(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7010201号
(P7010201)

(45)発行日　令和4年1月26日(2022.1.26)

(24)登録日　令和4年1月17日(2022.1.17)

(51)国際特許分類

		FI		
Ｈ０２Ｋ	*7/10 (2006.01)*	Ｈ０２Ｋ	7/10	Ｚ
Ｈ０２Ｋ	*7/116(2006.01)*	Ｈ０２Ｋ	7/116	

請求項の数　6　（全21頁）

(21)出願番号　特願2018-229119(P2018-229119)
(22)出願日　平成30年12月6日(2018.12.6)
(65)公開番号　特開2020-25429(P2020-25429A)
(43)公開日　令和2年2月13日(2020.2.13)
審査請求日　令和2年12月22日(2020.12.22)
(31)優先権主張番号　特願2018-146312(P2018-146312)
(32)優先日　平成30年8月2日(2018.8.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000232302
日本電産株式会社
京都府京都市南区久世殿城町３３８番地
(74)代理人　110002505
特許業務法人航栄特許事務所
(72)発明者　鮎澤 優
京都府京都市南区久世殿城町３３８番地
日本電産株式会社内
(72)発明者　奥田 健
京都府京都市南区久世殿城町３３８番地
日本電産株式会社内
審査官　宮崎 賢司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　回転アクチュエータ及びロボット

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ロータ及びステータを有するモータと、
停止している前記ロータの回転を規制するための回転規制機構と、
前記モータ及び前記回転規制機構が収容されるケース体と、を備え、
前記回転規制機構は、前記ロータに固定された円環状の回転側規制部材と、前記回転側規制部材の外周面に周方向に沿って形成された複数の突起部の間に挿入されて前記周方向における前記回転側規制部材の移動を規制する規制部材と、前記周方向における前記突起部の間に前記規制部材が配置される規制位置及び前記周方向における前記突起部の間から前記規制部材が外れる規制解除位置の間で、前記規制部材を前記ロータの軸方向に移動させるための駆動機構と、を有し、
前記駆動機構は、前記規制部材を前記規制位置に向かって付勢する付勢部材と、前記規制部材を前記規制解除位置に向かって移動させるソレノイドと、有し、
前記ソレノイドのプランジャの前記規制部材に当接する側の一端部と反対側の他端部は、前記規制部材が前記規制位置にある状態にて前記ケース体の内部に位置し且つ前記ケース体によって覆われて非露出となっており、
前記ケース体における前記プランジャの前記他端部に対向する部分は、前記他端部側と反対側からの外力を受けて前記他端部側に変形して前記他端部に当接可能な弾性を持つ部材によって構成され、
前記弾性を持つ部材は前記ケース体に埋め込まれており、

前記付勢部材によって付勢され前記規制部材が前記規制位置にある状態にて前記弾性を持つ部材と前記部分が当接している回転アクチュエータ。
【請求項２】
請求項１記載の回転アクチュエータであって、
前記部分における前記他端部側の面には、前記他端部に向けて突出する凸部が形成されている回転アクチュエータ。
【請求項３】
請求項１記載の回転アクチュエータであって、
前記規制部材は円柱状であり上側に向かって窪む凹部が形成され、
前記凹部に前記付勢部材の上端側部分が配置されている回転アクチュエータ。
【請求項４】
請求項１記載の回転アクチュエータであって、
前記規制部材は前記ロータの軸方向から見た際に前記回転側規制部材の外周側に配置され、前記突起部の先端面を結ぶ仮想円よりも前記規制部材の一部が、前記回転側規制部材の径方向の内側に配置されている回転アクチュエータ。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか１項記載の回転アクチュエータであって、
前記ケース体における前記部分が形成された領域の外表面は、前記回転側規制部材の軸方向に垂直であり、
前記部分に対し前記回転側規制部材の径方向外側には、前記軸方向に平行な前記ケース体の側面が形成されており、
前記ケース体には、前記領域の前記外表面と前記側面とを繋ぎ且つ当該外表面に対して傾斜した傾斜面が形成されている回転アクチュエータ。
【請求項６】
請求項１から５のいずれか１項記載の回転アクチュエータによって構成される関節部を備えるロボット。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、モータと、停止しているモータの回転を規制する回転規制機構と、を備えてロボットなどの産業用機械に搭載可能な回転アクチュエータとそれを備えるロボットに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来の産業用ロボットとして、支持部材としてのベースと、関節部を介してベースに連結される第１アームと、関節部を介して第１アームの先端側に連結される第２アームと、関節部を介して第２アームの先端側に連結される手首部と、を備えるものがある。また、この種の産業用ロボットでは、関節部は、ロータ及びステータを有するモータと、モータに連結される減速機と、ロータの停止状態を維持するための安全ブレーキと、を備えて関節部自体が回転アクチュエータとして構成されている。
【０００３】
そして、このような産業用ロボットに搭載される回転アクチュエータとして、モータと、停止しているモータの回転を規制する回転規制機構と、を備えるものが知られている（例えば、特許文献１参照）。
【０００４】
この特許文献１の回転アクチュエータでは、回転規制機構は、モータのロータに固定される円盤状の回転側規制部材と、回転側規制部材と係合してその回転移動を規制するピン状の規制部材と、規制部材をロータの軸方向へ移動させる駆動機構と、を備えている。また、この回転側規制部材の周縁には、ロータの径方向外側へ突出する複数の突起部が設けられる。そして、規制部材の先端には、周方向で隣り合う突起部間に入り込んで回転側規制

部材の回転移動を規制する円環状の規制部が設けられる。
【０００５】
また、この駆動機構は、周方向における突起部の間に規制部材が配置される規制位置と、周方向における突起部の間から規制部材が外れる規制解除位置との間で、規制部材を移動させる。そのために、駆動機構は、規制部材をロータの軸方向一方側（例えば上側）に付勢する付勢部材と、規制部材をロータの軸方向他方側（例えば下側）に移動させるソレノイドと、を有している。ソレノイドは、規制部材を押圧するプランジャを有しており、ソレノイドが非通電状態となったとき、すなわち規制部材が規制位置にある場合、ソレノイドのプランジャがソレノイドの本体部の上側に移動して保持される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【文献】特開２０１７－１８９０８１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
上記特許文献１の回転アクチュエータでは、規制部材が規制位置にある場合、ソレノイドのプランジャの上端部はケース体に形成される貫通孔から突出する構造となっている。そのため、突出したプランジャの上端部によってケース体の外部から回転規制機構の規制が容易に解除される可能性があり、その結果、予期せぬモータの駆動を招いてしまう可能性があり、改善の余地があった。
【０００８】
本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、規制部材が規制位置にある場合、その規制部材の規制解除をケース体の外部から操作可能とするとともに、予期せぬ規制解除を防止することができる回転アクチュエータ及びそれを備えるロボットを提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
（１）
ロータ及びステータを有するモータと、
停止している前記ロータの回転を規制するための回転規制機構と、
前記モータ及び前記回転規制機構が収容されるケース体と、を備え、
前記回転規制機構は、前記ロータに固定された円環状の回転側規制部材と、前記回転側規制部材の外周面に周方向に沿って形成された複数の突起部の間に挿入されて前記周方向における前記回転側規制部材の移動を規制する規制部材と、前記周方向における前記突起部の間に前記規制部材が配置される規制位置及び前記周方向における前記突起部の間から前記規制部材が外れる規制解除位置の間で、前記規制部材を前記ロータの軸方向に移動させるための駆動機構と、を有し、
前記駆動機構は、前記規制部材を前記規制位置に向かって付勢する付勢部材と、前記規制部材を前記規制解除位置に向かって移動させるソレノイドと、有し、
前記ケース体には、前記ソレノイドのプランジャの前記規制部材に当接する側の一端部と反対側の他端部に対向する部分に貫通孔が形成されており、
前記プランジャの前記他端部は、前記規制部材が前記規制位置にある状態にて前記ケース体の内部に位置している回転アクチュエータ。
【００１０】
（１）の回転アクチュエータでは、ソレノイドのプランジャの他端部が、規制部材が規制位置と規制解除位置の何れにある場合でもケース体の内側に配置されており、このプランジャの他端部の対向するケース体の部分に、プランジャの他端部をケース体の外部から押圧可能な貫通孔が形成されている。そのため、規制部材が規制位置にある場合、ケース体の貫通孔を通じてソレノイドのプランジャの他端部を押圧することで、その規制部材の規

制解除をケース体の外部から行うことができる。また、ソレノイドのプランジャがケース体から外部に露出されないので、不用意な接触を回避して、予期せぬ規制解除を防止することができる。

【００１１】

（２）

（１）記載の回転アクチュエータであって、

前記規制部材が前記規制位置にある状態にて、前記プランジャの前記他端部は前記貫通孔の内部に位置する回転アクチュエータ。

【００１２】

（２）のように構成すると、規制部材が規制位置にある際、ソレノイドのプランジャの他端部がケース体の貫通孔を通じて視認し易くなるので、ケース体の外部からプランジャの他端部をより容易に押圧することができる。またこのとき、プランジャの他端部が押し込まれた場合、プランジャの他端部が貫通孔から視認しにくくなるので、規制部材の規制解除がなされたことをより容易に把握することができる。

