

(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  
2021年9月30日(30.09.2021)



(10) 国際公開番号

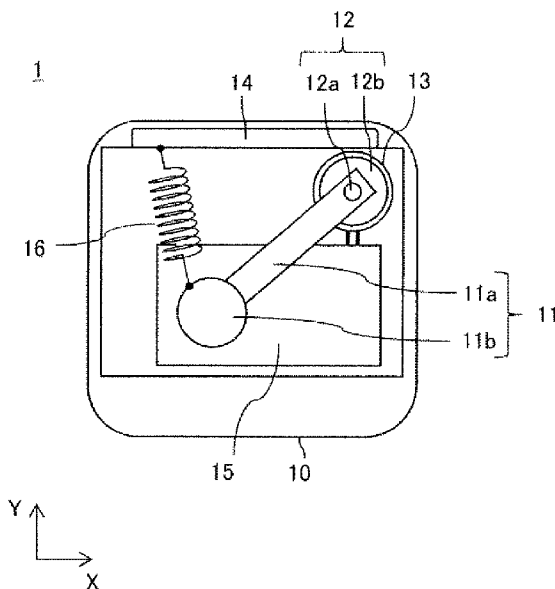
**WO 2021/193272 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H02K 7/18* (2006.01)      *H02K 7/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2021/010752
- (22) 国際出願日:                      2021年3月17日(17.03.2021)
- (25) 国際出願の言語:                      日本語
- (26) 国際公開の言語:                      日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2020-058384    2020年3月27日(27.03.2020) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番6-1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 安倍 秀明(ABE, Hideaki).
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAOKI, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

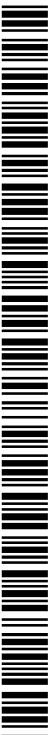
(54) Title: ELECTROMECHANICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 電気機械装置

[図1]



(57) **Abstract:** A gear mechanism (12) has an input shaft (12a) and transmits rotation of the input shaft (12a). A generator (13) generates electricity in accordance with the rotation transmitted by the gear mechanism (12). A pendulum (11) is coupled to the input shaft (12a) of the gear mechanism (12). A frame (14) is provided such that the position thereof relative to the gear mechanism (12) and the generator (13) is fixed. An elastic body (16) supports the pendulum (11) relative to the frame (14) so as to generate restoring force to a prescribed position. The pendulum (11) moves back and forth around the input shaft (12a) of the gear mechanism (12) in accordance with the overall vibration of the electromechanical device (1) or in accordance with restoring force of the elastic body (16), and the generator (13) generates electricity in accordance



WO 2021/193272 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

with the back-and-forth movement of the pendulum (11).

(57) 要約: 歯車機構 (12) は、入力軸 (12 a) を有し、入力軸 (12 a) の回転を伝達する。発電機 (13) は、歯車機構 (12) によって伝達された回転に応じて電力を発生する。振り子 (11) は、歯車機構 (12) の入力軸 (12 a) に連結される。フレーム (14) は、歯車機構 (12) 及び発電機 (13) に対して相対的な位置が固定されるように設けられる。弾性体 (16) は、所定位置への復元力を生じるように振り子 (11) をフレーム (14) に対して支持する。振り子 (11) は、電気機械装置 (1) の全体の振動に応じて、又は、弾性体 (16) の復元力に応じて、歯車機構 (12) の入力軸 (12 a) の周りに往復し、発電機 (13) は、振り子 (11) の往復に応じて電力を発生する。

## 明 細 書

**発明の名称**：電気機械装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、発電機を備える電気機械装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、化石燃料の枯渇及び地球温暖化の防止などを背景に、自然エネルギー及び身の回りにある様々なエネルギーの利用が積極的に推進されている。自然エネルギーの利用として、例えば、太陽電池及び風力発電機による発電が知られている。また、身の回りにあるエネルギーの利用として、例えば、ユーザの生活行動から得られたエネルギーを用いる人力発電、圧電エネルギーを用いる振動発電、放送波などの電磁波のエネルギーを用いる発電、などが知られている。身の回りにあるエネルギーを収穫して利用することは、「環境発電」又は「エネルギーハーベスティング」として注目されている。

[0003] 例えば、特許文献1は、衣服、ベルト又はバッグに装着された補助部材に対して筐体を振り子のように相対的に回動させることにより発電機部が起電力を得る携帯端末装置を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5166193号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の装置によれば、ユーザの歩行などの動きで発電し、携帯端末装置の二次電池に充電することができる。しかしながら、筐体を振り子運動させるためには、筐体の姿勢及びユーザの姿勢は制約を受ける。また、歩行していないときは、発電することができない。また、二次電池の充電に必要な電力よりも大きな電力を発生させるためには、ユーザには、疲労をとまなう意識的な運動が求められる。従って、さまざまな姿勢で配置可能でありな

がら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる電気機械装置が求められる。

[0006] 本開示は、発電機を備えた電気機械装置であって、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる電気機械装置を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係る電気機械装置によれば、  
入力軸を有し、前記入力軸の回転を伝達する歯車機構と、  
前記歯車機構によって伝達された回転に応じて電力を発生する発電機と、  
前記入力軸に連結された振り子と、  
前記歯車機構及び前記発電機に対して相対的な位置が固定されるように設けられたフレームと、  
所定位置への復元力を生じるように前記振り子を前記フレームに対して支持する第1の弾性体とを備え、  
前記振り子は、電気機械装置の全体の振動に応じて、又は、前記第1の弾性体の復元力に応じて、前記入力軸の周りに往復し、前記発電機は、前記振り子の往復に応じて電力を発生する。

### 発明の効果

[0008] 本開示の一態様に係る電気機械装置によれば、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1の実施形態に係る電気機械装置1の構成を示す正面図である。  
[図2]図1の電気機械装置1の構成を示す側面図である。  
[図3]図1の電力変換回路15の構成を示す回路図である。  
[図4]図1の電気機械装置1の動作を説明する図である。

[図5]比較例に係る電気機械装置2の構成を示す正面図である。

[図6]図5の電気機械装置2の構成を示す側面図である。

[図7]ユーザ100の歩行と、図1の電気機械装置1の振り子11との関係を説明する図である。

[図8]図1の電気機械装置1の第1の使用例を示す図である。

[図9]図1の電気機械装置1の第2の使用例を示す図である。

[図10]図1の電気機械装置1の第3の使用例を示す図である。

[図11]図1の電気機械装置1の第4の使用例であって、ユーザ100が歩行しているときの発電を説明する図である。

[図12]図1の電気機械装置1の第4の使用例であって、ユーザ100が立ち止まっているときの発電を説明する図である。

[図13]第1の実施形態の第1の変形例に係る電気機械装置1Aの構成を示す正面図である。

[図14]図13の電気機械装置1Aの構成を示す側面図である。

[図15]図13の電気機械装置1Aの第1の動作例を説明する図である。

[図16]図13の電気機械装置1Aの第2の動作例を説明する図である。

[図17]第1の実施形態の第2の変形例に係る電気機械装置1Bの構成を示す正面図である。

[図18]図17の電気機械装置1Bの構成を示す側面図である。

[図19]第1の実施形態の第3の変形例に係る電気機械装置1Cの構成を示す正面図である。

[図20]第1の実施形態の第4の変形例に係る電気機械装置1Dの構成を示す正面図である。

[図21]図19の電気機械装置1Cの第1の使用例を示す図である。

[図22]図19の電気機械装置1Cの第2の使用例を示す図である。

[図23]図19の電気機械装置1Cの第3の使用例を示す図である。

[図24]図19の電気機械装置1Cの第4の使用例を示す図である。

[図25]図19の電気機械装置1Cの第5の使用例を示す図である。

- [図26]図19の電気機械装置1Cの第6の使用例を示す図である。
- [図27]図19の電気機械装置1Cの第7の使用例を示す図である。
- [図28]図19の電気機械装置1Cの第8の使用例を示す図である。
- [図29]図19の電気機械装置1Cの第9の使用例を示す図である。
- [図30]図19の電気機械装置1Cの第10の使用例を示す図である。
- [図31]図19の電気機械装置1Cの第11の使用例を示す図である。
- [図32]図19の電気機械装置1Cの第12の使用例を示す図である。
- [図33]図19の電気機械装置1Cの第13の使用例を示す図である。
- [図34]図1の電気機械装置1の第5の使用例を示す図である。
- [図35]図1の電気機械装置1の第6の使用例を示す図である。
- [図36]第2の実施形態に係る電気機械装置1Eの構成を示す正面図である。
- [図37]図36の電気機械装置1Eの構成を示す側面図である。
- [図38]図36の電気機械装置1Eの動作を説明する図である。
- [図39]第2の実施形態の第1の変形例に係る電気機械装置1Fの使用例を示す図である。
- [図40]第2の実施形態の第2の変形例に係る電気機械装置1Gの構成を示す正面図である。
- [図41]第2の実施形態の第3の変形例に係る電気機械装置1Hの構成を示す側面図である。
- [図42]第3の実施形態に係る電気機械装置3の構成を示す側面図である。
- [図43]図42の電気機械装置3の構成を示す正面図である。
- [図44]図42の電気機械装置3の動作を説明する図である。
- [図45]第3の実施形態の第1の変形例に係る電気機械装置3Aの構成を示す側面図である。
- [図46]図45の電気機械装置3Aの構成を示す正面図である。
- [図47]第3の実施形態の第2の変形例に係る電気機械装置3Bの構成を示す正面図である。
- [図48]図42の電気機械装置3の第1の使用例を示す図である。

[図49]図4 2の電気機械装置3の第1の使用例を示す図である。

[図50]図4 2の電気機械装置3の第2の使用例を示す図である。

[図51]図4 2の電気機械装置3の第2の使用例を示す図である。

[図52]図4 2の電気機械装置3の第3の使用例を示す図である。

[図53]図4 2の電気機械装置3の第4の使用例を示す図である。

[図54]図4 2の電気機械装置3の第5の使用例を示す図である。

[図55]図4 2の電気機械装置3の第6の使用例を示す図である。

[図56]図4 2の電気機械装置3の第6の使用例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、本開示の実施形態について説明する。各図面において、同じ参照番号は同様の構成要素を示す。

[0011] [第1の実施形態]

[全体構成]

図1は、第1の実施形態に係る電気機械装置1の構成を示す正面図である。図2は、図1の電気機械装置1の構成を示す側面図である。電気機械装置1は、筐体10、振り子11、歯車機構12、発電機13、フレーム14、電力変換回路15、弾性体16、及び取り付け具17を備える。電気機械装置1は、例えば、ユーザの身体に装着されるウェアラブル装置である。電気機械装置1は、その全体の振動に応じて電力を発生し、発生した電力を負荷装置21に供給する。

[0012] 図1及び図2を参照すると、振り子11は、歯車機構12の入力軸12a（後述）に連結される、すなわち嵌合又は一体化される。振り子11は、電気機械装置1の全体の振動に応じて、歯車機構12の入力軸12aの周りに少なくとも予め決められた角度範囲で往復する。振り子11によって発生したトルクは、入力軸12aを介して歯車機構12に伝達される。振り子11は、例えば、歯車機構12の入力軸12aに連結されたアーム11aと、アーム11aに連結された錘11bとを備える。錘11bは、鉄、鉛、合成樹脂（プラスチックなど）、石、砂、液体（水など）、硬貨、などであっても

よい。アーム 1 1 a 及び錘 1 1 b は、ねじ止め、接着、溶接などにより、互いに固定的に連結されてもよい。これにより、錘 1 1 b に働く力を歯車機構 1 2 へのトルクとして有効に伝達することができる。アーム 1 1 a 及び錘 1 1 b は、弾性体、リングなどの連結部材により、互いに可動に連結されてもよい。これにより、錘 1 1 b に働く力は、連結部材を介してアーム 1 1 a に間接的に伝達されるので、トルクの大きさ、伝達される時間長を調整することができる。電気機械装置 1 の用途に応じて、また、負荷装置 2 1 に応じて、連結部材を適宜に構成可能である。代替として、振り子 1 1 は、単一の部材として一体的に形成されてもよい。

[0013] 歯車機構 1 2 は、入力軸 1 2 a、筐体 1 2 b、及び内部の歯車（図示せず）を有し、入力軸 1 2 a の回転を発電機 1 3 に伝達する。歯車機構 1 2 は、入力軸 1 2 a の回転を所定の増速比で発電機 1 3 に伝達するように構成されてもよい。歯車機構 1 2 は複数段の遊星歯車機構を含んでもよい。この場合、大きな増速比を有する歯車機構を、発電機 1 3 の入力軸 1 2 a に整列してコンパクトに組み込むことができる。歯車機構 1 2 は、平歯車機構又は他の歯車機構を含んでもよい。

[0014] 発電機 1 3 は、固定子と、回転子と、回転子の回転軸に固定されたギアとを備える。歯車機構 1 2 から伝達された回転は、ギアを介して発電機 1 3 に入力される。発電機 1 3 は、一对の出力端子を有し、歯車機構 1 2 によって伝達された回転に応じて出力端子から電力を発生する。発電機 1 3 は、直流発電機であっても、交流発電機であってもよい。

[0015] 歯車機構 1 2 及び発電機 1 3 は、一体的に構成されてもよい。

[0016] 発電機の動作及びモータの動作は互いに可逆である。従って、所定の増速比を有する歯車機構 1 2 と、発電機 1 3 とに代えて、モータと、所定の減速比を有する歯車機構とを用いてもよい。この場合、歯車機構は、出力軸の回転を減速比の逆数の増速比でモータに伝達する。次いで、モータは、歯車機構によって伝達された回転に応じて電力を発生する。

[0017] フレーム 1 4 は、歯車機構 1 2 及び発電機 1 3 に対して相対的な位置が固

定されるように設けられる。ここで、「相対的な位置が固定される」とは、歯車機構 1 2 及び発電機 1 3 に対して相対的な位置が変化しないように、直接的又は間接的に固定されることを意味する。

[0018] 弾性体 1 6 は、所定位置への復元力を生じるように振り子 1 1 をフレーム 1 4 に対して支持する。図 1 の例では、弾性体 1 6 はコイルバネであり、その一端は振り子 1 1 のアーム 1 1 a 又は錘 1 1 b に連結され、その他端はフレーム 1 4 に連結される。図 1 の例では、弾性体 1 6 の一端が錘 1 1 b に連結される場合を示すが、錘 1 1 b に代えてアーム 1 1 a に連結されてもよい。また、図 1 は、振り子 1 1 の定常状態を示す。図 1 の例では、振り子 1 1 は、その定常状態において、振り子 1 1 の重さと弾性体 1 6 の復元力とが釣り合い、最低位置よりも高い位置において静止するように弾性体 1 6 によって支持される。振り子 1 1 が定常状態の位置から時計回り又は反時計回りに回転したとき、弾性体 1 6 は、振り子 1 1 が定常状態の位置に戻るよう復元力を生じる。弾性体 1 6 は、振り子 1 1 の軌跡を含む平面（すなわち、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a に垂直な平面）と同じ平面内において伸縮するとき、振り子 1 1 に対して効果的に復元力を与えることができる。従って、フレーム 1 4 は、振り子 1 1 の軌跡を含む平面と同じ平面内において弾性体 1 6 が伸縮するように弾性体 1 6 を連結可能に形成される。弾性体 1 6 は、フレーム 1 4 に直接的に連結されてもよく、他の部材を介して間接的に連結されてもよい。

[0019] 電力変換回路 1 5 は、発電機 1 3 によって発生された電力を、後段の負荷装置 2 1 による使用のために、整流及び／又は蓄電する。

[0020] 負荷装置 2 1 は、発電機 1 3 によって発生された電力により動作する。負荷装置 2 1 は、例えば、照明装置、充電可能なバッテリー、モータ、センサ、及び無線通信装置のうちの少なくとも 1 つを含む。

[0021] 筐体 1 0 は、振り子 1 1、歯車機構 1 2、発電機 1 3、フレーム 1 4、電力変換回路 1 5、及び弾性体 1 6 を包囲する。筐体 1 0 は、歯車機構 1 2、発電機 1 3、及びフレーム 1 4 に対して相対的な位置が固定されるように設

けられてもよい。この場合、弾性体 16 の一端は、フレーム 14 に連結されることに代えて、筐体 10 に連結されてもよい。また、電力変換回路 15 は、省略されてもよく、筐体 10 の外部に設けられてもよく、また、例えば負荷装置 21 に一体化されてもよい。図 1 及び図 2 は、説明のため、筐体 10 を破断図として示す。

[0022] 取り付け具 17 は、電気機械装置 1 を可動な外部物体（以下、「可動物」とも呼ぶ）に取り付けるために設けられる。取り付け具 17 は、発電機 13、フレーム 14、又は筐体 10 に固定される。本明細書において、「可動物」は、ヒト又は動物の身体を示してもよく、ヒト又は動物によって装着又は保持される物品を示してもよく、機械装置を示してもよく、風力又は水力によって変形する物品を示してもよい。電気機械装置 1 は、電気機械装置 1 が可動物の動きに追従するように、取り付け具 17 によって可動物に取り付けられる。取り付け具 17 は、例えば、ベルト又は衣服などに差し込むように、又は、挟み込まれるように構成されてもよい。取り付け具 17 は、1つの部材から構成されてもよく、バネなどを含む複数の部材から構成されてもよい。また、取り付け具 17 は、衣服に取り付け可能な安全ピン又は面ファスナーなどであってもよく、衣服又は皮膚に貼り付け可能な粘着テープであってもよい。また、取り付け具 17 は、腕、足、又は胴などに巻き付け可能なベルト又は紐であってもよい。また、取り付け具 17 は、靴紐などに結びつけ可能な紐であってもよい。可動物が無生物である場合、取り付け具 17 はネジを含んでもよい。

[0023] 可動物が電気機械装置 1 を実質的に固定的に保持するように構成されている場合、例えば、衣服などのポケットに電気機械装置 1 を挿入する場合、取り付け具 17 は省略されてもよい。

[0024] 振り子 11 は、電気機械装置 1 の全体の振動に応じて、又は、弾性体 16 の復元力に応じて、歯車機構 12 の入力軸 12 a の周りに往復し、発電機 13 は、振り子 11 の往復に応じて電力を発生する。電気機械装置 1 を可動物に取り付けることで、電気機械装置 1 は、可動物の動きに追従して、全体的

に振動する。可動物の加速又は減速によって振り子 1 1 に慣性力及び遠心力などの力が生じ、この力によって、可動物が静止又は等速直線運動しているときの振り子 1 1 の位置を基準として、振り子 1 1 が変位又は振動する。なお、静止した振り子 1 1 が動き出すときに働く力と、動いている振り子 1 1 が静止あるいは逆方向に動くときに働く力とを、便宜上、「慣性力」と呼ぶ。ヒト又は物体などの可動物の運動の多くが加速及び減速を伴うので、このときに錘 1 1 b に働く慣性力及び遠心力を利用することができる。錘 1 1 b に働く力が小さくても、アーム 1 1 a を介して、この原理で、大きなトルクを歯車機構 1 2 及び発電機 1 3 に伝達することができる。このように、振り子 1 1 は、電気機械装置 1 の全体の振動に応じて、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a の周りに往復し、発電機 1 3 は、振り子 1 1 の往復に応じて、出力端子に正及び負の電圧を発生する。発電機 1 3 によって発生された電力は、電力変換回路 1 5 を介して、負荷装置 2 1 に供給される。

[0025] [電力変換回路の構成]

次に、図 3 を参照して、電力変換回路 1 5 の例示的な構成について説明する。

[0026] 図 3 は、図 1 の電力変換回路 1 5 の構成を示す回路図である。電力変換回路 1 5 は、整流回路 3 1、蓄電回路 3 2、及び制御回路 3 3 を備える。整流回路 3 1 は、発電機 1 3 によって発生された電力を整流する。発電機 1 3 が直流発電機であっても、振り子 1 1 が一方に進むとき及びその逆方向に進むときでは発電機 1 3 の回転方向が逆になり、逆極性の電圧が発生するので、発生された電力をコンデンサ又は二次電池に蓄えるためには整流が必要である。蓄電回路 3 2 は、整流回路 3 1 によって整流された電力のエネルギーを蓄える少なくとも 1 つのコンデンサを備える。制御回路 3 3 は、蓄電回路 3 2 の放電を制御する。制御回路 3 3 は、例えば、パワートランジスタなどを備えたアクティブな昇圧回路を含んでもよく、負荷装置 2 1 の動作に合わせて蓄電回路 3 2 の放電を制御してもよい。

[0027] 図 3 において、整流回路 3 1 は、2 つのダイオード D 1、D 2 を備える。

蓄電回路32は、2つのコンデンサC1、C2を備える。制御回路33は、コンデンサC3~C6、ダイオードD3~D5、コイルL1、抵抗R1~R6、可変抵抗VR1、トランスTF1、及びトランジスタTR1~TR5を備える。また、図3の例では、負荷装置21は発光ダイオード(LED)を備える。

[0028] ダイオードD1、D2及びコンデンサC1、C2は、発電機13によって発生された電圧の倍電圧整流を行う倍電圧整流回路を構成する。振り子11の往復のように逆方向の動きを含む一連の動作を行うとき、振り子11が一方に進むとき及び振り子11が他方に進むときでは逆極性の電圧が発生する。この発生した電圧に対して全波整流ではなく倍電圧整流を行うことで、一連の動作で蓄電される電圧を全波整流の場合の2倍にすることができる。これにより、蓄電回路32の後段の回路（すなわち、制御回路33及び負荷装置21）を高電圧で動作させ、後段の回路の効率を向上させることができる。なお、全波整流では、振り子11が右方に進むとき及び振り子11が左方に進むときで同程度の発電電圧しか得られないので、発電時間を2倍に延ばしても蓄電エネルギーを大きくすることができない。

[0029] コンデンサC1、C2は、例えば、電解コンデンサである。また、コンデンサC1、C2は、電気二重層コンデンサ又は2次電池などであってもよい。

[0030] 制御回路33において、コンデンサC3~C5、ダイオードD3、抵抗R1~R6、トランスTF1、及びトランジスタTR2~TR5は、インバータ回路33aを構成する。インバータ回路33aは、電圧共振型で動作し、ソフトスイッチング（ゼロボルトスイッチング）を行う。また、コンデンサC3、抵抗R1、可変抵抗VR1、及びトランジスタTR1~TR3は、電圧設定回路33bを構成する。電圧設定回路33bは、可変抵抗VR1及びトランジスタTR1により、電気機械装置1が動作する電圧範囲、特に、蓄電回路32の出力電圧の下限電圧を設定する。制御回路33は、蓄電回路32のコンデンサC1、C2の両端にわたる電圧が、電圧設定回路33bに設

定された下限電圧以下であるとき、蓄電回路32から負荷装置21（発光ダイオード）への電力供給を停止する。また、コンデンサC3、C5、抵抗R1～R3、R5、R6、トランスTF1、及びトランジスタTR2、TR3、TR5は、定電流制御回路33cを構成する。

[0031] 一般に、コンデンサは、完全に空の状態から充電すると、充電の理論効率が50%になる。さらに、発電とは異なる時点で負荷装置を動作させる場合、この電力が必要になるので、コンデンサには常に最低限のエネルギーを蓄えておく必要がある。また、負荷装置を動作させる場合には、制御回路のトランジスタなどが起動できるだけの最低限の電圧が必要である。このような理由から、制御回路33は、蓄電回路32に下限電圧を設定する。例えば、1つの発電機13あたりの発電時の発電電圧（誘導起電力、速度起電力）が12（V）であるとする。この場合、1秒間にわたって発電した後のコンデンサC1（容量C1=0.01Fとする）の電圧V1が10Vであったとき、コンデンサC1のエネルギーは、 $1/2 \times C1 \times V1^2 = 0.5$ （J）になる。その後、制御回路33で負荷装置21を動作させ、コンデンサC1の電圧が最低電圧V01（ここでは1.5（V）とする）まで低下したとき、コンデンサC1に残っているエネルギーは、 $1/2 \times C1 \times V01^2 = 0.011$ （J）になる。従って、利用できるエネルギーは、約0.49（J）である。このように、下限電圧を設定することにより、コンデンサC1、C2のエネルギーを十分に利用でき、かつ、負荷装置21を確実に動作させることができる。

[0032] 制御回路33は、蓄電回路32に下限電圧を設定しない場合には省略されてもよい。また、負荷装置21の動作に合わせて蓄電回路32の放電を制御する制御回路が、負荷装置21に設けられてもよい。

[0033] 本開示の各実施形態では、ヒトなどの可動物の加速及び減速により生じる力を利用し、重力及び遠心力などの併用も含めて、力学的エネルギーの効率的な回収を図っている。蓄積する電気エネルギーを大きくしたり、任意の負荷装置を駆動したりするためには、発電機13の出力電圧がより高いこと

