

(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
2011年1月20日(20.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/007793 A1

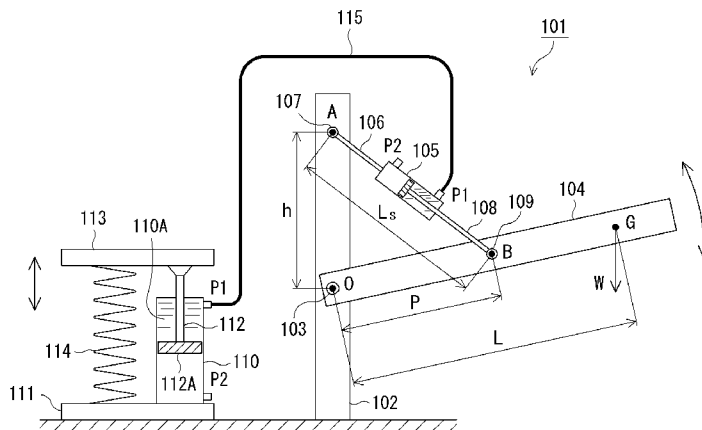
- (51) 国際特許分類:
B66F 19/00 (2006.01) B25J 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061872
- (22) 国際出願日: 2010年7月14日(14.07.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-166964 2009年7月15日(15.07.2009) JP
特願 2009-167591 2009年7月16日(16.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 学校法人慶應義塾(KEIO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒1088345 東京都港区三田二丁目15番45号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 泰之 (YAMADA, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒2238522 神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号 慶應義塾大学理工学部内 Kanagawa (JP). 森田 寿郎 (MORITA, Toshio) [JP/JP]; 〒2238522 神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号 慶應義塾大学理工学部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 石井 良和 (ISHII, Yoshikazu); 〒1030014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-6-3 豊第2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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LOAD-COMPENSATION DEVICE

(54) 発明の名称: 荷重補償装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a load-compensation device that can compensate for the load on an actuated arm and has excellent safety and durability. An actuated arm (104) is supported on a support body (102) by a first pivot part (103), an actuation cylinder (105) is supported above the first pivot part (103) by a second pivot part (107), and a piston rod (108) of the actuation cylinder (105) is coupled to a third pivot part (109) on the actuated arm (104). A piston rod (112) of a compensation cylinder (110) is coupled to a movable frame (113), and a compression coil spring (114) that pushes the moveable frame (113) upwards biases a piston (112A) in the compensation cylinder (110) upwards. The actuation cylinder (105) and the compensation cylinder (110) are coupled by a conduit (115). When the actuated arm (104) is rotated, the displacement of the piston in the actuation cylinder (105) biases the piston in the compensation cylinder (110), generating a torque that balances the load torque from the load (W) on the actuated arm (104), thereby maintaining a balanced state regardless of the angle of the actuated arm (104).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/007793 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】作動アームの荷重補償が可能であり、安全性と耐久性に優れた荷重補償装置を提供する。【解決手段】支持体 102 に作動アーム 104 が第 1 枢着部 103 で支持され、第 1 枢着部 103 の上方に第 2 枢着部 107 で作動シリンダ 105 が支持され、作動シリンダ 105 のピストンロッド 108 が作動アーム 104 の第 3 枢着部 109 に連結されている。補償シリンダ 110 のピストンロッド 112 が可動枠 113 に連結され、可動枠 113 を押し上げる圧縮コイルばね 114 によって補償シリンダ 110 のピストン 112 A を上向に付勢している。作動シリンダ 105 と補償シリンダ 110 は管路 115 内で連結され、作動アーム 104 を回動させると作動シリンダ 105 のピストンの変位は補償シリンダ 110 のピストンを付勢し、作動アーム 4 の負荷 W の負荷トルクに釣り合うトルクが発生し、作動アーム 104 の角度に関係なく釣り合い状態が維持される。

明 細 書

発明の名称：荷重補償装置

技術分野

[0001] 本発明は、作動アームを備えたロボットやマニピュレータ、作業機器等の、作動アーム全体に作用する重力とバランスさせるための荷重補償装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、垂直面内で回転する作動アームを備えたロボット等の荷重補償装置としては、例えば、特許文献1や特許文献2に記載されているように、ワイヤとこれに連結されたコイルばねを用いて作動アームの傾斜角度に拘わらず作動アーム及びこれに保持されるワーク等に作用する重力と、ばね力が釣り合うようにして荷重補償を行う装置が提案されている。

[0003] 図16は、このような従来の荷重補償装置の概略構造を示すもので、同図において、荷重補償装置A1は、水平な床面に設置された支持体A2に、作動アームA3がO点で水平軸回りに回転自在に支持されており、また、O点から鉛直上方に距離h離れたa点にワイヤA4の一方の端が連結されている。

[0004] 前記ワイヤA4は、作動アームA3上のO点から距離pだけ離れたb点で前記ワイヤA4を上下から挟むように設けられた一对のガイドプーリA5、A6を經由して屈曲されて、その他方の端が、引張コイルばねA7の一方の端部に連結されている。

[0005] 前記引張コイルばねA7は、自然長（外力が作用しない状態での長さ）からa点とb点の間のワイヤA4の長さ L_s に等しい量だけ引き延ばされた状態で、その他端が作動アームA3上に連結されている。（なお、同図では、引張コイルばねA7は、説明の都合上、前記長さ L_s に比べて実際より短縮して描いてある。）

[0006] ここで、作動アームA3は、図示していないワークを保持しており、この

ワークの重量と作動アーム A 3 の自重とを合わせた総重量と等価な荷重 W が作用点 G に鉛直方向に作用しているものとする。

[0007] O-G間の距離を L とすると、図 16 に示すように、作動アーム A 3 が水平方向 X から角度 θ 傾斜している姿勢において、荷重 W によって生じる O 点回りの負荷トルク τ_w は下記のようになる。

$$\tau_w = WL \cos \theta \quad (e 1)$$

[0008] 一方、自然長より長さ L_s だけ引き延ばされている、引張コイルばね A 7 によりワイヤ A 4 に作用する張力 T は、前記引張コイルばね A 7 のばね定数を k とすると、 $T = k L_s$ であるから、図 16 から明らかなように、前記張力 T によって O 点回りに発生するばねカトルク τ_s は下記のようになる。

$$[0009] \quad \tau_s = k L_s h \sin \phi \quad (e 2)$$

一方、

$$L_s \sin \phi = p \cos \theta \quad (e 3)$$

であるから、前記 (e 2) と (e 3) の式から ϕ を消去すると、

$$\tau_s = k p h \cos \theta \quad (e 4)$$

[0010] ここで、ばねカトルク τ_s は、負荷トルク τ_w と向きが反対であり、前記 (e 1) 式と (e 4) 式の関係から、引張コイルばね A 7 のばね定数 k を、 $k = WL / ph$ となるように選択すると、ばねカトルク τ_s は負荷トルク τ_w と、角度 θ に関係せずに釣り合って荷重補償が可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特許第 4 1 4 4 0 2 1 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 7 - 1 1 9 2 4 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、前述した荷重補償装置 A 1 においては、作動アーム A 3 が上下に回転するごとに、作動アーム A 3 を支えているワイヤ A 4 が一對のガ

イドプーリ A 5、A 6間を通過して屈曲が長期に亘って繰り返されると疲労によって破断し、作動アーム A 3の落下事故を招く虞があった。

[0013] また、作動アーム A 3を支えているワイヤ A 4の直径を大きくしたり、これを屈曲案内するためのガイドプーリ A 5、A 6の直径を大きくすると、荷重補償を行うための前述したような装置各部の幾何学的関係が狂い、完全な補償が行えなくなるため、大きな荷重が作用する作動アームへの適用が難しかった。

[0014] そこで、本発明は、前述したような従来技術における問題点を解消し、大きな荷重が作用する作動アームの荷重補償が可能であるとともに、安全性と耐久性に優れた荷重補償装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の荷重補償装置は、支持体と、前記支持体に一方の端部が第 1 枢着部で回動自在に支持された作動アームと、第 1 枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第 2 枢着部で回動自在に支持された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、前記作動アームの長手方向途中位置に第 3 枢着部で回動自在に連結されたピストンロッドと、前記作動アームから離して設けられ、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備えたものである。

[0016] 本発明の荷重補償装置は、支持体と、前記支持体に一方の端部が第 1 枢着部で回動自在に支持された作動アームと、前記作動アームの長手方向途中位置に第 3 枢着部で回動自在に連結された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、第 1 枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第 2 枢着部で回動自在に支持されたピストンロッドと、前

記作動アームから離して設けられ、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備えたものである。

[0017] 本発明の荷重補償装置は、支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結されたピストンロッドと、前記作動アームから離して設けられ、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備え、前記作動シリンダと補償シリンダの少なくとも一方は、相互に管路で連結されている側と反対側のポートが駆動用流体回路と駆動用管路を介して連結され、前記駆動用流体回路から前記ポートに連通するシリンダ室内に作動流体を給排出することにより作動アームが駆動されるようにしたものである。

[0018] 本発明の荷重補償装置は、支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されたピストンロッドと、前記作動アームから離して設けられ、前記作動シリンダと管路で連結されて前

記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備え、作動シリンダと補償シリンダの少なくとも一方は、相互に管路で連結されている側と反対側のポートが駆動用流体回路と駆動用管路を介して連結され、前記駆動用流体回路から前記ポートに連通するシリンダ室内に作動流体を給排出することにより作動アームが駆動されるようにしたものである。

[0019] 本発明の荷重補償装置は、支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されたスライダと、前記スライダに、第2枢着部を通過して軸方向にスライド自在に案内保持され、当該スライダから突出する一方の端部が前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結されているとともに、前記スライダから突出する他方の端部にばね受部が設けられたガイドロッドと、前記ガイドロッド外周に伸縮自在に遊嵌され、全長が無負荷時の自然長から第2枢着部と第3枢着部間の距離に略等しい長さ分だけ圧縮された状態で、前記ばね受部と前記スライダ間に組み込まれて、前記作動アームに第1枢着部回りに加わる負荷トルクを補償する圧縮コイルばねとを備えたものである。

[0020] また、本発明の荷重補償装置は、支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に支持されたスライダと、前記スライダに、第3枢着部を通過して軸方向にスライド自在に案内保持され、当該スライダから突出する一方の端部が第1枢着部から鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されているとともに、前記スライダから突出する他方の端部にばね受部が設けられたガイドロッドと、前記ガイドロッド外周に伸縮自在に遊嵌され、全長が無負荷時の自然長から第2枢着部と第3枢

着部間の距離に略等しい長さ分だけ圧縮された状態で、前記ばね受部と前記スライダ間に組み込まれて、前記作動アームに第1枢着部回りに加わる負荷トルクを補償する圧縮コイルばねとを備えたものである。

発明の効果

- [0021] 本発明の荷重補償装置によれば、作動アームに作用する荷重を作動シリンダで受け、これを、作動シリンダと管路で連結された補償シリンダを介してばね部材に伝達する構造であるため、従来のワイヤと引張コイルばねを用いている荷重補償装置のように、ワイヤの摩耗や疲労による破断で作動アームの落下事故を起こす虞がなく、大きな荷重に対応できるとともに、高い安全性と耐久性が得られる。
- [0022] 作動シリンダと補償シリンダの間を管路で連結するので、補償シリンダとばね部材の設置場所の自由度が大きい。また、作動シリンダと補償シリンダの受圧面積比を変えることで、作動シリンダのピストンロッドに発生する引張力と伸縮変位間の見かけ上のばね定数を前記受圧面積比の2乗倍の範囲で選択できるため、荷重補償装置としての設計の自由度が大きく、広範囲な重量に対応することができる。
- [0023] 本発明の荷重補償装置は、作動シリンダとそのピストンロッドは、反対向きにして、ピストンロッド側を第2枢着部に、作動シリンダ側を第3枢着部に連結したレイアウトが可能であり、必要に応じて、これら双方の方式の何れかを選択できるため、設計の自由度が大きい。
- [0024] 本発明の荷重補償装置によれば、更に、作動アームの荷重補償に用いている作動シリンダや補償シリンダが作動アームを駆動する駆動機構を兼ねているため、別途駆動シリンダ装置等を設ける必要がなく、装置の小型化、軽量化を図ることができるとともに、保守が簡単で製作コストを削減することができる。
- [0025] 本発明の荷重補償装置によれば、作動アームに作用する荷重をガイドロッドを介して圧縮コイルばねで受けるようにしているため、従来の引張コイルばねとワイヤを用いている荷重補償装置のように、ワイヤの摩耗や疲労によ

