

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-304559

(P2006-304559A)

(43) 公開日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02G 11/00 (2006.01)	H02G 11/00 S	3C007
B25J 19/00 (2006.01)	B25J 19/00 F	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2005-125723 (P2005-125723)
 (22) 出願日 平成17年4月22日 (2005. 4. 22)

(71) 出願人 000000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号
 (74) 代理人 100075557
 弁理士 西教 圭一郎
 (74) 代理人 100072235
 弁理士 杉山 毅至
 (74) 代理人 100101638
 弁理士 廣瀬 峰太郎
 (72) 発明者 原田 貴志
 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社明石工場内

最終頁に続く

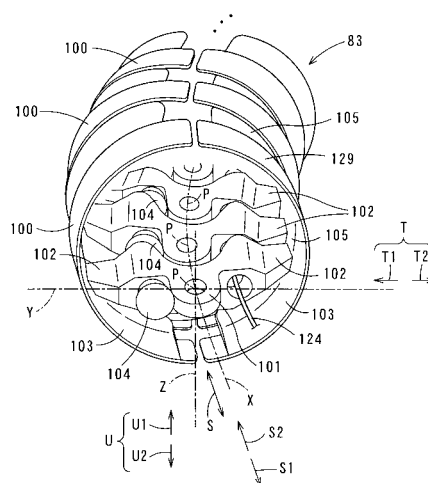
(54) 【発明の名称】 変形構造体およびケーブルの支持装置

(57) 【要約】

【課題】 ケーブルの支持装置に用いられる変形構造体であって、強度を向上して、予め定める変形形状に維持することができる変形構造体を提供する。

【解決手段】 一方の基部 102 に設けられるスペーサ部材 104 が、他方の基部 102 に当接することによって、延在方向に隣接する各結合部の第 1 軸線が互いに傾斜し、変形構造体 83 を円弧状に延ばすことができる。スペーサ部材 104 が他方の基部 102 に当接した状態から、スペーサ部材 104 の両側の 2 つの基部 102 がさらに近接する方向の外力が与えられた場合、スペーサ部材 104 によって、両側の基部 102 が互いに近接することが阻まれる。このような外力が与えられたとしても、基部 102 とスペーサ部材 104 とに力が与えられるのみで、構造的に強度の弱い結合部に与えられる力を抑えることができる。これによって結合部 102 が破損することを防止することができ、変形構造体の強度 83 を向上することができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性を有するケーブルを支持するケーブル支持装置に用いられ、略円弧長尺状に形成されて予め定める方向に所定量変形可能な変形構造体であって、

予め定める延在軸線に沿う延在方向に並んで互いに結合される結合部であって、結合される 2 つの結合部のうち一方の結合部が、他方の結合部に対して、一方の結合部に設定されて延在軸線に交差する第 1 軸線まわりに所定量の角変位が自在な複数の結合部と、

前記第 1 軸線に沿う第 1 方向に延びて、結合部が連なる基部と、

延在方向に隣接する 2 つの基部のうち、少なくとも一方の基部に設けられて第 1 方向に関して結合部と異なる位置から延在方向に突出する規制部であって、他方の基部に当接することで、延在方向に隣接する 2 つの基部にそれぞれ連なる各結合部の第 1 軸線が互いに傾斜する規制部とを含むことを特徴とする変形構造体。 10

【請求項 2】

規制部は、結合部を挟んで基部の第 1 方向両側部分にそれぞれ設けられることを特徴とする請求項 1 記載の変形構造体。

【請求項 3】

結合される 2 つの結合部のうち一方の結合部が、他方の結合部に対して、前記第 1 軸線と延在軸線とに対して直交する第 2 軸線まわりに角変位自在に形成され、

規制部は、一方の基部に対して着脱可能に設けられることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の変形構造体。 20

【請求項 4】

規制部のうちで他方の基部に対向する対向面は、前記第 1 軸線まわりに湾曲し、第 1 軸線からの距離が一定の曲率半径を有する曲面に形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の変形構造体。

【請求項 5】

他方の基部は、一方の基部に設けられる規制部が当接する当接部が形成され、当接部は、規制部が当接部に当接した状態で、延在軸線と第 1 軸線とを含んで構成される仮想平面に関して両側で、規制部に当接することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の変形構造体。 30

【請求項 6】

規制部が他方の基部に接触した状態に維持する維持部材をさらに含むことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の変形構造体。 30

【請求項 7】

第 1 駆動部と、前記第 1 駆動部に対して予め定められる旋回軸線まわりに相対角変位する第 2 駆動部とを含んで構成される駆動装置に設けられ、前記第 1 駆動部と前記第 2 駆動部とにわたって延びて、可撓性を有するケーブルを支持するケーブルの支持装置であって、

(a) 前記第 1 駆動部に固定される第 1 固定部と、

(b) 前記第 2 駆動部に固定され、第 1 固定部に対して前記旋回軸線の軸線方向に間隔をあけて配置される第 2 固定部と、 40

(c) 請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の変形構造体であって、延在方向一端部が第 1 固定部に固定され、延在方向他端部が第 2 固定部に固定されて、前記駆動装置の外周にそって湾曲して延び、各結合部分は、隣接する結合部に対して前記旋回軸線に平行な軸線まわりの角変位が規制部によって防がれるとともに、前記旋回軸線に直交する軸線まわりの所定量の角変位を許容する変形構造体と、

(d) ケーブルを変形構造体の延在軸線に沿って保持する保持部とを含むことを特徴とするケーブルの支持装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可撓性を有するケーブルを支持するケーブル支持装置に用いられる変形構造体に関する。特に、ロボット用ケーブルを支持するケーブル支持装置に用いられる変形構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

産業用ロボットは、アームの外周に沿ってケーブルが延びる。ケーブルの一端部はエンドエフェクタに接続され、他端部は動力源などの周囲装置に接続される。ケーブルは、エンドエフェクタに動力および指令を与えるための配線の束と、エンドエフェクタの動作に必要な流体を供給する配管の束とを含む。ケーブルは、産業用ロボットに設けられる複数のクランプ部材によって部分的に拘束される。

10

【0003】

ロボットアームが、手首ひねり、手首曲げまたは手首回転の少なくともいずれかを行うなどして、ロボットの各軸が互いに相対変位する場合、各軸に設けられるクランプ部材の間の距離が変化する。これによってケーブルは、クランプ部材間で変形して、弛みまたは張りが生じる。ロボットの各軸が大きく変位すると、ケーブルが弛みすぎて周辺機器と干渉したり、ケーブルが張りすぎて破断したりするおそれがある。

【0004】

ケーブルが不所望に変形することを防ぐケーブル支持装置が特許文献1に開示されている。特許文献1に開示されるケーブル支持装置は、固定部と水平旋回部とを有する駆動装置に設けられる。具体的には、固定部の外周に巻回して、立体空間内にU字形状に屈曲する帯状部材が取付けられる。この帯状部材の屈曲内面には角錐状のサポートブロックが多数密接配置される。ケーブルは、帯状部材に支持され、湾曲して弛んだ状態で固定部の外周を巻回する。固定部に対して水平旋回部が角変位した場合、ケーブルは、帯状部材とともに旋回軸線に近接した状態を保って変形し、不所望に変形することが防がれる。

20

【0005】

また特許文献2に開示されるケーブル支持装置は、特許文献1に記載の帯状部材とサポートブロックとに換えて、チェーン部材が用いられる。チェーン部材は、ケーブルが挿通する円弧状の通路を形成する。各チェーン部材は、隣接するチェーン部材に対して予め定める方向に所定量角変位可能に形成される。このようなケーブル支持装置もまた、駆動装置に対してケーブルが離反することを防ぐ。

30

【0006】

【特許文献1】実公昭58-184293号公報

【特許文献2】特開昭62-34795号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した各特許文献に示されるケーブル支持装置には、円弧状に形成されてケーブルを支持する変形構造体を有する。変形構造体は、駆動装置に設定される旋回軸線まわりに巻回して設けられる。そして変形構造体は、延在方向に並ぶ複数の角変位部分を有し、各角変位部分は、隣接する角変位部分に対して前記旋回軸線に平行な軸線まわりの角変位を防ぐとともに、前記旋回軸線に直交する軸線まわりの角変位を許容する。

40

【0008】

特許文献1に開示されるケーブル支持装置は、自重によって変形構造体に変形することを防ぐために、変形構造体を下方から支持するリング状の支持部材を必要とする。このような支持部材が設けられることによって、装置が大形化してしまうという問題がある。また旋回軸線が水平に延びる場合には、変形構造体が予め定める姿勢を保つことができず、ケーブルの支持を行うことができない。

【0009】

特許文献2に開示されるケーブル支持装置の変形構造体は、複数のチェーン要素がピンによってそれぞれ結合される。変形構造体は、自重に抗して予め定める曲率半径を維持す

50

るために、2つのチェーン要素を連結するピン嵌合部分に負荷がかかる。チェーン要素のピン嵌合部分は、2つのチェーン要素を互いに相対角変位する必要があるので、構造上強度が低く、ピン嵌合部分が破損しやすい。したがって変形構造体の自重を大きくすることができない。このことは、旋回軸線が水平に延びる場合、変形構造体を挿通するケーブルの自重が重い場合、変形構造体に大きい加速度が与えられる場合などにも同様の問題が発生する。

【0010】

したがって本発明の目的は、強度を向上して、予め定める変形形状に確実に維持することができるケーブルの支持装置およびそれに用いられる変形構造体を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、可撓性を有するケーブルを支持するケーブル支持装置に用いられ、略円弧長尺状に形成されて予め定める方向に所定量変形可能な変形構造体であって、

予め定める延在軸線に沿う延在方向に並んで互いに結合される結合部であって、結合される2つの結合部のうち一方の結合部が、他方の結合部に対して、一方の結合部に設定されて延在軸線に交差する第1軸線まわりに所定量の角変位が自在な複数の結合部と、

前記第1軸線に沿う第1方向に延びて、結合部が連なる基部と、

延在方向に隣接する2つの基部のうち、少なくとも一方の基部に設けられて第1方向に関して結合部と異なる位置から延在方向に突出する規制部であって、他方の基部に当接することで、延在方向に隣接する2つの基部にそれぞれ連なる各結合部の第1軸線が互いに傾斜する規制部とを含むことを特徴とする変形構造体である。

20

【0012】

また本発明は、規制部は、結合部を挟んで基部の第1方向両側部分にそれぞれ設けられることを特徴とする。

【0013】

また本発明は、結合される2つの結合部のうち一方の結合部が、他方の結合部に対して、前記第1軸線と延在軸線とに対して直交する第2軸線まわりに角変位自在に形成され、

規制部は、一方の基部に対して着脱可能に設けられることを含むことを特徴とする。

【0014】

また本発明は、規制部のうちで他方の基部に対向する対向面は、前記第1軸線まわりに湾曲し、第1軸線からの距離が一定の曲率半径を有する曲面に形成されることを特徴とする。

30

【0015】

また本発明は、他方の基部は、一方の基部に設けられる規制部が当接する当接部が形成され、当接部は、規制部が当接部に当接した状態で、延在軸線と第1軸線とを含んで構成される仮想平面に関して両側で、規制部に当接することを特徴とする。

【0016】

また本発明は、規制部が他方の基部に接触した状態に維持する維持部材をさらに含むことを特徴とする。

40

【0017】

また本発明は、第1駆動部と、前記第1駆動部に対して予め定められる旋回軸線まわりに相対角変位する第2駆動部とを含んで構成される駆動装置に設けられ、前記第1駆動部と前記第2駆動部とにわたって延びて、可撓性を有するケーブルを支持するケーブルの支持装置であって、

(a) 前記第1駆動部に固定される第1固定部と、

(b) 前記第2駆動部に固定され、第1固定部に対して前記旋回軸線の軸線方向に間隔をあけて配置される第2固定部と、

(c) 前記変形構造体であって、延在方向一端部が第1固定部に固定され、延在方向他端部が第2固定部に固定されて、前記駆動装置の外周にそって湾曲して延び、各結合部分

50

は、隣接する結合部に対して前記旋回軸線に平行な軸線まわりの角変位が規制部によって防がれるとともに、前記旋回軸線に直交する軸線まわりの所定量の角変位を許容する変形構造体と、

(d) ケーブルを変形構造体の延在軸線に沿って保持する保持部とを含むことを特徴とするケーブルの支持装置である。

【発明の効果】

【0018】

請求項1記載の本発明によれば、複数の結合部が結合されることによって、延在方向に延びる長尺体を構成することができる。また各基部にそれぞれ設けられる規制部が、他方の基部にそれぞれ当接することによって、延在方向に隣接する各結合部の第1軸線が互いに傾斜する。各結合部の第1軸線が一定角度でそれぞれ傾斜することによって、複数の結合部が結合されて構成される長尺体を、予め定める許容曲率半径の円弧に沿って延ばすことができる。この状態で、一方の結合部を他方の結合部に対して第1軸線まわりに所定量角変位させることができる。

10

【0019】

規制部が他方の基部に当接した状態において、変形構造体の許容曲率半径を超えて変形する方向の力、すなわち規制部の両側の2つの基部がさらに近接する方向の力が与えられた場合、規制部の両側の基部が互いに近接することが、規制部によって阻まれる。したがって規制部が他方の基部に当接した状態では、変形構造体が許容曲率半径を超えて変形することが阻止される。

20

【0020】

このような外力が与えられたとき、規制部と結合部とが異なる位置に設けられるので、基部と規制部とに力が与えられ、構造的に強度の弱い結合部に大きな力が与えられることが防がれる。これによって変形構造体の許容曲率半径を超えて変更するような力が与えられたとしても、結合部が破損することを防止することができる。これによって変形構造体の強度を向上することができる。

【0021】

このような本発明の変形構造体を、後述するケーブル支持装置に用いることによって、ケーブル支持装置が任意の姿勢に配置された場合であっても、別途支持部材を用いることなく、ケーブル支持装置を所望の変形状態に維持することができる。たとえば変形構造体に保持されるケーブルを、ロボットなどの駆動装置の外周面に近接配置させることができる。ここで本発明において、ケーブルは、可撓性を有する長尺物を意味する。たとえばケーブルは、電気配線および電力配線のほか、冷却水、塗料または作動流体などが流れる流体通路を形成するホースであってもよい。また本発明において円弧状とは、非直線形状、すなわち湾曲形状を意味し、楕円弧などの中心軸線まわりに延びる円弧以外の曲線であってもよい。

30

【0022】

上述したように本発明の変形構造体は、その強度を向上することができる。したがって変形構造体がケーブル支持装置に用いられた場合、ケーブル支持装置の姿勢、変形構造体またはケーブルの自重が大きい場合、変形構造体に大きい加速度が与えられる場合など、変形構造体に与えられる外力が大きい場合であっても、予め定める姿勢に変形構造体を維持することができ、ケーブルを駆動装置の外周面に近接配置させることができる。

40

【0023】

また請求項2記載の本発明によれば、結合部を挟んで基部の第1方向両側部分に規制部がそれぞれ設けられる。これによって変形構造体の許容曲率半径を超えて変形する方向の力が与えられた場合、結合部を挟んで第1方向両側に設けられるそれぞれの規制部と、基部とに力が与えられる。これによって結合部に与えられる力をさらに抑えることができる。したがって結合部が破損することをより確実に防止することができ、変形構造体の強度をさらに向上することができる。

