

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245556 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442328**

(22) Data zgłoszenia: **2022.09.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.03.25 BUP 13/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.08.26 WUP 35/2024**

(51) MKP:

A61B 5/103 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

G01C 9/00 (2006.01)

G08B 3/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

IGOR ZUBRYCKI, Łódź, PL

KATARZYNA KOTER, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Westrych, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do monitorowania i alarmowania o nieprawidłowym ułożeniu ręki

PL 245556 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do monitorowania stanu ułożenia ręki pacjenta nieposiadającego czucia w ręce i alarmowania o jej nieprawidłowym ułożeniu.

Z opisu patentowego US9891718B2 znane jest urządzenie do pomiaru ruchu palców i rozpoznawania gestów wyposażone w inercyjne czujniki ruchu takie jak akcelerometr lub żyroskop. Liczba czujników dostosowana jest do wymaganej liczby mierzonych parametrów.

Z opisu patentowego US10635171B2 znane jest zastosowanie akcelerometrów lub czujników żyroskopowych w urządzeniu do pomiaru ruchu dłoni z uwzględnieniem kształtu palców. Jest ono wyposażone w bezkontaktowe czujniki umieszczone na elemencie przymocowanym do dłoni tak, aby zapewnić wymagany zakres pomiaru.

Alarmowanie o nieprawidłowym ułożeniu ciała stosowane jest w urządzeniach do ćwiczenia postawy. Urządzenie firmy Med Patent korektor wad postawy wibrujący na proste plecy – „Pajaczek” ma charakter zakładanej na ramiona obręczy wraz z urządzeniem monitorującym wygięcie. W przypadku nieprawidłowego wygięcia urządzenie wibruje lub wydaje sygnał dźwiękowy.

Znane są różnorodne narzędzia do rehabilitacji ręki, które posiadają funkcję sprzężenia zwrotnego od pozycji kończyny. Z literatury znana jest rękawica rehabilitacyjna dla pacjentów po udarze, wyposażona w czujniki ugięcia do pomiaru zginania palców, optyczny enkoder liniowy do pomiaru zgięcia i wyprostu nadgarstka oraz akcelerometr umożliwiający pomiar położenia ręki w przestrzeni i przegubów względem siebie. Znana jest także piłka sensoryczna, która pozwala na pomiar siły ścisku dłoni ludzkiej. Zewnętrzna siła działająca na piłkę kompresuje powietrze w środku, a zmiana ciśnienia wewnątrz piłki mierzona jest za pomocą czujnika ciśnienia. (Mohan, A., Devasahayam, S. R., Tharion, G., & George, J. (2013). A Sensorized Glove and Ball for Monitoring Hand Rehabilitation Therapy in Stroke Patients. W 2013 Texas Instruments India Educators' Conference. 2013 Texas Instruments India Educators' Conference (TIIEC). IEEE.).

Z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US20210361192A1 znane jest urządzenie do rehabilitacji dłoni umożliwiające pomiar ruchu przedramienia, nadgarstka oraz palców za pomocą akcelerometrów i czujników ugięcia. Dodatkowo czujnik ciśnienia umieszczony na koniuszkach palców umożliwia pomiar w czasie ćwiczenia chwytu szczypcowego.

W opisie patentowym US11141341B2 przedstawione zostało urządzenie wyposażone w czujniki ugięcia, które ma na celu monitorowanie pozycji kończyny zdrowej i jej lustrzane odwzorowanie za pomocą kończyny chorej. System dostosowuje program ćwiczeń do aktualnego stanu pacjenta.

Występująca w powyższych rozwiązaniach kombinacja czujników, która zazwyczaj składa się z czujnika ugięcia, jak i czujnika przyspieszenia służy do dostarczania informacji o pozycji dłoni oraz o jej ruchu. Czujniki te rejestrują ruch dłoni pacjenta, potencjalnie uchwycenie obiektu w czasie ćwiczenia, który przekazywany jest do interfejsu użytkownika np. w postaci tabletu, gdzie wyświetlane są informacje pozwalające wykonywać ćwiczenia rehabilitacyjne. Jednakże kombinacja tychże czujników oraz sposób działania układu nakierowane są na umożliwienie (czynnej) rehabilitacji ręki i krótkie użycie w czasie sesji rehabilitacyjnych. Urządzenia te nie są przystosowane do noszenia przez cały dzień oraz nie zabezpieczają pacjenta przed długotrwałym ułożeniem dłoni w szkodliwej pozycji.

