 1 2 9
G O 1 W 1/00 (2006.01)		G O 1 W	1/00	Z
G O 1 C 21/26 (2006.01)		G O 1 C	21/26	P

審査請求 未請求 請求項の数 28 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2014-7477 (P2014-7477)
 (22) 出願日 平成26年1月20日 (2014.1.20)

特許法第30条第2項適用申請有り 平成25年8月19日、山本 富士男が、CEATEC JAPAN2013の出展者詳細情報にて発表、該当ウェブサイトのアドレス <http://www.ceatec.com/ja/exhibition/detail.html?id=831> 平成25年8月27日、山本 富士男が、神奈川県工科大学情報工学科のウェブサイトにて発表、該当ウェブサイトのアドレス <http://blog.cs.kanagawa-it.ac.jp/2013/08/i-androidceatec.html> 平成25年10月1日～平成25年10月4日、山本 富士男が、CEATEC JAPAN2013にて発表

(71) 出願人 391022614
 学校法人幾徳学園
 神奈川県厚木市下荻野1030
 (74) 代理人 110000420
 特許業務法人エム・アイ・ピー
 (72) 発明者 山本 富士男
 神奈川県厚木市下荻野1030番地 神奈川県工科大学内
 (72) 発明者 田中 博
 神奈川県厚木市下荻野1030番地 神奈川県工科大学内
 Fターム(参考) 2F129 AA02 BB26 BB33

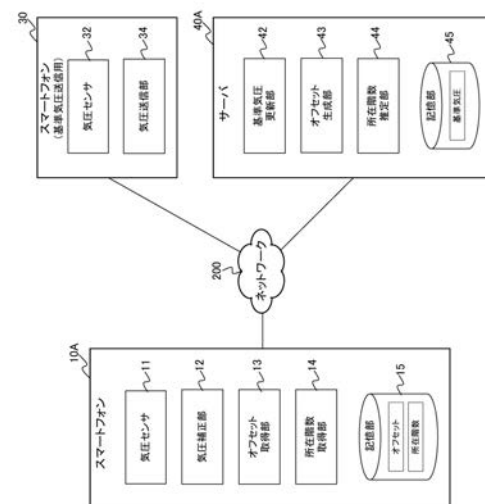
(54) 【発明の名称】 携帯端末を使用した所在階数推定システム、携帯端末及びプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 携帯端末に搭載される気圧センサを用いて建物におけるユーザの所在階数を精度よく推定することができる所在階数推定システムを提供する。

【解決手段】 気圧センサ11を搭載する携帯端末と、建物の所定の階床に固定的に設置され気圧センサ32を搭載する通信装置30と、サーバとがネットワーク200を介して通信可能に接続されてなる所在階数推定システムが提供される。携帯端末は、気圧センサ11が検出した気圧をサーバから取得したオフセットで補正してサーバに送信する。サーバは、通信装置から受信した基準気圧と携帯端末から受信した補正後の気圧の差分に基づいて所在階数を推定する。さらに、携帯端末は、搭載する加速度センサの出力に基づいて所在階数を推定する機能を具備することもできる。

【選択図】 図2



100A

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

気圧センサを搭載する少なくとも 1 つの携帯端末と、気圧センサを搭載する通信装置と、サーバとがネットワークを介して通信可能に接続されてなる所在階数推定システムであって、

前記通信装置は、

建物の所定の階床に固定的に設置され、

気圧センサが検出した気圧を前記サーバに送信する気圧送信手段を含み、

前記携帯端末は、

気圧センサが検出した気圧を含むオフセット取得要求を前記サーバに送信し、該サーバからオフセットを取得するオフセット取得手段と、

気圧センサが検出した気圧を前記オフセットで補正する気圧補正手段と、

補正後の気圧を含む所在階数取得要求を前記サーバに送信し、該サーバから所在階数を取得する所在階数取得手段と

を含み、

前記サーバは、

前記通信装置から受信した最新の気圧を基準気圧として更新する基準気圧更新手段と、

前記オフセット取得要求に含まれる前記気圧と前記基準気圧の差分を前記オフセットとして生成し前記携帯端末に送信するオフセット生成手段と、

前記基準気圧と前記所在階数取得要求に含まれる前記補正後の気圧の差分と予め求められた前記建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定し、該所在階数を携帯端末に送信する所在階数推定手段と

を含む、所在階数推定システム。

【請求項 2】

前記所在階数推定手段は、

前記基準気圧と前記所在階数取得要求に含まれる前記補正後の気圧の差分を予め求められた前記建物の隣接する階床間の気圧差で除算した商の小数点第 1 位を四捨五入した値に前記所定の階床の階数を加算した値を前記所在階数として推定する、

請求項 1 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 3】

前記所在階数推定手段は、

前記基準気圧と前記所在階数取得要求に含まれる前記補正後の気圧の差分を、前記建物の階数と、前記所定の階床の気圧と該階数の階床の気圧の差分の想定範囲とを対応付けたテーブルに照らして前記建物の階数を取得し、取得した該階数を前記所在階数として推定する、

請求項 1 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 4】

前記携帯端末は、さらに、

鉛直方向の加速度を検出する加速度センサと、

前記サーバから取得した現在の所在階数を初期値としてセットする所在階数セット手段と、

前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して速度波形を生成する速度波形生成手段と、

山型または谷型の前記速度波形が生成されたことに応答して、該速度波形の幅の評価値を生成する評価値生成手段と、

前記評価値の想定範囲と前記建物の移動階数を対応付けたテーブルと、

生成された前記評価値を前記テーブルの前記想定範囲に照らして前記建物の移動階数を推定する移動階数推定手段と、

推定した前記移動階数に基づいて前記所在階数セット手段にセットされた前記現在の所在階数を更新する所在階数更新手段と

を含む、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の所在階数推定システム。

【請求項 5】

前記オフセット取得手段は、

前記所在階数更新手段によって更新された前記現在の所在階数が前記所定の階床の階数に一致したことに応答して前記オフセット取得要求を前記サーバに送信する、
請求項 4 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 6】

気圧センサを搭載する少なくとも 1 つの携帯端末と、気圧センサを搭載する通信装置と、サーバとがネットワークを介して通信可能に接続されてなる所在階数推定システムであって、

10

前記通信装置は、

建物の所定の階床に固定的に設置され、

気圧センサが検出した気圧を前記サーバに送信する気圧送信手段を含み、

前記サーバは、

前記通信装置から受信した最新の気圧を基準気圧として更新する基準気圧更新手段と、

前記携帯端末からの要求に応じて前記基準気圧を送信する基準気圧送信手段と

を含み、

前記携帯端末は、

20

基準気圧取得要求を前記サーバに送信し、該サーバから前記基準気圧を取得する基準気圧取得手段と、

気圧センサが検出した気圧と前記基準気圧の差分をオフセットとして生成するオフセット生成手段と、

気圧センサが検出した気圧を前記オフセットで補正する気圧補正手段と、

補正された前記気圧と前記基準気圧の差分と予め求められた前記建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定する所在階数推定手段と

を含む所在階数推定システム。

【請求項 7】

前記所在階数推定手段は、

30

前記補正後の気圧と前記基準気圧の差分を予め求められた前記建物の隣接する階床間の気圧差で除算した商の小数点第 1 位を四捨五入した値に前記所定の階床の階数を加算した値を前記所在階数として推定する、

請求項 6 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 8】

前記所在階数推定手段は、

前記基準気圧と前記補正後の気圧の差分を、前記建物の階数と、前記所定の階床の気圧と該階数の階床の気圧の差分の想定範囲とを対応付けたテーブルに照らして前記建物の階数を取得し、取得した該階数を前記所在階数として推定する、

請求項 6 に記載の所在階数推定システム。

40

【請求項 9】

前記携帯端末は、さらに、

鉛直方向の加速度を検出する加速度センサと、

前記所在階数推定手段が推定した現在の所在階数を初期値としてセットする所在階数セット手段と、

前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して速度波形を生成する速度波形生成手段と、

山型または谷型の前記速度波形が生成されたことに応答して、該速度波形の幅の評価値を生成する評価値生成手段と、

前記評価値の想定範囲と前記建物の移動階数を対応付けたテーブルと、

50

生成された前記評価値を前記テーブルの前記想定範囲に照らして前記建物の移動階数を推定する移動階数推定手段と、

推定した前記移動階数に基づいてセットされた前記現在の所在階数を更新する所在階数更新手段と

を含む、

請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の所在階数推定システム。

【請求項 10】

前記オフセット生成手段は、

前記所在階数更新手段によって更新された前記現在の所在階数が前記所定の階床の階数に一致したことに応答して前記オフセットを生成する、

請求項 9 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 11】

気圧センサを搭載する少なくとも 1 つの携帯端末と、気圧センサを搭載する通信装置と、サーバとがネットワークを介して通信可能に接続されてなる所在階数推定システムであって、

前記通信装置は、

建物の所定の階床に固定的に設置され、

気圧センサが検出した気圧を前記サーバに送信する気圧送信手段を含み、

前記携帯端末は、

気圧センサが検出した気圧を含むオフセット取得要求を前記サーバに送信し、該サーバからオフセットを取得するオフセット取得手段と、

気圧センサが検出した気圧を前記オフセットで補正する気圧補正手段と、

補正後の気圧を前記サーバに送信する補正気圧送信手段と

を含み、

前記サーバは、

前記通信装置から受信した最新の気圧を基準気圧として更新する基準気圧更新手段と、

前記オフセット取得要求に含まれる前記気圧と前記基準気圧の差分を前記オフセットとして生成し前記携帯端末に送信するオフセット生成手段と、

前記携帯端末から受信した前記補正後の気圧と前記基準気圧の差分と予め求められた前記建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定する所在階数推定手段と

を含む、所在階数推定システム。

【請求項 12】

前記所在階数推定手段は、

前記携帯端末から受信した前記補正後の気圧と前記基準気圧の差分を予め求められた前記建物の隣接する階床間の気圧差で除算した商の小数点第 1 位を四捨五入した値に前記所定の階床の階数を加算した値を前記所在階数として推定する、

請求項 11 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 13】

前記所在階数推定手段は、

前記基準気圧と前記補正後の気圧の差分を、前記建物の階数と、前記所定の階床の気圧と該階数の階床の気圧の差分の想定範囲とを対応付けたテーブルに照らして前記建物の階数を取得し、取得した該階数を前記所在階数として推定する、

請求項 11 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 14】

前記携帯端末は、スマートフォンである、請求項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載の所在階数推定システム。

【請求項 15】

前記通信装置は、スマートフォンである、請求項 14 に記載の所在階数推定システム。

【請求項 16】

エレベータを備える建物における所在階数を取得する機能を備えた携帯端末であって、

10

20

30

40

50

鉛直方向の加速度を検出する加速度センサと、
現在の所在階数を初期値としてセットする所在階数セット手段と、
前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して速度波形を生成する速度波形生成手段と、

山型または谷型の前記速度波形が生成されたことに応答して、該速度波形の幅の評価値を生成する評価値生成手段と、

前記評価値の想定範囲と前記建物の移動階数を対応付けたテーブルと、

生成された前記評価値を前記テーブルの前記想定範囲に照らして前記建物の移動階数を推定する移動階数推定手段と、

推定した前記移動階数に基づいてセットされた前記現在の所在階数を更新する所在階数更新手段と
を含む携帯端末。

【請求項 17】

前記所在階数更新手段は、

山型の前記速度波形が生成された場合に、セットされた所在階数に推定した前記移動階数を加算した値を現在の所在階数として更新し、谷型の前記速度波形が生成された場合に、セットされた所在階数から推定した前記移動階数を減算した値を現在の所在階数として更新する、

請求項 16 に記載の携帯端末。

【請求項 18】

前記評価値生成手段は、

前記速度波形と該速度波形を横断するように引かれる評価線が交差する 2 つの交点間の距離を評価値として生成する、請求項 16 または 17 に記載の携帯端末。

【請求項 19】

前記評価値生成手段は、

速度ゼロを通る時間軸に平行な直線から所定の距離を隔てて平行に引かれる直線を前記評価線として定義する、請求項 18 に記載の携帯端末。

【請求項 20】

前記評価値生成手段は、

前記速度波形の極値を通る時間軸に平行な直線から所定の距離を隔てて平行に引かれる直線を前記評価線として定義する、請求項 18 に記載の携帯端末。

【請求項 21】

前記評価値生成手段は、

前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して得られる鉛直方向の速度の絶対値が所定の閾値を超える状態が所定時間継続した後、該速度が略ゼロとなる状態が所定時間継続したことに応答して、直前に生成された前記速度波形の前記評価値を生成する、請求項 16 ~ 20 のいずれか一項に記載の携帯端末。

【請求項 22】

前記携帯端末は、スマートフォンである、請求項 16 ~ 21 のいずれか一項に記載の携帯端末。

【請求項 23】

鉛直方向の加速度を検出する加速度センサを搭載した携帯端末を制御するコンピュータに、エレベータを備える建物における所在階数を取得する機能を実現させるためのコンピュータ実行可能なプログラムであって、

コンピュータを、

現在の所在階数を初期値としてセットする所在階数セット手段、

前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して速度波形を生成する速度波形生成手段、

山型または谷型の前記速度波形が生成されたことに応答して、該速度波形の幅の評価値を生成する評価値生成手段、

10

20

30

40

50

前記評価値の想定範囲と前記建物の移動階数を対応付けて記憶する手段、
生成された前記評価値を前記想定範囲に照らして前記建物の移動階数を推定する移動階数推定手段、
推定した前記移動階数に基づいてセットされた前記現在の所在階数を更新する所在階数更新手段、
として機能させるためのプログラム。

【請求項 2 4】

前記所在階数更新手段は、
山型の前記速度波形が生成された場合に、セットされた所在階数に推定した前記移動階数を加算した値を現在の所在階数として更新し、谷型の前記速度波形が生成された場合に、セットされた所在階数から推定した前記移動階数を減算した値を現在の所在階数として更新する、
請求項 2 3 に記載のプログラム。

10

【請求項 2 5】

前記評価値生成手段は、
前記速度波形と該速度波形を横断するように引かれる時間軸に平行な評価線が交差する 2 つの交点間の距離を評価値として生成する、請求項 2 3 または 2 4 に記載のプログラム。

【請求項 2 6】

前記評価値生成手段は、
速度ゼロを通る時間軸に平行な直線から所定の距離を隔てて引かれる直線を前記評価線として定義する、請求項 2 5 に記載のプログラム。

20

【請求項 2 7】

前記評価値生成手段は、
前記速度波形の極値を通る時間軸に平行な直線から所定の距離を隔てて引かれる直線を前記評価線として定義する、請求項 2 5 に記載のプログラム。

【請求項 2 8】

前記評価値生成手段は、
前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して得られる鉛直方向の速度の絶対値が所定の閾値を超える状態が所定時間継続した後、該速度が略ゼロとなる状態が所定時間継続したことに応答して、直前に生成された前記速度波形の前記評価値を生成する、
請求項 2 3 ~ 2 7 のいずれか一項に記載のプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所在階数推定システムに関し、より詳細には、携帯端末を使用した所在階数推定システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、スマートフォンに搭載される気圧センサを用いて建物におけるユーザの所在階数を推定する方法が検討されている（例えば、非特許文献 1）。しかしながら、非特許文献 1 が開示する方法では、気象状況の変化による気圧変動があった場合に、推定精度を確保することができないという問題があった。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献 1】鈴木、白井、森崎、田中、「Android 端末内蔵気圧センサを用いた在階推定方法の基礎検討」2013 信学総大，B-19-34，p.578

