

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245809 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443131**

(22) Data zgłoszenia: **2022.12.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.06.17 BUP 25/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.10.14 WUP 42/2024**

(51) MKP:

A61H 1/02 (2006.01)

A63B 23/16 (2006.01)

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

(54) Tytuł:

Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców

PL 245809 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców osób dotkniętych porażeniem połowicznym, jednostronnym.

Z opisu patentowego US9089734B2 znane jest urządzenie ze sprzężeniem zwrotnym do ćwiczeń uszkodzonej kończyny górnej, zwłaszcza ręki. Składa się ono z oczujnikowanych komponentów systemów, zwłaszcza z gałki do kręcenia w kształcie kostki lub walca, zespołu przycisków, cienkiej podkładki do realizacji chwytu opuszkami palców oraz suwnicy do ćwiczenia rozszerzania palców. To znane urządzenie umożliwia uzyskanie informacji zwrotnych o kolejnych działaniach użytkownika, przez co możliwe jest sprawdzenie przez niego uzyskiwanych wyników. Ponadto, dzięki modułowi komunikacji, umożliwia ono prowadzenie na odległość konsultacji z terapeutą poprzez zastosowanie telerehabilitacji.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku US20130072829A1 znane jest urządzenie mechatroniczne do rehabilitacji ręki, w szczególności jej palców. Jest ono elastyczne, modułowe, lekkie i składa się z klamry dopasowanej częściowo tak, żeby zakrywało dłoń i przedramię pacjenta. Posiada ono giętkie pręty, które mocowane są na zewnętrznej stronie ręki. Umożliwiają one prowadzenie ćwiczeń biernych oraz wspomaganych ćwiczeń czynnych, przy czym prowadzone ćwiczenia polegają na selektywnym zginaniu i prostowaniu wszystkich lub wybranych palców, a także wykonywaniu dowolnych kombinacji ruchów.

W opisie zgłoszeniowym wynalazku US20020146672A1 znane jest urządzenie mechatroniczne do rehabilitacji ręki, w szczególności palców. Podczas prowadzenia ćwiczeń z wykorzystaniem tego urządzenia wykorzystywana jest wirtualna rzeczywistość. To znane urządzenie zawiera system sterowania oraz system czterech małych siłowników zamontowanych na podstawie, które umieszczane są po wewnętrznej stronie dłoni i skoncentrowanych, w szczególności na realizacji ruchu – ćwiczeń palców.

Ze stosowania znane jest, pod nazwą Reha-Digit, urządzenie do rehabilitacji ręki, w szczególności palców, które powstało w oparciu o moduł wałka i zawiera ono pierścienie na cztery palce. Pierścienie czterech palców umieszczone są na stałe na jednym wałku, a palce dociskane są dodatkowo od góry tak, aby stabilizować ich położenie w pierścieniach, co znajduje zastosowanie zwłaszcza podczas wykonywania ćwiczeń biernych, na początku procesu rehabilitacji.

Również ze stosowania znane jest urządzenie, pod nazwą Amadeo, przeznaczone do rekonwalescencji ręki, w szczególności palców, które zostało skonstruowane w oparciu o system szyny. Umożliwia ono wykonywanie ćwiczeń biernych, ćwiczeń czynnych oraz ćwiczeń czynnych z wykorzystaniem przestrzeni wirtualnej. To znane rozwiązanie zawiera ramę, na której opiera się przedramię wraz z dłonią oraz szyny z uchwytami, do których mocuje się palce za pomocą plastrów. Każdy palec wsparty jest na oddzielnym uchwycie i wykonuje ruchy wzdłuż szyn, a kombinacja zadanych ruchów może być dowolnie konfigurowana za pomocą jednostki sterującej.

Żadne ze znanych rozwiązań nie pozwala na samodzielne ustawienie przez pacjenta zakresu ruchu palców zależnego od jego stanu zdrowia.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego urządzenia do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców, które umożliwi samodzielne, w warunkach domowych, prowadzenie przez pacjenta ćwiczeń usprawniających rękę, w tym na samodzielne zadanie zakresu ruchów ćwiczonych palców, a jednocześnie pozwoli na prowadzenie zdalnej kontroli poprawności wykonywania ćwiczeń i postępów w procesie rehabilitacji przez terapeutę.

Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców zawierające mikrokomputer, poprzez który połączony jest ono, dwukierunkową magistralą, z komputerem wyposażonym w klawiaturę, myszkę oraz monitor, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera ono podstawę, do której zamocowany jest mikrokomputer i na której, przy jednej z jej krawędzi bocznych, osadzony jest pierwszy moduł napędowy, który zawiera pierwszy sterownik oraz pierwszy silnik serwo i do którego pierwszego wałka zamocowany jest wałek ćwiczeniowy, przy czym na wałku ćwiczeniowym umieszczony jest co najmniej jeden moduł ćwiczeniowy, który ma kształt walca z przewężeniem w jego środkowej części, przy czym w tym module ćwiczeniowym jest, poprowadzony przez jego wysokość, co najmniej jeden otwór przełotowy, poprzez który ten moduł ćwiczeniowy osadzony jest obrotowo na wałku ćwiczeniowym, zaś do spodniej strony podstawy zamocowany jest wysięgnik, na którego przeciwnym do mocowania końca osadzony jest drugi moduł napędowy, który zawiera drugi sterownik i drugi silnik serwo i do którego dwóch naprzeciwległych ścian zamocowane są dwa kołki, na których, poprzez pionowe ramiona, zamocowana jest ruchomo co najmniej jedna podstawa ćwiczeniowa, która jest prostopadła do tych ramion,

zaś na drugim wałku drugiego modułu napędowego osadzona jest płaska, walcowata podkładka ćwiczeniowa z co najmniej jednym otworem montażowym do mocowania uchwyty osadczego na kciuk, przy czym uchwyt osadczy ma kształt półrynnny jednostronnie zamkniętej denkiem.

Korzystnie moduły ćwiczeniowe są cztery, przy czym moduł ćwiczeniowy na przewężeniu w jego środkowej części, na całym obwodzie tego przewężenia ma dwa równoległe do siebie wybrania, w których osadzona jest podstawka dla palca, a ponadto pomiędzy dwoma modułami ćwiczeniowymi jest element dystansujący mający kształt walca z otworem przelotowym przez jego wysokość.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli pomiędzy pierwszym modułem napędowym a modułem ćwiczeniowym jest element stabilizujący, który zamocowany jest do podstawy i który posiada otwór przelotowy, przez który poprowadzony jest wałek ćwiczeniowy wyprowadzony od pierwszego modułu napędowego, przy czym podstawy ćwiczeniowe są dwie, a ponadto wysięgnik jest dwuczęściowy.

Następne korzyści uzyskuje się, jeśli na podstawie po stronie przeciwnej do pierwszego modułu napędowego, przy drugiej jej krawędzi bocznej, jest wyżłobienie, w którym osadzony jest przesuwne uchwyt mocujący, do którego ruchomo, drugim końcem zamocowany jest wałek ćwiczeniowy, zaś podstawa ćwiczeniowa, na swojej spodniej stronie, ma zamocowane co najmniej jedno kółko, przy czym otwory montażowe na podkładce ćwiczeniowej są trzy i są one umieszczone na promieniu tej walcowatej podkładki ćwiczeniowej, a ponadto uchwyt osadczy na kciuk jest wyłożony warstwą gumową albo warstwą silikonową, zaś na module ćwiczeniowym otwory przelotowe są trzy i są one rozmieszczone na niej równomiernie wzdłuż jej promienia.

Nowe urządzenie do rehabilitacji ręki, według wynalazku, umożliwia prowadzenie samodzielnej rehabilitacji przez pacjenta w warunkach domowych, jednocześnie, dzięki połączeniu z komputerem, który pacjent posiada w domu, pozwala ono na diagnostykę i raportowanie postępów rehabilitacji. Uzyskane raporty pozwalają rehabilitantowi na indywidualne dopracowywanie dalszych etapów prowadzonej rekonwalescencji. Pacjent może sterować przebiegiem ćwiczeń, ustawiając wybrane do zrealizowania ćwiczenia. Osoba ćwicząca obserwuje reakcję jego ciała na kontrolowane ruchy. Podczas prowadzenia ćwiczeń z wykorzystaniem tego nowego urządzenia, pacjent, każdym z pięciu palców wykonuje ruchy okrężne, ćwicząc stawy poprzez realizację ćwiczeń wyświetlanych na monitorze. Dzięki wykorzystaniu komputera, pozwalającemu na równoczesne występowanie bodźców dotykowych, słuchowych oraz wzrokowych, uzyskiwane jest sprzężenie zwrotne mające istotny wpływ na postępy w rehabilitacji osób po urazach lub chorobach neurologicznych, gdzie najważniejsza jest odbudowa połączeń nerwowych. W procesie rehabilitacji wykorzystywany jest mechanizm związany z kojarzeniem danych sensorycznych z danymi ruchowymi. Dzięki możliwości regulacji drugiego modułu napędowego z podstawami ćwiczeniowymi oraz walcowatą podkładką ćwiczeniową z uchwytem osadczym na kciuk, możliwe jest zarówno uzyskanie komfortu osadzenia kciuka, jak i bezpiecznego zakresu jego ruchów w różnych płaszczyznach. Moduły ćwiczeniowe, przeznaczone dla pozostałych palców ręki, dzięki wybraniom z osadzonymi na nich ruchomo podkładkami dla palców, zapewniają różny zakres ruchu dla każdego z palców osobno. Dzięki zastosowaniu elementów dystansowych natomiast, możliwe jest dostosowanie urządzenia do prowadzenia ćwiczeń przez osoby o różnej budowie anatomicznej. Wprowadzenie innego rozwiązania dla ruchu kciuka podyktowane jest jego znaczeniem w życiu codziennym i znacznym jego wykorzystaniem, zwłaszcza podczas użytkowania telefonów.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w pierwszym przykładzie wykonania w widoku z przodu, góry i prawego boku, fig. 2 – urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w drugim przykładzie wykonania w widoku z przodu, góry i prawego boku, fig. 3 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z przodu, fig. 4 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z przodu, góry i lewego boku, fig. 5 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z góry, fig. 6 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z dołu, fig. 7 – urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w trzecim przykładzie wykonania w widoku z przodu, góry i prawego boku, fig. 8 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z przodu, fig. 9 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z przodu, góry i lewego boku, fig. 10 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z dołu, natomiast fig. 11 – to samo urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców w widoku z góry.

Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców, w pierwszym przykładzie wykonania zawiera podstawę 1, do której zamocowany jest mikrokomputer 2, poprzez który to urządzenie połączone jest, poprzez dwukierunkową magistralę, z komputerem wyposażonym w klawiaturę, myszkę oraz monitor.

Na podstawie 1, przy jednej z jej krawędzi bocznych, osadzony jest pierwszy moduł napędowy 3, który ma kształt prostopadłościanu i który zawiera pierwszy sterownik i pierwszy silnik serwo. Do pierwszego wałka pierwszego modułu napędowego 3 zamocowany jest wałek ćwiczeniowy 4, na którym osadzone są cztery moduły ćwiczeniowego 5. Moduł ćwiczeniowy 5 ma kształt walca z otworem przelotowym 6 na poprowadzonym przez całą jego wysokość oraz z przewężeniem w jego środkowej części. Poprzez otwór przelotowy 6 moduł ćwiczeniowy 5 osadzony jest na wałku ćwiczeniowym 4. Na zmniejszonej średnicy modułu ćwiczeniowego 5 są natomiast dwa równoległe wybrania 7, na których osadzona jest podstawka 8 dla jednego z palców od wskazującego do małego. Pomiedzy każdymi modułami ćwiczeniowymi 5 jest elementy dystansujący 9, który ma kształt walca z otworem poprowadzonym wzdłuż jego wysokości. Pomiedzy pierwszym modułem napędowym 3 a modułem ćwiczeniowym 5 jest element stabilizujący 10, który ma kształt prostopadłościanu z otworem, przez który poprowadzony jest wałek ćwiczeniowy 4, który został wyprowadzony od pierwszego modułu napędowego 3. Element stabilizujący 10, jednym ze swoich końców, zamocowany jest do podstawy 1. Do spodniej strony podstawy 1 zamocowany jest dwuczęściowy wysięgnik 11, na którym osadzony jest drugi moduł napędowy 12 mający kształt prostopadłościanu, który zawiera drugi sterownik i drugi silnik serwo. W dwóch naprzeciwległych ścianach drugiego modułu napędowego 12, zamocowane są kołki 13, na których, poprzez pionowe ramiona 14 osadzone są dwie podstawy ćwiczeniowe 15, które są prostopadłe do tych ramion 14. Do kolejnej ściany drugiego modułu napędowego 12, naprzeciwległej do jego mocowania do wysięgnika 11, zamocowana jest płaska, walcowata podkładka ćwiczeniowa 16, w której jest otwór montażowy 17, poprzez który zamocowany jest na niej uchwyt osadczy 18 na kciuk, który ma kształt półtłoczny jednostronnie zamkniętej denki. Uchwyt osadczy 18 ma powierzchnię wewnętrzną pokrytą warstwą gumy.

Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców według wynalazku, w drugim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie pierwszym, z tym że w powierzchni górnej podstawy 1, przy krawędzi przeciwnej do pierwszego modułu napędowego 3, jest wyżłobienie 19, w którym osadzony jest przesuwne uchwyt mocujący 20 mający kształt prostopadłościanu o zaokrąglonej krawędzi górnej, przy czym w tym wyżłobieniu 19 zamocowana jest blokada 21 stabilizująca położenie uchwyty mocującego 20 na podstawie 1, a ponadto w każdym module ćwiczeniowym 5 otwory przelotowe 6 są trzy i są one rozmieszczone na niej równomiernie wzdłuż promienia. Do uchwyty mocującego 20, końcem przeciwnym do zamocowanego w pierwszym wałku pierwszego modułu napędowego 3, zamocowany jest ruchomo wałek ćwiczeniowy 4. Otwory montażowe 17 na walcowatej podkładce ćwiczeniowej 16 są trzy i są one rozmieszczone równomiernie wzdłuż jej promienia, a ponadto uchwyt osadczy 18 ma powierzchnię wewnętrzną pokrytą silikonem. Podstawa ćwiczeniowa 15 jest umieszczona równolegle do ściany drugiego modułu ćwiczeniowego 12, do której zamocowana jest podkładka ćwiczeniowa 16, przy czym na spodniej stronie podstawy ćwiczeniowej jest kołko 22, które ułatwia przesuwanie drugiego modułu napędowego 12 po powierzchni, na której umieszczona jest podstawa 1 urządzenia do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców.

Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców według wynalazku, w trzecim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie drugim, z tym że podstawy ćwiczeniowe 15 są dwie, przy czym jedna z nich jest ustawiona równolegle do ściany drugiego modułu napędowego 12 z podkładką ćwiczeniową 16, zaś druga jest ustawiona prostopadłe do ściany drugiego modułu napędowego 12 z zamocowaną podkładką ćwiczeniową 16.

Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców, według wynalazku, w czwartym przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie trzecim, z tym że moduł ćwiczeniowy 5 na wałku ćwiczeniowym 4 jest jeden.

Przed rozpoczęciem ćwiczeń z wykorzystaniem nowego urządzenia do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców, pacjent sam lub w porozumieniu z rehabilitantem dostosowuje to urządzenie do ustawień ręki, w tym celu zdejmując on blokadę 21, odblokowując wałek ćwiczeniowy 4 z jego mocowania w uchwycie mocującym 20 i rozsuwa moduły ćwiczeniowe 5 na tym wałku ćwiczeniowym 4, stabilizując ich położenie elementami dystansującymi 9, przy czym moduły ćwiczeniowe 5 osadza się na wałku ćwiczeniowym 4 poprzez wybrane otwory przelotowe 6 tak, żeby uzyskać wybrane tory, po których będą poruszać się palce osadzone na podstawkach 8. Następnie ustawia się drugi moduł napędowy 12 z podkładką ćwiczeniową 16, przy czym w zależności od wybranej do wykonywania ćwiczeń ręki wysięgnik 11 ustawia się z prawej albo lewej strony podstawy 1, przy czym ruch wysięgnika 11 jest ułatwiony poprzez toczenie kołka 22 umieszczonego na spodniej stronie podstawy ćwiczeniowej 15 równoległej do powierzchni,

na której ustawiona jest podstawa 1. Ustawienie uchwytu osadczego 18 może być również dostosowane do ułożenia dłoni, poprzez jego zamocowanie w wybranym otworze montażowym 17 na podkładce ćwiczeniowej 16. Uchwyt osadczy 18 może być ponadto ustawiony w płaszczyźnie poziomej poprzez jego przesunięcie. Uszkodzoną dłoń prawą albo lewą pacjenta, na urządzeniu do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców, ustawia się tak, że cztery palce od wskazującego do małego palca umieszcza się na modułach ćwiczeniowych 5 w dedykowanych podstawkach 8, zaś kciuk umieszcza się w uchwycie osadczym 18 na podkładce ćwiczeniowej 16.

Wykaz oznaczeń rysunkowych

- 1 – podstawa
- 2 – mikrokomputer
- 3 – pierwszy moduł napędowy
- 4 – wałek ćwiczeniowy
- 5 – moduł ćwiczeniowy
- 6 – otwór przelotowy
- 7 – wybranie
- 8 – podstawka
- 9 – element dystansujący
- 10 – element stabilizujący
- 11 – wysięgnik
- 12 – drugi moduł napędowy
- 13 – kołek
- 14 – ramię
- 15 – podstawa ćwiczeniowa
- 16 – podkładka ćwiczeniowa
- 17 – otwór montażowy
- 18 – uchwyt osadczy
- 19 – wyżłobienie
- 20 – uchwyt mocujący
- 21 – blokada
- 22 – kółko

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do rehabilitacji ręki, zwłaszcza palców zawierające mikrokomputer, poprzez który połączone jest ono, dwukierunkową magistralą, z komputerem wyposażonym w klawiaturę, myszkę oraz monitor, **znamiennie tym**, że zawiera ono podstawę (1), do której zamocowany jest mikrokomputer (2) i na której, przy jednej z jej krawędzi bocznych, osadzony jest pierwszy moduł napędowy (3), który zawiera pierwszy sterownik i pierwszy silnik serwo i do którego pierwszego wałka zamocowany jest wałek ćwiczeniowy (4), przy czym na wałku ćwiczeniowym (4) umieszczony jest co najmniej jeden moduł ćwiczeniowy (5), który ma kształt walca z przewężeniem w jego środkowej części, przy czym w tym module ćwiczeniowym (5) jest, poprowadzony przez jego wysokość, co najmniej jeden otwór przelotowy (6), poprzez który ten moduł ćwiczeniowy (5) osadzony jest obrotowo na wałku ćwiczeniowym (4), zaś do spodniej strony podstawy (1) zamocowany jest wysięgnik (11), na którego przeciwnym do mocowania końca osadzony jest drugi moduł napędowy (12), który zawiera drugi sterownik i drugi silnik serwo i do którego dwóch naprzeciwległych ścian zamocowane są dwa kołki (13), na których, poprzez pionowe ramiona (14), zamocowana jest ruchomo co najmniej jedna podstawa ćwiczeniowa (15), która jest prostopadła do tych ramion (14), zaś na drugim wałku drugiego modułu napędowego (12) osadzona jest płaska, walcowata podkładka ćwiczeniowa (16) z co najmniej jednym otworem montażowym (17) do mocowania uchwytu osadczego (18) na kciuk, przy czym uchwyt osadczy (18) ma kształt półryny jednostronnie zamkniętej denkiem.
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że moduły ćwiczeniowe (5) są cztery.
3. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2, **znamiennie tym**, że moduł ćwiczeniowy (5) na przewężeniu w jego środkowej części, na całym obwodzie tego przewężenia ma dwa równoległe do siebie wybrania (7), w których osadzona jest podstawka (8) dla palca.

