

(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2005-238894

(P2005-238894A)

(43) 公開日 平成17年9月8日(2005.9.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 6 2 D 1/19

B 6 2 D 1/18

F I

B 6 2 D 1/19

B 6 2 D 1/18

テーマコード (参考)

3 D 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-48522 (P2004-48522)

(22) 出願日 平成16年2月24日 (2004.2.24)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(74) 代理人 100078868

弁理士 河野 登夫

(72) 発明者 平櫛 周三

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

光洋精工株式会社内

(72) 発明者 時岡 良一

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

光洋精工株式会社内

Fターム(参考) 3D030 DD02 DD18 DD25 DE05 DE06

DE35 DE37

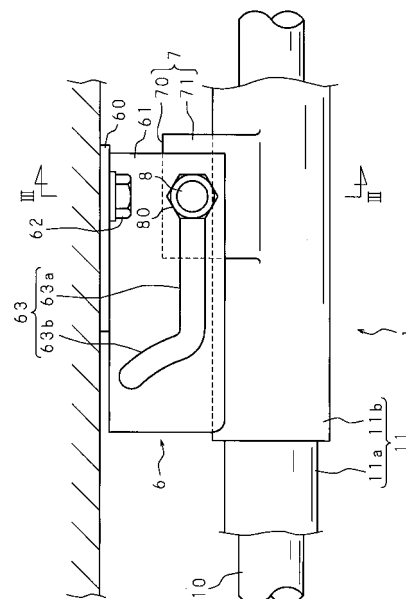
(54) 【発明の名称】 ステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 ステアリングコラムの移動ストロークが制限されている場合であっても、二次衝突時の十分なエネルギー吸収量を確保して、運転者のダメージを軽減し得るステアリング装置を提供する。

【解決手段】 ステアリングコラム1の車体側支持ブラケット6に、二次衝突の発生時にエネルギー吸収のために変形すべく設けられた長孔63に、ステアリングコラム1の軸長方向に延びる第1の部分63aと、この第1の部分63aの下端に連続し、第1の部分63aと交叉する方向に延びる第2の部分63bとを設ける。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車両の衝突時にステアリングコラムに加わる二次衝突の衝撃エネルギーを、該ステアリングコラムを車体に支持する支持ブラケットに設けた長孔の変形抵抗により吸収する構成としてあるステアリング装置において、

前記長孔は、前記ステアリングコラムの軸長方向に延設された第 1 の部分と、

該第 1 の部分の一側に連続し、前記ステアリングコラムの軸長方向に対して交叉する方向に延設された第 2 の部分と

を備えることを特徴とするステアリング装置。

## 【請求項 2】

前記ステアリングコラムは、該ステアリングコラムの下端部又は中途部に設けたチルト支点を枢軸とするチルト調節が可能に支持してあり、

前記第 2 の部分は、前記チルト支点を中心とする円弧に沿って設けてある請求項 1 記載のステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、操舵のために車両に装備されるステアリング装置に関し、更に詳しくは、車両の衝突時に運転者がステアリングホイールに衝突する二次衝突のエネルギーの一部又は全部を、ステアリングコラムの支持ブラケットに設けた長孔の変形抵抗により吸収する構成としたステアリング装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

車両の操舵は、車室の内部に配されたステアリングホイール等の操舵部材に加えられる操舵トルクを、操舵用の車輪（一般的には前輪）の舵取りのために車室の外部に配された舵取機構に伝えて行われる。このような操舵を行わせるためのステアリング装置は、車室の内部に支持されたステアリングコラムの上部に突出するステアリング軸の上端に、運転者に対面するように操舵部材を取付け、また前記ステアリングコラムの下部に突出するステアリング軸の下端を舵取機構に連結して構成されている。

## 【0003】

このようなステアリング装置の多くは、車両の前面衝突に伴って前方への慣性の作用により操舵部材に衝突（二次衝突）する運転者を保護するために、二次衝突の衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収手段をステアリングコラムに備えている。

