

(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2010-25220

(P2010-25220A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

F 1 6 D 7/08 (2006.01)

F 1 6 D 7/08

F 1 6 D 7/06 (2006.01)

F 1 6 D 7/06

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-186944 (P2008-186944)

(22) 出願日 平成20年7月18日 (2008.7.18)

(71) 出願人 390002381

株式会社キッツ

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目10番1

(74) 代理人 100081293

弁理士 小林 哲男

(72) 発明者 風間 正裕

山梨県北杜市長坂町長坂上条2040番地
株式会社キッツ長坂工場内

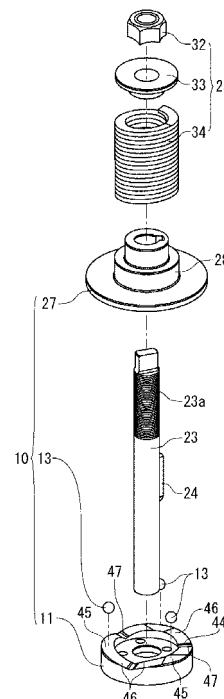
(54) 【発明の名称】 トルクリミッタとこれを搭載したバルブ用アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】通常時には確実に動力を伝達できると共に、過負荷発生時には作動トルクの急上昇を抑制して確実に動力伝達を遮断でき、しかも、動力伝達の遮断時にはボールのリフト量を大きく確保できるトルクリミッタであり、例えば、バルブ用アクチュエータに搭載したときに優れた安定性によりその機能性を発揮できるトルクリミッタを提供する。

【解決手段】ボール13と、このボール13が移動可能な溝部44を有するボールガイド11と、ボール13が装着され、このボール13によりボールガイド11との回転を伝達又は遮断するクラッチ板27とを有するトルクリミッタである。このトルクリミッタは、ボールガイド11に、通常時にはクラッチ板27との間にボール13を保持して回転を伝達すると共に、過負荷発生時にはボール13が転動又は摺動しながら乗り上げて回転伝達を遮断するアール面部46を有している。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ボールと、このボールが移動可能な溝部を有するボールガイドと、前記ボールが装着され、このボールによりボールガイドとの回転を伝達又は遮断するクラッチ板とを有するトルクリミッタにおいて、前記ボールガイドに、通常時には前記クラッチ板との間に前記ボールを保持して回転を伝達すると共に、過負荷発生時には前記ボールが転動又は摺動しながら乗り上げて回転伝達を遮断するアール面部を設けたことを特徴とするトルクリミッタ。

【請求項 2】

前記ボールガイドに、回転方向に対して傾斜する斜面部を有する溝部とこの溝部の頂部側に平面部とを設け、前記アール面部を前記溝部から平面部に向けて連設した請求項 1 に記載のトルクリミッタ。

10

【請求項 3】

前記溝部側における前記アール面部の始点を、回転伝達時の前記ボールの近傍位置に配置した請求項 2 に記載のトルクリミッタ。

【請求項 4】

前記ボールが前記溝部に収納されたときの前記ボールの下方頂部から、前記ボールが前記平面部に乗り上げたときの前記ボールの下方頂部までの前記ボールガイドにおける軸方向の長さを、前記ボールガイドとクラッチ板とが離間するときの離間距離とした請求項 2 に記載のトルクリミッタ。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載のトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、クラッチ部分にボールを使用したトルクリミッタに関し、特に、バルブ用アクチュエータに好適なトルクリミッタとこのトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータに関する。

【背景技術】

30

【0002】

この種のトルクリミッタをバルブ用アクチュエータに搭載した場合、このバルブ用アクチュエータは、バルブへの異物の噛み込みなどにより出力軸に過負荷が加わったときにモータからの動力伝達を遮断して出力軸を保護でき、また、動力伝達時には、高い精度でトルクを伝達し、トルク調整も容易であるため高い精度で弁体を駆動制御できるようになっている。このため、トルクリミッタは、特に大型をはじめとするバルブ用アクチュエータに搭載されることが多い。

【0003】

このようなトルクリミッタとしては、例えば、特許文献 1 のオーバーロードクラッチや特許文献 2 のボールクラッチがある。同文献 1、2 のトルクリミッタにおいては、図 9 に示すように、ボール 1 はボールガイド 2 の上を移動し、このボールガイド 2 には直線状の傾斜部 3 と平面部 4 が設けられ、この傾斜部 3 と平面部 4 とを結ぶ接続部分にはエッジ状の角部 5 が形成されている。また、ボール 1 は、ボールガイド 2 との他方側において図示しないボール保持板に保持されている。

40

【0004】

また、特許文献 3 のトルクリミターでは、ボールガイドの V 溝（ポケット部）におけるテーパ面が第 1、第 2 傾斜面の 2 段の傾斜面として形成されている。同文献 3 は、この 2 段構成の傾斜面により、傾斜面同士の交差角度や、傾斜面と平面部との交差角度が大きくなっている。

【0005】

50

【特許文献 1】特公平 6 - 1 0 8 6 号公報
【特許文献 2】特公平 7 - 3 7 8 1 7 号公報
【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 3 2 7 5 7 1 号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【0 0 0 6】

しかしながら、特許文献 1、2 のトルクリミッタをバルブ用アクチュエータに搭載した場合、過負荷発生時にボールの移動が不安定になり、動力伝達の遮断が確実におこなわれずに誤作動を生じることがあった。このときのボールの動作を、図 9 において説明する。

