

明 細 書

発明の名称：伸縮アーム機構及びロボットアーム

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットなどに用いられるアームの伸縮アーム機構及びロボットアームに関する。

背景技術

[0002] 工場などにおいて省力化のために多くのロボットが採用されている。これらのロボットは速度、正確さ、能率等を優先して動作させるものが多い。

[0003] 近年では人の世話をするためにもロボットが用いられてきている。このような分野では、ロボットが人の傍で活動するので人に危険を与えないなど、別の観点からの考慮も必要になってくる。

[0004] 例えばロボットアームでは、回転関節の代わりにアームが伸縮し、伸ばすときには直線的に伸びるが、縮めるときには比較的スペースを取らない直動関節を採用した直動伸縮アーム機構が考えられ、実用化されている。

[0005] この直動伸縮アーム機構としては、例えば下記特許文献1に記載されているように、2つの構造体群から成り、これらが駆動機構により重ねあわされ延伸したときには硬直したアーム部を構成するが、駆動機構が逆回転して分離されたときには、曲げられてアーム支持体に収納される構造体が知られている。

[0006] しかし、上記直動伸縮アーム機構は、重ねられる2つの構造体が途中で離れる可能性もあり、十分な安定した剛体を形成するものではなかった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開WO2011-152265号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 目的は、確実かつ円滑に伸張及び短縮することが可能な伸縮アーム機構及

びロボットアームを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本実施形態に係る伸縮アーム機構は、複数の第1構造体が連結してなる第1構造体群と、複数の第2構造体が連結してなる第2構造体群を有する。第1構造体各々は第2構造体を固定するロック部を有する。伸張させるとき、ロック部は第2構造体を第1構造体に固定する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1の実施形態の伸縮アーム機構の短縮時の構造を示す斜視図である。
[図2]第1の実施形態の伸縮アーム機構の短縮時の構造を示す側断面図である。
。
[図3]第1の実施形態の伸縮アーム機構の伸張時の斜視図である。
[図4]第1の実施形態の伸縮アーム機構の下部構造体群の構造を示す側面図である。
[図5A]第1の実施形態における下部構造体の構造を示す側面図である。
[図5B]第1の実施形態における下部構造体の斜視図である。
[図5C]第1の実施形態における下部構造体の他の位置から見た斜視図である。
。
[図5D]第1の実施形態における下部構造体の回転軸の他の例を示す図である。
。
[図5E]第1の実施形態における下部構造体の軸受部の他の例を示す図である。
。
[図6]第1の実施形態における上部構造体群の下方から見た斜視図である。
[図7A]第1の実施形態における上部構造体の構造を示す側面図である。
[図7B]第1の実施形態において上部構造体に設けられるロック部の構造を示す側面図である。
[図7C]第1の実施形態における上部構造体の下方から見た斜視図である。
[図7D]第1の実施形態における上部構造体を下方の他の位置から見た斜視図である。

[図7E]第1の実施形態における上部構造体の軸受部の他の例を示す図である。

[図8A]第1の実施形態における上部構造体のロック部に下部構造体がかみ合う動作を説明するための図である。

[図8B]第1の実施形態における上部構造体のロック部に下部構造体がかみ合う動作を説明するための図である。

[図9A]第2の実施形態における上部構造体の構造を示す側面図である。

[図9B]第2の実施形態における上部構造体の構造を示す正面図である。

[図10]第2の実施形態における下部構造体の構造を示す側面図である。

[図11A]第2の実施形態において上部構造体のロック部に下部構造体がかみ合う状態を説明するための図である。

[図11B]第2の実施形態において上部構造体に下部構造体が連結された状態を示す側面図である。

[図12A]図12Aは第1実施形態における上部構造体の他のロック構造例を示す後方斜視図である。

[図12B]図12Bは図12Aの上部構造体の前方斜視図である。

[図13A]図13Aは図12Aの上部構造体に対応する下部構造体の前方斜視図である。

[図13B]図13Bは図13Aの下部構造体の後方斜視図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

<第1の実施形態>

第1の実施形態の伸縮アーム機構の短縮時の構造を示す斜視図を図1に、側断面図を図2に示す。ロボットアーム10は大きくは、アーム支持体1とアーム部2とハンド部3とを有する。

[0012] アーム部2は、屈曲可能に連結された平板形状を有する複数の上部構造体（第1構造体）22からなる上部構造体群（第1構造体群）20と、底板側において屈曲可能に連結された断面コ字等の溝形状を有する複数の下部構造

体（第2構造体）23からなる下部構造体群（第2構造体群）21とを主要構造物として備える。複数の上部構造体22のうち先端の上部構造体22は複数の下部構造体23のうち先端の下部構造体23と接続される。上部構造体群20と下部構造体群21との接合状態が保持されることによりそれぞれの屈曲が拘束されて所定の剛性を備えた柱状体としてのアーム部2が構成される。上部構造体群20と下部構造体群21との分離により柱状体が解除され、上部構造体群20と下部構造体群21それぞれが屈曲状態に回復される。上部構造体群20と下部構造体群21との接合状態を保持するためにロック構造が設けられる。ロック構造は、上部構造体22に設けられたロック部22b1、22b2の貫通孔（ロックピンホール）29と、下部構造体23に設けられたロック部受部27b1、27b2の突起（ロックピン）26b1、26b2とからなる。ロックピンホール29にロックピン26b1、26b2が差し込まれることにより上部構造体群20と下部構造体群21との接合状態が保持され、ロックピンホール29からロックピン26b1、26b2が抜かれることにより上部構造体群20と下部構造体群21との屈曲可能な状態に復帰される。

（アーム支持体）

アーム支持体1は図示しない固定台に取り付けられる第1回転関節部J1を中心に形成される中空構造を有し、アーム部2及びハンド部3を支持している。また、固定台を使用せずGを接地面として床などに固定するアーム支持体1も考えられる。

[0013] アーム支持体1は、図示しない台に取り付けられる第1支持部11aと、第2支持部11bと、第3支持部11c、第1回転関節部J1（回転関節手段）及び第2回転関節部J2とを有する。

[0014] 第1支持部11a及び第2支持部11bは、図1に示すようにそれぞれ中空構造となっている。第2支持部11bの一端は第1回転関節部J1に固定されて配設される。