## 【0004】

エネルギー吸収手段は、従来から種々の構成にて実現されており、これらの一つに、ステアリングコラムを車体に支持する支持ブラケットを利用する構成がある。このエネルギー吸収手段は、車体側又はステアリングコラム側の支持ブラケットに二次衝突時の衝撃力の作用方向に延設された長孔を設け、また、ステアリングコラム側又は車体側の支持ブラケットに、ステアリング軸と略直交する向きに突設された支持ピンを設け、この支持ピンを前記長孔の一端部に挿通せしめた構成となっている。

## 【0005】

支持ブラケットに設けられた長孔の延設部は、支持ピンの外径よりも狭幅としてあり、このエネルギー吸収手段においては、二次衝突に伴う衝撃力がステアリングコラムに加えられたとき、前記支持ピンが、前記長孔の延設部に沿って、該延設部を塑性変形させつつ摺動し、このとき発生する変形抵抗により二次衝突の衝撃エネルギーが吸収される（例えば、特許文献 1、2 参照）。

## 【0006】

特許文献 1 は、バス、トラック等、運転席の前部に余剰空間が少なく、ステアリングコラムが起立姿勢にて支持されている車両に関するものであり、支持ブラケットの長孔は、ステアリングコラムの中途に設けた揺動支点を中心とする円弧状の延設部を備え、二次衝

10

20

30

40

50

突時のエネルギー吸収は、前記揺動支点を枢軸とし、前記長孔を案内として生じるステアリングコラムの揺動により吸収される構成となっている。

【0007】

特許文献2は、普通乗用車等、ステアリングコラムが、進行方向に対して比較的小さい傾斜を有して支持されている車両に関するものであり、支持ブラケットの長孔は、ステアリングコラムの長手方向に延びる直線状の延設部を備えており、二次衝突時のエネルギー吸収は、前記長孔を案内として生じるステアリングコラムの短縮の間に吸収される構成となっている。

【特許文献1】特開昭50-72330号公報

【特許文献2】特開2001-80527号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

図8は、特許文献1、2に開示された従来のステアリング装置におけるエネルギー吸収挙動の説明図であり、縦軸は、長孔の変形抵抗を、横軸は、長孔に沿って生じるステアリングコラムの移動ストロークを示している。

【0009】

支持ピンの作用により生じる長孔の変形抵抗は、長孔及び支持ピンの寸法設定により管理することができ、図8中に実線により示す如く、移動ストロークの全長に亘って略一定値を保つことが可能であり、この間に、図中にハッチングを施して示す面積分のエネルギー吸収がなされる。

20

【0010】

しかしながら、特許文献1に開示されたステアリング装置においては、ステアリングコラムの揺動可能な角度が限定されることから、十分な移動ストロークを確保できない場合が多い。

【0011】

これに対し、特許文献2に開示されたステアリング装置においては、一般的には、ステアリングコラムの軸方向長さの範囲内にて十分な短縮（移動）ストロークを確保することができるが、近年においては、操舵補助用の電動モータをステアリングコラムの中途に備える電動パワーステアリング装置が実用化されており、この種のステアリング装置においては、ステアリングコラムの中途に、前記電動モータを取付け、また該電動モータの駆動制御のために利用する操舵トルクを検出するトルクセンサを構成する必要があり、これらにより移動ストロークが制限されることがある。

30

【0012】

このように移動ストロークが制限された場合、この移動ストロークの終端において前記長孔の端部に支持ピンが突き当たり、図8中に破線により示す如く抵抗の急増部が生じる虞れがあり、この抵抗が反力として作用する運転者にダメージを及ぼす虞れがある。

【0013】

またこのような急増部の発生は、図8中に2点鎖線により示す如く、制限された移動ストローク内での変形抵抗を大きめに設定することにより緩和されるが、このことは、運転者の体に対するダメージを大きくすることとなり好ましい対策ではない。

40

【0014】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、ステアリングコラムの移動ストロークが制限されている場合であっても十分なエネルギー吸収量を確保して、運転者のダメージを有効に軽減し得るエネルギー吸収手段を備えるステアリング装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の第1発明に係るステアリング装置は、車両の衝突時にステアリングコラムに加わる二次衝突の衝撃エネルギーを、該ステアリングコラムを車体に支持する支持ブラケット