Dotychczas brak jest urządzeń służących do alarmowania o nieprawidłowej pozycji lub siłach działających na rękę przeznaczonych do codziennego użycia. Jest to istotne szczególnie w przypadku osób z zaburzeniem lub brakiem czucia głębokiego i powierzchownego np. u pacjentów po udarze, osób z neuropatią lub w czasie operacji ze znieczuleniem.

Celem wynalazku jest opracowanie urządzenia przeznaczonego do długotrwałego noszenia, które wychwytyje nieprawidłowości ułożenia ręki pacjenta lub niekorzystny nacisk oraz alarmuje o tych nieprawidłowościach.

Urządzenie do monitorowania i alarmowania o nieprawidłowym ułożeniu ręki pozwala na określenie, kiedy dłoń pacjenta ułożona jest w sposób nieprawidłowy, pozwalając na wykrycie 3 nieprawidłowych stanów. Jest to niebezpieczne pionowe położenie ręki (Fig. 1a), nadmierne ugięcie ręki w nadgarstku (Fig. 1b) oraz nadmierny i długotrwały nacisk na rękę (Fig. 1c).

Urządzenie do monitorowania i alarmowania o nieprawidłowym ułożeniu ręki zawierające obudowę, system mocowania, układ elektroniczno-sensoryczny charakteryzuje się tym, że zawiera uchwyt o owalnym kształcie z zatrzaskami, usytuowaną poziomo obudowę o kształcie kopuły, mocowaną do paska mocującego, przy czym zewnętrzna ścianka uchwytu przymocowana jest trwale do paska mocującego, a obudowa łączona jest z paskiem mocującym zatrzaskami uchwytu, przy czym dolna

powierzchnia obudowy oraz górna ścianka uchwytu są równolegle położone, zaś układ elektroniczno-sensoryczny zawiera mikrokontroler, bezprzewodowy zestaw ładowania w postaci cewki do ładowania indukcyjnego lub styków do ładowania wraz z układem elektronicznym do zarządzania procesem ładowania, akumulator, głośnik, zestaw sensorów zawierający inklinometr, czujnik nacisku umieszczony centralnie na powierzchni górnej ścianki płyty mocującej wewnątrz obudowy oraz czujnik ugięcia znajdujący się wewnątrz i wzdłuż paska sprężystego wykonanego z materiału sprężystego, którego jeden koniec zamocowany jest do płyty mocującej i wstępnie ugięty do anatomicznego wyprostu nadgarstka, ponadto układ elektroniczno-sensoryczny znajdujący się wewnątrz obudowy przymocowany jest do płyty mocującej, umieszczonej na spodzie obudowy, a wolna przestrzeń wewnątrz obudowy wypełniona jest miękkim elastomerem.

Korzystnie pasek mocujący ma postać wiaźadła dociągowego.

Równie korzystnie obudowa oraz pasek mocujący wykonane są z silikonu.

Celowym jest, gdy układ sensoryczno-elektroniczny zawiera diodę LED.

Korzystnie mikrokontroler zawiera moduł radiowy.

Korzystnie inklinometr stanowi trójosiowy akcelerometr MEMS lub zintegrowany układ żyroskop-akcelerometr lub dwa kulowe czujniki nachylenia.

Zaletą wynalazku jest to, że urządzenie jest łatwe w utrzymaniu w czystości oraz proste w użyciu, gdyż brak jest nadmiernej ilości wiązań.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładach wykonania na rysunku, na którym Fig. 2 przedstawia urządzenie w widoku perspektywnym, Fig. 3 – urządzenie w widoku perspektywnym bez górnej części obudowy, Fig. 4 – elementy układu elektroniczno-sensorycznego urządzenia w widoku z góry, Fig. 5 – mocowanie urządzenia na dłoni.

Przykład 1

Urządzenie do monitorowania i alarmowania o nieprawidłowym ułożeniu ręki zawiera uchwyt 2 z zatrzaskami usytuowanymi na jego owalnym obwodzie. Uchwyt 2 umieszczany jest na środku dłoni. Obudowa 1 wykonana jest z elastomeru i ma kształt kopuły. Wewnątrz obudowy 1 znajduje się zintegrowany układ elektroniczno-sensoryczny przymocowany do płyty mocującej 14. Wolna przestrzeń wewnątrz obudowy wypełniona jest miękkim elastomerem 11 (20 w skali Shore'a A). Zewnętrzna ścianka uchwytu 2 przymocowana jest trwale do paska mocującego 3. Zatrzaski uchwytu 2 łączą obudowę 1 z paskiem mocującym 3 w taki sposób, że dolna powierzchnia obudowy oraz górna ścianka uchwytu są równolegle połączone.