る破断で作動アームの落下事故を起こす虞がないため、高い安全性と耐久性が得られる。

[0026] ガイドロッドと圧縮コイルばねとを組み合わせて作動アームに作用する荷重を受けているため、従来のワイヤを用いている荷重補償装置と比較して、重量物を取り扱うことが可能である。

[0027] 本発明の荷重補償装置は、圧縮コイルばねの取付位置の自由度が高く、作動アームに関してどちらの位置にも配置でき、設計上の自由度が高い。

[0028] 本発明の荷重補償装置によれば、連結支持体が受ける負荷トルクが作動アームに加わらないため、連結支持体に更に２段目の作動アームやエンドエフェクタ等の物体を連結するような場合においても、支持体に支持された作動アームは、連結支持体前方に連結される物体の重心位置の変化に関わりなく荷重補償が可能である。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明に係る作動シリンダを使用した荷重補償装置の実施例 1 の概略図。

[図2]作動シリンダの縦断面図。

[図3]本発明に係る荷重補償装置の実施例 2 の概略図。

[図4]本発明に係る荷重補償装置の実施例 3 概略図。

[図5]本発明に係る荷重補償装置の実施例 4 概略図。

[図6]本発明に係る荷重補償装置の実施例 5 の概略図。

[図7]本発明に係る荷重補償装置の実施例 6 の概略図。

[図8]実施例 6 の作動シリンダの支持構造の部分図。

[図9]作動シリンダと補償シリンダを一体化した荷重補償装置の模式図。

[図10]本発明に係る荷重補償装置の実施例 7 の概略図。

[図11]実施例 7 の荷重補償装置の各部の幾何学的関係を示す模式図。

[図12]本発明に係る荷重補償装置の実施例 8 の概略図。

[図13]本発明に係る荷重補償装置の実施例 9 の概略図。

[図14]本発明に係る荷重補償装置の実施例 10 の概略斜視図。

[図15]実施例10の荷重補償装置におけるスライダの支持構造を示す部分図。
。

[図16]従来の荷重補償装置の概略図。

[図17]従来の荷重補償装置の各部の幾何学的関係を示す模式図。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明を図面の実施例を参照して説明する。

[0031] 実施例1

図1は、本発明の荷重補償装置の実施例1の概略図であって、同図に示す荷重補償装置101は、床面に固定された支持体102を有している。この支持体102には、水平な軸103（第1枢着部）によって、作動アーム104がこの軸103回りに回動自在に支持されている。

[0032] また、支持体102の軸103の中心Oから鉛直上方に距離hだけ離れた位置にあるA点には、作動シリンダ105がそのヘッド側に固定されている連結ロッド106を介して、前記軸103と平行な軸107（第2枢着部）で回動自在に支持されている。

[0033] 図2に示すように、作動シリンダ105のシリンダ室105A内には、ピストンロッド108の一端に設けられたピストン108Aがスライド自在に嵌挿されている。また、前記シリンダ室105A周壁のロッド側の端部とヘッド側の端部にはそれぞれシリンダ室105A内を外部と連通するためのポートP1、P2が設けられている。

[0034] 図1に示すように、シリンダ室105Aから突出しているピストンロッド108の端部は、軸103（第1枢着部）の中心であるO点から距離pだけ離れた、作動アーム104の長手方向途中位置B点に、軸103と平行な軸109（第3枢着部）で回動自在に連結されている。

[0035] 支持体102の近傍には、補償シリンダ110が固定枠111上に設置されている。補償シリンダ110内には、ピストン112Aが設けてあり、ピストンロッド112がシリンダ上方に突出している。

[0036] 前記ピストンロッド112の上端は、可動枠113の下面に連結されてい

る。この可動枠 113 は、ピストンロッド 112 と一体となって上下変位できるように、図示していないガイド手段を介して固定枠 111 に保持されている。また、固定枠 111 と可動枠 113 の間には、補償シリンダ 110 と並列に圧縮コイルばね 114（ばね部材）が、自然長より所定長さ圧縮された状態で組み込まれている。

[0037] 補償シリンダ 110 は、前述の作動シリンダ 105 と同様に、シリンダ室 110A のロッド側の端部とヘッド側の端部にそれぞれ外部と流通するための 2 つのポート P1、P2 を有していて、補償シリンダ 110 の作動流体が充填してある側のポート P1 と作動シリンダ 105 側のポート P1 は管路 115 で連結されている。

[0038] 作動シリンダ 105 のシリンダ室 105A のロッド側と、補償シリンダ 110 のシリンダ室 110A のロッド側、ならびに管路 115 内には作動流体が満たされている。この作動流体は、一般的には油のような非圧縮性流体が用いられている。

また、作動シリンダ 105 と補償シリンダ 110 にそれぞれ設けられているポート P2 は、何れも大気に開放されている。

[0039] この荷重補償装置 101 において、作動アーム 104 を軸 103 の回りに回転させると、ピストンロッド 108 がシリンダ 105 内のピストン 108A を移動させ、この動きは作動流体を介して補償シリンダ 110 のピストン 112A に伝達される。

[0040] ここで、作動シリンダ 105 のピストン 108A が L_1 だけシリンダ内を移動したとき、補償シリンダ 110 側のピストン 112A は、連動して L_2 だけ移動する。作動シリンダ 105 のピストン 108A の受圧面積を S_1 、補償シリンダ 110 のピストン 112A の受圧面積を S_2 とすると、作動流体が非圧縮性流体とすると、作動シリンダ 105 側で流出（または流入）する作動流体の容積は、補償シリンダ側で流入（流出）する容積に等しいから、

$$L_1 S_1 = L_2 S_2 \quad (1)$$

[0041] 圧縮コイルばね 114 のばね定数を K とすると、これが自然長から L_2 だけ

圧縮された時に補償シリンダ 110 のピストン 112 A に作用する力 F は、

$$F = K L_2 \quad (2)$$

[0042] 補償シリンダ 110 から作動流体を介して作動シリンダ 105 のピストン 108 A に伝達される力を f とすると、パスカルの原理により、

$$f = (S_1 / S_2) F \quad (3)$$

[0043] (3) 式に (1) 式と (2) 式を適用すると、

$$f = (S_1 / S_2) K L_2 = (S_1 / S_2)^2 K L_1 \quad (4)$$

ここで、 $k = (S_1 / S_2)^2 K$ とおくと、 $f = k L_1$ と表せるから、作動シリンダ 105 は見かけ上、ばね定数 k のばねと等価とみなせる。

[0044] ここで、作動アーム 104 が図示していないワーク等を保持しており、このワークの重量と作動アーム 104 の自重とを合わせた総重量に等価な荷重 W が O 点から距離 L 離れた作用点 G に鉛直方向に作用している場合を考える。

[0045] $k = WL / p h$ とし、 L_1 を軸 107 (第 2 枢着部) の中心位置 A 点と軸 109 (第 3 枢着部) の中心位置 B 点間の距離 L_s とすると、これは、先に図 16 及び図 17 において説明した従来の荷重補償装置における補償原理と同じ原理により、作動アーム 104 の傾斜角度に関係なく作動アーム 104 に作用する軸 103 (第 1 枢着部) 回りに作用する負荷トルクを 0 とする荷重補償を実現することができる。この場合、圧縮コイルばね 114 のばね定数 K は次のようになる。

$$K = (S_2 / S_1)^2 k = (S_2 / S_1)^2 (WL / p h) \quad (5)$$

[0046] (5) 式から明らかなように、圧縮コイルばね 114 のばね定数 K は、補償シリンダ 110 のピストン 112 A と作動シリンダ 105 のピストン 108 A の受圧面積比の 2 乗で変化させることができるため、 p 、 h 等の選択範囲を広くとれない場合にも、設計自由度を大きくできる。

[0047] なお、本実施例の荷重補償装置 101 においては、補償シリンダ 110 と圧縮コイルばね 114 とを固定枠 111 上に並列に配置し、可動枠 113 を介して補償シリンダ 110 のピストンロッド 112 と圧縮コイルばね 114

とを連結しているが、これに限定されるものではなく、例えば、ピストンロッド112と圧縮コイルばね114とは同軸上に直列配置したり、圧縮コイルばね114を補償シリンダ110のヘッド側に内蔵させてピストンを直接付勢するようにしてもよい。

[0048] また、本実施例の荷重補償装置101においては、圧縮コイルばね114を用いているが、ばね部材をこれに限定するものではなく、例えば、ピストンロッド112を引張コイルばねに連結して、圧縮コイルばね114と同等の付勢力を得るようにしてもよい。

[0049] なお、作動シリンダ105と補償シリンダ110間を連結する管路115の途中に開閉弁やアキュムレータ等を組み込むことで、作動アーム104のロックやインピーダンス調整の機能を簡単に付加することができる。

[0050] 実施例2

図3は、本発明に係る荷重補償装置の実施例2の概略図であって、同図に示す荷重補償装置101Aは、作動シリンダ105'のピストンロッド108'側の端部外周面を軸107'（第2枢着部）で回動自在に支持体102に支持したもので、同図において、図1中の番号と同じ番号で示す部分は、前述した荷重補償装置101と略同一構成である。

[0051] 図3に示す荷重補償装置101Aは、前述した荷重補償装置101と荷重補償の原理は同じであるが、作動シリンダ105'のロッド側の端部位置を支持体102に軸107'で回転可能に支持させたことで、ピストンロッド108'のストロークを長くとることができ、作動アーム104の回動範囲を大きくとれる利点がある。

[0052] 実施例3

図4に示す荷重補償装置101Bは、前述した荷重補償装置101Aの補償シリンダ110のヘッド側ポートP2と、作動シリンダ105'のヘッド側ポートP2に、それぞれ駆動用作動流体を供給し、または、排出するための一対の駆動用管路116A、116Bを更に追加したものであって、その他の部分については、図3に示す荷重補償装置101Aと略同一構成である

- 。
- [0053] この荷重補償装置 101B は、駆動用管路 116A、116B が図示していない駆動流体回路に接続されている。この駆動流体回路としては、例えば、油圧ポンプや方向切換弁等からなる周知の油圧回路等が用いられる。
- [0054] この実施例のものにおいては、圧縮コイルばね 114（ばね部材）の反発力によって、作動アーム 104 に軸 103（第 1 枢着部）回りに作用している負荷トルクが補償されている状態において、一方の駆動管路 116A から補償シリンダ 110 へ作動流体を供給すると、補償シリンダ 110 のピストン 112A は押し上げられる。
- [0055] その結果、シリンダ室 110A のロッド側の流体はポート P1 から押し出され、管路 115 を通って作動シリンダ 105' のポート P1 からシリンダ 105' 内に流入し、ピストンを押し上げるのでロッド 108' によって作動アーム 104 は反時計回りに回転して作動アーム 104 は上昇する。
- [0056] 図示していないが、荷重補償装置 101B の作動シリンダ 105' は、ヘッド側のシリンダ室内にも作動流体が満たされており、ピストンの移動によって、この作動流体は駆動管路 116B を通って駆動流体回路側に還流される。
- [0057] 逆に、駆動流体管路 116B を通して作動シリンダ 105' へ作動流体を供給した場合には、作動アーム 104 は、時計回りに回転して下がり、作動シリンダ 105' のロッド側シリンダ室内の流体は、ポート P1 から管路 115 を通って補償シリンダ 110 のポート P1 からシリンダ室 110A のロッド側に流入する。
- [0058] その結果、補償シリンダ 110 のピストン 112A が下方に押され、ピストンロッド 112、可動枠 113 が一体となって降下し、圧縮コイルばね 114 が更に圧縮されて反発力が高まり、その高まった反発力によって、作動アーム 104 の時計回りの回転で増加した負荷トルクを補償する。
- [0059] 本実施例においては、作動アーム 104 の荷重補償に用いている作動シリンダ 105' や補償シリンダ 110 で作動アーム 104 の駆動機構を兼ねて

