

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244334 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435189**

(22) Data zgłoszenia: **2020.09.02**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.03.07 BUP 10/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.01.15 WUP 03/2024**

(51) MKP:

B25J 18/06 (2006.01)

B25J 15/00 (2006.01)

B25J 9/20 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA, Koszalin, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

WOJCIECH KACALAK, Koszalin, PL

ZBIGNIEW BUDNIAK, Koszalin, PL

MACIEJ MAJEWSKI, Koszalin, PL

(54) Tytuł:

Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania

PL 244334 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania, do wykorzystania w połączeniu z efektorami robotów humanoidalnych lub robotów przemysłowych.

W stanie techniki znany jest patent chiński CN102490183A, w którym przedstawiono przegub zawierający wymienną sprężynę pasmową płaską lub wygiętą. Przegub jest wyginany na skutek napędzania przez płyn i może być stosowany, jako różne typy połączeń robota (ramię mechaniczne). Gdy elastyczna, falista rura jest napowietrzana, rozciąga się i zgina w kierunku jednej strony sprężyny pasmowej, ograniczana przez sprężynę pasmową; gdy gaz w elastycznej rurze falistej jest uwalniany, złącze powraca do stanu rozciągania pod działaniem sprężyny pasmowej. Ciśnienie w elastycznej rurze falistej jest kontrolowane, umożliwiając zginanie złącza pod pewnym kątem. Elastyczna rura falista oraz sprężyna pasmowa mają dobrą elastyczność, dzięki czemu złącze ma również dobrą elastyczność. Ponieważ poprawiono przekrój poprzeczny i kształt sprężyny pasmowej, można zwiększyć przestrzeń gięcia, spełnić wymagania wytrzymałościowe, zwiększyć elastyczność i zaoszczędzić materiał sprężyny pasmowej. Połączenie ma tę zaletę, że jest elastyczne podczas zginania, nie wymaga dużej energii, umożliwia elastyczną samoadaptację i jest łatwe do kontrolowania.

Z opisu patentowego DE112010003720T5 znana jest skośna sprężyna o zmiennym przekroju, stanowiąca spiralnie zwiniętą sprężynę zawierającą wiele skośnych zwojów, które są na ogół fazowane względem linii środkowej przebiegającej przez zwoje. Przynajmniej jeden zwój, patrząc w kierunku linii środkowej, ma kształt nieeliptyczny i nieokrągły. Wiele zwojów jest pochylonych pod pierwszym kątem nawijania, w pierwszym fragmencie, w stosunku do linii środkowej. Co najmniej jedno uzwojenie zawiera co najmniej część, która jest pochylona pod drugim kątem uzwojenia względem linii środkowej.

Według opisu patentowego US7055812B2 znane są różne konstrukcje sprężyny śrubowych, w których sprężyna zawiera wiele zwojów drutu pierwotnego i wiele zwojów drutu wtórnego, przy czym zwoje pierwotne i wtórne są ciągłe i różnią się między sobą wymiarami w celu zapewnienia zmiennej siły i zmiennego ugięcia.

W opisie patentowym PL202626 przedstawiono sprężynę śrubową naciskową, wykonaną z pręta i posiadającą, co najmniej jeden siłownik obejmujący swoimi końcami, poprzecznie do osi sprężyny, sąsiednie zwoje. Siłownik ma nagwintowane – cylinderek oraz drążek, tworzące mechaniczny zespół śrubowy albo wraz z tłoczkiem osadzonym na drążku, tworzące zespół hydrauliczny lub pneumatyczny. Sprężyna ta charakteryzuje się prostą konstrukcją, umożliwiającą łatwą zmianę sztywności, a w konsekwencji zmianę zdolności akumulowania energii. W wielu przypadkach niezbędne jest przystosowanie sprężyny do nowych warunków pracy przy wzroście jej obciążenia, co jest możliwe poprzez zwiększenie jej sztywności.

Z polskiego opisu patentowego PL194368 znana jest sprężyna hydrauliczna posiadająca elastyczny mieszek, którego końce są szczelnie zamknięte pokrywami, zaś wewnątrz elastycznego mieszka jest wypełnione płynem hydraulicznym. Zaletą rozwiązania według wynalazku jest konstrukcja układu sprężynującego, charakteryzująca się brakiem połączeń ruchomych i uszczelnień.

W dokumencie P.415516 opisano sprężynę hybrydową, wykonaną ze zwojów drutu metalowego, charakteryzującą się tym, że dwa zwoje mają większą średnicę profilu nawoju niż średnica profilu nawoju, co najmniej jednego z międzyzwojów i średnica profilu nawoju, co najmniej jednego środkowego zwoju.

Według opisu patentowego PL170683 smukła, walcowa sprężyna śrubowa naciskowa, wykonana jest z drutu o przekroju kołowym, w której odcinek roboczy ukształtowany jest z co najmniej dwóch odcinków – każdy o innym odcinkowo stałym kącie wzniosu zwoju usytuowanym zależnie od zamocowania jedno – albo dwustronnego sprężyny, przy zachowaniu stałej średnicy nawinięcia sprężyny. Sprężyna ta cechuje się stałą sztywnością i dużą odpornością na wyboczenie.

W publikacji PL219059 przedstawiono sprężynę rurową do obciążeń osiowych, cechująca się zwiększonym tłumieniem wewnętrznym drgań. Sprężyna ta posiada sprężysty element rurowy o ścianie przeciętej co najmniej jedną, położoną poprzecznie szczeliną, której powierzchnie boczne w przekroju wzdłużnym są prostopadłe do osi sprężyny, a szczelina wykonana jako zamknięta nie przecina czółowych powierzchni elementu rurowego. Sprężyna charakteryzuje się tym, że przestrzeń szczeliny wypełniona jest elastomerem trwale połączonym z powierzchniami bocznymi elementu rurowego, zwłaszcza przez zawulkanizowanie. Sprężyna ta posiada szczelinę mającą kształt obwodowo ciągłej linii śrubowej.