【００１３】

（３）

（１）又は（２）記載の回転アクチュエータであって、

前記ケース体の内面における前記貫通孔の周囲に設けられた壁部を備える回転アクチュエータ。

【００１４】

（３）のように構成すると、壁部が補強部として機能して、ケース体に貫通孔が形成されても貫通孔の周縁部の剛性を高めることができる。

【００１５】

（４）

（１）から（３）のいずれか１項記載の回転アクチュエータであって、

前記規制部材は、前記軸方向に垂直な断面の形状が一様の柱状の部材である回転アクチュエータ。

【００１６】

特許文献１に記載の規制部材は、規制部材の一端部にフランジ部を有し、このフランジ部で回転側規制部材に係合していた。このため、従来の規制部材では、回転側規制部材との係合の際、フランジ部で面圧を受け、この面圧が、規制部材をスライド移動自在に支持する規制部材の、フランジ部以外の小径部分を介して固定部材に伝わるので、固定部材に伝わる力が大きくなっていた。

【００１７】

これに対し、（４）の回転アクチュエータでは、規制部材は、軸方向に垂直な断面の形状が一様の柱状の部材である。このように構成すると、固定部材との接触面積を大きく稼ぐことができるので、回転側規制部材の突起部と規制部材との係合の際、その係合に伴う面圧を小さくすることができる。これにより、従来の規制部材と比べて、固定部材の負荷を軽減して固定部材に対する摩耗や応力影響を抑制することができる。また、従来の規制部材と比べて、構造を簡素化することができるので、製造コストを低減することができる。また、回転軸規制部材と規制部材との係合位置が軸方向で外れた場合でも規制を確実に行うことができ、規制部材の位置決め精度に余裕を持たせることができる。

【００１８】

（５）

（４）記載の回転アクチュエータであって、

前記規制部材が前記規制位置にある状態にて、前記規制部材における前記プランジャの前記一端部と当接する側の面は、前記軸方向において、前記規制部材を挟む前記突起部の間よりも外側に位置する回転アクチュエータ。

【００１９】

（５）のように構成すると、回転側規制部材と規制部材との係合をより確実に行わせるこ

とができる。
【００２０】
（６）
ロータ及びステータを有するモータと、
停止している前記ロータの回転を規制するための回転規制機構と、
前記モータ及び前記回転規制機構が収容されるケース体と、を備え、
前記回転規制機構は、前記ロータに固定された円環状の回転側規制部材と、前記回転側規制部材の外周面に周方向に沿って形成された複数の突起部の間に挿入されて前記周方向における前記回転側規制部材の移動を規制する規制部材と、前記周方向における前記突起部の間に前記規制部材が配置される規制位置及び前記周方向における前記突起部の間から前記規制部材が外れる規制解除位置の間で、前記規制部材を前記ロータの軸方向に移動させるための駆動機構と、を有し、
前記駆動機構は、前記規制部材を前記規制位置に向かって付勢する付勢部材と、前記規制部材を前記規制解除位置に向かって移動させるソレノイドと、有し、
前記ソレノイドのプランジャの前記規制部材に当接する側の一端部と反対側の他端部は、前記規制部材が前記規制位置にある状態にて前記ケース体の内部に位置し且つ前記ケース体によって覆われて非露出となっており、
前記ケース体における前記プランジャの前記他端部に対向する部分は、前記他端部側と反対側からの外力を受けて前記他端部側に変形して前記他端部に当接可能な弾性を持つ部材によって構成されている回転アクチュエータ。
【００２１】
（６）のように構成すると、プランジャの他端部がケース体から非露出となる。このため、不用意な規制解除を防ぐことができると共に、ケース体内部に異物が混入するのを防ぐことができる。
【００２２】
（７）
（６）記載の回転アクチュエータであって、
前記部分における前記他端部側の面には、前記他端部に向けて突出する凸部が形成されている回転アクチュエータ。
【００２３】
（７）のように構成すると、凸部によってプランジャの他端部に向けて外力を集中させることができ、規制解除操作を容易にすることができる。また凸部の高さを適切に設定することにより、ケース体の上記部分を必要以上に弾性変形させる必要がなく、ケース体の設計自由度を高めることができる。
【００２４】
（８）
（６）又は（７）記載の回転アクチュエータであって、
前記ケース体における前記部分が形成された領域の外表面は、前記回転側規制部材の軸方向に垂直であり、
前記部分に対し前記回転側規制部材の径方向外側には、前記軸方向に平行な前記ケース体の側面が形成されており、
前記ケース体には、前記領域の前記外表面と前記側面とを繋ぎ且つ当該外表面に対して傾斜した傾斜面が形成されている回転アクチュエータ。
【００２５】
（８）のように構成すると、例えばケース体全体を柔軟性のある材料にて形成した場合に、上記部分が弾性変形する際におけるケース体の支点を、上記部分よりも回転側規制部材の径方向内側に離すことができ、上記部分を撓みやすくすることができる。また、ケース体における上記部分よりも回転側規制部材の径方向の外側においては、傾斜面と側面を繋ぐ部分が支点となるため、この傾斜面によって上記部分が撓みやすくなる。この結果、規制解除操作を容易、迅速、かつ確実に行うことが可能になる。

【００２６】
（９）
（１）から（８）のいずれか１つに記載の回転アクチュエータによって構成される関節部を備えるロボット。
【００２７】
（９）のロボットでは、関節部において規制部材が規制位置にある場合、その規制部材の規制解除をケース体の外部から操作可能とするとともに、予期せぬ規制解除を防止することが可能となる。
【発明の効果】
【００２８】
本発明によれば、規制部材が規制位置にある場合、その規制部材の規制解除をケース体の外部から操作可能とするとともに、予期せぬ規制解除を防止することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２９】
【図１】本発明の実施の形態に係る産業用ロボットの正面図である。
【図２】（Ａ）は図１に示す産業用ロボットの斜視図であり、（Ｂ）は（Ａ）に示す産業用ロボットが動作している様子を示す斜視図である。
【図３】図１に示す関節部の縦断面図である。
【図４】図３に示すＧ部の構成を説明するための拡大図であり、（Ａ）は規制ピンが規制解除位置にある状態を示す拡大図であり、（Ｂ）は規制ピンが規制位置にある状態を示す拡大図である。
【図５】図３に示す回転側規制部材及び規制ピンの平面図である。
【図６】図３に示すＨ部の構成を説明するための拡大図であり、（Ａ）は、図３に示す規制ピンが規制位置にあるときのプランジャの上端部の状態を説明するための拡大図であり、（Ｂ）は、図３に示す規制ピンが規制解除位置にあるときのプランジャの上端部の状態を説明するための拡大図である。
【図７】本発明の実施の形態に係るプランジャの変形例を説明するための拡大図である。
【図８】本発明の実施の形態に係る規制ピンの変形例を説明するための拡大図である。
【図９】図３に示すＨ部の構成の変形例を説明するための拡大図であり、（Ａ）は、規制ピンが規制位置にあるときの状態を説明するための拡大図であり、（Ｂ）は、規制ピンが規制解除位置にあるときの状態を説明するための拡大図である。
【図１０】ケース体の形状の変形例を説明するための模式図であり、図３に示すＨ部の構成を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００３０】
以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施の形態を説明する。
【００３１】
（産業用ロボットの概略構成）
まず図１及び図２を参照して、本発明の実施の形態に係る産業用ロボットの構成についてその概略を説明する。図１は、本発明の実施の形態に係る産業用ロボットの正面図である。図２（Ａ）は図１に示す産業用ロボットの斜視図であり、図２（Ｂ）は図２（Ａ）に示す産業用ロボットが動作している様子を示す斜視図である。
【００３２】
図１及び図２に示すように、本形態の産業用ロボット（以下「ロボット」ともいう）１は、所定の製品の組立や製造などに用いられる多関節ロボットであり、組立ラインや製造ラインに設置されて使用される。ロボット１は、複数の関節部２と、複数のアーム３と、を備えている。本形態では、ロボット１は、６個の関節部２と、２本のアーム３と、を備えている。
なお、以下の説明では、６個の関節部２のそれぞれを区別して表す場合、６個の関節部２のそれぞれを「第１関節部２Ａ」、「第２関節部２Ｂ」、「第３関節部２Ｃ」、「第４関

節部２Ｄ」、「第５関節部２Ｅ」及び「第６関節部２Ｆ」とする。また、以下の説明では、２本のアーム３のそれぞれを区別して表す場合、２本のアーム３のそれぞれを「第１アーム３Ａ」及び「第２アーム３Ｂ」とする。

【００３３】

また、ロボット１は、第１関節部２Ａに相対回動可能に連結される支持部材４をさらに備えている。支持部材４は、フランジ部４ａを有して鍔付きの円筒状に形成されている。支持部材４の内周側には、支持部材４の軸方向に貫通する貫通孔（図示省略）が形成されている。フランジ部４ａは、円環状に形成されており、ロボット１のベースとして底面部分を構成している。また、アーム３は、細長い円筒状に形成されている。

