

(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
2017 年 8 月 3 日(03.08.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/130291 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/11 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052173
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 26 日(26.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山地 隆行 (YAMAJI, Takayuki); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 真田 有, 外 (SANADA, Tamotsu et al.); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町 1 丁目 1 番 3 1 号 N O F 吉祥寺本町ビル 5 階 Tokyo (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

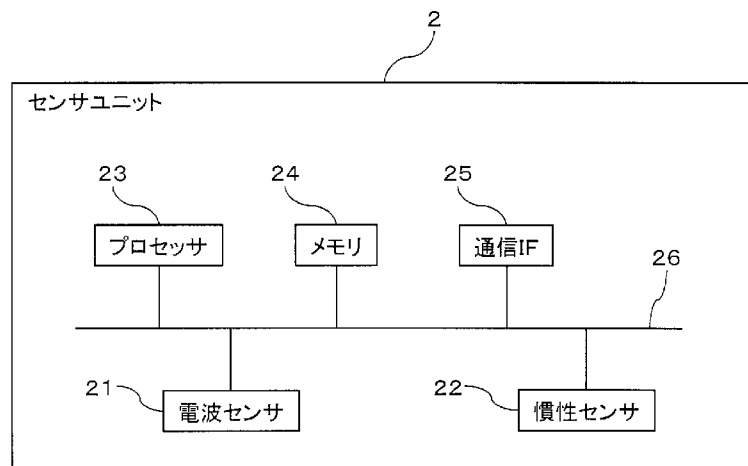
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SENSOR UNIT, SENSOR CONTROL DEVICE, SENSOR DATA PROCESSING DEVICE, SENSOR CONTROL PROGRAM, AND SENSOR DATA PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: センサユニット、センサ制御装置、センサデータ処理装置、センサ制御プログラム、センサデータ処理プログラム



- 2 Sensor unit
21 Electromagnetic wave sensor
22 Inertial sensor
23 Processor
24 Memory
25 Communication interface

(57) Abstract: A sensor unit (2) may be provided with an inertial sensor (22), an electromagnetic wave sensor (21), and a control unit (23). The control unit (23) may control electromagnetic wave transmission power of the electromagnetic wave sensor (21) corresponding to the gravity direction detected by the inertial sensor (22).

(57) 要約: センサユニット (2) は、慣性センサ (22) と、電波センサ (21) と、制御部 (23) と、を備えてよい。制御部 (23) は、慣性センサ (22) で検出された重力方向に応じて、電波センサ (21) の電波の送信電力を制御してよい。

WO 2017/130291 A1

明 細 書

発明の名称：

センサユニット、センサ制御装置、センサデータ処理装置、センサ制御プログラム、センサデータ処理プログラム

技術分野

[0001] 本明細書に記載する技術は、センサユニット、センサ制御装置、センサデータ処理装置、センサ制御プログラム、センサデータ処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] ドップラーセンサ等の電波センサを用いて、人の体動や心拍、呼吸等のバイタル情報を検出する技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-27008号公報
特許文献2：特開2007-122433号公報
特許文献3：特開2014-039666号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電波センサが屋内や室内等の空間に設置（「配置」と称してもよい。）される場合、設置場所によって電波センサとセンシング対象との距離が異なり得る。電波センサが送信する電波は、伝搬距離が長くなるほど減衰する伝搬特性を有する。

[0005] そのため、電波センサとセンシング対象との間の距離が異なると、電波センサによる検出値に距離の相違に応じた相違が生じ得る。

[0006] 例えば、電波センサを天井等の空間上方に設置した場合とベッド等の空間下方に設置した場合とでは、空間上方に設置した場合の方が空間下方に設置

した場合よりも、電波センサから空間内に存在するセンシング対象までの距離が長い傾向にあるので、検出値が小さくなり易い。

[0007] そのため、電波センサの設置場所に応じて電波センサによる検出値を補正しないと、体動や心拍、呼吸等の検出に誤差が生じ得る。

[0008] 1つの側面では、本明細書に記載する技術の目的の1つは、センサユニットの配置位置に応じた検出精度の向上を図ることにある。

課題を解決するための手段

[0009] 1つの側面において、センサユニットは、慣性センサと、電波センサと、制御部と、を備えてよい。制御部は、慣性センサで検出された重力方向に応じて、電波センサの電波の送信電力を制御してよい。

[0010] また、1つの側面において、センサユニットは、慣性センサと、電波センサと、通信部と、制御部と、を備えてよい。制御部は、慣性センサで検出された重力方向に応じて、センサユニットが空間の下方に配置されたか、空間の上方に配置されたかの別を示す情報を、通信部に送信させてよい。

[0011] 更に、1つの側面において、センサ制御装置は、通信部を備えてよい。通信部は、慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットから受信した、慣性センサの検出情報に基づいて、電波センサによる電波の送信電力を制御する信号を、センサユニットに送信してよい。

[0012] また、1つの側面において、センサデータ処理装置は、慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサの検出情報に基づいて、電波センサによる送信電波の反射波についての処理を変更してよい。

[0013] 更に、1つの側面において、センサ制御プログラムは、慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサで検出された重力方向に応じて、電波センサの電波の送信電力を制御する、処理を、コンピュータに実行させてよい。

[0014] また、1つの側面において、センサ制御プログラムは、慣性センサと電波センサと通信部とを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサで検出された重力方向に応じて、前記センサユニットが空間の下方に配置されたか、

前記空間の上方に配置されたかの別を示す情報を、前記通信部に送信させる、処理を、コンピュータに実行させてよい。

[0015] 更に、1つの側面において、センサ制御プログラムは、慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサの検出情報に基づいて、前記電波センサによる電波の送信電力を制御する信号を、前記センサユニットに送信する、処理を、コンピュータに実行させてよい。

[0016] また、1つの側面において、センサデータ処理プログラムは、慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサの検出情報に基づいて、前記電波センサによる送信電波の反射波についての処理を変更する、処理を、コンピュータに実行させてよい。

発明の効果

[0017] 1つの側面として、センサユニットの配置位置に応じた検出精度の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]一実施形態に係るセンサシステムの構成例を示すブロック図である。

[図2]一実施形態に係るセンサ取り付け位置（ベッド設置）の一例を説明するための図である。

[図3]一実施形態に係るセンサ取り付け位置（ベッド設置）の一例を説明するための図である。

[図4]図1に例示したセンサの構成例を示すブロック図である。

[図5]図1に例示したセンサの構成例を示すブロック図である。

[図6]図1に例示した情報処理装置の構成例を示すブロック図である。

[図7]（A）は、一実施形態に係るセンサが室内空間の天井に設置された場合の重力方向と電波照射面との関係の一例を説明するための図であり、（B）は、一実施形態に係るセンサがベッドに設置された場合の重力方向と電波照射面との関係の一例を説明するための図である。

[図8]図1に例示したセンサシステムの動作例（第1実施例）を説明するためのフローチャートである。

[図9]一実施形態に係るセンサ設置角を判定するために用いられる角度テーブルの一例を示す図である。

[図10] (A) は、一実施形態に係るセンサの電波照射面が壁の上方右側から室内空間の中心に向かう斜め下方向に向くようにセンサが壁に設置された様子を模式的に示す図であり、(B) は、一実施形態に係るセンサの電波照射面が壁の上方左側から室内空間の中心に向かう斜め下方向に向くようにセンサが壁に設置された様子を模式的に示す図である。

[図11]一実施形態に係る送信電力制御テーブルの一例を示す図である。

[図12]一実施形態に係るセンサの電波センサ値に基づいて得られる体動量の時間変化の一例を示す図である。

[図13]一実施形態に係る伸展時波長の概念を説明するための模式図である。

[図14]一実施形態に係る伸展時波長の算出例を説明するための図である。

[図15] (A) ~ (C) は、伸展時波長算出処理の一例を説明するための波形図である。

[図16]一実施形態に係る伸展時波長の他の算出例を説明するための図である。

[図17] (A) ~ (D) は、慣性センサ値を基に算出される角度情報を説明するための模式図である。

[図18]図1に例示したセンサシステムの動作例(第2実施例)を説明するためのフローチャートである。

[図19]図1に例示したセンサシステムの動作例(第3実施例)を説明するためのフローチャートである。

[図20]図19に例示した閾値補正を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照して実施の形態を説明する。ただし、以下に説明する実施形態は、あくまでも例示であり、以下に明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。また、以下に説明する各種の例示的態様は、適宜に組み合わせて実施しても構わない。なお、以下の実施形態で用いる図面に

において、同一符号を付した部分は、特に断らない限り、同一若しくは同様の部分を表す。

[0020] 図1は、一実施形態に係るセンサシステムの構成例を示すブロック図である。図1に示すセンサシステム1は、例示的に、センサ2と、情報処理装置3と、を備えてよい。

[0021] センサ2は、例示的に、ルータ6を介して、ネットワーク4と通信可能に接続されてよい。また、ネットワーク4に、情報処理装置3が通信可能に接続されてよい。したがって、センサ2は、例示的に、ルータ6及びネットワーク4を介して情報処理装置3と通信可能であってよい。センサ2と情報処理装置3との通信は、双方向の通信であってよい。

[0022] センサ2は、例示的に、情報処理装置3との通信により、センサ2によって得られた情報を情報処理装置3宛に送信したり、センサ2のための制御信号を情報処理装置3から受信したりすることができる。センサ2によって得られた情報は、便宜的に、「センサ情報」、「センサデータ」、又は、「検出情報」と称してもよい。

[0023] センサ2とルータ6との間の接続は、有線接続でもよいし無線接続でもよい。別言すると、センサ2には、有線及び無線の一方又は双方による通信をサポートする通信インタフェース（ＩＦ）が備えられてよい。無線接続には、例示的に、「ＷｉＦｉ（Wireless Fidelity）」（登録商標）や「Bluetooth」（登録商標）が用いられてよい。

[0024] ネットワーク4は、例示的に、ＷＡＮ（Wide Area Network）や、ＬＡＮ（Local Area Network）、インターネットに該当してよい。また、ネットワーク4には、無線アクセス網が含まれてもよい。例えば、ルータ6は、無線ＩＦによって無線アクセス網に接続して情報処理装置3と通信することが可能であってよい。

[0025] 情報処理装置3は、既述のように、ネットワーク4及びルータ6経由でセンサ2と通信が可能である。例えば、情報処理装置3は、センサ2から受信した情報に基づいて、センサ2の動作を制御したり、センサ2のセンシング

範囲の一部又は全部が含まれる空間の環境を制御したりすることができる。
当該空間は、例示的に、屋内（又は室内）の空間であってよい。非限定的な一例として、センサ２は、寝室等の室内空間に設置（「配置」と称してもよい。）されてよい。

[0026] センサ２の動作を制御することには、例示的に、後述するようにセンサ２が送信する電波の送信電力を制御することが含まれてよい。そのため、情報処理装置３は、「センサ制御装置」の一例であると捉えてもよい。また、室内空間の環境を制御することには、例示的に、室内空間における利用者にとって当該室内空間を快適な環境に制御することが含まれてよい。

[0027] 例えば、情報処理装置３は、センサ情報に基づいて、室内空間に設置された、空調機７の温度や風量、風向、照明器具８の調光等を、ネットワーク４を経由した通信によって制御することで、室内空間を利用者にとって快適な環境に制御できる。当該制御は、例示的に、利用者の快眠を助けるような制御であってよい。そのような制御は、便宜的に、「快眠制御」と称してもよい。

[0028] 室内環境の制御を可能にするために、例示的に、空調機７や照明器具８は、センサ２と同様に、ルータ６に通信可能に有線又は無線にて接続されて、ルータ６及びネットワーク４経由で情報処理装置３と通信可能であってよい。

[0029] 情報処理装置３は、例示的に、１又は複数のサーバを用いて構成されてよい。別言すると、センサ２や室内空間の環境は、１つのサーバによって制御されてもよいし、複数のサーバによって分散的に制御されてもよい。サーバは、例えば、クラウドデータセンタに備えられたクラウドサーバに該当してもよい。

[0030] 空調機７や照明器具８は、家庭用及び業務用のいずれであってもよい。家庭用の空調機７や照明器具８は、所謂「家電」の一例であり、ネットワーク４と通信が可能な「家電」は、「情報家電」と称されてもよい。

[0031] 情報処理装置３は、既述のように、ネットワーク４経由でセンサ２のセン

サデータを受信（「取得」と称してもよい。）し処理することが可能である。したがって、情報処理装置 3 は、センサデータ処理装置 3 と称してもよい。

[0032] 受信したセンサデータを基に、情報処理装置 3 は、利用者の体動や心拍、呼吸等の状態を判定（「推定」と称してもよい。）することができる。推定結果を基に、情報処理装置 3 は、既述のように室内環境を制御してよい。

[0033] センサ 2 は、例示的に、室内空間における利用者の生体情報を非接触でセンシングすることが可能である。室内空間における利用者は、センサ 2 によるセンシング対象の一例である。「利用者」は、センサ 2 による「被観測者」あるいは「被験者」と称されてもよい。「生体情報」は、「バイタル情報」と称してもよい。「センシング」は、「検出」あるいは「測定」と言い換えられてもよい。

[0034] バイタル情報の非限定的な一例は、利用者の心拍や、呼吸、身体の動きを示す情報である。利用者の「身体の動き」は、便宜的に、「体動」と略称してよい。

[0035] 「体動」には、例示的に、利用者の活動中の動きに限らず、利用者の睡眠時等の安静時の心拍や呼吸の変化に応じた身体の動きが含まれてよい。バイタル情報を基に、例えば、利用者が睡眠中であるか覚醒中であるかの睡眠状態を検出、判定、又は、推定することが可能である。

[0036] したがって、センサ 2 は、便宜的に、「非接触式体動センサ 2」あるいは「非接触式睡眠センサ 2」と称してもよい。バイタル情報に基づく睡眠状態の判定は、便宜的に、「睡眠判定」と略称してよい。睡眠判定手法の一例については後述する。

[0037] センサ 2 が情報処理装置 3 宛に送信する「センサ情報」には、センシング結果である測定値、及び、測定値を基にしてセンサ 2 で生成された情報の一方又は双方が含まれてよい。

[0038] センサ 2 は、図 4 及び図 5 にて後述するように、電波センサ 2 1 と慣性センサ 2 2 とを備えてよい。電波センサ 2 1 と慣性センサ 2 2 とを備えたセン

サ 2 は、便宜的に、「センサユニット 2」と称してもよい。

[0039] 電波センサ 2 1 は、マイクロ波等の電波をセンシング対象に照射し、センシング対象で反射して受信される反射波の変化を基に、センシング対象の「動き」を非接触で検出することができる。なお、電波センサ 2 1 は、「ドップラーセンサ 2 1」と称してもよい。

[0040] 例えば、電波センサ 2 1 とセンシング対象との間の距離が変化すると、ドップラー効果によって、反射波に変化が生じる。反射波の変化は、例示的に、反射波の振幅及び周波数の一方又は双方の変化として捉えることができる。

[0041] センシング対象が例示的に人体等の生体であれば、電波センサ 2 1 とセンシング対象との間の距離が生体の「動き」に応じて変化するから、バイタル情報をセンシングできる。

[0042] 生体の「動き」（「位置変化」と言い換えてもよい。）には、既述のとおり、生体の活動中の身体的な動きに限らず、生体の睡眠時等の安静時の心拍や呼吸に応じた生体表面（例えば、皮膚）の動きが含まれてよい。

[0043] 生体表面の動きは、生体の臓器の動きに応じて生じる、と捉えてよい。例えば、心臓の鼓動に応じて皮膚に動きが生じる。また、呼吸に伴う肺臓の伸縮に応じて皮膚に動きが生じる。

[0044] これらの生体の「動き」に応じて、電波センサ 2 1 が照射したマイクロ波の反射波にドップラー効果による変化が生じるから、当該変化を基に、例えば、身体的な動きや心拍、呼吸等を示すバイタル情報をセンシングすることが可能である。

[0045] 電波センサ 2 1 によってセンシングされたバイタル情報を基に、例えば、生体が睡眠中であるか覚醒中であるかといった、生体の睡眠状態を非接触で検出、判定、又は、推定することが可能である。

[0046] センサ 2 は、例示的に、室内空間の天井や壁、天井に取り付けられた照明器具 8 の内部又は外部、壁に取り付けられた空調機 7 の内部又は外部に配置されてもよいし、室内空間に設置された家具や寝具（例えば、ベッド 5）等

に配置されてもよい。非限定的な一例として、図1には、センサ2が天井に配置されてもよいし、ベッド5に配置されてもよいことを例示している。

[0047] センサ2を天井に配置する態様は、センサ2を、電波センサ21による電波の送信側を空間の可能に向けた状態で、空間の上方に配置した態様の一例である。

[0048] これに対し、センサ2をベッド5に配置する態様は、センサ2を、電波センサ21による電波の送信側を空間の上方に向けた状態で、空間の下方に配置した態様の一例である。