[0015] 第3支持部11cも中空構造を有し、第1支持部11a及び第2支持部に

連通している。後述するアーム部 2 の構成要素の一部は、第 1 支持部 1 1 a と第 2 支持部 1 1 b と第 3 支持部との内部に収納することができるように構成される。

[0016] 第 1 回転関節部 J 1 は、第 1 支持部 1 1 a と第 2 支持部 1 1 b との間に配設される。第 1 回転関節部 J 1 はアーム支持体 1 の上部中心付近に配設され、第 2 支持部 1 1 b を支持して回転関節として機能する。例えば第 1 回転関節部 J 1 は、アーム支持体 1 の中心軸、すなわち第 1 支持部 1 1 a 及び第 2 支持部 1 1 b の中心軸を中心とする回転軸を有する回転関節として構成される。第 1 回転関節部 J 1 が回転すると第 2 支持部 1 1 b、第 3 支持部 1 1 c、アーム部 2 及びハンド部 3 が上記回転軸を中心として水平方向に回転する。

[0017] 第 2 回転関節部 J 2 は、第 2 支持部 1 1 b のアーム部 2 側の端部に位置しており、アーム支持体 1 の軸に対して直交する回転軸を有する回転関節として構成されている。第 2 回転関節部 J 2 が回転すると、第 3 支持部 1 1 c、アーム部 2 及びハンド部 3 がアーム支持体 1 に対して第 2 回転関節部 J 2 の回転軸を中心に垂直方向に回転する。

[0018] 第 2 回転関節部 J 2 は、アーム支持体 1 とアーム部 2 との間にあるものを強固に挟んでしまわない程度の角度とアーム支持体 1 の中心軸からの距離を持たせるように構成されている。

[0019] この実施形態では、アーム支持体 1 が、接地面 G から鉛直方向に伸びているが、本発明は鉛直方向に限られず接地面 G から所定の角度を有するものであればよい。

(ハンド部)

ハンド部 3 は、図 1 に示すようにアーム部 2 の先に配設されている。ハンド部 3 は、第 4 回転関節部 J 4、第 5 回転関節部 J 5、第 6 回転関節部 J 6、第 7 回転関節部 J 7 と、第 1 指 1 6 a 及び第 2 指 1 6 b を有している。この第 1 指 1 6 a 及び第 2 指 1 6 b は 2 指ハンド 1 6 を構成する。第 4 回転関節部 J 4 は、アーム部 2 の伸縮方向に沿ったアーム部 2 の中心軸（アーム軸

ともいう)を中心とする回転軸を有する回転関節である。第4回転関節部J4が回転すると、第4回転関節部J4から先端にかけてハンド部3が上記回転軸を中心に回転する。

[0020] 第5回転関節部J5は、アーム軸に対して直交する回転軸を有する回転関節である。第5回転関節が回転すると、第5回転関節部J5から先端に掛ける2指ハンド16が上記回転軸を中心に回転する。

[0021] 第6回転関節部J6は、アーム軸と第5回転関節部J5の両者に対して直交する回転軸を有する回転関節である。第6回転関節部J6が回転すると2指ハンド16が上記回転軸を中心に回転する。

[0022] 第7回転関節部J7は、2指ハンド16の第1指16aと第2指16を回転する。即ち、第7回転関節部J7により第1指16aと第2指16bの先端部が互いに近づくように回転することで2指ハンド16が閉じ、2指ハンド16は何らかの物を把持する動作となる。

[0023] 一方、第1指16aと第2指16bの先端部が互いに遠ざかるように動作することで、2指ハンド16が開き2指ハンド16が把持したい物を離す動作となる。また、コップの内面など筒状の物に2指ハンド16を挿入し、広げることにより物を保持することも可能である。

[0024] なお、本実施形態ではハンド部3として2指ハンド16を用いるが、本発明はこれに限定されず、3以上の指を有するハンド部であってもよい。

[0025] また、本発明は指部を有する構成にも限定されず、アーム部を用いて所望の位置、姿勢に配置したいあらゆる種類の構造物をハンド部3に代えてアーム部の先端に接続することも可能である。例えば撮像機能を有する機器をハンド部3の代わりに接続することが可能である。

[0026] 本発明でいう、伸縮アーム機構は、このハンド部の元の部分であり、ハンドが接続されていなくてもよい。

(アーム部)

アーム部2は、直動伸縮アーム関節部J3を有しており、アーム部2の先端に上述のハンド部3が設けられる。アーム支持体1とアーム部2とハンド

部 3 により 2 指ハンド 16 を望みの姿勢、位置にすることが可能である。図 1 に示す直動伸縮アーム関節が縮んだ状態から伸張させることにより、ハンド部 3 をより遠くに伸ばして物を掴んだり離したりすることができ、またこの関節を収縮させることにより近くの物を把持したり離したりすることができる。

[0027] 図 2 は、図 1 中に示した切断線 A-A でロボットアームを切断した伸縮アーム機構の部分的な断面図である。

[0028] アーム部 2 の主な構成要素は、直動伸縮アーム関節部 J 3 を構成する上部構造体群 20 及び下部構造体群 21 と、この直動伸縮アーム関節部 J 3 を駆動する駆動機構 24 である。

[0029] 直動伸縮アーム関節部 J 3 は、図 1 に示すようにロボットアーム 10 の鉛直方向に伸びたアーム支持体 1 内部に格納された状態から、第 3 支持部 11c を経由して伸縮するアーム部 2 を構成することができ、このとき上部構造体群 20 の重力方向下方に下部構造体群 21 が位置するように構成されている。

[0030] 上部構造体群 20 と下部構造体群 21 の重なり合わせにより両構造体は硬直されアーム部 2 を形成する。アーム部 2 は、第 2 回転関節部 J 2 によって、第 2 回転関節部 J 2 を中心に回転する。

[0031] 図 1 及び図 6 に示すように、上部構造体群 20 を構成する各上部構造体 22 は内面に凹凸構造 22a を有する。この凹凸機構（リニアギア（ラック））22a は連結されている上部構造体 22 が直線状になった時に連続し、図 2 に示すようにこの連続した凹凸構造 22a に歯車（ピニオンギア）24a が噛み合い、この歯車を駆動するアクチュエータにより上部構造体 22 は移動する。この凹凸構造 22a の両側に図 7D においてみることもできる、ロック部 22b1, 22b2 が設けられている。上部構造体 22 と下部構造体 23 が噛み合わされるとき、後で詳しく述べるようにこのロック部 22b1, 22b2 が重要な機能を果たす。

