

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7171994号
(P7171994)

(45)発行日 令和4年11月16日(2022.11.16)

(24)登録日 令和4年11月8日(2022.11.8)

(51)国際特許分類	F I	
C 0 8 L 9/00 (2006.01)	C 0 8 L 9/00	
C 0 8 K 3/04 (2006.01)	C 0 8 K 3/04	
C 0 8 K 3/06 (2006.01)	C 0 8 K 3/06	
F 1 5 B 15/10 (2006.01)	F 1 5 B 15/10	H
請求項の数 10 (全19頁)		

(21)出願番号	特願2018-197924(P2018-197924)	(73)特許権者	000005278
(22)出願日	平成30年10月19日(2018.10.19)		株式会社ブリヂストン
(65)公開番号	特開2020-66641(P2020-66641A)		東京都中央区京橋三丁目1番1号
(43)公開日	令和2年4月30日(2020.4.30)	(74)代理人	100078732
審査請求日	令和3年8月18日(2021.8.18)		弁理士 大谷 保
		(74)代理人	100153866
			弁理士 滝沢 喜夫
		(74)代理人	100119666
			弁理士 平澤 賢一
		(74)代理人	100146156
			弁理士 水谷 泰嗣
		(72)発明者	桜井 秀之
			東京都中央区京橋三丁目1番1号 株式
			会社ブリヂストン内
		審査官	引 智子
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 アクチュエータ用ゴム組成物、アクチュエータ用加硫ゴム及びアクチュエータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス転移温度が - 8 5 以下のジエン系ゴムを 6 0 質量 % 以上 1 0 0 質量 % 未満含む
ゴム成分と、
窒素吸着比表面積が 7 5 ~ 1 8 0 m² / g であり、D B P 給油量が 1 0 0 ~ 1 4 0 c m³
/ 1 0 0 g であるカーボンブラックと、
加硫促進剤と、
硫黄と
を含み、

前記カーボンブラックの含有量が、前記ゴム成分 1 0 0 質量部に対して 3 0 ~ 8 0 質量
部であり、前記加硫促進剤と前記硫黄との合計量がゴム成分 1 0 0 質量部に対して 1 . 5
質量部よりも多く、
加硫ゴム特性として、2 5 で 2 0 0 % 伸長した時のモジュラス引張弾性率が 4 . 5 M
P a 以上であるアクチュエータ用ゴム組成物であって、
前記硫黄の含有量が、前記ゴム成分 1 0 0 質量部に対して、1 . 4 ~ 1 . 7 質量部であ
り、
前記硫黄の含有量 s と前記加硫促進剤の含有量 a との質量比 (s / a 比) が 1 . 3 ~ 2
. 0 である、アクチュエータ用ゴム組成物。

【請求項2】

前記ジエン系ゴムがブタジエンゴムである請求項1に記載のアクチュエータ用ゴム組成

物。

【請求項 3】

前記ゴム成分が、天然ゴムを含む請求項 1 又は 2 に記載のアクチュエータ用ゴム組成物。

【請求項 4】

前記カーボンブラックのヨウ素吸着量 (I A) が 100 ~ 170 g / kg である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ用ゴム組成物。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ用ゴム組成物を用いたアクチュエータ用加硫ゴム。

【請求項 6】

液圧又は空気圧によって膨張及び収縮する筒状のチューブと、所定方向に配向されたコードを編み込んだ筒状の構造体であって前記チューブの外周面を覆うスリーブと、によって構成されるアクチュエータ本体部を備え、前記チューブに、請求項 5 に記載のアクチュエータ用加硫ゴムを用いたアクチュエータ。

【請求項 7】

前記チューブが単層構造である請求項 6 に記載のアクチュエータ。

【請求項 8】

前記チューブの層厚が、1.0 ~ 15.0 mm である請求項 6 又 7 に記載のアクチュエータ。

【請求項 9】

前記チューブが複層構造である請求項 6 に記載のアクチュエータ。

【請求項 10】

請求項 5 に記載のアクチュエータ用加硫ゴムを、前記チューブの最外層に用いた請求項 9 に記載のアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータ用ゴム組成物、アクチュエータ用加硫ゴム及びアクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、チューブを膨張及び収縮させるアクチュエータとしては、流体として空気を用いて膨張、収縮するゴム製のチューブ（管状体）と、チューブの外周面を覆うスリーブ（網組補強構造）とを有する空気圧式アクチュエータ（いわゆるマッキベン型）が広く用いられている（例えば、特許文献 1 を参照）。

また、チューブの耐久性を向上させたアクチュエータとして、SP 値の異なる極性ゴム層と非極性ゴム層からなる 2 層以上の積層構造を有するチューブを備えたアクチュエータが開示されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開昭 61 - 236905 号公報
国際公開第 2018 / 084123 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

チューブ及びスリーブによって構成されるアクチュエータ本体部の両端は、金属で形成された封止部材を用いてかしめられる。

スリーブは、ポリアミド繊維などの高張力繊維または金属のコードを編み込んだ筒状の構造体であり、チューブの膨張運動を所定範囲に規制する。

10

20

30

40

50

このような空気圧式アクチュエータは、様々な分野で用いられ、特に、介護・福祉用機器の人工筋肉として好適に用いられているが、スリーブに対する耐摩耗性に関しては改善の余地があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、作業性に優れ、スリーブに対する耐摩耗性に優れるアクチュエータを製造可能なアクチュエータ用ゴム組成物及びアクチュエータ用加硫ゴム、並びに、スリーブに対する耐摩耗性に優れるアクチュエータを提供することを目的とし、該目的を解決することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

< 1 > ガラス転移温度が - 8 5 以下のジエン系ゴムを 6 0 質量 % 1 0 0 質量 % 未満以上含むゴム成分と、

窒素吸着比表面積が $75 \sim 180 \text{ m}^2 / \text{g}$ であり、DBP 給油量が $100 \sim 140 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$ であるカーボンブラックと、加硫促進剤と、硫黄とを含み、

前記カーボンブラックの含有量が、前記ゴム成分 1 0 0 質量部に対して 3 0 ~ 8 0 質量部であり、前記加硫促進剤と前記硫黄との合計量が 1 . 5 質量部よりも多く、

加硫ゴム特性として、2 5 で 2 0 0 % 伸長した時のモジュラス引張弾性率が 4 . 5 M P a 以上であるアクチュエータ用ゴム組成物。

【 0 0 0 7 】

< 2 > 前記ジエン系ゴムがブタジエンゴムである < 1 > に記載のアクチュエータ用ゴム組成物。

< 3 > 前記ゴム成分が、天然ゴムを含む < 1 > または < 2 > に記載のアクチュエータ用ゴム組成物。

< 4 > 前記硫黄の含有量 s と前記加硫促進剤の含有量 a との質量比 (s / a 比) が 0 . 9 5 ~ 3 . 0 である < 1 > ~ < 3 > のいずれか 1 つに記載のアクチュエータ用ゴム組成物。