【0 0 0 7】

図 9 (a) において、特許文献 1、2 のトルクリミッタは、過負荷発生時にボール 1 が傾斜部 3 を移動し、角部 5 を通過した後に平面部 4 に移動することにより動力伝達の遮断がおこなわれるようになっている。先ず、ボール 1 が傾斜部 3 を移動する際には、ボール 1 と傾斜部 3 との接触位置 P 1 は、ボール 1 の移動方向に対して変化せず、ボール 1 の最下点 B から角度 θ 傾いた位置となる。

【0 0 0 8】

続いて、図 9 (b) に示すように、ボール 1 が角部 5 に達すると、接触位置が P 2 の位置となり、ボール 1 は、接触位置 P 2 が最下点 B の位置に移りながら、この接触位置 P 2 を中心として瞬間的に回転する。このため、ボール 1 は、ボールガイド 2 の上の転動や摺動を伴うことなく瞬間的に二点鎖線の位置まで上昇移動する。

この瞬間的なボール 1 の移動により、作動トルクが瞬間的に急上昇するため、ボール 1 を弾発付勢している図示しないスプリングが反応できずにボール 1 を押し戻して動力伝達の遮断ができなくなることがある

【0 0 0 9】

また、上記のように、ボール 1 が傾斜部 3 を移動する際には接触位置 P 1 が変化しないため、スプリングの弾発付勢力は、ボール 1 が角部 5 に達するまで比例的に増加することになる。このため、ボール 1 は、弾発付勢力によって押し戻され易くなっている。また、ボール 1 の押し戻しを防ぐためにスプリングの弾発付勢力を小さくすると、ボール 1 を傾斜部 3 に保持する力が弱くなるため、所定のトルクに達する前に動力伝達が遮断される危険性が生じる。また、長期に亘ってこのトルクリミッタを使用した場合にも、角部 5 の摩

【0 0 1 0】

更に、このトルクリミッタは、ボール 1 が傾斜部 3 を十分に助走することなく直ちに角部 5 を乗り越えて平面部 4 に進む構造であるためスプリングの弾発力が弱く設定され、且つ、ボール 1 が角部 5 を乗り越えることができるようにするために傾斜部 3 の深さが浅く形成されている。この構造により、ボール 1 が角部 5 を乗り越えるときのボールガイド 2 に対するボール保持板のリフト量が小さくなっていた。

【0 0 1 1】

以上の理由により、同文献 1、2 のトルクリミッタをバルブ用アクチュエータに搭載した場合、動力伝達の遮断が確実におこなわれずに出力軸に負荷が加わり続けて故障の原因となったり、或は、通常動力伝達時に動力伝達の遮断がおこなわれてバルブ駆動時に停止する危険性があった。また、ボール保持板のリフト量が小さいと、このリフト量を利用したリミットスイッチ等による動力遮断の検出が難しくなったり、利用できるリミットスイッチが限定されるという問題があった。

【0 0 1 2】

一方、特許文献 3 は、2 段の傾斜面を設けることにより、この傾斜面をボールが移動するときの衝撃を小さくし、また、摩耗や変形を生じ難くしようとするものである。しかし、同文献 3 は、ボールがエッジ状の角部を乗り越える構造である以上、同文献 1、2 と同様に瞬間的な作動トルクの急上昇を防ぐことは難しい。

また、このトルクリミッターは、テーパ面が 2 段に形成されていることから、作動トルク

10

20

30

40

50

の急上昇が生ずる部位が２箇所に増えてしまうことに加え、第２傾斜面が浅い傾斜角によって設けられているためボールがこの部分で進退を繰り返して動作が不安定になるおそれもある。

これらの理由により、同文献３のトルクリミターもバルブ用アクチュエータに適用することには適していない。

【００１３】

本発明は、従来の課題点を解決するために開発したものであり、その目的とするところは、通常時には確実に動力を伝達できると共に、過負荷発生時には作動トルクの急上昇を抑制して確実に動力伝達を遮断でき、しかも、動力伝達の遮断時にはボールのリフト量を大きく確保できるトルクリミッタであり、バルブ用アクチュエータに搭載したときには、優れた安定性によりその機能性を発揮できるトルクリミッタとこれを搭載したバルブ用アクチュエータを提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【００１４】

前記目的を達成するため、請求項１に係る発明は、ボールと、このボールが移動可能な溝部を有するボールガイドと、ボールが装着され、このボールによりボールガイドとの回転を伝達又は遮断するクラッチ板とを有するトルクリミッタにおいて、ボールガイドに、通常時にはクラッチ板との間にボールを保持して回転を伝達すると共に、過負荷発生時にはボールが転動又は摺動しながら乗り上げて回転伝達を遮断するアール面部を設けたトルクリミッタである。

20

【００１５】

請求項２に係る発明は、ボールガイドに、回転方向に対して傾斜する斜面部を有する溝部とこの溝部の頂部側に平面部とを設け、アール面部を溝部から平面部に向けて連設したトルクリミッタである。

【００１６】

請求項３に係る発明は、溝部側におけるアール面部の始点を、回転伝達時のボールの近傍位置に配置したトルクリミッタである。

【００１７】

請求項４に係る発明は、ボールが溝部に収納されたときのこのボールの下方頂部から、ボールが平面部に乗り上げたときのこのボールの下方頂部までのボールガイドにおける軸方向の長さを、ボールガイドとクラッチ板とが離間するときの離間距離としたトルクリミッタである。