[0049] また、センサ2を壁に配置する態様は、センサ2を、電波センサ21による電波の送信側を空間の側方に向けた状態で、空間の側方に配置した態様の一例である。

[0050] センサ2をベッド5に配置する態様では、センサ2は、利用者に対応付けて配置されてよい。例えば、ベッド5において、センサ2は、センシング範囲に、利用者が就寝時に占有すると想定される就寝領域の一部又は全部が含まれるようにベッド5に取り付けられてよい。

[0051] 非限定的な一例として、センサ2は、利用者の就寝領域に対して送信電波の指向性が形成されて、利用者に向けて電波を照射可能な位置に取り付けられてよい。そのような取り付け位置（便宜的に「センサ取り付け位置」と称することがある。）の一例としては、図2及び図3に模式的に例示するように、ベッド5の裏側、例えばマットレス52の裏側から利用者へ電波を照射可能な位置が挙げられる。

[0052] 例えば、センサ2は、マットレス52が置かれるベッド5の床板（「底板」と称してもよい。）53（図3参照）の、利用者の就寝領域に対応する領域内に、送信電波の指向性が上方を向くように取り付けられてよい。

[0053] センサ2のセンシング範囲は、それぞれ、図2及び図3に模式的に例示するように、利用者の胸部が含まれるように設定されてよい。当該設定により、利用者の心拍や呼吸を測定し易くなる。

[0054] センサ2のセンシング範囲は、後述するように、電波センサ21が送信す

る電波の送信電力を制御することで調整できる。

[0055] 図2及び図3に例示したように、センサ2をベッド5の床板53に取り付ける態様では、利用者の心拍や呼吸を測定し易いように、利用者の少なくとも胸部を含む領域がセンシング範囲に含まれるように調整し易い。

[0056] (センサ2の構成例)

次に、図4及び図5を参照して、センサ2の構成例について説明する。図4及び図5に示すように、センサ2は、例示的に、電波センサ21、慣性センサ22、プロセッサ23、メモリ24、及び、通信IF25を備えてよい。

[0057] 図5に例示するように、電波センサ21、慣性センサ22、プロセッサ23、メモリ24、及び、通信IF25は、例示的に、通信バス26によって、互いにプロセッサ23を介した通信が可能に接続されてよい。

[0058] 電波センサ21は、ドップラーセンサ21であってよく、例示的に、空間へ送信した電波と、当該送信電波の反射波と、を位相検波してビート信号を生成する。ビート信号が電波センサ21の出力信号としてプロセッサ23に与えられてよい。

[0059] 例えば図4に示すように、電波センサ21は、アンテナ211、ローカル発振器 (Oscillator, OSC) 212、MCU (Micro Control Unit) 213、検波回路214、オペアンプ (OP) 215、及び、電源部 (又は電源回路) 216を備えてよい。

[0060] アンテナ211は、OSC212で生成された発振周波数をもつ電波を空間へ送信し、また、当該送信電波が空間に位置する利用者で反射した電波 (反射波) を受信する。なお、図4の例において、アンテナ211は、送受信に共用であるが、送受信に個別であってもよい。

[0061] OSC212は、例示的に、MCU213の制御に応じて発振動作して、所定周波数の信号 (便宜的に「ローカル信号」と称してよい。) を出力する。ローカル信号は、アンテナ211から送信電波として送信されると共に、検波回路214に入力される。

- [0062] OSC 212の発振周波数（別言すると、電波センサ21が送信する電波の周波数）は、例示的に、マイクロ波帯の周波数であってよい。マイクロ波帯は、例示的に、2.4GHz帯でもよいし、24GHz帯でもよい。これらの周波数帯は、日本の電波法で屋内での使用が認められている周波数帯の一例である。電波法の規制を受けない周波数帯を、電波センサ21の送信電波に用いても構わない。
- [0063] MCU 213は、例示的に、プロセッサ23の制御に応じてOSC 212の発振動作を制御する。
- [0064] 検波回路214は、アンテナ211で受信された反射波と、OSC 212からのローカル信号（別言すると、送信電波）と、を位相検波してビート信号を出力する。なお、検波回路214は、送信電波と反射波とをミキシングするミキサに置換されてもよい。ミキサによるミキシングは、位相検波と等価であると捉えてよい。
- [0065] ここで、検波回路214によって得られるビート信号には、利用者の心拍や、呼吸、体動等の身体的な変化に応じて、ドップラー効果によって、振幅変化と周波数変化とが現われる。
- [0066] 例えば、室内空間における利用者の身体的な変化量（別言すると、ドップラーセンサ21に対する相対速度）が大きくなるほど、ビート信号の周波数及び振幅値は大きくなる傾向にある。別言すると、ビート信号には、利用者の心拍や、呼吸、体動等の身体的な変化を示す情報が含まれる。
- [0067] オペアンプ215は、検波回路214から出力されるビート信号を増幅する。増幅されたビート信号は、プロセッサ23に入力される。
- [0068] 電源部216は、例示的に、MCU 213、検波回路214及びオペアンプ215に駆動電力を供給する。
- [0069] 一方、慣性センサ22は、例示的に、重力方向を基準としたセンサ2の向き（「取り付け角」又は「設置角」と称してもよい。）を検出してよい。
- [0070] 慣性センサ22は、加速度センサでもよいし、ジャイロ스코プでもよい。加速度センサには、例示的に、圧電式及び静電容量式のいずれのセンサを

適用してもよい。ジャイロ스코ープには、回転機械（コマ）式、光学式、及び、振動式のいずれのセンサを適用してもよい。

[0071] 慣性センサ 22 は、1 又は複数の検出軸を有してよい。検出軸に沿う方向の重力成分が例えば「加速度」として検出されてよい。

[0072] 慣性センサ 22 の少なくとも 1 つの検出軸は、電波センサ 21 からセンサユニット 2 外部へ送信される電波の指向性の方向（便宜的に「電波照射方向」と称してよい。）に方向付けられてよい。

[0073] 別言すると、慣性センサ 22 の少なくとも 1 つの検出軸は、電波送信源である電波センサ 21 からセンサユニット 2 の電波照射面又は電波照射側に向かう方向に沿う方向に方向付けられてよい。

[0074] 慣性センサ 22 の検出信号は、プロセッサ 23 に入力されてよい。

[0075] プロセッサ 23 は、演算処理能力を備えた演算処理装置の一例である。演算処理装置は、演算処理デバイス又は演算処理回路と称されてもよい。演算処理装置の一例であるプロセッサ 23 には、例示的に、MPU（Micro Processing Unit）等の集積回路（Integrated Circuit, IC）や、DSP（Digital Signal Processor）が適用されてよい。なお、「プロセッサ」は、「制御部」あるいは「コンピュータ」と称してもよい。

[0076] プロセッサ 23 は、電波センサ 21 の検出信号に基づいて、室内空間における利用者のバイタル情報を検出することができ、また、バイタル情報に基づいて当該利用者の睡眠状態を判定することができる。

[0077] 慣性センサ 22 の検出信号は、電波センサ 21 が送信する電波の送信電力制御に用いられてよい。また、慣性センサ 22 の検出信号は、電波センサ 21 の検出信号又は当該検出信号を基に得られる情報の補正（便宜的に、「センサ情報の補正」と総称してよい。）や、体動検出又は睡眠判定に用いられる閾値の補正に用いられてもよい。補正処理の具体例については後述する。

[0078] なお、電波センサ 21 の検出信号及び慣性センサ 22 の検出信号は、いずれも、「検出値」あるいは「出力値」と称してもよい。また、電波センサ 21 の検出値は、便宜的に、「電波センサ値」と称してよく、慣性センサ 22

の検出値は、便宜的に、「慣性センサ値」と称してよい。

[0079] また、上述した電波センサ 2 1 の送信電力制御、バイタル情報の検出、利用者の睡眠状態判定、センサ情報の補正、及び、閾値の補正の一部又は全部は、例示的に、センサユニット 2 において実施されてもよいし、情報処理装置 3 において実施されてもよい。

[0080] 次に、図 5 において、メモリ 2 4 は、記憶媒体の一例であり、R A M (Random Access Memory) やフラッシュメモリ等であってよい。メモリ 2 4 には、プロセッサ 2 3 が読み取って動作するために用いられる、プログラムやデータが記憶されてよい。「プログラム」は、「ソフトウェア」あるいは「アプリケーション」と称されてもよい。「データ」には、プロセッサ 2 3 の動作に応じて生成されたデータが含まれてよい。

[0081] 通信 I F 2 5 は、センサユニット 2 に備えられた通信部の一例であり、例示的に、ルータ 6 (図 1 参照) と接続されてネットワーク 4 経由で情報処理装置 3 との通信を可能にする。

[0082] 例えば、通信 I F 2 5 は、電波センサ 2 1 及び慣性センサ 2 2 の各検出信号の一方又は双方や、各検出信号の一方又は双方を基にして得られた情報を情報処理装置 3 宛に送信してよい。

[0083] 別言すると、センサ 2 から情報処理装置 3 宛に送信されるセンサ情報には、電波センサ 2 1 及び慣性センサ 2 2 による各測定値の一方又は双方が含まれてよいし、各測定値の一方又は双方を基にして得られた情報が含まれてもよい。

[0084] なお、センサユニット 2 は、外部から電力の供給を受けてもよい。例えば、センサユニット 2 は、室内空間に備えられた交流 (A C) 電源から電力の供給を受けてもよいし、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 に備えられた電源から電力の供給を受けてもよい。別言すると、センサユニット 2 のための電源は、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 のための電源と共用であってもよい。

[0085] ただし、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 のための電源とは個別の電源か

らセンサユニット 2 に給電すれば、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 のための電源が OFF であっても、センサユニット 2 はセンシングが可能である。

[0086] 別言すると、センサユニット 2 は、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 のための電力が供給されていない状態であってもセンサユニット 2 単体として作動可能なので、「見守り機能」として利用できる。

[0087] なお、センサユニット 2 と、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 のための電源と、の接続には、非限定的な一例として、ユニバーサルシリアルバス（USB）が適用されてよい。例えば、空調機 7 や照明器具 8、ベッド 5 に電力供給が可能な USB ポートが備えられていれば、センサユニット 2 は、USB ケーブルにて USB ポートに着脱自在に接続されてよい。

[0088] （情報処理装置 3 の構成例）

次に、図 6 を参照して、図 1 に例示した情報処理装置 3 の構成例について説明する。図 6 に示すように、情報処理装置 3 は、例示的に、プロセッサ 31、メモリ 32、記憶装置 33、通信インタフェース（IF）34、及び、ペリフェラル IF 35 を備えてよい。

[0089] プロセッサ 31、メモリ 32、記憶装置 33、通信 IF 34、及び、ペリフェラル IF 35 は、例示的に、通信バス 36 によって、互いにプロセッサ 31 を介した通信が可能に接続されてよい。

[0090] プロセッサ 31 は、演算処理能力を備えた演算処理装置の一例である。演算処理装置は、演算処理デバイス又は演算処理回路と称されてもよい。演算処理装置の一例であるプロセッサ 31 には、例示的に、CPU や MPU 等の IC、DSP が適用されてよい。

[0091] プロセッサ 31 は、例示的に、情報処理装置 3 の全体的な動作を制御する制御部（又はコンピュータ）の一例である。プロセッサ 31 による制御には、ネットワーク 4 を経由した通信を制御することが含まれてよい。通信の制御によって、ネットワーク 4 経由で例えば空調機 7 や照明器具 8 が遠隔制御されてよい。

[0092] 例示的に、プロセッサ 31 は、通信 IF 34 で受信された、センサ 2 のセ

ンサ情報を基に、センサ２のプロセッサ２３にて実施されてよい既述の処理の一部又は全部を実施してよい。既述の処理の一例は、電波センサ２１の送信電力制御や、センサ情報の補正、及び、体動検出や睡眠判定に用いられる閾値の補正等である。

[0093] また、プロセッサ３１は、例示的に、センサ２のための制御信号を生成してよい。例えば、プロセッサ３１は、センサ２から取得した慣性センサ２２の検出情報に基づいて、電波センサ２１が送信する電波の送信電力を制御する制御信号を生成してよい。

[0094] 更に、プロセッサ３１は、例示的に、センサ２が設置された空間の環境を制御するための制御信号、例えば、空調機７や照明器具８の動作を制御する制御信号を生成してよい。当該制御信号は、例示的に、センサ２から取得したセンサ情報や、当該センサ情報に基づいた利用者の睡眠に関する状態判定結果に基づいて生成されてよい。

[0095] プロセッサ３１にて生成された制御信号は、例示的に、通信ＩＦ３４を介して、センサ２や空調機７、照明器具８等に宛てて送信されてよい。

[0096] メモリ３２は、記憶媒体の一例であり、ＲＡＭやフラッシュメモリ等であってよい。メモリ３２には、プロセッサ３１が読み取って動作するために用いられる、プログラムやデータが記憶されてよい。

[0097] 記憶装置３３は、種々のデータやプログラムを記憶してよい。記憶装置３３には、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）や、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）、フラッシュメモリ等が用いられてよい。

[0098] 記憶装置３３に記憶されるデータには、例示的に、通信ＩＦ３４で受信された、センサ２のセンサ情報や、センサ情報を基に得られるバイタル情報、バイタル情報を基に推定される睡眠状態の判定結果等が含まれてよい。

[0099] 記憶装置３３に記憶されたデータは、適宜に、データベース（ＤＢ）化されてよい。ＤＢ化されたデータは、「クラウドデータ」や「ビッグデータ」等と称されてよい。なお、記憶装置３３とメモリ３２とを「記憶部」と総称してもよい。

- [0100] 記憶装置 33 に記憶されるプログラムには、図 8 や図 18、図 19 にて後述する処理を実行するプログラムが含まれてよい。
- [0101] 図 8 にて後述する処理を実行するプログラムは、便宜的に、「センサ制御プログラム」と称してよい。図 18 や図 19 にて後述する処理を実行するプログラムは、便宜的に、「センサデータ処理プログラム」と称してよい。
- [0102] プログラムを成すプログラムコードの全部又は一部は、記憶部に記憶されてもよいし、オペレーティングシステム（OS）の一部として記述されてもよい。
- [0103] プログラムやデータは、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供されてよい。記録媒体の一例としては、フレキシブルディスク、CD-ROM、CD-R、CD-RW、MO、DVD、ブルーレイディスク、ポータブルハードディスク等が上げられる。また、USB（Universal Serial Bus）メモリ等の半導体メモリも記録媒体の一例である。
- [0104] あるいは、プログラムやデータは、サーバ等からネットワーク 4 経由で情報処理装置 3 に提供（ダウンロード）されてもよい。例えば、通信 IF 34 を通じてプログラムやデータが情報処理装置 3 に提供されてよい。また、プログラムやデータは、ペリフェラル IF 35 に接続された後述の入力機器等から情報処理装置 3 に入力されてもよい。
- [0105] 通信 IF 34 は、情報処理装置 3 に備えられた通信部の一例であり、例示的に、ネットワーク 4 に接続されて、ネットワーク 4 を経由した通信を可能にする。
- [0106] 通信 IF 34 は、受信処理に着目すれば、センサ 2 が情報処理装置 3 宛に送信した情報を受信する受信部（「取得部」と称してもよい。）の一例である。
- [0107] 一方、送信処理に着目すれば、通信 IF 34 は、例えば、プロセッサ 31 が生成した制御信号をセンサ 2 や空調機 7、照明器具 8 宛に送信する送信部の一例である。通信 IF 34 には、例示的に、イーサネット（登録商標）カードが適用されてよい。

