

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243210 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438555**

(22) Data zgłoszenia: **2021.07.22**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.01.23 BUP 04/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.07.17 WUP 29/2023**

(51) MKP:

A61B 5/103 (2006.01)

G01C 11/02 (2006.01)

-
- (73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA GDAŃSKA, Gdańsk, PL
- (72) Twórca(-y) wynalazku:
PAWEŁ BIELSKI, Gdańsk, PL
KATARZYNA SZEPIETOWSKA, Gdańsk, PL
CZESŁAW SZYMCZAK, Gdańsk, PL
IZABELA LUBOWIECKA, Gdańsk, PL
AGNIESZKA TOMASZEWSKA, Elbląg, PL
- (74) Pełnomocnik:
Justyna Pawłowska-Bajerska, Gdańsk, PL
-

(54) Tytuł:

Urządzenie do rejestracji zmian geometrii ściany brzucha człowieka z wykorzystaniem techniki fotogrametrycznej

PL 243210 B1

Opis wynalazku

Wynalazek dotyczy urządzenia w postaci stanowiska, które umieszcza się nad osobnikiem leżącym celem rejestracji geometrii jego ściany brzucha. Wynalazek ma za zadanie umożliwić efektywne zebranie materiału fotograficznego potrzebnego do rejestracji tej geometrii z zastosowaniem techniki fotogrametrycznej. Wyniki pomiarów przeprowadzonych z użyciem wynalazku mają zastosowanie w analizach stanu zdrowia przedniej ściany brzucha człowieka oraz w badaniach prowadzących do poprawy stanu wiedzy na temat mechaniki ściany brzucha, stanowiących podstawę do projektowania implantów służących do rekonstrukcji ściany brzucha człowieka, np. w przypadku przepuklin brzusznych oraz w analizach zapobiegających powstawaniu przepuklin w stanach pooperacyjnych.

Znane jest wykorzystanie techniki fotogrametrycznej w urządzeniach do rejestracji geometrii różnych obiektów – nieżywych i żywych.

Z opisu patentowego US10122997 znany jest system do automatycznej generacji geometrii 3D obiektów nieruchomych nieożywionych na podstawie serii zdjęć wykonanych z użyciem obrotowego statywu w kształcie fragmentu stojącego cylindra i obrotowego stolika, na którym może znajdować się obiekt. W rozwiązaniu zakłada się jednocześnie użycie kilku aparatów fotograficznych. Podaje się przykład, w którym proponuje się układ walcowy gdzie statyw znajduje się obok fotografowanego obiektu i osie optyczne aparatów są skierowane na obiekt znajdujący się na osi symetrii obrotowej walca. Obiekt i statyw mogą się obracać względem siebie, z osią obrotu będącą osią symetrii walca. Aparaty fotograficzne mogą być przesuwane wzdłuż wysokości walca, w punkcie zaczepienia mogą być też obracane w płaszczyźnie zawierającej wysokość walca. Nie zapewnia to jednak równomiernego oddalenia aparatów od badanego obiektu chyba, że badany obiekt ma również geometrię walcową. W przypadku pomiaru geometrii np. ścian brzucha u ludzi o różnych kształtach np. otyłych jest to niedogodność bo w takim wypadku obiekt jest w postaci półsfery. Opisano dodatkową możliwość mocowania kamery na ramieniu robotycznym, co jednak nie zapewnia dokładnego pomiaru geometrii obiektów o pewnym małym zakresie ruchów jak np. ściana brzucha oddychającego człowieka. Nie ma również możliwości wykonania badania przedniej ściany brzucha leżącego na plecach człowieka. Wynalazek zatem nie może być zastosowany do rejestracji zmian geometrii ściany brzucha człowieka.

W opisie wynalazku US2019166312 opisano system do generowania obrazów 3D skóry człowieka, w którym wykorzystuje się kamery wrażliwe na światło UV oraz kamery wrażliwe na zakres światła widzialnego. Mocowanie kamer zapewnia możliwość ich obracania względem człowieka w układzie cylindrycznym, gdzie oś cylindra jest ułożona wzdłuż kręgosłupa. Zestaw kamer ustawionych w układzie cylindrycznym może być przesuwany wzdłuż ciała (kręgosłupa) człowieka. W przypadku tego rozwiązania nie ma jednak możliwości obrotu aparatów fotograficznych tak, aby uwzględnić dwukrzywiznowość obiektu, z jaką mamy do czynienia w przypadku niektórych ścian brzucha. Rozwiązanie nie zapewnia możliwości dokładnej rekonstrukcji geometrii ściany brzucha człowieka będącego w pozycji leżącej.

W opisie wynalazku US2019063917 opisano wielokamerowe stanowisko do pomiaru pełnej, przestrzennej geometrii obiektu nieruchomego nieożywionego z użyciem statywu na kamery w postaci sfery. To rozwiązanie wymaga użycia wielu aparatów. Nie ma możliwości umieszczenia człowieka w polu pomiarowym tego rozwiązania w sposób zapewniający spełnienie wymagań badania ściany brzucha człowieka w warunkach szpitalnych.

Celem wynalazku było zatem opracowanie rozwiązania umożliwiającego rejestrację geometrii brzucha obiektu żywego – tj. człowieka. Uzyskano to dzięki odpowiedniemu opracowaniu układu kamer na urządzeniu.