50

に設けた長孔の変形抵抗により吸収する構成としてあるステアリング装置において、前記長孔は、前記ステアリングコラムの軸長方向に延設された第１の部分と、該第１の部分の一側に連続し、前記ステアリングコラムの軸長方向に対して交叉する方向に延設された第２の部分とを備えることを特徴とする。

【００１６】

本発明においては、二次衝突による衝撃がステアリングコラムに加えられた場合、支持ブラケットに設けた長孔の第１の部分と第２の部分とが、この順、又は逆順に変形して、この変形に伴う変形抵抗により、第１の部分又は第２の部分に沿う移動ストロークに制限がある場合であっても十分な衝撃エネルギーを吸収する。

【００１７】

本発明の第２発明に係るステアリング装置は、第１発明におけるステアリングコラムが、該ステアリングコラムの下端部又は中途部に設けたチルト支点を枢軸とするチルト調節が可能に支持しており、第１発明における第２の部分が、前記チルト支点を中心とする円弧に沿って設けてあることを特徴とする。

【００１８】

この発明においては、チルト調節が可能なステアリング装置において、第２の部分に沿う移動をチルト支点を中心とする揺動により行わせ、ステアリングコラムの支持構造を簡素化する。

【発明の効果】

【００１９】

本発明に係るステアリング装置においては、ステアリングコラムの軸長方向に移動により第１の部分の変形により生じるエネルギー吸収量の不足を、第２の部分に沿ったステアリングコラムの移動の間に、第２の部分の変形により生じるエネルギー吸収量により補完されるから、移動ストロークに制限がある場合であっても十分な衝撃エネルギーも吸収量を確保することができ、運転者に加わるダメージを大幅に軽減することが可能となる等、本発明は優れた効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

以下本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。図１は、本発明に係るステアリング装置の全体構成を示す模式図である。

【００２１】

図中１は、ステアリングコラムであり、該ステアリングコラム１は、筒形をなすコラムハウジング１１と、該コラムハウジング１１の内部に回転自在に支持されたステアリング軸１０を備えている。コラムハウジング１１の一側には、センサハウジング１２及び減速機ハウジング１３が同軸をなして連設されており、ステアリングコラム１は、コラムハウジング１１の中途部をアッパブラケット２により支え、また減速機ハウジング１３の端部をロアブラケット３により支えて、センサハウジング１２及び減速機ハウジング１３の連設側を前下方（図における左下方）に向けた傾斜姿勢にて車室の内部に取付けられている。

【００２２】

コラムハウジング１１の上部に突出するステアリング軸１０の上端部には、操舵部材としてのステアリングホイール１４が、車室内部の運転者に対面するように嵌着固定されており、同じく減速機ハウジング１３の下部に突出するステアリング軸１０の下端部は、両端にユニバーサルジョイント４０、４０を備える中間軸４を介して舵取機構５に連結されている。以上の構成により、操舵のためにステアリングホイール１４に加えられる操舵トルクは、ステアリング軸１０及び中間軸４を介して舵取機構５に伝達され、該舵取機構５の公知の動作により操舵が実行される。

【００２３】

センサハウジング１２の内部には、ステアリングホイール１４を介してステアリング軸１０に加えられる操舵トルクを検出するトルクセンサ（図示せず）が構成され、また減速機ハウジング１３の内部には、該減速機ハウジング１３の外側に取付けられた操舵補助用のモータ１５

10

20

30

40

50

の回転力をステアリング軸10に伝える減速装置（図示せず）が構成されており、図1に示すステアリング装置は、センサハウジング12内部のトルクセンサによる検出トルクに基づいて操舵補助用のモータ15を駆動し、該モータ15の回転力を減速機ハウジング13内部のウォームギヤ減速装置を介してステアリング軸10に伝えて、前述の如くなされる操舵をモータ15の回転力により補助する電動パワーステアリング装置として構成されている。