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

本発明は、上記従来技術における課題に鑑みてなされたものであり、本発明は、携帯端末に搭載される気圧センサを用いて建物におけるユーザの所在階数を精度よく推定することができる所在階数推定システム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】**【0005】**

本発明者は、携帯端末に搭載される気圧センサを用いて建物におけるユーザの所在階数を精度よく推定することができる所在階数推定システムにつき鋭意検討した結果、以下の構成に想到し、本発明に至ったのである。

【0006】

すなわち、本発明によれば、気圧センサを搭載する少なくとも1つの携帯端末と、気圧センサを搭載する通信装置と、サーバとがネットワークを介して通信可能に接続されてなる所在階数推定システムであって、前記通信装置は、建物の所定の階床に固定的に設置され、気圧センサが検出した気圧を前記サーバに送信する気圧送信手段を含み、前記携帯端末は、気圧センサが検出した気圧を含むオフセット取得要求を前記サーバに送信し、該サーバからオフセットを取得するオフセット取得手段と、気圧センサが検出した気圧を前記オフセットで補正する気圧補正手段と、補正後の気圧を含む所在階数取得要求を前記サーバに送信し、該サーバから所在階数を取得する所在階数取得手段とを含み、前記サーバは、前記通信装置から受信した最新の気圧を基準気圧として更新する基準気圧更新手段と、前記オフセット取得要求に含まれる前記気圧と前記基準気圧の差分を前記オフセットとして生成し前記携帯端末に送信するオフセット生成手段と、前記基準気圧と前記所在階数取得要求に含まれる前記補正後の気圧の差分と予め求められた前記建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定し、該所在階数を携帯端末に送信する所在階数推定手段とを含む、所在階数推定システムが提供される。

【0007】

本発明において、前記携帯端末は、さらに、鉛直方向の加速度を検出する加速度センサと、前記サーバから取得した現在の所在階数を初期値としてセットする所在階数セット手段と、前記加速度センサが検出する鉛直方向の加速度を積分して速度波形を生成する速度波形生成手段と、山型または谷型の前記速度波形が生成されたことに応答して、該速度波形の幅の評価値を生成する評価値生成手段と、前記評価値の想定範囲と前記建物の移動階数に対応付けたテーブルと、生成された前記評価値を前記テーブルの前記想定範囲に照らして前記建物の移動階数を推定する移動階数推定手段と、推定した前記移動階数に基づいて前記所在階数セット手段にセットされた前記現在の所在階数を更新する所在階数更新手段とを含むことができる。

【発明の効果】**【0008】**

上述したように、本発明によれば、携帯端末に搭載される気圧センサを用いて建物におけるユーザの所在階数を精度よく推定することができる所在階数推定システムが提供される。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【図1】本発明の所在階数推定システムのネットワーク構成を示す図。

【図2】第1実施形態の所在階数推定システムの機能ブロック図。

【図3】第1実施形態において実行される処理の内容を示すシーケンス図。

【図4】所在階数推定処理の内容を説明するための概念図。

【図5】所在階数推定処理の内容を説明するための概念図。

【図6】所在階数推定処理において参照されるテーブルを示す図。

【図7】所在階数推定処理の内容を説明するための概念図。

【図8】所在階数推定処理の内容を説明するための概念図。

- 【図 9】第 2 実施形態の所在階数推定システムの機能ブロック図。
【図 10】第 2 実施形態において実行される処理の内容を示すシーケンス図。
【図 11】第 3 実施形態の所在階数推定システムの機能ブロック図。
【図 12】第 3 実施形態において実行される処理の内容を示すシーケンス図。
【図 13】第 4 実施形態の所在階数推定システムの機能ブロック図。
【図 14】加速度センサを使用した所在階数推定処理を表すフローチャート。
【図 15】加速度センサの出力波形（加速度波形）を示す図。
【図 16】鉛直方向の移動速度波形を示す図。
【図 17】評価線を説明するための概念図。
【図 18】評価線を説明するための概念図。
【図 19】所在階数推定処理において参照されるテーブルを示す図。
【図 20】第 5 実施形態の所在階数推定システムの機能ブロック図。
【発明を実施するための形態】

10

【0010】

以下、本発明を図面に示した実施の形態をもって説明するが、本発明は、図面に示した実施の形態に限定されるものではない。なお、以下に参照する各図においては、共通する要素について同じ符号を用い、適宜、その説明を省略するものとする。

【0011】

図 1 は、本発明の所在階数推定システム 100 のネットワーク構成を示す図である。図 1 に示すように本発明の所在階数推定システム 100 は、複数の携帯端末 10（1、2、3、4、... n）と、基準気圧送信用の通信装置 30 と、サーバ 40 とを含んで構成されており、携帯端末 10 および通信装置 30 は、Webサーバとして参照されるサーバ 40 とインターネットや 3G 回線などとして参照されるネットワーク 200 を介して相互通信可能に接続されている。

20

【0012】

本発明における携帯端末 10 は、任意の移動通信端末（スマートフォン、タブレット型 PC、ノート PC、PDA など）として参照されるものであり、気圧センサを搭載し、好ましくは、さらに加速度センサを搭載する。

【0013】

一方、本発明における通信装置 30 は、気圧センサを搭載しており、検出した気圧を外部に送信することができる任意の通信装置として参照されるものであり、本発明では、通信装置 30 が建物の所定の階床（フロア）に固定的に設置されることを前提とする。

30

【0014】

本発明は、通信装置 30 が搭載する気圧センサが検出する気圧と携帯端末 10 が搭載する気圧センサが検出する気圧の差分に基づいて、当該建物における携帯端末 10 の所在階数を推定する方式を開示する。加えて、本発明は、携帯端末 10 が搭載する加速度センサが検出する鉛直方向の加速度に基づいて、当該建物における携帯端末 10 の所在階数を推定する方式を開示する。なお、図 1 は、携帯端末 10 および通信装置 30 をスマートフォンで構成したケースを例示的に示している。以下では、図 1 に示したケースを例にとって本発明の実施形態について説明する。

40

【0015】

（第 1 実施形態）

図 2 は、本発明の第 1 実施形態である所在階数推定システム 100A の機能ブロックを示す。

【0016】

本実施形態におけるスマートフォン 10A は、気圧センサ 11 を搭載するとともに、気圧補正部 12、オフセット取得部 13 および所在階数取得部 14 を含んで構成される。なお、スマートフォン 10A は、ユーザによって携帯される（あるいは、任意の移動体に取り付けられる）ことを前提とする。

【0017】

50

スマートフォン 10 A の気圧補正部 12 は、気圧センサ 11 が検出した気圧を補正するための機能部であり、オフセット取得部 13 は、サーバ 40 からオフセットを取得するための機能部である。また、所在階数取得部 14 は、サーバ 40 に問い合わせして所在階数を取得するための機能部である。

【0018】

基準気圧送信用に用いられるスマートフォン 30 は、本システムが適用される建物の所定の階床（好ましくは 1 階）に固定的に設置される。スマートフォン 30 は、気圧センサ 32 を搭載するとともに、気圧送信部 34 を含んで構成される。ここで、気圧送信部 34 は、気圧センサ 32 が検出した気圧を所定のサンプリング間隔（例えば、数十ミリ秒毎）でサーバ 40 に送信するための機能部である。

10

【0019】

一方、サーバ 40 A は、基準気圧更新部 42、オフセット生成部 43、および所在階数推定部 44 を含んで構成される。ここで、基準気圧更新部 42 は、スマートフォン 30 から受信した最新の気圧を基準気圧として記憶部 45 において更新するための機能部であり、オフセット生成部 43 は、スマートフォン 10 A からの要求に回答してオフセットを生成するための機能部である。また、所在階数推定部 44 は、スマートフォン 10 A からの問い合わせに回答して、当該スマートフォン 10 A の所在階数（すなわち、スマートフォン 10 A を携帯するユーザの所在階数）を推定するための機能部である。

【0020】

ここで、上述した“オフセット”とは、気圧の補正量を意味する。一般に、スマートフォンに搭載される気圧センサは、高い分解能を備えており、気圧の変化量を精度良く検出することができるものの、出力される気圧の絶対値は、その機種によって大きく異なることが知られている。この点に鑑みて、本実施形態では、スマートフォン 10 A が検出する気圧値をオフセットで補正する。

20

【0021】

以上、所在階数推定システム 100 A を構成する各装置の構成について概説したが、続いて、上述した各機能部が実行する処理の内容を図 3 に示すシーケンス図に基づいて説明する。なお、以下の説明においては、適宜、図 2 を参照するものとする。

【0022】

図 3 に示すように、本実施形態では 2 系統の処理が並行して実施される。ここでは、まず、スマートフォン 10 A がサーバ 40 A からオフセットを取得する処理を説明する。

30

【0023】

スマートフォン 10 A のオフセット取得部 13 は、所定のトリガーに回答して、オフセット取得要求を生成する（S1）。ここで、トリガーとして第一義的に想定されるのは、ユーザによるオフセットの取得を指示する操作（入力）の検出である。この場合、オフセット取得部 13 は、ユーザによる所定の操作を検出したことに回答して、気圧センサ 11 が検出した最新の気圧を含むオフセット取得要求を生成してサーバ 40 A に送信する（S2）。

【0024】

一方、サーバ 40 A の基準気圧更新部 42 は、基準気圧送信用のスマートフォン 30 から定期的に受信する気圧を基準気圧として記憶部 45 の専用領域に格納しており、サーバ 40 A のオフセット生成部 43 は、スマートフォン 10 A からオフセット取得要求を受領したことに回答して、記憶部 45 から基準気圧を読み出して取得する（S3）。そして、オフセット生成部 43 は、オフセット取得要求に含まれる気圧（すなわち、気圧センサ 11 が検出した気圧）と基準気圧（すなわち、スマートフォン 30 の気圧センサ 32 が検出した最新の気圧）の差分をオフセットとして生成し（S4）、当該オフセットをオフセット取得要求に対する回答としてスマートフォン 10 A に送信する（S5）。これを受けて、スマートフォン 10 A は、サーバ 40 A から受信したオフセットを記憶部 15 の専用領域に保存する（S6）。

40

【0025】

50

本実施形態においては、上述した一連の処理が所定のトリガーを検出する度に実行され、スマートフォン 10A の記憶部 15 の専用領域に保存されるオフセットは、その都度、最新の値に更新される。

【0026】

次に、スマートフォン 10A がサーバ 40A から所在階数を取得する処理を説明する。

【0027】

スマートフォン 10A の気圧補正部 12 は、記憶部 15 の専用領域から読み出したオフセットを使用して気圧センサ 11 が検出する気圧を補正し、補正後の気圧を所在階数取得部 14 に通知する。所在階数取得部 14 は、通知された補正後の気圧を含む所在階数取得要求を生成し (S7)、当該所在階数取得要求をサーバ 40A に送信する (S8)。

10

【0028】

サーバ 40A の所在階数推定部 44 は、スマートフォン 10A から所在階数取得要求を受領したことに応答して、記憶部 45 の専用領域から基準気圧を読み出して取得する (S9)。そして、所在階数推定部 44 は、所在階数取得要求に含まれる気圧 (すなわち、補正後の気圧) と基準気圧 (すなわち、気圧センサ 32 が検出した最新の気圧) の差分を計算し、当該差分と建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定する (S10)。所在階数推定部 44 は、推定した所在階数を所在階数取得要求に対する応答としてスマートフォン 10A に送信する (S11)。これを受けて、スマートフォン 10A は、受信した所在階数を記憶部 15 の専用領域に保存する (S12)。

【0029】

20

本実施形態においては、上述した一連の処理が所定の間隔で繰り返して実行され、スマートフォン 10A の記憶部 15 の専用領域に保存される所在階数は、その都度、最新の値に更新される。記憶部 15 において逐次更新される所在階数は、必要に応じて、スマートフォン 10A 上で実行される他のアプリケーションによって読み出され利用される。

【0030】

ここで、スマートフォン 10A 上で実行されるアプリケーションの例としては、建物内のフロア間移動を含むナビゲーションを実行するアプリケーションを挙げることができる。また、本実施形態においては、サーバ 40A が各ユーザの所在階数の履歴を記憶部 45 に保持するように構成してもよい。その場合、ユーザの所在階数の履歴は任意の解析 (例えば、建物内のフロア間移動を伴う人の動線把握) に供することができる。

30

【0031】

続いて、具体的なシナリオに基づいて、サーバ 40A の所在階数推定部 44 が実行する処理の内容を説明する。なお、以下の説明においては、適宜、図 2 および図 3 を参照するものとする。

【0032】

本シナリオでは、図 4 に示すように、エレベータ 302 を備える 12 階建てのビル 300 の 1F に、基準気圧送信用のスマートフォン 30 が固定的に設置されており、スマートフォン 30 は、1F で検出した気圧を定期的にサーバ 40 に送信している。

【0033】

ビル 300 に入ったユーザは、1F において携帯するスマートフォン 10 を操作してオフセットの取得を指示する所定の操作を行う。その結果、その時点でスマートフォン 30 が検出している気圧値 “1013.05 [hPa]” とスマートフォン 10 が検出している気圧値 “1011.55 [hPa]” の差分 “+1.5 [hPa]” がオフセットとしてスマートフォン 10 に保存される (図 3 : S1 ~ S6)。

40

【0034】

その後、図 5 に示すように、ユーザはエレベータ 302 に乗って 10F に上がる。このとき、ユーザが携帯するスマートフォン 10 が検出する気圧値は “1011.55 [hPa]” から “1008.42 [hPa]” に変化する。この時点で、スマートフォン 10 は、“1008.42 [hPa]” をオフセット “+1.5 [hPa]” で補正した気圧値 “1009.92 [hPa]” を含む所在階数取得要求をサーバ 40 に送信する (図 3 : S7 ~ S8)。

50

【 0 0 3 5 】

サーバ 4 0 は、スマートフォン 1 0 から所在階数取得要求を受信すると、以下の手順でユーザの所在階数を推定する（図 3：S 9～S 1 0）。

【 0 0 3 6 】

サーバ 4 0 の所在階数推定部 4 4 は、まず、基準気圧“1013.05 [hPa]”と、所在階数取得要求に含まれる補正後の気圧値“1009.92 [hPa]”との差分“3.13 [hPa]”を求める。ここで、本実施形態においては、隣接する階床間の気圧差、すなわち、ビル 3 0 0 の 1 階分の高さ当たり(3.5m)の気圧の変化量“0.35 [hPa]”が予め求められ、記憶部 4 5 に格納されている。

【 0 0 3 7 】

所在階数推定部 4 4 は、1 階分の高さ当たりの気圧の変化量“0.35 [hPa]”を記憶部 4 5 から読み出した後、先に求めた差分“3.13 [hPa]”を読み出した気圧の変化量“0.35[hPa]”で除算した商「8.94...」の小数点第 1 位を四捨五入した値「9」に「1」を加算した値「10」を現在の所在階数として推定する。つまり、所在階数推定部 4 4 は、先に求めた気圧の差分を 1 階分の高さ当たりの気圧の変化量で除算した商の小数点第 1 位を四捨五入した値「X」にスマートフォン 3 0 が設置される階床の階数「N」を加算した値「X + N」を現在の所在階数として推定する。