- [0108] ペリフェラル I/F 35 は、例示的に、情報処理装置 3 に周辺機器を接続するためのインタフェースである。
- [0109] 周辺機器には、情報処理装置 3 に情報を入力するための入力機器や、情報処理装置 3 が生成した情報を入力する出力機器が含まれてよい。
- [0110] 入力機器には、キーボードやマウス、タッチパネル等が含まれてよい。出力機器には、ディスプレイやプリンタ等が含まれてよい。
- [0111] ところで、電波センサ 21 を有するセンサ 2 を室内空間に配置する場合、配置位置によって、センサ 2 と利用者との間の平均的な距離が異なり得る。例えば、センサ 2 を天井に設置した場合とベッド 5 に設置した場合とでは、天井設置の場合の方が、ベッド設置の場合よりも、センサ 2 と利用者との間の平均的な距離は大きいと云える。
- [0112] 電波センサ 21 が送信する電波は伝搬距離が長くなるほど減衰するため、センサ 2 と利用者との距離に応じて、電波センサ 21 の送信電力や受信波に対する処理を適切に選ばないと、利用者の体動検出精度、ひいては、利用者の睡眠判定精度が低下し得る。
- [0113] 例えば、センサ 2 と利用者との距離に対して電波センサ 21 の送信電力が弱過ぎると、電波センサ 21 の検出信号レベルが、利用者の体動を検出するのに足りるレベルに至らない可能性がある。
- [0114] 逆に、センサ 2 と利用者との距離に対して電波センサ 21 の送信電力が強過ぎると、受信波に、センシング対象である利用者の体動成分とは異なる物や人の動きに応じた成分が電波センサ 21 の検出信号に混入し易くなる。あるいは、反射波の受信電力が高くなり過ぎて電波センサ 21 の検出信号が飽和してしまい、利用者の体動成分を検出できなくなるおそれがある。
- [0115] したがって、電波センサ 21 の送信電力や検出信号レベルは、利用者の体動成分の検出感度を定めるパラメータの一例であると捉えることができる。センサ 2 と利用者との距離に対して電波センサ 21 の送信電力や検出信号レベルに過不足があると、体動成分の検出感度に過不足が生じ得る。その結果、利用者の体動検出精度、ひいては、利用者の睡眠判定精度が低下し得る。

- [0116] また、例えば、電波センサ 2 1 の検出信号（又は検出信号を基に得られる情報）と閾値との比較で体動検出や睡眠判定を行なう場合、センサ 2 と利用者との間の想定される距離に応じた閾値を設定しないと、体動検出や睡眠判定の精度が低下し得る。
- [0117] 例えば、体動検出や睡眠判定が困難になったり、体動成分以外のノイズ成分を体動成分であるかのように誤検出したりする可能性がある。また、活動中の利用者を睡眠中であると誤判定したり、睡眠中の利用者を活動中であると誤判定したりする可能性がある。
- [0118] したがって、体動検出や睡眠判定に用いる閾値は、利用者の体動成分の検出感度を定めるパラメータの他の一例であると捉えることができる。センサ 2 と利用者との距離に応じた閾値が適切に設定されないと、体動成分や睡眠判定の感度に過不足が生じ得る。その結果、利用者の体動検出精度、ひいては、利用者の睡眠判定精度が低下し得る。
- [0119] センサ 2 と利用者との間の想定される距離の別、例えば、センサ 2 の設置場所の別に、電波センサ 2 1 の送信電力や検出信号レベルを調整したセンサ 2 を予め用意して、設置するセンサ 2 を使い分ければ、検出感度に過不足が生じることを回避できるかもしれない。
- [0120] 例えば、天井設置向けに調整したセンサ 2 とベッド設置向けに調整したセンサ 2 とを用意しておき、天井には天井設置用のセンサ 2 を設置し、ベッド 5 にはベッド設置用のセンサ 2 を設置する。しかし、設置場所の別にセンサ 2 を用意しておくことは、製造コストや在庫コスト等の面で不利である。
- [0121] 電波センサ 2 1 の送信電力や検出信号レベルを例えばセンサ 2 の設置時に調整可能とすれば、1 つのセンサ 2 を複数の設置場所に共用できるが、設置時に調整作業が生じるため、設置者にとって手間がかかる。また、センサ 2 に、送信電力や検出信号レベルをセンサ 2 の設置場所に応じて切り替えるスイッチ等を設けなくてはならない場合がある。
- [0122] 更に、設置場所別のセンサ 2 にしろ設置場所を問わないセンサ 2 にしろ、センサ情報を処理あるいは解析する装置（例えば、センサ 2 及び情報処理装

置3のいずれでもよい。) に対しては、センサ2の設置場所を識別可能な情報等を登録する手間が生じ得る。

[0123] 例えば、電波センサ21の検出信号レベルや体動検出の閾値を、センサ2の設置場所に応じて、別言すると、センサ2と利用者との間の想定される距離に応じて、補正できるようにするためである。

[0124] 別言すると、センサ2の設置場所に応じてセンサ情報の解析処理や解析アルゴリズムを改変する手間が発生し得る。また、センサ2がどのような場所に設置されるかを事前には把握できず、センサ2の設置場所を識別可能な情報をセンサ2や情報処理装置3に事前に与えることができない状況も有り得る。

[0125] 以上のような手間や状況により、センサ2の設置場所との関係で、例えばセンサ2や情報処理装置3に対する設定、室内空間のレイアウト変更等に関して、自由度や柔軟性に制約が生じ得る。

[0126] そこで、本実施形態では、センサ2の設置場所を、センサ2に備えられた慣性センサ22を用いて検出、判定又は推定し、その結果に応じて、電波センサ21による検出感度を制御することで、利用者の体動検出精度、ひいては、睡眠判定精度の向上を図る。

[0127] センサ2の設置場所は、例示的に、慣性センサ22によって検出される重力方向を基準としたセンサ2の向きを基に検出、判定又は推定されてよい。

[0128] 例えば、既述のように、慣性センサ22の少なくとも1つの検出軸が、電波センサ21の電波照射方向に沿う方向に方向付けられており、センサ2が天井に設置された場合、ベッド5に設置された場合、及び、壁に設置された場合を想定してみる。

[0129] なお、天井への設置は、センサ2によるセンシング対象である室内空間の上方にセンサ2が設置される態様の一例であり、ベッド5への設置は、当該室内空間の下方にセンサ2が設置される態様の一例である。壁への設置は、当該室内空間の側方にセンサ2が設置される態様の一例である

[0130] センサ2が天井に設置される場合、図7(A)に模式的に例示するように

、センサ２の電波センサ２１による電波照射面は、室内空間の下方（例えば、Ｚ軸の正方向）に向く。そのため、慣性センサ２２によって検出される重力方向（例えば、Ｚ軸の正方向）は、センサ２から電波センサ２１によって電波が送信される側と同じ側に向く。

[0131] 一方、センサ２が例えば図２及び図３に例示したようにベッド５の裏側に設置される場合、図７（Ｂ）に模式的に例示するように、センサ２の電波センサ２１による電波照射面は、室内空間の上方（Ｚ軸の負方向）に向く。そのため、慣性センサ２２によって検出される重力方向（Ｚ軸の正方向）は、センサ２から電波センサ２１によって電波が送信される側とは逆側に向く。

[0132] このように、センサ２が、天井等の空間の上方に設置される場合と、ベッド５等の空間の下方に設置される場合とでは、センサ２に備えられた慣性センサ２２によって検出される重力方向が逆転する。

[0133] また、センサ２が室内空間の壁等の側方に設置された場合、慣性センサ２２によって検出される重力方向は、センサ２内の電波センサ２１から電波が送信される方向からずれた方向又は直交する方向に向く。

[0134] したがって、慣性センサ２２によって検出される重力方向を基に、センサ２が空間の上方（例えば天井）に設置されたか、空間の下方（例えばベッド５）に設置されたか、空間の側方（例えば壁）に設置されたかの別を、判定、識別できる。

[0135] 以上のような判定結果に基づく電波センサ２１による検出感度の制御には、既述のように当該検出感度に変化を与えるパラメータを制御あるいは補正することが含まれてよい。

[0136] 例えば、電波センサ２１の送信電力、電波センサ２１の検出信号レベル、体動検出や睡眠判定に用いられる閾値の少なくともいずれかを制御あるいは補正することで、電波センサ２１による検出感度が制御されてよい。

[0137] なお、電波センサ２１の検出信号レベルを補正すること、及び、閾値を補正することは、いずれも、電波センサ２１による送信電波の反射波についての処理を変更することの一例であると捉えてよい。

[0138] 別言すれば、情報処理装置 3 は、慣性センサ 2 2 によって検出された重力方向に応じて、電波センサ 2 1 による送信電波の反射波についての処理を変更することができる。

[0139] (動作例)

以下、一実施形態に係るセンサシステム 1 の幾つかの動作例について説明する。

例えば、慣性センサ 2 2 によって検出された重力方向に応じて、電波センサ 2 1 の送信電力を制御する動作例、電波センサ 2 1 の検出信号レベルを補正する動作例、及び、閾値を補正する動作例を、それぞれ、第 1 ～ 第 3 実施例として説明する。

[0140] (第 1 実施例)

図 8 は、第 1 実施例に係るセンサシステム 1 の動作例を示すフローチャートである。図 8 に例示するフローチャートは、例示的に、情報処理装置 3 (例えば、プロセッサ 3 1) にて実行されてよい。

[0141] 情報処理装置 3 は、センサ 2 から電波センサ 2 1 のセンサ値を受信する (処理 P 1 1)。また、情報処理装置 3 は、慣性センサ 2 2 から慣性センサ値を受信する (処理 P 2 1)。

[0142] 情報処理装置 3 は、慣性センサ値を基に、センサ 2 の設置角を判定してよい (処理 P 2 2)。当該判定には、例示的に、図 9 に示す設置場所分類テーブル 3 2 1 が用いられてよい。設置場所分類テーブル 3 2 1 は、例示的に、情報処理装置 3 のメモリ 3 2 に記憶されてよい。

[0143] 設置場所分類テーブル 3 2 1 は、慣性センサ 2 2 が有する検出軸毎の検出値の組み合わせによってセンサ 2 の設置場所を分類した情報の一例である。例えば、設置場所分類テーブル 3 2 1 は、センサ 2 が室内空間の上方 (例えば天井)、下方 (例えばベッド 5)、及び、側方 (例えば壁) のいずれに設置されているかを示す。

[0144] 非限定的な一例として、慣性センサ 2 2 は、X、Y 及び Z の互いに直交する 3 つの検出軸を有する 3 軸センサであり、個々の検出軸 X、Y 及び Z に沿

う方向の加速度 A_x 、 A_y 及び A_z が慣性センサ値としてそれぞれ検出される。

[0145] 図 1 に模式的に例示するように、室内空間を便宜的に直方体で表現し、鉛直下方を Z 軸の正方向に対応付けた場合、天井及び床は、XY 面に平行な面として捉えることができ、壁は、XZ 平面又は YZ 平面に平行な面として捉えることができる。

[0146] センサ 2 が天井に電波照射面が鉛直下方を向くように設置されると、慣性センサ値 (A_x 、 A_y 、 A_z) は、 $(A_x, A_y, A_z) = (0, 0, +1G)$ を示す。なお、「G」は、重力加速度を表す。

[0147] この場合、慣性センサ値を基に検出された重力方向は、センサ 2 から電波が送信される側と同じ側であるため、情報処理装置 3 における制御部の一例であるプロセッサ 31 は、センサ 2 が天井に設置されていると判定できる。

[0148] これに対し、センサ 2 がベッド 5 に電波照射面が鉛直上方を向くように設置されると、慣性センサ値 (A_x 、 A_y 、 A_z) は、 $(A_x, A_y, A_z) = (0, 0, -1G)$ を示す。この場合、慣性センサ値を基に検出された重力方向は、センサ 2 から電波が送信される側と逆側であるため、プロセッサ 31 は、センサ 2 がベッド 5 に設置されていると判定できる。

[0149] また、図 10 (A) に模式的に例示するように、センサ 2 の電波照射面が壁の上方右側から室内空間の中心に向かう斜め下方向に向くようにセンサ 2 が壁に設置されると、慣性センサ値 A_x 、 A_y 及び A_z は、いずれも正の値をとる。すなわち、 $(A_x, A_y, A_z) = (正, 正, 正)$ となる。

[0150] 一方、図 10 (B) に模式的に例示するように、センサ 2 の電波照射面が壁の上方左側から室内空間の中心に向かう斜め下方向に向くようにセンサ 2 が壁に設置されると、慣性センサ値 A_x は負の値をとり、慣性センサ値 A_y 及び A_z は、いずれも正の値になる。すなわち、 $(A_x, A_y, A_z) = (負, 正, 正)$ となる。

[0151] 図 10 (A) 及び図 10 (B) のケースでは、慣性センサ値を基に検出された重力方向は、センサ 2 から電波が送信される側と同じ側及び逆側のい

れでもないため、プロセッサ 31 は、センサ 2 が壁に設置されていると判定してよい。

[0152] 以上のように、情報処理装置 3 は、慣性センサ値 (A_x , A_y , A_z) を基に、設置場所分類テーブル 321 を参照することで、センサ 2 が室内空間の天井、ベッド 5、及び、壁（右側及び左側）のいずれに設置されているかを低負荷で容易に判定、識別できる。

[0153] 当該判定結果を基に、情報処理装置 3 は、電波センサ 21 が送信する電波の送信電力が、センサ 2 の設置場所に応じた適切な電力（別言すると、検出感度）となるように、電波センサ 21 を制御してよい（図 8 の処理 P 23 及び P 24）。

[0154] 例えば、室内空間は、鉛直方向の距離（別言すると、天井と床との間の距離）よりも、側方の距離（例えば対向する壁どうしの距離）の方が長いことが多い。そのため、室内空間の側方にセンサ 2 が設置された場合の電波センサ 21 の送信電力を基準電力とすると、センサ 2 が天井に設置された場合の電波センサ 21 の送信電力は基準電力よりも小さくてよい。

[0155] また、センサ 2 がベッド 5 に設置された場合は、センサ 2 が天井に設置された場合に比して、センシング対象である利用者とセンサ 2 との間の距離は短いことが多い。そのため、センサ 2 がベッド 5 に設置された場合の電波センサ 21 の送信電力は、センサ 2 が天井に設置された場合の送信電力よりも小さくてよい。

[0156] したがって、プロセッサ 31 は、センサ 2 が室内空間上方に位置する天井に設置されているとの判定に応じて、センサ 2 がベッド 5 に設置されている場合よりも、電波センサ 21 の送信電力を大きくする制御を行なってよい。当該制御により、利用者の体動量が過小検出されたり検出困難になったりすることを抑制あるいは回避できる。

[0157] 逆に、プロセッサ 31 は、センサ 2 が室内空間下方に位置するベッド 5 に設置されているとの判定に応じて、センサ 2 が天井に設置されている場合よりも、電波センサ 21 の送信電力を小さくする制御を行なってよい。当該制

御により、利用者の体動量が過大検出されたり電波センサ 2 1 の検出信号が飽和して検出困難になったりすることを抑制あるいは回避できる。

[0158] また、プロセッサ 3 1 は、センサ 2 が室内空間側方の壁に設置されているとの判定に応じて、センサ 2 がベッド 5 及び天井に設置されている場合よりも、電波センサ 2 1 の送信電力を大きくする制御を行なってよい。当該制御により、利用者の体動量が過小検出されたり検出困難になったりすることを抑制あるいは回避できる。

[0159] 便宜的に、壁設置時の基準電力を「大」、天井設置時の送信電力を「中」、ベッド設置時の送信電力を「小」と表現すると、センサ 2 の設置場所に応じた電波センサ 2 1 の送信電力は、図 1 1 の送信電力制御テーブル 3 2 2 にて表すことができる。

[0160] 情報処理装置 3 は、例示的に、送信電力制御テーブル 3 2 2 を基に、センサ 2 の設置場所に応じた電波センサ 2 1 の送信電力の補正值を算出してよい（図 8 の処理 P 2 3）。そして、情報処理装置 3 は、算出した補正值に応じた、電波センサ 2 1 の送信電力制御信号を生成して、センサ 2 宛に送信してよい（処理 P 2 4）。

[0161] 送信電力制御信号は、例えば、センサ 2 のプロセッサ 2 3（図 6 参照）にて受信され、プロセッサ 2 3 は、送信電力制御信号に応じて、電波センサ 2 1 の M C U 2 1 3 を制御することで O S C 2 1 2 による送信電波の電力を制御する。

[0162] これにより、電波センサ 2 1 から送信される電波の送信電力が、センサ 2 の設置場所に適した電力に制御されて、電波センサ 2 1 による検出感度がセンサ 2 の設置場所に適した感度に制御される。

[0163] したがって、利用者のセンサ 2 に対する距離の遠近によって、利用者の体動量が過小検出あるいは過大検出されたり検出困難になったりすることを回避あるいは抑制できる。

[0164] なお、上述した例は、慣性センサ 2 2 の検出情報の一例として、慣性センサ 2 2 の測定値を情報処理装置 3 がセンサ 2 から取得する例である。代替的

に、情報処理装置 3 は、慣性センサ 2 2 の測定値を基に得られる情報、例えば重力方向を示す情報や、センサ 2 の設置場所の別を示す情報を、センサ 2 から取得してもよい。

[0165] 別言すれば、センサ 2 は、慣性センサ 2 2 の測定値そのものを情報処理装置 3 宛に送信してもよいし、測定値を基に得られる情報であって、センサ 2 の設置場所を情報処理装置 3 において特定可能な情報を情報処理装置 3 宛に送信してもよい。

[0166] 情報処理装置 3 は、センサ 2 から取得した、センサ 2 の設置場所を特定可能な情報を基に、上述したごとく、センサ 2 の設置場所に応じた、電波センサ 2 1 の送信電力制御が可能である。