いるため、別途駆動シリンダ装置等を設ける必要がない。

[0060] なお、本実例の荷重補償装置 101B においては、駆動用管路 116A、116B の両方を図示していない駆動流体回路に接続しているが、何れか一方を省略してもよい。その場合には、管路が接続されていない作動シリンダ 105' または補償シリンダ 110 のポート P2 は大気中に開放しておく。

[0061] そして、補償シリンダ 110 と作動シリンダ 105' の何れかのポート P2 に接続されている駆動流体管路を介して、駆動用流体回路から流体を供給するか、あるいは負圧にして吸引すれば、作動アーム 104 を反時計まわり、または時計回りのいずれの方向にも回転させることができる。

[0062] 実施例 4

図 5 に示す荷重補償装置 101C は、作動シリンダ 105' のシリンダ室 105' A のヘッド側と補償シリンダ 110 のシリンダ室 110 A のヘッド側に作動流体が満たされており、作動シリンダ 105' のヘッド側のポート P2 と、補償シリンダ 110 のヘッド側のポート P2 間を管路 115 で連結し、それぞれのロッド側のポート P1 は大気中に開放してある点を除いて、前述した図 3 に示す荷重補償装置 101A と同一構成となっている。

[0063] 本実施例の荷重補償装置 101C においては、作動シリンダ 105' のピストンロッド 108' に作用する引張荷重によって、作動シリンダ 105' のシリンダ室 105' A のヘッド側に生じる負圧を、管路 115 を通して補償シリンダ 110 のシリンダ室 110 A のヘッド側へ伝達し、補償シリンダ 110 のピストン 112 A を下方へ吸引して圧縮コイルばね 114 (ばね部材) を収縮させるもので、作動シリンダ 105' のピストンと補償シリンダ 110 のピストンの連係動作においては、先に説明した荷重補償装置 101、101A と同様である。

[0064] なお、本実例の荷重補償装置 101C においては、作動シリンダ 105' と補償シリンダ 110 の何れか一方のポート P1 を駆動流体回路に連結し、他方のポート P1 を大気中に開放するか、あるいは両方のポート P1 を駆動流体回路に連結することにより、前述の図 4 に示す荷重補償装置 101B と

同様に、作動アーム 104 を駆動することが可能である。

[0065] 実施例 5

図 6 は、本発明に係る荷重補償装置の更に別の実施例を示す概略側面図であって、この荷重補償装置 101D は、前述した図 3 の荷重補償装置 101A と基本構造は共通しているが、作動アーム 104 の下方に軸 103a で支持体 102 に回動自在に支持された補助作動アーム 104a を有している。

[0066] 作動アーム 104 と補助作動アーム 104a の先端部どうしはそれぞれ、軸 117a (第 4 枢着部) と軸 117b で連結支持体 118 に回動自在に連結されており、支持体 102、作動アーム 104、連結支持体 118、及び、補助作動アーム 104a により、平行リンクが構成されている。

従って、連結支持体 118 は、この平行リンクによって、作動アーム 104 の傾斜角度に関係なく、常に一定の姿勢が保持されている。

[0067] 連結支持体 118 には、荷 C を吊り下げるトロリ 119 を移動自在に案内するトロリ案内レール 120 が片持ち状態で水平に取り付けられている。この荷重補償装置 101D においては、連結支持体 118 には、トロリ案内レール 120、トロリ 119、荷 C の合計重量の等価な荷重 W' が作用点 G' に作用すると、連結支持体 118 には、前記荷重 W' により、軸 117a (第 4 枢着部) 回りに負荷トルクが作用するが、支持体 102、作動アーム 104、連結支持体 118、及び、補助作動アーム 104a からなる平行リンク機構で構成された平行運動機構によって、前記負荷トルクは、作動アーム 104 や補助作動アーム 104a に加わることはない。

[0068] 従って、作動アーム 104 には、その自重と補助作動アーム 104a、連結支持体 118 を合わせた重量と、前記荷重 W' を合わせた荷重 W が作用点 G に作用するものとして、圧縮コイルばね 114 のばね定数を選択すれば、トロリ案内レール 120 上のトロリ 119 の位置に関係なく、作動アーム 104 を任意の角度でバランスさせることができる。

[0069] なお、連結支持体 118 を作動アーム 104 の傾斜角度に関係なく、常に一定姿勢に保持するための平行運動機構としては、前述した平行リンク機構

のみに限定するものではなく、図示は省略するが、例えば、連結支持体 118 が作動アーム 104 の角度によらずに一定の姿勢を保つように、支持体 102 と作動アーム 104 間、及び、作動アーム 104 と連結支持体 118 間にそれぞれ管路で互いに連結されて両方のピストンロッドが同期するようにした一対の液圧シリンダ装置を組み込んで平行運動機構を構成してもよい。

[0070] また、図示は省略するが、平行運動機構を、例えば、支持体 102 の軸 103 の位置と、連結支持体 118 の軸 117 a の位置にそれぞれ同一歯数の歯付プーリを固定して、これらの歯付プーリ間にタイミングベルトを掛け渡して構成したり、また、支持体 102 と連結支持体 118 間を、作動アーム 104 と平行なワイヤで連結して構成してもよい。

[0071] また、荷重補償装置 101 D においては、連結支持体 118 にトロリ案内レール 120 を取り付けているが、これに限らず、例えば、連結支持体 118 に 2 段目の作動アームを回動自在に支持させ、連結支持体 118 とこの 2 段目の作動アームの間にも作動シリンダを組み込んで、2 段目の作動アームに作用する荷重に対しても、前述した各荷重補償装置と同じ原理で荷重補償を行えるようにしてもよい。

[0072] 更に、前述した各荷重補償装置 110、101 A、101 B、101 C、101 D においては、第 1 枢着部どうしが水平な同一直線上に並ぶように複数の作動アームを並列し、それぞれの作動アームの作動シリンダを共通の補償シリンダに連結して、これらの作動アームを協働させるようにしてもよい。

[0073] この場合、各作動アーム上に底面の高さが均一でない物品を保持させると、それぞれの作動アームは、物品の底面形状に適合するように相互の上下位置調整が自動的に行われて各作動アームに物品の重量が均等に負荷され、各作動アームを荷重補償されている状態で一緒に上下動させることができる。但し荷重補償装置 101 D の場合は、トロリ案内レール 120 の代わりに、連結支持体 118 に保持アームを取り付け、その上に物品を保持させればよい。

[0074] 実施例 6

図 7 は、本発明に係る荷重補償装置の更に別の実施例を示す概略斜視図であって、同図に示す荷重補償装置 101E においては、作動アーム 104A は、支持体 102A 上に、第 1 枢着部となる O 点で互いに直交する Pitch 軸、Roll 軸、Yaw 軸の各軸回りに回動できるように支持されている。

[0075] なお、同図において、M1、M2、M3 はそれぞれ、作動アーム 104A を Pitch 軸回りに揺動させるアクチュエータ、M2 は、Roll 軸回りに傾動させるアクチュエータ、M3 は、Yaw 軸回りに旋回させるアクチュエータを模式的に示している。

[0076] また、O 点から鉛直上方に離間した定位置 A 点には、図示を省略しているが、図 7 に示すように、作動シリンダ 122 のロッド側端部が第 2 枢着部を構成するジンバル機構 121 のジンバル枠 121A を介して、互いに軸線の延長線が A 点で直交する 2 組の軸 121B、121C 回りに回動可能にジンバル支持枠 121D に支持されている。ジンバル支持枠 121D は、支持体 102A 上方にこれに対して相対的に固定された位置関係で設けられている。

[0077] また、作動シリンダ 122 のピストンロッド 123 の先端部は、作動アーム 104A の長手方向途中位置 B 点に設けた第 3 枢着部において回動自在に連結されている。第 3 枢着部は、図示は省略しているが、作動アーム 104A の Pitch 軸、Roll 軸、Yaw 軸の各軸回りの回動に追従可能なボールジョイント等を用いて構成されている。

[0078] 作動シリンダ 122 は、前述した図 3 の荷重補償装置 101A のものと略同一構造であり、第 2 枢着部における連結構造のみが異なる。また、図 3 と同じ番号で示す部分は、荷重補償装置 101A と同一構造となっている。

[0079] 図 7 において、第 1 枢着部の中心 O 点、第 2 枢着部の中心 A 点、第 3 枢着部の中心 B 点の 3 点は、常に垂直面内に位置しており、この垂直面内でのこれらの枢着部の配置は、図 3 の荷重補償装置 101A における軸 103、軸

107'、軸109間の配置と同じ幾何学的関係になっている。

- [0080] 従って、作動アーム104Aは、第1枢着部の中心O点回りにどのような方向に回動した位置においても、荷重補償装置101Aと同じ原理によって荷重補償を行うことができ、各アクチュエータM1、M2、M3の負担を低減することができる。
- [0081] 前述した、本発明の各実施例における荷重補償装置101、101A、101B、101C、101D、101Eは、何れも作動シリンダを支持体に対する作動アームの回動中心である第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に第2枢着部で回動自在に支持し、一方、作動シリンダ内にピストンが嵌挿されているピストンロッドを前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結している構成となっているが、作動シリンダとそのピストンロッドは、反対向きにして、ピストンロッド側を第2枢着部に、作動シリンダ側を第3枢着部に連結したレイアウトが可能であり、必要に応じて、これら双方の方式の何れかを選択できるため、設計の自由度が大きい。
- [0082] 実施例1～6の荷重補償装置101、101A、102B、101C、101D、101Eにおいて、作動シリンダ105、105'、122のピストンの受圧面積 S_1 と補償シリンダ110のピストン受圧面積 S_2 とを、 $S_1 = S_2$ と等しくし、かつ、管路115を省略して両シリンダを直列に連結すると、図9に示す構成となり、作動シリンダと補償シリンダを一体化し、両シリンダ間を1本のピストンのみで接続した構成と等価である。更に、圧縮コイルばね114を前記一体化したシリンダに直列に配置すると以下の実施例のようにばねのみで荷重補償が可能になる。

実施例7

図10は、本発明の荷重補償装置の実施例7を示す概略図であって、同図に示す荷重補償装置1は、床面に固定された支持体2を有している。この支持体2には、水平な軸3（第1枢着部）によって、作動アーム4がこの軸3回りに回動自在に支持されている。

[0083] また、支持体 2 の軸 3 の鉛直上方位置には、この軸 3 と平行な軸 5（第 2 枢着部）回りにブロック状のスライダ 6 が回動自在に支持されている。前記スライダ 6 には図示しないガイド孔が形成されていて、このガイド孔にはガイドロッド 7 がその長手方向にスライド自在に案内支持されている。

なお、軸 5 の延長線とガイドロッド 7 の軸線とは直交する位置関係になっており、軸 5 は前記ガイド孔内には突出しない構造でスライダ 6 に連結されている。

[0084] ガイドロッド 7 の一方の端部は、作動アーム 4 の長手方向途中位置に、前記軸 3 と平行な軸 8（第 3 枢着部）でこの軸 8 回りに回動自在に連結されている。また、このガイドロッド 7 の他方の端部にはばね受部 9 が設けられている。