【 0 0 3 8 】

なお、所在階数推定部 4 4 は、以下の別法により所在階数を推定することもできる。すなわち、サーバ 4 0 の所在階数推定部 4 4 は、基準気圧“1013.05 [hPa]”と、所在階数取得要求に含まれる補正後の気圧値“1009.92 [hPa]”との差分“3.13 [hPa]”を求める。ここで、別法においては、図 6 に示すテーブル 5 0 0 が記憶部 4 5 に格納されており、所在階数推定部 4 4 は、テーブル 5 0 0 を記憶部 4 5 から読み出す。

【 0 0 3 9 】

テーブル 5 0 0 は、ビル 3 0 0 の階数と、ビル 3 0 0 の 1 F の気圧と当該階数の階床の気圧の差分の想定範囲とを対応付けて管理する参照テーブルであり、本実施形態においては、事前測定や理論式によって予め求めたビル 3 0 0 の 1 F と各階の気圧差（階床間の気圧差）がテーブル 5 0 0 にセットされている。

【 0 0 4 0 】

所在階数推定部 4 4 は、先に求めた差分“3.13 [hPa]”をテーブル 5 0 0 に照らして建物の階数を取得する。この場合、差分“3.13 [hPa]”は、気圧差の想定範囲「 3.15 ± 0.1 」に含まれるので、所在階数推定部 4 4 は、当該想定範囲に対応付けられた階数「10」を所在階数として推定する。

【 0 0 4 1 】

所在階数推定部 4 4 は、推定した所在階数「10」をスマートフォン 1 0 に送信する。これを受けて、スマートフォン 1 0 は、所在階数「10」を記憶部 1 5 に保存する（図 3：S 1 1～S 1 2）。

【 0 0 4 2 】

ユーザが 1 0 F に滞在している間に天候が変化し（晴れ→雨）、これに伴って、1 F に設置されたスマートフォン 3 0 が検出する気圧は、“1013.05 [hPa]”から“1012.15 [hPa]”に変化している。このとき、図 7 に示すように、ユーザがエレベータ 3 0 2 に乗って 1 0 F から 3 F に降りると、ユーザが携帯するスマートフォン 1 0 は気圧値“1009.93 [hPa]”を検出する。この時点で、スマートフォン 1 0 は、“1009.93 [hPa]”をオフセット“+1.5 [hPa]”で補正した気圧値“1011.43 [hPa]”を含む所在階数取得要求をサーバ 4 0 に送信する（図 3：S 7～S 8）。

【 0 0 4 3 】

サーバ 4 0 の所在階数推定部 4 4 は、スマートフォン 1 0 から所在階数取得要求を受信すると、所在階数取得要求に含まれる補正後の気圧値“1011.43 [hPa]”と基準気圧（すなわち、この時点でスマートフォン 3 0 が検出している気圧値“1012.15 [hPa]”）の差分“0.72 [hPa]”を求め、当該差分“0.72 [hPa]”を記憶部 4 5 から読み出した 1 階分の

10

20

30

40

50

高さ当たりの気圧の変化量“0.35 [hPa]”で除算した商「2.05…」の小数点第1位を四捨五入した値「2」に1を加算した値「3」を現在の所在階数として推定する（図3：S9～S10）。

【0044】

あるいは、サーバ40の所在階数推定部44は、上述した別法により、先に求めた差分“0.72[hPa]”を図6に示すテーブル500に照らして建物の階数を取得する。この場合、“0.72 [hPa]”は、気圧差の想定範囲「 0.7 ± 0.1 」に含まれるので、所在階数推定部44は、当該想定範囲に対応付けられた階数「3」を所在階数として推定する。

【0045】

所在階数推定部44は、推定した所在階数「3」をスマートフォン10に送信する。これを受けて、スマートフォン10は、記憶部15に保存された所在階数の値「10」を「3」に更新する（図3：S11～S12）。

10

【0046】

ユーザが3Fに滞在している間に再び天候が変化する（雨→晴れ）。これに伴って、1Fに設置されたスマートフォン30が検出する気圧は、“1012.15 [hPa]”から“1013.15 [hPa]”に変化する。このとき、図8に示すように、ユーザがエレベータ302に乗って3Fから1Fに降りると、ユーザが携帯するスマートフォン10は気圧値“1011.58 [hPa]”を検出する。この時点で、スマートフォン10は、“1011.58 [hPa]”をオフセット“+1.5 [hPa]”で補正した気圧値“1013.08 [hPa]”を含む所在階数取得要求をサーバ40に送信する（図3：S7～S8）。

20

【0047】

サーバ40の所在階数推定部44は、スマートフォン10から所在階数取得要求を受信すると、所在階数取得要求に含まれる補正後の気圧値“1013.08 [hPa]”と基準気圧（すなわち、この時点でスマートフォン30が検出している気圧値“1013.15 [hPa]”）の差分“0.07 [hPa]”を求め、当該差分“0.07 [hPa]”を記憶部45から読み出した1階分の高さ当たりの気圧の変化量“0.35 [hPa]”で除算した商「0.2」の小数点第1位を四捨五入した値「0」に1を加算した値「1」を現在の所在階数として推定し、その結果をスマートフォン10に送信する（図3：S11）。

【0048】

あるいは、サーバ40の所在階数推定部44は、上述した別法により、先に求めた差分“0.07 [hPa]”を図6に示すテーブル500に照らして建物の階数を取得する。この場合、“0.07 [hPa]”は、気圧差の想定範囲「 0.00 ± 0.1 」に含まれるので、所在階数推定部44は、当該想定範囲に対応付けられた階数「1」を所在階数として推定する。

30

【0049】

所在階数推定部44は、推定した所在階数「3」をスマートフォン10に送信する。これを受けて、スマートフォン10は、記憶部15に保存された所在階数の値「3」を「1」に更新する（図3：S11～S12）。

【0050】

以上説明したように、本実施形態の所在階数推定システム100Aは、天候の変化による気圧変動の影響を受けることなく、常に、高い精度でユーザの所在階数を推定することができる。なお、本実施形態の所在階数推定システム100Aは、精度向上の観点から、以下の構成を採用することが好ましい。

40

【0051】

本実施形態においては、記憶部15に保存される所在階数の値とスマートフォン30が設置される階床の階数が一致したことをトリガーとして、スマートフォン10Aのオフセット取得部13がオフセット取得要求を生成するように構成することが好ましい。スマートフォン30を最も頻繁にユーザが訪れる階床（例えば、1F）に設置しておけば、このように構成することで、オフセットの適時最適化が図られる。

【0052】

また、基準気圧送信用に用いられるスマートフォン30の気圧送信部34は、適切なノ

50

イズフィルター（最新のサンプリング値と直前のサンプリング値との差が所定の閾値を超える場合に、最新のサンプリング値をノイズと判断するなど）を具備することが好ましい。さらに、サーバ４０Ａの所在階数推定部４４は、直前の所在階数推定から最新の所在階数推定までの時間が所定の閾値（例えば、５秒）に達しない場合に、ノイズによる誤判断が生じたと判断して最新の推定結果を却下する機能を具備することが好ましい。

【００５３】

以上、サーバ４０側で所在階数の推定を行う第１実施形態について説明したが、本発明においては、上述したと同様の所在階数推定処理をスマートフォン１０側で行うこともできる。以下、スマートフォン１０側で所在階数の推定を行う第２実施形態について説明する。

【００５４】

（第２実施形態）

図９は、本発明の第２実施形態である所在階数推定システム１００Ｂの機能ブロックを示す。なお、以下においては、専ら、上述した第１実施形態との差異について説明するものとし、第１実施形態と共通する内容については、適宜、その説明を省略する。

【００５５】

本実施形態において、スマートフォン１０Ｂは、気圧センサ１１、気圧補正部１２、基準気圧取得部１６、オフセット生成部１７および所在階数推定部１８を含んで構成される。

【００５６】

ここで、基準気圧取得部１６は、サーバ４０Ｂから基準気圧を取得するための機能部であり、オフセット生成部１７は、オフセットを生成するための機能部であり、所在階数推定部１８は、スマートフォン１０Ｂの所在階数を推定するための機能部である。

【００５７】

一方、サーバ４０Ｂは、基準気圧更新部４２および基準気圧送信部４６を含んで構成される。ここで、基準気圧送信部４６は、スマートフォン１０Ｂからの要求に応答して基準気圧を送信するための機能部である。

【００５８】

以上、所在階数推定システム１００Ｂを構成する各装置の構成について概説したが、続いて、上述した各機能部が実行する処理の内容を図１０に示すシーケンス図に基づいて説明する。なお、以下の説明においては、適宜、図９を参照するものとする。

【００５９】

図１０に示すように、本実施形態では３系統の処理が並行して実施される。ここでは、まず、スマートフォン１０Ｂがサーバ４０Ｂに問い合わせる基準気圧を取得する一連の処理を説明する。

【００６０】

スマートフォン１０Ｂの基準気圧取得部１６は、基準気圧取得要求をサーバ４０Ｂに送信する（Ｓ１）。サーバ４０Ｂの基準気圧送信部４６は、スマートフォン１０Ｂから基準気圧取得要求を受領したことに応答して、記憶部４５から基準気圧を読み出して取得し（Ｓ２）、これを基準気圧取得要求に対する応答としてスマートフォン１０Ｂに送信する（Ｓ３）。これを受けて、スマートフォン１０Ｂは、サーバ４０Ｂから受信した基準気圧を記憶部１５の専用領域に保存する（Ｓ４）。なお、上述した一連の処理は、所定の間隔で繰り返し実行され、記憶部１５の専用領域に保存される基準気圧は、その都度、最新の値に更新される。

【００６１】

次に、スマートフォン１０Ｂがオフセットを生成する処理を説明する。スマートフォン１０Ｂのオフセット生成部１７は、所定のトリガーに応答して、オフセットを生成する（Ｓ５）。ここで、トリガーとして第一義的に想定されるのは、ユーザによるオフセットの取得を指示する操作（入力）の検出である。この場合、オフセット生成部１７は、ユーザによる所定の操作を検出したことに応答して、記憶部１５から最新の基準気圧を読み出し、

10

20

30

40

50

当該基準気圧と気圧センサ 11 が検出した気圧の差分をオフセットとして生成し (S5)、これを記憶部 15 の専用領域に保存する (S6)。

【0062】

本実施形態においては、上述したオフセットを生成する処理は、所定のトリガーを検出する度に実行され、スマートフォン 10B の記憶部 15 の専用領域に保存されるオフセットは、その都度、最新の値に更新される。

【0063】

最後に、スマートフォン 10B が所在階数を推定する処理を説明する。スマートフォン 10B の気圧補正部 12 は、記憶部 15 に保存される最新のオフセットを使用して気圧センサ 11 が検出する気圧を補正し (S7)、補正後の気圧を所在階数推定部 18 に通知する。所在階数推定部 18 は、記憶部 45 に格納された最新の基準気圧を取得し (S8)、気圧補正部 12 から通知された補正後の気圧と基準気圧の差分と建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定する (S9)。なお、所在階数を推定する手順は、第 1 実施形態において説明した内容と同様であるので、ここではこれ以上の説明を省略する。

【0064】

所在階数推定部 18 は、推定した所在階数を記憶部 15 の専用領域に保存する (S12)。本実施形態においては、上述した一連の処理が所定の間隔で繰り返し実行され、スマートフォン 10B の記憶部 15 の専用領域に保存される所在階数は、その都度、最新の値に更新される。記憶部 15 において逐次更新される所在階数は、必要に応じて、スマートフォン 10B 上で実行される他のアプリケーションによって読み出され利用される。また、本実施形態においても、サーバ 40B が各ユーザの所在階数の履歴を記憶部 45 に保持するように構成してもよい。

【0065】

以上、スマートフォン 10 側で所在階数の推定を行う第 2 実施形態に基づいて本発明を説明したが、続いて、サーバ 40 側で所在階数の推定を行う第 3 実施形態に基づいて本発明を説明する。

【0066】

(第 3 実施形態)

図 11 は、本発明の第 3 実施形態である所在階数推定システム 100C の機能ブロックを示す。なお、以下においては、専ら、上述した第 1 実施形態との差異について説明し、第 1 実施形態と共通する内容については、適宜、その説明を省略するものとする。

【0067】

本実施形態において、スマートフォン 10C は、気圧センサ 11、気圧補正部 12、オフセット取得部 13 および補正気圧送信部 19 を含んで構成される。

【0068】

ここで、補正気圧送信部 19 は、気圧補正部 12 が補正した気圧をサーバ 40C に定期的に送信するための機能部である。

【0069】

一方、サーバ 40C は、基準気圧更新部 42、オフセット生成部 43 および所在階数推定部 44 を含んで構成され、第 1 実施形態におけるサーバ 40A と同等の機能を有する。

【0070】

以上、所在階数推定システム 100C を構成する各装置の構成について概説したが、続いて、上述した各機能部が実行する処理の内容を図 12 に示すシーケンス図に基づいて説明する。なお、以下の説明においては、適宜、図 11 を参照するものとする。

【0071】

図 12 に示すように、本実施形態では 2 系統の処理が並行して実施される。1 つは、スマートフォン 10C がサーバ 40B に問い合わせたオフセットを取得する一連の処理であり、この点につき、スマートフォン 10C は、第 1 実施形態に係る図 3 の内容 (S1 ~ S6) と同等の処理を実施して、サーバ 40C からオフセット取得する。上述したオフセットを生成する処理は、所定のトリガーを検出する度に実行され、スマートフォン 10C の

記憶部 15 の専用領域に保存されるオフセットは、その都度、最新の値に更新される。

【0072】

次に、サーバ 40C が所在階数を推定する処理を説明する。スマートフォン 10C の気圧補正部 12 は、記憶部 15 の専用領域から読み出した最新のオフセットを使用して気圧センサ 11 が検出する気圧を補正し (S7)、補正後の気圧を補正気圧送信部 19 に通知する。これを受けて、補正気圧送信部 19 は、補正後の気圧をサーバ 40C に送信する (S8)。

【0073】

サーバ 40C の所在階数推定部 44 は、スマートフォン 10C から補正後の気圧を受領したことに応答して、記憶部 45 から最新の基準気圧を読み出して取得し (S9)、受領した補正後の気圧と基準気圧の差分と建物の階床間の気圧差に基づいて所在階数を推定する (S10)。なお、所在階数を推定する手順は、第 1 実施形態において説明した内容と同様であるので、ここではこれ以上の説明を省略する。

10

【0074】

所在階数推定部 44 は、推定した所在階数を記憶部 45 の専用領域に保存する (S11)。本実施形態においては、上述した一連の処理が所定の間隔で繰り返し実行され、サーバ 40C の記憶部 45 の専用領域に保存される所在階数は、その都度、最新の値に更新される。記憶部 45 において逐次更新される所在階数は、必要に応じて、サーバ 40C 上で実行される他のアプリケーションによって読み出され利用される。

【0075】

20

ここで、サーバ 40C 上で実行されるアプリケーションの例としては、建物内のフロア間を移動して使用される機器 (医療機器や建設機械など) の所在把握を目的としたアプリケーションや建物内のフロア間を移動する搬送車両の自動運転制御を目的としたアプリケーションを挙げることができる。