[0167] 電波センサ 2 1 の送信電力制御によって電波センサ 2 1 の検出感度がセンサ 2 の設置場所に応じて適正化された状態で、情報処理装置 3 は、センサ 2 から受信した電波センサ値を基に、利用者の体動量検出や睡眠状態判定を行なってよい。

[0168] 例えば、情報処理装置 3 は、センサ 2 から受信した電波センサ値を適宜に増幅し（処理 P 1 2）、電波センサ値の振幅変化量を算出し（処理 P 1 3）、振幅変化量を基に「伸展時波長」を算出してよい（処理 P 1 4）。また、情報処理装置 3 は、「伸展時波長」を基に、利用者の「体動量」を算出してよい（処理 P 1 5）。

[0169] 図 1 2 は、電波センサ値に基づいて得られるバイタル情報の一例としての体動量の時間変化の一例を示す図である。図 1 2 において、点線 A で示す信号波形が体動量の時間変化の一例を示し、点線 C は、「体動有り」又は「覚醒」と判定される体動量の閾値（「判定閾値」と称してよい。）を表す。

[0170] 例示的に、体動量が判定閾値を超えていれば、利用者が覚醒していると判定してよく、体動量が判定閾値未満であれば当該利用者が睡眠中であると判定してよい。

[0171] 体動量は、電波センサ値の時間変化として捉えることができる。例えば、センシング対象である利用者が覚醒しており活動中であると、センシング対

象の体動が、電波センサ値に、振幅値及び周波数の変化として現われる。例えば、利用者の体動量が大きいほど、電波センサ値の振幅値及び周波数は大きくなる傾向にある。

[0172] 利用者が睡眠中等の安静時では、利用者の体動は、心拍や呼吸の変化が支配的になる。そのため、電波センサ値の振幅値は変化しないか変化があっても無視してよい程度の変化であると考えてよい。

[0173] したがって、心拍や呼吸の変化に起因する体動は、電波センサ値の周波数変化として現われる、と考える。例えば、心拍数や呼吸数が増加するほど、電波センサ値の周波数は大きくなる傾向にある。

[0174] よって、電波センサ値の振幅値及び周波数の変化を基に、体動量を検出することができる。電波センサ値の振幅値及び周波数の変化は、例えば、図12に示した信号波形（点線A参照）を時間領域で直線に伸ばした時の長さの変化として捉えることができる。

[0175] 信号波形を時間領域で直線に伸ばした時の長さを、便宜的に、「伸展時波長」と称してよい。したがって、「伸展時波長」は、通常の「波長」とは異なる概念である。「伸展時波長」は、或る単位時間において、電波センサ値が時間領域で描く軌跡の長さに相当する、と捉えてもよい。なお、単位時間は、「秒」単位でもよいし、「分」単位でもよい。

[0176] 図13に「伸展時波長」の概念を模式的に例示する。図13の横軸は時間（ t ）を示し、図13の縦軸は電波センサ値（例えば、電圧[V]）を示す。

[0177] 図13において、点線Aで示す信号波形は、例示的に、センシング対象の利用者が睡眠中である時の、電波センサ値の時間変化を模式的に表す。図13において、実線Bで示す信号波形は、センシング対象の利用者が覚醒して活動中である時の、電波センサ値の時間変化を模式的に表す。

[0178] 「伸展時波長」は、図13の下部に例示するように、点線A及び実線Bで示される、単位時間（ ΔT ）あたりの信号波形を、時間方向に直線に伸ばした時の長さに相当する。

- [0179] 「伸展時波長」は、例示的に、電波センサ値を、或る周期（「サンプリング周期」と称してよい。）で、逐次的に、例えばメモリ 32（図 6 参照）に記憶してゆき、単位時間にわたって振幅値の変化量を加算することで算出できる。
- [0180] 「伸展時波長」の算出例について、図 14 を参照して説明する。図 14 の横軸は、時間（ t ）を表し、図 14 の縦軸は、電波センサ値（例えば、振幅値に相当する電圧 $[V]$ ）を表す。
- [0181] 図 14 に例示する信号波形では、或るタイミング $t = T_{N+2}$ 、 $t = T_{N+1}$ 、及び、 $t = T_N$ において、それぞれ、ドップラーセンサ値は、「 $A_{\alpha+2}$ 」、「 $A_{\alpha+1}$ 」、及び、「 A_{α} 」である。
- [0182] なお、「 N 」はタイミングのラベルを表す整数である。「 A 」は電圧値 $[V]$ がとり得る実数であり、「 α 」は電圧値のラベルを表す整数である。各タイミング $t = T_{N+2}$ 、 $t = T_{N+1}$ 、及び、 $t = T_N$ は、それぞれ「サンプリングタイミング」と称してよい。サンプリングタイミングの間隔は、一定でもよいし異なってもよい。
- [0183] 情報処理装置 3 は、例示的に、各サンプリングタイミングで得られた振幅値（電圧値）を基に、サンプリングタイミング間の振幅変化量を求める。例えば、情報処理装置 3 のプロセッサ 31 は、隣り合うサンプリングタイミングでの振幅値の差分を、サンプリングタイミング間の振幅変化量として求めてよい（図 8 の処理 P13 に相当）。
- [0184] 例示的に、プロセッサ 31 は、サンプリングタイミング $t = T_{N+2}$ と、次のサンプリングタイミング $t = T_{N+1}$ との間の振幅変化量を絶対値 $|A_{\alpha+1} - A_{\alpha+2}|$ として求めてよい。同様に、プロセッサ 31 は、サンプリングタイミング $t = T_{N+1}$ と次のサンプリングタイミング $t = T_N$ との間の振幅変化量を絶対値 $|A_{\alpha} - A_{\alpha+1}|$ として求めてよい。
- [0185] プロセッサ 31 は、このような演算を、単位時間あたりのサンプリング回数にわたって繰り返し実施し、得られた振幅変化量を、 $|A_{\alpha} - A_{\alpha+1}| + |A_{\alpha+1} - A_{\alpha+2}| + \dots$ のように、加算することで、「伸展時波長」を算出でき

る（図 8 の処理 P 1 4 に相当）。

[0186] なお、図 1 3 に例示したように、電波センサ値が電圧値 [V] で表される場合、「伸展時波長」の単位は、例えば「電圧／時間」（V／min）で表されてよい。

[0187] 図 1 5（A）～図 1 5（C）に、伸展時波長算出処理の一例を示す。図 1 5（A）は、電波センサ値の原波形の例を示し、図 1 5（B）は、差分波形の一例を示し、図 1 5（C）は差分波形を所定時間（例示的に、1 秒）にわたって合計した値の一例を示す。

[0188] 図 1 5（B）に例示する差分波形は、図 1 5（A）に例示する原波形についての所定の微小時間毎の振幅変化量を表し、例示的に、1 kHz のサンプリング周期で算出された差分波形である。したがって、振幅変化量は、例示的に、1／1000 秒毎の振幅変化量を表す。

[0189] 差分波形は、図 1 3 に例示した期間 ΔT において、1 秒毎に合計されてよい。例えば、振幅変化量が、期間 ΔT において、1000 個毎に合計されてよい。これにより、図 1 5（C）に例示するように、期間 ΔT における伸展時波長が算出される。

[0190] なお、単位時間あたりの振幅値のサンプリング数は、少なすぎると「伸展時波長」の算出精度が低下し、多すぎると演算負荷が高くなり演算遅延等が生じ得るから、現実的なレンジで設定されてよい。更に、「伸展時波長」は、所定時間にわたって時間平均されてよい。例えば、単位時間を 1 秒として 1 分間に得られた 60 個の「伸展時波長」の平均をとってよい。

[0191] 「伸展時波長」は、次のようにして算出されてもよい。例えば図 1 6 に、曲線 AB の「伸展時波長」を算出する例を示す。AB 間を n 個の微小区間に分割し、各微小区間を線分で近似し、その長さの和 S_n を以下の数式 1 で表す。

[0192] [数 1]

$$S_n = \sum_{k=1}^n \Delta S_k$$

[0193] 微小区間の x 方向の微小変位を Δx_k 、y 方向の微小変位を Δy_k とすると、三平方の定理より、 ΔS_k は、以下の数式 2 で表される。

[数2]

$$\Delta S_k = \sqrt{(\Delta x_k)^2 + (\Delta y_k)^2}$$

[0194] 以下の数式 3 に示すように、数式 2 の微小区間の個数 n を無限に増やすと、和 S_n は、曲線 AB の長さ L に近づく。

[数3]

$$L = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \Delta x_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sqrt{(\Delta x_k)^2 + (\Delta y_k)^2}$$

[0195] 数式 3 において、x 方向を時間軸とし、電波センサ値のサンプリング周期が一定（例えば、1 kHz）であると仮定すると、「 x_k 」は一定であり、「 y_k 」に電波センサ値（例えば、振幅値）を代入することで、「伸展時波長」が算出される。

[0196] 情報処理装置 3 は、図 8 の処理 P 14 及び P 15 において、上述した「伸展時波長」に基づいて利用者の「体動量」を算出し、算出した「体動量」を基に、利用者の睡眠状態を判定してよい（処理 P 16）。

[0197] 睡眠判定には、例示的に、「AW2 式」や「Cole 式」と呼ばれる演算式（「判定式」と称してもよい。）を適用してよい。例えば、或る判定時間（例示的に、数分間）にわたって得られた「体動量」を基に「AW2 式」や「Cole 式」によって演算した値が、或る閾値以上であれば「睡眠」と判定し、閾値未満であれば「覚醒」と判定してよい。

[0198] 睡眠判定結果を基に、情報処理装置 3 は、例えば、空調機 7 の運転や照明器具 8 の調光等を制御する制御信号を生成して、空調機 7 や照明器具 8 宛に送信してよい（処理 P 17）。これにより、室内空間を利用者にとって快適な環境に制御できる。

[0199] なお、情報処理装置 3 による睡眠判定の結果は、適宜に、ディスプレイや

プリンタ等の出力機器に出力されてよい（処理 P 1 8）。また、処理 P 1 4 で算出された伸展時波長や、処理 P 1 5 で算出された体動量が、ディスプレイやプリンタ等の出力機器に適宜に出力されてもよい。この場合、睡眠判定に用いる情報の計算過程の状況を確認できる。

[0200] 更に、伸展時波長を算出する処理 P 1 4 は、図 8 において点線で示すように、オプションであってもよい。例えば、処理 P 1 3 で算出された、電波センサ値の振幅変化量を基に、伸展時波長は算出せずに、処理 P 1 5 で体動量を算出してもよい。この点は、後述する第 2 実施例（図 1 8）及び第 3 実施例（図 1 9）においても同様でよい。

[0201] 以上のように、第 1 実施例によれば、センサ 2 に備えられた慣性センサ 2 2 によって検出された重力方向に応じて、当該センサ 2 に備えられた電波センサ 2 1 の送信電力を制御するので、電波センサ 2 1 による検出感度をセンサ 2 の設置場所に応じて適正化できる。

[0202] したがって、設置場所に個別のセンサ 2 を用意する必要がなく、また、センサ 2 内に設置場所に応じて処理を切り替えるスイッチ等を備える必要がない。よって、センサ 2 の製造コストや在庫コストを削減でき、また、センサ設置時の調整作業等の手間を省くことができる。

[0203] センサ設置時の調整作業等の手間を省くことができるから、センサ設置当初において、センサ設置者が詳細な調整作業を行わずに設置者の感覚でセンサ 2 を設置することが許容される。

[0204] 更に、センサ 2 の設置場所を慣性センサ値に基づいて自動認識できるので、例えば、センサ 2 や情報処理装置 3 に対して、設置場所を識別可能な情報を付加したり登録したりする作業の手間を省くことができる。また、センサ 2 の設置場所に応じてセンサ情報の解析処理や解析アルゴリズムを変更する手間を省くことができる。

[0205] したがって、例えば、センサ 2 の設置場所を設置後に自由に変更することができ、センサ 2 の初期設定や室内空間のレイアウト変更の自由度や柔軟性を向上できる。

[0206] また、電波センサ 2 1 による検出感度がセンサ 2 の設置場所に応じて適正化されるので、検出感度に過不足が生じることを抑制でき、体動検出の誤検出や睡眠判定の誤判定が生じる確率を低減できる。したがって、利用者の体動検出や睡眠判定の精度を向上できる。

[0207] 更には、電波センサ 2 1 の送信電力が設置場所に応じて適正化されるので、センサ 2 の消費電力効率化を図ることもできる。

[0208] また、利用者の体動検出や睡眠判定の精度を向上できるから、例えば、体動検出や睡眠判定の結果を利用した、室内空間の環境制御の精度を向上することもでき、環境制御の効率化を図ることができる。

[0209] 例えば、情報処理装置 3 は、体動検出や睡眠判定の結果に応じて、空調機 7 の運転や照明器具 8 の調光等を適応的に制御することで、室内空間を利用者にとって快適な環境に制御できる。したがって、利用者の体動検出や睡眠判定の精度が向上することにより、当該環境制御の効率化を図ることが可能となる。

[0210] なお、図 9 に例示した設置場所分類テーブル 3 2 1 は、慣性センサ値から算出される慣性センサ 2 2 の角度情報、別言すると、センサ 2 の角度情報を基に作成されてよい。

[0211] 例えば図 1 7 (A) ~ 図 1 7 (D) に模式的に例示するように、慣性センサ 2 2 の角度情報は、慣性センサ 2 2 の検出軸 X, Y, Z についてそれぞれ得られる加速度 A_x 、 A_y 、 A_z を基に、以下の数式 4 ~ 6 によって求めることができる。

[0212] [数4]

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right)$$

[数5]

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right)$$

[数6]

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \right)$$

[0213] 以上の数式4～6によって得られる角度情報と、室内空間においてセンサ2が設置されると想定される場所と、を対応付けることで、設置場所分類テーブル321を作成することが可能である。

[0214] なお、設置場所分類テーブル321を用いずに、数式4～6によって得られる角度情報を基にして、電波センサ21の送信電力が制御されてもよい。

[0215] (第2実施例)

次に、図18に例示するフローチャートを参照して、第2実施例について説明する。

第2実施例は、慣性センサ22によって検出された重力方向に応じて、電波センサ21の検出信号レベルを補正する動作例である。

[0216] 電波センサ21の検出信号レベルを補正することは、電波センサ21による送信電波の反射波についての処理を変更することの一例であると捉えてよい。

[0217] 図18に例示するフローチャートは、第1実施例の図8における処理P12及びP23が、それぞれ、処理P12a及びP23aに置き換えられ、かつ、図8における処理P24が削除されたフローチャートに相当する。

[0218] そのため、図18の処理P11、P13～P17、P21、及び、P22は、それぞれ、図8にて既述の処理P11、P13～P17、P21、及び、P22と同一でよい。

[0219] 処理P23aにおいて、情報処理装置3は、電波センサ値が、慣性センサ値を基に判定したセンサ2の設置場所に応じた適切な検出信号レベルを有する（別言すると、検出感度となる）ように、例えば処理P12aでの電波センサ値の増幅率を制御してよい。

[0220] 例えば、情報処理装置3は、センサ2の設置場所に応じた増幅率の補正値を決定してよい。電波センサ値の増幅率は、例示的に、センサ2と利用者と

の距離が大きいほど大きくしてよいので、図 11 に例示したテーブル 322 における関係と同様にして、増幅率の補正值が決定されてよい。

[0221] 例えば、増幅率の補正值は、センサ 2 の壁設置時の基準補正值を「大」、天井設置時の補正值を「中」、ベッド設置時の補正值を「小」と表現すると、情報処理装置 3 は、それぞれの設置場所に応じた補正值にて現状の電波センサ値の増幅率を補正してよい。

[0222] 代替的に、既述の数式 4～6 によって得られる角度情報と、室内空間においてセンサ 2 が設置されると想定される場所と、を対応付けたテーブル等の情報を基にして、電波センサ値の増幅率が補正されてもよい。あるいは、数式 4～6 によって得られる角度情報を基に、電波センサ値の増幅率が補正されてもよい。

[0223] なお、補正する増幅率は、図 4 に例示した電波センサ 21 におけるオペアンプ 215 の増幅率であってもよい。その場合、情報処理装置 3 は、増幅率の補正值を含む制御信号（「増幅率制御信号」と称してよい。）を生成して、センサ 2（例えば、プロセッサ 23）宛に送信してよい。

[0224] また、補正の対象は、増幅率に限らず、図 18 において点線矢印で例示するように、処理 P14 にて算出される「伸展時波長」でもよいし、「伸展時波長」を基に処理 P15 にて算出される「体動量」でもよい。