Z opisów PL153009 i DE7807245U, znane są także rozwiązania sprężyn, w których cylindryczna sprężyna o zwojach zwijanych z okrągłego drutu lub pręta stalowego, zanurzona jest w ścianie rurowego elementu z elastycznego materiału elastomerowego – co nadaje takiemu zespołowi zwiększone tłumienie wewnętrzne. Wulkanizacja sprężyny stalowej w tulei z elastomeru pozwala łączyć charakterystykę sprężyny stalowej ze sprężysto-tłumiącymi właściwościami tulei elastomerowej. Rozwiązania takie wymagają jednak obwodowego objęcia masą elastomeru kołowego przekroju zwojów sprężyny stalowej, ze skutkiem zwiększenia średnic zabudowy. Ponadto w strefach pomiędzy okrągłymi zwojami sprężyny stalowej występuje duże zróżnicowanie odkształceń i nacisków z istotnym ograniczeniem skuteczności wykorzystania właściwości elastomeru.

Według opisu patentowego CN105818143A znany jest elastyczny, wieloramienny, pneumatyczny chwytak oparty na aktywnym owijaniu i pasywnym kształtowaniu, który składa się z 3 lub większej liczby miękkich zespołów macek rozmieszczonych symetrycznie oraz podstawy napędowej, którą można swobodnie rozłożyć pod pewnym kątem. Ruch chwytający jest zgodny z następującymi cechami: po pierwsze, oddzielne wnęki powietrzne w elastycznych ramionach mogą być rozkładane i składane po napompowaniu i spuszczeniu powietrza i aktywnie owijają obiekt po złożeniu; po drugie, worki kształtujące są pasywnie przymocowane do powierzchni przedmiotu po napompowaniu i rozluźnieniu oraz stanowią niezawodne ograniczenie wraz z przedmiotem po utwardzeniu próżniowym; i po trzecie, aktywne parametry owijania można regulować zgodnie z sygnałami przesyłanymi przez wykrywające urządzenie kształtujące. Ze względu na powyższe cechy chwytak może szybko chwycić i zwolnić przedmiot, którego tradycyjny chwytak nie może uchwycić. Zastosowano specjalną gumę i sprężone powietrze, a zapewnienie dużej szczelności, ułatwia ochronę środowiska i umożliwia oszczędność energii.

W publikacji US10011024B2 ujawniono elastyczny, karbowany, mechaniczny chwytak jednostronnego działania z napędem cylindrycznym i elastyczną ramą zawiasu połączonego szeregowo, który składa się z dłoni i dwóch elastycznych palców lub dłoni i trzech elastycznych palców. Każdy z elastycznych palców ma identyczną budowę i zasadniczo składa się z elastycznego walcowego cylindra jednostronnego działania i elastycznego zawiasu do połączenia szeregowego. Układ elastycznego zawiasu połączonego szeregowo jest zaprojektowany zgodnie z cechami chwytanych przedmiotów. Mechaniczny chwytak wywiera siłę chwytającą dzięki zastosowaniu elastycznego cylindra falistego jednostronnego działania.

W istniejących w stanie techniki rozwiązaniach występuje problem przemieszczania i pozycjonowania elementów roboczych umieszczonych na końcach ramion robotów i manipulatorów. Zgłaszający postawili sobie za cel przewyższenie tego problemu poprzez opracowanie nowego modułu eliminującego niedogodności istniejące w stanie techniki.

Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według wynalazku zawiera sprężysty rdzeń w postaci sprężyny śrubowej o zmiennym kształcie przekroju zwoju, posiadającej położone naprzemiennie fragmenty o przekroju kołowym oraz fragmenty płaskie. Fragmenty o przekroju kołowym są zagięte i w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi sprężyny śrubowej posiadają promień r krzywizny zaokrąglenia mniejszy od promienia R zewnętrznego obrysu zwoju sprężyny śrubowej, a fragmenty płaskie mają prostoliniową oś symetrii. Pole przekroju fragmentów płaskich jest nie większe od pola przekroju fragmentów o przekroju kołowym. W przekroju wzdłuż osi zwoju sprężyny śrubowej posiada ona kształt trójkątny z zaokrąglonymi narożnikami, a obydwa końce sprężyny tworzą trwałe i wytrzymałe połączenie z otaczającym je materiałem podatnym o dobrych właściwościach tłumiących w kształcie tulei.

Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania zawiera elastyczny mieszek, odkształczany pod wpływem ciśnienia sprężonego powietrza, podawanego przez zawór rozdzielający, połączony z pneumatycznym złączem wkręconym w gwintowany otwór tulei czołowej, sterujący zasilaniem i odpowietrzaniem komory wewnętrznej mieszka. Mieszek jest połączony z obydwu stron z tulejami czołowymi za pomocą nakrętek oporowych połączonych gwintowo z wkrętkami dociskającymi dwa półpierścienie do kołnierza mieszka. Do tulei czołowych, z obydwu stron, wkręcone są elementy robocze.

Korzystnie, gdy mieszek w przekroju osiowym posiada zmienną grubość ścianek z pogrubieniem wewnętrznych fragmentów o mniejszej średnicy D_w w stosunku do grubości ścianek bocznych oraz fragmentów o większej średnicy D_z . Takie ukształtowanie przekroju poprzecznego mieszka zwiększa jego podatność wzdłużną przy jednoczesnym zwiększeniu sztywności poprzecznej.

Korzystnie, gdy pole przekroju fragmentów płaskich jest równe lub większe od pola przekroju fragmentów o przekroju kołowym.

Sprężyna śrubowa elastycznego, pneumatycznego modułu przemieszczania i pozycjonowania posiada położone naprzemiennie fragmenty o przekroju kołowym i fragmenty płaskie wzdłuż pasm śrubowych. Korzystnie, gdy fragmenty sprężyny o przekroju kołowym posiadają średnicę d drutu i w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi sprężyny posiadają zaokrąglenia o promieniu r krzywizny, a fragmenty płaskie mają spłaszczenia o grubości g , korzystnie od trzech do pięciu razy mniejszej od średnicy d drutu, przy czym pola przekroju poprzecznego płaskiego fragmentu sprężyny i fragmentu sprężyny o przekroju kołowym są korzystnie jednakowe, a proporcja długości $3 L_p$ fragmentów płaskich do długości $(3 \cdot L_p + 3 \cdot L_r)$ środkowego obrysu zwoju korzystnie wynosi 0,5–0,7.

