

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 247229 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **444337**

(22) Data zgłoszenia: **2023.04.06**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.10.07 BUP 41/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.02 WUP 22/2025**

(51) MKP:

A61H 1/02 (2006.01)

A63B 23/12 (2006.01)

- | |
|---|
| (73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO
ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL |
| (72) Twórca(-y) wynalazku:
JACEK STANISŁAW TUTAK, Rzeszów, PL |
| (74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Ilona Szuba, Rzeszów, PL |

(54) Tytuł:

Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk

PL 247229 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk przeznaczone zwłaszcza dla osób mających problemy z realizacją ruchów kończyną.

Z opisu patentowego PL213973B1 znane jest stanowisko do ćwiczeń manipulacyjnych ręki, którym przyrządy do ćwiczeń ręki mocowane są na blacie stołu wymiennie zgodnie ze wskazaniami terapeutycznymi. Błat stołu posiada półokrągłe wycięcie i dwie wymodelowane podpory do stabilizacji przedramienia usytuowane symetrycznie względem wycięcia, przed którymi są otwory do mocowania przyrządów do ćwiczeń jednej ręki. Pośrodku blatu stołu usytuowany jest układ do mocowania przyrządów do ćwiczeń obu rąk jednocześnie. Przyrządami do ćwiczeń jednej ręki są: przyrząd do nawracania i odwracania przedramienia, przyrząd do zginania dopromieniowego nadgarstka, przyrząd do zginania dłoniowego i prostowania grzbietowego nadgarstka, przyrząd do ruchu obwodzenia nadgarstkiem i przyrząd do zginania i prostowania palców i nadgarstka, przyrząd do zginania dopromieniowego z prostowaniem grzbietowym. Przyrządami do ćwiczeń obu rąk jednocześnie są: przyrząd do zginania dłoniowego i prostowania grzbietowego nadgarstków, przyrząd do chwytania cylindrycznego pięcioma palcami i odwracania przedramienia, przyrząd do precyzyjnego chwytania palcami obu rąk i przyrząd do naprzemiennego zginania dłoniowego nadgarstka jednej ręki i do prostowania grzbietowego nadgarstka drugiej ręki. To znane stanowisko może być stosowane przez pacjentów do wykonywania samodzielnych ćwiczeń, jednak nie pozwala na obiektywną ocenę postępów w rehabilitacji, a także nie umożliwia bieżącej zmiany poziomu trudności dostosowanej do tych postępów bez udziału terapeuty.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku US20150359697A1 znane jest urządzenie mające postać egzoszkieletu kończyny górnej oraz sposób jego wykorzystania. To znane urządzenie ma wiele stopni swobody tak, że kończyna, zwłaszcza przedramię może się zginać lub obracać w wielu kierunkach aby zregenerować lub ustanowić połączenia neuronowe w mózgu. Osoba wykonująca ćwiczenia może chwycić uchwyt w egzoszkielecie, a następnie zginać przedramię wokół osi pronacji/supinacji, osi zgięcia/wyprostu lub osi odwodźciciela/przywodźciciela. Ma ono kilka trybów działania, w których siłowniki mogą wspomagać ruch osoby, przeciwdziałać ruchowi osoby lub biernie umożliwiać swobodny ruch kończyny.

Ze stosowania znane jest urządzenie firmy Kinestica pod nazwą Bimeo PRO, które przeznaczone jest do rehabilitacji kończyny górnej ze szczególnym uwzględnieniem usprawnienia ręki. Składa się ono z rozłączanej na dwie połówki kuli, dwóch elektronicznych modułów pomiarowych przyczepionych na pasku do nadgarstka i łokcia oraz podstawy, do której mocowana jest cała kula lub osobno jej dwie połówki. Urządzenie zapewnia możliwość prowadzenia ćwiczeń w oparciu o najpopularniejsze czynności dnia codziennego realizowane za pomocą ręki. Proces rehabilitacji realizowany jest w połączeniu z wyświetlanymi na monitorze zadaniami do wykonania.