が望ましい。このため、歯車機構 1 2 の増速比を大きくしたり、発電機 1 3 の逆起電圧定数（低速回転での高い誘起電圧を生じる指標）を大きくしたりすることが重要になる。しかしながら、サイズ、損失、コストなどの多様な観点で、これらのパラメータの増大には限界がある。ここで、発電機 1 3 の出力電圧を増大するために、発電機 1 3 が交流の出力電圧を発生する場合に利用可能である、整流及び蓄電を利用した倍電圧整流などの複数倍電圧整流（多倍圧整流）が有効である。発電機 1 3 は、振り子 1 1 の往復に応じて正転及び逆転を繰り返し、出力端子に正及び負の電圧を含む交流電圧を継続的に発生する。この交流電圧から倍電圧整流（2 倍電圧整流）を行うことで、力学的エネルギーを効率的に回収することができる。また、蓄電回路 3 2 において 3 つ以上のコンデンサを直列接続することにより、3 倍、4 倍、…のさらなる複数倍電圧整流を行ってもよい。倍電圧整流（又は複数倍電圧整流）を行うことにより、蓄電回路 3 2 の出力電圧を高くすることができ、また、蓄電回路 3 2 の蓄電量を大きくすることができる。また、電力変換回路 1 5 又は負荷装置 2 1 が昇圧回路を含む場合、倍電圧整流により昇圧前の電圧を高くすることにより、昇圧回路の効率を向上することができる。このように、図 3 の電力変換回路 1 5 によれば、倍電圧整流を行うことにより、電気機械装置 1 の全体の効率が向上する。

[0034] このように、電力変換回路 1 5 は、発電機 1 3 によって発電された電力を蓄電回路 3 2 にいったん蓄え、蓄電回路 3 2 の蓄電量が、負荷装置 2 1 を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、蓄電回路 3 2 に蓄えられた電力を負荷装置 2 1 に供給してもよい。また、制御回路 3 3 を省略する場合には、電力変換回路 1 5 は、発電機 1 3 によって発電された電力をリアルタイムで負荷装置 2 1 に供給してもよい。

[0035] [電気機械装置の動作]

次に、図 4 ~ 図 7 を参照して、図 1 の電気機械装置 1 の動作について説明する。

[0036] 図 4 は、図 1 の電気機械装置 1 の動作を説明する図である。振り子 1 1 は

、電気機械装置 1 の水平方向（X 方向）及び／又は垂直方向（Y 方向）の振動に応じて、図 4（a）～図 4（d）に示すように、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a の周りに往復する。図 4（a）及び図 4（c）の場合、振り子 1 1 は定常状態の位置にある。また、図 4（b）の場合、弾性体 1 6 は定常状態の場合よりも伸張され、振り子 1 1 が定常状態の位置に戻るよう復元力を生じる。また、図 4（d）の場合、弾性体 1 6 は定常状態の場合よりも圧縮され、振り子 1 1 が定常状態の位置に戻るよう復元力を生じる。従って、振り子 1 1 は、電気機械装置 1 の全体の振動に応じて、又は、弾性体 1 6 の復元力に応じて、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a の周りに往復する。

[0037] 図 5 は、比較例に係る電気機械装置 2 の構成を示す正面図である。図 6 は、図 5 の電気機械装置 2 の構成を示す側面図である。電気機械装置 2 は、実質的に、図 1 の電気機械装置 1 から弾性体 1 6 を除去した構成を有する。電気機械装置 2 の振り子 1 1 は、専ら、電気機械装置 2 の水平方向の振動に応じて、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a の周りに往復する。

[0038] 実施形態に係る電気機械装置 1 と、比較例に係る電気機械装置 2 とを比較すると、電気機械装置 1 の振り子 1 1 は、弾性体 1 6 に連結されたことにより、電気機械装置 1 の垂直方向の振動に応じて入力軸 1 2 a の回りに往復しやすくなっている。従って、実施形態に係る電気機械装置 1 は、水平方向以外の方向成分を含む電気機械装置 1 の振動、揺動、衝撃などから効果的に発電することができる。

[0039] 例えばユーザが歩行するとき、水平方向の振動が生じるだけでなく、垂直方向の振動も生じる。実施形態に係る電気機械装置 1 によれば、振り子 1 1 は、電気機械装置 1 の水平方向の振動を受けて運動するだけでなく、電気機械装置 1 の垂直方向の振動を受けて運動する。従って、実施形態に係る電気機械装置 1 によれば、比較例に係る電気機械装置 2 よりも、振り子 1 1 の運動に作用する力の方向を増やす、すなわち発電する機会を増やすことができ、その結果、発生される電力及び電力量を増やすことができる。実施形態に係る電気機械装置 1 によれば、例えば、その場での足踏み動作からでも、ま

た、日常の「立ち上がる」又は「座る」といった上下方向の動作からでも、効果的に発電することができる。

[0040] 振り子 1 1 は、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a と錘 1 1 b を通る直線に直交する方向の力だけでなく、斜め方向の力を受けて運動することができ、このような斜め方向の力も発電に寄与させることができる。言いかえると、振り子 1 1 は、入力軸 1 2 a に垂直な平面（図 1 の X Y 面）内における任意の方向成分の力を受けて運動することができる。

[0041] 振り子 1 1 がさまざまな方向成分の力を受けて運動可能であるので、電気機械装置 1 は、図 1 及び図 2 の姿勢に限らず、さまざまな姿勢で配置されてもよい。

[0042] 振り子 1 1 の錘 1 1 b は、ヒトの歩行又は姿勢変化などの動きによる加速及び減速により力を受けて、運動エネルギーを得る。錘 1 1 b の運動エネルギーは、錘 1 1 b の位置及び角度の変化として、錘 1 1 b にかかる重力の位置エネルギーに変換され、位置エネルギーは再び運動エネルギーに変換される。また、電気機械装置 1 は弾性体 1 6 を備えるので、錘 1 1 b の運動エネルギー及び位置エネルギーは弾性体 1 6 の弾性エネルギーにも変換され、弾性体 1 6 の弾性エネルギーは再び錘 1 1 b の運動エネルギー及び位置エネルギーに変換される。運動エネルギー、位置エネルギー、及び弾性エネルギーの相互変換を繰り返しながら振り子 1 1 が往復し、発電が継続される。加速及び減速が周期的に繰り返される場合には、発電を長く連続的に継続することができる。この場合、弾性体 1 6 の固有周期が振り子 1 1 の周期に等しくなるように弾性体 1 6 の仕様を設定すれば、振り子 1 1 及び弾性体 1 6 が効果的に共振し、効果的に発電することができる。

[0043] ここで、振り子 1 1 の周期は、歯車機構 1 2 の機械的負荷と、発電機 1 3 及び後段の回路（すなわち、電力変換回路 1 5 及び負荷装置 2 1）の電氣的負荷とを考慮して決定される。従って、振り子 1 1 の周期は、発電機 1 3 に負荷装置 2 1 を接続して測定され、弾性体 1 6 は、発電機 1 3 に負荷装置 2 1 を接続した場合の振り子 1 1 の周期に等しい固有周期を有する。

[0044] 図7は、ユーザ100の歩行と、図1の電気機械装置1の振り子11との関係を説明する図である。図7の例は、電気機械装置1をユーザ100の腰の横側に取り付け、ユーザ100の歩行により発電する場合を示す。図7(a)～図7(k)では、説明のため、振り子11を電気機械装置1の外部に露出して拡大して示し、また、ユーザ100の右足をハッチングにより示す。歩行は、概ね、加速期間、減速期間、及び等速期間の繰り返しであると考えられる。この場合、ユーザ100の足及び振り子11が図7(a)～図7(k)の位置にあるとき、ユーザ100の歩行から最も効果的に電力を発生できると考えられる。このため、電気機械装置1は、振り子11の周期と、弾性体16の固有周期と、歩行するユーザ100の加速及び減速の周期とが互いに一致するように構成される。

[0045] なお、弾性体16の固有周期は、振り子11の周期に完全に一致していなくてもよく、振り子11の周期の近傍の値を有していれば、実用上十分な電力を発生することができる。

[0046] 以上説明したように、可動物が加速及び減速を繰り返すとき、電気機械装置1の錘11bには、加速の慣性力及び減速の慣性力に加え、重力が働く。これらの力により生じたトルクは、アーム11aを介して歯車機構12及び発電機13に伝達され、発電機13は正転及び逆転を繰り返す。発電機13が正転及び逆転を繰り返すように歯車機構12及び発電機13を回転させるトルクを継続的に発生することができ、従って、負荷装置21を連続的に動作させること、及び／又は、大きな電気エネルギーを蓄積することができる。

[0047] また、電気機械装置1は、ユーザ100の身体に装着されたとき、歩行など、ユーザ100の連続的な動作により電力を継続的かつ安定的に発生することができる。電気機械装置1は、例えば数十mW～数W以上の電力を発生することができ、通勤又は買い物などの数分～数時間を越える歩行により、数J～10000J程度のエネルギーを発生することができる。例えば、1Wの電力を発生する電気機械装置1を装着したユーザ100が2時間にわた

って歩行する場合、 $1\text{ W} \times 2\text{ 時間} \times 60\text{ 分} \times 60\text{ 秒} = 7200\text{ J}$ 、すなわち  $1718\text{ cal}$  のエネルギーを発生することができる。このエネルギーにより、 $25\text{ 度}$ の水 $23\text{ cc}$ を $100\text{ 度}$ まで加熱することができる。本発明者が試作した電気機械装置1は、ユーザ100の身体に装着したとき、数秒間の歩行により、LED懐中電灯を数秒～数十秒にわたって点灯させるエネルギーを発生することができた。

[0048] また、電気機械装置1は、ユーザ100の身体に装着されたとき、旋回、立ち上がる／座る動作、手足の上げ下ろし、寝返りなど、ユーザ100の短時間の動作（例えば瞬間的な動作）又は小さな動作により電力を発生することができる。電気機械装置1は、ユーザ100の短時間の動作又は小さな動作からであっても、センサ及び／又は無線通信装置など、小さな消費電力を有する回路を動作させるために十分な電力、例えば数十mW～数Wの電力を発生することができる。

[0049] 一般に、激しい加減速を含む運動（例えばランニング）であれば、少々無駄なエネルギーが生じて、負荷装置を動作させるために十分な電力を容易に発生することができる。一方、激しい加減速を含まないユーザの生活行動から発電するためには、高効率の発電システムが求められる。本開示の各実施形態では、ユーザのゆっくりとした歩行、ユーザの通勤時などの通常の歩行においても、十分に利用価値のある発電システムを提供する。ここで、「十分に利用価値のある発電システム」とは、例えば、ユーザが夜間の歩行時に携帯するLED懐中電灯の明るさに相当する電力を、無理なく発生できることを意味する。LED懐中電灯の消費電力に相当する電力を発生することができれば、一般的な通信回路又はセンサ回路などを十分に動作させることができると考えられる。ここで、「無理なく」とは、ユーザに発電のための過剰な運動を意識させず、身につけている違和感を生じさせないことを意味する。これにより、小型かつ軽量のウェアラブル可能な発電システムを実現することができる。

[0050] 電気機械装置1は、筐体10を備えたことにより、振り子11がユーザ1

00の衣服及び／又は身体（例えば手）などに接触せず、従って、可動物が動いている間は、振り子11の往復動作を妨げなしに継続させることができる。例えば、電気機械装置1をユーザ100のベルト又は衣服に装着した場合、電気機械装置1の上からさらに上着などを着ても、振り子11の往復動作が妨げられることはない。また、電気機械装置1をポケットなどに挿入した場合にも、振り子11の往復動作が妨げられることはない。従って、歩行、旋回、立ち上がる／座る動作、手足の上げ下ろし、寝返りなど、ユーザ100の生活行動から、連続的かつ無意識的に電力を取り出すことができる。可動物が動いている間は発電を妨げなしに継続させることができるので、ユーザ100の生活行動から比較的大きな電力を取り出すことができる。

[0051] 第1の実施形態に係る電気機械装置1によれば、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。

[0052] [電気機械装置の使用例]

図8は、図1の電気機械装置1の第1の使用例を示す図である。電気機械装置1は、ユーザ100の身体に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、ユーザ100の身体の動きに応じて電力を発生する。図8に示すように、電気機械装置1は、ユーザ100の身体に巻き付けられたベルト41に、例えば取り付け具17によって取り付けられてもよい。ベルト41は、例えば、ユーザ100の胴体（腰など）、上腕、前腕、手首、上腿、下腿、足首などに巻き付けられてもよい。また、ベルト41は、図1の取り付け具17に代えて、電気機械装置1に設けられてもよい。このように、ユーザ100が直接に身につけているベルト41又は衣服などに電気機械装置1を取り付けることにより、ユーザ100の身体の運動に応じて、簡単に無理なく発電することができる。

[0053] また、図8の例は、負荷装置21が照明装置である場合を示す。これにより、例えば、ユーザ100が夜間に歩行するとき、歩行によるユーザ100の身体の前後及び上下方向の揺動から電力を発生し、発生した電力をリアル

タイムで照明装置に供給して照明装置を点灯させることにより、歩行の安全を確保することができる。

[0054] 図9は、図1の電気機械装置1の第2の使用例を示す図である。図10は、図1の電気機械装置1の第3の使用例を示す図である。電気機械装置1は、ユーザ100によって装着又は保持される物品に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、物品の動きに応じて電力を発生する。電気機械装置1は、例えば、図9に示すように肩掛け型のかばん42に挿入されてもよく、図10に示すようにキャスター付きのトランク43に挿入されてもよい。また、電気機械装置1は、取り付け具17によって、かばん42及びトランク43の外部に取り付けられてもよい。また、電気機械装置1は、手提げかばん、ナップザック、スーツケース、買い物カートなどに取り付けられてもよい。ユーザ100の身体の運動は、ユーザ100が保持又は利用する物品にも運動を生じさせる。従って、ユーザ100が間接的に利用している物品に電気機械装置1を取り付けることにより、ユーザ100の身体の運動に応じて、簡単に無理なく発電することができる。

[0055] また、図9及び図10の例は、負荷装置として、充電可能なバッテリー22が電気機械装置1に接続される場合を示す。これにより、図9の例では、例えば、ユーザ100が通勤時に歩行するとき、歩行によるユーザ100の身体の前後及び上下方向の揺動がかばん42に伝達し、かばん42の揺動を利用して効果的に発電することができる。また、図10の例では、例えば、ユーザ100が旅行時又は通勤時に歩行するとき、路面の凹凸又は段差に起因するトランク43の揺動、又は、歩行によるトランク43の揺動がトランク43に伝達し、トランク43の揺動を利用して効果的に発電することができる。図9及び図10の例では、電気機械装置1は、例えば、携帯電話機などのバッテリー22に充電することができる。

[0056] 電気機械装置1によれば、振り子11を揺動させる力をユーザ100の身体から得ることができるので、ユーザ100の身体が運動するときに確実に発電することができる。電気機械装置1は、ユーザ100の身体の連続的な

動きからでも、短時間かつ一時的な動きからでも、発電することができる。

[0057] 図11は、図1の電気機械装置1の第4の使用例であって、ユーザ100が歩行しているときの発電を説明する図である。図12は、図1の電気機械装置1の第4の使用例であって、ユーザ100が立ち止まっているときの発電を説明する図である。図11及び図12の例は、負荷装置として、携帯型の扇風機23が電気機械装置1に接続される場合を示す。例えば、ユーザ100は、右手の手のひらに電気機械装置1を載せ、左手に扇風機23を保持する。

[0058] 電気機械装置1は、ユーザ100の片手により保持可能に構成される。電気機械装置1は、例えば、数十グラム～数百グラムの重さ及び2cm～30cm程度のサイズを有するように構成可能である。電気機械装置1は、片手に乗せる場合、好ましくは、例えば5cm～10cm程度のサイズを有するように構成されてもよい。電気機械装置1は、このような重量及びサイズであっても、所望の負荷装置を動作させるために十分な電力を発生することができる。

[0059] 図11及び図12の例において、電気機械装置1の発電機13は、入力軸12aに垂直な平面内における任意の方向成分を有する片手の動きに応じて電力を発生する。図11(a)～図11(c)の例では、ユーザ100の歩行に伴う上下の揺れのリズムに合わせて右手の手のひらを軽く自然に上下に動かして、電気機械装置1は、手の動きを利用して無理なく発電することができる。一方、図12の例では、ユーザ100が立ち止まっているときであっても、ユーザ100は、電気機械装置1を、前後方向、上下方向、又は円周に沿った方向など、さまざまな方向に軽く揺動することで発電することができる。

[0060] 電気機械装置1は、発電機13によって発生された電力を、扇風機23のモータにリアルタイムで供給してモータを駆動することができる。また、電気機械装置1は、発電機13によって発生された電力をいったん蓄電回路32に蓄えて、蓄電回路32から扇風機23のモータに供給してモータを駆動

してもよい。電気機械装置 1 によれば、片手の軽い動作で比較的大きな電力を無理なく発生することができるので、モータのように大きな起動電流を必要とする負荷装置を駆動することもできる。従って、電気機械装置 1 は、例えば、電池をもたない扇風機 2 3 のモータを直接に駆動することもできる。ユーザ 100 の歩行に合わせて電気機械装置 1 を保持した手をわずかに揺らすことで、労力を感じることなく無意識的に、連続的に風を発生することができる。また、ユーザ 100 が立ち止まっているときであっても、電気機械装置 1 を保持した手を揺らすことで、連続的に風を発生することができる。

[0061] 電気機械装置 1 は、片手の動きだけで効果的に発電できるので、ユーザ 100 の身体があまり動いていない場合であっても、必要に応じて、発電装置を片手の手のひらに乗せたり、吊り下げたり、片手を添えて積極的にゆらゆらと軽く揺すったりすることで、連続的に発電することができる。電気機械装置 1 を強く揺すれば、発生される電力及び電力量（又は蓄電量）も増大する。このように、必要時には、電気機械装置 1 を用いて簡単に発電することができる。

[0062] また、電気機械装置 1 は、例えば、ユーザ 100 の脈拍、呼吸、体温、及び／又は血圧などの生体情報を測定するセンサを含む負荷装置 2 1 に電力を供給してもよい。この場合、電気機械装置 1 は、例えばユーザ 100 の歩行中に、ユーザ 100 の脈拍、呼吸、及び／又は血圧などをリアルタイムで測定するように、また、必要に応じて、測定結果を負荷装置 2 1 から他の装置に通知するように、負荷装置 2 1 を動作させることができる。これにより、ユーザ 100 の体調を管理することができる。

[0063] また、電気機械装置 1 は、例えば、GPS 信号を受信可能な無線通信装置などを含む負荷装置 2 1 に電力を供給してもよい。この場合、電気機械装置 1 は、常に又は定期的にユーザ 100 の位置情報を得るように、負荷装置 2 1 を動作させることができる。

[0064] また、電気機械装置 1 は、例えば、ユーザ 100 の宅内の受信機にポーリ

ング信号を送信可能な無線通信装置などを含む負荷装置 21 に電力を供給してもよい。この場合、宅内の受信機は、ユーザ 100 の状況を、遠隔の場所に在住するユーザ 100 の親戚などに通知してもよい。

[0065] [第 1 の実施形態の変形例]

図 13 は、第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る電気機械装置 1A の構成を示す正面図である。図 14 は、図 13 の電気機械装置 1A の構成を示す側面図である。電気機械装置 1A は、図 1 の弾性体 16 に代えて、振り子 11 の両側にそれぞれ連結された一対の弾性体 16Aa, 16Ab を備える。

[0066] 図 15 は、図 13 の電気機械装置 1A の第 1 の動作例を説明する図である。振り子 11 は、電気機械装置 1A の水平方向 (X 方向) 及び/又は垂直方向 (Y 方向) の振動に応じて、図 15 (a) ~ 図 15 (d) に示すように、歯車機構 12 の入力軸 12a の周りに往復する。図 15 (a) 及び図 15 (c) の場合、振り子 11 は定常状態の位置にある。また、図 15 (b) の場合、弾性体 16Aa は定常状態の場合よりも伸張され、弾性体 16Ab は定常状態の場合よりも圧縮され、振り子 11 が定常状態の位置に戻るよう復元力を生じる。また、図 15 (d) の場合、弾性体 16Aa は定常状態の場合よりも圧縮され、弾性体 16Ab は定常状態の場合よりも伸張され、振り子 11 が定常状態の位置に戻るよう復元力を生じる。従って、振り子 11 は、電気機械装置 1A の全体の振動に応じて、又は、弾性体 16 の復元力に応じて、歯車機構 12 の入力軸 12a の周りに往復する。

[0067] 図 16 は、図 13 の電気機械装置 1A の第 2 の動作例を説明する図である。図 16 の場合、電気機械装置 1A は、図 15 の場合から 90 度回転して設けられる。振り子 11 は、電気機械装置 1A の水平方向 (X 方向) 及び/又は垂直方向 (Y 方向) の振動に応じて、図 16 (a) ~ 図 16 (f) に示すように、歯車機構 12 の入力軸 12a の周りに往復する。図 16 (a) 及び図 16 (c) の場合、振り子 11 の重さと弾性体 16Aa, 16Ab の復元力とが釣り合い、振り子 11 は定常状態の位置にある。また、図 16 (b) の場合、弾性体 16Aa は定常状態の場合よりも圧縮され、弾性体 16Ab

は定常状態の場合よりも伸張され、振り子 11 が定常状態の位置に戻るよう  
に復元力を生じる。また、図 16 (e) の場合、弾性体 16 A a は定常状態  
の場合よりも伸張され、弾性体 16 A b は定常状態の場合よりも圧縮され、  
振り子 11 が定常状態の位置に戻るよう復元力を生じる。また、図 16 (d)  
及び図 16 (f) の場合、弾性体 16 A a, 16 A b は復元力を生じないが、  
振り子 11 は重力に引かれて定常状態の位置に戻ろうとする。従って、  
振り子 11 は、電気機械装置 1 A の全体の振動に応じて、又は、弾性体 16  
の復元力に応じて、歯車機構 12 の入力軸 12 a の周りに往復する。

[0068] 電気機械装置 1 A によれば、一对の弾性体 16 A a, 16 A b を備えたこ  
とにより、図 1 の電気機械装置 1 の場合よりも、姿勢に関して高い自由度で  
電気機械装置 1 A を配置することができる。

[0069] 図 17 は、第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る電気機械装置 1 B の構成  
を示す正面図である。図 18 は、図 17 の電気機械装置 1 B の構成を示す側  
面図である。電気機械装置 1 B は、コイルバネである図 1 の弾性体 16 に代  
えて、ねじりバネである弾性体 16 B を備える。

[0070] 弾性体 16 B は、歯車機構 12 の入力軸 12 a の周りに設けられる。弾性  
体 16 B の一端は振り子 11 に連結され、その他端は歯車機構 12 の筐体 1  
2 b に連結される。フレーム 14 に対する歯車機構 12 の相対的な位置は固  
定されているので、弾性体 16 B は、歯車機構 12 の筐体 12 b に連結され  
ることにより、間接的にフレーム 14 に連結される。

[0071] 電気機械装置 1 B によれば、図 1 の電気機械装置 1 と同様に、さまざま  
姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生  
活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すこ  
とができる。

[0072] 図 19 は、第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係る電気機械装置 1 C の構成  
を示す正面図である。電気機械装置 1 C は、図 1 の電気機械装置 1 の各構成  
要素に加えて、負荷装置 21 をさらに備えてもよい。負荷装置 21 を電気機  
械装置 1 C に一体化することにより、その利便性が向上する。

[0073] 図20は、第1の実施形態の第4の変形例に係る電気機械装置1Dの構成を示す正面図である。電気機械装置1Dは、図11及び図12の電気機械装置1及び扇風機23を一体化した構成を有する。電気機械装置1Dは、図11及び図12の電気機械装置1と同様に、ユーザ100の歩行に伴う揺動のリズムに合わせて腕を軽く動かして発電することができ、また、ユーザ100が立ち止まっているときであっても、ユーザ100が電気機械装置1を揺動して発電を継続することができる。

[0074] 実施形態に係る電気機械装置には、扇風機23に限らず、任意の負荷装置を組み込むことができる。

[0075] [電気機械装置の他の使用例]

次に、図21～図35を参照して、第1の実施形態に係る電気機械装置のさらなる使用例について説明する。

[0076] 図21～図33の例は、電気機械装置1Cの負荷装置21が無線通信装置である場合を示し、電気機械装置1Cが電力を発生したとき、無線通信装置は、発生された電力を用いて外部のサーバ装置61と通信する。サーバ装置61は、例えば、ユーザ100の自宅、病院、他の施設などに設けられる。無線通信装置は、例えば、ポーリング信号又は他の信号（例えば、ユーザ100の脈拍又は呼吸などを測定するセンサの検出信号）を含む無線信号をサーバ装置61に送信する。

[0077] 図21は、図19の電気機械装置1Cの第1の使用例を示す図である。図22は、図19の電気機械装置1Cの第2の使用例を示す図である。図23は、図19の電気機械装置1Cの第3の使用例を示す図である。図21の例では、電気機械装置1Cは、例えばストラップ45により、ユーザ100の身体の一部（例えば首又は肩など）に吊り下げられる。図22の例では、電気機械装置1Cは、例えば衣服のポケット46に挿入される。また、電気機械装置1Cは、例えば安全ピンを用いて衣服に装着されてもよい。図23の例では、電気機械装置1Cは、例えば、取り付け具17又は靴紐を用いて、靴47に取り付けられる。図21～図23の例では、歩行などによるユーザ

100の身体の前後、左右、上下方向の揺動が電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することができる。

[0078] 図24は、図19の電気機械装置1Cの第4の使用例を示す図である。図25は、図19の電気機械装置1Cの第5の使用例を示す図である。図24の例では、電気機械装置1Cは、例えば帽子48に取り付けられる。また、図25の例では、電気機械装置1Cは、例えば眼鏡49に取り付けられる。図24及び図25の例では、外出時又は他の日常行動時に、歩行又は振り向き動作によるユーザ100の頭部の前後、左右、及び上下方向の揺動が電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することができる。