Korzystnie, gdy sprężyna śrubowa wykonana jest z materiału o dużej wytrzymałości mechanicznej, wysokim module sprężystości wzdłużnej, dużej odporności na korozję i zużycie ścierne.

Korzystnie, gdy sprężyna śrubowa wykonana jest ze stali wysokostopowych: stopu chromowo-wanadowego 51 CrV4 (1.8159) lub chromowo-niklowego X 10CrNi88 (1.4310), lub chromowo-molibdenowo-wanadowego X22 CrMoV 121 (1.4923), lub ze stopów tytanu korzystnie z Ti6Al4V-PE-UHMW, lub ze spiekanych proszków metali korzystnie z tytanu albo magnezu jak również metodą wytwarzania przyrostowego.

Korzystnie, gdy elastyczny mieszek jest wykonany z gumy – kauczuku nitylowego NBR lub chloroprenowego CR, lub naturalnego NBR, lub etylenowo-propylenowo-dienowego EPDM, lub elastomeru, lub polimerów.

Korzystnie, gdy pozostałe elementy konstrukcyjne modułu są wykonane z typowych materiałów konstrukcyjnych, takich jak stale konstrukcyjne i ich stopy, jak również z tworzyw sztucznych – poli-amidu, PBT, poliwęglanu lub poliestru.

Elastyczny, pneumatyczny modułu przemieszczania i pozycjonowania według wynalazku umożliwia rozwiązanie problemu przemieszczania i pozycjonowania elementów roboczych umieszczonych na końcach ramion robotów i manipulatorów, poprzez napełnianie i opróżnianie sprężonym powietrzem komory elastycznego mieszka o zmiennej grubości ścianek, wewnątrz którego umieszczono sprężysty rdzeń wykonany w postaci sprężyny śrubowej naciskowej o zmiennym przekroju, posiadającej położone naprzemiennie fragmenty płaskie i fragmenty o przekroju kołowym. W wyniku zmiany długości modułu oraz ewentualnych przemieszczeń bocznych zależnych od podatności elementów i ciśnienia w mieszku, w przypadku procesu montażu możliwe jest dopasowywanie się położenia końcówki elementu roboczego do innych elementów montowanego układu. Zaletą modułu zawierającego sprężysty rdzeń umieszczony wewnątrz elastycznego mieszka, o dużej podatności wzdłużnej i dużej sztywności poprzecznej, jest duża zdolność adaptacyjnego przemieszczania i pozycjonowania delikatnych elementów podatnych na uszkodzenia mechaniczne, dlatego znajduje on zastosowanie w układach takich jak roboty humanoidalne i montażowe, urządzenia pomiarowe, w manipulatory oraz roboty przemysłowe.

Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania, zgodny z wynalazkiem posiada duży stopień elastyczności wzdłużnej oraz ograniczonej podatności poprzecznej. Jest to istotne zwłaszcza w przypadku modułów o dużej długości, przeznaczonych do wykorzystania w połączeniu z efektorami robotów humanoidalnych lub robotów przemysłowych, w tym robotów montażowych, pracujących w warunkach elastycznego dopasowywania położenia elementów roboczych do delikatnych obiektów lub elementów podatnych na mechaniczne uszkodzenia, na przykład wykonanych z materiałów kruchych lub wrażliwych na obciążenia impulsowe.

Przedmiot wynalazku opisano poniżej bardziej szczegółowo w przykładzie wykonania pokazanym na rysunku, na którym przedstawiają:

- fig. 1 – moduł w widoku z przodu,
- fig. 2 – przekrój osiowy A-A modułu zgodnie z widokiem na fig. 1,
- fig. 3 – szczegół B, zgodnie z widokiem na fig. 1, przedstawiający przekrój stref o dużym i małym stopniu odkształcenia elastycznego mieszka,
- fig. 4 – moduł w widoku izometrycznym z wycięciem ćwiartkowym,
- fig. 5 – sprężynę śrubową o zmiennym przekroju w widoku z przodu,
- fig. 6 – sprężynę w widoku z góry,
- fig. 7 – mocowanie sprężyny śrubowej o zmiennym przekroju w materiale elastycznym,
- fig. 8 – przekrój osiowy C-C mocowania sprężyny zgodnie z widokiem na fig. 7,
- fig. 9 – elastyczny mieszek w półwidoku i półprzekroju.

W przedstawionej na fig. od 1 do 3 postaci wykonania wynalazku, elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania zawiera sprężysty rdzeń w postaci sprężyny śrubowej 1 (fig. 4 i 5) o zmiennym kształcie przekroju zwoju, posiadającej fragmenty 10 o przekroju kołowym oraz fragmenty płaskie 11. Fragmenty 10 o przekroju kołowym są zagięte i posiadają promień r krzywizny mniejszy od promienia $R = 31$ mm zewnętrznego obrysu zwoju sprężyny śrubowej 1, a fragmenty płaskie 11 mają prostoliniową oś 16 symetrii. Pole przekroju fragmentów płaskich 11 jest równe od pola przekroju fragmentów 10 o przekroju kołowym. W innym przykładzie wykonania pole przekroju fragmentów płaskich 11 jest mniejsze od pola przekroju fragmentów 10 o przekroju kołowym. W przekroju wzdłuż osi zwoju sprężyny śrubowej 1 (fig. 5) posiada ona kształt trójkątny z zaokrąglonymi narożnikami, a końce sprężyny śrubowej 1 są otoczone materiałem podatnym o dobrych właściwościach tłumiących tworzących tuleję 2 z materiału elastycznego (fig. 7 i 8). W jednym przykładzie wykonania końce sprężyny śrubowej 1 są otoczone gumą, a w innym przykładzie wykonania otoczone są elastomerem.

Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania zawiera elastyczny mieszek 4 (fig. 9) odkształczany pod wpływem ciśnienia sprężonego powietrza podawanego przez zawór rozdzielający, połączony z pneumatycznym złączem 5 wkręconym w gwintowany otwór tulei czołowej 3, sterujący zasilaniem i odpowietrzaniem wewnętrznej komory elastycznego mieszka 4. Elastyczny mieszek 4 w przekroju osiowym (fig. 3) posiada zmienną grubość ścianek z pogrubieniem wewnętrznych fragmentów o mniejszej średnicy $D_w = 66$ mm w stosunku do grubości ścianek zboczy oraz fragmentów o większej średnicy $D_z = 79.5$ mm. Takie ukształtowanie przekroju poprzecznego elastycznego mieszka 4 w miejscu pogrubienia 13 tworzy strefę L o małym stopniu odkształcenia, natomiast w pozostałej części występuje strefa K o dużym stopniu odkształcenia. Stąd elastyczny mieszek posiada zwiększoną podatność wzdłużną i jednocześnie zwiększoną sztywność poprzeczną. Elastyczny mieszek 4 jest połączony z obydwu stron z tulejami czołowymi 3 za pomocą nakrętek oporowych 6, połączonych gwintowo z wkrętkami 9 dociskającymi dwa półpierścienie 7 do kołnierza 19 elastycznego mieszka 4. Do tulei czołowych 3 są wkręcone z obydwu stron elementy robocze 8.

Fragmenty 10 o przekroju kołowym i fragmenty płaskie 11 sprężyny śrubowej 1 elastycznego, pneumatycznego modułu przemieszczania i pozycjonowania rozmieszczone są naprzemiennie wzdłuż pasm śrubowych 14. Fragmenty 10 o przekroju kołowym posiadają średnicę $d = 4$ mm drutu i w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi sprężyny śrubowej 1 posiadają zaokrąglenia o promieniu $r = 12,8$ mm krzywizny, a fragmenty płaskie 11 mają spłaszczenia o grubości $g = 1$ mm, korzystnie od trzech do pięciu razy mniejszej od średnicy d drutu. Przy czym przekroje poprzeczne fragmentu płaskiego 11 i fragmentu 10 o przekroju kołowym sprężyny śrubowej 1 są korzystnie jednakowe, a proporcja długości $3 \cdot L_p$ fragmentów płaskich do długości $(3 \cdot L_p + 3 \cdot L_r)$ środkowego obrysu zwoju 20 korzystnie wynosi: 0,5–0,7. W omawianym przykładzie wykonania długość L_p fragmentu płaskiego 11 sprężyny śrubowej 1 wynosi 28 mm, a długość L_r łuku fragmentu 10 sprężyny śrubowej 1 o przekroju kołowym ma wartość 26,6 mm.

W tym przykładzie wykonania sprężyna śrubowa wykonana jest ze stali chromowo-niklowej X 10CrNi88 (1.4310). Elastyczny mieszek jest wykonany z gumy – kauczuku etylenowo-propylenowodienowego EPDM. Pozostałe elementy konstrukcyjne modułu są wykonane z typowych materiałów konstrukcyjnych, takich jak stale konstrukcyjne i ich stopy, jak również z tworzyw sztucznych – poliamidu, PBT, poliwęglanu lub poliestru.

W innym przykładzie wykonania elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania zawiera sprężysty rdzeń w postaci sprężyny śrubowej 1 (fig. 4 i 5) o zmiennym kształcie przekroju zwoju, posiadającej fragmenty 10 o przekroju kołowym oraz fragmenty płaskie 11. Fragmenty 10 o przekroju kołowym są zagięte i posiadają promień r krzywizny mniejszy od promienia $R = 11$ mm zewnętrznego obrysu zwoju sprężyny śrubowej 1, a fragmenty płaskie 11 mają prostoliniową oś 16 symetrii.

Elastyczny mieszek 4 w przekroju osiowym (fig. 3) posiada zmienną grubość ścianek z pogrubieniem wewnętrznych fragmentów o mniejszej średnicy $D_w = 24$ mm w stosunku do grubości ścianek zboczy oraz fragmentów o większej średnicy $D_z = 36$ mm. Takie ukształtowanie przekroju poprzecznego elastycznego mieszka 4 w miejscu pogrubienia 13 tworzy strefę L o małym stopniu odkształcenia, natomiast w pozostałej części występuje strefa K o dużym stopniu odkształcenia.

Fragmenty 10 o przekroju kołowym posiadają średnicę $d = 1.8$ mm drutu i w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi sprężyny śrubowej 1 posiadają zaokrąglenia o promieniu $r = 4$ mm krzywizny, a fragmenty płaskie 11 mają spłaszczenia o grubości $g = 0.6$ mm, korzystnie od trzech do pięciu razy mniejszej od średnicy d drutu.

Wykaz oznaczeń:

- | | | |
|----------------------|---|--|
| 1 | – | sprężyna śrubowa, |
| 2 | – | tuleja z materiału elastycznego, |
| 3 | – | tuleja czołowa, |
| 4 | – | elastyczny mieszek, |
| 5 | – | złącze do pneumatycznego zaworu rozdzielającego sterującego zasilaniem i odpowietrzaniem sprężonego powietrza, |
| 6 | – | nakrętka oporowa, |
| 7 | – | półpierścień |
| 8 | – | element roboczy, |
| 9 | – | wkrętka, |
| 10 | – | fragmenty sprężyny śrubowej o przekroju kołowym, |
| 11 | – | fragmenty płaskie sprężyny śrubowej, |
| 12 | – | zewnątrzny układ zasilania oraz odpowietrzania sprężonym powietrzem, |
| 13 | – | pogrubienie ścianki elastycznego mieszka, |
| 14 | – | pasmo śrubowe sprężyny śrubowej, |
| 15 | – | zaokrąglone naroże sprężyny śrubowej, |
| 16 | – | oś symetrii płaskiego fragmentu sprężyny śrubowej, |
| 17 | – | końcówka sprężyny śrubowej, |
| 18 | – | otwór dolotowy doprowadzający i odprowadzający sprężone powietrze do przestrzeni wewnętrznej elastycznego mieszka, |
| 19 | – | kołnierz elastycznego mieszka, |
| 20 | – | środkowy obrys zwoju sprężyny śrubowej, |
| <i>d</i> | – | średnica drutu sprężyny śrubowej, |
| <i>R</i> | – | promień zewnętrznego obrysu zwoju sprężyny śrubowej, |
| <i>g</i> | – | grubość spłaszczenia płaskiego fragmentu sprężyny śrubowej, |
| <i>r</i> | – | promień krzywizny zaokrąglenia sprężyny śrubowej, |
| <i>L_p</i> | – | długość płaskiego fragmentu sprężyny śrubowej, |
| <i>L_r</i> | – | długość fragmentu sprężyny śrubowej o przekroju kołowym, |
| <i>D_w</i> | – | średnica wewnętrznego fragmentu elastycznego mieszka, |
| <i>D_z</i> | – | średnica zewnętrznego fragmentu elastycznego mieszka, |
| <i>K</i> | – | strefa o dużym stopniu odkształcenia, |
| <i>L</i> | – | strefa o małym stopniu odkształcenia. |