4. Urządzenie według zastrz. 2 albo 3, **znamienne tym**, że pomiędzy dwoma modułami ćwiczeniowymi (5) jest element dystansujący (9) mający kształt walca z otworem przelotowym przez jego wysokość.
5. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamienne tym**, że pomiędzy pierwszym modułem napędowym (3) a modułem ćwiczeniowym (5) jest element stabilizujący (10), który zamocowany jest do podstawy (1) i który posiada otwór przelotowy, przez który poprowadzony jest wałek ćwiczeniowy (4) wyprowadzony od pierwszego modułu napędowego (3).
6. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 5, **znamienne tym**, że podstawy ćwiczeniowe (15) są dwie.
7. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 6, **znamienne tym**, że wysięgnik (11) jest dwuczęściowy.
8. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 7, **znamienne tym**, że na podstawie (1) po stronie przeciwnej do pierwszego modułu napędowego (3), przy drugiej jej krawędzi bocznej, jest wyżłobienie (19), w którym osadzony jest przesuwne uchwyty mocujący (20), do którego ruchomo, drugim końcem zamocowany jest wałek ćwiczeniowy (4).
9. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 8, **znamienne tym**, że podstawa ćwiczeniowa (15), na swojej spodniej stronie, ma zamocowane co najmniej jedno kółko (22).
10. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 9, **znamienne tym**, że otwory montażowe (17) na podkładce ćwiczeniowej (16) są trzy i są one umieszczone na promieniu tej walcowatej podkładki ćwiczeniowej (16).
11. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 10, **znamienne tym**, że uchwyt osadczy (18) na kciuk jest wyłożony warstwą gumową albo warstwą silikonową.
12. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 10, **znamienne tym**, że na module ćwiczeniowym (5) otwory przelotowe są trzy i są one rozmieszczone na niej równomiernie wzdłuż jej promienia.