【 0 0 0 8 】

< 5 > < 1 > ~ < 4 > のいずれか 1 つに記載のアクチュエータ用ゴム組成物を用いたアクチュエータ用加硫ゴム。

【 0 0 0 9 】

< 6 > 液圧又は空気圧によって膨張及び収縮する筒状のチューブと、所定方向に配向されたコードを編み込んだ筒状の構造体であって前記チューブの外周面を覆うスリーブと、によって構成されるアクチュエータ本体部を備え、前記チューブに、< 5 > に記載のアクチュエータ用加硫ゴムを用いたアクチュエータ。

【 0 0 1 0 】

< 7 > 前記チューブが単層構造である < 6 > に記載のアクチュエータ。

【 0 0 1 1 】

< 8 > 前記チューブの層厚が、1 . 0 ~ 1 5 . 0 m m である < 6 > 又は < 7 > に記載のアクチュエータ。

< 9 > 前記チューブが複層構造である < 6 > に記載のアクチュエータ。

< 1 0 > < 5 > に記載のアクチュエータ用加硫ゴムを、前記チューブの最外層に用いた < 9 > に記載のアクチュエータ。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、作業性に優れ、スリーブに対する耐摩耗性に優れるアクチュエータを製造可能なアクチュエータ用ゴム組成物及びアクチュエータ用加硫ゴム、並びに、スリーブに対する耐摩耗性に優れるアクチュエータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】アクチュエータ 1 0 の一実施形態の側面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】アクチュエータ 10 の一実施形態の一部分解斜視図である。

【図 3】チューブ 110 の一実施形態の部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明をその実施形態に基づき詳細に例示説明する。

なお、以下の説明において、数値範囲を示す「A～B」の記載は、端点である A 及び B を含む数値範囲を表し、「A 以上 B 以下」（ $A < B$ の場合）、又は「A 以下 B 以上」（ $B < A$ の場合）を表す。

また、質量部及び質量％は、それぞれ、重量部及び重量％と同義である。

【0015】

<アクチュエータ>

本発明のアクチュエータは、液圧又は空気圧によって膨張及び収縮する筒状のチューブと、所定方向に配向されたコードを編み込んだ筒状の構造体であって前記チューブの外周面を覆うスリーブと、によって構成されるアクチュエータ本体部を備え、前記チューブに、本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを用いたアクチュエータである。

本発明のアクチュエータ用加硫ゴムは、本発明のアクチュエータ用ゴム組成物の加硫ゴムである。アクチュエータ用ゴム組成物とアクチュエータ用加硫ゴムの詳細は後述する。

【0016】

以下に、本発明のアクチュエータを、その実施形態に基づき、図面を参照しつつ、詳細に例示説明する。なお、同一の機能や構成には、同一または類似の符号を付して、その説明を適宜省略する。

【0017】

(1) アクチュエータの全体概略構成

図 1 は、本実施形態に係るアクチュエータ 10 の側面図である。図 1 に示すように、アクチュエータ 10 は、アクチュエータ本体部 100、封止機構 200 及び封止機構 300 を具える。また、アクチュエータ 10 の両端には、連結部 20 がそれぞれ設けられる。

【0018】

アクチュエータ本体部 100 は、チューブ 110 とスリーブ 120 とによって構成される。アクチュエータ本体部 100 には、フィッティング 400 及び通過孔 410 を介して作動流体が流入する。ここで、本発明のアクチュエータは、液圧式であっても、空気圧式であってもよい。

液圧式の場合、作動流体として液体が用いられ、該液体としては、油、水等が挙げられる。本発明のアクチュエータを液圧式アクチュエータとして用いる場合、液圧式アクチュエータは、油圧式でも、水圧式でもよい。油圧式の場合、作動油としては、従来より油圧駆動システムに使用されている作動油を使用することができる。

空気圧式の場合、作動流体として圧縮空気が用いられる。

【0019】

アクチュエータ 10 は、本発明のアクチュエータ用ゴム組成物を加硫して得られる本発明のアクチュエータ用加硫ゴムをチューブ 110 に備えている。アクチュエータ用加硫ゴムは、25 で 200% 伸長した時のモジュラス引張弾性率が 4.5 MPa 以上であるため、アクチュエータ本体部 100 に高い圧力が掛かる油圧駆動にも耐え得る高い耐久性を有する。そのため、アクチュエータ 10 は、液圧式であることが好ましい。

【0020】

アクチュエータ本体部 100 は、チューブ 110 内へ作動流体が流入することによって、アクチュエータ本体部 100 の軸方向 DAX に収縮し、径方向 DR に膨張する。また、アクチュエータ本体部 100 は、チューブ 110 から作動流体が流出することによって、アクチュエータ本体部 100 の軸方向 DAX に膨張し、径方向 DR に収縮する。このようなアクチュエータ本体部 100 の形状変化によって、アクチュエータ 10 は、アクチュエータとしての機能を発揮する。

【0021】

10

20

30

40

50

また、このようなアクチュエータ１０は、いわゆるマッキベン型であり、人工筋肉用として適用できることは勿論のこと、より高い能力（収縮力）が要求されるロボットの体肢（上肢や下肢など）用としても好適に用い得る。連結部２０には、当該体肢を構成する部材などが連結される。

【００２２】

封止機構２００及び封止機構３００は、軸方向ＤＡＸにおけるアクチュエータ本体部１００の両端部を封止する。具体的には、封止機構２００は、封止部材２１０及びかしめ部材２３０を含む。封止部材２１０は、アクチュエータ本体部１００の軸方向ＤＡＸの端部を封止する。また、かしめ部材２３０は、アクチュエータ本体部１００を封止部材２１０と共にかしめる。かしめ部材２３０の外周面には、治具によってかしめ部材２３０がかしめられた痕である圧痕２３１が形成される。

10

【００２３】

封止機構２００と封止機構３００との相違点は、フィッティング４００（及び通過孔４１０）が設けられているか否かである。

フィッティング４００は、アクチュエータ１０の駆動圧力源、具体的には、作動流体のコンプレッサと接続されたホース（管路）を取り付けられるように突出している。フィッティング４００を介して流入した作動流体は、通過孔４１０を通過してアクチュエータ本体部１００の内部、具体的には、チューブ１１０の内部に流入する。

【００２４】

図２は、アクチュエータ１０の一部分解斜視図である。図２に示すように、アクチュエータ１０は、アクチュエータ本体部１００及び封止機構２００を具える。

20

アクチュエータ本体部１００は、前述したように、チューブ１１０とスリーブ１２０とによって構成される。

【００２５】

チューブ１１０は、液圧によって膨張及び収縮する円筒状の筒状体である。チューブ１１０は、作動流体による収縮及び膨張を繰り返すため、スリーブ１２０との接触を繰り返すが、チューブ１１０に本発明のアクチュエータ用加硫ゴムが用いられるため、チューブ１１０は、耐摩耗性に優れる。

