

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月3日(03.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/004034 A1

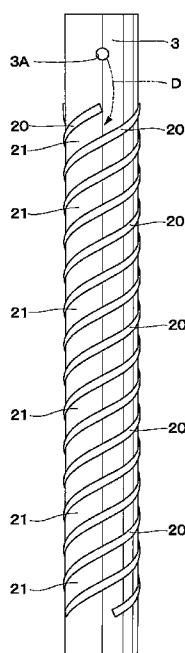
- (51) 国際特許分類:
F16F 9/32 (2006.01) *F16F 9/53* (2006.01)
F16F 9/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/023545
- (22) 国際出願日: 2018年6月21日(21.06.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-126107 2017年6月28日(28.06.2017) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: フンケ ヨアヒム (FUNKE, Joachim); 85445 テクノパーク I V、ロウストラッセ 28、シュバイクーオーバーディング、ヒタチオートモティブシステムズヨーロップゲーエムペーハー内 Schwaig-Oberding (DE). ブル

ーンズ マティアス (BRUNS, Matthias); 85445 テクノパーク I V、ロウストラッセ 28、シュバイクーオーバーディング、ヒタチオートモティブシステムズヨーロップゲーエムペーハー内 Schwaig-Oberding (DE). ジョンストン ルシアン (JOHNSTON, Lucien); 85445 テクノパーク I V、ロウストラッセ 28、シュバイクーオーバーディング、ヒタチオートモティブシステムズヨーロップゲーエムペーハー内 Schwaig-Oberding (DE). カーマン トーマス (KAHMANN, Thomas); 85445 テクノパーク I V、ロウストラッセ 28、シュバイクーオーバーディング、ヒタチオートモティブシステムズヨーロップゲーエムペーハー内 Schwaig-Oberding (DE).

(74) 代理人: 小野 新次郎, 外 (ONO, Shinjiro et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル206区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: CYLINDER DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING CYLINDER DEVICE

(54) 発明の名称: シリンダ装置およびシリンダ装置の製造方法



(57) Abstract: Sealed in a shock absorber is a working fluid 2 of which the fluid viscosity changes due to an electric field, and a piston rod is inserted through the shock absorber. The shock absorber has: an inner tube and electrode tube provided to the outer side of the inner tube, these tubes being electrodes having mutually different potentials; and a dividing wall that extends in a helical formation from one axial end side to the other end side between the inner tube and the electrode tube, and that forms a flow channel through which the working fluid flows. In the outer peripheral side of the inner tube is formed a recessed groove part, which extends in a helical formation from one axial end side toward the other end side and of which at least the bottom part is a rough surface. The dividing wall is fixed to the groove part.

(57) 要約: 緩衝器には、電界により流体の粘性が変化する作動流体2が封入され、内部にピストンロッドが挿入されている。緩衝器は、互いに異なる電位の電極となる内筒および該内筒の外側に設けられる電極筒と、内筒と電極筒との間を軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延び作動流体が流動する流路を形成する隔壁とを有している。内筒の外周側には、軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延び少なくとも底部が粗面となった凹状の溝部が形成されている。隔壁は、溝部に固着されている。



(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： シリンダ装置およびシリンダ装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば自動車、鉄道車両等の車両の振動を緩衝するのに好適に用いられるシリンダ装置およびシリンダ装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、自動車等の車両には、車体（ばね上）側と各車輪（ばね下）側との間に油圧緩衝器に代表されるシリンダ装置が設けられている。ここで、特許文献1には、作動流体として電気粘性流体を用いたダンパ（緩衝器）において、内筒と電極筒（中間筒）との間に螺旋状の流路形成部材を設け、この流路形成部材間を電気粘性流体の流路とした構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2014／135183号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、流路形成部材は、内筒の外周側に巻付けるようにして接着（溶着）させている。この場合、流路形成部材は、内筒を電極筒内に圧入するときに剥がれないように内筒に接着させなければならないので、手間がかかりシリンダ装置の生産性が低下する虞がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の目的は、内筒と流路形成部材との接着強度を向上させると共に、生産性を向上したシリンダ装置およびシリンダ装置の製造方法を提供することにある。

[0006] 本発明の一実施形態に係るシリンダ装置は、
電界により流体の性状が変化する電気粘性流体が封入され、該シリンダ装置内部にはロッドが挿入できるシリンダ装置であって、

互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と前記外筒電極との間に、前記軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延びる流路形成部材であって、前記電気粘性流体が流動する流路を形成する前記流路形成部材と、

を有し、

前記内筒電極の外周側には、該内筒電極の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部が形成されており、該凹状の溝部のうち少なくとも底部が粗面となっており、

前記流路形成部材は、前記溝部に固着されている。

[0007] また、本発明の一実施形態に係るシリンダ装置の製造方法を提供するものである。

前記シリンダ装置の製造方法の該シリンダ装置は、

互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と前記外筒電極との間に、前記軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延びる流路形成部材であって、電気粘性流体が流動する流路を形成する流路形成部材と、を備え、

前記シリンダ装置の製造方法は、

前記内筒電極の外周面に、該内筒電極の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部を形成する溝部形成工程と、

前記溝部のうち少なくとも底部を粗面に形成する粗面形成工程と、

前記内筒電極の外周側で前記内筒電極の前記溝部に対応する位置に凹部が形成された上型を嵌め込み、前記溝部と前記凹部との間に溶融した流路形成部材の素材を注入して前記溝部に前記流路形成部材を固着させるモールド工程と、

前記溝部に固着された前記流路形成部材を有する前記内筒電極を前記外筒電極の内部に圧入する圧入工程と、を有している。

また、本発明は、互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、前記内筒電極と該外筒電極との間を軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延び電気粘性流体が流動する流路を形成する流路形成部材と、が備えられたシリンダ装置の製造方法であって、前記内筒電極の外周側または前記外筒電極の内周側に、前記流路形成部材が接合して設けられる接合工程と、前記外筒電極に前記内筒電極を挿入する圧入工程と、その後、前記内筒電極、前記流路形成部材、前記外筒電極を加熱する熱処理工程と、を有している。

[0008] 本発明の一実施形態によれば、内筒と流路形成部材との接着強度を向上させることができると共に、シリンダ装置の生産性を向上することができる。

また、別の効果としては、熱処置行程により流路形成部材の歪を低下させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態によるシリンダ装置としての緩衝器を示す縦断面図。

[図2]隔壁が固着された内筒を示す正面図。

[図3]図2中の内筒から隔壁を取外した状態を示す正面図。

[図4]溝部形成工程により螺旋状の溝部が形成された内筒の上端側を拡大して示す斜視図。

[図5]粗面形成工程により図4中の溝部に粗面を形成する状態を示す斜視図。

[図6]モールド工程により内筒に4分割された上型を嵌め込む状態を示す斜視図。

[図7]モールド工程により液状の樹脂材料を内筒の溝部と上型の凹部との間に注入する状態を示す斜視図。

[図8]圧入工程により隔壁が固着された内筒の下端側を電極筒の上端側から圧入する状態を示す斜視図。

[図9]熱処理工程により内筒、隔壁、電極筒に加熱する状態を示す正面図。

[図10]内筒と電極筒との間に流路を形成する製造工程を示す流れ図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態によるシリンダ装置について、4輪自動車等の車両に設けられる緩衝器に適用した場合を例に挙げ、図1ないし図10に従って説明する。

[0011] 図1において、シリンダ装置としての緩衝器1は、内部に封入する作動油等の作動流体2として機能性流体（即ち、電気粘性流体）を用いた減衰力調整式の油圧緩衝器（セミアクティブダンパ）として構成されている。緩衝器1は、例えば、コイルばねからなる懸架ばね（図示せず）と共に、車両用のサスペンション装置を構成する。なお、以下の説明では、緩衝器1の軸方向の一端側を「上端」側とし、軸方向の他端側を「下端」側として記載するが、緩衝器1の軸方向の一端側を「下端」側とし、軸方向の他端側を「上端」側としてもよい。

[0012] 緩衝器1は、内筒3、外筒4、ピストン6、ピストンロッド9、ボトムバルブ13、および電極筒18等を含んで構成されている。内筒3は、軸方向に延びる円筒状の筒体として形成され、内部に機能性流体である作動流体2が封入されている。また、内筒3の内部には、ピストンロッド9が挿入されている。内筒3の外側には、外筒4および電極筒18が設けられている。なお、本実施の形態では、内筒3を内筒電極としており、電極筒18を外筒電極としている。

[0013] 内筒3は、下端側がボトムバルブ13のバルブボディ14に嵌合して取付けられており、上端側は、ロッドガイド10に嵌合して取付けられている。内筒3には、電極間通路19に常時連通する油穴3Aが、径方向の横孔として周方向に離間して複数（例えば、4個）形成されている。即ち、内筒3内のロッド側油室Bは、4個の油穴3Aによって電極間通路19と連通している。

[0014] ここで、図3に示すように、内筒3から隔壁20を取外した状態では、内筒3の外周側には軸方向の一端側（上端側）から他端側（下端側）に向けて螺旋状に延びる4本の溝部3Bが形成されている。そして、図2に示すように、これら溝部3Bには、後述する4本の隔壁20がそれぞれ固着されてい

る。各溝部 3 B は、例えばローレット加工、フライス加工等により内筒 3 の外周面に凹状に形成される。各溝部 3 B は、各隔壁 2 0 を内筒 3 の外周側に形成するときのモールド工程において、隔壁 2 0 の素材である溶融した樹脂材料 2 0 A（図 7 にのみ図示）を保持するためのものである。