【００３４】

ロボット１では、第１関節部２Ａと第２関節部２Ｂとが相対回動可能に連結され、第２関節部２Ｂと第１アーム３Ａの基端とが固定されている。また、第１アーム３Ａの先端と第３関節部２Ｃとが固定され、第３関節部２Ｃと第４関節部２Ｄとが相対回動可能に連結される。さらに、第４関節部２Ｄと第２アーム３Ｂの基端とが相対回動可能に連結され、第２アーム３Ｂの先端と第５関節部２Ｅとが固定され、第５関節部２Ｅと第６関節部２Ｆとが相対回動可能に連結されている。また、第６関節部２Ｆには、ハンドや工具などが相対回動可能に取付可能となっている。

【００３５】

以下、関節部２の具体的な構成を説明する。なお、図１に示すように、本形態では、第１関節部２Ａと第２関節部２Ｂと第３関節部２Ｃとが同じ大きさで形成され、第４関節部２Ｄと第５関節部２Ｅと第６関節部２Ｆとが同じ大きさで形成されている。また、第１関節部２Ａ、第２関節部２Ｂ及び第３関節部２Ｃの大きさは、第４関節部２Ｄ、第５関節部２Ｅ及び第６関節部２Ｆの大きさよりも大きく設けられている。ただし、第１関節部２Ａ、第２関節部２Ｂ及び第３関節部２Ｃと、第４関節部２Ｄ、第５関節部２Ｅ及び第６関節部２Ｆとは、大きさが相違する点を除けば同様に構成されている。

【００３６】

（関節部の構成）

次に、図３～図６を参照して、関節部２の構成について具体的に説明する。図３は、図１に示す関節部２の縦断面図である。図４は、図３に示すＧ部の構成を説明するための拡大図であり、図４（Ａ）は規制ピン（規制部材）３２が規制解除位置にある状態を示す拡大図であり、図４（Ｂ）は規制ピン３２が規制位置にある状態を示す拡大図である。図５は、図３に示す回転側規制部材３１及び規制ピン３２の平面図である。図６は、図３に示すＨ部の構成を説明するための拡大図であり、図６（Ａ）は、図３に示す規制ピン３２が規制位置にあるときのプランジャ４１ａの上端部の状態を説明するための拡大図であり、図６（Ｂ）は、図３に示す規制ピン３２が規制解除位置にあるときのプランジャ４１ａの上端部の状態を説明するための拡大図である。

なお、以下の説明では、説明の便宜上、図３のＺ１方向側を「上」側とし、その反対側であるＺ２方向側を「下」側とする。また、図３のＸ１方向側を「左」側として、その反対側であるＸ２の方向側を「右」側とする。

【００３７】

図３に示すように、関節部２は、モータ１０と、モータ１０に連結される減速機２０と、モータ１０の回転位置を検出するための位置検出機構６０と、モータ１０及び位置検出機構６０が電気的に接続される回路基板Ｂと、モータ１０と減速機２０と位置検出機構６０と回路基板Ｂとを収納するケース体８０と、を含んで構成されており、関節部２自体が回転アクチュエータとして構成されている。

【００３８】

モータ１０は、径方向の中心に貫通孔が形成された中空モータであり、中空状の回転軸１２を備えている。また、モータ１０は、ロータ１１とステータ１４と、を備えている。また、減速機２０は、径方向の中心に貫通孔が形成された中空減速機である。モータ１０と減速機２０とは上下方向で重なって配置されている。具体的には、モータ１０が上側に配

置され、減速機２０が下側に配置されている。また、モータ１０と減速機２０とは同軸上に配置されている。

【００３９】

本形態の減速機２０は、中空波動歯車装置であり、剛性内歯歯車２１と、可撓性外歯歯車２２と、波動発生部２３と、クロスローラベアリング２６と、を備えている。波動発生部２３は、モータ１０の回転軸１２に連結される中空状の入力軸２４と、入力軸２４の外周側に取り付けられるウエーブベアリング２５と、を備えている。本形態では、剛性内歯歯車２１が減速機２０の出力軸となっている。

【００４０】

また、関節部２は、停止しているロータ１１の回転を規制する回転規制機構３０と、モータ１０の回転軸１２及び減速機２０の入力軸２４の内周側に挿通される筒状の管状部材１７と、剛性内歯歯車２１に固定される出力側部材１８と、をさらに備えている。回転規制機構３０と管状部材１７とも同様に、ケース体８０に収納されている。

【００４１】

モータ１０は、前述したように、ロータ１１とステータ１４とを備えている。ロータ１１は、回転軸１２と、回転軸１２に固定される駆動用磁石１３と、を備えている。回転軸１２は、上下方向に細長い略円筒状に形成されており、回転軸１２の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。すなわち、上下方向は、回転軸１２の軸方向であるとともにロータ１１の軸方向である。そして、駆動用磁石１３は、円筒状に形成されている。駆動用磁石１３の長さ（上下方向の長さ）は、回転軸１２よりも短く設定されており、駆動用磁石１３は回転軸１２の下端側部分の外周面に固定されている。

【００４２】

ステータ１４は、全体として略円筒状に形成されており、駆動用磁石１３の外周面を覆うように駆動用磁石１３の外周側（径方向外側）に配置されている。回転軸１２の上端側部分は、ステータ１４の上端面よりも上側に突出している。このステータ１４は、駆動用コイル（不図示）と、インシュレータを介して駆動用コイルが巻回される複数の突極を有するステータコア（不図示）と、を備えている。ステータコアの突極は、内周側に向かって突出するように形成されており、突極の先端面は、駆動用磁石１３の外周面に対向している。モータ１０は、ケース体８０に固定されている。具体的には、ステータ１４の外周面がケース体８０に固定されている。

【００４３】

減速機２０は、前述したように、剛性内歯歯車２１と、可撓性外歯歯車２２と、波動発生部２３と、クロスローラベアリング２６と、を備えている。剛性内歯歯車２１は、扁平な略円筒状に形成されており、剛性内歯歯車２１の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。すなわち、上下方向は、減速機２０の出力軸である剛性内歯歯車２１の軸方向となっている。そして、剛性内歯歯車２１は、クロスローラベアリング２６の内輪２６ａに固定されている。クロスローラベアリング２６の外輪２６ｂは、ケース体８０の下端側部分に固定されており、剛性内歯歯車２１は、クロスローラベアリング２６を介してケース体８０の下端側部分に回転可能に保持されている。

【００４４】

可撓性外歯歯車２２は、上端にフランジ部２２ａを有して鍔付きの略筒状に形成されている。フランジ部２２ａは、略円環状に形成されており、フランジ部２２ａの外周側部分は、ケース体８０に固定されている。すなわち、減速機２０は、ケース体８０に固定されている。また、剛性内歯歯車２１は、減速機２０の下端側部分を構成している。可撓性外歯歯車２２のフランジ部２２ａは、減速機２０の上端側部分を構成している。剛性内歯歯車２１の内周面には、内歯が形成されている。可撓性外歯歯車２２の下端側の外周面には、剛性内歯歯車２１の内歯と噛み合う外歯が形成されている。

【００４５】

波動発生部２３は、前述したように、入力軸２４とウエーブベアリング２５とを備えている。入力軸２４は、全体として上下方向に細長い筒状に形成されており、入力軸２４の軸

方向と上下方向とが一致するように配置されている。また、入力軸２４の、下端側部分以外の部分は、細長い略円筒状に形成されている。入力軸２４の下端側部分は、入力軸２４の軸方向から見たときの内周面の形状が円形状に形成されており、入力軸２４の軸方向から見たときの外周面の形状が楕円形状となる楕円部２４ａとなっている。

【００４６】

波動発生部２３の入力軸２４の上端側部分は、モータ１０の回転軸１２の下端側部分の内周側に挿入されて固定されている。具体的には、入力軸２４の上端側部分は、回転軸１２の、駆動用磁石１３が固定された部分の内周側に挿入されて固定されている。回転軸１２と入力軸２４とは同軸上に配置されている。また、入力軸２４の上端側部分は、接着により回転軸１２に固定されている。

【００４７】

上下方向における入力軸２４の中心部分は、ベアリング１６に回転可能に支持されている。ベアリング１６は、ボールベアリングである。このベアリング１６は軸受保持部材１５に取り付けられ、軸受保持部材１５はケース体８０に固定されている。すなわち、入力軸２４は、軸受保持部材１５を介してケース体８０に取り付けられるベアリング１６に回転可能に支持されている。軸受保持部材１５は、円環状かつ平板状に形成されており、可撓性外歯歯車２２のフランジ部２２ａと上下方向で重なるようにケース体８０に固定されている。

【００４８】

ウエーブベアリング２５は、可撓性の内輪（不図示）及び外輪（不図示）を備えたボールベアリングである。このウエーブベアリング２５は、楕円部２４ａの外周面に沿って配置されており、楕円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車２２の、外歯が形成される下端側部分は、ウエーブベアリング２５を囲むようにウエーブベアリング２５の外周側に配置されており、この部分は、楕円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車２２の外歯は、楕円状に撓む可撓性外歯歯車２２の下端側部分の長軸方向の２か所で、剛性内歯歯車２１の内歯と噛み合っている。

【００４９】

出力側部材１８は、フランジ部１８ａと筒部１８ｂとを有して鍔付きの略円筒状に形成されている。この出力側部材１８は、出力側部材１８の軸方向と上下方向とが一致するように配置されており、出力側部材１８の内周側には、上下方向に貫通する貫通孔１８ｃが形成されている。フランジ部１８ａは、平板状かつ円環状に形成されており、筒部１８ｂの下端に繋がっている。フランジ部１８ａは、フランジ部１８ａの上面が剛性内歯歯車２１の下面に接触するように剛性内歯歯車２１に固定されている。また、フランジ部１８ａは、ケース体８０の下端よりも下側に配置されており、ケース体８０の外側に配置されている。