[0225] 「伸展時波長」及び「体動量」のいずれも、センサ 2 と利用者との距離が大きいほど、小さくなり易いため、電波センサ 21 による検出感度が低くなり易いと云える。したがって、「伸展時波長」及び「体動量」のいずれの補正值についても、増幅率についての補正值の大小関係と同様の関係で決定されてよい。

[0226] なお、「伸展時波長」の補正は、例示的に、「伸展時波長」に加算される候補の電波センサ値の振幅変化量を補正することで実現できるので、プロセッサ 23 による演算量を抑えることができる。

[0227] 以上のように、第 2 実施例によれば、慣性センサ 22 によって検出された重力方向に応じて、電波センサ 21 の検出値（又は検出値を基に得られる情

報)を補正するので、電波センサ21による検出感度をセンサ2の設置場所に応じて適正化できる。

[0228] したがって、第1実施例と同等の作用効果が得られるほか、第2実施例では、第1実施例とは異なり、電波センサ21の送信電力を制御しなくてよいので、送信電力制御に伴う体動検出や睡眠判定の遅延を抑制できる。

[0229] (第3実施例)

次に、図19に例示するフローチャートを参照して、第3実施例について説明する。

第3実施例は、慣性センサ22によって検出された重力方向に応じて、電波センサ値を基に得られる体動量(あるいは体動量に基づく睡眠判定)の閾値を補正する動作例である。閾値補正は、電波センサ21による送信電波の反射波についての処理を変更することの他の一例であると捉えてよい。

[0230] 図19に例示するフローチャートは、第1実施例の図8における処理P15及びP23が、それぞれ、処理P15b及びP23bに置き換えられ、かつ、図8における処理P24が削除されたフローチャートに相当する。

[0231] そのため、図19の処理P11~P14、P16、P17、P21、及び、P22は、それぞれ、図8にて既述の処理P11~P14、P16、P17、P21、及び、P22と同一でよい。

[0232] 処理P23bにおいて、情報処理装置3は、処理P15bで算出される体動量の判定に用いる閾値が、慣性センサ値を基に判定したセンサ2の設置場所に応じた適切な値(別言すると、検出感度)となるように、閾値を制御してよい。

[0233] 例えば、情報処理装置3は、慣性センサ値を基に判定したセンサ2の設置場所に応じた、体動量の判定閾値を決定してよい。判定閾値を補正、決定することは、例示的に、ノイズ成分として扱う体動量の基準値を制御すること、と捉えてもよい。

[0234] 処理P15bにて算出される体動量は、例示的に、センサ2と利用者との距離が大きいほど小さくなる傾向にあるので、体動量の判定閾値も小さくな

るように補正されてよい。判定閾値を小さくすることは、体動量の検出感度を高くすることに相当すると捉えてよい。

[0235] 例えば、体動量の判定閾値は、室内空間においてセンサ２と利用者との距離が相対的に大きくなる壁設置時で「小」、天井設置時で「中」、ベッド設置時で「大」と表現できる。情報処理装置３は、当該大小関係を基に、それぞれの設置場所に応じた閾値を、体動量の判定閾値に決定、設定してよい。

[0236] 例示的に、天井設置時ではベッド設置時よりもセンサ２と利用者との間の距離が大きいのので、算出される体動量は小さくなる傾向にある。

[0237] したがって、天井設置時には、情報処理装置３は、例えば図２０に模式的に例示するように、判定閾値Ｃを、ベッド設置時よりも小さな値に補正、設定して、体動量の検出感度を高くしてよい。

[0238] 逆に、ベッド設置時には、情報処理装置３は、判定閾値Ｃを、天井設置時よりも大きな値に補正、設定して、体動量の検出感度を低くしてよい。

[0239] なお、壁設置時において算出される体動量は、天井設置時よりも更に小さくなる傾向にあるから、情報処理装置３は、壁設置時には、天井設置時よりも更に小さな値に判定閾値Ｃを補正、設定してよい。

[0240] また、センサ２の設置場所に応じて補正する閾値は、図１９に点線矢印で例示するように、処理Ｐ１２においてノイズ成分として扱って処理しなくてよい信号レベルについての閾値（基準値と称してもよい。）であってもよい。処理Ｐ１６での睡眠判定に用いられる閾値が、センサ２の設置場所に応じて補正されてもよい。

[0241] 信号レベルの閾値や睡眠判定に用いられる閾値も、体動量の判定閾値と同様に、センサ２と利用者との距離が大きいほど、検出感度を高めるために、小さな値に制御されてよい。

[0242] したがって、情報処理装置３は、例えば図２０に例示したように、壁設置時で「小」、天井設置時で「中」、ベッド設置時で「大」という大小関係で、センサ２の設置場所に応じて、信号レベルの閾値や睡眠判定の閾値を制御してよい。

[0243] 代替的に、既述の数式4～6によって得られる角度情報と、室内空間においてセンサ2が設置されると想定される場所と、を対応付けたテーブル等の情報を基にして、判定閾値が補正されてもよい。あるいは、数式4～6によって得られる角度情報を基に、判定閾値が補正されてもよい。

[0244] 以上のように、慣性センサ22で検出された重力方向に応じて、電波センサ21の検出値（又は検出値を基に得られる情報）に基づく体動検出や睡眠判定に用いる閾値が補正されるので、電波センサ21による検出感度をセンサ2の設置場所に応じて適正化できる。

[0245] したがって、第1実施例と同等の作用効果が得られるほか、第3実施例では、第2実施例と同様、電波センサ21の送信電力を制御しなくてよいので、送信電力制御に伴う体動検出や睡眠判定の遅延を抑制できる。

[0246] （その他）

なお、上述した第1実施例と、第2実施例及び第3実施例の一方又は双方と、は、組み合わせて実施されてもよい。別言すると、センサ2の設置場所に応じた、電波センサ21の送信電力制御、及び、電波センサ21による送信電波の反射波についての処理の制御は、組み合わせて実施されてよい。

[0247] 組み合わせ実施により、電波センサ21による検出感度の制御を、送信電力制御と反射波についての処理の制御とに分散できるから、個々の制御での制御量（別言すると、可変幅）を、単独での制御よりも小さくできる。したがって、制御負荷の低減を図ったり、センサ2や情報処理装置3に求められる性能の緩和を図ったりすることができる。

[0248] また、上述した各実施例を含む実施形態では、図8、図18及び図19に例示した処理が、情報処理装置3（例えば、プロセッサ31）にて実施される態様について説明した。しかし、図8、図18及び図19に例示した処理の一部又は全部は、センサ2（例えば、プロセッサ23）にて実施されてもよい。センサ2で実施する処理に応じたプログラムが、例えばセンサ2のメモリ24（図5参照）に記憶されてよい。

[0249] 例えば、図8や図18、図19に例示した判定処理P22は、センサ2の

プロセッサ 23 にて実施されてもよい。プロセッサ 23 は、慣性センサ 2 で検出された重力方向を基に判定したセンサ 2 の設置場所を示す情報を、通信部の一例である通信 I/F 25（図 5 参照）から例えば情報処理装置 3 宛に送信させてよい。

[0250] センサ 2 の設置場所を示す情報は、例示的に、センサ 2 が空間の下方（例えばベッド 5）に配置されたか、空間の上方（例えば天井）に配置されたか、空間の側方（例えば壁）に配置されたか、の別を示す情報であってよい。

[0251] 情報処理装置 3（例えば、プロセッサ 31）は、センサ 2 から取得した当該情報を基に、第 1 実施例にて既述のとおり、センサ 2 の設置場所に応じて電波センサ 21 の送信電力を制御してよい。

[0252] 情報処理装置 3 において算出処理や補正処理、睡眠判定処理を実施する態様であれば、例えば、情報処理装置 3 のプロセッサ 31 が読み取って動作するプログラムやデータの改変によって情報処理装置 3 の機能追加やアップデートが容易に可能になる。したがって、センサ 2 には改変等を加えずに、情報処理装置 3 の改変によって一元的にセンサシステム 1 のアップデート等が容易に可能になる。

[0253] また、上述した各実施例を含む実施形態では、室内空間における利用者の睡眠判定について説明したが、電波センサ値を基に、利用者が室内空間に滞在しているか不在であるかの判定を行なってもよい。情報処理装置 3 は、利用者の滞在及び不在に応じて、空調機 7 や照明器具 8 の動作を適応的に遠隔制御してよい。

符号の説明

- [0254]
- 1 センサシステム
 - 2 センサ（センサユニット）
 - 21 電波センサ
 - 22 慣性センサ
 - 23 プロセッサ
 - 24 メモリ

- 2 5 通信インタフェース (I F)
- 2 6 通信バス
- 3 情報処理装置
- 3 1 プロセッサ
- 3 2 メモリ
- 3 2 1 設置場所分類テーブル
- 3 2 2 送信電力制御テーブル
- 3 3 記憶装置
- 3 4 通信 I F
- 3 5 ペリフェラル I F
- 3 6 通信バス
- 4 ネットワーク (N W)
- 5 ベッド
- 6 ルータ
- 7 空調機
- 8 照明器具

請求の範囲

- [請求項1] 慣性センサと、
電波センサと、
前記慣性センサで検出された重力方向に応じて、前記電波センサの電波の送信電力を制御する制御部と、
を備えた、センサユニット。
- [請求項2] 前記制御部は、
前記検出された重力方向が、前記センサユニットからの前記電波の送信側と同じ側である場合に、前記検出された重力方向が、前記センサユニットからの前記電波の送信側と逆側である場合よりも、前記電波の送信電力を大きくする制御を行なう、請求項1に記載のセンサユニット。
- [請求項3] 前記制御部は、
前記検出された重力方向が、前記センサユニットからの前記電波の送信側と逆側である場合に、前記検出された重力方向が、前記センサユニットからの前記電波の送信側と同じ側である場合よりも、前記電波の送信電力を小さくする制御を行なう、請求項1に記載のセンサユニット。
- [請求項4] 前記制御部は、
前記検出された重力方向が、前記センサユニットからの前記電波の送信側と同じ側及び逆側のいずれでもない場合に、前記検出された重力方向が、前記センサユニットからの前記電波の送信側と同じ側である場合よりも、前記電波の送信電力を大きくする制御を行なう、請求項1～3のいずれか1項に記載のセンサユニット。
- [請求項5] 前記センサユニットは、前記電波の送信側を空間の下方に向けた状態で、前記空間の上方に配置された、請求項2に記載のセンサユニット。
- [請求項6] 前記センサユニットは、屋内の前記空間の天井に配置された、請求

項5に記載のセンサユニット。

[請求項7] 前記センサユニットは、前記電波の送信側を空間の上方に向けた状態で、前記空間の下方に配置された、請求項3に記載のセンサユニット。

[請求項8] 前記センサユニットは、屋内の前記空間に備えられたベッドに配置された、請求項7に記載のセンサユニット。

[請求項9] 前記センサユニットは、前記電波の送信側を空間の側方に向けた状態で、前記空間の側方に配置された、請求項4に記載のセンサユニット。

[請求項10] 前記センサユニットは、屋内の前記空間の壁に配置された、請求項9に記載のセンサユニット。

[請求項11] 前記電波センサは、体動の検出に用いられる電波センサである、請求項1～10のいずれか1項に記載のセンサユニット。

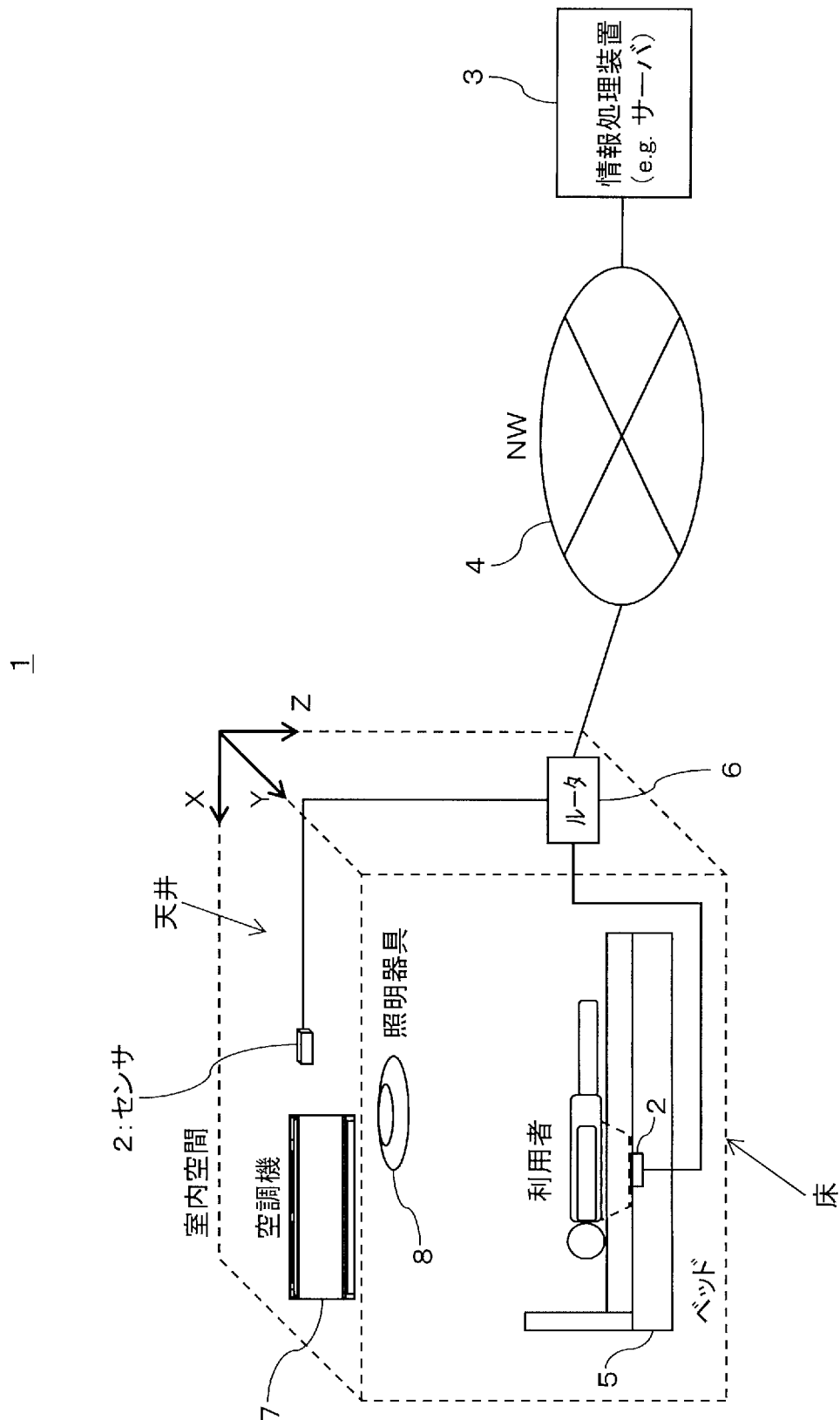
[請求項12] センサユニットにおいて、
慣性センサと、
電波センサと、
通信部と、
前記慣性センサで検出された重力方向に応じて、前記センサユニットが空間の下方に配置されたか、前記空間の上方に配置されたかの別を示す情報を、前記通信部に送信させる制御部と、
を備えた、センサユニット。

[請求項13] 慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットから受信した、前記慣性センサの検出情報に基づいて、前記電波センサによる電波の送信電力を制御する信号を、前記センサユニットに送信する通信部、を備えた、センサ制御装置。

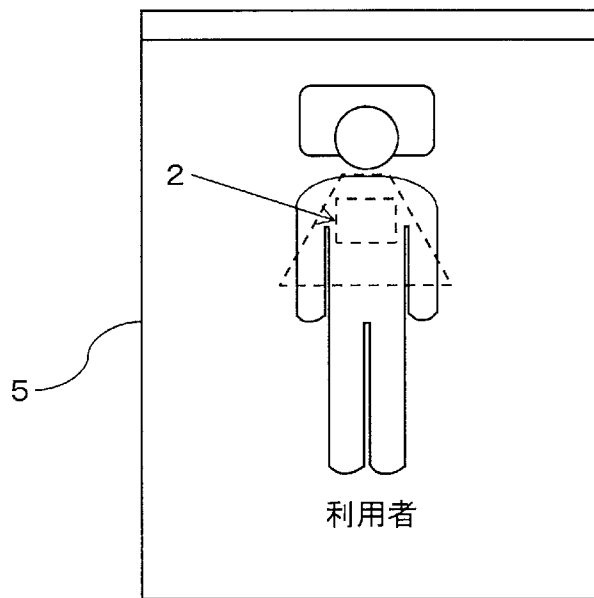
[請求項14] 前記検出情報は、前記慣性センサによって測定された測定値、又は、前記慣性センサによって検出された重力方向を示す情報を含む、請求項13に記載のセンサ制御装置。