[0015] また、各溝部 3 B は、少なくとも底部 3 B 1 を例えばプラズマ照射することにより粗面として形成している（図 5 参照）。溝部 3 B の底部 3 B 1 にプラズマ照射することにより、例えば底部 3 B 1 の表面層を $0.1 \mu\text{m}$ 以下で粗く変化（改質）させることができるので、内筒 3 の強度、変形等の影響を可及的に小さくすることができる。なお、溝部 3 B の底部 3 B 1 に粗面を形成する場合に限らず、溝部 3 B の全体を粗面として形成してもよい。溝部 3 B に粗面を形成することにより、隔壁 2 0 の溝部 3 B に対する接着強度を向上させることができる。

[0016] 外筒 4 は、緩衝器 1 の外殻をなすもので、円筒体として形成されている。外筒 4 は、内筒 3 および電極筒 1 8 の外周に設けられており、該電極筒 1 8 との間に電極間通路 1 9 と連通するリザーバ室 A を形成している。この場合、外筒 4 は、その下端側がボトムキャップ 5 により溶接手段等を用いて閉塞された閉塞端となっている。ボトムキャップ 5 は、ボトムバルブ 1 3 のバルブボディ 1 4 と共にベース部材を構成している。

[0017] 外筒 4 の上端側は、開口端となっている。外筒 4 の開口端側には、例えば、かしめ部 4 A が径方向内側に屈曲して形成されている。かしめ部 4 A は、シール部材 1 2 の環状板体 1 2 A の外周側を抜け止め状態で保持している。

[0018] ここで、内筒 3 と外筒 4 はシリンダを構成し、該シリンダ内には、作動流体 2 が封入されている。実施形態では、シリンダ内に充填（封入）される流体、即ち、作動油となる作動流体 2 として、機能性流体の一種である電気粘性流体（ERF : Electro Rheological Fluid）を用いている。なお、図 1 および図 2 では、封入されている作動流体 2 を無色透明で表している。

[0019] 電気粘性流体は、電界（電圧）により性状が変化する流体（機能性流体）である。即ち、電気粘性流体は、印加される電圧に応じて粘度が変化し、流

通抵抗（減衰力）が変化するものである。電気粘性流体は、例えば、シリコンオイル等からなる基油（ベースオイル）と、該基油に混ぜ込まれ（分散され）電界の変化に応じて粘性を可変にする粒子（微粒子）とにより構成されている。

[0020] 後述するように、緩衝器 1 は、内筒 3 と電極筒 18 との間の電極間通路 19 内に電界を発生させ、該電極間通路 19 を通過する電気粘性流体の粘度を制御することで、発生減衰力を制御（調整）する構成となっている。なお、実施形態では機能性流体として電気粘性流体（ER 流体）を例に挙げて説明するが、例えば、機能性流体として、磁界により流体の性状が変化する磁性流体（MR 流体）を用いてもよい。

[0021] 内筒 3 と外筒 4 との間、より具体的には、電極筒 18 と外筒 4 との間には、リザーバとなる環状のリザーバ室 A が形成されている。リザーバ室 A 内には、作動流体 2 と共に作動気体となるガスが封入されている。このガスは、大気圧状態の空気であってもよく、また圧縮された窒素ガス等の気体を用いてもよい。リザーバ室 A 内のガスは、ピストンロッド 9 の縮小（縮み行程）時に、当該ピストンロッド 9 の進入体積分を補償すべく圧縮される。

[0022] ピストン 6 は、内筒 3 内に摺動可能に設けられている。ピストン 6 は、内筒 3 内を第 1 室となるロッド側油室 B と第 2 室となるボトム側油室 C とに分けている。ピストン 6 には、ロッド側油室 B とボトム側油室 C とを連通可能とする油路 6 A、6 B がそれぞれ複数個、周方向に離間して形成されている。

[0023] ここで、実施形態による緩衝器 1 は、ユニフロー構造となっている。このため、内筒 3 内の作動流体 2 は、ピストンロッド 9 の縮み行程と伸び行程との両行程で、ロッド側油室 B（即ち、内筒 3 の油穴 3 A）から電極間通路 19 に向けて常に一方向（即ち、図 1 中に二点鎖線で示す矢印 D の方向）に流通する。

[0024] このようなユニフロー構造を実現するため、ピストン 6 の上端面には、例えば、ピストンロッド 9 の縮小行程（縮み行程）でピストン 6 が内筒 3 内を

下向きに摺動変位するときには開弁し、これ以外のときには閉弁する縮み側逆止弁 7 が設けられている。縮み側逆止弁 7 は、ボトム側油室 C 内の油液（作動流体 2）がロッド側油室 B に向けて各油路 6 A 内を流通するのを許し、これとは逆向きに油液が流れるのを阻止する。即ち、縮み側逆止弁 7 は、ボトム側油室 C からロッド側油室 B への作動流体 2 の流通のみを許容する。

[0025] ピストン 6 の下端面には、例えば、伸長側のディスクバルブ 8 が設けられている。伸長側のディスクバルブ 8 は、ピストンロッド 9 の伸長行程（伸び行程）でピストン 6 が内筒 3 内を上向きに摺動変位するとき、ロッド側油室 B 内の圧力がリリーフ設定圧を越えると開弁し、このときの圧力を、各油路 6 B を介してボトム側油室 C 側にリリーフする。

[0026] ロッドとしてのピストンロッド 9 は、内筒 3 内を軸方向（図 1 の上下方向）に延びている。即ち、ピストンロッド 9 は、その下端が内筒 3 内でピストン 6 に連結（固定）され、その上端がロッド側油室 B を通って内筒 3 および外筒 4 の外部へ延出されている。この場合、ピストンロッド 9 の下端側には、ナット 9 A 等を用いてピストン 6 が固定（固着）されている。一方、ピストンロッド 9 の上端側は、ロッドガイド 10 を介して外部に突出している。なお、ピストンロッド 9 の下端をさらに延ばしてボトム部（例えば、ボトムキャップ 5）側から外向きに突出させた両ロッド形式の緩衝器としてもよい。

[0027] 内筒 3 と外筒 4 の上端側には、これら内筒 3 と外筒 4 の上端側を閉塞するように段付円筒状のロッドガイド 10 が嵌合して設けられている。ロッドガイド 10 は、ピストンロッド 9 を支持するもので、例えば金属材料、硬質樹脂材料等に成形加工、切削加工等を施すことにより所定形状の筒体として形成されている。ロッドガイド 10 は、内筒 3 の上側部分および電極筒 18 の上側部分を、外筒 4 の中央に位置決めする。これと共に、ロッドガイド 10 は、その内周側でピストンロッド 9 を軸方向に摺動可能に案内（ガイド）する。

[0028] ここで、ロッドガイド 10 は、上側に位置して外筒 4 の内周側に挿嵌され

る環状の大径部１０Ａと、該大径部１０Ａの下端側に位置して内筒３の内周側に挿嵌される短尺筒状の小径部１０Ｂとにより段付円筒状に形成されている。ロッドガイド１０の小径部１０Ｂの内周側には、ピストンロッド９を軸方向に摺動可能にガイドするガイド部１０Ｃが設けられている。ガイド部１０Ｃは、例えば金属筒の内周面に４フッ化エチレンコーティングを施すことにより形成されている。

[0029] 一方、ロッドガイド１０の外周側で大径部１０Ａと小径部１０Ｂとの間には、環状の保持部材１１が嵌合して取付けられている。保持部材１１は、電極筒１８の上端側を軸方向に位置決めした状態で保持している。保持部材１１は、例えば電気絶縁性材料（アイソレータ）により形成され、内筒３およびロッドガイド１０と電極筒１８との間を電氣的に絶縁した状態に保っている。

[0030] ロッドガイド１０の大径部１０Ａと外筒４のかしめ部４Ａとの間には、環状のシール部材１２が設けられている。シール部材１２は、中心にピストンロッド９が挿通される孔が設けられた金属性の環状板体１２Ａと、該環状板体１２Ａに焼き付等の手段で固着されたゴム等の弾性材料からなる弾性体１２Ｂとを含んで構成されている。シール部材１２は、弾性体１２Ｂの内周がピストンロッド９の外周側に摺接することにより、ピストンロッド９との間を液密、気密に封止（シール）する。

[0031] 内筒３の下端側には、該内筒３とボトムキャップ５との間に位置してボトムバルブ１３が設けられている。ボトムバルブ１３は、ボトム側油室Ｃとリザーバ室Ａとを連通・遮断するものである。このために、ボトムバルブ１３は、バルブボディ１４と、伸び側逆止弁１５と、ディスクバルブ１６とを含んで構成されている。バルブボディ１４は、ボトムキャップ５と内筒３との間でリザーバ室Ａとボトム側油室Ｃとを画成する。

[0032] バルブボディ１４には、リザーバ室Ａとボトム側油室Ｃとを連通可能とする油路１４Ａ、１４Ｂがそれぞれ周方向に間隔をあけて形成されている。バルブボディ１４の外周側には、段差部１４Ｃが形成され、該段差部１４Ｃに

は、内筒 3 の下端内周側が嵌合して固定されている。また、段差部 1 4 C には、環状の保持部材 1 7 が内筒 3 の外周側に嵌合して取付けられている。

[0033] 伸び側逆止弁 1 5 は、例えば、バルブボディ 1 4 の上面側に設けられている。伸び側逆止弁 1 5 は、ピストンロッド 9 の伸長行程でピストン 6 が上向きに摺動変位するときには開弁し、これ以外のときには閉弁する。伸び側逆止弁 1 5 は、リザーバ室 A 内の油液（作動流体 2）がボトム側油室 C に向けて各油路 1 4 A 内を流通するのを許し、これとは逆向きに油液が流れるのを阻止する。即ち、伸び側逆止弁 1 5 は、リザーバ室 A 側からボトム側油室 C 側への作動流体 2 の流通のみを許容する。