[0032] 上部構造体群 20 は、垂直部分では上下に、水平部分では左右方向に移動

しこれに連結された下部構造体群も同じ方向に移動する。この動作により矢印 A R 1 に示すようにアーム部 2 の伸縮が行われる。図 3 にアーム部 2 が伸張した状態を示す。歯車 2 4 a は上部構造体 2 2 が直線状になる位置の近くに設けられる。

(共通ブロック体)

上部構造体群 2 0 と、下部構造体群 2 1 との先端部分には図 2 及び図 6 に示すように共通ブロック体 2 6 が設けられており、共通ブロック体 2 6 に隣接する上部構造体 2 2 はこの共通ブロック体 2 6 に連結されており、共通ブロック体 2 6 に隣接する下部構造体 2 3 も、この共通ブロック体 2 6 に連結されている。共通ブロック体 2 6 は、1 つの上部構造体 2 2 と、1 つの下部構造体 2 3 とが一体的になった形状を有している。アーム部が延ばされるときには、この共通ブロック体 2 6 が始端となって、上部構造体 2 2 と下部構造体が連結され、1 つの剛体を形成することになる。

[0033] なお、本実施形態では共通ブロック体 2 6 が一体となった形状となっている。しかし本発明はこれに限定されず、上部構造体 2 0 と下部構造体 2 1 との先端部分が直動伸縮アーム関節部 J 3 の伸縮時に意図せずに離れてしまうことがなければよい。

[0034] したがって上述の構成に限られず、例えば 1 つの上部構造体 2 2 と 1 つの下部構造体 2 3 とが接着剤や溶接、ネジによる固定のような手段によって固着されてなるものを共通ブロック体 2 6 として用いてもよい。

(下部構造体群 (第 2 構造体群))

下部構造体群 2 1 の側面図を図 4 に示す。下部構造体群 2 1 は、複数個の下部構造体 (第 2 構造体) 2 3 から成り、すべての下部構造体 2 3 は一端の下部構造体 2 3 から他端の下部構造体まで一連となってつながっている。下部構造体 2 3 同士は、回転軸 X を介してこれと直交する方向に連結されている。この回転軸に平行な方向に沿った下部構造体の幅はいずれも等しい。

[0035] 隣接して設けられる下部構造体 2 3 の構造を図 5 A ~ 図 5 E に示す。図 5 A は下部構造体 2 3 の側面図であり、図 5 B は図 5 A の矢印 A R 2 方向から

下部構造体 2 3 を見た斜視図であり、図 5 C は図 5 A の矢印 A R 3 方向から下部構造体 2 3 を見た斜視図である。図 5 D 及び図 5 E は、隣接する下部構造体の変形例であり、図 5 B、図 5 C に対応する一部斜視図である。

[0036] 下部構造体 2 3 は上面解放の中空ブロック構造で、移動方向と垂直に断面 U 字状の構造を有しており、移動方向に対して底側面の一方には隣接する下部構造体 2 3 の貫通孔に回動可能に軸支される回転軸 2 5 a、他方には他方の隣接する下部構造体 2 3 の回転軸 2 5 a を両側から受ける軸受部 2 5 b 1, 2 5 b 2 が設けられている。軸受部 2 5 b 1, 2 5 b 2 と回転軸 2 5 a には貫通孔が設けられており、この共通する貫通孔にピンを通すことにより、下部構造体 2 3 が回動可能に連結される。なお、上記貫通孔はなくても軸受部 2 5 b 1, 2 5 b 2 と回転軸 2 5 a が相対的に回動可能になっていればよい。

[0037] 即ち回転軸 2 5 a と軸受部 2 5 b 1, 2 5 b 2 が、隣同士の下部構造体 2 3 の境界で同一の回転軸 X を形成し、これにより下部構造体が連結され、回転軸 X を中心に下部構造体 2 3 は回動可能になる。

[0038] 軸受部 2 5 b 1, 2 5 b 2 の上方には、上部構造体 2 2 の孔に挿入される突起 2 6 b 1, 2 6 b 2 を有する。また、回転軸 2 5 a の上方の両側には、ロック部 2 2 b 1, 2 2 b 2 を受けるロック部受部 2 7 b 1, 2 7 b 2 を有する。

[0039] ところで、図 5 B 及び図 5 C の構造では、回転軸が 1 つ、軸受部が 2 つにより連結されていた。しかし、回転軸が 2 つに分かれ、これに応じて軸受部が 3 つになっていてもよい。即ち図 5 D 及び図 5 E に示すように、一方の下部構造体に回転軸 2 5 c 1, 2 5 c 2 を有しこれに応じて隣接する下部構造体に 3 つの軸受部 2 5 d 1, 2 5 d 2, 2 5 d 3 を有する。同様に、回転軸及びこれに対応する軸受部が更に多くてもよい。

[0040] 上述のように各下部構造体の底面部は連結されているので、下部構造体群 2 1 は下方に湾曲可能である反面、各下部構造体の側面は隣接下部構造体同士でぶつかるので、上方に曲げようとしても曲げられず底面が直平面になる

程度である。

[0041] なお、下部構造体が上記のように中空ブロック構造（枠体）になっていると、中央部分の材料が除かれるので、軽量化を図ることができる利点がある。

（上部構造体群（第１構造体群））

上部構造体群２０と共通ブロック体２６を下から見上げた斜視図を図６に示す。このように上部構造体群２０の一端は共通ブロック体２６に固定されている。連結されている上部構造体（第１構造体）２２は中央付近に所定幅の凹凸構造２２ａを有する。

[0042] 上部構造体群２０は複数個の上部構造体２２から成り、すべての上部構造体２２は一端の上部構造体から他端の上部構造体まで一連に連結している。上部構造体同士は、回転軸中心Ｙを介してこの回転軸中心Ｙに直交する方向に連結される。回転軸中心Ｙに平行な方向に沿った上部構造体２２の大きさ、即ち上部構造体２２の幅はいずれも等しい。

