

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246451 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442697**

(22) Data zgłoszenia: **2022.10.31**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.05.06 BUP 19/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.01.27 WUP 04/2025**

(51) MKP:

A61H 1/02 (2006.01)

A63B 23/16 (2006.01)

- (73) Uprawniony z patentu:
**UNIWERSYTET KAZIMIERZA WIELKIEGO,
Bydgoszcz, PL**
- (72) Twórca(-y) wynalazku:
**ZBIGNIEW SZCZEPAŃSKI, Bydgoszcz, PL
ANDRZEJ SZCZEPAŃCZYK, Bydgoszcz, PL
JOANNA NOWAK, Bydgoszcz, PL
IZABELA ROJEK, Bydgoszcz, PL
MARIUSZ KACZMAREK, Poznań, PL
MAREK MACKO, Bydgoszcz, PL
PIOTR KOTLARZ, Niemcz, PL
DARIUSZ MIKOŁAJEWSKI, Bydgoszcz, PL
JAKUB KOPOWSKI, Bydgoszcz, PL
MARCIN KEMPIŃSKI, Bydgoszcz, PL**
- (74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Piotr Rytlewski, Bydgoszcz, PL

(54) Tytuł:

Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej

PL 246451 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej wytwarzany techniką druku 3D, który charakteryzuje się jednolitą konstrukcją korpusu.

Rękawice rehabilitacyjne są używane do treningu dłoni w przypadku udaru, porażenia i urazów. Pomaga stopniowo aktywować neurony lustrzane, odbudować nerwy ruchowe mózgu, przeprowadzić rehabilitację funkcji rąk i osiągnąć zdolność pacjenta do samoopieki. Rehabilitacyjne rękawice mają konstrukcję odseparowanych sztucznych mięśni mocowanych do palców. Wykonane są z elastycznych materiałów polimerowych, co zapewnia dokładne dopasowanie, które utrzymuje dłoń na miejscu, jednocześnie delikatnie rozciągając paliczek i zapobiegając przykurczom, które czasami mogą wystąpić, np. wskutek błędów w sztuce lekarskiej. Wykorzystując ciśnienie powietrza jako siłę napędową, można automatycznie sterować czynnościami ręki i skutecznie trenować dłoń w celu powrotu do zdrowia. Rękawice takie mogą również działać na nerwy czaszkowe i naczynia krwionośne, promując leczenie zachowawcze i rehabilitację pooperacyjną urazów mózgu. Rękawice te nadają się szczególnie dla pacjentów z niepełnosprawnością funkcjonalną hemiplegii, treningu nadgarstka i palców.

Z opisu zgłoszenia patentowego CN111789745A znana jest pneumatyczna rękawica rehabilitacyjna. Pneumatyczny sztuczny mięsień jest umieszczony na elastycznej podpórce pod nadgarstki, aby utworzyć strukturę w kształcie dłoni. Sztuczny mięsień pneumatyczny ma kształt łuku i jest przymocowana do palca. Aby utworzyć strukturę w kształcie dłoni, na końcu każdego pneumatycznego sztucznego mięśnia znajduje się mechanizm mocujący opuszkami palców, a drugi koniec każdego pneumatycznego sztucznego mięśnia jest połączony ze źródłem powietrza przez wąż wentylacyjny, tworząc pneumatyczne rękawice rehabilitacyjne.

Z kolei z opisu zgłoszenia patentowego CN108904224A znana jest pneumatyczna rękawica rehabilitacyjna, zawierająca część do noszenia na dłoni, elementy podtrzymujące palce i elastyczny element pneumatyczny. Zastosowano wiele elementów podtrzymujących palce. Element podtrzymujący palec jest trwale połączony z podkładką do noszenia na dłoni. Element podtrzymujący palec jest wyposażony w co najmniej półtwartą wnękę używaną do montażu elastycznego elementu pneumatycznego. Elastyczny element pneumatyczny służy do napędzania elementów podtrzymujących palce w celu wykonania ruchów zginania i rozciągania. Dzięki elastycznemu członowi pneumatycznemu elementy podtrzymujące palce są napędzane do pełnych ruchów zginania i rozciągania.