【0024】

50

また請求項3記載の本発明によれば、延在方向に隣接する2つの結合部は、規制部が外された状態では、一方の結合部が他方の結合部に対して第2軸線まわりに角変位することができる。規制部が一方の基部に装着された状態では、2つの基部が互いに近接する方向に角変位すると、2つの基部の間に配置される規制部が、隣接する2つの基部に当接する。このような状態では、2つの基部は、さらに近接する方向に変位することが阻止される。これによって2つの基部が設けられる2つの結合部もまた角変位が阻止される。このように規制部によって基部が近接する方向の角変位を阻止することで、変形構造体は、予め定める変形範囲で湾曲する形状に形成することができる。

【0025】

規制部の大きさ、基部に規制部を装着する位置などを選択することによって、規制部が他方の基部に当接した状態における変形構造体の許容曲率半径を任意に設定することができる。このように許容曲率半径を設定することで、許容曲率半径を変更するために結合部および基部を変更する必要がない。したがって許容曲率半径の異なる変形構造体に対して、結合部および基部を共通化して、構成部品の汎用性を向上することができ、製造コストを低下することができる。

【0026】

また請求項4記載の本発明によれば、規制部のうちで他方の基部に対向する対向面が、第1軸線からの距離が一定な曲率半径を有して第1軸線まわりに湾曲する。これによって規制部が他方の基部に当接した状態であっても、他方の結合部に対して一方の結合部を第1軸線まわりに滑らかに角変位させることができる。また規制部が他方の基部に当接した状態で一方の結合部を第1軸線まわりに角変位しても、2つの結合部に設定される第1軸線の傾斜を一定に保つことができる。たとえば規制部は、球体に形成されてもよく、円柱状に形成されてもよく、円錐状に形成されてもよい。

【0027】

また請求項5記載の本発明によれば、延在軸線と第1軸線とを含む仮想平面に関して両側で、規制部と他方の基部とがそれぞれ当接する。これによって一方の結合部が、他方の結合部に対して、延在軸線まわりに角変位することを阻止することができる。したがって各結合部に沿ってケーブルを沿わせた場合、ケーブルが延在軸線まわりに擦れることを防ぐことができる。

【0028】

また請求項6記載の本発明によれば、規制部が隣接する基部と接触した状態に維持する維持部材をさらに含む。これによって他方の基部が規制部と離れた状態で角変位することを防ぐことができ、一方の結合部が他方の結合部に対して、不所望に角変位することを防ぐことができる。

【0029】

また請求項7記載の本発明によれば、ケーブル支持装置に上述する変形構造体が用いられる。変形構造体は、周方向に湾曲して弛んだ状態で駆動装置の外周に巻きついた状態で、駆動装置に対して旋回軸線の半径方向に離反することを防ぐ。たとえば旋回軸線が水平に延びる場合でも、変位規制部は、自重によって下方に垂れることを防ぐ。したがって変形構造体は、駆動装置に近接した近接姿勢を保つことことができる。

【0030】

このことは、第2駆動部が第1駆動部に対して旋回軸線まわりに相対角変位する場合も同様である。変形構造体は、旋回軸線に直交する軸線まわりの変形を許容するので、変形構造体の延在方向一端部は、延在方向他端部に対して旋回軸線の周方向に相対変位可能となる。第2駆動部が第1駆動部に対して相対角変位すると、それにもなって第2固定部が第1固定部に対して旋回軸線まわりを相対角変位する。このとき変形構造体は、第1固定部と第2固定部との周方向位置関係の変化に従って、延在方向一端部と延在方向他端部とが周方向にずれるように変形する。これによって変形構造体は、駆動装置から離反することなく変形する。

【0031】

10

20

30

40

50

また保持部によって変形構造体にケーブルが保持されることで、変形構造体とともにケーブルが弛んだとしても、ケーブルが駆動装置から離反することが防がれる。また駆動装置に対して、周囲の装置とケーブルとが衝突することを防ぐとともに、駆動装置の動作をケーブルが妨げることを防ぐことができる。またケーブルに過度の張りが生じることを防ぐことができ、ケーブルの損傷を防ぐことができる。

【0032】

またケーブルの支持装置は、上述した変形構造体によってケーブルを支持することで、変形構造体を支持する機構を必要とすることなく、支持装置の構造を簡単化することができる。たとえば変形構造体を支持する支持部材をなくすることで、支持装置の大形化を防ぐことができる。また支持部材とケーブルとが摺接することがないので、ケーブルの損傷を防ぐことができる。また変形構造体の強度を向上できるので、ケーブルの支持装置の姿勢、移動速度、支持するケーブルの重量などによって変形構造体に与えられる外力が大きい場合であっても、破損することを防いで、駆動装置に近接した状態でケーブルを支持することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

図1は、本発明の実施の一形態である変形構造体83の一部を示す斜視図である。本発明の実施の一形態の変形構造体83は、略円弧長尺状に形成される。変形構造体83は、予め定める変形許容方向に関する変形を所定量許容し、予め定める変形阻止方向に関する変形を阻止する。また変形構造体83は、後述するケーブル支持装置の一部を構成する。ケーブル支持装置は、ロボットなどの駆動装置の外周に沿って延びるケーブルを支持する装置である。

20

【0034】

変形構造体83は、予め定める曲率半径を有する円弧状に形成され、予め定める延在軸線Xに沿う延在方向Sに並ぶ複数の角変位部分100を有する。角変位部分100は、延在方向Sに等間隔に並んで配置され、隣接する角変位部分100が互いに連結される。延在方向Sに隣接する2つの角変位部分100のうち、一方の角変位部分100は、一方の角変位部分100に設定される角変位点Pまわりに、他方の角変位部分100に対して、予め定める許容範囲内で角変位可能に形成される。これによって複数の角変位部分100が連結される連結体である変形構造体83は、全体として変形可能となる。

30

【0035】

角変位部分100は、結合部101と、基部102と、規制部104, 105とを含む。結合部101は、隣接する2つの角変位部分100を連結するための部分であり、延在方向Sに並んで互いに結合される。一方の角変位部分100の結合部101は、延在方向Sに隣接する他方の角変位部分100の結合部101に結合される。

【0036】

結合部101には、第1軸線Yが設定される。第1軸線Yは、延在軸線Xに交差する方向に延びる。本実施の形態では、第1軸線Yは延在軸線Xに直交して延びる。結合される2つの結合部101のうち一方の結合部101は、他方の結合部101に対して、一方の結合部101に設定される第1軸線Yまわりに所定量の角変位が自在に形成される。また結合部101は、延在軸線Xと第1軸線Yとにともに垂直な第2軸線Zまわりに所定量の角変位が自在に形成される。本実施の形態では、結合された2つの結合部101は、玉継手構造を有することによって、第1軸線Yおよび第2軸線Zまわりに相対角変位可能となる。

40

【0037】

基部102は、結合部101毎に設けられ、結合部101に連なる。基部102は、第1軸線Yに沿う第1方向Tに延びて、結合部101が連なる。また基部102は、結合部101から第1軸線Yに沿って延びる第1方向T両側にそれぞれ突出する。すなわち基部102は、結合部101から第1方向一方T1に突出するとともに、結合部101から第1方向他方T2に突出する。本実施の形態では、基部102は、略板状に形成され、その

50

第 1 方向 T 中央部分に結合部 1 0 1 が配置される。

【 0 0 3 8 】

規制部 1 0 4 , 1 0 5 は、変形構造体 8 3 が予め定める許容曲率半径で湾曲するように設定するための部分である。規制部 1 0 4 , 1 0 5 は、延在方向 S に隣接する 2 つの基部 1 0 2 のうち、少なくともいずれか一方の基部 1 0 2 に設けられて、基部 1 0 2 のうち結合部 1 0 1 が設けられる位置とは異なる位置から延在方向 S に突出する。本実施の形態では、規制部 1 0 4 , 1 0 5 は、各基部 1 0 2 にそれぞれ設けられる。延在方向 S に隣接する 2 つの基部 1 0 2 のうち、一方に形成される規制部 1 0 4 , 1 0 5 は、他方の基部 1 0 2 に当接可能に形成される。一方の基部 1 0 2 に形成される規制部 1 0 4 , 1 0 5 に、他方の基部 1 0 2 が当接することで、一方の基部 1 0 2 に連なる結合部 1 0 1 と、他方の基部 1 0 2 に連なる結合部 1 0 1 とのそれぞれに設定される第 1 軸線 Y が互いに傾斜する。本実施の形態では、規制部 1 0 4 , 1 0 5 は、基部 1 0 2 の第 1 方向両側部分にそれぞれ設けられる。第 1 方向一方 T 1 の規制部 1 0 4 は、基部 1 0 2 に着脱可能に形成されるスペーサ部材 1 0 4 によって実現される。また第 1 方向他方 T 2 の規制部 1 0 5 は、基部 1 0 2 に連なり、延在軸線 X まわりに周方向に延びる外套部分 1 0 3 の一部分によって実現される。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、角変位部分 1 0 0 を拡大して示す斜視図である。以下、延在方向 S に沿って延びる軸線を延在軸線 X と称し、延在軸線 X に垂直な一軸線を第 1 軸線 Y と称し、延在軸線 X と第 1 軸線 Y とにともに垂直な軸線を第 2 軸線 Z と称する。また第 1 軸線 Y に沿って延びる方向を第 1 方向 T と称し、第 2 軸線 Z に沿って延びる方向を第 2 方向 U と称する。

【 0 0 4 0 】

結合部 1 0 1 は、中心部 1 1 0 と、中心部 1 1 0 から延在方向一方 S 1 に連なる第 1 継手部 1 0 7 と、中心部 1 1 0 から延在方向他方 S 2 に連なる第 2 継手部 1 0 6 とを含む。第 1 継手部 1 0 7 は、延在方向一方 S 1 に隣接する結合部 1 0 1 と結合するための部分である。また第 2 継手部 1 0 6 は、延在方向他方 S 2 に隣接する結合部 1 0 1 と結合するための部分である。

【 0 0 4 1 】

本実施の形態では、2 つの結合部 1 0 1 が結合される結合構造は、球面对偶を有する玉継手構造によって実現される。これによって単に 2 つの結合部 1 0 1 が結合された状態では、一方の結合部 1 0 1 は、他方の結合部 1 0 1 に対して、予め定める角変位範囲内で、各結合部 1 0 1 の連結部分に設定される角変位点 P まわりに任意の方向に角変位可能となる。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、図 2 に示す S 3 - S 3 切断面線で角変位部分 1 0 0 を切断した断面図であり、図 4 は、図 2 に示す S 4 - S 4 切断面線で角変位部分 1 0 0 を切断した断面図であり、図 5 は、図 2 に示す S 5 - S 5 切断面線で角変位部分 1 0 0 を切断した断面図である。

【 0 0 4 3 】

第 1 継手部 1 0 7 は、略板状に形成されて、中心部 1 1 0 に連なる。第 1 継手部 1 0 7 は、中心部 1 1 0 の第 2 方向一方 U 1 側部分から、延在方向一方 S 1 に突出する。第 1 継手部 1 0 7 は、第 2 軸線 Z に垂直な投影面に投影した場合の投影形状が半円形状に形成され、延在方向一方 S 1 に向かうにつれて第 1 方向寸法が先細となる。第 1 継手部 1 0 7 には、第 2 方向他方側表面 1 1 1 から第 2 方向一方 U 1 に没入するソケット凹所 1 1 3 が形成される。第 1 継手部 1 0 7 のうちでソケット凹所 1 1 3 に臨む内周面 1 1 2 は、第 1 継手部 1 0 7 に設定される第 1 角変位点 P 1 を中心とする仮想球体の一表面に沿って延びる。第 2 軸線 Z に垂直な平面におけるソケット凹所 1 1 3 の内径は、第 2 方向他方側表面 1 1 1 から第 2 方向一方 U 1 に向かうにつれて拡張し、延在軸線 X を超えると第 2 方向一方 U 1 に向かうにつれて縮径する。ここで第 1 継手部 1 0 7 とソケット凹所 1 1 3 とは、第 2 軸線 Z に垂直な平面に関して同軸に形成される。また第 1 角変位点 P 1 は、中心部 1 1 0 よりも延在方向一方 S 1 に位置し、延在軸線 X 上の一点となる。

【 0 0 4 4 】

第 2 継手部 1 0 6 は、中心部 1 1 0 に連なって略 U 字状に形成される周壁部 1 1 6 と、周壁部 1 1 6 に連なる底部 1 1 4 と、底部 1 1 4 から第 2 方向一方 U 1 に突出する突起部 1 1 5 とを含んで構成される。周壁部 1 1 6 は、延在方向一方 S 1 に凸となる半円筒状に形成される。周壁部 1 1 6 は、第 2 継手部 1 0 6 に設定される第 2 角変位点 P 2 まわりに U 字状に湾曲する。ここで第 2 角変位点 P 2 は、中心部 1 1 0 よりも延在方向他方 S 2 に位置し、延在軸線 X 上の一点となる。

【 0 0 4 5 】

底部 1 1 4 は、第 1 継手部 1 0 7 の第 2 方向他方側表面 1 1 1 よりも第 2 方向他方 U 2 に配置され、周壁部 1 1 6 の第 2 方向他方側端部 1 2 0 を覆う。底部 1 1 4 は、少なくとも第 2 角変位点 P 2 よりも延在方向他方 S 2 に延びる。突起部 1 1 5 は、底部 1 1 4 から第 2 方向一方 U 1 に突出し、前記第 2 角変位点 P 2 を通過する。突起部 1 1 5 は、前記第 2 角変位点 P 2 を中心とする球状に形成される球体部分 1 1 8 と、球体部分 1 1 8 と底部 1 1 4 とを連結する連結部分 1 1 9 とを含んで構成される。第 2 軸線 Z に垂直な平面における球体部分 1 1 8 の外径は、連結部分 1 1 9 から第 2 方向一方 U 1 に向かうにつれて拡張し、延在軸線 X を超えると第 2 方向一方 U 1 に向かうにつれて縮径する。ここで球体部分 1 1 8 の外径は、前記ソケット凹所 1 1 3 の内径とほぼ等しく形成される。また突起部 1 1 5 は、周壁部 1 1 6 に対して隙間をあけて形成される。これによって第 2 継手部 1 0 6 は、第 2 軸線 Z に垂直な投影面に投影した場合の投影形状において、略 U 字状に形成され、延在方向一方 S 1 に向かうにつれて第 1 方向 T 寸法が先細となる嵌合凹所 1 1 7 が形成される。この嵌合凹所 1 1 7 は、第 1 継手部 1 0 7 の外径よりも大きい外径を有する。

【 0 0 4 6 】

延在方向 S に隣接する 2 つの結合部 1 0 1 のうち、一方の結合部 1 0 1 の第 2 継手部 1 0 6 の嵌合凹所 1 1 7 に、他方の結合部 1 0 1 の第 1 継手部 1 0 7 が嵌り込む。また第 1 継手部 1 0 7 のソケット凹所 1 1 3 に、第 2 継手部 1 0 6 の突起部 1 1 5 の球体部分 1 1 8 が嵌り込む。この場合、第 2 継手部 1 0 6 の第 2 角変位点 P 2 と、第 1 継手部 1 0 7 の第 1 角変位点 P 1 とが一致する。また 2 つの結合部 1 0 1 が結合された状態で、一方の結合部 1 0 1 における第 2 継手部 1 0 6 の周壁部 1 1 6 および底部 1 1 4 に対して、他方の結合部 1 0 1 における第 1 継手部 1 0 7 との間に隙間が形成される。