Główny element układu elektroniczno-sensorycznego stanowi mikrokontroler 13, przeprowadzający akwizycję i fuzję sygnałów pochodzących od czujników w celu wywołania alarmu poprzez elementy interfejsu użytkownika – w formie głośnika 5 oraz diody 10.

W skład elementów sensorycznych układu elektroniczno-sensorycznego wchodzi: umieszczony centralnie pośrodku obudowy czujnik nacisku 7, inklinometr 12 umożliwiający pomiar w minimum dwóch osiach obrotu, którego rolę pełni trójosiowy akcelerometr MEMS, którego dwie osie pomiaru przyspieszenia położone są prostopadłe do siebie i równolegle do płaskiej tylnej powierzchni obudowy 1, zaś trzecia oś położona jest prostopadłe do dwóch pozostałych. Przekształcenie pomiaru przyspieszenia na nachylenie następuje za pomocą algorytmu realizowanego na mikrokontrolerze. Ponadto, układ elektroniczno-sensoryczny zawiera czujnik ugięcia 8, który umieszczony jest wewnątrz wstępnie ugiętego (do kształtu anatomicznie wyprostu grzbietowego ręki) paska sprężystego 4 wykonanego z elastomeru. Wstępne ugięcie paska sprężystego 4, do którego przymocowany jest czujnik ugięcia 8, pozwala na monitorowanie ugięcia w nadgarstku bez dodatkowych elementów mocujących. Przy wyprostie ręki pasek sprężysty 4 znajduje się w ułożeniu neutralnym, a przy zgięciu dłoniowym w płaszczyźnie strzałkowej. Nacisk dłoni na pasek sprężysty 4 powoduje jego sprężyste odkształcanie monitorowane przez czujnik ugięcia 8.

Urządzenie mocowane jest do dłoni pacjenta za pomocą paska mocującego 3 w taki sposób, że dolna zewnętrzna ścianka dolnej części obudowy znajduje się na środku wewnętrznej powierzchni śródreczę i jest umieszczona równolegle do niej, pasek mocujący 3 oplata śródreczę poprzecznie, a wstępnie ugięty (do kształtu anatomicznie wyprostu grzbietowego ręki) pasek sprężysty 4 umieszczony jest po wewnętrznej stronie nadgarstka. Gdy ręka znajduje się w pozycji bezpiecznej – wyprostowana i nieprzyciśnięta do podłoża, urządzenie nie wysyła sygnału alarmowego. W celu monitorowania i alarmowania o nieprawidłowym ułożeniu ręki mikrokontroler odczytuje wartości z inklinometru 12 oraz czujników ugięcia 8 i nacisku 7. Monitorowana jest długość czasu wystąpienia niebezpiecznego przechyłu ręki (ręka

zwisająca), nadmiernego ugięcia lub długotrwałego i nadmiernego nacisku. Po wykryciu takiego stanu urządzenie wykorzystuje głośnik 5 do wytworzenia intensywnego sygnału dźwiękowego.

Wewnątrz obudowy znajduje się układ zasilania urządzenia w postaci akumulatora 6 oraz bezprzewodowego zestawu ładowania 9 (cewka do ładowania indukcyjnego wraz z układem elektronicznym do zarządzania procesem ładowania). Całość układu elektroniczno-sensorycznego i wnętrze obudowy 1 zalane jest szczelnie miękkim (20 w skali Shore'a A) elastomerem 11. Elastomer uszczelnia urządzenie, pozwala na znaczne zwiększenie czułości czujnika nacisku 7 i tym samym rejestrację dużego zakresu sił nacisku przyłożonych do powierzchni obudowy 1. Obudowa 1 w kształcie kopuły pozwala na uzyskanie zbliżonej odległości pomiędzy punktem przyłożenia siły a czujnikiem nacisku 7 dla dużej powierzchni obudowy, co umożliwi poprawny odczyt dla większego zakresu badanych pozycji i punktów nacisku. Dodatkowo pozwala mechanicznie zabezpieczyć elementy elektroniczne układu.

W celu ładowania urządzenia wykorzystywany jest bezprzewodowy zestaw ładowania 9 (cewka do ładowania indukcyjnego wraz z układem elektronicznym do zarządzania procesem ładowania) połączony z akumulatorem 6.