[0034] 縮小側のディスクバルブ 1 6 は、例えば、バルブボディ 1 4 の下面側に設けられている。縮小側のディスクバルブ 1 6 は、ピストンロッド 9 の縮小行程でピストン 6 が下向きに摺動変位するとき、ボトム側油室 C 内の圧力がリリーフ設定圧を越えると開弁し、このときの圧力を、各油路 1 4 B を介してリザーバ室 A 側にリリーフする。

[0035] 保持部材 1 7 は、電極筒 1 8 の下端側を軸方向に位置決めした状態で保持している。保持部材 1 7 は、例えば電気絶縁性材料（アイソレータ）により形成され、内筒 3 およびバルブボディ 1 4 と電極筒 1 8 との間を電氣的に絶縁した状態に保っている。また、保持部材 1 7 には、電極間通路 1 9 をリザーバ室 A に対して連通させる複数の油路 1 7 A が形成されている。

[0036] 内筒 3 の外側、即ち、内筒 3 と外筒 4 との間には、軸方向に延びる電極筒 1 8 が設けられている。電極筒 1 8 は、内筒 3 と外筒 4 との間の中間筒となるもので、筒状の外筒電極に相当する。電極筒 1 8 は、導電性材料を用いて形成され、筒状の電極を構成するものである。電極筒 1 8 は、内筒 3 との間にロッド側油室 B と連通する電極間通路 1 9 を形成している。

[0037] 即ち、電極筒 1 8 は、内筒 3 の外周側に軸方向（上下方向）に離間して設けられた保持部材 1 1, 1 7 を介して取付けられている。電極筒 1 8 は、内筒 3 の外周側を全周にわたって取囲むことにより、電極筒 1 8 の内部（電極筒 1 8 の内周側と内筒 3 の外周側との間）に環状の通路、即ち、作動流体 2

が流通する電極間通路 19 を形成している。電極間通路 19（即ち、内筒 3 の外周面と電極筒 18 の内周面との間）には、軸方向に対して傾斜角度を持った複数（4 本）の隔壁 20 が形成されている。そして、隣り合う隔壁 20 間は、内筒 3 の油穴 3 A から流出した作動流体 2 が流通する後述の流路 21 となっている。

[0038] 電極間通路 19 は、内筒 3 に径方向の横孔として形成した油穴 3 A によりロッド側油室 B と常時連通している。即ち、図 1 で作動流体 2 の流れの方向を矢印 D で示すように、緩衝器 1 は、ピストン 6 の圧縮行程および伸び行程の両方で、ロッド側油室 B から油穴 3 A を通じて電極間通路 19 内に作動流体 2 が流入する。電極間通路 19 内に流入した作動流体 2 は、ピストンロッド 9 が内筒 3 内を進退動するとき（即ち、縮み行程と伸び行程を繰返す間）に、この進退動により電極間通路 19 の軸方向の上端側から下端側に向けて流動する。

[0039] このとき、電極間通路 19 内の作動流体 2 は、各隔壁 20 によって案内されつつ各隔壁 20 間の流路 21 を流動する。即ち、ピストンロッド 9 の伸び側の移動と縮み側の移動とにより、作動流体 2 が内筒 3 内から電極間通路 19 に流入し、流路 21 内を軸方向の一方側（上端側）から他方側（下端側）に向けて流動する。そして、電極間通路 19 内に流入した作動流体 2 は、電極筒 18 の下端側から保持部材 17 の油路 17 A を介してリザーバ室 A へと流出する。

[0040] 電極間通路 19 は、外筒 4 および内筒 3 内でピストン 6 の摺動によって流通する流体、即ち、作動流体 2 となる電気粘性流体に抵抗を付与する。このために、電極筒 18 は、電源となるバッテリー 22 の正極に、例えば、高電圧を発生する高電圧ドライバ（図示せず）を介して接続されている。バッテリー 22（および高電圧ドライバ）は、電圧供給部（電界供給部）となり、電極筒 18 は、電極間通路 19 内の流体である作動流体 2、即ち、電気粘性流体に電界（電圧）をかける電極（エレクトロード）となる。この場合、電極筒 18 の両端側は、電気絶縁性の保持部材 11、17 によって電氣的に絶縁さ

れている。一方、内筒 3 は、ロッドガイド 10、ボトムバルブ 13、ボトムキャップ 5、外筒 4、高電圧ドライバ等を介して負極（グラウンド）に接続されている。

[0041] 高電圧ドライバは、緩衝器 1 の減衰力を可変に調整するためのコントローラ（図示せず）から出力される指令（高電圧指令）に基づいて、バッテリー 2 から出力される直流電圧を昇圧して電極筒 18 に供給（出力）する。これにより、電極筒 18 と内筒 3 との間、即ち電極間通路 19 内には、電極筒 18 に印加される電圧に応じた電位差が発生し、電気粘性流体である作動流体 2 の粘度が変化する。この場合、緩衝器 1 は、電極筒 18 に印加される電圧に応じて、発生減衰力の特性（減衰力特性）をソフト（Soft）な特性（軟特性）とハード（Hard）な特性（硬特性）との間で連続的に調整することができる。なお、緩衝器 1 は、減衰力特性を連続的でなくとも、２段階または複数段階に調整可能なものであってもよい。

[0042] ここで、緩衝器の減衰力可変幅は、主に内筒 3 と電極筒 18 との間で隔壁 20（螺旋部材）によって形成される流路 21 の長さによって決まる。従って、より大きな減衰力可変幅を得るために、電極間通路 19 内に螺旋状の隔壁 20 を形成して流路長を長くしている。

[0043] 流路形成部材としての複数本の隔壁 20 は、内筒 3 と電極筒 18 との間を軸方向の一端側（上端側）から他端側（下端側）へと螺旋状に延びている。各隔壁 20 は、例えば 4 本形成され、内筒 3 と電極筒 18 との間に後述の複数本（4 本）の流路 21 を形成するものである。各隔壁 20 は、電氣的絶縁性を有する高分子材料を含む合成樹脂等の樹脂材料により形成されている。各隔壁 20 は、内筒 3 の各溝部 3B にそれぞれ固着されている。各隔壁 20 を内筒 3 の各溝部 3B に固着する方法については、後で詳しく説明する。

[0044] 図 2 に示すように、各隔壁 20 よりも上側の位置でかつ、各隔壁 20 の上端部と軸方向に対向（対面）する位置には、内筒 3 の油穴 3A が設けられている。即ち、内筒 3 の油穴 3A と各隔壁 20 の上端部は、軸方向に一致するように配置されている。なお、油穴 3A の位置は、これに限らず、例えば各

隔壁 20 よりも上側の位置でかつ、各隔壁 20 間に設けられていてもよい。

[0045] 各流路 21 は、隣り合う隔壁 20 間に形成されている。即ち、電極間通路 19 には、4 本の隔壁 20 間に 4 本の流路 21 が形成されている。各流路 21 には、ピストンロッド 9 の進退動に伴って、軸方向の上端側から下端側に向けて作動流体 2 が流動する。図 2 に示すように、各隔壁 20 は、周方向に延びる螺旋状に形成されている。これにより、隣り合う隔壁 20 間に形成される流路 21 も、周方向に延びる螺旋状となっている。

[0046] 各流路 21 は、内筒 3 の軸方向の上側（油穴 3A 側）から下側に見て時計回りの方向に作動流体 2 が流動する。これにより、軸方向に直線的に延びる流路と比較して、油穴 3A から保持部材の油路 17A までの流路の長さを長くできる。

[0047] バッテリ 22 は、正極が図示しない高電圧ドライバを介して電極筒 18 に接続されている。このバッテリ 22 は、電極筒 18 への電圧供給部（電界供給部）となっている。これにより、バッテリ 22 は、電極間通路 19 内を流通する作動流体 2（電気粘性流体）に印加される電圧（電界）の大きさに応じて、発生減衰力の特性（減衰力特性）をソフト（Soft）な特性（軟特性）とハード（Hard）な特性（硬特性）との間で連続的に調整している。

[0048] 本実施形態による緩衝器 1 は、上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

[0049] 緩衝器 1 を自動車等の車両に実装するときは、例えば、ピストンロッド 9 の上端側を車両の車体側に取付け、外筒 4 の下端側（ボトムキャップ 5 側）を車輪側（車軸側）に取付ける。車両の走行時には、路面の凹凸等により、上、下方向の振動が発生すると、ピストンロッド 9 が外筒 4 から伸長、縮小するように変位する。このとき、コントローラからの指令によりバッテリ 22 を用いて電極間通路 19 内に電位差を発生させ、電極間通路 19 内の各流路 21 を通過する作動流体 2、即ち電気粘性流体の粘度を制御することにより、緩衝器 1 の発生減衰力を可変に調整する。

[0050] ピストンロッド 9 の伸び行程時には、内筒 3 内のピストン 6 の移動によっ

てピストン 6 の縮み側逆止弁 7 が閉じる。ピストン 6 のディスクバルブ 8 の開弁前には、ロッド側油室 B の油液（作動流体 2）が加圧され、内筒 3 の油穴 3 A を通じて電極間通路 1 9 内に流入する。このとき、ピストン 6 が移動した分の油液は、リザーバ室 A からボトムバルブ 1 3 の伸び側逆止弁 1 5 を開いてボトム側油室 C に流入する。