【 0 0 4 7 】

これによって球体部分 1 1 8 がソケット凹所 1 1 3 から抜け出ることが防がれた状態で、ソケット凹所 1 1 3 に対して球体部分 1 1 8 が相対角変位可能となる。したがって一方の結合部 1 0 1 は、他方の結合部 1 0 1 に対して、角変位点 P まわりに予め定める角度範囲内で角変位することができる。

【 0 0 4 8 】

スペーサ部材 1 0 4 は、複数の結合部 1 0 1 が連結された状態で、一方の結合部 1 0 1 の基部 1 0 2 と、他方の結合部 1 0 1 の基部 1 0 2 との間に嵌り込む。これによってスペーサ部材 1 0 4 は、結合される 2 つの結合部 1 0 1 の角変位を制限することができる。また各基部 1 0 2 には、スペーサ部材 1 0 4 が着脱自在に嵌り込む着座部 1 2 1 が形成される。本実施の形態では、着座部 1 2 1 は、基部 1 0 2 の延在方向一方 S 1 側でかつ第 1 方向一方 T 1 側部分に形成される。

【 0 0 4 9 】

スペーサ部材 1 0 4 は、着座部 1 2 1 に嵌り込むことで、基部 1 0 2 と一体に形成される。スペーサ部材 1 0 4 は、第 1 継手部 1 0 7 から第 1 方向一方 T 1 に離れた位置で、基部 1 0 2 よりも延在方向一方 S 1 に突出する。スペーサ部材 1 0 4 は、着座部 1 2 1 に嵌合する嵌合部 1 3 0 と、嵌合部 1 3 0 に連なり、基部 1 0 2 から延在方向一方 S 1 に突出する間隔調整部 1 3 1 とを含む。本実施の形態では、スペーサ部材 1 0 4 は、全ての基部 1 0 2 にはめ込まれ、各スペーサ部材 1 0 4 は、同一形状に形成される。

【 0 0 5 0 】

嵌合部 1 3 0 は、円柱状に形成され、着座部 1 2 1 に形成される凹所に嵌り込む。また

間隔調整部 131 は、略球状に形成される。間隔調整部 131 は、嵌合部 130 が着座部 121 に形成される凹所に嵌り込んだ状態で、延在方向一方 S1 側表面である対向面 123 が形成される。対向面 123 は、第 1 角変位点 P1 を通過して第 1 方向 T に延びる軸線からの距離が一定の曲率半径を有して湾曲し、延在方向一方 S1 に向かって凸な曲面となる。ここで対向面 123 は、対向する基部 102 に当接する面となる。

【0051】

また基部 102 の延在方向他方 S2 には、延在方向 S に隣接する基部 102 に装着されたスペーサ部材 104 が当接する当接部 132 が形成される。当接部 132 は、延在方向 S に隣接する基部 102 の着座部 121 に装着されるスペーサ部材 104 に対向し、そのスペーサ部材 104 に同軸な没入凹所が形成される。この没入凹所は、基部 102 を延在方向 S に貫通する円柱状の挿通孔によって実現される。この没入凹所は、スペーサ部材 104 の間隔調整部 131 の先端部分が嵌り込み、間隔調整部 131 の直径よりも小さい内径を有する。当接部 132 は、スペーサ部材 104 が当接部 132 に嵌合した状態で、第 2 角変位中心 P2 を通過して延在方向 S に延びる延在軸線 X と前記第 1 軸線 Y とを含んで構成される仮想平面に関して両側で、スペーサ部材 104 に当接する。本実施の形態では、没入凹所を一周する当接部 132 の開口部に、スペーサ部材 104 の対向面 121 が当接する。これによってスペーサ部材 104 の対向面 121 を一周する円部分が、当接部 132 に当接する。

10

【0052】

また基部 102 の第 1 方向他方側 T2 部分には、延在方向 S に貫通する貫通孔 122 が形成される。各基部 102 に形成される貫通孔 122 には、長尺状のワイヤー部材 124 がそれぞれ挿通する。ワイヤー部材 124 は、一端部および他端部が貫通孔 122 よりも大きい直径を有する。またワイヤー部材 124 は、全ての貫通孔 122 を順番に挿通した状態で、一端部と他端部との距離が縮められることで、各基部 102 のうち第 1 方向他方 T2 側部分が互いに延在方向 S に近接する方向の力を与え続ける。変形構造体 83 にワイヤー部材 124 が設けられることで、変形構造体 83 が不所望に変形することを防ぐことができる。

20

【0053】

図 6 は、角変位部分 100 を示す正面図である。本実施の形態では、基部 102 の第 1 方向一方 T1 側端部 127 には、前記延在軸線 X の周方向に沿って湾曲する第 1 外套部 103a が連なる。第 1 外套部 103a は、基部 102 を周方向中央として半円状に形成される。また基部 102 の第 1 方向他方 T2 側端部 128 には、前記延在軸線 X の周方向に沿って湾曲する第 2 外套部 103b が連なる。第 2 外套部 103b は、基部 102 を周方向中央として半円状に形成される。このように 2 つの外套部 103a, 103b が形成されることによって、角変位部分 100 は、略筒状に形成される。各外套部 103a, 1203b は、ケーブル 22 が結合部 101 から離反することを防ぐ保持部となる。

30

【0054】

また各外套部 103a, 103b は、外皮部分 125 と、内皮部分 126 とがそれぞれ形成される。外皮部分 125 は、外套部 103a, 103b のうちの延在方向一方 S1 側に形成され、内皮部分 126 は、外套部 103a, 103b のうちの延在方向他方 S2 側に形成される。外皮部分 125 は、中心角が約 180 度の円弧状に形成されて、半筒状に形成される。内皮部分 126 は、中心角が約 180 度の円弧状に形成されて、半筒状に形成される。内皮部分 126 は、外皮部分 125 に連なり、内皮部分 126 は、外皮部分 125 に同軸に形成される。外皮部分 125 の内径は、内皮部分 126 の外径とほぼ等しく形成される。外皮部分 125 の内周面は、前記第 1 角変位点 P1 を中心とする仮想球体の周面の一部に沿う。また内皮部分 126 の外周面は、前記第 2 角変位点 P2 を中心とする仮想球体の周面の一部に沿う。

40

【0055】

延在方向 S に隣接する 2 つの結合部 101 が互いに結合した状態では、延在方向一方 S1 の結合部 101 の内皮部分 126 が、延在方向他方 S2 の結合部 101 の外皮部分 12

50

5 に嵌り込む。上述したように外皮部分 1 2 5 の内周面と、内皮部分 1 2 6 の外周面とが球面状に形成されることで、一方の結合部 1 0 1 に対して他方の結合部 1 0 1 が角変位した場合であっても、外皮部分 1 2 5 が内皮部分 1 2 6 を部分的に覆った状態を保ち、各結合部 1 0 1 の変形を円滑にすることができる。

【0056】

各外套部 1 0 3 のうち、内皮部分 1 2 6 が基部 1 0 2 に結合される。内皮部分 1 2 6 は、延在方向一方 S 1 側部分が基部 1 0 2 に連なり、基部 1 0 2 に連なる部分から延在方向他方 S 2 に延びる。2 つの結合部 1 0 1 が互いに結合した状態から、角変位点 P を通過して第 2 方向 U に延びる軸線まわりに周方向一方に角変位した場合、一方の基部 1 0 2 に、他方の基部 1 0 2 に連結される内皮部分 1 2 6 が当接する。これによって、各基部 1 0 2 は、角変位点 P を通過して第 2 方向 U に延びる軸線まわりにさらに周方向一方に角変位することが阻止される。すなわち外套部 1 0 3 の内皮部分 1 2 6 は、スペーサ部材 1 0 4 とともに、結合部 1 0 1 の角変位を規制する規制部 1 0 5 となる。

10

【0057】

以下、スペーサ部材 1 0 4 を第 1 規制部 1 0 4 と称し、スペーサ部材 1 0 4 に対して結合部 1 0 1 を挟んで反対側に配置される内皮部分 1 2 6 を第 2 規制部 1 0 5 と称する場合がある。一方の基部 1 0 2 に設けられる第 1 規制部 1 0 4 と、他方の基部 1 0 2 とが当接することによって、一方の基部 1 0 2 と他方の基部 1 0 2 とが、第 1 方向一方 T 1 側で延在方向 S にさらに近接変位することが阻止される。また一方の基部 1 0 2 に設けられる第 2 規制部 1 0 5 と、他方の基部 1 0 2 とが当接することによって、一方の基部 1 0 2 と他方の基部 1 0 2 とが、第 2 方向他方 T 2 側で延在方向 S にさらに近接変位することが阻止される。

20

【0058】

2 つの結合部 1 0 1 が結合された状態で、一方の結合部 1 0 1 に設定される第 1 軸線 Y と、他方の結合部 1 0 1 に設定される第 1 軸線 Y とが平行に配置された状態における、一方の基部 1 0 2 の着座部 1 2 1 から他方の基部 1 0 2 の当接部 1 3 2 までの距離に対して、第 1 規制部 1 0 4 の延在方向寸法が大きく形成される。言換えると、一方の結合部 1 0 1 に設定される第 1 軸線 Y と、他方の結合部 1 0 1 に設定される第 1 軸線 Y とが傾斜するように、第 1 規制部 1 0 4 および第 2 規制部 1 0 5 とが、隣接する 2 つの基部 1 0 2 の間に嵌り込む。これによって 2 つの結合部 1 0 1 が結合された状態で、一方の結合部 1 0 1 に設定される第 1 軸線 Y と、他方の結合部 1 0 1 に設定される第 1 軸線 Y とが非平行、すなわち互いに傾斜した状態となる。

30

【0059】

また本実施の形態では、一方の基部 1 0 2 に設けられる第 1 規制部 1 0 4 と第 2 規制部 1 0 5 とが、他方の基部 1 0 2 にとともに当接する。このように第 1 規制部 1 0 4 および第 2 規制部 1 0 5 によって、延在方向 S に隣接する各第 1 軸線 Y の傾斜角度がそれぞれ一定に設定される。これによって変形構造体 8 3 は、予め定める許容曲率半径を有する略円弧状に延び、角変位部分 1 0 0 が隣接する角変位部分 1 0 0 に対して第 1 軸線 Y まわりに角変位可能に形成される。

【0060】

40

図 7 は、制限部 1 2 9 を説明するために、変形構造体 8 3 を簡略化して示す図である。図 7 (1) は、延在軸線 X が一直線に延びる変形状態を示し、図 7 (2) は、延在軸線 X が、第 2 方向 U に湾曲して延びる変形状態を示す。角変位部分 1 0 0 は、第 1 軸線 Y まわりの角変位量が所定量を超えることを制限する制限部 1 2 9 が設けられる。本実施の形態では、制限部 1 2 9 は、基部 1 0 2 に設けられ、基部 1 0 2 から第 2 方向両方向 U 1 , U 2 にそれぞれ突出する。具体的には、制限部 1 2 9 は、基部 1 0 2 の第 1 方向両側 T 1 , T 2 から第 2 方向両方向 U 1 , U 2 に突出する外套部 1 0 3 の外皮部分 1 2 5 によって実現される。制限部 1 2 9 が、基部 1 0 2 の第 2 方向 U の両側に形成されることによって、結合部 1 0 1 が第 1 軸線 Y まわりに周方向一方および周方向他方に所定量を超えて角変位することを阻止することができる。

50

【 0 0 6 1 】

図 7 (1) に示す延在軸線 X が一直線に延びる変形状態から、一方の基部 1 0 2 が、他方の基部 1 0 2 に対して第 1 軸線 Y まわりに周方向に角変位した場合、図 7 (2) に示すように、予め定める所定量角変位すると、一方の基部 1 0 2 に連なる制限部 1 2 9 と、他方の基部 1 0 2 に連なる制限部 1 2 9 とが当接する。これによって各基部 1 0 2 は、第 1 軸線 Y まわりに角変位する角変位量が制限され、予め定める角変位量を超えて第 1 軸線 Y まわりに角変位することが阻止される。

【 0 0 6 2 】

図 8 は、変形構造体 8 3 の一部を示す平面図であり、図 9 は、変形構造体 8 3 の一部を示す断面図である。延在方向 S に隣接する 2 つの結合部 1 0 1 は、玉継手構造によって連結されているので、スペーサ部材 1 0 4 が嵌め込まれていない場合には、一方の結合部 1 0 1 が他方の結合部 1 0 1 に対して予め定める角度範囲内で、角変位点 P まわりの任意の方向に角変位することができる。

10

【 0 0 6 3 】

図 9 に示すように、変形構造体 8 3 は、延在方向 S に隣接する 2 つの角変位部分 1 0 0 にそれぞれ形成される基部 1 0 2 の間にスペーサ部材 1 0 4 が嵌り込む。スペーサ部材 1 0 4 が嵌り込んだ状態では、結合部 1 0 1 を挟んでスペーサ部材 1 0 4 と反対側で、一方の基部 1 0 2 に連なる内皮部分 1 2 6 と、他方の基部 1 0 2 とが当接する。これによって隣接する基部 1 0 2 は、スペーサ部材 1 0 4 が嵌り込んだ状態から、角変位点 P を通過する第 2 軸線 Z まわりに相対変位することが阻止され、残余の方向の変位が許容される。

20

【 0 0 6 4 】

このように結合部 1 0 1 を挟んで第 1 方向 T の両側に、それぞれ規制部 1 0 4 , 1 0 5 が設けられることで、変形構造体 8 3 の曲率半径が所定の許容曲率半径に対して、変更されることが阻止される。変形構造体 8 3 は、第 1 規制部 1 0 4 および第 2 規制部 1 0 5 によって、許容曲率半径を有するように設定される。ここで、結合部 1 0 1 の第 1 軸線 Y まわりの所定量の角変位が許容されることで、変形構造体 8 3 は、第 1 方向 T に湾曲した状態を保ちながら、第 2 方向 U に変形可能に形成される。これによって図 2 に示すように、各角変位部分 1 0 0 は、隣接する角変位部分 1 0 0 に対して、予め定める第 2 軸線 Z まわり方向 A の角変位が阻止される。また第 1 軸線 X まわりの方向 C の所定量の角変位が許容される。

30

【 0 0 6 5 】

さらにワイヤー部材 1 2 4 によって、第 1 方向他方 T 2 の基部 1 0 2 が、延在方向 S に互いに近接する力を与えることによって、より確実に変形構造体 8 3 の湾曲状態を維持することができる。また変形構造体 8 3 の剛性を高めることができ、変形構造体 8 3 に予め定める大きさの変形力が与えられる場合に变形させることができ、予め定める大きさの変形力より小さい変形力が与えられる場合に、変形構造体 8 3 が不所望に变形することを防ぐことができる。さらにワイヤー部材 1 2 4 は、各基部 1 0 2 のうち第 1 方向他方 T 2 側部分が互いに延在方向 S に近接する方向の力を与え続ける。これによって、ワイヤー部材 1 2 4 は、第 2 規制部 1 0 5 が他方の基部 1 0 2 に接触した状態に維持する維持部材となる。