チューブ１１０は、単層構造であってもよいし、複層構造であってもよい。

アクチュエータ１０を液圧式アクチュエータとして用いる場合、チューブ１１０を複層構造にすることが好ましい。流動液体に接触する内層を耐水性または耐油性の層とし、スリーブ１２０と接触する最外層に本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを用いることで、流動液体に対する耐久性を有すると同時に、スリーブ１２０に対する耐摩耗性を有することができる。

30

【００２６】

図３は、チューブ１１０の一実施形態の部分断面図である。

図３に示すチューブ１１０は、チューブの内面側に位置する内層１１１と、該内層１１１の径方向ＤＲ外側に隣接して、チューブ１１０の外周側に位置する最外層１１２とからなる２層構造を有する。

【００２７】

40

内層１１１と最外層１１２は、少なくとも一方が本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを含んでいればよく、両方に本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを含んでいてもよい。内層１１１と最外層１１２の両方に本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを用いる場合は、例えば、引張弾性率の異なる２種の本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを各々の層に用いればよい。

中でも、既述のように、流動液体に接触する内層を耐水性または耐油性の層とし、スリーブ１２０と接触する最外層に本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを用いることが好ましい。換言すると、最外層１１２が、内層１１１の径方向ＤＲ外側であって、チューブ１１０の最外側に配置されていることが好ましい。最外層１１２が、内層１１１の径方向ＤＲ外側に配置されることで、耐摩耗性に優れる最外層１１２がスリーブ１２０側からの負荷

50

に耐え、内層 1 1 1 が保護され、チューブ 1 1 0 全体としての強度が向上し、チューブ 1 1 0 の耐久性が更に向上する。

【 0 0 2 8 】

具体的には、内層 1 1 1 を、例えば、極性ゴムを含むゴム層とすることで、耐液性、特に、耐油性に優れ、例えば、作動流体が油であっても、高い耐久性を有する。

一方、最外層 1 1 2 を、本発明のアクチュエータ用加硫ゴムを含むゴム層とすることで、スリーブ 1 2 0 側からの負荷に耐え、例えば、スリーブ 1 2 0 と接触しても、高い耐久性を有する。

そのため、チューブ 1 1 0 が、内層 1 1 1 及び最外層 1 1 2 からなる 2 層以上の積層構造を有することで、繰り返し伸縮しても、高い耐液性と耐久性を兼ね備えた、アクチュエータを実現できる。

【 0 0 2 9 】

内層 1 1 1 に用いる極性ゴムとしては、特に限定されるものではないが、例えば、アクリロニトリル - ブタジエンゴム (N B R 、 「 ニトリルゴム 」 とも呼ぶ) 、水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴム (水素化 N B R 、 「 水素化ニトリルゴム 」 とも呼ぶ) 、クロロプレンゴム (C R) 、エピクロロヒドリンゴム等が挙げられる。これらの極性ゴムは、1 種単独で用いてもよいし、2 種以上をブレンドして用いてもよい。

【 0 0 3 0 】

内層 1 1 1 は、アクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび / または水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムを含むことが好ましい。アクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムは、前記極性ゴムの中でも、耐油性が特に高く、また、加工性が優れる。従って、内層 1 1 1 がアクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび / または水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムを含む場合、内層 1 1 1 の耐油性が更に向上する。また、アクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムは、ニトリル含量、すなわちアクリロニトリル単位の含有量が 2 0 質量 % ~ 5 0 質量 % であると、耐油性が更に高くなるため好ましい。アクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび / または水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムは、一般的に、アクリロニトリル単位の含有量が 2 5 質量 % 未満の低ニトリルタイプ、アクリロニトリルの含有量が 2 5 質量 % 以上 3 5 質量 % 未満の中ニトリルタイプ、アクリロニトリル単位の含有量が 3 5 質量 % 以上の高ニトリルタイプに分類される。

前記アクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび / または水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムは、アクリロニトリル単位の含有量が異なる 2 種類以上のアクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび / または水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムを含むことが好ましい。2 種類以上のアクリロニトリル - ブタジエンゴムおよび / または水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムを使用することで、所望のニトリル含量を容易に達成できる。

前記アクリロニトリル - ブタジエンゴム (N B R) 及び水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴム (水素化 N B R) の、内層 1 1 1 のゴム成分中の含有割合は、5 0 ~ 1 0 0 質量 % であることが好ましく、6 0 ~ 9 0 質量 % であることがより好ましい。

【 0 0 3 1 】

水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムは、アクリロニトリル - ブタジエンゴムに水素を添加したものである。水素化アクリロニトリル - ブタジエンゴムは、通常、アクリロニトリル - ブタジエンゴムと同様の耐油性を有し、かつアクリロニトリル - ブタジエンゴムに比較して耐熱性等が優れる点で好ましい。

【 0 0 3 2 】

クロロプレンゴムは、前記極性ゴム中でも、引張強さ、伸び等の機械的特性や加工性に優れる点で好ましい。

【 0 0 3 3 】

エピクロロヒドリンゴムは、前記極性ゴム中でも、耐オゾン性及び接着性に優れる点で好ましい。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

図 3 に示すチューブ 110 は、内層 111 と最外層 112 のみからなるが、内層 111 と最外層 112 との間に 1 層以上の中間層を備えていてもよい。中間層は、例えば、内層 111 と最外層 112 との接着性を向上する接着層等、種々の機能性成分を含む機能層が挙げられる。接着層には、内層 111 及び最外層 112 の性質に応じて適切な接着剤を用いればよく、例えば、株式会社東洋化学研究所製の「メタロック R - 17」等が好適に使用できる。

【0035】

また、本発明において、チューブ 110 の層厚は、アクチュエータの耐久性と動作長の観点から、1.0 ~ 15.0 mm であることが好ましい。チューブ 110 の層厚が 1.0 mm 以上であることで、チューブ 110 の耐久性に優れ、チューブ 110 の層厚が 15.0 mm 以下であることで、チューブ 110 の膨張性に優れ、入力応答性に優れる。また、チューブ 110 の直径（外径）は、目的とする用途に応じて、適宜選択できる。

10

なお、チューブ 110 の層厚は、チューブ 110 の総厚みを意味し、チューブ 110 が複層である場合は、全層合計の層厚を意味する。例えば、チューブ 110 が、図 3 に示す内層 111 と最外層 112 とからなる 2 層構造である場合、内層 111 と最外層 112 の径方向（D_R方向）の層厚を、チューブ 110 の層厚とする。

チューブ 110 の層厚は、アクチュエータの入力応答性と耐摩耗性をより向上する観点から、1.5 ~ 13.0 mm であることがより好ましい。

【0036】

チューブ 110 が複層構造である場合、内層 111 の総厚みは、チューブ 110 の総厚みの 10% ~ 90% であることが好ましく、20% ~ 80% の範囲が更に好ましく、また、最外層 112 の総厚みは、チューブ 110 の総厚みの 90% ~ 10% であることが好ましく、80% ~ 20% の範囲が更に好ましい。この場合、チューブ 110 の耐液性と耐久性が向上し、スリーブ 120 に対する耐摩耗性が更に向上する。