【0024】

なお、以下に示す本発明の特徴的な構成は、以上の如く電動パワーステアリング装置として構成されたステアリング装置に限らず、運転者によりステアリングホイール14に加えられる操舵トルクのみによって操舵を行わせるマニュアル式のステアリング装置にも適用可能であり、また舵取機構5に付設された油圧シリンダの発生力により操舵を補助する油圧パワーステアリング装置にも適用可能である。

【0025】

コラムハウジング11は、適長に亘って内外に嵌合され、軸長方向への相対移動可能に組み合わされた内筒11a及び外筒11bを備えており、車両の前面衝突により前方への慣性の作用により移動する運転者がステアリングホイール14に衝突する二次衝突の発生時には、内筒11aと外筒11bとの嵌合長さを増すように短縮可能としてある。なお、コラムハウジング11の内部に支持されたステアリング軸10も同様の嵌合部を備えており、短縮可能としてある。

【0026】

アップブラケット2は、車体に固設された車体側支持ブラケット6と、ステアリングコラム1の上部、具体的には、コラムハウジング11の上半部を構成する外筒11bの中途に固設されたコラム側支持ブラケット7とを備えている。このアップブラケット2によるステアリングコラム1の支持は、車体側支持ブラケット6とコラム側支持ブラケット7とを整合させ、この整合部に、後述の如く支持ボルト8を挿通し、締め付けることにより実現されている。

【0027】

ロアブラケット3は、車体に固設された車体側ブラケット30と、ステアリングコラム1の下部、具体的には、減速機ハウジング13の下部に固設されたコラム側ブラケット31とを備えている。このロアブラケット3によるステアリングコラム1の支持は、車体側ブラケット30とコラム側ブラケット31とを整合させ、この整合部をステアリングコラム1の軸心と略直交する支持ピン32により連結して、該支持ピン32を枢軸（チルト支点）とするステアリングコラム1を揺動を可能とてなされている。

【0028】

図1に示すステアリング装置においては、前述した二次衝突の発生時に生じるコラムハウジング11及びステアリング軸10の短縮動作に所定の抵抗を付与し、二次衝突に伴う衝撃エネルギーを吸収するためのエネルギー吸収手段が、アップブラケット2を構成する車体側及びコラム側支持ブラケット6, 7を利用して構成されている。

【0029】

図2は、アップブラケット2による支持部近傍の拡大図、図3は、図2のIII-III線による横断面図である。図3に示す如く、アップブラケット2を構成する車体側支持ブラケット6は、各別の固定ボルト62, 62の締め付けにより幅方向の2か所を車体に固定された平板状の基板60と、該基板60の下方に突設され、幅方向に適長離隔して対向する一対の側板61, 61とを備えている。

【0030】

またアップブラケット2を構成するコラム側支持ブラケット7は、車体側支持ブラケット6の側板61, 61の内側に嵌め込み可能な幅を隔てて対向する側板71, 71と、これらの一縁を相互に連絡する連絡板70を備えるコの字形断面を有しており、図3に示す如く、側板71, 71の他縁を外筒11bの周面に当接させ、溶接等の適宜の接合手段により接合して、前記外筒11bに固設されている。

【0031】

10

20

30

40

50

図4は、アップブラケット2の分解斜視図である。本図及び図2に示す如く、車体側支持ブラケット6の側板61, 61には、長孔63, 63が形成されている。これらの長孔63は、図2に示すステアリングコラム1の支持状態において、該ステアリングコラム1の軸長方向に延びる第1の部分63aと、該第1の部分63aの一端部(下端部)に連続し、交叉するように延びる第2の部分63bとを備えている。

【0032】

第1の部分63aの他端部(上端部)には、他部よりも大径であり、支持ボルト8の挿通が可能な円形断面の支持孔64が連設されている。また第2の部分63bは、図2及び図4に示す如く、円弧形に湾曲する形状を有しており、この湾曲円は、ステアリングコラム1の揺動中心となるロアブラケット3の支持ピン32を中心として設けてある。

