RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **231283**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419941**

(22) Data zgłoszenia: **22.12.2016**

(51) Int.Cl.
A61B 1/045 (2006.01)
A61B 17/94 (2006.01)
B25J 9/12 (2006.01)

(54) **Zespół napędowy narzędzia endoskopowego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.07.2018 BUP 14/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2019 WUP 02/19

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
KONRAD KOBUS, Puławy, PL
GRZEGORZ KARPIEL, Kraków, PL
MACIEJ PETKO, Kraków, PL
KLAUDIA STANGEL-WÓJCIKIEWICZ, Zielonki, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Maciej Młodkowski

PL 231283 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zespół napędowy narzędzia endoskopowego, wykorzystywanego zwłaszcza podczas zabiegów intrakorporalnych w obrębie miednicy mniejszej u kobiet. Wspomniany zespół napędowy jest przeznaczony do współpracy z ramieniem robota medycznego.

Znane ze stanu techniki endoskopy zawierają korpus stanowiący jednocześnie uchwyt dla podtrzymywania endoskopu przez osobę wykonującą badanie lub przez ramię robota, oraz połączone z korpusem narzędzie endoskopowe, zwykle w kształcie cienkiego pręta, które umieszcza się wewnątrz ciała pacjenta. Endoskop wyposażony jest również w zewnętrzne źródło światła wykorzystywanego do oświetlania obszaru wewnątrz ciała pacjenta. Na distalnym końcu narzędzia endoskopowego, przeciwległym względem korpusu, znajduje się zwykle układ optyczny, który służy do oświetlania badanego obszaru światłem ze źródła światła oraz odbierania uzyskiwanego obrazu, który z kolei kierowany jest przez system soczewek lub włókien optycznych do korpusu endoskopu. W korpusie endoskopu obraz jest odbierany przez układ optyczny do bezpośredniej obserwacji lub przez kamerę, która z kolei przekazuje obraz do wyświetlacza np. ekranu monitora.

Z uwagi na zmiany położenia narzędzia endoskopowego, konieczna jest zmiana ogniskowej układu optycznego tak, aby zapewnić ostrość rejestrowanego obrazu.

W publikacji US 2005/0267329 A1 ujawniono zespół kamery dla endoskopu, zawierający obudowę, w której umieszczona jest kamera sprzęgnięta w osi optycznej z zespołem optycznym obejmującym układ soczewek usytuowany w tulei, która może przemieszczać się wzdłuż osi optycznej napędzana przez silnik elektryczny w celu zmiany ostrości rejestrowanego obrazu. Silnik elektryczny jest usytuowany równolegle do osi optycznej, lecz oddalony od niej promieniowo o pewną odległość wynikającą z rozmiarów gabarytowych zastosowanego silnika oraz specyfiki rozmieszczenia pozostałych elementów układu kamery endoskopowej. Powstałe odsądzenie między osią silnika i osią optyczną wymusza zastosowanie specjalnie zaprojektowanego układu transmisji ruchu, np. w postaci przekładni zębatej, przenoszących ruch obrotowy silnika na ruch obrotowy tulei z układem soczewek. Budowa układu zakłada również zmianę ruchu tulei z obrotowego na postępowy przy pomocy odpowiedniego układu prowadzącego w postaci kanału i przemieszczającego się w nim sworznia.

Wspomniana powyżej konstrukcja nie oferuje jednakże sterowania położeniem samego narzędzia endoskopowego, co jest niezwykle istotne dla precyzyjnego umieszczenia jego distalnej końcówki w pożądanym miejscu i przeprowadzenia obserwacji konkretnego miejsca. Sterowanie musi zatem być realizowane przez dodatkowy zewnętrzny mechanizm lub po prostu przez samego operatora, co zwiększa gabaryty samego endoskopu lub odpowiednio utrudnia pracę operatora zmuszając go do manipulowania korpusem endoskopu.

Przykładem takiego mechanizmu napędowego jest rozwiązanie ujawnione w opisie patentowym nr 208430 B1 pt. "Manipulator, zwłaszcza manipulator robota medycznego". Ujawniony zespół napędowy został skonstruowany w oparciu o silnik napędowy, z którego ruch obrotowy przenoszony jest za pomocą przekładni zębatej i śrubowo-tocznej na element suwliwy. Suwak ten jest sprzężony w sposób rozłączny z elementem pośrednim przez zlokalizowany na jego zewnętrznej osiowosymetrycznej powierzchni zamek. Element pośredni posiada szereg osiowo przebiegających otworów, przez które montowane są wzdłużne pręty pełniące rolę popychaczy, które są odpowiedzialne za nadawanie ruchu specjalnie zaprojektowanemu narzędziu chirurgicznemu w kolejnych osiach, zwiększając tym samym jego liczbę stopni swobody (ruchliwość). Opracowane przez zespół narzędzie chirurgiczne ma postać tulei osadzanej w korpusie zespołu napędowego, przy czym wolny koniec tulei zakończony jest zespołem przegubowym z zamocowanym na nim instrumentem chirurgicznym, połączonym z popychaczami zespołu napędowego przy pomocy odpowiedniego układu cięgien.