Natomiast w opisie wzoru użytkowego CN209203946U ujawniono pneumatyczną rękawicę rehabilitacyjną składającą się z części noszonej na dłoni, elementu podtrzymującego palec i elastycznego elementu pneumatycznego. Element podtrzymujący palec jest odłączany i trwale połączony z częścią noszoną na dłoni. Co najmniej jedna półtwarda wnęką używana do montażu elastycznej części pneumatycznej jest utworzona w części podtrzymującej palec. Elastyczna część pneumatyczna służy do napędzania części podtrzymującej palec w celu wykonania czynności zginania i rozciągania.

Opis zgłoszenia patentowego CN108371610A ujawnia modułową miękką rękawicę rehabilitacyjną wspomagającą rozciąganie palców. Kształt elastycznego zespołu do napędzania palcami w modułowej miękkiej rękawicy rehabilitacyjnej jest podobny do palców ludzi, może być dobrze połączony z dłonią, a noszenie jest wygodne. Zastosowano modułową konstrukcję, elastyczny zespół napędu palcami jest rozłącznie rozmieszczony na górnej części rękawicy, a sterowniki palców w odpowiedniej ilości można wybrać do przeprowadzenia treningu rehabilitacyjnego w zależności od liczby uszkodzonych palców pacjenta.

Z opisu patentowego US6454681B1 znana jest rękawica do ćwiczeń i terapii dłoni. Rękawica zawiera część dłoni, jedną lub więcej części do podtrzymania palca, tylną część i ściśliwą substancję sprężoną z częścią dłoni. Rękawica zawiera również jeden lub więcej elastycznych elementów, które rozciągają się od ściśliwej substancji do odpowiednich części jednego lub więcej palców. Ściśliwa substancja ćwiczy mięśnie dłoni, które kontrolują zamykanie dłoni, podczas gdy jeden lub więcej elastycznych członków ćwiczy mięśnie dłoni, które kontrolują otwarcie dłoni.

Znane rozwiązania sztucznych mięśni w rękawicach rehabilitacyjnych nie mają struktury monolitycznej, zawierając elastyczne segmenty odkształcane sprężonym powietrzem oraz ciągnem mechanicznym. Zastosowanie dwóch rodzajów wymuszeń mechanicznych umożliwia lepszą kontrolę ruchów mięśnia monolitycznego korpusu, tym samym daje lepsze możliwości symulowania procedur rehabilitacyjnych.

Celem wynalazku było opracowanie takiego rodzaju sztucznego mięśnia, który zawiera segmenty, w których znajdują się pojemne komory ciśnieniowe, przy jednoczesnym sterowaniu sztucznym mięśniem poprzez siłownik ciągną tego mięśnia. Całość geometrii wewnętrznej oraz zewnętrznej powinna być opracowana w oparciu o modele komputerowe weryfikowane po poprzez druk 3D z elastycznego materiału. Rozwiązanie konstrukcyjne stanowi rozwiązanie ewolucyjne i jest efektem prac z zastosowaniem techniki informacji zwrotnej, stosowanej dla poprawy kolejnych prototypów proponowanego rozwiązania.