10

【0033】

一方、コラム側支持ブラケット7の側板71, 71には、支持ボルト8の挿通が可能な円形断面の支持孔74, 74が形成されており、アップブラケット2によるステアリングコラム1の支持は、コラム側支持ブラケット7を車体側支持ブラケット6に嵌め込み、夫々の側板71, 61に形成された支持孔74, 64を内外に整合させて、これらに、車体側支持ブラケット6の一方の側板61の外側から支持ボルト8を差し込み、他方の側板61の外側に突出する支持ボルト8先端のねじ部に止めナット80を締め付けて、図2及び図3に示す如く実現されている。

【0034】

以上の如く構成されたアップブラケット2においては、車体側支持ブラケット6に設けた長孔63, 63が二次衝突に伴う衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収手段としての動作をなす。図5は長孔63, 63によるエネルギー吸収動作の説明図である。

20

【0035】

二次衝突は、車両の前面衝突時に前方への慣性の作用により移動する運転者が、ステアリングコラム1の上端に設けられたステアリングホイール14に衝突する現象であり、この二次衝突による衝撃力は、通常、図1中に白抜矢符にて示す如くステアリングコラム1の軸長方向に対して斜めに加わり、アップブラケット2による支持部に作用する。

【0036】

アップブラケット2による支持は、支持ボルト8の締め付けにより維持されており、該支持ボルト8は、車体側支持ブラケット6の長孔63の上端に連通する支持孔64に挿通されている。従って、前述の如く作用する衝撃力が所定限度(支持ボルト8の締め付けによる保持力)を超えた場合、まず支持ボルト8は、前記長孔63の第1の部分63aとの連通部に押し付けられる。

30

【0037】

第1の部分63aは、支持孔64の内径、即ち、支持ボルト8の外径よりも狭幅であり、該支持ボルト8は、第1の部分63aの内部に両側縁を拡幅変形させつつ進入し、該第1の部分63aの延設方向に、前記拡幅変形による変形抵抗を受けつつ移動する。図5(a)は、このような移動途中の状態を示しており、図中の白抜矢符は、移動方向を示す。

【0038】

以上の如き支持ボルト8の移動は、ステアリングコラム1を構成するコラムハウジング11及びステアリング軸10の前述した短縮を伴って生じる。第1の部分の63aの長さは、コラムハウジング11及びステアリング軸10の短縮可能長さS(図1参照)に対応するように設定されており、軸長方向の移動による衝撃エネルギーの吸収は、短縮可能長さSに対応する制限された移動ストローク内にて行われる。

40

【0039】

本発明に係るステアリング装置において、車体側支持ブラケット6の長孔63は、の下端に連続する第2の部分63bを有しており、第1の部分63aの下端に達した支持ボルト8は、第2の部分63bの内部に拡幅変形させつつ進入し、該第2の部分63bに沿って変形抵抗を受けつつ移動する。図5(b)は、このような移動途中の状態を示しており、図中の白抜矢符は、移動方向を示す。

50

## 【0040】

ここで第2の部分63bは、ステアリングコラム1の揺動中心となるロアブラケット3の支持ピン32を中心とする円弧形状を有しており、第2の部分63bに沿った支持ボルト8の移動は、支持ピン32を枢軸とするステアリングコラム1の揺動を伴って生じ、この揺動の間に前述の如く発生する第2の部分63bの変形抵抗によっても、ステアリングコラム1に加わる衝撃エネルギーが吸収される。

## 【0041】

図6は、本発明のステアリング装置におけるエネルギー吸収挙動の説明図であり、図8と同様、縦軸は、長孔63の変形抵抗を、横軸は、長孔63に沿って生じるステアリングコラムの移動ストロークを示している。

10

## 【0042】

前述した第1、第2の部分63a,63bを有する長孔63を備える本発明に係るステアリング装置においては、アップブラケット2により支持されたステアリングコラム1は、まず、自身の短縮を伴って第1の部分63aに沿って軸長方向に移動した後、下端の支持ピン32を枢軸とする自身の揺動を伴って第2の部分63bに沿って移動し、夫々の移動の間に変形抵抗が発生するから、図6に示す如く、第1の部分63aの変形抵抗下にてエネルギー吸収がなされる第1の吸収領域と、これに連続し、第2の部分63bの変形抵抗下にてエネルギー吸収がなされる第2の吸収領域とが発生し、夫々の領域でのハッチングを施して示す面積分のエネルギー吸収がなされる。