40

【 0 0 6 6 】

図 1 0 は、本実施の形態の変形構造体 8 3 を簡略化して示す平面図である。変形構造体 8 3 は、ケーブル支持装置に用いられた場合、変形構造体 8 3 を変形させる変形外力が与えられる。変形外力の 1 つとして、変形構造体 8 3 の許容曲率半径を変更するような変形外力 F 1 , F 2 が与えられる場合がある。

【 0 0 6 7 】

曲率半径を変更するような変更外力 F 1 , F 2 が与えられた場合、一方の基部 1 0 2 に設けられる規制部 1 0 4 , 1 0 5 が、他方の基部 1 0 2 に直接または間接的に当接する。これによって変形構造体 8 3 が許容曲率半径に維持され、この許容曲率半径を超えて変形することが阻止される。このように各規制部 1 0 4 , 1 0 5 が、結合部 1 0 1 に対して第

50

1 方向 T に異なる位置に配置されるので、上述した変形外力が変形構造体 8 3 に与えられたとしても、結合部 1 0 1 に与えられる外力を抑えることができる。

【 0 0 6 8 】

たとえば各基部 1 0 2 のうち、第 1 方向一方 T 1 側端部 1 2 7 を近接する方向の変形外力 F 1 が与えられた場合、基部 1 0 2 と第 1 規制部 1 0 4 にほとんどの力が与えられ、構造的に強度の弱い結合部 1 0 1 に与えられる力を小さくすることができる。また各基部 1 0 2 のうち、第 1 方向他方 T 2 側端部 1 2 8 を近接する方向の変形外力 F 2 が与えられた場合、基部 1 0 2 と第 2 規制部 1 0 5 にほとんどの力が与えられ、構造的に強度の弱い結合部 1 0 1 に与えられる力を小さくすることができる。

【 0 0 6 9 】

このように変形構造体 8 3 の許容曲率半径を変更するような力が与えられたとしても、結合部が破損することを防止することができ、変形構造体 8 3 の強度を向上することができる。また本実施の形態では、各規制部 1 0 4 が結合部 1 0 1 の両側にそれぞれ配置されることによって、予め定められる曲率半径を大きくする外力および小さくする外力のいずれの外力が与えられたとしても、結合部 1 0 1 に与えられる力を減らして、変形構造体 8 3 の強度を向上することができる。

【 0 0 7 0 】

図 1 1 は、比較例の変形構造体 2 8 3 を簡略化して示す平面図である。比較例の変形構造体 2 8 3 は、角変位部分 2 0 0 を結合するための結合部 2 0 1 が、基部 2 0 2 の第 1 方向両側に形成される。ピン結合によって一方の角変位部分 2 0 0 と、他方の角変位部分とが結合される。また変形構造体 8 3 の曲率半径を決定するための各規制部 2 0 4 , 2 0 5 もまた基部 2 0 2 の第 1 方向両側に配置される。したがって規制部 2 0 4 , 2 0 5 と結合部 2 0 1 とが一箇所に合わさった構造に形成される。

【 0 0 7 1 】

このような、比較例の変形構造体 2 8 3 に、曲率半径を変更するような変形外力 F 1 , F 2 が与えられた場合、結合部 2 0 1 に変形外力 F 1 , F 2 が与えられるとともに、変形外力に起因するせん断力が結合部 2 0 1 に作用する。構造的に強度の低い結合部 2 0 1 にこのような力が与えられることで、比較例の変形構造体 2 8 3 は、結合部 2 0 1 から破損しやすい。

【 0 0 7 2 】

これに対して図 1 0 を用いて示したように、本実施の形態の変形構造体 8 3 は、結合部 8 3 に与えられる力を減らすことができ、比較例の変形構造体 2 8 3 に対して、その強度を向上することができる。このことは制限部 1 2 9 に関しても同様である。すなわち各結合部 1 0 1 の第 1 軸線 Y まわりの角変位を制限する制限部 1 2 9 が、結合部 1 0 1 とは異なる位置に配置されることによって、第 1 軸線 Y まわりに所定各変位量を超えて角変位しようとする力が与えられた場合であっても、制限部 1 2 9 に与えられる外力を抑えることができ、変形構造体 2 8 3 の強度を向上することができる。

【 0 0 7 3 】

このように本実施の形態に従えば、変形構造体 8 3 の強度を向上することができる。したがって変形構造体 8 3 がケーブル支持装置に用いられた場合、ケーブル支持装置の姿勢などにかかわらずに、ケーブルをロボットなどの駆動装置の外周面に近接配置させることができる。また変形構造体 8 3 またはケーブルの自重が大きい場合、変形構造体に大きい加速度が与えられる場合などであっても、予め定める許容曲率半径を有する変形形状に変形構造体 8 3 を維持することができる。

【 0 0 7 4 】

また本実施の形態によれば、結合部 1 0 1 を挟んで基部 1 0 2 の第 1 方向 T 両側部分に規制部 1 0 4 , 1 0 5 がそれぞれ設けられる。これによって変形構造体 8 3 の曲率半径を変更する方向の力が与えられた場合、結合部 1 0 2 を挟んで第 1 方向 T 両側に設けられる各規制部 1 0 4 , 1 0 5 の両方と、規制部 1 0 4 とに力が与えられる。これによって結合部 1 0 1 が破損することをさらに確実に防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

また本実施の形態によれば、延在方向 S に隣接する 2 つの結合部 1 0 1 は、スペーサ部材 1 0 4 が外された状態では、一方の結合部 1 0 1 が他方の結合部 1 0 2 に対して第 2 軸線まわりに角変位することができる。したがって基部 1 0 2 に装着するスペーサ部材 1 0 4 の大きさ、基部 1 0 2 にスペーサ部材 1 0 4 を装着する位置などを選択することによって、スペーサ部材 1 0 4 が他方の基部 1 0 2 に当接した状態における変形構造体 8 3 の曲率半径を任意に設定することができる。このようにして変形構造体 8 3 の曲率半径を設定する場合、結合部 1 0 1 および基部 1 0 2 を変更する必要がなく、結合部 1 0 1 および基部 1 0 2 を共通化して、変形構造体 8 3 を構成する構成部品の汎用性を向上することができる。

10

【 0 0 7 6 】

また本実施の形態によれば、スペーサ部材 1 0 4 のうちで他方の基部 1 0 2 に対向する対向面 1 2 3 が、第 1 軸線 Y に関して一定な曲率半径を有して第 1 軸線 Y まわりに湾曲する。これによって結合部 1 0 2 が第 1 軸線 Y まわりに角変位した場合であっても、スペーサ部材 1 0 4 と他方の基部 1 0 2 とが当接する当接位置と、第 1 軸線 Y までの距離を一定に保つことができる。またスペーサ部材 1 0 4 が他方の基部 1 0 2 に当接した状態であっても、他方の結合部 1 0 2 に対して一方の結合部 1 0 1 を第 1 軸線 Y まわりに滑らかに角変位させることができる。なお、スペーサ部材 1 0 4 は、球体に形成されてもよく、円柱状に形成されてもよく、円錐状に形成されてもよい。

20

【 0 0 7 7 】

また本実施の形態によれば、延在軸線 X と第 1 軸線 Y とを含む仮想平面に関して両側で、スペーサ部材 1 0 4 と他方の基部 1 0 2 とがそれぞれ当接する。これによって一方の結合部 1 0 2 が、他方の結合部 1 0 2 に対して、延在軸線 X まわりに角変位することが阻止される。すなわち、図 2 に示すように、延在軸線 X まわりの方向 C の角変位が阻止される。これによって各結合部 1 0 2 に沿ってケーブルを沿わせた場合、ケーブルが延在軸線 X まわりに捩れることを防ぐことができる。

【 0 0 7 8 】

また変形構造体 8 3 は、スペーサ部材 1 0 4 および第 2 規制部 1 0 5 となる内皮部分とが、隣接する基部 1 0 2 と直接または間接的に接触した状態に維持するワイヤー部材 1 2 4 をさらに含む。これによって他方の基部 1 0 2 が規制部 1 0 4 , 1 0 5 と離れた状態で角変位することを防ぐことができ、一方の基部 1 0 2 が他方の基部 1 0 2 に対して、不所望に角変位することをより確実に防ぐことができる。

30

【 0 0 7 9 】

また第 1 継手部 1 0 7 と第 2 継手部 1 0 5 とを嵌め合わせることによって、角変位部分 1 0 0 を連結することができる。これによってピン部材などの他の構成部品を必要とすることなく、変形構造体 8 3 を連結することができ、容易に組立てることができる。またピン部材など他の部品が設けられる場合に比べて結合部 1 0 1 の強度を向上することができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 2 は、変形構造体 8 3 を簡略化して示す図であり、図 1 3 は、変形構造体 8 3 の変形状態の一例を説明するための図である。結合部 1 0 1 を延在方向 S に連結した場合、変形構造体 8 3 は、延在方向両端部 8 7 , 8 8 を結ぶ直線と、変形構造体 8 3 の延在方向 S に沿って延びる曲線とで囲まれた仮想面 1 4 0 が平面となるような第 1 変形状態に変形可能である。第 1 変形状態では、変形構造体 8 3 は、前記仮想面 1 4 0 に垂直な垂直軸線 W まわりに湾曲した略円弧状に形成される。そして角変位部分 1 0 0 が前記垂直軸線 W に関して周方向に並び、角変位部分 1 0 0 のうちで、各結合部 1 0 1 よりも前記垂直軸線 W に関して半径方向外方にスペーサ部材 1 0 4 が位置する。角変位部分 1 0 0 は、隣接する角変位部分 1 0 0 に対して、前記垂直軸線 W に直交する直交軸線 V まわりに角変位可能である。この直交軸線 V は、注目する角変位部分 1 0 0 毎に設定され、上述した第 1 軸線 Y とほぼ一致する。

40

50

【 0 0 8 1 】

図 1 3 に示すように、変形構造体 8 3 は、各結合部 1 0 1 が互いに角変位することで、第 1 変形状態に対して延在方向中間部 8 9 が略 U 字状に変形する第 2 変形状態に変形可能である。第 2 変形状態では、延在方向中間部 8 9 に設定される直交軸線 V と垂直軸線 W とを含む平面に変形構造体 8 3 を投影した場合、その形状は、第 1 変形状態とほぼ同様の曲率半径を有する。

【 0 0 8 2 】

図 1 4 は、変形構造体 8 3 の他の変形状態を簡略化して示す図である。変形構造体 8 3 は、棒状の駆動装置 1 5 0 の周面に沿って延びる。駆動装置 1 5 0 は、第 1 駆動部 1 5 2 と、前記第 1 駆動部 1 5 2 に対して予め定められる旋回軸線 L まわりに相対角変位する第 2 駆動部 1 5 1 とを含んで構成される。変形構造体 8 3 は、上述した第 2 変形状態に変形可能な状態で、駆動装置 1 5 0 に固定される。具体的には、変形構造体 8 3 は、延在方向一端部 8 7 が第 1 駆動部 1 5 2 に固定され、延在方向他端部 8 8 が第 2 駆動部 1 5 1 に固定されて、前記駆動装置 1 5 0 の外周にそって湾曲して延びる。この場合、延在方向 S に並ぶ複数の角変位部分 1 0 0 は、隣接する角変位部分 1 0 0 に対して前記旋回軸線 L に平行な軸線まわりの角変位を防ぐとともに、前記旋回軸線 L に直交する軸線まわりの角変位を所定量許容する。

【 0 0 8 3 】

図 1 4 (1) は、図 1 3 に示す変形状態で駆動装置 1 4 0 に取付けられた状態を示す。図 1 4 (1) に示すように、変形構造体 8 3 の延在方向方向両端部 8 7 , 8 8 が、旋回軸線 L に対して同位置に配置された状態で、変形構造体 8 3 は、延在方向一端部 8 7 から周方向一方に延びて延在方向中央部 8 9 に達し、延在方向中央部 8 9 で折り返して周方向他方に延びて延在方向他端部 8 8 に達する。

【 0 0 8 4 】

各角変位部分 1 0 0 は、隣接する他の角変位部分 1 0 0 に対して旋回軸線 L に直交する軸線まわりにそれぞれ角変位することが可能であるので、変形構造体 8 3 は、旋回軸線 L に直交する軸線まわりに変形することが可能となる。また各角変位部分 1 0 0 が、隣接する他の角変位部分 1 0 0 に対して旋回軸線 L に平行な軸線まわりにそれぞれ角変位することを阻止する。これによって変形構造体 8 3 は、駆動装置 1 5 0 の外周に巻きついた状態で、駆動装置 1 5 0 に対して旋回軸線 L の半径方向に離反することを防ぐ。たとえば旋回軸線 L が水平に延びる場合でも、変形構造体 8 3 は、自重によって下方に垂れることを防ぐ。したがって変形構造体 8 3 は、変形構造体 8 3 を支持する支持部材を別途必要とすることなく、駆動装置 1 5 0 から離反することを防ぐことができ、駆動装置 1 5 0 に近接した近接姿勢を保つことことができる。

【 0 0 8 5 】

このことは、第 2 駆動部 1 5 1 が第 1 駆動部 1 5 2 に対して旋回軸線 L まわりに相対角変位する場合も同様である。図 1 4 (2) は、図 1 4 (1) に示す状態から、第 2 駆動部 1 5 1 が周方向一方に 1 8 0 度角変位した状態を示し、図 1 4 (3) は、図 1 4 (1) に示す状態から第 2 駆動部 1 5 1 が周方向他方に 1 8 0 度角変位した状態を示す。図 1 1 (2) および図 1 4 (3) に示すように、変形構造体 8 3 は、旋回軸線 L に直交する軸線まわりの変形を許容するので、変形構造体 8 3 の延在方向一端部 8 7 は、延在方向他端部 8 8 に対して旋回軸線 L の周方向に相対変位可能となる。第 2 駆動部 1 5 1 が第 1 駆動部 1 5 2 に対して相対角変位すると、それにもなると、延在方向一端部 8 7 と延在方向他端部 8 8 とが周方向にずれるように変形する。このように変形構造体 8 3 が変形するときも、変形構造体 8 3 は、駆動装置 1 5 0 から離反することを防ぐことができる。

【 0 0 8 6 】

このような変形構造体 8 3 の内部空間にケーブルを通すことによって、変形構造体 8 3 とともにケーブルが弛んだとしても、ケーブルが駆動装置 1 5 0 から離反することが防がれる。また駆動装置 1 5 0 に対して、周囲の装置とケーブルとが衝突することを防ぐとともに、駆動装置 1 5 0 の動作をケーブルが妨げることを防ぐことができる。またケーブル

10

20

30

40

50

に過度の張りが生じることを防ぐことができ、ケーブルの損傷を防ぐことができる。

【0087】

以上のような変形構造体83は、本発明の例示であって、発明の範囲内で構成を変更することができる。たとえば実施の形態では、スペーサ部材104が着脱可能に基部102に装着されるとしたが、スペーサ部材104は、基部102と一体に構成されていてもよい。これによって部品点数を減らすことができ、生産コストを低下することができる。また組立て作業を簡単化することができ、変形構造体83の強度を向上することができる。