Rysunki

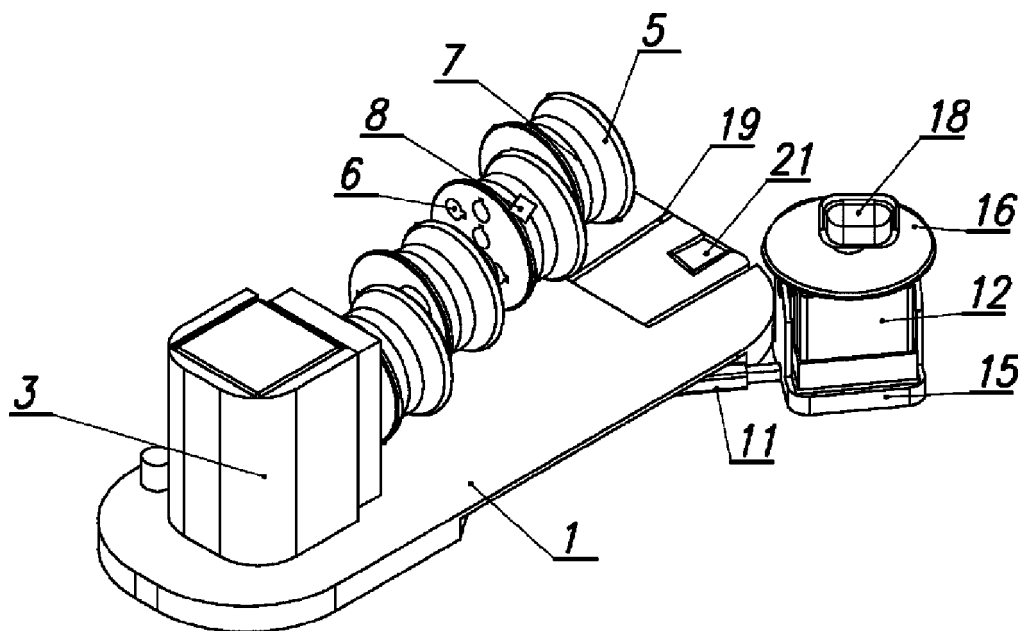
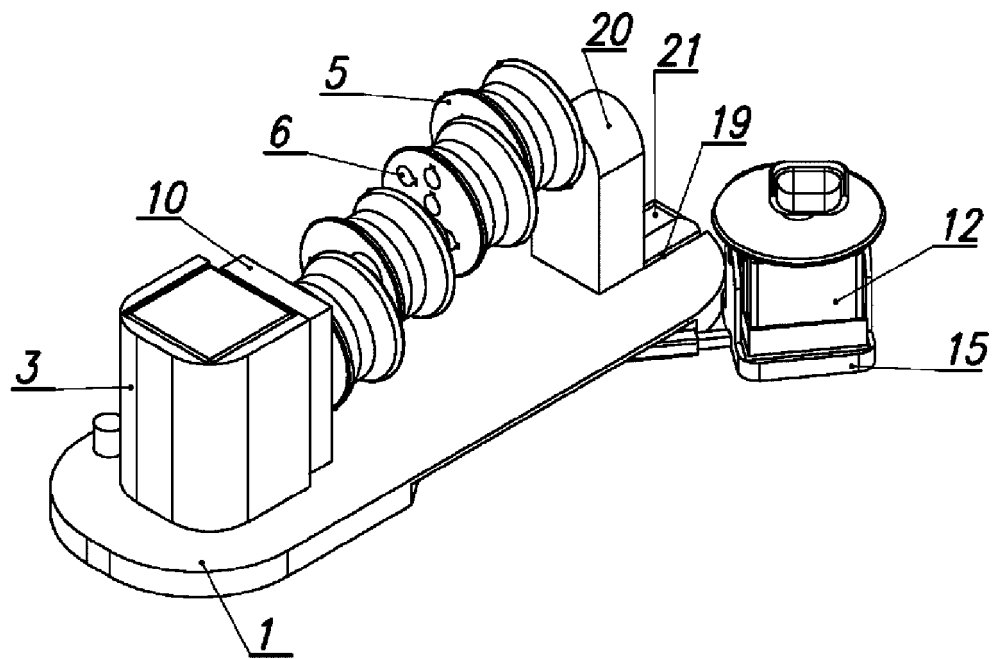
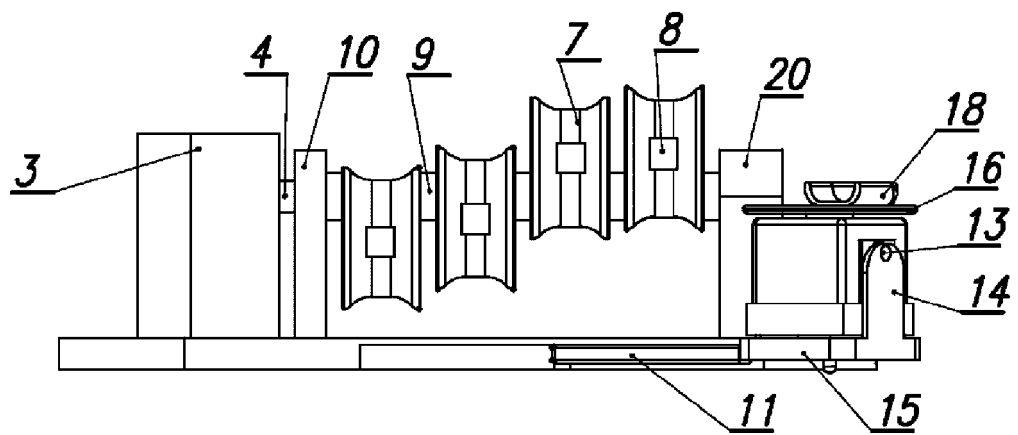
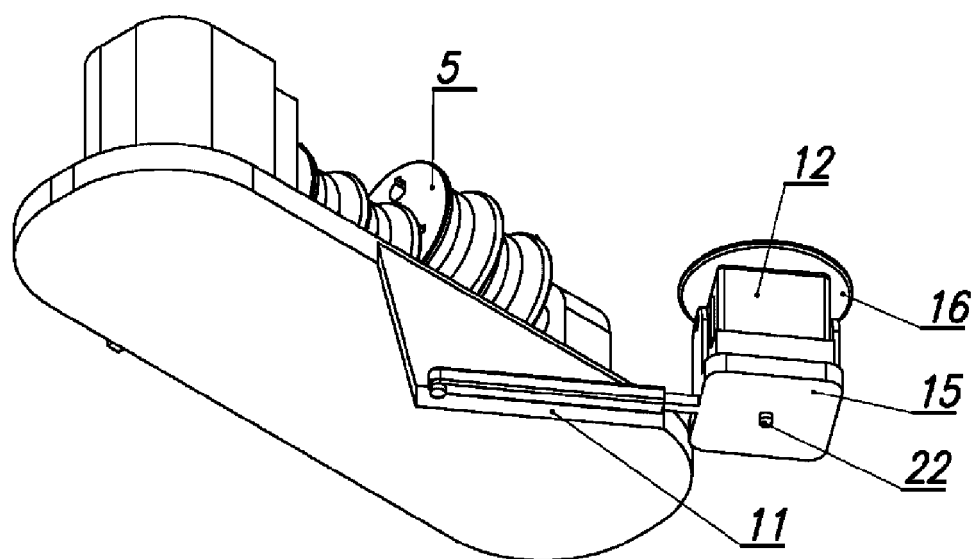