【0076】

これまで、スマートフォン 10 が搭載する気圧センサを使用して所在階数を推定する 3 つの実施形態を説明してきた。一方、近年のスマートフォンの多くは、加速度センサを標準搭載している。この点につき、本発明は、加速度センサを使用して所在階数を推定する方式を開示する。以下、上述した構成に対して、加速度センサを使用して所在階数を推定する機能を追加した 2 つの実施形態について説明する。

30

【0077】

(第 4 実施形態)

図 13 は、本発明の第 4 実施形態である所在階数推定システム 100D の機能ブロックを示す。第 4 実施形態の所在階数推定システム 100D は、上述した第 1 実施形態の所在階数推定システム 100A の構成を全て包含し、且つ、これに加速度センサを使用して所在階数を推定するための構成を追加してなるものである。したがって、以下においては、専ら、上述した第 1 実施形態との差異について説明し、第 1 実施形態と共通する構成および処理については、適宜、その説明を省略するものとする。

【0078】

図 13 に示すように、スマートフォン 10D は、第 1 実施形態に係るスマートフォン 10A が備えるところの気圧センサ 11、気圧補正部 12、オフセット取得部 13 および所在階数取得部 14 に加えて、加速度センサ 21、速度波形生成部 22、所在階数セット部 23、評価値生成部 24、移動階数推定部 25 および所在階数更新部 26 を含んで構成される。

40

【0079】

ここで、加速度センサ 21 は、鉛直方向の加速度を検出する加速度センサ (例えば、3 軸加速度センサ) であり、速度波形生成部 22 は、加速度センサ 21 の出力に基づいて鉛直方向の移動速度に係る速度波形を生成するための機能部であり、所在階数セット部 23 は、現在の所在階数を初期値としてセットするための機能部である。また、評価値生成部 24 は、速度波形生成部 22 が生成した速度波形の幅の評価値を生成するための機能部で

50

あり、移動階数推定部 25 は、評価値生成部 24 が生成した評価値に基づいて建物の移動階数を推定するための機能部であり、所在階数更新部 26 は、移動階数推定部 25 が推定した移動階数に基づいて現在の所在階数を更新するための機能部である。

【0080】

以上、スマートフォン 10D の構成について概説したが、次に、上述した各機能部が実行する処理の内容を図 14 に示すフローチャートに基づいて説明する。なお、以下の説明においては、適宜、図 13 を参照するものとする。

【0081】

本実施形態においては、加速度センサを使用して所在階数を推定する処理に関し、図 14 に示す 2 系統の処理が並行して実施される。ここでは、まず、図 14 (a) に示すフローについて説明する。

10

【0082】

スマートフォン 10D の速度波形生成部 22 は、加速度センサ 21 の出力に基づいて鉛直方向の加速度を取得し (ステップ 101)、当該鉛直方向の加速度を積分して鉛直方向の移動速度に係る速度波形を生成する (ステップ 102)。速度波形生成部 22 は、速度波形生成処理をバックグラウンドで常時実行する。

【0083】

図 15 は、スマートフォン 10D を携帯するユーザがエレベータに乗って建物の階床間を移動したとき (12F → 9F、9F → 10F) の加速度センサ 21 の出力波形 (加速度波形) を例示的に示す。速度波形生成部 22 は、図 15 に示す加速度波形の値から所定のオフセットレベル g を差し引いた値 (加速度成分) を積分することによって、鉛直方向の移動速度波形を生成する。

20

【0084】

ここで、オフセットレベル g は、静止した状態における加速度センサ 21 の Z 軸の出力値を設定すればよく (例えば、加速度センサ 21 の Z 軸方向が鉛直方向に完全に一致する場合には、重力加速度 (9.8 m/s^2) をオフセットレベル g として設定する)、好ましくは、静止した状態における加速度センサ 21 の Z 軸の出力の積分値がおおよそゼロになるレベルを設定する。

【0085】

図 16 は、図 15 に示す加速度波形に基づいて生成された鉛直方向の移動速度波形を示す。図 16 に示すように、エレベータが下降するとき (12F → 9F) には谷型の速度波形が生成され、エレベータが上昇するとき (9F → 10F) には山型の速度波形が生成される。

30

【0086】

次に、上述した速度波形生成処理に並行して実施される図 14 (b) に示すフローについて説明する。

【0087】

スマートフォン 10D の所在階数セット部 23 は、所在階数の初期値の入力を待機する (ステップ 201)。ユーザから所在階数の初期値の入力があった場合 (ステップ 201、Yes)、所在階数セット部 23 は、ユーザが入力した現在の所在階数 (例えば、「1」) を初期値として、記憶部 15 の専用領域 15a に設定する (ステップ 202)。

40

【0088】

所在階数の初期値が設定されると、スマートフォン 10D の評価値生成部 24 は、山型または谷型の速度波形が形成されたことを、例えば、以下の手順で判定する。速度波形生成部 22 が生成する速度波形の値 V の絶対値が所定の閾値 V_{Th} を超える状態が $T1$ 時間継続するか否かを判断する (ステップ 203)。ここでは、閾値 V_{Th} および $T1$ 時間として、エレベータの移動開始を検知する目的に適った適切な値 (例えば、 $V_{Th} = 5 \text{ km/h}$ 、 $T1 = 2 \text{ 秒}$) が予め設定される。

【0089】

ステップ 203 の判断の結果、所定の閾値 V_{Th} を超える状態が $T1$ 時間継続した場合

50

(ステップ203、Yes)、引き続いて、評価値生成部24は、速度波形の値Vの絶対値がほぼゼロとなる状態がT2時間継続するか否かを判断する(ステップ204)。ここでは、T2時間として、エレベータの停止を検知する目的に適った適切な値(例えば、 $T2 = 5$ 秒)が予め設定される。

【0090】

ステップ204の判断の結果、速度波形の値Vの絶対値がほぼゼロとなる状態がT2時間継続した場合には(ステップ204、Yes)、評価値生成部24は、直前に生成された速度波形について評価値Wを生成する(ステップ205)。

【0091】

ここで、本実施形態における評価値Wについて説明する。図16に示すように、本実施形態においては、エレベータが上昇するときには谷型の速度波形が生成され、エレベータが降下するときには山型の速度波形が生成される。そして、生成される速度波形の幅と移動階数には正の相関関係があり、移動階数が増えるにつれ速度波形の幅は大きくなる。本実施形態はこの点に着目するものであり、評価値生成部24は、所定の規則に則って速度波形を横断する時間軸に平行な評価線を引き、当該評価線と速度波形が交差する2つの交点間の距離を評価値Wとして生成する。以下、上述した評価線の引き方について例示的に説明する。

【0092】

図17は、エレベータの昇りおよび下りのそれぞれについて専用の評価線を定義し、これを定常的に使用する例を示す。この例では、速度波形を表すグラフにおいて、速度ゼロを通る時間軸に平行な直線から所定の距離Mを隔てて2本の直線を引き、各直線を評価線L1および評価線L2として定義する。この場合、評価値生成部24は、谷型の速度波形が生成された場合には、評価線L2と速度波形が交差する2つの交点間の距離を評価値Wとして生成し、山型の速度波形が生成された場合には、評価線L1と速度波形が交差する2つの交点間の距離を評価値Wとして生成する。

【0093】

一方、図18は、評価線を動的に定義する例を示す。この例では、速度波形が生成される度に、当該速度波形の極値を通る時間軸に平行な直線L'から所定の距離mを隔てて直線を引き、当該直線を評価線Lとして使用する。この例では、評価値生成部24は、速度波形が生成される度に、当該速度波形に固有の評価線Lを定義し、当該評価線Lと速度波形が交差する2つの交点間の距離を評価値Wとして生成する。

【0094】

図14(b)に戻って説明を続ける。ステップ205で評価値生成部24が速度波形の評価値Wを生成すると、移動階数推定部25は、生成された評価値Wから移動階数を推定する(ステップ206)。具体的には、移動階数推定部25は、記憶部15から図19に示すテーブル600を読み出し、生成された評価値Wをテーブル600に照らして移動階数を推定する。

【0095】

ここで、テーブル600は、エレベータの移動階数と評価値Wの想定範囲を対応付けて管理する参照テーブルであり、本実施形態においては、事前測定やシミュレーションを行って予め求めたエレベータの移動階数毎の速度波形に係る評価値Wの想定範囲がテーブル600にセットされている。

【0096】

ステップ206で移動階数推定部25が移動階数を推定すると、所在階数更新部26は、移動階数推定部25が推定した移動階数に基づいて現在の所在階数を更新する(ステップ207)。具体的には、山型の速度波形が生成された場合には、記憶部15の専用領域15aにセットされた所在階数に対して移動階数推定部25が推定した移動階数を加算した値を現在の所在階数として更新する。また、谷型の速度波形が生成された場合には、専用領域15aにセットされた所在階数から移動階数推定部25が推定した移動階数を減算した値を現在の所在階数として更新する。なお、本実施形態においては、この時点で、速

10

20

30

40

50

度波形生成部 2 2 が使用するオフセットレベル g を更新することが好ましい。

【 0 0 9 7 】

(第 5 実施形態)

図 2 0 は、本発明の第 5 実施形態である所在階数推定システム 1 0 0 E の機能ブロックを示す。第 5 実施形態の所在階数推定システム 1 0 0 D は、上述した第 2 実施形態の所在階数推定システム 1 0 0 B の構成を全て包含し、且つ、これに加速度センサを使用して所在階数を推定するための構成を追加してなるものである。したがって、以下においては、専ら、上述した第 2 実施形態との差異について説明し、第 2 実施形態と共通する構成および処理については、適宜、その説明を省略するものとする。

【 0 0 9 8 】

図 2 0 に示すように、スマートフォン 1 0 E は、第 2 実施形態に係るスマートフォン 1 0 B が備えるところの気圧センサ 1 1、気圧補正部 1 2、基準気圧取得部 1 6、オフセット生成部 1 7 および所在階数推定部 1 8 に加えて、加速度センサ 2 1、速度波形生成部 2 2、所在階数セット部 2 3、評価値生成部 2 4、移動階数推定部 2 5 および所在階数更新部 2 6 を含んで構成される。

【 0 0 9 9 】

そして、図 2 0 に示す加速度センサ 2 1、速度波形生成部 2 2、所在階数セット部 2 3、評価値生成部 2 4、移動階数推定部 2 5 および所在階数更新部 2 6 は、第 4 実施形態におけるそれと同等の機能を有するものであるので、ここではこれ以上の説明を省略する。

【 0 1 0 0 】

以上、説明したように、第 4 実施形態および第 5 実施形態においては、気圧センサを使用した所在階数推定と加速度センサを使用した所在階数推定が並行して実施される結果、2 つの推定結果が得られる。したがって、例えば、通信状態の悪化により、スマートフォン 1 0 がオフライン状態になった場合でも、加速度センサを使用した推定結果を利用することができる。この他にも、本発明においては、2 つの推定結果を以下のように利用することができる。

【 0 1 0 1 】

例えば、本発明においては、気圧センサを使用した推定結果を、加速度センサを使用する所在階数推定における初期値として設定するように構成することができる。また、本発明においては、加速度センサを使用した推定結果とスマートフォン 3 0 が設置される階床の階数が一致したことに応答して、オフセットを更新するように構成することができる。さらに、本発明においては、気圧センサを使用した推定結果と加速度センサを使用した推定結果が一致した場合にのみ、当該推定結果を採用するように構成することができる。

【 0 1 0 2 】

なお、本発明は、加速度センサを使用した所在階数推定手段のみを搭載した携帯端末に係る発明として捉えることができることは言うまでもない。

【 0 1 0 3 】

以上、本発明について実施形態をもって説明してきたが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、上述した実施形態において、基準気圧送信用の通信装置 3 0 は、サーバ 4 0 からの要求に応答して気圧を送信するように構成してもよいし、図 3、図 1 0 および図 1 2 に示した各ループ処理は、他のアプリケーションからの要求に応答した逐次処理としてもよい。また、上述した実施形態においては、スマートフォン 1 0 のローカルにオフセットを保存する態様を説明したが、サーバ 4 0 側で携帯端末毎にオフセットを管理するようにしてもよい。この場合、サーバ 4 0 は、スマートフォン 1 0 から受信した無補正の気圧を、当該スマートフォン 1 0 に紐付いたオフセットで補正して所在階数の推定に供する。その他、当業者が推考しうる実施態様の範囲内において、本発明の作用・効果を奏する限り、本発明の範囲に含まれるものである。

【 0 1 0 4 】

なお、上述した実施形態の各機能は、C、C++、C#、Java（登録商標）などで記述された装置実行可能なプログラムにより実現でき、本実施形態のプログラムは、ハー

10

20

30

40

50

ドディスク装置、ＣＤ－ＲＯＭ、ＭＯ、ＤＶＤ、フレキシブルディスク、ＥＥＰＲＯＭ、ＥＰＲＯＭなどの装置可読な記録媒体に格納して頒布することができ、また他装置が可能な形式でネットワークを介して伝送することができる。