Zastrzeżenia patentowe

1. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania zawierający sprężysty rdzeń otoczony materiałem o właściwościach tłumiących, **znamienny tym**, że zawiera sprężysty rdzeń w postaci sprężyny śrubowej 1 o zmiennym kształcie przekroju zwoju, posiadającej położone naprzemiennie fragmenty 10 o przekroju kołowym oraz fragmenty płaskie 11, przy czym fragmenty 10 o przekroju kołowym są zagięte i w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi sprężyny śrubowej 1 posiadają promień *r* krzywizny zaokrąglenia mniejszy od promienia *R* zewnętrznego obrysu zwoju sprężyny śrubowej 1, a fragmenty płaskie 11 mają prostoliniową oś 16 symetrii, przy czym pole przekroju fragmentów płaskich 11 jest nie większe od pola przekroju fragmentów 10 o przekroju kołowym, ponadto w przekroju wzdłuż osi zwoju sprężyny śrubowej 1 posiada ona kształt trójkątny z zaokrąglonymi narożami 15, a obydwie końce sprężyny śrubowej 1 otoczone materiałem podatnym o dobrych właściwościach tłumiących tworzą tuleje 2, ponadto moduł zawiera elastyczny mieszek 4 odkształcany pod wpływem ciśnienia sprężonego powietrza podawanego przez zawór rozdzielający, połączony z pneumatycznym złączem 5 wkręconym w gwintowany otwór tulei czołowej 3, sterujący zasilaniem i odpowietrzaniem komory wewnętrznej elastycznego mieszka 4, który połączony z obydwoma stronami z tulejami czołowymi 3 za pomocą nakrętek oporowych 6 połączonych gwintowo z wkrętkami 9 dociskającymi dwa półpierścienie 7 do kołnierza 19 elastycznego mieszka 4, a do tulei czołowych 3 są wkręczone elementy robocze 8.

2. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elastyczny mieszek 4 w przekroju osiowym posiada zmienną grubość ścianek z pogrubieniem 13 wewnętrznych fragmentów o mniejszej średnicy D_w w stosunku do grubości ścianek zboczy oraz fragmentów o większej średnicy D_z .
3. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pole przekroju fragmentów płaskich 11 jest równe lub mniejsze od pola przekroju fragmentów 10 o przekroju kołowym.
4. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że fragmenty 10 o przekroju kołowym i fragmenty płaskie 11 sprężyny śrubowej 1 rozmieszczone są wzdłuż pasm śrubowych 14, przy czym fragmenty 10 o przekroju kołowym posiadają średnicę d drutu i w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi sprężyny śrubowej 1 posiadają zaokrąglenia o promieniu r krzywizny, a fragmenty płaskie 11 mają spłaszczenia o grubości g , korzystnie 3–5 razy mniejszej od średnicy d drutu, przy czym pola przekroju poprzecznego fragmentów płaskich 11 i fragmentów 10 o przekroju kołowym są korzystnie jednakowe.
5. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że fragmenty płaskie 11 sprężyny śrubowej 1 określa proporcja długości $3 \cdot L_p$ do długości $(3 \cdot L_p + 3 \cdot L_r)$ środkowego obrysu zwoju 20 sprężyny śrubowej 1, korzystnie wynosząca: 0,5–0,7.
6. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sprężyna śrubowa 1 wykonana jest z materiału o dużej wytrzymałości mechanicznej, wysokim module sprężystości wzdłużnej, dużej odporności na korozję i zużycie ścierne.
7. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1 lub 6, **znamienny tym**, że sprężyna śrubowa 1 wykonana jest ze stali wysokostopowych: stopu chromowo-wanadowego 51 CrV4 (1.8159) lub chromowo-niklowego X 10CrNi88 (1.4310), lub chromowo-molibdenowo-wanadowego X22 CrMoV 121 (1.4923), lub ze stopów tytanu korzystnie z Ti6Al4V-PE-UHMW, lub ze spiekanych proszków metali korzystnie z tytanu albo magnezu jak również metodą wytwarzania przyrostowego.
8. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, lub 6 lub 7, **znamienny tym**, że elastyczny mieszek 4 jest wykonany z gumy – kauczuku nitrylowego NBR lub chloroprenowego CR, lub naturalnego NBR, lub etylenowo-propylenowo-dienowego EPDM, lub elastomeru, lub polimerów.
9. Elastyczny, pneumatyczny moduł przemieszczania i pozycjonowania według zastrz. 1, lub 6, lub 7 lub 8, **znamienny tym**, że elementy konstrukcyjne modułu są wykonane z typowych materiałów konstrukcyjnych, takich jak stale konstrukcyjne i ich stopy, jak również z tworzyw sztucznych – poliamidu, PBT, poliwęglanu lub poliestru.