20

【0037】

スリーブ 120 は、円筒状であり、チューブ 110 の外周面を覆う。スリーブ 120 は、所定方向に配向されたコードを編み込んだ構造体であり、配向されたコードが交差することによって菱形の形状が繰り返されている。スリーブ 120 は、このような形状を有することによって、パンタグラフ変形し、チューブ 110 の収縮及び膨張を規制しつつ追従する。

30

【0038】

スリーブ 120 を構成するコード 121 としては、アラミド繊維（芳香族ポリアミド繊維）、ポリヘキサメチレンアジパミド（ナイロン 6, 6）繊維、ポリカプロラクタム（ナイロン 6）繊維等のポリアミド繊維、ポリエチレンテレフタレート（PET）繊維、ポリエチレンナフタレート（PEN）繊維等のポリエステル繊維、ポリウレタン繊維、レーヨン、アクリル繊維、ポリオレフィン繊維から選ばれる少なくとも 1 種の繊維材料からなる繊維コードを用いることが好ましい。これらの中でも、スリーブ 120 の強度の観点から、アラミド繊維からなるコードを用いることが特に好ましい。

但し、このような種類の繊維コードに限定されるものではなく、例えば、PBO（ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール）繊維などの高強度繊維や、極細のフィラメントによって構成される金属製のコードを用いてもよい。

40

【0039】

また、上述の繊維コードや金属製のコードは、その表面を、ゴムや、熱硬化性樹脂とラテックスとの混合物等で被覆してもよい。これらの材料でコードの表面が被覆されている場合、コードの耐久性を向上させつつ、コードの表面の摩擦係数を適度に低下させることができる。

なお、熱硬化性樹脂とラテックスとの混合物中の固形分率は、15 質量% 以上 50 質量% 以下が好ましく、20 質量% 以上 40 質量% 以下が更に好ましい。また、熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、レゾルシン樹脂、ウレタン樹脂等が挙げられ、ラテックスとしては、ビニルピリジン（VP）ラテックス、スチレン - ブタジエンゴム（SBR）ラテ

50

ックス、アクリロニトリル - ブタジエンゴム (N B R) ラテックス等が挙げられる。

【 0 0 4 0 】

なお、スリーブは単層構造であっても、複数層構造であってもよく、後者の場合は断面が同心円状になるよう積層されたものであっても、断面が渦巻き状になるよう巻きつけられた構造のものでもよい。

【 0 0 4 1 】

図 2 において、封止機構 2 0 0 は、アクチュエータ本体部 1 0 0 の軸方向 D A X における端部を封止する。封止機構 2 0 0 は、封止部材 2 1 0、係止リング 2 2 0 及びかしめ部材 2 3 0 によって構成される。

【 0 0 4 2 】

封止部材 2 1 0 は、胴体部 2 1 1 及び鏝部 2 1 2 を有する。封止部材 2 1 0 としては、ステンレス鋼などの金属を好適に用い得るが、このような金属に限定されず、硬質プラスチック材料などを用いてもよい。

【 0 0 4 3 】

胴体部 2 1 1 は、円管状であり、胴体部 2 1 1 には、作動流体が通過する通過孔 2 1 5 が形成される。通過孔 2 1 5 は、通過孔 4 1 0 (図 1 参照) に連通する。胴体部 2 1 1 には、チューブ 1 1 0 が挿通される。

【 0 0 4 4 】

鏝部 2 1 2 は、胴体部 2 1 1 に連なっており、胴体部 2 1 1 よりもアクチュエータ 1 0 の軸方向 D A X における端部側に位置する。鏝部 2 1 2 は、胴体部 2 1 1 よりも径方向 D R に沿った外径が大きい。鏝部 2 1 2 は、胴体部 2 1 1 に挿通されたチューブ 1 1 0 及び係止リング 2 2 0 を係止する。

【 0 0 4 5 】

胴体部 2 1 1 の外周面には、凹凸部 2 1 3 が形成される。凹凸部 2 1 3 は、胴体部 2 1 1 に挿通されたチューブ 1 1 0 の滑り抑制に寄与する。凹凸部 2 1 3 による凸部分が 3 つ以上形成されることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

また、胴体部 2 1 1 の鏝部 2 1 2 寄りの位置には、胴体部 2 1 1 よりも外径が小さい小径部 2 1 4 が形成される。

【 0 0 4 7 】

係止リング 2 2 0 は、スリーブ 1 2 0 を係止する。スリーブ 1 2 0 は、係止リング 2 2 0 を介して径方向 D R 外側に折り返されてもよい。

【 0 0 4 8 】

係止リング 2 2 0 の外径は、胴体部 2 1 1 の外径よりも大きい。係止リング 2 2 0 は、胴体部 2 1 1 の小径部 2 1 4 の位置においてスリーブ 1 2 0 を係止する。つまり、係止リング 2 2 0 は、胴体部 2 1 1 の径方向 D R 外側であって、鏝部 2 1 2 に隣接する位置において、スリーブ 1 2 0 を係止する。

【 0 0 4 9 】

係止リング 2 2 0 は、胴体部 2 1 1 よりも小さい小径部 2 1 4 に係止させるため、本実施形態では、二分割の形状としている。なお、係止リング 2 2 0 は、二分割に限らず、より多くの部分に分割してもよいし、一部の分割部分が回動可能に連結されていてもよい。

【 0 0 5 0 】

係止リング 2 2 0 としては、封止部材 2 1 0 と同様の金属や硬質プラスチック材料などを用いることができる。

【 0 0 5 1 】

かしめ部材 2 3 0 は、アクチュエータ本体部 1 0 0 を封止部材 2 1 0 と共にかしめる。かしめ部材 2 3 0 としては、アルミニウム合金、真鍮及び鉄などの金属を用いることができる。かしめ部材 2 3 0 には、かしめ用の治具によってかしめ部材 2 3 0 がかしめられると、図 1 に示したような圧痕 2 3 1 が形成される。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

< アクチュエータ用ゴム組成物 >

本発明のアクチュエータ用ゴム組成物は、ガラス転移温度が -85 以下のジエン系ゴムを 60 質量%以上 100 質量%未満含むゴム成分と、窒素吸着比表面積が $75 \sim 180 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、DBP 給油量が $100 \sim 140 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ であるカーボンブラックとを含み、前記カーボンブラックの含有量が、前記ゴム成分 100 質量部に対して $30 \sim 80$ 質量部であり、加硫ゴム特性として、 25 で 200% 伸長した時のモジュラス引張弾性率が 4.5 MPa 以上である。