30

【００１８】

請求項５に係る発明は、請求項１乃至４の何れか１項に記載のトルクリミッタをバルブ用アクチュエータに搭載したトルクリミッタである。

【発明の効果】

【００１９】

請求項１に係る発明によると、通常時には確実に動力を伝達でき、また、過負荷発生時には作動トルクの急上昇を抑制して確実に動力伝達を遮断できるトルクリミッタである。しかも、動力伝達の遮断時にはボールのリフト量を大きく確保できるため、この動力遮断をリミットスイッチ等を用いて容易に検出でき、例えば、バルブ用アクチュエータに搭載したときに優れた安定性によりその機能性を発揮できるトルクリミッタである。

40

【００２０】

請求項２に係る発明によると、動力伝達時から動力遮断時にかけてスムーズに動作でき、また、簡単な加工により容易に製作できるトルクリミッタである。

【００２１】

請求項３に係る発明によると、動力伝達の遮断時においてボールが移動する際に作動トルクが急上昇することを抑えて、安定して動作するトルクリミッタである。

【００２２】

請求項４に係る発明によると、動力伝達の遮断時にボールが溝部のアール面部を移動す

50

ることでボールガイドとクラッチ板とを緩やかに離間させることができ、長い離間距離を利用して動力遮断時の信号を正確に検出できるトルクリミッタである。

【 0 0 2 3 】

請求項 5 に係る発明によると、動力伝達時には高精度によりバルブを回転制御でき、また、過負荷発生時にはモータからの動力伝達を遮断して出力軸を保護して、優れた機能性を発揮しながら安全に使用できるトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータである。更に、このトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータは、大型であってもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

以下に、本発明におけるトルクリミッタとこのトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータの一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

バルブ用アクチュエータ本体 1 4 は、モータ 1 5 と、このモータ 1 5 からの回転を減速する 1 次側のギア 1 6 やピニオン部材 1 7 等を有する歯車減速機構 1 8 と、歯車減速機構 1 8 からの回転を出力する図示しない出力軸とを有している。モータ 1 5 の回転は、歯車減速機構 1 8 を介して出力軸に伝達される。出力軸は、図示しないバルブのステムと接続されており、この出力軸の回転は、ステムと接続された図示しない弁体に伝達される。これにより、バルブが開閉又は中間開度に制御可能となる。

本発明のトルクリミッタは、このバルブ用アクチュエータ本体 1 4 に搭載されることに適しており、例えば、このバルブ用アクチュエータ本体 1 4 のギア 1 6 と歯車減速機構 1 8 の中間段に配設される中間歯車 2 0 との間に搭載される。

【 0 0 2 5 】

トルクリミッタ本体 1 0 は、クラッチユニット 2 1 と、ピニオンユニット 2 2 とを有している。

クラッチユニット 2 1 は、ギア 1 6 の回転軸であるシャフト 2 3 の上部にキー 2 4 を介して設けられ、クラッチ部 1 2 と、スプリング部 2 5 、及びカム部 2 6 とを有している。

【 0 0 2 6 】

クラッチ部 1 2 は、ギア 1 6 とピニオン部材 1 7 との間に後述のボールガイド 1 1 と同軸に回転可能に設けられ、このボールガイド 1 1 の回転を伝達又は遮断するクラッチ板 2 7 と、クラッチ板 2 7 の上面の凸部 2 8 に装着された環状の磁性体 2 9 により構成される。クラッチ板 2 7 は、下面側に略半球凹状のボール収容部 3 0 が複数箇所に等間隔に形成され、このボール収容部 3 0 にボール 1 3 が回転可能に装着されている。

【 0 0 2 7 】

ボール 1 3 は金属製であり、クラッチ板 2 7 に装着された状態でこのクラッチ板 2 7 とボールガイド 1 1 との間に位置している。ボール 1 3 は、クラッチ板 2 7 を常に水平状態に維持し、傾くことを防止するために 3 個以上の個数とすることがよい。

【 0 0 2 8 】

磁性体 2 9 は、磁石からなり、ボール収容部 3 0 付近に配置されることにより、ボール 1 3 を磁力により磁着（吸着）してクラッチ板 2 7 に保持する機能を有している。これにより、バルブ用アクチュエータ本体 1 4 を組付ける際にボール 1 3 をクラッチ部 1 2 と一体化できるようになっている。また、後述するように、手動操作時にも、ボール 1 3 はクラッチ板 2 7 に保持された状態が維持されるようになっている。

【 0 0 2 9 】

スプリング部 2 5 は、ナット 3 2 とスプリング押え 3 3 とスプリング部材 3 4 とにより構成される。ナット 3 2 は、シャフト 2 3 の上部に形成されたおねじ部 2 3 a に螺合されている。また、スプリング押え 3 3 は、シャフト 2 3 の外周側に装着され、且つ、ナット 3 2 の下面に当接した状態で配置されている。スプリング部材 3 4 は、異線形ばね形状により短く形成され、スプリング押え 3 3 とクラッチ板 2 7 との間に弾発付勢した状態で装着されている。スプリング部 2 5 は、スプリング部材 3 4 の弾発付勢力によりクラッチ板 2 7 をピニオンユニット 2 2 側に押圧しており、この押圧力は、ナット 3 2 の締め込み具

10

20

30

40

50

合を変えることにより調整可能になっている。トルクリミッタ本体 10 が回転伝達を遮断するときの作動トルクは、スプリング部材 34 の弾発付勢力に比例するようになっている。