[0051] 一方、ピストンロッド 9 の縮み行程時には、内筒 3 内のピストン 6 の移動によってピストン 6 の縮み側逆止弁 7 が開き、ボトムバルブ 1 3 の伸び側逆止弁 1 5 が閉じる。ボトムバルブ 1 3（ディスクバルブ 1 6）の開弁前には、ボトム側油室 C の油液がロッド側油室 B に流入する。これと共に、ピストンロッド 9 が内筒 3 内に進入した分に相当する油液が、ロッド側油室 B から内筒 3 の油穴 3 A を通じて電極間通路 1 9 内に流入する。

[0052] 従って、いずれの場合も（伸び行程時も縮み行程時も）、電極間通路 1 9 内に流入した作動流体 2 は、電極間通路 1 9 の電位差（電極筒 1 8 と内筒 3 との間の電位差）に応じた粘度で電極間通路 1 9 内を出口側（下側）に向けて通過し、電極間通路 1 9 から保持部材 1 7 の油路 1 7 A を通じてリザーバ室 A に流れる。このとき、緩衝器 1 は、電極間通路 1 9 内の各流路 2 1 を通過する作動流体 2 の粘度に応じた減衰力が発生し、車両の上下振動を緩衝（減衰）することができる。

[0053] 次に、内筒 3 の溝部 3 B に隔壁 2 0 を固着して流路 2 1 を形成する場合の製造方法について、図 4 から図 1 0 を参照して説明する。この場合、流路 2 1 の製造方法は、図 1 0 に示すように、溝部形成工程（ステップ 1）、粗面形成工程（ステップ 2）、モールド工程（ステップ 3）、圧入工程（ステップ 4）、および熱処理工程（ステップ 5）の 5 工程からなる。

[0054] まず、ステップ 1 では、内筒 3 の外周側に複数本（例えば、4 本）の溝部を形成する溝部形成工程が行われる。図 4 に示すように、溝部形成工程では、例えばローレット加工、フライス加工等により、内筒 3 の外周側に軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部 3 B を形成する。この場合、溝部 3 B の深さ寸法は、内筒 3 の耐圧強度の低下を抑制するために

可及的に小さく（例えば、数十 μm 以下）形成されている。

[0055] ステップ2では、各溝部3Bを粗面に形成する粗面形成工程が行われる。図3、図5に示すように、粗面形成工程では、例えばプラズマ照射装置31を用いて溝部3Bの底部3B1にプラズマ照射を行うことで、溝部3Bの底部3B1を粗面に形成する。即ち、プラズマ照射を行うことにより、溝部3Bの底部3B1の表面を改質することで底部3B1の酸化（錆）および汚れを抑制し、樹脂材料20Aの接着性を向上させることができる。

[0056] また、プラズマ照射では、溝部3Bの底部3B1の表面層を0.1 μm 以下で改質させることができるので、内筒3の強度等の影響を可及的に小さくすることができる。なお、粗面形成工程は、プラズマ照射に限らず、例えばローレット加工、フライス加工、レーザ加工等により行ってもよく、これらの加工を組合わせて行ってもよい。例えば溝部3Bの底部3B1にローレット加工により微少な凹凸を施した後にプラズマ照射を行うことで、より接着性を向上させることができる。また、粗面形成工程は、溝部3Bの底部3B1に限らず、例えば底部3B1に加えて溝部3Bの側面（周面）に形成してもよい。

[0057] ステップ3では、隔壁20の素材である液状の樹脂材料20Aを溝部3Bに流し込むモールド工程が行われる。まず、図6に示すように、モールド工程では、例えば周方向に複数個に分割（例えば、4分割）された上型32を内筒3の外周側に嵌め込む。この場合、各上型32の内周側には、内筒3の溝部3Bに対応する位置に凹部32Aが形成されている。上型32の凹部32Aの深さ寸法は、隔壁20が内筒3の外周面から突出する高さ寸法となり、内筒3と電極筒18との間の径方向寸法（隙間寸法）、即ち電極間通路19の径方向寸法（高さ寸法）に対応している。

[0058] そして、図7に示すように、熔融した隔壁20の素材である樹脂材料20Aを内筒3の各溝部3Bと各上型32の凹部32A間に注入する。この場合、樹脂材料20Aは、内筒3の溝部3Bに保持されながら流動する。また、内筒3と上型32とは、注入された樹脂材料20Aを流れやすくするために

、樹脂材料 20A の溶融点以上で樹脂材料 20A が劣化しない範囲の温度（例えば、100℃～500℃の間、好ましくは180℃～280℃の間）に加熱されている。

[0059] その後、樹脂材料 20A が冷めて硬化してから各上型 32 を内筒 3 から取外す。これにより、内筒 3 の溝部 3B に隔壁 20 を固着させることができる。この場合、溝部 3B の少なくとも底部 3B1 は、粗面形成工程において粗面ないし改質されているので、隔壁 20 と溝部 3B の底部 3B1 との接着強度が粗面形成工程を有しない場合に比べて向上している。

[0060] ステップ 4 では、内筒 3 を電極筒 18 の内部に圧入する圧入工程が行われる。図 8 に示すように、圧入工程では、溝部 3B に固着された隔壁 20 を有する内筒 3 を電極筒 18 の内部に圧入する。即ち、隔壁 20 は、内筒 3 の外周側から径方向外側に向けて突出しているので、内筒 3 は隔壁 20 と電極筒 18 の内周側とが接触しながら電極筒 18 の内部に圧入される。

[0061] また、図 1、図 9 に示すように、内筒 3 は、上端側が電極筒 18 の上端とほぼ同じ位置となり、下端側が電極筒 18 の下端から突出するように電極筒 18 の内部に圧入される。これにより、内筒 3 の外周側と電極筒 18 の内周側との間に電極間通路 19 を形成させることができ、電極間通路 19 には、螺旋状に巻回された 4 本の隔壁 20 により 4 本の螺旋状の流路 21 を形成させることができる。なお、ステップ 3 のモールド工程直後における内筒 3 と隔壁 20 との温度が高い状態でステップ 4 の圧入工程を実施することにより、圧入荷重の低減および内筒 3 と電極筒 18 との変形の抑制を図ることができる。

[0062] ステップ 5 では、内筒 3、隔壁 20、および電極筒 18 を加熱する熱処理工程が行われる。図 9 に示すように、熱処理工程では、例えば発熱器 33（ヒータ）を用いて、内筒 3、隔壁 20、および電極筒 18 を加熱して隔壁 20 の内部歪みを緩和させる。即ち、圧入工程後における隔壁 20 の残留応力により、内筒 3 および電極筒 18 が変形する虞がある。従って、内筒 3 および電極筒 18 が変形するのを抑制するために、内筒 3、隔壁 20、および電

極筒 18 を隔壁 20 が軟化する温度で所定時間の加熱を行う。

[0063] 熱処理工程における加熱温度と加熱時間は、実験等により設定することができるが、例えば 50℃～200℃の間、好ましくは 70℃～110℃の間で、10分～24時間の間、好ましくは 30分～4時間の間で行うことができる。具体的な一例を挙げると、緩衝器 1 の顧客仕様による熱負荷条件よりも高温で、かつ顧客仕様による生涯負荷時間と同等ないし若干長い時間の加熱を実施することが考えられる。例えば、顧客仕様による熱負荷上限が 85℃で生涯負荷時間が 2 時間の場合には、90℃で 2 時間の加熱を行うことが考えられる。

[0064] そして、一体化された内筒 3 と電極筒 18 とを外筒 4 内に挿入して、内筒 3 の下端側をバルブボディ 14 に嵌合させると共に、電極筒 18 の下端側を保持部材 17 に保持させる。その後、ピストン 6 およびピストンロッド 9 を内筒 3 の内部に挿入してから、内筒 3 の上端側をロッドガイド 10 に嵌合させると共に、電極筒 18 の上端側を保持部材 11 に保持させる。そして、外筒 4 の開口端を径方向内側に屈曲させてかしめ部 4A を形成することにより緩衝器 1 を製造する（組立てる）ことができる。

[0065] かくして、本実施の形態では、内筒 3 の外周側には軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延び少なくとも底部 3B1 が粗面となった凹状の溝部 3B が形成されている。そして、この溝部 3B に隔壁 20 が固着されている。これにより、溝部 3B と隔壁 20 との接着強度を向上させることができるので、隔壁 20 が溝部 3B から剥がれるのを抑制することができる。

[0066] また、隔壁 20 は、隔壁 20 の素材となる溶融した樹脂材料 20A を内筒 3 の溝部 3B と上型 32 の凹部 32A との間に注入して硬化させることにより、内筒 3 の溝部 3B に固着されている。これにより、隔壁 20 を内筒 3 の外周側に巻付けるようにして接着させる場合に比べて生産性を向上させることができる。

[0067] 実施形態では、緩衝器 1 を上下方向に配置する構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、例えばエアレーションを起こ

さない範囲で傾けて配置する等、取付対象に応じて所望の方向に配置することができる。

[0068] 実施形態では、内筒 3 を内筒電極としており、電極筒 18 を外筒電極とした場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、電極筒を内筒電極としてもよく、外筒を外筒電極としてもよい。つまり、径方向に隣り合う筒が互いに異なる電位の電極となるようにすればよい。例えば、内筒と外筒との 2 つの筒によりシリンダ装置を構成し、これら内筒と外筒とをそれぞれ内筒電極と外筒電極としてもよい。