[0079] 図26は、図19の電気機械装置1Cの第6の使用例を示す図である。図26の例では、電気機械装置1Cは、例えばベルト41又はヘルメット50に取り付けられる。図26の例では、工事現場などにおける作業時に、ユーザ100の身体の前後、左右、上下方向の揺動が電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することができる。電気機械装置1Cの無線通信装置は、例えば、ユーザ100の情報又は作業の情報をサーバ装置61に通知することができる。

[0080] 図27は、図19の電気機械装置1Cの第7の使用例を示す図である。図28は、図19の電気機械装置1Cの第8の使用例を示す図である。図27の例では、電気機械装置1Cは、例えば傘51に取り付けられる。図27の例では、ユーザ100の日常行動において、ユーザ100の歩行による傘51の揺動が電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することができる。ユーザ100が立ち止まっているときであっても、ユーザ100が傘51を上下方向などに軽く揺動して発電を継続することができる。また、図28の例では、電気機械装置1Cは、例えば杖52に取り付けられる。図28の例では、ユーザ100の外出時において、例えば見守りのため、ユーザ100の歩行による杖52の揺動が電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することが

できる。ユーザ100が立ち止まっているときであっても、ユーザ100が杖52を上下方向などに軽く揺動して発電を継続することができる。

[0081] 図29は、図19の電気機械装置1Cの第9の使用例を示す図である。図30は、図19の電気機械装置1Cの第10の使用例を示す図である。図31は、図19の電気機械装置1Cの第11の使用例を示す図である。図29及び図30の例では、電気機械装置1Cは、ベルト41を用いてユーザ100の身体に装着される。図31の例では、電気機械装置1Cは、ユーザ100の衣服に設けられたポケット46に挿入される。電気機械装置1Cは、手足の上げ下ろし（図29）、立ち上がる／座る動作（図30）、寝返り（図31）などに応じて電力を発生し、これにより、ポーリング信号又は他の信号を含む無線信号をサーバ装置61に送信するように負荷装置21を動作させる。ユーザ100の短時間かつ一時的な動作による揺動が電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することができる。電気機械装置1Cは、1回もしくは数回分の発電を繰り返して蓄電回路32に電力を蓄え、蓄電回路32の蓄電量が、負荷装置21を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、蓄電回路32に蓄えられた電力を負荷装置21に供給する。これにより、例えば、ユーザ100の状態をモニタリング（見守り）することができる。

[0082] 以上説明したように、電気機械装置1は、ユーザ100又は動物の身体に取り付け可能に構成されてもよい。この場合、発電機13は、ユーザ100又は動物の身体の動きに応じて電力を発生する。また、電気機械装置1は、ユーザ100又は動物によって装着又は保持される物品に取り付け可能に構成されてもよい。この場合、発電機13は、物品の動きに応じて電力を発生する。ユーザ100の身体の運動は、ユーザ100が持つあるいは利用する物品にも運動を生じさせる。従って、ユーザ100が間接的に利用している物に電気機械装置1を取り付けることにより、ユーザ100の身体の運動に応じて、簡単に無理なく発電することができる。

[0083] 電気機械装置1Cによれば、振り子11を揺動させる力をユーザ100の

身体から得ることができるので、ユーザ100の身体が運動するときに確実に発電することができる。電気機械装置1Cは、ユーザ100の身体の連続的な動きからでも、短時間かつ一時的な動きからでも、発電することができる。従って、発生した電力で、照明装置又はモータをリアルタイムで動作させたり、携帯電話機などのバッテリーに充電したりすることができる。

[0084] また、負荷装置21は、例えば、無線通信装置に加えて、生体情報のセンサ、測位装置、又はカメラなどを備えてもよい。この場合、電気機械装置1Cは、発生された電力を直接に、又はいったん蓄電回路32に蓄えて、負荷装置21に供給する。センサ、測位装置、又はカメラによって取得されたデータは無線通信装置によってサーバ装置61に送信される。サーバ装置61は、電気機械装置1Cから送信されたデータを受信することで、ユーザ100の挙動の有無、挙動の種類、位置情報、画像等の情報を取得することができる。これにより、電気機械装置1Cを、高齢者の見守り、幼児の迷子防止、などに利用可能である。

[0085] また、電気機械装置1Cは、ユーザ100の衣服だけでなく、ユーザ100が手に持つ物品、背中に背負う物品、引っ張る物品など、様々な物品に取り付け可能である。これにより、ユーザ100の動きが物品を介して電気機械装置1Cに伝達し、電気機械装置1Cの揺動を利用して効果的に発電することができる。

[0086] 図32は、図19の電気機械装置1Cの第12の使用例を示す図である。電気機械装置1Cは、動物110の身体に取り付け可能に構成されてもよい。この場合、発電機13は、動物110の身体の動きに応じて電力を発生する。電気機械装置1Cは、動物110に装着される物品に取り付け可能に構成されてもよい。この場合、発電機13は、物品の動きに応じて電力を発生する。図32の例では、電気機械装置1Cは、ベルト41を用いて動物110の身体に装着される。ベルト41は、例えば、首輪であってもよく、首にかけるストラップであってもよい。

[0087] 電気機械装置1Cによれば、振り子11を揺動させる力を動物110の身

体から得ることができるので、動物 110 の身体が運動するときに確実に発電することができる。電気機械装置 1C は、動物 110 の身体の連続的な動きからでも、短時間かつ一時的な動きからでも、発電することができる。電気機械装置 1C をペットの首又は背中にウェアラブルで取り付けることにより、例えば、夜間の散歩などにおいて照明装置を点灯させ、他の歩行者又は車両に注意を促すことができる。また、電気機械装置 1C を放牧された家畜に取り付けることにより、家畜の個体数、個々の挙動、個々の位置などを追跡し、家畜を統合的に管理することができる。

[0088] 図 33 は、図 19 の電気機械装置 1C の第 13 の使用例を示す図である。図 34 は、図 1 の電気機械装置 1 の第 5 の使用例を示す図である。電気機械装置 1, 1C は、機械装置に取り付け可能に構成されてもよい。この場合、発電機 13 は、機械装置の動きに応じて電力を発生する。図 33 の例は、機械装置が洗濯機 120 である場合を示す。図 33 の例では、電気機械装置 1C は、取り付け具 17 又は他の部材（例えば磁石など）を用いて洗濯機 120 の筐体に取り付けられる。図 34 の例は、機械装置が自転車 130 である場合を示す。図 34 の例では、電気機械装置 1 と、照明装置である負荷装置 21 とが、ネジなどにより、自転車 130 の前輪のフォークに取り付けられる場合を示す。また、電気機械装置 1 は、フォークに代えて、例えば、自転車 130 のペダル、クランク、ハンドルなどに取り付けられてもよい。

[0089] 電気機械装置 1, 1C は、人力以外の動力で動く可動物に取り付けられてもよい。電気機械装置 1, 1C を自動車（例えば、車内、エンジンルーム、又は車体）又は電車（例えばつり革など）などの燃料で動く物体、モータで動く機械装置、工場などにおける振動する機械装置、その他のエネルギーにより動く物体に取り付けることで、簡単に無理なく発電することができる。また、電気機械装置 1, 1C は、ユーザ 100 によって動くドア又は窓などに取り付けられてもよい。このように、振動又は揺動を起こす機械装置に電気機械装置 1, 1C を取り付けることにより、振動又は揺動が電気機械装置 1, 1C に伝達し、電気機械装置 1, 1C の揺動を利用して効果的に発電す

ることができる。

[0090] 図35は、図1の電気機械装置1の第6の使用例を示す図である。電気機械装置1は、風力又は水力によって変形する物品に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、物品の動きに応じて電力を発生する。図35の例では、電気機械装置1は、取り付け具17又は他の部材（例えば、ベルト、ストラップなど）を用いて、樹木140の枝に取り付けられる。枝は、風（風力）又は雨（水力）を受けて変形及び揺動し、枝の揺動が電気機械装置1に伝達し、電気機械装置1の揺動を利用して効果的に発電することができる。図35の例は、負荷装置21が照明装置であり、風又は雨により枝が変形及び揺動したときに発生した電力で照明装置を点灯することにより、樹木のイルミネーションを行う場合を示す。

[0091] 電気機械装置1は、風力又は水力など、自然界の力による振動、揺動、衝撃を受けるように、風、雨滴、又は水流などを受ける物品又は場所に取り付けられる。電気機械装置1は、風力を受けて発電するために、例えば、庭木、街路樹、軒先、及びベランダなどに設置されてもよい。風力を効果的に受けるための補助部材として、電気機械装置1に、板、帆、吹き流しなどを取り付けてもよく、これにより、さらに効果的に発電することができる。また、電気機械装置1は、水力を受けて発電するために、例えば、水道の蛇口、雨樋、水路などに設置されてもよい。また、電気機械装置1は、地震によって発生する力を受けて発電するために、建物、家具、又は他の備品などに設置されてもよい。これにより、電気機械装置1は地震の発生をサーバ装置61に通知し、ユーザは地震の発生を認識し、素早く確実な避難等の行動につながられる。このように、電気機械装置1は、何らかの力により振動、揺動、又は衝撃を受ける任意の物品に取り付けることができ、この物品から伝達される揺動を利用して効果的に発電することができる。

[0092] 図21～図35を参照して説明した電気機械装置1、1Cは、負荷装置21として、例えば、IoT（Internet of Things）のデバイスに電力を供給するために利用可能である。

## [0093] [第1の実施形態のまとめ]

第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置1は、歯車機構12、発電機13、振り子11、フレーム14、及び弾性体16を備える。歯車機構12は、入力軸12aを有し、入力軸12aの回転を伝達する。発電機13は、歯車機構12によって伝達された回転に応じて電力を発生する。振り子11は、歯車機構12の入力軸12aに連結される。フレーム14は、歯車機構12及び発電機13に対して相対的な位置が固定されるように設けられる。弾性体16は、所定位置への復元力を生じるように振り子11をフレーム14に対して支持する。振り子11は、電気機械装置1の全体の振動に応じて、又は、弾性体16の復元力に応じて、歯車機構12の入力軸12aの周りに往復し、発電機13は、振り子11の往復に応じて電力を発生する。

[0094] これにより、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。

[0095] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、弾性体16は、振り子11の軌跡を含む平面と同じ平面内において伸縮するコイルバネであってもよい。

[0096] これにより、所定位置への復元力を生じるように振り子をフレームに対して支持することができる。

[0097] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、弾性体16は、歯車機構12の入力軸12aの周りに設けられたねじりバネであってもよい。

[0098] これにより、所定位置への復元力を生じるように振り子をフレームに対して支持することができる。

[0099] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、弾性体16は、発電機13に負荷装置を接続した場合の振り子11の周期に等しい固有周期を有してもよい。

[0100] これにより、振り子及び弾性体が効果的に共振し、効果的に発電すること

ができる。

- [0101] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発生された電力により動作する負荷装置21をさらに備えてもよい。
- [0102] これにより、負荷装置を電気機械装置に一体化することにより、その利便性を向上することができる。
- [0103] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発生された電力を外部の負荷装置21に供給してもよい。
- [0104] これにより、電気機械装置及び負荷装置の設計上の自由度を向上することができる。
- [0105] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発電された電力をリアルタイムで負荷装置21に供給してもよい。
- [0106] これにより、負荷装置を動作させるために十分に大きな電力を発生することができ、従って、負荷装置をリアルタイムで動作させることができる。
- [0107] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発電された電力を蓄える蓄電回路32をさらに備えてもよい。蓄電回路32の蓄電量が、負荷装置21を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、蓄電回路32に蓄えられた電力を負荷装置21に供給する。
- [0108] これにより、小さな電力を発生する場合であっても、発生した電力を蓄積して負荷装置を動作させることができる。
- [0109] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、負荷装置21は、照明装置、充電可能なバッテリー、モータ、センサ、及び無線通信装置のうちのいずれかを含んでもよい。
- [0110] これにより、ユーザの必要に応じて任意の負荷装置を動作させることができる。
- [0111] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置1は、ユーザ100又は動物の身体に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、ユーザ100又は動物の身体の動きに応じて電力を発生する。
- [0112] これにより、ユーザ又は動物の身体の動きに応じて電力を発生することが

できる。

[0113] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置1は、ユーザ100又は動物によって装着又は保持される物品に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、物品の動きに応じて電力を発生する。

[0114] これにより、物品の動きに応じて電力を発生することができる。

[0115] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置1は、機械装置に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、機械装置の動きに応じて電力を発生する。

[0116] これにより、機械装置の動きに応じて電力を発生することができる。

[0117] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置1は、風力又は水力によって変形する物品に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、物品の動きに応じて電力を発生する。

[0118] これにより、物品の動きに応じて電力を発生することができる。

[0119] 第1の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置1は、ユーザ100の片手により保持可能に構成されてもよい。発電機13は、入力軸12aに垂直な平面内における所定の方向成分を有する片手の動きに応じて電力を発生する。

[0120] これにより、電気機械装置を用いて容易に電力を発生することができる。

[0121] 第1の実施形態に係る電気機械装置1によれば、振り子11、歯車機構12、及び発電機13と、弾性体16とを組み合わせ、これにより、水平方向の力を受けて振り子11を揺動させるだけでなく、歯車機構12の入力軸12aに垂直な平面内における任意の方向の力を受けて揺動させることができる。特に、垂直方向の力を受けて振り子11を揺動させることができるので、従来よりも多くの機会において発電することができる。電気機械装置1は、ウェアラブルもしくは手持ち等でユーザ100によって保持されてもよい。ユーザ100の日常行動の無意識的な楽な動作から、大きな電力を効果的に発生することができる。

[0122] [第2の実施形態]

図36は、第2の実施形態に係る電気機械装置1Eの構成を示す正面図である。図37は、図36の電気機械装置1Eの構成を示す側面図である。電気機械装置1Eは、図1及び図2の電気機械装置1の取り付け具17に代えて、弾性体18及び取り付け具19を備える。また、図36及び図37の例では、図19の変形例と同様に、負荷装置21を電気機械装置1Eに一体化している。

[0123] 本明細書では、弾性体16を「第1の弾性体」とも呼び、弾性体18を「第2の弾性体」とも呼ぶ。

[0124] 弾性体18及び取り付け具19は、筐体10を可動な外部物体（可動物）に対して支持する。可動物は、第1の実施形態の場合と同様に、ヒト又は動物の身体であってもよく、ヒト又は動物によって装着又は保持される物品であってもよく、機械装置であってもよく、風力又は水力によって変形する物品であってもよい。

[0125] 図36及び図37の例では、弾性体18は、筐体10を外部物体から吊り下げ、重力の方向において伸縮するコイルバネである。

[0126] 取り付け具19は、図1の取り付け具17と同様に、ベルト又は衣服などに差し込むように、又は、挟み込まれるように構成されてもよい。取り付け具19は、1つの部材から構成されてもよく、バネなどを含む複数の部材から構成されてもよい。また、取り付け具19は、衣服に取り付け可能な安全ピン又は面ファスナーなどであってもよく、衣服又は皮膚に貼り付け可能な粘着テープであってもよい。また、取り付け具19は、腕、足、又は胴などに巻き付け可能なベルト又は紐であってもよい。また、取り付け具19は、靴紐などに結びつけ可能な紐であってもよい。可動物が無生物である場合、取り付け具19はネジを含んでもよい。

[0127] 第1の実施形態では、電気機械装置1自体をヒトの身体又は物品などの可動物に直接に取り付け、可動物の加速及び減速により生じる力を効果的に振り子11の往復回転に変換することができ、これにより、発生される電力及び電力量を増大することができる。第2の実施形態では、さらに効果的に発

電するために、筐体 10 と可動物とを弾性体 18 により連結する。例えば、ヒトが歩行するとき、上下方向への揺動の振幅はあまり大きくない。しかしながら、本実施形態のように弾性体 18 を用いることにより、筐体 10 の揺動の振幅を第 1 の実施形態の場合よりも増大させることができる。従って、電気機械装置 1E により発生される電力及び電力量を効果的に増大することができる。

[0128] 第 1 の実施形態の場合と同様に、振り子 11 の錘 11b は、ヒトの歩行又は姿勢変化などの動きによる加速及び減速により力を受けて、運動エネルギーを得る。錘 11b の運動エネルギーは、錘 11b にかかる重力の位置エネルギーに変換され、位置エネルギーは再び運動エネルギーに変換される。また、錘 11b の運動エネルギー及び位置エネルギーは弾性体 16 の弾性エネルギーにも変換され、弾性体 16 の弾性エネルギーは再び錘 11b の運動エネルギー及び位置エネルギーに変換される。また、電気機械装置 1E は弾性体 18 を備えるので、ヒトの身体の上方向への揺動から力を受けて、筐体 10 は垂直方向に振動する。筐体 10 及びその内部の構成要素の位置エネルギーは弾性体 18 の弾性エネルギーに変換され、弾性体 18 の弾性エネルギーは再び筐体 10 及びその内部の構成要素の位置エネルギーに変換される。運動エネルギー、位置エネルギー、及び弾性エネルギーの相互変換を繰り返しながら、筐体 10 が振動し、振り子 11 が往復し、発電が継続される。加速及び減速が周期的に繰り返される場合には、発電を長く連続的に継続することができる。この場合、弾性体 18 の固有周期が弾性体 16 の固有周期及び振り子 11 の周期に等しくなるように弾性体 18 の仕様を設定すれば、振り子 11 及び弾性体 16, 18 が効果的に共振し、効果的に発電することができる。

[0129] ここで、第 1 の実施形態の場合と同様に、振り子 11 の周期は、歯車機構 12 の機械的負荷と、発電機 13 及び後段の回路（電力変換回路 15 及び負荷装置 21）の電氣的負荷とを考慮して決定される。従って、振り子 11 の周期は、発電機 13 に負荷装置 21 を接続して測定され、弾性体 18 は、弾

性体 16 の固有周期に等しく、かつ、発電機 13 に負荷装置 21 を接続した場合の振り子 11 の周期に等しい固有周期を有する。

[0130] 図 38 は、図 36 の電気機械装置 1E の動作を説明する図である。図 38 の例は、電気機械装置 1E をユーザの腰の横側に取り付け、ユーザの歩行により発電する場合を示す。図 38 において、符号 91 はユーザの身体を示す。図 38 (a) ~ 図 38 (g) に示すように、筐体 10 は垂直方向 (Y 方向) に振動し、振り子 11 は、専ら、筐体 10 の垂直方向の振動に応じて、歯車機構 12 の入力軸 12a の周りに往復する。歩行は、概ね、加速期間、減速期間、及び等速期間の繰り返しであると考えられる。この場合、筐体 10 及び振り子 11 が図 38 (a) ~ 図 38 (g) の位置にあるとき、ユーザ 100 の歩行から最も効果的に電力を発生できると考えられる。このため、電気機械装置 1E は、振り子 11 の周期と、弾性体 16 の固有周期と、弾性体 18 の固有周期と、歩行するユーザ 100 の加速及び減速の周期とが互いに一致するように構成される。

[0131] なお、弾性体 18 の固有周期は、振り子 11 の周期及び弾性体 16 の固有周期に完全に一致していなくてもよく、振り子 11 の周期及び弾性体 16 の固有周期の近傍の値を有していれば、実用上十分な電力を発生することができる。

[0132] 第 2 の実施形態に係る電気機械装置 1E によれば、第 1 の実施形態に係る電気機械装置 1 等と同様に、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。また、第 2 の実施形態に係る電気機械装置 1E によれば、弾性体 18 を備えたことにより、発生される電力及び電力量を効果的に増大することができる。

[0133] 図 39 は、第 2 の実施形態の第 1 の変形例に係る電気機械装置 1F の使用例を示す図である。電気機械装置 1F は、図 36 の弾性体 18 及び取り付け具 19 に代えて、ゴム又はプラスチック等のストラップ状部材からなる弾性体 18F を備える。筐体 10 を可動な外部物体 (可動物) に対して支持する

弾性体は、コイルバネに限らず、弾性的に伸縮する任意の部材を使用可能である。ストラップ状の弾性体 18 F は、例えば、ナップザック 53 に取り付けられる。図 39 (a) ~ 図 39 (c) に示すように、ユーザ 100 の歩行により弾性体 18 F が伸縮する。これにより、発生される電力及び電力量を効果的に増大することができる。

[0134] 図 40 は、第 2 の実施形態の第 2 の変形例に係る電気機械装置 1 G の構成を示す正面図である。図 41 は、第 2 の実施形態の第 3 の変形例に係る電気機械装置 1 H の構成を示す側面図である。電気機械装置 1 G は、図 36 の弾性体 18 及び取り付け具 19 に代えて、筐体 10 を可動物（例えば機械装置）の上面 92 に対して支持する弾性体 18 G を備える。電気機械装置 1 H は、図 36 の弾性体 18 及び取り付け具 19 に代えて、筐体 10 を可動物（例えば機械装置）の側面 93 に対して支持する弾性体 18 H を備える。筐体 10 を可動な外部物体（可動物）に対して支持する弾性体は、筐体 10 を吊り下げるものに限定されず、筐体 10 を上方向、横方向、又は他の方向に支持してもよい。

[0135] [第 2 の実施形態のまとめ]

第 2 の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置 1 E は、歯車機構 12、発電機 13、振り子 11、フレーム 14、及び第 1 の弾性体 16 を収容する筐体 10 と、筐体 10 を外部物体に対して支持する第 2 の弾性体 18 とをさらに備える。

[0136] これにより、第 1 の実施形態の場合よりも、発生される電力及び電力量を効果的に増大することができる。

[0137] 第 2 の実施形態に係る電気機械装置によれば、第 2 の弾性体 18 は、筐体 10 を外部物体から吊り下げ、重力の方向において伸縮する。

[0138] これにより、筐体及びその内部の構成要素にかかる重力の位置エネルギーを容易に利用することができる。

[0139] 第 2 の実施形態に係る電気機械装置によれば、第 2 の弾性体 18 は、第 1 の弾性体 16 の固有周期に等しく、かつ、発電機 13 に負荷装置 21 を接続

した場合の振り子 1 1 の周期に等しい固有周期を有する。

[0140] これにより、振り子、筐体、及び弾性体が効果的に共振し、効果的に発電することができる。

[0141] [第 3 の実施形態]

図 4 2 は、第 3 の実施形態に係る電気機械装置 3 の構成を示す側面図である。図 4 3 は、図 4 2 の電気機械装置 3 の構成を示す正面図である。電気機械装置 3 は、例えば、ユーザの身体又は衣服に装着されるウェアラブル装置であってもよい。また、電気機械装置 3 は、ユーザ 1 0 0 によって使用されるときにユーザ 1 0 0 の身体が一時的に接触する物品に取り付け又は内蔵されてもよい。

[0142] 電気機械装置 3 は、歯車機構 1 2、発電機 1 3、電力変換回路 1 5、負荷装置 2 1、カバー 7 0、アーム 7 1、アーム 7 2、及び弾性体 7 3 を備える。

[0143] アーム 7 1 は、歯車機構 1 2 及び発電機 1 3 に対して相対的な位置が固定されるように連結される。アーム 7 2 は、歯車機構 1 2 の入力軸 1 2 a に連結される、すなわち嵌合又は一体化される。アーム 7 1、7 2 は、例えば、板状又は棒状に形成される。アーム 7 1、7 2 は、1 つの部材からそれぞれ構成されてもよく、複数の部材からそれぞれ構成されてもよい。

[0144] 本明細書では、アーム 7 1 を「第 1 のアーム」とも呼び、アーム 7 2 を「第 2 のアーム」とも呼ぶ。

[0145] 弾性体 7 3 は、所定位置への復元力を生じるようにアーム 7 2 をアーム 7 1 に対して支持する。図 4 2 の例では、弾性体 7 3 は、アーム 7 1、7 2 の間に連結されたコイルバネである。また、図 4 2 は、弾性体 7 3 が自然長にある状態を示す。このとき、アーム 7 2 は、アーム 7 1 に対して、例えば 2 0 度～3 0 度の角度を有する。アーム 7 2 が外力を受けて図 4 2 の状態の位置から時計回り又は反時計回りに回転したとき、弾性体 7 3 は、アーム 7 2 が元の状態の位置に戻るよう復元力を生じる。弾性体 7 3 は、アーム 7 1 に直接的に連結されてもよく、他の部材を介して間接的に連結されてもよい。