【0030】

ピニオンユニット 22 は、ギア 16 とクラッチユニット 21 との中間位置であり、且つ、シャフト 23 の外周側に配設されている。本実施形態では、図のように、クラッチユニット 21 を上方側、ピニオンユニット 22 を下方側に配置することで、歯車減速機構 18 と図示しない制御用スイッチ類の区画を分けて、調整作業をやすくしているが、この配置は逆であってもよい。ピニオンユニット 22 は、ピニオン部材 17 とボールガイド 11 とを有している。

10

【0031】

ピニオン部材 17 は、図示しないベアリングを介してシャフト 23 に回転自在に取付けられ、かつ、中間歯車 20 と噛合して取付けられている。

【0032】

ボールガイド 11 は、図 3、4 に示すように、ピニオン部材 17 の上面側に取付ねじ 43 により固定され、クラッチ部 12 の出力側に回転軸 23 を中心に回転可能に設けられる。また、この回転軸 23 には、ボール 13 が移動可能な溝部 44 が設けられている。

【0033】

溝部 44 は、略 V 字形状に形成され、所定間隔で形成されている。本実施形態においては、この溝部 44 は、ボール 13 の個数に対応してボールガイド 11 の 3 箇所に形成されている。溝部 44 には、回転方向に対して傾斜する斜面部 47 と、頂部側においては平面部 45 とが形成され、この溝部 44 から平面部 45 に向けてアール面部 46 が連設されている。

20

【0034】

上記のように構成されることで、トルクリミッタ本体 10 は、通常時には、スプリング部材 34 の押圧により溝部 44 とクラッチ板 27 との間にボール 13 を保持してクラッチ部 12 からボールガイド 11 に回転を伝達する。また、出力軸に過負荷が生じた時には、クラッチ部 12 に対してボールガイド 11 が回転しようとする作動トルクが発生してボール 13 がアール面部 46 を乗り上げることで、ボールガイド 11 とクラッチ部 12 との回転伝達が遮断される。このとき、ボール 13 は、アール面部 46 を転動又は摺動するように平面部 45 まで移動する。

30

また、ボール 13 の乗り上げにより、クラッチ板 27 がカム部 26 側に移動したときには、クラッチ板 27 とカム部 26 とが磁性体 29 により磁着するようになっている。

【0035】

アール面部 46 の溝部 44 側における始点 S は、回転伝達時にボール 13 が位置する近傍位置に配設されている。これにより、斜面部 47 が短く形成され、過負荷発生時において、ボール 13 が溝部 44 からアール面部 46 に迅速に移動できるようになっている。

【0036】

また、図 2 において、ボール 13 が溝部 44 に収納されたときのこのボール 13 の下方頂部 C から、ボール 13 が平面部 45 に乗り上げたときのこのボール 13 の下方頂部 C までのボールガイド 11 における軸方向の長さを、ボールガイド 11 とクラッチ板 27 とが離間するときの離間距離としている。

40

【0037】

ここで、アール面部 46 とボール 13 との関係を記す。図 7 において、アール面部 46 の円弧の半径を R 、ボール半径を r とすると、円弧半径 R が大きいほどボール 13 がアール面部 46 を乗り上げるときの上昇速度が低下し、ボール半径 r が小さいほどこの上昇速度が低下する。また、ボール半径 r を大きくした場合、円弧半径 R を同率で大きくすることによってボールが円弧半径 R を移動するときの速度を一定の水準に保てるようになっている。

また、離間距離 L を大きくする場合や、大きい作動トルクで作動させる際にヘルツ応力

50

(ボール 13 とアール面部 46 とが押付けられたときにその接触点に働く集中応力) を下げたい場合には、ボール半径 r を大きくすることが有効である。

【0038】

図 7 (a) においては、円弧半径 $R = \text{ボール半径 } r \times 10$ とした場合を示している。この場合、作動トルクが上昇しやすくなる斜面部 46 の長さ h_1 が短くなることで作動トルクが比例的に上昇する範囲が小さくなる。

一方、図 7 (b) においては、円弧半径 $R = \text{ボール半径 } r \times 2$ とした場合を示している。この場合、斜面部 46 の長さ h_2 が図 7 (a) に比較して長くなることで作動トルクが比例的に上昇する範囲が大きくなる。

【0039】

このように、作動トルクは、斜面部 47 の長さに比例して上昇するため、図 7 (b) のように、斜面部 47 に対してアール面部 46 の割合が少ない場合には、高負荷で使用する場合などに負荷が増減してボール 13 が斜面部 47 を繰り返し移動することがある。このため、この動作域内で摩耗が激しくなる。

これに対し、図 7 (a) のように、斜面部 47 に対してアール面部 46 の割合が多い場合には、このアール面部 46 までのボール 13 の移動量が少なくなり、ボール 13 の無駄な移動が最小限に抑えられる。そのため、ボール 13 の変位及び速度が一定水準に近づいて安定して作動し、耐久性の向上が図られる。

【0040】

従って、円弧半径 R は、ボール半径 r に対して大きく形成して斜面部 47 を短くし、アール面部 46 の始点 S を回転遮断時のボール 13 の移動開始位置にできるだけ近づけることが望ましい。この場合、斜面部 47 を設けること無く、溝部 44 に続けて直接アール面部 46 を設けるようにしてもよい。更に、円弧半径 R は、スプリング部材 34 の弾発付勢力やクラッチ板 27 の回転速度等にも基づいて設定するようにし、ボール 13 が溝部 44 を確実に乗り越えるように設定する。

また、離間距離 L は、ボール 13 が溝部 44 におけるアール面部 46 を移動する距離とボール 13 の直径とにより影響を受けるため、これらを適宜設定して必要なリフト量を確保する必要もある。