Istotą wynalazku jest sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej wspomagający pracę palca składający się z elastycznego korpusu zawierającego otwór do przyłącza układu pneumatycznego, mocowanie poprzeczne do nasadki rękawicy przegubów lub do ergonomicznej nakładki na dłoń. Ten sztuczny mięsień charakteryzuje się tym, że korpus jest elementem monolitycznym, wykonanym techniką 3D i ma segmenty, które zawierają wewnątrz komory ciśnieniowe, połączone u podstawy kanałem powietrznym, a rozdzielone przestrzenią w górnych częściach. W górnej części tych segmentów występuje otwór na ciągną, które jest przymocowane do końcowego segmentu sztucznego mięśnia, a z drugiej strony do siłownika. W pozostałych otworach górnych segmentów ciągną porusza się swobodnie. Korzystne jest, gdy sztuczny mięsień wykonany jest z termoplastycznego tworzywa elastomerowego w postaci filamentu do druku techniką FDM. Kanał powietrzny jest opcjonalnie rozdzielony przez wzdłużną poprzeczkę połączoną ze ścianami pionowymi segmentów. Dobrze, gdy górne części segmentów zawierają wypustki lite, w których znajduje się otwór. W otworach znajdują się korzystnie tulejki teflonowe ułatwiające posuw ciągną i zabezpieczające przed uszkodzeniami segmentów elastomerowych.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest opracowanie sztucznego mięśnia, który zawiera segmenty, w których znajdują się pojemne komory ciśnieniowe, przy jednoczesnym sterowaniu sztucznym mięśniem poprzez ciągną mięśnia połączone z siłownikiem. Zastosowanie dwóch rodzajów wymuszeń mechanicznych umożliwia lepszą kontrolę ruchów mięśnia monolitycznego korpusu, tym samym daje lepsze możliwości symulowania procedur rehabilitacyjnych. Całość geometrii wewnętrznej oraz zewnętrznej została opracowana w oparciu o modele komputerowe weryfikowane po poprzez druk 3D z elastycznego materiału. Rozwiązanie konstrukcyjne stanowi rozwiązanie ewolucyjne i jest efektem prac z zastosowaniem techniki informacji zwrotnej, stosowanej dla poprawy kolejnych prototypów proponowanego rozwiązania.

Wynalazek w przykładzie realizacji został zobrazowany rysunkiem, na którym poszczególne figury przedstawiają:

Fig. 1. Zespół sztucznych mięśni przeznaczonych do rękawicy rehabilitacyjnej;

Fig. 2. Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej;

Fig. 3. Dwa segmenty sztucznego mięśnia oddzielone przestrzenią.

Przykład realizacji

Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej wspomagający pracę palca składa się z elastycznego korpusu 1 zawierającego otwór 2 do przyłącza układu pneumatycznego, wypusty poprzeczne 3 z otworami 3a do mocowania z nasadką rękawicy przegubów lub do ergonomicznej nakładki na dłoń. Korpus 1 jest elementem monolitycznym, wykonanym techniką 3D i zawiera segmenty 4, które zawierają wewnątrz komory ciśnieniowe 4a w postaci pustych szczelnych przestrzeni. Komory ciśnieniowe 4a miały kształt zbliżony do sześciennego o wymiarach około 0,2/2,05/1,5 cm co daje objętość roboczą około 0,6 cm³. Taka objętość i wymiary zapewniają redukcję masy oraz zapewniają odpowiednią efektywność zaginania sztucznego mięśnia. Komory te są połączone u podstawy 4b kanałem powietrznym 4c, a rozdzielone przestrzenią 5 w górnych częściach 4d. Kanał powietrzny 4c jest rozdzielony przez wzdłużną poprzeczkę 4e połączoną ze ścianami pionowymi segmentów 4. W górnej części 4d tych segmentów 4 występuje otwór 6 na ciągną 7, które jest przymocowane do końcowego segmentu 4 sztucznego mięśnia, a z drugiej strony do siłownika 8. Górne części 4d segmentów 4 zawierają wypustki lite 4f, w których znajduje się otwór 6, a w nim ciągną 7. Całą konstrukcję mięśnia wykonano z termoplastycznego tworzywa elastomerowego w postaci filamentu (nazwa handlowa Bioflex) do druku techniką FDM o twardości 32 w skali Shore'a D oraz zastosowano temperaturę druku 230°C i 70°C temperaturę stołu.