Przykład 2

Urządzenie zbudowane jest jak opisano w przykładzie 1, z tym, że rolę inklinometru 12 stanowi zintegrowany układ żyroskop-akcelerometr, powiadomienie o niebezpiecznej pozycji ręki realizowane jest za pomocą intensywnie świecącej w sposób przerywany diody LED 10. Zamiast zestawu ładowania bezprzewodowego 9 znajduje się moduł ładowania akumulatora oraz elektrody do ładowania. Elektrody wyprowadzone są z dolnej powierzchni płyty mocującej 14 na dolną powierzchnię obudowy 1 w taki sposób, że możliwy jest do nich swobodny dostęp przez otwór w dolnej ściance uchwytu 2. Podstawę kopuły obudowy 1 stanowi elipsa, obudowa 1 ma więc kształt połowy elipsoidy, a owalny kształt uchwytu 2 ma postać elipsy.

Przykład 3

Urządzenie zbudowane jest jak opisano w przykładzie 1, z tym, że rolę inklinometru 12 stanowią dwa kulowe czujniki nachylenia umieszczone prostopadłe do siebie na powierzchni płyty mocującej, gdzie oś obrotu jednego czujnika jest położona równolegle do osi palca środkowego w wyproście. Oś obrotu drugiego czujnika jest położona prostopadłe do osi pierwszego oraz równolegle do wewnętrznej powierzchni dłoni. Obudowa 1 oraz pasek mocujący 3 wykonane są z silikonu 70 w skali Shore'a A, a pasek mocujący 3 ma postać wiązadła dociągowego.

Przykład 4

Urządzenie zbudowane jest jak opisano w przykładzie 1 lub 3, z tym, że powiadomienie o niebezpiecznej pozycji ręki realizowane jest poprzez połączenie radiowe mikrokontrolera 13 z innym urządzeniem (głośnik bluetooth, smartphone), a wywołanie alarmu następuje zdalnie w innym urządzeniu. W tym przypadku, mikrokontroler 13 wyposażony jest w moduł radiowy pozwalający na komunikację bezprzewodową (Bluetooth, WiFi).

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do monitorowania i alarmowania o nieprawidłowym ułożeniu ręki zawierające obudowę, system mocowania, układ elektroniczno-sensoryczny **znamienne tym**, że zawiera uchwyt (2) o owalnym kształcie z zatrzaskami, usytuowaną poziomo obudowę (1) o kształcie kopuły, mocowaną do paska mocującego (3), przy czym zewnętrzna ścianka uchwytu (2) przy-mocowana jest trwale do paska mocującego (3), a obudowa (1) łączona jest z paskiem mocującym (3) zatrzaskami uchwytu (2), przy czym dolna powierzchnia obudowy (1) oraz górna ścianka uchwytu (2) są równolegle położone, zaś układ elektroniczno-sensoryczny zawiera mikrokontroler (13), bezprzewodowy zestaw ładowania (9) w postaci cewki do ładowania indukcyjnego lub styków do ładowania wraz z układem elektronicznym do zarządzania procesem ładowania, akumulator (6), głośnik (5), zestaw sensorów zawierający inklinometr (12), czujnik nacisku (7) umieszczony centralnie na powierzchni górnej ścianki płyty mocującej (14) wewnątrz obudowy (1) oraz czujnik ugięcia (8) znajdujący się wewnątrz i wzdłuż paska sprężystego (4) wykonanego z materiału sprężystego, którego jeden koniec zamocowany jest do płyty mocującej (14) i wstępnie ugięty do anatomicznego wyprostu nadgarstka, ponadto układ elektroniczno-sensoryczny znajdujący się wewnątrz obudowy (1) przymocowany jest

- do płyty mocującej (14), umieszczonej na spodzie obudowy (1), a wolna przestrzeń wewnątrz obudowy (1) wypełniona jest miękkim elastomerem (11).
2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że pasek mocujący (3) ma postać wiązadła dociągowego.
 3. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że obudowa (1) oraz pasek mocujący (3) wykonane są z silikonu.
 4. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że układ sensoryczno-elektroniczny zawiera diodę LED (10).
 5. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że mikrokontroler (13) zawiera moduł radiowy.
 6. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że rolę inklinometru (12) stanowi trójosiowy akcelerometr MEMS lub zintegrowany układ żyroskop-akcelerometr lub dwa kulowe czujniki nachylenia.