【0041】

本実施形態においては、ボール半径 r : 円弧半径 R を 1 : 5 以上とし、これにより、リフト量を大きく確保でき、また、ヘルツ応力を下げて安定した動作を行い得るようになっている。更に、図 7 (b) において、斜面部 47 の平面部 45 からの角度を圧力角 α とし、この圧力角 α が例えば 30° である場合には、圧力角 30° の斜面部 47 をボール 13 が乗り上げる上昇速度と円弧半径 R をボール 13 が乗り上げる時の上昇速度の最大値とを同等にするために、ボール半径 r : 円弧半径 R を 1 : 2 以上に設けようにする。

【0042】

なお、カム部 26 は、環状のカム部材 50 とピン 51 とにより構成される。カム部材 50 は、断面逆 L 字型の上カム板 53 と、板状の下カム板 54 からなり、上カム板 53 の下部に形成された段部 53a に下カム板 54 を係止することにより、断面コの字型の開口部 55 が外周側に向けて形成される。上カム板 53 と下カム板 54 は、シャフト 23 の軸方向に配置された 2 本のねじ 56、56 により固定されている。ピン 51 は、カム部材 50 の上面に装着され、カム部材 50 の回転とともに円周方向に移動してリミットスイッチ 58 と接触するようになっている。これにより、カム部 26 は、過負荷発生時にクラッチ部 12 と連動して、このクラッチ部 12 の回転方向に回転してリミットスイッチ 58 を作動できるようになっている。また、カム部 26 は、保持部材 60 により保持されている。

【0043】

保持部材 60 は、略環状に形成され、取付ボルト 61 によりアクチュエータ 14 のベース体 62 に固定されている。保持部材 60 には 2 条の図示しない円弧状溝が形成され、これらの円弧状溝は、同じ形状になっている。円弧状溝には、上記の 2 本のねじが挿入され、これにより、カム部材 50 が保持部材 60 に対して円弧状溝の範囲内において回転自在

10

20

30

40

50

に保持されている。しかも、カム部材 50 は、外周面側が保持部材 50 の内周面側に接することにより芯出し保持され、径方向への振れが防がれている。

【0044】

保持部材 50 におけるねじと円弧状溝の非回転規制側との間には、図示しない 2 つの戻りばねが装着されている。戻りばねは、等しい弾発力であり、一端側が円弧状溝の非回転規制側の端部側に固定されている。この戻りばねにより、カム部を自動復帰させている。

【0045】

続いて、本発明のトルクリミッタとこれを搭載したバルブ用アクチュエータの上記実施形態における動作並びに作用を説明する。

図 1 のバルブ用アクチュエータ本体 14 において、モータ 15 を回転させると、この回転力は、ギア 16、シャフト 23、キー 24、クラッチ板 27、ボール 13、ピニオンユニット 22 を介して、中間歯車 20 を経由して出力軸に伝達される。

このとき、トルクリミッタ本体 10 により動力が伝達される。その際、クラッチ部 12 は、スプリング部 25 により押し下げられ、クラッチ板 27 に装着されたボール 13 は、ピニオンユニット 22 のボールガイド 11 の溝部 44 に嵌合している。

これにより、バルブ用アクチュエータ本体 14 は、動力伝達状態を維持することができ、出力軸が所定回転量で回転してバルブを開閉制御できる。

【0046】

なお、カム部 26 は、上カム板 53 が保持部材 60 に下側で支えられて中吊り状態となり、クラッチ板 27 から離間した状態になっている。このため、図において、シャフト 23 が回転したときに、クラッチ部 12 は、ボール 13 を介してピニオンユニット 22 と共に回転するが、カム部 26 は回転しない。

【0047】

いま、図 2 において、バルブに異物が噛み込むなどの原因により出力軸に過負荷が加わると、ピニオンユニット 22 がロックし、続いて、回転を継続するクラッチ部 12 によりボール 13 がボールガイド 11 の溝部 44 を乗り越えるようにして外れ、クラッチ部 12 とカム部 26 とが磁性体 29 により磁着する。このとき、ボール 13 は溝部 44 からアール面部 46 を介して平面部 45 に移動し、このボール 13 によりクラッチ部 12 がスプリング部 25 の弾発付勢力に抗してボールガイド 11 に対して押し上げられる。これにより、モータ 15 から出力軸への動力の伝達が遮断され、過負荷が継続的に加わることが防がれて、出力軸の損傷や故障が防止される。また、過負荷の発生等の情報をリミットスイッチ 58 により検出することができる。

【0048】

この場合、図 6 において、ボール 13 が斜面部 47 を移動する際には、ボール 13 と斜面部 47 との接触点 Q1 は、ボール 13 の移動方向に対して変化することがなく、図 6 において、ボールの 13 の下方頂部 C から角度 β_1 傾いた状態を維持し、この状態でボール 13 が転動又は摺動により斜面部 47 を移動し続ける。

【0049】

次いで、ボール 13 が斜面部 47 とアール 46 との境界である始点 S に達する。この始点 S とボール 13 との接触点を Q2 として示す。このとき、ボール 13 がアール面部 46 を動き出すときの作動トルクがピーク値となる。図 6 において、ボール 13 がアール面部 46 を移動する際には、接触点 Q2 は、それまでの角度 β_1 から角度 β_2 において少しずつ小さくなることで、ボールの最下点に向けて X 軸、Y 軸方向に少しずつ座標が減少し、ボール 13 が平面部 45 に達したときの接触点 Q3 が下方頂部 C と一致する。