【符号の説明】

【０１０５】

１０…携帯端末（スマートフォン）

１１…気圧センサ

１２…気圧補正部

１３…オフセット取得部

１４…所在階数取得部

10

１５…記憶部

１６…基準気圧取得部

１７…オフセット生成部

１８…所在階数推定部

１９…補正気圧送信部

２１…加速度センサ

２２…速度波形生成部

２３…所在階数セット部

２４…評価値生成部

２５…移動階数推定部

20

２６…所在階数更新部

３０…通信装置（スマートフォン）

３２…気圧センサ

３４…気圧送信部

４０…サーバ

４２…基準気圧更新部

４３…オフセット生成部

４４…所在階数推定部

４５…記憶部

４６…基準気圧送信部

30

１００…所在階数推定システム

２００…ネットワーク

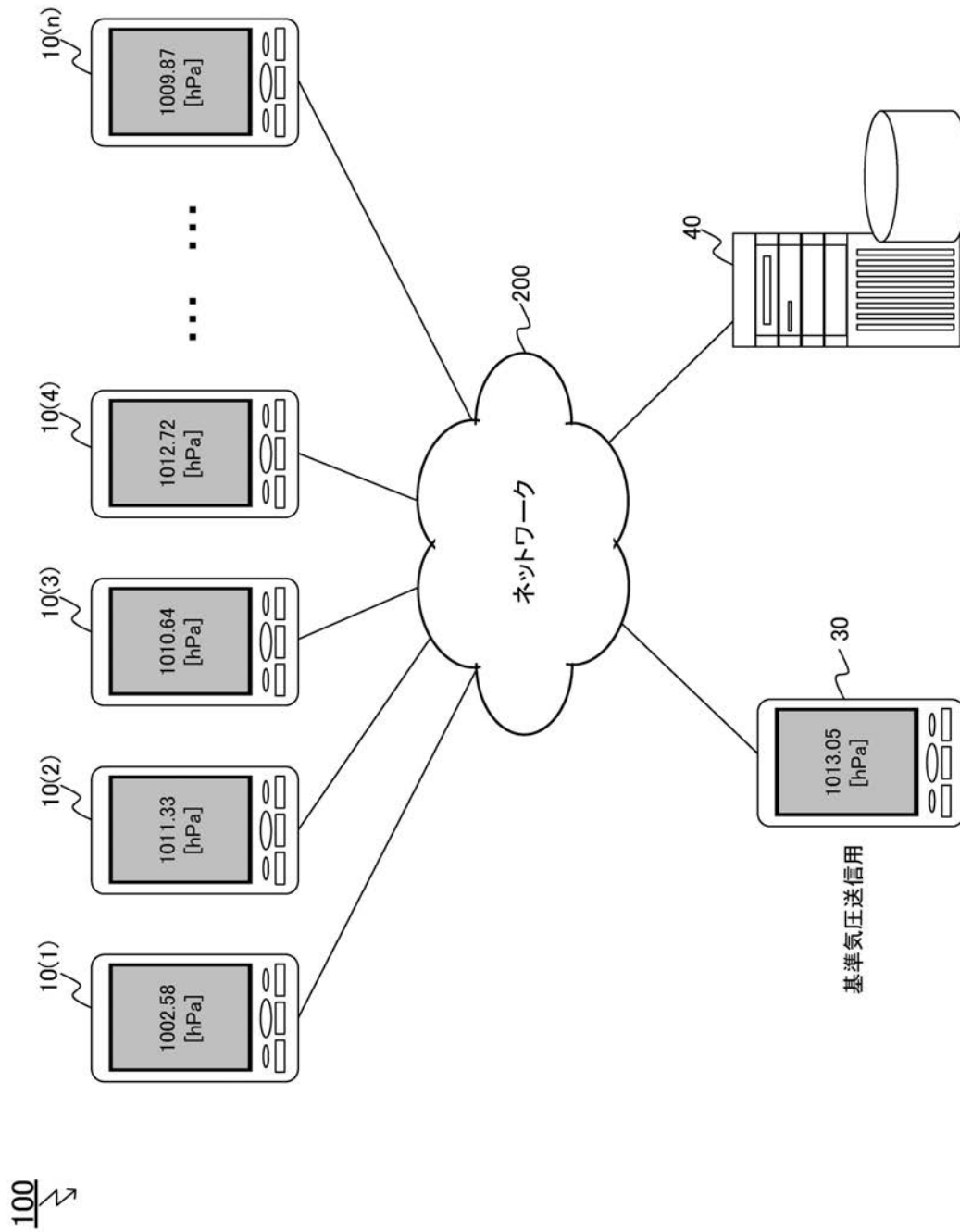
３００…ビル

３０２…エレベータ

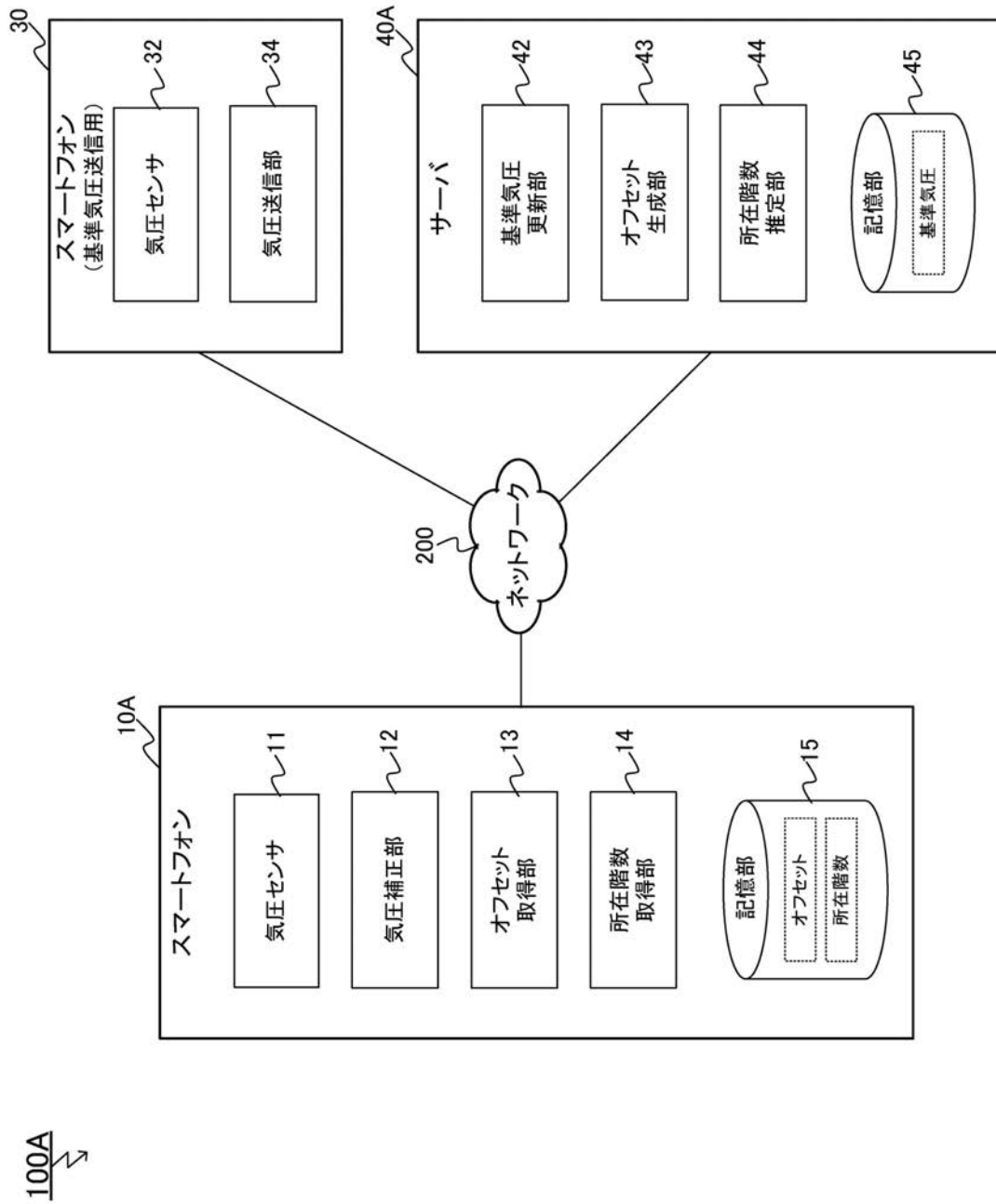
５００…テーブル

６００…テーブル