【0088】

また本実施の形態では、第1規制部104となるスペーサ部材104と、第2規制部105となる内皮部分106とが、ともに他方の基部102に当接した状態に保たれたが、第2軸線Zまわりの角変位が所定量許容される場合には、第1規制部104と第2規制部105とが同時に規制部102に当接しなくてもよい。すなわち第1規制部104および第2規制部と、他方の基部102との間に隙間を形成してもよい。これによって変形構造体83に第2軸線Zまわりに所定量変形可能とすることができ、より円滑に変形構造体83を変形させることができる。このような場合であっても、規制部104, 105によって、変形構造体が許容曲率半径を超えて変形することを阻止することができる。

10

【0089】

また本実施の形態では、内皮部分106を第2規制部105として設定したが、別途第2のスペーサ部材を基部102に装着するなどして、第2規制部105を実現してもよい。また本実施の形態では、結合部101に対して、第1方向両側に規制部104, 105が設けられるとしたが、変形構造体の用途によっては、結合部101に対して、第1方向一方T1にのみ規制部104が設けられてもよい。この場合であっても、第2軸線Zに対して周方向一方に、予め定める許容曲率半径を超えて変形することを阻止することができる。また本実施の形態では、各基部102から延在方向一方T1に各規制部104, 105が突出するとしたが、各規制部104, 105の少なくとも一方が、基部102に対して延在方向他方T1に突出してもよい。また各規制部104, 105は、基部102に対して延在方向一方および他方の両方に突出してもよい。この場合、規制部104, 105が設けられる基部102と、規制部104, 105が設けられない基部102とが用いられてもよい。

20

【0090】

また本実施の形態では、延在軸線Xまわりを囲む外套部103によって、ケーブルを保持する保持部を実現したが、他の構成によって保持部を実現してもよい。たとえばケーブルと基部102とをクランプするクランプ部材によって、保持部を実現してもよい。

30

【0091】

また本実施の形態では、2つの結合部101は、玉継手構造によって連結されるとしたが、他の結合構造、たとえば自在継手構造によって2つの結合部101が結合されてもよい。またスペーサ部材104が基部102に固定される場合には、結合部101は、第2軸線Zまわりに角変位する必要がないので、2つの結合部101を結合する結合構造について、ピン結合のような単純な結合構造によって実現することができる。

【0092】

図15は、駆動装置150に変形構造体83が装着された場合における変形構造体83の寸法を説明するための図である。駆動装置150の旋回軸線まわりの回転半径を r_1 とする。また図9に示すような、変形構造体83のうち、スペーサ部材140によって規定される第1方向Tの許容曲率半径を r_2 とし、図7(2)に示すような、変形構造体83のうち、制限部129によって規定される第2方向Uの最小曲率半径を r_3 とする。

40

【0093】

この場合、変形構造体83の第1方向Tの許容曲率半径 r_2 は、 $r_1 + \alpha$ に設定される。ここで、 α は、変形構造体83と駆動装置150との間の隙間に設定され、変形構造体83が駆動装置150に当接しない状態で小さい値に設定される。これによって、変形構造体83が駆動装置150に当接することを防いだうえで、変形構造体83を駆動装置1

50

50に近接させることができる。また変形構造体83の一端部87と他端部88との間の、旋回軸線に沿う方向の距離 m は、 $2 \times r_3$ に設定される。すなわち、一端部87と他端部88との間の、旋回軸線に沿う方向の距離 m は、制限部129によって変形が制限されるなかで、一端部87から他端部88まで軸線方向に離れた位置に配置可能な距離に設定される。これによって変形構造体83を無理なく変形させることができる。

【0094】

本実施の形態では、変形構造体83が駆動装置150に装着された状態で、旋回軸線 L に沿う方向の距離 m は、300mmに設定される。また変形構造体83の第1方向 T の許容曲率半径 r_2 は、150mmに設定される。また制限部129によって規定される第2方向 U の最小曲率半径 r_3 は、150mmに設定される。

10

【0095】

また上述変形構造体83が円弧状に延びるとしたが、この円弧は、一端部87から他端部88の角度が360度以下を含むことはもちろん、360度以上に設定されてもよい。またたとえば変形構造体83が駆動装置150から取外されて、その延在方向両端部87, 88を結ぶ直線と、変形構造体の延在方向に沿って延びる曲線とで囲まれた仮想面が平面となるような第1変形状態においては、変形構造体83は、仮想面上を湾曲して延びて仮想面を垂直に延びる垂直軸線 W まわりに延びる円弧であってもよく。その円弧の中心角度は、360度以下であってもよい。

【0096】

また変形構造体83が駆動装置150から取外された状態で、変形構造体83は、予め定める中心軸線まわりに巻回するコイル状に延びてもよい。この場合、延在方向一端部87から中心軸線まわりに360度を超えて角変位して延びることで延在方向他端部88に達する。本実施の形態では、変形構造体83は、駆動装置150から取外された状態で、コイル状に変形可能であり、この場合、一端部87から中心軸線まわりに440度角変位することで、他端部883に達する。このように一端部87と他端部88の角度が360度以上に設定されることによって、第1駆動部40に対する第2駆動部39の旋回範囲が大きくなっても、第2駆動部39に追従して、変形構造体83を変形させることができる。このように変形構造体83を螺旋状に形成することで、第2駆動部39を第1駆動部40に対して、 ± 240 度角変位させた場合であっても、変形構造体83が第2駆動部39に追従して角変位させることができる。

20

30

【0097】

図16は、他の実施の形態の変形構造体83が駆動装置151に装着された状態を簡略化して示す図であり、図17は、変形構造体83の曲率半径を示す図である。他の実施の形態の変形構造体183は、図1に示す変形構造体183について、ほぼ同様の形状を示し、スペーサ部材104によって規定される許容曲率半径が異なる。同様の構成については説明を省略する。

【0098】

他の実施の形態の変形構造体183は、異なる大きさのスペーサ部材104が各基部102に装着される。そして変形構造体183は、曲率半径が大きい大径部分190と、曲率半径が小さい小径部分191とが形成される。小径部分190と大径部分とは、延在方向に連なる。変形構造体183のうち大径部分190は、大きいスペーサ部材104が基部102に嵌り込むことによって、曲率半径が大きくなる。また変形構造体183のうち小径部分191は、小さいスペーサ部材104が基部102に嵌り込むことによって、曲率半径が小さくなる。

40

【0099】

このような延在方向 S に進むにつれて、曲率半径が異なる変形構造体183は、外径形状が一様でない駆動装置151を巻回する。図16に示す駆動装置151は、変形構造体183の一端部187から他端部188まで進むにつれて、その外径形状が異なる。変形構造体183のうちで大径部分190は、駆動装置151のうち外径が大きくなる部分154に臨む。また変形構造体183のうちで大径部分191は、駆動装置151のうち外

50

径が小さくなる部分 153 に臨む。具体的には、大径部分 190 の曲率半径 r_4 は、駆動装置 151 の大径部分 154 の直径 r_L と、予め定める第 1 隙間量 α_L とを加算した値に設定される。同様に、小径部分 191 の曲率半径 r_5 は、駆動装置 151 の小径部分 153 の直径 r_s と、予め定める第 2 隙間量 α_s とを加算した値に設定される。これによって駆動装置 151 の外径が一様でない場合であっても、変形構造体 183 が駆動装置 151 の外周部から大きく離反することを防ぐことができる。

【0100】

ここで、上述したようにスペーサ部材 104 は、基部 102 に対して着脱自在に形成される。これによって大きさの異なるスペーサ部材 104 を基部 102 にそれぞれ装着することで、容易に変形構造体 183 の曲率半径を変更することができる。したがって外径が異なる駆動装置 150 であっても、共通の結合部 101 および基部 102 を用いることができ、汎用性を向上することができる。

10

【0101】

図 18 は、本発明の実施の一形態である産業用ロボット 20 に設けられるケーブルの支持装置 19 を示す正面図である。ケーブル支持装置 19 は、上述した変形構造体 83 を含む。図 19 は、産業用ロボット 20 の一部を示す正面図であり、図 20 は、産業用ロボット 20 の一部を切断して示す断面図であり、図 21 は、産業用ロボット 20 の一部を示す側面図である。

【0102】

本発明の実施の一形態では、産業用ロボット 20 は、垂直多関節型 6 軸ロボットであり、スポット接合を行う。産業用ロボット 20 は、相互に角変位可能に複数の可動部が連結され、先端部に溶接ガンが装着される。産業用ロボット 20 は、各可動部を相互に角変位することによって、溶接ガンを予め定める溶接位置に移動させて、溶接位置でスポット接合を行う。溶接ガンは、ロボットの先端部に装着されるエンドエフェクタとなる。

20

【0103】

ロボット 20 は、溶接動作を行うためのケーブル 22 が設けられる。本実施の形態ではケーブル 22 は、溶接ガンに溶接用の電流を供給する電源装置、溶接ガン 21 が駆動するための動力を供給する電源装置、溶接ガン 21 の動作信号を与えるロボットコントローラ、溶接ガンを冷却する冷却水を供給する冷却水の供給ポンプなどの周囲装置と、溶接ガンとを接続する。したがってケーブル 22 は、周囲装置から動力、信号、電力、気体および液体などを溶接ガン 21 に供給する配線および配管の束となる。このようにケーブル 22 は、可撓性を有する長尺物であって、ロボット 20 の各駆動部の相互の角変位にともなうて変形する。

30

【0104】

ロボット 20 は、少なくとも第 1 駆動部 39 と、第 1 駆動部 39 に対して予め定められる旋回軸線 L_1 まわりに相対角変位する第 2 駆動部 40 とを含む駆動装置となる。ロボット 20 は、第 1 駆動部 39 に対して第 2 駆動部を旋回軸線 L_1 まわりに角変位駆動する駆動手段と、駆動手段を制御するロボットコントローラとを含む。コントローラが角変位指令を駆動手段に与えることによって、駆動手段は、第 1 駆動部 39 に対して第 2 駆動部 40 を旋回軸線 L_1 まわりに回転駆動する。またロボット 20 は、第 1 駆動部 40 と第 2 駆動部 39 とにわたって延びるケーブルを案内するケーブル支持装置 19 を含む。

40

【0105】

また旋回軸線 L_1 に沿って延びる方向を軸線方向 N とし、旋回軸線 L_1 まわりに旋回する方向を周方向 Q とし、旋回軸線 L_1 に垂直な平面に沿って、旋回軸線 L_1 に対して近接および離反する方向を半径方向 R と称する。また軸線方向 N のうち、第 1 駆動部 39 から第 2 駆動部 40 に進む方向を軸線方向一方 N_1 と称し、第 2 駆動部 40 から第 1 駆動部 39 に進む方向を軸線方向他方 N_2 と称する。

【0106】

第 1 駆動部 39 および第 2 駆動部 40 は、外形形状が略円柱状に形成され、旋回軸線 L_1 に対してそれぞれ同軸に延びる。第 1 駆動部 39 と第 2 駆動部 40 とは、関節部 33 を

50

介して連結される。関節部 33 を介して、第 1 駆動部 39 と第 2 駆動部 40 とが連結されることで、各駆動部 39, 40 は、旋回軸線 L1 まわりに相対角変位可能となる。第 2 駆動部 40 は、駆動手段によって第 1 駆動部 39 に対して旋回軸線 L1 まわりに角変位駆動される。たとえば駆動手段は、第 2 駆動部 40 または第 1 駆動部 39 に内蔵されるサーボモータによって実現される。

【0107】

ケーブル支持装置 19 は、第 1 駆動部 39 に固定される第 1 固定部 81 と、第 2 固定部 40 に固定される第 2 固定部 82 と、ケーブル 22 を案内する変形構造体 83 とを含んで構成される。第 1 固定部 81 は、第 1 駆動部 39 に直接または間接的に固定され、第 1 駆動部 39 から半径方向 R に突出する。また第 2 固定部 82 は、第 1 固定部 81 よりも第 2 10 駆動部寄りに配置され、第 1 固定部 81 に対して軸線方向 N に間隔をあけて配置される。

【0108】

第 2 固定部 82 は、第 2 駆動部側部分 84 と、連結部分 85 と、第 1 駆動部側部分 86 とを有する。第 2 駆動部側部分 84 は、第 2 駆動部 40 のうちで第 1 駆動部寄りの部分に直接または間接的に固定され、第 2 駆動部 40 から半径方向 R に突出する。また連結部分 85 は、第 1 駆動部側部分 86 と第 2 駆動部側部分 84 とを連結する。連結部分 85 は、第 2 駆動部側部分 84 から軸線方向 N に延び、第 2 駆動部 40 および第 1 駆動部 39 の外周面に対して半径方向 R に間隔をあけて配置される。第 1 駆動部側部分 86 は、第 1 駆動部 39 の外周面に間隔をあけて対向し、第 1 固定部 81 よりも第 2 駆動部寄りに配置される。このように第 2 固定部 82 は、第 1 駆動部 39 から半径方向 R に離れた位置に配置され 20 ることで、第 1 駆動部 39 に接触することが防がれる。

【0109】

第 2 固定部 82 は、第 1 駆動部 39 に対して第 2 駆動部 40 が旋回軸線 L1 まわりに角変位した場合、第 1 駆動部 39 に接触することなく、第 2 駆動部 40 とともに旋回軸線 L1 まわりを角変位する。これに対して第 1 固定部 81 は第 2 駆動部 40 の角変位にかかわらず、第 1 駆動部 39 とともに固定される。したがって第 1 固定部 81 と第 2 固定部 82 とは、第 2 駆動部 40 が角変位すると、互いの周方向 Q の相対位置が変化する。

【0110】

変形構造体 83 は、長尺円筒状に形成され、その延在方向一端部 87 が第 1 固定部 81 に固定され、延在方向他端部 88 が第 2 固定部 82 の第 1 駆動部側部分 86 に固定される 30 。変形構造体 83 の両端部 87, 88 は、第 1 駆動部 39 に対して半径方向 R に間隔をあけた位置で各固定部 81, 82 によってそれぞれ固定される。また各両端部 87, 88 は、軸線方向 N に間隔をあけた位置で各固定部 81, 82 によってそれぞれ固定される。また変形構造体 83 の一端部 87 は、第 1 固定部 81 から旋回軸線 L1 に垂直な仮想平面に沿って周方向 Q 一方に延びる。また変形構造体 83 の他端部 88 は、第 2 固定部 86 の第 1 駆動部側部分 86 から旋回軸線 L1 に垂直な仮想平面に沿って周方向 Q 一方に延びる。

【0111】

変形構造体 83 は、両端部 87, 88 が各固定部 81, 82 にそれぞれ固定された状態で、第 1 駆動部 39 の外周面に沿って湾曲して延びるとともに軸線方向 N に延びる。具体的には、変形構造体 83 は、延在方向一端部 87 から軸線方向一方 N1 に進むにつれて周 40 方向 Q 一方に延びたあとで折り返して、周方向 Q 他方に延びて延在方向他端部 88 に達する。このように変形構造体 83 は、旋回軸線 L1 の周方向に沿って略 U 字状に湾曲する。