[0043] 各々の上部構造体２２の構造を、図７Ａ～図７Ｄにより説明する。図７Ａは上部構造体２２の側面図であり、図７Ｂはロック部の構造を示す図である。また、図７Ｃは、図７Ａの矢印ＡＲ５方向から見た上部構造体２２の斜視図であり、図７Ｄは、図７Ａの矢印ＡＲ６方向から見た上部構造体２２の斜視図である。

[0044] 上部構造体２２は、平板状の構造をしており、その移動方向の中央付近に所定幅の凹凸構造２２ａを有し、その両側に一对のロック部２２ｂ１，２２ｂ２を備える。上部構造体２２も回転軸２８ａと、この回転軸２８ａを両側で受ける軸受部２８ｂ１，２８ｂ２を有する。勿論、両側でなく片側のみに軸受部を有する構造としてもよい。

[0045] 軸受部２８ｂ１，２８ｂ２と回転軸２８ａには貫通孔が設けられており、この共通する貫通孔にピンを通すことにより、上部構造体２２が回転可能に連結される。

[0046] 即ち回転軸２８ａと軸受部２８ｂ１，２８ｂ２が、隣同士の下部構造体２

2の境界で同一の回転軸中心Yを形成し、これにより上部構造体が連結され、回転軸中心Yを中心に上部構造体22は回転可能になる。回転軸28a及び軸受部28b1, 28b2は共通の回転軸中心Yで連結されている。なお貫通孔はなくても、上部構造体22は回転可能であればよい。

[0047] また、図7Eに示すように、軸受部を3つ、即ち28d1, 28d2, 28d3を設け、対応する回転軸を2つとしてもよい。

[0048] 隣接する上部構造体22はその境界において回転軸を共通に有しこの回転軸中心Yを中心に回転する。

[0049] 各上部構造体22は板状体であり、隣の上部構造体22と連結されているので、上部構造体群20は下方に湾曲可能である反面、上方に曲げようとしても曲げられず底面が直平面になる程度が限度である。上部構造体22の連結部を、上方に曲げられない構造になるような構造にしてある。

[0050] なお、上部構造体22の凹凸構造22aの両側に設けられる一对のロック部22b1, 22b2は、図7Bに示す側面図から理解されるように、台形状をしており、上部構造体22の移動方向のほぼ中央で、凹凸構造22aの両側に設けられている。このように、一对のロック部22b1, 22b2は上部構造体の伸張短縮方向に直角な方向に対して左右対称である。本発明において、このように左右対称である必要は必ずしもない。

[0051] 一对のロック部22b1, 22b2の台形の一面（伸長時移動方向に対して後面）は垂直面29aであり、他面（伸長時移動方向に対して前面）は斜面29bになっている。そしてそのほぼ中央に、貫通孔29が設けられている。上部構造体群20と下部構造体群21の一連の構造体がかみ合わされるときには、一对のロック部22b1, 22b2の一对の斜面29bは、下部構造体23の一对のロック部受部27b1, 27b2が当接され、貫通孔29には左方（矢印AR7）から下部構造体23の突起26b1, 26b2が嵌合（挿入）される。

[0052] この機構により、アーム部が伸張されるとき上部構造体22と下部構造体23がかみ合い、上部構造体群20と下部構造体群21がロックされ剛体と

なる。

[0053] なお、ロック部の貫通孔 2 9 は、突起 2 6 b 1, 2 6 b 2 が挿入されればよいので、必ずしも斜面 2 9 b 迄通った貫通孔である必要はなく、左方（伸長時移動方向に対して後面）が空いた凹部であってもよい。

[0054] 上記突起 2 6 b 1, 2 6 b 2 は互い違いに設けられていてもよく、一方だけ設けられていてもよい。

[0055] このように上部構造体に設けられるロック機構には、下部構造体の上部角付近に設けられた嵌合部（この実施形態では突起）が嵌合してロックされる。

[0056] ところで、このように上部構造体に設けられるロック機構に嵌合する嵌合部は、必ずしも下部構造体の上部角付近に設ける必要はない。

（駆動機構）

次に、アーム部を伸張短縮するときの駆動機構、即ち歯車 2 4 a とこれを回転させるときの動作について説明する。歯車 2 4 a は、上部構造体 2 2 の下面に固設されている凹凸構造 2 2 a とかみ合わせられる。

[0057] 図 2 に示すように、歯車 2 4 a はベルト B L により駆動手段であるモータ M 1 に連結されている。このモータ M 1 の正逆回転により、歯車 2 4 a は回転し上部構造体 2 2 の凹凸構造 2 2 a とのかみ合いによって、上部構造体群 2 0 はその水平部分では矢印 A R 1 方向に移動する。

[0058] まず、アーム部 2 が、伸張するときの動作を説明する。モータ M 1 が歯車 2 4 a を時計回り方向に正回転させるとき、隣り合う上部構造体 2 2 同士が水平方向に伸びていく。上部構造体群 2 0 と下部構造体群 2 1 は、右端を共通ブロック体 2 6 で固定されている。そして、上部構造体群 2 0 の背面（上面）は上ローラ R 1, R 2 により支えられており、下部構造体群 2 1 の背面（下面）は下ローラ R 4 により支えられている。上ローラ R 1, R 2 は下方向に、下ローラ R 4 は上方向に押圧力を作用させても良い。さらに、側面に側面ローラを設置し、横から支えても良い。ここでは上ローラを 2 個、下ローラを 1 個示しているが、勿論これ以上又はこれ以下の上ローラ、下ローラ

が設けられていてもよい。設ける側面ローラの個数に限定は無い。

[0059] 両方の構造体群は上ローラ R 1, R 2 及び下ローラ R 4 に挟まれて、共通ブロック体 2 6 により固定されている端から上部構造体 2 2 と下部構造体 2 3 はかみ合わせられていく。なお、上部構造体 2 2 と下部構造体 2 3 は、その長さの半分だけ移動方向にずれてかみ合わせられる。

[0060] このとき、上部構造体 2 2 のロック部 2 2 b 1, 2 2 b 2 に下部構造体 2 3 の突起 2 6 b 1, 2 6 b 2 が嵌合される。この機構の動作を、この部分の模式図を示す図 8 A、図 8 B により説明する。ロック部 2 2 b 2 と突起 2 6 b 2 の関係は、ロック部 2 2 b 1 と突起 2 6 b 1 の関係と同じなので、ここでは、代表してロック部 2 2 b 1 と突起 2 6 b 1 の関係について述べる。