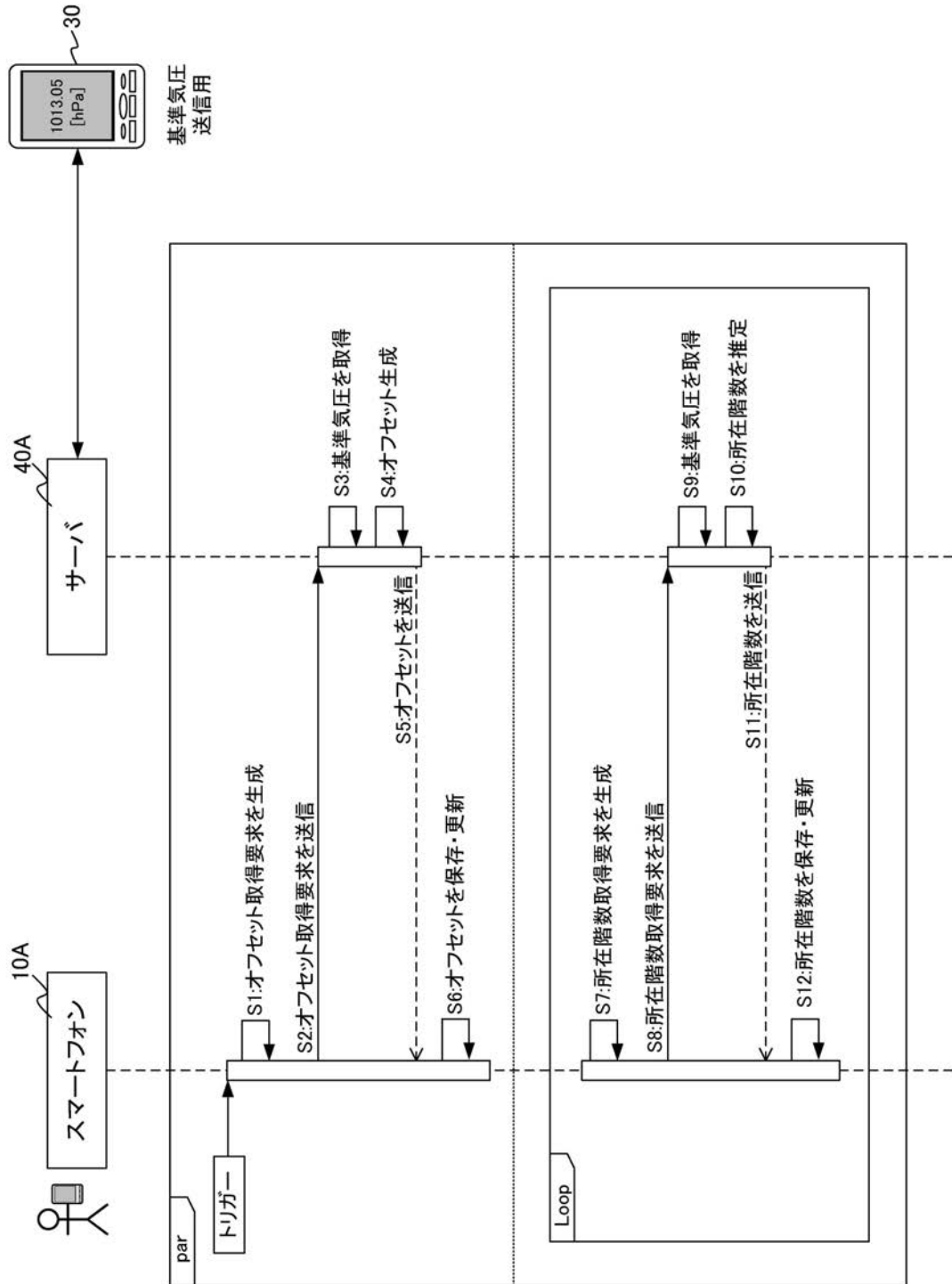
【図 1】



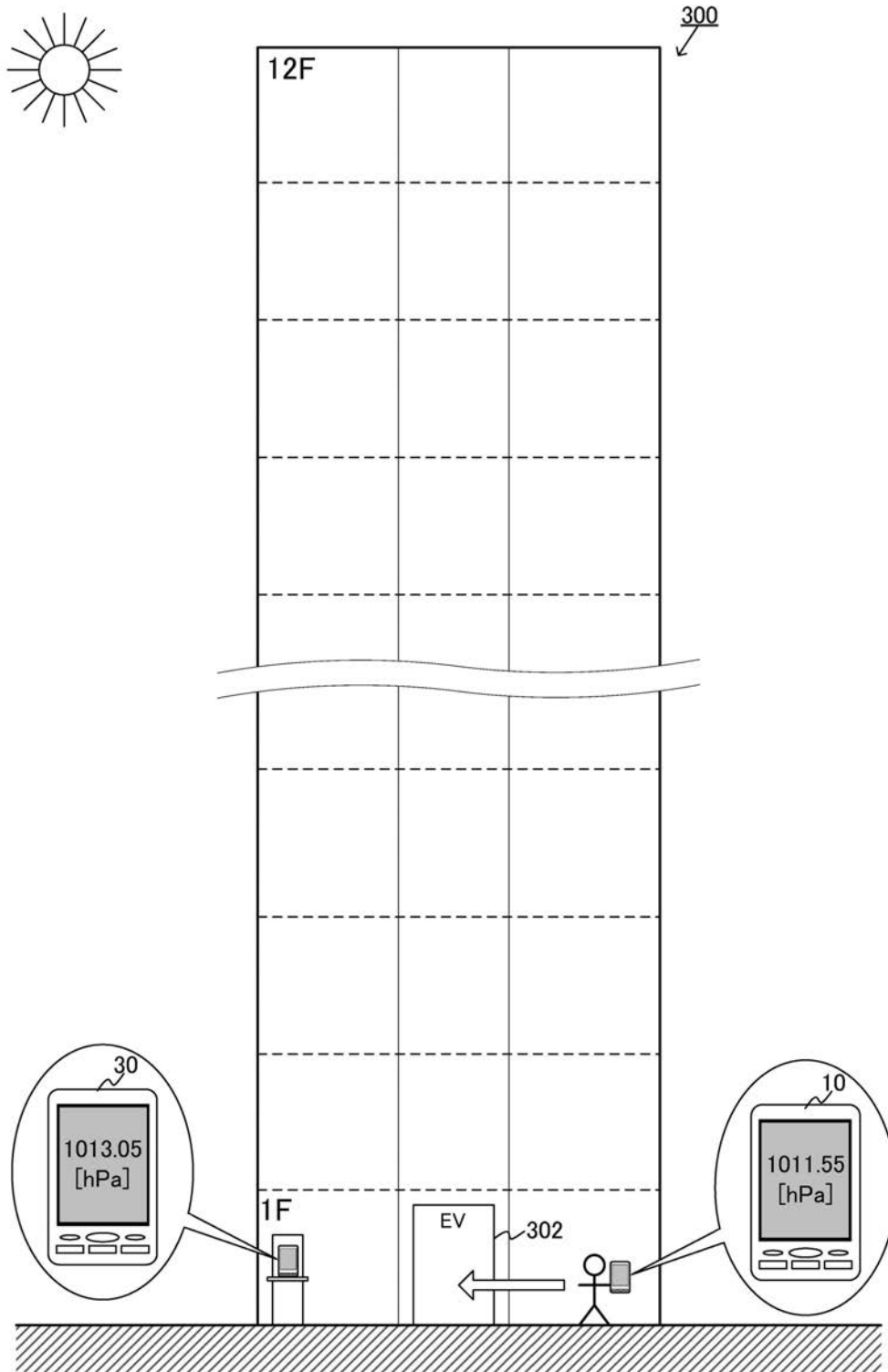
【図 2】



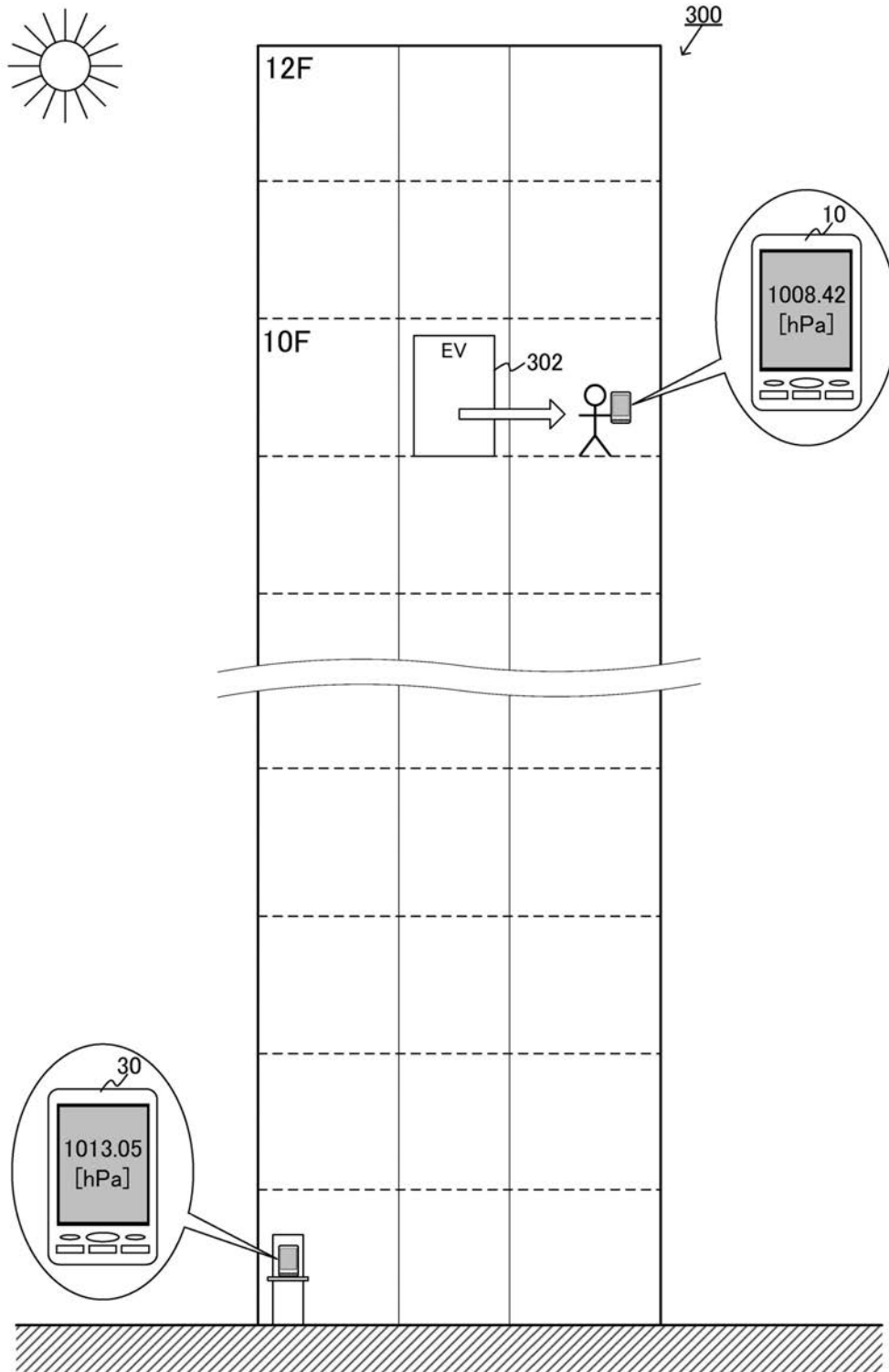
【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】

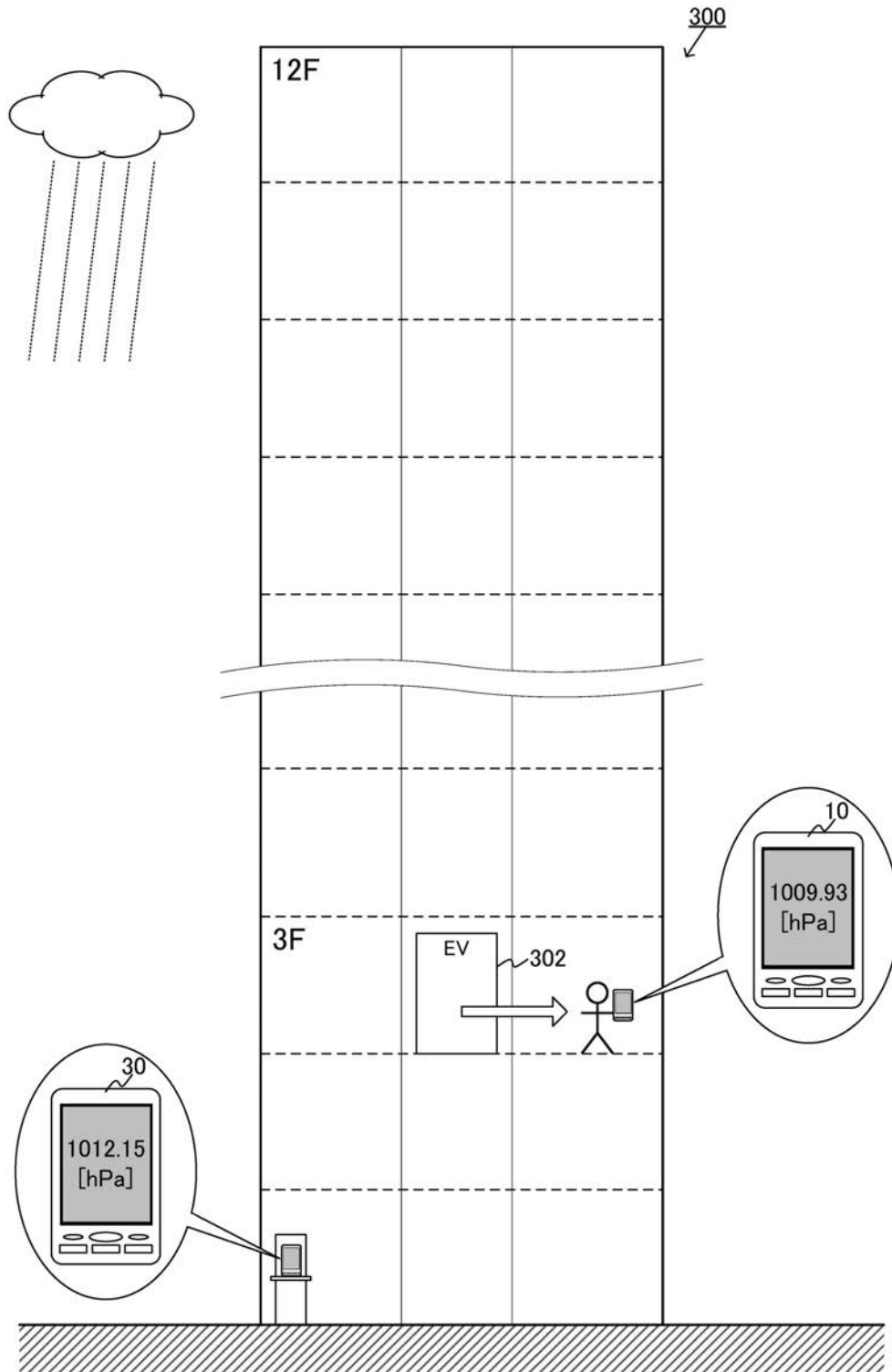


【図 6】

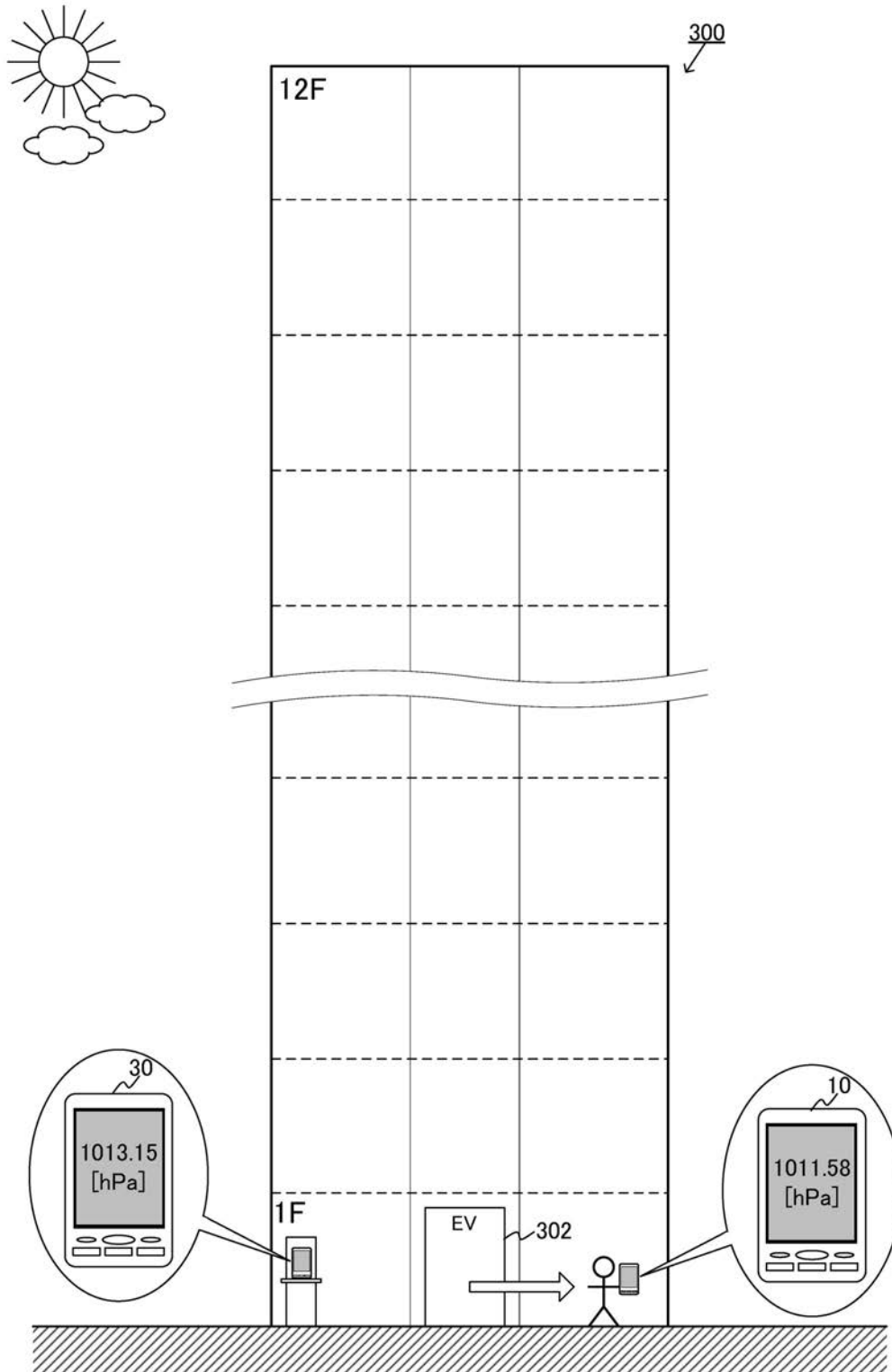
500

階数	気圧差[hPa]
1	0.00 ± 0.1
2	0.35 ± 0.1
3	0.70 ± 0.1
4	1.05 ± 0.1
5	1.40 ± 0.1
6	1.75 ± 0.1
7	2.10 ± 0.1
8	2.45 ± 0.1
9	2.80 ± 0.1
10	3.15 ± 0.1
11	3.50 ± 0.1
12	3.85 ± 0.1