Rozwiązanie opisywane w streszczeniu zgłoszenia patentowego nr 402586 dotyczy mechanizmu do sterowania cewnikami medycznymi w trakcie zabiegu, który usytuowany jest w rękojeści narzędzia i umożliwia swobodne sterowanie distalną końcówką narzędzia. Ruch końcówki jest osiągany przy pomocy stalowych cięgien, które poruszają się zawsze w przeciwnych kierunkach względem siebie, i poprzez śrubę transportową dla wykonania pierwszego, system dwóch listew zębatych z kątową przekładnią zębatą dla wykonania drugiego, tarczą zabierakową z przekładnią kątową dla wykonania trzeciego, paska zębatego z systemem kółek zębatych i zębatej przekładni kątowej dla wykonania czwartego, napędzane są przez zasilany z baterii lub zewnętrznego zasilacza elektryczny silniczek z wewnętrzną przekładnią, którego kierunek obrotów, a tym samym kierunek ruchu cięgien, można dowolnie ustawić według potrzeb, przy pomocy mechanicznego przełącznika.

Przytoczone wyżej mechanizmy są kompromisowymi rozwiązaniami między dwoma znanymi i powszechnie stosowanymi układami przenoszenia ruchu z jednostek napędowych generujących ruch obrotowy na poszczególne elementy narzędzi wykorzystywanych podczas różnych zabiegów chirurgicznych.

W pierwszym przypadku układ napędowy wyposażony jest w silnik oraz przekładnię, połączone z instrumentami narzędzia za pomocą sztywnych cięgien, zwanych również popychaczami. Zaletą skonstruowanego w ten sposób zespołu przenoszenia ruchu jest wysoka wymagana sztywność. Cały układ kinematyczny zespołu napędowego charakteryzuje się niską podatnością, dzięki czemu możliwe jest dokładniejsze odwzorowywanie zaplanowanej trajektorii ruchu narzędzia chirurgicznego podczas wykonywanych zabiegów operacyjnych. Wadą tego typu rozwiązań jest ograniczona liczba stopni swobody w układzie przeniesienia napędu, zwłaszcza ze względu na wymagane niewielkie gabaryty urządzenia. Skutkuje to m. in. ograniczeniem zakresu ruchu narzędzi.

W drugim przypadku przeniesienie napędu realizowane jest za pomocą podatnych cięgien (np. w postaci stalowych linek). Połączenie układu napędowego z ruchomymi członami narzędzia elementami podatnymi, przebiegającymi przez system obrotowych rolek, tworzy mechanizm charakteryzujący się wieloma stopniami swobody oraz dużym zakresem ruchu. Zwiększa to możliwości pracy tak skonstruowanym narzędziem. Niedogodnością tego rozwiązania jest mała dokładność ruchów instrumentów chirurgicznych, wynikająca z wysokiej podatność cięgien (np. rozciąganie się linek), zwiększającej się w miarę eksploatacji, co skutkuje znaczną podatnością całości układu oraz histerezą w układzie przeniesienia napędu.

Celem wynalazku jest zapewnienie zespołu napędowego narzędzia endoskopowego umożliwiającego jednocześnie sterowanie ogniskową układu optycznego endoskopu.

Celem wynalazku jest również zapewnienie zespołu napędowego o prostej konstrukcji zawierającej możliwie małą liczbę współpracujących elementów.