[0085] 本実施例のものにおいては、ばね受部 9 はガイドロッド 7 の他の部分よりも大径に一体に形成されていて、ばね受部 9 とスライダ 6 との間には、圧縮コイルばね 10 があらかじめその自然長より、軸 5 と軸 8 の軸間距離 L_s に等しい長さだけ圧縮された状態で、ガイドロッド 7 に伸縮自在に組み込まれている。

[0086] なお、ばね受部 9 は、ガイドロッド 7 の他方の端部に所定長さ形成したネジに螺合するナット状の別部品として構成することにより、圧縮コイルばね 10 をガイドロッド 7 に容易に組み付けられるとともに、圧縮長さの調整を容易に行うことができる。

[0087] 同図において、作動アーム 4 には、その自重とこれに鉛直方向に作用する外部荷重（これは、例えば、作動アーム 4 がロボットのアームである場合にはその先端に作用するエンドエフェクタやワーク等の重量、クレーンのアームである場合には吊り荷の重量を意味する。）を合わせた総重量に等価な荷重 W が作用点 G の位置に鉛直方向に作用している。

[0088] 図 11 は、前述した荷重補償装置 1 の各部の幾何学的関係を模式化した図であって、同図において、 O 点は、軸 3 の中心位置であり、角度 θ は、作動アーム 4 の水平方向 X に対する傾斜角を表している。

[0089] また、A点は、軸5の中心位置であって、O点から鉛直方向Y上方に距離hだけ離間している。また、点Bは軸8の中心位置であって、これらのA点とB点間の距離が前述した距離 L_s である。

[0090] 荷重Wが作用する作用点GとO点との間の距離をLとすると、作動アーム4に前記荷重Wによって生じるO点回りの負荷トルク τ_w は下記のようになる。

$$\tau_w = WL \cos \theta \quad (6)$$

[0091] 一方、前述した圧縮コイルばね10は、A点とB点間の距離 L_s 、に等しい距離だけ圧縮されているため、そのばね定数をkとすると、ガイドロッド7にはこの圧縮コイルばね10の復元力 $k L_s$ が引張力として作用している。

[0092] その結果、前記復元力 $k L_s$ によって、作動アーム4にはO点回りに下記のばねカトルク τ_s が発生している。

$$\tau_s = k L_s h \sin \phi \quad (7)$$

[0093] また、図10から明らかなように、 ϕ と θ の間には下記の関係が成立する。

$$L_s \sin \phi = p \cos \theta \quad (8)$$

そこで、前記(2)と(3)の式から ϕ を消去すると、

$$\tau_s = k p h \cos \theta \quad (9)$$

[0094] ここで、ばねカトルク τ_s は負荷トルク τ_w と向きが反対であり、(6)式と(9)式の関係から、ばね定数kを、 $k = WL / ph$ となるように選択すると、作動アーム4の角度 θ に関係なく、作動アーム4に作用するO点回りに作用するトルクを0とする荷重補償が可能となる。

[0095] 実施例8

図12は、本発明の荷重補償装置の実施例8を示す概略図であって、同図に示す荷重補償装置1Aは、前述した図9に示す実施例7の荷重補償装置1とは、ガイドロッド7の取り付け向きを逆にして、圧縮コイルばね10を作動アーム4の下方に配置した点が異なっている。

[0096] すなわち、この荷重補償装置1Aにおいては、スライダ6が作動アーム4

の長手方向途中位置に軸 8（第 3 枢着部）によって、この軸 8 回りに回動自在に連結されているとともに、ガイドロッド 7 の一端部（ばね受け部 9 を設けている側と反対側の端部）が軸 5（第 2 枢着部）で支持体 2 に回動自在に支持されている。

なお、図 1 1 において、図 9 中の番号と同じ番号で示す部分は前述した荷重補償装置 1 に使用されている部分と略同一構成のものである。

[0097] 図 1 2 に示す荷重補償装置 1 A は、前述した荷重補償装置 1 と荷重補償の原理は同じであるが、作動アーム 4 の後上方に圧縮コイルばね 1 0 やガイドロッド 7 が突出しないため、作動アーム 4 後方が使用できないか、あるいは他に使用する場合に有用である。

[0098] 実施例 9

図 1 3 は、本発明の荷重補償装置の実施例 9 を示す概略図であって、同図に示す荷重補償装置 1 B は、前述した図 9 に示す荷重補償装置 1 の作動アーム 4 の下方に平行して補助作動アーム 4 a を軸 3 a で支持体 2 に回動自在に設け、作動アーム 4 と補助作動アーム 4 a の先端部どうしを連結支持体 1 1 で連結してある。

[0099] 前記連結支持体 1 1 の上端部は、作動アーム 4 の自由端と軸 1 2 a（第 4 枢着部）で回動自在に連結され、また、下端部は、補助作動アーム 4 a の自由端と軸 1 2 b で回動自在に連結されており、支持体 2、作動アーム 4、連結支持体 1 1、及び、補助作動アーム 4 a によって平行リンクが構成されている。

[0100] 従って、連結支持体 1 1 は、常に直立した姿勢を保ちながら作動アーム 4 の運動に伴って垂直面内を平行移動するようになっている。なお、図 1 2 において、図 9 中の番号と同じ番号で示す部分は、前述した荷重補償装置 1 に使用されている部分と略同一構成である。

[0101] 本実施例の荷重補償装置 1 B においては、連結支持体 1 1 に水平な軸 1 3 によって第 2 作動アーム 1 4 が垂直面内で回動自在に連結されている。前記連結支持体 1 1 は、作動アーム 4 の上方に突出しており、軸 1 3 の鉛直上方

のこの突出した部分に、軸 15 によって、スライダ 16 が回転自在に連結され、このスライダ 16 には、ガイドロッド 17 がその長手方向にスライド自在に案内支持されている。

[0102] また、ガイドロッド 17 の一方の端部は、作動アーム 14 の長手方向途中位置に、軸 18 で回転自在に連結され、また、このガイドロッド 17 の他方の端部にはばね受部 19 が設けられている。

[0103] ばね受部 19 とスライダ 16 との間には、圧縮コイルばね 20 があらかじめその自然長より、軸 15 と軸 18 の軸間距離等しい長さだけ圧縮された状態で、ガイドロッド 17 に伸縮自在に組み込まれている。

[0104] 連結支持体 11、第 2 作動アーム 14、スライダ 16、ガイドロッド 17、圧縮コイルばね 20 等の各部分は、連結支持体 11 を支持体と見なした場合に前述した図 9 の荷重補償装置 1 と同じ関係の荷重補償装置を構成しており、圧縮コイルばね 20 のばね定数は第 2 作動アーム 14 の作用点 G2 に鉛直方向に作用する荷重 W_2 (第 2 作動アーム 14 の自重とこれに鉛直方向に作用する外部荷重との総和の等価荷重) に対して、前述した荷重補償装置 1 の場合と同様にして決めることにより、第 2 作動アーム 14 は、任意の角度 θ_2 でバランスさせることができる。

[0105] 本実施例の荷重補償装置 1B では、連結支持体 11 には、第 2 作動アーム 14 側の全荷重 W_2 と、この荷重 W_2 により生じる軸 13 回りの負荷トルク τ_w' が作用するが、前述した、支持体 2、作動アーム 4、連結支持体 11、及び、補助作動アーム 4a によって構成されている平行リンク機構によって、前記負荷トルク τ_w' は、作動アーム 4 や補助作動アーム 4a に加わることはない。

[0106] 従って、作動アーム 4 には、その自重と補助作動アーム 4a、連結支持体 11 を合わせた重量と、前記荷重 W_2 を全て合わせた合計荷重に等価な荷重 W_1 が作用点 G1 に作用するものとして、圧縮コイルばね 10 のばね定数を選択すれば、作動アーム 4 は、第 2 作動アーム 14 の角度 θ_2 に関係なく、任意の角度 θ_1 でバランスさせることができる。

- [0107] 本実施例の荷重補償装置 1 Bにおいては、作動アーム 4 の角度 θ_1 によらずに連結支持体 1 1 を一定姿勢に保ち、且つ当該連結支持体 1 1 に負荷される負荷トルク τ_w' が作動アームに加わらないようにするために、平行リンク機構で構成した平行運動機構を用いているが、前記平行運動機構は補助作動アーム 4 a を用いた平行リンクに限定するものではない。
- [0108] 図示は省略するが、例えば、連結支持体 1 1 が作動アーム 4 の角度によらずに一定の姿勢を保つように支持体 2 と作動アーム 4 間、及び、作動アーム 4 と連結支持体 1 1 間にそれぞれ管路で互いに連結されて両方のピストンロッドの伸縮が同期するようにした一对の液圧シリンダ装置を組み込んで平行運動機構を構成してもよい。
- [0109] また、図示は省略するが、平行運動機構を、支持体 2 の軸 3 の位置と、連結支持体 1 1 の軸 1 2 a の位置にそれぞれ同一歯数の歯付プーリを固定して、これらの歯付プーリ間にタイミングベルトを掛け渡して構成したり、また、支持体 2 と連結支持体 1 1 間を、作動アーム 4 と平行なワイヤで連結して構成してもよい。
- [0110] また、この実施例の荷重補償装置 1 Bにおいては、作動アーム 4 の先端に連結支持体を介して第 2 作動アーム 1 4 を連結した 2 段アーム構成としているが、3 段以上としてもよく、2 段目以降の作動アームについても、前述したような平行リンク機構等からなる平行運動機構を組み込むことによって、各段の作動アームを角度に関係なく個別に荷重補償することが可能である。
- [0111] 前述した荷重補償装置 1 Bにおいては、ガイドロッド 7、1 7 や圧縮コイルばね 1 0、2 0 を、図 1 0 に示す荷重補償装置 1 と同様に、作動アーム 4 や第 2 作動アーム 1 4 の上方に配置しているが、これに代えて、図 1 1 に示す荷重補償装置 1 A と同様に、作動アーム 4 または補助作動アーム 4 a、及び第 2 作動アーム 1 4 の下方にそれぞれ配置してもよい。
- [0112] 更に、連結支持体 1 1 には、第 2 作動アーム 1 4 を連結する代わりに、作動アーム 4 の前方に重心位置が前後移動するようなエンドエフェクタや、吊り荷を支持する吊りビーム等を取り付けてもよい。

[0113] 実施例 10

図 14 は、本発明に係る荷重補償装置の実施例 10 の概略斜視図であって、同図に示す荷重補償装置 1C においては、作動アーム 4A は、支持体 2A 上に、第 1 枢着部となる O 点で互いに直交する Pitch 軸、Roll 軸、Yaw 軸の各軸回りに回動できるように支持されている。

[0114] なお、同図において、M1、M2、M3 はそれぞれ、作動アーム 4A を Pitch 軸回りに揺動させるアクチュエータ、M2 は、Roll 軸回りに傾動させるアクチュエータ、M3 は、Yaw 軸回りに旋回させるアクチュエータを模式的に示している。

[0115] また、O 点から鉛直上方に離間した定位置 A 点には、図 14 では図示を省略しているが、図 15 に示すように、スライダ 6A が、第 2 枢着部を構成するジンバル機構 21 のジンバル枠 21A を介して、互いに軸線の延長線が A 点で直交する 2 組の軸 21B、21C 回りに回動可能にジンバル支持枠 21D に支持されている。ジンバル支持枠 21D は、支持体 2A 上方にこれに対して相対的に固定された位置関係で設けられている。