- [請求項15] 慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサの検出情報に基づいて、前記電波センサによる送信電波の反射波についての処理を変更する、センサデータ処理装置。
- [請求項16] 前記処理の変更は、ノイズ成分として扱う前記反射波に応じた信号レベルの基準値を制御することを含む、請求項15に記載のセンサデータ処理装置。
- [請求項17] 前記処理の変更は、前記反射波に応じた信号レベルを補正することを含む、請求項15に記載のセンサデータ処理装置。
- [請求項18] 慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサで検出された重力方向に応じて、前記電波センサの電波の送信電力を制御する
処理を、コンピュータに実行させる、センサ制御プログラム。
- [請求項19] 慣性センサと電波センサと通信部とを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサで検出された重力方向に応じて、前記センサユニットが空間の下方に配置されたか、前記空間の上方に配置されたかの別を示す情報を、前記通信部に送信させる
処理を、コンピュータに実行させる、センサ制御プログラム。
- [請求項20] 慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサの検出情報に基づいて、前記電波センサによる電波の送信電力を制御する信号を、前記センサユニットに送信する
処理を、コンピュータに実行させる、センサ制御プログラム。
- [請求項21] 慣性センサと電波センサとを備えたセンサユニットにおける前記慣性センサの検出情報に基づいて、前記電波センサによる送信電波の反射波についての処理を変更する
処理を、コンピュータに実行させる、センサデータ処理プログラム。

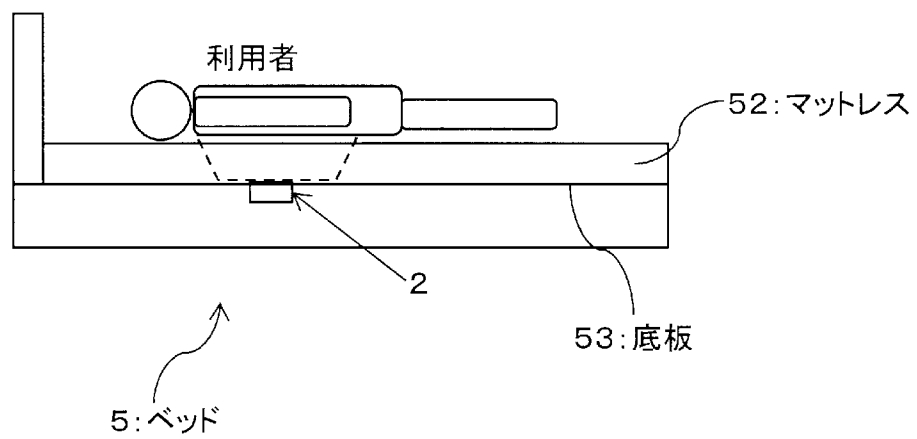
[図1]



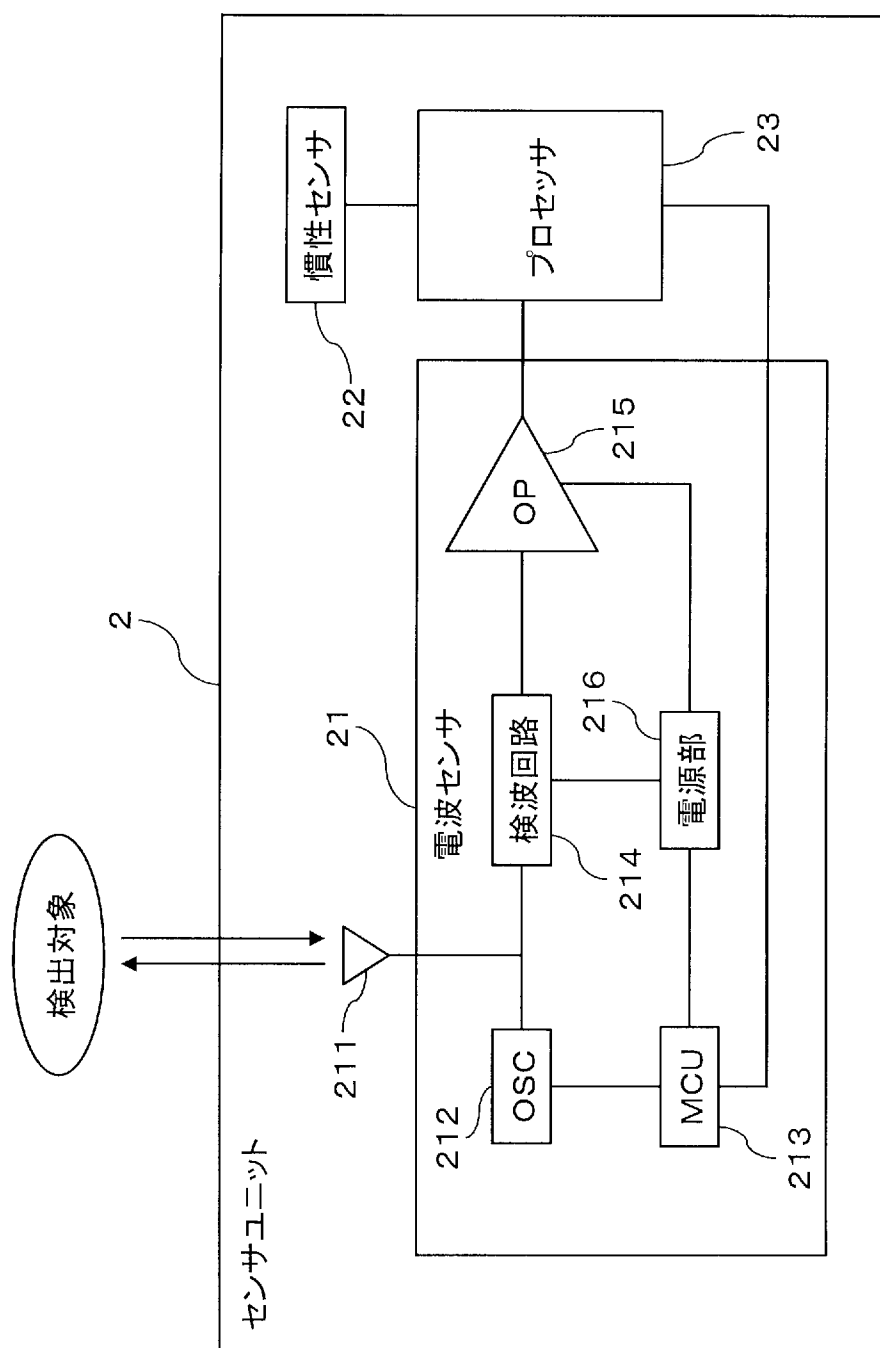
[図2]



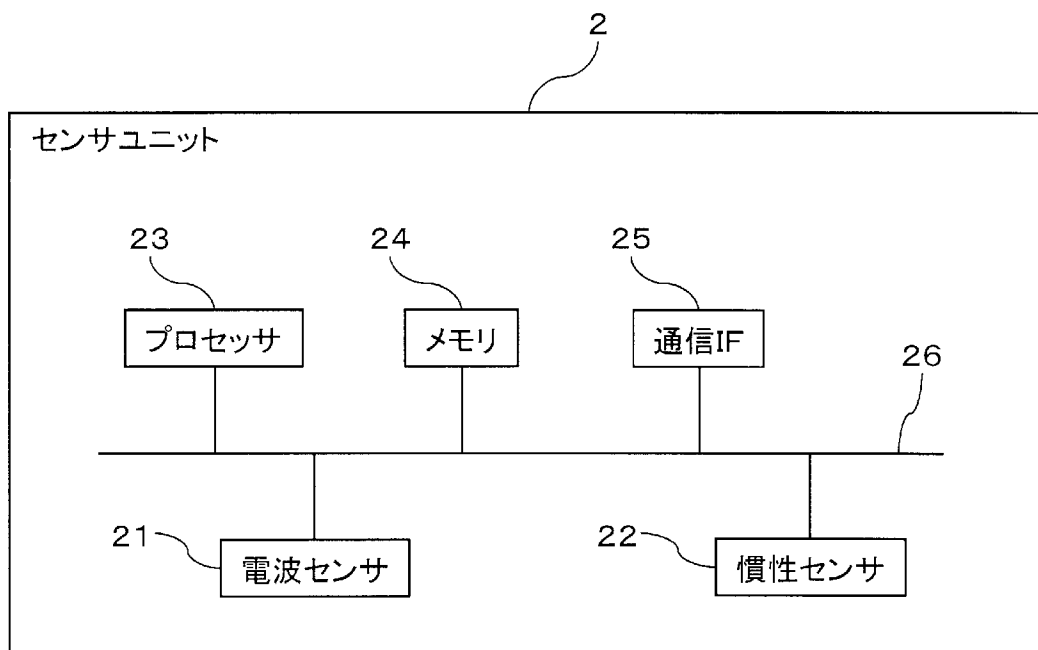
[図3]



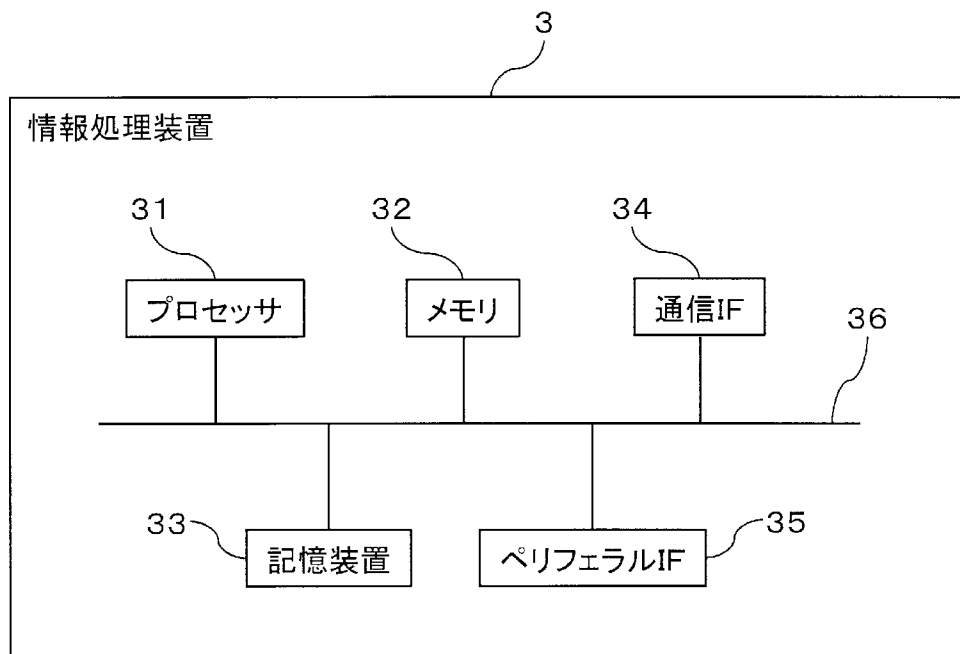
[図4]



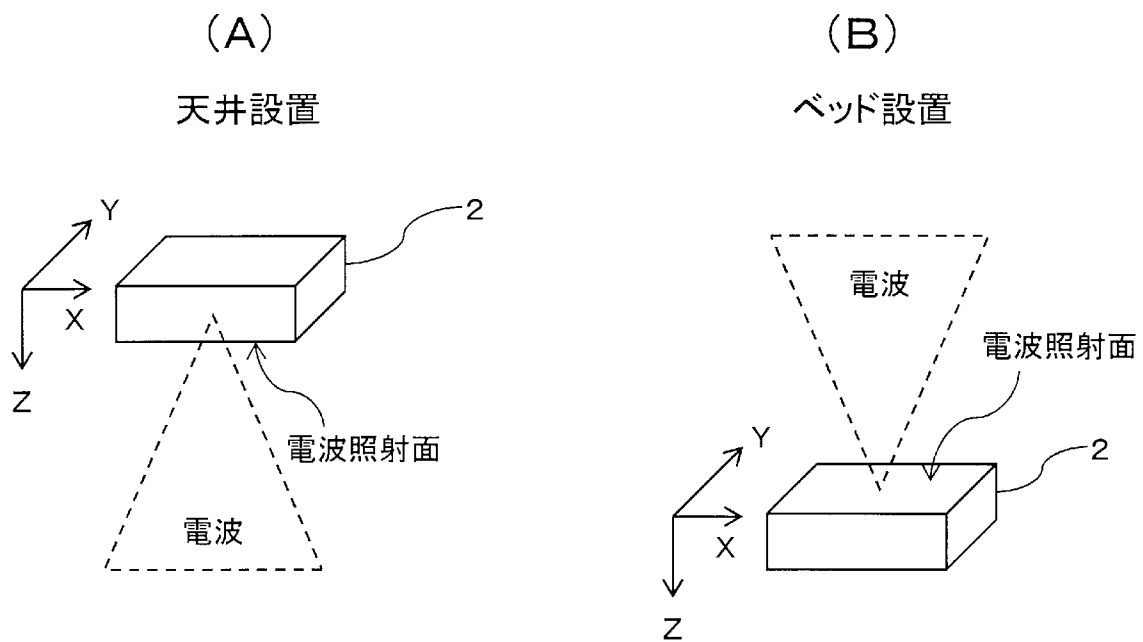
[図5]



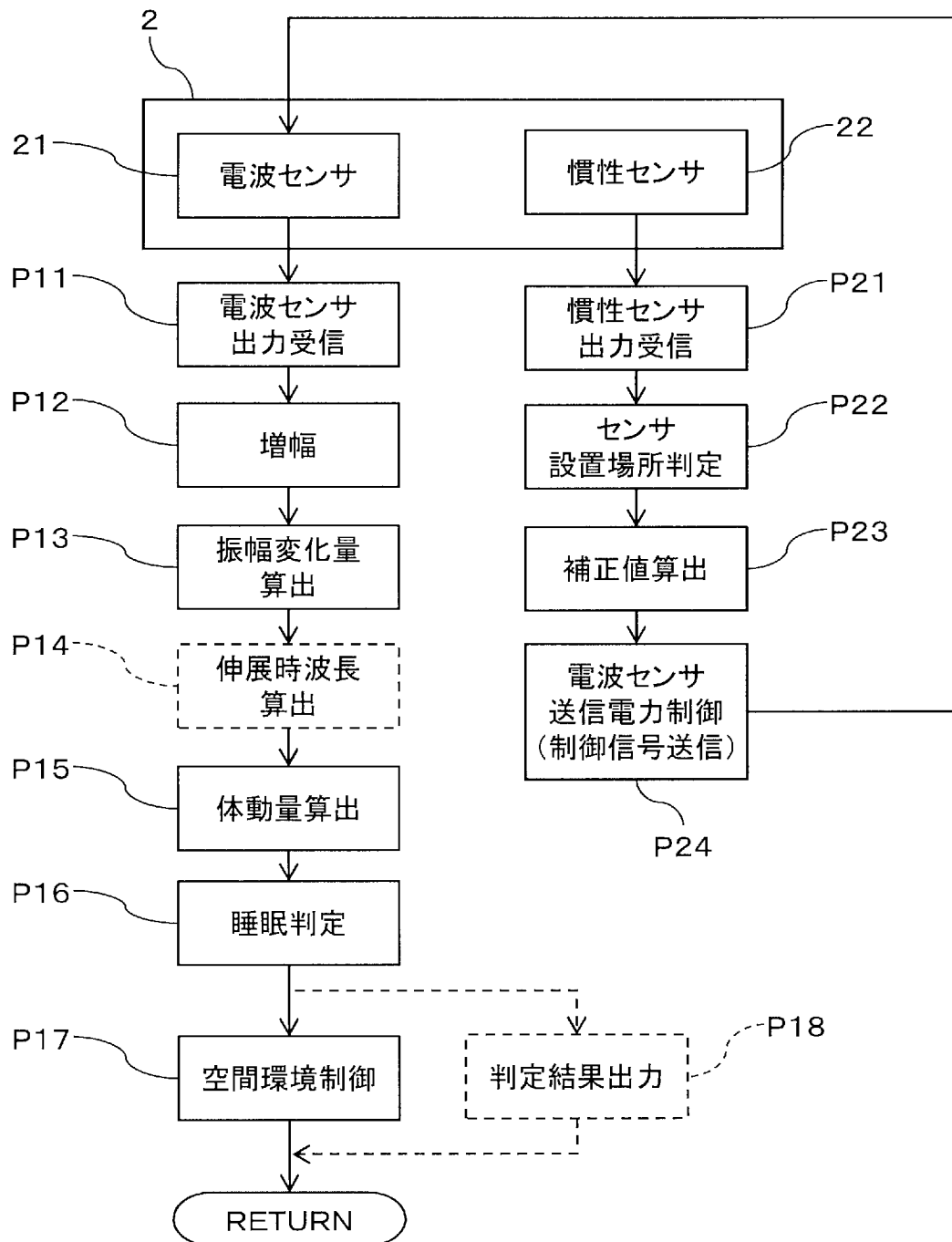
[図6]