[0061] 図 8 A は、隣接する下部構造体 2 3 1, 2 3 2 が、上部構造体 2 2 1 のロック部 2 2 b 1 に接近する状態を示す。また図 8 B は、下部構造体 2 3 1 が上部構造体 2 2 1 に接触した状態を表す。

[0062] 図 8 A の状態では、下部構造体 2 3 1 がまだ上部構造体 2 2 1 の下面に当接していない。しかし、上部構造体群 2 0 及び下部構造体群 2 1 が右方向に移動していくにつれて、図 8 B に示すように下部構造体 2 3 1 が徐々に上方に上がり、下部構造体 2 3 1 の上面が上部構造体 2 2 1 に当接する。次の下部構造体 2 3 2 も徐々に上方に上がり、下部構造体 2 3 1 の上面が上部構造体 2 2 1 の下面に当接する。そのとき、上部構造体のロック部の貫通孔 2 9 に下部構造体の突起 2 6 b 1 又は 2 6 b 2 が挿入されロックされる。

[0063] これは見方によれば、下部構造体 2 3 の上端同志を両側から上部構造体 2 2 のロック部により固定していることになる。

[0064] 次に、アーム部 2 が、縮む（短縮する）ときの動作を説明する。モータ M 1 が歯車 2 4 a を反時計回り方向に逆回転させるとき、隣り合う上部構造体 2 2 同士が水平方向において縮んで鉛直方向に垂れ下る状態となる。上部構造体群 2 0 は下部構造体群 2 1 と右端を共通ブロック体 2 6 で固定されているので、下部構造体群の下部構造体も上部構造体群の上部構造体とのかみ合い状態から離脱状態になっていく。このとき、下部構造体から上部構造体の

離脱を確実、容易にするために、上部構造体群 20 と下部構造体群 21 を離すあたりにガイド部 24 b が移動方向に垂直方向に設けられている。

[0065] ガイド部 24 b は断面が三角形状であり、図 2 に示すように厚さが薄い部分は右側に、厚い部分は左側になるように設けられている。これにより、下部構造体群は下側に湾曲させられ、各下部構造体の下側への回動が円滑に行われる。即ち上部構造体の貫通孔 29 に挿入されている突起 26 b 1, 26 b 2 が円滑に離される。

[0066] この解除動作は、図 8 A、図 8 B に示した嵌合動作と丁度逆になる。即ち、図 8 B に示すようにまず下部構造体 232 が上部構造体 221 から離れ、次に図 8 A に示すように下部構造体 231 が上部構造体 221 から離れる。このようにして、上部構造体 221 のロック部 22 b 1 にロックされていた下部構造体 232, 231 がロック解除される。

なお、ガイド部 24 b は、三角形状に限定しておらず、ベアリングなどの回転体や、円形などでも良い。

[0067] 以上述べたように、上部構造体 22 と下部構造体 23 はその移動方向において同じ長さを有し、その 1/2 の長さだけずらされ、両構造体群はハンド部方の端部で固定されてかみ合わされる。かみ合わせの時のロックは上部構造体の略中央で移動方向に対して直角方向に対称に設けられた一对のロック部の貫通孔において、下部構造体の同じ位置で移動方向に突出して設けられた一对の突起を受けることによりなされる。

[0068] 一方、下部構造体の上部の他端にはやはり移動方向に対して直角方向に斜面を有するロック部受部が設けられており、このロック部受部が、下部構造体が上方に回動するときロック部前方に設けられている斜面に当接され、ロック部におけるロックを確保保持することになる。この機構により上部構造体群と下部構造体群がかみ合わせられるとき剛直状態になるのである。

[0069] また、上部構造体群と下部構造体群とが離されるときには、上部構造体の凹凸構造にかみ合わされている歯車 24 a が、図 2 上反時計方向に回転駆動される。そして、下部構造体群が下方に湾曲され、即ち各下部構造体が下部

にある中心軸を中心に回転することにより下部構造体のロック部受部が、ロック部進行方向前面に設けられている斜面から解放され、次に下部構造体の上方に有する突起がロック部から離脱状態になる。

[0070] このようにして、伸張時に一体として剛直状態にされた上部構造体群と下部構造体群は、剛直状態から解除されることになる。

[0071] この実施形態においてロック部は、その有する貫通孔に対して後方から突起が挿入されロックされるので、確実にロックがなされる利点がある。

[0072] この機構により、アーム部が伸張されるとき上部構造体 2 2 と下部構造体 2 3 が噛み合い、上部構造体群 2 0 と下部構造体群 2 1 がロックされ剛体となる。

[0073] なお、ロック部の貫通孔 2 9 は、突起 2 6 b 1, 2 6 b 2 が挿入されればよいので、必ずしも斜面 2 8 b 迄通った貫通孔である必要はなく、左方が空いた凹部であってもよい。

[0074] なお、ロック部に有する貫通孔は必ずしも貫通孔である必要はなく、上記突起を受ける、突起の長さ以上の凹部であってもよい。

[0075] また、図 8 B に示したように上記実施形態において、隣接する下部構造体同士がぶつかる位置に対応して、一方に一对の半円球状の凹部 3 1 を設け他方の対応する位置に半円球状の弾力性ある材料例えばゴムで構成される一对の弾力性突起 3 2 を設けることができる。アームが伸張するとき、下部構造体群が伸張して、上部構造体群とかみ合わせられるときに下部構造体同士が回動してぶつかるが、上記凹部 3 1 に上記弾力性突起 3 2 が嵌合する。勿論、半円上でなくとも、凹部と弾力性突起は丁度半円状でなく、対応する凹部とこれに対応する弾力性ある突起が設けられていればよい。

[0076] 図 8 B では、伸張時前方にある下部構造体の両側ほぼ中央付近に凹部 3 1 を設け、後方に連結される下部構造体の両側ほぼ中央付近に対応するゴム突起 3 2 を設けた場合について示した。伸張時前方にある下部構造体の両側のほぼ中央付近にゴム突起 3 2 を設け、後方に連結される下部構造体の両側ほぼ中央付近に対応する凹部 3 1 を設けてもよい。