[0116] スライダ 6A 中心部には、ガイドロッド 7A がスライド自在に貫通しており、その一方の端部は、図 13 に示すように、作動アーム 4A の長手方向途中位置 B 点に第 3 枢着部で回動自在に連結されている。第 3 枢着部は、図示は省略しているが、作動アーム 4A の Pitch 軸、Roll 軸、Yaw 軸の各軸回りの回動に追従可能なボールジョイント等を用いて構成されている。

[0117] ガイドロッド 7A の他方の端部には、ばね受部 9A が設けられている。ばね受部 9A とスライダ 6A との間には、圧縮コイルばね 10A があらかじめその自然長より、第 2 枢着部の中心位置 A 点と第 3 枢着部の中心位置 B 点間の距離 L_s に等しい長さだけ圧縮された状態で、ガイドロッド 7A に伸縮自在に組み込まれている。

[0118] 第 1 枢着部の中心 O 点、第 2 枢着部の中心 A 点、第 3 枢着部の中心 B 点の 3 点は、常に垂直面内に位置しており、この垂直面内でのこれらの枢着部の

配置は、前述した図9及び図10で説明した荷重補償装置1における、軸3（第1枢着部）の中心O点、軸5（第2枢着部）の中心A点、軸8（第3枢着部）の中心B点の配置と同じ幾何学的関係になっている。

[0119] 従って、作動アーム4Aは、第1枢着部の中心O点回りにどのような方向に回転した位置においても、前述した荷重補償装置1と同じ原理によって荷重補償を行うことができ、各アクチュエータM1、M2、M3の負担を低減することができる。

[0120] なお、本実施例の荷重補償装置1Cにおいては、圧縮コイルばね10Aを作動アーム4Aの後上方に設けているが、前述した荷重補償装置1Aのように、ガイドロッド7Aの取り付け向きを逆にして、圧縮コイルばね10Aを作動アーム4Aの下方に配置することも可能である。

産業上の利用可能性

[0121] 本発明の荷重補償装置は、作動アームを備えたロボットやマニピュレータの他、簡易型ジブクレーン、更に、2段式駐輪設備の傾動式の車輪保持レールや電気スタンドのアーム、電動工具の吊下保持アーム等、種々な分野における荷重補償装置として幅広く利用可能である。

符号の説明

[0122]	1、1A、1B、1C	荷重補償装置
	2、2A	支持体
	3	軸（第1枢着部）
	3a	軸
	4、4A	作動アーム
	4a	補助作動アーム
	5	軸（第2枢着部）
	6、6A	スライダ
	7、7A	ガイドロッド
	8	軸（第3枢着部）
	9、9A	ばね受部

10、10A	圧縮コイルばね
11	連結支持体
12a	軸(第4枢着部)
12b	軸
13	軸
14	第2作動アーム
15	軸
16	スライダ
17	ガイドロッド
18	軸
19	ばね受部
20	圧縮コイルばね
21	ジンバル機構(第2枢着部)
21A	ジンバル枠
21B、21C	軸
21D	ジンバル支持枠
101、101A、101B、101C、101D、101E	荷重補償装置
102、102A	支持体
103	軸(第1枢着部)
103a	軸
104、104A	作動アーム
104a	補助作動アーム
105、105'	作動シリンダ
105A	シリンダ室
106	連結ロッド
107、107'	軸(第2枢着部)
108、108'	ピストンロッド

108A	ピストン
109	軸（第3枢着部）
110	補償シリンダ
110A	シリンダ室
111	固定枠
112	ピストンロッド
112A	ピストン
113	可動枠
114	圧縮コイルばね（ばね部材）
115	管路
116A、116B	駆動用管路
117a	軸（第4枢着部）
117b	軸
118	連結支持体
119	トロリ
120	トロリ案内レール
121	ジンバル機構（第2枢着部）
121A	ジンバル枠
121B、121C	軸
121D	ジンバル支持枠
122	作動シリンダ
123	ピストンロッド

請求の範囲

- [請求項1] 支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結されたピストンロッドと、前記作動アームから離して設けられ、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備えたことを特徴とする荷重補償装置。
- [請求項2] 支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されたピストンロッドと、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備えたことを特徴とする荷重補償装置。
- [請求項3] 支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した

定位置に、第2枢着部で回動自在に支持された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結されたピストンロッドと、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備え、前記作動シリンダと補償シリンダの少なくとも一方は、相互に管路で連結されている側と反対側のポートが駆動用流体回路と駆動用管路を介して連結され、前記駆動用流体回路から前記ポートに連通するシリンダ室内に作動流体を給排出することにより作動アームが駆動されることを特徴とする荷重補償装置。

[請求項4]

支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結された作動シリンダと、前記作動シリンダ内に嵌挿されたピストンを有し、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されたピストンロッドと、前記作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、前記作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備え、作動シリンダと補償シリンダの少なくとも一方は、相互に管路で連結されている側と反対側のポートが駆動用流体回路と駆動用管路を介して連結され、前記駆動用流体回路から前記ポートに連通する

シリンダ室内に作動流体を給排出することにより作動アームが駆動されることを特徴とする荷重補償装置。

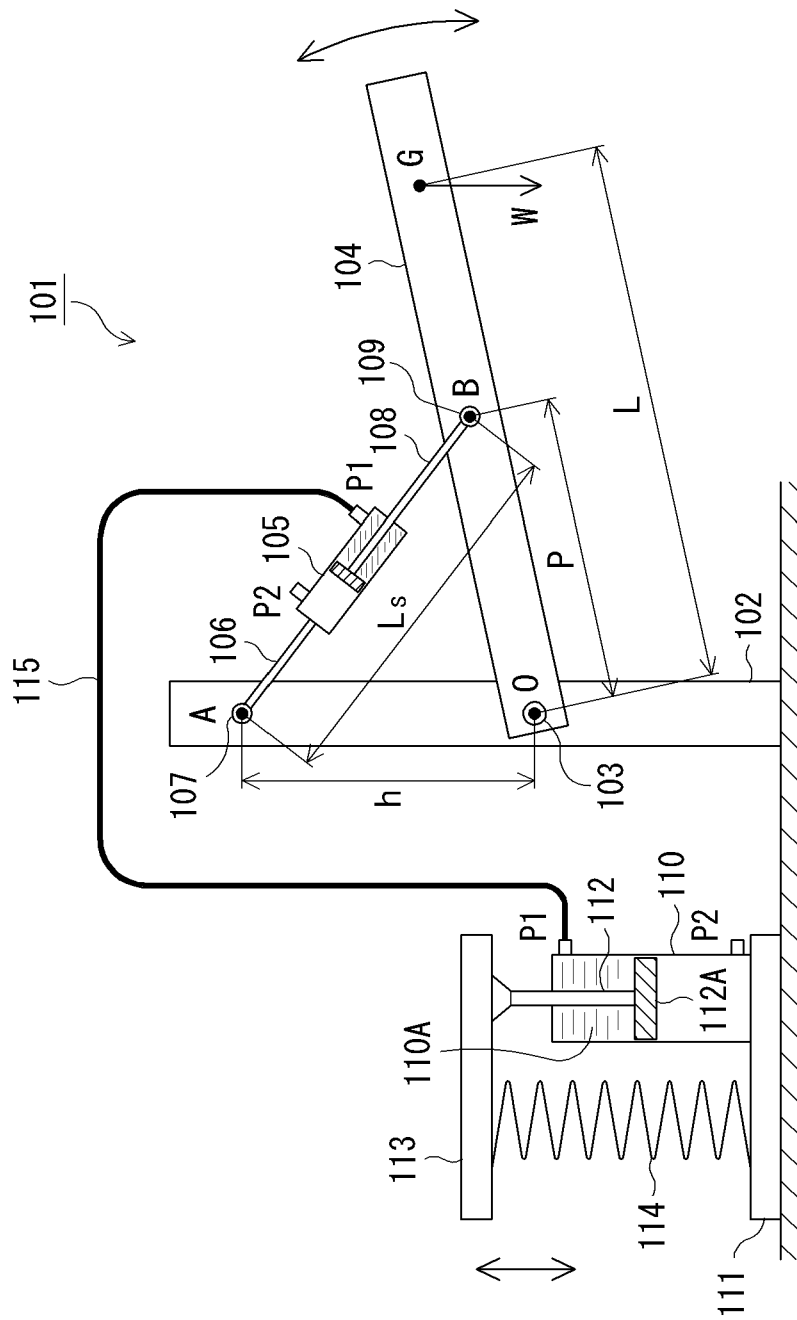
[請求項5] 支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、第1枢着部から前記支持体の鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されたスライダと、前記スライダに、第2枢着部を通過して軸方向にスライド自在に案内保持され、当該スライダから突出する一方の端部が前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に連結されているとともに、前記スライダから突出する他方の端部にばね受部が設けられたガイドロッドと、前記ガイドロッド外周に伸縮自在に遊嵌され、全長が無負荷時の自然長から第2枢着部と第3枢着部間の距離に略等しい長さ分だけ圧縮された状態で、前記ばね受部と前記スライダ間に組み込まれて、前記作動アームに第1枢着部回りに加わる負荷トルクを補償する圧縮コイルばねとを備えたことを特徴とする荷重補償装置。

[請求項6] 支持体と、前記支持体に一方の端部が第1枢着部で回動自在に支持された作動アームと、前記作動アームの長手方向途中位置に第3枢着部で回動自在に支持されたスライダと、前記スライダに、第3枢着部を通過して軸方向にスライド自在に案内保持され、当該スライダから突出する一方の端部が第1枢着部から鉛直上方に離間した定位置に、第2枢着部で回動自在に支持されているとともに、前記スライダから突出する他方の端部にばね受部が設けられたガイドロッドと、前記ガイドロッド外周に伸縮自在に遊嵌され、全長が無負荷時の自然長から第2枢着部と第3枢着部間の距離に略等しい長さ分だけ圧縮された状態で、前記ばね受部と前記スライダ間に組み込まれて、前記作動アームに第1枢着部回りに加わる負荷トルクを補償する圧縮コイルばねとを備えたことを特徴とする荷重補償装置。

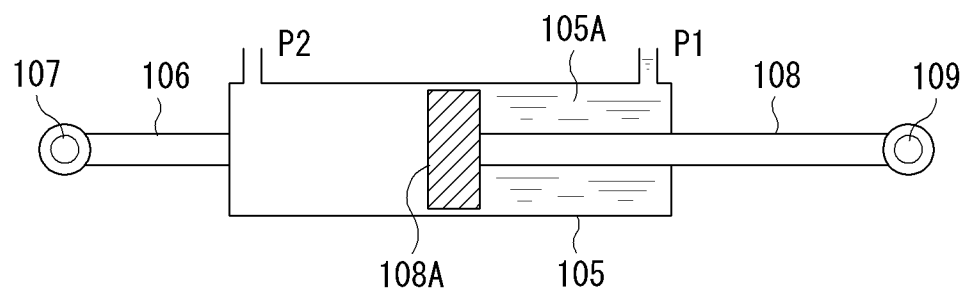
[請求項7] 作動アーム先端部に、連結支持体が第4枢着部で回動自在に連結されているとともに、前記作動アームと支持体との間に、当該作動アーム

の角度によらずに前記連結支持体を一定姿勢に保ち、且つ、当該連結支持体を受ける負荷トルクが作動アームに加わらないようにする平行運動機構を介在させたことを特徴とする請求 1 乃至 6 の何れかに記載の荷重補償装置。