Opracowano urządzenie do rejestracji geometrii przedniej ściany brzucha człowieka z użyciem techniki fotogrametrycznej. W tej technice wymagane jest wykonanie wielu zdjęć obiektu, na których obrazy będą na siebie zachodzić. W związku z tym należy sfotografować w wielu ujęciach ścianę brzucha człowieka, która jest raczej zbliżona do powierzchni dwukrzywiznowej niż do prostego walca. Dlatego aby odwzorować krzywizny w obu kierunkach proponowane jest wykonanie zestawu zdjęć w układzie dwukrzywiznowym. Urządzenie nie generuje samoczynnie modeli 3D. Dane fotograficzne zebrane podczas użycia stanowiska wymagają obróbki i dopiero wtedy uzyskuje się model 3D.

W wynalazku aparaty są mocowane na sześciokątnym ramieniu, umieszczonym na dwóch słupach teleskopowych za pomocą przegubów, które zapewnia rozmieszczenie obiektywów w linii łuku obejmującego ścianę brzucha osobnika w kierunku poprzecznym i rejestrację geometrii tej ściany

w płaszczyźnie poprzecznej. Jednocześnie, jest możliwy obrót ramienia o kąt β w zakresie 360° względem prostej łączącej oba końce ramienia dzięki przegubom, na których zamocowane jest ramię, co umożliwia wykonanie wymaganej serii zdjęć z użyciem ograniczonej liczby aparatów tj. w liczbie od dwóch do ośmiu, korzystnie cztery. Połączenie tych dwóch cech umożliwia zebranie materiału fotograficznego do fotogrametrycznego odwzorowania geometrii obiektu badanego w układzie dwukrzywiznowym, czego nie zapewniają znane rozwiązania. Zdjęcia wykonane są jednocześnie kilkoma, co najmniej dwoma aparatami fotograficznymi rozmieszczonymi na ramieniu umieszczonym nad ścianą brzucha, co najwyżej ośmioma. Geometria ramienia jest dobrana specjalnie do geometrii ściany brzucha człowieka poddanej działaniu różnego ciśnienia wewnątrzbrzusznego. Proponowane rozwiązanie umożliwia pomiar geometrii obiektów dwukrzywiznowych, nieruchomych lub wykazujących mały ruch względem stanowiska pomiarowego jakimi są ludzkie ściany brzucha. Pomiar może być wykonywany w warunkach szpitalnych podczas standardowej procedury medycznej umożliwiającej pomiar ciśnienia wewnątrzbrzusznego.

Według wynalazku stosuje się sześciokątne ramię w postaci linii łamanej, w której kąty α pomiędzy poszczególnymi jej odcinkami wynoszą minimalnie 140° i maksymalnie 160° stopni, stabilnie ustawionego za pomocą dwóch teleskopowych słupów. Przy wszystkich kątach równych ramię jest w kształcie wycinka dwunastokąta foremnego natomiast przy różnych kątach jest w kształcie wycinka dwunastokąta nieforemnego. Korzystnie są równe kąty i kształt jest dwunastokąta foremnego. Na tym sześciokątnym ramieniu mocuje się aparaty fotograficzne za pośrednictwem uchwytów umożliwiających obrót aparatów na ramieniu w dwóch kierunkach – w płaszczyźnie ramienia oraz w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny ramienia i prostopadłej do sześciokątnego ramienia w miejscu zamocowania aparatu. Uchwyty mogą być mocowane do ramienia np. za pomocą śrub, a następnie aparaty są mocowane do uchwytów także za pomocą śrub tak aby były zamocowane demontowalnie na ramieniu. Mocowanie aparatów do ramienia za pomocą uchwytów zapewnia ich równomierne oddalenie od badanego obiektu oraz zbliżone kąty nachylenia aparatów względem powierzchni stycznej do powierzchni badanego obiektu, co pozwala ograniczyć dystorsje odwzorowania geometrii oraz zachować zbliżoną rozdzielczość uzyskanych obrazów danego obszaru. Aparaty są mocowane na ramieniu w odległościach od 15 cm do 50 cm od siebie, która to odległość zależy od liczby użytych aparatów w ten sposób, że im więcej aparatów tym mniejsza jest odległość między nimi, tak by zapewnić częściowe nakładanie się na siebie sąsiednich ujęć, co jest niezbędne w analizie fotogrametrycznej. Regulacja położenia aparatów na ramieniu jest możliwa dzięki zastosowaniu owalnych otworów w ramieniu, w których za pomocą śrub osadza się uchwyty na aparaty. Aparaty nie muszą być w tej samej od siebie ale podobnej odległości. Istotne jest aby aparaty były zamocowane od siebie w takiej odległości aby wykonane zdjęcia – ujęcia – nakładały się na siebie.

Odległości obiektywów aparatów od fotografowanego obiektu wynoszą minimum 40 cm , a maksimum 65 cm dzięki takim cechom technicznym rozwiązania jak teleskopowe słupy i obrotowe sześciokątne ramię. Ma to szczególne znaczenie w przypadku badań brzucha człowieka o nawet bardzo wypukłym kształcie. Niewielka odległość obiektywów od obiektu jest konieczna w warunkach szpitalnych, gdzie nie ma możliwości ustawienia aparatury pomiarowej w znacznej odległości – badanie wykonuje się w gabinecie zabiegowym.