【0112】

たとえば変形構造体 83 は、図 18 に示すように、第 1 固定部 81 と第 2 固定部の第 1 駆動部側部分 86 とが周方向 Q に一致した状態では、一端部 87 から軸線方向 N に沿って進むにつれて、周方向一方に向かって延び、延在方向中央部 89 に達すると、延在方向中央部 89 で折り返して周方向他方に向かって延びて他端部 88 に達する。

【0113】

また図 20 に示すように、変形構造体 83 は、略筒状に形成されており、ケーブル 22 が緩やかに挿通する挿通孔 94 が形成される。挿通孔 94 は、変形構造体 83 の延在方向 50

に貫通し、ケーブル 22 の外径よりも大きい内径に形成される。ケーブル 22 は、変形構造体 83 の挿通孔 94 を挿通することによって、変形構造体 83 に案内される。ケーブル 22 は、変形構造体 83 を挿通する挿通部分 22a と、挿通部分 22a よりも軸線方向一方 N1 の一方側部分 22b と、挿通部分 22b よりも軸線方向他方 N2 の他方側部分 22c とを有する。ケーブル 22 のうちで一方側部分 22b は、第 3 固定部 91 を介して、第 2 駆動体 40 または第 2 駆動体 40 よりも遊端部側の部分に固定される。またケーブル 22 のうちで他方側 22c は、第 4 固定部 95 を介して、第 1 駆動部 39 または第 1 駆動部 よりも基端部側の部分に固定される。

【0114】

図 22 ~ 図 25 は、ケーブル支持装置 19 のケーブル案内状態を示す図である。図 22 (1) ~ 図 22 (3)、図 23 (1)、図 23 (2) の順に第 2 駆動体 40 が周方向一方に角変位する状態を示す。また図 24 (1) ~ 図 24 (3)、図 25 (1)、図 25 (2) の順に第 2 駆動体 40 が周方向他方に角変位する状態を示す。

10

【0115】

変形構造体 83 は、第 1 固定部 81 と第 2 固定部 82 との周方向位置関係の変化に追従して、延在方向一端部 87 と延在方向他端部 88 とが周方向 Q にずれるように変形する。このように変形構造体 83 が変形するときも、変形構造体 83 が第 1 駆動体 39 から離反することを防ぐことができる。

【0116】

また変形構造体 83 内にケーブル 22 が保持されることで、変形構造体 83 とともにケーブル 22 が弛んだとしても、ケーブル 22 が第 1 駆動体 39 から離反することが防がれる。また第 1 駆動体 39 に対して、周囲の装置とケーブル 22 とが衝突することを防ぐとともに、第 1 駆動体 39 の動作をケーブル 22 が妨げることを防ぐことができる。またケーブル 22 に過度の張りが生じることを防ぐことができ、ケーブル 22 の損傷を防ぐことができる。

20

【0117】

またケーブル 22 が変形構造体 83 内を緩やかに挿通することで、ケーブル 22 は、変形構造体 83 に対して延在方向 S に垂直な方向に離反することが防がれる。これによってケーブル 22 が、第 1 駆動部 39 から離反することを防ぐことができ、ロボット 20 の動作をケーブル 22 が阻害することをより確実に防ぐことができる。またケーブル 22 は、変形構造体 83 に対して、延在方向 S に移動可能に保たれる。これによって第 2 駆動部 40 が第 1 駆動部 39 に対して角変位した場合に、ケーブル 22 の一部に集中的に力が与えられることを防ぎ、ケーブル 22 の寿命を長くすることができる。

30

【0118】

また第 2 駆動部 40 が第 1 駆動部 39 に対して角変位した場合に、変形構造体 83 の内周面のほぼ全面にわたってケーブル 22 を保持することができ、ケーブル 22 を確実に保持することができる。またケーブル 22 の一部に集中的に力が与えられることをより確実に防ぐことができる。またケーブル 22 は、変形構造体 83 の変形に沿って変形させることで、ケーブル 22 の曲率半径を変形構造体 83 の曲率半径とほぼ同程度にすることができ、ケーブルの曲率半径が過小になることを防ぐことができる。

40

【0119】

また変形構造体 83 を旋回軸線 L の周方向に沿って延ばすことで、延在方向一端部 87 と延在方向他端部 88 との旋回軸線 L の変形可能量を大きくすることができ、第 2 駆動部 40 が第 1 駆動部 39 に対して角変位可能な角変位量を増やすことができる。また変形構造体 83 は、旋回軸線 L の周方向に延びることでロボットが動作したとしても、変形構造体 83 が、ロボットおよびロボットの周囲の装置と接触することを防ぐことができる。

【0120】

また変形構造体 83 の第 1 変形状態における曲率半径が、変形構造体 83 に隣接する第 1 駆動部 39 の半径よりも大きく設定される。たとえば変形構造体 83 の曲率半径が第 1 駆動部 39 の回転半径よりも過小であれば、変形構造体 83 とロボットとが接触するおそ

50

れがある。本実施形態では、上述したように変形構造体 83 の曲率半径が第 1 駆動部 39 の半径よりも大きく設定されることで、変形構造体 83 とロボットとの接触を防ぐことができる。また好ましくは、変形構造体 83 の曲率半径を第 1 駆動部の回転半径に対して予め定める範囲内にすることで、変形構造体 83 を第 1 駆動部 39 に可及的に近接して配置することができ、支持装置 19 を小形化することができる。

【0121】

図 26 は、産業用ロボット 20 を簡略化した図である。産業用ロボット 20 は、主に溶接ガン 21 の 3 次元位置を決定するための 3 つの関節部 30, 31, 32 と、主に溶接ガン 21 の姿勢を決定するための 3 つの関節部 33, 34, 35 とを有する。また各関節部 30 ~ 35 によって連結される複数の可動部 37 ~ 42 を有する。

10

【0122】

具体的には、産業用ロボット 20 は、基台 36 と、アーム第 1 関節部 30 と、第 1 アーム 37 と、アーム第 2 関節部 31 と、第 2 アーム 38 と、アーム第 3 関節部 32 と、第 3 アーム 39 とを含む。基台 36 は、予め定める固定位置に固定される。第 1 アーム 37 は、アーム第 1 関節部 30 を介して基台 36 に連結される。第 2 アーム 38 は、アーム第 2 関節部 31 を介して第 1 アーム 37 に連結される。第 3 アーム 39 は、アーム第 3 関節部 32 を介して第 2 アーム 38 に連結される。

【0123】

アーム第 1 関節部 30 は、アーム第 1 軸線まわりに角変位可能に第 1 アーム 37 を連結する。アーム第 1 軸線は、予め基台 36 に設定され、たとえば鉛直に延びる。アーム第 2 関節部 31 は、アーム第 2 軸線まわりに角変位可能に第 2 アーム 38 を連結する。アーム第 2 軸線は、第 1 アーム 37 に設定される。アーム第 2 軸線は、前記アーム第 1 軸線に交差し、アーム第 1 軸線に対して垂直に延びる。アーム第 3 関節部 32 は、アーム第 3 軸線まわりに角変位可能に第 3 アーム 39 を連結する。アーム第 3 軸線は、第 2 アーム 38 に設定され、前記アーム第 2 軸線に対して平行に延びる。

20

【0124】

また産業用ロボット 20 は、手首第 1 関節部 33 と、第 1 手首可動部 40 と、手首第 2 関節部 34 と、第 2 手首可動部 41 と、手首第 3 関節部 35 と、第 3 手首可動部 42 とを含む。第 1 手首可動部 40 は、手首第 1 関節部 33 を介して第 3 アーム 39 に連結される。第 2 手首可動部 41 は、手首第 2 関節部 34 を介して第 1 手首可動部 40 に連結される。第 3 手首可動部 42 は、手首第 3 関節部 35 を介して第 2 手首可動部 41 に連結される。

30

【0125】

手首第 1 関節部 33 は、手首第 1 軸線 L1 まわりに角変位可能に第 1 手首可動部 40 を連結する。手首第 1 軸線 L1 は、第 3 アーム 39 に設定され、第 3 アーム 39 と同軸に延びて、アーム第 3 軸線に垂直に延びる。手首第 2 関節部 34 は、手首第 2 軸線 L2 まわりに角変位可能に第 2 手首可動部 41 を連結する。手首第 2 軸線 L2 は、第 1 手首可動部 40 に設定される。手首第 2 軸線 L2 は、前記手首第 1 軸線 L1 に交差し、手首第 1 軸線 L1 に対して垂直に延びる。

【0126】

手首第 3 関節部 35 は、手首第 3 軸線 L3 まわりに角変位可能に第 3 手首可動部 42 を連結する。手首第 3 軸線 L3 は、第 2 手首可動部 41 に設定され、前記手首第 2 軸線 L2 に対して垂直に延びる。手首第 1 軸線 L1、手首第 2 軸線 L2 および手首第 3 軸線 L3 は、互いに 1 点で交差する。また第 3 手首可動部 42 は、溶接ガン 21 が装着される。

40

【0127】

上述した各アーム 37 ~ 39 および各手首可動部 40 ~ 42 は、ロボットの可動部となり、駆動手段によって対応する軸線まわりに角変位駆動する。これによって第 3 手首可動部 42 に装着される溶接ガン 21 を任意の位置および姿勢に配置することができる。なお、本明細書において角変位は、360°以上の角変位も含む。また、可動部に沿って溶接ガン 21 に向かう方向を先端方向 X1 と称し、可動部に沿って基台 36 に向かう方向を基

50

端方向 X 2 と称する場合がある。

【 0 1 2 8 】

溶接ガン 2 1 と周囲装置 2 3 とを接続するケーブル 2 2 は、少なくとも第 3 アーム 3 9 と各手首可動部 4 0 ~ 4 2 とに沿って延びる。産業用ロボット 2 0 は、ケーブル 2 2 を案内するケーブル支持装置 1 9 を有する。ケーブル支持装置 1 9 は、各手首可動部 4 0 ~ 4 2 が相互に変位した場合でも、ケーブル 2 2 を各手首可動部 4 0 ~ 4 2 に沿わせた状態に保つ。本実施の形態のケーブル支持装置 1 9 は、主として、第 1 駆動部となる第 3 アーム 3 9 と、第 2 駆動部となる第 1 手首可動部 4 0 とにわたって延びるケーブルを案内する。

【 0 1 2 9 】

また本実施の形態では、図 1 9 ~ 図 2 1 に示すように、第 2 手首可動部 4 1 は、略 U 字状に形成されて、凹所が形成される。第 2 手首可動部 4 1 の凹所は、第 1 手首可動部 4 0 の先端部に嵌り込む。第 2 関節部 3 4 は、第 1 手首可動部 4 0 と第 2 手首可動部 4 1 とを連結する。第 3 手首可動部 4 1 は、第 3 関節部 3 5 を介して第 2 関節部 4 1 の先端部に連結される。

【 0 1 3 0 】

また産業用ロボット 2 0 は、ケーブル 2 2 を第 2 駆動部 4 0 とともに角変位させるための第 3 固定部 9 1 を有する。第 3 固定部 9 1 は、第 2 固定部 8 2 の第 1 駆動部側部分 8 6 よりも、先端方向 X 1 に配置される。本実施の形態では、図 2 0 に示すように、第 3 固定部 9 1 は、前記第 2 固定部 8 2 の連結部分 8 5 に設けられる。第 3 固定部 9 1 は、ケーブル 2 2 と連結部分 8 5 とを固定する。ケーブル 2 2 のうち第 3 固定部 9 1 によって固定される部分は、第 3 固定部 9 1 に対して軸線方向 N にずれることが阻止される。これによって第 2 手首可動部 4 1 および第 3 手首可動部 4 2 の角変位にともなう、変形構造体 8 3 内のケーブルが引き出されることを防ぐことができる。

【 0 1 3 1 】

また産業用ロボット 2 0 は、ケーブル 2 2 を案内するケーブル案内部 5 2 を有する。ケーブル案内部 5 2 は、第 2 手首可動部 4 1 に連結される。具体的には、ケーブル案内部 5 2 は、第 1 連結部材 5 3 を介して、第 2 手首可動部 4 1 に連結される。第 1 連結部材 5 3 は、第 2 手首可動部 4 1 に固定される。

【 0 1 3 2 】

第 1 連結部材 5 3 は、第 2 手首可動部 4 1 から突出して延びる基部分 5 3 a と、基部分 5 3 a から第 2 軸線 L 2 に平行に延びる受部 5 3 b とが形成される。ケーブル案内部 5 2 は、第 1 連結部材 5 3 の受部 5 3 b に連結され、第 2 軸線 L 2 上に配置される。言い換えると第 2 軸線 L 2 は、ケーブル案内部 5 2 を挿通する。

【 0 1 3 3 】

ケーブル案内部 5 2 は、受部 5 3 b に連結される支持部分 5 4 と、支持部分 5 4 から第 2 軸線 L 2 に沿って延びる案内部分 5 5 とが形成される。また案内部分 5 5 は、ケーブル 2 2 が挿通可能な挿通孔が形成される。この挿通孔は、ケーブル 2 2 の外径よりも大きい内径を有する。なお、挿通孔の軸線は、第 2 軸線 L 2 と垂直に延びる。

【 0 1 3 4 】

第 3 固定部 9 1 から先端方向 X 1 に向かって延びるケーブル部分 2 2 b は、ケーブル案内部 5 2 の挿通孔を挿通し、溶接ガン 2 1 に向かって延びる。ケーブル 2 2 は、ケーブル案内部 5 2 の挿通孔に、緩やかに挿通することによって、ケーブル案内部 5 2 に対して移動および角変位が許容された状態で案内される。

【 0 1 3 5 】

また産業用ロボット 2 0 は、第 3 手首可動部 4 2 にケーブル 2 2 を部分的に固定する先端側ケーブル固定部 5 6 を有する。先端側ケーブル固定部 5 6 は、第 3 手首可動部 4 2 の先端側部分 5 8 に第 2 連結部材 6 0 を介して固定される。また、先端側ケーブル固定部 5 6 から先端方向 X 1 に向かって延びるケーブル 2 2 は、溶接ガン 2 1 に設定される接続位置に接続される。

【 0 1 3 6 】

産業用ロボット 20 は、カバー体 61 を有する。カバー体 61 は、ケーブル 22 のうちで、第 2 固定部 82 から先端側ケーブル固定部 56 まで延びるケーブル部分 22b を覆う。カバー体 61 は、ケーブル 22 が、各手首可動部 40, 41, 42 から大きく離れることを防ぐ。カバー体 61 は、円筒状に形成される。したがってケーブル案内部 52 の挿通孔は、カバー体 61 を挿通可能に形成される。

【0137】

本実施の形態では、カバー体 61 は、可撓性および弾発性を有し、カバー体の軸線まわりに螺旋状に延びるコイルばねを含んで構成される。カバー体 61 は、延在方向一端部 92 が、前記第 2 固定部 82 の連結部分 85 に固定され、延在方向他端部 93 が、第 3 手首可動部 42 の先端側部分 58 に固定される。コイルばねは、予め定める標準状態に対して各手首可動部 40 ~ 42 が最も変形した変形状態で、カバー体 61 が大きく変位することがないように長さおよびバネ力が設定される。