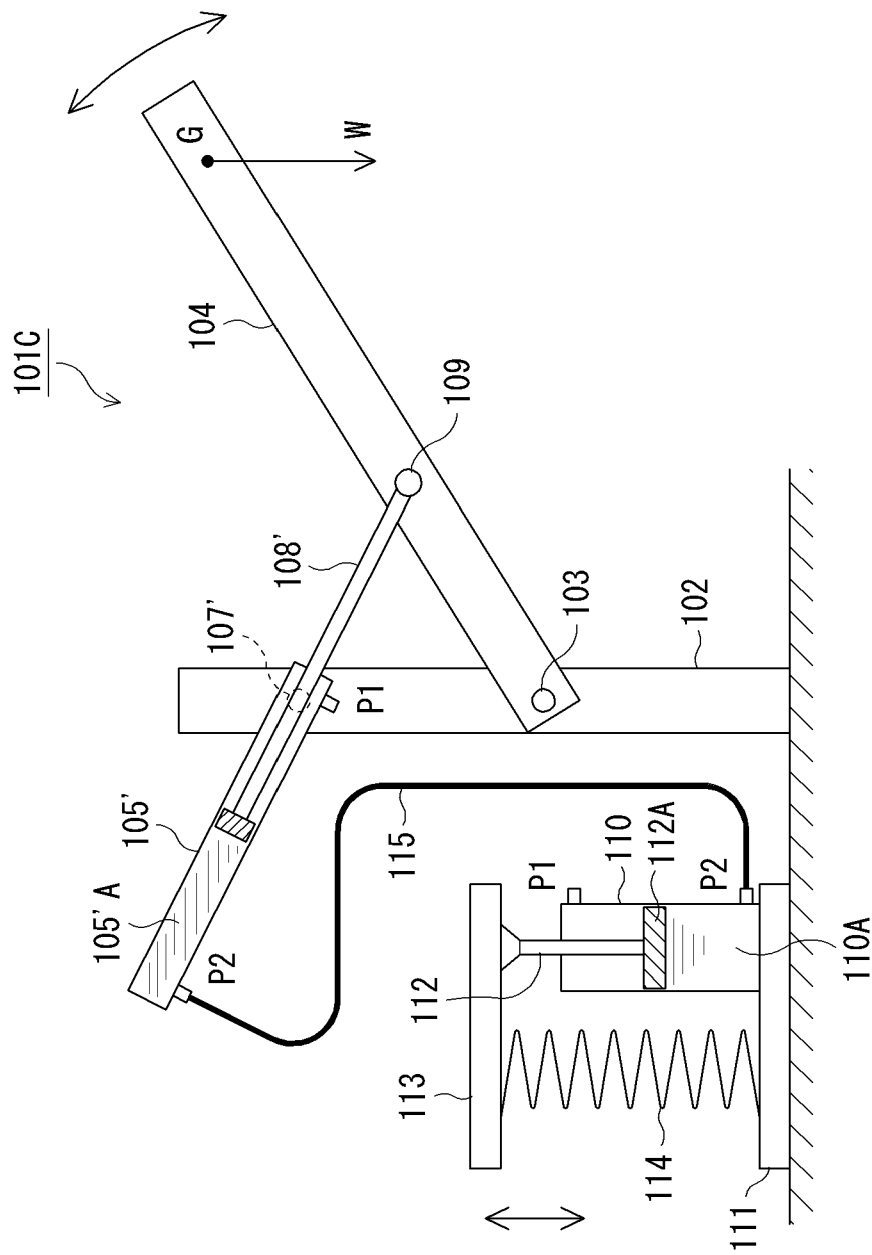
[図1]



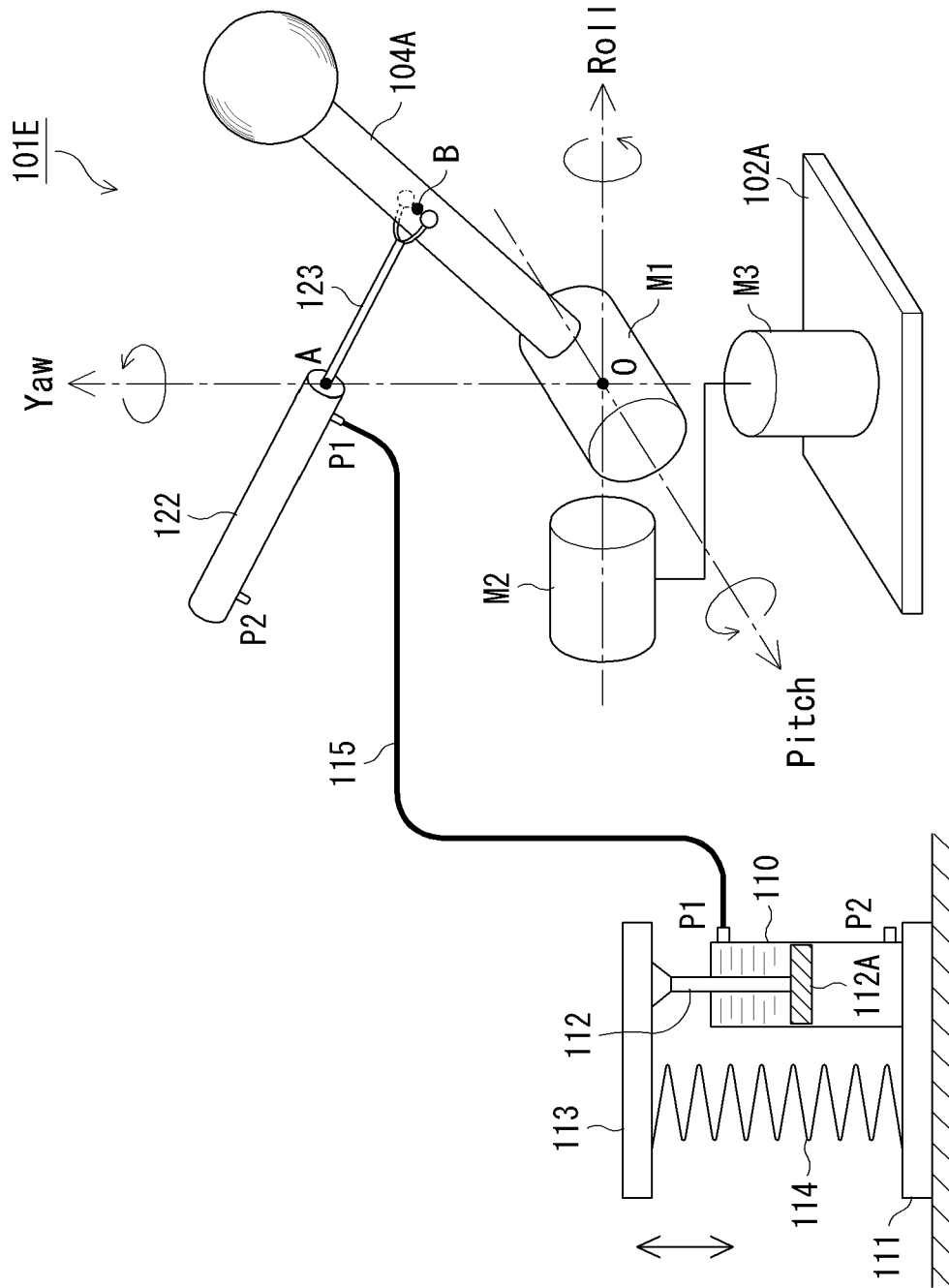
[図2]



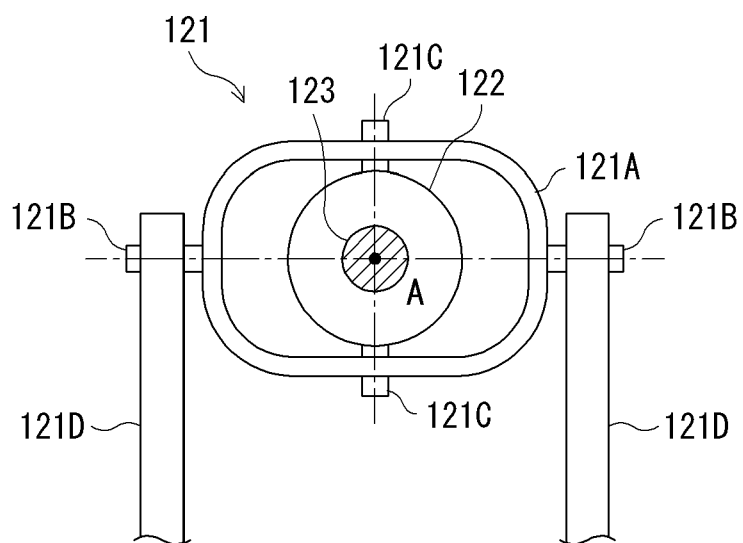
[図5]



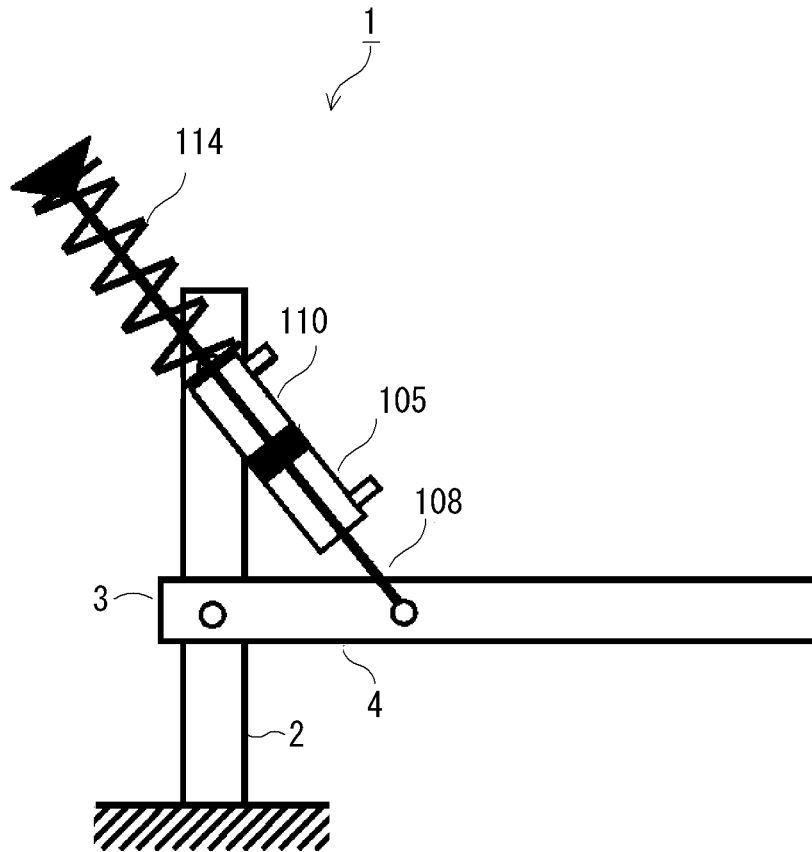
[7]



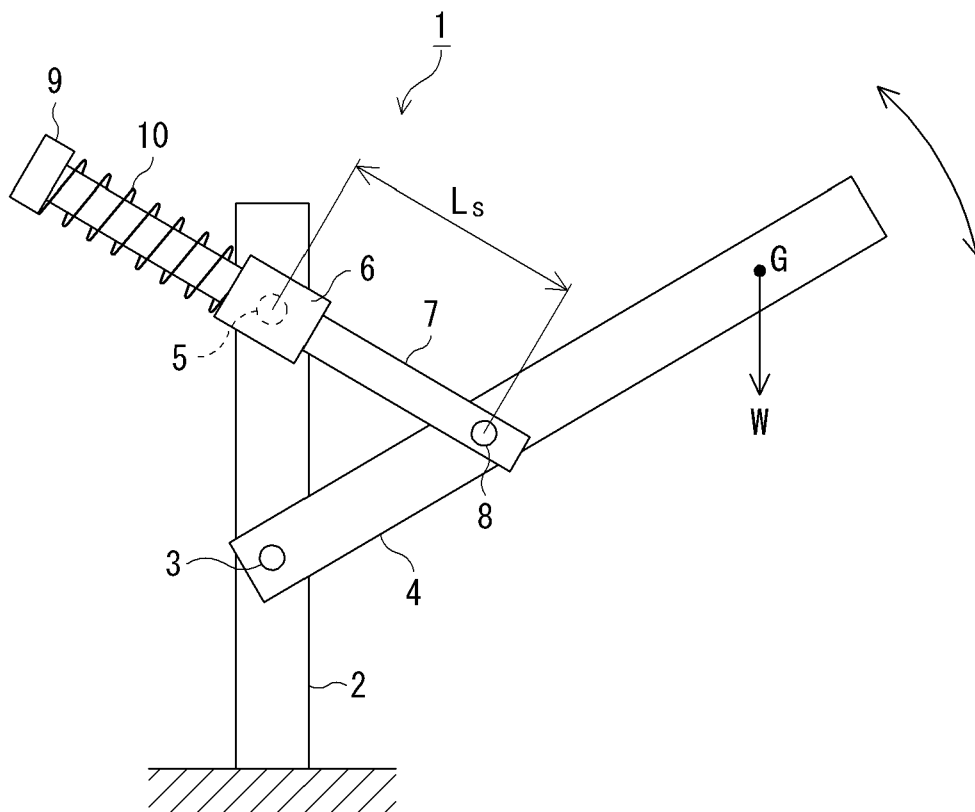
[図8]