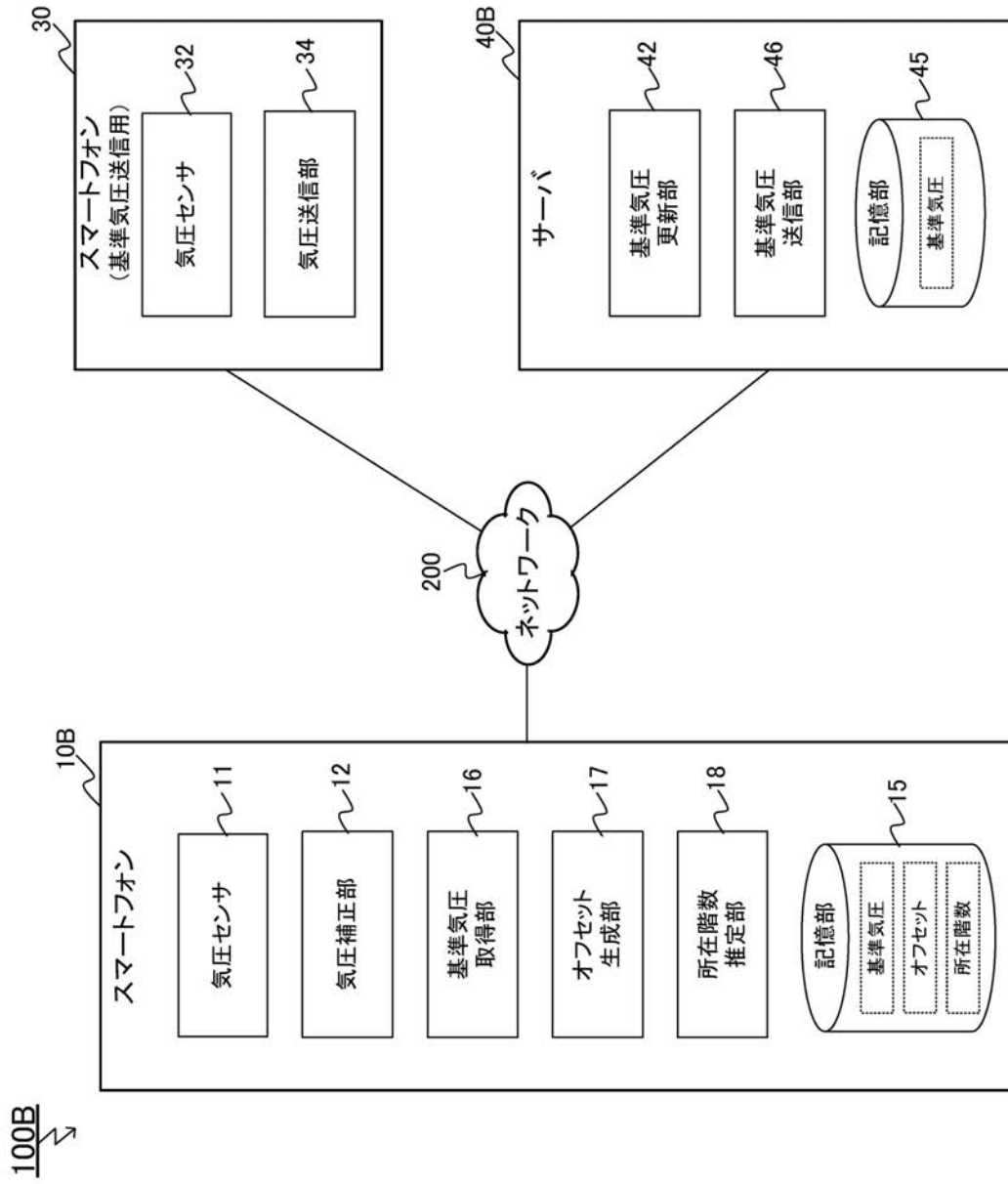
【図 7】



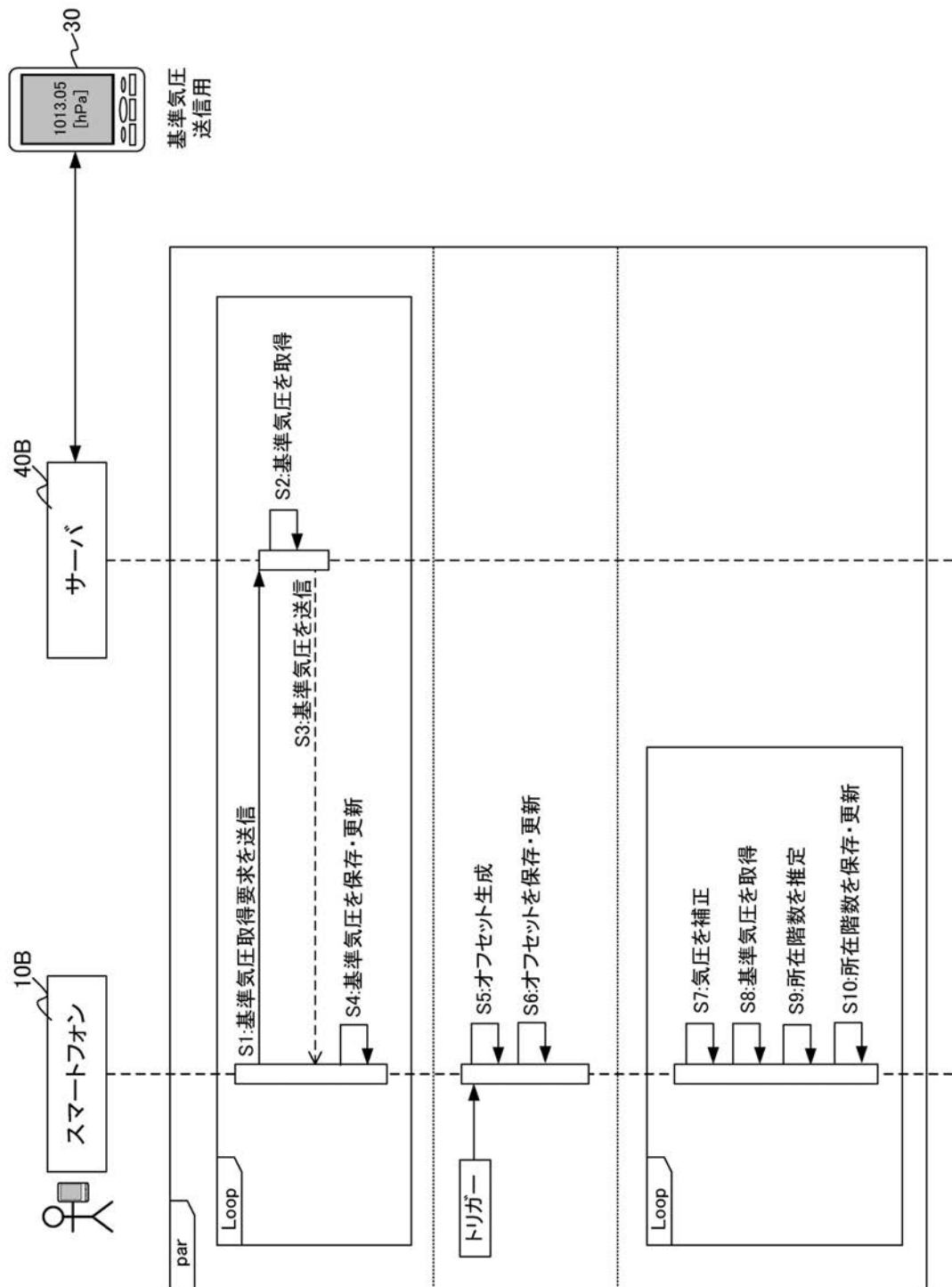
【 図 8 】

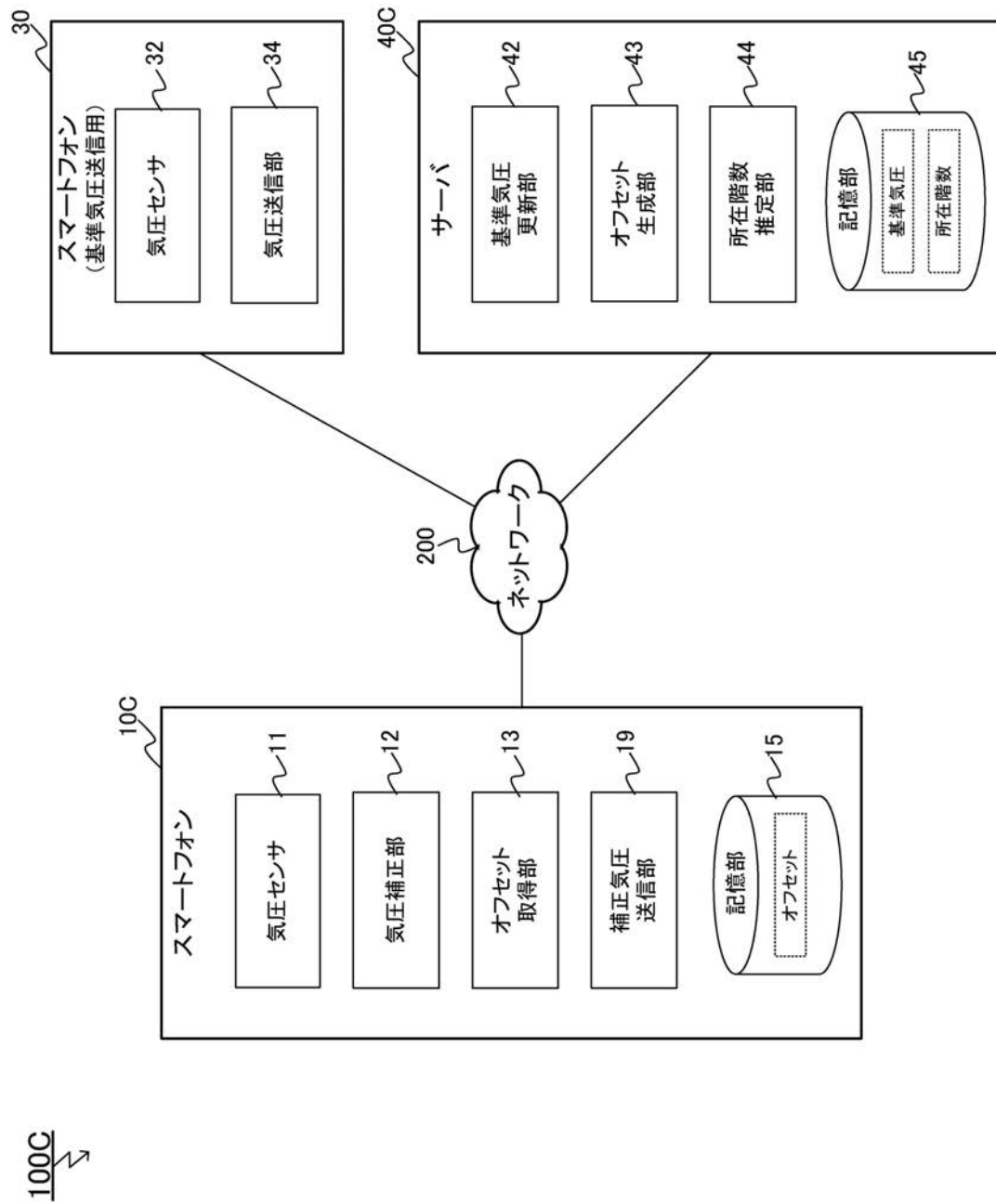


【図 9】

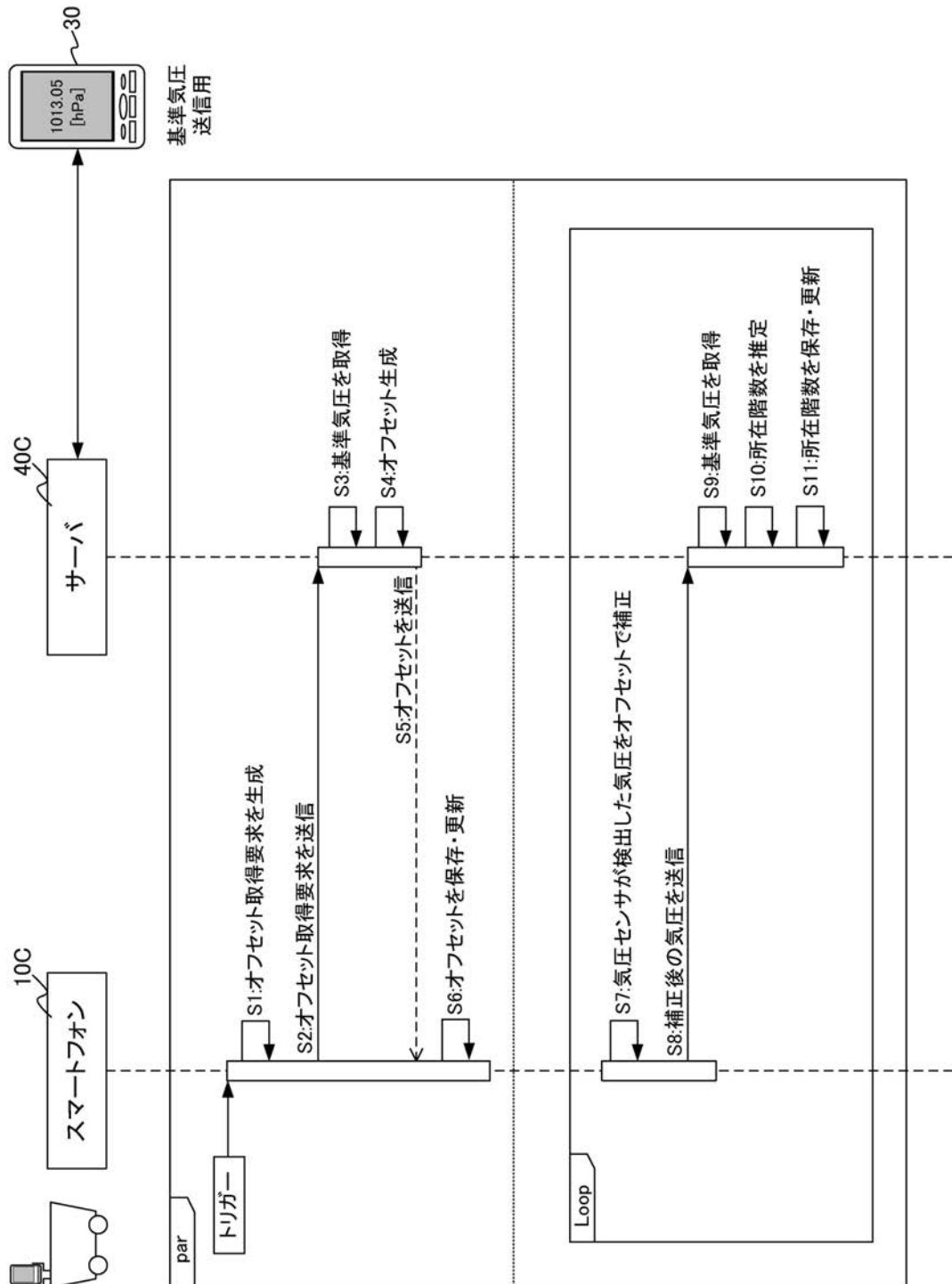


【図 10】

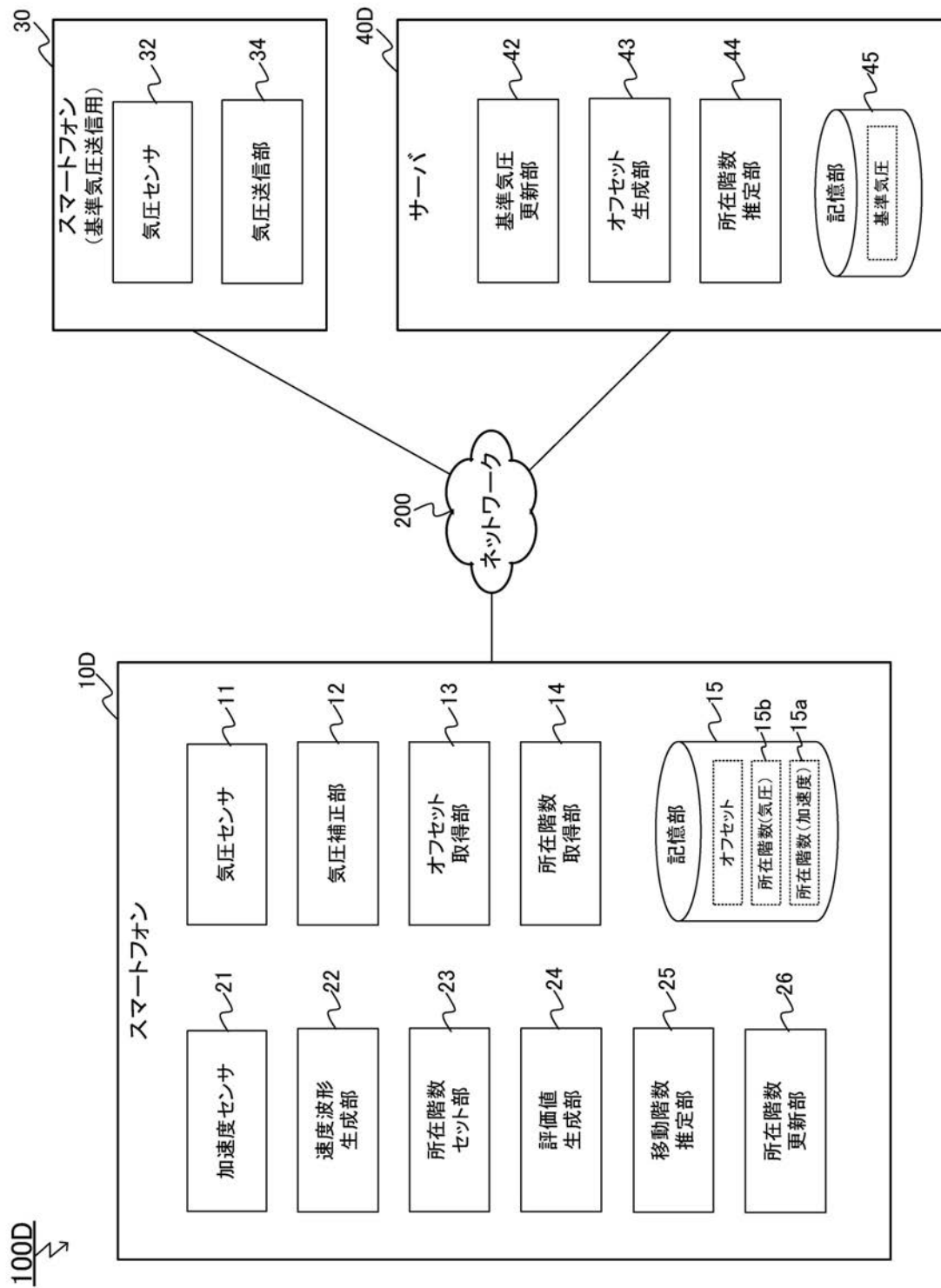




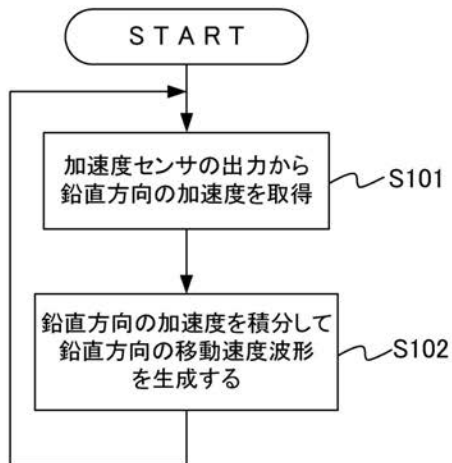
【図 12】



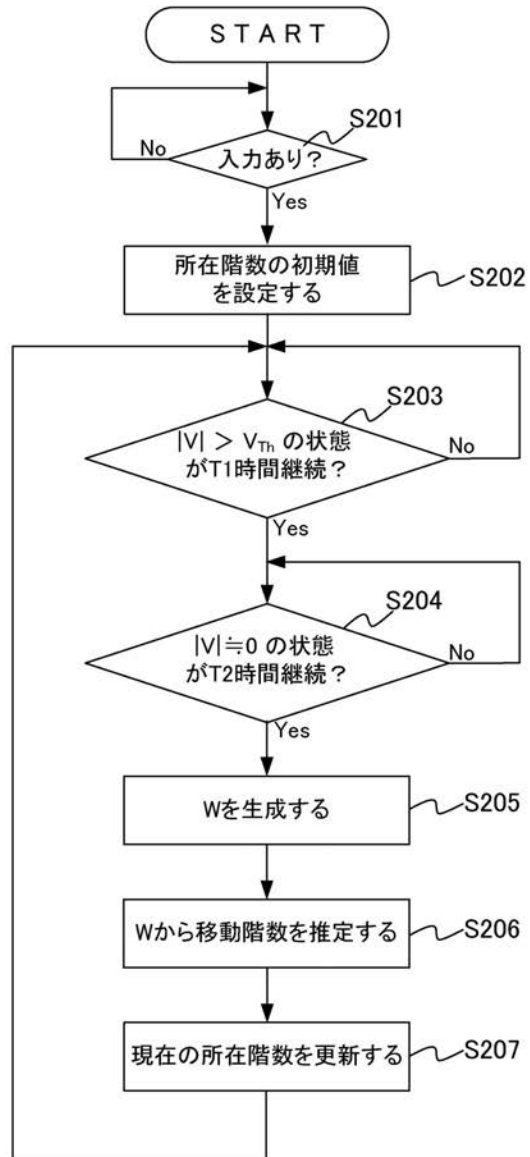
【図 13】



【 図 1 4 】

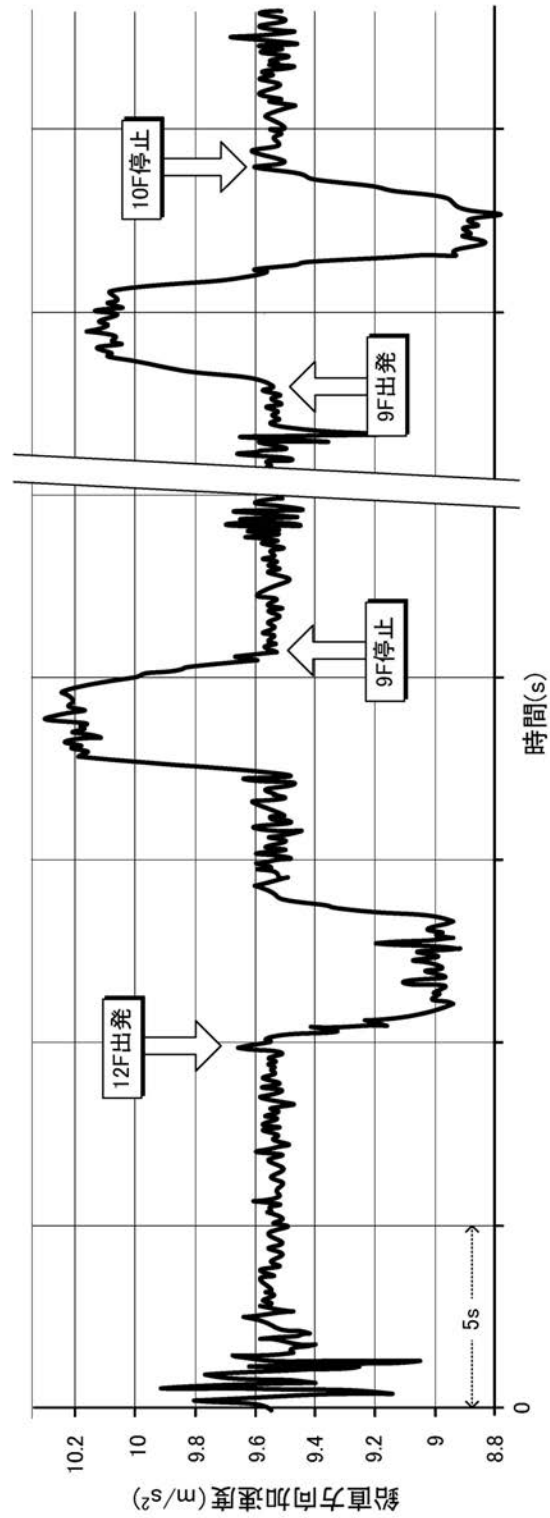


(a)

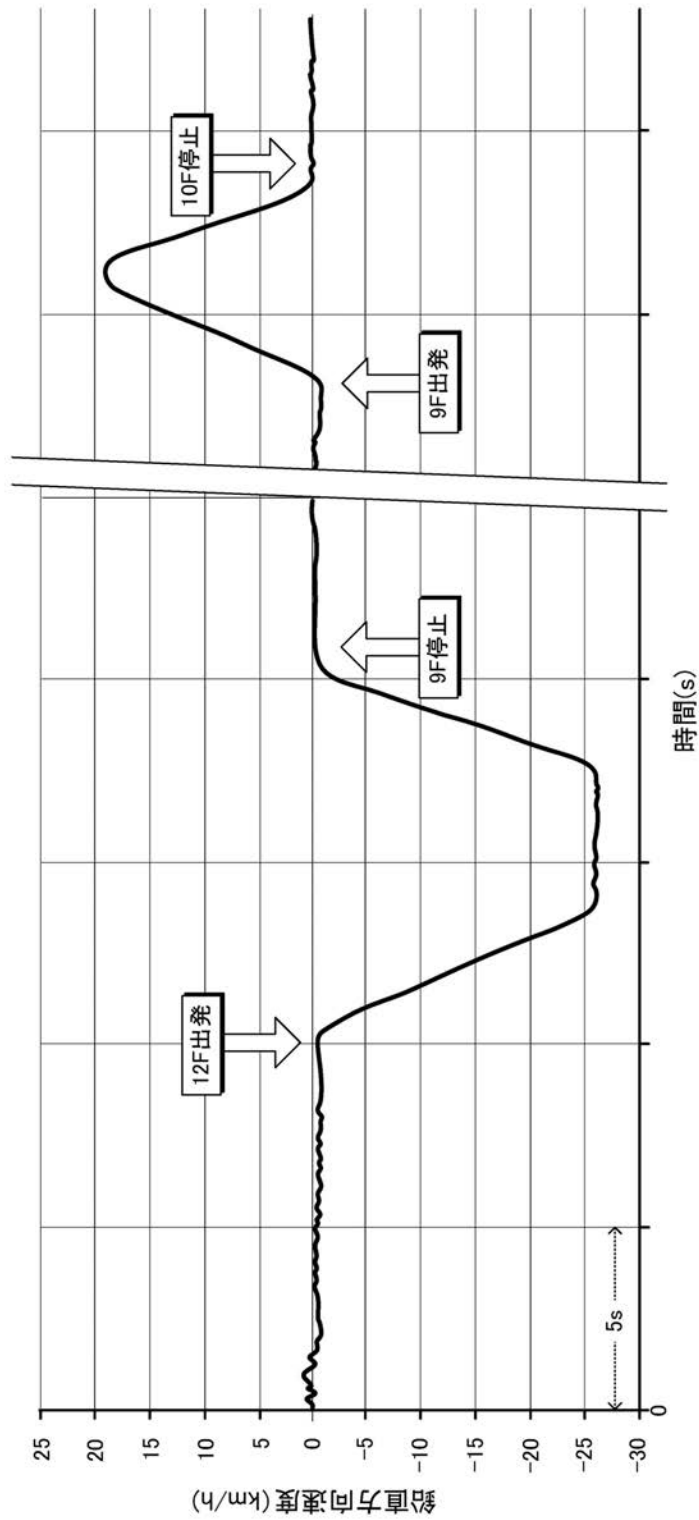