Znane jest również, ze stosowania, urządzenie mechatroniczne do rehabilitacji ruchowej ręki, w szczególności nadgarstka, które zawiera moduł mechatronicznej bazy CR2-Haptic, która stanowi moduł zawierający napęd elektryczny, enkoder oraz układ sterowania. To znane urządzenie posiada na obudowie zamocowany element obrotowy, na który mogą być mocowane nakładki umożliwiające prowadzenie ćwiczeń ruchów ręki wykonywanych na co dzień. Nakładki wraz z odpowiednim ustawieniem i orientacją modułu głównego umożliwiają prowadzenie treningu nadgarstka w kilku płaszczyznach. Zróżnicowany kształt nakładek oraz ćwiczenia wyświetlane na ekranie komputera pozwalają na prowadzenie treningu ruchów wykorzystywanych w życiu codziennym.

Z opisu patentowego PL238331B1 znane jest urządzenie mechatroniczne do rehabilitacji ręki, które połączone jest z komputerem za pomocą dwukierunkowej magistrali i zawiera podstawę oraz co najmniej jeden moduł rehabilitacyjny. Na podstawie umieszczona jest co najmniej jedna szyna, na której umieszczony jest co najmniej jeden moduł rehabilitacyjny, który zawiera element prowadzący zawierający ściankę poziomą i ściankę pionową. Element prowadzący w spodniej części ścianki posiada co najmniej jedną prowadnicę, a na ściance pionowej elementu prowadzącego jest pierwszy moduł obrotowy, do którego zamocowana jest baza ruchoma, wewnątrz której jest co najmniej jeden pierwszy moduł napędowy z wałkiem mocującym, który wyprowadzony jest na zewnątrz bazy ruchomej.

Żadne z tych znanych urządzeń nie pozwala na weryfikację skuteczności ćwiczeń w oddziaływaniu na staw łokciowy.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego urządzenia do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk, który umożliwi prowadzenie ćwiczeń rąk, zwłaszcza z uwzględnieniem zwiększenia siły.

Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk połączone z komputerem za pomocą dwukierunkowej magistrali i posiadające podstawę dolną, według wynalazku charakteryzuje się tym, że na powierzchni górnej podstawy dolnej są co najmniej dwie naprzeciwległe podpory, na których przeciwnych końcach są pierwsze moduły napędowe, których wałki są skierowane do siebie, zaś do tych wałków zamocowany jest podpora mocująca, która w środkowej części ma co najmniej jedno wyżłobienie, zaś na tej podporze mocującej osadzona jest obrotowo podstawa górna, która w centralnej części ma otwór, który jest współśrodkowy z wyżłobieniem podpory mocującej, przy czym w podstawie górnej osadzone są naprzeciwległe do siebie dwa drugie moduły napędowe, zaś na wałku każdego z nich zamocowane jest dwudzielne ramię, przy czym do pierwszej części ramienia dla oparcia stawu łokciowego, połączonej z wałkiem drugiego modułu napędowego zamocowana jest prowadnica, na której osadzona jest druga część ramienia dla oparcia przedramienia, a ponadto na pierwszej części ramienia jest pierwszy czujnik siły, zaś druga część ramienia ma po stronie przeciwnej do pierwszej części ramienia zamocowany drugi czujnik siły, do którego zamocowana jest podstawka, na której, prostopadle do niej, osadzony jest drążek ćwiczeniowy, a ponadto do podstawy dolnej zamocowany jest wysięgnik z wyświetlaczem.

Korzystnie drążek ćwiczeniowy jest w kształcie litery „T”, zaś podstawa dolna jest dwudzielna, zaś element górny podstawy dolnej osadzony jest na jej elemencie dolnym obrotowo, przy czym w obu jej elementach, na obwodzie jest co najmniej jeden pierwszy otwór łączący na pierwszy trzpień do łączenia elementu górnego podstawy dolnej z jej elementem dolnym, przy czym pierwsze otwory łączące są cztery i są one ustawiono naprzeciwlegle po dwa, a ponadto w otworze podstawy górnej i wyżłobieniu podpory mocującej jest trzpień łączący albo śruba.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli na spodniej stronie podstawy dolnej jest co najmniej jedna podkładka antypoślizgowa, przy czym korzystnie podkładki antypoślizgowe są cztery, zaś wyświetlacz jest dotykowy.