Sześciokątne ramię urządzenia jest zamocowane na słupach teleskopowych za pomocą przegubów umożliwiających obrót ramienia o kąt β względem poziomej osi łączącej oba przeguby. Na każdym z dwóch słupów znajduje się jeden taki przegub. Każdy słup jest połączony z przegubem i z ramieniem za pomocą śrub. Jeden z przegubów zawiera blokadę obrotu ramienia o kąt β co minimum 10° stopni, a maksimum 30° stopni, skonstruowaną z użyciem dwóch dysków z otworami oraz śruby i nakrętki blokujących przegub w żądanej pozycji. Dzięki blokadzie realizuje się obrót ramienia o znany kąt β tj. co minimum 10° stopni, a maksimum 30° stopni, tyle razy ile potrzeba aby wykonać pełną rekonstrukcję geometrii brzucha. Umożliwia to pomiar różnej geometrii ściany brzucha, nawet o znacznej wypukłości. Ramię do słupów teleskopowych jest zamocowane rozłącznie, aparaty do ramienia są zamocowane rozłącznie. Ramię jest zamocowane ruchomo i aparaty są zamocowane ruchomo.

Wynalazek zajmuje mało miejsca w gabinecie i nie zaburza pracy personelu medycznego. Urządzenie jest demontowalne, a przez to mobilne – łatwo i szybko można je przenosić i montować oraz przygotować do badań w szpitalu. Kształt ramienia oraz jego zamocowanie na słupach za pomocą przegubów umożliwia wykonanie jednocześnie zestawu zdjęć z zachowaniem stałych kątów ustawienia ogniskowych obiektywów względem siebie oraz względem mierzonego obiektu, co także pozwala na regulację zakresów zachodzenia na siebie wykonywanych zdjęć. Wszystko to powoduje, że rozwiązanie

daje możliwość rekonstrukcji zmian geometrii obiektów dwukrzywiznowych. Kolejne serie zdjęć wykonywane są w krótkim czasie dzięki zastosowaniu radio wyzwalaczy oraz zastosowaniu różnych pozycji obrotowego ramienia statywu. Rozwiązanie jest dostosowane do spełnienia wymagań wynikających ze stosowania metody fotogrametrii do rekonstrukcji geometrii ściany brzucha leżącego człowieka. Ponadto rozwiązanie jest dostosowane do użycia w gabinetach zabiegowych o ograniczonej powierzchni. Stanowisko nie ogranicza dostępu personelu medycznego do pacjenta. Dodatkowo, są następujące korzyści z zastosowania urządzenia:

- Zastosowany układ pomiarowy umożliwia zebranie materiału odpowiedniego do dokładnej rekonstrukcji trójwymiarowej geometrii ściany brzucha.
- Pomiar jest bezkontaktowy, tzn. nie dotyka się obiektu rejestrowanego – pacjenta w trakcie badania, co powoduje małą uciążliwość pomiaru w stosunku do pacjentów.
- Dzięki zastosowaniu obrotowego ramienia za pomocą przegubów statywu z kilkoma aparatami fotograficznymi, które to ramię jest obrotowe dzięki zastosowanym przegubom, procedura zbierania materiału fotograficznego jest szybka, co przekłada się na krótki czas wykonania badania. Jest to ważnym atutem urządzenia ponieważ: (i) w trakcie procedury medycznej pacjent może leżeć nieruchomo tylko przez krótki czas; (ii) badanie umożliwia pomiar chwilowej geometrii ściany brzucha na danym etapie przeprowadzanej procedury medycznej.
- Owalne otwory w ramieniu oraz przegubowe uchwyty na aparaty umożliwiają dostosowanie odległości aparatów oraz orientacji ich ogniskowych względem fotografowanej powierzchni odpowiednio do każdej geometrii ściany brzucha (mniej i bardziej wyniosłej).
- Dzięki takiej konstrukcji i synchronicznemu wykonaniu zdjęć z kilku aparatów redukuje się problem zmiany geometrii przy oddychaniu czy innych drobnych ruchach pacjenta.
- W urządzeniu można zastosować małą liczbę aparatów.
- Urządzenie jest małe, nie wymaga użycia przewodów elektrycznych, dzięki czemu zajmuje mało miejsca w pokoju zabiegowym i nie przeszkadza w pracy personelu medycznego.
- Konstrukcja jest stabilna i odporna na drgania i przypadkowe poruszenie stanowiska w trakcie standardowych procedur medycznych, co zapewnia dużą dokładność pomiaru i jednocześnie bezpieczeństwo pacjenta i wykonującego pomiar.
- Konstrukcja jest rozkładana dzięki czemu może być łatwo przechowywana oraz transportowana. Poszczególne elementy są demontowalne poprzez wyjęcie np. śrub z każdego połączenia.
- Wobec powyższego, stanowisko wykazuje dużą funkcjonalność w warunkach szpitalnych.

Wynalazek jest opisany bliżej w przykładzie wykonania i na rysunkach, gdzie na fig. 1 pokazano urządzenie w widoku aksonometrycznym i oznaczono elementy składowe, na fig. 2 a-f pokazano w szczególności wszystkie elementy konstrukcyjne urządzenia, a na fig. 3 natomiast pokazano usytuowanie statywu nad pacjentem. Na fig. 2 pokazano szczegóły – zbliżenie urządzenia tj. (a) widok urządzenia, (b) ramię E1 i wkładki E1(1), (c) uchwyt E2, (d) słup E4, przegub E5 i blokada E6, (e) podstawa słupa E7, (f) pręty E8(1) i E8(2).