Rysunki

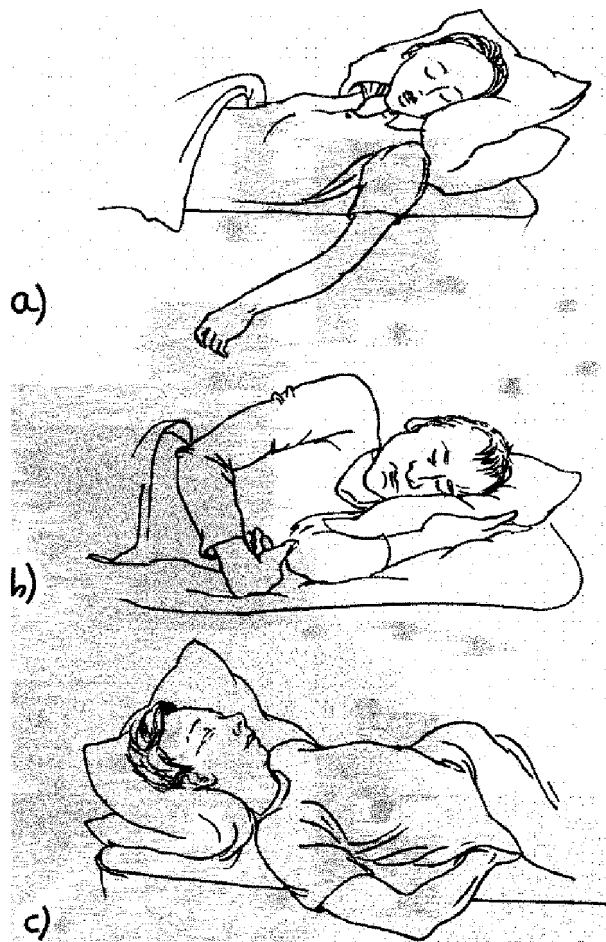


Fig. 1

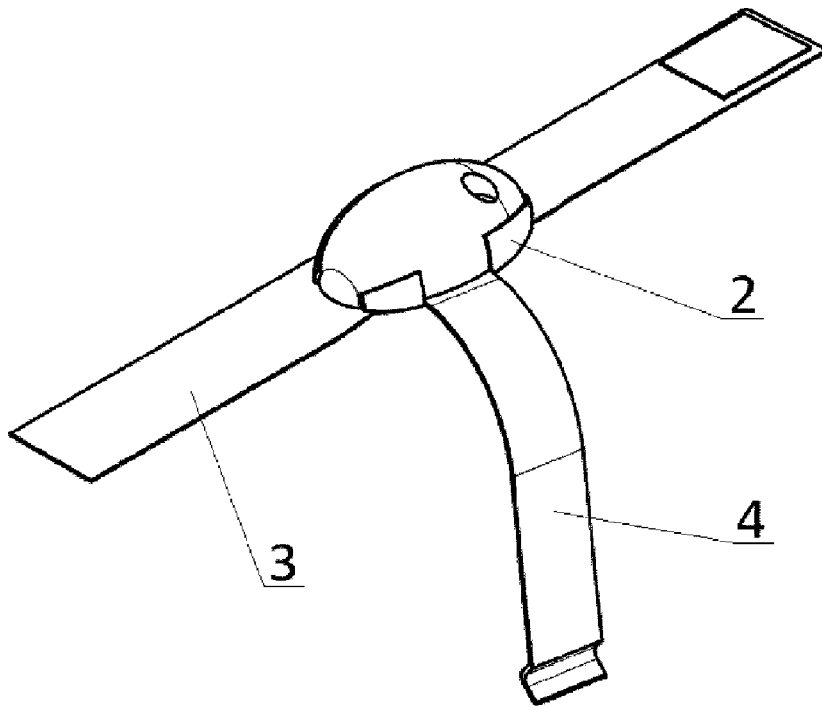


Fig. 2