- 。
- [0146] カバー 70 は、歯車機構 12、発電機 13、電力変換回路 15、負荷装置 21、アーム 71、アーム 72、及び弾性体 73 を包囲する、柔軟な可撓性の袋状部材である。カバー 70 により電気機械装置 3 の他の構成要素を保護することにより、例えば電気機械装置 3 をユーザの身体に装着したときに、ユーザの違和感を軽減することができる。電力変換回路 15 は、省略されてもよく、カバー 70 の外部に設けられてもよく、また、例えば負荷装置 21 に一体化されてもよい。図 42 及び図 43 等は、説明のため、カバー 70 を破線により示す。
- [0147] 歯車機構 12、発電機 13、電力変換回路 15、及び負荷装置 21 は、第 1 の実施形態に係る電気機械装置 1 等の対応する構成要素と同様に構成される。電力変換回路 15 及び負荷装置 21 は、例えば、アーム 71 に設けられてもよい。
- [0148] 図 44 は、図 42 の電気機械装置 3 の動作を説明する図である。図 44 (a) は、アーム 71、72 に外力が作用せず、弾性体 73 が自然長にある状態を示す。図 44 (b) は、アーム 71、72 に外力が作用して互いに近接し、弾性体 73 が圧縮された状態を示す。図 44 (c) は、弾性体 73 の復元力により、アーム 71、72 が元の位置 (図 44 (a)) に戻った状態を示す。アーム 72 は、アーム 71、72 に作用する外力又は弾性体 73 の復元力に応じて、歯車機構 12 の入力軸 12a の周りにおいて回転し、発電機 13 は、アーム 72 の回転に応じて電力を発生する。このように、電気機械装置 3 は、アーム 71 に対するアーム 72 の動き (すなわち、アーム 71、72 の開閉) に応じて電力を発生し、発生した電力を負荷装置 21 に供給する。図 44 の例は、負荷装置 21 が無線通信装置である場合を示し、電気機械装置 3 が電力を発生したとき、無線通信装置は、発生された電力を用いて外部のサーバ装置 61 と通信する。
- [0149] 前述のように、電気機械装置 3 は、例えば、ユーザの身体又は衣服に装着されるウェアラブル装置であってもよい。また、電気機械装置 3 は、ユーザ

100によって使用されるときにユーザ100の身体が一時的に接触する物品に取り付け又は内蔵されてもよい。電気機械装置3の使用例については後述する。従って、電気機械装置3によれば、第1及び第2の実施形態に係る電気機械装置と同様に、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。

[0150] 図45は、第3の実施形態の第1の変形例に係る電気機械装置3Aの構成を示す側面図である。図46は、図45の電気機械装置3Aの構成を示す正面図である。電気機械装置3Aは、コイルバネである図42の弾性体73に代えて、ねじりバネである弾性体73Aを備える。

[0151] 弾性体73Aは、歯車機構12の入力軸12aの周りに設けられる。弾性体73Aの一端はアーム72に連結され、その他端は歯車機構12の筐体12bに連結される。アーム71に対する歯車機構12の相対的な位置は固定されているので、弾性体73Aは、歯車機構12の筐体12bに連結されることにより、間接的にアーム71に連結される。

[0152] 電気機械装置3Aによれば、図42の電気機械装置3と同様に、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。

[0153] 図47は、第3の実施形態の第2の変形例に係る電気機械装置3Bの構成を示す正面図である。負荷装置21は、電気機械装置3Bの外部に設けられてもよい。電気機械装置3Bは、発電機13によって発生された電力を外部の負荷装置21に供給する。電気機械装置3Bから負荷装置21を分離することにより、任意の負荷装置に電力を供給することができる。また、電気機械装置3Bから負荷装置21を分離することにより、負荷装置21の配置の自由度が向上する。

[0154] [第3の実施形態の使用例]

次に、図48～図56を参照して、第3の実施形態に係る電気機械装置の

使用例について説明する。

[0155] 図48及び図49は、図42の電気機械装置3の第1の使用例を示す図である。電気機械装置3は、ユーザ100の関節に取り付け可能に、又は、ユーザ100の関節に対応する衣服の部分に取り付け可能に構成される。発電機13は、関節の動きに応じて電力を発生する。

[0156] 図48及び図49の例では、電気機械装置3は、ユーザ100の脇に対応するシャツ81の部分に取り付けられる。電気機械装置3は、例えば、ベルト、安全ピン、面ファスナー、粘着テープ、衣服のポケットなどを用いて、衣服に取り付けられてもよい。

[0157] 図49(a)～図49(c)に示すように、ユーザ100が腕を動かすとき、腕の動きに追従して電気機械装置3のアーム71, 72も開閉する。電気機械装置3は、アーム71, 72の開閉に応じて電力を発生し、発生した電力を負荷装置21に供給する。図48及び図49の例によれば、ユーザ100が座っていても腕を動かす機会は多いので、発電する機会を増やすことができ、その結果、発生される電力及び電力量を増やすことができる。図48及び図49の例によれば、ユーザ100の日常的な関節の動きを利用し、大きな電力を無理なく発生することができる。ユーザ100は、電気機械装置3を用いて、無意識にも意識的にも発電することができる。この原理により、ユーザ100はアーム71, 72を小さな力で開閉し、無意識的に発電することができる。

[0158] 図48及び図49の例では、電気機械装置3は、衣服に取り付けることに代えて、ベルト、紐、又は粘着テープなどを用いて、ユーザ100の関節の近傍に直接に取り付けられてもよい。

[0159] 電気機械装置3は、肩、肘、手首、股関節、膝、及び足首などの関節の近傍に、又は、これらの関節に対応する衣服の部分に取り付けられてもよい。

[0160] 図50及び図51は、図42の電気機械装置3の第2の使用例を示す図である。電気機械装置3は、関節に限らず、ユーザ100の身体又は衣服に取り付け可能に構成される。ユーザ100の身体が、ユーザ100によって使

用される物品に接触するとき、アーム 7 1, 7 2 に外力が作用する。発電機 1 3 は、ユーザ 1 0 0 の身体及び物品の接触及び離間に応じて電力を発生する。

[0161] 図 5 0 及び図 5 1 の例では、電気機械装置 3 は、ユーザ 1 0 0 の前腕に対応するシャツ 8 1 の部分に取り付けられる。電気機械装置 3 は、例えば、ベルト、安全ピン、面ファスナー、粘着テープ、衣服のポケットなどを用いて、衣服に取り付けられてもよい。また、図 5 0 及び図 5 1 の例では、ユーザ 1 0 0 によって使用される物品は、テーブル 8 2 である。

[0162] 図 5 1 (a) は、ユーザ 1 0 0 の前腕がテーブル 8 2 から離間し、アーム 7 1, 7 2 が開いている状態を示す。図 5 1 (b) は、ユーザ 1 0 0 の前腕がテーブル 8 2 に接触し、アーム 7 1, 7 2 が閉じている状態を示す。電気機械装置 3 は、アーム 7 1, 7 2 の開閉に応じて電力を発生し、発生した電力を負荷装置 2 1 に供給する。図 5 0 及び図 5 1 の例によれば、ユーザ 1 0 0 の前腕がテーブル 8 2 に対して接触及び離間する機会が多いので、発電する機会を増やすことができ、その結果、発生される電力及び電力量を増やすことができる。ここで、「離間」とは、ユーザ 1 0 0 の身体及び物品（又は、少なくとも電気機械装置 3 及び物品）が完全に非接触の状態にある場合に限定されず、例えば、アーム 7 1, 7 2 の間の角度が最小値よりも大きくなっている状態を示す。少なくとも、アーム 7 1, 7 2 の間の角度が変化すれば、発電することができる。図 5 0 及び図 5 1 の例によれば、ユーザ 1 0 0 の日常的な動作を利用し、大きな電力を無理なく発生することができる。ユーザ 1 0 0 は、電気機械装置 3 を用いて、無意識にも意識的にも発電することができる。てこの原理により、ユーザ 1 0 0 はアーム 7 1, 7 2 を小さな力で開閉し、無意識的に発電することができる。

[0163] 図 5 0 及び図 5 1 の例では、電気機械装置 3 は、衣服に取り付けることに代えて、ベルト、紐、又は粘着テープなどを用いて、ユーザ 1 0 0 の身体に直接に取り付けられてもよい。

[0164] 電気機械装置 3 は、前腕以外のユーザの身体の部分に、又は、当該身体の

部分に対応する衣服の部分に取り付けられてもよい。

[0165] 図52は、図42の電気機械装置3の第3の使用例を示す図である。電気機械装置3は、ユーザ100によって使用されるときにユーザ100の身体が一時的に接触する物品に取り付け可能に構成される。ユーザ100の身体及び物品が互いに接触するとき、アーム71, 72に外力が作用する。発電機13は、ユーザ100の身体及び物品の接触及び離間に応じて電力を発生する。

[0166] 図52の例では、ユーザ100によって使用されるときにユーザ100の身体が一時的に接触する物品は、椅子83である。電気機械装置3は椅子83の背もたれに取り付けられる。電気機械装置3は、例えば、ベルト、面ファスナー、粘着テープ、ポケットなどを用いて、椅子83の表面に取り付けられてもよい。また、電気機械装置3は、椅子83の内部に組み込まれてもよい。

[0167] 図52(a)は、ユーザ100の身体が椅子83の背もたれから離間し、アーム71, 72が開いている状態を示す。図52(b)は、ユーザ100の身体が椅子83の背もたれに接触し、アーム71, 72が閉じている状態を示す。電気機械装置3は、アーム71, 72の開閉に応じて電力を発生し、発生した電力を負荷装置21に供給する。図52の例によれば、ユーザ100の身体が椅子83の背もたれに対して接触及び離間する機会が多いので、発電する機会を増やすことができ、その結果、発生される電力及び電力量を増やすことができる。図52の例によれば、ユーザ100の日常的な動作を利用し、大きな電力を無理なく発生することができる。ユーザ100は、電気機械装置3を用いて、無意識にも意識的にも発電することができる。てこの原理により、ユーザ100はアーム71, 72を小さな力で開閉し、無意識的に発電することができる。

[0168] 図53は、図42の電気機械装置3の第4の使用例を示す図である。図53の例では、ユーザ100によって使用されるときにユーザ100の身体が一時的に接触する物品は、椅子83の肘掛け84である。電気機械装置3は

肘掛け 84 に取り付けられる。図 5 3 の例によれば、図 5 2 の使用例の場合と同様に、ユーザ 100 の日常的な動作を利用し、大きな電力を無理なく発生することができる。

[0169] 図 5 4 は、図 4 2 の電気機械装置 3 の第 5 の使用例を示す図である。図 5 4 の例では、ユーザ 100 によって使用されるときにユーザ 100 の身体が一時的に接触する物品は、クッション 85 である。電気機械装置 3 はクッション 85 の内部に組み込まれる。図 5 4 の例によれば、図 5 2 及び図 5 3 の使用例の場合と同様に、ユーザ 100 の日常的な動作を利用し、大きな電力を無理なく発生することができる。

[0170] 図 5 5 及び図 5 6 は、図 4 2 の電気機械装置 3 の第 6 の使用例を示す図である。図 5 5 及び図 5 6 の例では、ユーザ 100 によって使用されるときにユーザ 100 の身体が一時的に接触する物品は、スリッパ 86-1, 86-2 である。電気機械装置 3-1, 3-2 は、スリッパ 86-1, 86-2 の踵部分にそれぞれ取り付けられる。

[0171] 図 5 6 (a) は、ユーザ 100 の右足の踵がスリッパ 86-1 から離間し、電気機械装置 3-1 のアーム 71, 72 が開き、かつ、ユーザ 100 の左足の踵がスリッパ 86-2 に接触し、電気機械装置 3-2 のアーム 71, 72 が閉じている状態を示す。図 5 6 (b) は、ユーザ 100 の右足の踵がスリッパ 86-1 に接触し、電気機械装置 3-1 のアーム 71, 72 が閉じ、かつ、ユーザ 100 の左足の踵がスリッパ 86-2 から離間し、電気機械装置 3-2 のアーム 71, 72 が開いている状態を示す。電気機械装置 3-1, 3-2 は、アーム 71, 72 の開閉に応じてそれぞれ電力を発生し、発生した電力を負荷装置 21 に供給する。図 5 5 及び図 5 6 の例によれば、ユーザ 100 の踵がスリッパ 86-1, 86-2 に対して接触及び離間する機会が多いので、発電する機会を増やすことができ、その結果、発生される電力及び電力量を増やすことができる。図 5 5 及び図 5 6 の例によれば、ユーザ 100 の日常的な動作を利用し、大きな電力を無理なく発生することができる。

[0172] 図49～図56の例は、負荷装置21が無線通信装置である場合を示し、電気機械装置3が電力を発生したとき、無線通信装置は、発生された電力を用いて外部のサーバ装置61と通信する。

[0173] 例えば腕の上下動作など、1回の動作では小さな電力量しか発生できなくても、複数回の動作にわたって発生した電力を蓄電回路32に蓄えてもよい。蓄電回路32の蓄電量が、負荷装置21を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、蓄電回路32に蓄えられた電力を負荷装置21に供給してもよい。この場合、負荷装置21は、例えば、生態情報のセンサと、無線通信装置とを含む。蓄電回路32の蓄電量が、負荷装置21を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、センサを用いてユーザ自身の動作、体温、心拍等を検出し、無線通信装置を用いてこのデータをサーバ装置61に送信することにより、見守りなどに利用可能である。また、負荷装置21が照明装置である場合、必要時に、所定回数にわたってユーザ100の身体の動作（例えば、脇の開閉など）を繰り返すことで、ユーザ100の手元などに照射することができる。

[0174] ヒトが日常的に使用する様々な物品に電気機械装置3を取り付けることにより、発電の機会を飛躍的に増やすことができる。

[0175] [第3の実施形態のまとめ]

第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置3は、歯車機構12、発電機13、第1のアーム71、第2のアーム72、及び弾性体73を備える。歯車機構12は、入力軸12aを有し、入力軸12aの回転を伝達する。発電機13は、歯車機構12によって伝達された回転に応じて電力を発生する。第1のアーム71は、歯車機構12及び発電機13に対して相対的な位置が固定されるように連結される。第2のアーム72は、歯車機構12の入力軸12aに連結される。弾性体73は、所定位置への復元力を生じるように第2のアーム72を第1のアーム71に対して支持する。第2のアーム72は、アーム71、72に作用する外力又は弾性体73の復元力に応じて、歯車機構12の入力軸12aの周りにおいて回転し、発電機13

は、第2のアーム72の回転に応じて電力を発生する。

[0176] これにより、さまざまな姿勢で配置可能でありながら、従来よりも多くの機会において、ユーザの生活行動などから、従来よりも大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる。

[0177] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、弾性体73は、アーム71、72の間に連結されたコイルバネであってもよい。

[0178] これにより、所定位置への復元力を生じるように第2のアームを第1のアームに対して支持することができる。

[0179] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、弾性体73は、歯車機構12の入力軸12aの周りに設けられたねじりバネであってもよい。

[0180] これにより、所定位置への復元力を生じるように第2のアームを第1のアームに対して支持することができる。

[0181] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発生された電力により動作する負荷装置21をさらに備えてもよい。

[0182] これにより、負荷装置を電気機械装置に一体化することにより、その利便性を向上することができる。

[0183] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発生された電力を外部の負荷装置21に供給してもよい。

[0184] これにより、電気機械装置及び負荷装置の設計上の自由度を向上することができる。

[0185] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発電された電力をリアルタイムで負荷装置21に供給してもよい。

[0186] これにより、負荷装置を動作させるために十分に大きな電力を発生することができ、従って、負荷装置をリアルタイムで動作させることができる。

[0187] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、発電機13によって発電された電力を蓄える蓄電回路32をさらに備えてもよい。蓄電回路32の蓄電量が、負荷装置21を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、蓄電回路32に蓄えられた電力を負荷装置21に供給する。

- [0188] これにより、小さな電力を発生する場合であっても、発生した電力を蓄積して負荷装置を動作させることができる。
- [0189] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、負荷装置21は、照明装置、充電可能なバッテリー、モータ、センサ、及び無線通信装置のうちのいずれかを含んでもよい。
- [0190] これにより、ユーザの必要に応じて任意の負荷装置を動作させることができる。
- [0191] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置3は、ユーザ100の関節に取り付け可能に、又は、ユーザ100の関節に対応する衣服の部分に取り付け可能に構成されてもよい。発電機13は、関節の動きに応じて電力を発生する。
- [0192] これにより、関節の動きに応じて電力を発生することができる。
- [0193] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置3は、ユーザ100の身体又は衣服に取り付け可能に構成されてもよい。ユーザ100の身体が、ユーザ100によって使用される物品に接触するとき、アーム71、72に外力が作用する。発電機13は、ユーザ100の身体及び物品の接触及び離間に応じて電力を発生する。
- [0194] これにより、ユーザの身体及び物品の接触及び離間に応じて電力を発生することができる。
- [0195] 第3の実施形態に係る電気機械装置によれば、電気機械装置3は、ユーザ100によって使用されるときにユーザ100の身体が一時的に接触する物品に取り付け可能に構成されてもよい。ユーザ100の身体及び物品が互いに接触するとき、アーム71、72に外力が作用する。発電機13は、ユーザ100の身体及び物品の接触及び離間に応じて電力を発生する。
- [0196] これにより、ユーザの身体及び物品の接触及び離間に応じて電力を発生することができる。
- [0197] [他の変形例]  
本開示の各実施形態では、弾性体は、コイルバネ及びねじりバネに限らず

、ゴム又はプラスチック等のストラップ状部材など、弾性的に伸縮又は回転する任意の部材を使用可能である。

[0198] 本開示の各実施形態では、振り子 11 などが、歯車機構 12 の入力軸 12 a の周りに、すなわち、1つの軸の周りに少なくとも予め決められた角度範囲で往復する場合について説明した。ヒトは足で動くので、ヒトの歩行は、歩行路の状態及び歩き方の癖などに起因して、上下方向への運動を含む3次元的な運動である。従って、電気機械装置は、振り子が、互いに直交又は交差する2つ又は3つの軸の周りに少なくとも予め決められた角度範囲で往復し、1つの発電機が振り子の往復に応じて発電するように構成されてもよい。また、電気機械装置は、互いに直交又は交差する2つ又は3つの軸に沿って配置された回転軸をそれぞれ備える2つ又は3つの発電機を備えてもよい。複数の発電機の出力量は、共通の蓄電回路に蓄電されてもよく、異なる蓄電回路に蓄電されてもよい。これにより、可動物の動作により空間的に発生する2次元又は3次元的な慣性力、遠心力、及び重力などの作用力を効率的に利用し、発電量を増大させることができる。

[0199] 本開示の各実施形態では、振り子の往復に応じて、固定子及び回転子を備える発電機を正転及び逆転させる場合について説明したが、このような発電機に代えて、往復動リニア発電機を用いてもよい。往復動リニア発電機は、例えばリニアモータであってもよい。この場合、電気機械装置は、振り子に代えて、電気機械装置の全体の振動に応じて往復動リニア発電機を駆動する任意の往復運動機構を備える。往復動リニア発電機は、往復運動機構の動作に応じて、出力端子に正及び負の電圧を発生する。

[0200] 発電機 13 の出力電圧が十分に高い場合、歯車機構 12 は省略されてもよく、又は、歯車機構 12 は、入力軸 12 a の回転を所定の減速比で発電機 13 に伝達するように構成されてもよい。また、歯車機構 12 の入力軸 12 a と発電機 13 の回転軸とは、同軸上にあってもよく、同軸上になくてもよい。また、平歯車列と、扁平な発電機とを並行に配置してもよい。

[0201] 図 3 では、整流回路 31 及び蓄電回路 32 が倍電圧整流する場合について

説明したが、整流回路 3 1 は、半波整流、全波整流、又はその他の整流を行ってもよい。

[0202] フレームは電気機械装置の筐体に一体化されてもよい。これにより、電気機械装置の部品数を削減し、電気機械装置の構成を簡単化することができる。

[0203] 電気機械装置の各構成要素は、多様な材料から構成されてもよく、また、多様な動作原理を有してもよい。これらの材料及び動作原理は、電気機械装置の用途に応じて、また、負荷装置に応じて、任意に組み合わせ可能である。

### 産業上の利用可能性

[0204] 本開示によれば、可動物に装着し、可動物の運動又は動作の力学的エネルギーを電気エネルギーに変換する電気機械装置が提供される。本開示によれば、ユーザの生活行動から比較的大きな電力を連続的かつ無意識的に取り出すことができる電気機械装置が提供される。

[0205] 本開示によれば、可動物の加速及び減速の動作が生じた時刻、時間長、及び種類を判別することもできるので、電気機械装置が取り付けられたヒト、動物、又は他の物体の挙動を検出することもできる。

### 符号の説明

[0206] 1, 1 A ~ 1 H, 3, 3 A, 3 B 電気機械装置

1 0 筐体

1 1 振り子

1 2 歯車機構

1 2 a 入力軸

1 2 b 筐体

1 3 発電機

1 4 フレーム

1 5 電力変換回路

1 6, 1 6 A a, 1 6 A b, 1 6 B 弾性体

- 17 取り付け具
- 18, 18F~18H 弾性体
- 19 取り付け具
- 21 負荷装置
- 22 バッテリ
- 23 扇風機
- 31 整流回路
- 32 蓄電回路
- 33 制御回路
- 41 ベルト
- 42 かばん
- 43 トランク
- 45 ストラップ
- 46 ポケット
- 47 靴
- 48 帽子
- 49 眼鏡
- 50 ヘルメット
- 51 傘
- 52 杖
- 53 ナップザック
- 61 サーバ装置
- 70 カバー
- 71 第1のアーム
- 72 第2のアーム
- 73, 73A 弾性体
- 81 シャツ
- 82 テーブル

- 83 椅子
- 84 肘掛け
- 85 クッション
- 86-1, 86-2 スリッパ
- 100 ユーザ
- 110 動物
- 120 洗濯機
- 130 自転車
- 140 樹木

## 請求の範囲

- [請求項1] 入力軸を有し、前記入力軸の回転を伝達する歯車機構と、  
前記歯車機構によって伝達された回転に応じて電力を発生する発電機と、  
前記入力軸に連結された振り子と、  
前記歯車機構及び前記発電機に対して相対的な位置が固定されるように設けられたフレームと、  
所定位置への復元力を生じるように前記振り子を前記フレームに対して支持する第1の弾性体とを備え、  
前記振り子は、電気機械装置の全体の振動に応じて、又は、前記第1の弾性体の復元力に応じて、前記入力軸の周りに往復し、前記発電機は、前記振り子の往復に応じて電力を発生する、  
電気機械装置。
- [請求項2] 前記第1の弾性体は、前記振り子の軌跡を含む平面と同じ平面内において伸縮するコイルバネである、  
請求項1記載の電気機械装置。
- [請求項3] 前記第1の弾性体は、前記入力軸の周りに設けられたねじりバネである、  
請求項1記載の電気機械装置。
- [請求項4] 前記第1の弾性体は、前記発電機に負荷装置を接続した場合の前記振り子の周期に等しい固有周期を有する、  
請求項1～3のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項5] 前記電気機械装置は、  
前記歯車機構、前記発電機、前記振り子、前記フレーム、及び前記第1の弾性体を収容する筐体と、  
前記筐体を外部物体に対して支持する第2の弾性体とをさらに備える、  
請求項1～4のうちの1つに記載の電気機械装置。

- [請求項6] 前記第2の弾性体は、前記筐体を前記外部物体から吊り下げ、重力の方向において伸縮する、  
請求項5記載の電気機械装置。
- [請求項7] 前記第2の弾性体は、前記第1の弾性体の固有周期に等しく、かつ、前記発電機に負荷装置を接続した場合の前記振り子の周期に等しい固有周期を有する、  
請求項5又は6記載の電気機械装置。
- [請求項8] 前記発電機によって発生された電力により動作する負荷装置をさらに備える、  
請求項1～7のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項9] 前記発電機によって発生された電力を外部の負荷装置に供給する、  
請求項1～7のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項10] 前記発電機によって発電された電力をリアルタイムで前記負荷装置に供給する、  
請求項8又は9記載の電気機械装置。
- [請求項11] 前記発電機によって発電された電力を蓄える蓄電装置をさらに備え、  
前記蓄電装置の蓄電量が、前記負荷装置を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、前記蓄電装置に蓄えられた電力を前記負荷装置に供給する、  
請求項8又は9記載の電気機械装置。
- [請求項12] 前記負荷装置は、照明装置、充電可能なバッテリー、モータ、センサ、及び無線通信装置のうちのいずれかを含む、  
請求項8～11のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項13] 前記電気機械装置は、ヒト又は動物の身体に取り付け可能に構成され、  
前記発電機は、前記ヒト又は動物の身体の動きに応じて電力を発生する、

請求項 1 ～ 1 2 のうちの 1 つに記載の電気機械装置。

[請求項14] 前記電気機械装置は、ヒト又は動物によって装着又は保持される物品に取り付け可能に構成され、

前記発電機は、前記物品の動きに応じて電力を発生する、  
請求項 1 ～ 1 2 のうちの 1 つに記載の電気機械装置。

[請求項15] 前記電気機械装置は、機械装置に取り付け可能に構成され、

前記発電機は、前記機械装置の動きに応じて電力を発生する、  
請求項 1 ～ 1 2 のうちの 1 つに記載の電気機械装置。

[請求項16] 前記電気機械装置は、風力又は水力によって変形する物品に取り付け可能に構成され、

前記発電機は、前記物品の動きに応じて電力を発生する、  
請求項 1 ～ 1 2 のうちの 1 つに記載の電気機械装置。

[請求項17] 前記電気機械装置は、ヒトの片手により保持可能に構成され、

前記発電機は、前記入力軸に垂直な平面内における所定の方向成分を有する前記片手の動きに応じて電力を発生する、  
請求項 1 ～ 1 2 のうちの 1 つに記載の電気機械装置。