【００５０】

筒部１８ｂの上端側には、筒部１８ｂの下端側部分よりも外径の小さい小径部１８ｄが形成されており、筒部１８ｂの上端側部分の外周側には、上下方向に直交する円環状の段差面１８ｅが形成されている。小径部１８ｄは、管状部材１７の下端側部分の内周側に挿入されており、管状部材１７の下端面は、段差面１８ｅに対向している。また、貫通孔１８ｃは、管状部材１７の内周側に通じている。筒部１８ｂの上端側部分は、減速機２０の入力軸２４の下端側部分の内周側に配置されている。筒部１８ｂの外周面と入力軸２４の下端側部分の内周面との間には、ベアリング１９が配置されている。ベアリング１９は、ボールベアリングである。

【００５１】

管状部材１７は、上下方向に細長い円筒状に形成されており、管状部材１７の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。前述のように、管状部材１７は、回転軸１２及び入力軸２４の内周側に挿通されている。管状部材１７の上端面は、回転軸１２の上端面よりも上側に配置され、管状部材１７の下端面は、入力軸２４の下端面よりも上側に配置されている。また、前述したように、管状部材１７の下端側部分の内周側に出力側部材

１８の小径部１８ｄが挿入されるとともに管状部材１７の下端面が段差面１８ｅに対向しており、管状部材１７の下端側は、出力側部材１８に保持されている。

【００５２】

管状部材１７の上端側は、保持部材５０に保持されている。保持部材５０は、支柱５１に固定され、支柱５１は、ケース体８０に固定されている。すなわち、保持部材５０は、支柱５１を介してケース体８０に固定されている。保持部材５０は、管状部材１７の上端側を保持する円筒状の保持部５０ａを備えている。保持部５０ａは、保持部５０ａの軸方向と上下方向とが一致するように配置されており、保持部５０ａの内周側には、上下方向に貫通する貫通孔５０ｂが形成されている。

【００５３】

保持部５０ａの下端側には、保持部５０ａの上端側よりも内径の大きい大径部５０ｃが形成されており、保持部５０ａの下端側部分の内周側には、上下方向に直交する円環状の段差面５０ｄが形成されている。管状部材１７の上端側は大径部５０ｃの内周側に挿入されており、管状部材１７の上端面は段差面５０ｄに対向している。また、貫通孔５０ｂは、管状部材１７の内周側に通じている。

【００５４】

位置検出機構６０は、モータ１０のステータ１４の上側に配置されている。この位置検出機構６０は、回転軸１２の上端側に固定されるスリット板６１と、センサ６２と、を備えている。センサ６２は、互いに対向するように配置される発光素子と受光素子とを備える透過型の光学式センサである。センサ６２は、エンコーダホルダとしての固定部材３５に固定されている。

【００５５】

固定部材３５は、ケース体８０に固定されている。すなわち、センサ６２は、固定部材３５を介してケース体８０に固定されている。位置検出機構６０のスリット板６１は、薄い平板状に形成されるとともに円環状に形成されている。スリット板６１には、スリット板６１の周方向に一定の間隔で複数のスリット孔（不図示）が形成されている。スリット板６１は、スリット板６１の周方向の一部分がセンサ６２の発光素子と受光素子との間に配置されるようにモータ１０の回転軸１２に固定されている。

【００５６】

ケース体８０は、上下の両端が開口するケース本体８１と、ケース本体８１の上端側の開口を塞ぐカバー８２と、を備えている。ケース本体８１の下端側の開口は、減速機２０により塞がれている。ケース本体８１の側面には、上下方向に直交する方向で開口する開口部８１ａが形成されている。すなわち、ケース体８０には、上下方向に直交する方向で開口する開口部８１ａが形成されている。開口部８１ａは、ケース本体８１の側面部分を貫通するように形成されている。

【００５７】

また、カバー８２の上面部分には、後述する駆動機構４０を構成するソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部を臨む貫通孔８２ａが形成されている。すなわち、ケース体８０には、貫通孔８２ａが形成されている。貫通孔８２ａは、上下方向でカバー８２の上面部分を貫通するように形成されており、貫通孔８２ａを介してケース体８０の内部と外部とが連通している。また、貫通孔８２ａは略丸孔状に形成されており、ケース体８０（カバー８２）の内面における貫通孔８２ａの周囲には、略筒状の壁部８２ｂが下側に突出して一体に設けられている。

【００５８】

図３及び図４に示すように、回転規制機構３０は、停止しているロータ１１をその停止位置で保持するために設けられており、ケース体８０に収容されている。この回転規制機構３０は、平板状かつ略円環状の回転側規制部材３１と、回転側規制部材３１と係合して、回転側規制部材３１の周方向における回転側規制部材３１の移動を規制する規制ピン（規制部材）３２と、規制ピン３２をロータ１１の軸方向に沿って上下方向へ移動させる駆動機構４０と、を有して構成される。

【００５９】
図３及び図６に示すように、駆動機構４０は、規制ピン３２を上側へ付勢する付勢部材としての圧縮コイルバネ４２と、プランジャ４１ａを介して規制ピン３２を下側へ移動させるソレノイド４１と、を有している。ソレノイド４１は、ソレノイド４１が通電状態となったときにソレノイド４１のプランジャ４１ａが下側へ突出するようにケース体８０に固定されている。プランジャ４１ａの上端部（他端部）は、ソレノイド４１の本体部４１ｂよりも上側に突出している。
【００６０】
ソレノイド４１のプランジャ４１ａは、プランジャ４１ａの下端部（一端部）で規制ピン３２に当接して押圧することで、後述する規制解除位置に規制ピン３２をロータ１１の軸方向に沿って移動させる。また、プランジャ４１ａの上端部は、ソレノイド４１が非通電状態となったとき、換言すると、プランジャ４１ａが上側に移動して後述する規制位置に規制ピン３２がある場合でも、ケース体８０の内部に位置するように設けられる。
【００６１】
具体的には、前述したように、ケース体８０の貫通孔８２ａはソレノイド４１のプランジャ４１ａの規制ピン３２に当接する側の一端部と反対側の他端部に対向する部分に形成されている。そして、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部は、規制ピン３２が規制位置にある状態にて、ケース体８０の貫通孔８２ａからロータ１１の軸方向でオフセットされた状態で、貫通孔８２ａの下側に位置する。ただし、このとき、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部は、ケース体８０の貫通孔８２ａを通じて視認容易に配置されている。
【００６２】
図３に示すように、回転側規制部材３１は、回転側規制部材３１の厚さ方向と上下方向とが一致するようにロータ１１の回転軸１２の上端面に固定されており、位置検出機構６０よりも上側に配置されている。図５に示すように、回転側規制部材３１の外周面には、回転側規制部材３１の径方向の外側へ突出する複数の突起部３１ａが、回転側規制部材３１の周方向に沿って一定の間隔で形成されている。本形態では、１２個の突起部３１ａが、回転側規制部材３１の中心に対して３０°ピッチで形成されている。また、突起部３１ａは、上下方向から見たときの形状が略等脚台形状となるように形成されている。なお、回転側規制部材３１に形成される突起部３１ａの数は特に限定されておらず、１１個以下であってもよいし、１３個以上であってもよい。
【００６３】
図３、図４及び図６に示すように、規制ピン３２は、ロータ１１の軸方向（上下方向）に垂直な断面の形状が一様の円柱状の部材であり、規制ピン３２の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。規制ピン３２は、規制ピン３２の上側に配置されるプランジャ４１ａに固定されている。具体的には、規制ピン３２は、プランジャ４１ａの下端部に当接された状態で固定されている。
【００６４】
図４及び図６に示すように、規制ピン３２の下端面には、上側に向かって窪む凹部３２ａが形成されており、凹部３２ａの中には、駆動機構４０の圧縮コイルバネ４２の上端側部分が配置されている。
なお、本形態では、規制ピン３２を円柱状に形成するが、これに限定されない。上下方向に垂直な断面の形状が一様な柱状の部材であれば、多角柱でもよく、例えば、三角柱、四角柱、又は六角柱なども適宜採用することができる。
【００６５】
また、規制ピン３２は、上下方向から見たときに、回転側規制部材３１の外周側に配置されている。具体的には、図５に示すように、上下方向から見たときに、回転側規制部材３１の複数の突起部３１ａの先端面を結ぶ仮想円ＶＣよりも規制ピン３２の一部が、回転側規制部材３１の径方向の内側に配置されるように、規制ピン３２が配置されている。図３及び図４に示すように、リニアブッシュ３３も同様に、上下方向に垂直な断面の形状が一

様の柱状に形成されており、リニアブッシュ３３の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。

【００６６】

リニアブッシュ３３は、固定部材３５の上面に形成される凹部３５ａ（図４参照）に全体的に挿嵌されて配置されている。リニアブッシュ３３の下端面は、凹部３５ａの底面に当接している。また、凹部３５ａの底面には、駆動機構４０の圧縮コイルバネ４２の下端側部分が配置される窪み３５ｂが下側に向かって窪むように形成されている。リニアブッシュ３３の内周側には、規制ピン３２が全体的に挿嵌されて配置されている。