Sztuczny mięsień umożliwia zgięcie palca o ponad 90 stopni, oraz umożliwia zamocowanie do niego płytek skrętnych mocowanych u nasady palca które umożliwiają ruch boczny palca, co wpływa korzystnie na rehabilitację. Poszczególne sztuczne mięśnie według wynalazku są przeznaczone

czony do montażu poprzez pierścienie 9 na palce, a przez wypusty poprzeczne 3 do nasadki rękawicy przegubów lub do ergonomicznej nakładki na dłoń. Wzrost ciśnienia w komorach ciśnieniowych zachodzi wskutek otwarcia przewodu ze stężonym powietrzem dozowanym przez otwór 2, w tej sytuacji mięsień zgina się do środka. Proponowana geometria korpusu 1 mięśnia poprawia stabilną pracę wzdłuż palca zgodnie ze stopniami swobody i niweluje skręcanie oraz wyginanie boczne tego mięśnia, co jest kluczowe w poprawnej rehabilitacji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej wspomagający pracę poszczególnego palca dłoni składający się z elastycznego korpusu (1) zawierającego otwór (2) do przyłącza układu pneumatycznego, wypusty poprzeczne (3) do przymocowania nasadki rękawicy przegubów lub do ergonomicznej nakładki na dłoń, **znamienny tym**, że korpus (1) jest elementem monolitycznym, wykonanym techniką druku 3D i zawiera segmenty (4), które zawierają wewnątrz komory ciśnieniowe (4a), połączone u podstawy (4b) kanałem powietrznym (4c), a rozdzielone przestrzenią (5) w górnych częściach (4d), przy czym w górnej części (4d) tych segmentów (4) występuje otwór (6) na cięgno (7), które jest przymocowane do końcowego segmentu sztucznego mięśnia, a z drugiej strony do siłownika (8).
2. Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej według zastrz. 1 **znamienny tym**, że jest wykonany z termoplastycznego tworzywa elastomerowego w postaci filamentu do druku techniką FDM.
3. Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej według zastrz. 1 **znamienny tym**, że kanał powietrzny (4c) jest rozdzielony przez wzdłużną poprzeczkę (4e) połączoną ze ścianami pionowymi segmentów (4).
4. Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej według zastrz. 1 **znamienny tym**, że górne części (4d) segmentów (4) zawierają wypustki lite (4f), w których znajduje się otwór (6).
5. Sztuczny mięsień rękawicy rehabilitacyjnej według zastrz. 1 albo 4 **znamienny tym**, że w otworach (6) znajdują się tulejki teflonowe ułatwiające posuw cięgna (7).