[0069] 実施形態では、作動流体 2 は、軸方向の上端側（一端側）から下端側（他端側）に向けて流動する構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、緩衝器 1 の配設方向に応じて、例えば下端側から上端側に向けて流動する構成、左端側（または右端側）から右端側（または左端側）に向けて流動する構成、前端側（または後端側）から後端側（または前端側）に向けて流動する構成等、軸方向の他端側から一端側に向けて流動する構成とすることができる。

[0070] 実施形態では、シリンダ装置としての緩衝器 1 を 4 輪自動車に用いる場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、例えば 2 輪車に用いる緩衝器、鉄道車両に用いる緩衝器、一般産業機器を含む各種の機械機器に用いる緩衝器、建築物に用いる緩衝器等、緩衝すべき対象を緩衝する各種の緩衝器（シリンダ装置）として広く用いることができる。さらに、実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。即ち、シリンダ装置（緩衝器）は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で設計変更が可能である。

[0071] 以上説明した実施形態に基づくシリンダ装置およびシリンダ装置の製造方法として、例えば以下に述べる態様のものが考えられる。

[0072] 第 1 の態様としては、電界により流体の性状が変化する電気粘性流体が封入され、シリンダ装置の内部にロッドが挿入できるシリンダ装置であって、
該シリンダ装置は、

互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と前記外筒電極との間に、前記シリンダ装置の軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延びる流路形成部材であって、前記電気粘性流体が流動する流路を形成する前記流路形成部材と、を有し、

前記内筒電極の外周側には、該内筒電極の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部が形成されており、該凹状の溝部のうち少なくとも底部が粗面となっており、前記流路形成部材は、前記溝部に固着されている。

[0073] 第2の態様としては、シリンダ装置の製造方法を提供するものである。

前記シリンダ装置の製造方法のシリンダ装置は、

互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と前記外筒電極との間に、前記シリンダ装置の軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延びる流路形成部材であって、電気粘性流体が流動する流路を形成する前記流路形成部材と、を備え、

前記シリンダ装置の製造方法は、

前記内筒電極の外周側に、該内筒電極の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部を形成する溝部形成工程と、

前記溝部のうち少なくとも底部を粗面に形成する粗面形成工程と、

前記内筒電極の外周側で前記内筒電極の前記溝部に対応する位置に凹部が形成された上型を嵌め込み、前記溝部と前記凹部との間に溶融した流路形成部材の素材を注入して前記溝部に前記流路形成部材を固着させるモールド工程と、

前記溝部に固着された前記流路形成部材を有する前記内筒電極を前記外筒電極の内部に圧入する圧入工程と、を有する。

[0074] 第3の態様としては、第2の態様において、前記圧入工程の後に、前記内筒電極、前記流路形成部材、前記外筒電極を加熱して前記流路形成部材の内

部歪みを緩和させる熱処理工程を有する。

[0075] なお、上記各実施の形態では、内筒 3 の外周側の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部 3 B を形成する例を示したが、これに限らず、凹状の溝部 3 B を設けずに、内筒電極としての内筒 3 または外筒電極としての電極筒 1 8 の何れか一方に流路形成部材としての隔壁 2 0 を接着してもよい（接着工程）。この場合、接着前に接着面全体または接着する部分のみに粗面形成工程を施した方がより強度が得られる。

この電極筒 1 8 内に内筒 3 を挿入し（圧入工程）、その後、この内筒 3 と電極筒 1 8 の組立体を隔壁 2 0 の内部歪みを緩和させる熱処理工程を行う。これにより、隔壁 2 0 の内部歪みを緩和され、また、隔壁が押し付けられることにより発生する電極筒 1 8 や内筒 3 に発生する内部応力も緩和される。

その後、シリンダ装置全体を組み立てる。

これにより、隔壁 2 0 を内筒 3 の外周側に巻付けるようにして接合させることで、凹状の溝部 3 B を形成するステップを省略することができるので、生産性を向上させることができる。

なお、上記の接合は、例えば、流路形成部材と内筒 3 または電極筒 1 8 の間に接着部材により間接的な接合でもよく、樹脂等の接着剤による直接的な接合でもよい。

また、流路形成部材に熱硬化性樹脂を用いた場合、加熱により軟化／流動し、その後、不可逆の三次元網目構造を形成する架橋反応により硬化するので、圧入工程後における隔壁 2 0 の残留応力による変形の抑制とともに、ステップ 1 からステップ 3 の工程による接着強度と同様の効果を得ることができる。

熱可塑性樹脂を用いた場合、加熱により軟化／流動して可塑性を示し、冷却すると固化することから、後述の工程後における隔壁 2 0 の残留応力による変形の抑制をさらに図ることができる。

[0076] 上記実施の形態では、隔壁 2 0 を内筒 3 の外周または電極筒 1 8 の内壁に隔壁 2 0 を完全に固定取付けした状態で、圧入工程を行っていたが、これに

限らず、例えば、隔壁 20 を部分的に仮止めし、内筒 3 を電極筒 18 の内部に圧入し、その後の熱処理工程で加硫接着しながら、応力を緩和するようにしてもよい。この際仮止めの方法は、部分的なろう付や接着であってもよく、または、内筒 3 または電極筒 18 に突起を形成することで仮止めしてもよい。

圧入工程において、例えば、予め隔壁 20 を冷却し縮小させてから圧入してもよい。その場合、熱処理工程で隔壁 20 が膨張することで内筒 3 と電極筒 18 に固定される。また、隔壁 20 と内筒 3 を共に冷却し縮小させてもよい。

さらに、隔壁 20 は絶縁体であればよい。例えば、セラミックでもよく、もしくは、高電圧の放電を防ぐ厚さで被覆された金属を用いてもよい。

[0077] 尚、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0078] 本願は、2017年6月28日付願の日本国特許出願第2017-126107号に基づく優先権を主張する。2017年6月28日付願の日本国特許出願第2017-126107号の明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約書を含む全開示内容は、参照により本願に全体として組み込まれる。

符号の説明

[0079] 1 緩衝器（シリンダ装置） 2 作動流体（電気粘性流体） 3 内筒（内筒電極） 3B 溝部 3B1 底部 4 外筒 9 ピストンロッド（ロッド） 18 電極筒（外筒電極） 20 隔壁（流路形成部材） 20A 樹脂材料（隔壁の素材） 21 流路 32 上型 32A 凹部

請求の範囲

[請求項1]

シリンダ装置であって、

該シリンダ装置には、電界により流体の性状が変化する電気粘性流体が封入されており、前記シリンダ装置の内部には、ロッドが挿入でき、

前記シリンダ装置は、

互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と前記外筒電極との間に、前記電気粘性流体が流動する流路を形成する流路形成部材であって、前記シリンダ装置の軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延びる前記流路形成部材と、を有し、

前記内筒電極の外周側には、該内筒電極の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部が形成されており、該凹状の溝部のうち少なくとも底部が粗面となっており、

前記流路形成部材は、前記溝部に固着されていることを特徴とするシリンダ装置。

[請求項2]

シリンダ装置の製造方法であって、

前記シリンダ装置は、

互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と前記外筒電極との間に、電気粘性流体が流動する流路を形成する流路形成部材であって、前記シリンダ装置の軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延びる前記流路形成部材と備えており、

前記シリンダ装置の製造方法は、

前記内筒電極の外周面に、該内筒電極の軸方向の一端側から他端側に向けて螺旋状に延びる凹状の溝部を形成する溝部形成工程と、

前記溝部のうち少なくとも底部を粗面に形成する粗面形成工程と、

前記内筒電極の外周側で前記内筒電極の前記溝部に対応する位置に凹部が形成された上型を嵌め込み、前記溝部と前記凹部との間に溶融した流路形成部材の素材を注入して前記溝部に前記流路形成部材を固着させるモールド工程と、

前記溝部に固着された前記流路形成部材を有する前記内筒電極を前記外筒電極の内部に圧入する圧入工程と、

を有することを特徴とするシリンダ装置の製造方法。

[請求項3] 請求項2に記載のシリンダ装置の製造方法において、該製造方法は、さらに、

前記圧入工程の後に、前記内筒電極、前記流路形成部材、前記外筒電極を加熱して前記流路形成部材の内部歪みを緩和させる熱処理工程を有することを特徴とするシリンダ装置の製造方法。