Rysunki

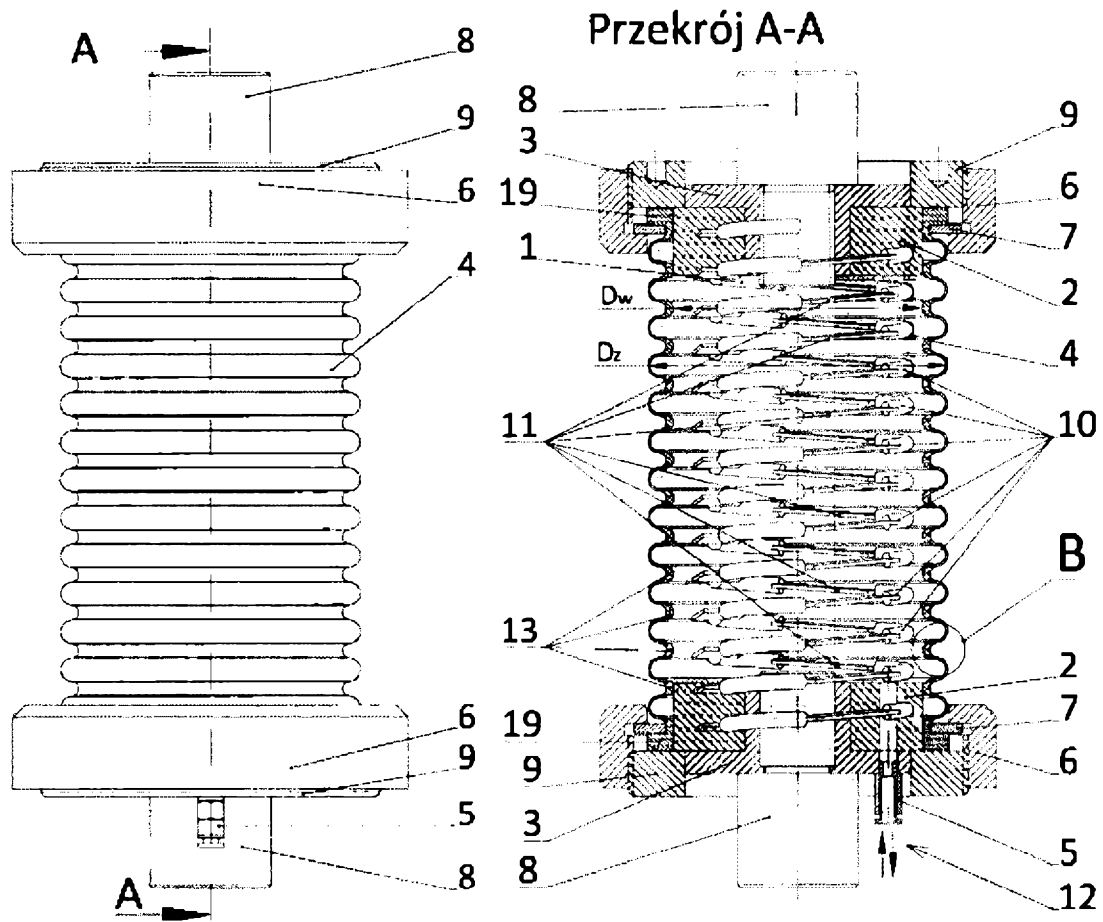


Fig. 1

Fig. 2

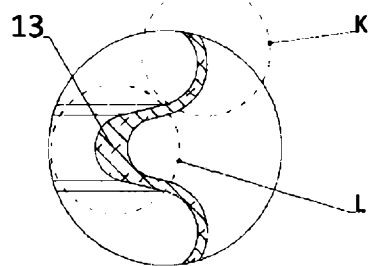


Fig. 3

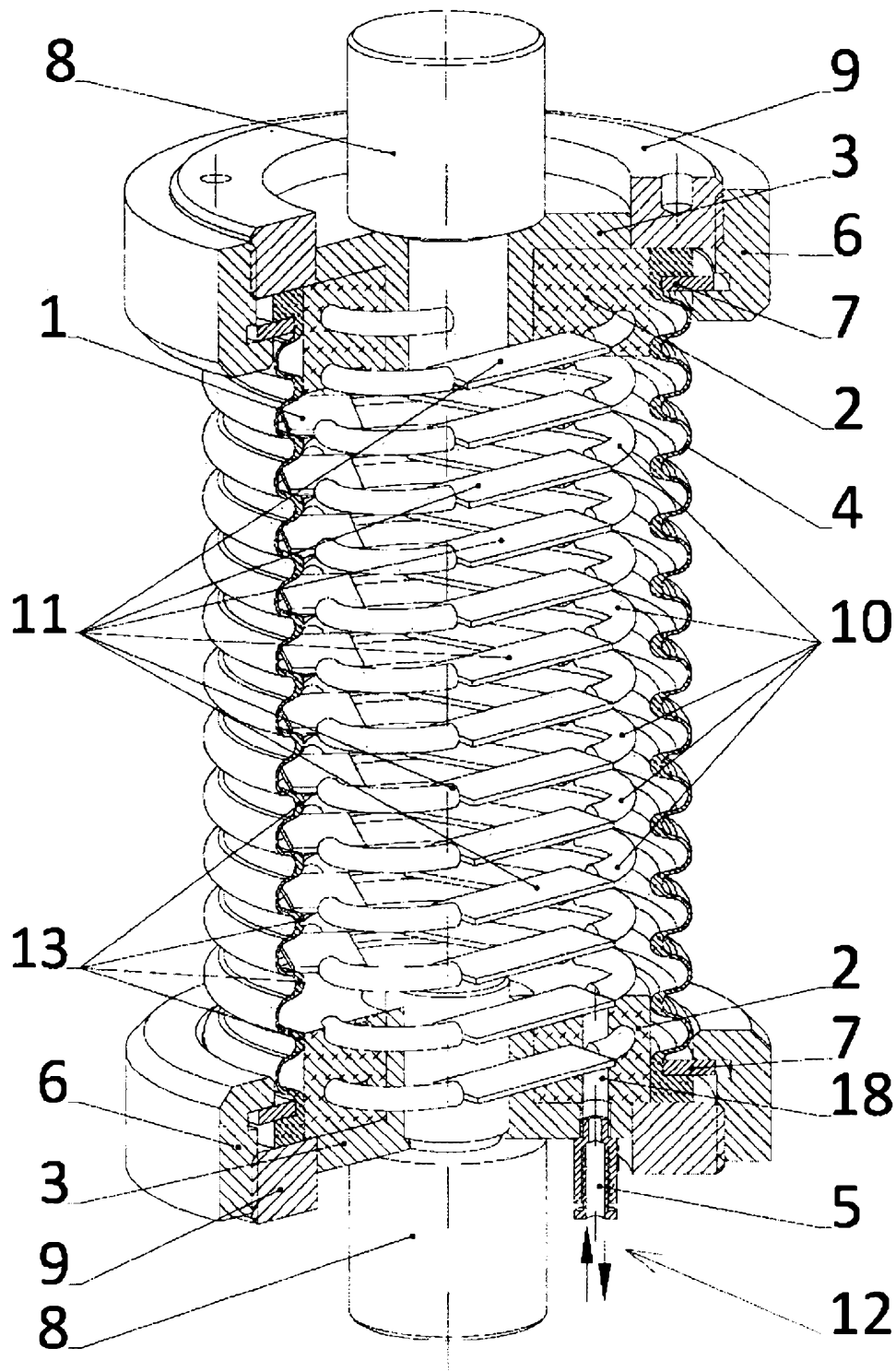