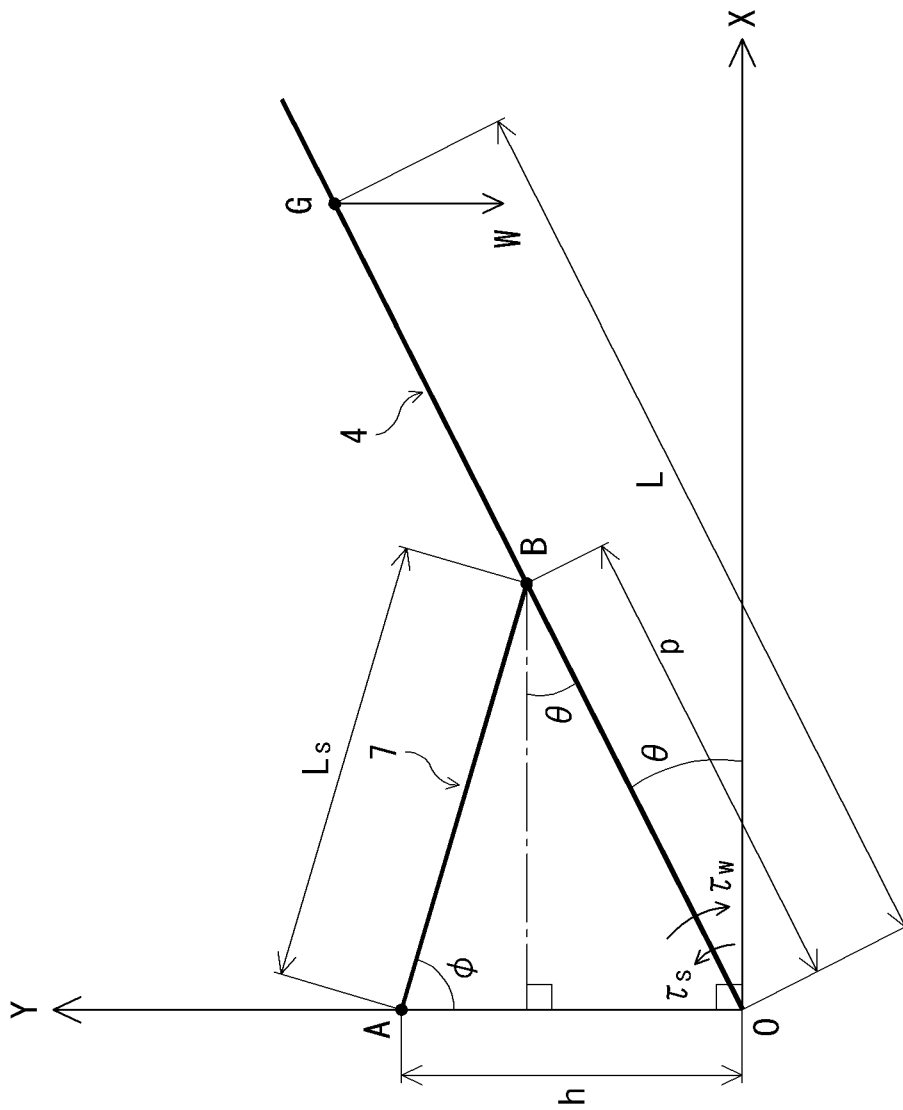
[図9]



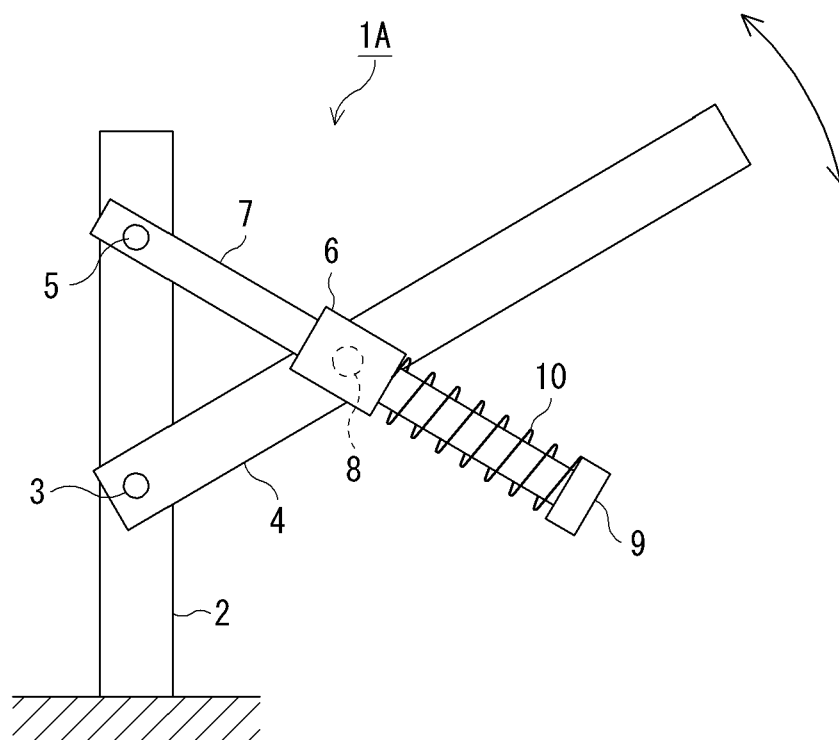
[図10]



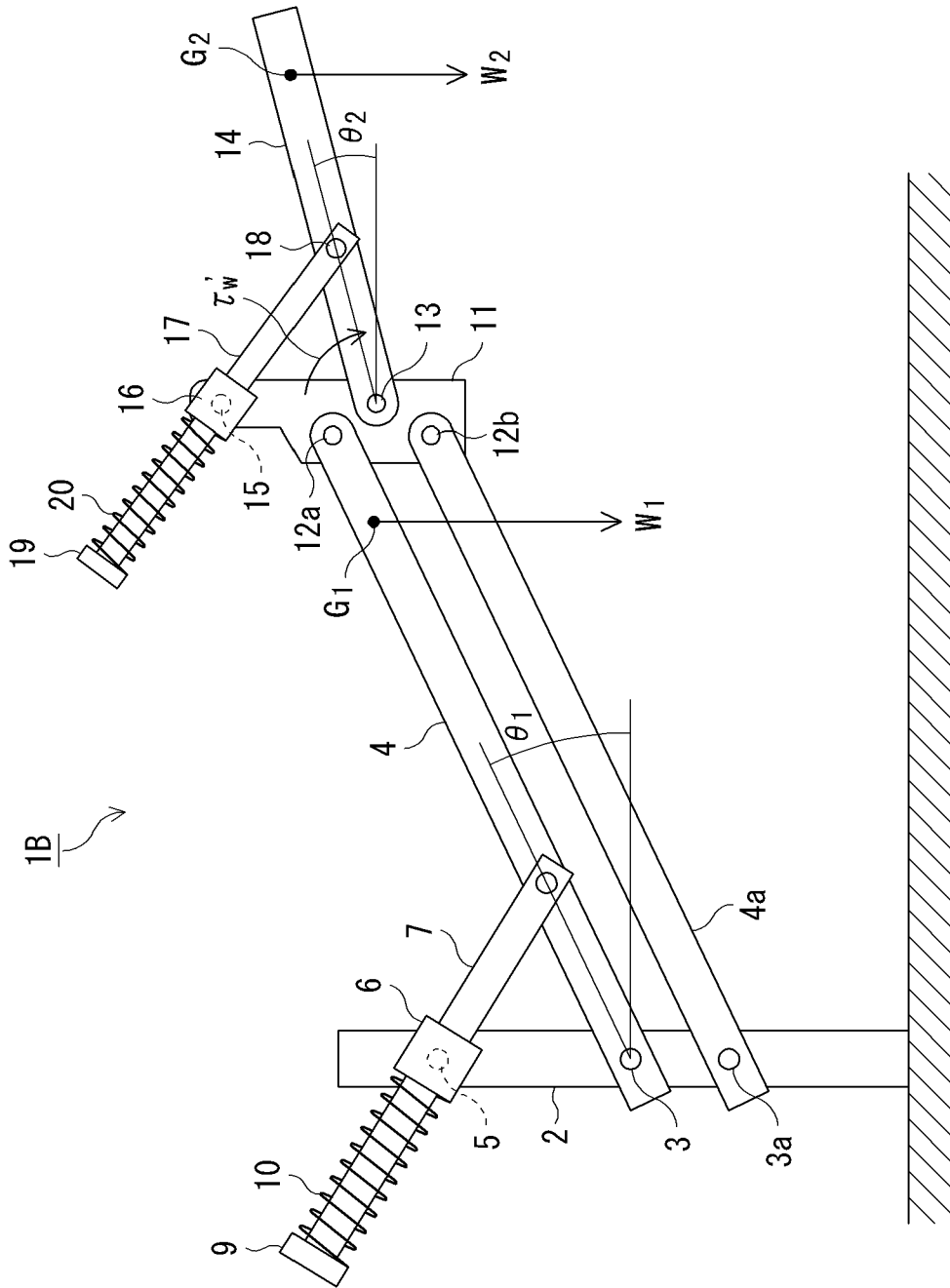
[図11]



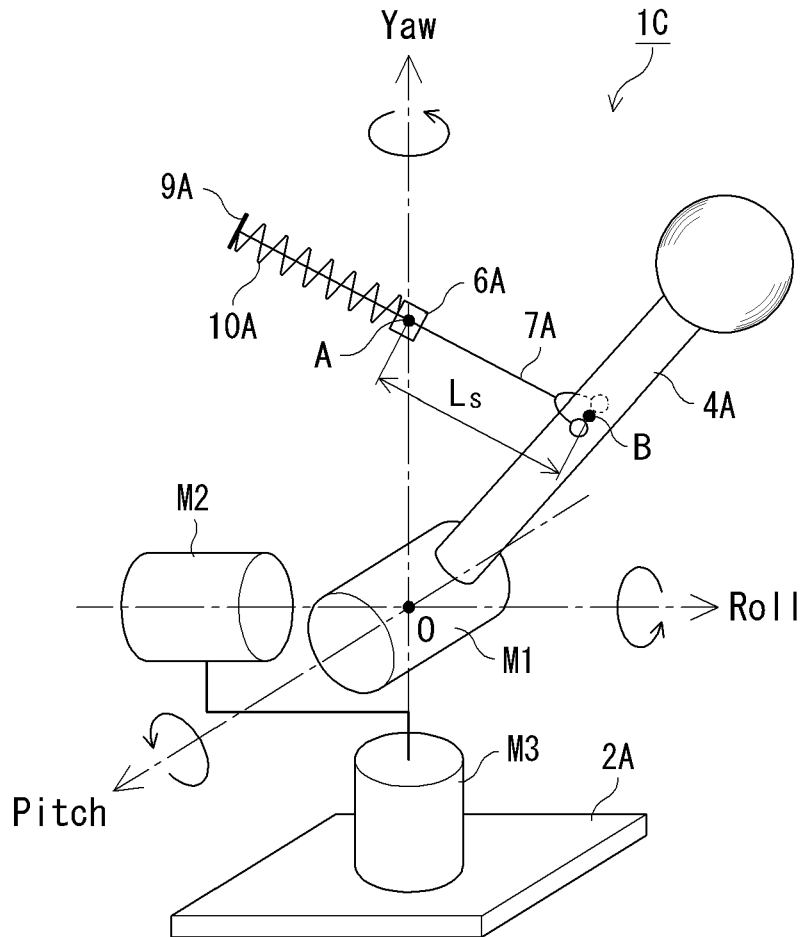
[圖12]