Kolejne korzyści uzyskuje się, jeśli na podstawce drugiej części ramienia jest silnik vibracyjny, który połączony jest z drążkiem ćwiczeniowym, zaś podstawa dolna w przekroju wzdłużnym ma kształt koła albo ma kształt prostokąta, zaś podstawa górna w przekroju wzdłużnym ma kształt koła albo ma kształt prostokąta, przy czym podstawa górna ma mniejszą powierzchnię niż podstawa dolna, a ponadto drugi czujnik siły jest trójosiowy.

Nowe urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk umożliwia prowadzenie rehabilitacji opierającej się na realizacji zadanych ćwiczeń, które wyświetlane są na wyświetlaczu oraz umożliwia ono obserwowanie przez pacjenta jak reaguje jego ciało na wykonywane przez niego kontrolowane ruchy. Dzięki zastosowaniu dwóch ramion pacjent może prowadzić ćwiczenia w odbiciu lustrzanym, co jest szczególnie istotne w rekonwalescencji osób z dysfunkcjami neurologicznymi, zwłaszcza po przebytych udarach mózgu, w wyniku których jedna część ciała pacjenta jest uszkodzona a druga pozostaje w pełni sprawna. To nowe urządzenie umożliwia ćwiczenie zakresu ruchów całych kończyn górnych poprzez osadzenie obu przedramion pacjenta na dedykowanych modułach ramienia, a następnie w zależności od wybranego uchwycenia drążka ćwiczeniowego wykonywany jest ruch z zastosowaniem pierwszych modułów napędowych podpory mocującej albo drugich modułów napędowych ramion przy różnym ustawieniu podstawy górnej oraz podstawy dolnej, przez co uzyskuje się możliwość realizacji różnych ćwiczeń kończynami górnymi w różnych płaszczyznach. Zastosowany w urządzeniu pierwszy czujnik siły na pierwszej części ramienia, przeznaczony dla stawu łokciowego oraz drugi czujnik siły, korzystnie trójosiowy na drugiej części ramienia przeznaczony dla pomiarów siły w ręce, pozwala na przeprowadzenie diagnostyki z wykorzystaniem zainstalowanego na komputerze oprogramowania, jak również pozwala na prowadzenie ćwiczeń z wykorzystaniem ramion urządzenia. Uzyskiwane przez pacjenta wyniki w trakcie realizowanych ćwiczeń wyświetlanych na dotykowym wyświetlaczu są raportowane i przesyłane do rehabilitanta, który ma możliwość dopracowania dalszych etapów prowadzonej rehabilitacji. Ponadto na dotykowym wyświetlaczu prezentowany jest wyniki biofeedbacku, zaś zastosowanie silnika vibracyjnego połączonego z drążkiem ćwiczeniowym pozwala na urozmaicenie prowadzonych ćwiczeń oraz wpływa na możliwości regulacji położenia części ramienia w stosunku do siebie przez co uzyskuje się komfortowe osadzenie kończyny górnej na tym ramieniu oraz wygodny uchwyt drążka ćwiczeniowego i prawidłowe osadzenie łokcia na pierwszym czujniku siły. Dzięki niezależnemu od siebie poruszaniu ramion możliwe jest prowadzenie ćwiczeń w odbiciu lustrzanym i prowadzenie ćwiczeń zwiększających zakres ruchu w stawach w oparciu o dedykowany dla urządzenia zestaw gier, które mają postać zadań obrazowanych na wyświetlaczu. Urządzenie według wynalazku

umożliwia również wykonywanie ćwiczeń zwiększających ruchomość nadgarstka w różnych płaszczyznach, przy różnych rodzajach chwytu.

Przedmiot wynalazku, w przykładach wykonania, został przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z przodu, fig. 2 – to samo urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z prawego boku, przodu i góry, fig. 3 – to samo urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z boku i dołu, fig. 4 – to samo urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z góry i lewego boku, fig. 5 – to samo urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z dołu i lewego boku, fig. 6 – to samo urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk z usuniętą pierwszą częścią ramienia w widoku z góry, fig. 7 – ramię urządzenia do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z góry, natomiast fig. 8 – podporę mocującą urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk w widoku z góry i z boku.

Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk, według wynalazku, w pierwszym przykładzie wykonania połączone jest z komputerem, zawierającym dedykowane dla urządzenia oprogramowanie, za pomocą dwukierunkowej magistrali. Posiada ono podstawę dolną 1, która w przekroju wzdłużnym ma kształt prostokąta. Na powierzchni górnej podstawy dolnej 1 są dwie, naprzeciwległe podpory 2, na których przeciwnych do podstawy dolnej 1 końcach jest po jednym pierwszym module napędowym 3. Na skierowanych do siebie wałkach tych pierwszych modułów napędowych 3 zamocowana jest podpora mocująca 4, która, w przekroju wzdłużnym, ma kształt zbliżony do owalnego i która w środkowej części ma wyżłobienie 5. Na podporze mocującej 4 osadzona jest podstawa górna 6, która w przekroju wzdłużnym ma kształt prostokąta. Podstawa górna 6 w centralnej części ma otwór 7 współosiowy z wyżłobieniem 5 podpory mocującej 4, w których umieszczany jest trzpień łączący 8. W podstawie górnej 6 osadzone są natomiast dwa naprzeciwległe do siebie dwa drugie moduły napędowe 9, przy czym na wałku każdego z nich zamocowane jest dwudzielne ramię 10, którego pierwsza część 10a przeznaczona jest do oparcia dla stawu łokciowego i połączona jest ona z drugim modulem napędowym 9 i zamocowana jest do niego prowadnica 11, na której osadzona jest druga część 10b ramienia 10. W drugiej części 10b ramienia 10 jest otwór przelotowy 12 na trzpień regulacyjny, który umieszczany jest również we współosiowym z tym otworem przelotowym 12 otworze regulacyjnym 13 prowadnicy 11. Pierwsza część 10a ramienia ma kształt rynny z zaokrąglonymi w górnej części barierami. W górnej powierzchni pierwszej części 10a ramienia 10 osadzony jest pierwszy czujnik siły 14 do pomiaru nacisku stawu łokciowego na daną powierzchnię. Druga część 10b ramienia 10, ma po stronie przeciwnej do pierwszej części 10a zamocowany drugi czujnik siły 15, do którego zamocowana jest podstawka 16. Na spodniej stronie podstawy dolnej 1 jest podkładka antypoślizgowa 17 oraz zamocowany jest do niej wysięgnik 18, do którego zamocowany jest wyświetlacz 19. Na podstawce 16, prostopadle do jej powierzchni osadzony jest drążek ćwiczeniowy 20, który umożliwia uchwycenie rączki z zastosowaniem chwytu cylindrycznego przy różnym ustawieniu ręki, w zależności od tego, którą część drążka ćwiczeniowego 20 uchwyci pacjent.

Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk, według wynalazku, w drugim przykładzie wykonania takie jak w przykładzie pierwszym z tym, że drążek ćwiczeniowy 20 jest w kształcie litery „T”, zaś w otworze 7 podstawy górnej 6 i w wyżłobieniu 5 podpory mocującej 4 umieszczona jest śruba 21. Podstawa dolna 1 ma w przekroju wzdłużnym kształt koła oraz podstawa górna 6 ma w przekroju wzdłużnym kształt koła, przy czym podstawa górna 6 ma mniejszą powierzchnię niż podstawa dolna 1.

Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk, według wynalazku, w trzecim przykładzie wykonania takie jak w przykładzie drugim z tym, że podstawa dolna 1 jest dwudzielna, przy czym element górny 1a podstawy dolnej 1 osadzony jest na jej elemencie dolnym 1b obrotowo, przy czym w obu jej elementach 1a, 1b, na ich obwodach jest po cztery pierwsze otwory łączące 22 na pierwszy trzpień 23, które ustawione są naprzeciwległe po dwa. Element górny 1a podstawy dolnej 1 zamocowany jest obrotowo względem elementu dolnego 1b, przy czym pierwszy trzpień 23 wyjmuje się z pierwszego otworu łączącego 22, po czym element górny 1a podstawy dolnej 1 obraca się względem jej elementu dolnego 1b o kąt 90° albo jego wielokrotność i następnie blokuje się jej położenie poprzez umieszczenie trzpienia pierwszego trzpienia 23 w pierwszym otworze łączącym 22. Podkładki antypoślizgowe 17 są cztery. Na podstawce 16 jest natomiast silnik wibracyjny 24, który połączony jest z drążkiem ćwiczeniowym 20, zaś wyświetlacz 19 jest dotykowy, a ponadto drugi czujnik siły 15 jest trójosiowy.

Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk, według wynalazku, w czwartym przykładzie wykonania takie jak w przykładzie trzecim z tym, że pierwszy otwór łączący 22 w elementach 1a, 1b podstawy dolnej jest jeden.

Podczas prowadzenia ćwiczeń, pacjent osadza kończynę górną na ramieniu 10 tak, że staw łokciowy osadza się na pierwszej części 10a ramienia 10, zaś przedramię osadza się na drugiej części 10b ramienia 10. Ręka pacjenta osadzona jest natomiast na podstawce 16, korzystnie na drążku ćwiczeniowym 20. Następnie przy pomocy pierwszych modułów napędowych 3 oraz drugich modułów napędowych 9 wykonuje się ruch zgodnie z zadaniami obrazowanymi na wyświetlaczu 19 lub zgodnie z poleceniami osoby prowadzącej ćwiczenia.

Wykaz oznaczeń rysunkowych

1	–	podstawa dolna	11	–	przewodnica
1a	–	element górny	12	–	otwór przelotowy
1b	–	element dolny	13	–	otwór regulacyjny
2	–	podpora	14	–	pierwszy czujnik siły
3	–	pierwszy moduł napędowy	15	–	drugi czujnik siły
4	–	podpora mocująca	16	–	podstawka
5	–	wyżłobienie	17	–	podkładka antypoślizgowa
6	–	podstawa górna	18	–	wysięgnik
7	–	otwór	19	–	wyświetlacz
8	–	trząpień łączący	20	–	drążek ćwiczeniowy
9	–	drugi moduł napędowy	21	–	śruba
10	–	ramię	22	–	pierwszy otwór łączący
10a	–	pierwsza część	23	–	pierwszy trząpień
10b	–	druga część	24	–	silnik wibracyjny

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do rehabilitacji kończyn górnych, w szczególności rąk połączone z komputerem za pomocą dwukierunkowej magistrali i posiadające podstawę dolną, **znamienne tym**, że na powierzchni górnej podstawy dolnej (1) są co najmniej dwie naprzeciwległe podpory (2), na których przeciwnych końcach są pierwsze moduły napędowe (3), których wałki są skierowane do siebie, zaś do tych wałków zamocowana jest podpora mocująca (4), która w środkowej części ma co najmniej jedno wyżłobienie (5), zaś na tej podporze mocującej (4) osadzona jest obrotowo podstawa górna (6), która w centralnej części ma otwór (7), który jest współśrodkowy z wyżłobieniem (5) podpory mocującej (4), przy czym w podstawie górnej (6) osadzone są naprzeciwległe do siebie dwa drugie moduły napędowe (9), zaś na wałku każdego z nich zamocowane jest dwudzielne ramię (10), przy czym do pierwszej części (10a) ramienia (10) dla oparcia stawu łokciowego, połączonej z wałkiem drugiego modułu napędowego (9) zamocowana jest przewodnica (11), na której osadzona jest druga część (10b) ramienia (10) dla oparcia przedramienia, a ponadto na pierwszej części (10a) ramienia (10) jest pierwszy czujnik siły (14), zaś druga część (10b) ramienia (10) ma po stronie przeciwnej do pierwszej części (10a) ramienia (10) zamocowany drugi czujnik siły (15), do którego zamocowana jest podstawka (16), na której, prostopadle do niej, osadzony jest drążek ćwiczeniowy (20), a ponadto do podstawy dolnej (1) zamocowany jest wysięgnik (18) z wyświetlaczem (19).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że drążek ćwiczeniowy (20) jest w kształcie litery „T”.
3. Urządzenie według jednego z zastrz. 1 albo 2, **znamienne tym**, że podstawa dolna (1) jest dwudzielna, zaś element górny (1a) podstawy dolnej (1) osadzony jest na jej elemencie dolnym (1b) obrotowo, przy czym w obu jej elementach (1a, 1b), na obwodzie jest co najmniej jeden pierwszy otwór łączący (22) na pierwszy trząpień (23) do łącznia elementu górnego (1a) podstawy dolnej (1) z jej elementem dolnym (1b).
4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że pierwsze otwory łączące (22) są cztery i są one ustawiono naprzeciwlegle po dwa.

5. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamiennie tym**, że w otworze (7) podstawy górnej (6) i wyźłobieniu (5) podpory mocującej (4) jest trzpień łączący (8).
6. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamiennie tym**, że w otworze (7) podstawy górnej (6) i wyźłobieniu (5) podpory mocującej (4) jest śruba (21).
7. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 6, **znamiennie tym**, że na spodniej stronie podstawy dolnej (1) jest co najmniej jedna podkładka antypoślizgowa (17).
8. Urządzenie według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że podkładki antypoślizgowe (17) są cztery.
9. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 8, **znamiennie tym**, że wyświetlacz (19) jest dotykowy.
10. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 9, **znamiennie tym**, że na podstawce (16) drugiej części (10b) ramienia (10) jest silnik wibracyjny (24), który połączony jest z drążkiem ćwiczeniowym (20).
11. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 10, **znamiennie tym**, że podstawa dolna (1) w przekroju wzdłużnym ma kształt koła.
12. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 10, **znamiennie tym**, że podstawa dolna (1) w przekroju wzdłużnym ma kształt prostokąta.
13. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 12, **znamiennie tym**, że podstawa górna (6) w przekroju wzdłużnym ma kształt koła.
14. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 12, **znamiennie tym**, że podstawa dolna (6) w przekroju wzdłużnym ma kształt prostokąta.
15. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 14, **znamiennie tym**, że podstawa górna (6) ma mniejszą powierzchnię niż podstawa dolna (1).
16. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 15, **znamiennie tym**, że drugi czujnik siły (15) jest trójosiowy.