Rysunki

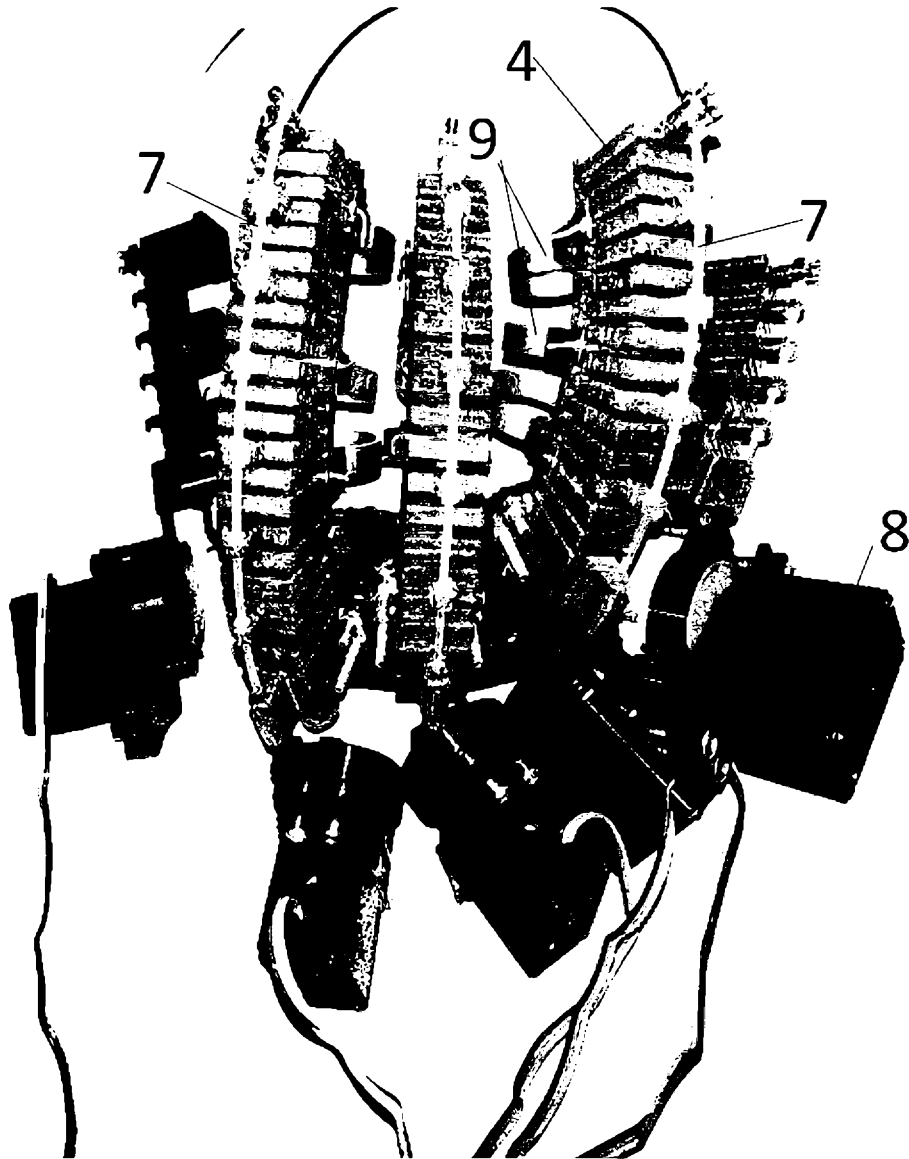


Fig. 1.