【００６７】

また、本形態では、駆動機構４０のソレノイド４１は、モータ１０の停止時に非通電状態となっており、モータ１０の駆動時に通電状態となる。図４（Ｂ）に示すように、ソレノイド４１が通電状態でないとき、駆動機構４０の圧縮コイルバネ４２の付勢力により、回転側規制部材３１の突起部３１ａの間に規制ピン３２が配置されるように規制ピン３２が上昇している。そのため、回転側規制部材３１の突起部３１ａと規制ピン３２との係合により、停止しているロータ１１の回転が規制される。その一方、ソレノイド４１が通電状態となると、図４（Ａ）に示すように、プランジャ４１ａが下側へ突出して、回転側規制部材３１の突起部３１ａの間から規制ピン３２が外れるまで、規制ピン３２が下降する。そのため、ロータ１１が回転可能となる。

【００６８】

このように、駆動機構４０は、回転側規制部材３１の突起部３１ａの間に規制ピン３２が配置される規制位置（図４（Ｂ）に示す位置）と、回転側規制部材３１の突起部３１ａの間から規制ピン３２が外れる規制解除位置（図４（Ａ）に示す位置）との間で規制ピン３２を移動させる。また、駆動機構４０の圧縮コイルバネ４２は、規制位置に向かって規制ピン３２を付勢する。ソレノイド４１は、規制位置にある規制ピン３２を規制解除位置に向かって移動させる。

【００６９】

そして、図６（Ａ）に示すように、規制ピン３２が規制位置にあるときは、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部は、ケース体８０の壁部８２ｂの内部に位置し、且つケース体８０の内部に収納されており、ケース体８０の外部に露出することはない。そして、例えば棒状部材などを用いて、この貫通孔８２ａを通じてプランジャ４１ａの上端部が、内部に向けて押圧されると（すなわち、下側に向かって押圧されると）、図６（Ｂ）に示すように、規制位置にある規制ピン３２は、規制解除位置へ移動する。このとき、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部は、ケース体８０の貫通孔８２ａを通じて視認困難に配置されている。

【００７０】

また、図６（Ａ）に示すように、規制ピン３２が規制位置にある状態にて、規制ピン３２の上端面（規制ピン３２におけるプランジャ４１ａの一端部と当接する側の面）は、規制ピン３２が規制解除位置にある状態（図６（Ｂ）参照）での回転側規制部材３１における規制ピン３２側と反対側の面、すなわち回転側規制部材３１の上端面よりも上側に位置するように設けられる。換言すると、規制ピン３２が規制位置にある状態における規制ピン３２の上端面は、ロータ１１の軸方向（規制ピン３２の可動方向）において、規制ピン３２を挟む突起部３１ａの間よりも外側に位置する。更に換言すると、規制ピン３２が規制位置にある状態における規制ピン３２の上端面は、規制ピン３２を挟む突起部３１ａの間からロータ１１の軸方向に突出している。

【００７１】

このように構成されることにより、本形態の規制ピン３２は、回転側規制部材３１の突起部３１ａの間に入り込んで回転側規制部材３１の移動を規制する規制部となっている。なお、規制ピン３２が規制解除位置にあるときには、回転側規制部材３１の外周側に配置される駆動機構４０のプランジャ４１ａは、回転側規制部材３１の突起部３１ａに接触しない位置に配置されている。

【００７２】
図３に示すように、回路基板Ｂは、ガラスエポキシ基板などのリジッド基板であり、平板状に形成されている。この回路基板Ｂは、回路基板Ｂの厚さ方向と上下方向とが一致するようにケース体８０に固定されている。また、回路基板Ｂは、ケース体８０の上端側に固定されており、回転側規制部材３１よりも上側に配置されている。管状部材１７の上端は、回路基板Ｂの上面よりも上側に配置されている。
【００７３】
回路基板Ｂには、モータ１０を駆動するためのモータ駆動回路や、回路基板Ｂに入力される信号を回路基板Ｂの外部へ出力するための信号伝達回路が実装されている。また、回路基板Ｂには、少なくとも２個のコネクタが実装されている。２個のコネクタのうちの一方のコネクタに接続される配線は、管状部材１７の内周側を通過するように引き回された後、出力側部材１８の貫通孔１８ｃから引き出されている。他方のコネクタに接続される配線は、ケース体８０の開口部８１ａから引き出されている。
【００７４】
（関節部、アームの連結構造）
再度図２を参照して、本形態に係るロボット１の関節部２及びアーム３の連結構造について説明する。
上述したように、支持部材４と第１関節部２Ａとが相対回動可能に連結され、第１関節部２Ａと第２関節部２Ｂとが相対回動可能に連結されている。また、第２関節部２Ｂと第１アーム３Ａの基端とが固定され、第１アーム３Ａの先端と第３関節部２Ｃとが固定され、第３関節部２Ｃと第４関節部２Ｄとが相対回動可能に連結されている。また、第４関節部２Ｄと第２アーム３Ｂの基端とが相対回動可能に連結され、第２アーム３Ｂの先端と第５関節部２Ｅとが固定され、第５関節部２Ｅと第６関節部２Ｆとが相対回動可能に連結されている。具体的には、たとえば、図２（Ｂ）に示す動作をロボット１が行うことが可能となるように、以下のように、各関節部２及びアーム３が連結されている。
【００７５】
なお、以下の説明では、第１関節部２Ａの剛性内歯歯車２１の軸方向を「第１関節部２Ａの軸方向」とし、第２関節部２Ｂの剛性内歯歯車２１の軸方向を「第２関節部２Ｂの軸方向」とする。また、第３関節部２Ｃの剛性内歯歯車２１の軸方向を「第３関節部２Ｃの軸方向」とし、第４関節部２Ｄの剛性内歯歯車２１の軸方向を「第４関節部２Ｄの軸方向」とする。また、第５関節部２Ｅの剛性内歯歯車２１の軸方向を「第５関節部２Ｅの軸方向」とし、第６関節部２Ｆの剛性内歯歯車２１の軸方向を「第６関節部２Ｆの軸方向」とする。
【００７６】
まず、支持部材４と第１関節部２Ａとは、第１関節部２Ａのフランジ部１８ａに、支持部材４の、フランジ部４ａが形成されていない側の端面が固定されることで連結されている。すなわち、第１関節部２Ａの軸方向と支持部材４の軸方向とが一致するように支持部材４と第１関節部２Ａとが連結されている。第１関節部２Ａと第２関節部２Ｂとは、第１関節部２Ａの軸方向と第２関節部２Ｂの軸方向とが直交するように連結されている。また、第２関節部２Ｂのフランジ部１８ａに、第１関節部２Ａのケース本体８１の、開口部８１ａが形成された側面が固定されている。
【００７７】
第２関節部２Ｂと第１アーム３Ａとは、第２関節部２Ｂの軸方向と第１アーム３Ａの長手方向（軸方向）とが直交するように連結されている。また、第２関節部２Ｂのケース本体８１の、開口部８１ａが形成された側面に第１アーム３Ａの基端が固定されている。第１アーム３Ａと第３関節部２Ｃとは、第１アーム３Ａの長手方向と第３関節部２Ｃの軸方向とが直交するように連結されている。また、第３関節部２Ｃのケース本体８１の、開口部８１ａが形成された側面に第１アーム３Ａの先端が固定されている。
【００７８】
第３関節部２Ｃと第４関節部２Ｄとは、第３関節部２Ｃの軸方向と第４関節部２Ｄの軸方

向とが直交するように連結されている。また、第３関節部２Ｃのフランジ部１８ａに、第４関節部２Ｄのケース本体８１の、開口部８１ａが形成された側面が固定されている。より具体的には、第４関節部２Ｄのケース本体８１の開口部８１ａが形成された側面に固定される連結部材５を介して、第３関節部２Ｃのフランジ部１８ａに、第４関節部２Ｄのケース本体８１の開口部８１ａが形成された側面が固定されている。連結部材５は、第３関節部２Ｃのフランジ部１８ａに固定されるフランジ部５ａを備えて鍔付きの円筒状に形成されている。

【００７９】

第４関節部２Ｄと第２アーム３Ｂとは、第４関節部２Ｄの軸方向と第２アーム３Ｂの長手方向とが一致するように連結されている。また、第４関節部２Ｄのフランジ部１８ａに第２アーム３Ｂの基端が固定されている。なお、第２アーム３Ｂの基端には、第４関節部２Ｄのフランジ部１８ａに第２アーム３Ｂの基端を固定するためのフランジ部３ａが形成されており、第４関節部２Ｄのフランジ部１８ａとフランジ部３ａとが互いに固定されている。

【００８０】

第２アーム３Ｂと第５関節部２Ｅとは、第２アーム３Ｂの長手方向と第５関節部２Ｅの軸方向とが直交するように連結されている。また、第５関節部２Ｅのケース本体８１の、開口部８１ａが形成された側面に第２アーム３Ｂの先端が固定されている。第５関節部２Ｅと第６関節部２Ｆとは、第５関節部２Ｅの軸方向と第６関節部２Ｆの軸方向とが直交するように連結されている。また、第５関節部２Ｅのフランジ部１８ａに、第６関節部２Ｆのケース本体８１の、開口部８１ａが形成された側面が固定されている。