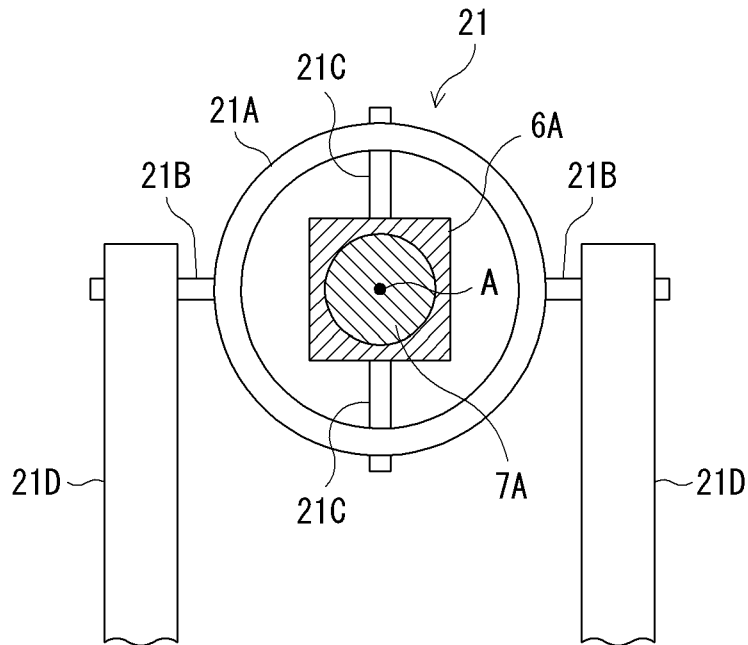
[図13]



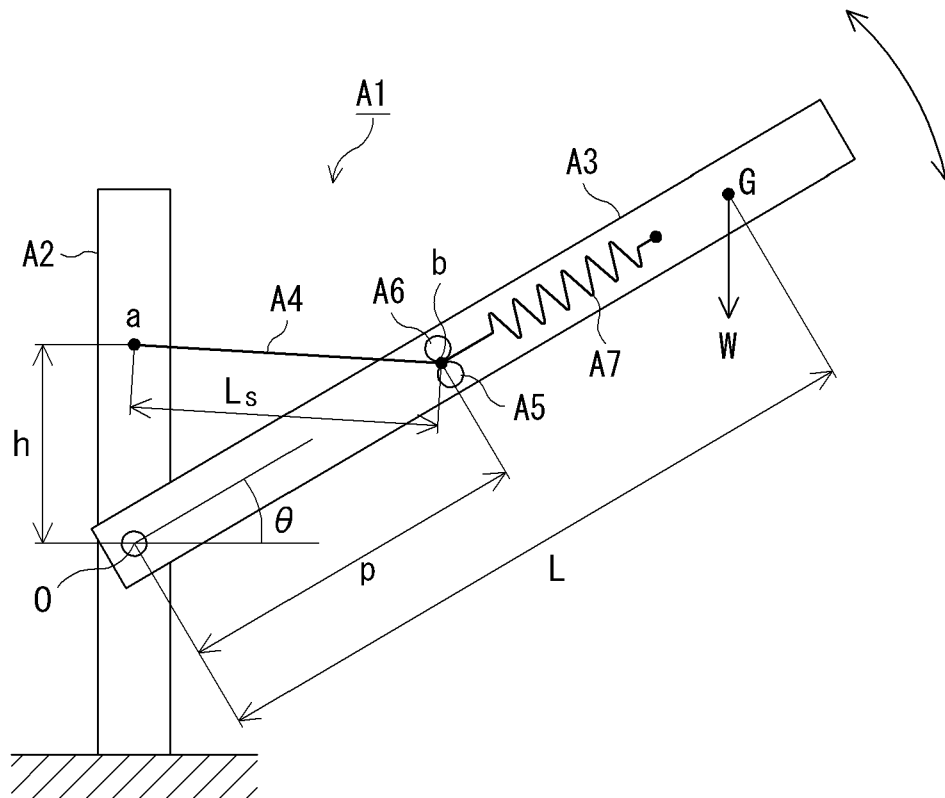
[図14]



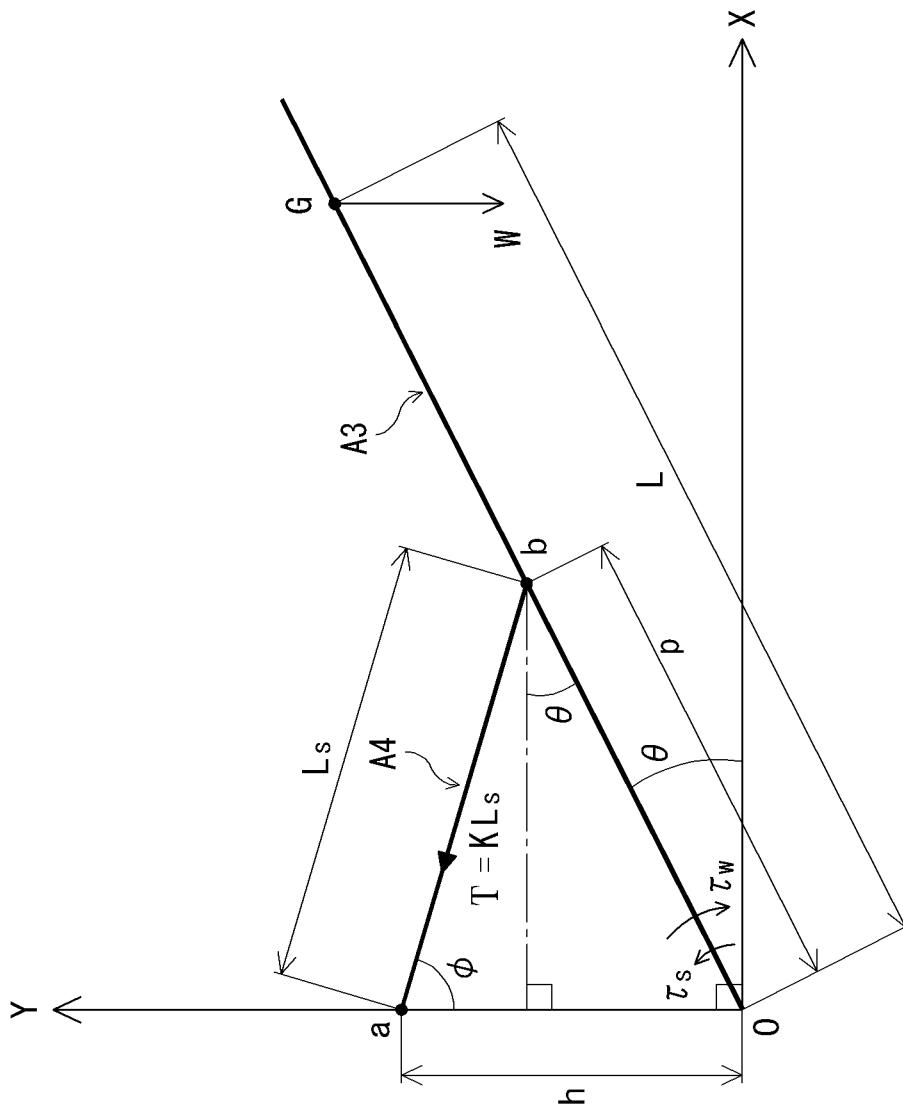
[図15]



[圖16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B66F19/00 (2006.01) i, B25J19/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B66F19/00, B25J19/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
Y	JP 50-66269 A (Tokyo Keiki Co., Ltd.), 04 June 1975 (04.06.1975), page 3, upper right column, line 15 to page 4, upper left column, line 2; fig. 4 (Family: none)	1-4, 7
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 176887/1980 (Laid-open No. 100601/1982) (Takaoka Kogyo Kabushiki Kaisha), 21 June 1982 (21.06.1982), page 1, line 14 to page 2, line 8; fig. 1 (Family: none)	1-4, 7

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
13 October, 2010 (13.10.10)

Date of mailing of the international search report
26 October, 2010 (26.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061872

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-245263 A (Motoda Giken Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), paragraph [0019]; fig. 3 (Family: none)	7
X	JP 52-41348 A (Yasuyuki TAKAGI), 30 March 1977 (30.03.1977), page 2, upper left column, line 12 to upper right column, line 13; fig. 1 (Family: none)	5, 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061872

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. [] Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. [] Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. [] Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
The special technical feature of the invention in claim 1 is relevant to "a load compensation device provided with a compensation cylinder and a spring member, wherein the compensation cylinder is connected to a working cylinder by a pipeline, a piston in linkage with the afore-said working cylinder is inserted into the compensation cylinder by means of a working fluid passing through the afore-said pipeline, the spring member presses the piston in the cylinder chamber of said compensation cylinder directly or via the piston rod of said piston, and generates a compensation torque balancing with a load torque loaded on a working arm via the piston rod of said working cylinder in linkage with the afore-said piston". (continued to extra sheet)

- 1. [] As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. [X] As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. [] As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. [] No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest [] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
[] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
[] No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061872

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

However, it cannot be recognized that there is a technical relationship involving one or more same or corresponding special technical feature between the invention in claim 1 and the inventions in claims 5 and 6.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B66F19/00(2006.01)i, B25J19/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B66F19/00, B25J19/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2010年
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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
Y	JP 50-66269 A (株式会社東京計器) 1975.06.04, 第3頁右上欄第15行-第4頁左上欄第2行, 第4図 (ファミリーなし)	1-4, 7
Y	日本国実用新案登録出願55-176887号(日本国実用新案登録出願公開57-100601号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (高丘工業株式会社) 1982.06.21, 第1頁第14行-第2頁第8行, 第1図 (ファミリーなし)	1-4, 7

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 13.10.2010	国際調査報告の発送日 26.10.2010
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) 藤村 聖子 電話番号 03-3581-1101 内線 3351

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-245263 A (元田技研有限会社) 2007.09.27, 【0019】, 図3 (ファミリーなし)	7
X	JP 52-41348 A (高木康之) 1977.03.30, 第2頁左上欄第12行-右 上欄第13行, 第1図 (ファミリーなし)	5,6

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明の特別な技術的特徴は、「作動シリンダと管路で連結されて前記管路を通る作動流体を介して、前記作動シリンダのピストンと連動するピストンが嵌挿された補償シリンダと、前記補償シリンダのシリンダ室内のピストンを直接、もしくは当該ピストンのピストンロッドを介して付勢し、これに連動する前記作動シリンダのピストンロッドを介して、作動アームに負荷される負荷トルクと釣り合う補償トルクを発生させるばね部材を備えた荷重補償装置」であるところ、請求項1に係る発明と請求項5及び6に係る発明との間に一又は二以上の同一の又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは認められない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。