Urządzenie zawiera zatem najważniejsze elementy opisane poniżej.

Sześciokątne ramię E1 zbudowane z siedmiu odcinków prostych, tworzące łamaną na linii łuku. Kąt łamania α wynosi w przykładzie 150 stopni. Na ramieniu znajdują się podłużne otwory, w których za pomocą śrub osadza się obrotowe uchwyty E2 na aparaty fotograficzne E3.

Uchwyty E2 na aparaty fotograficzne E3, zawierają dwa przeguby kierunkowe. Jeden przegub umożliwia obrót aparatu z płaszczyzny ramienia, w kierunku prostopadłym do ramienia E1 w miejscu mocowania aparatu, a drugi w płaszczyźnie ramienia. Aparaty E3 wyposażone są w wyzwalacze radiowe i usytuowane są za pomocą śruby w uchwytach E2. Urządzenie zawiera od dwóch do ośmiu aparatów E3.

Aparaty fotograficzne E3 uruchamiane są radiowo za pomocą wyzwalaczy w celu synchronicznego wykonywania zdjęć.

Dwa słupy teleskopowe E4, służące do podparcia sześciokątnego ramienia E1, o zmiennej wysokości, umożliwiające ustawienie żądanej odległości aparatów od fotografowanego obiektu.

Dwa przeguby korzystnie płaskie E5, przymocowane do słupów za pomocą śrub, do których za pomocą śrub przymocowane jest ramię E1, umożliwiające obrót ramienia E1 urządzenia o kąt β względem poziomej osi łączącej oba przeguby E5.

Jedna blokada obrotu E6 korzystnie typu tarczowego przegubu E5 umocowana do jednego z przegubów E5, w postaci dwóch dysków z otworami oraz śrubą i nakrętką.

Dwie podstawy E7 słupów w kształcie dysków zapewniające stabilne podparcie słupów. Dodatkowo urządzenie jest stabilizowane a w tym celu zastosowane są łączniki E8(1) i E8(2). Łączniki stabilizują urządzenie usytuowane w miejscu wykonywania badania w czasie jego montażu i są demontowane w czasie wykonywania pomiarów. Łączniki są w postaci prętów, z których łącznik E8(1) łączy ze sobą dwie podstawy słupów, a drugi E8(2) łączy ze sobą oba końce sześciokątnego ramienia. Oba łączniki są połączone z konstrukcją za pomocą śrub.

Poszczególne elementy E1-E7 są zamocowane domontowalnie względem siebie korzystnie połączone ze sobą za pomocą śrub.

Przykład

A) konstrukcja urządzenia

Jak pokazano na fig. 1 i 2 urządzenie zawiera takie elementy jak: sześciokątne ramię E1 o kształcie fragmentu dwunastokąta foremnego, cztery obrotowe uchwyty E2 na aparaty fotograficzne, cztery aparaty fotograficzne E3, dwa słupy teleskopowe E4, dwa przeguby płaskie E5, jedną blokadę obrotu typu tarczowego E6 przegubu płaskiego E5, dwie podstawy E7 słupów o kształcie dysku, dwa łączniki E8(1) i E8(2). Elementy są połączone ze sobą w następujący sposób. Podstawy słupów E7 są połączone łącznikiem E8(1) za pomocą śrub. Następnie, na podstawach, za pomocą śrub osadza się słupy E4. Na słupach, za pomocą śrub osadza się przeguby E5 oraz blokadę E6 oraz sześciokątne ramię E1. Ramię jest ustabilizowane łącznikiem E8(2), zamontowanym za pomocą śrub. Na ramieniu, za pomocą śrub, osadza się uchwyty E2 na aparaty, na których, za pomocą śrub, osadza się aparaty fotograficzne E3.

Szczegóły konstrukcji widoczne na fig. 2 opisane są poniżej:

Aluminiowe sześciokątne ramię E1, pokazane na fig. 2b o przekroju poprzecznym 40x5 mm, załamane w sześciu miejscach w odległości 0,2 m od końców płaskownika i w odległości 0,32 m pomiędzy kolejnymi punktami załamania. Punkty załamania płaskownika dzielą go na 7 segmentów s1–s7 pokazanych na fig. 2b. Segmenty s2–s6 ramienia E1 wpisane są w łuk o rozpiętości 1,2 m i wyniosłości 0,46 m co jest dostosowane do przeciętnego kształtu ściany brzucha dorosłego, leżącego na plecach człowieka. Oba końce ramienia E1 mają otwory na przepuszczenie śruby mocującej słupy E4, przeguby E5 i blokadę E6 (po jednej stronie), pokazane na fig. 2d. Segmenty s2, s3, s5, s6 ramienia mają nawiercone owalne otwory o wymiarach 120x8 mm, służące do mocowania uchwytów E2, pokazanych na fig. 2c, na aparaty E3. Owalny kształt otworów umożliwia ustalenie odległości między kamerami odpowiednio do rozmiarów badanego obiektu. Kąty wewnętrzne ramienia α mierzą w tym przykładzie 150 stopni pomiędzy wszystkimi segmentami. Pomiedzy segmentami s2–s3, s3–s4, s4–s5 i s5–s6 są wkładki E1(1), pokazane na fig. 2b, wykonane z aluminium, przykręcone do ramienia za pomocą śrub. Wkładki E1(1) usztywniają konstrukcję ramienia. Poszczególne elementy E1–E7 są zamocowane domontowalnie względem siebie korzystnie połączone ze sobą za pomocą śrub. W przykładzie podstawy słupów E7 są połączone łącznikiem E8(1) za pomocą śrub. Następnie, na podstawach, za pomocą śrub osadza się słupy E4. Na słupach, za pomocą śrub osadza się przeguby E5 oraz blokadę E6 oraz sześciokątne ramię E1. Ramię jest ustabilizowane łącznikiem E8(2), zamontowanym za pomocą śrub. Na ramieniu, za pomocą śrub, osadza się uchwyty E2 na aparaty, na których, za pomocą śrub, osadza się aparaty fotograficzne E3.