以下、アクチュエータ用ゴム組成物を単に「ゴム組成物」と称することがある。

アクチュエータ用ゴム組成物が上記構成であることで、加硫ゴムは耐摩耗性に優れる。

かかる理由は定かではないが、次の理由によるものと推察される。

10

【0053】

-85 のジエン系ゴムを多く含むことで、摩耗粉が小さくなることで、一定量摩耗させるためには時間を要する上、引張弾性率を 4.5 MPa 以上とすることで、スリーブのゴムの食い込みが抑制されるものと推察される。

よって、アクチュエータ用ゴム組成物の加硫ゴムをアクチュエータ（特に、チューブ）に用いることで、アクチュエータはスリーブに対する耐摩耗性に優れると考えられる。

【0054】

〔ゴム成分〕

本発明ゴム組成物は、ガラス転移温度が -85 以下のジエン系ゴムを 60 質量%以上 100 質量%未満含むゴム成分を含有する。

20

ゴム成分が、ガラス転移温度が -85 以下のジエン系ゴムを 60 質量%以上含まないと、加硫ゴムが耐摩耗性に優れない。一方、ゴム成分中の当該ジエン系ゴムの含有量が 100 質量%であると、ゴム組成物の作業性が低下する。

加硫ゴムの耐摩耗性の観点から、ゴム成分中の、ガラス転移温度が -85 以下のジエン系ゴムの含有量は、 65 質量%以上であることが好ましく、 70 質量%以上であることがより好ましく、 75 質量%以上であることが更に好ましい。また、混練時の作業性（ゴムの纏まり性）の観点から、ゴム成分中の、ガラス転移温度が -85 以下のジエン系ゴムの含有量は、 95 質量%以下であることが好ましく、 90 質量%以下であることがより好ましい。

【0055】

30

ガラス転移温度（ T_g ）が -85 以下のジエン系ゴムとしては、ポリブタジエンゴム（BR； $T_g = -110 \sim -95$ ）が挙げられる。

ポリブタジエンゴムは、ブタジエン系単量体の重合体であれば特に制限されず、複数種のブタジエン系単量体を用いて製造したものでも構わない。

ブタジエン系単量体としては、例えば、 $1, 3$ -ブタジエン、 2 -メチル- $1, 3$ -ブタジエン）、 $2, 3$ -ジメチル- $1, 3$ -ブタジエン、 2 -クロロ- $1, 3$ -ブタジエンなどが挙げられる。

【0056】

ポリブタジエンゴムの重量平均分子量は、加硫ゴムの強度とゴム組成物の作業性の観点から、 40 万以上であることが好ましく、 45 万以上であることがより好ましい。上限は特に制限されないが、 200 万以下であることが好ましい。

40

なお、本願において重量平均分子量（ M_w ）は、テトラヒドロフランを溶媒とするゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）により標準ポリスチレン換算で求めたものである。

【0057】

ポリブタジエンゴムのガラス転移温度（ T_g ）は -65 以下であることが好ましく、 -90 以下であることがより好ましい。ポリブタジエンゴムの T_g の下限は特に制限されないが、通常、 -130 以上である。ポリブタジエンゴムの T_g は、示差走査熱量計（DSC）を用いて 20 /分の昇温速度で測定し、中点法にて算出したものである。

【0058】

50

ゴム成分は、更に、ガラス転移温度 (T_g) が -85 を超えるジエン系ゴムを含んでいてもよい。

T_g が -85 を超えるジエン系ゴムとしては、例えば、天然ゴム (NR ; $T_g = -79 \sim -69$)、ポリイソプレンゴム (IR ; $T_g = -79 \sim -69$)、スチレン-ブタジエン共重合体ゴム (SBR ; $T_g = -55$)、クロロプレンゴム (CR ; $T_g = -45 \sim -43$)、ブチルゴム (IIR ; $T_g = -75 \sim -67$)、ハロゲン化ブチルゴム ($Br-IIR$ 、 $Cl-IIR$)、アクリロニトリル-ブタジエンゴム (NBR ; $T_g = -50$) 等が挙げられる。

T_g が -85 を超えるジエン系ゴムは、以上の中でも、天然ゴム、及びポリイソプレンゴムが好ましく、天然ゴムがより好ましい。

T_g が -85 を超えるジエン系ゴムは、1種を単独で用いてもよいし、2種以上を用いてもよい。

【0059】

ゴム成分中の T_g が -85 を超えるジエン系ゴムの含有量は、加硫ゴムの耐摩耗性の観点から、5質量%以上であることが好ましく、10質量%以上であることがより好ましく、15質量%以上であることが更に好ましく、また、50質量%未満であることが好ましく、45質量%以下であることがより好ましい。

ゴム成分は、加硫ゴムの耐摩耗性の観点から、ブタジエンゴム及び天然ゴムを含むことが好ましく、ブタジエンゴム及び天然ゴムからなることがより好ましい。

【0060】

ゴム成分は、非ジエン系ゴムを含んでいてもよい。非ジエン系ゴムとしては、例えば、エチレンプロピレンゴム ($EPDM$ (EPM とも称する))、マレイン酸変性エチレンプロピレンゴム ($M-EPM$)、ブチルゴム (IIR)、イソブチレンと芳香族ビニル又はジエン系モノマーとの共重合体、アクリルゴム (ACM)、アイオノマー等が挙げられる。

【0061】

〔カーボンブラック〕

本発明のゴム組成物は、充填剤として、窒素吸着比表面積が $75 \sim 180 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、DBP給油量が $100 \sim 140 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ であるカーボンブラックを、ゴム成分100質量部に対して30～80質量部含む。

以下「窒素吸着比表面積が $75 \sim 180 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、DBP給油量が $100 \sim 140 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ であるカーボンブラック」を、「本発明のカーボンブラック」と称することがある。

ゴム組成物中の本発明のカーボンブラックの含有量が、ゴム成分100質量部に対して30質量部未満であると、加硫ゴムが耐摩耗性に優れず、80質量部を超えると、混練時の作業性が悪化する。

ゴム組成物中の本発明のカーボンブラックの含有量は、加硫ゴムの耐摩耗性をより向上する観点から、ゴム成分100質量部に対して30～70質量部であることが好ましく、40～70質量部であることがより好ましく、50～70質量部であることが更に好ましい。

【0062】

カーボンブラックの窒素吸着比表面積が $75 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満であると、加硫ゴムが耐摩耗性に優れない。窒素吸着比表面積が $180 \text{ m}^2/\text{g}$ を超えると、ゴム組成物のムーニー粘度が高まり、作業性に優れない。加硫ゴムの耐摩耗性をより向上しつつ、ゴム組成物の作業性をより向上する観点から、カーボンブラックの窒素吸着比表面積は、 $85 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましく、 $95 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることがより好ましく、 $100 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが更に好ましい。また、同様の観点から、カーボンブラックの窒素吸着比表面積は、 $170 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることが好ましく、 $160 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることがより好ましく、 $150 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることが更に好ましい。