【0050】

このときの、アール面部 46 に対するボール 13 の移動を詳述する。図 5 において、ボール 13 の接触点 Q2 が始点 S にあるときのボール 13 の中心点を Oa とする。この位置からボール 13 が X 軸方向に対して距離 X1 の分だけアール面部 46 に沿って移動すると、このボール 13 の中心点は Ob の位置に移動する。

【0051】

10

20

30

40

50

また、斜面部 47 から延長した斜面を延長斜面部 47a とし、仮に、この延長斜面部 47a に対してボール 13 が X 軸方向に距離 X1 の分だけ移動したとすると、ボール 13 の中心点は Oc の位置に移動する。

【0052】

中心点 Oc と中心点 Oa との位置を比較すると、中心点 Oc が、ボール 13 が延長斜面部 47a に沿って高さ H1 の分だけ上昇したときの座標であることに対して、中心点 Ob は、ボール 13 がアール面部 46 に沿って上昇するときの高さ H1 と、ボール 13 とアール面部 46 との接触点が図 6 における接触点 Q2 から接触点 Q3 に向けて移動することでボール 13 が上昇するときの高さ H2 との和になっている。

【0053】

すなわち、アール面部 46 を設けた場合には、このアール面部 46 の上をボール 13 が移動するときに接触点 Q2 が少しずつ移り変わることで、ボール 13 が上昇する高さ H2 をボール 13 がアール面部 46 に沿って上昇する高さ H1 に少しずつ加えることができ、これにより、ボール 13 がアール面部 46 を移動する際に、接触点 Q が角度 $\beta 1$ の位置から下方頂部 C の位置まで瞬間的に移動することがない。つまり、ボール 13 が斜面部 47 からアール面部 46 を移動することで生ずる変位を、ボール 13 が一定の斜面を上昇するような変位量に近づけることで安定した動作が得られる。よって、作動トルクが瞬間的に急上昇することがなく、ボール 13 に衝撃が加わることなくスムーズに回転伝達を遮断できる。

【0054】

しかも、角部位が無いいため、スプリング部材 34 の弾発付勢力を小さくする必要がなく、スプリング部材 34 の弾発付勢力を高めることでボール 13 が斜面部 47 からアール面部 46 まで確実に移動して動力を遮断できる。このとき、ボール 13 移動時の摩擦が防がれ、トルクリミッタ本体 10 の耐久性が向上する。従って、仮に摩擦が生じたとしても、スプリング部材 34 を増し締めすることにより弾発付勢力を元の状態まで復旧でき、部品交換を伴うことなく長期に亘って使用できる。

【0055】

更には、アール面部 46 を長くすることで溝部 44 を深く形成でき、軸間距離 L が長くなることでリフト量が大きくなって確実に動力伝達を遮断できるようになる。この大きいリフト量を利用して各種のリミットスイッチ 58 を装着でき、リミットスイッチ 58 を用いて確実に動力遮断の検出を実施できる。

また、溝部 44 は、斜面部 47 とアール面部 46 により簡単な形状に構成されていることにより安価に製作でき、検査にかかるコストも抑えられる。

【0056】

続いて、クラッチ部 12 は、常にキー 24 を介してシャフト 23 に接続されていることにより、押し上げられた状態でシャフト 23 と共に回転する。このとき、上記のように、このクラッチ部 12 の回転に伴ってカム部 26 も回転するため、カム部 26 の上面に配置されたピン 51 が、リミットスイッチ 58 を作動させる。例えば、このときのカム部 26 のピンをバルブ開側とすると、このピンが開側のリミットスイッチ 58 の図示しない作動片を押圧したときに、このリミットスイッチ 58 が作動してモータ 15 への電力供給回路を開放してモータ 15 が停止する。

【0057】

また、本発明のトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータ本体 14 を手動操作する場合には、図 1 又は図 2 の状態からクラッチ板 27 を図示しない手動機構で操作して動力伝達を切断することで容易に手動操作することができる。

【0058】

次に、本発明のトルクリミッタの動力伝達時における特性を、特許文献 1・2、及び特許文献 3 の特性と比較し、その優位性を述べる。

図 8 においては、バルブ用アクチュエータ本体 14 に本発明のトルクリミッタを搭載し、動力伝達を遮断した時のボールのリフト量とクラッチ板に加わる作動トルクとの関係を

10

20

30

40

50

示している。グラフ中、実線は本発明のトルクリミッタ、一点鎖線は特許文献１・２、二点鎖線は特許文献３を示している。先ず、本発明のトルクリミッタの特性を説明する。

【００５９】

何らかの理由により、出力軸に過負荷が加わってボールガイド１１の回転が停止すると、ボール１３が斜面部４７を作動トルク T_1 により移動を開始する。ボール１３が斜面部４７とアール面部４６との境界、すなわち始点 S に差し掛かった位置における作動トルクを T_2 とすると、ボール１３が始点 S を乗り越える際にこの作動トルク T_2 から作動トルクがやや上昇し、設定トルク（動力伝達を遮断する定格トルク） T_3 に達する。そして、ボール１３が始点 S を乗り越えた後、アール面部４６に沿って移動することにより、作動トルクは二次曲線を描きながら緩やかに減少していく。従って、設定トルク T_3 を超えた後には、ボール１３が斜面部４７側に押し戻されることがない。このように、ボール１３が斜面部４７からアール面部４６を移動しているため、急激な作動トルクの上昇が防がれている。

10

【００６０】

また、ボール１３がアール面部４６を移動するときの移動量が大きくなるため、リフト量が大きくなる。そのため、ボールガイド１１とクラッチ板２７との離間距離 L が大きくなる。