【００８１】

（本形態の主な効果）

以上説明したように、本形態の関節部２は、ロータ１１及びステータ１４を有するモータ１０と、停止しているロータ１１の回転を規制するための回転規制機構３０と、モータ１０及び回転規制機構３０が収容されるケース体８０と、を備え、回転規制機構３０は、ロータ１１に固定された円環状の回転側規制部材３１と、回転側規制部材３１の外周面に周方向に沿って形成された複数の突起部３１ａの間に挿入されて該周方向における回転側規制部材３１の移動を規制する規制ピン３２と、該周方向における突起部３１ａの間に規制ピン３２が配置される規制位置及び該周方向における突起部３１ａの間から規制ピン３２が外れる規制解除位置の間で、規制ピン３２をロータ１１の軸方向に移動させるための駆動機構４０と、を有する。駆動機構４０は、規制ピン３２を規制位置に向かって付勢する圧縮コイルバネ４２と、規制ピン３２を規制解除位置に向かって移動させるソレノイド４１と、有する。ケース体８０には、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部に対向する部分に貫通孔８２ａが形成されており、プランジャ４１ａの上端部は、規制ピン３２が規制位置にある状態にてケース体８０の内部に位置している。

【００８２】

このような構成の関節部２では、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部が、規制ピン３２が規制位置と規制解除位置の何れにある場合でもケース体８０の内側に配置されており、更に、このプランジャ４１ａの上端部に対向するケース体８０の部分に、プランジャ４１ａの上端部をケース体８０の外部から押圧可能な貫通孔８２ａが形成されている。そのため、規制ピン３２が規制位置にある場合、ケース体８０の貫通孔８２ａを通じてソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部を押圧することで、その規制ピン３２の規制解除をケース体８０の外部から行うことができる。また、ソレノイド４１のプランジャ４１ａがケース体８０から外部に露出されないので、不用意な接触を回避して、予期せぬ規制解除を防止することができる。

【００８３】

また、本形態では、ケース体８０の内面における貫通孔８２ａの周囲に設けられた壁部８２ｂを備える。そのため、壁部８２ｂが補強部として機能して、ケース体８０に貫通孔８２ａが形成されても貫通孔８２ａの周縁部の剛性を高めることができる。

【００８４】
また、本形態では、規制ピン３２は、軸方向に垂直な断面の形状が一様の柱状の部材である。そのため、規制ピン３２をスライド移動自在に支持する固定部材３５との接触面積を大きく稼ぐことができるので、回転側規制部材３１の突起部３１ａと規制ピン３２との係合の際、その係合に伴う面圧を小さくすることができる。これにより、従来の規制部材と比べて、固定部材３５の負荷を軽減して、固定部材３５に対する摩耗や応力影響を抑制することができる。また、従来の規制部材と比べて、構造を簡素化することができるので、製造コストを低減することができる。また、回転側規制部材３１と規制ピン３２との係合位置が上下方向（軸方向）で外れた場合でも規制を確実に行うことができ、規制ピン３２の位置決め精度に余裕を持たせることができる。
【００８５】
また、本形態では、規制ピン３２が規制位置にある状態にて、規制ピン３２の上端面は、規制ピン３２が規制解除位置にある状態での回転側規制部材３１の上端面よりもプランジャ４１ａ側に位置する。言い換えると、規制ピン３２が規制位置にある状態における規制ピン３２の上端面は、回転側規制部材３１の突起部３１ａの間よりも外側に位置する。そのため、回転側規制部材３１と規制ピン３２との係合をより確実に行わせることができる。
【００８６】
（他の実施の形態）
上述した形態は、本発明の好適な形態の一例ではあるが、これに限定されるものではなく本発明の要旨を変更しない範囲において種々変形実施が可能である。
【００８７】
上述した形態では、規制ピン３２が規制位置にある状態にて、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部（他端部）が、ケース体８０の貫通孔８２ａからロータ１１の軸方向でオフセットされた状態で、貫通孔８２ａの下側に位置しているが、これに限定されない。
【００８８】
上述した形態の変形例として、図７に示すように、ソレノイド４１の本体部４１ｂよりも、上側に突出するプランジャ４１ａの上端部の長さが長く設けられており、規制ピン３２が規制位置にある状態にて、プランジャ４１ａの上端部は、ケース体８０の貫通孔８２ａの内部に位置するように設けてもよい。なお、このときにも上述した形態と同様に、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部は、ケース体８０の外部に露出することはない。
【００８９】
この変形例によれば、ソレノイド４１のプランジャ４１ａの上端部がケース体８０の貫通孔８２ａを通じてより視認し易くなる。このため、ケース体８０の外部からプランジャ４１ａの上端部をより容易に押圧することができる。また、プランジャ４１ａの上端部が押し込まれた場合には、プランジャ４１ａの上端部が貫通孔８２ａから視認しにくくなるので、規制ピン３２の規制解除がなされたことをより容易に把握することができる。
【００９０】
上述した形態では、規制ピン３２は、軸方向に垂直な断面の形状が一様の柱状の部材により設けられているが、これに限定されない。上述した形態の別の変形例として、図８に示すように、規制ピン３２の上端側には規制ピン３２の下端側よりも内径の小さい小径部３２ｂが形成されており、規制ピン３２の小径部３２ｂの下側周縁に上下方向に直交する円環状の段差面３２ｃが形成されてもよい。規制ピン３２の下端側は固定部材３５の凹部３５ａに挿嵌されており、規制ピン３２の上端部は回転側規制部材３１と係合する係合部分となる。この場合、回転側規制部材３１の突起部３１ａと規制ピン３２との係合の際、その係合に伴う面圧をより小さくすることができる。
【００９１】
上述した形態では、ケース体８０のカバー８２におけるプランジャ４１ａの上端部に対向する部分に貫通孔８２ａが形成されているが、この貫通孔８２ａを削除し、プランジャ４１ａの上端部が、カバー８２によって覆われて、ケース体８０の外部に非露出の構成となっていてもよい。

【００９２】
図９は、図３に示すＨ部の構成の変形例を説明するための拡大図であり、（Ａ）は、規制ピン３２が規制位置にあるときの状態を説明するための拡大図であり、（Ｂ）は、（Ａ）の状態からプランジャ４１ａが下方に押されて、規制ピン３２が規制解除位置に移動した状態を説明するための拡大図である。
【００９３】
図９に示す変形例は、カバー８２におけるプランジャ４１ａの上端部に対向する位置に形成されていた貫通孔８２ａが弾性部材８３によって埋められた点と、壁部８２ｂが削除された点とを除いては、図６と同じ構成である。
【００９４】
弾性部材８３は、図９（Ｂ）に示すように、カバー８２の外側（プランジャ４１ａの上端部側と反対側）からの外力Ｆを受けて、プランジャ４１ａの上端部側に変形して、この上端部に当接可能な弾性を持つ部材である。弾性部材８３としては、弾性を持つものであれば限定はされないが、例えばゴム、シリコーン、エラストマ等が用いられる。
【００９５】
更に、弾性部材８３は、カバー８２の内側（プランジャ４１ａの上端部側）の面に、プランジャ４１ａの上端部に向かって突出する凸部８３ａを有している。弾性部材８３は、外力Ｆを受けた際に、この凸部８３ａがプランジャ４１ａの上端部に当接してプランジャ４１ａを下方に押し下げる。
【００９６】
図９（Ａ）に示すように、ソレノイド４１に通電がなされていない状態では、圧縮コイルバネ４２の付勢力によってプランジャ４１ａは上方に付勢されて、プランジャ４１ａと弾性部材８３とは近接又は当接した状態にある。規制解除を行う際には、操作者が、指等によって弾性部材８３をカバー８２の外側から下方に押圧する。この押圧による外力Ｆによって、図９（Ｂ）に示すように、弾性部材８３は下方に変位し、凸部８３ａがプランジャ４１ａの上端部に当接しながらこの上端部を押し下げる。つまり、この押圧による外力Ｆは、凸部８３ａからプランジャ４１ａの上端部に伝達される。これにより、プランジャ４１ａが下方に移動し、規制ピン３２が規制解除位置へと移動することになる。
【００９７】
図９に示す変形例によれば、プランジャ４１ａがケース体８０から外部に露出されないので、プランジャ４１ａに対する不用意な接触を回避して、予期せぬ規制解除を防止することができる。また、ケース体８０内部への異物の混入を防ぐことができる。また、弾性部材８３には凸部８３ａが形成されているため、外力Ｆが凸部８３ａに集中しやすくなり、規制解除操作を容易に行うことが可能となる。
【００９８】
上述した形態では、弾性部材８３とカバー８２が別体であり、弾性部材８３がカバー８２の一部に埋め込まれる構成である。しかし、カバー８２全体が例えば樹脂等で形成され、このカバー８２におけるプランジャ４１ａの上端部に対向する部分を薄く形成することで、この部分に弾性を持たせた構成としてもよい。この構成によれば、カバー８２と弾性部材８３を一体的に形成でき、製造コストを低減することができる。
【００９９】
図１０は、図９に示すカバー８２の形状の変形例であるカバー８２Ａの構成を示す模式図であり、図３のＨ部の構成を示す図である。図１０に示すカバー８２Ａは、上端の外表面が、回転側規制部材３１の軸方向に垂直な面８２０、８２１と、面８２０と面８２１とを繋ぐ、回転側規制部材３１の軸方向に平行な面８２２と、により構成されている。面８２１は、カバー８２Ａにおける弾性部材８３が形成された領域の外表面を構成している。
【０１００】
また、カバー８２Ａは、弾性部材８３よりも回転側規制部材３１の径方向外側に、回転側規制部材３１の軸方向に平行な側面８２４を外表面として有している。カバー８２Ａは、更に、この側面８２４と面８２１とを繋ぎ且つ面８２１に対して傾斜する傾斜面８２３を