窒素吸着比表面積 (N_2SA) は、ASTM-D3037-86に記載の方法により測定することができる。

【 0 0 6 3 】

カーボンブラックのDBP給油量が $100\text{ cm}^3 / 100\text{ g}$ 未満であると、加硫ゴム特性として、また、加硫ゴムが耐摩耗性に優れない。DBP給油量が $140\text{ cm}^3 / 100\text{ g}$ を超えるとゴム組成物のムーニー粘度が高まり、作業性に優れない。加硫ゴムの耐摩耗性をより向上しつつ、ゴム組成物の作業性をより向上する観点から、カーボンブラックのDBP給油量は、 $105 \sim 135\text{ g / kg}$ であることが好ましく、 $110 \sim 130\text{ g / kg}$ であることがより好ましい。

DBP（ジブチルフタレート）吸油量は、ASTM - D - 3493に記載の方法により測定され、カーボンブラック 100 g 当りに吸収されるジブチルフタレート（DBP）の体積 cm^3 で表示される。

10

【 0 0 6 4 】

本発明のカーボンブラックは、加硫ゴムの耐摩耗性、並びに、アクチュエータの入力応答性をより向上する観点から、ヨウ素吸着量（IA）が $100 \sim 170\text{ g / kg}$ であることが好ましく、 $110 \sim 150\text{ g / kg}$ であることがより好ましく、 $115 \sim 140\text{ g / kg}$ であることが更に好ましい。

ヨウ素吸着量は、JIS K 6221 - 1982に準拠した方法により測定することができる。

以上のような物性を満足するカーボンブラックとしては、例えば、SAF、ISAFなどが挙げられ、特にISAFが好ましい。これらを1種単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

20

【 0 0 6 5 】

（他の充填剤）

本発明のゴム組成物は、他の充填剤を含んでいてもよいが、加硫ゴムの耐摩耗性、並びに、全充填剤中の本発明のカーボンブラックの含有量は、50質量%を超えることが好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、90質量%以上であることが更に好ましく、100質量%であることが特に好ましい。

他の充填剤としては、本発明のカーボンブラック以外のカーボンブラック；シリカ、アルミナ、ジルコニア、チタニア等の金属酸化物；水酸化アルミニウム等が挙げられる。

他の充填剤を用いる場合は、上記の中でもシリカが好ましく、具体的には、湿式シリカ、焼成シリカ、沈降シリカ、粉碎シリカ、熔融シリカ、無水微粉ケイ酸、含水微粉ケイ酸、含水ケイ酸アルミニウム、含水ケイ酸カルシウム等、シランカップリング剤などで表面処理を施した特殊シリカなど、用途に応じて使用することができる。シリカは、湿式シリカを用いることが好ましい。

30

本発明のゴム組成物がシリカを含む場合、本発明のゴム組成物は更にシランカップリング剤を含んでいてもよい。

【 0 0 6 6 】

〔硫黄〕

本発明のゴム組成物は、硫黄を含有する。

加硫ゴムの耐摩耗性を向上する観点から、本発明のゴム組成物は、ゴム成分100質量部に対して、0.8質量部を超え1.8質量部以下の硫黄を含むことが好ましい。

40

ゴム組成物中の硫黄の含有量がゴム成分100質量部に対して0.8質量部を超えることで、加硫ゴム特性として、25で200%伸長した時のモジュラス引張弾性率を4.5MPa以上とし易く、また、加硫ゴムの耐摩耗性を高めることができる。ゴム組成物中の硫黄の含有量がゴム成分100質量部に対して1.8質量部以下であることで、硫黄のブルームを抑制することができる。

本発明のゴム組成物中の硫黄の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、1.2～1.8質量部であることがより好ましく、1.4～1.7質量部であることが更に好ましい。

【 0 0 6 7 】

〔加硫促進剤〕

本発明のゴム組成物は、加硫促進剤を含有する。

50

加硫ゴムの耐摩耗性を向上する観点から、本発明のゴム組成物は、ゴム成分 100 質量部に対して 0.7 ~ 1.8 質量部の加硫促進剤を含むことが好ましい。

ゴム組成物中の加硫促進剤の含有量がゴム成分 100 質量部に対して 0.7 質量部以上であることで、加硫ゴム特性として、25 で 200 % 伸長した時のモジュラス引張弾性率を 4.5 MPa 以上とし易く、また、加硫ゴムの耐摩耗性を高めることができる。ゴム組成物中の加硫促進剤の含有量がゴム成分 100 質量部に対して 1.8 質量部以下であることで、加硫速度を容易に調整することができる。

本発明のゴム組成物中の加硫促進剤の含有量は、ゴム成分 100 質量部に対して、0.8 ~ 1.5 質量部であることがより好ましく、0.8 ~ 1.3 質量部であることが更に好ましい。

10

【0068】

加硫促進剤としては特に制限されないが、例えば、アルデヒド・アンモニア系、グアニジン系、チオウレア系、チアゾール系、スルフェンアミド系、チウラム系、ジチオカルバミン酸塩系等の加硫促進剤が挙げられる。これらの中で、特に、スルフェンアミド系の加硫促進剤が好ましい。

アルデヒド・アンモニア系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、ヘキサメチレンテトラミン(H)等が挙げられる。

グアニジン系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、ジフェニルグアニジン等が挙げられる。

チオウレア系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、エチレンチオウレア等が挙げられる。

20

チアゾール系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、ジベンゾチアジルジスルフィド(DM)、2-メルカプトベンゾチアゾール及びそのZn塩等が挙げられる。

スルフェンアミド系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド(CZ)、N-t-ブチル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド(NS)等が挙げられる。

チウラム系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、テトラメチルチウラムジスルフィド(TMTD)、ジペンタメチレンチウラムテトラスルフィド等が挙げられる。

ジチオカルバミン酸塩系加硫促進剤としては、具体的には、例えば、Na-ジメチルジチオカーバメート、Zn-ジメチルジチオカーバメート、Te-ジエチルジチオカーバメート、Cu-ジメチルジチオカーバメート、Fe-ジメチルジチオカーバメート、ピペコリンピペコリルジチオカーバメート等が挙げられる。

30

加硫促進剤は、1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

【0069】

本発明のゴム組成物は、加硫促進剤と硫黄との合計量がゴム成分 100 質量部に対して 1.5 質量部よりも多い。すなわち、ゴム組成物中の硫黄の含有量(s)と、加硫促進剤の含有量(a)との合計量(s+a)が、ゴム成分 100 質量部に対して $1.5 < s + a$ (質量部) の関係を満たす。

s+aが1.5質量部を超えることで、25 で 200 % 伸長した時のモジュラス引張弾性率を 4.5 MPa 以上とすることができ、加硫ゴムの耐摩耗性に優れる。s+aは1.0質量部以上であることが好ましい。

40

過加硫時にリバーションの発生を抑制でき、加硫ゴム特性として、25 で 200 % 伸長した時のモジュラス引張弾性率を 4.5 MPa 以上とし易く、加硫ゴムの耐摩耗性を向上する観点から、ゴム組成物中の硫黄の含有量(s)と、加硫促進剤の含有量(a)との質量比(s/a比)は、0.95以上3.0以下であることが好ましい。同様の観点から、s/a比は1.1~2.5であることがより好ましく、1.3~2.0であることが更に好ましい。