## 【0043】

20

従って、第1の吸収領域での移動ストロークが制限されており、この領域でのエネルギー吸収量Aが不足している場合であっても、第2の吸収領域でのエネルギー吸収量Bによって不足分を補完することができる。これにより、ステアリングコラム1の下部に操舵補助用のモータ15及び減速機、並びに操舵トルク検出用のトルクセンサが配設されており、図1に示す如く、ステアリングコラム1の短縮可能長さSが制限される電動パワーステアリング装置においても十分なエネルギー吸収量を確保することが可能となり、図8中に示す如き抵抗の急増部の発生を回避し、ステアリングホイール14に衝突する運転者に大なるダメージを及ぼす虞れが緩和される。

## 【0044】

なお以上の実施の形態においては、車体側支持ブラケット6に設けた長孔63によりエネルギー吸収作用を行わせる構成としてあるが、コラム側支持ブラケット7に長孔を設け、エネルギー吸収作用を行わせる構成とすることも可能である。

30

## 【0045】

また実施の形態に示す長孔63は、軸長方向に延設された第1の部分63aを上部に配し、これに交叉するように連設された第2の部分63bを下部に配した構成としてあるが、第2の部分63bを上部に、第1の部分63aを下部に夫々設け、初期のエネルギー吸収を第2の部分63bの変形により行わせ、その後のエネルギー吸収を第1の部分63aの変形により行わせる構成としてもよい。

## 【0046】

更に以上の実施の形態においては、ステアリングコラム1を下端の支持ピン32を枢軸として揺動可能に支持し、この枢支点を中心とする円弧形状をなす第2の部分63bを設けた構成について述べたが、揺動支点をステアリングコラム1の中途に設け、この支点を中心とする円弧形状をなして第2の部分63bを設けることも可能であり、更に第2の部分63bは、円弧形状に限らず、ステアリングコラム1の軸長方向に延設された第1の部分63bと交叉する方向に延設されておれば、適宜の形態にて設けることが可能である。

40

## 【0047】

また以上の実施の形態に示す如く、ステアリングコラム1を揺動自在に支持する構成とする場合、チルトステアリング装置のチルト支点を利用し、このチルト支点を中心とする円弧形状の第2の部分63bを設けることも可能である。

## 【0048】

50

図 7 は、本発明の他の実施の形態を示すアップブラケット 2 による支持部近傍の拡大図である。本図においては、コラム側支持ブラケット 7 における支持ボルト 8 の挿通孔が、チルト支点（図示せず）を中心とする円弧形の長孔として形成されたチルト孔 75 としてあり、また、支持ボルト 8 の締め付けのための止めナット 80 をチルトレバー 81 と一体に構成し、下方に垂下されたチルトレバー 81 の先端の操作により止めナット 80 の締め付け及び緩め操作を可能としたチルトステアリング装置として構成されている。

【 0 0 4 9 】

他の部分の構成は、車体側支持ブラケット 6 における長孔 63 の第 2 の部分 63b がチルト支点を中心とする円弧形状を有することを除いて、図 2 に示す実施の形態と同様であり、対応する構成部材に図 2 と同一の参照符号を付して詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 5 0 】

この実施の形態においては、チルトレバー 81 の操作により支持ボルト 8 の締め付けを解除した場合、ステアリングコラム 1 は、チルト孔 75 の長さ範囲内において上下に揺動させることができ、ステアリングコラム 1 の上端に取り付けたステアリングホイール 14 の高さ位置を、運転者の体格及び好みに応じて調節するチルト調節が可能である。一方、二次衝突の発生時における衝撃吸収は、長孔 63 の第 1 の部分 63a 及び第 2 の部分 63b の変形によって全く同様になされる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 1 】

【図 1】本発明に係るステアリング装置の全体構成を示す模式図である。

20

【図 2】アップブラケットによる支持部近傍の拡大図である。

【図 3】図 2 の III - III 線による横断面図である。

【図 4】アップブラケットの分解斜視図である。

【図 5】長孔によるエネルギー吸収動作の説明図である。

【図 6】本発明のステアリング装置におけるエネルギー吸収挙動の説明図である。

【図 7】本発明の他の実施の形態を示すアップブラケットによる支持部近傍の拡大図である。

【図 8】従来のステアリング装置におけるエネルギー吸収挙動の説明図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