外表面として有している。

【０１０１】

図１０に示す変形例によれば、上述したように弾性部材８３とカバー８２を一体的に形成した構成において、弾性部材８３を押圧した際のカバー８２の変形を支える支点の位置（図３の符号Ｆ１で示す位置）が、弾性部材８３の形成される部分から遠い位置となるため、カバー８２が撓みやすくなり、結果として、弾性部材８３の部分が撓みやすくなる。また、弾性部材８３を押圧した際のカバー８２の変形を支える支点の位置が、弾性部材８３の形成される部分よりも回転側規制部材３１の径方向外側においては、傾斜面８２３と側面８２４を繋ぐ位置となり、カバー８２及びこの部分が傾斜面８２３によって撓みやすくなる。この結果、規制解除作業を行いやすくなり、規制解除を迅速かつ確実に行うことが可能となる。

【０１０２】

上述した形態では、駆動機構４０の圧縮コイルバネ４２が規制ピン３２を上側へ付勢し、ソレノイド４１が規制ピン３２を下側へ移動させているが、これに限定されない。例えば、圧縮コイルバネ４２が規制ピン３２を下側へ付勢し、ソレノイド４１が規制ピン３２を上側へ移動させてもよい。また、上述した形態では、駆動機構４０の圧縮コイルバネ４２により規制ピン３２が付勢されているが、これに限定されない。例えば、引張りコイルバネなどの他のバネ部材により規制ピン３２が付勢されてもよい。

【０１０３】

上述した形態では、剛性内歯歯車２１が減速機２０の出力軸となっているが、これに限定されない。例えば、可撓性外歯歯車２２が減速機２０の出力軸となっていてもよい。この場合、剛性内歯歯車２１がケース体８０及びクロスローラベアリング２６の内輪２６ａに固定され、可撓性外歯歯車２２がクロスローラベアリング２６の外輪２６ｂ及び出力側部材１８のフランジ部１８ａに固定される。また、上述した形態では、減速機２０は、中空波動歯車装置であるが、これに限定されない。例えば、減速機２０は、中空波動歯車装置以外の中空減速機であってもよい。また、減速機２０は、中空減速機以外の減速機であってもよい。また、上述した形態では、モータ１０は中空モータであるが、これに限定されない。例えば、モータ１０は中空モータ以外のモータであってもよい。また、上述した形態では、モータ１０はいわゆるインナーロータ型のモータであるが、これに限定されない。例えば、モータ１０は、アウターロータ型のモータであってもよい。

【０１０４】

上述した形態では、ロボット１は、６個の関節部２を備えているが、これに限定されない。例えば、ロボット１が備える関節部２の数は５個以下であってもよいし、７個以上であってもよい。また、上述した形態では、ロボット１は２本のアーム３を備えているが、これに限定されない。例えば、ロボット１が備えるアーム３の数は、１本であってもよいし、３本以上であってもよい。また、上述した形態では、ロボット１の関節部２がモータ１０及び減速機２０などを有する回転アクチュエータによって構成されているが、これに限定されない。例えば、回転アクチュエータはロボット１の関節部２以外に使用されてもよい。またその他、回転アクチュエータはθステージ（回転ステージ）の駆動部などに使用されてもよい。また、上述した形態では、ロボット１は、産業用ロボットであるが、ロボット１は、様々な用途に適用可能である。例えば、ロボット１は、サービス用ロボットであってもよい。

【符号の説明】

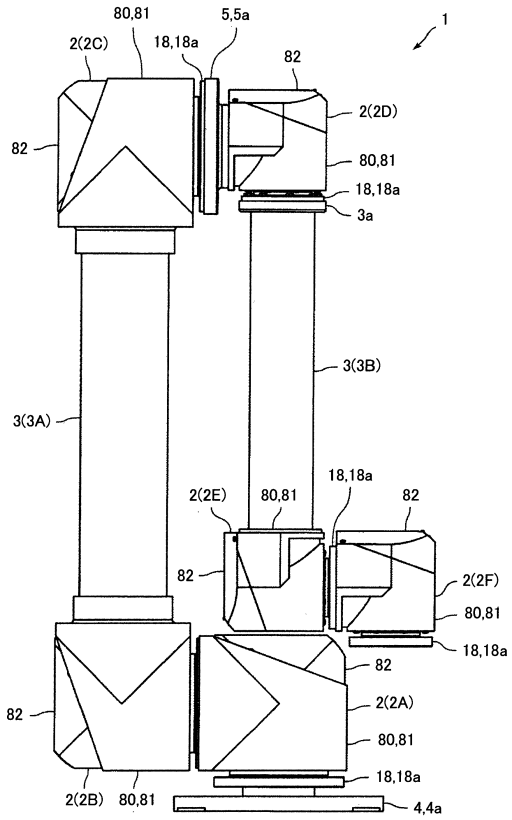
【０１０５】

１　　産業用ロボット
２　　関節部
１０　　モータ
１１　　ロータ
１２　　回転軸
１４　　ステータ

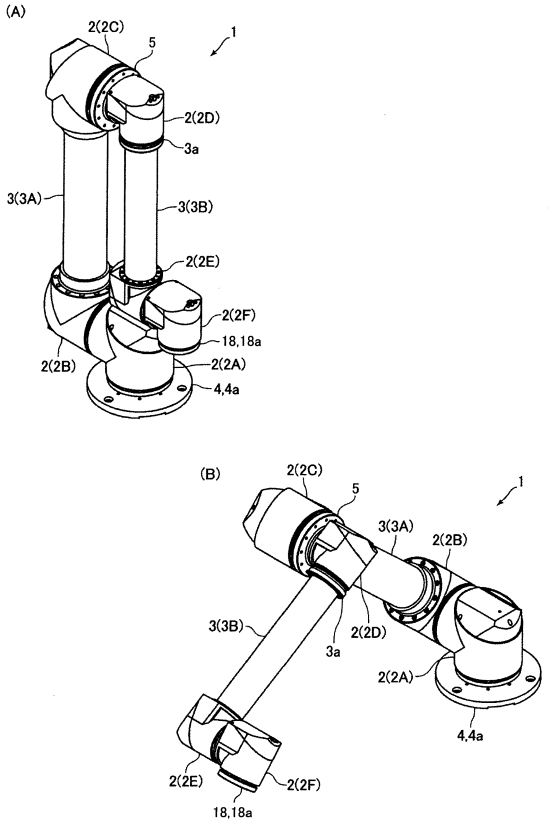
３０　回転規制機構
３１　回転側規制部材
３１ａ　突起部
３２　規制ピン（規制部材）
３５　固定部材
４０　駆動機構
４１　ソレノイド
４１ａ　プランジャ
４１ｂ　本体部
４２　圧縮コイルバネ
８０　ケース体
８２　カバー
８２ａ　貫通孔
８２ｂ　壁部
８３　弾性部材