【0070】

本発明のゴム組成物は、上記成分とともに、必要に応じて、ゴム工業界で通常使用される配合剤、例えば、軟化剤、ステアリン酸、亜鉛華、老化防止剤等を、本発明の目的を害

50

しない範囲内で適宜選択して含有していてもよい。

【 0 0 7 1 】

本発明のゴム組成物は、 T_g が -85 以下のジエン系ゴム、本発明のカーボンブラック、硫黄、加硫促進剤等の各成分を配合して、バンバリーミキサー、ロール、インターナルミキサー等の混練機を用いて混練することによって、製造することができる。本発明のゴム組成物の製造で配合する各成分は、本発明のゴム組成物中の各成分の含有量として示した量を配合量として配合することが好ましい。

各成分の混練は、全一段階で行ってもよいし、二段階以上に分けて行ってもよい。

【 0 0 7 2 】

< アクチュエータ用加硫ゴム >

10

本発明のアクチュエータ用ゴム組成物を加硫することにより、アクチュエータ用加硫ゴムが得られる。本発明のアクチュエータ用ゴム組成物は、加硫ゴム特性として、 25 で 200% 伸長した時のモジュラス引張弾性率が 4.5 MPa 以上であり、従って、本発明のアクチュエータ用加硫ゴムは、 25 で 200% 伸長した時のモジュラス引張弾性率が 4.5 MPa 以上である。

加硫ゴムの 25 で 200% 伸長した時のモジュラス引張弾性率 (M_{200}) が 4.5 MPa 以上であることで、アクチュエータは、アクチュエータ本体部に高い圧力が掛かる油圧駆動にも耐え得る高い耐久性を有する。

加硫ゴムの 25 で 200% 伸長した時のモジュラス引張弾性率 (M_{200}) は、スリーブに対する耐摩耗性をより向上する観点から、 $4.5 \sim 8.5 \text{ MPa}$ であることが好ましく、 $5.5 \sim 7.5 \text{ MPa}$ であることがより好ましい。また、加硫ゴムの 25 で 300% 伸長した時のモジュラス引張弾性率 (M_{300}) は、スリーブに対する耐摩耗性をより向上する観点から、 8.0 MPa 以上であることが好ましい。

20

加硫ゴムは、本発明のゴム組成物を、例えば、 $140 \sim 200$ の加硫温度で加硫することにより得られる。また、加硫時間としては、例えば、 $5 \sim 60$ 分が挙げられる。

【 実施例 】

【 0 0 7 3 】

以下、実施例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、これらの実施例は、本発明の例示を目的とするものであり、本発明を何ら限定するものではない。

【 0 0 7 4 】

30

< ゴム組成物の調製及び加硫ゴム試験片の作製 >

表 1 の配合に従って各成分を配合し、バンバリーミキサーで混練りしてゴム組成物を調製した。

得られたゴム組成物を 3 インチロールにより押出し、さらに加硫プレスすることにより、幅 75 mm 、長さ 150 mm 、厚さ 2 mm の加硫ゴム試験片を作製した。

【 0 0 7 5 】

表 1 中の成分の詳細は次のとおりである。

(1) ゴム成分

- ・NR：天然ゴム、RSS # 4
- ・BR：ポリブタジエンゴム、宇部興産（株）製、商品名「UBE POL-BR 150 L」

40

【 0 0 7 6 】

(2) カーボンブラック

- ・カーボンブラック 1：窒素吸着表面積 (N_2SA)： $119 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、DBP 吸油量： $114 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$
- ・カーボンブラック 2：窒素吸着表面積 (N_2SA)： $29 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、DBP 吸油量： $9 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$

(3) ステアリン酸：新日本理化（株）製、商品名「ステアリン酸 50 S」

(4) 酸化亜鉛：東邦亜鉛（株）製、商品名「銀嶺 SR」

(5) ワックス：精工化学（株）製、商品名「サントイト S」

(6) 老化防止剤：N - (1 , 3 - ジメチルブチル) - N' - フェニル - p - フェニレンジ

50

アミン、住友化学（株）製、商品名「ANTIGENE 6 C」

（７）加硫促進剤：NS、N - t e r t - ブチル - 2 - ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、大内新興化学工業（株）製、商品名「ノクセラーNS - F」

（８）硫黄：鶴見化学工業（株）製、商品名「サルファックス５」

【００７７】

<アクチュエータの作製>

（１）実施例３については、下記のとおりアクチュエータを作製した。

１．チューブの作製

得られたゴム組成物を押出し成形機で加工することにより、長さ３００mmの円筒形状の単層チューブを作製した。

【００７８】

２．スリーブの作製

原系として、２２００d t e xのアラミド繊維を２本用い、１２回／１０cmの下撚りをかけ、更に１２回／１０cmの上撚りをかけて、直径０．７mmのアラミド繊維コードを作製した。該アラミド繊維コード６４本を編み込んで作製した網目状のスリーブを用意した。このスリーブは、横断面において円周上にアラミド繊維コードが６４本観察される網目状筒状体であった。具体的には、このスリーブは、等間隔、平行かつ螺旋状に配置された３２本のアラミド繊維コードと、この３２本のアラミド繊維コードと斜交するとともに、等間隔、平行かつ螺旋状に配置された他の３２本のアラミド繊維コードとが交互に編み込まれてなる網目状筒状体であり、各コードのスリーブの軸方向に対する角度は２５度であった。

【００７９】

３．アクチュエータの作製

前記チューブと前記網目状のスリーブとを用いて、図１及び図２に示す構造のアクチュエータを作製した。なお、封止機構２００と封止機構３００との間の長さは２５０mmである。アクチュエータに組み込まれたチューブの作動油としては、コスモスーパーエポック株式会社製ＵＦ４６を用いた。

なお、入力応答性に問題ないことを確認した。

【００８０】

（２）実施例１、２、４、５及び比較例１～６については、下記のとおりアクチュエータを作製する。

１．チューブの作製

得られたゴム組成物を押出し成形機で加工することにより、長さ３００mmの円筒形状の単層チューブを作製する。

【００８１】

２．スリーブの作製

原系として、２２００d t e xのアラミド繊維を２本用い、１２回／１０cmの下撚りをかけ、更に１２回／１０cmの上撚りをかけて、直径０．７mmのアラミド繊維コードを作製する。該アラミド繊維コード６４本を編み込んで作製した網目状のスリーブを用意する。このスリーブは、横断面において円周上にアラミド繊維コードが６４本観察される網目状筒状体である。具体的には、このスリーブは、等間隔、平行かつ螺旋状に配置された３２本のアラミド繊維コードと、この３２本のアラミド繊維コードと斜交するとともに、等間隔、平行かつ螺旋状に配置された他の３２本のアラミド繊維コードとが交互に編み込まれてなる網目状筒状体であり、各コードのスリーブの軸方向に対する角度は２５度である。