Zespół napędowy narzędzia endoskopowego, według wynalazku, zawierający korpus oraz kamerę umieszczoną wewnątrz korpusu i usytuowany współosiowo przed kamerą nastawny układ optyczny mający gniazdo mocujące dla narzędzia endoskopowego i wyposażony w uchwyt regulacji ogniskowej toru optycznego, przy czym ze wspomnianym uchwytem sprzęgnięty jest elektryczny silnik regulacyjny do obrotowego przemieszczania wspomnianego uchwytu, charakteryzuje się, że zawiera korpus składający się z części nieruchomej i części ruchomej, wał drążony, który jest osadzony obrotowo wewnątrz części nieruchomej korpusu i wewnątrz którego jest zamocowana kamera i na którym jest zamontowana część ruchoma korpusu, elektryczny silnik napędowy, do obracania gniazda mocującego, którego wirnik zamocowany jest na powierzchni zewnętrznej wału drążonego, natomiast stojan jest zamocowany do części nieruchomej korpusu, tuleję regulacyjną otaczającą układ optyczny, wewnątrz której jest nieruchomo zamocowany uchwyt regulacji ogniskowej układu optycznego, przy czym elektryczny silnik regulacyjny ma wirnik zamocowany na powierzchni zewnętrznej wspomnianej tulei regulacyjnej, natomiast stojan jest osadzony w części ruchomej korpusu, a ponadto układ optyczny, kamera, tuleja regulacyjna, wał drążony oraz silnik regulacyjny i silnik napędowy są usytuowane współosiowo.

Korzystnie, wał drążony jest zamocowany w korpusie za pomocą łożysk tocznych.

Korzystnie, silnik napędowy stanowi synchroniczny silnik elektryczny prądu przemiennego z magnesami trwałymi PMSM lub bezszczotkowy silnik elektryczny zasilany prądem stałym BLDC, przy czym na powierzchni zewnętrznej wału drążonego zamocowany jest pierścień drugiego enkodera współpracujący z usytuowaną w części nieruchomej korpusu głowicą dekodującą.

Korzystnie, silnik regulacyjny stanowi synchroniczny silnik elektryczny prądu przemiennego z magnesami trwałymi PMSM lub bezszczotkowy silnik elektryczny zasilany prądem stałym BLDC, przy czym na powierzchni zewnętrznej tulei regulacyjnej zamocowany jest pierścień pierwszego enkodera współpracujący z usytuowaną w części ruchomej korpusu głowicą dekodującą.

Korzystnie, uchwyt regulacji ogniskowej układu optycznego jest zamocowany wewnątrz tulei regulacyjnej za pomocą dwóch półokrągłych elementów mocujących obejmujących uchwyt, które z kolei są zaciskane za pomocą zestawu pierścieni rozprężno-zaciskowych.

Korzystnie, korpus ma kształt cylindryczny, przy czym w pokrywie korpusu utworzone jest mocowanie dla ramienia robota w postaci gwintowanych otworów.

Istota zespołu napędowego według wynalazku polega na tym, że centralną jego częścią jest kamera wraz z układem optycznym, montowanym we wnętrzu zespołu napędowego w sposób uniwersalny, korzystnie przy pomocy szeregu pierścieni rozprężno-zaciskowych. Silnik regulacyjny, korzystnie w postaci silnika elektrycznego prądu przemiennego synchronicznego z magnesami trwałymi – PMSM

(ang. permanent-magnet synchronous motor) lub bezszczotkowego silnika elektrycznego zasilanego prądem stałym – BLDC (ang. brushless direct-current motor), składającego się dwóch pierścieni koncentrycznych względem siebie, jest odpowiedzialny za zmianę ogniskowej układu optycznego, powodując zmianę ostrości rejestrowanego obrazu. Silnik napędowy, korzystnie również w postaci silnika typu PMSM lub BLDC, jest odpowiedzialny za zmianę orientacji narzędzia endoskopowego wokół osi optycznej układu. Oba silniki są umiejscowione współosiowo w korpusie w taki sposób, że oś optyczna endoskopu stanowi wspólną oś ich obrotu. Enkodery obrotowe wbudowane w zespół napędowy mają za zadanie śledzenie i rejestrację zmian przemieszczeń kątowych poszczególnych napędów, a ich sygnały wykorzystywane są w systemie sterowania całości zespołu napędowego. Wiązka przewodów zasilającego i sygnałowego doprowadzana jest do kamery przez wewnętrznie drążony wał, znajdujący się we wnętrzu zespołu napędowego, uniemożliwiając tym samym skręt przewodów przy zmianie orientacji narzędzia, a jedynie ich nieznaczne zginanie. Pozostałe przewody mogą być prowadzone w wewnętrznych lub zewnętrznych częściach głowicy. Budowa zespołu napędowego zapewnia bezpieczeństwo pracy zarówno od strony pacjenta, jak i operatora mechanizmu – uniemożliwia kontakt z elementami zasilanymi prądem lub mogącymi spowodować obrażenia fizyczne.