[図7]



[図8]



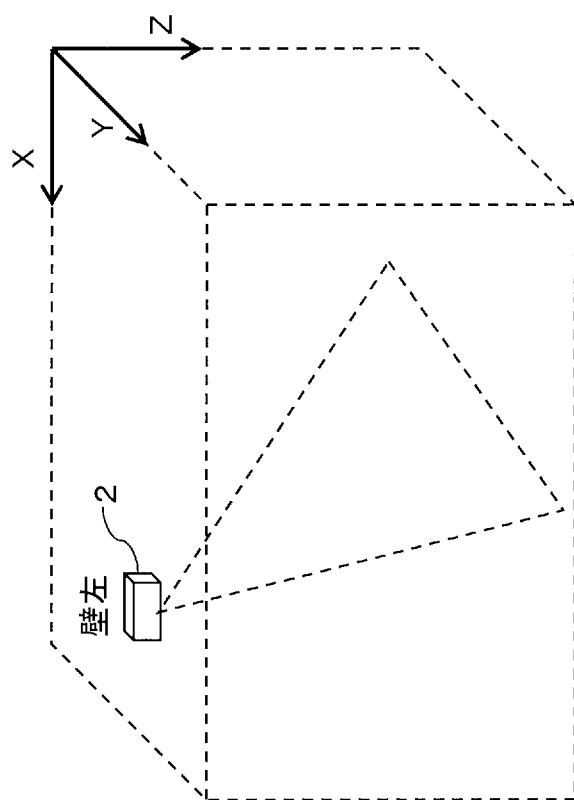
[図9]

321 設置場所分類テーブル

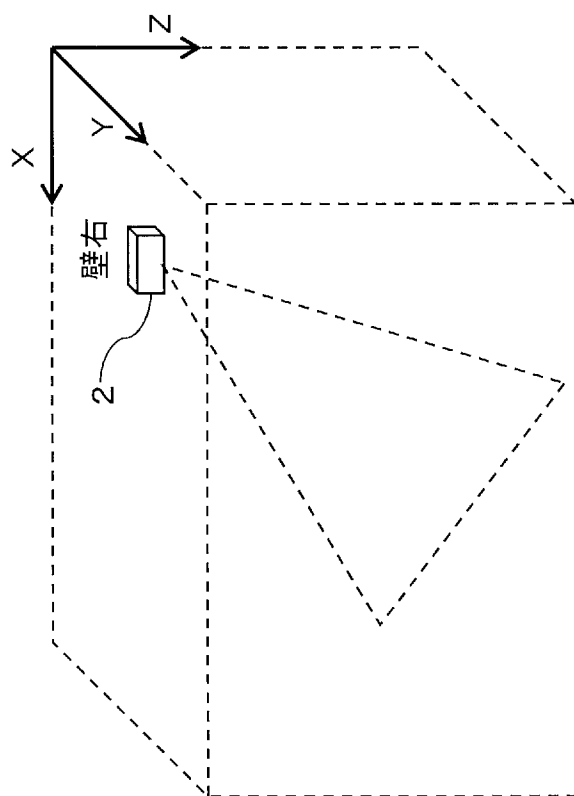
	天井	ベッド	壁右	壁左
加速度Ax	0	0	正	負
加速度Ay	0	0	正	正
加速度Az	正(1G)	負(-1G)	正	正

[図10]

(B)



(A)



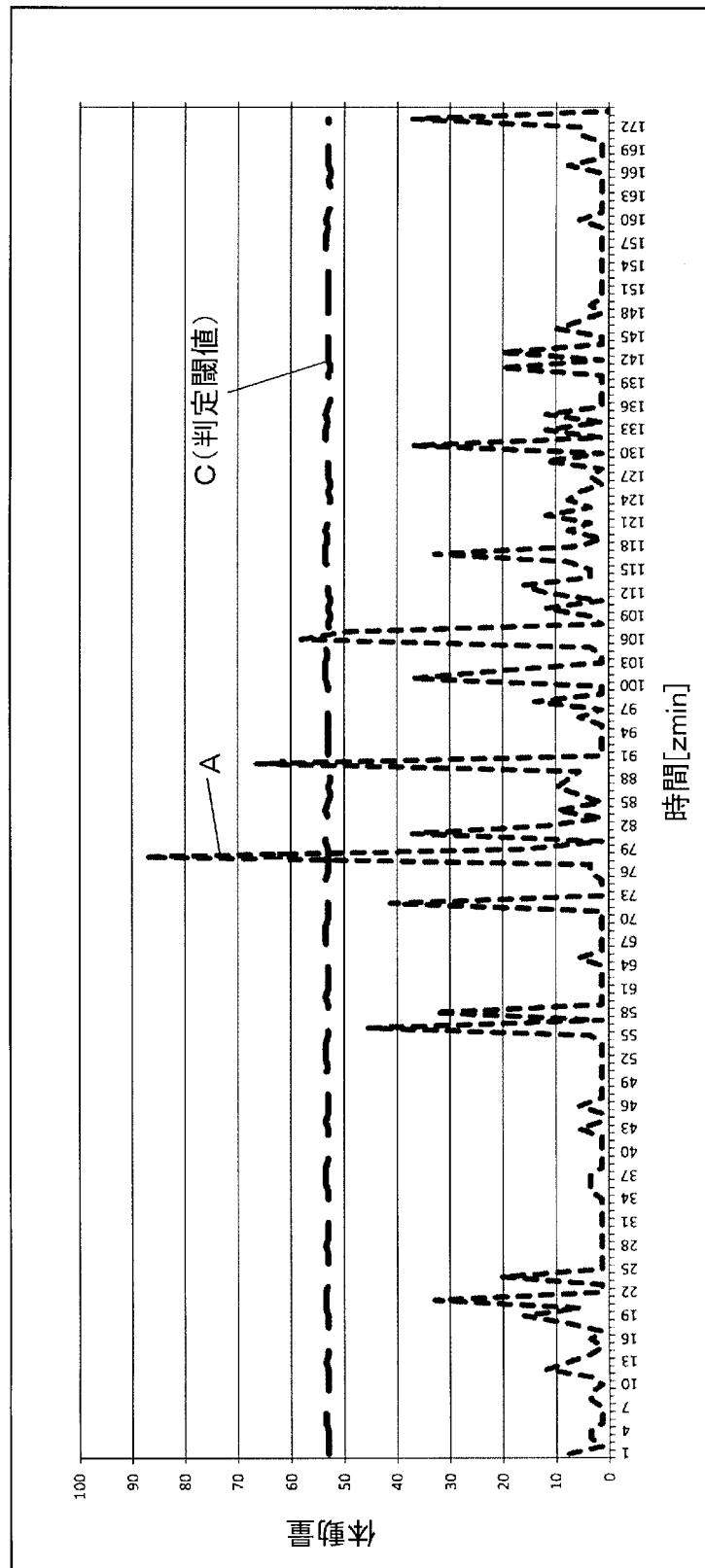
[図11]

322

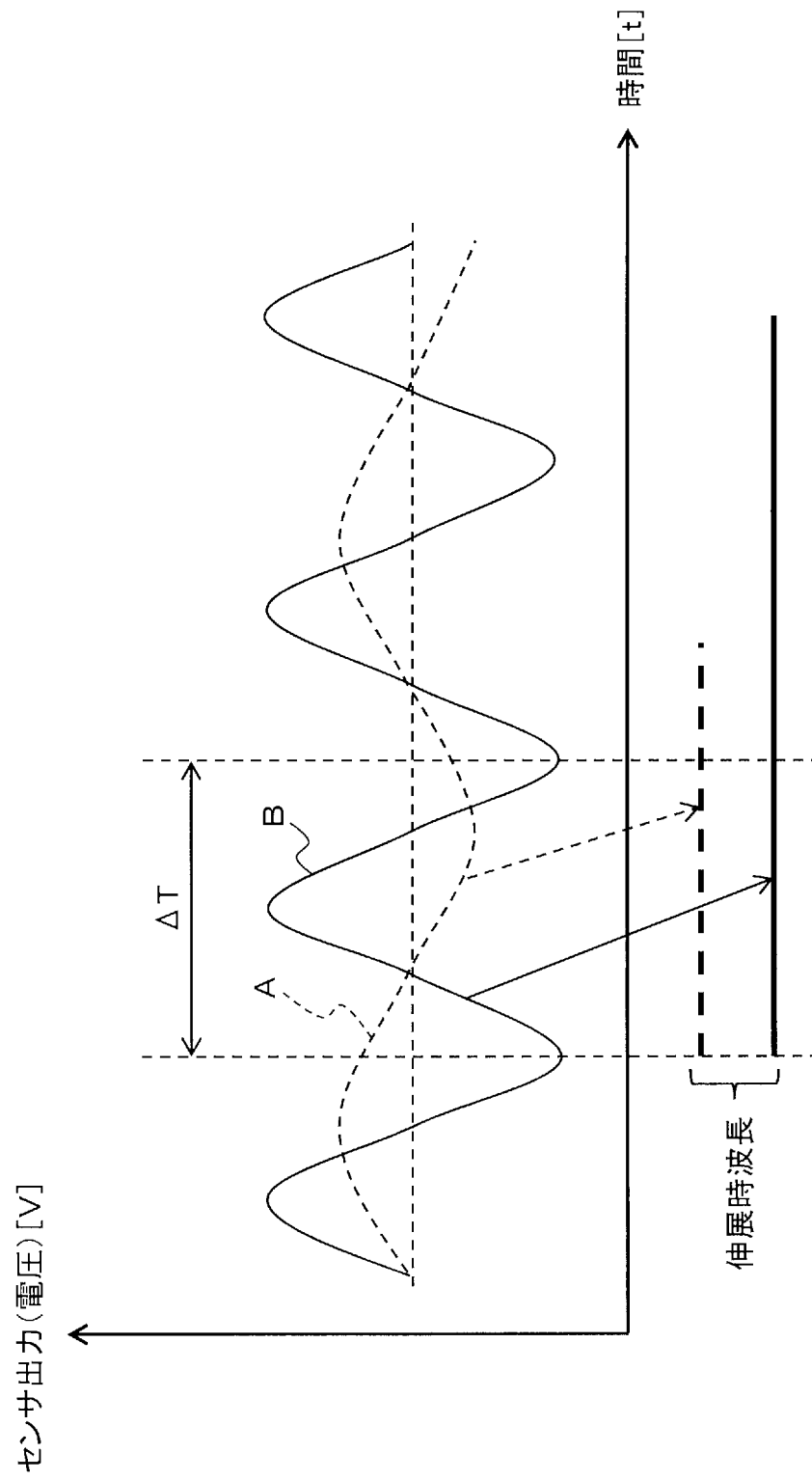
送信電力制御テーブル

	天井	ベッド	壁右	壁左
送信電力	中	小	大	大

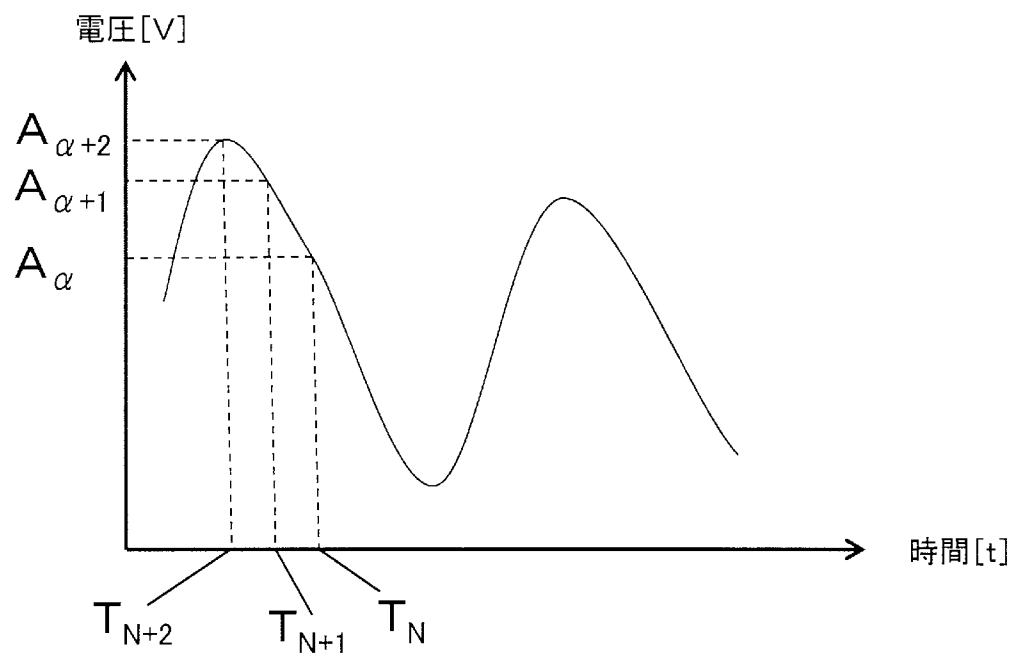
[図12]



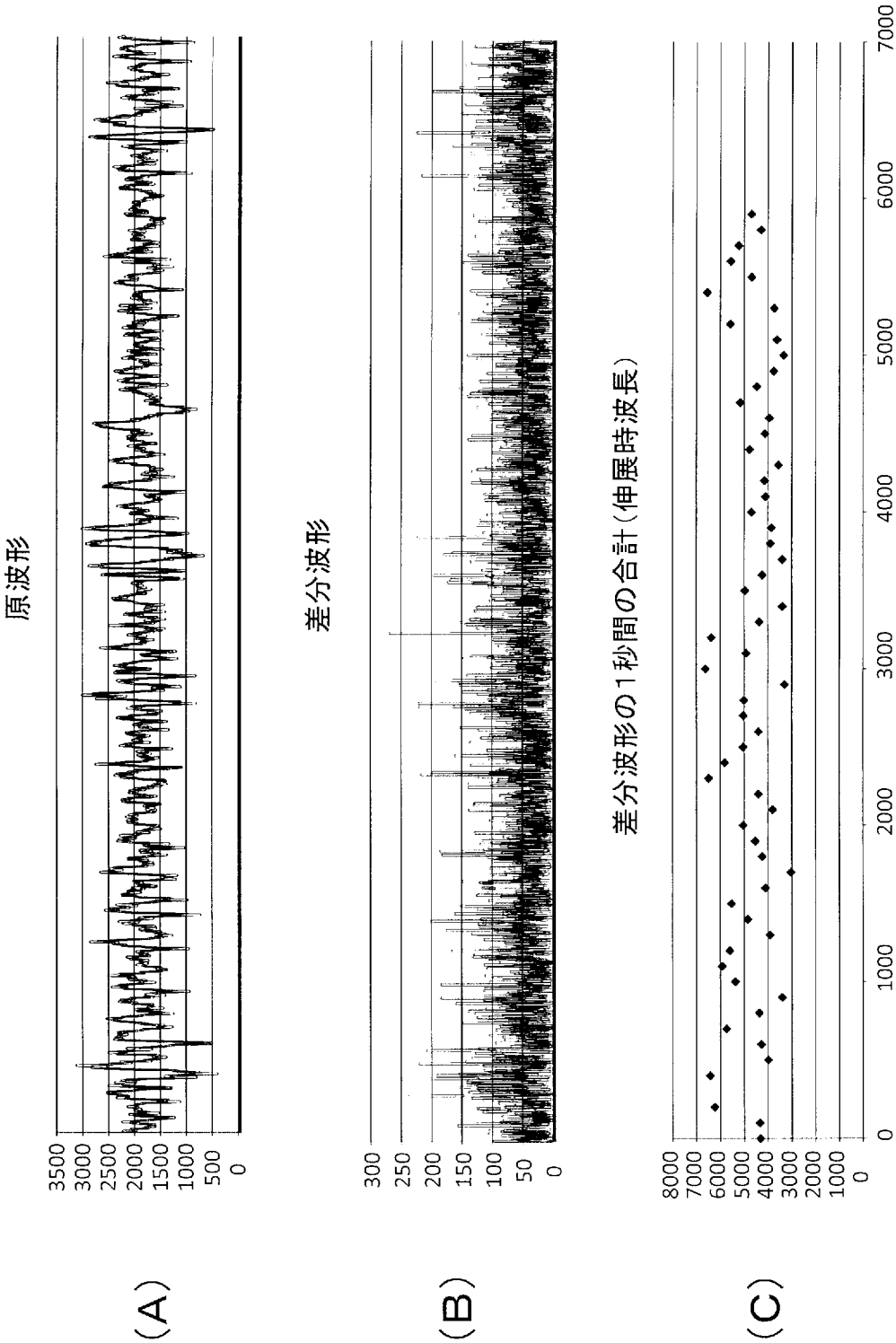
[図13]