【００８２】

３．アクチュエータの作製

前記チューブと前記網目状のスリーブとを用いて、図１及び図２に示す構造のアクチュエータを作製する。なお、封止機構２００と封止機構３００との間の長さは２５０mmである。アクチュエータに組み込まれたチューブの作動油としては、コスモスーパーエポッ

10

20

30

40

50

ク株式会社製UF46を用いる。

【0083】

<評価>

1. 引張応力(M200)

加硫ゴム試験片をダンベル状8号形の試験片に加工し、JIS K 6251(2017年)に基づき、測定温度25℃で200%伸長した時のモジュラス引張弾性率を求めた。

【0084】

2. 耐摩耗性

加硫ゴム試験片について、ランボーン式摩耗試験機を用い、室温におけるスリップ率60%での摩耗量を測定した。

実施例2の加硫ゴム試験片の摩耗量の逆数を100として指数表示した。指数値が大きい程、摩耗量が少なく、耐摩耗性に優れることを示す。

【0085】

3. 作業性

調製したゴム組成物について、JIS-K6300-1:2001に準拠して、ムーニー粘度計(モンサント社製RPA)によって、L型ローターを用い、130℃の条件下で、ゴム組成物のムーニー粘度[ML₁₊₄/130℃]を測定した。

ゴム組成物のムーニー粘度の値は、実施例2の値を100として各実施例及び比較例の指数化し、下記基準にて評価した。

(評価基準)

○: 指数が100以上であり、ゴム組成物の流れ性が良く、作業性に優れる。

×: 指数が100未満であり、ゴム組成物の流れ性が悪く、作業性に優れない。

【0086】

10

20

30

40

50

【表 1】

表 1		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
	部	20	30	30	30	40	60	40	40	40	0	40
	部	80	70	70	70	60	40	60	60	60	100	60
カーボンブラック1 (N2SA:119,DBP:114)	部	50	30	50	70	50	50	20	—	90	50	50
カーボンブラック2 (N2SA:29,DBP:89)	部	—	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—
ステアリン酸	部	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
酸化亜鉛	部	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
ワックス	部	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤	部	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
加硫促進剤 (a)	部	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4
硫黄 (s)	部	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.1
硫黄と加硫促進剤 合計量 (s+a)	部	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	1.5
s/a比	—	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.07
引張応力(M200)	MPa	5.5	5.5	6.0	6.5	6.5	7.0	5.5	5.5	8.5	5.0	1.5
耐摩耗性	—	125	100	110	115	107	90	75	75	105	130	60
作業性	—	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○

【0087】

表 1 からわかるように、ゴム成分が、ガラス転移温度が - 85 以下のジエン系ゴムを 60 質量% 以上含まない比較例 1 のゴム組成物、ゴム組成物中の本発明のカーボンブラックの含有量がゴム成分 100 質量部に対して 30 ~ 80 質量部でない比較例 3 のゴム組成物は、加硫ゴムの耐摩耗性に優れない。更に、比較例 3 のゴム組成物は、ムーニー粘度が高く、作業性に優れない。

一方、実施例のゴム組成物は、加硫ゴムの耐摩耗性に優れることがわかる。

【符号の説明】

【0088】

10

20

30

40

50

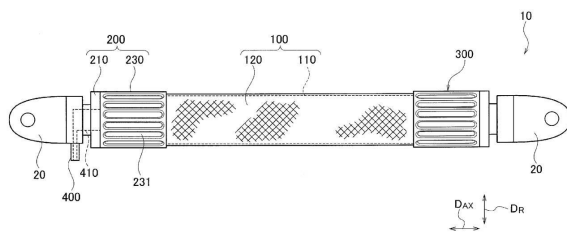
10 : アクチュエータ
 20 : 連結部
 100 : アクチュエータ本体部
 110 : チューブ
 111 : 内層
 112 : 最外層
 120 : スリーブ
 200 : 封止機構
 210 : 封止部材
 211 : 胴体部
 212 : 鍔部
 213 : 凹凸部
 214 : 小径部
 215 : 通過孔
 220 : 係止リング
 230 : かしめ部材
 231 : 圧痕
 300 : 封止機構
 400 : フィッティング
 410 : 通過孔
 DAX : 軸方向
 DR : 径方向

10

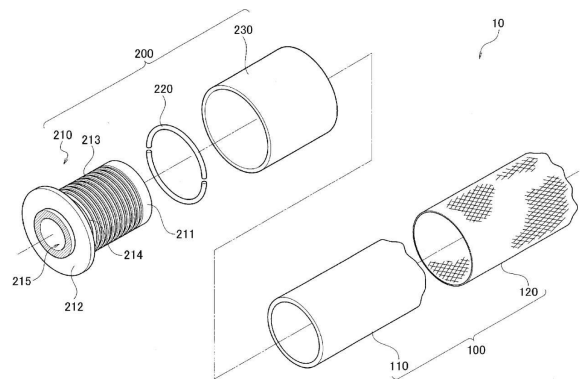
20

【図面】

【図 1】



【図 2】

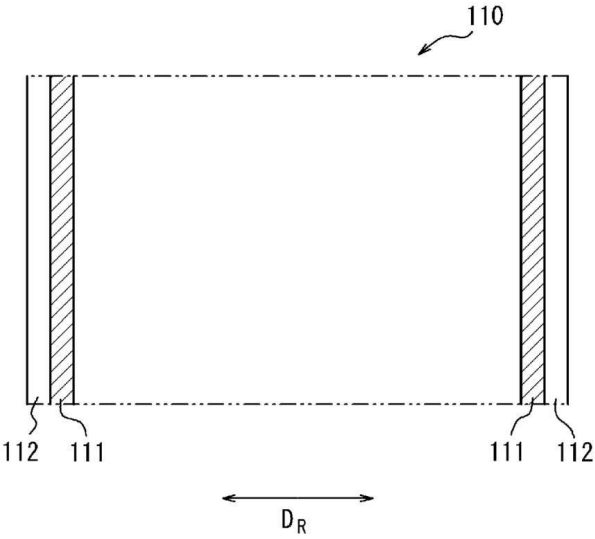


30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭 6 0 - 1 3 9 9 0 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 1 6 3 5 5 2 (W O , A 1)
特開昭 6 3 - 0 5 4 4 5 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 0 8 4 1 2 3 (W O , A 1)
山下晋三, ポリブタジエンの一般特性, 日本ゴム協会誌, [online], 1963年, 第36巻, 第1
0号, pp.883-909, Retrieved from the Internet: http://www.jstage.jst.go.jp/article/gomu1944/36/10/36_10_883/_pdf
シーストのデータシート, 東海カーボン株式会社, [online], 2022年04月21日, Retrieved
from the Internet: http://www.tokaicarbon.co.jp/products/carbon_b/pdf/SEAST.pdf
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
C 0 8 L , C 0 8 K , F 1 5 B