Zaletą wynalazku jest jego budowa umożliwiająca współosiowe rozmieszczenie układu optycznego wraz z układem napędów – umieszczenie kamery wraz z układem optycznym we wnętrzu rotorów dwóch napędów bezpośrednich bez projektowania skomplikowanych elementów zapewniających odpowiednie rozmieszczenie silników, przekładni mechanicznych, elementów transmisji ruchu, czy elementów zapewniających optymalne rozmieszczenie powyższych elementów względem siebie. Prowadzi to do ograniczenia rodzajów i ilości elementów występujących w zespołach napędowych opartych swoją budową na konwencjonalnych silnikach elektrycznych. Ograniczenie liczby współpracujących ze sobą elementów prowadzi do zmniejszenia oporów ruchu występujących między nimi. Zwiększa niezawodność zespołu poprzez eliminację tych elementów, które są szczególnie podatne na uszkodzenia (np. elementy podatne przekładni lub sprzęgieł). Potencjalnie zmniejsza również koszt produkcji i eksploatacji.

Dzięki uniwersalnemu sposobowi mocowania, możliwe jest użycie dowolnego komercyjnie dostępnego układu optycznego, wyposażonego w gniazdo mocujące endoskop/narzędzie endoskopowe po jednej stronie i kamerę po drugiej.

Korzystnym jest wykorzystanie napędów bezpośrednich do budowy zespołu napędowego, ponieważ umożliwia sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym od momentu obrotowego siły, co ma szczególne znaczenie podczas wykonywania zabiegów na organizmie żywym – jakikolwiek zarejestrowany niepożądany skok momentu może być informacją o zablokowaniu się narzędzia i sygnałem do jego wycofania.

Korzystnym jest również, jeżeli zespół napędowy jest zbudowany w oparciu o napędy bezpośrednie w postaci silników elektrycznych prądu przemiennego synchronicznych z magnesami trwałymi PMSM lub bezszczotkowych silników elektrycznych zasilanych prądem stałym BLDC oraz ma budowę pierścieniową (z wydrążonym przelotowo wirnikiem). Napędy w takiej konfiguracji nie wymagają smarowania, co eliminuje niebezpieczeństwo dostania się substancji niebezpiecznych dla zdrowia i życia do organizmu pacjenta podczas przeprowadzanego zabiegu.

Przedmiot wynalazku uwidoczniono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia rzut zespołu napędowego od strony złącza zasilania i sygnałowego kamery, fig. 2 – zespół napędowy w przekroju złożonym łamanym, zdefiniowanym na fig. 1, a fig. 3 – zespół napędowy w przekroju prostym wzdłużnym przez tor optyczny, zdefiniowanym na fig. 1.

Jak przedstawiono na fig. 2, zespół napędowy narzędzia endoskopowego według wynalazku zawiera korpus 50, wewnątrz którego znajduje się układ optyczny 1 zamocowany dzięki dwóm półokrągłym elementom mocującym 2, obejmującym uchwyt 43 odpowiedzialny za zmianę ogniskowej/ostrości toru optycznego, zaciskanym przy pomocy zestawu pierścieni rozprężno-zaciskowych 5. Wewnętrzne bieżnie pierścieni rozprężno-zaciskowych 5 osadzone są na elementach mocujących 2, natomiast ich zewnętrzne bieżnie osadzone są w tulei regulacyjnej 3, pomiędzy pierścieniami dystansowymi 4 i 6. Pierścienie rozprężno-zaciskowe 5 są ściskane we wnętrzu tulei regulacyjnej 3 przy pomocy kołnierza 7 siłą osiową pochodzącą od rozmieszczonych osiowo śrub 9, zabezpieczonych podkładkami 8 przed zjawiskiem samo-odkręcania, powodującego w konsekwencji poluzowanie tak skonstruowanego mechanizmu zaciskowego.

Do tulei regulacyjnej 3 mocowany jest wirnik 14 elektrycznego silnika regulacyjnego 44 stanowiącego napęd bezpośredni typu „direct drive", osadzony na tulei przejściowej 13, zabezpieczony przed

względnym przemieszczeniem obrotowym między poszczególnymi tulejami za pomocą dwóch wpustów 12, co przedstawiono na fig. 3. W opisywanym przykładzie wykonania silnik regulacyjny 44 stanowi synchroniczny silnik elektryczny prądu przemiennego z magnesami trwałymi PMSM.

Na tulei regulacyjnej 3 osadzony jest również pierścień 10a pierwszego enkodera obrotowego, zabezpieczony przed przemieszczeniem osiowym przy pomocy pierścienia osadczo-sprężystego 11.