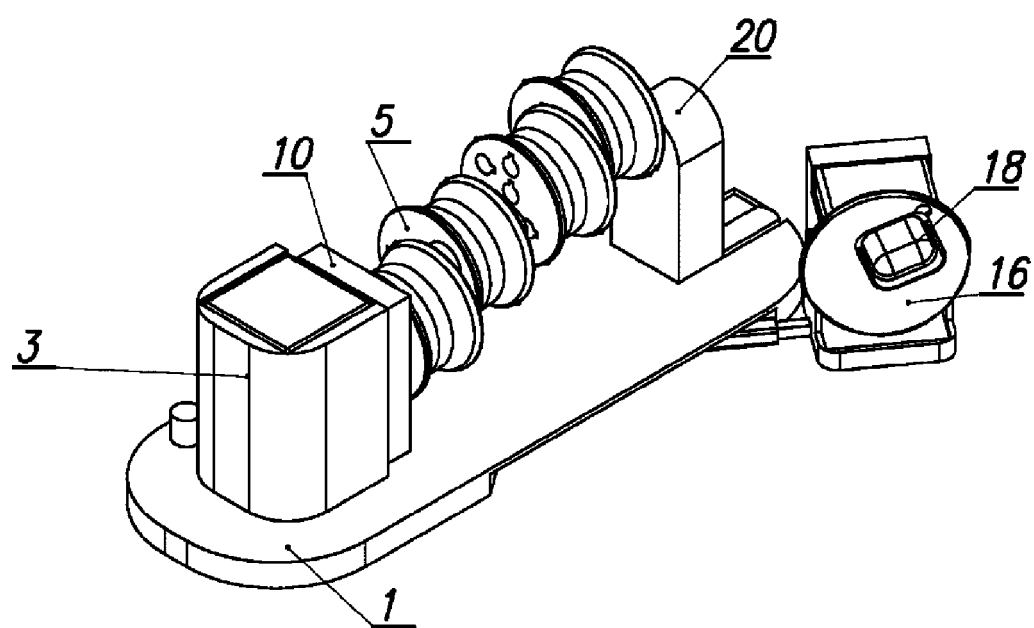
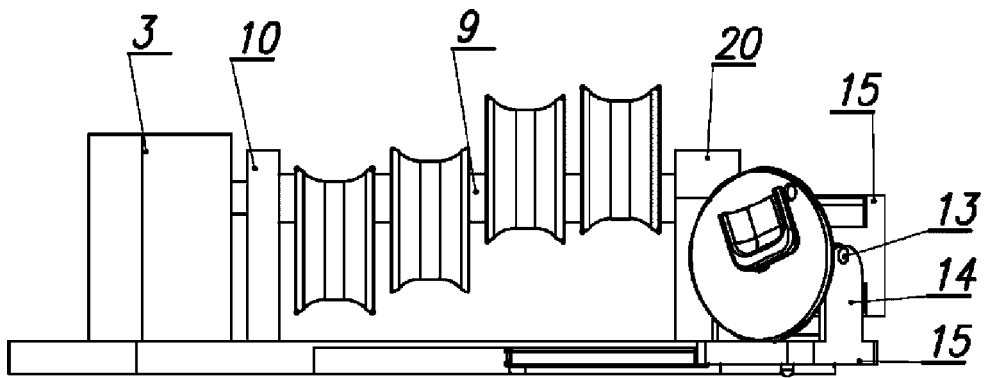
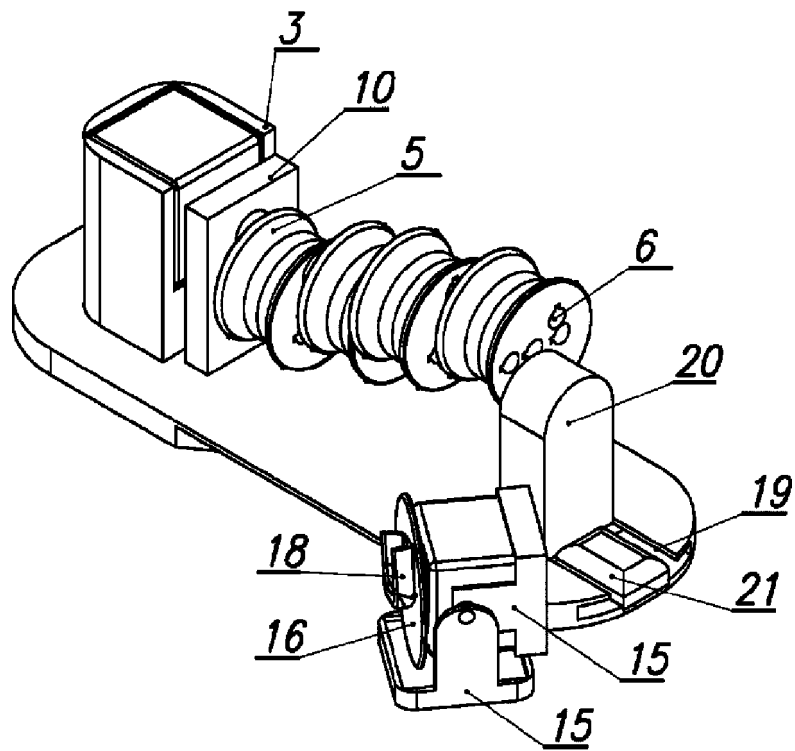