[請求項18] 入力軸を有し、前記入力軸の回転を伝達する歯車機構と、  
前記歯車機構によって伝達された回転に応じて電力を発生する発電機と、

前記歯車機構及び前記発電機に対して相対的な位置が固定されるように連結された第 1 のアームと、

前記入力軸に連結された第 2 のアームと、

所定位置への復元力を生じるように前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して支持する弾性体とを備え、

前記第 2 のアームは、前記第 1 及び第 2 のアームに作用する外力又は前記弾性体の復元力に応じて、前記入力軸の周りにおいて回転し、  
前記発電機は、前記第 2 のアームの回転に応じて電力を発生する、  
電気機械装置。

- [請求項19] 前記弾性体は、前記第1及び第2のアームの間に連結されたコイルバネである、  
請求項18記載の電気機械装置。
- [請求項20] 前記弾性体は、前記入力軸の周りに設けられたねじりバネである、  
請求項18記載の電気機械装置。
- [請求項21] 前記発電機によって発生された電力により動作する負荷装置をさらに備える、  
請求項18～20のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項22] 前記発電機によって発生された電力を外部の負荷装置に供給する、  
請求項18～20のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項23] 前記発電機によって発電された電力をリアルタイムで前記負荷装置に供給する、  
請求項21又は22記載の電気機械装置。
- [請求項24] 前記発電機によって発電された電力を蓄える蓄電装置をさらに備える、  
前記蓄電装置の蓄電量が、前記負荷装置を動作させるために十分な量を表す所定のしきい値に達したとき、前記蓄電装置に蓄えられた電力を前記負荷装置に供給する、  
請求項21又は22記載の電気機械装置。
- [請求項25] 前記負荷装置は、照明装置、充電可能なバッテリー、モータ、センサ、及び無線通信装置のうちのいずれかを含む、  
請求項21～24のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項26] 前記電気機械装置は、ヒトの関節に取り付け可能に、又は、ヒトの関節に対応する衣服の部分に取り付け可能に構成され、  
前記発電機は、前記関節の動きに応じて電力を発生する、  
請求項18～25のうちの1つに記載の電気機械装置。
- [請求項27] 前記電気機械装置は、ヒトの身体又は衣服に取り付け可能に構成され、

前記ヒトの身体が、前記ヒトによって使用される物品に接触するとき、前記第1及び第2のアームに外力が作用し、

前記発電機は、前記ヒトの身体及び前記物品の接触及び離間に応じて電力を発生する、

請求項18～25のうちの1つに記載の電気機械装置。

[請求項28]

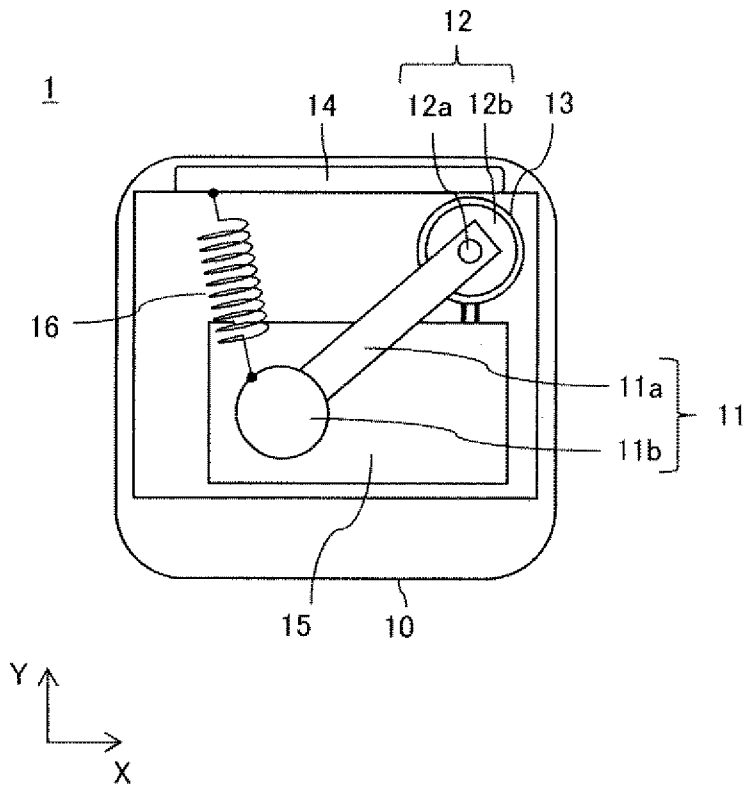
前記電気機械装置は、ヒトによって使用されるときに前記ヒトの身体が一時的に接触する物品に取り付け可能に構成され、

前記ヒトの身体及び前記物品が互いに接触するとき、前記第1及び第2のアームに外力が作用し、

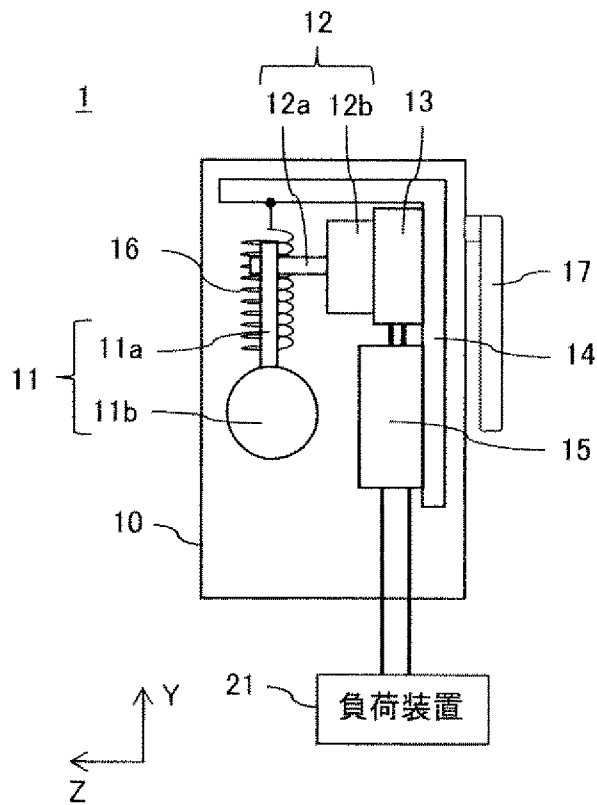
前記発電機は、前記ヒトの身体及び前記物品の接触及び離間に応じて電力を発生する、

請求項18～25のうちの1つに記載の電気機械装置。

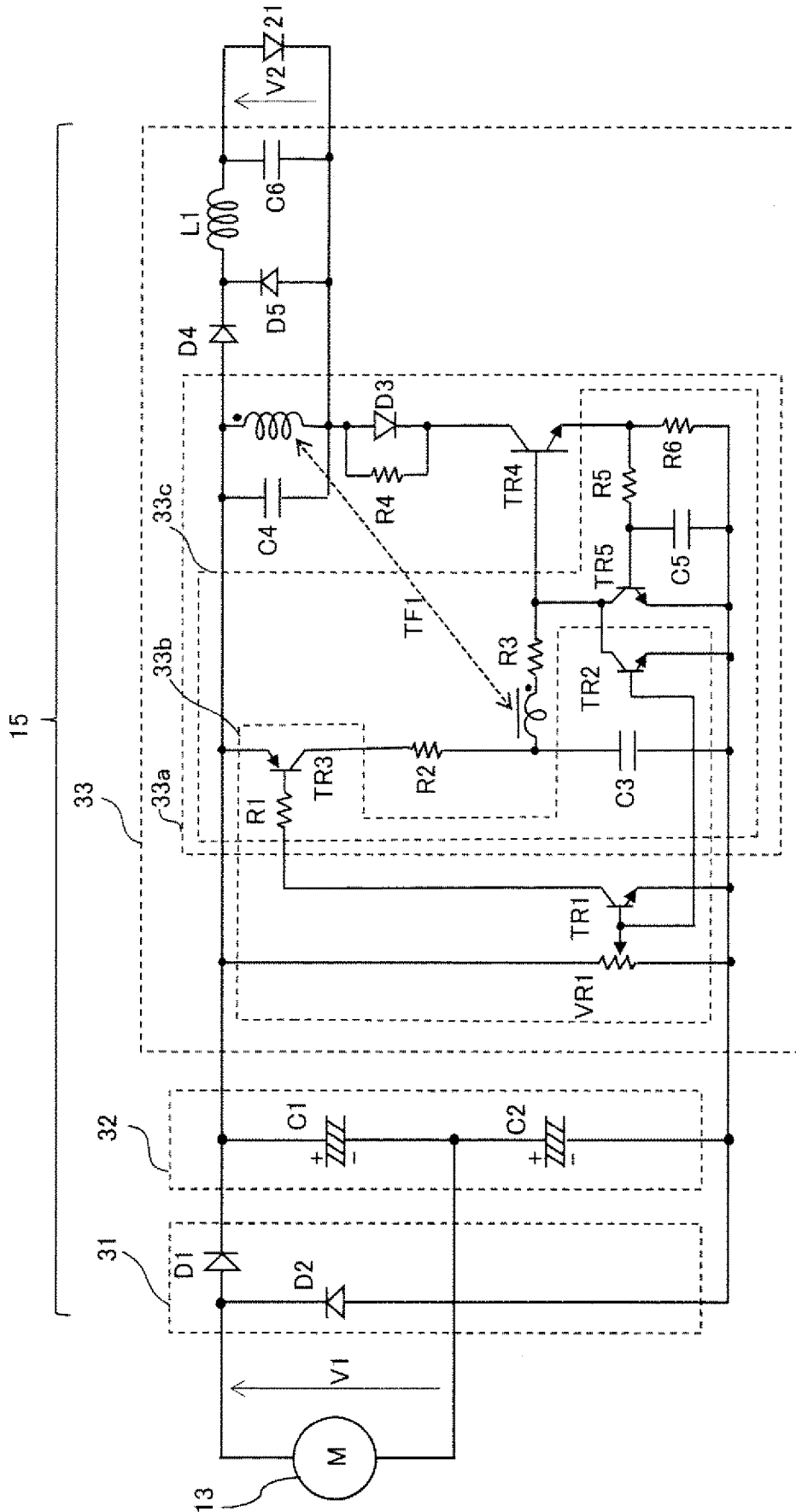
[図1]



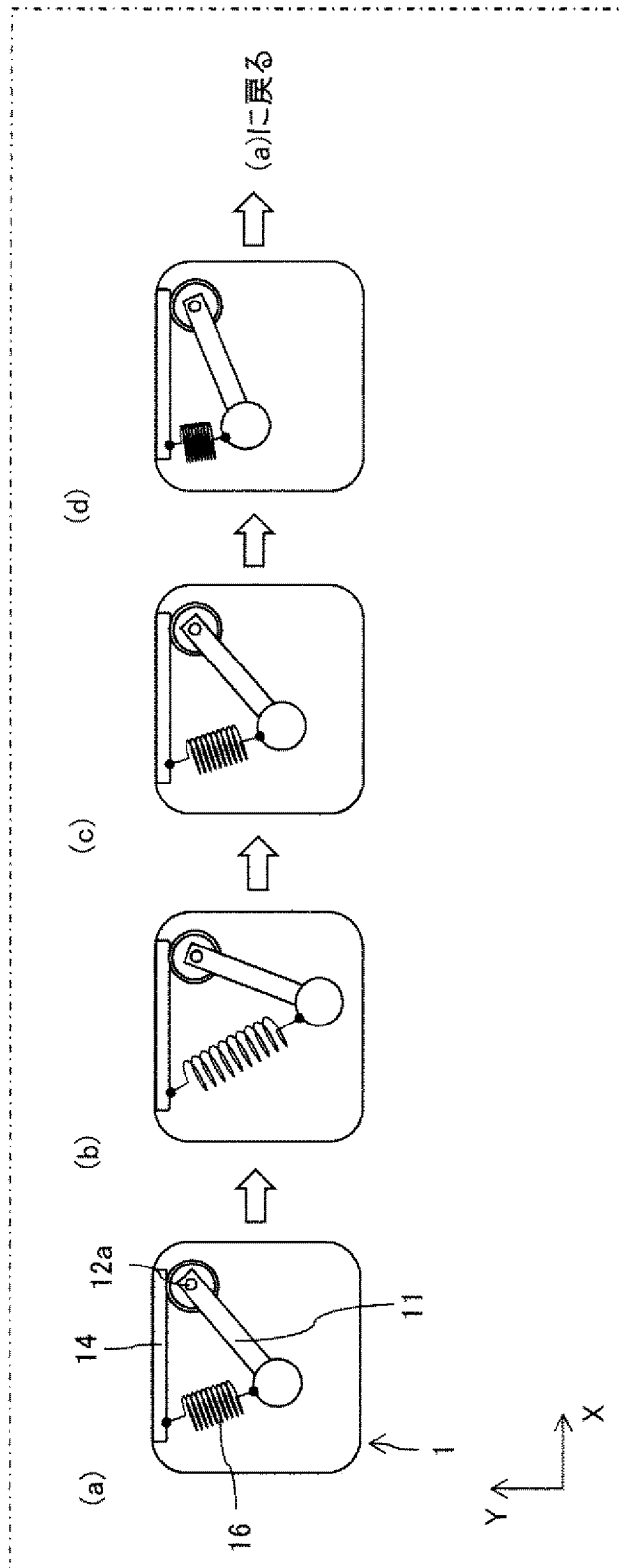
[図2]



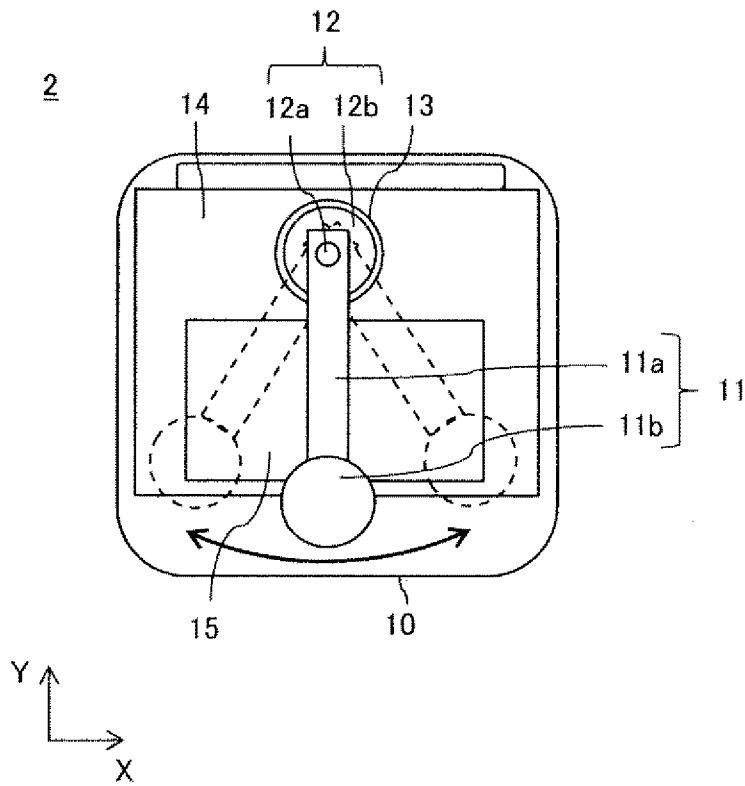
[図3]



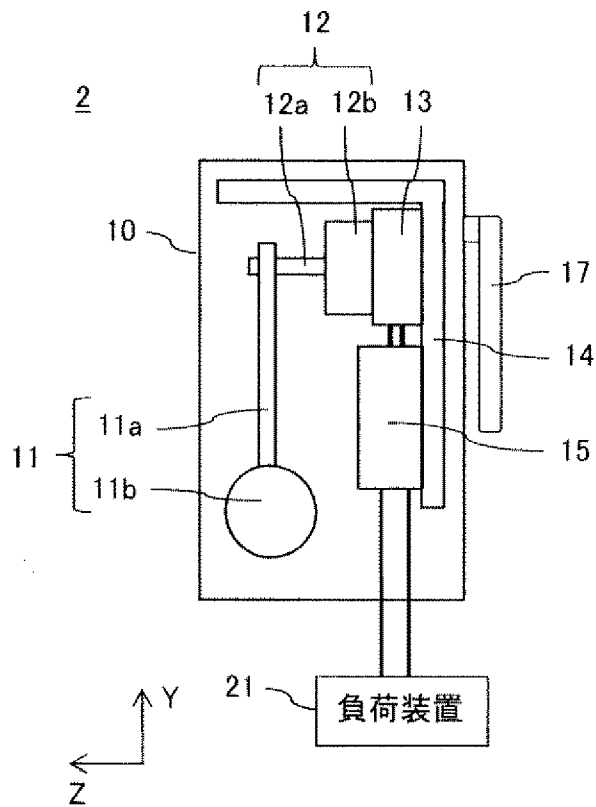
[図4]



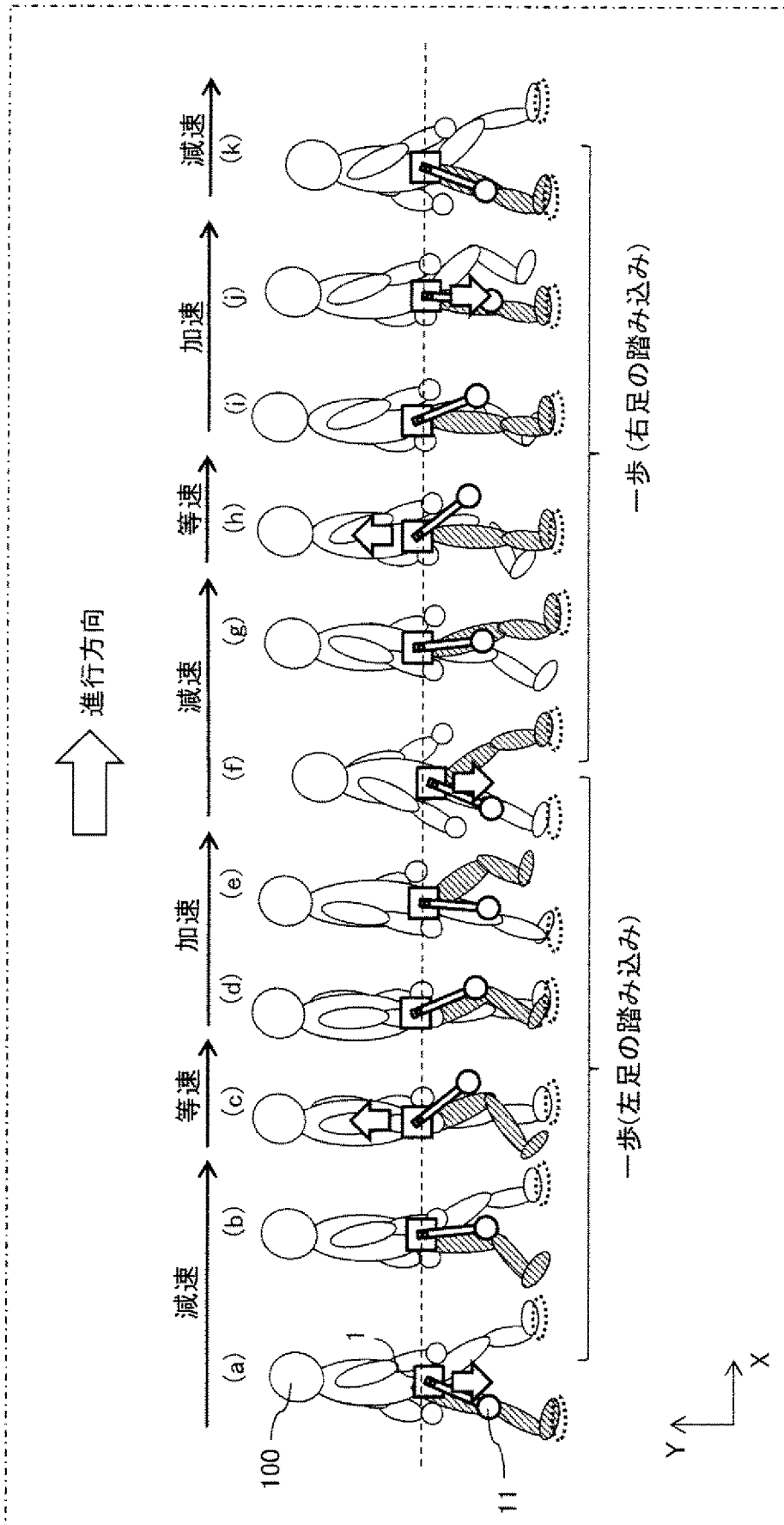
[図5]



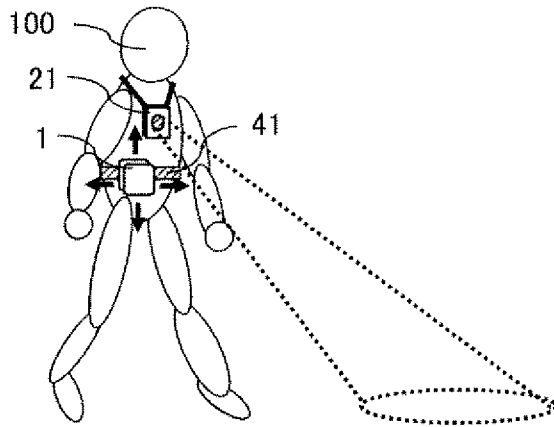
[図6]



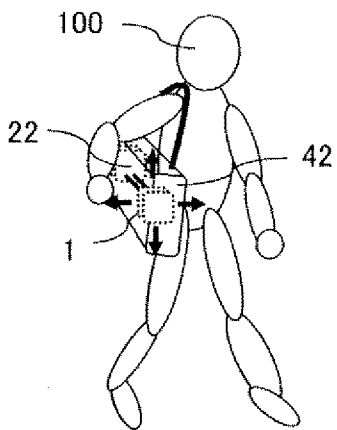
[図7]



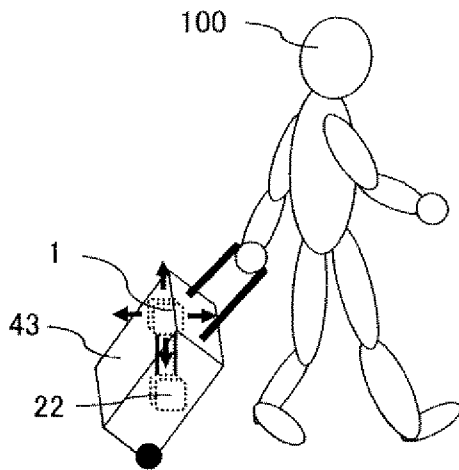
[図8]



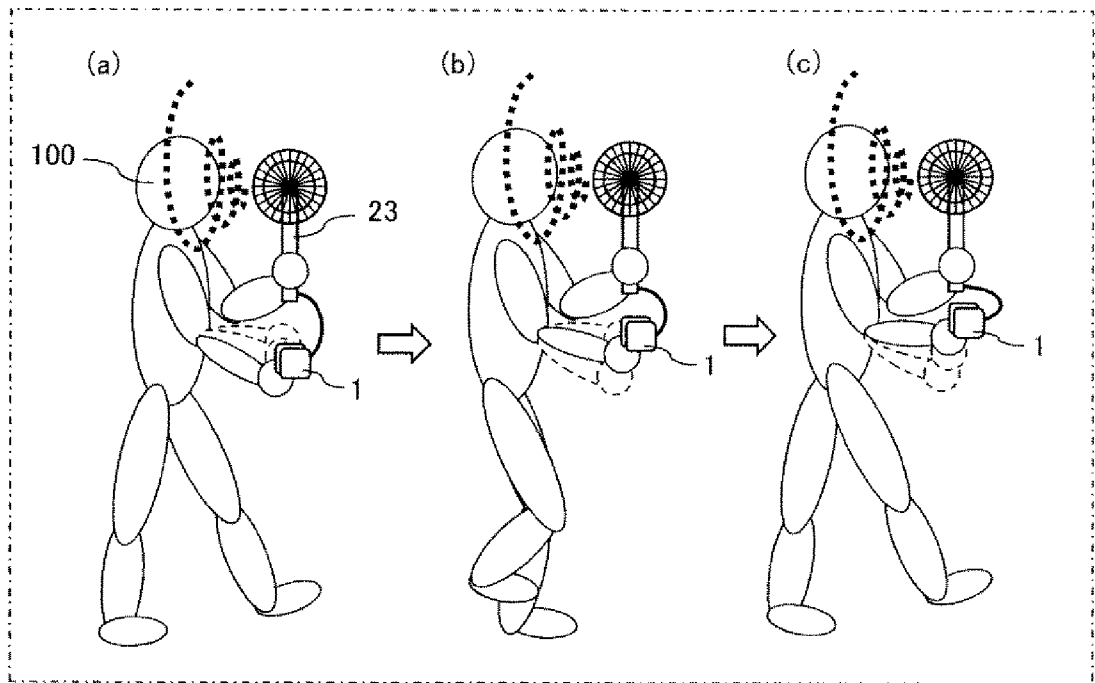
[図9]



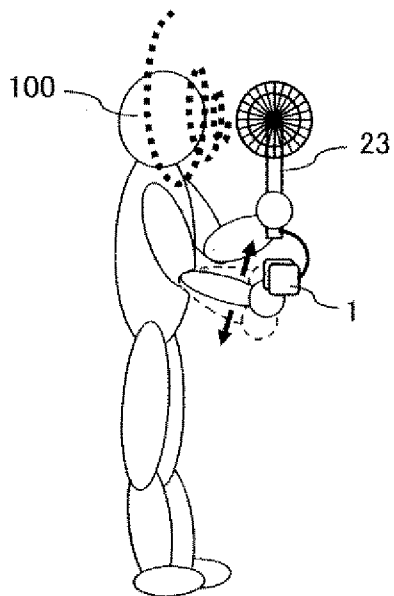
[図10]