Fig. 4

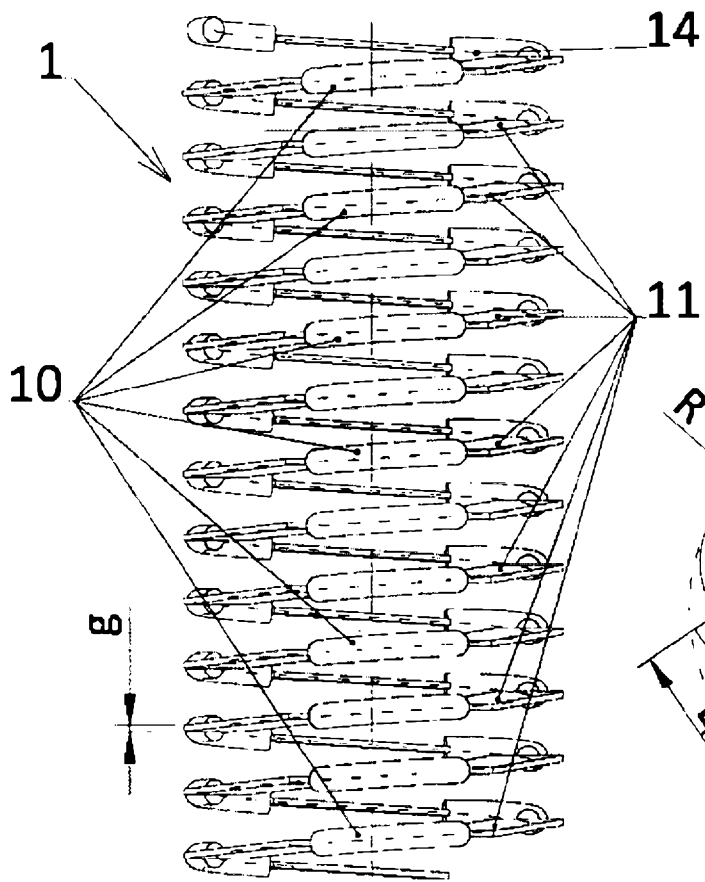


Fig. 5

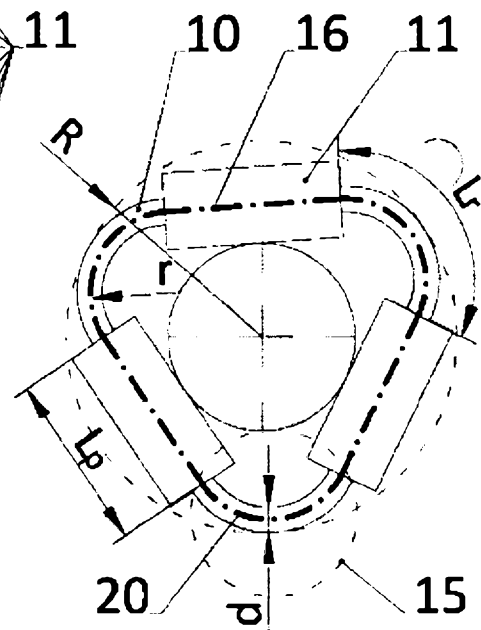


Fig. 6