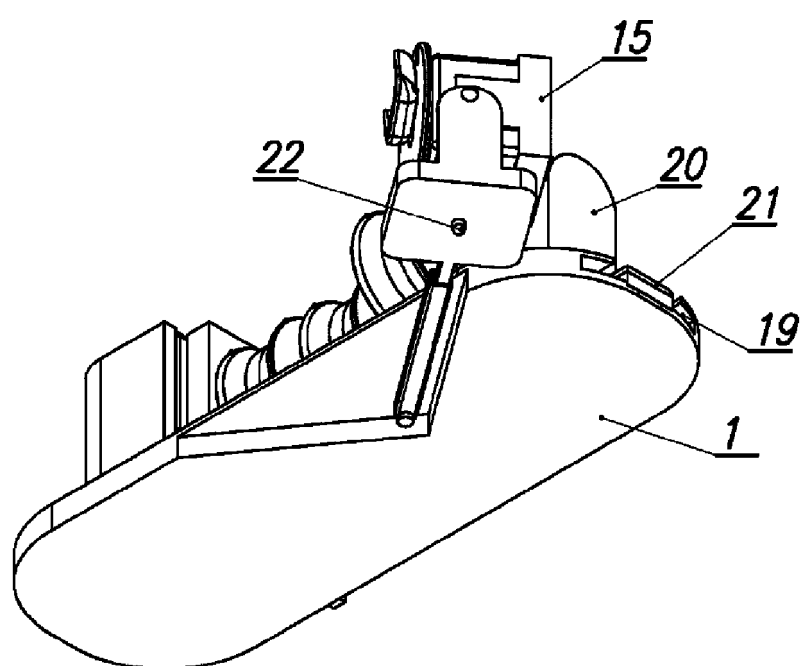
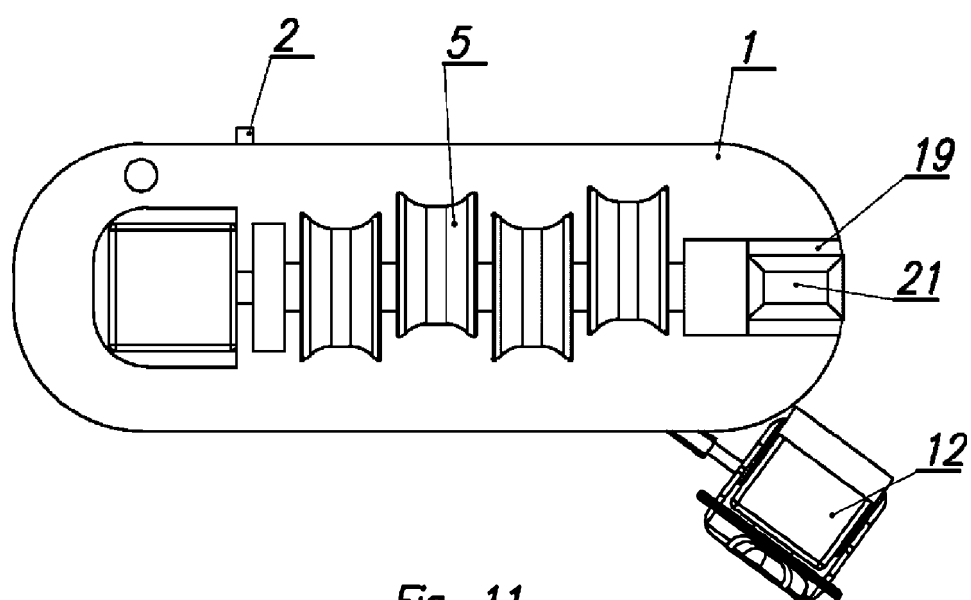


Fig. 1

*Fig. 2**Fig. 3*

*Fig. 6**Fig. 7*

*Fig. 8**Fig. 9*

*Fig. 10**Fig. 11*