また、ボール１３が斜面部４７の移動を開始するときの始動トルク T_1 と、設定トルク T_3 との値の差が小さくなっており、ボール１３が斜面部４７を移動するまでの作動トルクの変化が抑えられる。このため、耐久性も向上している。

20

【００６１】

一方、同文献１、２のボール１が傾斜部３の移動を開始するときの始動トルク V_1 は、スプリングの弾発付勢力が小さく設定されていることにより、本発明のトルクリミッタに比較して小さくなっている。

次いで、ボール１が傾斜部３と平面部４の境界すなわち角部５に達すると、設定トルク V_2 （＝ T_3 ）に達するが、同文献１、２は、本発明と比較してこの設定トルク V_2 に達するまでにトルクが急激に上昇することになる。そのため、この急激な作動トルクの増加に予め対応して角部５の形状を調整し、ボール１が角部５を確実に乗り越えるように設定する必要がある。

【００６２】

30

しかも、前述したようにスプリングの弾発付勢力を小さく設定しているものの、ヘルツ応力が上昇しやすい構成であることには変わりがないため、変形や摩耗が生じやすくなっている。更に、角部５が変形・摩耗したときには、この角部５に対してボール１が乗り越え易くなるため、設定トルク V_2 の値が徐々に小さくなって小さい作動トルクでも頻繁に動力伝達が断たれることになり、正確な動力伝達の遮断ができなくなる。

また、角部５を乗り越えた直後にボール１が平面部４に移動するため、リフト量が本発明と比べて極めて少ない。そのため、リミットスイッチ等による検出も難しくなる。

【００６３】

特許文献３の場合、ボールガイドの回転が停止すると、ボールは始動トルク W_1 （＝ V_1 ）により第１傾斜面を移動し、同文献１・２と同様に角部に達したときに設定トルク W_2 （＝ T_3 ＝ V_2 ）に達する。しかし、同文献３は、第１傾斜面に続けて第２傾斜面を設けているので、一旦作動トルクが減少した後に、ボールが第２傾斜面を移動することにより再度作動トルクが急上昇する。この動作により、ボールの移動が不安定になる。

40

【００６４】

しかも、ボールが第１傾斜面と第２傾斜面との間で進退を繰り返すおそれのある構造であるため、ボールがこの位置にあるときにトルクが増減して動作が安定し難くなっている。更に、２箇所の角部がそれぞれ変形・摩耗することで耐久性が低くなり、破損しやすくなったり、部品交換を頻繁におこなう必要性も生じる。

【００６５】

また、第１、第２傾斜面により、ボールのリフト量は長くはなるが、２つの角部に対し

50

てボールを乗り越えさせるためにスプリングの弾発付勢力を上げることはできないため、動作を安定させることが難しくなる。

【 0 0 6 6 】

なお、本発明のトルクリミッタは、バルブ用アクチュエータ以外の各種の機器や装置などに利用することもでき、その場合にも、上記と同様の効果を発揮できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 本発明におけるトルクリミッタとトルクリミッタを搭載したバルブ用アクチュエータの一実施形態を示す断面図である。

【 図 2 】 図 1 のトルクリミッタが作動した状態を示す断面図である。

10

【 図 3 】 本発明のトルクリミッタの要部を示す分解斜視図である。

【 図 4 】 ボールガイドの斜視図である。

【 図 5 】 テーパ面部付近を示した模式図である。

【 図 6 】 ボール移動時の軌跡を示した模式図である。

【 図 7 】 ボール移動時における斜面部付近を示した模式図である。

【 図 8 】 ボールのリフト量と作動トルクとの関係を示したグラフである。

【 図 9 】 従来のボールガイドを示す模式図である。

【 符号の説明 】

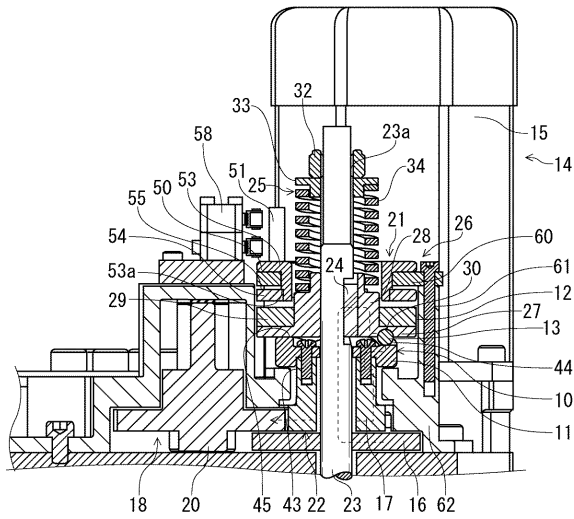
【 0 0 6 8 】

- 1 0 トルクリミッタ本体
- 1 1 ボールガイド
- 1 3 ボール
- 1 4 バルブ用アクチュエータ本体
- 2 3 回転軸
- 2 7 クラッチ板
- 4 4 溝部
- 4 5 平面部
- 4 6 アール面部
- 4 7 斜面部
- C 下方頂部
- L 離間距離
- S 始点