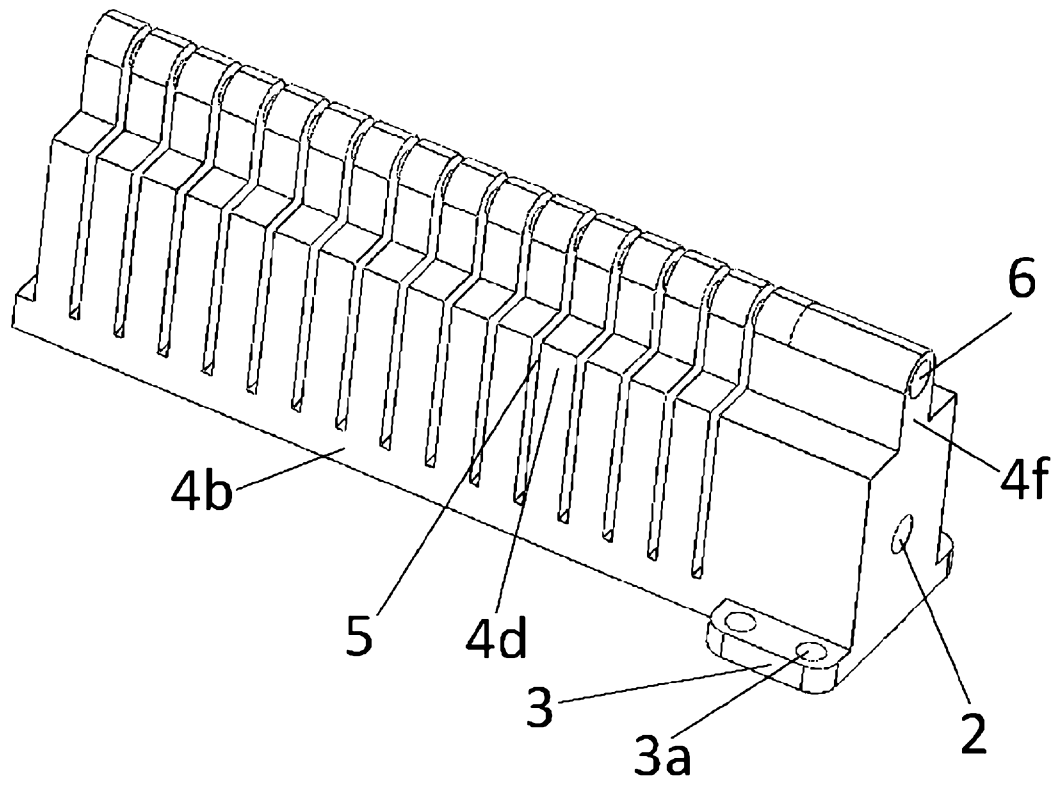


Fig. 2.

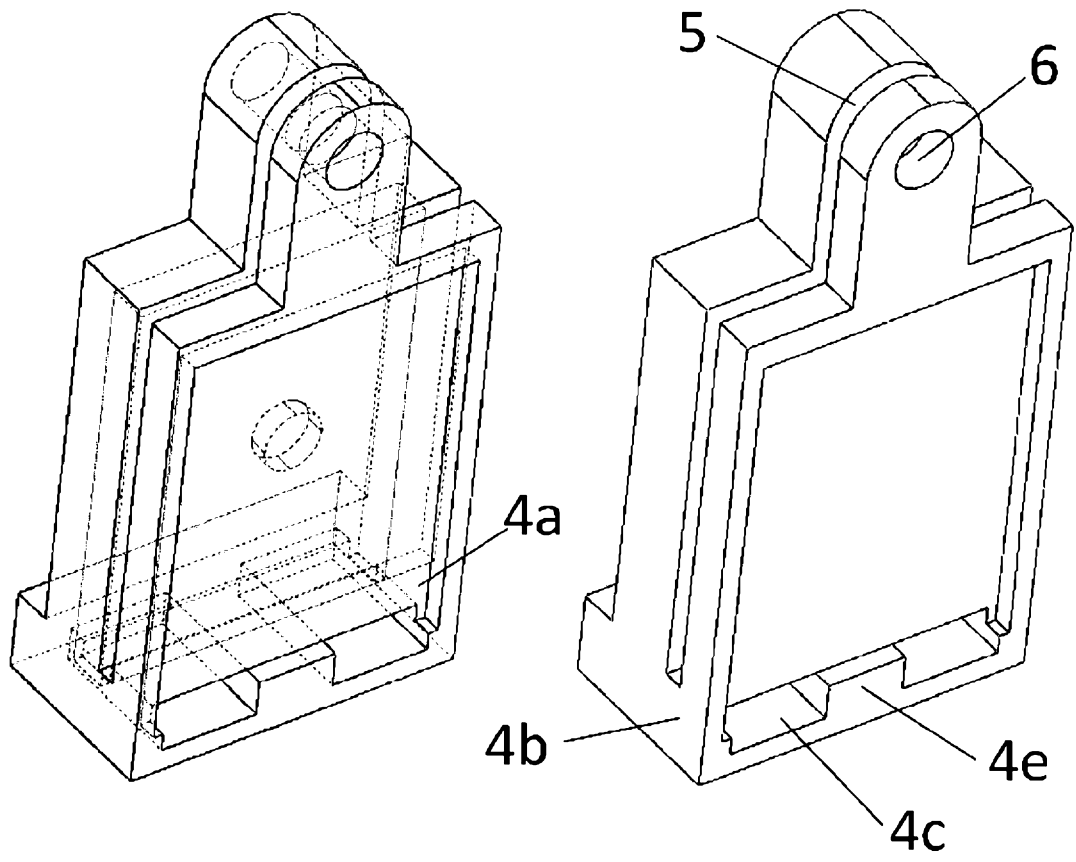


Fig. 3.