[請求項4] 互いに異なる電位の電極となる内筒電極および該内筒電極の外側に設けられる外筒電極と、

前記内筒電極と該外筒電極との間を軸方向の一端側から他端側へと螺旋状に延び電気粘性流体が流動する流路を形成する流路形成部材と、

が備えられたシリンダ装置の製造方法であって、

前記外筒電極に前記内筒電極を挿入する圧入工程と、

その後、前記内筒電極、前記流路形成部材、前記外筒電極を加熱する熱処理工程と、

を有することを特徴とするシリンダ装置の製造方法。

[請求項5] 前記シリンダ装置の製造方法は、

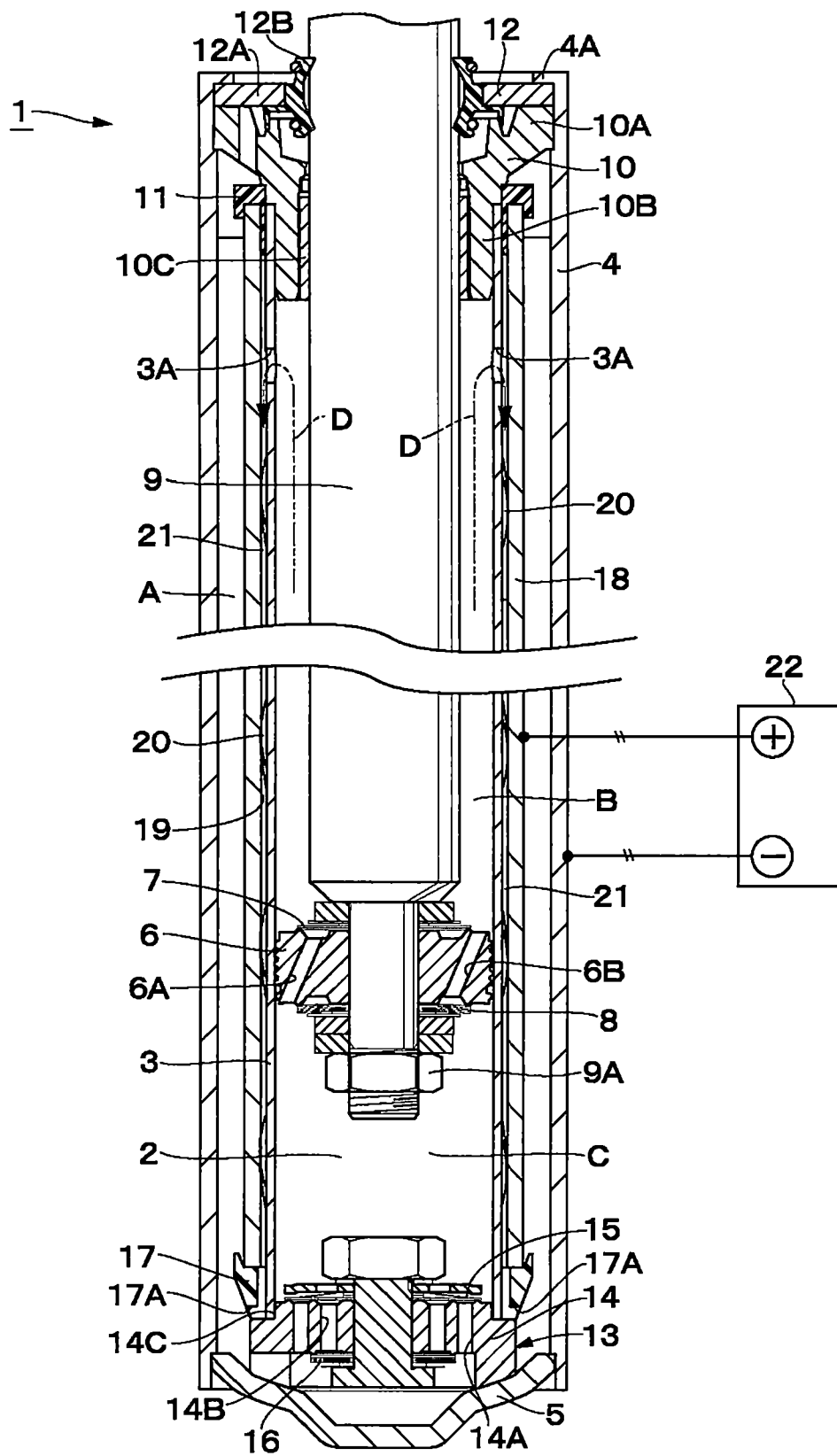
前記圧入工程前に、前記内筒電極の外周側または前記外筒電極の内周側に、前記流路形成部材が接合して設けられる接合工程と、

を有することを特徴とする請求項4に記載のシリンダ装置の製造方法。

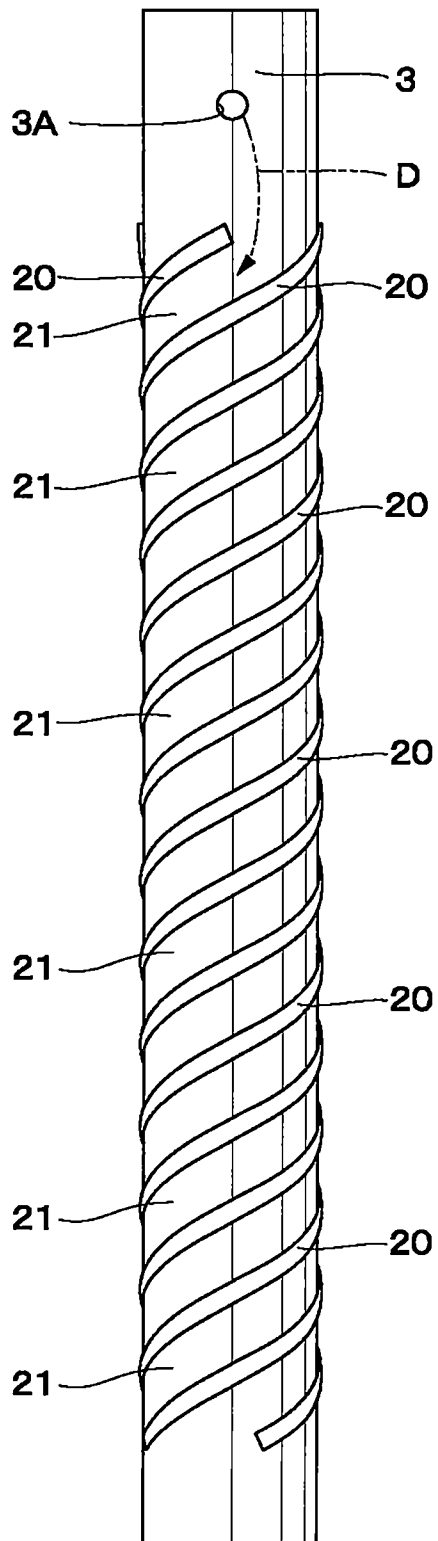
[請求項6] 前記接合工程前に、前記内筒電極の外周側または前記外筒電極の内

周側の前記流路形成部材が接合される部分に粗面形成する粗面形成工程を有することを特徴とする請求項５に記載のシリンダ装置の製造方法。

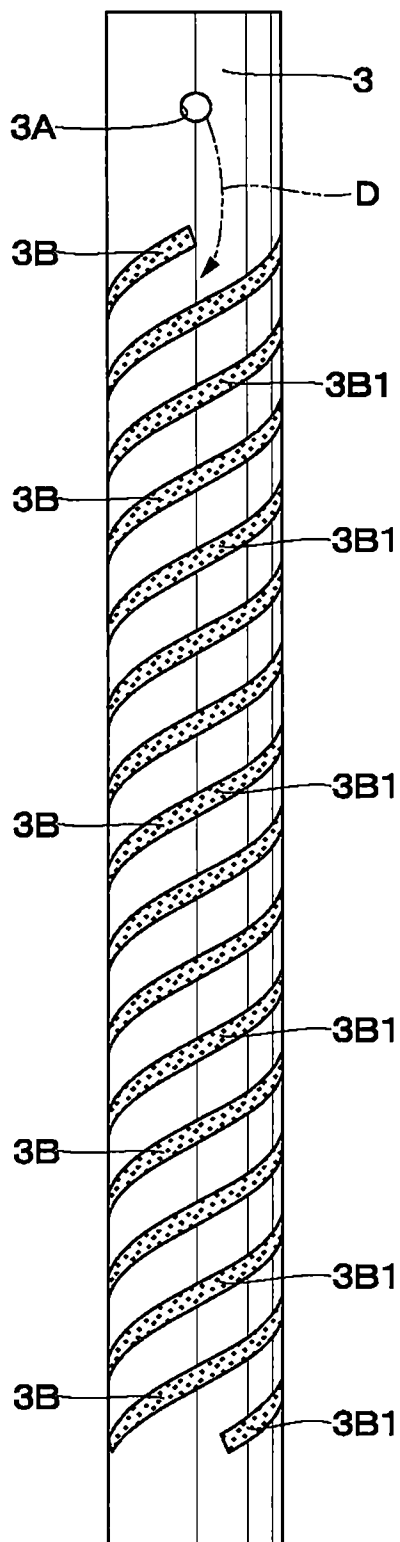
[図1]



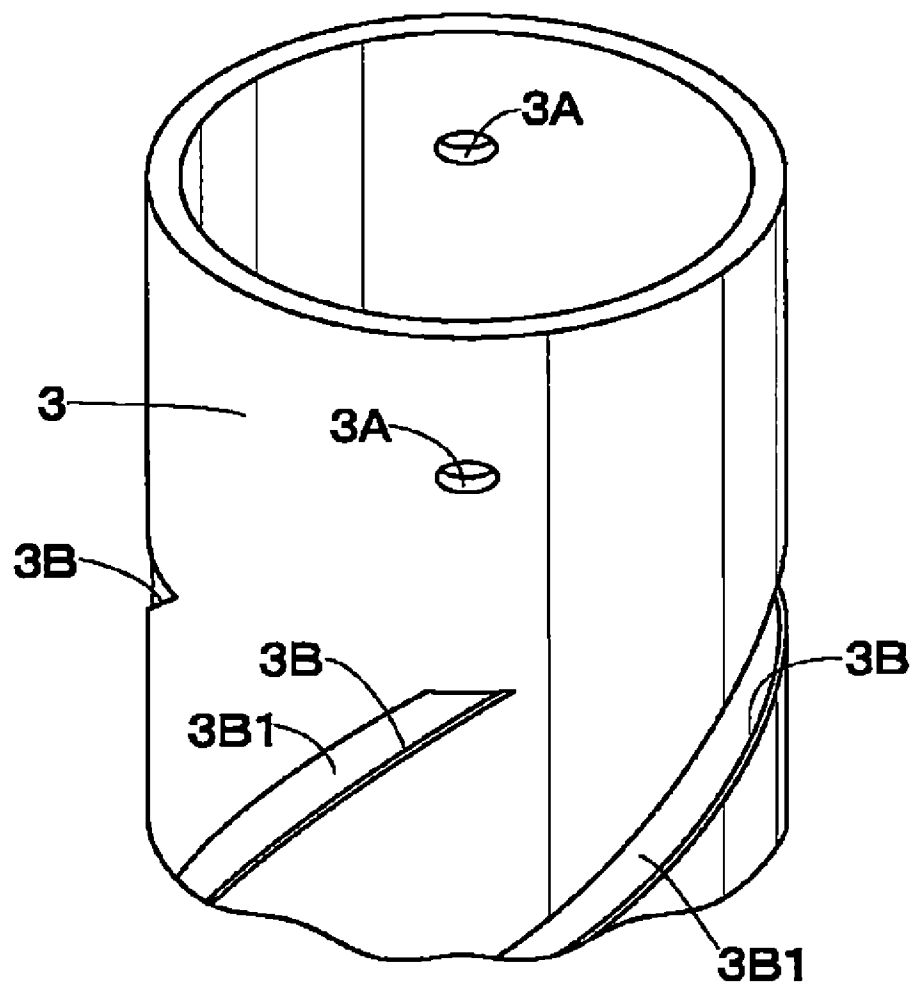
[図2]