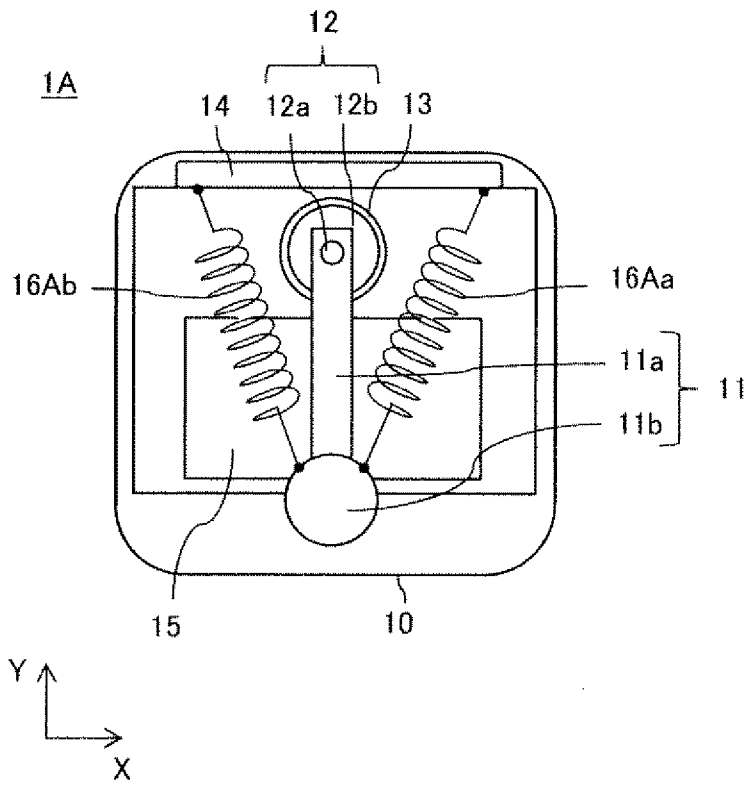
[図11]



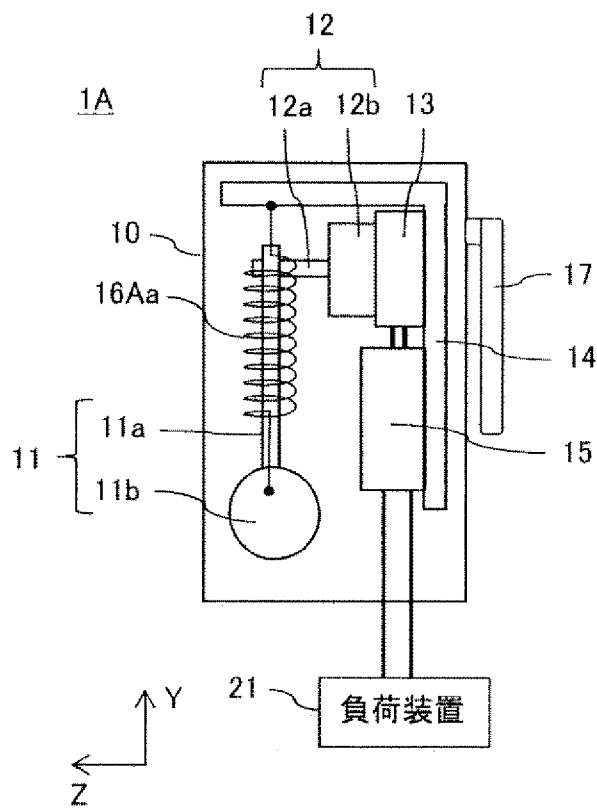
[図12]



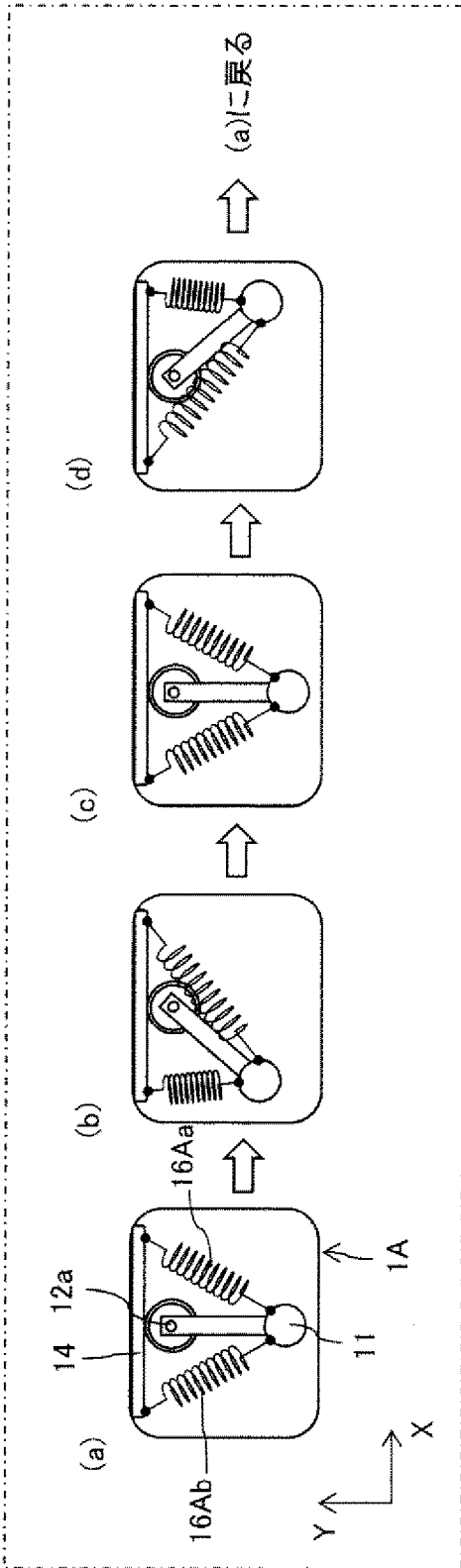
[図13]



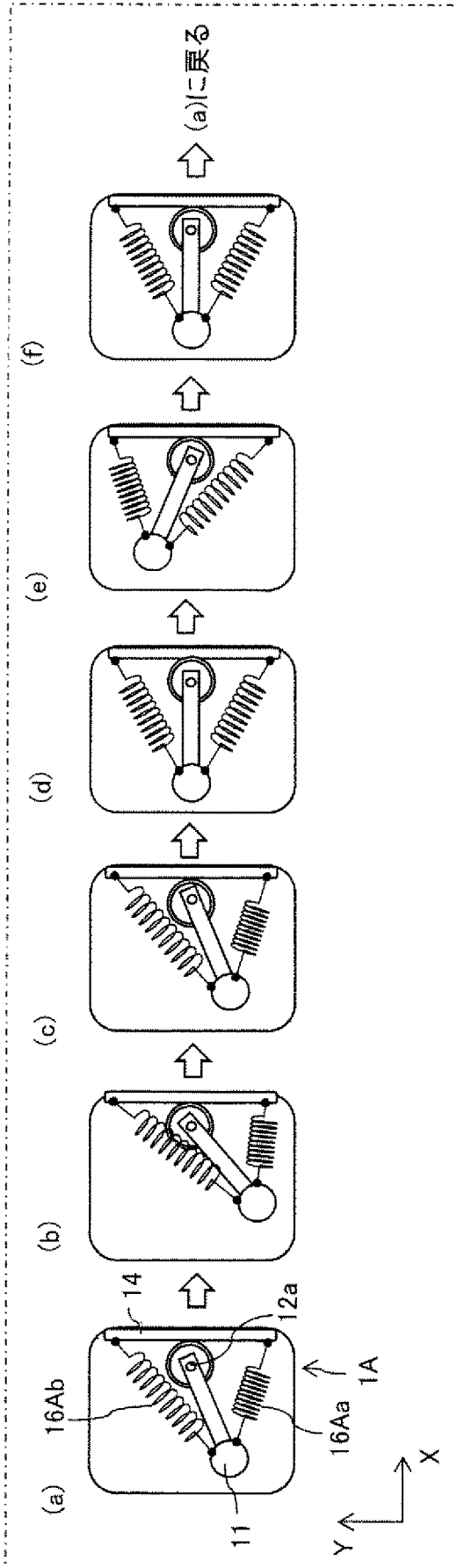
[図14]



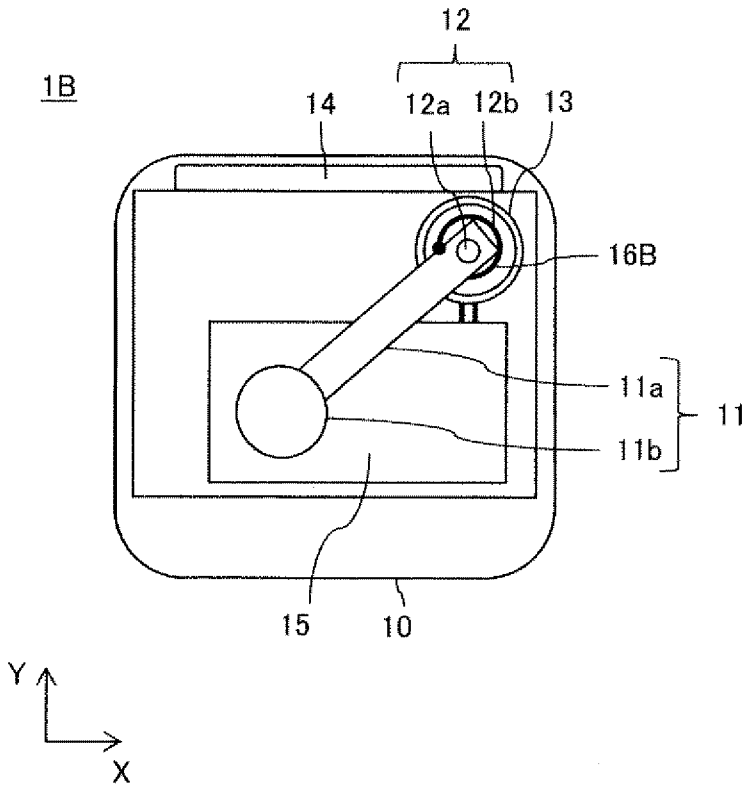
[図15]



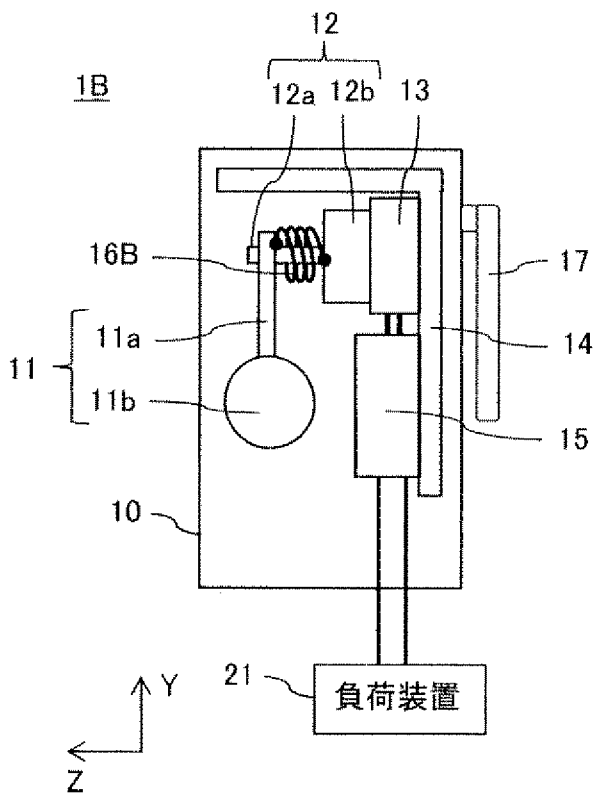
[図16]



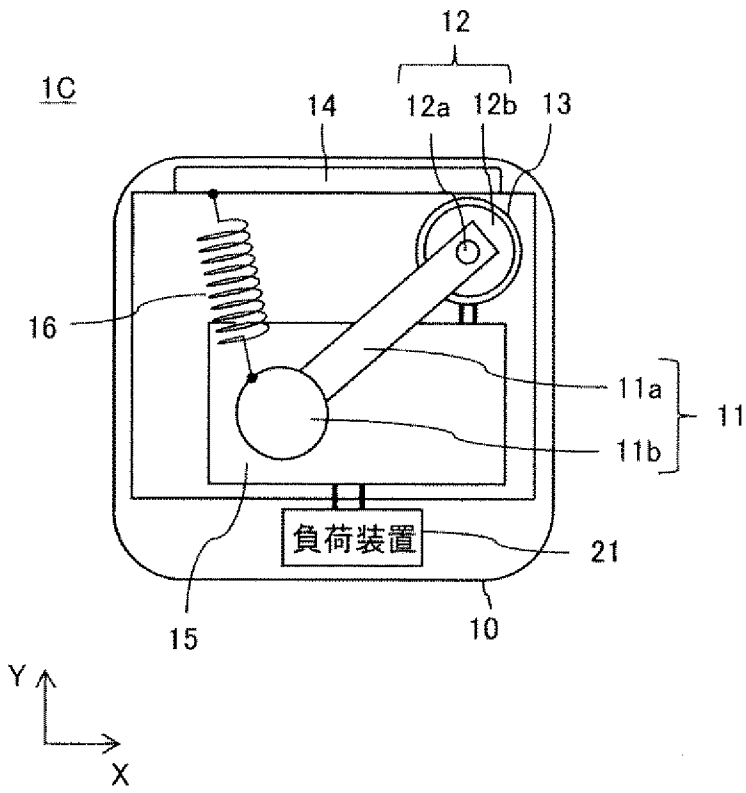
[図17]



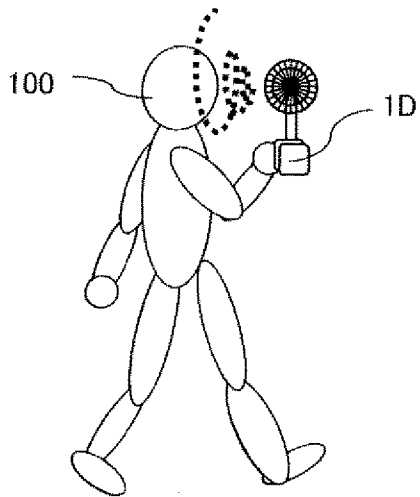
[図18]



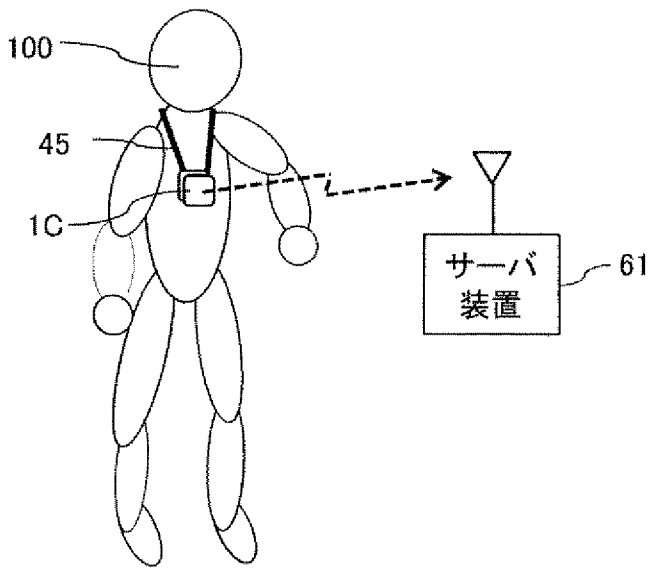
[図19]



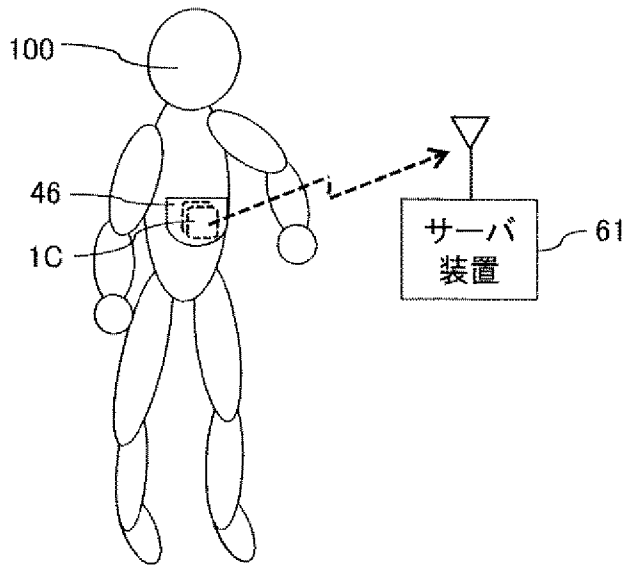
[図20]



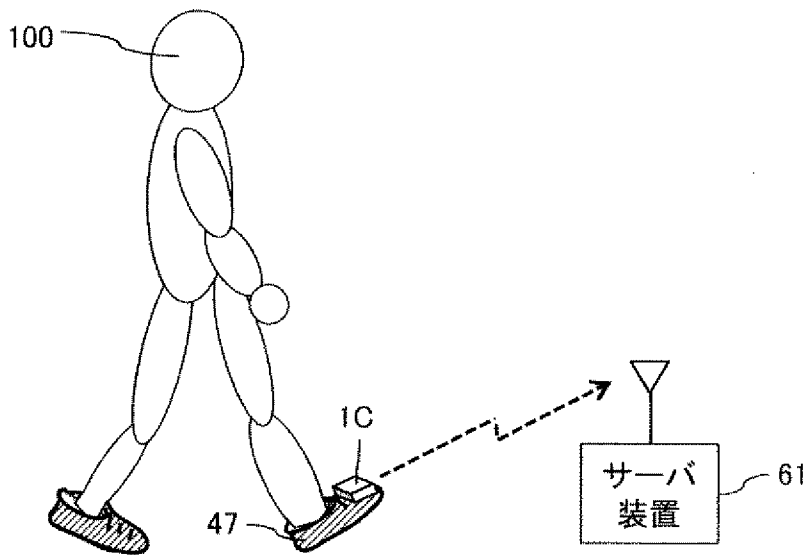
[図21]



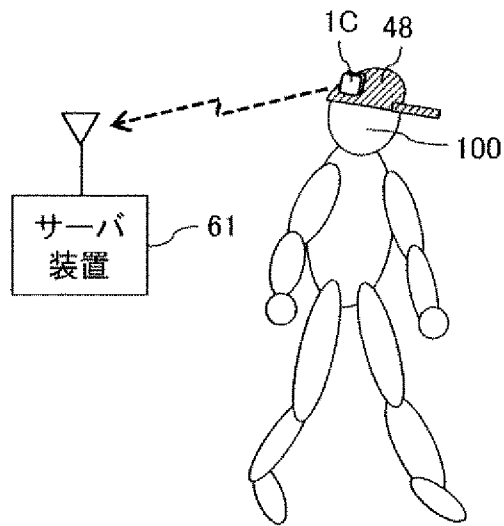
[図22]



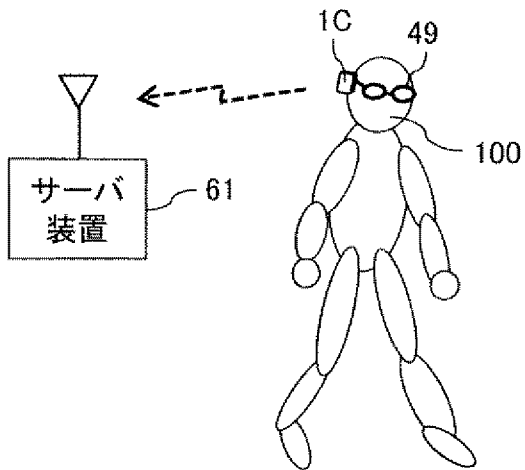
[図23]



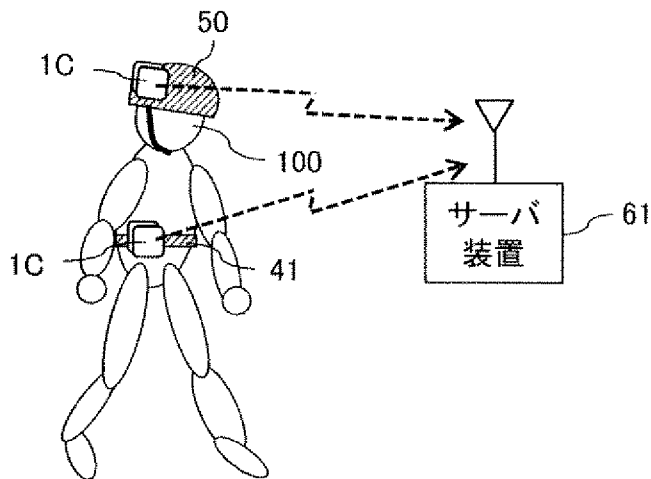
[図24]



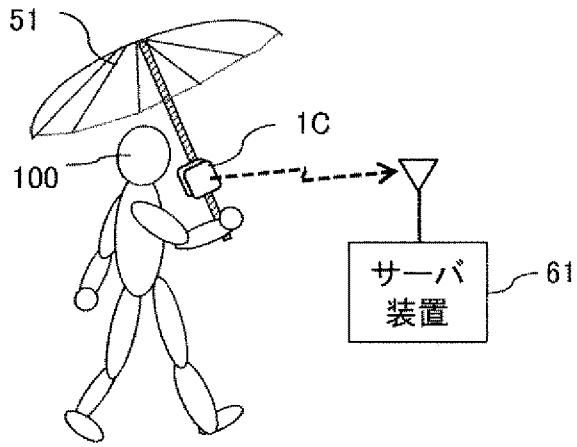
[図25]



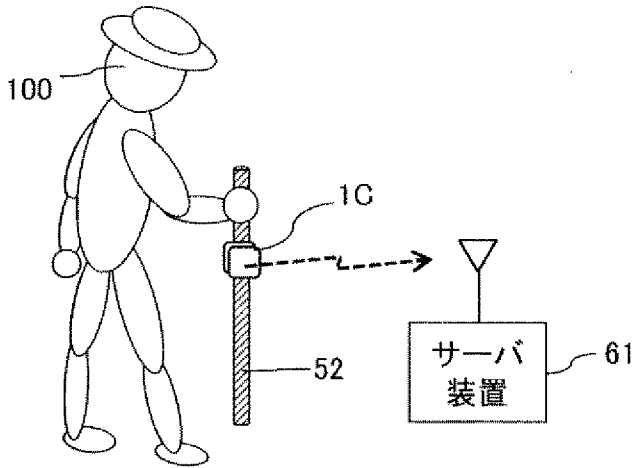
[図26]



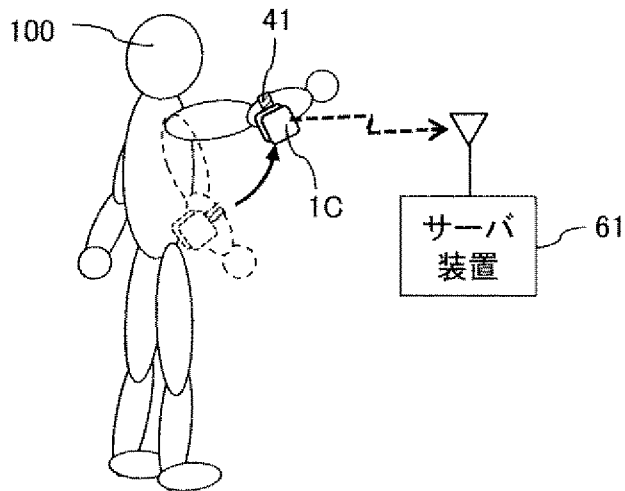
[図27]



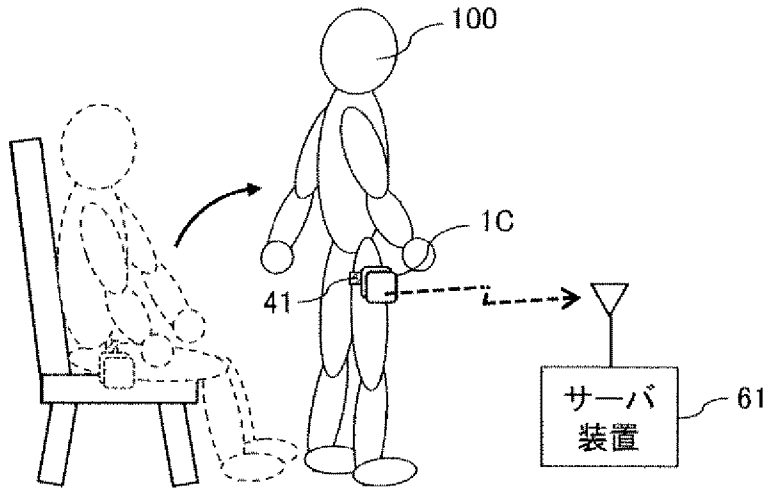
[図28]