(b)

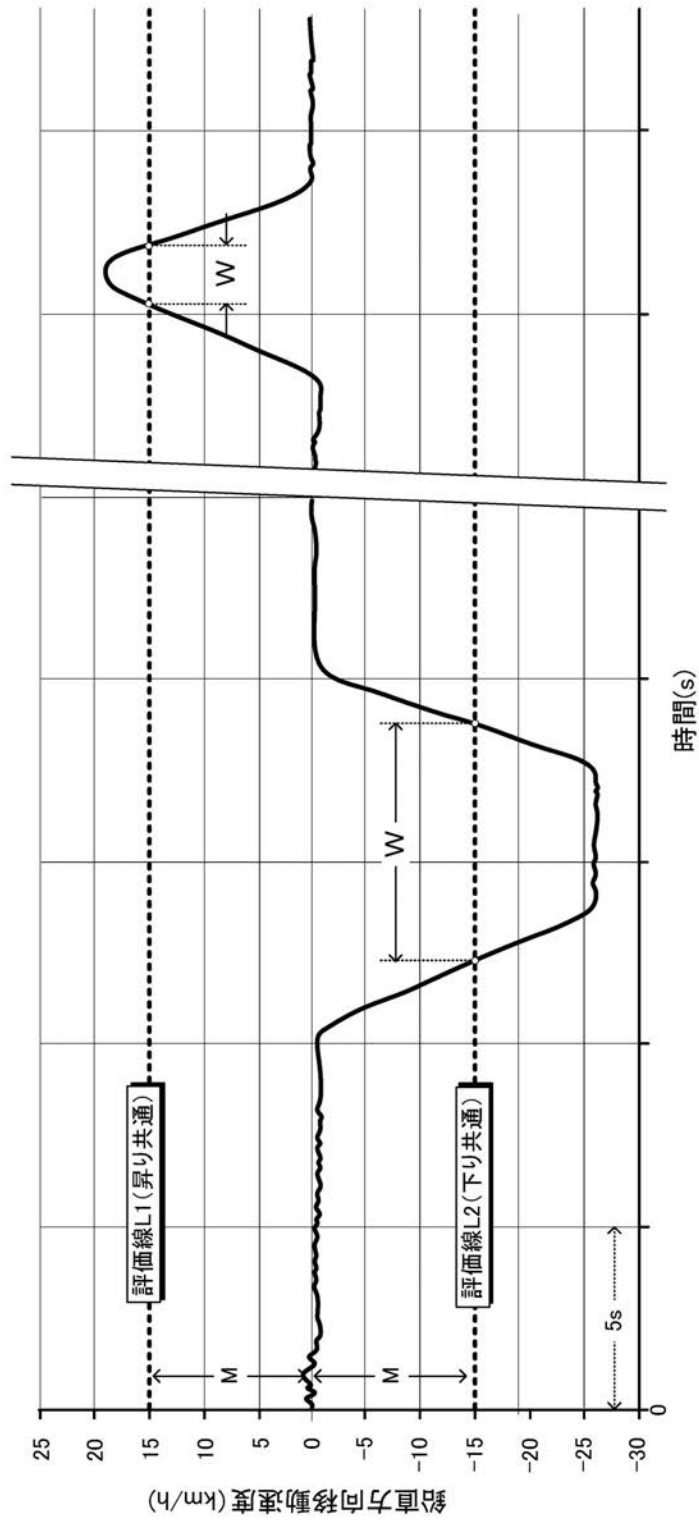
【 図 1 5 】



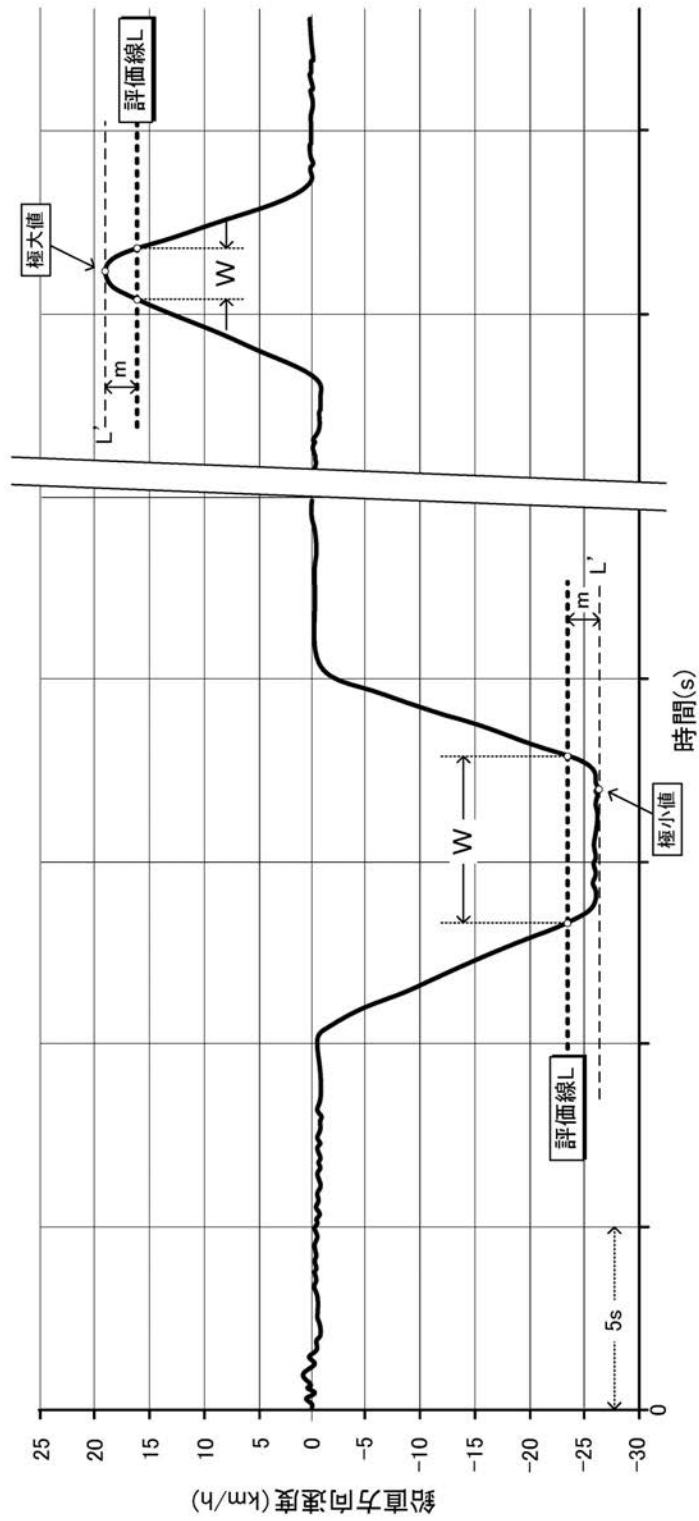
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【 図 1 9 】

600

評価値W	移動階数
$0.00 \pm \alpha$	0
$1.53 \pm \alpha$	1
$2.86 \pm \alpha$	2
$4.19 \pm \alpha$	3
$5.52 \pm \alpha$	4
$6.85 \pm \alpha$	5
$8.18 \pm \alpha$	6
$9.51 \pm \alpha$	7
$10.84 \pm \alpha$	8
$12.17 \pm \alpha$	9
$13.50 \pm \alpha$	10
$14.83 \pm \alpha$	11

【図 20】