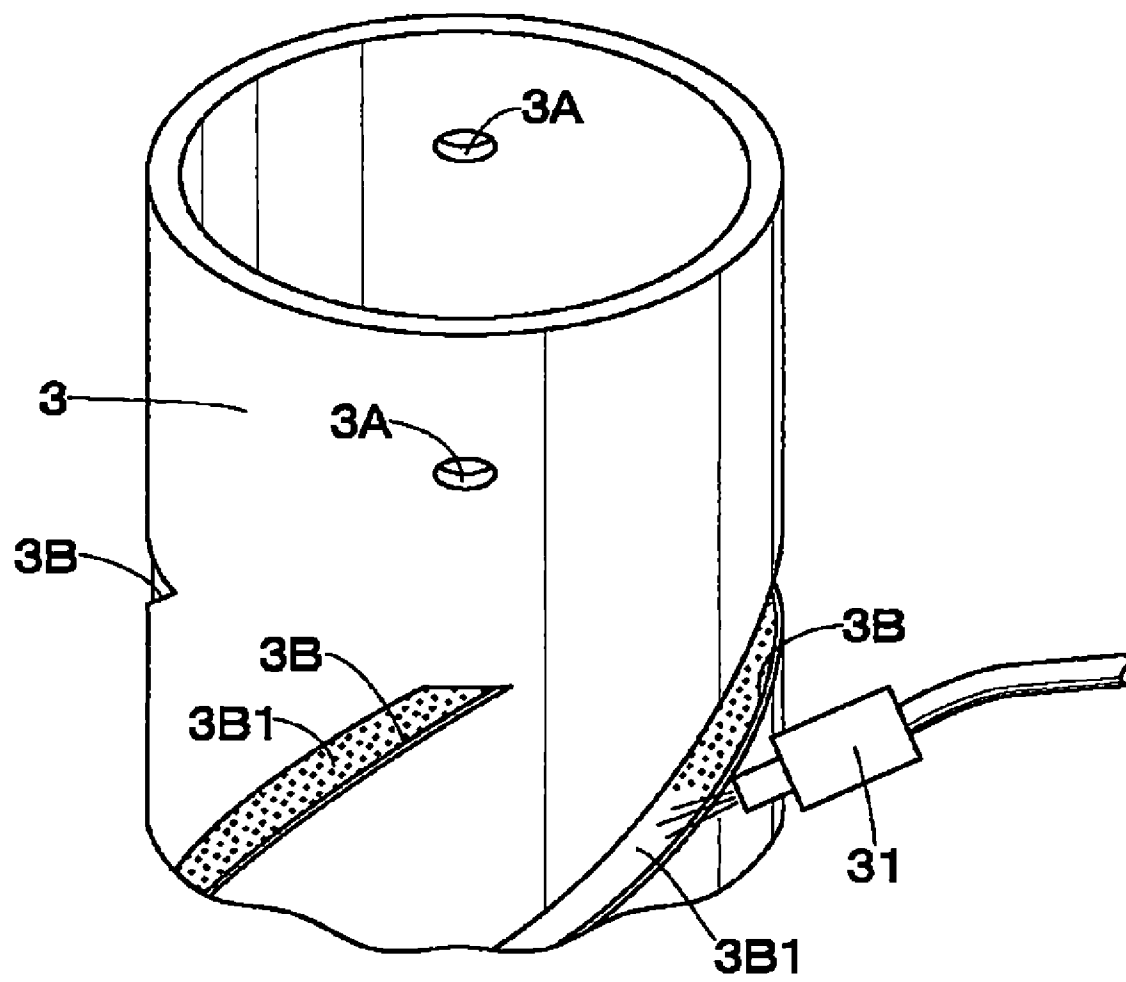
[図3]



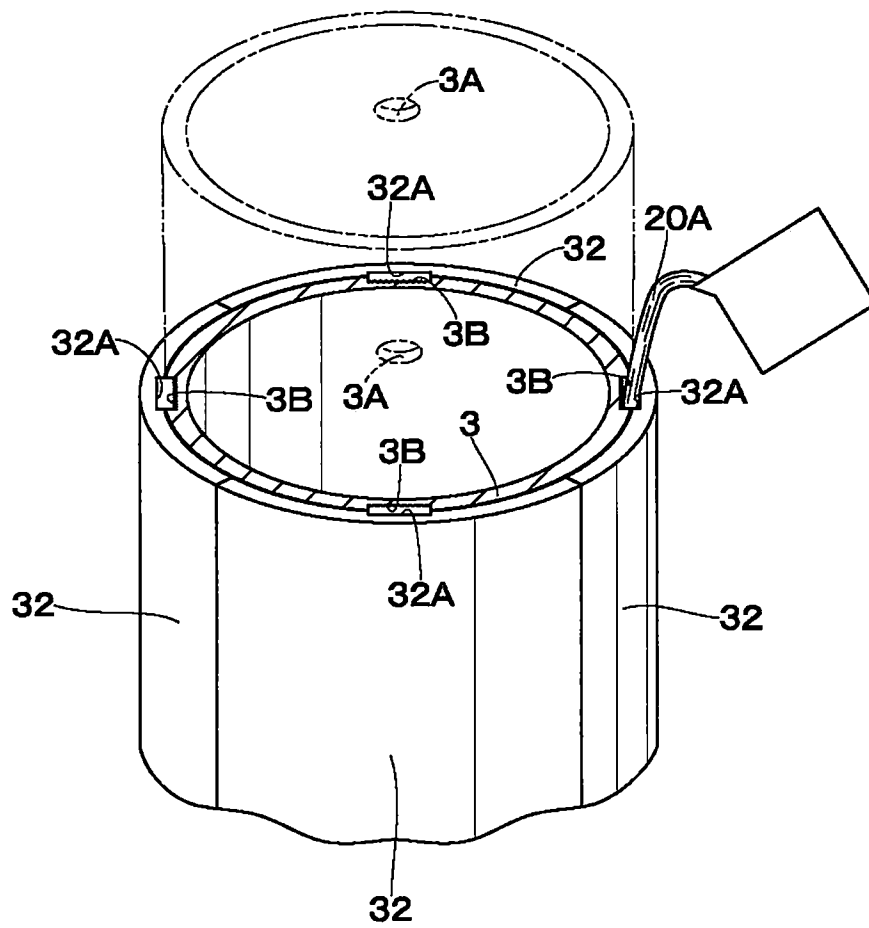
[図4]



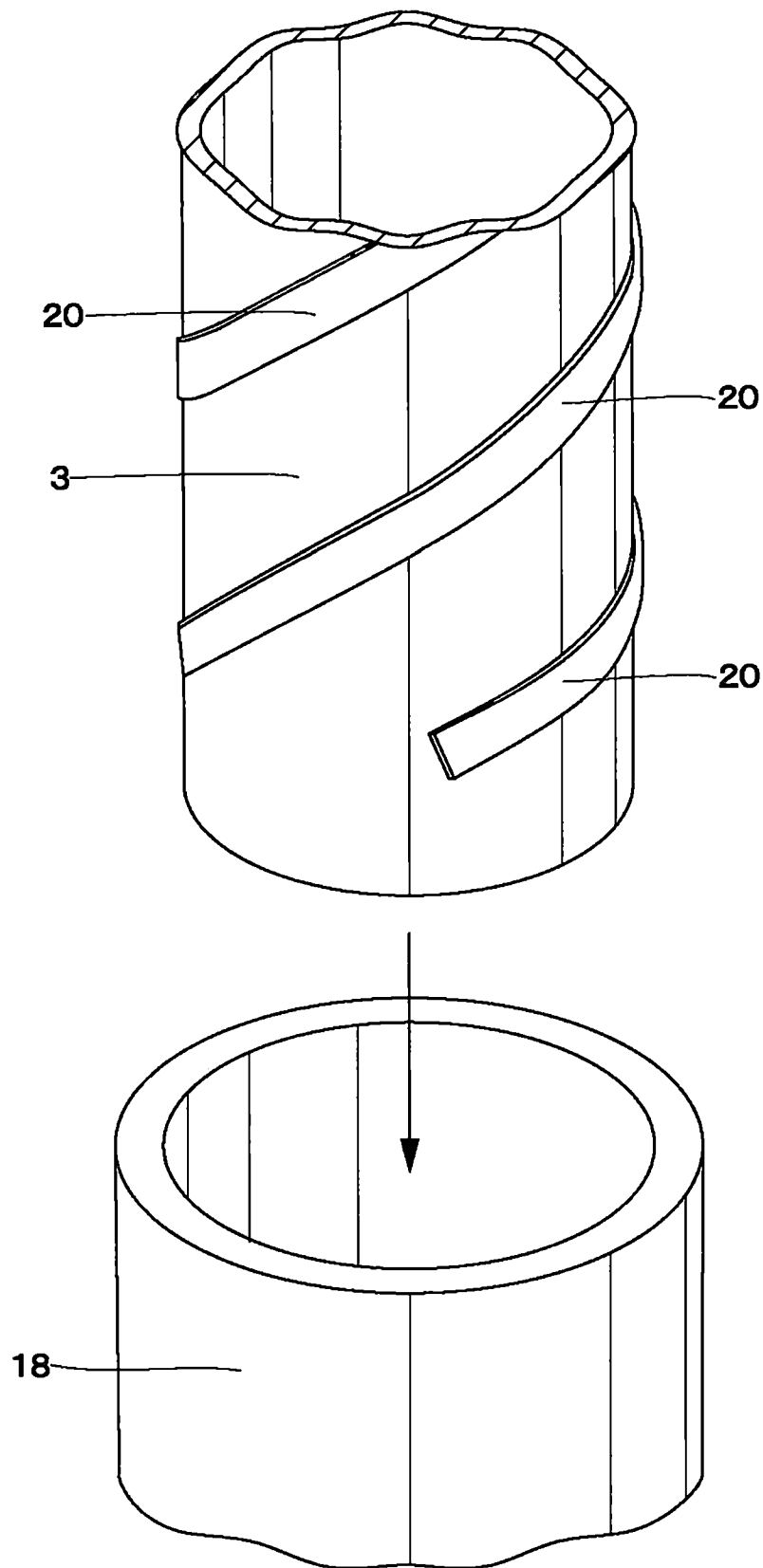
[図5]