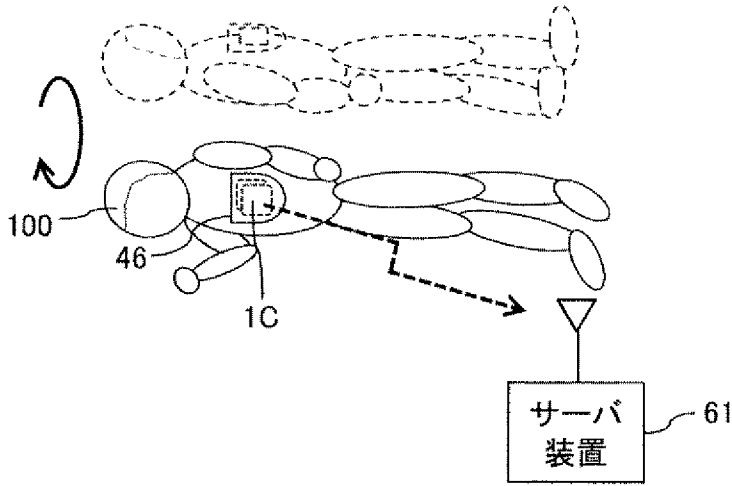
[図29]



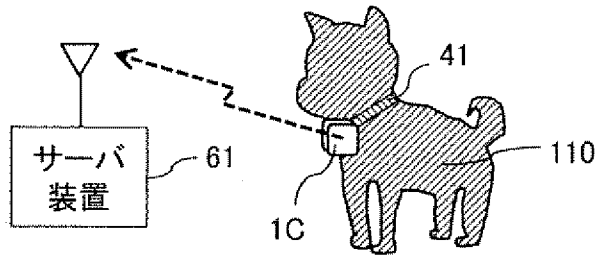
[図30]



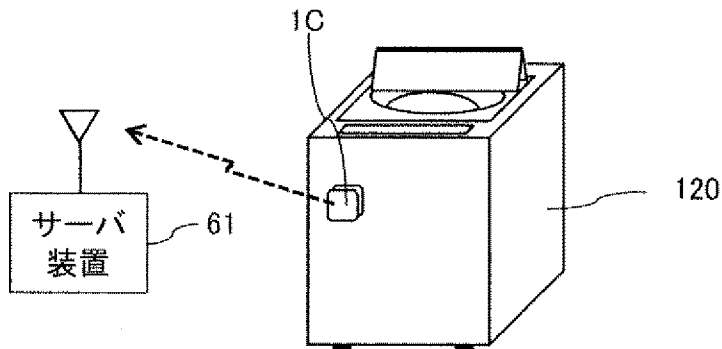
[図31]



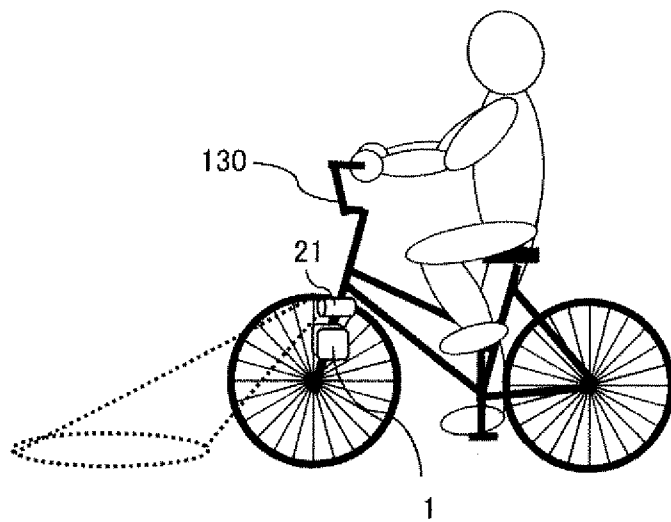
[図32]



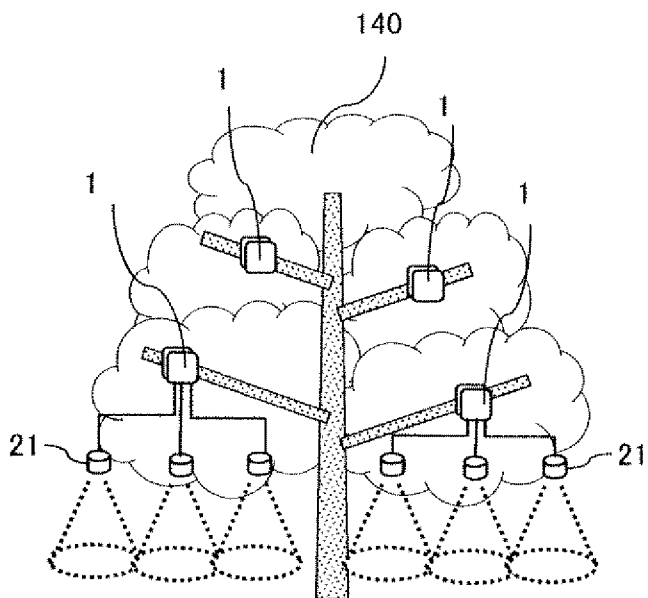
[図33]



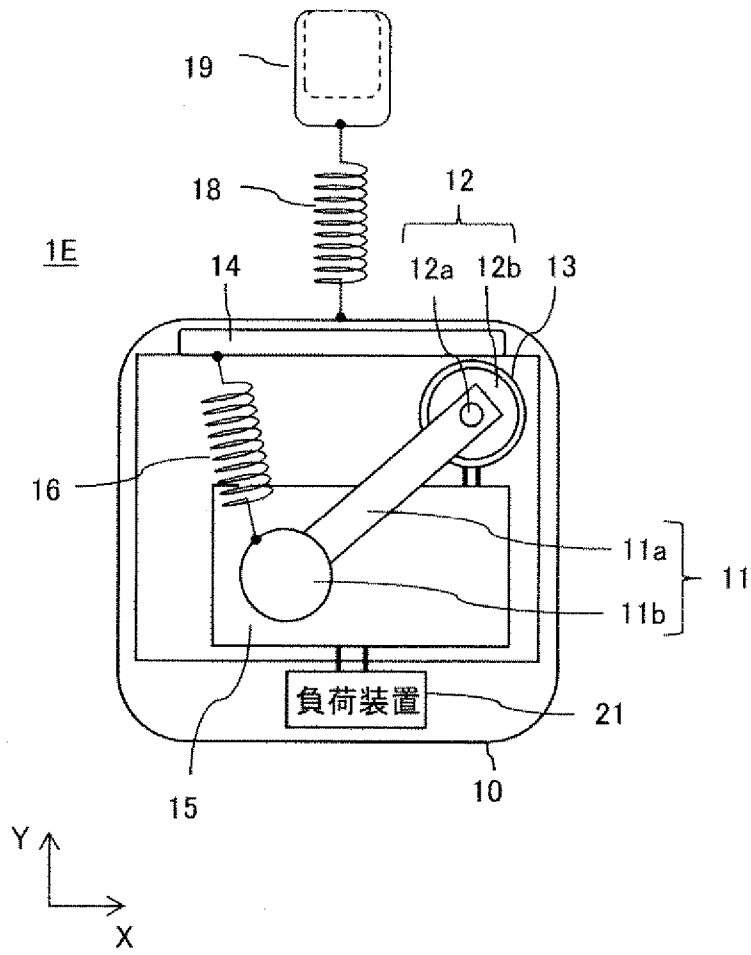
[図34]



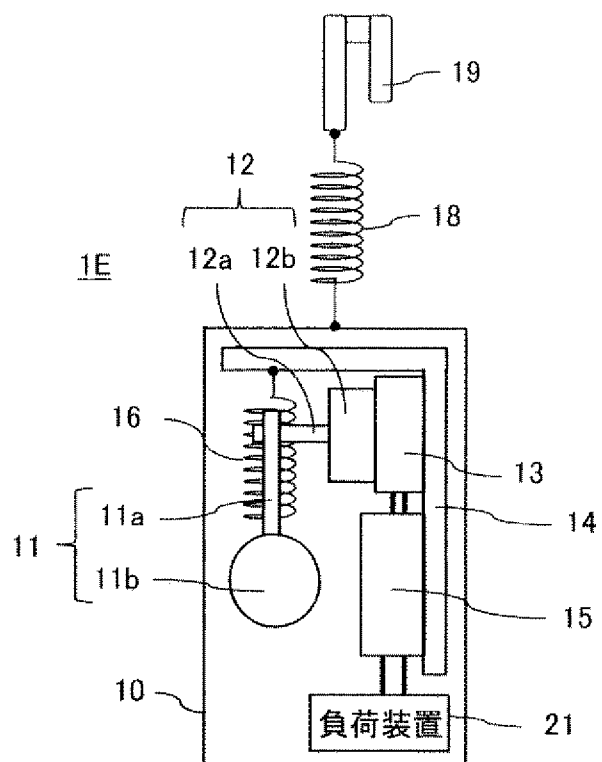
[図35]



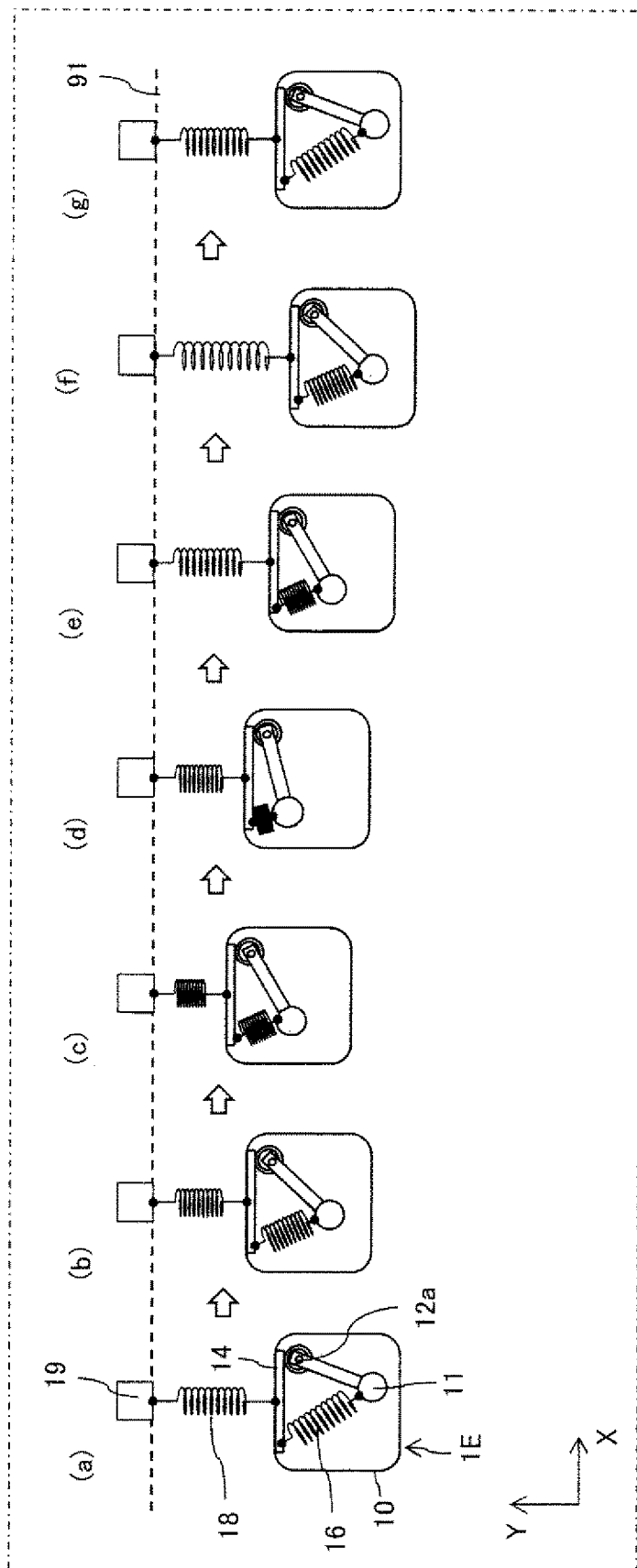
[図36]



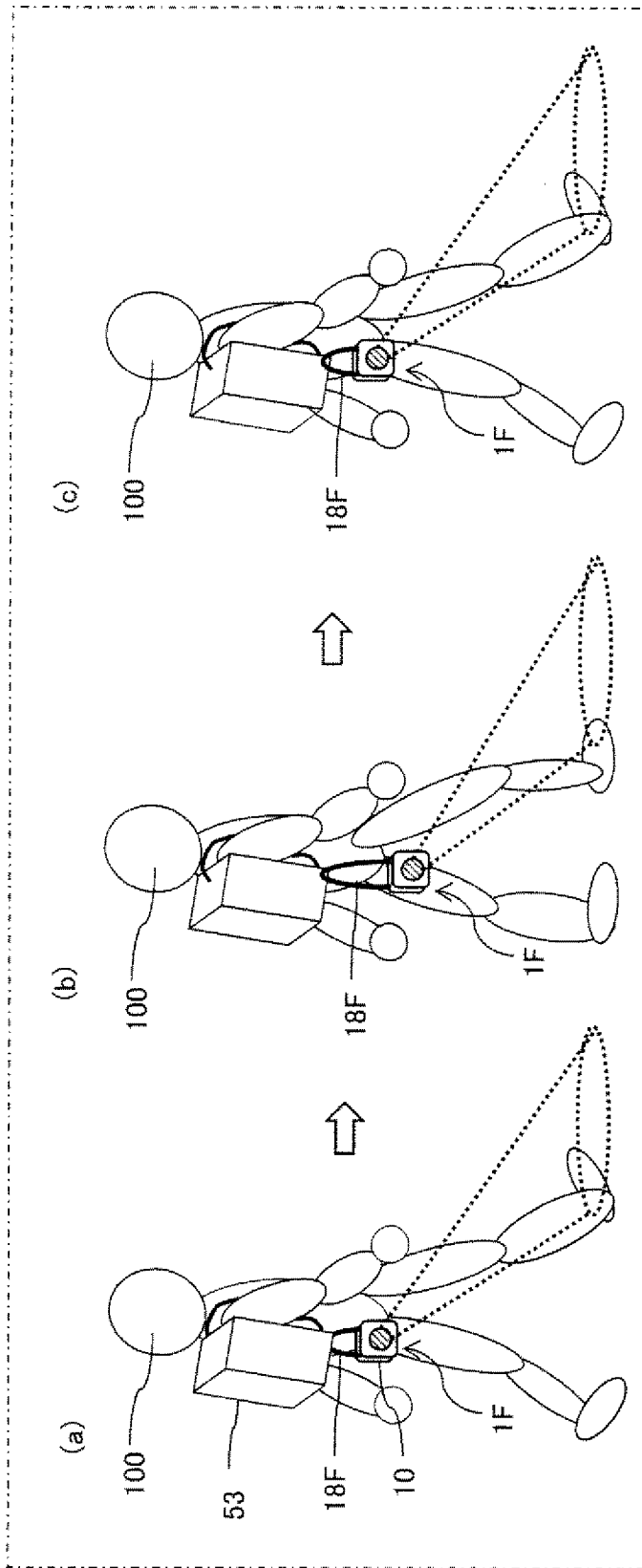
[図37]



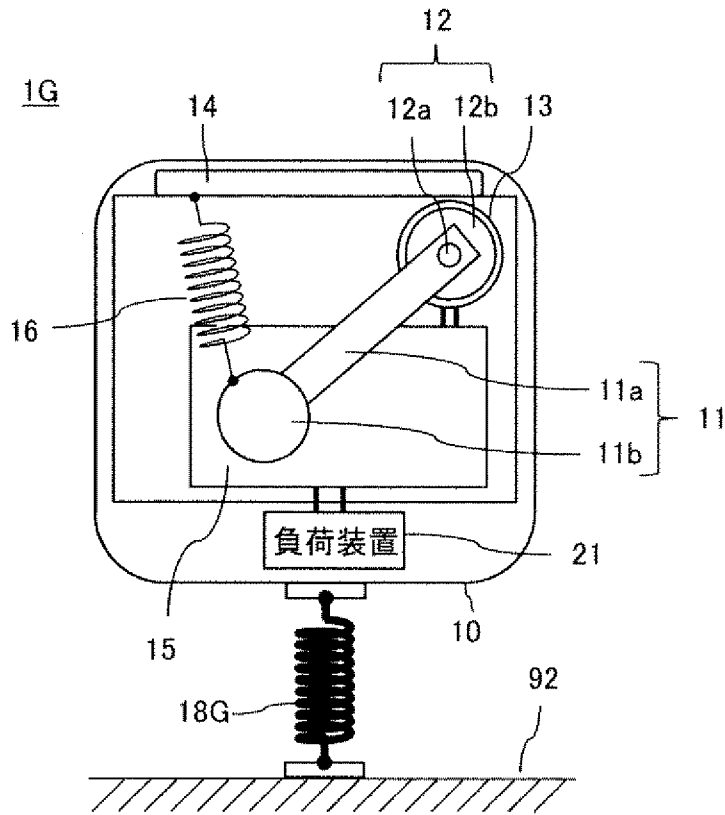
[図38]



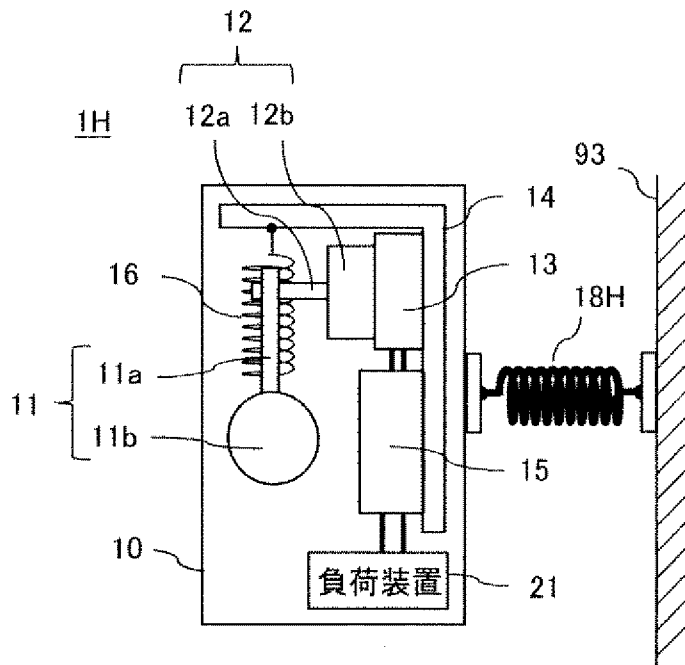
[図39]



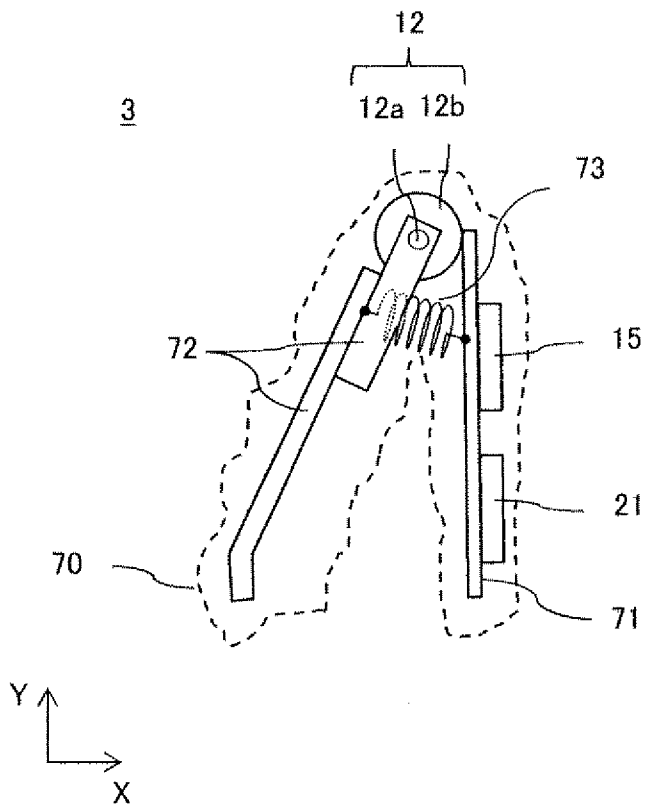
[図40]



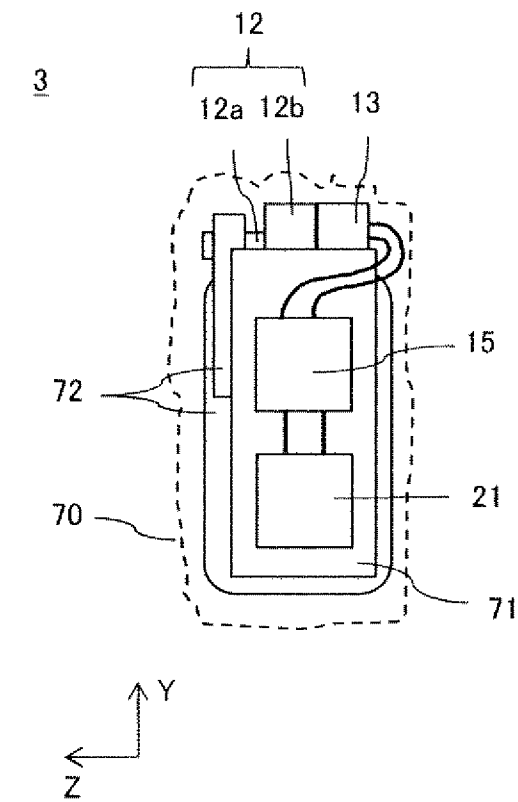
[図41]



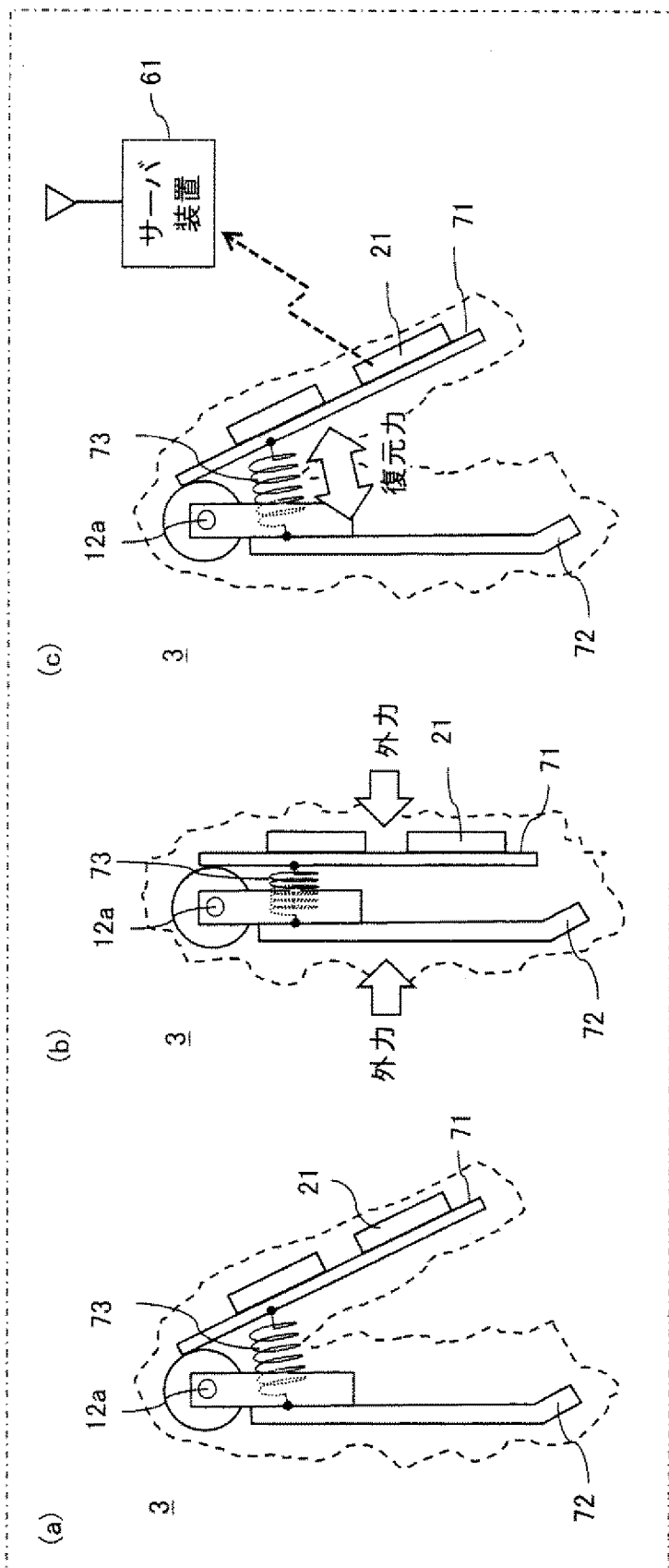
[図42]