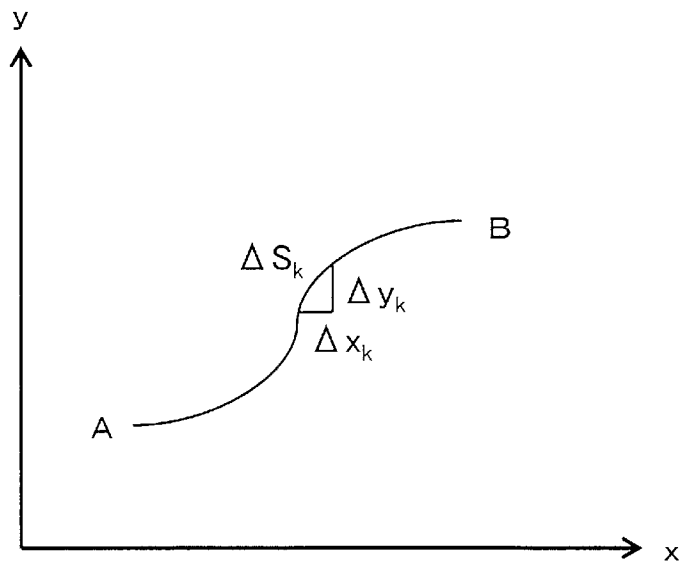
[図14]



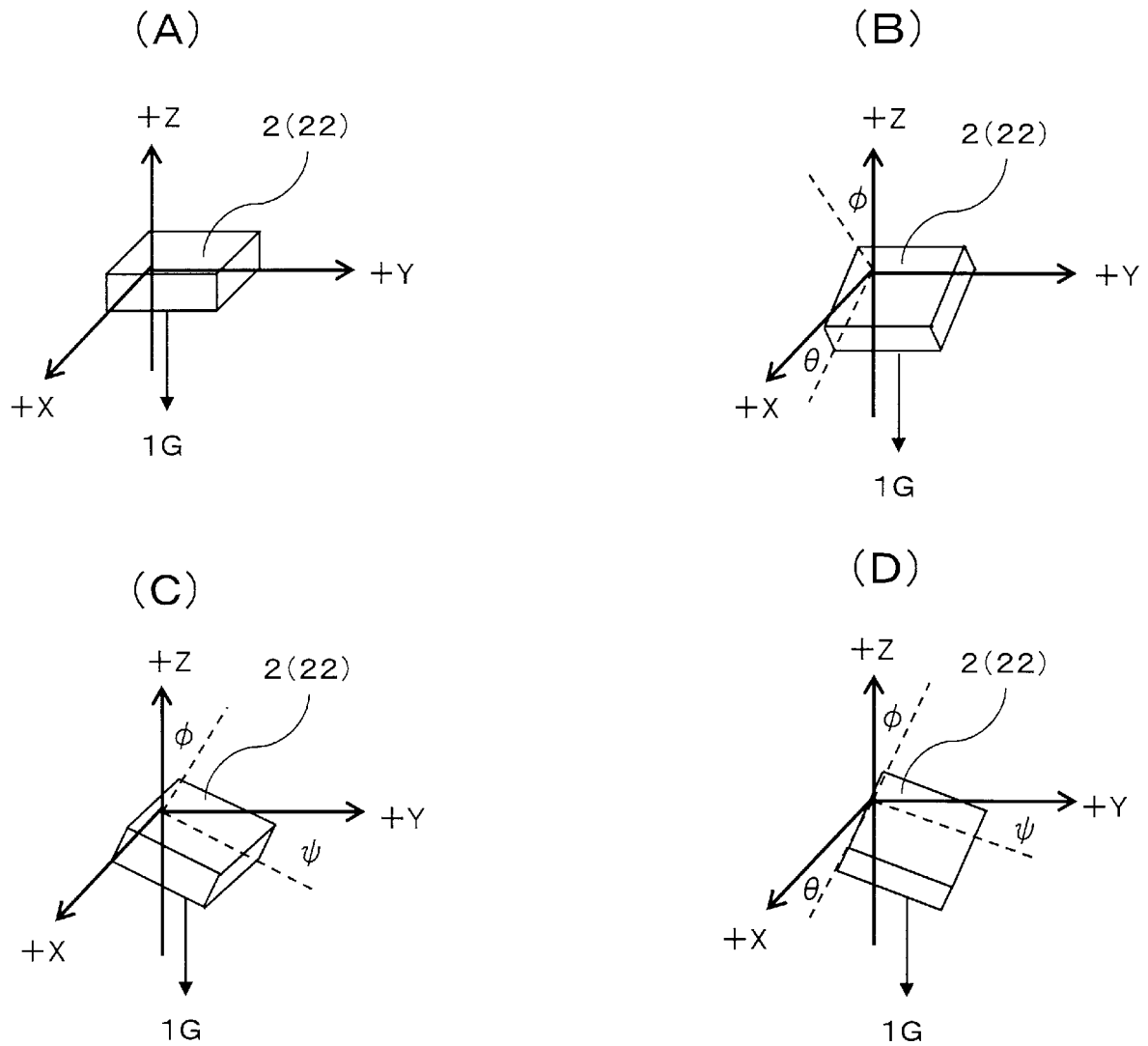
[図15]



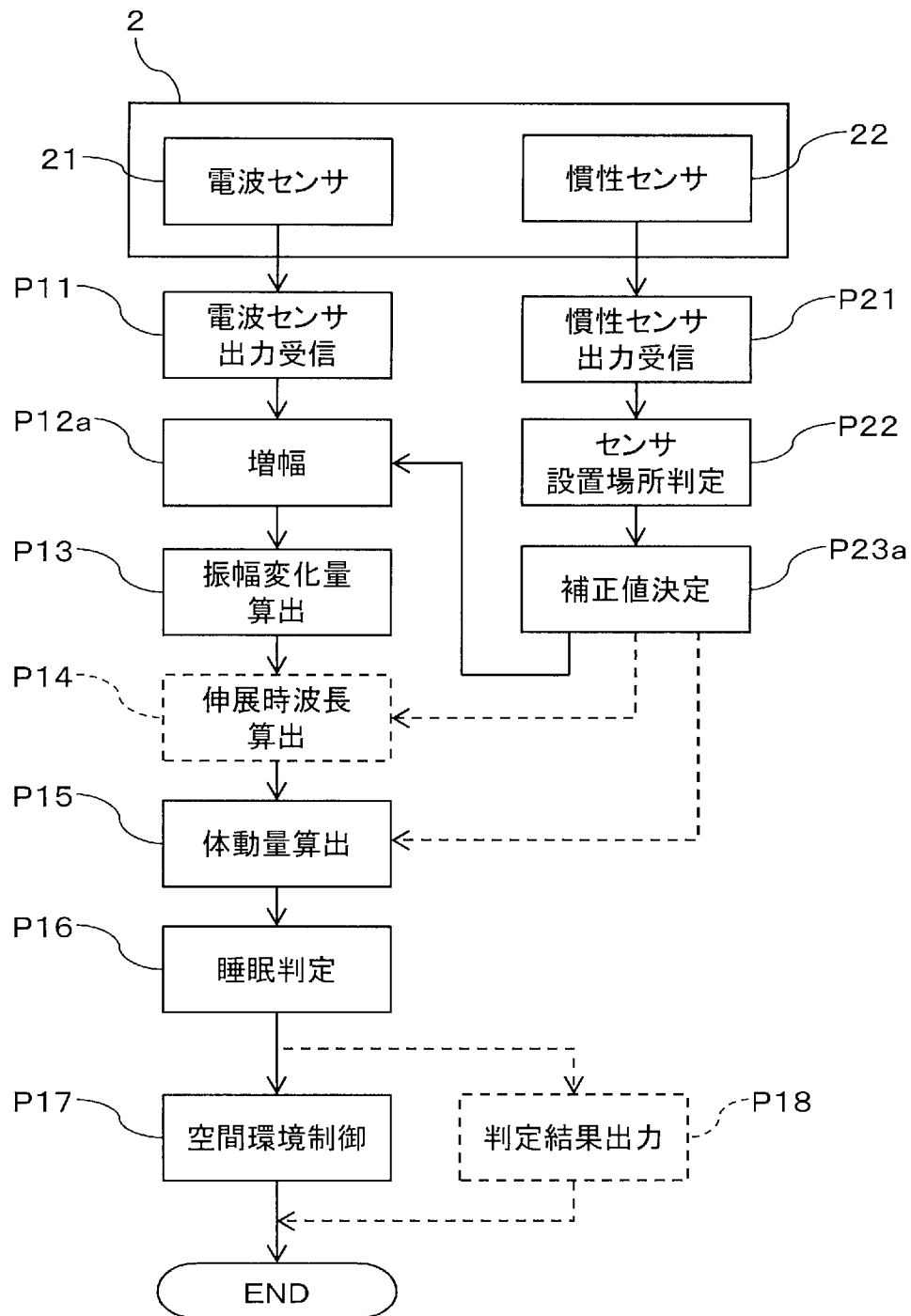
[図16]



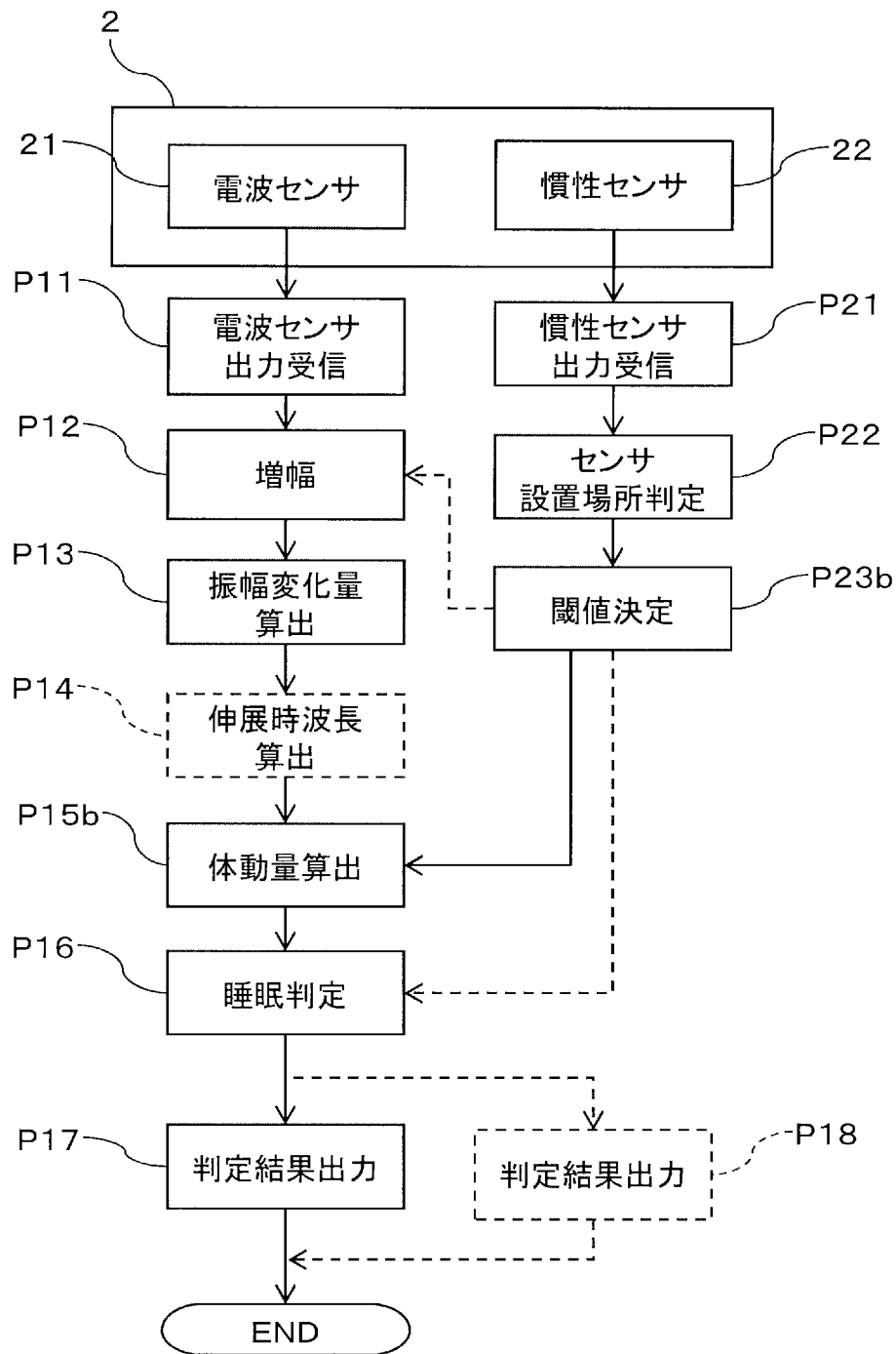
[図17]



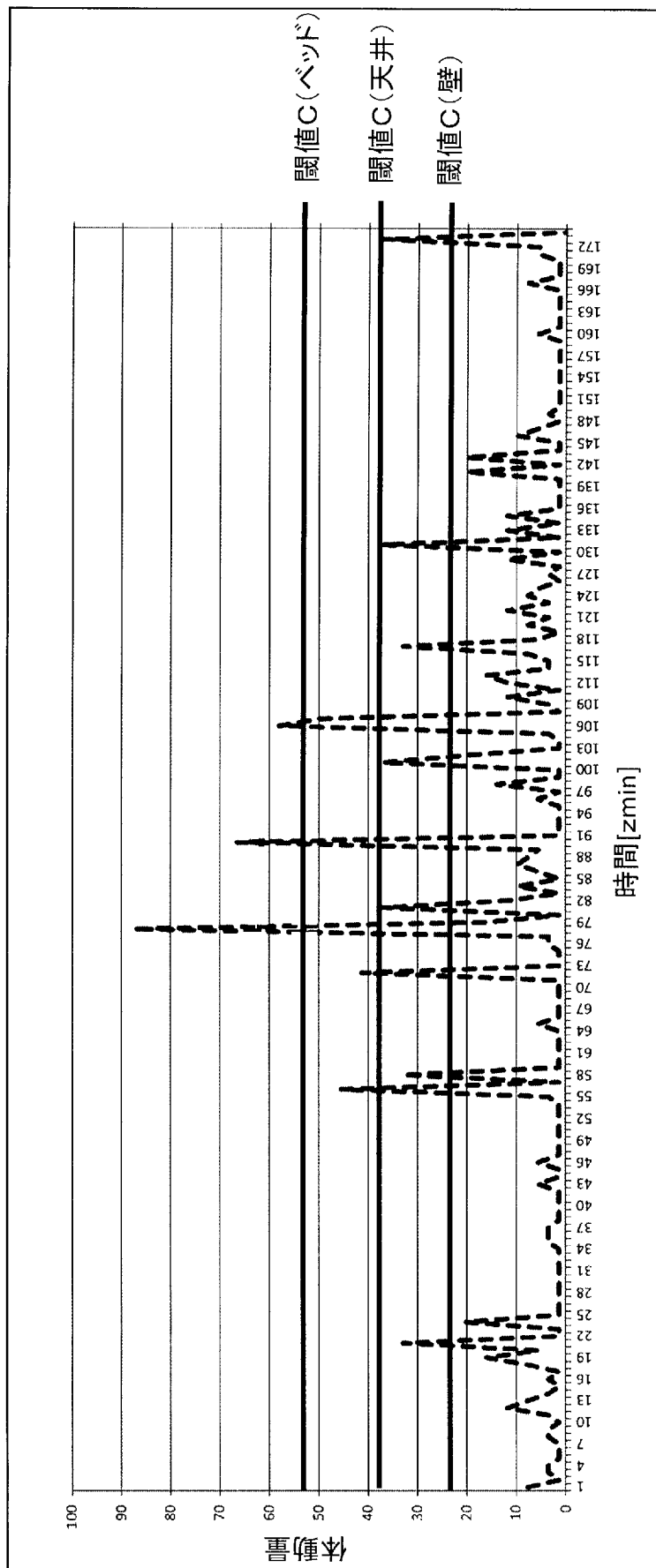
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/11(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)

A61B5/11

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2002-224406 A (Sanki System Engineering Kabushiki Kaisha), 13 August 2002 (13.08.2002), paragraphs [0051] to [0057] (Family: none)	1-21
A	JP 2007-122433 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), (Family: none)	1-21

☐ 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
05 April 2016 (05.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B5/11(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（IPC））

Int.Cl. A61B5/11

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2002-224406 A（三基システムエンジニアリング株式会社） 2002.08.13, [0051]-[0057]（ファミリーなし）	1-21
A	JP 2007-122433 A（日本電信電話株式会社）2007.05.17,（ファミリーなし）	1-21

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

05.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

湯本 照基

2Q

9404

電話番号 03-3581-1101 内線 3292