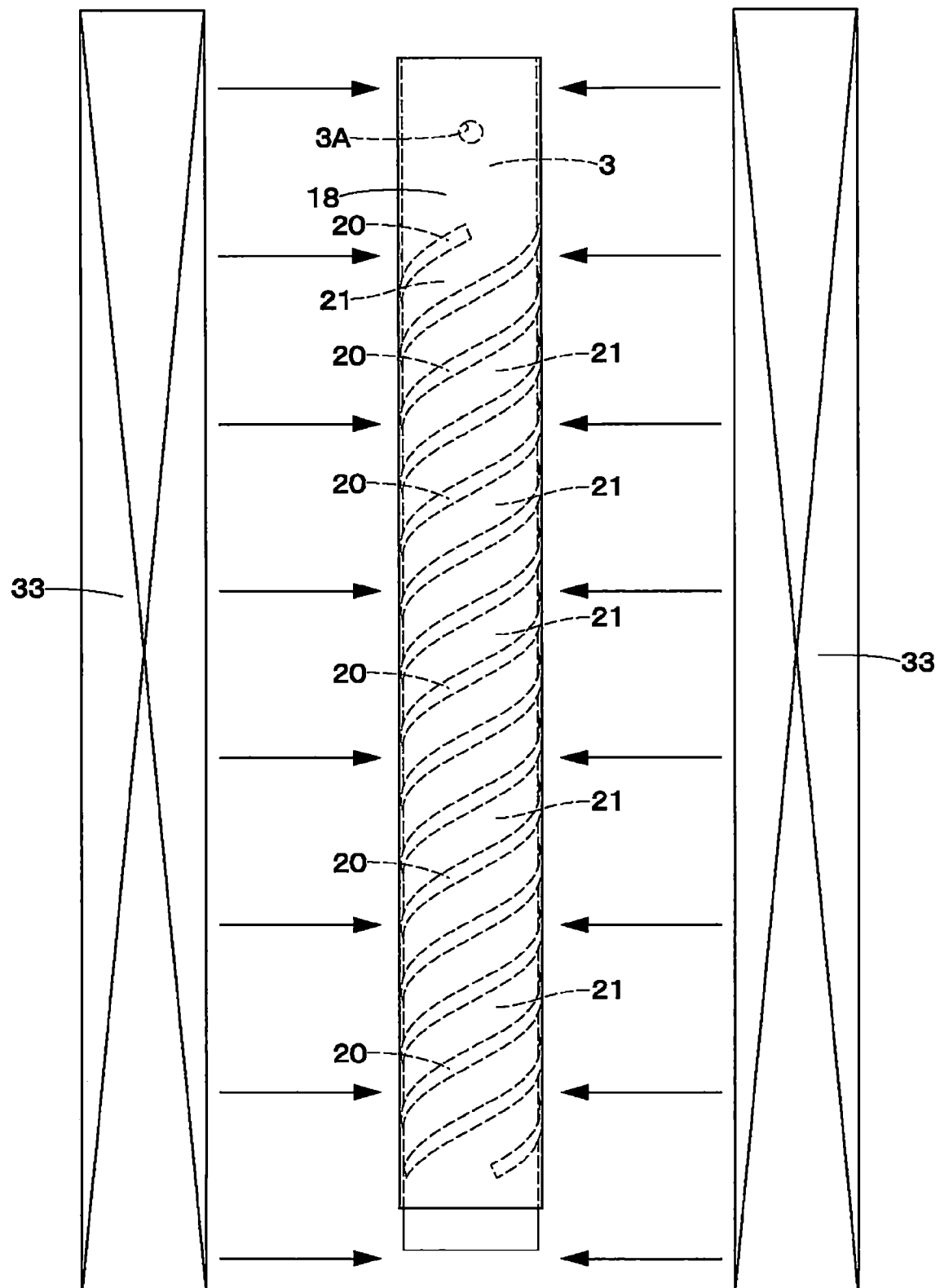
[図7]



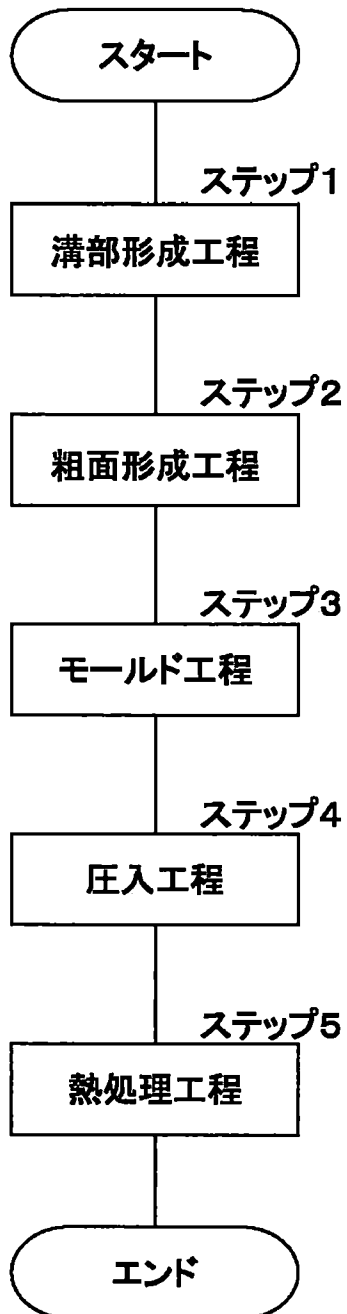
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16F9/32 (2006.01) i, F16F9/46 (2006.01) i, F16F9/53 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. F16F9/32, F16F9/46, F16F9/53

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2016-515184 A (FLUDICON GMBH) 26 May 2016, paragraphs [0015]-[0022], fig. 1-3 & US 2016/0059656 A1, paragraphs [0017]-[0024], fig. 1-3 & WO 2014/135183 A1 & DE 102013003841 A1	1 2-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
--	---

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 August 2018 (22.08.2018)	Date of mailing of the international search report 04 September 2018 (04.09.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023545

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-209643 A (TOKAI RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 21 August 1990, page 4, lower left column, line 4 to page 5, upper right column, line 18, fig. 1-3 & US 5000299 A, column 6, line 30 to column 7, line 45, fig. 1-2 & EP 0382171 A1	1-6
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 38863/1986 (Laid-open No. 151448/1987) (KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) 25 September 1987, specification, page 6, line 5 to page 7, line 17, fig. 1-3 (Family: none)	1-6
A	DE 102011117626 B3 (FUNKE, Joachim) 31 January 2013, paragraphs [0022]-[0025], fig. 3 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16F9/32(2006.01)i, F16F9/46(2006.01)i, F16F9/53(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16F9/32, F16F9/46, F16F9/53

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2016-515184 A（フルディコン・ゲゼルシャフト・ミト・ベシユ レンクテル・ハフツング）2016.05.26, 段落[0015]-[0022], 図 1-3 & US 2016/0059656 A1, 段落[0017]-[0024], 図 1-3 & WO 2014/135183 A1 & DE 102013003841 A1	1 2-6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.08.2018

国際調査報告の発送日

04.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鵜飼 博人

3W

6107

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2-209643 A (東海ゴム工業株式会社) 1990. 08. 21, 第 4 ページ左下欄第 4 行-第 5 ページ右上欄第 18 行, 第 1-3 図 & US 5000299 A, 第 6 欄第 30 行-第 7 欄第 45 行, 図 1-2 & EP 0382171 A1	1-6
A	日本国実用新案登録出願 61-38863 号(日本国実用新案登録出願公開 62-151448 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (カヤバ工業株式会社) 1987. 09. 25, 明細書第 6 ページ第 5 行-第 7 ページ第 17 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-6
A	DE 102011117626 B3 (FUNKE, Joachim) 2013. 01. 31, 段落[0022]-[0025], 図 3 (ファミリーなし)	1-6