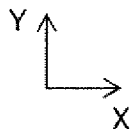
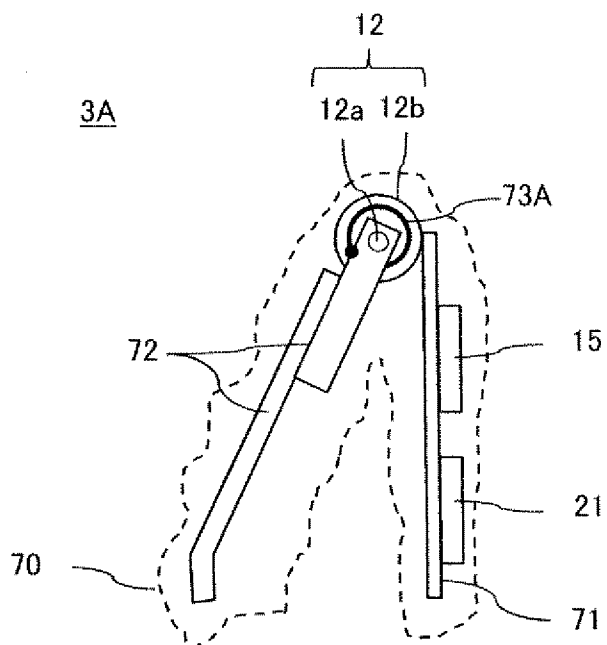
[図43]



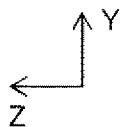
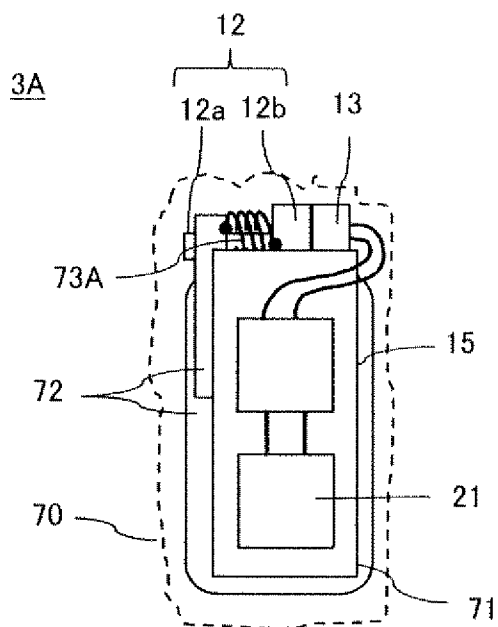
[図44]



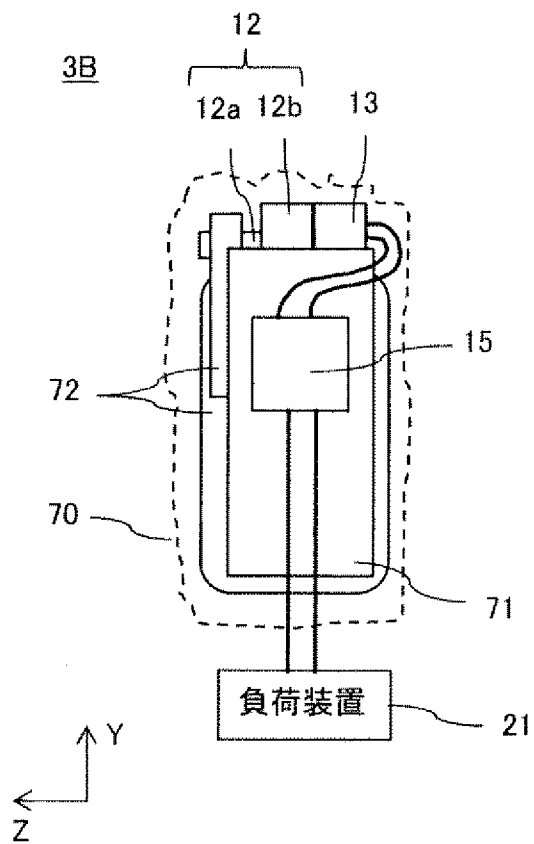
[図45]



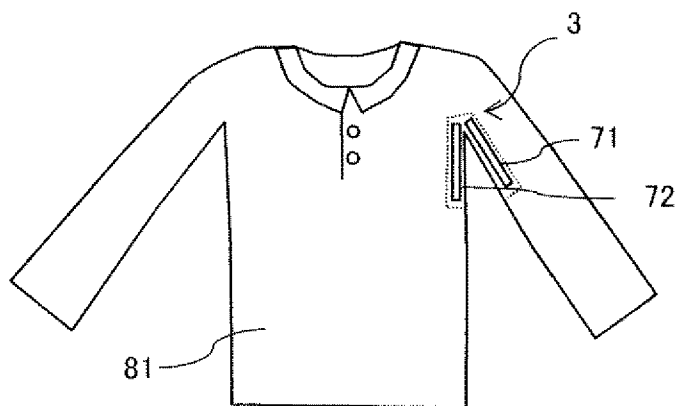
[図46]



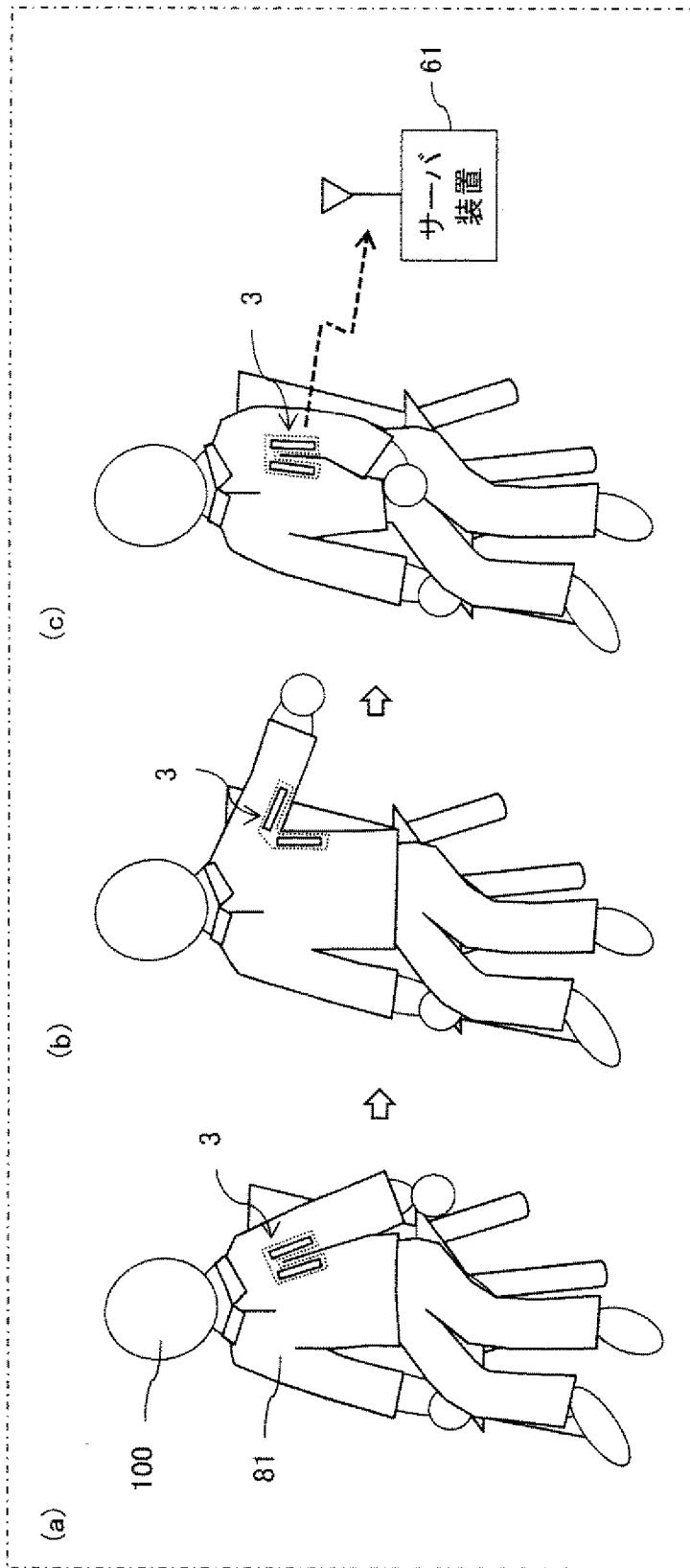
[図47]



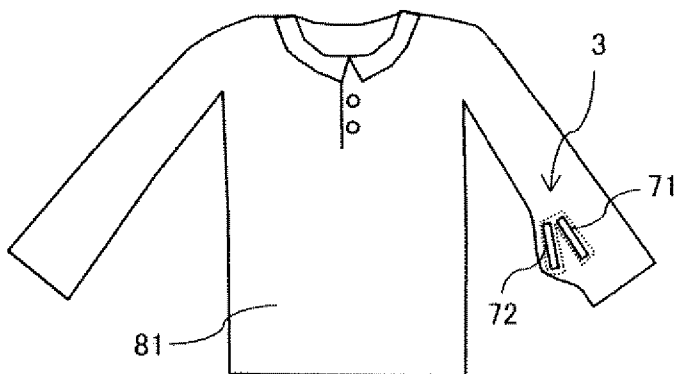
[図48]



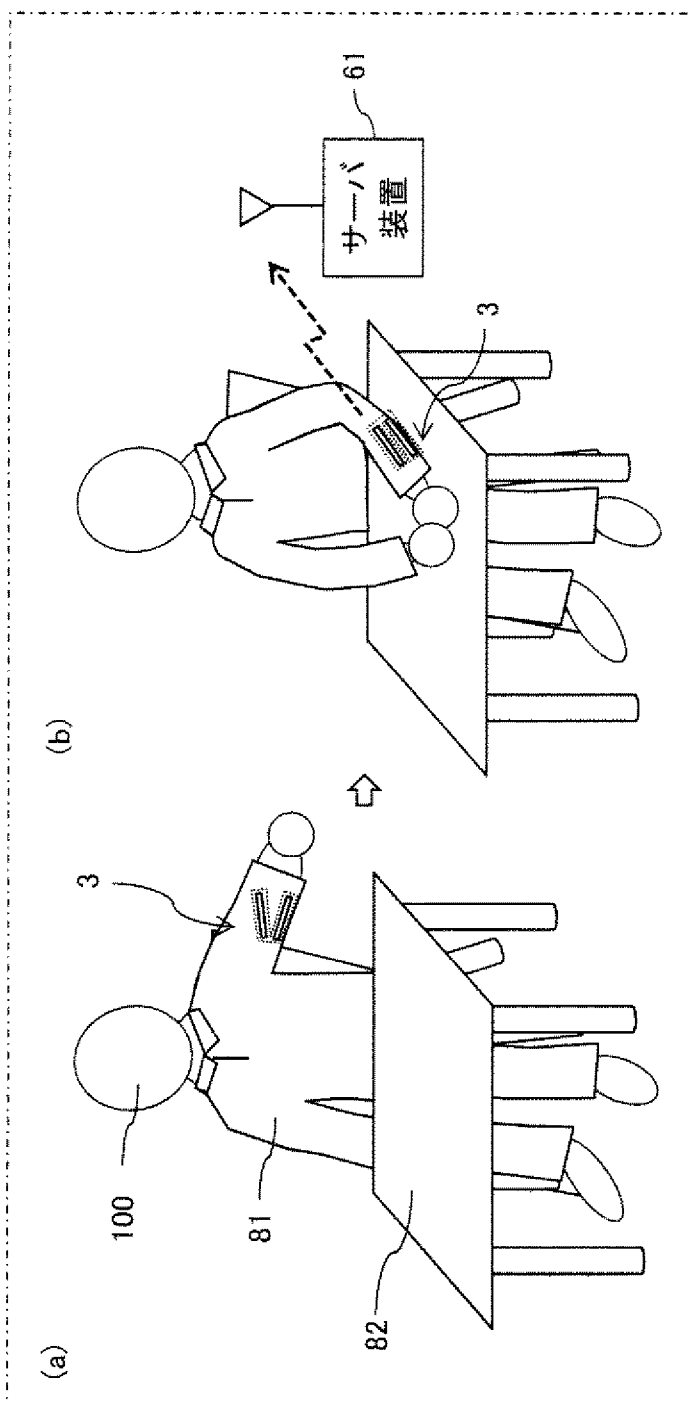
[図49]



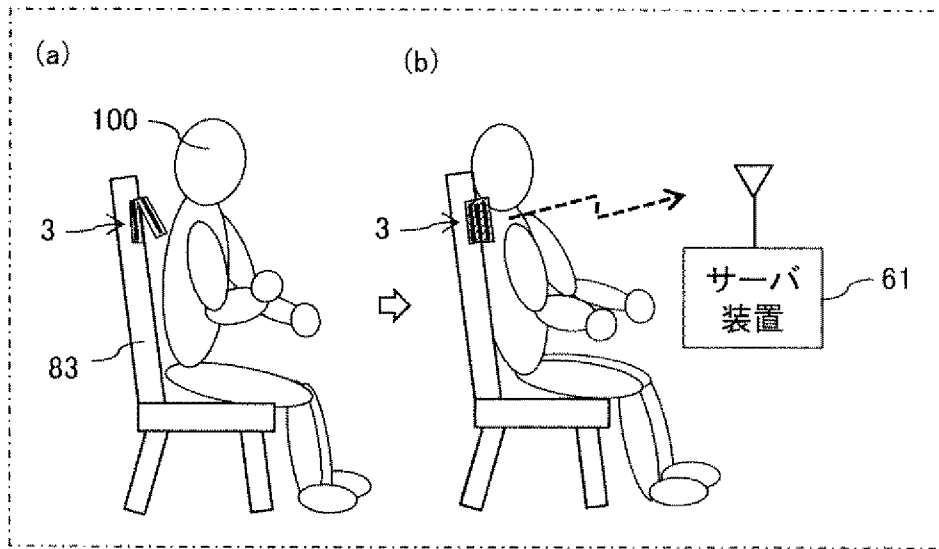
[図50]



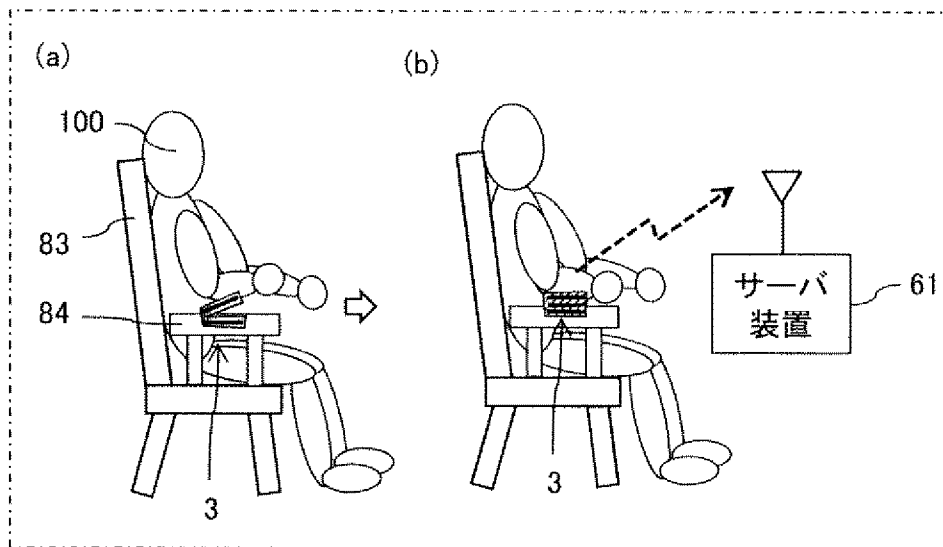
[図51]



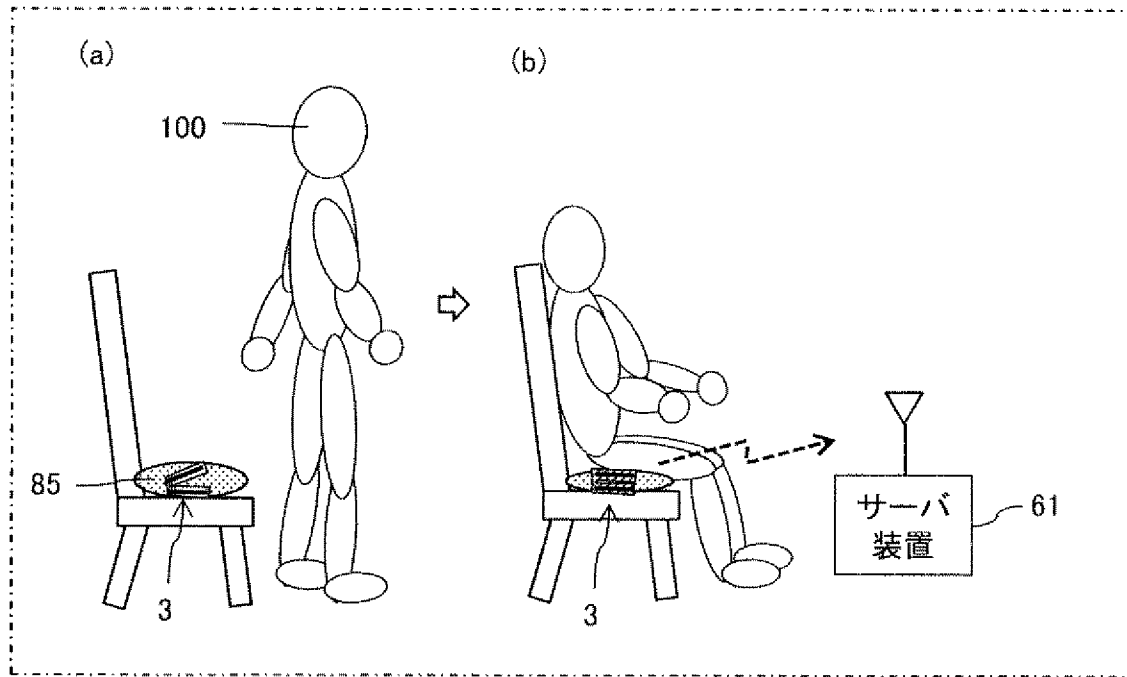
[図52]



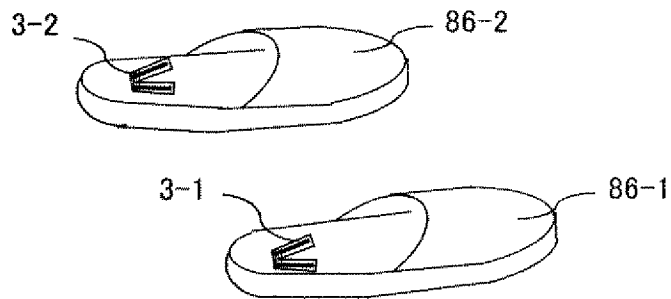
[図53]



[図54]



[図55]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2021/010752

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. H02K7/18 (2006.01) i, H02K7/06 (2006.01) i  
 FI: H02K7/18 A, H02K7/06 Z

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)

Int. Cl. H02K7/18, H02K7/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.            |
|-----------|---|----------------------------------|
| X<br>Y    | JP 2003-333795 A (NIDEC COPAL CORP.) 21 November 2003, abstract, paragraphs [0010]-[0018], fig. 1-5                                 | 1-2, 4, 8-15,<br>17<br>16, 18-28 |
| X<br>Y    | JP 2004-052747 A (OSHIO, Kozo) 19 February 2004, abstract, p. 3, line 37 to p. 4, line 26, p. 5, line 2 to p. 6, line 32, fig. 1-13 | 1-4, 8-15, 17<br>16, 18-28       |
| X<br>Y    | JP 2006-009573 A (EBINA, Koji) 12 January 2006, abstract, paragraphs [0013]-[0046], [0057]-[0063], fig. 1, 2                        | 1-4, 8-12, 15<br>16, 18-28       |
| X<br>Y    | JP 2003-169423 A (BABA, Norihiro) 13 June 2003, abstract, paragraphs [0009]-[0026], fig. 1-5  | 1-2, 5-12, 17<br>16, 18-28       |

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

"I" 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  
 06.04.2021

Date of mailing of the international search report  
 11.05.2021

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

Authorized officer  
  
 Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP2021/010752

| C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                       | Relevant to claim No. |
| Y   | JP 2009-536709 A (SRI INTERNATIONAL) 15 October 2009, paragraphs [0122]-[0130], fig. 19A, 19B                            | 16, 18-28             |
| Y   | JP 2018-031322 A (HAYAMI, Kohei) 01 March 2018, abstract, paragraphs [0030]-[0033], fig. 1, 2                            | 16                    |
| Y   | US 2018/0017125 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 18 January 2018, abstract, paragraph [0031], fig. 1                      | 16                    |
| Y   | JP 2011-176996 A (IMASEN ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 08 September 2011, abstract, paragraphs [0008]-[0020], fig. 1, 3 | 27-28                 |
| A   | CN 105649864 A (WUXI JINTIANYANG LASER ELECTRONIC CO., LTD.) 08 June 2016, abstract                                      | 1-28                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/010752

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family  | Publication Date |
|--|------------------|--|------------------|
| JP 2003-333795 A                           | 21.11.2003       | (Family: none)   |                  |
| JP 2004-052747 A                           | 19.02.2004       | (Family: none)   |                  |
| JP 2006-009573 A                           | 12.01.2006       | (Family: none)   |                  |
| JP 2003-169423 A                           | 13.06.2003       | (Family: none)   |                  |
| JP 2009-536709 A                           | 15.10.2009       | US 2007/0257490 A1<br>paragraphs [0143]-<br>[0151], fig. 19A, 19B<br>US 2007/0257491 A1<br>US 2008/0016860 A1<br>WO 2007/130252 A2 |                  |
| JP 2018-031322 A                           | 01.03.2018       | (Family: none)   |                  |
| US 2018/0017125<br>A1                      | 18.01.2018       | EP 3269997 A1<br>CN 107620678 A  |                  |
| JP 2011-176996 A                           | 08.09.2011       | (Family: none)   |                  |
| CN 105649864 A                             | 08.06.2016       | (Family: none)   |                  |

|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H02K 7/18(2006.01)i; H02K 7/06(2006.01)i<br>FI: H02K7/18 A; H02K7/06 Z   |   |                          |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H02K7/18; H02K7/06<br>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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2021年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2021年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2021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<br>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<br>請求項の番号           |
| X   | JP 2003-333795 A (日本電産コパル株式会社) 21.11.2003 (2003-11-21)<br>要約, 段落0010-0018, 図1-5   | 1-2, 4, 8-15, 17         |
| Y   |   | 16, 18-28                |
| X   | JP 2004-052747 A (大塩 宏三) 19.02.2004 (2004-02-19)<br>要約, 第3頁第37行-第4頁26行, 第5頁第2行-第6頁32行, 図1-13  | 1-4, 8-15, 17            |
| Y   |   | 16, 18-28                |
| X   | JP 2006-009573 A (蝦名 功至) 12.01.2006 (2006-01-12)<br>要約, 段落0013-0046, 0057-0063, 図1-2  | 1-4, 8-12, 15            |
| Y   |   | 16, 18-28                |
| X   | JP 2003-169423 A (馬場 宣弘) 13.06.2003 (2003-06-13)<br>要約, 段落0009-0026, 図1-5   | 1-2, 5-12, 17            |
| Y   |   | 16, 18-28                |
| Y   | JP 2009-536709 A (エスアールアイ インターナショナル) 15.10.2009 (2009-10-15)<br>段落0122-0130, 図19A, 19B  | 16, 18-28                |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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  | “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                          |
| 国際調査を完了した日  | 06.04.2021  | 国際調査報告の発送日<br>11.05.2021 |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>宮崎 賢司 3V 3245<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3357   |                          |

| C. 関連すると認められる文献 |   |                |
|-----------------|---|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリ*  | 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<br>請求項の番号 |
| Y               | JP 2018-031322 A (速水 浩平) 01.03.2018 (2018 - 03 - 01)<br>要約, 段落0030-0033, 図1-2                     | 16             |
| Y               | US 2018/0017125 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 18.01.2018 (2018 - 01 - 18)<br>要約, 段落0031, 図1     | 16             |
| Y               | JP 2011-176996 A (株式会社今仙電機製作所) 08.09.2011 (2011 - 09 - 08)<br>要約, 段落0008-0020, 図1, 3              | 27-28          |
| A               | CN 105649864 A (WUXI JINTIANYANG LASER ELECTRONIC CO., LTD.) 08.06.2016<br>(2016 - 06 - 08)<br>要約 | 1-28           |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/010752

| 引用文献               | 公表日        | パテントファミリー文献   | 公表日 |
|--------------------|------------|---|-----|
| JP 2003-333795 A   | 21.11.2003 | (ファミリーなし)   |     |
| JP 2004-052747 A   | 19.02.2004 | (ファミリーなし)   |     |
| JP 2006-009573 A   | 12.01.2006 | (ファミリーなし)   |     |
| JP 2003-169423 A   | 13.06.2003 | (ファミリーなし)   |     |
| JP 2009-536709 A   | 15.10.2009 | US 2007/0257490 A1<br>段落0143-0151, 図19A, 19B<br>US 2007/0257491 A1<br>US 2008/0016860 A1<br>WO 2007/130252 A2 |     |
| JP 2018-031322 A   | 01.03.2018 | (ファミリーなし)   |     |
| US 2018/0017125 A1 | 18.01.2018 | EP 3269997 A1<br>CN 107620678 A   |     |
| JP 2011-176996 A   | 08.09.2011 | (ファミリーなし)   |     |
| CN 105649864 A     | 08.06.2016 | (ファミリーなし)   |     |