[0077] このような構造を採れば、弾力性突起の弾力性により下部構造体同士が接触する際に生ずる衝撃及び発生音を抑制することができる効果がある。

[0078] 更に、下部構造体同士だけでなく、上部構造体同士、上部構造体と下部構造体同士の接触部分においても同様に、弾性突起と凹部を設けることができる。これにより、接触時の衝撃及び発生音を抑止することができる効果がある。

(変形例)

上記説明では、上部構造体 22 のロック部 22 b 1, 22 b 2 に貫通孔 29 を設け、この貫通孔 29 に下部構造体 23 の突起 26 b 1, 26 b 2 が挿入されることにより、上部構造体 22 に下部構造体 23 が固定される。しかし、図 12 A、図 12 B に示すように、上部構造体 22 のロック部 22 b 1, 22 b 2 に突起（ロックピン） 26 b 1, 26 b 2 を設け、図 13 A、図 13 B に示すように、下部構造体 23 のロック部受部 27 b 1, 27 b 2 にロックピンホール 29 b 1, 29 b 2 を設けるようにしてもよい。上部構造体群 20 と下部構造体群 21 とが接合するとき、上部構造体 22 のロック部 22 b 1, 22 b 2 は、隣り合う下部構造体 23 のロック部受部 27 b 1, 27 b 2 に挟まれ、上部構造体 22 のロックピン 26 b 1, 26 b 2 が下部構造体 23 のロックピンホール 29 b 1, 29 b 2 に嵌合され、下部構造体 23 が上部構造体 22 に固定される。それにより上部構造体群 20 と下部構造体群 21 との接合状態が保持され、所定の剛性を備えた柱状体としてのアーム部 2 が構成される。

<第 2 の実施形態>

上記第 1 の実施形態では、嵌合部は、下部構造体の突起が上部構造体のロック部の貫通孔に嵌合することにより、上部構造体と下部構造体がロックされるような構造になっていた。しかし、このような構造に限られず、他の構造によって上部構造体と下部構造体をロックする嵌合部を用いることも可能である。

[0079] 例えば、上部構造体の凹凸構造の両側に固定されたロック部に、水平方向

に湾曲部を設けて、この凹部に下部構造体上部に設けられた棒状体をロックする構造である。この実施形態について次に述べる。第1の実施形態においてアーム支持体、ハンド部、アーム部、共通ブロック体、駆動機構について記述した部分は、上部構造体や下部構造体について述べた部分を除いて、この第2の実施形態においても同様である。上部構造体及び下部構造体以外の部分については上記第1の実施形態におけると同じ番号を用いて説明する。

[0080] この実施形態における上部構造体42の構造を図9A及び図9Bに示し、下部構造体43の構造を図10に示す。図9Aは、上部構造体42の側面図であり、図9Bは、上部構造体42のその進行方向に対する正面図である。図10は、下部構造体43の側面図である。図11Aは、下部構造体43と上部構造体42が連結した状態におけるその進行方向に対する正面図であり、図11Bは下部構造体43と上部構造体42が連結した状態における側面図である。

[0081] この実施形態においても、平板上の上部構造体42が連結されて上部構造体群を構成し、下部構造体43が連結されて下部構造体群を構成する。

(下部構造体群(第2構造体群))

下部構造体43の側面図を図10に示す。下部構造体群は、複数個の下部構造体(第2構造体)43から成り、すべての下部構造体43は一端の下部構造体43から他端の下部構造体まで一連となつてつながっている。下部構造体群を構成する下部構造体43の幅はいずれも等しい。図10は、下部構造体43が、上部構造体と連結される前の状態を示しており、回転軸中心Xを中心に矢印AR8方向に回動させることにより、上部構造体42とかみ合わせられる。

[0082] 図11Aに示すように、回動したとき上部となる下部構造体43の上角部の内側には、両側から内部に突出した突出部46b1, 46b2を有する。一方、図10に示すように下部構造体43の他の上角部の両側には、ロック部42b1, 42b2を受けるロック部受部47b1, 47b2を有する。

[0083] 各下部構造体の底面部は回転軸中心Xに連結される。したがって、下部構

造体群は下方に湾曲可能である反面、各下部構造体の側面は隣接する下部構造体同士が接触するので、上方に曲げようとしても曲げられず底面が直平面になる程度が限度である。

(上部構造体群 (第 1 構造体群))

上部構造体群は、複数の上部構造体 (第 1 構造体) 4 2 から成り、すべての上部構造体 4 2 は、一端の上部構造体から他端の上部構造体まで一連に連結する。上部構造体 4 2 同士は回転軸中心 Y を介してこの回転軸中心 Y を中心にして下方向に回転可能である。したがってアーム部 2 が伸びる状態のときには、最大限で上方向に回転するが、水平となる状態が限界であり、これは上部構造体群が直線状になっている状態を意味する。

[0084] 上部構造体群の一端は共通ブロック体 2 6 に固定されている。連結されている上部構造体 4 2 はその中央付近に所定幅の凹凸構造 4 2 a を有する。上部構造体群を構成する上部構造体 4 2 の幅はいずれも等しい。

[0085] 上部構造体 4 2 は、平板状の構造をしており、その移動方向の中央に有する凹凸構造 4 2 a の両側にロック部 4 2 b 1, 4 2 b 2 を備える。

[0086] 隣接する上部構造体 4 2 はその境界の下部において回転軸を共通に有しこの回転軸中心 Y を中心に回転する。

[0087] 各上部構造体 4 2 は板状体であり、隣の上部構造体 4 2 と連結されている。上部構造体 4 2 の連結部を、上方に曲げられない構造になるようにしている。したがって、上部構造体群は下方に湾曲可能である反面、上方に曲げようとしても曲げられず底面が直平面になる程度が限度である。

[0088] なお、上部構造体 4 2 の凹凸構造 4 2 a の両側に設けられるロック部 4 2 b 1, 4 2 b 2 は台形状をしており、台形の一面は垂直面 4 9 a であり、他面は斜面 4 9 b になっている。そしてその中央付近に、横方向に棒状に湾曲する凹部 4 9 が設けられている。