10

【0138】

このようにカバー体 61 がコイルばねを含んで実現されることによって、各手首可動部 40 ~ 42 が変形した場合に、カバー体 61 が大きく変位することを防ぐことができ、カバー体 61 およびカバー体 61 に收容されるケーブル 22 がロボットの動作を阻害することを防ぐことができる。たとえば第 1 手首可動部 40 が第 3 アーム 39 に対して角変位する場合、ケーブル案内部 52 に対して先端方向 X1 のカバー体部分 61b が基端方向 X2 に引っ張られる。また第 3 手首可動部 42 が第 2 手首可動部 41 に対して角変位する場合、ケーブル案内部 52 に対して基端方向 X2 のカバー体部分 61a が先端方向 X1 に引っ張られる。このような場合に、カバー体 61 がコイルばねの復元力によって標準状態に復元することで、カバー体 61 の弛みが大きくなることを防ぐことができる。

20

【0139】

本実施の形態では、ケーブル内には、複数の小ケーブルが内蔵される。小ケーブルは、電流を流すための 1 つの溶接ケーブルと、水を流すための 4 つの水ホースと、サーボ信号を流すための 2 つのサーボガン用ケーブルと、温度検出用の 1 つのサーモケーブルである。なお、このようなケーブルに内蔵される小ケーブルの構成は、あくまで一例示であって、適宜変更することができる。

【0140】

以上のように本実施の形態のケーブル支持装置 19 に従えば、カバー体 61 内で、ケーブル 22 が弛んだとしても、第 1 駆動部 39 から離反することを防ぐことができ、弛んだケーブル 22 が周辺機器に干渉することを防ぐことができる。これによってケーブル 22 の寿命を延ばすとともに、狭い領域に溶接ガン 21 を配置することができる。また上述したように、変形構造体 83 の強度を向上することで、ロボットの動作とともにケーブル支持装置 19 が任意の姿勢に変位したとしても変形構造体 83 がロボットから離反することを確実に防ぐことができる。たとえば、旋回軸線 L が水平に配置されても、鉛直に配置されたとしても、変形構造体 83 は変形構造体 83 を支持するための支持部材を必要とすることなく、自立姿勢を確実に保つことができる。

30

【0141】

またケーブル支持装置 19 によって案内されるケーブルの重量が大きい場合や、ロボットが高速で動作する場合であっても、変形構造体 83 の強度が向上されているので、変形構造体 83 の曲率半径を小さくした状態で、維持することができる。これによってロボットが狭隘な作業空間で作業を行う場合であっても、変形構造体 83 が周囲の装置に衝突することを防ぐことができる。また上述したように、第 1 駆動部 39 に対する第 2 駆動部 40 の角変位量が大きい場合であっても、案内部材なしに自立姿勢を保つことができる。またスペーサ部材 104 によって、変形構造体 83 の湾曲状態を保つことによって、繰り返し変形構造体 83 を変形させたとしても、変形構造体 83 の所望の変形状態に保つことができる。

40

【0142】

またケーブル 22 がケーブル保持部 51 から抜け出て先端方向 X1 に向かって移動する

50

ことがないので、ケーブル保持部 5 1 とケーブル案内部との間のケーブル部分 2 2 b が大きく弛んだ状態になることを防ぐことができる。上述したように、ケーブル 2 2 の弛みを少なくすることで、ケーブル 2 2 が各手首可動部 4 0 ~ 4 2 に接触する可能性を減らすことができる。

【 0 1 4 3 】

またケーブル 2 2 が第 1 駆動部の外周を湾曲して巻きつくことによって、第 1 駆動部の長さが短くても、ケーブル 2 2 が弛んだ状態から張った状態に移るまでに角変位可能な第 1 手首可動部 4 0 の可動範囲を広くすることができる。さらに従来技術のように、環状の案内部材を設ける必要がないので、ロボットを安価にかつ軽量化することができる。

【 0 1 4 4 】

以上のような実施の形態は、本発明の例示であって、発明の範囲内において構成を変更することができる。たとえばケーブル支持装置 1 9 は、産業用ロボットに設けられるとしたが、第 1 駆動部と第 2 駆動部とを有して、それらが旋回軸線まわりに相対的に角変位する駆動装置 1 5 0 に設けられる。したがって産業ロボット以外、たとえば工作機械、自動車製造装置などの他の駆動装置に設けられてもよい。また本実施の形態では、第 1 駆動部 4 0 に対して、第 2 駆動部 3 9 が角変位するとしたが、逆に第 2 駆動部 3 9 に対して第 1 駆動部 4 0 が角変位してもよい。また本実施の形態では、変形構造体 8 3 は、第 1 駆動部 4 0 に隣接して配置されるとしたが、第 2 駆動部 3 9 に隣接されてもよく、また第 1 駆動部 4 0 および第 2 駆動部 3 9 に跨って延びてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 5 】