Stojan 40 silnika regulacyjnego 44, współpracujący z wirnikiem 14, jest osadzony w oprawie 15, która osadzona jest w kolejnych dwóch oprawach 16 i 18, zabezpieczanych przed wzajemnym zsuwaniem się za pomocą osiowo rozmieszczonych śrub 17 i 28, zabezpieczonych podkładkami 27. Oprawa 18 posiada miejsce mocowania głowicy dekodującej 19a pierwszego enkodera obrotowego, w postaci prostokątnego kanału z dwoma nagwintowanymi otworami pod śruby 20, co zostało uwidocznione na figurach 1 i 3. Jest połączona z dyskiem 24, który jest z kolei połączony nierozłącznie z wałem drążonym 22 przy pomocy połączenia wciskowego, a wpust 23 zapewnia poprawną orientację połączenia obu elementów.

Ogólnie, oprawy 15, 16, 18 oraz dysk 24 tworzą część ruchomą 51 korpusu 50 połączoną z wałem drążonym 22.

Wewnętrzna bieżnia wału drążonego 22 stanowi miejsce mocowania kamery 21, zabezpieczonej przed niepożądanym przemieszczeniem względem wału drążonego 22 oraz układu optycznego 1 przy pomocy wkrętów dociskowych 25 i 26. Zewnętrzna bieżnia stanowi miejsce osadzenia wirnika 34 elektrycznego silnika napędowego 45 stanowiącego napęd bezpośredni oraz wewnętrznych bieżni tocznych łożysk 29, stanowiących w tym konkretnym przypadku łożyska kulkowe skośne. Wirnik 34 jest osadzany na wale drążonym przy pomocy luźno osadzanej tulei przejściowej 33, zabezpieczonej przed poślizgiem dzięki wpustowi pryzmatycznemu 32. W opisywanym przykładzie wykonania silnik napędowy 44 stanowi synchroniczny silnik elektryczny prądu przemiennego z magnesami trwałymi PMSM.

Łożysko toczne 29, położone po lewej stronie na figurach 2 i 3, osadzone jest w gnieździe oprawy 30 oraz zabezpieczone przed przemieszczeniem osiowym przez czoło dysku 24 z jednej strony i pierścień oporowy 31 z drugiej. Oprawa 35 stojana 41 silnika napędowego 45 zapewnia odpowiedni docisk pierścienia do łożyska 29 przy pomocy rozmieszczonych osiowo śrub 36, wprowadzając do układu wymagane naprężenia wstępne, kasujące ewentualny luzy w układzie.

Łożysko toczne 29, usytuowane po prawej stronie na figurach 2 i 3, osadzone jest w gnieździe oprawy 37, a regulacja luzu odbywa się przy pomocy tulei dociskowej 38, mocowanej do wału drążonego śrubami, umożliwiającymi wprowadzenie naprężeń wstępnych do układu. Podobnie jak w przypadku tulei 3, na tulei dociskowej osadzony jest pierścień 10b drugiego enkodera obrotowego, zabezpieczony przed przemieszczeniem osiowym przy pomocy pierścienia osadczo-sprężystego 11. Jak pokazano na figurach 2 i 3, zespół napędowy jest zamknięty pokrywą 39, posiadającą miejsce pod głowicę dekodującą 19b drugiego enkodera, mocowaną dwoma śrubami 20. Pokrywa 39 jest przyśrubowana do oprawy 37 przy pomocy rozmieszczonych osiowo śrub 17, co pokazano na fig. 1.

Ogólnie, oprawy 30, 35 i 37 oraz pokrywa 39 tworzą część nieruchomą 52 korpusu 50.

Silnik regulacyjny 44 i napędowy 45 działają w sposób niezależny od siebie. Endoskop/narzędzie endoskopowe jest montowane do zespołu napędowego przy pomocy uniwersalnego gniazda mocującego 42 zlokalizowanego na początku układu optycznego 1.

Silnik regulacyjny 44 ma za zadanie regulację ostrości obrazu rejestrowanego przez układ optyczny 1 i kamerę 21, poprzez zmianę ogniskowej toru optycznego. Proces ten odbywa się poprzez obrót wirnika 14 silnika regulacyjnego 44, zamocowanego do uchwytu 43 pokrętła regulacji układu optycznego 1 za pośrednictwem tulei regulacyjne 3, przy czym w zależności od wymaganego ustawienia ostrości, wirnik 14 obraca się o zadaną wartość przemieszczenia kątowego w lewo lub prawo, powodując obrót pokrętła regulacji ostrości i zmianę ogniskowej toru optycznego.