[0089] 図 1 1 B に示すように、上部構造 4 2 体と下部構造体 4 3 がかみ合わされるときには、ロック部 4 2 b 1, 4 2 b 2 の斜面 4 9 b は、下部構造体 4 3 のロック部受部 4 7 b 1, 4 7 b 2 が当接され、凹部 4 9 には左方から下部

構造体 4 3 の突出部 4 6 b 1 , 4 6 b 2 が挿入される。

- [0090] この実施形態においても、第 1 の実施形態を示す図 8 B で示したように、隣り合う下部構造体同士が接触する位置に対応して、一方に一对の半円球状の凹部を設け他方の対応する位置に半円球状の弾力性ある材料例えばゴムで構成される一对の弾力性突起を設けることができる。アームが伸張するとき、下部構造体群が伸張して、上部構造体群とかみ合わせられるときに下部構造体同士が回転してぶつかるが、上記凹部に上記弾力性突起が嵌合する。勿論、半円上でなくとも、凹部と弾力性突起は丁度半円状でなく、対応する凹部とこれに対応する弾力性ある突起が設けられていればよい。
- [0091] 伸張時前方にある下部構造体の両側ほぼ中央付近に凹部を設け、後方に連結される下部構造体の両側ほぼ中央付近に対応するゴム突起を設けた場合について示した。伸張時前方にある下部構造体の両側ほぼ中央付近にゴム突起を設け、後方に連結される下部構造体の両側ほぼ中央付近に対応する凹部を設けてもよい。
- [0092] この実施形態においても、このような構造を採れば、弾力性突起の弾力性により下部構造体同士が接触する際に生ずる音を抑制することができる効果がある。
- [0093] 更に、下部構造体同士だけでなく、上部構造体同士、上部構造体と下部構造体同士の接触部分においても同様に、弾性突起と凹部を設けることができる。これにより、接触時の衝撃及び発生音を抑止することができる効果がある。
- [0094] ところで、本発明では、かみ合わせられる構造体は、便宜上、上部構造体と下部構造体と称している。しかし、上部構造体は下部構造体より常に上に位置しているとか限られず、動作中、例えば回転関節などによりアーム部が回転させられるとき等においては上部構造体よりも下部構造体の方が上の位置にある場合もある。
- [0095] 上記実施形態において、上部構造体と下部構造体はほぼ半分の長さだけずれてかみ合わせるようにしていた。このようにすると、強度的に強い利点がある。

ある。しかし、本発明ではこのように半分の長さだけずらす、一部ずらす、あるいは上部構造体と下部構造体をまったく一致させてかみ合わせるようにしてもよい。また上部構造体と下部構造体の長さも同じである必要は必ずしもない。

[0096] 上記実施形態においては、上部構造体の下面中央に凹凸溝を設け、その両側にロック部を設けていた。しかし、上部構造体の下面中央に設けず偏らせて設けてもよい。また、ロック部も対称な位置に２個設ける必要はなく、対称でない位置に設けてもよく、更にロック部を上部構造体に１個設けるようにしてよい、

本発明の実施形態によれば、確実かつ円滑に伸張及び短縮することが可能な伸縮アーム機構及びロボットアームが得られる。

[0097] 本発明のいくつかの実施形態を説明したがこれらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0098] １…アーム支持体、２…アーム部、３…ハンド部、１０…ロボットアーム、１１ａ…第１支持部、１１ｂ…第２支持部、１１ｃ…第３支持部、Ｊ１…第１回転関節部、Ｊ２…第２回転関節部、Ｊ３…直動伸縮アーム関節部、Ｊ４…第４回転関節部、Ｊ５…第５回転関節部、Ｊ６…第６回転関節部、Ｊ７…第７回転関節部、１６…２指ハンド、２０…上部構造体群、２１…下部構造体群、２２，４２…上部構造体、２２ａ…凹凸構造、２２ｂ１，２２ｂ２…ロック部、２３，４３…下部構造体、２４ａ…歯車、２４ｂ…ガイド部、２５ａ…回転軸、２５ｂ１，２５ｂ２…軸受部、２６…共通ブロック体、２６ｂ１，２６ｂ２…突起、２７ｂ１，２７ｂ２，４７ｂ１，４７ｂ２…ロック部受部、Ｘ，Ｙ…回転軸中心、２９ａ…垂直面、２９ｂ…斜面、２９…貫

通孔、3 1 …凹部、3 2 …弾力性突起、4 6 b 1, 4 6 b 2 …突出部。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の第1構造体が連結してなる第1構造体群及び、複数の第2構造体が連結してなる第2構造体群を有し、
前記第1構造体各々は、前記第2構造体を固定するロック部を有し、
、
伸張させるとき、前記ロック部により前記第2構造体を前記第1構造体に固定することを特徴とする伸縮アーム機構。
- [請求項2] 前記第1構造体群及び前記第2構造体群は、下方に湾曲可能であり、
、
伸張するとき、前記第1構造体群は直線状に伸び、前記第2構造体群は前記第1構造体群の移動にしたがって伸びていくことを特徴とする請求項1記載の伸縮アーム機構。
- [請求項3] 前記第1構造体群と前記第2構造体群は、端が共通ブロックにより固定されて成ることを特徴とする請求項2記載の伸縮アーム機構。
- [請求項4] 前記第1構造体の有する前記ロック部は、伸張するとき伸張方向に対して前面が斜面となっており、後面が略垂直となる構造を有することを特徴とする請求項3記載の伸縮アーム機構。
- [請求項5] 前記第2構造体は、伸張するとき伸張方向に対して上部の前方の角付近に設けられた前記ロック機構に嵌合する嵌合部と、上部の後方の角付近に設けられ、前記第1構造体の前記斜面に当接するロック部受部とを有することを特徴とする請求項4記載の伸縮アーム機構。
- [請求項6] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張短縮方向に垂直な方向において少なくとも一個設けられていることを特徴とする請求項5記載の伸縮アーム機構。
- [請求項7] 前記第1構造体は、その連結方向に連続して凹凸機構を備えることを特徴する請求項6記載の伸縮アーム機構。
- [請求項8] 前記第1構造体群を移動させる移動機構は、前記凹凸機構にかみ合わされる歯車であることを特徴とする請求項7記載の伸縮アーム機構

。

[請求項9] 前記第1構造体は平板状を有し、隣り合う前記第1構造体はその一端で前記伸張短縮の方向に対して垂直方向に回動可能な構造を有することを特徴とする請求項8記載の伸縮アーム機構。