Rysunki

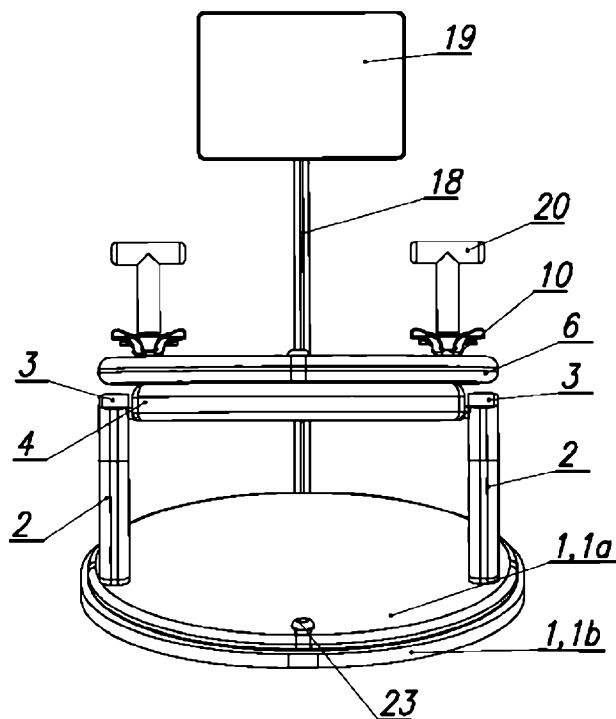


Fig. 1

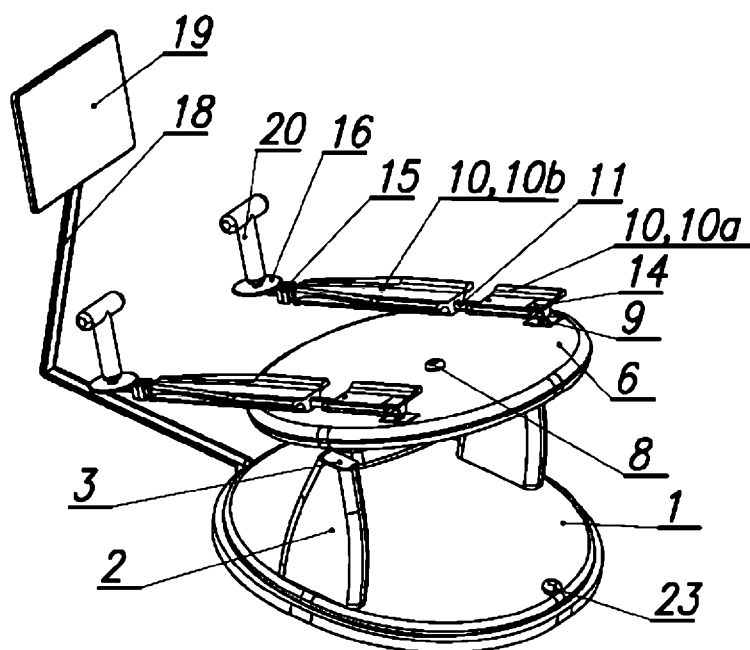


Fig. 2

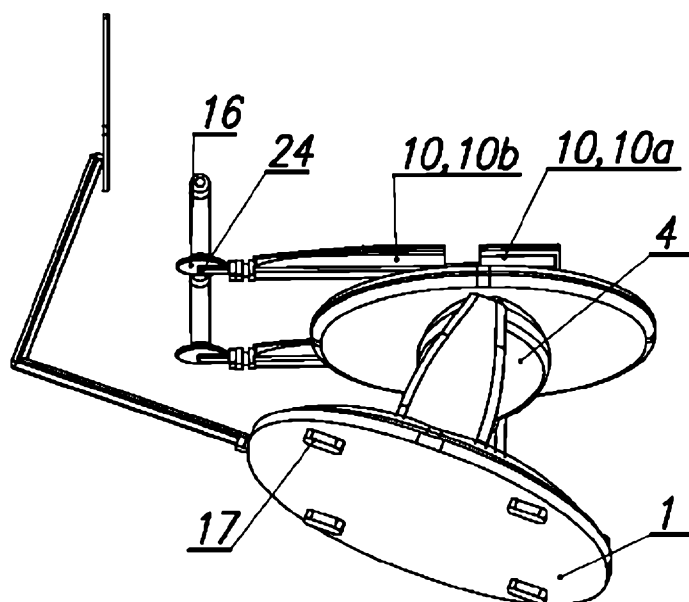


Fig. 3

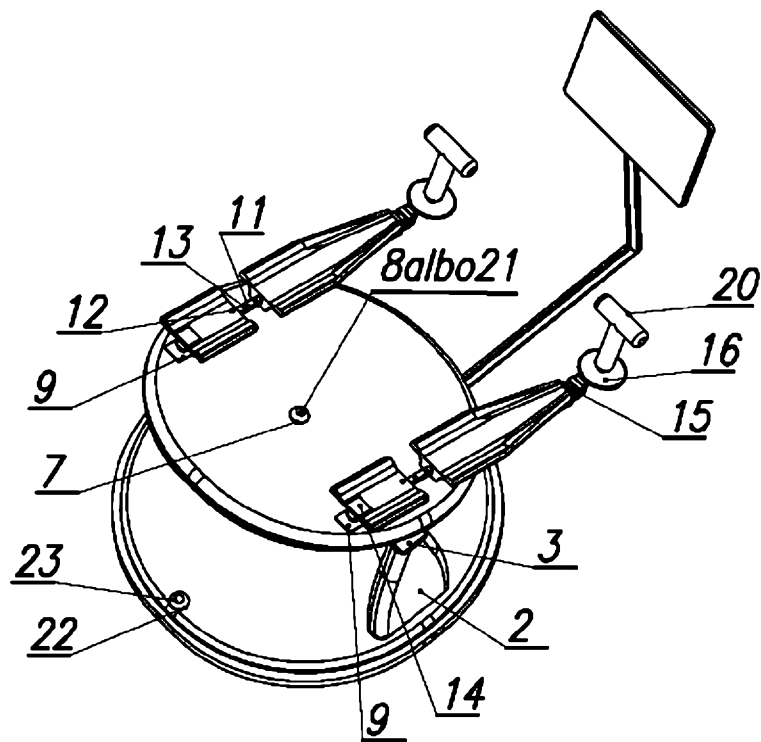