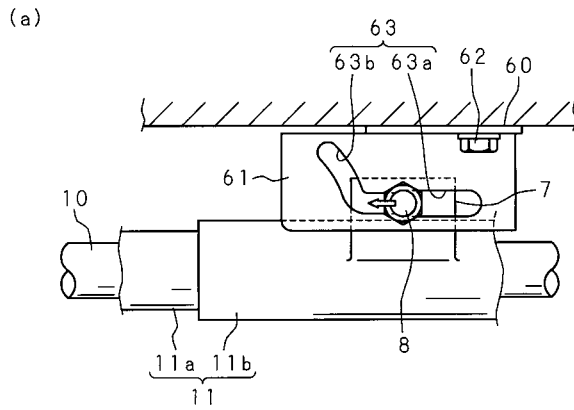
30

- 1      ステアリングコラム
- 2      アップブラケット（支持ブラケット）
- 6      車体側支持ブラケット（支持ブラケット）
- 7      コラム側支持ブラケット（支持ブラケット）
- 63     長孔
- 63a   第 1 の部分
- 63b   第 2 の部分

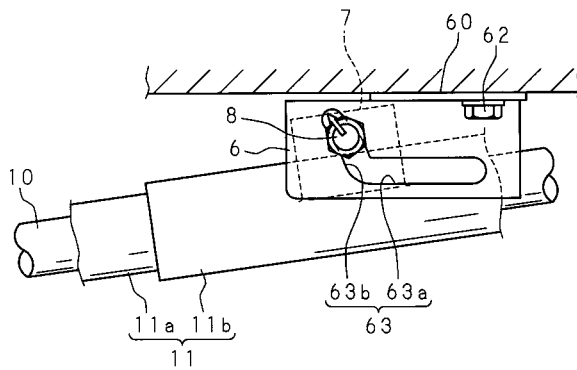




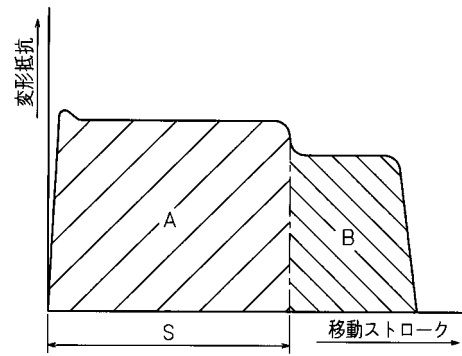
【図 5】



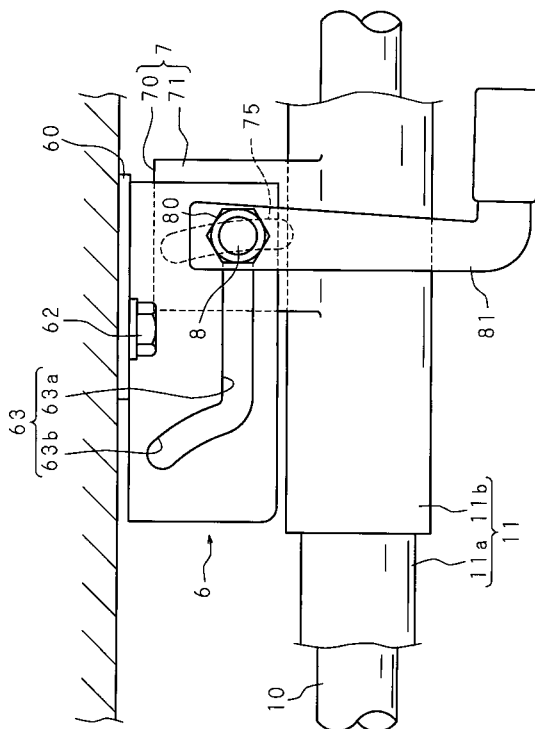
(b)



【図 6】



【図 7】



【図 8】