Uchwyty E2 na aparaty E3, pokazane na fig. 2c z regulacją ich orientacji w dwóch płaszczyznach, 4 sztuki. Konstrukcja umożliwia obrót aparatów E3 w płaszczyźnie ramienia w zakresie 360 stopni oraz dookoła segmentów ramienia w zakresie 180 stopni. Uchwyty E2 przystosowane są do standardowego mocowania aparatów E3 na śrubę i są wykonane z aluminium. W tym przykładzie zastosowano 4 aparaty E3. Odległość między aparatami wynosi kolejno 33 cm, 46 cm i 32 cm, natomiast odległości obiektów kamer od brzucha pacjenta wynoszą kolejno 53 cm, 47 cm, 47 cm, 52 cm.

Słupy urządzenia E4, pokazane na fig. 2d, 2 sztuki. Słupy E4 są wykonane z aluminium. Teleskopowa konstrukcja słupów umożliwia regulację położenia ramienia statywu nad pacjentem. Regulacja wysokości słupa jest w zakresie 60–120 cm. Słupy blokowane są w danej pozycji za pomocą aluminiowych obejm na śruby.

Przegub E5, pokazany na fig. 2d umożliwiający obrót ramienia urządzenia względem poziomej osi łączącej dwa przeguby, 2 sztuki. Przegub E5 jest wykonany z aluminium.

Blokada E6 w typie tarczowym z mechanizmem do blokowania ramienia urządzenia w określonej pozycji, odpowiadającej wybranej wartości kąta β , pokazana na fig. 2d, 1 sztuka. Blokada E6 jest wykonana z aluminium. Mechanizm składa się z 2 równoległych okrągłych tarcz, obracających się względem wspólnej osi przechodzącej przez ich środek. Większa tarcza E6(1) przymocowana jest do ramienia E1, a mniejsza E6(2) do słupa E4. Perforacja tarcz co 10° umożliwiła blokowanie ich wzajemnego obrotu co kąt β równy 10° , za pomocą śruby i nakrętki. Wybrane wartości kąta β określają pozycję ramienia E1. W przykładzie zastosowano kąt β w zakresie $-30^\circ:30^\circ$, a więc zastosowano siedem pozycji ramienia E1, przy czym każda różni się od poprzedniej o kąt $\beta=10^\circ$.

Podstawy słupów E7, pokazane na fig. 2e, 2 sztuki. Okrągłe płyty o średnicy 405 mm i grubości 35 mm wyposażone są w 4 gniazda na śruby do mocowania słupów oraz w jedno gniazdo na śrubę mocującą pręt dolny E8(1) w podstawie. Podstawy wykonane są z aluminium, ale są ciężkie i zapewniają stabilność konstrukcji.

Dwa łączniki – pierwszy łącznik dolny E8(1) mocowany do podstaw E7 słupów E4 i drugi łącznik górny E8(2) mocowany do sześciokątnego ramienia E1, stabilizujące urządzenie podczas jego montażu, pokazane na fig. 2f. Łącznik dolny E8(1) wykonany jest z aluminiowego płaskownika o przekroju poprzecznym 50x12 mm i długości 1075 mm. Na jego końcach nawiercone są otwory o średnicy 13 mm przez które przechodzi śruba mocująca łącznik E8(1) w podstawie E7 urządzenia. Łącznik górny E8(2) jest wykonany z aluminiowego pręta o średnicy 15 mm, który wkręca się w ramię E1 za pomocą nagwintowanych końców. Łącznik górny E8(2) jest zawsze demontowany na czas pomiaru, natomiast łącznik dolny E8(1) w zależności od potrzeb może pozostać zamontowany lub usunięty.

B) sposób działania

Jak pokazano na fig. 3, stanowisko pomiarowe należy ustawić nad leżącym pacjentem tak, aby środek badanego obszaru ściany brzucha leżał w osi obrotu sześciokątnego ramienia E1, stanowiącego statyw na aparaty. Do tego celu konieczna jest regulacja wysokości teleskopowych słupów E4. Następnie należy zamontować aparaty fotograficzne E3 w uchwytach E2 i zorientować je tak, aby jak największa część badanego obiektu była widoczna w każdym kadrze. W centrum kadru powinna znaleźć się oś obrotu ramienia. Po wykadrowaniu i ustawieniu ostrości aparatów należy wyposażyć je w bezprzewodowe radio wyzwalacze i rozpocząć pomiar. Pomiar polega na wykonaniu jednoczesnych zdjęć z użyciem bezprzewodowego radio wyzwalacza. W miarę potrzeby możliwa jest zmiana kąta β nachylenia ramienia E1 z pozycji $\beta=0$ do kolejnych pozycji różniących się od poprzedniej o kąt $\pm 10^\circ$ i wykonanie dodatkowych serii zdjęć w nowym położeniu. Zmiana kąta β odbywa się poprzez wzajemny obrót tarcz w blokadzie E6. Operację należy powtarzać do chwili uzyskania żądanej liczby zdjęć. Tak zebrany materiał stanowi bazę do obróbki fotogrametrycznej i rekonstrukcji geometrii badanego obiektu. Stanowisko umożliwi wykonanie zdjęć na różnych etapach procedury medycznej. Dzięki temu jest możliwa rekonstrukcja geometrii ściany brzucha w różnych stanach deformacji i co za tym idzie rejestracja zmian geometrii.