【図 1】本発明の実施の一形態である変形構造体 8 3 の一部を示す斜視図である。

【図 2】角変位部分 1 0 0 を拡大して示す斜視図である。

【図 3】図 2 に示す S 3 - S 3 切断面線で角変位部分 1 0 0 を切断した断面図である。

【図 4】図 2 に示す S 4 - S 4 切断面線で角変位部分 1 0 0 を切断した断面図である。

【図 5】図 2 に示す S 5 - S 5 切断面線で角変位部分 1 0 0 を切断した断面図である。

【図 6】角変位部分 1 0 0 を示す正面図である。

【図 7】制限部 1 2 9 を説明するために、変形構造体 8 3 を簡略化して示す図である。

【図 8】変形構造体 8 3 の一部を示す平面図である。

【図 9】変形構造体 8 3 の一部を示す断面図である。

【図 10】本実施の形態の変形構造体 8 3 を簡略化して示す平面図である。

【図 11】比較例の変形構造体 2 8 3 を簡略化して示す平面図である。

【図 12】変形構造体 8 3 を簡略化して示す図である。

【図 13】変形構造体 8 3 の変形状態の一例を説明するための図である。

【図 14】変形構造体 8 3 の他の変形状態を簡略化して示す図である。

【図 15】駆動装置 1 5 0 に変形構造体 8 3 が装着された場合における変形構造体 8 3 の寸法を説明するための図である。

【図 16】他の実施の形態の変形構造体 8 3 が駆動装置 1 5 1 に装着された状態を簡略化して示す図である。

【図 17】変形構造体 8 3 の曲率半径を示す図である。

【図 18】本発明の実施の一形態である産業用ロボット 2 0 に設けられるケーブルの支持装置 1 9 を示す正面図である。

【図 19】産業用ロボット 2 0 の一部を示す正面図である。

【図 20】産業用ロボット 2 0 の一部を切断して示す断面図である。

【 0 1 4 6 】

【図 21】産業用ロボット 2 0 の一部を示す側面図である。

【図 22】ケーブル支持装置 1 9 のケーブル案内状態を示す図である。

【図 23】ケーブル支持装置 1 9 のケーブル案内状態を示す図である。

【図 24】ケーブル支持装置 1 9 のケーブル案内状態を示す図である。

【図 25】ケーブル支持装置 1 9 のケーブル案内状態を示す図である。

【図 2 6】産業用ロボット 2 0 を簡略化した図である。

【符号の説明】

【 0 1 4 7 】

1 9 ケーブルの支持装置

2 0 産業用ロボット

2 2 ケーブル

8 1 第 1 固定部

8 2 第 2 固定部

8 3 変形構造体

1 0 1 結合部

10

1 0 2 基部

1 0 3 外套部

1 2 5 外皮部

1 2 6 内皮部

1 0 4 スペース部材

1 2 1 着座部

1 2 4 ワイヤー部材

1 2 3 対向面

1 2 9 制限部

1 3 2 当接部

20

S 延在方向

X 延在軸線

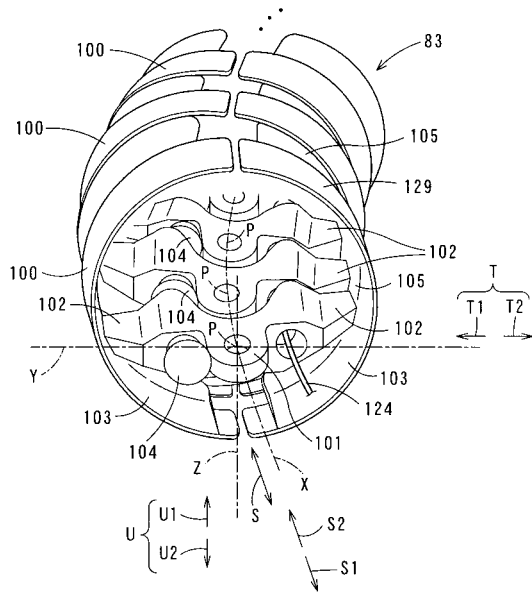
T 第 1 方向

Y 第 1 軸線

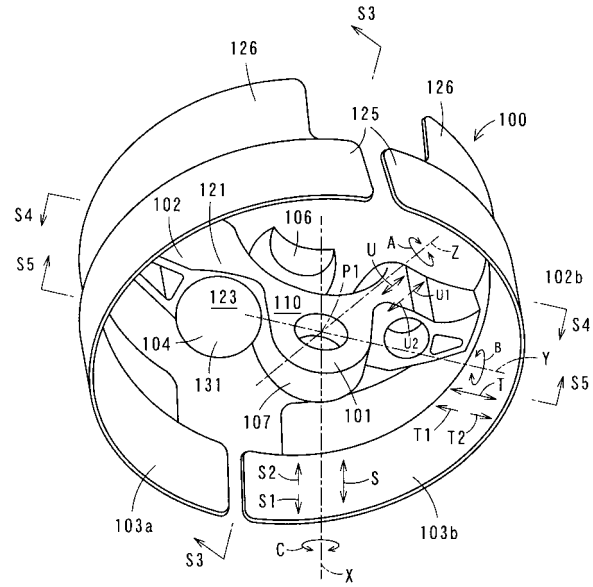
U 第 2 方向

Z 第 2 軸線

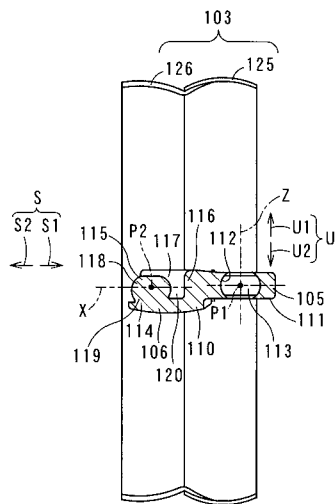
【図 1】



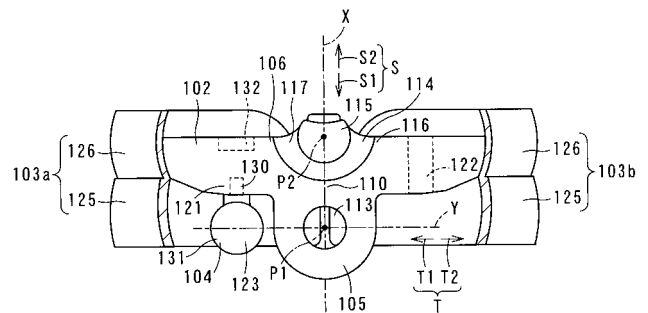
【図 2】



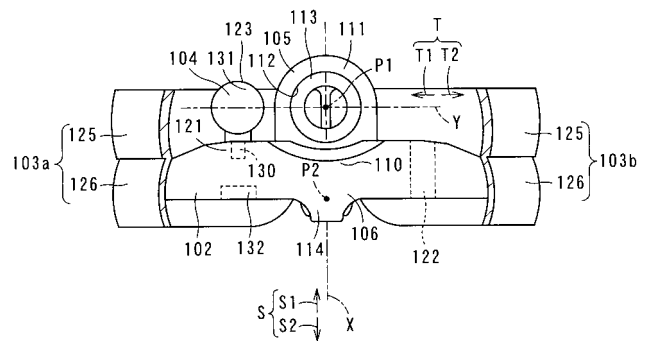
【図 3】



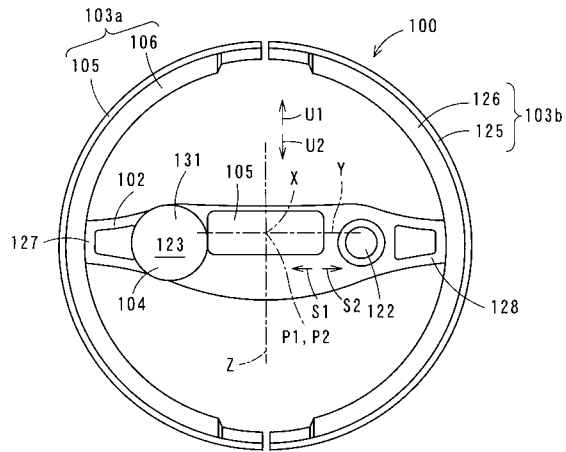
【図 4】



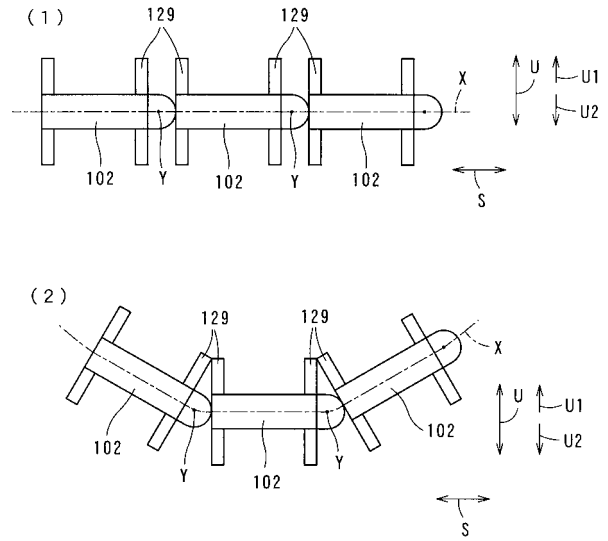
【図 5】



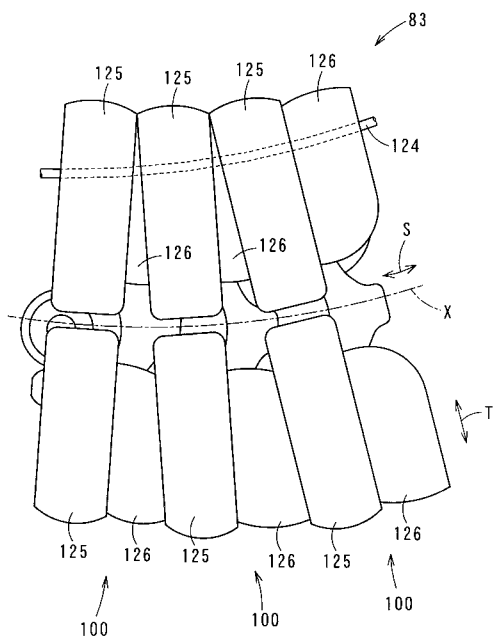
【図 6】



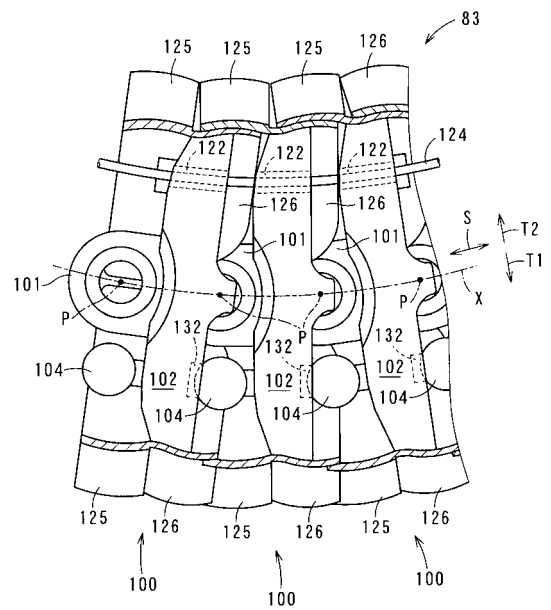
【図 7】



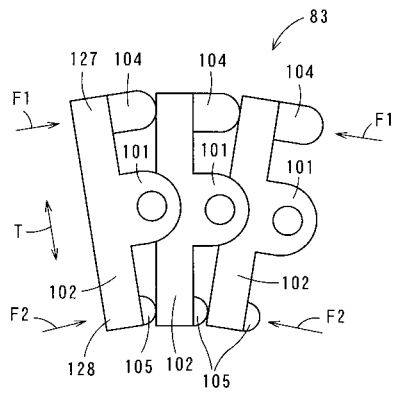
【図 8】



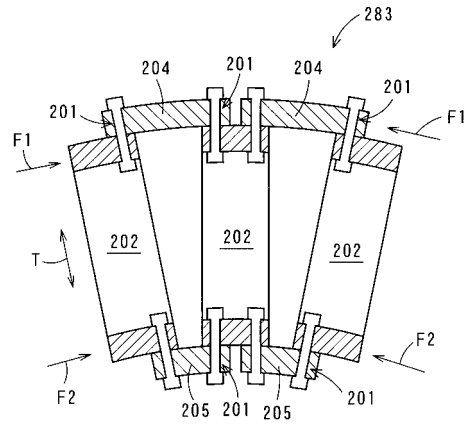
【図 9】



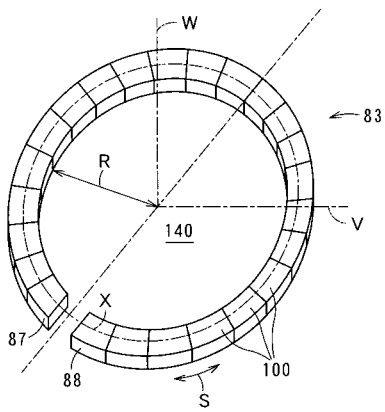
【 図 1 0 】



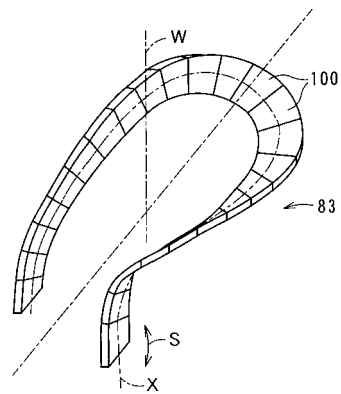
【 図 1 1 】



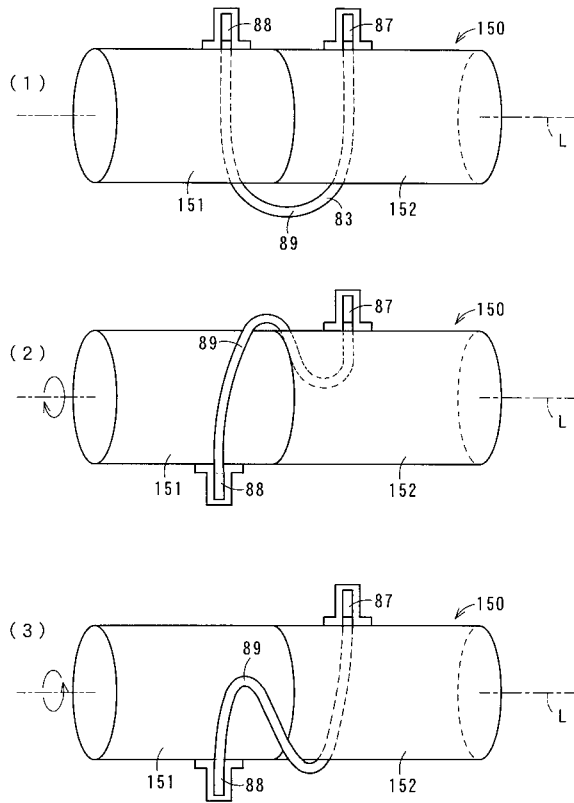
【 図 1 2 】



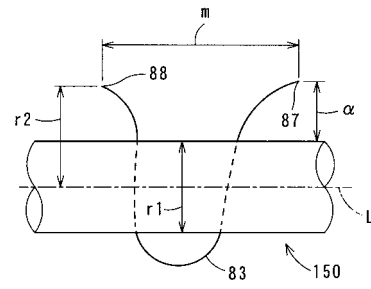
【 図 1 3 】



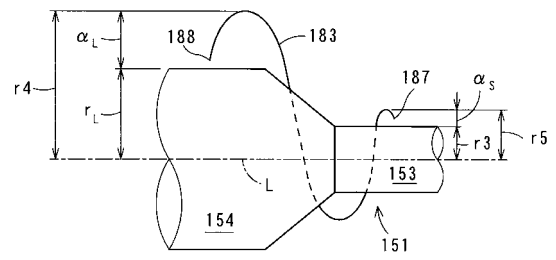
【図 14】



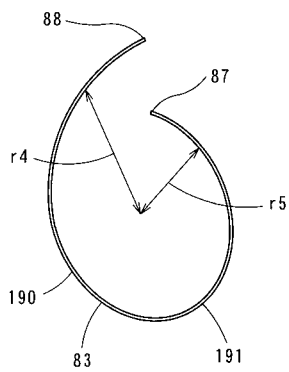
【図 15】



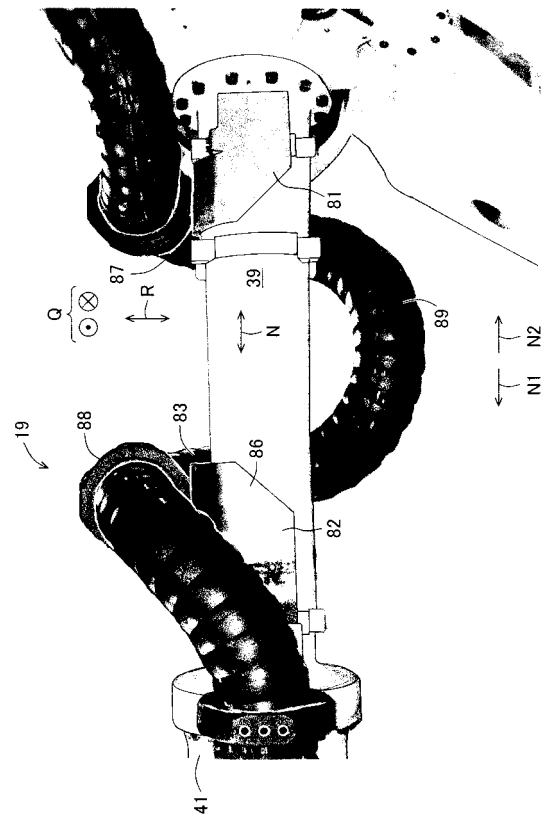
【図 16】



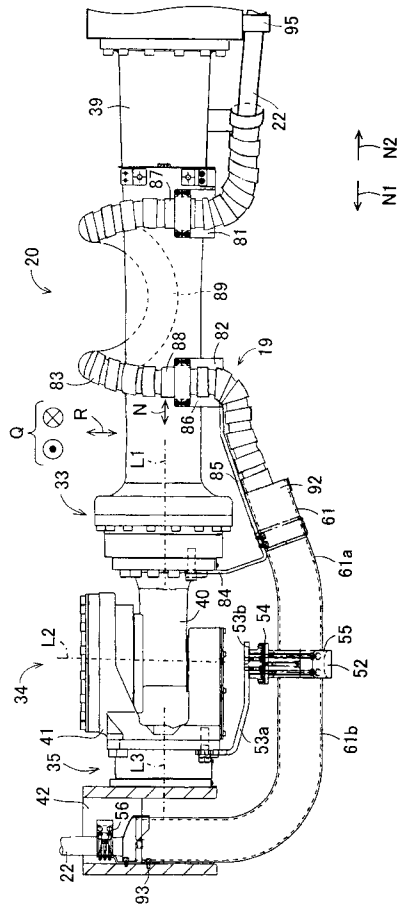
【図 17】



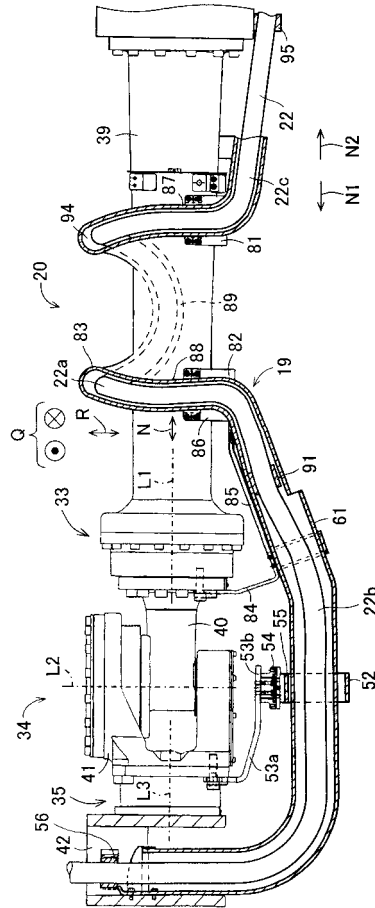
【図 18】



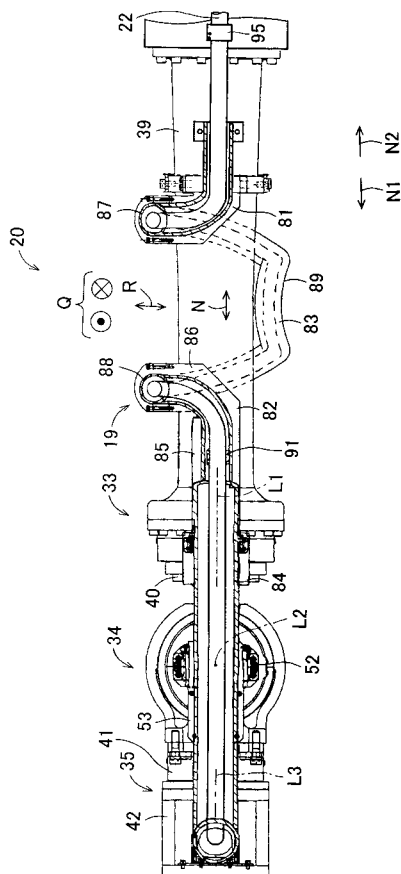
【図 19】



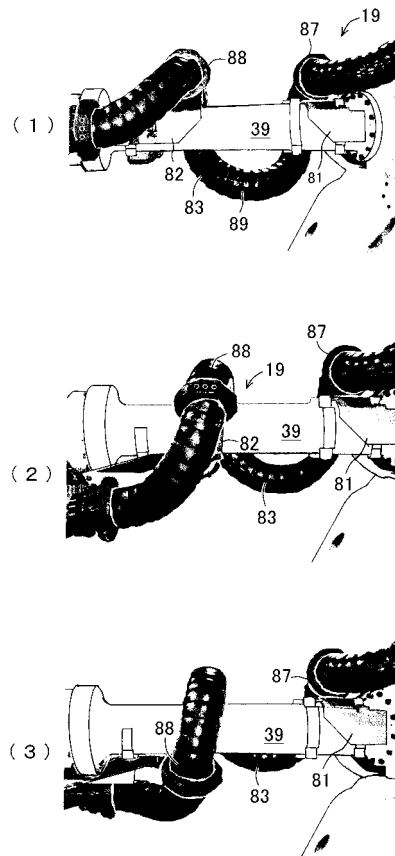
【図 20】



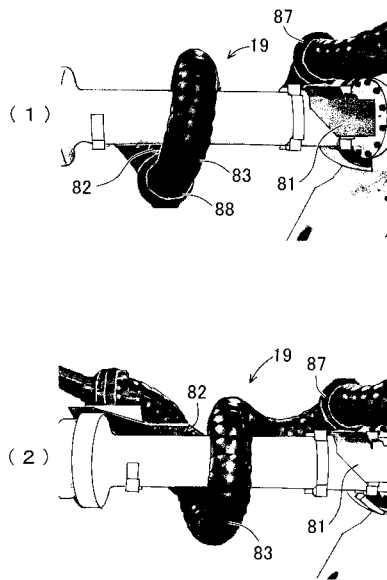
【図 21】



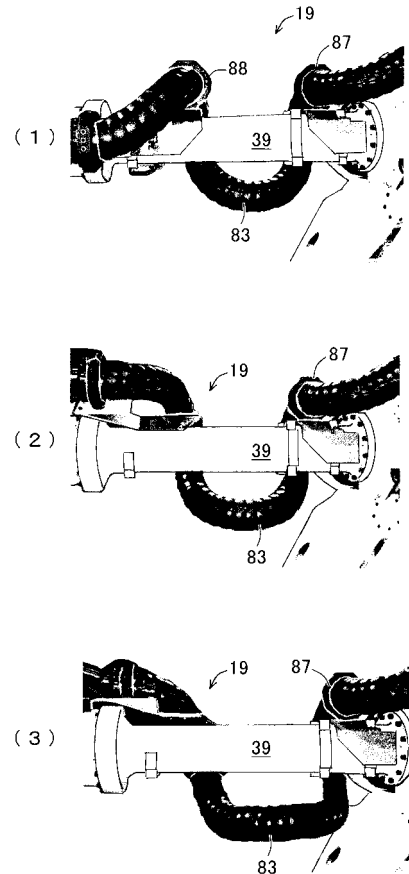
【図 22】



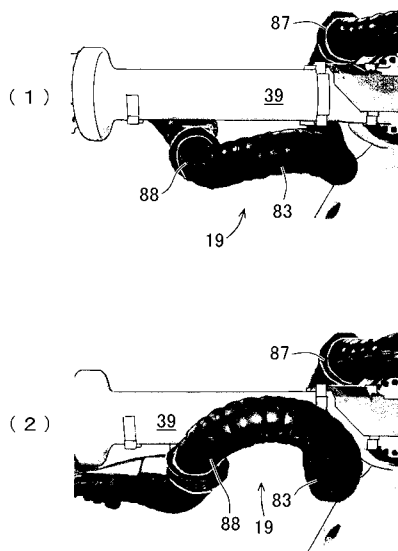
【図 2 3】



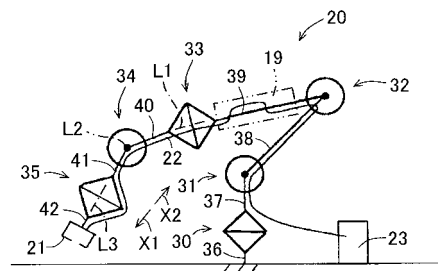
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

(72)発明者 前口 裕二

兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72)発明者 稲田 隆浩

兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社明石工場内

F ターム(参考) 3C007 BS12 BT08 CY02 CY07