Fig. 4

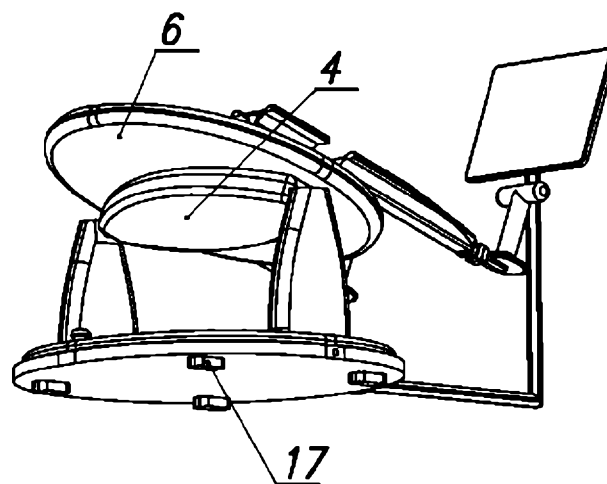
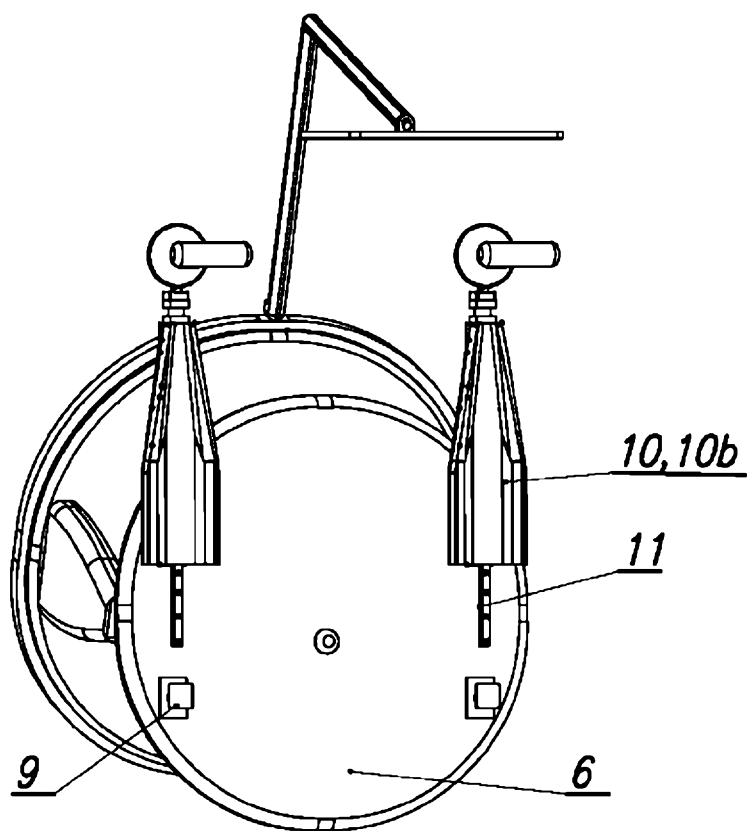
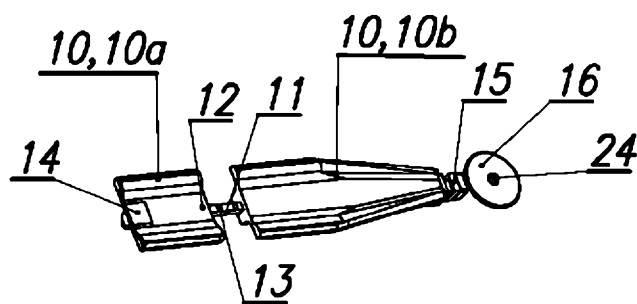
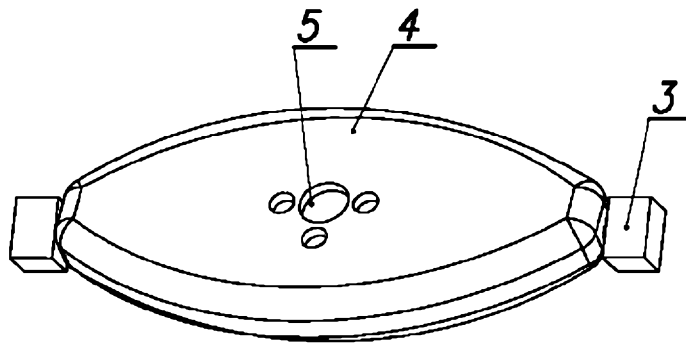


Fig. 5

*Fig. 6**Fig. 7*

*Fig. 8*