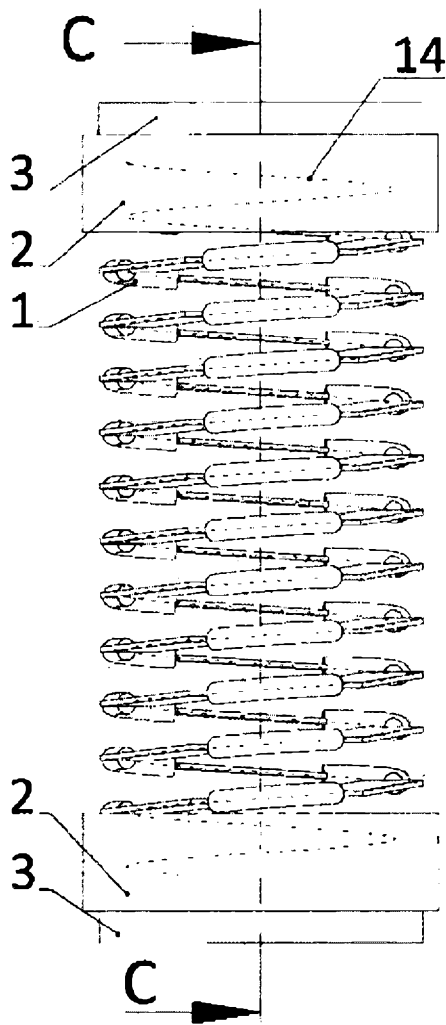


Fig. 7

Przekrój C-C

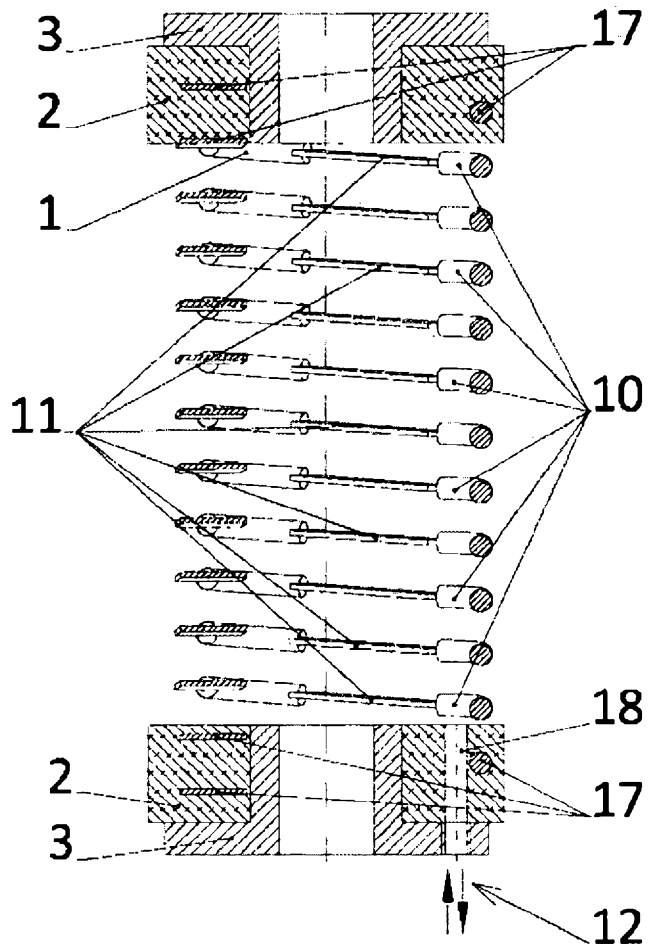


Fig. 8

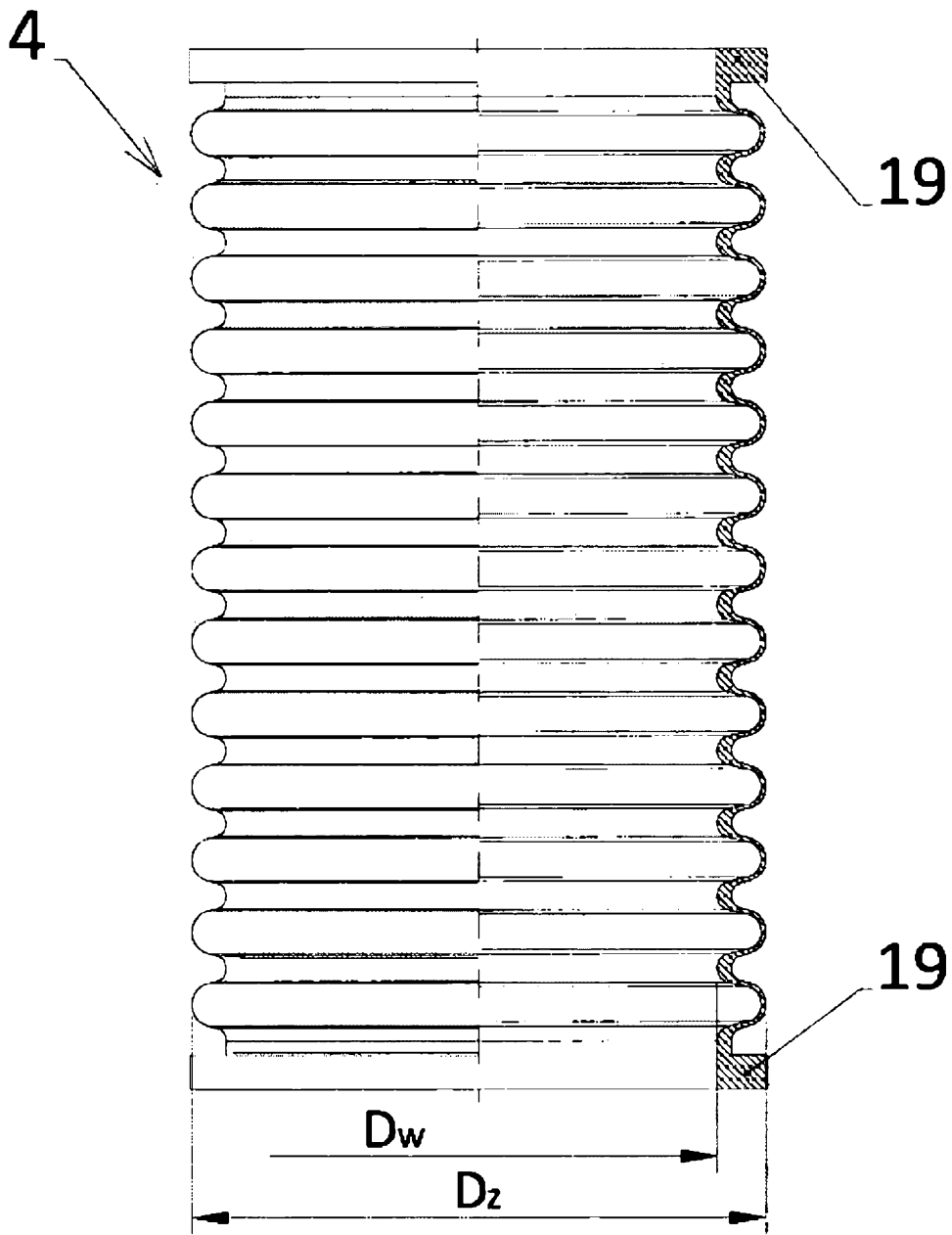


Fig. 9