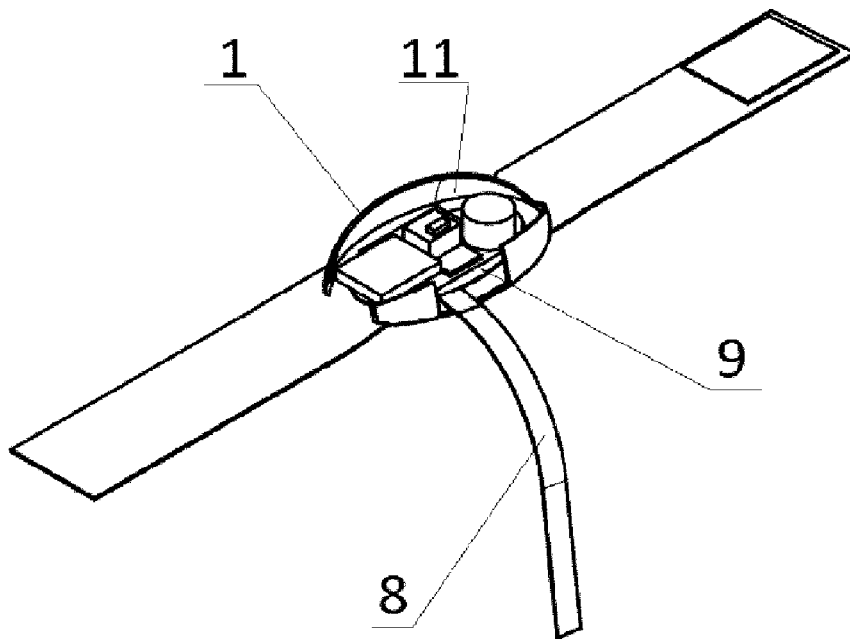


Fig. 3

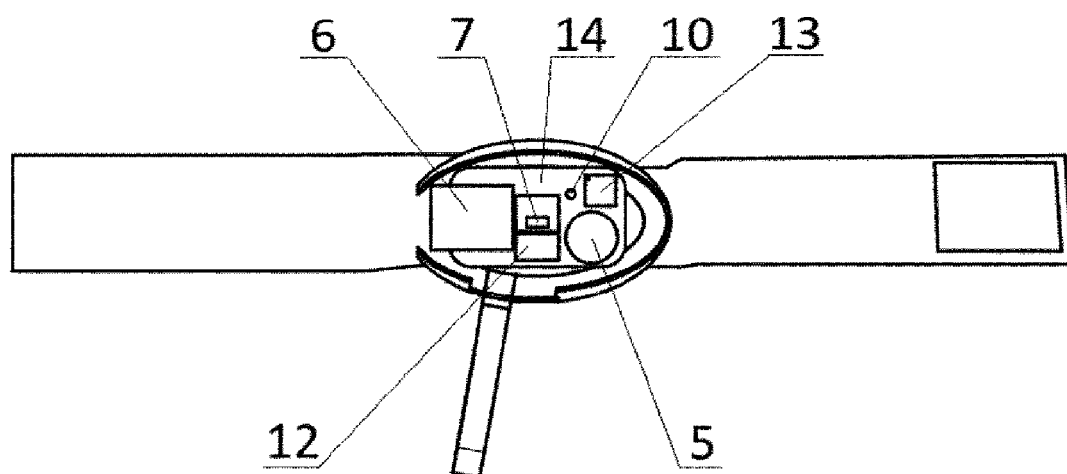


Fig. 4

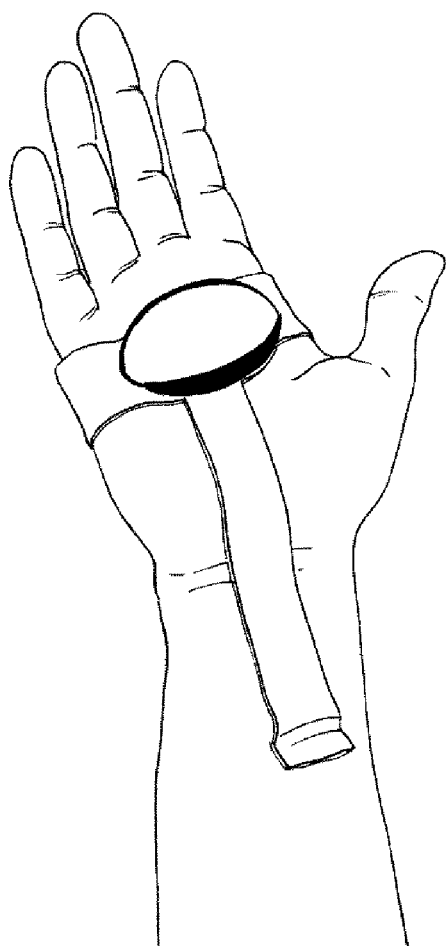


Fig. 5