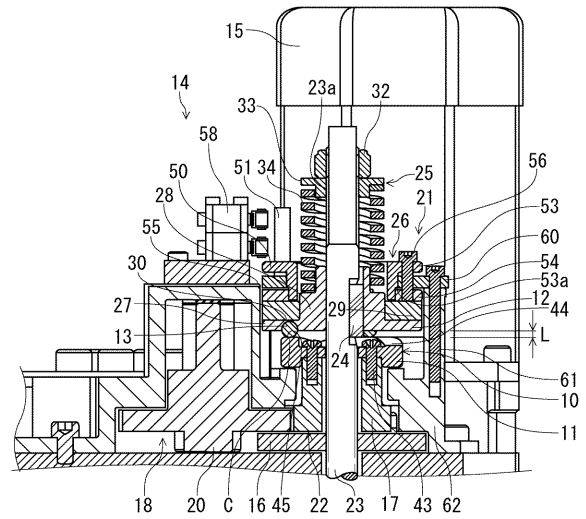
20

30

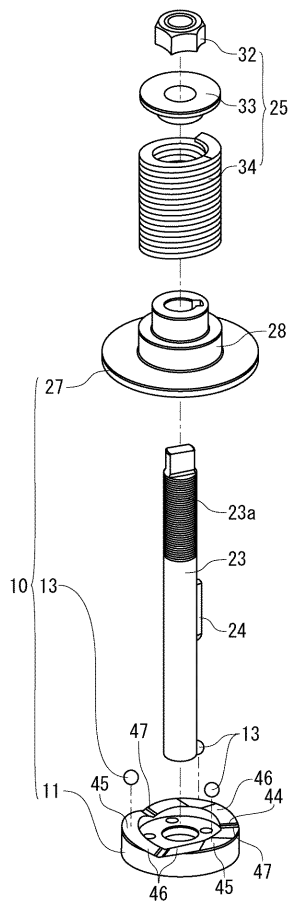
【図 1】



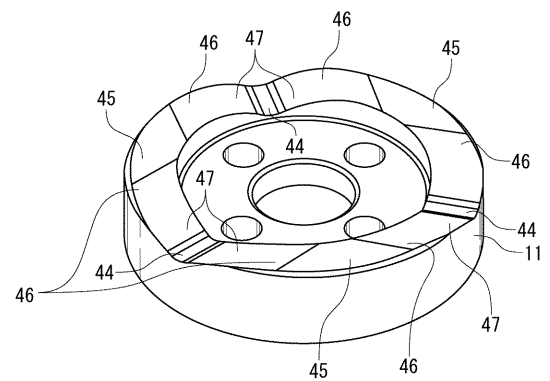
【図 2】



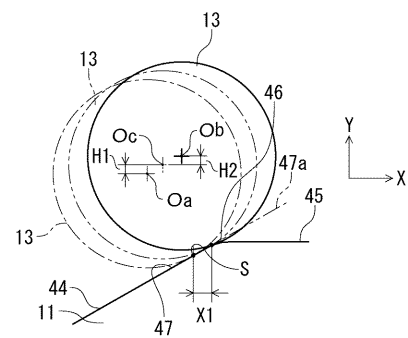
【図 3】



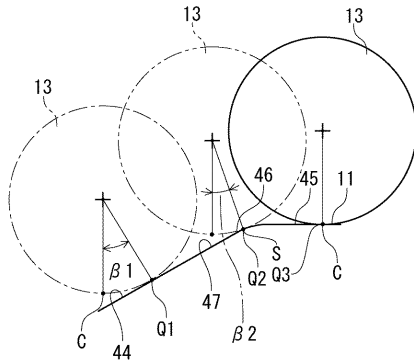
【図 4】



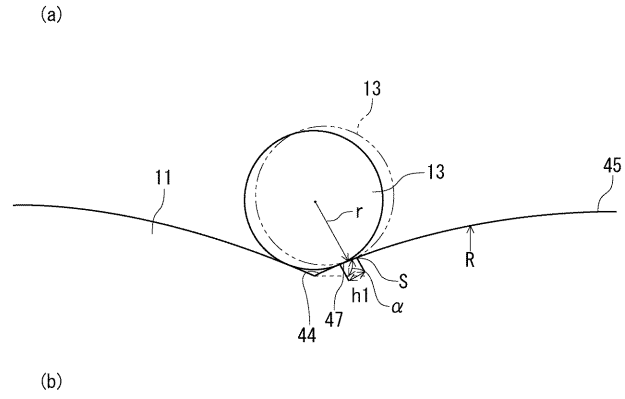
【図 5】



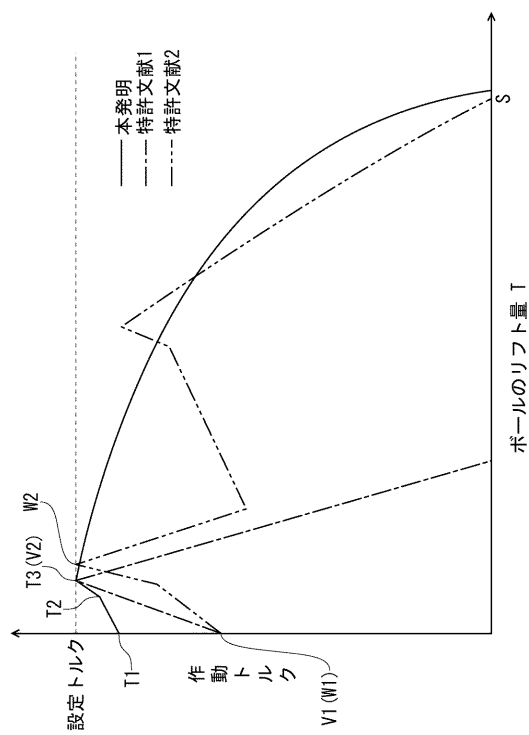
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