【図面】

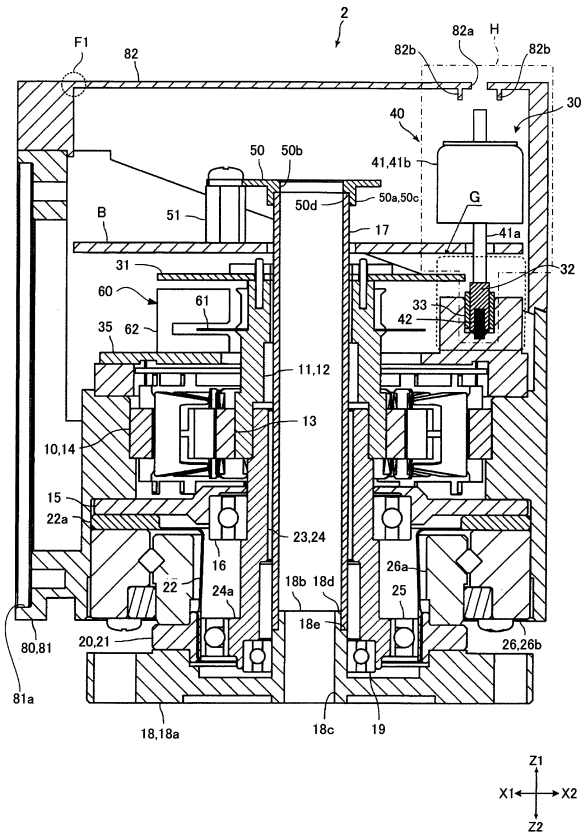
【図１】



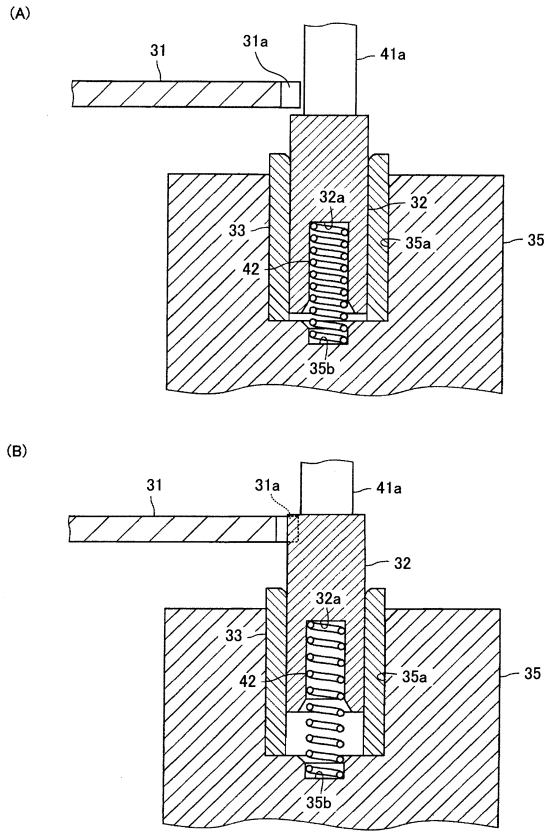
【図２】



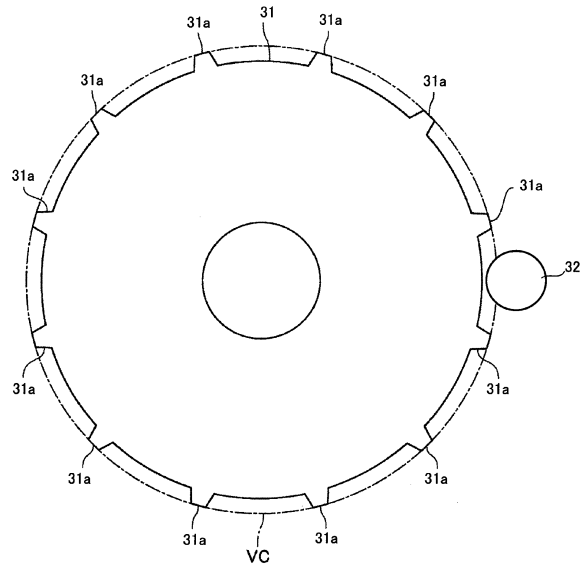
【図３】


2
F1
82
82a
H
82b
82b
30
40
50
50b
41,41b
50a,50c
50d
G
B
51
17
41a
31
32
60
61
33
42
35
62
11,12
13
10,14
15
22a
23,24
16
22
24a
18b
18d
26a
25
18e
80,81
20,21
26,26b
81a
18,18a
18c
19
Z1
X1
X2
Z2

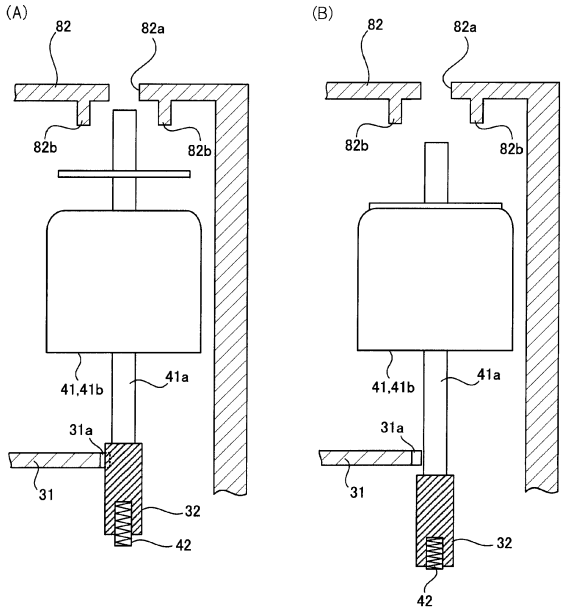
【図４】


(A)
31
31a
41a
32a
32
33
35a
35
42
35b
(B)
31
31a
41a
32
32a
33
42
35a
35
35b

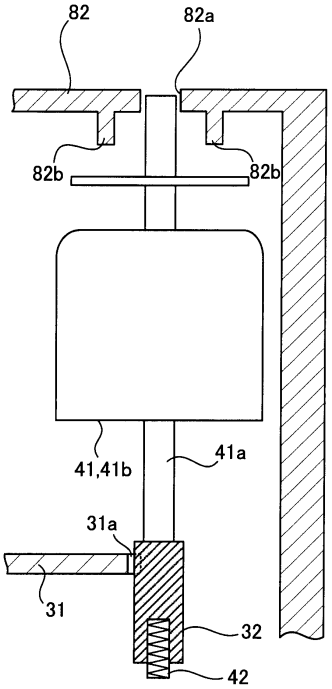
【図５】


31a
31
31a
31a
31a
31a
31a
32
31a
31a
31a
31a
31a
31a
VC

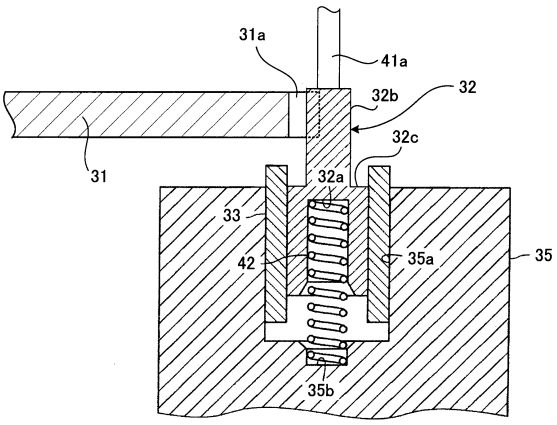
【図６】


(A)
82
82a
82b
82b
41,41b
41a
31a
31
32
42
(B)
82
82a
82b
82b
41,41b
41a
31a
31
32
42

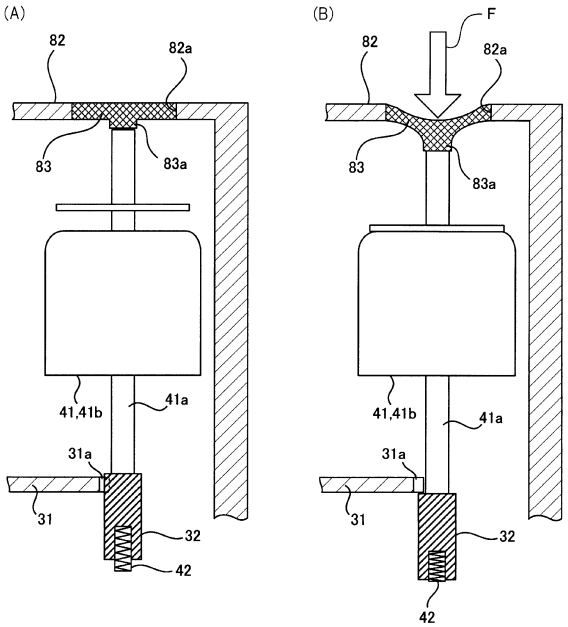
【図７】


82
82a
82b
82b
41,41b
41a
31a
31
32
42

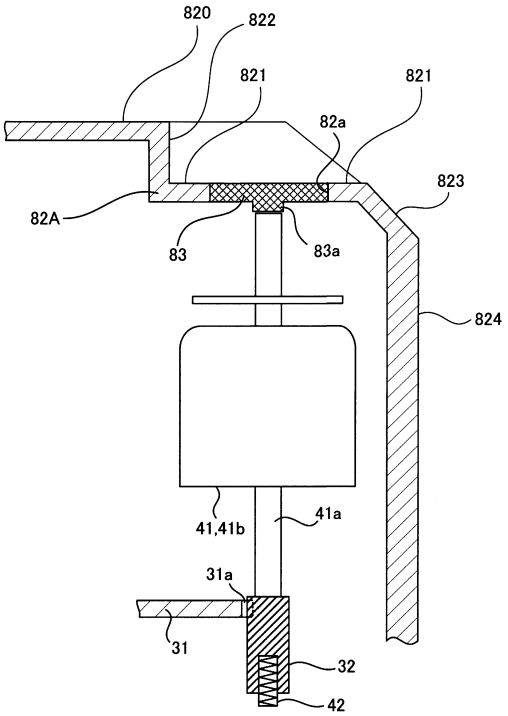
【図８】


31a
41a
32b
32
32c
31
32a
33
42
35a
35
35b

【図９】


(A)
82
82a
83
83a
41,41b
41a
31a
31
32
42
(B)
F
82
82a
83
83a
41,41b
41a
31a
31
32
42

【図１０】


820
822
821
821
82a
823
82A
83
83a
824
41,41b
41a
31a
31
32
42

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１７－１８９０８１（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１４７８７５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１７／１６９６０４（WO，Ａ１）
韓国公開特許第１０－２０１５－０１１１２５３（ＫＲ，Ａ）
実開平０５－０４３４４０（ＪＰ，Ｕ）
米国特許出願公開第２０１６／０２６５６０９（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ　７／１０
Ｈ０２Ｋ　７／１１６
Ｈ０２Ｋ　１１／２２
Ｂ２５Ｊ　１７／００
Ｆ１６Ｄ　６３／００