Po zabiegu urządzenie się demontuje w ten sposób, że zdejmowane są śruby przytwierdzające poszczególne elementy urządzenia do innych elementów i kolejne elementy są odczepiane od urządzenia, w kolejności następującej: najpierw zdejmowane są aparaty E3, następnie uchwyty E2, potem sześciokątne ramię E1, następnie słupy E4 razem z przegubami E5 i blokadą E6. Ostatecznie zostają podstawy słupów E7, z których zdejmuje się łącznik dolny E8(1), jeżeli był pozostawiony na czas badania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do rejestracji zmian geometrii ściany brzucha obiektu w postaci człowieka z wykorzystaniem techniki fotogrametrycznej zawierające ramię w postaci statywu, na którym zamocowane są co najmniej dwa aparaty fotograficzne, **znamiennie tym**, że zawiera od 2 do 8 aparatów fotograficznych (E3), które zamocowane są rozłącznie i ruchomo za pomocą uchwytów (E2) na sześciokątym ramieniu (E1) w kształcie wycinka dwunastokąta foremnego natomiast przy różnych kątach jest w kształcie wycinka dwunastokąta nieforemnego, gdzie kąty α pomiędzy poszczególnymi łamanymi wynoszą minimalnie 140° i maksymalnie 160° , zaś aparaty fotograficzne (E3) zamocowane są ruchomo w sposób umożliwiający obrót aparatów na ramieniu (E1) w płaszczyźnie ramienia oraz w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny ramienia (E1) i prostopadłej do ramienia w miejscu zamocowania danego aparatu (E3), a ponadto aparaty fotograficzne (E3) są mocowane na ramieniu (E1) w odległościach od 15 cm do

- 50 cm od siebie, przy czym ramię sześciokątne (E1) zamocowane jest ruchomo i rozłącznie za pomocą przegubów (E5) do słupów teleskopowych (E4) zamocowanych rozłącznie na szczycie słupów (E4) w ten sposób, że możliwy jest obrót ramienia (E1) o kąt β w zakresie 360° względem prostej łączącej oba przeguby E5, zaś wymiary ramienia (E1) i słupów teleskopowych (E4) są takie, że odległość obiektywu każdego z osobna aparatu (E3) od obiektu w trakcie rejestracji wynosi minimum 40 cm i maksimum 65 cm, a ponadto w przegubie (E5) wykonana jest blokada (E6), do blokady obrotu ramienia (E1) o kąt β co minimum 10 stopni i maksimum co 30 stopni.
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że blokada (E6) przegubu (E5) jest wykonana z użyciem dwóch dysków z otworami i śruby z nakrętką.
 3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zawiera 4 aparaty fotograficzne (E3).
 4. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że wszystkie elementy konstrukcji są wykonane z aluminium.
 5. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że przy wszystkich kątach równych ramię (E1) jest w kształcie wycinka dwunastokąta foremnego, natomiast przy różnych kątach będzie jest kształcie wycinka dwunastokąta nieforemnego.
 6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że kąty łamanych, z których uformowane jest ramię (E1) są równe.
 7. Urządzenie według zastrz. 1 lub 6, **znamiennie tym**, że ramię (E1) ma kształt dwunastokąta foremnego.