[請求項10] 前記第2構造体は、連結方向の下部で隣り合う第2構造体と回動可能に連結されていることを特徴とする請求項9記載の伸縮アーム機構

。

[請求項11] 前記第2構造体は、中空ブロック構造を有することを特徴とする請求項10記載の伸縮アーム機構。

[請求項12] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張するときの移動方向に対して後面に凹部を有し、

前記第2構造体は嵌合部を有し、前記アーム部が伸張するとき前記凹部に嵌合される突起であることを特徴とする請求項11記載の伸縮アーム機構。

[請求項13] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張するときの移動方向に対して後面に向いた湾曲部を有し、

前記第2構造体の前記嵌合部は、伸張するとき前記湾曲部に嵌合される柱状体であることを特徴とする請求項11記載の伸縮アーム機構

。

[請求項14] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張するときの移動方向に対して後面に向いた湾曲部を有し、

前記第2構造体の前記嵌合部は、伸張するとき前記湾曲部に嵌合される半球状であることを特徴とする請求項11記載の伸縮アーム機構

。

[請求項15] 前記第2構造体は、前記第2構造体群が直線状にされるとき、隣接して設けられる前記第2構造体の接触する部分の対応する位置に、どちらか一方に凹部が、他方の前記第2構造体に前記凹部に嵌められる弾力性突起を有することを特徴とする請求項11記載の伸縮アーム機

構。

[請求項16] 前記第1構造体は、前記第1構造体群が直線状にされるとき、隣接して設けられる前記第1構造体の接触する部分の対応する位置に、どちらか一方の前記第1構造体に凹部が、他方の前記第1構造体に前記凹部に嵌められる弾力性突起を有することを特徴とする請求項1記載の伸縮アーム機構。

[請求項17] 前記第1構造体と前記第2構造体は、前記第1構造体群と前記第2構造体群が嵌合されるとき、隣接して設けられる前記第1構造体と前記第2構造体の接触する部分の対応する位置に、どちらか一方の凹部が、他方に前記凹部に嵌められる弾力性突起を有する事を特徴とする請求項1記載の伸縮アーム機構。

[請求項18] 複数の第1構造体が連結してなる第1構造体群及び、複数の第2構造体が連結してなる第2構造体群から構成され、

前記第1構造体は、移動方向に連続して設けられる凹凸機構とその左右に前記第2構造体を固定するロック部を有し、

前記第2構造体は、連結方向の下部で隣り合う第2構造体と連結され、その上部の一方の角付近において前記ロック部と嵌合する嵌合部を備えると共に、この第2構造体の上部の他の角付近に斜面を有するロック部受部を備え、

伸張させるときには歯車を正回転させ前記凹凸機構とかみ合う歯車の回転により前記第1構造体を連結方向に移動させ、前記第2構造体の前記嵌合部と前記ロック部受部とにより前記第2構造体を前記第1構造体に固定することを特徴とする伸縮アーム機構。

[請求項19] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張するときの移動方向に対して後面に凹部を有し、

前記第2構造体の前記嵌合部は、伸張するとき前記凹部に嵌合される突起であることを特徴とする請求項18記載の伸縮アーム機構。

[請求項20] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張するときの移動方向に対し

て後面に向いた湾曲部を有し、

前記第2構造体の嵌合部は、伸張するとき前記湾曲部に嵌合される柱状体であることを特徴とする請求項18記載の伸縮アーム機構。

[請求項21] 前記第1構造体の前記ロック部は、伸張するときの移動方向に対して後面に向いた湾曲部を有し、

前記第2構造体の前記嵌合部は、伸張するとき前記湾曲部に嵌合される半球状であることを特徴とする請求項18記載の伸縮アーム機構。

[請求項22] 前記第2構造体は、前記第2構造体群が直線状にされるとき、隣接して設けられる前記第2構造体の接触する部分の対応する位置に、どちらか一方に凹部が、他方の前記第2構造体に前記凹部に嵌められる弾力性突起を有することを特徴とする請求項18記載の伸縮アーム機構。

[請求項23] 複数の第1構造体が連結してなる第1構造体群及び、複数の第2構造体が連結してなる第2構造体群を有し、

前記第1構造体各々は、前記第2構造体を固定するロック部を有し、

伸張させるとき、前記ロック部により前記第2構造体を前記第1構造体に固定する、ことを特徴とするロボットアーム。

[請求項24] 屈曲可能に連結された平板形状を有する複数の第1構造体からなる第1構造体群と、

屈曲可能に連結された溝形状を有する複数の第2構造体からなる第2構造体群と、前記複数の第1構造体のうち先端の第1構造体は前記複数の第2構造体のうち先端の前記第2構造体と接続される、前記第1構造体群と前記第2構造体群との接合状態が保持されることによりそれぞれの屈曲が拘束されて所定の剛性を備えた柱状体としてのアーム部が構成される、前記第1構造体群と前記第2構造体群との分離により柱状体が解除され前記第1、第2構造体群それぞれが屈曲状態に

回復される、

前記構造体群と前記第2構造体群との接合状態を保持するためのロック構造と、前記ロック構造は前記第1構造体各々に設けられたロック部と、前記第2構造体各々の前後に設けられた一对のロック部受部とを有する、前記第1、第2構造体群が伸張されるとき前記第1構造体のロック部は隣り合う前記第2構造体の一对のロック部受部に挟まれ前記第1、前記第2構造体群との接合状態が保持される、前記第1、第2構造体群が収縮されるとき前記第1構造体のロック部は隣り合う前記第2構造体の一对のロック部受部から離脱され前記第1、前記第2構造体群の接合状態が解除され前記第1、前記第2構造体群各々は屈曲可能な状態に復帰される、
具備することを特徴とする伸縮アーム機構。

[請求項25]

前記ロック部と前記ロック受部との一方はロックピンを有する、前記ロック部と前記ロック受部との他方はロックピンホールを有する、前記ロックピンホールに前記ロックピンが差し込まれることにより前記第1、前記第2構造体群との接合状態が保持される、前記ロックピンホールから前記ロックピンが抜かれることにより前記第1、前記第2構造体群各々は屈曲可能な状態に復帰されることを特徴とする請求項24記載の伸縮アーム機構。