Silnik napędowy 45 odpowiada za zmianę orientacji endoskopu/narzędzia endoskopowego (obrót wokół osi narzędzia, będącej zarazem osią układu optycznego 1) – obrót wirnika 34 wymusza obrót wału drążonego 22 i jednocześnie narzędzia zamocowanego w gnieździe mocującym 42 układu optycznego 1. Informacje o charakterze przemieszczenia wirników 14, 34 obu silników dostarczają wbudowane w zespół napędowy enkodery obrotowe, odpowiednio pierwszy i drugi, które zebrane dane przesyłają do systemu sterowania zespołu napędowego. System sterowania, w oparciu o przekazane dane, podejmuje decyzję o dalszej pracy silników.

Należy zauważyć, że zarówno silnik regulacyjny 44 jak i silnik napędowy 45 mogą być dowolnym typem silnika elektrycznego, np. silnikiem krokowym, pod warunkiem, że taki silnik ma budowę wirnika

i stojana w postaci dwóch koncentrycznych pierścieni tak, aby zapewniony był odpowiedni kanał, w którym można byłoby umieścić tor optyczny i aby osie tych kanałów pokrywały się z osią optyczną układu.

Jednakże, zastosowanie napędów typu PMSM lub BLDC umożliwia sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym od momentu siły oraz prędkości, co umożliwia ocenę oddziaływania końcówki endoskopu na tkankę podczas badania. Pozwala to uniknąć sytuacji, w której obrót końcówki endoskopu wywołałby przypadkowe uszkodzenie tkanek.

Zespół napędowy stanowi końcówkę roboczą dla manipulatora/robota medycznego i co za tym idzie jest przeznaczony do mocowania do jego kiści. Mocowanie odbywa się przy pomocy dziesięciu otworów gwintowanych 53 wykonanych w pokrywie 39 (widoczne na fig. 1, 2, 3). W zależności od kształtu i rozmieszczenia otworów w kiści danego manipulatora/robota możliwe jest zamontowanie zespołu napędowego bezpośrednio za pomocą wkrętów dociskowych. Możliwe jest też połączenie za pomocą adaptera w postaci tulei z otworami przelotowymi z wykonanymi pogłębieniami pod łby śrub od strony zespołu napędowego oraz odpowiednio rozmieszczonymi otworami przelotowymi z pogłębieniami pod łby śrub tworzących połączenie rozłączne od strony łączącej adapter z kiścią. Możliwe jest też wykonanie adaptera w postaci tulei, którą możliwe byłoby łączenie końcówki roboczej w sposób kształtowy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego zawierający korpus oraz kamerę umieszczoną wewnątrz korpusu i usytuowany współosiowo przed kamerą nastawny układ optyczny mający gniazdo mocujące dla narzędzia endoskopowego i wyposażony w uchwyt regulacji ogniskowej toru optycznego, przy czym ze wspomnianym uchwytem sprzęgnięty jest elektryczny silnik regulacyjny do obrotowego przemieszczania wspomnianego uchwytu,

   znamienny tym, że

   korpus (50) składa się z części nieruchomej (51) i części ruchomej (52);

   a ponadto, zespół napędowy zawiera wał drążony (22), który jest osadzony obrotowo wewnątrz części nieruchomej (51) korpusu (50) i wewnątrz którego jest zamocowana kamera (21) i na którym jest zamontowana część ruchoma (52) korpusu (50);

   elektryczny silnik napędowy (45), do obracania gniazda mocującego (42), którego wirnik (34) zamocowany jest na powierzchni zewnętrznej wału drążonego (22), natomiast stojan (41) jest zamocowany do części nieruchomej (51) korpusu (50);

   tuleję regulacyjną (3) otaczającą układ optyczny (1), wewnątrz której jest nieruchomo zamocowany uchwyt (43) regulacji ogniskowej układu optycznego (1);

   przy czym elektryczny silnik regulacyjny (44) ma wirnik (14) zamocowany na powierzchni zewnętrznej wspomnianej tulei regulacyjnej (3), natomiast stojan (40) jest osadzony w części ruchomej (52) korpusu (50);

   zaś układ optyczny (1), kamera (22), tuleja regulacyjna (3), wał drążony (22) oraz silnik regulacyjny (44) i silnik napędowy (45) są usytuowane współosiowo.
2. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wał drążony (22) jest zamocowany w korpusie (50) za pomocą tocznych łożysk (29).
3. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że silnik napędowy (45) stanowi synchroniczny silnik elektryczny prądu przemiennego z magnesami trwałymi PMSM lub bezszczotkowy silnik elektryczny zasilany prądem stałym BLDC, przy czym na powierzchni zewnętrznej wału drążonego (22) zamocowany jest pierścień (10b) drugiego enkodera współpracujący z usytuowaną w części nieruchomej (51) korpusu (50) głowicą dekodującą (19b).
4. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego według zastrz. 1–3, **znamienny tym**, że silnik regulacyjny (44) stanowi synchroniczny silnik elektryczny prądu przemiennego z magnesami trwałymi PMSM lub bezszczotkowy silnik elektryczny zasilany prądem stałym BLDC, przy czym na powierzchni zewnętrznej tulei regulacyjnej (3) zamocowany jest pierścień (10a) pierwszego enkodera współpracujący z usytuowaną w części ruchomej (52) korpusu (50) głowicą dekodującą (19a).

5. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że uchwyt (43) regulacji ogniskowej układu optycznego (1) jest zamocowany wewnątrz tulei regulacyjnej (3) za pomocą dwóch półokrągłych elementów mocujących (2) obejmujących uchwyt (43), które z kolei są zaciskane za pomocą zestawu pierścieni rozprężno-zaciskowych (5).
6. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korpus (50) ma kształt cylindryczny.
7. Zespół napędowy narzędzia endoskopowego według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń, **znamienny tym**, że w pokrywie (39) korpusu (50) utworzone jest mocowanie dla ramienia robota w postaci gwintowanych otworów (53).

Rysunki

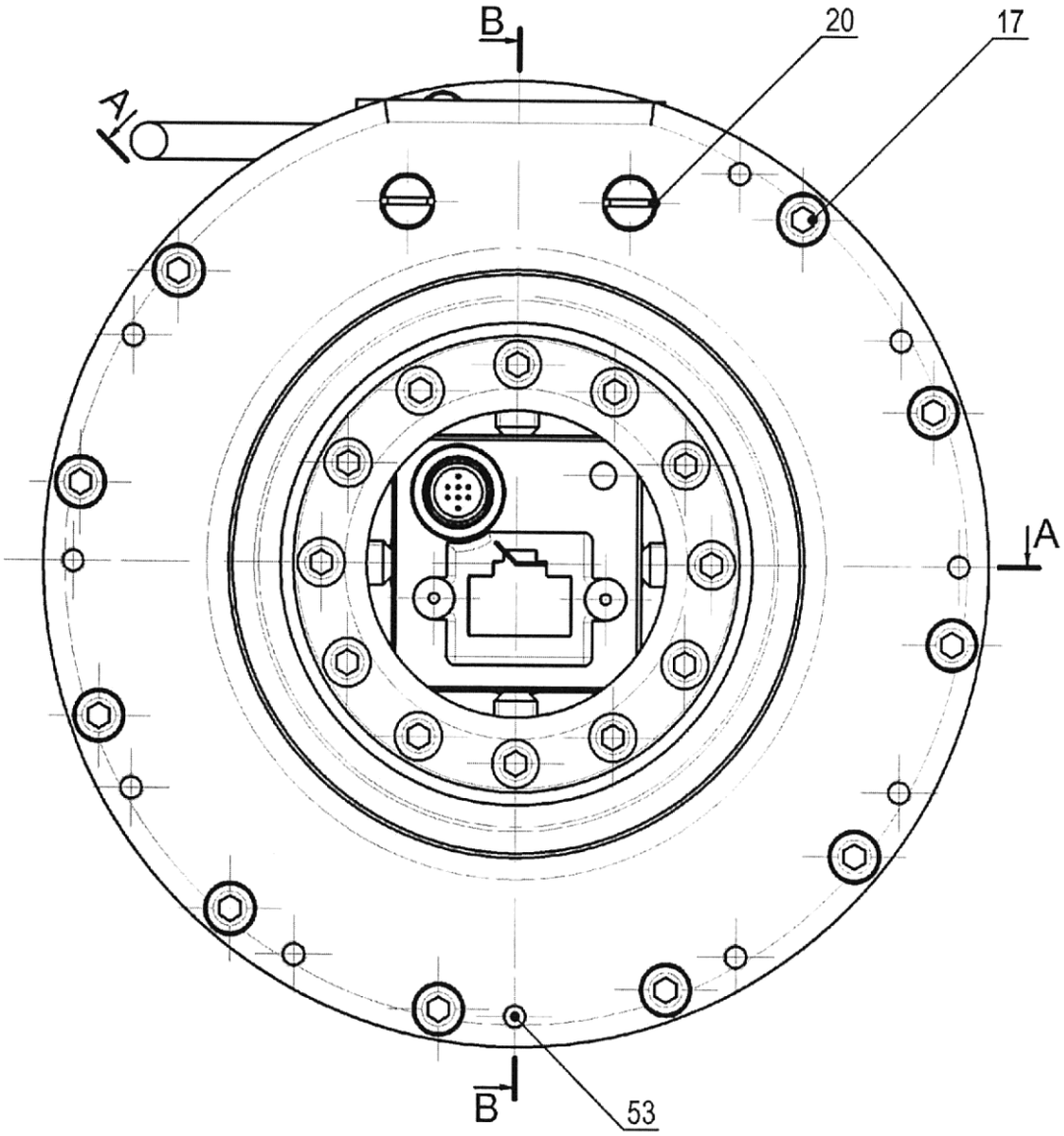

Fig. 1

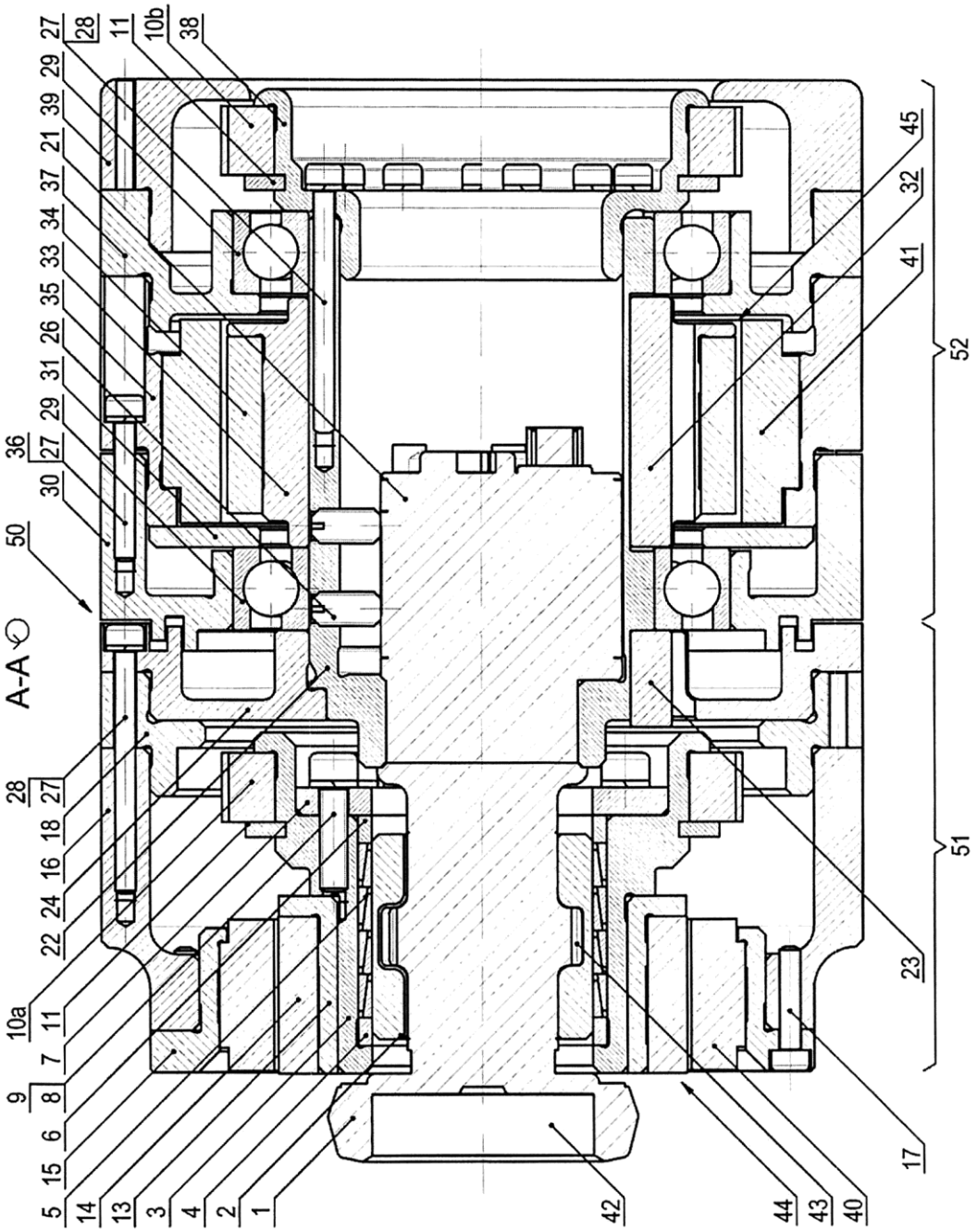
A-A
27
28
11
10b
38
29
39
21
37
34
33
35
26
31
29
36
27
30
50
28
27
18
16
24
22
10a
11
7
9
8
6
15
5
14
13
3
4
2
1
42
44
43
40
17
23
51
52
41
32
45

Fig. 2