Rysunki

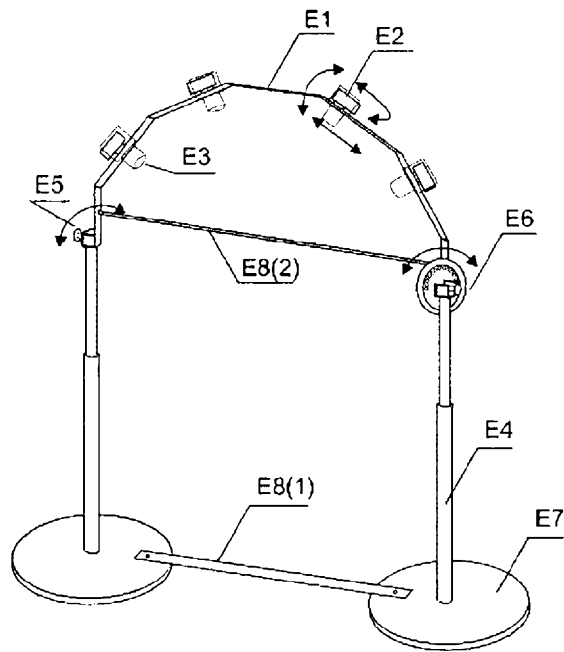


Fig. 1. Schemat urządzenia

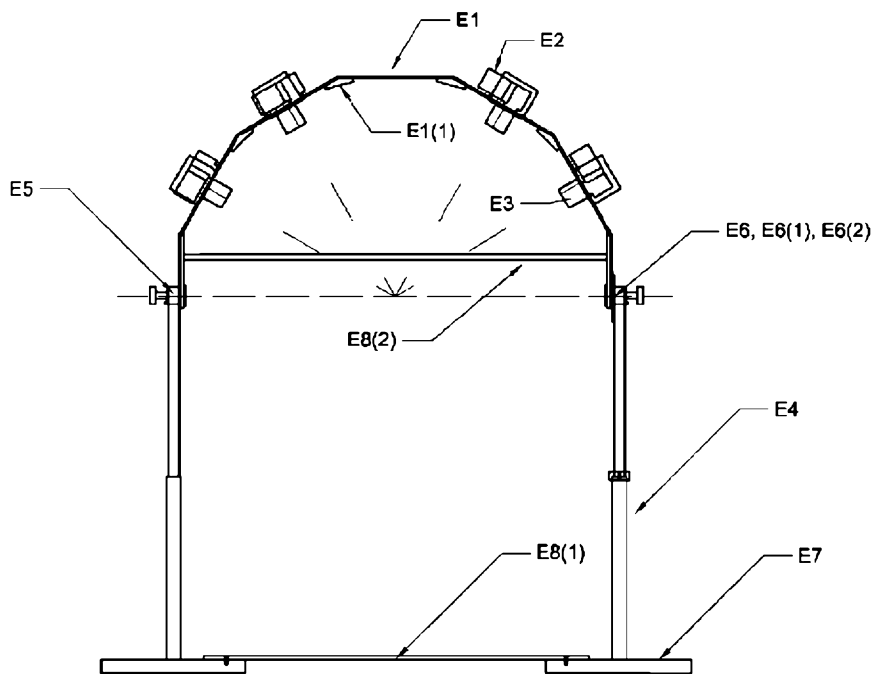


Fig. 2 (a)

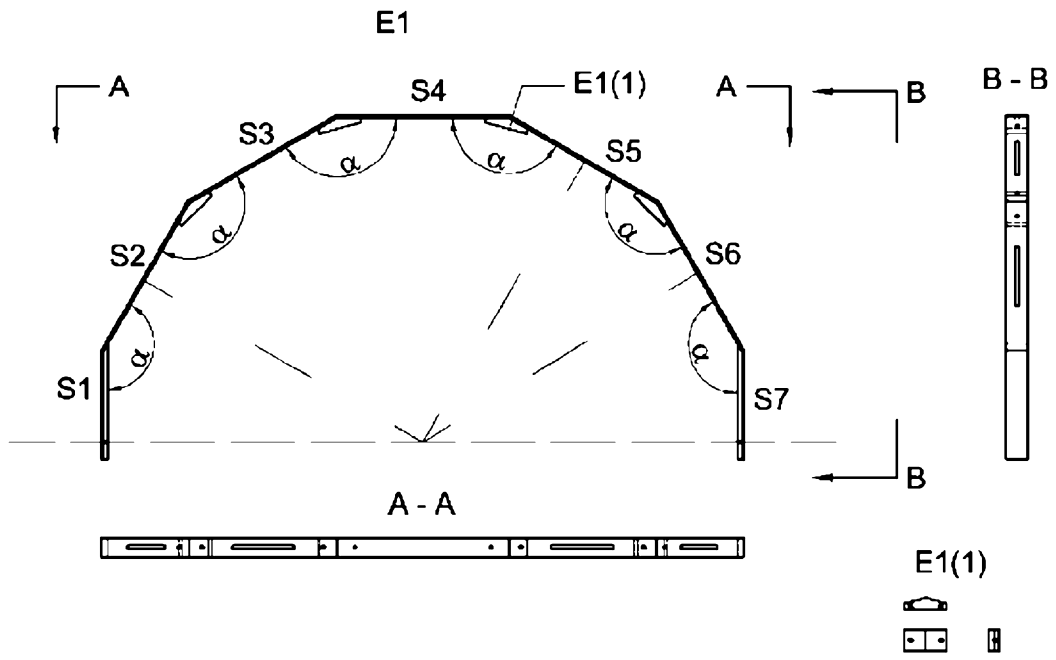


Fig. 2 (b)

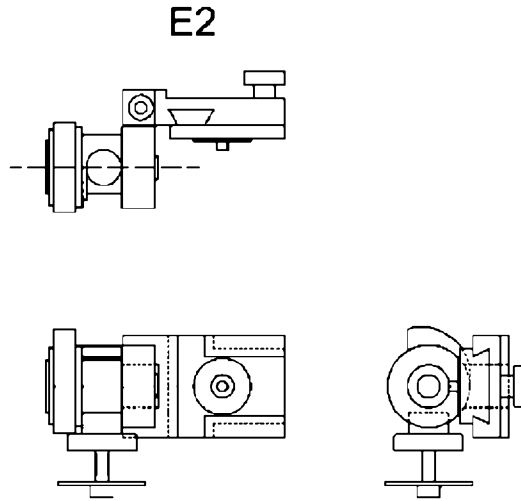


Fig. 2 (c)

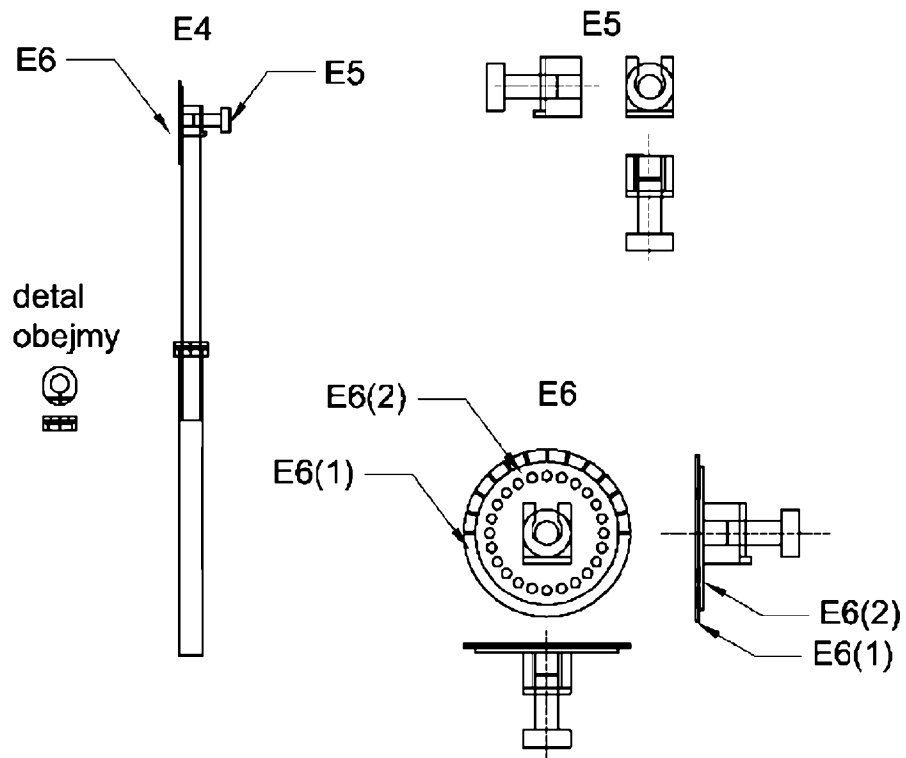


Fig. 2 (d)

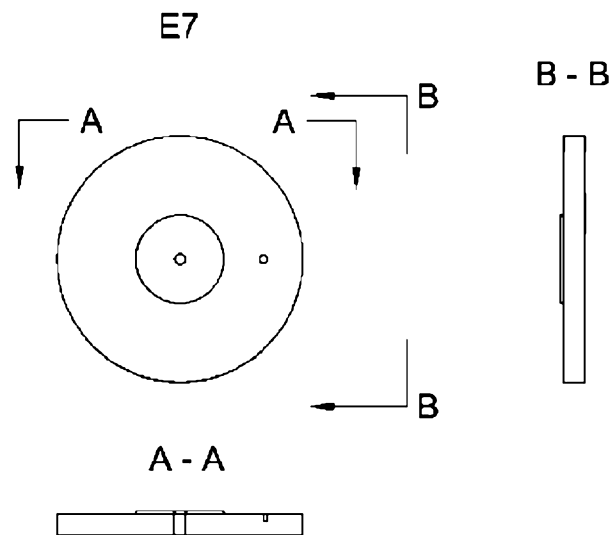
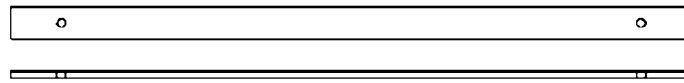


Fig. 2 (e)

E8(1)



E8(2)



Fig. 2 (f)

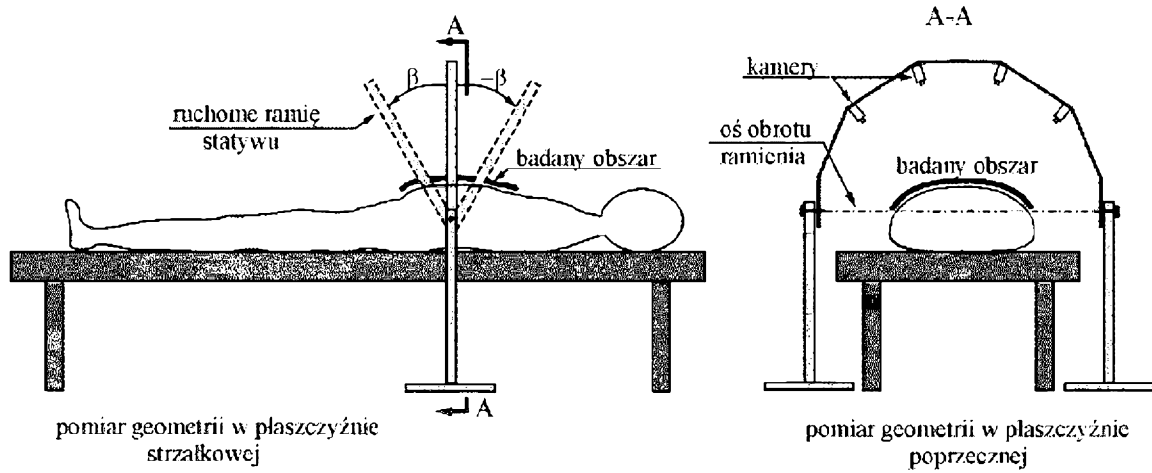


Fig. 3. Usytuowanie statywu nad pacjentem